

ESTIMATION DE LA BIOMASSE DES PETITS POISSONS PELAGIQUES
DES COTES NORD DE MADAGASCAR PAR ECHO-
INTEGRATION

par RABARISON ANDRIAMIRADO G.A.,

RESUME

Des croisières de prospection acoustique des poissons pélagiques dans le domaine néritique ont été réalisées dans la partie Nord de Madagascar, entre le Cap St André, le Cap d'Ambre et Toamasina. A cause du manque de temps pour confirmer les observations, seule une évaluation préliminaire a pu être faite, durant la saison de pluie 1981-1982. Les biomasses totales estimées sont :

- au Sud du Cap St André 120.000 tonnes ;
- entre le Cap St André et Mahajanga 90.000 tonnes ;
- entre Mahajanga et Nosy-Be 90.000 tonnes ;
- entre Nosy-Be et le Cap d'Ambre 200.000 tonnes ;
- entre le Cap d'Ambre et le Cap Mascala inexistant ;
- dans la baie d'Antongil 20.000 tonnes ;
- entre le Cap Mascala et Toamasina 40.000 tonnes.

Les petits pélagiques du type Sardinella, Dussumieria, Decapterus et Rastrelliger semblent constituer plus de 60 % de cette biomasse. Les travaux ont besoin d'être encore complétés pour arriver à une estimation réaliste et utilisable pour l'investissement.

INTRODUCTION

C'est à l'occasion de la mise en place de la pêche thonière à l'appât vivant que l'attention a été attirée vers l'intérêt des concentrations de petits poissons pélagiques. Un projet de prospection générale (PNUD/FAO/SF/MAG/68)

mené de 1968 à 1974 a mis en évidence des zones plus particulièrement riches en poissons pélagiques côtiers. Il s'agit des côtes Nord-Ouest (entre le Cap St André et le Cap d'Ambre) et de la côte Nord-Est (de la baie d'Antongil à Toamasina).

En 1980, a été démarré au C.N.R.O. un projet de Prospection des Ressources Pélagiques Néritiques des côtes Nord de Madagascar (PNUD/FAO/MAG/77/009) avec l'assistance des Nations-Unies. L'objectif du projet était, entre autres, d'obtenir des informations plus détaillées sur les disponibilités en petits poissons pélagiques et sur les conditions de pêche. De Novembre 1981 à Juin 1982, le Centre National de Recherches Océanographiques (C.N.R.O.) a pu disposer du bateau de recherches "JURONG" du groupe des navires de pêche de la FAO, équipé de matériel acoustique nécessaire aux estimations quantitatives de la biomasse. Le détail sur les croisières de prospection utilisant le sondeur-intégrateur et le chalut pélagique, ainsi que les résultats obtenus font l'objet du présent rapport.

I. SYSTEME DE PROSPECTION ET SAISIE DES DONNEES

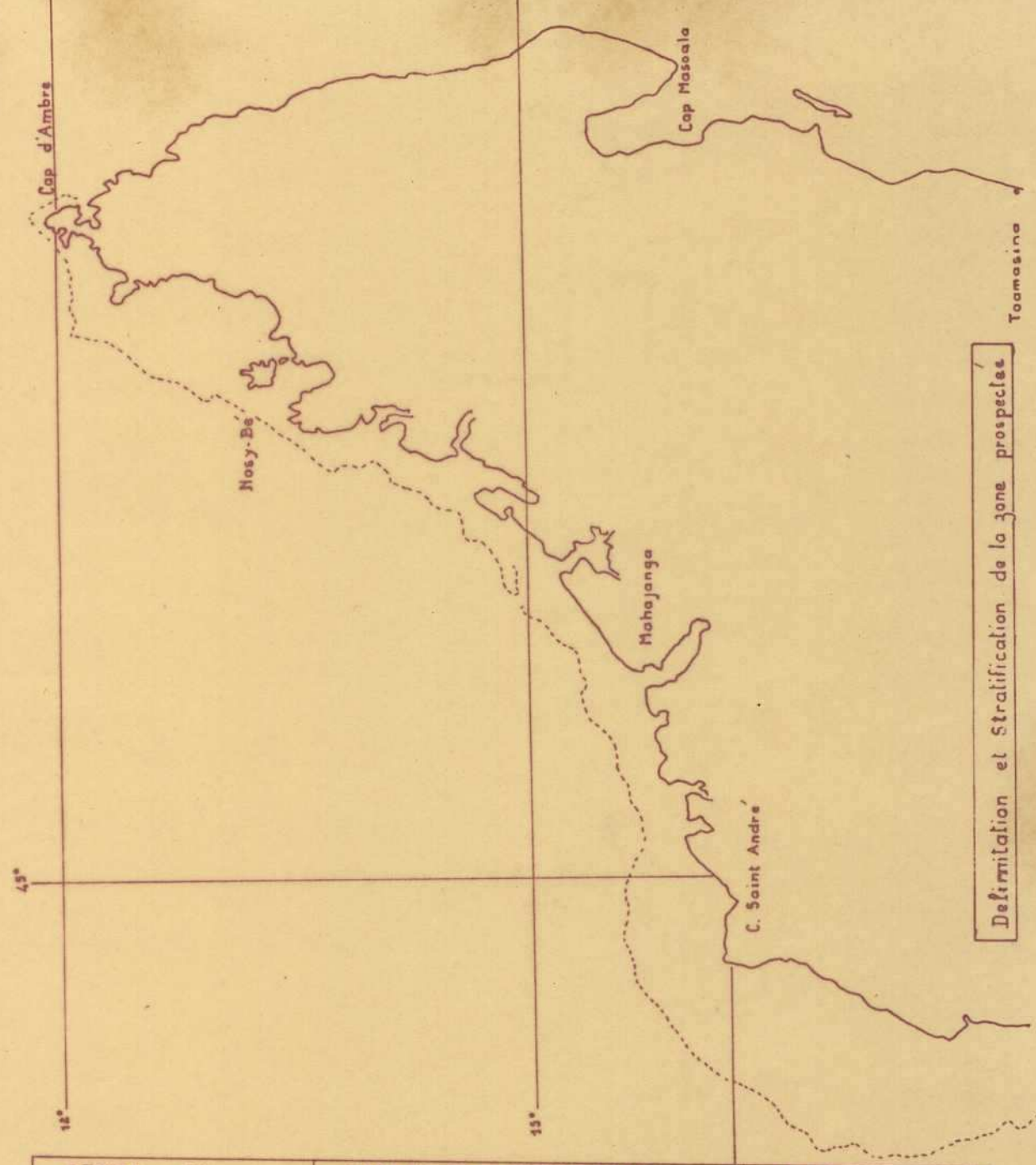
1.1 - Méthode utilisée pour les prospections

La zone étudiée s'étend, pour la partie Ouest du Cap d'Ambre (49°16'E - 11°57'S) au Sud du Cap St André (44°26'E - 16°13'S) un peu au Nord de Maintirano, et pour la partie Est, du Cap d'Ambre à Toamasina (49°23'E - 18°6'S) en passant par le Cap Masoala (50°13'E - 15°50'S) et la baie d'Antongil. La carte 1 indique la délimitation et la stratification de la zone étudiée.

Le temps-bateau disponible n'a pas permis de couvrir chaque strate en différentes saisons, suivant le programme initial. Dans chaque strate les prospections ont été limitées à la zone néritique et les bordures de la surface estimée ont été les immersions de 10 m, près de la côte, et la rupture de pente du talus continental (100 m).

Le principe de la méthode de prospection est basée sur l'échantillonnage en ligne, le long de radiales dont la direction est en gros perpendicu-

STRATE NORD CAP MASOALA	STRATE ANTONGIL	STRATE TOAMASINA
-------------------------	-----------------	------------------



Délimitation et Stratification de la zone prospectée

STRATE DE NOSY-BE	STRATE DE MAHAJANGA		STRATE SUD CAP SAINT ANDRE
	SOUS-TRATE NORD MAHAJANGA	SOUS-TRATE SUD MAHAJANGA	

laire aux isobathes. L'intervalle entre les radiales est évalué de façon à minimiser le biais dû aux variations de la distribution spatiale des poissons et en même temps obtenir la meilleure précision possible sur les estimations. Il est d'environ de 10 milles.

Les croisières d'écho-intégration étaient menées en continu 24 heures sur 24. Cependant dans chaque strate, il a été noté une différence notable entre les enregistrements de jour et ceux de nuit. Ceci vient probablement du fait que pendant le jour, la majorité des poissons est localisée dans les cinq premiers mètres de la couche d'eau et n'est pas détectable au système sonar. Durant la nuit, les poissons descendent vers la profondeur de 20 m, ou au niveau du fond, si la colonne d'eau n'est pas plus profonde. Pour tenir compte de ceci, nous avons effectué dans chaque strate une boucle en double tracé. Un facteur de correction a été calculé entre la moyenne des enregistrements de jour (entre le lever et le coucher du soleil) et celle de nuit : les valeurs d'intégration de jour ont été standardisées avec ce facteur de correction avant d'être portées sur les cartes. Au retour de la croisière, des pêches de contrôle étaient effectuées pour analyser la composition spécifique de la population.

1.2 - Saisie des données

L'équipement utilisé au cours des croisières était un échosondeur EKS 38 et un intégrateur d'écho QM-MK II. Le matériel classique de calibration complétait cet équipement, ainsi qu'un système de navigation par satellite (Satnav) MAGNAVOX.

L'écho-intégrateur fournit une valeur sur l'enregistrement pour chaque unité élémentaire d'échantillonnage (appelé EDSU : Elementary Distance Sampling Unit). Ces valeurs sont sommées par mille nautique et la moyenne des valeurs obtenues sur cinq milles successives est portée sur les fiches et la carte de prospection. Elle constitue notre unité d'échantillonnage. Avec chaque unité sont notées la distance sur le compteur "looh", la profondeur et la direction du bateau.

Pendant la croisière, des réunions quotidiennes à bord permettaient d'analyser les échantillons et d'éliminer les échos de fond et autres signaux indésirables. Dans la fiche de loch, ces valeurs corrigées étaient portées dans une colonne spéciale. Enfin avant de placer les valeurs sur la carte, le facteur de correction nuit/jour était appliqué. Les isolines d'intégration sont tracées par palier de cinq (5) mm.

Durant toute la durée de prospection, l'écho-intégrateur gardait le même réglage. Les faux échos, provenant du plancton, de larves ou autres et ayant un Target strength au-dessous de -45 dB ne sont pas intégrés. En général, les appareils fonctionnaient suivant le réglage suivant :

<u>EKS Echosondeur</u>	<u>QM Echointégrateur</u>
TRANSD/2: 1	Channel: A
POWER: 1/1	Gain: 10
TVG/GAIN: 0-20 Log R	Threshold ... : 2
PULSE/BW: 0,6 W	N/10: x 10
MODE: 3	Interval: From 2 to 50
REC.GAIN: 6-5	
DISCRIM: 6	
RECORDER/RANGE : 0-100	

1.3 - Méthode d'estimation de la biomasse

Chaque zone définie par le projet a été visitée au moins une fois entre Novembre 1981 et Juin 1982. L'estimation de la biomasse est calculée selon la méthode classique utilisant l'expression suivante :

$$B_E = A \cdot \bar{C} \cdot \bar{M} \quad (1)$$

dans laquelle :

- B_E est l'estimation de la biomasse en tonnes ;
- A est la surface prospectée en mille nautique carré ;
- \bar{C} est le coefficient de calibration de l'échointégrateur pour l'espèce ou le groupe d'espèces estimé en tonnes/mille n^2/mm réf. 1 mille ;
- \bar{M} est la valeur moyenne de la lecture de l'intégrateur entre deux isolines en mm réf. 1 mille.

La valeur de \bar{M} dans la surface fermée par une isoline est la moyenne des deux valeurs inférieure et supérieure. A l'intérieur de l'isoline de 5 mm, \bar{M} est la moyenne entre 0 et 5 mm soit 2,5 mm ; à l'intérieur de l'isoline de 10 mm, \bar{M} est égale à 7,5 mm et ainsi de suite...

La valeur du coefficient de calibration \bar{C} a été déterminée pour l'espèce Rastrelliger kanagurta, au cours de trois expériences de calibration sur du poisson vivant, menées dans la baie de Tsimipaika (Est de Nosy-Be). La méthode utilisée est celle décrite par JOHANNESSEN et LOSSE, 1977. La majorité des concentrations détectées correspondait à des groupes plurispécifiques, mais il n'a pas été possible de réaliser des expériences de calibration sur des espèces mélangées. Lorsque dans les sous-strates, Rastrelliger kanagurta était largement dominante, nous avons appliqué la constante trouvée,

$$C_s = 23,5 \text{ tonnes/mille } n^2/\text{mm réf. } 1 \text{ mm ;}$$

pour cette même espèce nous avons estimé le Target strength par Kilos d'après deux expériences :

$$T.S._{1k}(\text{R.K.}\bar{W} = 34,9\text{g}) = -38,9 \text{ dB ;}$$

$$T.S._{1k}(\text{R.K.}\bar{W} = 57\text{g}) = 38,06 \text{ dB.}$$

La constante utilisée pour les autres strates a été extrapolée à partir des résultats de calibration analogue effectuée dans l'Océan Indien et sur les mêmes espèces. A titre d'exemple voici les valeurs de Target strength estimées en Inde :

- <u>Rastrelliger kanagurta</u> ($\bar{W} = 100\text{g}$)	$T.S._{1k} = -30,5 \text{ dB ;}$
- <u>Sardinella longipes</u> ($\bar{W} = 23,3\text{g}$)	$T.S._{1k} = -31,8 \text{ dB ;}$
- <u>Selar crumenophtalmus</u>	$T.S._{1k} = -30,0 \text{ dB ;}$
- <u>Decapterus sp.</u>	$T.S._{1k} = -29,0 \text{ dB ;}$
- Espèces mélangées	$T.S._{1k} = -30,5 \text{ dB.}$

Dans la même région de l'Océan Indien les valeurs \bar{C} estimées pour différentes espèces sont :

- <u>Sardinelle gibbosa</u>	$C_c = 10,0 \text{ tonnes/mille } n^2/\text{mm réf. } 1 \text{ mille}$
- <u>Selar crumenophtalmus</u>	$C_c = 5,3$ "-"
- <u>Decapterus sp</u>	$C_c = 8,9$ "-"

<u>Sous-zone de densité homogène</u>	<u>Surface</u>	<u>Biomasse estimée</u>
18,5 T/Mille ²	2.400 Mille ²	44.580 tonnes
55,5 T/Mille ²	1.300 Mille ²	72.150 tonnes
92,5 T/Mille ²	95 Mille ²	8.780 tonnes
: densité moyenne	surface de la strate	biomasse totale
: 33 T/Mille ²	: 3.795 Mille ²	: 125.510 tonnes

2.2 - La strate principale "Mahajanga"

Elle correspond à la plus grande partie des côtes Nord-Ouest. Deux sous-strates ont été isolées.

a) - La sous-strate "Sud Mahajanga"

Elle est comprise entre le Cap St André et Mahajanga. Cette zone a été parcourue du 23 Avril au 5 Mai 1982 (J 82/11) et du 28 Mai au 7 Juin 1982 (J 82/13).

Croisière J 82/11

<u>Sous-zone de densité homogène</u>	<u>Surface</u>	<u>Biomasse estimée</u>
18,5 T/Mille ²	1.680 Mille ²	31.080 tonnes
55,5 T/Mille ²	777 Mille ²	43.120 tonnes
92,5 T/Mille ²	210 Mille ²	19.425 tonnes
: densité moyenne	surface de la strate	biomasse totale
: 35 T/Mille ²	: 2.667 Mille ²	: 93.625 tonnes

Croisière J 82/13

<u>Sous-zone de densité homogène</u>	<u>Surface</u>	<u>Biomasse estimée</u>
55,5 T/Mille ²	486 Mille ²	26.970 tonnes
92,5 T/Mille ²	195 Mille ²	18.000 tonnes
: densité moyenne	surface de la strate	biomasse totale
: 66 T/Mille ²	: 681 Mille ²	: 44.970 tonnes

Cette surface correspond uniquement à la partie entre Mahajanga et la baie de Baly. Pour donner une estimation totale de la sous-strate nous pouvons appliquer la densité moyenne trouvée précédemment pour la surface non couverte.

<u>Densité moyenne</u>	<u>Surface</u>	<u>Biomasse estimée</u>
35 T/Mille ²	1.986 Mille ²	69.910 tonnes

Ce qui donne pour l'ensemble de la strate :

:	densité moyenne	Surface de la strate	Biomasse totale :
:	42 T/Mille ²	2.667 Mille ²	114.480 tonnes :

b)- La sous-strate "Nord Mahajanga"

Elle est située entre la baie de Bombetoka (Mahajanga) et la pointe Angadoka (Presqu'île d'Amipasindava). Elle a été prospectée durant trois croisières : Août-Septembre 1981 (L 81/02), Février-Mars 1982 (J 82/07), Mai-Juin 1982 (J 82/13).

Croisière L 81/02

Cette croisière a été effectuée avec un bateau dont l'intégration ne fonctionnait pas normalement. Il n'a donc pas été possible d'obtenir des résultats quantitatifs.

Croisière J 82/07

<u>Densité homogène</u>	<u>Surface</u>	<u>Biomasse estimée</u>
18,5 T/Mille ²	2.364 Mille ²	43.730 tonnes
55,5 T/Mille ²	638 Mille ²	35.400 tonnes
92,5 T/Mille ²	183 Mille ²	16.920 tonnes
111,0 T/Mille ²	9 Mille ²	1.000 tonnes

:	densité moyenne	Surface de la strate	biomasse totale :
:	30 T/Mille ²	3.194 Mille ²	96.050 tonnes :

Croisière J 82/13

La zone de l'Archipel de Radama n'a pu être intégrée durant cette croisière, à cause de problème technique du système acoustique. Nous avons complété l'estimation avec les densités moyennes trouvées lors de la croisière J 82/07, dans les mêmes secteurs.

<u>Densité homogène</u>	<u>Surface</u>	<u>Biomasse estimée</u>
55,5 T/Mille ²	602 Mille ²	33.410 tonnes
92,5 T/Mille ²	30 Mille ²	2.770 tonnes
30,0 T/Mille ²	1.392 Mille ²	41.760 tonnes
18,5 T/Mille ²	1.170 Mille ²	21.645 tonnes
: densité moyenne	surface de la strate	biomasse totale :
: 31 T/Mille ²	3.104 Mille ²	99.580 tonnes :

2.3 - La strate de "Nosy-Be"

Des croisières de prospection réalisées dans cette zone, seule la dernière a permis de faire des calculs de biomasse, du fait que les expériences de calibration n'ont pas été réalisées dans les autres cas.

Croisière J 82/12 (Mai 1982)

<u>Zone de densité homogène</u>	<u>Surface</u>	<u>Biomasse estimée</u>
18,5 T/Mille ²	1.000 Mille ²	18.500 tonnes
55,5 T/Mille ²	1.431 Mille ²	79.420 tonnes
92,5 T/Mille ²	653 Mille ²	60.400 tonnes
129,5 T/Mille ²	180 Mille ²	23.310 tonnes
293,0 T/Mille ²	29 Mille ²	28.500 tonnes
350,0 T/Mille ²	10 Mille ²	3.500 tonnes
0,0 T/Mille	400 Mille ²	
: densité moyenne	surface de la strate	biomasse totale :
: 52 T/Mille	3.700 Mille ²	193.610 tonnes :

2.4 - La strate "Nord Cap Masoala"

Entre le Cap Masoala et le Cap d'Ambre, le plateau continental est pratiquement inexistant. Les profondeurs de 4.000 m se rencontrent à moins de 3 milles du rivage. Aucun petit pélagique n'a été détecté dans cette zone.

2.5 - La strate principale "Toamasina"

La zone au Sud du Cap Masoala peut se diviser en deux sous-zones distinctes : la baie d'Antongil et les abords de l'Ile Ste Marie.

a)- Sous-strate "baie d'Antongil" : la prospection a été effectuée en Mars 1982.

Croisière J 82/08

<u>Densité homogène</u>	<u>Surface</u>	<u>Biomasse estimée</u>
18,5 T/Mille ²	400 Mille ²	7.400 tonnes
55,5 T/Mille ²	200 Mille ²	11.100 tonnes
<hr/>		
: densité moyenne	surface de la strate	biomasse totale :
: 30 T/Mille ²	600 Mille ²	18.500 tonnes :

b)- Sous-strate "Sainte Marie" : seulement les abords de l'île Ste Marie et Toamasina ont été prospectés. La croisière s'est effectuée en Décembre 1981.

Croisière J 81/04

<u>Densité homogène</u>	<u>Surface</u>	<u>Biomasse estimée</u>
18,5 T/Mille ²	635 Mille ²	11.750 tonnes
55,5 T/Mille ²	127 Mille ²	7.050 tonnes
111,0 T/Mille ²	94 Mille ²	10.400 tonnes
146,0 T/Mille ²	84 Mille ²	12.400 tonnes
<hr/>		
: densité moyenne	surface de la strate	biomasse totale :
: 44 T/Mille ²	940 Mille ²	41.600 tonnes :

III. DISCUSSION

L'évaluation d'un stock multispécifique pose des problèmes difficiles. Les résultats qui sont donnés plus haut ne peuvent servir qu'à fixer les idées sur les potentialités des eaux du Plateau Continental. Dans la discussion qui suit nous reprenons un certain nombre de facteurs influant sur la méthode d'estimation.

3.1 - Le facteur de correction nuit/jour

Toutes les valeurs portées sur les cartes d'échointégration ont été transformées en enregistrement de nuit, suivant le facteur de correction de chaque zone. Nous avons appliqué ce facteur parce que la couche superficielle, de 0 à 5 m ne pouvait être intégrée par le système acoustique et que de ce fait, les poissons qui s'y trouvent durant le jour ne sont pas estimés. Au cours de chaque croisière, nous avons rencontré des bancs de surface de bonites et de thons (Katsuwonus pelamis notamment) poursuivant des petits pélagiques, et ceci dans les trois premiers mètres d'eau. Durant la nuit, les poissons ont tendance à se rapprocher plus du fond, et sont ainsi détectables à l'échosondeur. Dans les boucles parcourues en double tracé, la moyenne des enregistrements de nuit est toujours supérieure à celle de la journée.

Voici les facteurs de correction qui ont été utilisés :

Zones Croisière/J	Mahajanga			Cap Masoala		Cap St André	Nosy-Be
	A	B	C	A	B		
J 82.07	1,68	1,92	2,57				
J 82/08				2,33	3,77		
J 82/11		2,25				2,28	
J 82/12							3,97
J 82/13	2,25	1,24	2,60			1,53	
K moyen		2,07		3,05		1,91	3,92

La différence entre les renseignements de jour et de nuit étant principalement due aux pélagiques non détectés le jour, la valeur moyenne du coefficient de correction $K(N/J)$ peut exprimer l'importance de ces poissons dans la zone par rapport à l'ensemble de la population présente. La biomasse totale estimée correspond en fait aux poissons pélagiques, semi-pélagiques, et demersaux des fonds chalutables.

3.2 - La performance du système acoustique

Le matériel électronique, plus particulièrement le transducteur s'use très rapidement dans un milieu tropical. Avant chaque croisière des tests de l'ensemble du matériel étaient faits et des corrections de réglage essayaient de tenir compte du changement de performance de l'équipement. Cependant ceci ne peut être qu'approximatif. Il est difficile d'évaluer avec précision dans quelle mesure ces changements peuvent effectuer le calcul de biomasse qui est réalisé par la suite.

3.3 - Constante de calibration de l'intégrateur

C'est certainement le point essentiel de la méthode. Les croisières d'échointégration intéressent en général, des stocks monospécifiques ou tout au plus composés de deux ou trois espèces dominantes et dont les échos sont assez facilement discernables. Dans notre étude, il s'agit toujours d'espèces mélangées ; et sauf dans les rares cas où Rastrelliger kanagurta dominait dans les prises, une constante d'intégration pour espèces mélangées doit être extrapolée. On peut noter cependant que les espèces de petits pélagiques les plus communes sont les mêmes qui ont servi à calculer la constante C en Indes. Il faut signaler qu'il est difficile de mener des expériences de calibration avec des espèces aussi fragiles que les Stolephorus ou Sardinella.

3.4 - Evaluation des pêches de contrôle

Théoriquement, les résultats de pêche devraient constituer une autre source d'estimation. Cependant en pratique ceci n'est pas possible. Pour le chalutage de fond, il y a toujours moyen de rapporter les captures à une sur-

face déterminée. Dans le chalutage pélagique, il faudrait faire intervenir une unité de volume. Mais, sauf dans le cas où les poissons sont disposés en une seule couche bien délimitée, on ne peut déterminer la fraction du banc qui n'est pas dans la zone de travail du chalut. On aboutit ainsi à un biais permanent qu'il est difficile d'estimer. Il faut, de plus, tenir compte de la capturabilité des espèces. Ce problème fait qu'en général, on utilise les pêches de contrôle pour dresser la composition spécifique, laquelle sera tenue en considération pour l'application de la constante de calibration de l'intégration.

3.5 - Composition spécifique des concentrations

Il reste possible qu'entre les stations de pêche de contrôle, la composition spécifique de la population se modifie d'une manière importante. Toutefois les résultats de trois pêches dans la zone de Nosy-Be montrent que le pourcentage des petits pélagiques reste le même de jour comme de nuit.

Catégorie de poisson	Importance en %	
	de jour	de nuit
Requin	1	0
Gros Scombridae	2	2
Gros Carangidae	3	0
Petit Carangidae	11	23
Engraulidae	1	19
Clupeidae	23	25
Rastrelliger k.	31	3
Total petits pélagiques	66	70
Leiognathidae	20	13
Sphyraenidae	2	4
Petits poissons de fond	5	11

IV. CONCLUSION

Cette première série de croisières nous a permis de donner un ordre de grandeur des disponibilités en poissons pélagiques de la province néritique de la partie Nord de Madagascar. Il est cependant évident que, pour justifier même les dépenses déjà consenties dans le démarrage de ce programme d'étude, les observations ne doivent pas en rester là. En particulier, il faut souligner que les résultats obtenus ne peuvent permettre de monter un dossier d'investissement pour l'exploitation de ces ressources. Il faudrait avant d'en arriver là que les prospections soient continuées et complétées. L'identification des espèces dans les échos et l'établissement d'une constante de calibration confirmée, entre autres, sont des travaux prioritaires. Il restera également de refaire la même zone en deux saisons successives, de façon à analyser les fluctuations de la biomasse. Il est ainsi hautement recommandé qu'une deuxième phase à ce projet soit réalisée.