

**L'hydroacoustique appliquée aux stocks
insulaires tropicaux
(à travers l'exemple d'une prospection dans les
Antilles Françaises en Septembre 1984)**

FRANCOIS GERLOTTO
Centre ORSTOM, B.P.81
97201 Fort de France
Martinique

ABSTRACT

Hydroacoustical methods, such as echo surveys and echo-integration, are used principally in extended zones with a large continental shelf. The problems, limits and possibilities of these methods, in the case of small island stocks, are described, and the example of an echo-integration survey designed in September 1984 is detailed.

Global fish biomass evaluation seems difficult to obtain in the areas under study. Nevertheless, other information, such as migrations, fish behavior, stock extension, etc., may be of some use in a general fisheries biology program. The type of data available by hydroacoustics and the methodology developed for these areas are described.

INTRODUCTION

Les méthodes d'évaluation des stocks datent d'une trentaine d'années, et l'écho-intégration en particulier ne s'est développée qu'à la fin des années soixante.

Le but premier de cette discipline était de fournir des valeurs quantitatives sur les stocks de poissons exploitables: dimen-

[Metadata, citation and similar p...](#)

régions nordiques, voire polaires: Norvège, Islande, Ecosse, Canada, etc. C'est pour les stocks de ces régions (hareng, sprat, capelin, morue) qu'a d'abord été conçue l'écho-intégration: populations de grandes dimensions, nombre d'espèces réduit, dans des zones vastes et homogènes (Mer du Nord, Océan Arctique, bancs de Terre-Neuve), et à hydrologie simple (pas de thermocline, cycles annuels très réguliers et bien marqués, etc.)

Tout autre évidemment est le milieu tropical, et ce n'est qu'après de nombreuses années que l'écho-intégration a pu lui être appliquée correctement, et presque toujours sur des stocks et des régions se rapprochant le plus du "type idéal" nordique: en Afrique de l'Ouest, les grands stocks sénégal-mauritaniens et marocains pour le nord, angolais et namibiens pour le sud; en Amérique Latine, les populations pélagiques du Pérou et du Chili côté Pacifique, du Vénézuéla pour la partie atlantique, etc.

Cela dit, des essais de prospection acoustique sur des stocks tropicaux insulaires de petite taille ont été effectués à

plusieurs reprises, en particulier par l'ORSTOM, dans des régions aussi variées que les Seychelles et les Comores dans l'Océan l'Atlantique, à Sao Tomé et Príncipe à l'est, et aux Antilles Française à l'ouest. De ces expériences, et en particulier de celle réalisée en Martinique et en Guadeloupe en septembre 1984, sont issues les réflexions présentées ici.

LE MILIEU INSULAIRE TROPICAL: FACTEURS FAVORABLES OU LIMITANTS POUR LES ETUDES ACOUSTIQUES

Facteurs limitants

Facteurs géographiques.

Les plateaux insulaires tropicaux présentent souvent deux caractéristiques; ils sont étroits (quelques milles) et encombrés (flots, récifs, coraux, sans parler des innombrables filets et engins de pêche artisanale). La figure 1 montre bien, dans l'exemple de la Martinique, les divers cas possibles: sur la côte ouest (Caraïbe), le plateau est presque inexistant et sur la côte est (Atlantique), seule la partie externe, soit les deux tiers environ, est libre d'obstacles. Or la prospection acoustique se fait par un échantillonnage en radiales généralement perpendiculaires à la côte dont les résultats sont étendus à une zone supposée homogène autour des radiales. Ces radiales, avec le navire dont nous disposons, ont été impossibles à réaliser à l'ouest, de par la structure des fonds, et n'ont pu couvrir à l'est l'ensemble du plateau. Les particularités de ces plateaux insulaires nécessitent donc une forme d'échantillonnage différente, avec des moyens navigants appropriés, et dans tous les cas une part notable de leur superficie restera difficilement accessible.

Facteurs bathymétriques

La prospection hydroacoustique s'applique mal aux zones peu profondes, pour deux raisons: la dimension de l'échantillon, qui n'est suffisante qu'à partir d'une certaine valeur du volume insonifié, et le comportement des poissons qui évitent le bateau - et donc ne sont pas répertoriés - lorsque celui-ci est trop près d'eux. L'exploration hydroacoustique telle qu'elle est pratiquée classiquement n'est donc pas applicable aux petits fonds inférieurs à 10 m). Ce fait, sans importance dans les régions à plateaux vastes où ces hauts fonds sont proportionnellement infimes, peut devenir un handicap sérieux dans le cas des petites fles à plateau réduit.

Facteurs écologiques

Là aussi, les facteurs limitants peuvent se résumer à deux principaux: la répartition des stocks et leur composition. Les populations insulaires sont souvent, soit des groupes pélagiques de petite taille (Clupéidés, Carangidés), très côtiers et

cantonnés dans des zones peu profondes, soit démersaux et inféodés aux secteurs rocheux dont les récifs peuvent empêcher l'approche. Quant à leur composition, elle est extrêmement complexe, en raison de la présence en proportions similaires d'une multitude d'espèces, commercialisables ou non, ce qui rend ardue l'interprétation précise des résultats.

On peut tirer deux remarques de la liste des facteurs défavorables à l'hydroacoustique: la première, c'est que les méthodes d'échantillonnage, et surtout les types d'embarcations à utiliser sont différents de celles que l'on emploie pour les études des plateaux continentaux: il faut des embarcations de petite taille, une forme non systématique d'échantillonnage (radiales inappropriées), des transducteurs remorqués, l'appui du sonar, etc. Le deuxième point est que l'influence de ces facteurs porte essentiellement sur les évaluations en valeurs absolues (tonnage), l'extrapolation de l'échantillon étant parfois osée. Ils n'ont guère d'incidence, en revanche, sur les études en valeur relative, et moins encore sur les études liées au comportement du poisson, telles que les répartitions bathymétriques, les déplacements, etc...

Facteurs favorables

Facteurs géographiques

La dimension réduite des plateaux insulaires permet une couverture presque instantanée. A titre d'exemple, la couverture de la Martinique, de la Guadeloupe et des bancs du nord telle qu'elle est présentée en figure () n'a pas exigé plus de 4 jours en tout, temps de transit et escales inclus. Une surveillance plus serrée de la Martinique ou de la Guadeloupe seules ne nécessiteraient guère plus de 48 heures. Le suivi d'un stock est donc facile et non biaisé par les déplacements des populations pendant le temps de couverture.

Facteurs humains

De par la taille du plateau et les dimensions de la pêcherie, il peut être facile de suivre de façon très souple l'évolution des stocks exploités en profitant des informations (captures) des pêcheurs. La programmation des campagnes, souple et rapide avec un petit bateau, peut être effectuée au fur et à mesure de l'évolution de la pêcherie. La programmation des campagnes, souple et rapide avec un petit bateau, peut être effectuée au fur et à mesure de l'évolution de la pêcherie, ce qui est un atout important dans le suivi d'un stock.

Facteurs hydrologiques

Les caractéristiques hydrologiques, et en particulier les faibles concentrations en sels nutritifs et en matières en suspension, rendent les eaux à la fois très transparentes et pauvres en plancton. Ceci est net dans le cas des prospections

de septembre 1984, où les concentrations diurnes sont triples de celles mesurées de nuit (période où le plancton est le plus apparent au sondeur). Le plancton n'est donc pas une gêne à l'observation acoustique. En outre la transparence de l'eau permet certaines observations directes (caméra, photo, plongée), lesquelles sont indispensables dans les études méthodologiques et peuvent aider à l'interprétation des résultats.

DONNEES NECESSAIRES OU UTILES A LA GESTION DES STOCKS

Les techniques d'hydroacoustiques sont avant tout un outil dont la vocation est de fournir des informations aux différents partenaires du milieu de la pêche, économistes, pêcheurs, scientifiques. L'image qu'on en a, d'une méthode destinée à fournir des cartes et des biomasses, est un peu sommaire, les apports de l'hydroacoustique sont beaucoup plus variés. Surtout, c'est souvent une voie privilégiée pour résoudre un problème dans l'une ou l'autre des disciplines de la pêche. Nous nous proposons ici de faire un très rapide tour d'horizon des données nécessaires à la gestion des stocks, afin d'en extraire les déficiences majeures, puis de voir dans quelle mesure l'hydroacoustique peut combler certaines failles.

La gestion des stocks comporte trois niveaux:

- pêche et aide à la pêche;
- étude scientifique de la pêcherie et des stocks;
- aménagement économique de la pêcherie.

Pêche et aide à la pêche

Les informations nécessaires à cette activité sont pour l'essentiel: localisation des stocks, détermination des espèces, recherche des moyens de capture les plus efficaces. Ces données peuvent être fournies en valeurs relatives, car on recherche la zone la plus riche, l'engin le plus efficace, l'espèce la plus rentable. Elles exigent des études de prospection et d'évaluation des populations dans le temps et l'espace afin d'en présenter la cartographie, des recherches sur la technologie des engins de pêche et les méthodes de capture, enfin des observations sur la détermination des espèces et leur biologie.

Dans les milieux insulaires qui nous intéressent, il existe à ce propos un certain nombre de facteurs contraignants:

Type de pêcheries

Il s'agit presque toujours de pêche artisanale, côtière ou semi-hauturière, donc en général d'une pêcherie très complexe, souvent difficile à suivre dans son ensemble.

Stocks

Les populations sont souvent nombreuses et fort imbriquées les unes dans les autres, ce qui fait que sur les mêmes lieux certaines sont vulnérables aux engins existants, d'autres non.

Ce phénomène n'est pas rare dans les zones insulaires, si l'on en juge par l'exemple martiniquais, qui, selon les pêcheurs, présente au moins deux stocks potentiels mal exploités par des engins inadaptés: les thons (Katsuwonus pelamis probablement) et les chinchards (Trachurus spp, Decapterus spp), qui n'apparaissent dans les captures que lorsque leur comportement les rend accessible à des engins qui ne sont pas prévus pour eux. Or les besoins en produits halieutiques, autre constante de ces milieux insulaires, rendent absolument indispensable une parfaite connaissance des stocks existants pour une exploitation optimale.

Evolution de la pêche

La pêche artisanale est en général douée d'une très grande capacité évolutive, cela est évident si l'on considère les exemples tout-à-fait parallèle des pêcheries martiniquaise et guadeloupéenne. Cela dit, formée de petites unités économiques, elle n'a pas toujours les moyens d'expérimenter par elle-même des méthodes de pêche nouvelles ou d'explorer des zones vierges. Un important travail méthodologique et technologique est donc à accomplir par les scientifiques.

Etudes scientifiques de la pêche et des stocks

Ces recherches, destinées à fournir des informations tant en amont (aux pêcheurs) qu'en aval (aux gestionnaires), sont d'une grande diversité. Pour résumer grossièrement, retenons les principaux type de recherche.

Biologie des populations

Etude de la croissance, de la reproduction, des migrations, de l'alimentation, des cycles biologiques, etc. Ces études se font à partir d'échantillons obtenus auprès des pêcheurs ou lors de campagnes de recherche en mer, mais également à partir de données statistiques recueillies sur la pêche.

Prospection et évaluation des stocks

Ce domaine de recherches est typiquement celui de l'hydro-acoustique, mais englobe d'autres méthodes comme les pêches exploratoires, entre autres. Les études de populations nécessitent en effet des informations sur l'état et les dimensions d'une population, son aire d'extension, sa structure démographique, sur le recrutement et la disponibilité des stocks, la composition spécifique des biomasses, etc.

Etude de la pêche

Il est enfin nécessaire d'entreprendre des recherches sur la pêche elle-même. Le but de la biologie des pêches est de pouvoir répondre aux questions du gestionnaire sur les consé-

quences au niveau du stock de telle ou telle réglementation des pêches. Il faut donc développer des études à partir des données de la pêcherie comme l'effort de pêche, les rendements, les captures globales, etc. Ensuite, le biologiste des pêches élabore des modèles permettant, en faisant varier un paramètre, de mesurer les conséquences de cette variation.

Ces études de la pêcherie posent en préalable un certain nombre de conditions qui ne sont pas toujours pleinement satisfaites dans le cas des populations insulaires. Pour schématiser, disons que les 4 conditions essentielles sont les suivantes:

(a) l'effort de pêche s'applique à l'ensemble de la population ou à une partie connue de celle-ci;

(b) les données recueillies sont représentatives de la pêcherie;

(c) les paramètres climatiques susceptibles d'avoir un impact sur la vie de la population sont connus, prévisibles, et pris en compte;

(d) la population doit être homogène, isolée, et les interactions entre celle-ci et le milieu connues.

La condition (a) est probablement celle qui est le plus difficile à remplir, du moins pour certains stocks, qu'ils soient migrateurs (thons par exemple), ou simplement en partie vulnérables de par leur localisation ou leur comportement. Ceci se retrouve d'ailleurs au niveau de la condition (d): les populations d'une même espèce dans les diverses fles peuvent-elles être considérées comme isolées?

Le type de pêcherie exige qu'une attention toute particulière soit portée à la condition (b), qui ne sera remplie qu'au prix d'un effort important: les pêcheries artisanales sont beaucoup plus difficiles à appréhender de façon précise que les pêcheries industrielles. Enfin la condition (c), peut-être moins contraignante dans les fles que le long des côtes continentales, est néanmoins difficile à remplir.

Aménagement économique des pêcheries

Les besoins du gestionnaire et de l'économiste en données sur les pêcheries sont pour l'essentiel les suivants:

- connaissance des caractéristiques socio-économiques de la pêcherie;

- catalogue chiffré et cartographié des ressources exploitables déjà reconnues ou nouvelles;

- évaluation chiffrée des prises, et du niveau optimal d'exploitation

- implications sur les évolutions des stocks.

Il a semblé longtemps intéressant pour l'aménagement des pêcheries de connaître de façon suffisamment précise l'état des stocks, et en particulier la biomasse en poissons présents. C'est d'ailleurs en partie pour ce type de demande que des disciplines telles que l'écho-intégration ont été conçues au départ. Or contrairement à ce que l'on peut croire, savoir même de manière précise quelle est la biomasse d'un stock n'apporte guère d'information intéressante au gestionnaire. Car tant de

paramètres entrent en jeu que la part accessible de ce stock ne peut pas être déduite de façon suffisamment précise de cette seule information. Il est certes intéressant de disposer d'ordres de grandeur, surtout s'il s'agit de stocks nouveaux ou inexploités, mais en dehors de cela, une gestion plus fine des ressources ne peut se faire qu'à partir d'études de dynamique des populations, car les informations qu'elle utilise, comme par exemple les PUE, intègrent déjà tous les paramètres intervenant sur la population (disponibilité, comportement, biologie, etc...).

Il semble ici opportun de mettre en garde les utilisateurs des résultats d'évaluations, quelle que soit la méthode par laquelle ceux-ci ont été calculés: une valeur de biomasse, si précise soit-elle par ailleurs, est inutilisable si elle n'est pas accompagnée d'informations complémentaires sur l'écologie, le comportement des espèces, leur sensibilité aux variations hydrologiques, etc... Et ceci est d'autant plus important dans le cas de ces populations tropicales qu'il existe une bonne part d'impondérables dans leur évolution. En effet les poissons tropicaux (et surtout les pélagiques côtiers) ont en général une vie brève (3 à 5 ans) et peuvent voir leur abondance varier de façon brutale pour des raisons climatiques difficilement prévisibles et de toutes manières inévitable. Tout le monde connaît l'exemple de l'anchois du Pérou dont la biomasse est brutalement passée de plusieurs millions de tonnes à quelques centaines de milliers en un ou deux ans, mais d'autres exemples abondent. Tout cela rend la planification à moyen et long terme d'une pêcherie tropical soumise aux aléas d'une Nature que l'homme est loin d'avoir encore maîtrisée.

ROLE DES ETUDES HYDROACOUSTIQUES DANS LA GESTION DES STOCKS INSULAIRES TROPICAUX

Le milieu sur lequel nous travaillons, nous l'avons vu, est contraignant, et les moyens et méthodes scientifiques pour le connaître de façon correcte. La question qui se pose maintenant est de déterminer dans quelle mesure (et dans quels domaines) l'hydroacoustique peut combler les besoins que nous venons de mettre en évidence. Il faut d'abord rappeler que l'hydroacoustique a subi une série d'évolutions, voire de mutations, très importantes, ces dernières années: nous n'avons pas atteint, dans le domaine maritime, le niveau de l'imagerie acoustique médicale, par exemple, mais dans certaines spécialités, comme le sonar, ou l'analyse du signal par les intégrateurs numériques, les progrès ont été considérables. Dans ces conditions nouvelles, quelles sont les informations que l'hydroacoustique peut apporter à la pêche?

Evaluation des stocks

En premier lieu donc notons que le besoin d'obtenir des valeurs précises de biomasse en termes de tonnage n'apparaît plus, ou en tous cas plus de manière aussi prioritaire que naguère. Il aura

fallu curieusement que la technologie hydroacoustique soit sur le point de répondre de façon satisfaisante à la demande d'évaluations précises d'un stock pour que l'on s'aperçoive qu'en fin de compte cette information, prise isolément, ne serait pas mieux exploitable qu'un ordre de grandeur. Ceci n'enlève cependant pas l'intérêt que peut présenter l'écho-intégration pour des évaluations globales en valeur relative, sur des stocks peu ou pas connus, ainsi que comme fournisseur de biomasses en valeur absolue, mais plutôt pour des études de productivité écologiques que pour la gestion des stocks.

Appui à la pêche

On voit immédiatement le parti à tirer de l'hydroacoustique dans cette optique, par sa capacité à cartographier en temps réel ou presque des concentrations, donnant ainsi au pêcheur des informations sur la localisation tridimensionnelle des stocks et les régions les plus riches. Une information très intéressante peut également être fournie, en termes d'étude intégrée, quant à l'efficacité des engins de pêche: les études classiques de technologie des engins s'effectuent en effet souvent à l'aveuglette en supposant que les stocks n'évoluent pas entre deux essais. Cette hypothèse, quelque peu arbitraire, est vérifiée facilement si à un essai des engins se couple une surveillance acoustique du milieu: on sait dans ce cas si le poisson est présent là où l'essai est effectué.

Lorsqu'il existe des populations présentes sur les lieux de pêche, mais non vulnérables aux engins employés, les études acoustiques sont à peu près les seules à pouvoir définir ce que représentent ces populations en termes de ressources. Il est, ou plutôt il sera également possible, du moins théoriquement, de déterminer les espèces ou tout au moins les groupes d'espèces présents, par observation acoustique. Ceci jusqu'à présent n'était pas possible, mais des expérimentations récentes permettent de penser qu'il s'agit là d'une recherche fructueuse dans deux voies différentes.

- Par observation et traitement des signaux individuels: l'écho d'un poisson fournit une quantité de renseignements sur ses dimensions, sa "densité acoustique", sa position dans l'eau et même ses mouvements. Ces informations, jusqu'à présent trop nombreuses pour les moyens de traitement du signal, n'étaient pas prises en compte. Avec les nouveaux équipements et les traitements en temps réel des données, il devient possible de les étudier. Une première observation sur une petite campagne dans le golfe de Cariaco au Vénézuéla a permis ainsi de démontrer de façon très nette qu'il existait deux populations très distinctes par leurs types d'échos, séparées par leurs affinités bathymétriques, phénomène confirmé par des pêches de contrôle.

- Par la définition de "populations acoustiques": jusqu'à présent, les équipements existant ne permettaient guère d'étudier d'autres données que les valeurs de biomasse. Or l'écho-intégration en offre beaucoup plus: les données acoustiques permettent de rendre compte de certaines caractéristiques de dispersion et

de comportement des populations de poissons, et par là même de définir des groupes homogènes aidant à l'identification des espèces dans la cartographie. L'observation, même succincte, des données martiniquaises, permet de voir par exemple que la limite des 40 mètres correspond bien à une limite entre deux types de populations différents. Là aussi, le trop faible nombre de données obtenu lors de la prospection aux Antilles ne permet pas d'en extraire une information plus complète, mais on a pu effectuer un travail de ce type au Vénézuéla, qui a donné de très bons résultats.

Etudes intégrées à la biologie des pêches

Nous ne mentionnerons ici que l'intérêt que peut présenter pour une étude de biologie des pêches le support d'une opération conjointe de surveillance hydroacoustique, par un exemple clair. En effet nous avons eu l'occasion l'année dernière au cours du 37ème GCFI de montrer que les études classiques de stocks à partir des données de la pêcherie de sardinelles de l'Orient vénézuélien étaient inapplicables, cette pêcherie n'exploitant qu'une frange du stock, et les variations de rendement pouvant être plus facilement liées aux déplacements de la population qu'à la mortalité par pêche.

Les observations acoustiques sont donc un moyen rapide, par leur capacité à vérifier si un stock est disponible à une pêcherie, de tester la valeur de certains des paramètres aboutissant à l'élaboration de modèles dynamiques.

Au niveau de l'écologie liée aux études halieutiques également, les techniques nouvelles d'hydroacoustique peuvent apporter une aide importante. Citons implemment les essais actuels de sondeurs multifréquence émettant sur une bande très large (100 à 400 kHz par exemple), grâce auxquels on espère, par analyse spectrale, pouvoir évaluer au même endroit et au même moment les parts respectives dans la biomasse des différents niveaux trophiques (placton, micronecton, poissons).

PERSPECTIVES

Nous espérons avoir démontré que les études hydroacoustiques en milieu insulaire tropical peuvent apporter énormément d'informations à tous les niveaux de la gestion des stocks. Mais à la lumière de cette analyse, deux phénomènes ont apparu.

- Les informations les plus intéressantes que peut fournir l'hydroacoustique ne sont pas forcément celles que l'on en attendait lorsqu'a démarré cette discipline.

- L'hydroacoustique arrive à une étape importante de son développement, à la fois par l'effort de réflexion entrepris par les équipes spécialisées du monde entier sur ses possibilités, et par l'arrivée d'équipements nouveaux qui révolutionnent les méthodes de travail.

Un important effort de méthodologie est donc entrepris en ce moment par les équipes d'hydroacoustique, dont celle de l'ORSTOM, tant en France métropolitaine qu'aux Antilles dans le cadre du

Pôle de Recherches Halieutiques Caraïbe, avec dans cette structure un programme en trois opérations.

- Adaptation de l'hydroacoustique au cas des zones insulaires: il s'agit, à l'expérience de campagnes comme celle que nous avons utilisé ici comme exemple, de rechercher les méthodes les mieux adaptées à ces milieux, en particulier au niveau de la conception en termes statistiques et stratégique des méthodes et des moyens de collecte des données: types de campagnes, de couverture, équipements, moyens navigants, etc.

- Etude fine des échos: cette voie d'investigations semble extrêmement riche, maintenant que les équipements ont profité des progrès technologiques. Les chercheurs disposent à l'heure actuelle de moyens de traitement automatique et en temps réel du signal, ainsi que d'équipements tels que les sondeurs à large bande, les sonars omnidirectionnels, les intégrateurs d'échos numériques, les classificateurs d'échos, qui permettent un enrichissement considérable des informations et de leur analyse. Avec ces nouveaux moyens, de vastes perspectives s'ouvrent dans les domaines de la reconnaissance des espèces, des études des niveaux trophiques, ainsi que de l'augmentation de la précision des résultats, toujours souhaitable même si elle n'apparaît plus aussi prioritaire qu'autrefois.

- Etude du comportement des populations: la biologie des pêches, et tout particulièrement en milieu tropical, arrive à l'heure actuelle à un point critique de son développement. En effet si les modèles de production, profitant de la puissance des moyens de calcul actuels, se sont développés et enrichis en intégrant de plus en plus de paramètres biologiques, écologiques et climatiques, bon nombre des conditions d'application de ces modèles aux espèces étudiées sont restées au niveau de l'hypothèse invérifiée. C'est le cas en particulier, nous l'avons vu, de l'homogénéité et du comportement des populations. Il existe actuellement un très fort déséquilibre entre la méconnaissance de ces paramètres et la finesse des modèles. Les études de biologie des pêches doivent donc prioritairement maintenant se pencher sur ces problèmes de comportement et d'homogénéité des bancs et des stocks. Dans ce domaine l'outil acoustique est primordial, puisqu'il est le seul moyen d'observer les animaux à distance sans les troubler, et fournir des informations stockables et mesurables.