

*Bull. Inst. Natl. Sci. Tech. Océanogr. Pêche Salammbô,*  
1977, 4 (2-4) : 221-262.

## Estimation de l'abondance absolue des stocks de poisson pélagique dans les eaux tunisiennes

par

LÉO RIJAVEC, K. JOHANNESSEN et Mohamed GUEBLAOU

### RESUME

Dans ce document sont présentés les résultats de la prospection hydroacoustique quantitative des ressources pélagiques dans les eaux tunisiennes, effectuée aux mois de juin et juillet 1973.

Les opérations d'étalonnage direct de l'intégrateur d'écho sur du poisson vivant sont décrites en détail.

L'abondance absolue de l'ensemble des stocks pélagiques présent dans les eaux tunisiennes a été estimée à 580 000 tonnes. La densité moyenne du poisson dans toute l'aire prospectée a été évaluée à 54 tonnes par mille nautique carré, soit 15,7 grammes par mètre carré.

Par comparaison des données d'abondance relative et absolue obtenues lors de la présente campagne, un facteur de conversion a été calculé pour chacune des catégories de l'échelle d'abondance relative (très dense, dense, rare, très rare). Ceci a permis de chiffrer — en termes absolus — les données d'abondance relative obtenues au cours des campagnes de prospection hydroacoustiques effectuées en 1972 et 1973.

L'abondance absolue des principales espèces pélagiques a été calculée à partir de leur proportion relative dans les débarquements commerciaux de la pêche au feu. On en a déduit une première estimation approximative du rendement potentiel des poissons pélagiques dans les eaux tunisiennes.

### ABSTRACT

In this paper are presented the results of the quantitative acoustic survey of pelagic resources in Tunisian waters carried out in June/July 1973.

The description of direct calibration of the echo-integrator, using live fish, is given in detail.

The absolute abundance of the total pelagic fish stocks present in Tunisian waters was measured as 580 000 metric tons. The average fish density over the whole area surveyed was estimated at 54 tons per square nautical mile or 15.7 grammes/square meter.

By comparing the relative and absolute data obtained during the present survey, a conversion factor was obtained for each category of the relative abundance scale (very dense, dense, rare and very rare). This enabled to quantify in absolute terms the relative abundance indices obtained during the preceding echo-survey cruises carried out in 1972 and 1973.

The absolute abundance of the main pelagic stocks was estimated by using the species composition of commercial catches in the Tunisian light fishery. A preliminary estimate of the potential yield of pelagic stocks in the coastal waters of Tunisia has been derived.

## 1. INTRODUCTION

L'un des principaux objectifs figurant au plan d'opérations du Projet FAO/PNUD « Recherches et prospection pour le développement de la pêche en Tunisie » visait à étudier les ressources locales en poissons pélagiques, leur abondance et leur répartition, particulièrement dans la région septentrionale des eaux tunisiennes.

La première phase du programme de recherche fut consacrée à l'étude de la répartition — en abondance relative — des stocks pélagiques dans les eaux tunisiennes. Elle a été exécutée en 1972 au moyen d'une série de campagnes de prospection acoustique (Rijavec et Zaarah, 1974). La seconde phase portait sur l'identification des stocks ci-dessus mentionnés; réalisée en 1973, elle fut basée sur l'analyse des résultats de campagnes d'échosondage, de pêches exploratoires au chalut pélagique et à la senne tournante, et des statistiques de la pêche commerciale au feu (Rijavec et Gueblaoui, 1975).

Ce document présente les résultats obtenus à l'issue de la troisième phase du programme au cours de laquelle l'abondance absolue des stocks pélagiques a été évaluée au moyen de méthodes de prospection acoustique quantitative (intégration des échos).

## 2. OBSERVATIONS

Les données utilisées dans cette étude ont été recueillies durant la cinquième campagne de prospection hydroacoustique (E V) effectuée du 7 juin au 7 juillet 1973.

La prospection s'est faite suivant un réseau rectangulaire (fig. 1). La longueur des radiales et leur espacement ont été fixés en tenant compte des observations sur la répartition du poisson et leur abondance relative réalisées lors des campagnes précédentes d'échosondage. Un accent particulier a été mis sur la prospection du golfe de Tunis, dans lequel les radiales furent espacées de 4 milles nautiques. Dans la région nord elles furent distantes de 6,5 milles en moyenne. Dans les régions est et sud, elles furent plus espacées (intervalle standard de 10 milles). La distance totale parcourue durant la prospection fut de 2 100 milles marins, dont 1 400 de jour et le reste de nuit.

Le *Hannoun*, navire de recherche du Projet, fut utilisé pour cette prospection. Ses principales caractéristiques ont déjà été décrites (Rijavec et Zaarah, 1974). Un équipement hydroacoustique moderne a été monté à bord du N/R *Hannoun* pour cette campagne. Il comprenait notamment un intégrateur d'échos SIMRAD (Modèle QM-MK II), un oscilloscope à stockage d'images Hewlett-Packard et des instruments d'étalonnage tels que : compteur électronique, générateur de signal, amplificateur de courant alternatif, voltmètre, atténuateur de signal et hydrophone d'essai étalonné. L'intégrateur d'écho était couplé à un échosondeur scientifique SIMRAD, type EK 38 (38 KHz); le champ sonore (à 3 dB) du transducteur avait l'ouverture suivante :  $13^{\circ}/7^{\circ}$  dans l'axe du navire et  $20^{\circ}/20^{\circ}$  perpendiculairement à cet axe.

Le poisson vivant nécessaire à l'étalonnage direct de l'intégrateur d'échos a été capturé par le sardinier *Jalta* appartenant au Projet (navire en bois de 18 m et de 34 tonnes de jauge brute). Le poisson fut pêché à l'aide d'une senne tournante (300 x 80 m; mailles de 18 mm étirées) après avoir été attiré à la lumière (4 lampes de 700 W).

## 3. METHODES

Durant la prospection, le quart aux instruments acoustiques fut assuré 24 heures sur 24; les mesures de l'échosondeur et de

L'intégrateur d'échos furent notées de façon régulière sur des fiches spéciales. Les données étaient relevées à la fin de chaque intervalle de 2 milles nautiques parcourus. Comme le bateau ne disposait pas de loch automatique ni de top électronique, le marqueur de l'échosondeur et le bouton de remise à zéro de l'intégrateur d'échos devaient être déclenchés manuellement toutes les 15 minutes. La vitesse du navire était maintenue à 8 nœuds de façon à ce que 2 milles soient parcourus chaque 15 minutes

Le montage de contrôle standard de l'échosondeur et de l'intégrateur d'échos utilisé lors de cette prospection est décrit à l'annexe 1.

L'équipement hydroacoustique et électronique a été entièrement vérifié et étalonné de façon à s'assurer qu'il réponde aux normes requises pour les mesures hydroacoustiques quantitatives. L'intégrateur d'échos a été étalonné directement en utilisant du poisson vivant de différentes tailles appartenant à différentes espèces. La constante de conversion C de l'intégrateur d'échos, qui donne la relation entre les lectures sur l'intégrateur d'échos (en mm) et la densité du poisson (en tonnes/milles nautiques<sup>2</sup>), a été déterminée comme suit :

$$C = 4,2 \text{ tonnes/mille}^2 \text{ mm (référence à 2 milles).}$$

Une description détaillée de l'étalonnage des équipements acoustiques figure à l'annexe 2. Les densités estimées des biomasses détectées ont été déduites de la relation suivante :

$$pB = 4,2 : M$$

où pB est la densité de la biomasse exprimée en tonnes par mille nautique<sup>2</sup>, et M, la lecture sur l'intégrateur en millimètres. Les biomasses correspondantes ont ensuite été calculées en faisant la somme des produits densités x aires correspondantes. Quatre intervalles de valeurs M ont été retenus de façon à réduire la variance des lectures à l'intégrateur. Ces intervalles étaient les suivants :

Intervalles	Lectures sur l'intégrateur (M - mn)	(tonnes/mille <sup>2</sup> )
1	1 - 39	4,2 - 164
2	40 - 79	168 - 332
3	80 - 119	336 - 500
4	≥ - 120	≥ - 504

Une fois les lignes d'isodensité tracées (fig. 2), les aires ainsi délimitées ont été mesurées au planimètre. La biomasse totale ( $W_B$ ) a ensuite été calculée en faisant la somme :

$$W_B = \sum_{j=1}^N C \cdot A_j \cdot \bar{M}_j \text{ (tonnes)}$$

où  $N$  est le nombre total d'intervalles de densité ( $N = 4$ ),  $A_j$  l'aire ( $\text{mn}^2$ ) de chaque intervalle et  $\bar{M}_j$  la moyenne des lectures de l'intégrateur d'échos pour chaque intervalle de densité.

La répartition des indices d'abondance a été déterminée suivant la méthode déjà décrite par les auteurs (Rijavec et Zaarah, 1974). La comparaison des indices d'abondance (mesures relatives) et des estimations d'abondance absolue obtenus au cours de cette campagne a permis d'obtenir un coefficient de conversion pour chacun des quatre intervalles de l'échelle d'abondance relative (très dense, dense, rare, très rare). Grâce à ce coefficient, les mesures relatives (indices d'abondance) obtenues lors des campagnes de prospection précédentes ont pu être exprimées en termes absolus.

Les statistiques de la pêche commerciale au feu ont été utilisées pour estimer la composition par espèces de la biomasse globale ainsi évaluée et, donc, l'abondance absolue des principaux stocks pélagiques.

## 4. RESULTATS

### 4.1 ESTIMATION DE L'ICHTHYOMASSE PÉLAGIQUE

En pratique, toute la zone qu'il convenait de couvrir pour l'estimation de la biomasse pélagique a été prospectée. L'aire au large

des côtes tunisiennes couvrait une surface de 11 000 milles nautiques<sup>2</sup>. Les biomasses estimées pour chacune des différentes zones à l'intérieur de cette aire sont données dans le tableau 1.

La biomasse totale pour les différents stocks pélagiques détectés dans les eaux côtières tunisiennes a été estimée à 580 000 tonnes (limites de confiance (95 %) :  $\pm$  80 000 tonnes). Il faut noter que ces limites de confiance, comme celles figurant dans le tableau 1, ne se rapportent qu'à l'erreur standard de la moyenne des lectures sur l'intégrateur; elles ne tiennent donc compte ni des erreurs de délimitation des aires de chaque classe de densité ni des effets des déplacements horizontaux du poisson ni de la variance de la constante de conversion de l'intégrateur (C).

La biomasse ainsi estimée était constituée des espèces suivantes : *Sardina pilchardus*, *Sardinella aurita*, *Trachurus* spp., *Engraulis encrasicolus*, *Scomber scombrus* et l'espèce semi-pélagique *Boops boops*. La taille des individus était comprise entre 5 et 30 cm.

La région nord semble offrir les meilleures perspectives d'expansion de l'exploitation. 34 % de la biomasse détectée dans l'ensemble des eaux prospectées s'y trouve concentrée dans une aire qui ne représente que 22 % de l'aire totale. En outre, l'aire à densité la plus élevée (plus de 168 tonnes/mille<sup>2</sup>) est proportionnellement plus étendue que dans les régions est et surtout sud (fig. 3 et 4). La densité moyenne en poisson pélagique dans l'ensemble de la région nord a été estimée à 82 tonnes/mille<sup>2</sup>.

La région sud (golfe de Gabès) est très vaste (45 % de l'aire totale prospectée), mais le poisson y était très dispersé. Les lectures de l'intégrateur n'ont jamais dépassé 39 mm (pour 2 milles parcourus), ce qui signifie que l'on n'a jamais rencontré de densités supérieures à 164 tonnes/mille<sup>2</sup>. Bien que la biomasse des poissons pélagiques présents dans cette région représentait 29 % de la biomasse totale, la densité moyenne y était très faible (36 tonnes/mille<sup>2</sup>).

La densité moyenne du poisson pélagique dans l'ensemble de l'aire couverte par la campagne a été estimée à 54 tonnes/mille<sup>2</sup>, soit 15,7 grammes/mètre<sup>2</sup>. Les aires correspondant aux quatre intervalles de densité se répartissent comme suit :

Intervalles ..	Densité (tonnes/mill <sup>2</sup> )	S u r f a c e milles <sup>2</sup>	%
1	4,2 - 164	10 228	95,14
2	168 - 332	408	3,80
3	336 - 500	76	0,71
4	504	38	0,35

#### 4.2 RELATION ENTRE LES ESTIMATIONS D'ABONDANCE ABSOLUE ET LES INDICES D'ABONDANCE RELATIVE

Les données obtenues avec l'échosondeur seul (sans intégration) ont été traitées et interprétées selon la méthode déjà décrite par Rijavec et Zaarah (1974). On en a tiré une carte de répartition (abondance relative) du poisson pélagique détecté (fig. 5). Toutes les valeurs lues sur l'intégrateur d'échos pendant le trajet parcouru à l'intérieur de chaque aire correspondant à un intervalle d'abondance relative donnée ont ensuite été additionnées. La moyenne de ces lectures ainsi que les limites de confiance ont été calculées pour chaque intervalle de l'échelle d'abondance relative. Ces moyennes ont été ensuite multipliées par la constante d'étalement C de façon à convertir les indices de densité propres à chaque intervalle de densité relative en ichthyomasses absolues (tonnes/mille<sup>2</sup>) (tableau 2).

Le même traitement a été appliqué aux données tirées des campagnes acoustiques effectuées sans intégrateur d'échos en 1972 et 1973 (Rijavec et Zaarah, 1974; Rijavec et Gueblaoui, 1975) : l'aire de chaque classe de densité relative a été calculée puis multipliée par la densité absolue correspondante. Les résultats (tableau 3) surprennent par leur homogénéité : les variations saisonnières de l'abondance absolue des stocks pélagiques restent faibles, que ce soit au niveau de l'ensemble de l'aire prospectée ou des trois régions retenues pour l'analyse.

#### 4.3 ABONDANCE ABSOLUE ET POTENTIEL DE CAPTURE DES PRINCIPAUX stocks pélagiques

##### 4.3.1. DONNÉES DE LA PÊCHE COMMERCIALE AU FEU

Dans les eaux tunisiennes, les prises annuelles de petits poissons pélagiques restent assez modestes : leur total oscille autour de 10'000 tonnes. Les fluctuations observées d'une année à l'autre dans les prises annuelles, comme dans l'effort de pêche (enregistré seulement à partir de 1968), sont relativement importantes (tableau 4). La tentative d'évaluation du potentiel de l'effort de pêche n'a pas donné de résultats concluants. La période pour laquelle de telles données sont disponibles étant relativement courte, l'amplitude de variation de l'effort de pêche est trop faible — en particulier dans la région nord — pour que l'on puisse en pratique dissocier les effets sur l'abondance des stocks induits par la pêche, de ceux résultant des fluctuations naturelles (recrutement, disponibilité liée aux conditions de milieu, etc.).

##### 4.3.2 ABONDANCE ABSOLUE DES PRINCIPAUX STOCKS PÉLAGIQUES

Si l'on admet que l'abondance relative des principaux stocks pélagiques est comparable à celle des espèces dans les débarquements de la pêche au feu, l'abondance absolue des stocks respectifs peut être déduite en répartissant l'estimation de la biomasse pélagique globale — obtenue lors des prospections acoustiques — proportionnellement à l'importance des principales espèces dans les débarquements de la pêche commerciale. Ce calcul a été effectué en utilisant, d'une part, les statistiques de débarquement pendant l'année où a eu lieu la prospection (1973) et, d'autre part, celles correspondant à l'ensemble de la période 1968-73. Ces deux séries de statistiques de pêche conduisent à des résultats très voisins (tableau 5) : la sardine (*Sardina pilchardus*) serait de loin l'espèce dominante dans les eaux tunisiennes (41-42 %) ; elle serait suivie de l'allache (*Sardinella aurita*) (25 %), du maquereau (*Scomber scombrus*) (8-11 %) et du chinchard (*Trachurus* spp.) (7-11 %). L'importance relative (1-2 %) de l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) serait très probablement sous-estimée, cette espèce étant vraisemblablement moins vulnérable aux méthodes de pêche actuellement utilisées.

#### 4. 3. 3 POTENTIELS DE CAPTURE

Comme il a été signalé plus haut, la courte série de statistiques de prise et d'effort ne permet pas d'utiliser le modèle Chaeffer pour évaluer le potentiel maximum de capture. De plus, la pêche au feu est encore limitée aux zones côtières (Rijavec et Zaarah, 1974; Rijavec et Gueblaoui, 1975); de ce fait et compte tenu des particularités de cette pêche, on peut se demander si les prises par unité d'effort déduites de cette pêche fournissent des indices valides de l'abondance des différents stocks. Par ailleurs, il n'existe encore pratiquement pas d'estimations des différents paramètres dynamiques des stocks en question pour cette partie du bassin méditerranéen. Il n'est donc pas possible d'appliquer l'équation complète de rendement.

Cependant, une valeur approchée des potentiels de capture peut être déduite de l'équation.

$$Y_{\max} = 0,5 \cdot M \cdot B_0 \text{ (Gulland, 1970),}$$

où  $Y_{\max}$  est le potentiel maximum de capture, et  $B_0$  la biomasse du stock vierge.

Les stocks étudiés ici ne sont pas à l'état vierge. Mais les rapports entre les captures annuelles et les biomasses ( $C/B = F$ ) montrent que la mortalité due à la pêche  $F$  est faible, de l'ordre de 0,02 (tableau 5). Avec ce très faible taux d'exploitation, l'utilisation de la biomasse estimée au cours des campagnes de prospection ne devrait donc pas entraîner d'erreurs supérieures à celles résultant des autres approximations déjà acceptées.

Le coefficient de mortalité naturelle,  $M$ , qui rentre dans l'équation ci-dessus, a été estimé de la façon suivante :

- Pour *Sardina pilchardus* et *Sardinella aurita*, la valeur du paramètre de croissance  $K$  pour la Méditerranée occidentale est donnée par Holt (1960). Pour *Scomber scombrus*, ce paramètre a été calculé, en utilisant l'équation de von Bertalanffy, à partir des données âge/longueur publiées par Bougis (1952).
- Cette valeur de  $K$  permet d'obtenir une estimation de  $M$ ; on a utilisé pour cela la relation empirique entre  $M$  et  $K$  donnée par Beverton et Holt (1959), soit  $M/K = 1,2$  environ pour les Clupéidés.

- Pour les divers (composés essentiellement de *Boops boops*, dont la longévité est comparable à celle des chinchards), la même valeur que pour *Trachurus* spp. a été retenue.
- Pour l'anchois, les distributions d'âge disponibles (Demir, 1965, citant Popova, 1954; Stoianov, 1961; Padoan, 1963) et les études publiées sur des stocks appartenant au même genre et situés dans d'autres régions du monde suggèrent que la valeur la plus probable devrait être de l'ordre de 0,8.

Pour Bo, on a utilisé les résultats des mesures d'abondance absolue réalisées lors de la campagne de prospection acoustique (tableau 5, colonne gauche). Les valeurs des prises potentielles ainsi calculées figurent dans le tableau 6.

D'après ces calculs, 140 000 à 180 000 tonnes de poisson pélagique (toutes espèces comprises) pourraient être capturées annuellement dans les eaux tunisiennes. Le fait que les stocks soient déjà exploités — alors que la formule utilisée se rapporte à un stock vierge — entraîne une erreur par défaut. Par contre, la biomasse détectée — et utilisée dans l'équation — pourrait être sensiblement supérieure à la biomasse réellement exploitable, ce qui entraînerait sur l'évaluation du potentiel une erreur de sens opposé. Il n'est pas possible à l'heure actuelle d'apprécier ces biais. Mais les implications de ces imprécisions sur le plan de l'application des résultats sont négligeables, si l'on songe que les prises actuelles ne représentent que 8 à 11 % des potentiels calculés pour la région et atteignent seulement 1 à 2 % de ceux estimés pour la région nord.

## 5. DISCUSSION

Toutes les données provenant des prospections telles que fiches, échogrammes et intégrammes ont été minutieusement examinées, mille par mille, puis critiquées et corrigées au laboratoire avant d'être finalement retenues pour dresser les cartes isoplethes d'abondance absolue. Durant le traitement, on a choisi dans les cas douteux une interprétation conduisant de préférence à une sous-estimation. Malgré cela, on a craint que le résultat obtenu initialement — soit 650 000 tonnes — soit encore surestimé. On a donc décidé de reprendre entièrement toute l'analyse et de dresser de nouvelles cartes d'abondance absolue. Au cours de ce second traitement, toute lecture douteuse des traces pélagiques a été éliminée et, chaque fois que des couches planctoniques ou d'autres bruits parasites étaient suscep-

tibles d'interférer avec les mesures — ce qui n'a pas posé de sérieux problèmes dans les eaux tunisiennes — une correction a été apportée aux mesures de l'écho-intégrateur, et seules les valeurs les plus modérées ont été retenues. Ce second traitement des mesures a fourni une estimation de 10 % inférieure, soit 583 000 tonnes. La différence entre les deux estimations donne une idée du rôle des facteurs subjectifs sur le résultat final.

Malgré ces précautions, on peut penser que le résultat final est trop élevé, compte tenu des connaissances sur la productivité de la Méditerranée en général. A ce sujet, il faut rappeler que l'aire prospectée est relativement large. En outre, la densité moyenne que l'on a trouvée pour cette zone apparaît modeste si on la compare aux chiffres obtenus selon les mêmes méthodes et par l'expérimentateur au large du Pérou et de l'Afrique occidentale (Johannesson et Losse, 1973; Johannesson et Roblès, 1973), où des densités moyennes de 900 et 300 tonnes/mille nautique carré ont été respectivement obtenues; ces chiffres sont 17 et 6 fois supérieurs à la densité moyenne trouvée pour les eaux tunisiennes.

La relation numérique entre l'abondance relative et l'abondance absolue s'est révélée être très utile pour chiffrer les estimations d'abondance relative obtenues lors des campagnes de prospection réalisées au cours des deux années précédentes. Si pour la campagne E V, on compare l'estimation obtenue directement par écho-intégration à celle déduite en appliquant le facteur de conversion au résultat des lectures relatives, la différence entre les deux résultats n'est que de 3 %. Cette homogénéité prouve la validité de la méthode d'évaluation de l'abondance relative. La grande similitude des résultats obtenus pour les diverses campagnes effectuées à diverses saisons de l'année montre aussi que dans cette région les divers stocks pélagiques n'accomplissent pas le long de la côte de migrations importantes. Toutefois, on a remarqué que la biomasse était légèrement plus importante au cours des campagnes estivales (E III et E V) que pendant les prospections réalisées au cours des autres saisons. L'analyse des seules données d'abondance relative avait déjà conduit aux mêmes conclusions (Rijavec et Gueblaoui, 1975).

L'emploi des statistiques de pêche — et en particulier de la composition spécifique des captures — pour calculer la biomasse et les potentiels des stocks appartenant aux diverses espèces pourrait n'être pas totalement justifié dans la mesure où la distribution

des stocks et la répartition de la pêche dans le temps et l'espace ne sont pas identiques et, surtout, par suite de la sélectivité différentielle de la pêche au feu et à la senne tournante vis-à-vis des différents stocks. Le risque de biais entraîné par cette procédure est vraisemblablement nettement plus élevé pour l'anchois et le maquereau, moins effectivement exploités par cette méthode de pêche, que pour les autres stocks. Les erreurs systématiques probablement entraînées par cette procédure affectent essentiellement l'estimation des potentiels propres à chaque espèce, mais beaucoup moins celle du potentiel global.

Les estimations des potentiels par stocks doivent être considérées comme des premières approximations. Non seulement les valeurs de  $M$ , la mortalité due à la pêche, ont été obtenues de façon approchée par analogie avec les estimations disponibles pour les mêmes espèces situées dans d'autres régions de la Méditerranée, mais encore les calculs ont été effectués en admettant que toute la biomasse détectée était effectivement exploitable. Cette hypothèse pourrait se révéler injustifiée dans les zones où la concentration de poisson serait trop faible. A ce sujet, il faut rappeler que les densités les plus faibles (intervalle : 42 à 164 tonnes/mille nautique carré) couvraient 95 % de la zone prospectée, et une proportion encore plus élevée dans le secteur sud-est. Dans ces zones, la concentration du poisson pourrait apparaître trop faible pour donner lieu à une exploitation rentable.

Par ailleurs, certaines espèces détectées lors des campagnes de prospection et contribuant de ce fait à la biomasse estimée pourraient ne pouvoir être pleinement exploitées avec la méthode de pêche pratiquée actuellement en Tunisie. Cette remarque s'applique surtout aux espèces *Boops boops*, *Scomber scombrus*, *Engraulis encrasicolus* et *Trachurus* spp. En outre, la taille de première capture est sans doute plus élevée que celle à partir de laquelle les diverses espèces sont détectées. Pour calculer les potentiels, on devrait donc éliminer de la biomasse détectée celle des individus de taille intermédiaire. Mais compte tenu du faible poids des individus — même compte tenu de leur effectif élevé — cette biomasse devrait être relativement faible. Enfin, l'aire de distribution de certains stocks où ces stocks sont susceptibles d'être également exploités, s'étend probablement au-delà de l'aire prospectée, notamment au large des côtes algériennes. La faiblesse probable des migra-

tions parallèles à la côte rend cette éventualité moins sérieuse qu'on aurait pu a priori le supposer.

Malgré toutes ces sources possibles de surestimation de la biomasse réellement exploitable, on doit conclure que le niveau faible des captures actuelles, comparé à l'estimation obtenue pour la biomasse détectée, permet d'escompter un accroissement très appréciable de la production tunisienne. Si, pour tenir compte des risques de surestimation, on suppose que seulement deux tiers de la biomasse mesurée soient réellement exploitables, la production maximale potentielle est encore de 100 000 tonnes, soit dix fois supérieure aux prises totales actuelles (un peu moins dans le secteur est, nettement plus dans le secteur nord).

Compte tenu du niveau présent d'exploitation, la valeur pratique du résultat n'est pas affectée par l'imprécision de cette évaluation. Ces prospections acoustiques et l'analyse des données ainsi récoltées ont démontré la possibilité d'accroître substantiellement les captures. Une plus grande précision deviendra indispensable au fur et à mesure que le taux d'exploitation se rapprochera de l'optimum. L'échantillonnage régulier des captures commerciales, commencé en 1974, devrait permettre d'estimer dans un délai raisonnable les divers paramètres dynamiques des stocks exploités. Par ailleurs, parallèlement à l'expansion des pêches tunisiennes inscrite au Plan quadriennal (Ministère tunisien de l'Agriculture), l'analyse des données de capture et de prises par unité d'effort devrait permettre d'estimer plus précisément le taux maximum d'exploitation susceptible d'être supporté par les stocks pélagiques côtiers présents dans les eaux tunisiennes. Ce travail de surveillance, s'il est assuré de façon régulière, doit permettre de disposer en temps voulu des connaissances sur la productivité des stocks nécessaires à la planification rationnelle de leur développement et à leur aménagement.

#### REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à exprimer leurs sincères remerciements au Dr Zei, ancien directeur du Projet, et à M. Ben Alaya, co-directeur. Grâce à leur aide, ces campagnes ont pu être exécutées dans les meilleures conditions. Les commentaires du Dr Zei et du Dr Troadec, du Département des pêches de la FAO, sur

le manuscrit ont été très précieux lors de la rédaction définitive de ce document.

M. George, technologiste des pêches, qui a construit la cage et le vivier et qui a collaboré de façon constante et efficace à ces prospections, est également remercié. Les auteurs sont aussi très heureux de mentionner ici l'assistance qu'ils ont reçue de M. Giani, maître des pêches, en particulier pour la fourniture du poisson vivant utilisé pour étalonner l'intégrateur.

Ces remerciements s'étendent à tout l'équipage du bateau de recherche *Hannoun*, aux techniciens, Mlle Ben Hamouda et MM. Brigui et Zaarah, qui ont participé efficacement et de façon diligente à l'exécution de ces prospections, ainsi qu'à Mlle Simms, responsable de la dactylographie de ce document.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BEVERTON R.J.H. and HOLT S.J. (1959). — A review of the lifespans and mortality rates of fish in nature and their relation to growth and other physiological characteristics in *CIBA Found. colloq. on ageing*. 5, the lifespan of animals : 142-180.
- BOUGIS P. (1952). — La croissance des poissons méditerranéens. *Vie et Milieu*, suppl. 2 : 118-146.
- DEMIR N. (1965). — Synopsis of biological data on anchovy *Engraulis encrasicolus* L., 1758, Mediterranean and adjacent seas. *FAO Fish. Synopsis* : 42 p.
- FAO (1972). — Manual of methods for fisheries resource survey and appraisal. Part. 2. The use of acoustic instruments for fish detection and abundance estimation.
- GULLAND J. (1970). — The fish resources of the ocean. *FAO — Fish. Tech. Pap.*, (97) : 425 p.
- HOLT S.J. (1960). — A preliminary comparative study of the growth, maturity and mortality of sardines. *FAO — Proc. World Sc. Meet. Biol. of sardines and related species*, Rome, 1959, 2 : 553-561.
- JOHANNESSON K.A. and LOSSE G.F. (1973). — Some results of observed abundance estimations obtained in several ONDP/FAO resource survey projects. (Paper presented to the Symp. on Acoustic methods in fisheries research, Bergen, June 1973; Doc. N° 3).
- JOHANNESSON K.A. and ROBLES A.N. (1973). — Echo surveys of Peruvian anchoveta, *Ibidem*. (Doc. n° 54).

- MIDTTUN L. and NAKKEN O. (1971). — On acoustic identification, sizing and abundance estimation of fish, *Fiskeridir, Skr./Havunders*, 16 (1) : 36-48.
- RIJAVEC L. et ZAARAH Y. (1974) — Distribution et abondance relative des stocks de poissons pélagiques dans les eaux tunisiennes en 1972, *Bull. des Pêches*, (1) : 86-132.
- RIJAVEC L. et GUEBLAOUÏ M. (1975). — Distribution, abondance relative et identification des stocks de poissons pélagiques au large de Tunisie en 1973. *Ibidem*, (2) : 3-68.
- TUNISIE. Ministère de l'Agriculture (1973) : Plan Quadriennal 1973-1976. La production agricole.

Tableau 1  
Estimations absolues de la biomasse par poids

Table 1  
Absolute biomass estimates by weight

(+) Une lecture seulement (one reading only)

Région		A	$\bar{M}$	$S_{\bar{M}}$	L	$4.2 \times A \times \bar{M}$	$4.2 \times A \times L$
Nord (A) (North)	Catégorie	Aire (nm <sup>2</sup> ) Area	Moyen (mm) Mean	Erreur standard Standard error	0.05 $t_{n-1} S_{\bar{M}}$	Poids (t) Weight	95 % limites
Tabarka - cap Farina	1	1 540	10,6	0,71	1,38	68 000	9 000
	2	79	52,3	2,39	5,00	17 000	1 700
	3	22	93,0	0,97	2,48	9 000	200
	4	18	209,0	22,90	63,66	16 000	5 000
Poids total et 95% limites (Total weight and 95% limits) : 110 000 + 16 000							
Nord (B) (North) cap Farina - cap Bon	1	558	16,2	1,26	2,51	38 000	6 000
	2	152	54,4	2,63	5,39	35 000	3 000
	3	4	100,0(+)	-	-	2 000	-
	4	16	150,2	12,5	39,80	10 000	3 000
Poids total et 95% limites (Total weight and 95% limits) : 85 000 + 12 000							
Est (East) cap Bon - Sfax	1	3 330	10,4	0,64	1,26	145 000	18 000
	2	177	57,8	3,00	6,42	43 000	5 000
	3	50	123,2	22,60	62,60	26 000	13 000
	4	4	180,0(+)	-	-	3 000	-
Poids total et 95% limites (Total weight and 95% limits) : 217 000 + 36 000							
Sud (South) Sfax - Djerba	1	4 800	8,5	0,45	0,89	171 000	18 000
	2	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-
Poids total et 95% limites (Total weight and 95% limits) : 171 000 + 18 000							
Grand total et 95% limites : 580 000 + 80 000							

Tableau 2  
 Quantification de l'échelle de l'abondance relative  
 Table 2  
 Quantification of the relative abundance scale

Concentration de poisson <i>Fish Concentration</i>	$\bar{M} \pm \frac{0.05}{n-1} S_M$	Densité absolue (t/mn <sup>2</sup> ) & 95% limites <i>Absolute density (tons/mn<sup>2</sup>) &amp; 95% limits</i>
Très dense <i>Very dense</i>	52,65 ± 15.20	221 ± 64
Dense	26,89 ± 4.70	113 ± 20
Rare	17,10 ± 2.09	72 ± 9
Très rare <i>Very rare</i>	6,03 ± 0.65	25 ± 3
Zéro <i>Nil</i>	0	0

Tableau 3

Ichthyomasse pélagique absolue pendant les campagnes d'écho-sondage estimée à l'aide du facteur de conversion de l'abondance relative/absolue

Table 3  
 Absolute pelagic ichthyomass during echo survey cruises estimated by use of the relative/absolute abundance conversion factor

Campagne <i>Cruise</i>	Date	Nord		Est et Sud		Total	
		surface (mn <sup>2</sup> )	estimation (1 000 t)	surface (mn <sup>2</sup> )	estimation (1 000 t)	surface (mn <sup>2</sup> )	estimation (1 000 t)
E. I	Février 1972	3 993	210 ± 34	5 445	377 ± 68	9 448	588 ± 102
E. II	Mai 1972	3 143	222 ± 40	8 490	328 ± 42	11 633	550 ± 82
E. III	Août 1972	3 237	224 ± 41	8 158	426 ± 69	11 395	650 ± 110
E. IV	Mars- Avril 1973	3 426	181 ± 26	8 143	369 ± 52	11 569	550 ± 78
E. V	Juin- Juillet 1973	2 533	239 ± 45	9 336	362 ± 45	11 869	601 ± 90
	Moyenne ) Average }	3 266	215 ± 37	7 916	372 ± 55	11 183	587 ± 92

Tableau 4

Evolution des prises et rendements annuels par espèces et par région dans les eaux Tunisiennes

Table 4

Evolution of annual catches and catch rates by species and region in Tunisian waters

PA : Prise annuelle en tonnes (annual catch - tons); P/E : Prise par effort en kg/sortie (catch/effort - kg/night fishing)

Espèces Species	Sardines		Sardinelles		Maquereaux		Saurels		Total		Nombre de sorties Nights fishing
	PA	P/E	PA	P/E	PA	P/E	PA	P/E	PA	P/E	
Nord (North)											
1968	273	330	24	30	115	139	75	90	598	725	825
1969	481	702	24	35	173	252	441	642	1 211	1 765	686
1970	201	278	17	24	73	100	280	387	723	999	723
1971	248	444	52	94	19	33	210	375	695	1 242	559
1972	509	816	19	30	13	20	103	165	739	1 184	624
1973	274	352	63	81	108	139	125	161	726	934	777
Est et Sud (east and south)											
1968	1 786	248	4 183	574	930	129	130	18	8 055	1 117	7 214
1969	4 593	818	2 801	499	603	107	419	75	0 086	1 795	5 619
1970	2 672	337	2 253	284	633	80	561	82	6 947	877	7 925
1971	3 968	575	3 396	492	463	57	435	63	9 912	1 437	6 900
1972	4 412	516	3 456	404	380	44	286	33	9 029	1 055	8 560
1973	4 393	443	3 307	334	915	92	218	22	9 897	999	9 908

Tableau 5

Relation entre les prises annuelles et l'estimation de l'abondance des stocks pélagiques (en tonnes)

Table 5

Relation between annual catch and estimate of pelagic stock abundance (in tons)

Espèces <i>Species</i>	1973						Moyenne (average) 1968 - 1973					
	Nord		Est et sud		Total		Nord		Est et sud		Total	
	Estimation	Pêche Catch	Estima- tion	Pêche Catch	Estima- tion	Pêche Catch	Estima- tion	Pêche Catch	Esti- mation	Pêche Catch	Estima- tion	Pêche Catch
Sardines	73 000	273	172 000	4 393	245 000	4 665	83 000	331	157 000	3 638	340 000	3 969
Sardinelles	17 000	63	130 000	3 307	147 000	3 370	8 000	33	139 000	3 226	147 000	3 259
Anchois	3 000	12	7 000	168	10 000	180	500	2	4 000	96	4 500	98
Maquereaux	29 000	108	36 000	915	65 000	1 023	21 000	83	28 000	654	49 000	737
Saurels	34 000	125	8 000	218	42 000	343	51 000	205	15 000	341	66 000	546
Divers	38 000	144	35 000	896	74 000	1 040	31 500	126	45 000	1 032	76 500	1 158
<b>Total</b>	<b>195 000</b>	<b>725</b>	<b>388 000</b>	<b>9 897</b>	<b>583 000</b>	<b>10 622</b>	<b>195 000</b>	<b>780</b>	<b>388 000</b>	<b>8 987</b>	<b>583 000</b>	<b>9 767</b>

Tableau 6

Relation entre les prises potentielles de poissons bleus et les prises actuelles en 1973

Table 6

Relation between the potential catch and actual catch of pelagic fish stock in 1973

Espèce Species	M (Mortalité nat.) (nat. mortality)	Prises potentielles (1 000 t) Potential catch (1 000 t)			Prises actuelles (% de potentielles) Actual catch (% of potential)		
		Nord	Est et Sud	Total	Nord	Est	Total
<i>Sardina pilchardus</i>	0,4 - 0,7	15 - 26	34 - 60	49 - 86	1,0 - 1,1	12,8 - 7,3	9,5 - 5,4
<i>Sardinella aurita</i>	0,5	4	33	37	1,5	10,2	9,1
<i>Engraulis encrasicolus</i>	0,8	1	3	4	1,0	5,6	4,5
<i>Scomber scombrus</i>	0,6	9	11	20	1,0 - 2,0	8,5	5,3
<i>Trachurus</i> spp.	0,4 - 0,5	9	2	11	1,5	10,9	3,3
Divers Others	0,5	9	9	18	1,5	10,2	5,8
Total		47 - 53	92 - 118	139 - 176	1,6 - 1,3	10,9 - 8,4	7,7 - 6,0

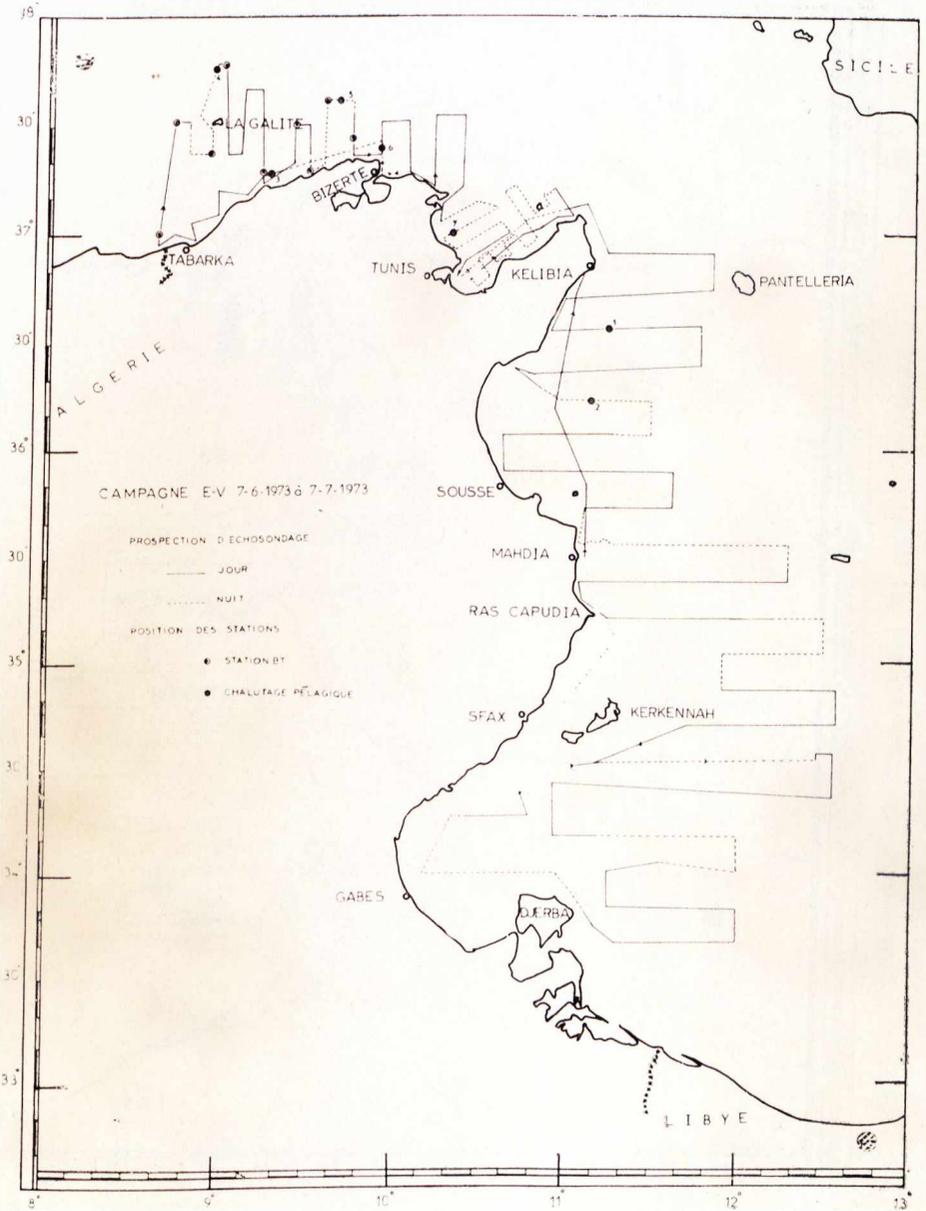


Fig. 1 : Lignes de prospection, positions des stations hydrographiques et stations.

Sailing track and positions of hydrographic and pelagic trawling de chalutage pélagique.

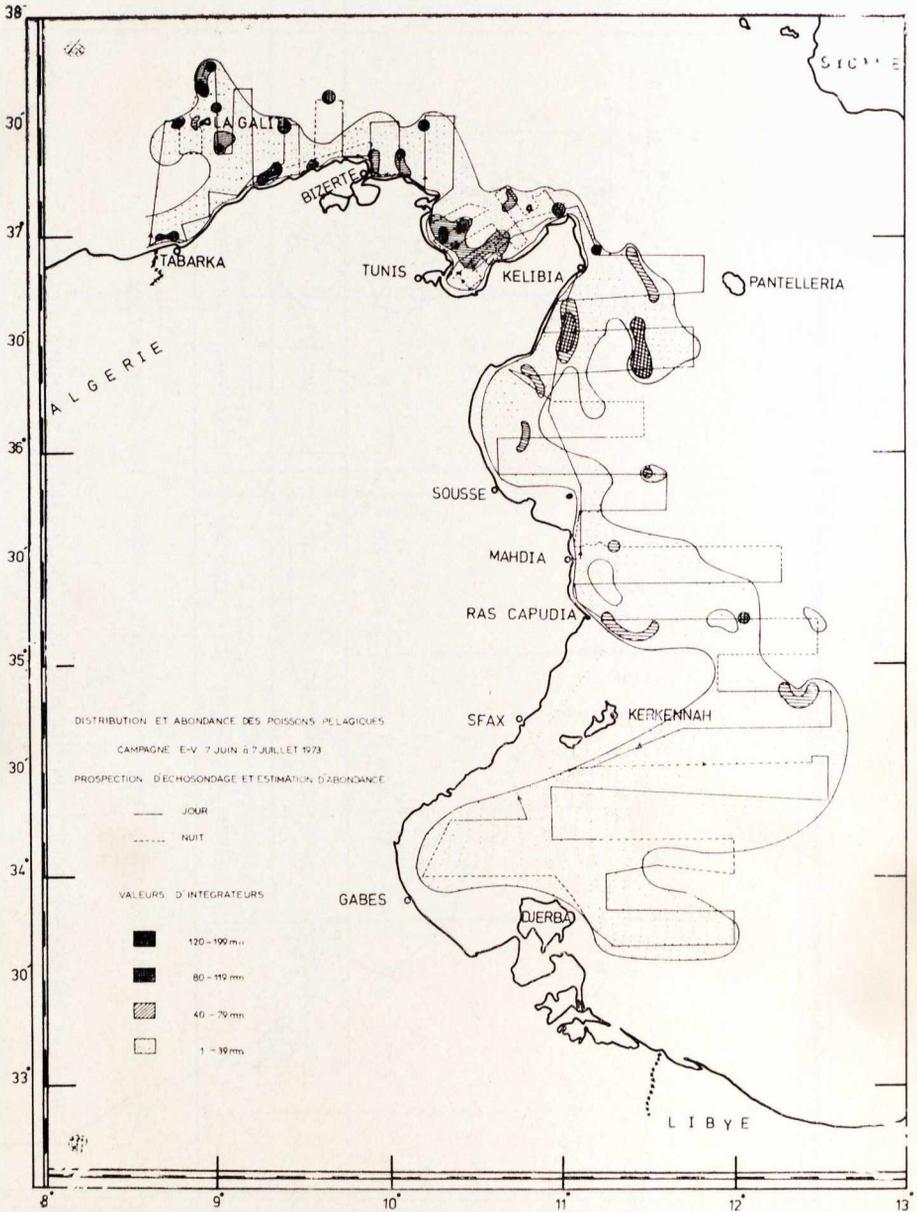


Fig. 2 : Echo-abondance absolue des poissons pélagiques dans les eaux tunisiennes.

Absolute echo-abundance of pelagic fish stocks in Tunisian waters.

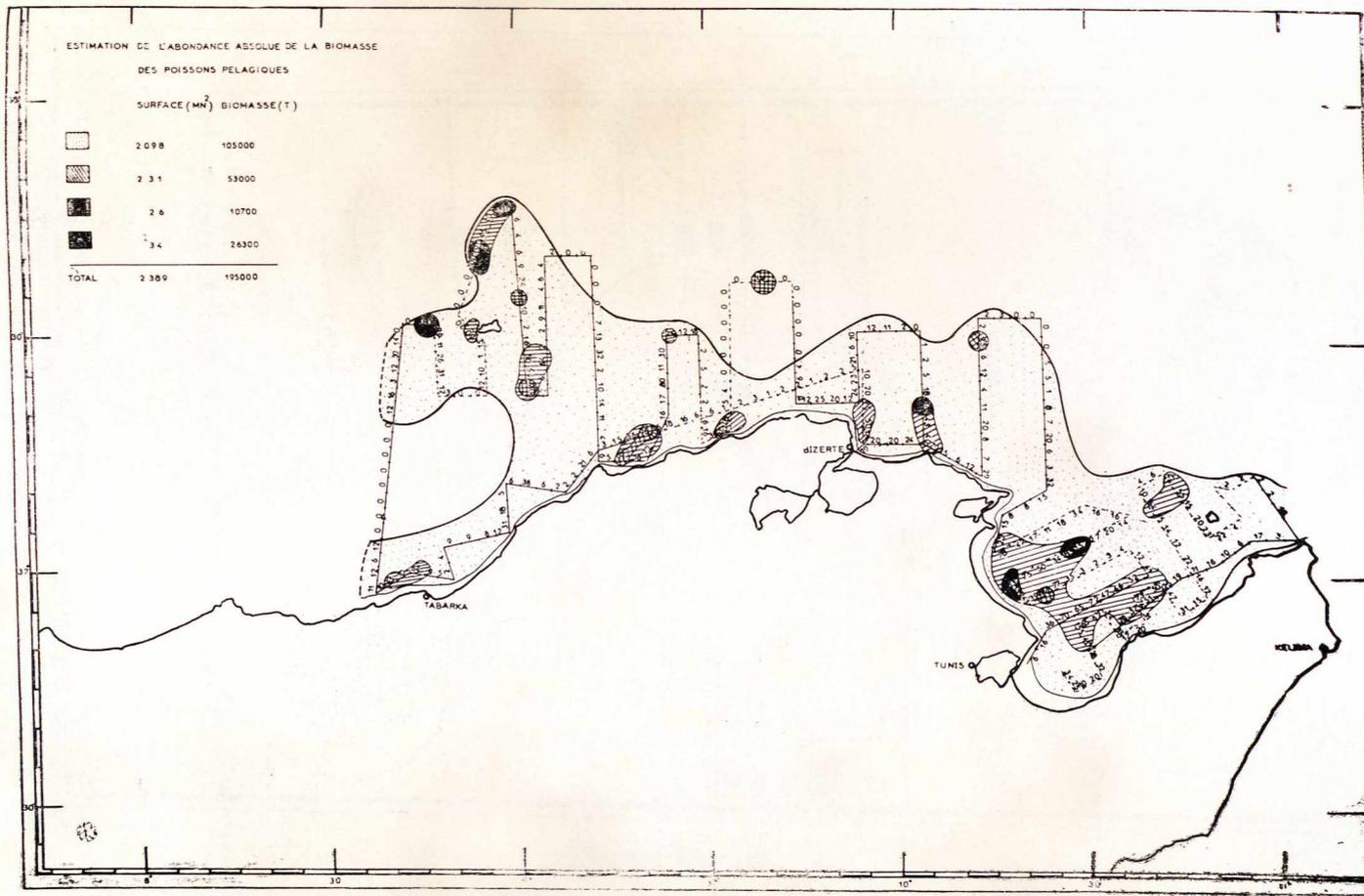


Fig. 3 : Tunisie-Nord : abondance absolue des poissons pélagiques.  
Tunisia-North : Absolute abundance of pelagic fish stocks.

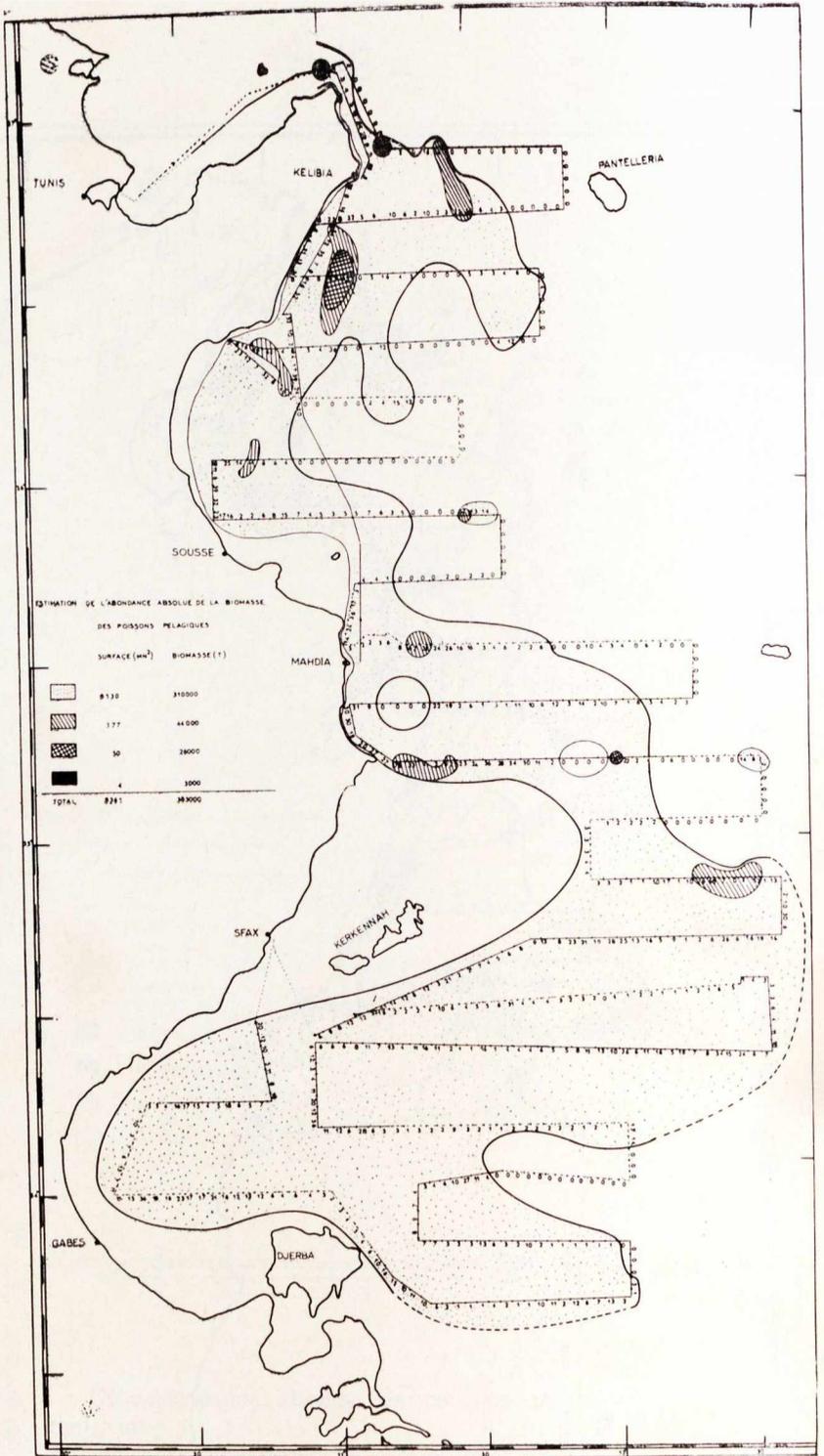


Fig. 4 : Tunisie-Est et Sud : abondance absolue des poissons pélagiques.  
Tunisia-East and South : Absolute abundance of pelagic fish stocks.

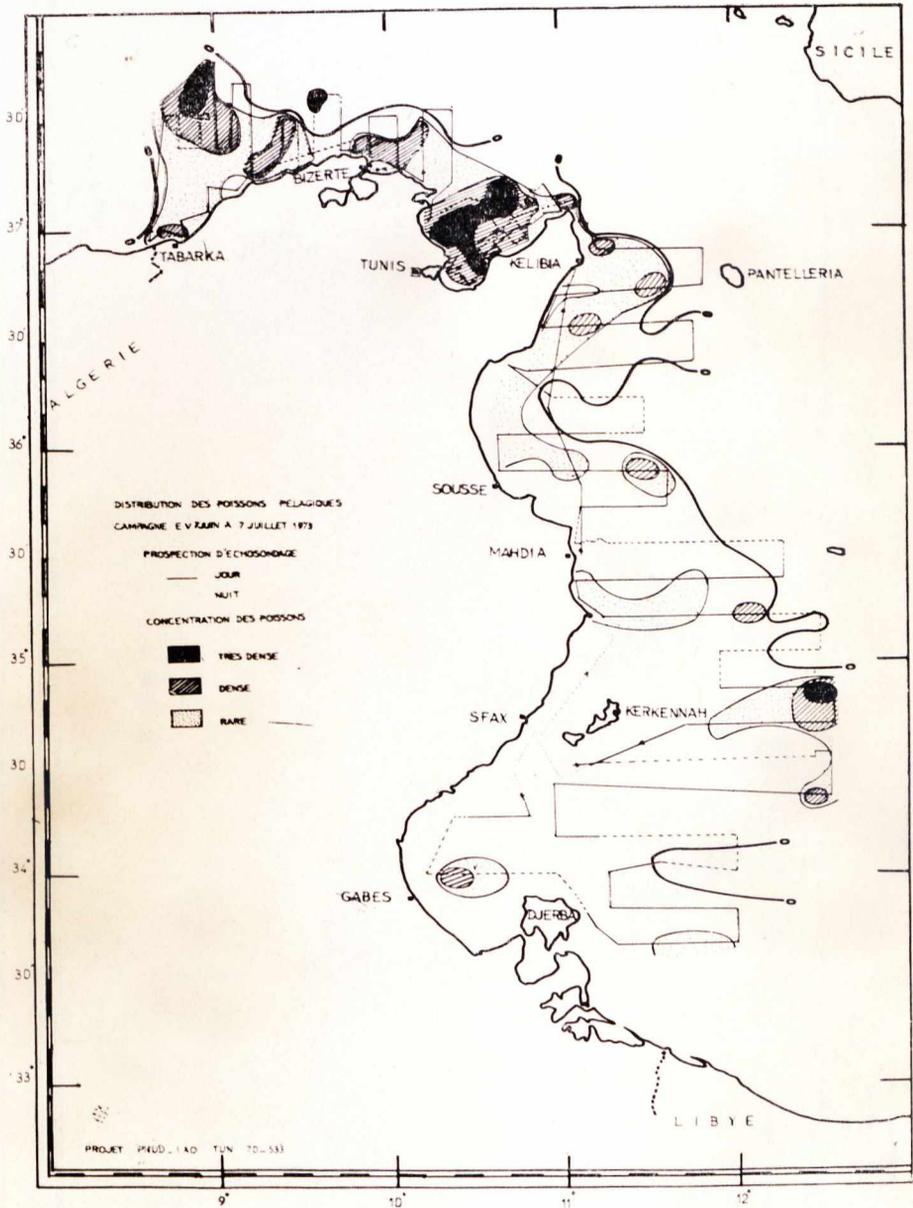


Fig. 5 : Distribution et abondance relative des poissons pélagiques.  
Distribution and relative abundance of pelagic fish stocks.

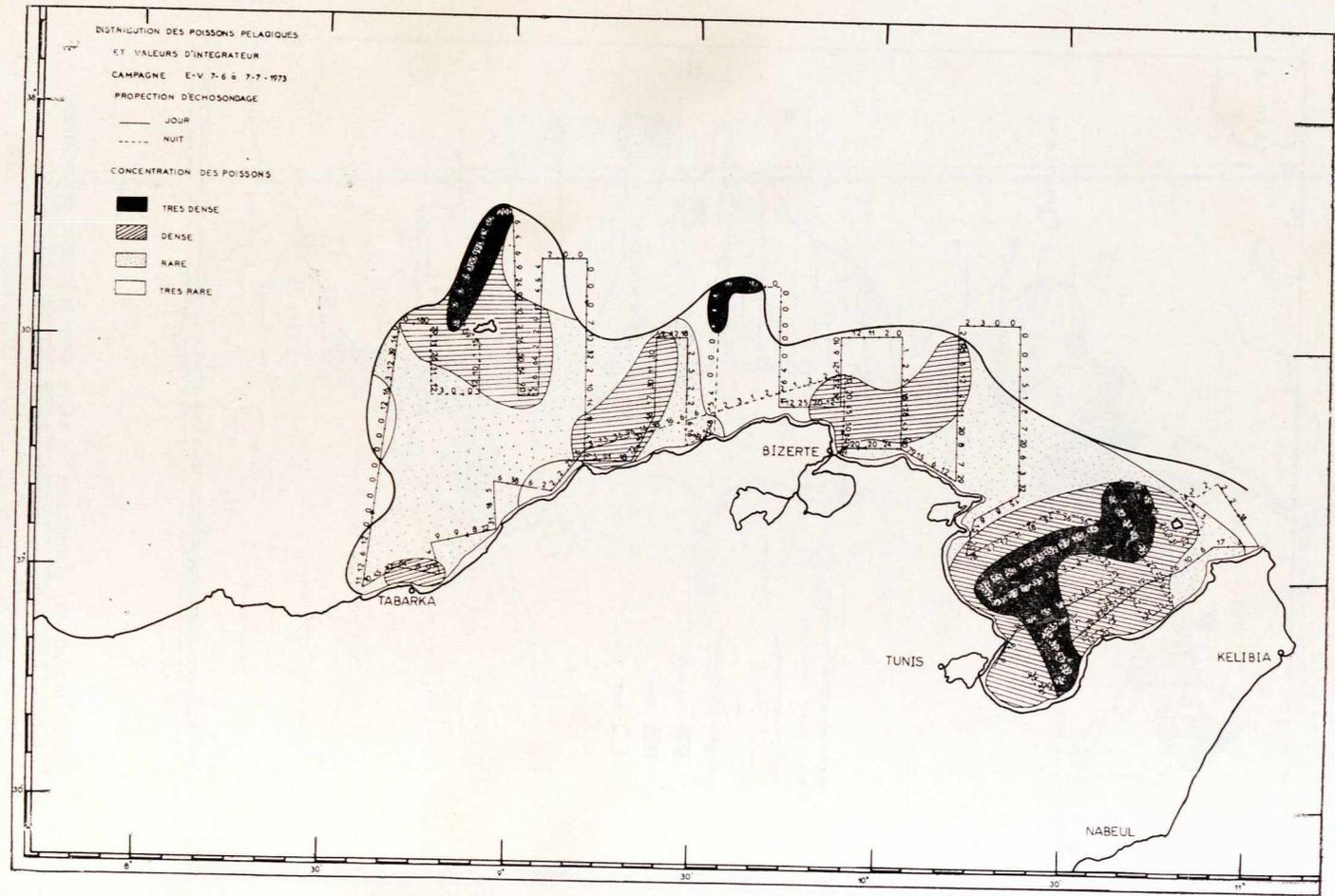


Fig. 6 : Tunisie-Nord : abondance relative des poissons pélagiques et valeurs d'écho-intégrateur.  
Tunisia-Nord : Relative abundance of pelagic fish and echo-integrator readings.

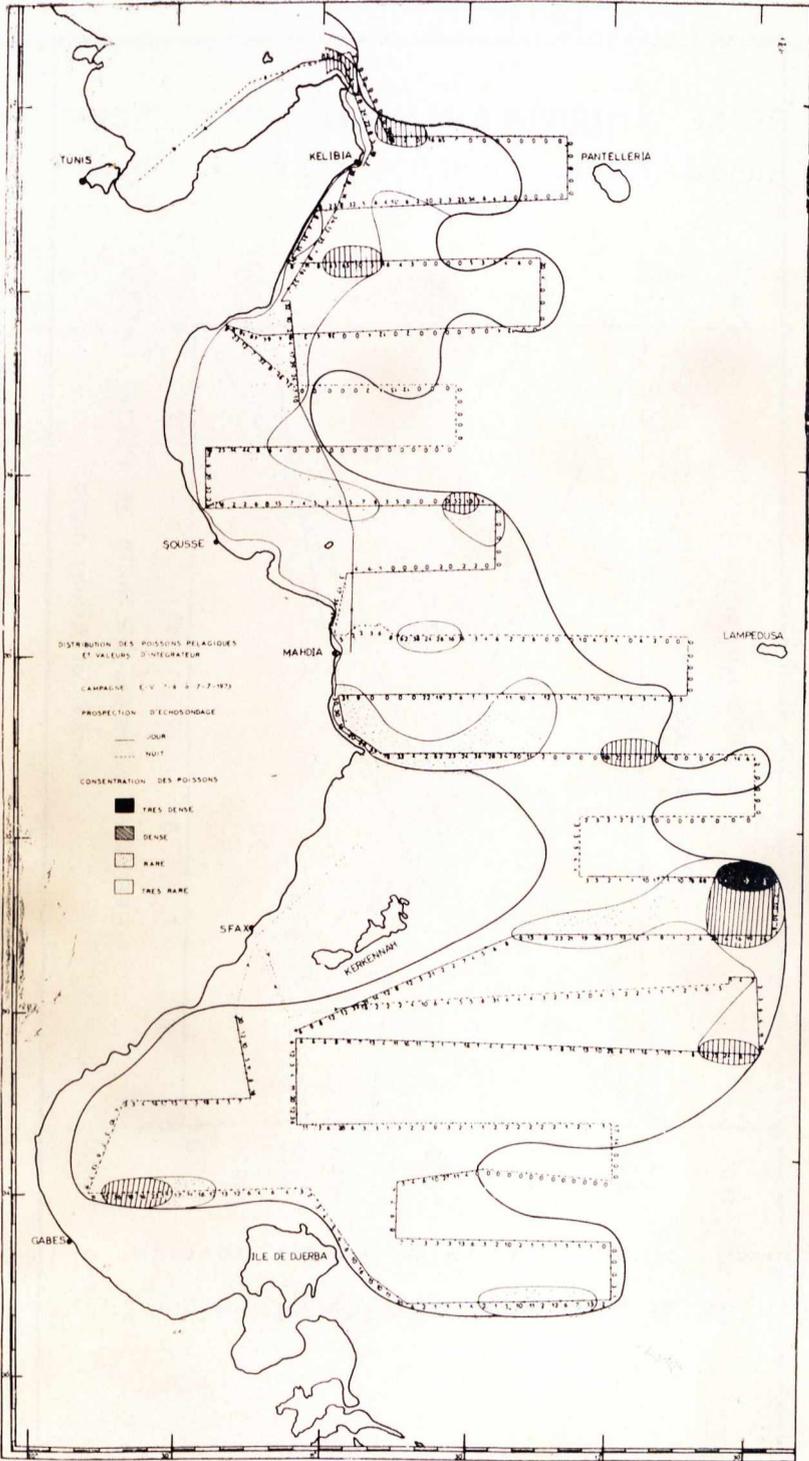


Fig. 7 : Tunisie-Est et Sud : abondance relative des poissons pélagiques et valeurs d'écho-intégrateur.  
 Tunisia-East and South : Relative abundance of pelagic fish and echo-integrator readings.

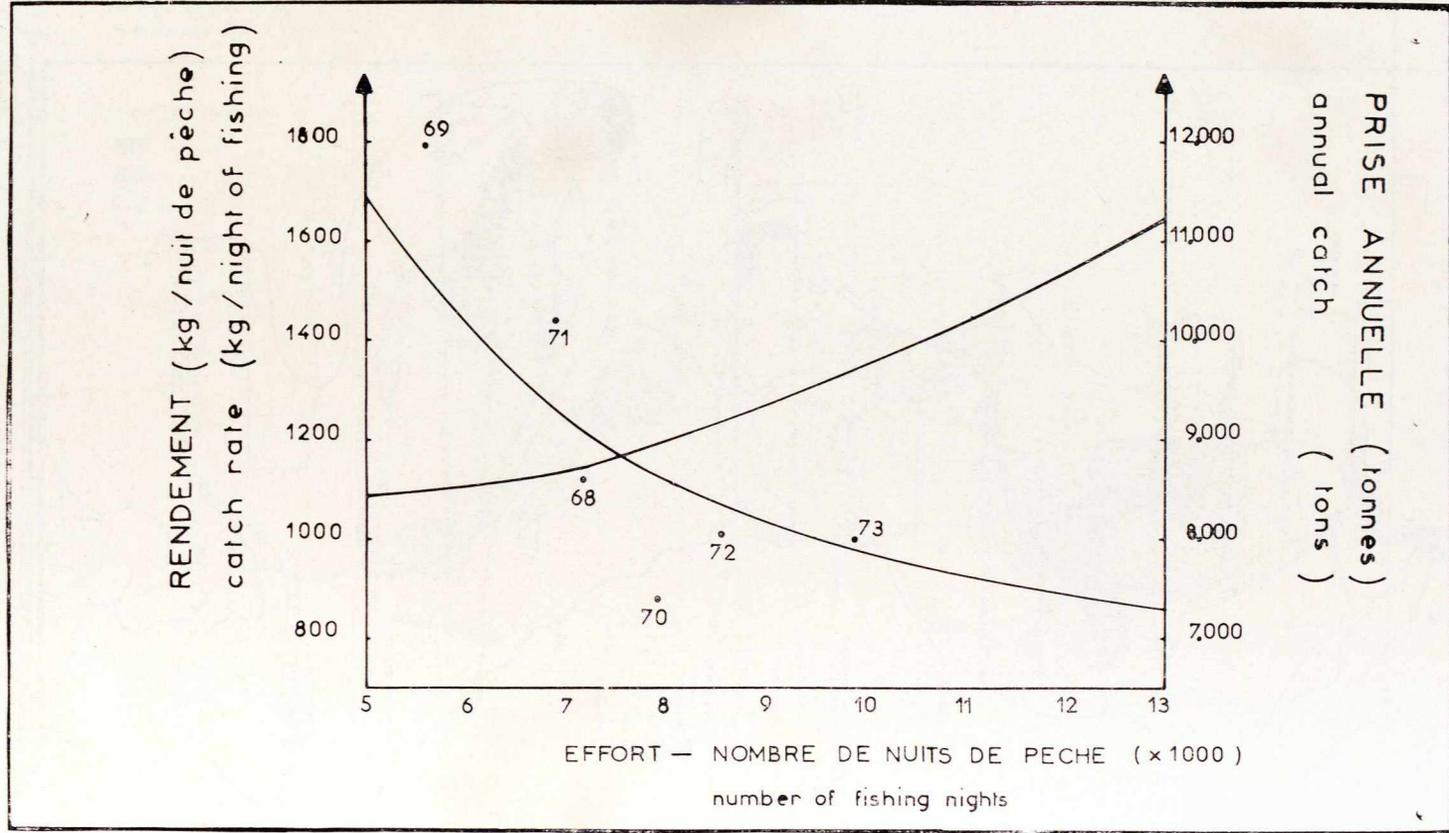


Fig. 8 : Pêche au feu (nord) — évolution des rendements en fonction de l'accroissement de l'effort.

Light fishing (north) — evolution of catch rates as related to the increase of effort.

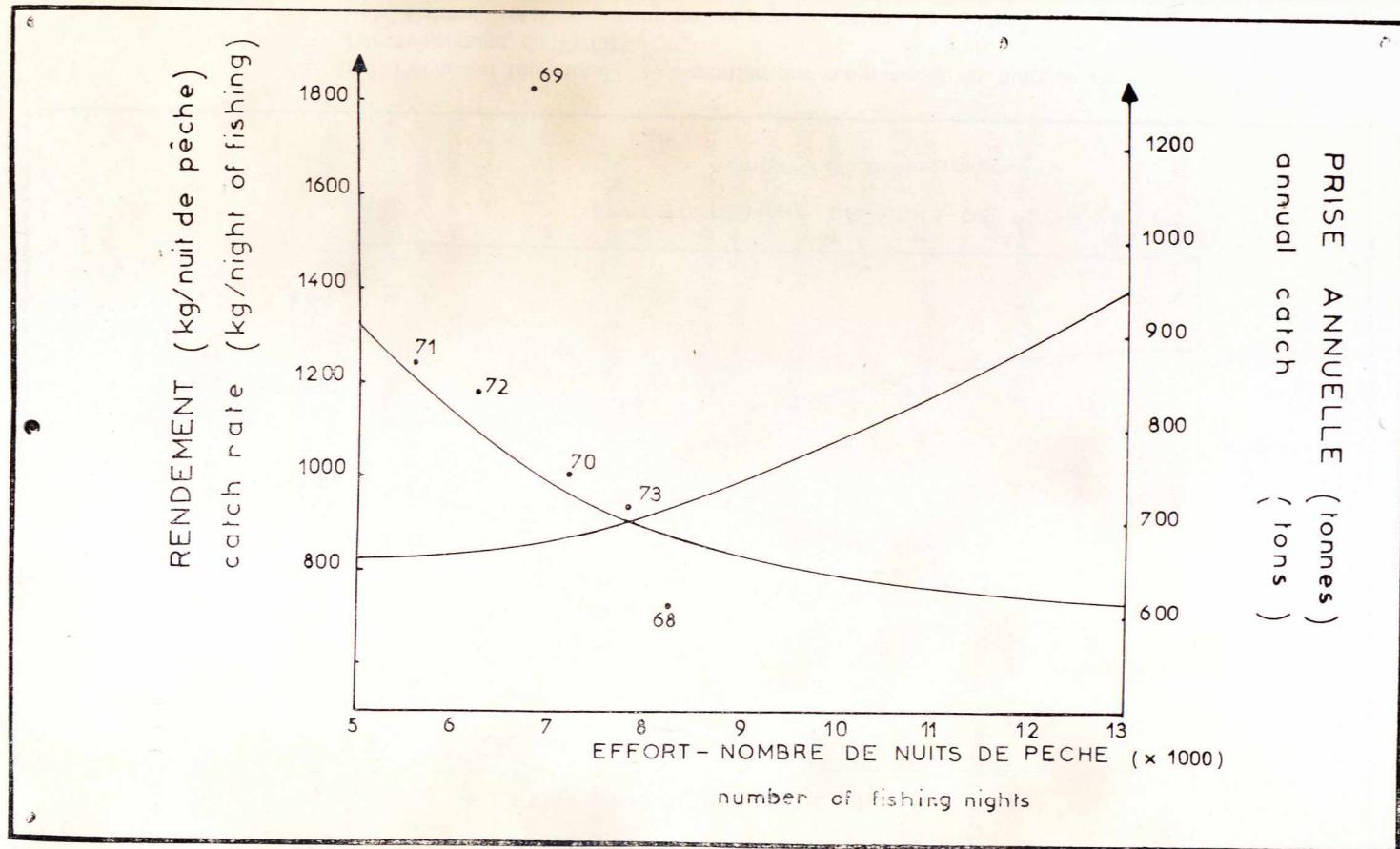


Fig. 9 : Pêche au feu (est-sud) — évolution des rendements en fonction de l'accroissement de l'effort.

Light fishing (east-south) — evolution of catch rates as related to the increase of effort.

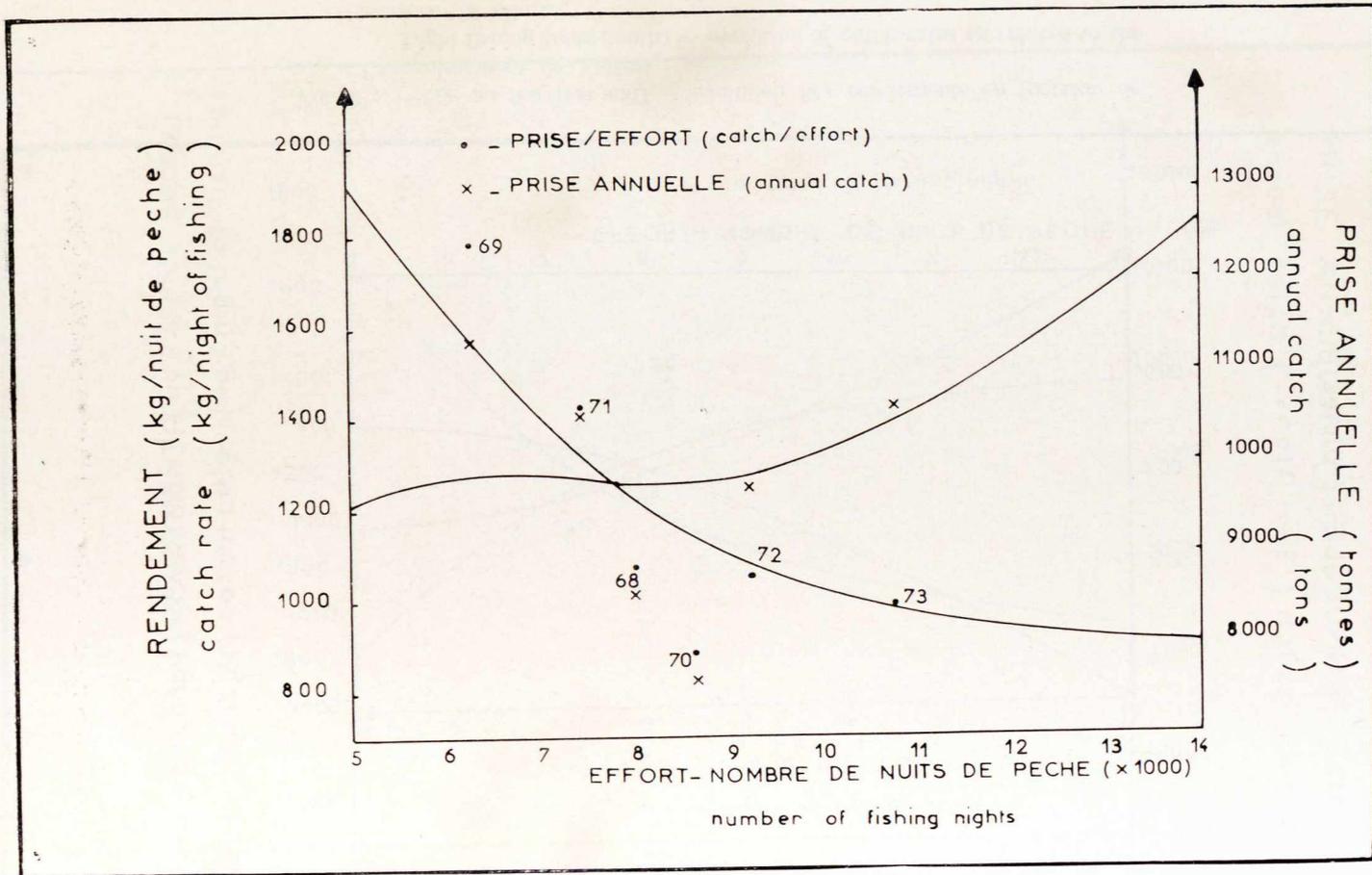


Fig. 10 : Pêche au feu (total) — évolution des rendements en fonction de l'accroissement de l'effort.  
 light fishing (total) — evolution of catch rates as related to the increase of effort.

## ANNEXE I

### *Montage de contrôle standard de l'échosondeur et de l'intégrateur d'échos utilisé au cours de la prospection*

#### ECHOSONDEUR

Echelle d'enregistrement	AI, 0 à 125 m
Lignes/cm	38 (vitesse de déroulement du papier : 25 mm)
Contrôle automatique de gain (TVG)	20 log R/O dB (-20 dB pendant l'étalonnage)
Discriminateur	4 variable
Mode	Ligne blanche (WL)
Bande passante et longueur d'impulsion	Large -1 (0,3 m sec.)
Puissance à l'émission	1/1
Gain de l'enregistrement	5

#### INTÉGRATEUR D'ÉCHOS

#### Canal A

#### Canal B

Gain	20 dB	10 dB (variable)
Seuil	3 (variable)	1
Intervalle	4-100 (variable)	4-100 m
Marqueur	ON	ON
Extension de l'échelle	x 10	x 10
Compensateur de vitesse	8 nœuds (manuel)	8 nœuds
Mode opératoire	3 (mille naut.)	3
Remise à zéro	Manuel	Manuel

## ANNEXE II

### *Étalonnage de l'équipement acoustique*

L'étalonnage du système hydroacoustique comprenait l'étalonnage acoustique et électronique du sondeur scientifique et l'étalonnage expérimental direct de l'intégrateur d'échos.

#### ECHOSONDEUR

L'étalonnage de l'échosondeur scientifique a été effectué au moyen d'un hydrophone d'essai calibré. Les valeurs de performance suivantes ont été obtenues pour la source d'émission (SL) et pour le voltage de réponse reçue (VR) :

$$SL = 11,8 \text{ (dB // 1 bar ref. // 1 m)}$$

$$VR = -0,5 \text{ (dB // 1 volt par } \mu \text{ bar)}$$

Les autres paramètres ont été mesurés comme suit :

Impédance du transducteur	:	68 shms
Puissance d'émission (élect.)	:	750 watts
Bande passante, large	:	2.843 Hz
étroite	:	960 Hz
Longueurs d'impulsion	1 :	0,30 millisecondes
	2 :	0,65 »
	3 :	0,10 »
	4 :	3,00 »
Gain du récepteur	:	83,6 dB

ÉTALONNAGE DIRECT DE L'INTÉGRATEUR D'ÉCHOS

L'étalonnage de l'intégrateur d'échos a été effectué sur des concentrations connues de poissons vivants, introduits dans une cage spéciale placée au centre du champ sonore selon la méthode décrite initialement par Johannesson et Losse (1973) et améliorée au Pérou (Johannesson et Robles, 1973).

Du poisson vivant de différentes tailles et espèces a été obtenu de prises à la senne tournante et gardé vivant pour les mesures dans un vivier immergé le long du bateau de recherche. Le montage général du système d'étalonnage est décrit à la figure A. La figure B représente l'équipement utilisé pour l'étalonnage.

Le but d'un tel étalonnage est de déterminer la constante d'étalonnage direct  $C$  figurant dans l'équation :  $B = C \times M$  (Midttun et Nakken, 1971) où  $B$  est la densité de biomasse en tonnes par mille nautique carré et  $M$ , la lecture d'intégrateur en millimètres. Ainsi, les problèmes théoriques majeurs sont éliminés et la probabilité d'obtenir un étalonnage satisfaisant est très grande puisque l'on intègre ainsi effectivement les valeurs d'échos et les constantes instrumentales. Ceci peut se vérifier par l'expression suivante :

$$C = \left[ \frac{1}{C_1 \cdot C_2 \cdot (\sigma/4\pi)} \right]^{1/2}$$

qui dérive de l'équation d'intégration de base (Forbes et Nakken, 1972) écrite sous la forme :

$$M/C_1 \cdot C_2 \cdot 1/R = \sigma/4\pi \cdot \rho_V$$

où  $C_1$  et  $C_2$  sont les constantes instrumentales se rapportant au SL et VR ci-dessus indiqués.  $R$  est l'intervalle d'intégration,  $V$  la densité du poisson dans un volume donné et la quantité  $\sigma/4$  est la section moyenne efficace de réverbération du poisson étudié. Comme précédemment, on aurait pu calculer directement  $C$  à partir de la formule :

$$C = 3,43 \cdot N \cdot \bar{w} \Delta R / V \cdot M = \rho_B / M \text{ (tonnes/mille}^2/\text{mm)}$$

dans laquelle  $\bar{w}$  et N sont respectivement le poids moyen (en grammes) et le nombre total de poissons dans la cage, V est le volume de la cage (2,40 m<sup>3</sup>) et R (1 m) et M les paramètres décrits précédemment.

Cependant, en raison du caractère multispécifique du stock de poisson à prospecter, des essais ont été faits en vue d'étudier les effets sur la constante ( $C = pB M$ ) pour des valeurs pB, différents à la fois en fonction de la densité et de la composition spécifique. Le nombre de poissons et la composition par espèce ont donc été changés dix fois : dix séries de valeurs correspondant aux valeurs de pB et M ont été ainsi obtenues. Chacune des dix séries d'intégration a duré deux heures au cours desquelles 24 lectures ( $\bar{M}$ ) ont été réalisées pour aboutir à la valeur moyenne  $\bar{M}$ . Les détails de ces mesures sont résumés sur le tableau 1 : les résultats sont présentés sous forme de courbes dans les figures C et D.

Finalement, la constante a été déduite de la pente de la courbe de régression calculée  $\Delta p_B / \Delta \bar{M}$ , représentée sur la figure D. On a obtenu ainsi :

$C = 4,2$  (tonnes/mille<sup>2</sup>/mm), réf. 2 milles nautiques d'où on a déduit la relation :

$$pB = 4,2 \times M \text{ (tonnes/mille}^2\text{)}$$

qui permet de convertir la lecture de l'intégrateur en densités absolues. Cette relation particulière correspond au montage de contrôle standard adopté et précédemment décrit (Annexe I).

Durant l'étalonnage, deux possibilités d'erreurs systématiques ont été examinées. L'une se rapporte à l'hypothèse du système récepteur lié au contrôle automatique de gain (TVG).

Environ 50 plongées d'inspection ont été effectuées afin d'observer *in situ* la mortalité et le comportement du poisson emprisonné. Sa distribution à l'intérieur du volume de la cage a paru assez uniforme durant toutes les expériences, sauf durant la série d'intégration N° II/1 (tableau 1), où le poisson était clairement aggrégé au centre de la cage; d'où une valeur  $\bar{M}$  anormalement élevée pour cette série. Ces observations pourraient suggérer que les fluctuations importantes de M, spécialement remarquées pour les valeurs élevées de pB (voir figure C) pourraient provenir du fait que *Boops boops*, espèce semi-pélagique et poisson relativement « statique », était l'espèce prédominante dans cette série d'ex-

périences. Ces expériences semblent montrer que des espèces plus activement pélagiques, comme *Trachurus trachurus* ou *Sardinella aurita*, ont tendance à se répartir plus uniformément dans le volume de la cage et par conséquent permettent d'obtenir la constante d'étalonnage pour des densités plus faibles de poisson.

Le contrôle automatique du gain (TVG) de l'échosondeur a été révisé et les mesures reportées sur le graphique TVG optimum, la profondeur d'étalonnage étant arbitrairement choisie comme référence. Le résultat de cette vérification apparaît sur la figure E où (a) est la fonction TVG théorique et (b), la droite observée. Il devient évident si l'on compare ces courbes et la profondeur moyenne de distribution des bancs et couches de poisson (entre 31 et 45 m) qu'un facteur de correction correspondant à une différence relative de 2,4 dB dans la densité de l'écho serait nécessaire. Le facteur  $K = 10 \exp 0,24 = 1,74$  a donc été appliqué aux données de « M » avant de calculer C.

On doit souligner que durant l'intégration, le gain de l'échosondeur a été réduit à -20 dB dans le but d'éviter la non-linéarité et la saturation du système récepteur entraînées par l'échelle réduite et la densité relativement élevée du poisson.

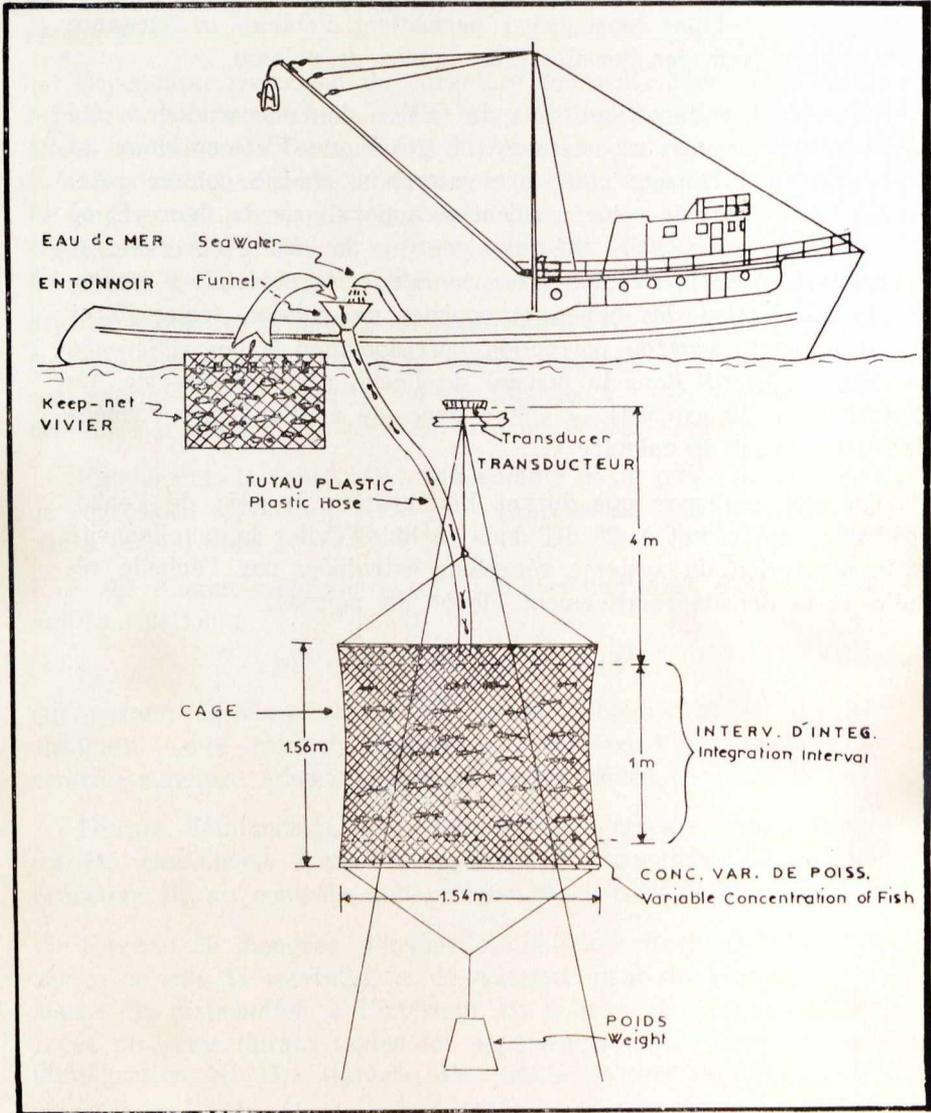


Fig. A : Arrangement pour la calibration directe de l'écho-intégrateur.  
Arrangement for the direct calibration of echo-integrator.

Tableau A

## Résumé des données de la calibration directe

## Table

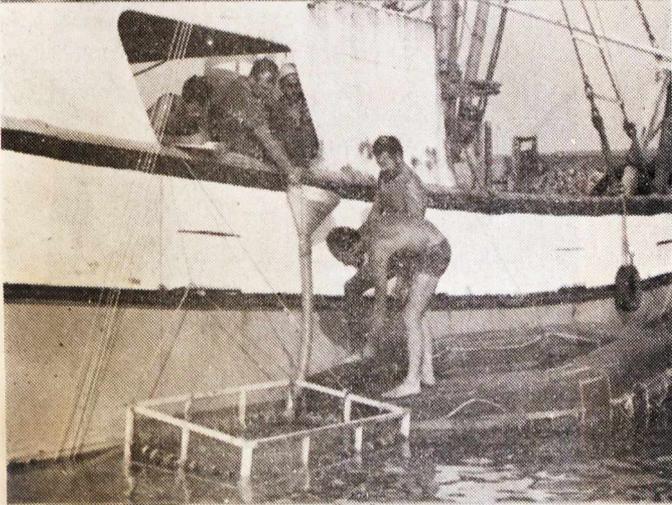
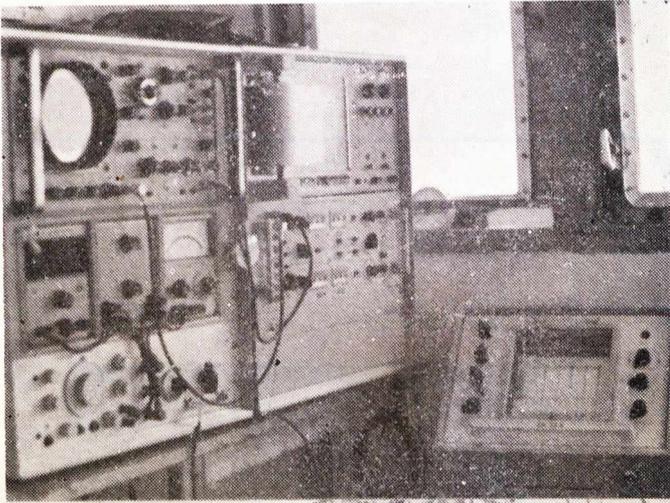
## Summary of direct calibration data

\* Partout où il était approprié, les figures ont été corrigées pour la mortalité du poisson

Wherever appropriate, figures have been corrected for fish mortality

Bb = Boops boops ; Tt = Trachurus trachurus ; Sa = Sardinella aurata ; Sp = Sardina pilchardus ;  
Sj = Scomber japonicus

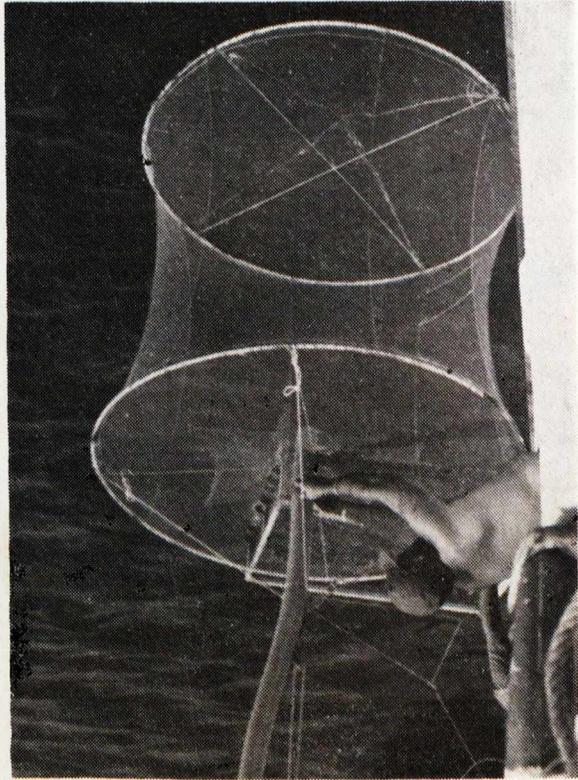
Exp. N°	Serie N°	Espèces Species	Nb de poissons Fournis Nb of fish supplied	Poids moyen Mean weight $\bar{w}$ (g)	Poids total Total weight W (kg)	Taille moyenne Mean length LT (cm)	$\bar{P}_V^+$ Poisson/m <sup>3</sup> Fish/m <sup>3</sup>	$\bar{P}_B^+$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\bar{M}$ (mm)
I	1	Sa	12	94,8	1,14	23,7	5,4	0,48	12,9
I	2	Sa	14	94,8	1,33	23,7	6,7	0,63	8,9
I	3	Sa Tt Sj Bb	4 19 5 1	94,8 63,2 120 59,4	0,38 1,20 0,60 0,06	23,7 20,8 24,3 19,0	17,4	1,41	17,4
II	1	Sa Tt Sj Bb	3 4 1 40	120 59,3 160 59,4	0,36 0,24 0,16 2,38	27,0 21,2 30,5 19,0	20,0	1,31	25,3
II	2	Sa Tt Bb	5 10 34	120 59,3 59,4	0,60 0,59 2,02	27,0 21,2 19,0	40,0	2,65	18,5
II	3	Bb Tt	76 21	59,4 59,3	4,51 1,25	19,0 21,2	80,0	5	30,6
II	4	Bb Tt Sa	66 25 1	59,4 59,3 120	3,92 1,48 0,12	19,0 21,2 27,0	112,0	7,13	52,8
III	1	Sa Sp	4 20	62,5 45	0,25 0,90	22,6 17,2	8,8	0,42	3,9
III	2	Sa Tt Sj	4 28 1	62,5 67,2 160	0,25 1,88 0,16	22,6 21,2 30,5	20,0	1,36	16,8
III	3	Sa Tt Bb Sj	1 38 183 2	62,5 67,2 46,3 160	0,06 2,56 8,47 0,32	22,6 21,1 16,9 30,5	110,0	6,19	52,3



1. Equipement hydro-acoustique sur le pont du Hannoun.  
Hydro-acoustic equipment on the bridge of R/V Hannoun.

2-3. Approvisionnement en poissons.  
Feeding in the fish.

Fig. B : Equipement utilisé pour la calibration directe.  
Equipment used for the direct calibration.



4. Cage avec tuyau en plastique.  
Net cage with plastic hose.

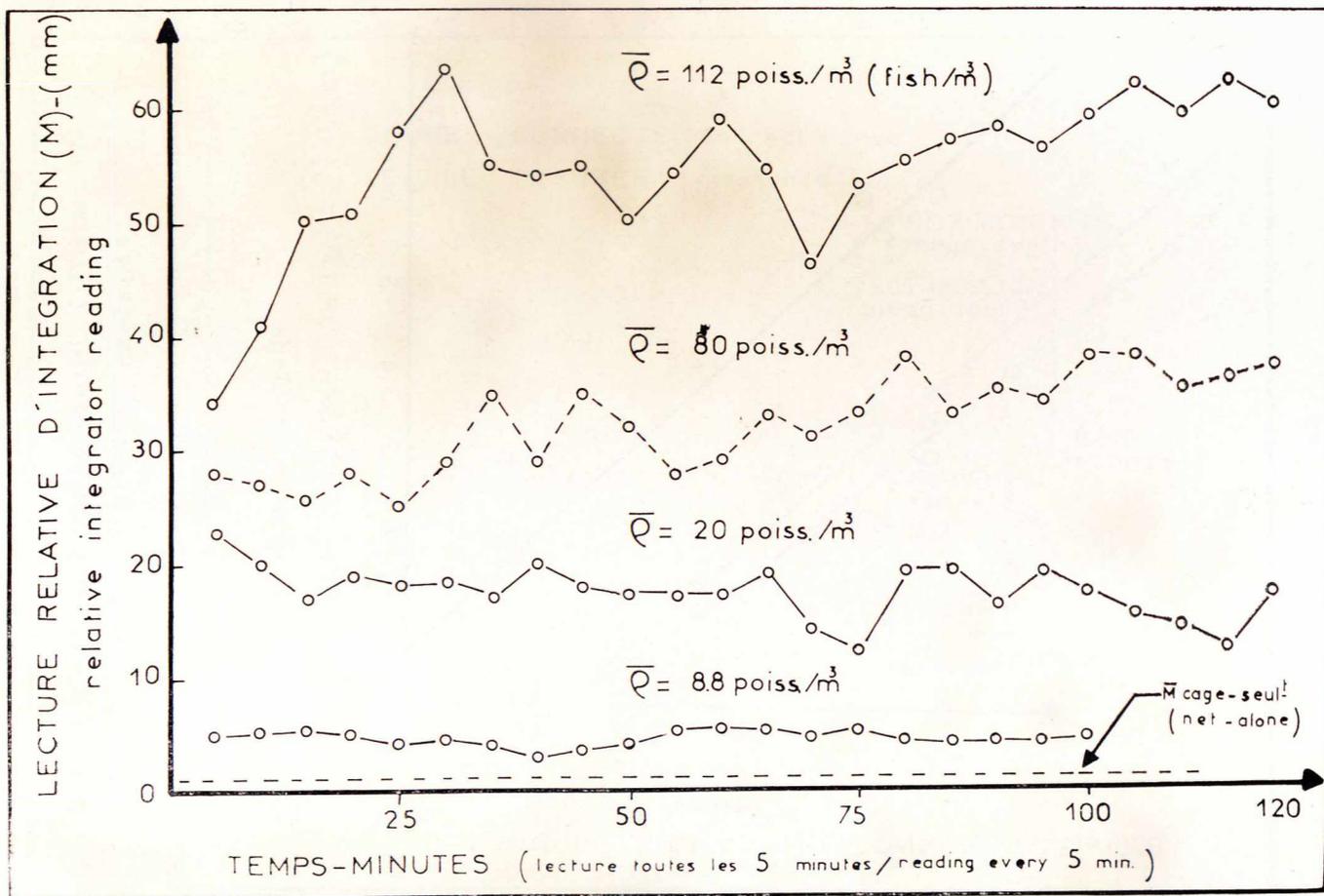


Fig. C : Calibration directe de l'écho-intégrateur.  
Direct calibration of the echo-integrator.

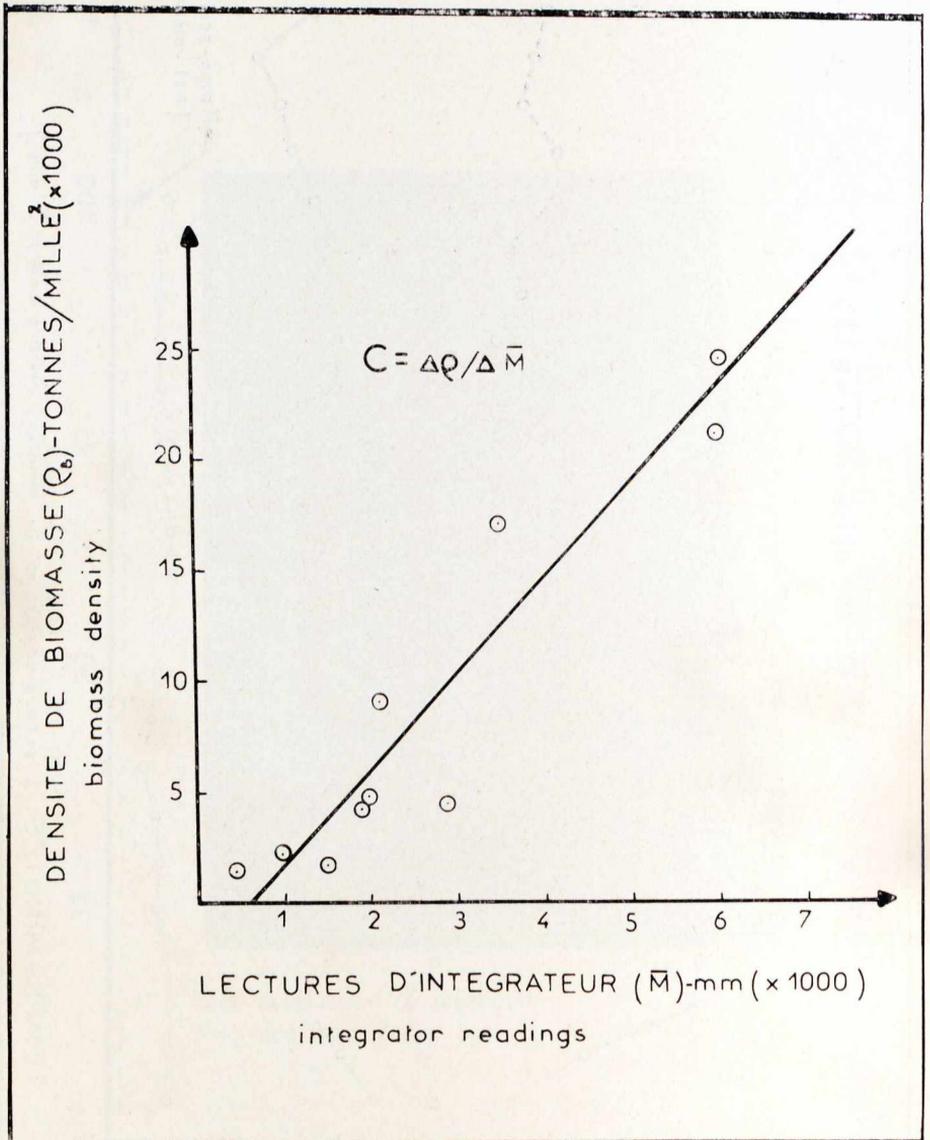


Fig. D : Calibration directe de l'intégrateur.  
Direct calibration of the echo-integrator.

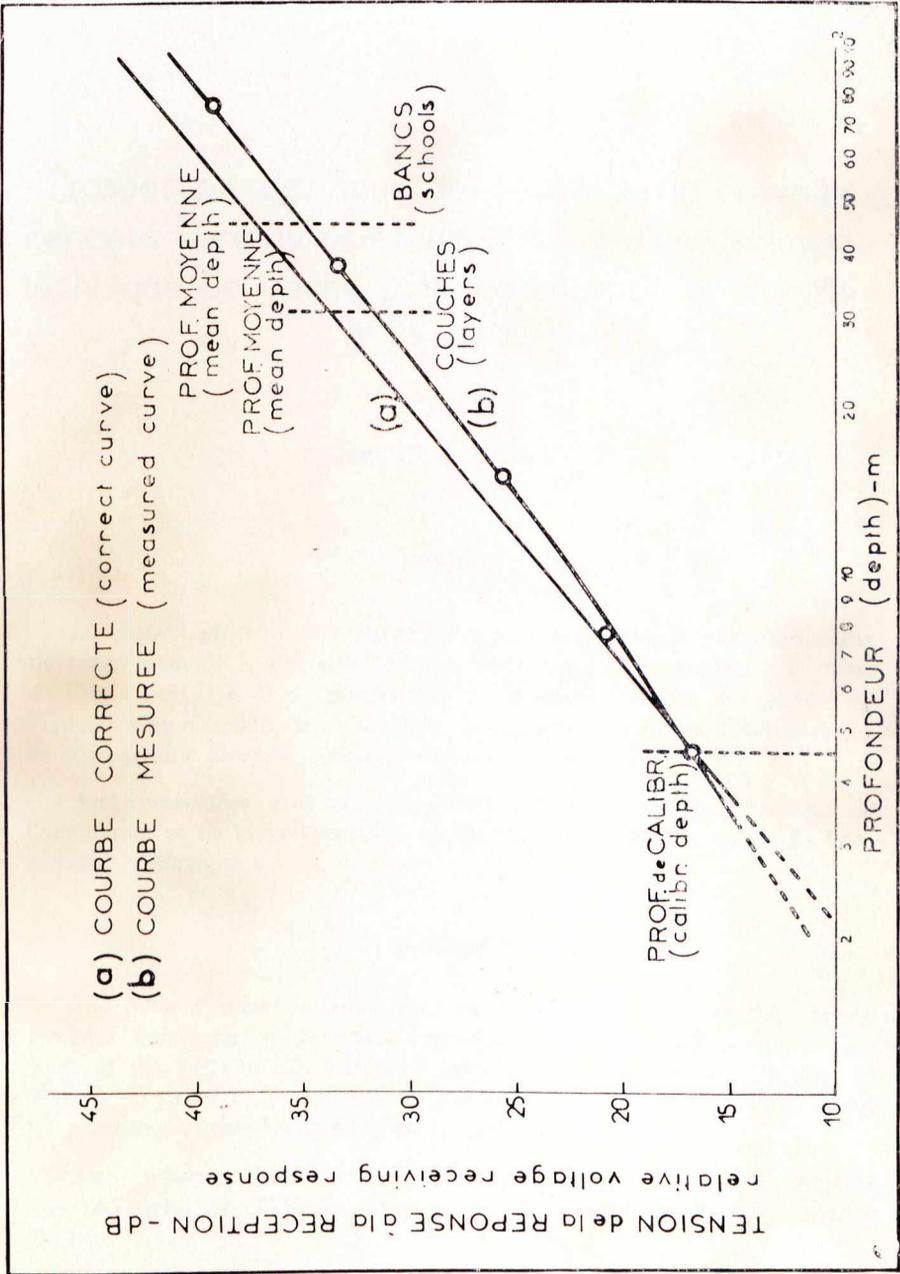


Fig. E : Fonction T V G.  
Fonction T V G.