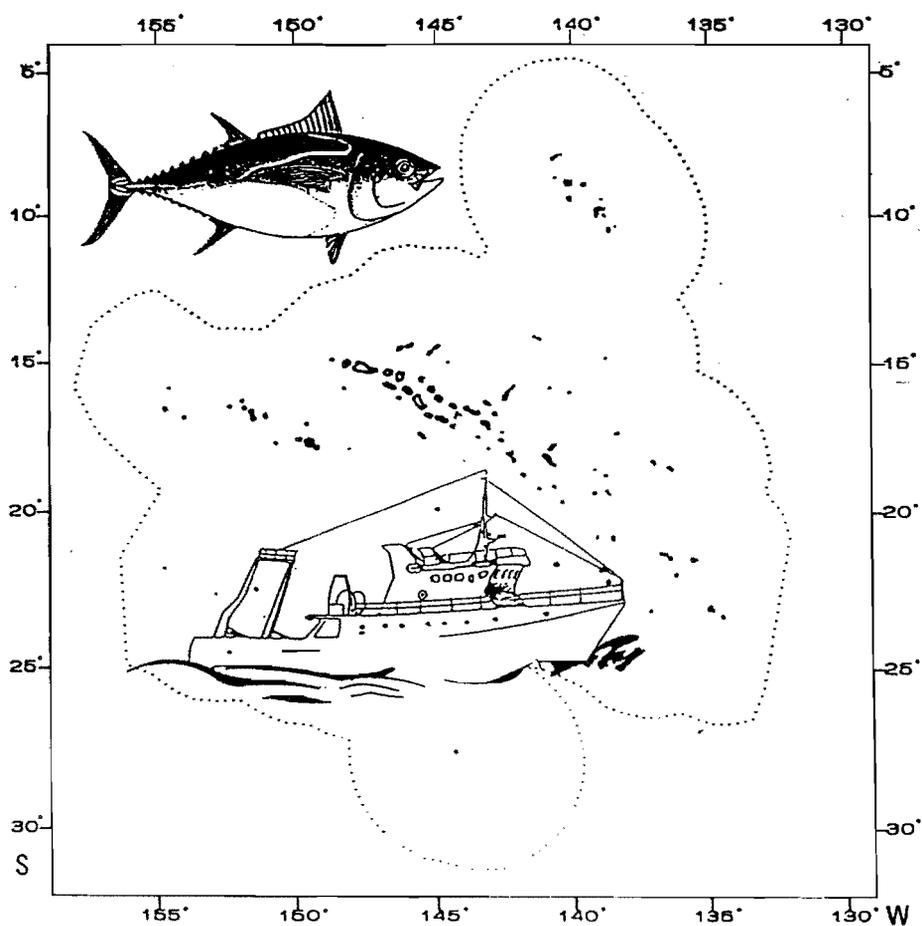


Rapport de la mission

ECOTAPP

ETUDE DU COMPORTEMENT DES THONIDÉS PAR L'ACOUSTIQUE
ET LA PÊCHE À LA PALANGRE EN POLYNÉSIE FRANÇAISE



Rapport de la mission ECOTAPP

"Etude du COmportement des Thonidés par l'Acoustique et la Pêche à la palangre en Polynésie française"

réalisée à bord du N/O "Alis" de l'ORSTOM

Responsable du projet: JOSSE Erwan

Chefs de mission: ABBES René (20 juin au 6 juillet)
JOSSE Erwan (6 juillet au 18 août)

Rapport préparé par:

Abbes R., Bach P., Josse E.,

La mission ECOTAPP a été réalisée par l'EVAAM, l'IFREMER et l'ORSTOM grâce au concours financier du FIDES (Fonds d'Intervention pour le Développement Economique et Social), de la CORDET (commission de COordination de la Recherche dans les Départements et Territoires d'Outre-Mer), de l'EVAAM (Etablissement pour la Valorisation des Activités Aquacoles et Maritimes), de l'IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER) et de l'ORSTOM (Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération).

Rapport de la mission ECOTAPP

"Etude du COmportement des Thonidés par l'Acoustique et la Pêche à la palangre en
Polynésie française"

réalisée à bord du N/O "Alis" de l'ORSTOM

Responsable du projet: JOSSE Erwan

Chefs de mission: ABBES René (20 juin au 6 juillet)
JOSSE Erwan (6 juillet au 18 août)

Rapport préparé par:

Abbes R.¹, Bach P.², Josse E.²,

PREAMBULE

Les thonidés de la Zone Economique Exclusive (Z.E.E.) polynésienne ont fait l'objet, par le passé, de nombreuses opérations de recherche : opérations de radiométrie aérienne, estimation des ressources en appât vivant, campagnes "Progermon", campagnes de pêche du B.C.B. "Marara", campagnes de marquage du programme d'évaluation des stocks de thonidés de la zone CPS. Ces opérations ont le plus souvent été réalisées en liaison avec l'exploitation des thonidés de surface. Parallèlement à ces campagnes, le Pacifique Sud fut la grande scène du déploiement de Dispositifs de Concentration de Poissons (DCP) à proximité des îles. Entre 1980 et 1990, plus de 1000 DCP ont été mouillés dans la région, dont près de 200 dans la Z.E.E. polynésienne, dans le but de soutenir et/ou développer une activité de proximité des flottilles artisanales.

Existante bien avant les années 1980, l'activité des flottilles palangrières asiatiques dans la région fut nettement moins quantifiable après la reconnaissance des Z.E.E.. Dès 1980, des accords de pêche entre la France d'une part, le Japon et la Corée du Sud d'autre part, ont été signés. Ces accords imposaient aux armements un retour des fiches de pêche pour les captures réalisées dans la Z.E.E., mais on ne peut que constater l'insuffisance qualitative et quantitative de ces informations.

¹ - IFREMER, antenne R.H., c/o Centre ORSTOM, B.P. 529, Papeete, Polynésie Française

² - Centre ORSTOM, B.P. 529, Papeete, Polynésie Française

Ainsi, en 1993, le bilan des connaissances relatives aux ressources thonières de la Z.E.E. polynésienne fait ressortir une situation quelque peu paradoxale entre les informations disponibles et les projets de développement de la pêche du Territoire :

- relativement bonne connaissance des stocks de surface essentiellement exploités par les flottilles de bonitiers dont les captures (1 500 t/an environ) sont exclusivement commercialisées localement,
- méconnaissance des interactions entre les DCP et la ressource alors que ces dispositifs continuent d'être un outil d'aide à la pêche pour une fraction de la flottille artisanale,
- quasi-absence d'informations sur les fractions de stocks profonds sur qui reposent aujourd'hui tous les espoirs de développement d'une flottille palangrière semi-industrielle.

Pour répondre à la demande urgente des décideurs territoriaux, principaux promoteurs des récents projets de développement de la pêche, les biologistes des pêches présents sur le Territoire ont proposé un programme de recherche d'accompagnement sur cinq ans. Ce programme est le fruit d'une collaboration entre trois organismes de recherche: l'EVAAM³, l'IFREMER⁴ et l'ORSTOM⁵.

La campagne que vient d'effectuer le N/O "Alis" en Polynésie entre juin et août 1993 s'inscrit dans le cadre de ce programme général et constitue d'ailleurs le début de sa réalisation.

1 - LES OBJECTIFS

1.1 - Présentation sommaire des objectifs du programme

Le programme élaboré a pour principaux objectifs:

- l'amélioration des connaissances sur la distribution spatio-temporelle des stocks de thonidés adultes en relation avec leur environnement,
- l'étude du comportement de la ressource aussi bien dans son milieu naturel que vis à vis d'un engin de pêche (palangre) ou d'un dispositif d'aide à la pêche (DCP ou épave dérivante).

1.2 - Les objectifs de la mission ECOTAPP

La campagne du N/O "Alis" a eu pour objectifs:

- l'acquisition d'informations qui permettront de mieux cerner la distribution spatio-temporelle des espèces de thonidés (*Thunnus albacares*, *T. obesus* et *T. alalunga*) convoitées par la pêche palangrière,
- l'étude de la répartition bathymétrique préférentielle des espèces en fonction des caractéristiques physico-chimiques des masses d'eau,
- l'analyse du comportement de la ressource vis à vis d'une structure agrégative pour deux niveaux de perception, l'individu d'une part, l'agrégation d'autre part.

³ - Etablissement pour la Valorisation des Activités Aquacoles et Maritimes

⁴ - Institut Français pour l'Exploitation de la MER

⁵ - l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération

2 - MATERIEL EMBARQUE

2.1 - La palangre monofilament et son instrumentation

2.1.1 - Le matériel de pêche

Le matériel destiné aux opérations de pêche à la palangre a été fourni par l'EVAAM qui a également pris en charge son installation à bord. Il comprend un treuil enrouleur, un lanceur ("shooter"), la ligne mère et les avançons ainsi que tout le matériel nécessaire au gréement de la ligne (bouées intermédiaires, bouées gonio, petit matériel de réparation,...).

Le treuil hydraulique enrouleur de marque BOPP a une capacité d'environ 25 milles de ligne monofilament de 3 mm de diamètre. Les avançons sont d'une longueur de 6 brasses (11 mètres) et d'un diamètre de 2 mm. A une extrémité est fixé l'hameçon (hameçon avec ardillon MUSTAD 8/0), à l'autre une attache rapide ("snap").

2.1.2 - L'instrumentation de la palangre

La palangre est instrumentée avec deux types d'appareils: des enregistreurs de profondeur (TDR = Time Depth Recorder) répartis sur la ligne mère et des horloges (HT = Hooch Timer) montés sur les avançons. Cet appareillage a été financé par l'IFREMER de Tahiti.

Chaque TDR (Wildlife Computer, modèle MK3e) comporte 3 canaux: 2 canaux profondeur (respectivement 0 - 232 m et 0 - 484 m) et un canal température. Il communique avec l'ordinateur par l'intermédiaire d'une interface RS-232 permettant ainsi son initialisation avant déploiement, ainsi que la lecture des données collectées dans la RAM du TDR selon un protocole d'échantillonnage défini par l'utilisateur.

Les horloges ou "hooch timer" sont constituées de petites horloges à quartz dont la mise en route est commandée par un interrupteur à mercure maintenu en position ouverte par un aimant. La libération de l'aimant lorsqu'une traction suffisante de 4 kg s'exerce sur l'hameçon provoque la fermeture du circuit et la mise en route de l'horloge. L'ensemble est noyé dans un cylindre de résine à inclusion. Ces horloges (au nombre de 370) ont été montées par l'équipe Logistique du Centre IFREMER de Tahiti à partir de plans gracieusement fournis par nos collègues du laboratoire NMFS de Honolulu.

2.2 - Le matériel pour la collecte de données "environnement"

2.2.1 - La sonde CTD Seacat SBE19

Matériel du N/O "Alis", la sonde Seacat SBE19 (Sea-Bird Electronics, Inc) permet l'acquisition simultanée de données de pression, température et conductivité. Les données sont stockées dans la RAM de l'appareil à une fréquence définie par l'utilisateur puis transférées sur un micro-ordinateur via le port série.

2.2.2 - Le thermosalinographe Sea-Bird SBE21

Matériel du N/O "Alis", le thermosalinographe SBE21 permet une acquisition en continu de données de température de surface (SST = Sea Surface Temperature) et de salinité de surface (SSS = Sea Surface Salinity).

Le système d'acquisition des informations est composé du thermosalinographe Sea-Bird SBE21 comprenant l'unité de mesure avec les deux capteurs de température et salinité, d'une boîte de jonction relié à un multiplexeur de voies série RS-232. Ce dernier est connecté à un récepteur de positionnement par satellite et un micro-ordinateur permettant la sauvegarde des données en continu.

2.2.3 - Le système XBT d'acquisition et de transmission de profils de température via ARGOS

Matériel du N/O "Alis", ce système XBT est composé:

- d'un lanceur, de type SIPPICAN LM3A qui reçoit la cartouche contenant la sonde (sonde T7 SIPPICAN),
- un coffret interface effectuant les mesures, les conversions analogique/numérique avant transmission à l'ordinateur. Il contient l'émetteur ARGOS qui reçoit les messages codés transmis par le micro-ordinateur et gère leur émission directe vers le satellite. Ce dernier est relié, par une liaison RS-232C, à un micro-ordinateur qui gère l'acquisition, l'enregistrement, l'exploitation et la transmission des données.

2.2.4 - Le lanceur XBT SIPPICAN

Afin de disposer de profils thermiques dans des sites particuliers, en particulier à proximité de DCP, un système de lancer d'XBT acquis par l'IFREMER Tahiti a été embarqué. Ce système comprend un lanceur XBT (modèle SIPPICAN LM3A), et une carte interface insérée dans un micro-ordinateur portable (EPSON PC Ax 3s appartenant à l'ORSTOM Tahiti) qui gère l'acquisition, l'enregistrement et l'exploitation des informations.

2.3 - Le matériel des opérations de marquage acoustique

Le matériel de marquage acoustique embarqué a été acquis par l'ORSTOM Tahiti. L'ensemble de ce matériel est de marque VEMCO. Il comporte:

- des marques ultrasoniques V3P-3HI (signal 50 kHz),
- un hydrophone directionnel V-10 (détection bande 50 - 80 kHz),
- un récepteur ultrasonique VR-60 (réception bande 10 - 100 kHz),

L'hydrophone a été monté sur une paravane SIMRAD tractée sur le côté du bateau lors du suivi du poisson marqué. Les données stockées dans le récepteur VR-60 sont ensuite transférées via un port série sur un micro-ordinateur (EPSON PC Ax 3s).

Les captures des individus destinés aux opérations de marquage acoustique ont été réalisées à partir de lignes de traîne ou d'une palangre verticale. Cette dernière, montée sur un moulinet en bois, comprend une ligne mère de 1,5 mm de diamètre et de 100 à 150 brasses (180 à 270 m) de long environ et des avançons de 3 brasses munis d'hameçons auto-ferrants. Ce matériel de pêche a été fourni par l'EVAAM.

2.4 - Matériel utilisé lors des opérations d'évaluation acoustique

Lors des opérations d'évaluation acoustique, tout un ensemble de matériel dont la liste figure ci-dessous a été mis en oeuvre. Une description rapide de la méthode et du rôle de chaque appareil sera effectuée au paragraphe 3.3.

Matériel ORSTOM Brest:

- un ensemble de matériel de marque BIOSONICS comprenant:
 - . 1 sondeur bi-fréquence, 38 et 120 kHz, modèle 102,
 - . 1 interface d'enregistrement sur bande magnétique, modèle 171,.
 - . 1 système de traitement Dual Beam, modèle 281,
 - . 1 paravane remorquée et deux câbles électro-tracteurs,
 - . 2 bases acoustiques (38 et 120 kHz) double faisceau,
- un système d'écho-intégration de marque ORCA comprenant une interface INES et un logiciel MOVIES,
- un oscilloscope de marque PHILIPS,
- un enregistreur numérique DAT de marque SANYO,

Matériel ORSTOM Tahiti:

- un générateur de fonction de marque SCHLUMBERGER
- une imprimante couleur Paintjet de marque HEWLETT PACKARD,
- un ordinateur PC compatible 386 SX de marque MITAC,

Matériel IFREMER Tahiti:

- un ordinateur PC compatible 386 SX de marque ARCHE,

Matériel EVAAM Tahiti:

Pour les opérations d'identification des détections rencontrées, l'ensemble du matériel de pêche décrit précédemment (palangre verticale, palangre monofilament, traîne) a été utilisé.

3 - LES OPERATIONS DE RECHERCHE

3.1 - La pêche à la palangre instrumentée

3.1.1 - Installation de la palangre

Le treuil hydraulique enrouleur a été placé dans l'axe longitudinal du navire de sorte que la ligne mère se situe dans l'axe de la potence de virage installée juste en arrière du treuil de câble bâbord. Une seconde potence a été installée sur la partie médiane de la plage arrière, sous l'enrouleur de chalut, assurant le renvoi de la ligne sur le lanceur lors du filage de la ligne.

Disposé au milieu du tableau arrière, le lanceur permet le filage de la ligne mère à une vitesse réglable. Il est pourvu d'une alarme ("beeper") qui émet un signal sonore dont la fréquence également réglable est fonction de la longueur de ligne filée. Ce dispositif permet l'accrochage des avançons à intervalles réguliers préalablement définis. Le schéma d'installation à bord du matériel palangre est représenté sur la figure 1.

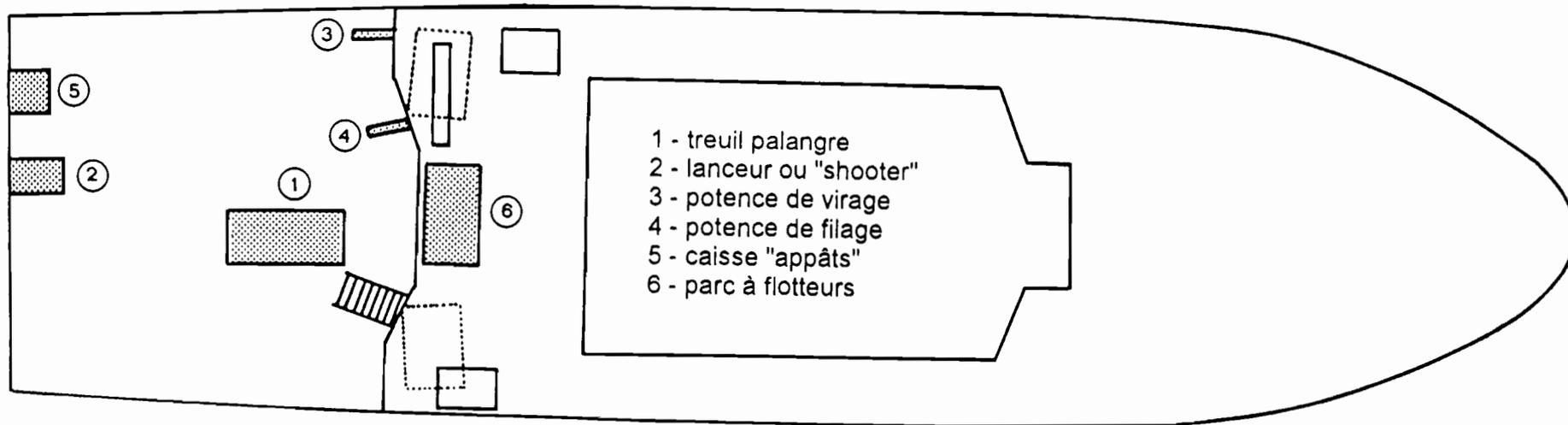


Figure 1 : Installation du matériel de pêche à la palangre monofilament sur le N/O "Alis".

La palangre (fig. 2) est maintenue en position horizontale par une série de deux bouées de 18 litres fixées à la ligne mère par deux "snaps" montés en "patte d'oie" au bout d'un orin de 25 brasses (45 mètres). Chaque extrémité de la palangre est fixée à une bouée équipée d'une balise gonio.

3.1.2 - Pose de la palangre instrumentée

De façon générale, la palangre était mouillée à 6 heures du matin pour être relevée vers 13 heures, soit 7 heures de temps de pose environ. Certaines poses ont été réalisées de nuit. Les temps de filage et de virage ont varié respectivement entre 0,45 h et 1,5 h et entre 1,5 h et 4 h environ selon le nombre d'hameçons posés. Ces palangres équipées de 150 à 500 hameçons étaient composées d'éléments de 25 hameçons, la distance entre les avançons d'un même élément étant de 50 m. L'appât utilisé était de l'encornet de Nouvelle-Zélande d'un moule de 4,5 individus au kilo.

Trois essais de pêche ont permis de mettre au point une stratégie de mouillage permettant, sans provoquer d'emmêlement de la ligne mère ou des déclenchements non justifiés des horloges, d'atteindre des profondeurs maximales des hameçons supérieures à 400 m. Cette profondeur maximale est fonction du taux de courbure "sagging rate", soit, du rapport entre la distance horizontale entre les extrémités des éléments (bouées) et la longueur de la ligne filée. Ce rapport est égal à celui entre la vitesse du navire et celle du "shooter". Ainsi, un taux de 0,65 permettant d'atteindre 450 m de profondeur maximale dans des conditions normales a été obtenu avec une vitesse du navire de 4,5 noeuds et une vitesse de déroulement du treuil de 215 m par minute. Néanmoins, dans certains cas, en particulier dans la région des Marquises, l'influence de courants de subsurface était telle, qu'un lest de 2 kg a dû être ajouté au milieu de chaque élément pour que les profondeurs maximales théoriques soient atteintes.

Outre les horloges (350 environ) montées sur les avançons (fig. 2), chaque palangre était équipée d'enregistreurs de profondeur (TDR). Compte tenu du nombre de TDR disponibles (8 au départ de la mission et 3 en fin de mission), seul certains éléments ont pu être instrumentés, l'immersion des éléments qui en étaient dépourvus étant obtenue par extrapolation. En général, les TDR furent placés au point médian des éléments afin d'obtenir l'évolution temporelle de la profondeur maximale au cours de la pose. Ainsi, pour des éléments de 25 hameçons, le TDR était placé entre les hameçons n°12 et n°13. Lors de certaines poses, afin de mieux décrire le profil dans le temps d'un élément, deux TDR intermédiaires ont été respectivement placés entre les avançons n°6 et n°7 d'une part, n°18 et n°19 d'autre part.

A la fin de chaque pose, un lancer de la sonde Sea-Cat est réalisé. Une calibration des données profondeur et température collectées par les TDR a été réalisée à l'aide de la même sonde.

3.1.3 - Informations collectées

Les données collectées lors de chaque pose sont reportées dans cinq fichiers ou groupe de fichiers :

- Fichier station : il comprend les caractéristiques générales de la station, en particulier, la météo, les positions et heures de début et de fin du filage et du virage de la palangre, les caractéristiques de l'engin utilisé et les captures en poids et en nombre des principaux groupes d'espèces.
- Fichier palangre/poisson : il comprend, pour chaque poisson capturé et horloge déclenchée, le numéro de la station, la position de l'hameçon sur l'ensemble de la palangre et sur l'élément, les heures de relevage et de mordage (si cette dernière est

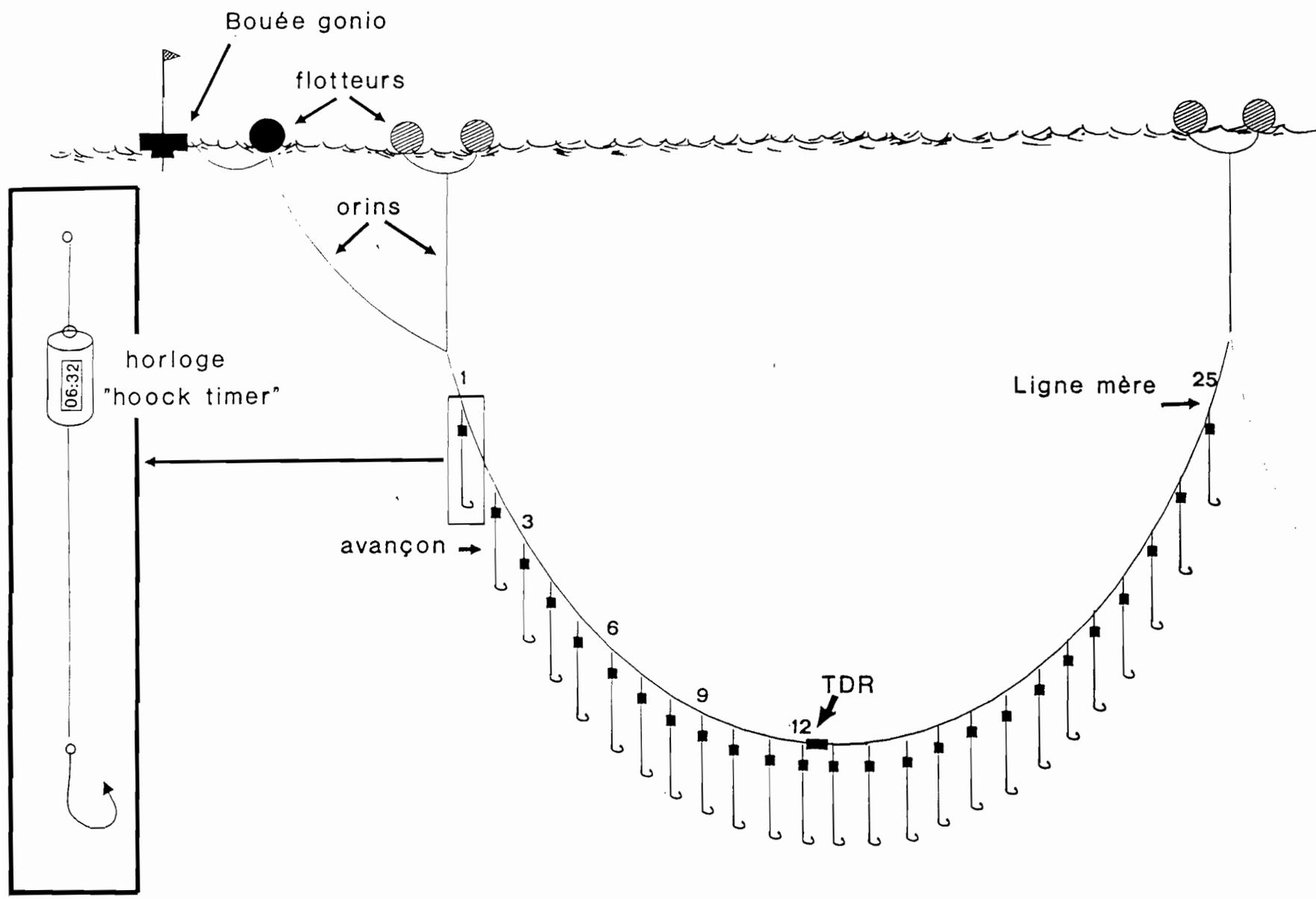


Figure 2 : Palangre instrumentée utilisée durant la campagne ECOTAPP 1.

disponible), la profondeur de pêche de l'hameçon et le numéro d'ordre de l'individu capturé.

- Fichier biométrie : il renferme toutes les observations biologiques réalisées sur chaque individu capturé: numéro d'ordre de la capture, espèce, taille et poids et pour les espèces principales sont notés le sexe, le stade de maturation des gonades, indice de réplétion et degré de digestion pour les estomacs, nature des prélèvements effectués (contenu stomacal, gonades, pièces dures (vertèbres et premier rayon de la dorsale) pour la détermination de l'âge).

- Fichier TDR : il est défini par un numéro de station et un numéro TDR et comprend les données temps - profondeur collectées. Ils sont obtenus à partir du progiciel PROCOMM (Wildlife Computers).

- Fichier Hydro : il est défini par un numéro de station et comprend les données de profondeur, température et conductivité collectées par la sonde Sea-Cat.

3.2 - Les opérations de marquage acoustique

Pour permettre la capture de thons profonds destinés aux opérations de marquage acoustique, un moulinet en bois, dit "moulinet FAO", était monté sur la lisse bâbord du bateau. Le bas de la ligne mère est équipé de 5 avançons de 3 brasses de long environ. Ces avançons, espacés de quinze mètres environ, sont munis d'un hameçon auto-ferrant appâté avec de la bonite. Un "snap" est utilisé pour leur fixation à la ligne mère. Le haut de la ligne est lâchée après y avoir fixé deux bouées de 5 l et une bouée témoin de 1 litre. Cet engin fût systématiquement mis en oeuvre à proximité des DCP pour les opérations de marquage.

L'opération de marquage proprement dite consiste en la pose d'une marque ultrasonique sur une zone comprise entre la nageoire caudale et les derniers rayons mous de la nageoire dorsale. Des attaches plastiques de type "Serflex" sont utilisées pour la fixation de la marque. Elles sont passées au travers du corps de l'animal à l'aide d'une aiguille courbée et creuse. Cette opération nécessite une minute environ. Les marques VEMCO utilisées sont munies d'un capteur de pression et émettent un signal de 50 kHz. Ce signal est capté par un hydrophone directionnel fixé sur une paravane traînée par le bateau. L'hydrophone est relié à un récepteur qui décode le signal et calcule la profondeur à laquelle se trouve l'animal. Les informations sont stockées dans la RAM du récepteur à une fréquence définie par l'utilisateur puis transférées sur un micro-ordinateur via le port-série.

Le bateau suit l'animal selon une direction correspondante à l'intensité maximale de réception du signal. Toutes les cinq minutes, la position du bateau (supposée équivalente à la position de l'animal) est relevée sur un récepteur de positionnement satellite.

Deux thons jaunes (*Thunnus albacares*) ont fait l'objet d'un marquage. Le premier capturé à la traîne sur un banc libre au Nord de l'île de Nuku Hiva mesurait 67 cm de longueur fourche. Le second capturé sous le DCP de Nuku Hiva à l'aide de la palangre verticale avait une longueur à la fourche de 130 cm.

3.3 - Les évaluations acoustiques (fig. 3)

Le sondeur utilisé est un sondeur scientifique bi-fréquence (38 et 120 kHz) de marque BIOSONICS. Au cours de la campagne ECOTAPP, seule la fréquence 120 kHz a été utilisée, la fréquence 38 kHz se révélant d'emblée trop bruitée au delà de 100 m de profondeur. Ce sondeur est relié à une base acoustique double faisceau ou "Dual Beam", montée sur une paravane traînée sur le côté du bateau.

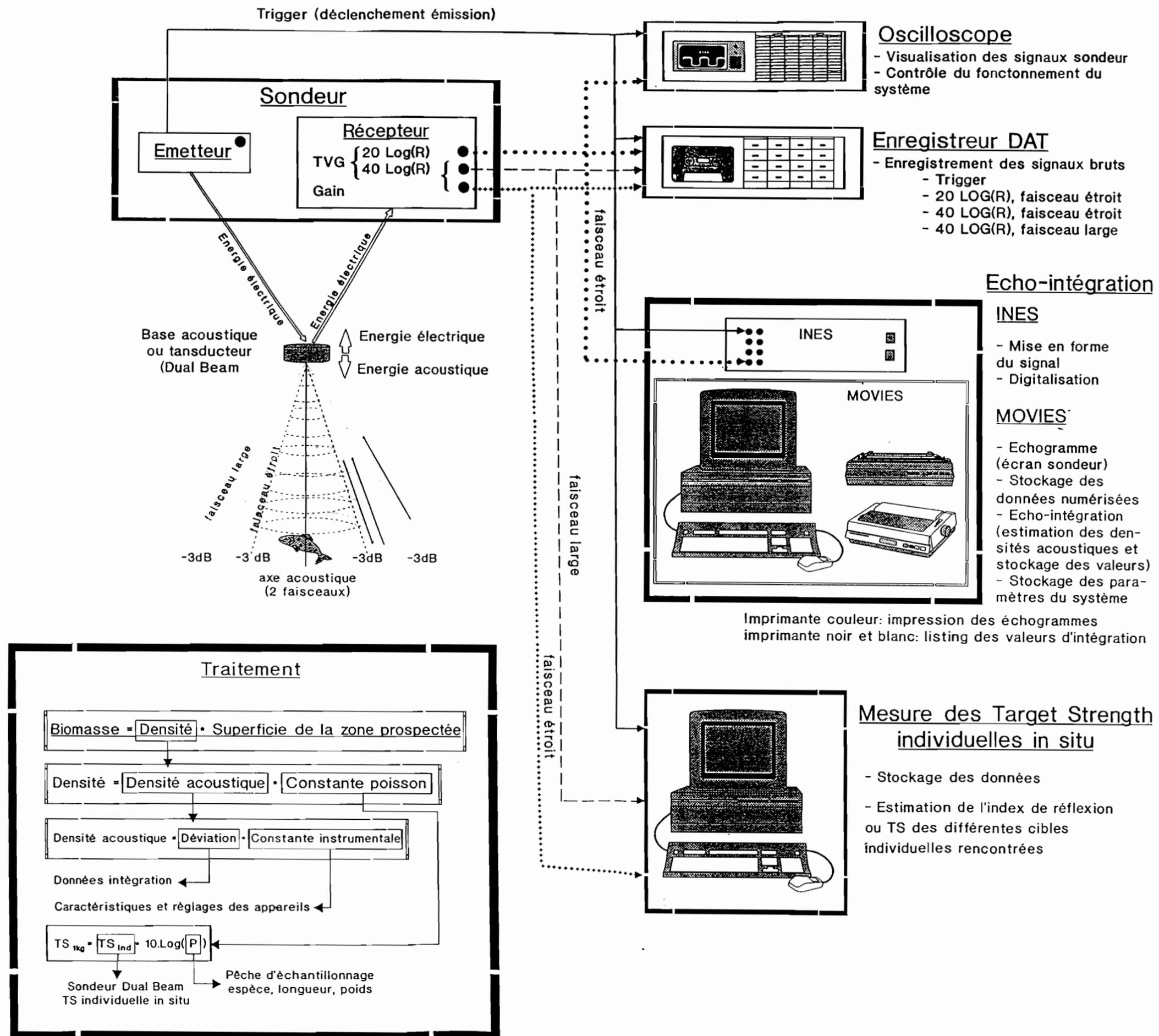


Figure 3 : Schéma d'agencement et principe de fonctionnement de l'ensemble sondeur Dual Beam et écho-intégrateur INES MOVIES.

Une base Dual Beam comporte deux faisceaux acoustiques: un faisceau étroit et un faisceau large. Ces deux faisceaux ont le même axe acoustique et ils sont calibrés de telle sorte que quelle que soit la cible détectée dans l'axe acoustique, la réponse sera identique.

Ce type de sondeur permet de travailler, en simultanément, en mode normal et en mode "Dual Beam". Le mode normal est utilisé pour les estimations de densités (écho-intégration), tandis que le mode "Dual Beam" servira à étudier les réponses individuelles ou "Target Strength" de cibles isolées.

3.3.1 - Estimation des densités

Le signal émis et reçu sur le faisceau étroit passe ensuite par les circuits d'amplification $20 \text{ Log}(R)$ compensant fidèlement, en fonction de la distance parcourue par l'onde sonore, les pertes d'énergie acoustique dues à la dispersion géométrique et à l'absorption du son dans l'eau dans le cas de cibles multiples. A la sortie du sondeur, le signal est alors dirigé vers le système d'écho-intégration INES-MOVIES composé d'une interface INES dont les principales fonctions consistent à mettre en forme et à échantillonner le signal, et d'un logiciel MOVIES. Ce logiciel, à partir des informations reçues d'INES, permet de calculer par strates de profondeur et par unités élémentaires d'échantillonnage (unité de distance) des valeurs de densités acoustiques en tenant compte des caractéristiques de l'ensemble de la chaîne acoustique utilisée. Ces valeurs de densités acoustiques sont des valeurs relatives. Elles sont proportionnelles aux valeurs de densités absolues, la constante de proportionnalité étant fonction de la cible qui a été détectée. Ce facteur est appelé index de réflexion ou "Target Strength" (TS) et est exprimé par rapport à 1 kg de poisson (TS1kg). Il dépend à la fois de l'espèce et de la taille du poisson qui a été détecté.

3.3.2 - Mesure des réponses individuelles ou "Target Strength" (TS) des cibles isolées

Le signal est toujours émis sur le faisceau étroit. La réception se fait à la fois sur les faisceaux étroit et large. Il passe ensuite par les circuits d'amplification $40 \text{ LOG}(R)$ compensant, comme précédemment, mais dans le cas de cibles isolées, les pertes d'énergie acoustique. La distinction entre un écho simple (cible isolée) et un écho multiple (plusieurs cibles indifférenciées) se fait grâce à un certain nombre de paramètres, prenant en compte notamment l'amplitude et la durée du signal, dont des valeurs a priori sont introduites dans le système. Les deux sorties sondeur $40 \text{ LOG}(R)$ faisceau étroit et $40 \text{ LOG}(R)$ faisceau large sont alors dirigées vers un logiciel de traitement qui, compte tenu des valeurs des paramètres, des caractéristiques du sondeur et des bases acoustiques, calculera la localisation exacte de la cible dans le faisceau acoustique. Il en déduira la valeur théorique qu'aurait eu l'écho si la cible avait été détectée dans l'axe acoustique. Cette valeur est la résultante du produit de deux termes. Le premier ne dépend que des caractéristiques du système tandis que le second ne dépend que de la cible qui a été détectée. Ce dernier terme est la TS individuelle de la cible détectée.

Les mesures de TS individuelles doivent alors être couplées à des pêches d'identification afin de déterminer l'espèce et la taille de la cible détectée et d'en déduire la valeur de TS1kg.

3.3.3 - Enregistrement des données

Les estimations de densités et les mesures de TS ont été effectuées en temps réel pendant la campagne. Cependant, comme il n'est pas toujours évident de fixer a priori l'ensemble des paramètres nécessaires au bon déroulement des différentes chaînes d'acquisition, tous les signaux 20 LOG(R) et 40 LOG(R) ont été enregistrés sur cassettes DAT, permettant ainsi des rejeux ultérieurs. D'autre part, le signal 20 LOG(R) utilisé pour les estimations de densités, a été numérisé par le système INES, avec un seuil, dit seuil de numérisation, très bas, permettant ainsi de garder sur support informatique la quasi totalité des informations, et d'en reprendre a posteriori le traitement avec le logiciel MOVIES.

4 - DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE

4.1 - Déroulement général de la campagne

Le N/O "Alis" a appareillé de son port d'attache, Nouméa en Nouvelle Calédonie, le mardi 1 juin 1993 en fin d'après midi, en direction de Papeete en Polynésie Française. Il atteindra ce port le samedi 12 juin à l'aube. Pendant ce trajet, effectué en route libre à la vitesse de croisière théorique de 10 noeuds, des profils de température ont été effectués toutes les 12 heures, soit environ tous les 120 milles nautiques, à partir de lanceurs de sondes XBT de type T7 (profondeur maximale théorique : 760 m). Dans le même temps, étaient enregistrées en continu grâce au thermosalinographe du bord, la température et la salinité de surface.

La première semaine de présence de l'Alis à Papeete était réservée au chargement de l'ensemble du matériel scientifique et à l'installation du treuil de palangre monofilament. Cette installation a été effectuée par les ateliers du CNPS (Chantier Naval du Pacifique Sud) entre le lundi 14 juin et le vendredi 18 juin.

Un essai du matériel en mer, ainsi qu'une formation de l'équipage de l'Alis à cette technique de pêche, avaient été programmés à l'issue de cette installation. Ces essais se sont déroulés du vendredi 18 juin en fin d'après midi au dimanche 20 juin à l'aube. La formation de l'équipage de l'Alis a été assurée bénévolement par Mrs G. MOARII et J. GATIEN, respectivement Capitaine Armateur et Maître d'Equipage du "Tehoro", thonier polyvalent de 25 m.

Le début de la campagne, initialement fixé au lundi 21 juin à l'aube, a dû être retardé suite à un dysfonctionnement du circuit hydraulique du bord alimentant les différents treuils et cabestans. Cette panne, dont l'origine n'a pu être détectée, était liée au branchement du circuit hydraulique du treuil de palangre sur le circuit hydraulique du bord. Un système de vanne permettant d'individualiser ces deux circuits a du être installé. Cette intervention a été effectuée par la DCN (Direction des Constructions Navales) de Papeete.

La campagne proprement dite de l'Alis en Polynésie Française s'est déroulée entre le 22 juin en fin d'après midi, lorsque le bateau a appareillé de Papeete et le 18 août à l'aube (retour du bateau à Papeete). Au cours de cette période, des escales de 48 heures avaient été programmées, deux fois à Taiohae (île de Nuku Hiva, Archipel des Marquises) et à Uturoa (île de Raiatea, Archipel de la Société). Ces escales avaient été prévues à la fois pour permettre l'avitaillement du navire en gas-oil et en eau douce, ainsi que les relèves éventuelles d'une partie de l'équipe scientifique. La première escale

à Taiohae devait également permettre l'embarquement de cartons d'appâts qui n'avaient pu, par manque de place dans les chambres froides du bord, être chargés à Papeete. Ces appâts nous ont été apportés par le thonier polyvalent de 25 m "Arevamanu". Un arrêt de 24 heures avait également été programmé à Rangiroa (Archipel des Tuamotu) pour le débarquement d'un des membres de l'équipe scientifique et l'embarquement d'une équipe de télévision de RFO.

Ainsi, la campagne ECOTAPP a été divisée en quatre parties :

- première partie : du 22 juin 1993 à 17h00 (départ Papeete, Tahiti) au 06 juillet 1993 à 07h00 (arrivée à Taiohe, Nuku Hiva);
- deuxième partie : du 08 juillet à 16h20 (départ Hakahau, Ua Pou) au mardi 20 juillet à 07h00 (arrivée à Taiohe, Nuku Hiva);
- troisième partie :
 - a) du jeudi 22 juillet à 07h00 (départ Hakahau, Ua Pou) au vendredi 30 juillet à 07h00 (arrivée à Tiputa, Rangiroa);
 - b) du samedi 31 juillet à 07h00 (départ de Tiputa, Rangiroa) au jeudi 05 août (arrivée à Uturoa, Raiatea);
- quatrième partie : du samedi 07 août à 09h30 (départ de Uturoa, Raiatea) au mercredi 18 août (arrivée Papeete, Tahiti).

Les avitaillements à Taiohae (Nuku Hiva) ne se sont pas déroulés aussi simplement que l'on aurait pu le souhaiter. En effet, le nouveau port de Taiohae récemment inauguré se révèle difficilement praticable du fait d'un fort ressac. De ce fait, le navire ne pouvait rester très longtemps à quai. Une tentative d'amarrage du bateau "cul à quai" au bout de l'ancien quai, s'est soldée par la blessure, heureusement sans gravité, d'un matelot. Ne pouvant rester à quai, il était impossible d'avitailler en eau douce, eau qui par ailleurs était d'une qualité très médiocre (eau chargée de terre). Dans ces conditions, les deux escales aux îles Marquises se sont déroulées en partie à Nuku Hiva, où il fallait impérativement faire le plein de gas-oil, et sur l'île voisine de Ua Pou où il était possible de trouver de l'eau de bonne qualité, et où l'Alis pouvait rester à quai sans risque particulier. L'avitaillement du navire à Uturoa (Raiatea), après quelques difficultés pour disposer d'une place à quai, n'a pas posé de problème particulier, même si le bateau a dû manoeuvrer pour faire le plein d'eau douce.

Dès le retour de l'Alis à Papeete le 18 août au matin, l'ensemble du matériel scientifique a été débarqué. Les ateliers du CNPS sont intervenus rapidement pour démonter le treuil de la palangre monofilament et remettre dans son état d'origine le circuit hydraulique du bord. Toutes ces opérations ont été achevées le 19 août en début d'après midi. Avant le retour définitif de l'Alis vers Nouméa, un "Tamara'a" d'adieu, réunissant l'ensemble du personnel de l'ORSTOM Papeete, la totalité de l'équipage de l'Alis, des représentants de l'EVAAM, de l'IFREMER et de la CGM, a été organisé au Centre ORSTOM à Arue.

L'Alis a quitté définitivement Papeete le samedi 21 août à 06h30 en direction de Nouméa qu'il a atteint le mercredi 01 septembre en fin d'après midi. Comme lors du trajet aller, des mesures hydrologiques (SST, SSS et lanciers d'XBT) ont été effectuées pendant ce transit.

4.2 - Personnel embarqué

NOM Prénom	Organisme	Fonct	Partie 1	Partie 2	Partie 3		Partie 4
					A	B	
ABBES René	IFREMER Tahiti	C	XX	XX			
ARNAUD Paola	RFO Tahiti	J				XX	
ASINE Ah Soy	ORSTOM Tahiti	T	XX				
BACH Pascal	ORSTOM Tahiti	C	XX		XX	XX	XX
DUNAN Jean Paul	RFO Tahiti	Cam				XX	
JOSSE Erwan	ORSTOM Tahiti	C		XX	XX	XX	XX
LEBOURGES Anne	ORSTOM Brest	C		XX	XX		
LEPROUX Frédéric	EVAAM Tahiti	T		XX	XX	XX	XX
SEVELLEC Jean	ORSTOM Brest	E		XX	XX	XX	XX
YEN Stéphane	EVAAM Tahiti	C	XX				
Effectif par partie			4	5	5	6	4

C: chercheur
 Cam: cameraman
 E: électronicien
 I: ingénieur
 J: journaliste
 T: technicien

4.3 - Trajets et travaux effectués

4.3.1 - En continu

Toutes les cinq minutes : enregistrement automatique de la position du navire, de la température et de la salinité de surface. Ces acquisitions se font automatiquement sur un ordinateur portable TOSHIBA connecté, d'une part, au récepteur de positionnement par satellite de la passerelle, et, d'autre part, à un thermosalinographe de surface. Les programmes de saisie automatique ont été mis au point au centre ORSTOM de Nouméa.

Toutes les 6 heures : relevés météorologiques. Ces relevés sont effectués à partir, d'une part, d'une station météorologique POMAR, propriété de la météorologie nationale, et, d'autre part, des observations visuelles effectuées par l'officier de quart.

Toutes les 12 heures : sonde XBT de type T7 (760 m de profondeur). L'acquisition des données se fait sur ordinateur TOSHIBA au travers d'une interface PROTECHNO. Les données sont transmises en temps réel, via le système ARGOS, au centre ORSTOM de Nouméa où elles sont introduites dans la base de données hydroclimatiques de ce centre, base qui est en liaison avec les banques de données du programme international TOGA (Tropical Ocean and Global Atmosphere).

4.3.2 - En station

- Première partie : du 22 juin au 06 juillet (fig. 4)

Cette première partie a été consacrée uniquement à des pêches à la palangre instrumentée. Douze palangres, réparties le long d'une radiale sud-ouest nord-est, entre le nord de l'archipel des Tuamotu et la limite de la Z.E.E. au nord-est des Marquises, ont été effectuées. Ces palangres, munies de 400 à 500 hameçons, étaient filées le matin vers 6h00 - 6h30 (temps de filage environ 1h30) et virées généralement à partir de 13h00 (temps de virage environ 4h). Le trajet entre les différentes stations se faisait pendant les périodes nocturnes. A chaque palangre, généralement à la fin du filage, une station hydrologique avec la sonde CTD Sea-Bird était effectuée afin de déterminer les conditions hydroclimatiques de la zone.

- Deuxième partie : du 08 juillet au 20 juillet (fig. 5)

Cette seconde partie s'est déroulée uniquement autour des îles Marquises et a comporté à la fois des pêches à la palangre instrumentée, des prospections acoustiques autour des DCP et des marquages acoustiques de thonidés. Le matériel acoustique avait été installé au cours de l'escale précédente à Ua Pou.

Le déroulement de cette partie a été perturbé par des conditions de mer difficiles, en particulier autour de l'île de Hiva Oa, où, par deux fois, nous avons dû quitter le secteur: la première fois sans pouvoir mettre en oeuvre l'acoustique autour du DCP du Hiva Oa et la seconde en renonçant à un marquage acoustique d'un thon jaune pêché en profondeur à proximité de ce radeau après avoir renoncé aux prospections acoustiques.

Lors de la préparation de la campagne, 8 radeaux agrégatifs devaient être encore présents autour des îles Marquises. Quelques jours avant le début de la campagne nous apprenions que deux d'entre eux n'existaient plus depuis longtemps. C'est finalement lors de la première escale à Nuku Hiva et Ua Pou que l'on avait la confirmation de la présence de seulement deux DCP, l'un à Nuku Hiva, l'autre à Hiva Oa. Nous ne pouvons que regretter cette absence d'informations fiables, malgré les efforts déployés par l'EVAAM. En conséquence, le planning des opérations prévues a dû être profondément modifié.

Au cours de cette 2ème partie, 6 opérations de pêche à la palangre instrumentée ont été effectuées. Des écho-intégrations (INES-MOVIES) couplées à des mesures de TS (Dual Beam) ont été réalisées pendant des périodes de 24 heures autour des DCP de Nuku Hiva et d'Hiva Oa. Des opérations d'écho-intégration ont également été effectuées dans la zone de pose des palangres n° 16 et 17, ainsi que le long des trajets nocturnes reliant les palangres 16 à 17 et 17 à 18. Le marquage acoustique d'un thon jaune (*Thunnus albacares*) de 67 cm de longueur à la fourche pêché dans un banc libre au nord de l'île de Nuku Hiva a également été effectué. Ce poisson a pu être suivi environ 27 heures.

Au cours de cette partie, nous avons, à l'occasion de la fête du 14 juillet, effectué une pause de 24 heures au mouillage en baie d'Anaho (île de Nuku Hiva).

- Troisième partie : du 22 juillet au 05 août (fig. 6)

Le début de cette partie a été perturbé par un problème mécanique qui a nécessité un retour au mouillage en baie de Taiohae (Nuku Hiva) afin que les mécaniciens de l'Alis puissent intervenir sur l'une des culasses du moteur. La réparation terminée le 23 juillet dans l'après midi, et les essais de montée en régime du moteur concluants, la décision a alors été prise de partir dans la nuit pour se trouver au lever du jour à proximité du DCP de Nuku Hiva.

Cette troisième partie, nous amenant des îles Marquises aux Iles Sous Le Vent dans l'Archipel de la Société, était entrecoupée d'un arrêt de 24 heures dans l'atoll de

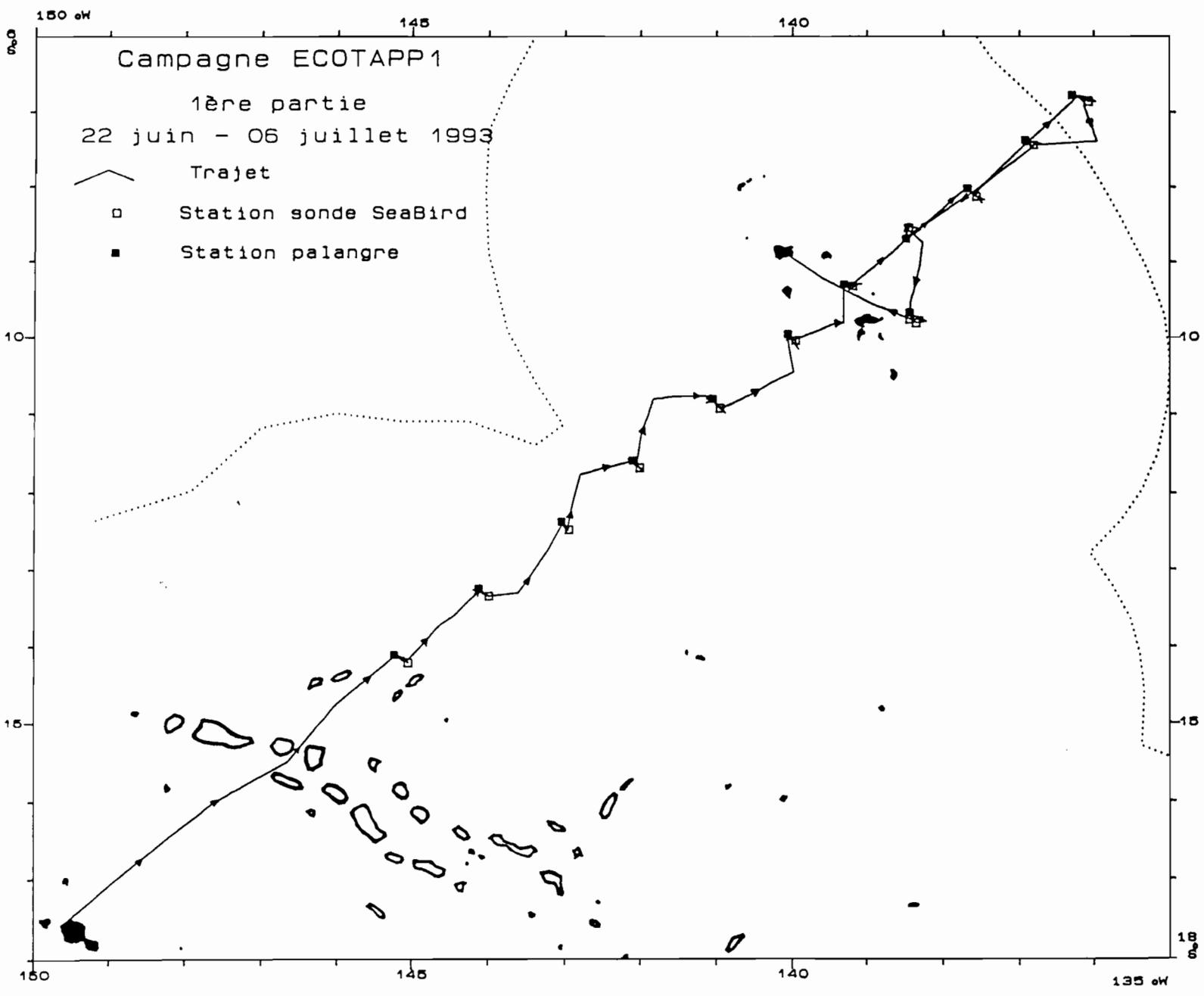
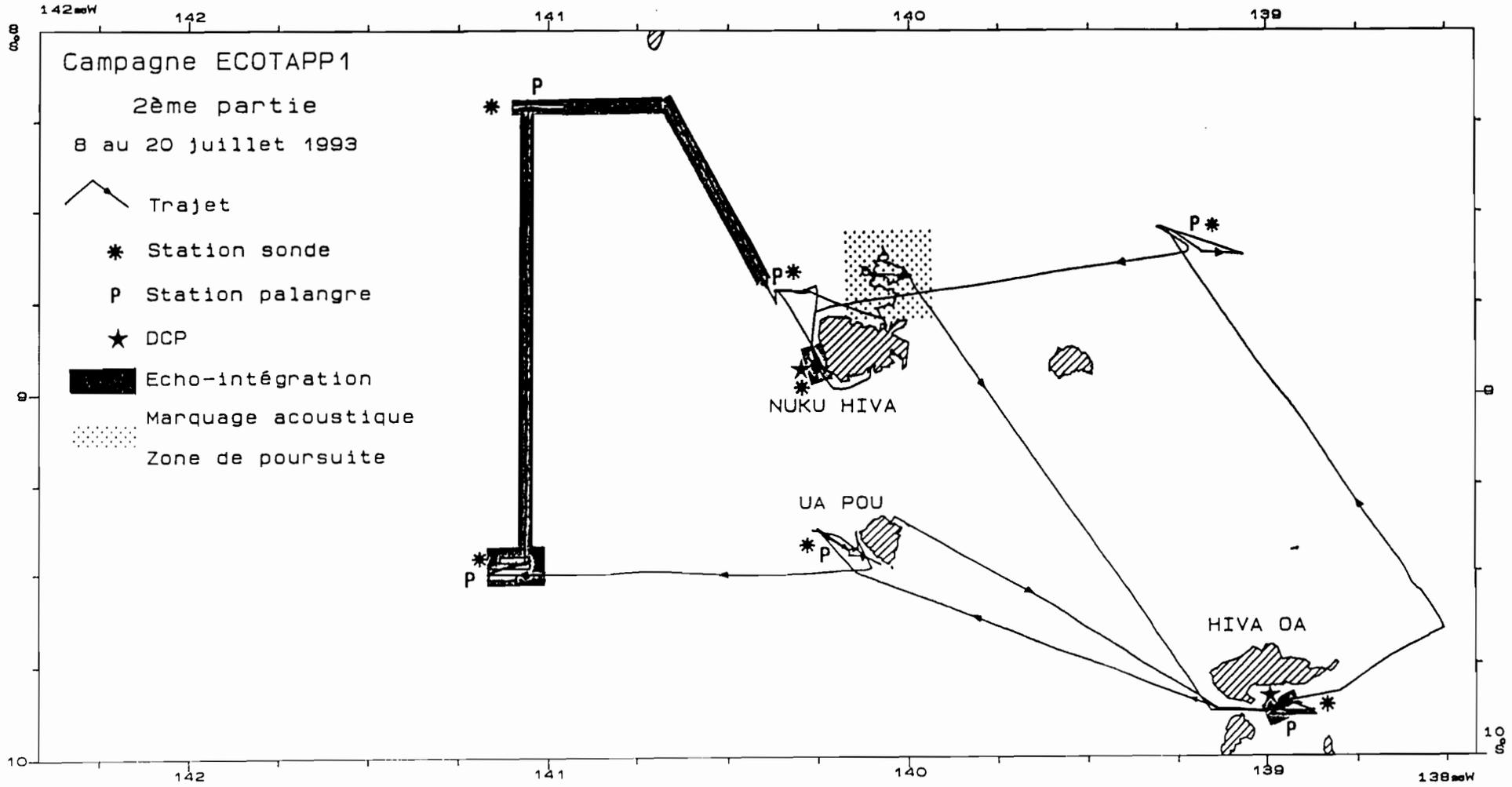


Figure 4 : Campagne ECOTAPP 1. Trajets et travaux effectués durant la première partie.

Figure 5 : Campagne ECOTAPP 1. Trajets et travaux effectués durant la deuxième partie.



Rangiroa (Archipel des Tuamotu). Les deux périodes de cette partie seront décrites séparément.

Du 22 juillet au 30 juillet:

Suite à la réparation du moteur, les travaux ont repris dès l'aube du 24 juillet autour du DCP de Nuku Hiva par le marquage d'un thon jaune de 130 cm de longueur à la fourche. Ce poisson a été perdu en début d'après midi lors d'une plongée profonde. Les recherches entreprises autour de la zone de perte puis aux alentours du DCP ont été abandonnées à la tombée de la nuit.

A l'origine, il était prévu de travailler encore quelques jours autour des Iles Marquises, en particulier pour y effectuer d'autres marquages acoustiques. Les mauvaises conditions climatiques nous ont incitées à quitter cette zone pour rejoindre directement l'atoll d'Apataki dans l'archipel des Tuamotu. Dès lors, et jusque la fin de la campagne, le plan de travail restera identique avec, autour des DCP, un cycle de 24 heures d'écho-prospection (système INES MOVIES et Dual Beam), une pêche à la palangre instrumentée (200 hameçons), ainsi que des pêches à la palangre verticale ou à la traîne pour un éventuel marquage acoustique.

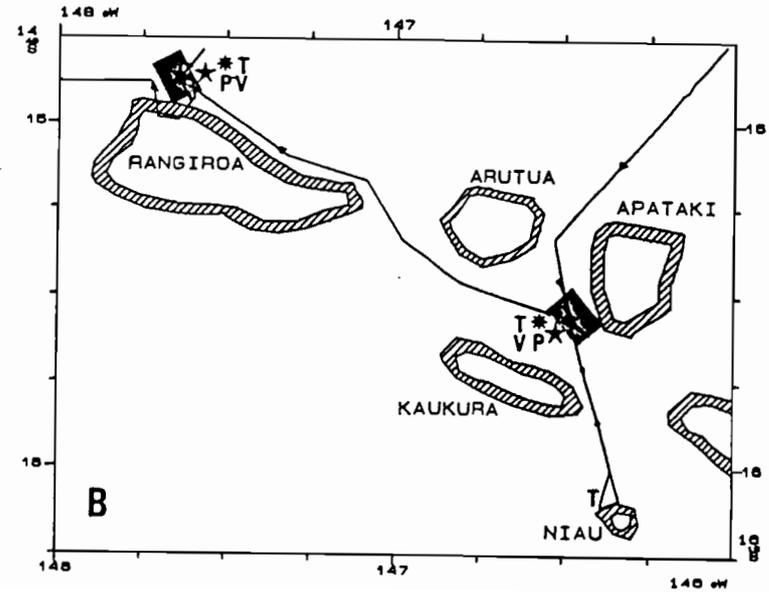
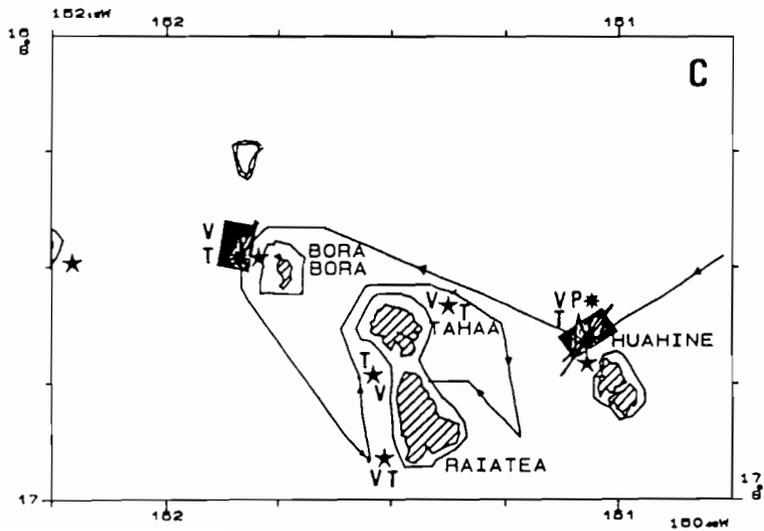
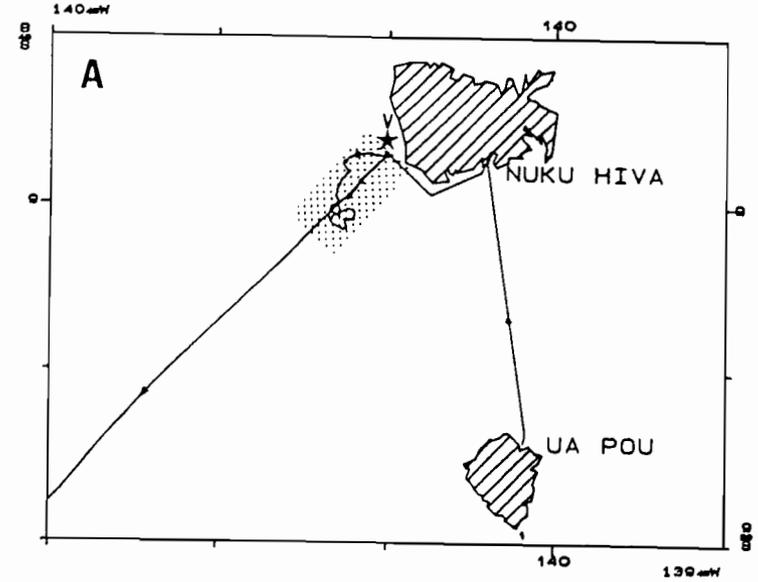
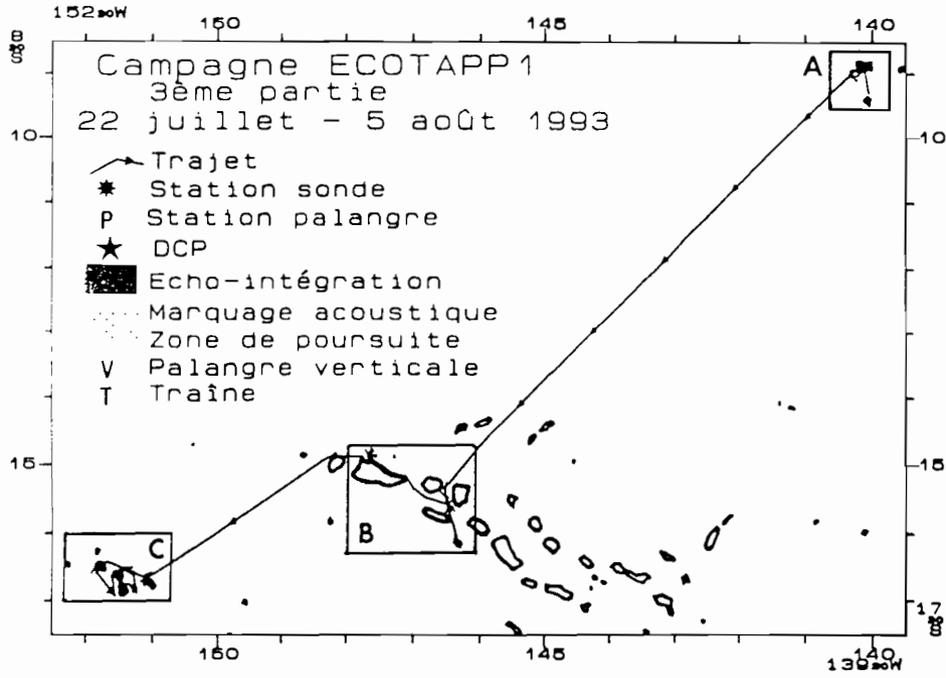
La zone de travail dans les Tuamotu a été atteinte après un transit d'environ cinquante heures. Des cycles d'écho-intégration ainsi que des pêches à la palangre instrumentée ont été effectués autour des radeaux d'Apataki et de Rangiroa. Par contre, la recherche du DCP de Niau, dont la présence avait été confirmée avant le début de la campagne, s'est révélée vaine. Il en est de même pour les tentatives de marquages acoustiques autour des radeaux en raison de la présence de nombreux requins.

Du 31 juillet au 05 août:

L'arrêt de 24 heures effectué à Rangiroa a permis l'embarquement d'une équipe de télévision de RFO venue filmer nos activités de recherche sur le terrain. En effet, dans le cadre de son émission "Aigues Marines", RFO Tahiti consacra, fin 1993, son reportage principal aux activités de recherches menées en Polynésie Française dans le cadre du développement des pêcheries thonières.

Les travaux autour des DCP des Tuamotu du nord-ouest étant terminés, la mission s'est poursuivie, après un transit de 24 heures, aux Iles Sous le Vent. Des cycles d'écho-intégration ont été effectués autour des DCP de Huahine et de Bora Bora. Une pêche à la palangre instrumentée a également été effectuée autour du DCP de Huahine. Les tentatives de marquages acoustiques autour de ces deux radeaux se sont révélées infructueuses. Les pêches en profondeur n'ont permis que la capture de mahi mahi (*Coryphaena hippurus*) ou de requins, tandis que les pêches à la traîne en surface n'ont permis la capture que de mahi mahi et de jeunes bonites (*Katsuwonus pelamis*), de longueur trop faible pour un marquage acoustique (42 à 45 cm de longueur à la fourche). Le dernier jour de cette partie a été consacré uniquement à des tentatives de marquages acoustiques autour des trois radeaux situés à proximité de Raiatea-Tahaa. Une fois encore, si ce n'est la capture de jeunes bonites et de mahi mahi en surface, les pêches profondes se sont révélées infructueuses. Aussi, à titre d'essai, et compte tenu de la présence de RFO, nous avons tenté le marquage d'un mahi mahi pêché à la traîne à proximité d'un DCP, avec une marque acoustique périmée émettant un signal très faible. Ce poisson a pu être suivi pendant une heure environ. Le signal ne pouvait être perçu que très près de la source d'émission, mais il était cependant trop faible pour être décodé correctement par le récepteur. Cette expérience nous a cependant montré qu'il était possible de marquer et de suivre dans de bonnes conditions ce type de poisson très vif.

Figure 6 : Campagne ECOTAPP 1. Trajets et travaux effectués durant la troisième partie.



- Quatrième partie: du 07 août au 18 août (fig. 7)

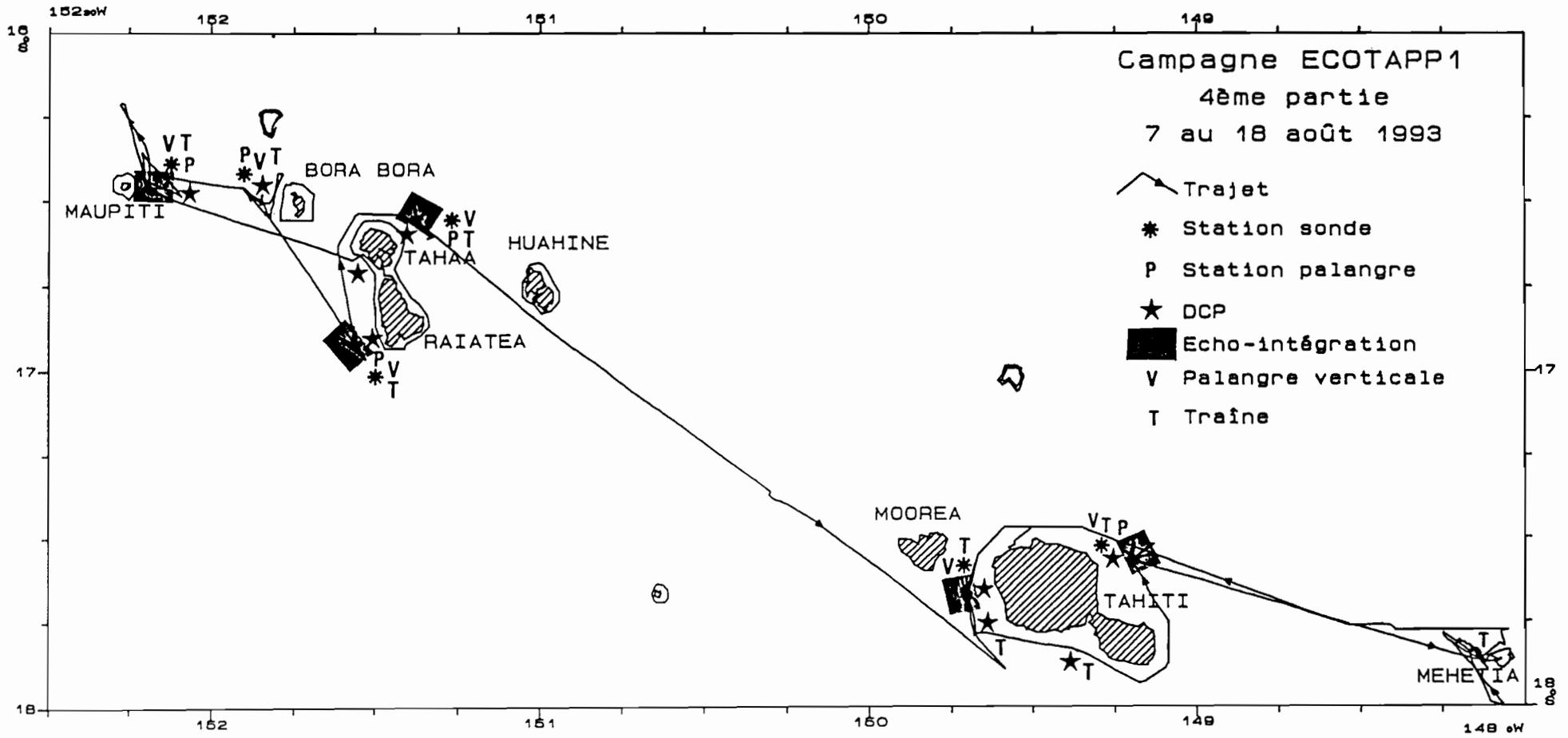
A l'issue de l'escale à Raiatea, les prospections acoustiques autour des DCP ont été poursuivies et ont débuté autour du DCP de Maupiti. Après quelques minutes de prospection, le sondeur a montré des signes de dysfonctionnement et les travaux ont été interrompus. Si l'origine de la panne a été relativement vite cernée (infiltration d'eau de mer dans les câbles d'alimentation des bases acoustiques), ce n'est que le lundi 9 août que les travaux d'acoustique ont pu reprendre après avoir eu confirmation par le fabricant du sondeur (Biosonics, Seattle, USA) qu'il était possible de réaliser le branchement provisoire que nous proposons de faire. Entre temps, deux pêches à la palangre instrumentées autour des DCP de Maupiti et de Bora Bora ont été réalisées et un marquage acoustique tenté. Une fois encore, seuls de jeunes poissons ou des mahi mahi ont été capturés à la traîne.

Le sondeur de nouveau en état de marche, la mission a repris son cours normal autour des DCP de Raiatea sud-ouest et de Tahaa nord-est (écho-intégration, pêche à la palangre instrumentée et tentatives de marquage acoustique), avant de se diriger vers les Iles du Vent (12 août).

La première journée aux Iles du Vent a été consacrée à des tentatives infructueuses de marquages acoustiques autour des DCP de la côte ouest de Tahiti (Punaauia, Paea, Vairao). Le bateau s'est ensuite dirigé vers la côte est (DCP de Mahaena) où un cycle de 24 heures d'écho-intégration et une pêche à la palangre instrumentée ont été effectués. Les tentatives de marquage acoustique ayant une nouvelle fois échouées autour du DCP de Mahaena, le bateau a fait route vers Mehetia pour tenter un marquage sur un banc libre. Si de nombreux poissons ont pu être capturés à la traîne autour de cette Ile, aucun n'a été marqué (poissons de petite taille ou espèce non recherchée). La campagne s'est ensuite poursuivie par un cycle de 24 heures d'écho-intégration autour du DCP de Punaauia avant de rentrer à Papeete.

Le travail autour des DCP, principalement ceux des Iles de la Société, a pu se dérouler sans problème malgré les craintes que l'on pouvait avoir. Les communiqués que nous avons fait passer dans les médias (presse et radio) semblent avoir été bien compris des pêcheurs qui dans l'ensemble ont fait en sorte de ne pas perturber le déroulement des travaux. Les quelques problèmes rencontrés autour du DCP de Huahine (avant la diffusion des communiqués), semblent plus être le fait de pêcheurs amateurs que de professionnels.

Figure 7 : Campagne ECOTAPP 1. Trajets et travaux effectués durant la quatrième partie.



5 - DEPOUILLEMENT DES DONNEES, RESULTATS PRELIMINAIRES

5.1 - Les données hydrologiques

Durant la campagne, 69 lancers d'XBT (profil vertical de température) et 29 sondes CTD (profils verticaux de température et de salinité) ont été réalisés (fig. 8). Le thermosalinographe de surface a permis la collecte de couples de valeurs température de surface (SST = Sea Surface Temperature) et salinité de surface (SSS = Sea Surface Salinity) toutes les cinq minutes. La figure 8 montre la zone océanique pour laquelle ces informations SST et SSS ont été collectées.

L'analyse de ces données (à titre d'exemple deux profils verticaux de température et salinité sont représentées sur la figure 9) sera réalisée conjointement aux analyses des pêches à la palangre instrumentée et des prospections acoustiques.

5.2 - Les pêches à la palangre monofilament

Il est bien évidemment trop tôt pour fournir des résultats détaillés des pêches expérimentales effectuées, et, compte tenu de la masse de données à traiter, les premières informations sur la distribution des captures en fonction de la profondeur et des conditions hydrologiques ne seront pas disponibles avant le début de 1994. Nous nous contenterons donc de donner ici les résultats bruts accompagnés de quelques constatations préliminaires que ces derniers nous inspirent.

Les 8944 hameçons mouillés à l'occasion des 26 calées réalisées pendant la campagne ont permis la capture de 259 poissons représentant un poids total de 7713 kg. Ces poissons appartiennent à 23 espèces dont la liste fait l'objet du tableau 1.

Tableau 1 : Liste faunistique des espèces capturées

Nom commun	Nom scientifique
Germon	<i>Thunnus alalunga</i>
Thon obèse	<i>T. obesus</i>
Thon jaune	<i>T. albacares</i>
Listao	<i>Katsuwonus pelamis</i>
Thazard	<i>Acanthocybium solandri</i>
Mahi mahi	<i>Coryphaena hippurus</i>
Marlin bleu	<i>Makaira mazara</i>
Marlin rayé	<i>Tetrapturus audax</i>
Marlin à rostre court	<i>T. angustirostris</i>
Espadon	<i>Xiphias gladius</i>
Barracuda	<i>Sphyraena barracuda</i>
Saumon des Dieux	<i>Lampris regius</i>
Poisson lune	<i>Mola mola</i>
"Lancetfish"	<i>Alepisaurus ferrox</i>
Fausse carangue	<i>Bramidae gen. sp.</i>
Poisson huile	<i>Ruvettus preciousus</i>
Requin bleu	<i>Prionace glauca</i>
Requin marteau	<i>Sphyrna sp.</i>
Requin soyeux	<i>Carcharhinus falciformis</i>
Requin océanique à nageoire blanche	<i>C. longimanus</i>
Requin renard à gros yeux	<i>Alopias superciliosus</i>
Requin renard à grande queue	<i>Alopias sp.</i>
Raie	<i>Dasyatis violacea</i>

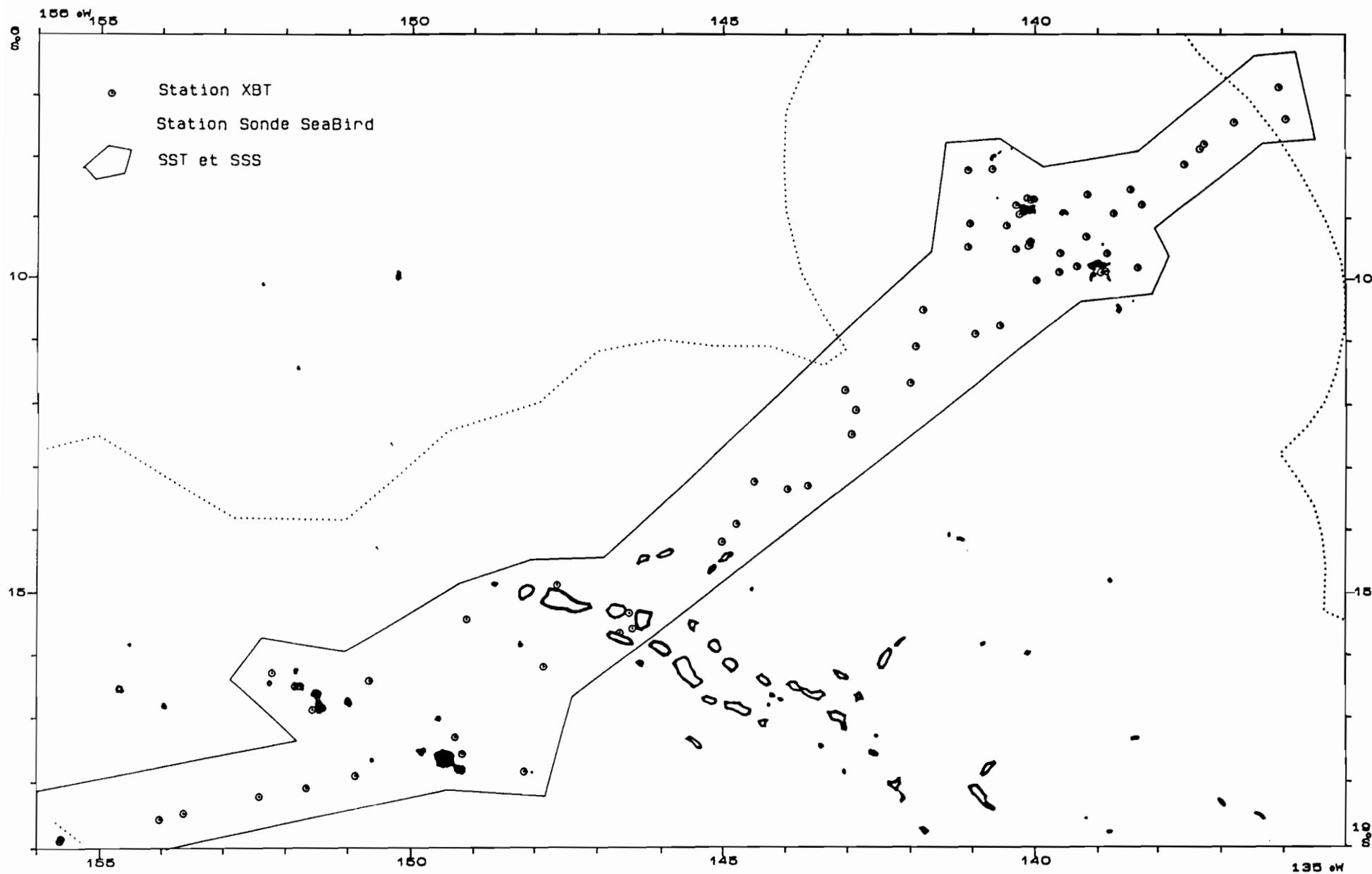


Figure 8 : Cartographie des stations hydrologiques, des lancers d'XBT et des mesures de température de surface (SST) et salinité de surface (SSS) réalisées durant la campagne ECOTAPP 1.

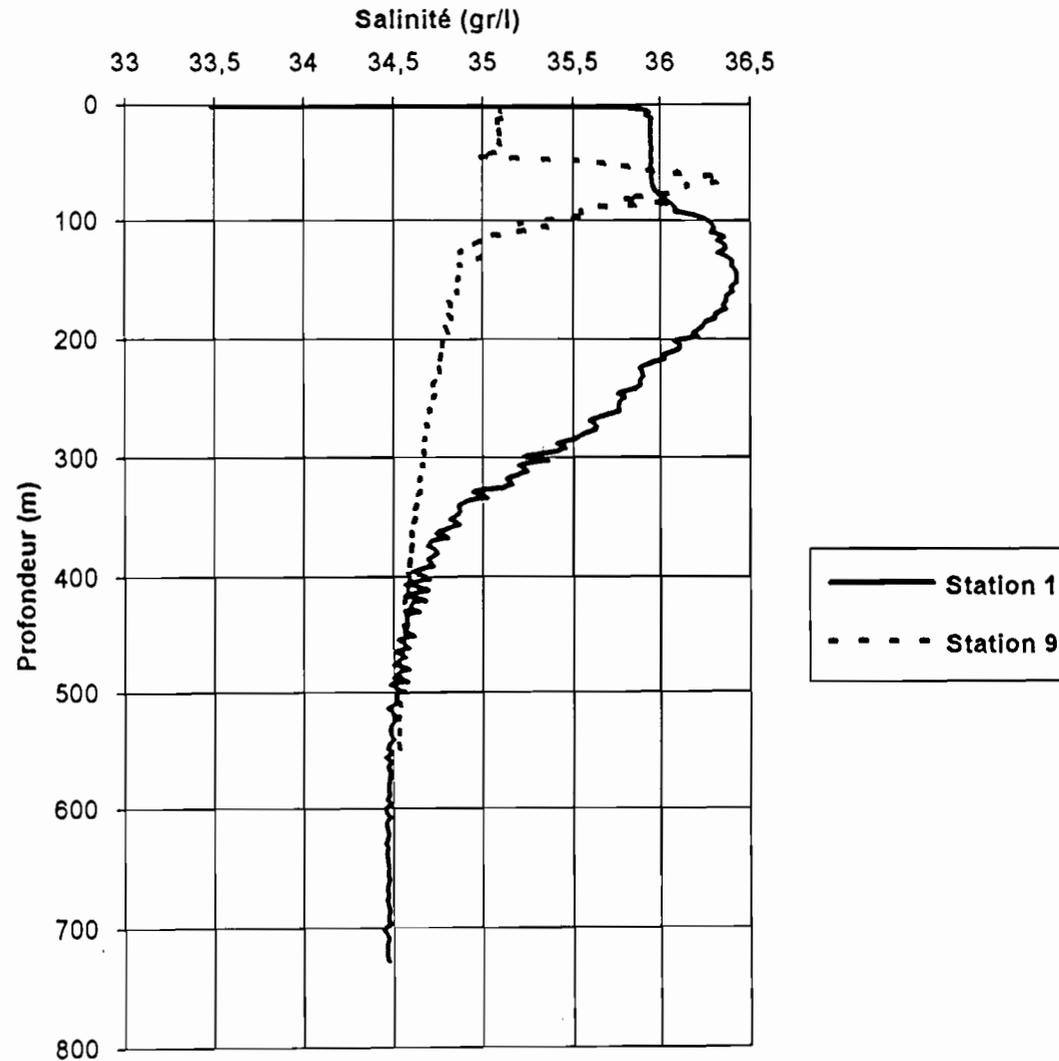
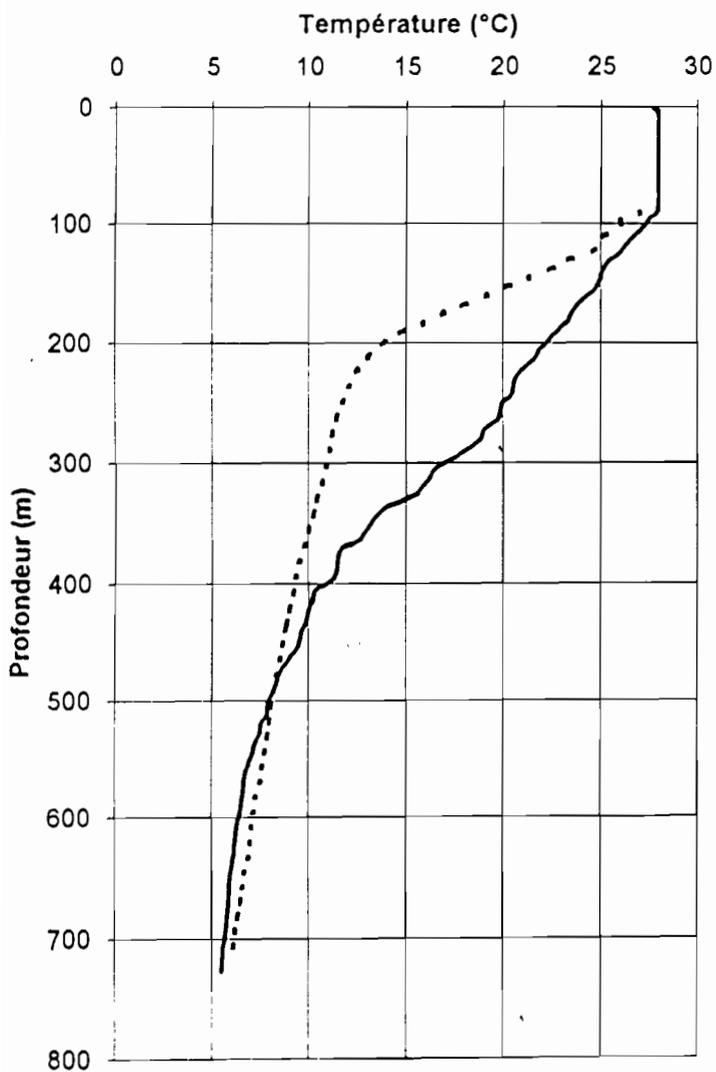


Figure 9 : Profils verticaux de température et de salinité observés à la station 1 (latitude: 14°12' S, longitude: 145°02' W) le 24/06/1993 et à la station 9 (latitude: 6°51' S, longitude: 136°04' W) le 02/07/1993.

La ventilation des captures par station et par espèce ou groupe d'espèces est donnée dans le tableau 2 où figurent également la position de début de chaque pêche et le nombre d'hameçons mouillés.

Les thons représentent 40.3 % du total des captures contre 30.9 % pour les requins (particulièrement abondants dans le secteur des Marquises) et 17.4 % pour les espèces à rostre. Sans être exceptionnels, les rendements (ou captures pour 100 hameçons) sont bons puisqu'ils atteignent, en moyenne, 86.3 kg toutes espèces confondues et 53.6 kg pour les poissons de haute valeur commerciale.

Les rendements se situent donc dans la moyenne de ceux obtenus par les professionnels à la même saison. En revanche, ils s'en distinguent par la composition spécifique et notamment l'abondance relative du thon obèse par rapport au germon et au thon jaune. Ainsi, dans nos captures, le thon obèse représente plus de 30 % du total des thons contre moins de 10 % dans les prises des palangriers qui nous paraissent pêcher à des profondeurs moindres que celles que nous avons explorées avec l'Alis. En effet, les enregistrements issus des TDR montrent que, dans la plupart des cas, les hameçons étaient répartis dans la tranche d'eau 100-500 m, et qu'ainsi, un grand nombre d'entre-eux était opérant dans les eaux de 8 à 12°C. Cette gamme de température semble particulièrement convenir au thon obèse dont l'essentiel des captures est à mettre à l'actif des hameçons les plus profonds.

Les TDR, dont quelques séries temporelles de profondeur enregistrées sont représentées sur la figure 10, nous ont en outre permis de mettre en évidence l'influence des courants sur le comportement de la palangre. Ainsi, aux Marquises notamment, la profondeur maximale varie du simple au double parfois même au cours de la même calée ainsi qu'en témoigne un des éléments de la figure citée ci-dessus.

Enfin, les observations et prélèvements biologiques effectués sur tous les thons capturés seront analysés ultérieurement avec le concours d'équipes spécialisées. C'est le cas, en particulier, des pièces dures pour détermination de l'âge (vertèbres et épines dorsales) qui seront étudiées avec le laboratoire mixte IFREMER-ORSTOM de sclérochronologie de Brest.

5.3 - Les marquages acoustiques

Les données brutes transférées sur un micro-ordinateur depuis le récepteur ultrasonique VR60 ont été dans un premier temps corrigées et validées. Il convient en effet d'éliminer un certain nombre de valeurs aberrantes dues à des conditions limites de réception des signaux de la marque acoustique. Cette première étape effectuée, il est alors possible de visualiser assez rapidement les déplacements verticaux du poisson en fonction du temps (fig. 11).

Les déplacements horizontaux des poissons marqués seront déduits des positions GPS enregistrées automatiquement toutes les cinq minutes en même temps que les données de température et de salinité de surface. Ces données sont actuellement en cours de validation.

Les déplacements verticaux doivent maintenant être reliés aux conditions hydrologiques régnant dans les couches d'eau dans lesquelles évoluaient le poisson. Les données de profondeur doivent maintenant être traduites en données de température. Pour cela, un logiciel est actuellement en cours d'élaboration par le service informatique du Centre ORSTOM de Tahiti. Enfin, l'analyse détaillée des deux marquages réalisés au cours de la campagne ECOTAPP devra être réalisée conjointement à celles des autres marquages réalisés autour de Tahiti depuis un an.

Tableau 2 : Principales caractéristiques des pêches à la palangre et résultats obtenus.

Station	Date	Position				Nbre hame- çons	Germon		Thon obèse		Thon jaune		Marlins		Espadon		Mahi-mahi		Requins		Divers commercial		Divers non commercial		TOTAL			
		Latitude		Longitud			nbre	poids	nbre	poids	nbre	poids	nbre	poids	nbre	poids	nbre	poids	nbre	poids	nbre	poids	nbre	poids	nbre	poids		
		DD	MM	DD	MM																							
1	24/6/93	14	6	145	13	370	7	142									3	40			1	7			11	189		
2	25/6/93	13	14	144	7	397	15	322	2	28	1	35	1	58							1	13			20	456		
3	26/6/93	12	22	143	2	390	7	143	3	55	3	60											2	12	15	270		
4	27/6/93	11	35	142	6	389	1	21	5	102													1	5	7	128		
5	28/6/93	10	48	141	3	387	5	100	2	92	2	72								2	81	1	45	1	4	13	394	
6	29/6/93	9	57	140	3	371			1	18										1	32			3	13	5	63	
7	30/6/93	9	18	139	18	359	7	146			3	86								7	347			1	5	18	584	
8	1/7/93	8	1	137	41	496			2	40										1	63					3	103	
9	2/7/93	6	46	136	17	496			3	107	2	96	2	155						3	134	1	13			11	505	
10	3/7/93	7	22	136	55	455	1	17					4	81						2	133			1	2	8	233	
11	4/7/93	8	41	138	29	498			1	59			3	141						2	127			3	31	9	358	
12	5/7/93	9	40	138	26	500	2	36	3	108	3	137							2	167			1	2	14	479		
14	9/7/93	9	52	138	58	399	2	44	3	98	2	101			2	40				5	321			2	49	16	653	
15	10/7/93	9	22	140	15	361					6	127			1	44				6	235			2	4	15	410	
16	11/7/93	9	30	141	10	371	2	44							1	33				5	113			2	4	10	194	
17	12/7/93	8	12	141	4	372			2	76	6	123	1	135	4	112				7	355			1	11	21	812	
18	13/7/93	8	43	140	21	375					2	29			4	65				3	168			9	221	18	483	
19	18/7/93	8	32	139	17	423			3	86	2	80											6	34	11	200		
21	27/7/93	15	34	146	30	185	1	24			1	20								1	50	3	109	1	3	7	206	
22	29/7/93	14	51	147	39	180	2	50			1	34	2	180						1	55			1	120	7	439	
23	2/8/93	16	38	151	4	197	2	44							1	10										3	54	
24	8/8/93	16	26	152	11	175							2	156	2	133					1	65				5	354	
25	9/8/93	16	27	151	54	191	1	22	2	86														2	11	5	119	
26	10/8/93	16	53	151	36	237																		5	8	5	8	
27	11/8/93	16	33	151	24	237																		1	2	2	19	
28	13/8/93	17	32	149	12	133																					0	0
TOTAL						8944	55	1155	32	955	34	1000	15	906	15	437	6	86	49	2381	8	252	45	541	259	7713		

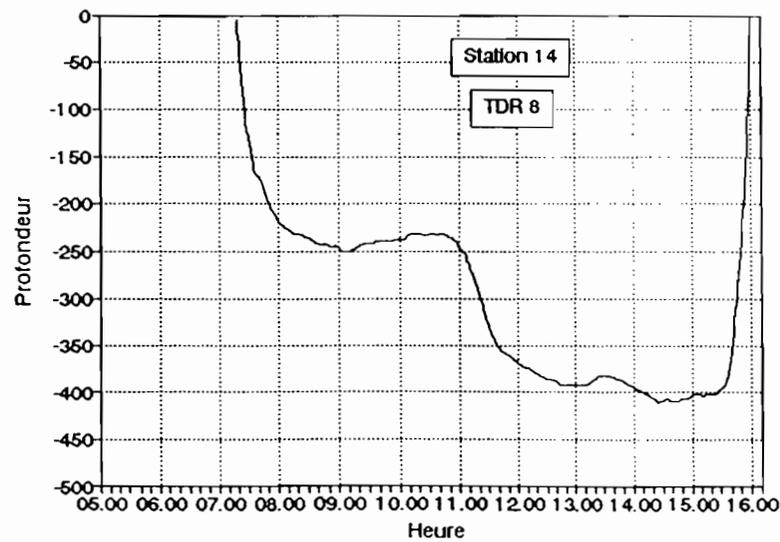
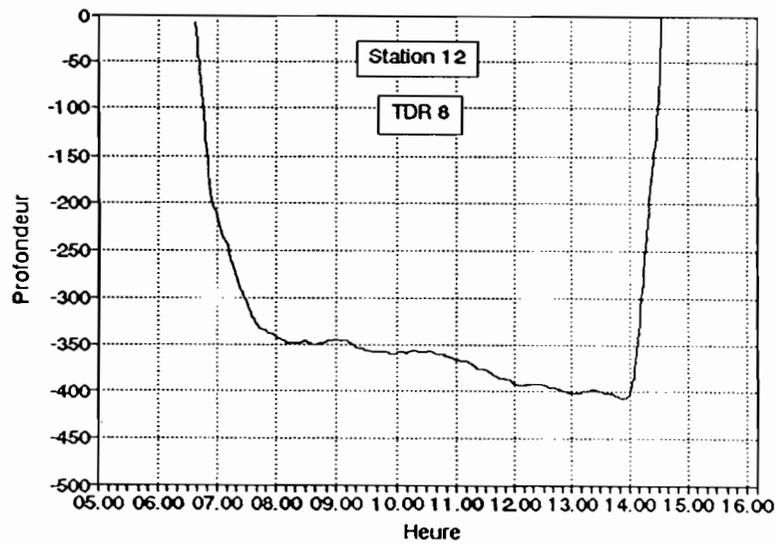
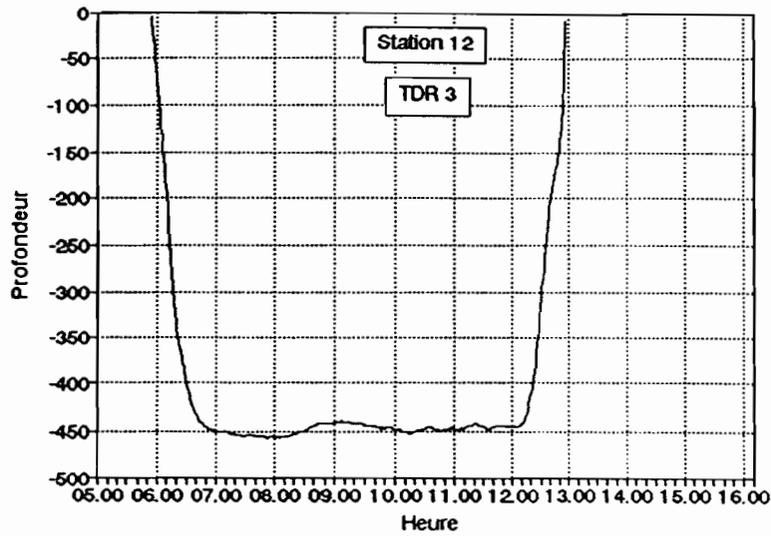


Figure 10 : Exemples de séries temporelles de profondeur enregistrées par des TDR (Time Depth Recorder) placés sur la partie médiane d'un élément de palangre lesté à 2 kg (haut) et non lesté (milieu et bas).

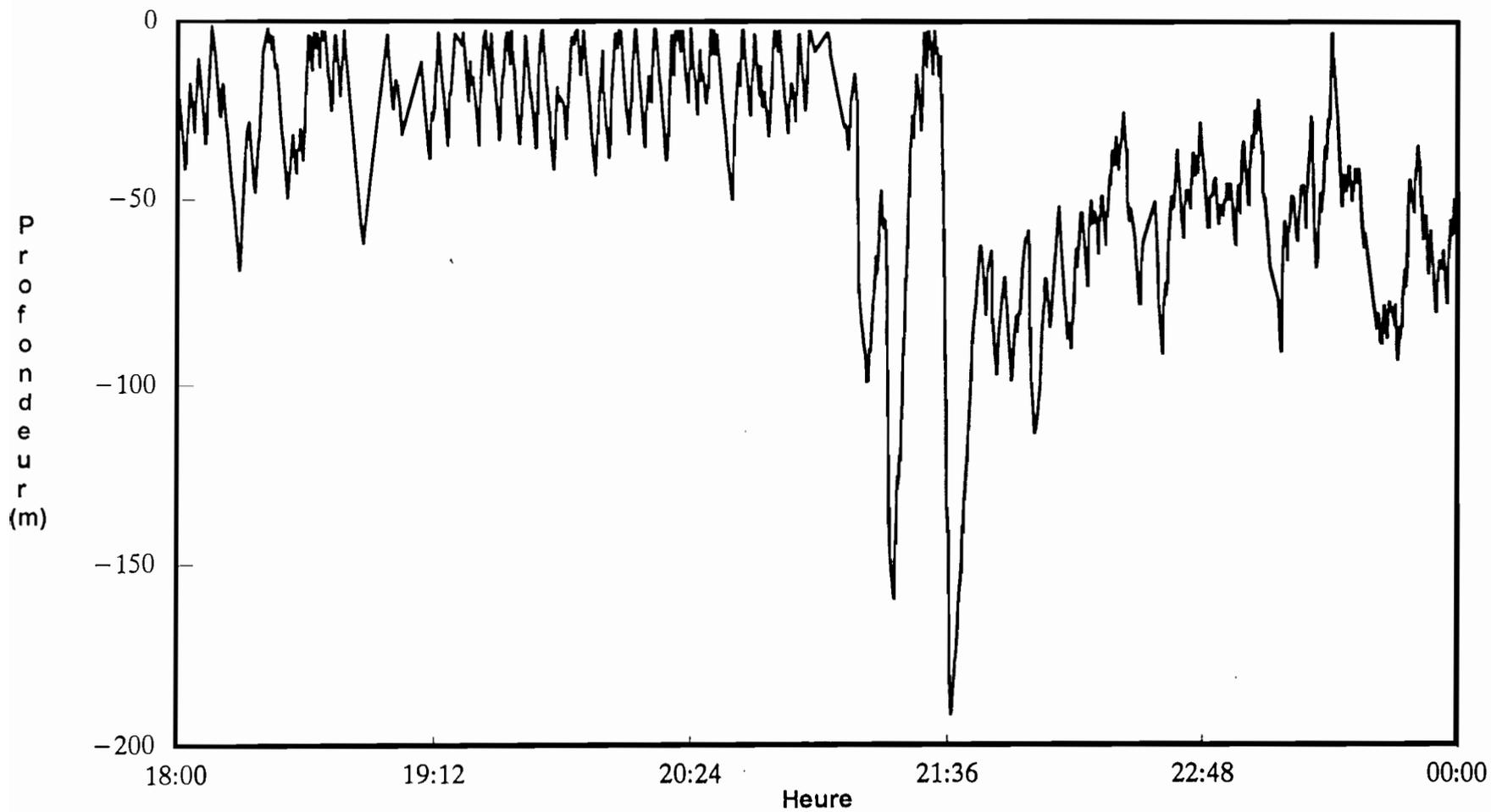


Figure 11 : Extrait des déplacements verticaux d'un thon jaune (*Thunnus albacares*), baptisé "Fetnat", de 67 cm de longueur à la fourche, marqué sur banc libre le 14/07/1993 au nord de l'île de Nuku Hiva (Marquises).

5.4 - Les évaluations acoustiques

Toutes les données enregistrées au cours de la campagne doivent maintenant être analysées. Au total, 180 heures de prospection ont été effectuées avec le sondeur Biosonics.

5.4.1 - Les densités acoustiques

Les signaux issus de la sortie 20 Log(R), faisceau étroit ont été numérisés par le système INES. Un seuil, appelé seuil de numérisation, permet d'éliminer les échos les plus faibles qui ne peuvent en aucun cas correspondre à des échos de poisson. Ces échos éliminés correspondent soit à des bruits électriques propres aux instruments soit aussi à du plancton ou à des micro-bulles d'air en suspension dans l'eau.

Ne pouvant a priori déterminer un seuil de numérisation idéal permettant d'emblée de ne garder (sans en éliminer une partie) que les détections correspondant à des poissons, une valeur seuil très faible a été utilisée. Ainsi, si nous pouvons espérer avoir gardé la totalité des échos de poisson, une partie de l'information collectée est imputable à du "bruit". Tous les enregistrements doivent maintenant être rejoués avec le logiciel MOVIES, afin de déterminer un seuil idéal, permettant d'éliminer le maximum d'écho indésirables, tout en conservant la totalité (ou la majeure partie) des échos attribuables à du poisson. Toutefois, ce seuil peut varier d'une prospection à l'autre. En effet, l'état de la mer peut avoir une grande influence sur les bruits parasites. De même, des couches de plancton plus ou moins denses peuvent nous amener à modifier ce seuil.

Dans un premier temps, toutes les données numérisées ont été rejouées, avec le logiciel MOVIES, afin de disposer, sur papier listing couleur, des échogrammes des différentes détections. Une analyse visuelle de ces échogrammes permettra d'identifier les traces attribuables à du poisson, et celles assimilables à du bruit. Cette analyse servira à déterminer un nouveau seuil appelé seuil d'intégration (égal ou supérieur au seuil de numérisation) qui sera utilisé par le logiciel MOVIES pour le calcul des densités acoustiques lors d'un nouveau jeu de l'ensemble des enregistrements.

Deux exemples d'échogrammes sont donnés aux figures 12 et 13. On identifie (fig. 12) des bancs de bonites (sur lequel des individus de 42 à 45 cm de longueur fourche ont été pêchés à la traîne) autour du radeau de Bora Bora en pleine journée. Des couches profondes ont également été rencontrées à proximité de certains radeaux. La figure 13 montre deux couches, l'une à 100 m, l'autre à 150 m, détectées en début de nuit à proximité du radeau situé au sud-ouest de Raiatea. Ces couches n'ont malheureusement pas pu être identifiées. Les essais de pêche à la palangre monofilament effectués à proximité de ces couches se sont révélés infructueux. Tous les appâts étant systématiquement "grignotés" par des individus de petite taille si l'on en croit les traces de dents visibles sur les appâts encore présents sur les hameçons.

5.4.2 - Mesure des réponses individuelles (TS) des cibles isolées

Le logiciel Dual Beam de Biosonics a été utilisé en continu lors des opérations acoustiques, alors que dans le même temps tous les signaux sondeur 40 Log(R) faisceau étroit et 40 log(R) faisceau large étaient enregistrés sur cassettes DAT pour des rejeux ultérieurs. En effet, le logiciel Dual Beam nécessite pour son fonctionnement la définition de nombreux paramètres qu'il est difficile de fixer a priori. Aussi, les valeurs de TS que l'on a pu obtenir en temps réel pendant la campagne sont à prendre avec précaution. Il convient maintenant, après une analyse de la forme des signaux, et des valeurs de TS déjà obtenus, de déterminer les paramètres nécessaires au fonctionnement du logiciel Dual Beam. Si la première étape du travail pourra être

(m) r e e d n o f o r p

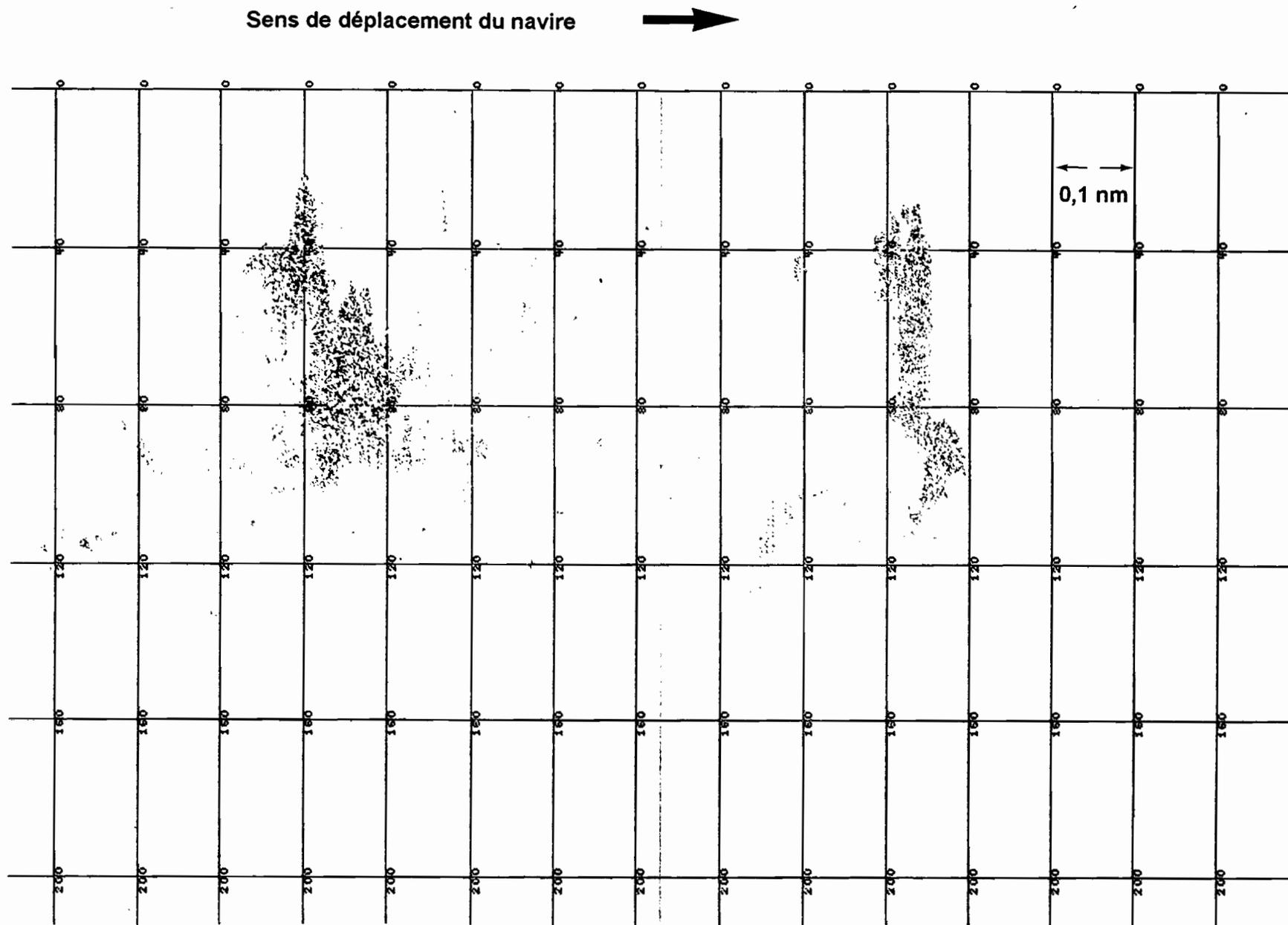


Figure 12 : Bancs de bonites (*Katsuwonus pelamis*) observés en milieu de journée à proximité du DCP de Bora Bora.

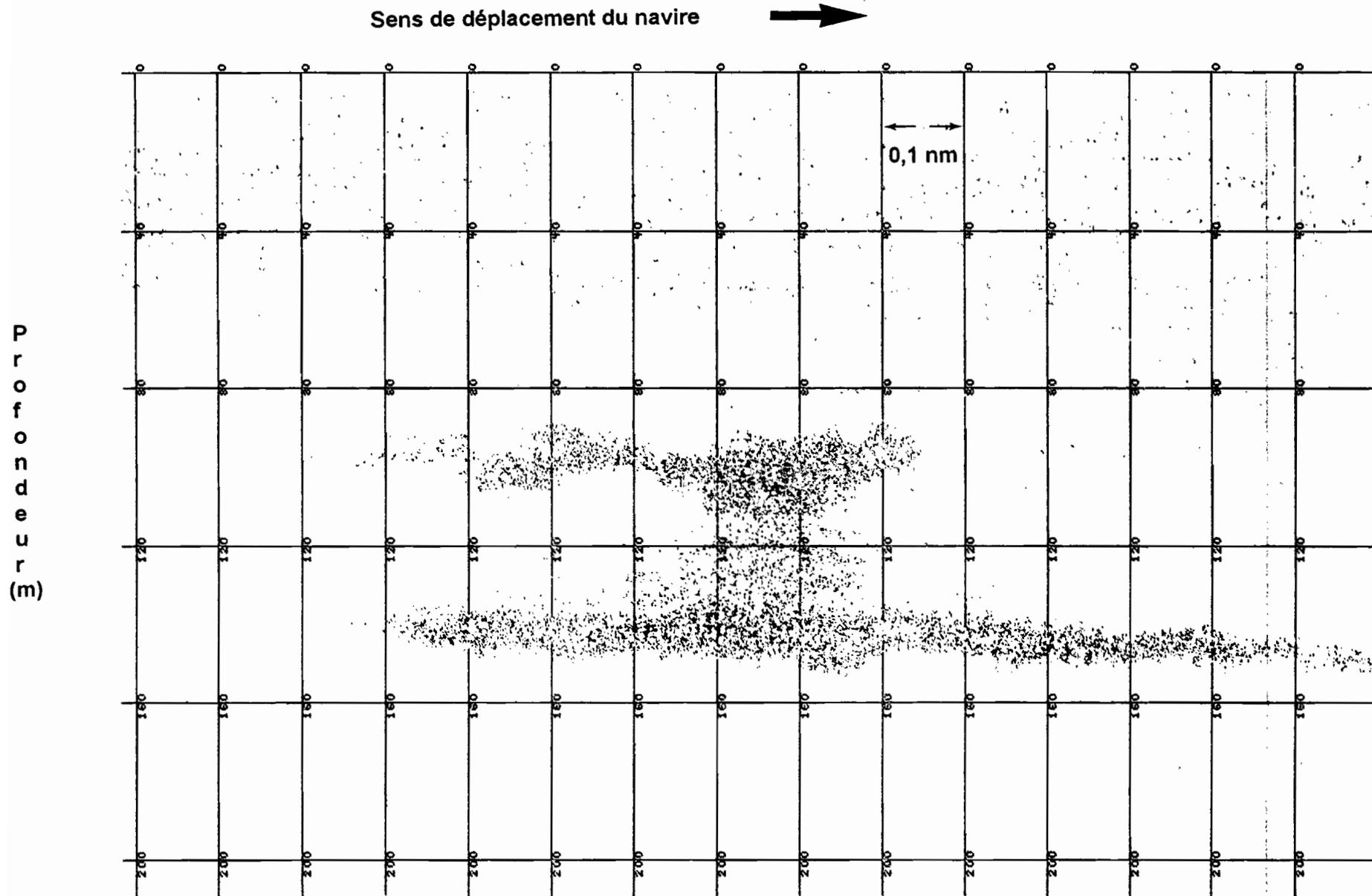


Figure 13 : Couches diffusantes (100 et 150 m) observées en début de nuit (19h15) au large du DCP de Raiatea.

effectué à Tahiti, le rejeu de l'ensemble des données devra se faire au Centre ORSTOM de Brest ou se trouve à la fois les compétences et le matériel nécessaire.

5.4.3 - Densités et biomasses

L'estimation des densités absolues et des biomasses constituera la dernière étape du dépouillement des données acoustiques. En effet, le logiciel MOVIES permettra dans un premier temps le calcul de densités acoustiques qui sont des valeurs relatives. La transformation de ces données relatives en valeurs absolues nécessite la connaissance des valeurs de TS1kg (cf. fig. 3), valeurs qui seront obtenues en mettant en parallèle les estimations de TS obtenus à partir du logiciel Dual Beam et les données des pêches d'identification. La réalisation de cette dernière étape dépendra donc de la disponibilité des moyens et des compétences du Centre ORSTOM de Brest. Compte tenu des délais nécessaires à la réalisation des étapes précédentes (estimation des densités acoustiques, analyse des données provisoires de TS acquises pendant la campagne), cette dernière étape ne pourra être envisagée qu' au cours du deuxième trimestre de 1994.

6 - BILAN FINANCIER

Le bilan financier résumé dans le tableau 3 ne concerne que les dépenses spécialement engagées pour la campagne. En ce qui concerne le matériel, seules les dépenses engagées par les équipes EVAAM, IFREMER, et ORSTOM de Tahiti pour cette campagne ont été mentionnées. Les appareils déjà existants (récepteur ultrasonique VEMCO par exemple) ou appartenant à l'équipe ORSTOM de Brest (l'ensemble Biosonics, écho-intrégateur INES-MOVIES,...) n'ont pas été inclus.

Ce bilan reste provisoire dans la mesure où certaines dépenses, en particulier celles inhérentes au dépouillement des données et à l'édition des différents rapports, ne sont pas encore engagées.

7 - CONCLUSION

Cette première campagne réalisée à bord de N/O Alis de l'ORSTOM, dans le cadre du programme de Recherche défini conjointement par l'EVAAM, l'IFREMER et l'ORSTOM a permis l'acquisition de données nouvelles sur la distribution et le comportement des thonidés de la ZEE polynésienne. Bien qu'il soit encore trop tôt pour donner un bilan définitif, cette campagne a démontré, d'une part, l'intérêt de mener en Polynésie Française ce type d'étude et, d'autre part, la pertinence des choix méthodologiques effectués.

Le programme conjoint EVAAM, IFREMER, ORSTOM est ambitieux. Les objectifs fixés ne peuvent en aucun cas être atteints en une seule mission. Ces expérimentations doivent maintenant être renouvelées, sur plusieurs années (deux à trois), et au cours de différentes saisons hydrologiques. Pour cela il est impératif que nous puissions rapidement disposer des moyens financiers, matériels et navigants tels identifiés dans la demande de financement FED PTOM proposée par le Territoire.

Tableau 3 : Bilan financier provisoire (en Francs CFP) de la campagne ECOTAPP 1.
(1 F CFP = 0,055 FF)

	EVAAM FIDES	EVAAM Total	IFREMER CORDET	IFREMER Bud. général	IFREMER Tahiti	IFREMER Total	ORSTOM CORDET	ORSTOM Bud. général	ORSTOM Tahiti	ORSTOM Total	Total général
Alis			3 636 636			3 636 636	930 000	49 163 364	270 000	50 363 364	54 000 000
Indemnités repas									204 000	204 000	204 000
Frais mission mer	280 457	280 457			110 000	110 000					380 457
Indemnités mer				180 000		180 000		347 291		347 291	527 291
Voyages	87 500	87 500			43 750	43 750	399 990		269 850	669 840	801 090
Indemnités mission terre									102 410	102 410	102 410
Transport matériel							354 195		389 122	743 317	743 317
Marques acoustiques									483 141	483 141	483 141
Cassettes DAT									77 376	77 376	77 376
TDR					2 336 100	2 336 100					2 336 100
Hook Timer					892 560	892 560					892 560
Palangre	5 719 724	5 719 724									5 719 724
Installation palangre	712 000	712 000									712 000
Matériel divers	76 739	76 739			306 580	306 580			151 241	151 241	534 560
Appâts					475 000	475 000					475 000
	6 876 420	6 876 420	3 636 636	180 000	4 163 990	7 980 626	1 684 185	49 510 655	1 947 140	53 141 980	67 999 026

L'Alis s'est révélé être un bateau bien adapté pour le travail demandé. Ce type de campagne (deux mois sur zone, trois mois départ - retour Nouméa) n'est cependant pas idéal pour diverses raisons. Outre les problèmes humains, de longues campagnes posent des problèmes d'organisation liés à la fois à la disponibilité des moyens matériels et humains, et à la mise en oeuvre de différentes techniques d'étude pas toujours conciliables. La solution optimale serait de pouvoir disposer en Polynésie française, sur deux à trois ans, de L'Alis ou d'un bateau de ce type, pour les besoins presque exclusifs (environ 160 jours de mer par an) de notre programme. Cette solution permettrait de maximiser le temps d'utilisation du bateau au cours de sorties de plus courte durée, sorties qui seraient consacrées plus spécifiquement à la mise en oeuvre de l'une ou l'autre des techniques d'étude. D'autre part, la disponibilité d'un moyen navigant permettrait de l'équiper à poste fixe avec le matériel scientifique nécessaire, ce qui éliminerait tous les problèmes liés à l'installation provisoire du appareil, et/ou de son transport d'un bout à l'autre de la planète. Ceci est particulièrement vrai pour les sondeurs scientifiques. Une installation à poste fixe, avec une base coque, permettrait, outre d'augmenter son rendement, de pouvoir l'utiliser à tout moment et de coupler les opérations de pêche à la palangre ou de marquages acoustiques avec des écho-sondages.

Fait à Papeete, le 4 octobre 1993

LISTE DE DIFFUSION

I - Polynésie Française (hors ORSTOM et IFREMER)

Etat

- Monsieur le Haut Commissaire de la République en Polynésie Française
- Madame le Secrétaire Général de la Polynésie Française
- Monsieur le Chef de la Subdivision Administrative des Iles du Vent
- Monsieur le Chef de la Subdivision Administrative des Iles Sous-Le-Vent
- Monsieur le Chef de la Subdivision Administrative des Iles Tuamotu-Gambier
- Monsieur le Chef de la Subdivision Administrative des Iles Australes
- Monsieur le Chef de la Subdivision Administrative des Iles Marquises
- Monsieur le Chargé de Mission du Ministère de la Recherche et de l'Espace
- Monsieur le Commandant supérieur des Forces armées en Polynésie Française
- Monsieur l'Adjoint Marine de l'Amiral et Commandant de la Marine
- Monsieur le Chef de la Division Opérations à l'Etat-Major de l'Amiral
- Monsieur l'Administrateur des Affaires Maritimes

Territoire

- Monsieur le Président du Gouvernement de la Polynésie Française
- Monsieur le Vice-Président du Gouvernement, Ministre de la Santé, de l'Habitat et de la Recherche
- Monsieur le Ministre de la Mer, du Développement des Archipels et des Affaires Foncières
- Monsieur le Président de l'Assemblée Territoriale
- Monsieur le Président du Conseil Economique Social et Culturel
- Monsieur le Chef du Service de l'Administration des Archipels
- Monsieur l'Administrateur des Iles-Sous-Le-Vent
- Monsieur l'Administrateur des Iles Tuamotu-Gambier
- Monsieur l'Administrateur des Iles Marquises
- Monsieur l'Administrateur des Iles Australes
- Monsieur le Maire de Nuku Hiva
- Monsieur le Maire de Ua Pou
- Monsieur le Maire de Rangiroa
- Monsieur le Maire de Uturoa-Raiatea
- Madame la chargée de Mission auprès de Monsieur le Vice-Président, Ministère de la Santé, de l'Habitat et de la Recherche
- Madame la Déléguée Territoriale à la Recherche
- Monsieur le Directeur de l'EVAAM
- Monsieur le Chef de Service du SMA
- Monsieur le Chef du Service pêche de L'EVAAM
- Monsieur le Responsable de l'antenne SMA de Raiatea
- Monsieur le Président du Syndicat des Pêches Professionnelles de Haute Mer
- Monsieur le Président du Syndicat Professionnel des Long-Liners Polynésiens
- Monsieur le Président de l'Armement Coopératif Polynésien
- Monsieur le Directeur des Chantiers Navals du Pacifique Sud
- Monsieur le Commandant de l'"Arevamanu"
- Monsieur le Commandant du "Tehoro"

II - Diffusion interne ORSTOM

- Monsieur le Directeur du Centre ORSTOM de Tahiti
- Monsieur le Directeur du Centre ORSTOM de Nouméa
- Monsieur le Directeur du Centre ORSTOM de Brest
- Monsieur le Chef du Département TOA, ORSTOM, Paris
- Monsieur le Président de la CSHO, ORSTOM, Paris
- Monsieur le Responsable de la Mission Technique des Moyens Naviguants, ORSTOM, Paris
- Monsieur le Responsable de l'UR 1K, ORSTOM, Paris
- Monsieur le Responsable de l'UR 1I, ORSTOM, Paris
- Monsieur le Commandant de l'Alis, ORSTOM, Nouméa
- Monsieur F.-X. Bard, CRO Abidjan
- Monsieur J. Chabanne, ORSTOM Paris
- Monsieur A. Fonteneau, CRODT Dakar
- Monsieur D. Gaertner, ORSTOM Vénézuéla
- Monsieur F. Gerlotto, ORSTOM Montpellier
- Monsieur R. Grandperin, ORSTOM Nouméa
- Monsieur M. Petit, ORSTOM La Réunion
- Monsieur R. Pianet, ORSTOM Seychelles
- Monsieur J.-M. Stretta, ORSTOM Montpellier

III - Diffusion interne IFREMER

- Monsieur le Directeur Scientifique, IFREMER, Issy les Moulinaux
- Monsieur le Directeur des Ressources Vivantes, IFREMER, Issy les Moulinaux
- Monsieur le Directeur du Centre IFREMER de Tahiti
- Monsieur le Directeur du Département RH, IFREMER, Nantes
- Monsieur le Chef du laboratoires RH, IFREMER, Martinique
- Monsieur le Chef du laboratoires RH, IFREMER, La Réunion
- Monsieur M. Gauthier, IFREMER, Nouméa
- Monsieur L. Antoine, IFREMER, Brest
- Monsieur J. Massé, IFREMER, Brest Nantes
- Monsieur N. Diner, IFREMER/DITI, Brest

IV - Organisations et Instituts étrangers

- Monsieur le Responsable du programme d'Evaluation des Stocks de Thonidés et Marins de la Commission du Pacifique Sud, CPS, Nouméa, Nlle Calédonie
- Monsieur le Chargé de l'Information Halieutique, CPS, Nouméa, Nlle Calédonie
- Monsieur le Directeur de l'Inter-American Tropical Tuna Commission, La Jolla, CA, USA,
- Monsieur le Directeur du Honolulu Laboratory, NMFS, Honolulu, HI, USA

V - Divers

- Monsieur le Secrétaire exécutif de la Commission CORDET
- Madame P. Arnaud et Monsieur J.- P. Dunan, RFO, Tahiti

VI - Participants à la campagne

- Monsieur R Abbes, Ifremer Tahiti
- Monsieur A Asine, ORSTOM Tahiti
- Monsieur P Bach, ORSTOM Tahiti
- Monsieur E. Josse, ORSTOM Tahiti
- Madame A. Lebourges, ORSTOM Brest
- Monsieur F. Leproux, EVAAM Tahiti
- Monsieur J. Sévellec, ORSTOM Brest
- Monsieur S. Yen, EVAAM Tahiti