

Une méthode acoustique rapide d'évaluation des stocks de poissons pélagiques côtiers : l'écho-intégration

par

B. STEQUERT et F. GERLOTTO

Océanographes biologistes de l'O.R.S.T.O.M.

14 NOV. 1983

O. R. S. T. O. M. Fonds Documentaire

N° : 3709ex1
Cote : B

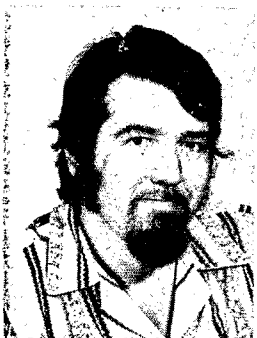
B3709 ex 1

9 NOV. 1977

Extrait de « La Pêche Maritime » de mars 1977.

Collection de Référence

18862 Ocen.



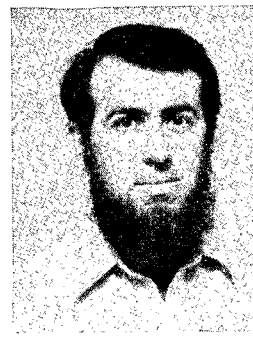
B. STEQUERT

Une méthode acoustique rapide d'évaluation des stocks de poissons pélagiques côtiers : l'écho-intégration

par

B. STEQUERT et F. GERLOTTO

Océanographes biologistes de l'O.R.S.T.O.M.



F. GERLOTTO

Introduction

Le but final de la biologie des pêches consiste à établir un modèle d'exploitation rationnelle des stocks d'une région. Pour cela, il est indispensable d'obtenir des statistiques de pêche nombreuses et portant sur plusieurs années. L'obtention de ces statistiques est souvent difficile et toujours longue. Pour remédier à ces inconvénients et pour pouvoir étudier les stocks vierges ou ceux pour lesquels les statistiques sont insuffisantes, les chercheurs ont eu recours depuis longtemps à l'écho-sondage. Cette méthode, qui consiste à observer les traces laissées par les échos des poissons sur les bandes de sondeur, a l'avantage d'être rapide et de donner des renseignements là où la pêche professionnelle ne peut en fournir. On utilise plusieurs méthodes de traitement pour évaluer la biomasse à partir des bandes de sondeur : comptage des échos de poissons isolés, établissement d'une échelle de gradation de densité des échos, etc.

Mais toutes ces méthodes ont en commun un défaut important : elles dépendent du jugement de l'expérimentateur et ne peuvent que dans des conditions très particulières donner des renseignements fiables d'ordre quantitatif. Il a donc fallu créer un matériel pouvant donner des résultats non subjectifs. C'est dans ce but que, vers 1968, a été mis au point l'écho-intégrateur, appareil qui mesure directement l'intensité des échos reçus par le sondeur. Il devenait alors possible d'obtenir des résultats quantitatifs objectifs à partir de l'écho-surveillance.

Principe de l'écho-intégration

L'écho reçu par le sondeur est proportionnel à la surface réfléchissante de la cible. Dans le cas des poissons, il dépend donc du poids de l'animal, les gros individus d'une espèce donnant des échos plus forts que les petits. On peut démontrer en fait que le carré de la tension reçue au niveau du sondeur est proportionnel au poids du poisson. A condition de pouvoir compenser les pertes de propagation dues à la distance de la cible au transducteur, ce qui se fait aujourd'hui automatiquement au niveau du sondeur, il suffit alors, après avoir élevé au carré la tension reçue, d'intégrer les valeurs des échos sur une longueur de parcours choisie appelée « distance de calibration », pour obtenir par unité de distance des chiffres relatifs proportionnels aux biomasses observées. Il reste ensuite à extrapoler ces valeurs à la surface totale du secteur étudié pour obtenir une image de la biomasse de poissons dans ce secteur.

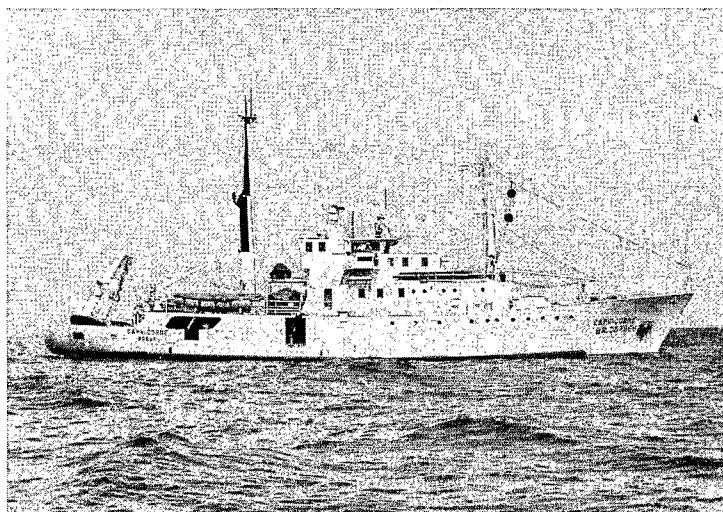
Historique

L'établissement des principes d'acoustique et la mise au point technologique et méthodologique de l'écho-intégration ont été effectués au même moment par les Norvégiens de Bergen et les Américains de Seattle vers 1968. Si les principes sont les mêmes, le matériel diffère quelque peu. Les organismes de recherche européens, et en particulier l'O.R.S.T.O.M., utilisent presque exclusivement le matériel norvégien, et les méthodes

mis au point à Bergen. La transposition de ce matériel et de ces méthodes aux régions tropicales s'est avérée cependant assez difficile. En effet, les eaux du nord de l'Europe offrent des conditions particulièrement propices aux surveillances acoustiques : les couches d'eau sont homogènes et ne présentent pratiquement pas de discontinuité thermique (thermocline) marquée, ce qui favorise la transmission régulière des sons ; les biomasses pélagiques sont la plupart du temps très importantes et formées de très peu d'espèces : en général, une seule d'entre elles est largement dominante (morue, capelin, hareng, etc.), ce qui simplifie les problèmes d'interprétation ; enfin, les eaux froides sont, durant une grande partie de l'année, presque complètement dépourvues de plancton.

Ces conditions particulières ont permis aux océanographes de l'Institut de biologie des pêches de Bergen de développer leurs études sur l'écho-surveillance depuis les années 60 et sur l'écho-intégration depuis 1967.

Ces études ont débuté à l'O.R.S.T.O.M. à partir de 1973. Le premier travail consistait à adapter au milieu atlantique tropical le matériel et les méthodes existants. En effet, ce milieu se caractérise en général par une thermocline marquée près de la surface, des stocks très riches en plancton et en micronecton (couches diffusantes). De plus, l'atmosphère chaude et humide est un facteur de variation important des caractéristiques du matériel électronique. Depuis 1973, les océanographes biologistes de l'O.R.S.T.O.M. ont pu néanmoins prospecter le plateau continental d'une bonne partie de l'Afrique de l'Ouest (Congo, Gabon, Ghana, Côte d'Ivoire, Sénégal et Mauritanie) et étudient actuellement plus en détail les eaux sénégalaises et gambiennes ainsi que la région équatoriale du golfe de Guinée.



(Photo Slepoukha)

Fig. 1 : Navire océanographique « Capricorne »

Matériel

Le matériel utilisé est installé sur le N.O. « Capricorne », navire de recherches de 46 m, déplaçant 650 tonnes en charge, pouvant accueillir 12 chercheurs et mis à la disposition de l'O.R.S.T.O.M. par le C.N.E.X.O. (fig. 1). Ce bateau est prévu pour pêcher au chalut, et peut indifféremment être gréé pour la pêche de fond ou la pêche pélagique.

L'équipement de base d'une chaîne de détection acoustique comporte un sondeur, un intégrateur et son enregistreur (fig. 2). A cet ensemble peut s'ajouter un oscilloscope et un sonar. Le « Capricorne » dispose de deux sondeurs scientifiques Simrad EK de 38 et 120 kHz, d'un intégrateur Simrad QM, et d'un sonar Simrad. Suivant l'étude entreprise on choisit de coupler à l'intégrateur, l'un ou l'autre des sondeurs. On sait en effet que l'augmentation de la fréquence sonore entraîne un gain dans la définition accompagnée d'une baisse dans la portée du sondeur. Les basses fréquences sont donc plutôt destinées aux études sur les poissons et les zones profondes, les hautes fréquences aux travaux sur le plancton et les zones peu profondes.

L'ensemble du matériel est placé dans un local climatisé afin de réduire au maximum d'éventuelles variations des caractéristiques des appareils dues à des conditions climatiques fluctuantes.

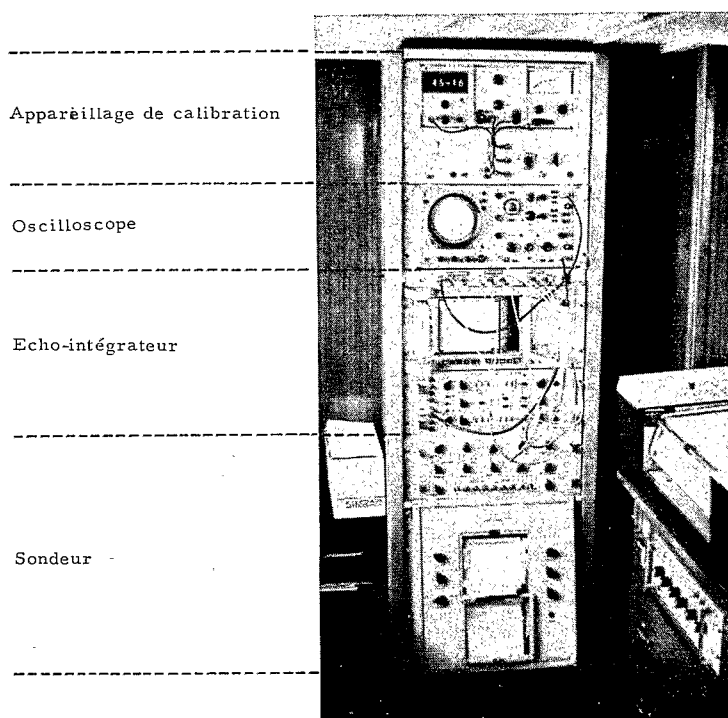


Fig. 2 : Ensemble de détection et d'écho-intégration du N/O « Capricorne »

Méthodes

Une campagne d'écho-intégration consiste à couvrir la région étudiée par un parcours en radiales plus ou moins espacées suivant la précision que l'on désire et compatible avec le temps dont on dispose. Le sondeur échantillonne ainsi un certain volume d'eau et en donne une image sur la bande d'enregistrement (fig. 3). Les impulsions reçues par ce sondeur sont transmises à l'intégrateur qui fournit, pour la distance de calibration choisie, soit 2 milles, un enregistrement graphique proportionnel à la biomasse. La densité de celle-ci est donc décrite par une série de valeurs relatives pour chaque intervalle de 2 milles le long des radiales. Il suffit alors de considérer ensemble les deux enregistrements afin de déterminer pour chaque détection des valeurs relatives de la biomasse (fig. 3). Ces valeurs sont ensuite extrapolées à la portion de surface de la zone située de part et d'autre de la radiale.

Outre ces renseignements, un certain nombre de données annexes peuvent être recueillies durant la campagne à partir des différents appareils. Le sondeur donne, de la répartition spatiale de la biomasse, une image à partir de laquelle il est possible de séparer les différentes populations formant la biomasse totale : poissons de fond, poissons pélagiques, plancton, essentiellement. Le nombre et le volume des bancs de poissons présents dans la couche d'eau considérée peuvent être mesurés sur l'enregistrement. L'image vue sur les bandes de sondeur permet également de déterminer la part de chacune des différentes populations dans la biomasse enregistrée par l'intégrateur (on peut par exemple connaître la densité des bancs).

L'intégrateur possède deux canaux indépendants qui séparent le volume échantillonné en deux couches d'eau. Il est ainsi possible de connaître la biomasse des poissons pélagiques et celle des poissons de fond séparément.

Durant la campagne, le sonar est également utilisé pour compter les bancs de poissons pélagiques. Pour cela il est orienté à 90° de la route du bateau et prospecte horizontalement la couche d'eau parallèle à la radiale (fig. 4). On peut alors, en délimitant sur l'enregistrement une surface de 1 mille carré, connaître le nombre de bancs présents par unité de surface dans la zone, ainsi que leur répartition géographique.

Cette prospection doit être accompagnée d'une série de pêches de contrôle. En effet, il est important de connaître la composition spécifique dans les différentes zones du secteur étudié pour plusieurs raisons. Tout d'abord, il est indispensable de savoir de quelles espèces se compose la biomasse observée. Cette composition spécifique peut varier notablement d'un point à un autre. Il faut donc connaître ces variations afin d'attribuer à chaque espèce la part qui lui revient dans l'évaluation de la biomasse totale. D'autre part, il est intéressant de connaître pour chaque espèce les proportions des différentes classes de taille. Ceci permet d'avoir des idées sur la mortalité et le recrutement de chaque population.

Certaines mesures supplémentaires doivent être effectuées pendant la campagne, en route et à l'arrêt, afin de déterminer les « intensités de réflexion des cibles ». En effet, chaque espèce de poisson possède des caractéristiques anatomiques et physiologiques différentes, entraînant, pour des poissons de même poids, des échos d'intensité différente. A partir de ces renseignements, il est facile d'évaluer les valeurs relatives des biomasses de poisson par secteur, par espèce, par périodes, etc., en extrapolant les résultats à l'ensemble de la zone étudiée.

Il reste alors à transformer ces valeurs relatives en valeurs absolues (poids de poisson). Il existe à l'heure actuelle deux méthodes principales pour cela. Toutes deux sont basées sur l'étalonnage de l'intégrateur à partir de la détection d'un volume d'eau à densité pondérale de poisson connue.

— La première méthode consiste à parcourir avec le navire un secteur où le poisson est suffisamment dispersé pour pouvoir être compté et où ne se trouve qu'une espèce (ou le plus petit nombre possible d'espèces). De plus, les concentrations de plancton doivent y être négligeables. Il devient alors possible, connaissant le nombre de poissons détecté, le volume d'eau échantillonné, et la taille moyenne des poissons (obtenue par des pêches de contrôle), de relier les valeurs établies par l'intégrateur à des valeurs de biomasse. Cette méthode est plus particulièrement utilisée par les Norvégiens, dont les eaux présentent des caractéristiques favorables.

— L'autre méthode consiste à placer une cage en filet suffisamment grande sous le faisceau du sondeur et à y introduire des poissons vivants (fig. 5). Cela donne alors une densité facile à mesurer que l'on peut rattacher à l'intégration correspondante. C'est cette dernière méthode qui est actuellement utilisée par les chercheurs de l'O.R.S.T.O.M.

Applications et intérêt pour la pêche

L'écho-intégration est une méthode d'évaluation des stocks qui offre l'intérêt d'être rapide. A titre d'exemple, une campagne d'écho-intégration dans les eaux sénégalaises a permis d'obtenir en huit jours une représentation complète de la biomasse présente sur le plateau continental. Les divers renseignements que donne une telle campagne permettent en effet d'acquérir un certain nombre de connaissances sur l'aire prospectée.

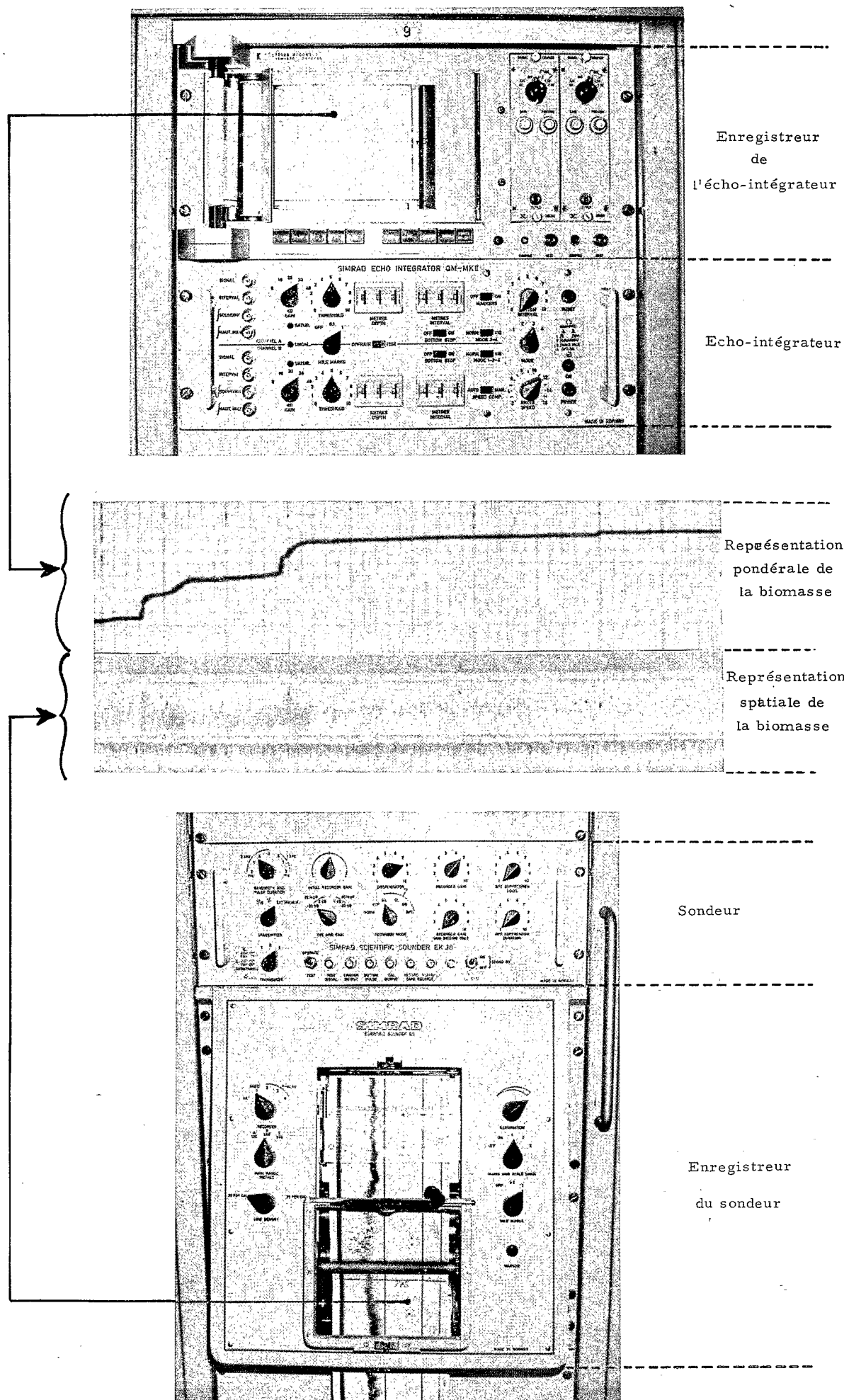


Fig. 3 : Exemple de correspondance entre les enregistrements du sondeur et de l'écho-intégrateur (plateau continental sénégalais, avril 1976).

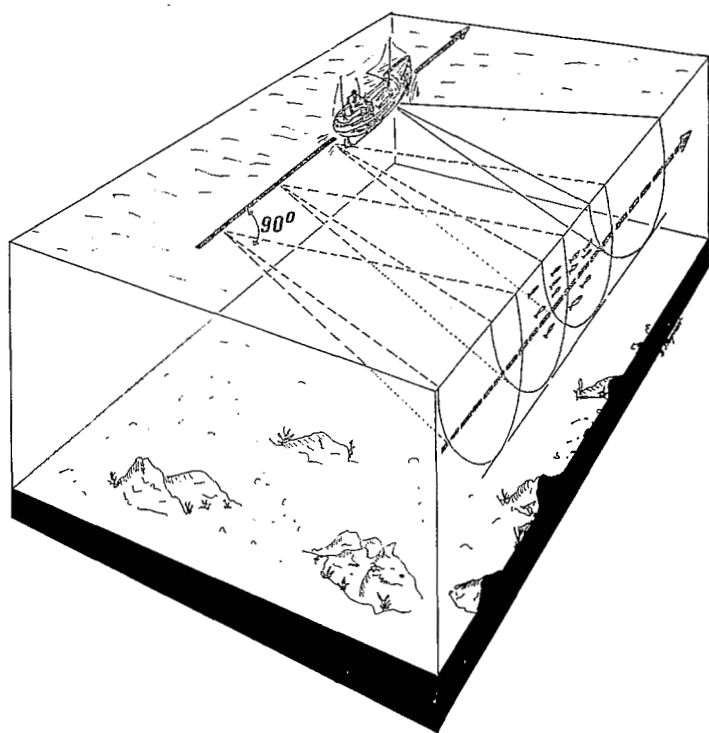


Fig. 4 : Utilisation du sonar lors d'une campagne d'écho-intégration et exemple d'enregistrement

Tout d'abord, on possède une valeur globale en tonnes des quantités de poissons du secteur. Nous avons pu, par exemple, mesurer la biomasse présente dans les eaux sénégalaises, et l'évaluer à 1,2 million de tonnes, à savoir 800 000 t entre le cap Roxo et Dakar et 400 000 t entre Dakar et Saint-Louis.

Cette biomasse peut être étudiée de façon plus détaillée, et donner lieu à l'établissement de cartes de répartition des concentrations en poisson (fig. 6). Dans l'exemple que nous citons, les poissons sont plus particulièrement concentrés sur les côtes du Sénégal dans quatre secteurs :

- de Mbour à l'embouchure du Saloum, sur les fonds de moins de 20 m (77 000 t sur 300 milles carrés) ;
- de la Gambie au cap Roxo, sur les fonds de 10 à 20 m (134 000 t sur 650 milles carrés) ;
- dans la même zone, sur les fonds de 30 à 50 m (236 000 t sur 250 milles carrés) ;
- au niveau de la fosse de Cayar, au nord de Dakar (100 000 t sur 250 milles carrés).

On peut ensuite donner les proportions des espèces présentes dans ces biomasses et mettre ainsi à la disposition des personnes intéressées des cartes de répartition du poisson pour les principales espèces. Dans la région sénégalaise, des concentrations de sardinelles, de chinchards, etc., dont les quantités respectives ont pu être calculées, ont été mises en évidence.

Un quatrième point extrêmement intéressant à connaître est la proportion que représente chaque génération pour une espèce donnée, et particulièrement ce que représentent les juvéniles par rapport à l'ensemble du stock. Ceux-ci n'apparaîtront que plus

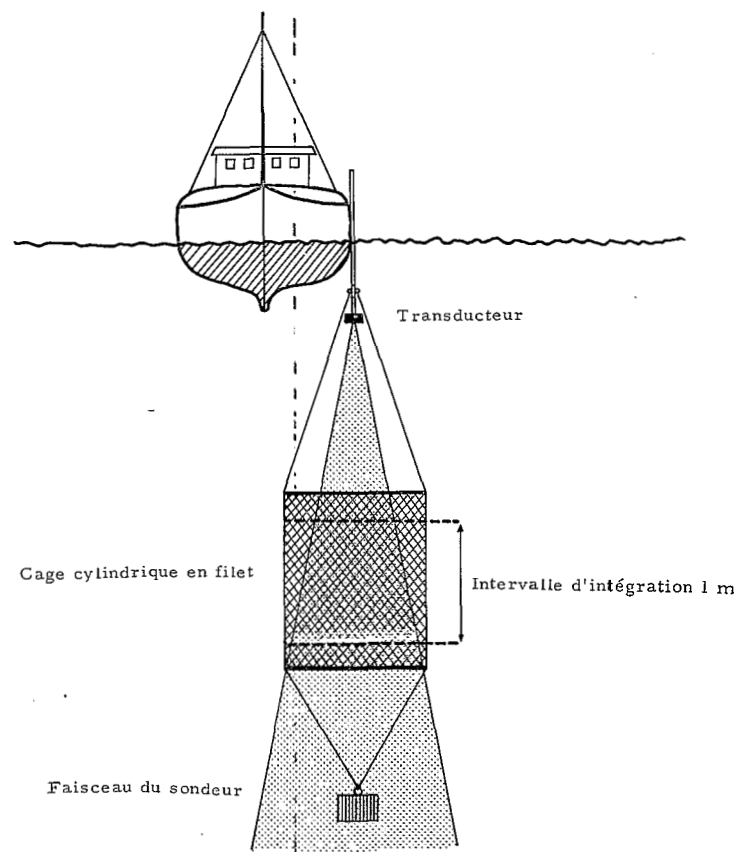


Fig. 5 : Méthodes de détermination de la constante d'intégration (d'après Johannesson, 1973)

tard dans les pêches, et il est très utile de connaître à l'avance l'importance que pourra représenter la nouvelle classe dans la pêche au moment du recrutement.

L'écho-intégration peut également donner un grand nombre de renseignements concernant l'écologie et le comportement des poissons. Cette méthode par exemple, apporte la confirmation du comportement déjà connu des poissons pélagiques qui sont éparpillés dans la couche d'eau la nuit et concentrés en bancs le jour. De la même manière, il est aisé de suivre les évolutions des poissons de fond qui montent la nuit en pleine eau et redescendent sur le fond pendant la journée.

Les déplacements quotidiens des concentrations de poissons sont un autre exemple de comportement intéressant la pêche et facile à suivre. Il a été mis en évidence, par exemple, un déplacement entre la côte et le large (au-dessus des fonds de 50 m) des poissons pélagiques de la région de Cayar : les poissons dispersés sont dans les eaux du large la nuit, et se concentrent en bancs vers la côte le jour.

Enfin, il est possible de lier les diverses concentrations observées à des paramètres tels que la nature du fond, la température, etc., et de suivre les migrations annuelles des poissons dans une zone. C'est ainsi que l'on retrouve chaque année vers avril une forte concentration de jeunes poissons qui remontent progressivement du cap Roxo vers le nord.

Difficultés actuelles et évolution de la technologie

Malgré leur apparente simplicité, les études de biologie des pêches à l'aide d'écho-intégrateurs se heurtent à un assez grand nombre de difficultés, que l'on peut regrouper en deux points principaux : problèmes liés à l'échantillonnage et problèmes liés aux performances du matériel.

L'échantillonnage est un point absolument capital dans une campagne d'écho-intégration. Il est en effet essentiel d'avoir une représentation exacte de la population surveillée. Or il est extrêmement difficile avec un seul engin de pêche, d'échantillonner

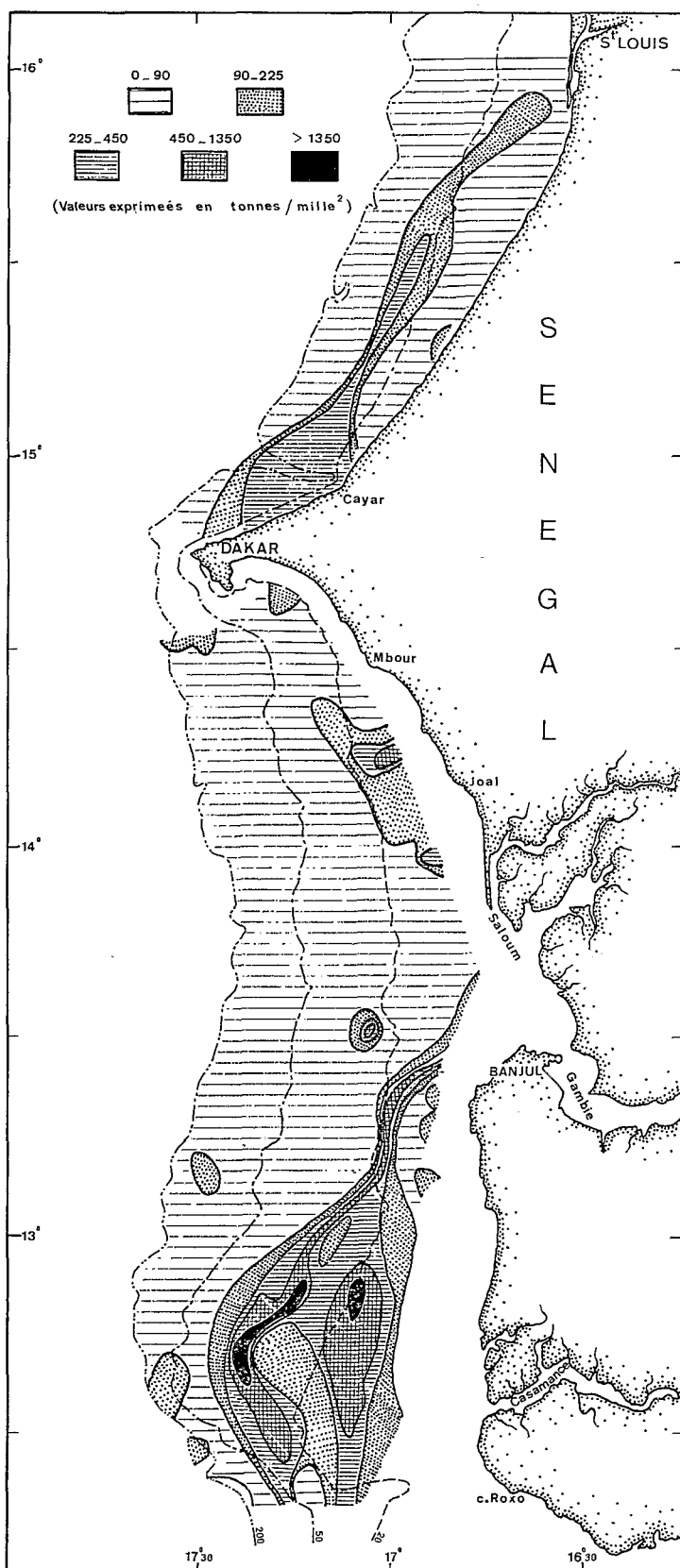


Fig. 6 : Répartition de la biomasse sur le plateau continental sénégalais en avril 1976

correctement une zone : d'une part, chaque type de filet pêche dans un milieu différent aux caractéristiques de fond, de profondeur et de courant particulières ; d'autre part, la sélectivité de chaque engin fait qu'une partie de la population nous échappe à chaque échantillonnage. Ce problème est particulièrement aigu dans les eaux tropicales où les espèces sont souvent mélangées : on ne peut pêcher à la fois de grosses sardinelles et des anchois.

Une étude d'écho-intégration recueille un très grand nombre de données de nombreuses sources différentes : données acoustiques (biomasses, concentrations, répartition, etc.), données biologiques (proportions des différentes espèces, structures des populations, comportement migratoire, etc.), données physiques (température, gradients thermiques, courants) et données de statistiques de pêche éventuellement. L'utilisation de ces divers renseignements pour une interprétation rapide des données exige des moyens de calcul importants, faute desquels on se heurte rapidement à un retard inévitable dans les publications des résultats.

Enfin, d'un point de vue plus strictement technologique, on s'aperçoit de plus en plus que le matériel dont on dispose fait disparaître une part des informations susceptibles d'être obtenues à partir d'un sondeur. En effet l'intégrateur ne peut séparer la couche d'eau sondée qu'en deux tranches et ne peut donc donner de renseignements très détaillés. Il peut être intéressant de séparer à la fois plusieurs concentrations d'espèces visiblement différentes dans un même lieu (par exemple, du plancton en surface, des poissons pélagiques en pleine eau et des poissons de fond), ou d'étudier la même détection avec des réglages différents, etc. L'écho-intégrateur ne peut guère donner que des valeurs globales de biomasse, et les parts de celle-ci dues aux différentes populations présentes dans les détections doivent être attribuées de façon parfois subjective par le chercheur.

L'évolution de la technologie acoustique s'oriente donc actuellement vers une disparition du calculateur analogique relativement grossier qu'est l'écho-intégrateur, au profit d'ordinateurs qui peuvent à la fois transformer les signaux reçus du sondeur en valeurs de biomasse, comme le fait l'écho-intégrateur, conserver à ces données un caractère très détaillé (en particulier, on peut séparer la couche d'eau en autant de parties que l'on veut), opérer un premier dépouillement et stocker les données sous le format souhaité. Il est également possible d'intégrer à ces données les autres paramètres recueillis au cours d'une campagne, tous les appareils d'enregistrement automatique (salinomètres, thermographes, etc.) pouvant être reliés directement à l'ordinateur. Enfin, celui-ci peut recevoir également tous les paramètres biologiques et effectuer les calculs nécessaires à l'interprétation d'une campagne.

La deuxième évolution importante de la technologie de l'écho-intégration concerne l'échantillonnage. On tend, en effet, actuellement à se tourner de plus en plus vers des techniques électroniques d'échantillonnage. En effet, un certain nombre de paramètres biologiques nécessitent toujours d'effectuer des pêches par les moyens de capture classiques. Il s'agit des mesures effectuées directement sur le poisson : mesures de longueur, de maturité sexuelle, etc. Par contre, certains paramètres peuvent être obtenus différemment. Par exemple, la reconnaissance des espèces pourrait se faire par l'emploi de caméras de télévision immergées.

Néanmoins, la technologie de l'échantillonnage n'offre pas encore dans ses perspectives d'avenir de moyens de collecte très satisfaisants, et certaines espèces nous échappent toujours (céphalopodes, thons...). Il s'agit là du principal facteur limitant dans l'utilisation des techniques d'évaluation des stocks par écho-intégration, et ceci tout particulièrement dans les eaux tropicales.

Conclusion

Une fois les problèmes technologiques et méthodologiques maîtrisés, l'écho-intégration apparaît comme un moyen privilégié de gestion rationnelle des stocks de poissons. En effet, une campagne d'écho-intégration en rassemblant un grand nombre de paramètres et en donnant des résultats quantitatifs sur les répartitions des biomasses en fonction de nombreux facteurs, permet de fournir à la pêche des renseignements de trois sortes :

- à courte échéance, il est possible de fournir à la fin de chaque campagne, soit pratiquement en temps réel, un dossier complet sur la situation générale des stocks,

- à plus longue échéance, l'écho-intégration fournit des prévisions sur l'importance que prendra dans une pêcherie la classe d'âge au moment du recrutement : il est en effet possible d'estimer la biomasse d'une génération de poissons avant que celle-ci soit exploitée par les pêcheurs, donc de planifier les efforts de pêche à fournir dans un avenir proche,

— enfin à long terme, par l'étude sur plusieurs années des variations des biomasses des stocks, l'écho-intégration peut donner des renseignements susceptibles d'être introduits dans des modèles dynamiques de gestion des stocks.

A ces renseignements, il convient d'ajouter l'intérêt que présente l'écho-intégration comme méthode exploratoire; il est possible en effet de prospector des zones vierges et d'en estimer la biomasse éventuellement exploitable par des moyens traditionnels, mais aussi de rechercher des stocks nouveaux dans des zones déjà exploitées avec des engins inadaptés.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- FORBES (S.T.), NAKKEN (O.), 1972. — Manuel des méthodes de prospections et d'évaluation des ressources halieutiques. Deuxième partie : Emploi d'instruments acoustiques pour détecter le poisson et en estimer l'abondance. *Manuels F.A.O. de sciences halieutiques* n° 5.
- GERLOTTO (F.), STEQUERT (B.), LE PHILIPPE (V.), FREON (P.), 1976. — Répartition et abondance des poissons pélagiques côtiers du plateau continental sénégalais évaluées par écho-intégration en avril-mai 1976. *Doc. Sci. Centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye*, n° 62, 30 p. + Annexes.
- JOHANNESSON (K.A.), LOSSE (G.F.), 1973. — Some results of observed abundance estimations obtained in several PNUD/FAO Resource Survey. *Projects Symposium on Acoustic Methods in Fisheries Research*, n° 3, 77 p., FAO WS/D 9180, 77 p.
- MARCHAL (E.), BOELY (T.), 1976. — Evaluation acoustique des ressources en poisson du plateau continental ouest-africain (22°N à 11°N). *Comm. Congrès ichtyologistes de France* : sept. 1976. 2 p.
- MIDTTUN (L.), NAKKEN (O.), 1971. — On acoustic identification sizing and abundance estimation of fish. *Fish Dir. Skr. Sér. Havaunders*, 16 : 36-48.

