

Analyse des résultats des campagnes d'écho-intégration organisées
par le CNROP de Nouadhibou en 1983 et 1984

par

E. Josse^{1/}

1. INTRODUCTION

Dans la région comprise entre la Guinée et 24°N, la Mauritanie, dont la zone économique exclusive s'étend entre 16°04'N et 20°36'N occupe une situation privilégiée de par sa situation géographique et du fait des conditions hydro-climatiques particulièrement favorables qui y règnent. Ses richesses halieutiques sont variées: on y exploite aussi bien les céphalopodes, que les poissons, qu'ils soient pélagiques ou démersaux. Dans un premier temps l'exploitaiton des eaux mauritaniennes a été essentiellement le fait de nations étrangères, et souvent par l'intermédiaire de flottilles constituées d'unités de gros tonnage. La pêche artisanale locale ne joue qu'un rôle très minime si l'on se réfère au tonnage pêché. Au cours de ces dernières années on a vu apparaître, principalement en ce qui concerne les pêcheries de céphalopodes et de poissons démersaux, des armements mauritaniens, si bien qu'actuellement, la majorité des bateaux pêchant au chalut de fond navigue sous pavillon mauritanien. Par contre, l'exploitation des ressources pélagiques côtières est uniquement le fait de flottilles étrangères, généralement en provenance des pays de l'Est (URSS, RDA, Roumanie, etc.) ou associés (Iraq, etc.) et constituées par des unités de fort tonnage. Ces flottilles sont liées par des accords de pêche avec la Mauritanie, et sont soumises au paiement de licences de pêche. Les apports de ces bateaux ont été particulièrement élevés en 1980 et 1983 avec des captures de l'ordre de 470 000 t. Par contre en 1981, 1982 et 1984 le niveau des captures a été plus faible avec des apports voisins de 250 000 t.

Si les stocks pélagiques qui fréquentent les eaux de la zone économique exclusive mauritanienne sont étudiés depuis maintenant de nombreuses années, ces études ont été le plus souvent le fait de laboratoires étrangers, aussi bien en ce qui concerne la biologie des espèces, les statistiques de pêche ou les évaluations des ressources. De ce fait, aussi bien au niveau des discussions sur les accords de pêche, que lors des réunions régionales ou internationales sur les ressources pélagiques côtières, les autorités mauritaniennes compétentes étaient tributaires de laboratoires étrangers, qui souvent étaient à la fois juge et partie. Pour mettre fin à cette situation, il a été décidé de mettre en place au Centre National de Recherches Océanographiques et des Pêches de Nouadhibou (CNROP), dans le cadre d'accords de coopération franco-mauritaniens, les moyens matériels et humains nécessaires pour débiter un programme d'évaluation des ressources halieutiques de la Mauritanie, et plus particulièrement, dans le cadre de l'étude des stocks pélagiques côtiers, de lancer un programme d'évaluation des ressources par écho-intégration. Dans ce contexte le N'DIAGO, navire de recherches du CNROP a été équipé d'un ensemble complet d'écho-intégration comprenant essentiellement un sondeur scientifique SIMRAD EK 400 (38 kHz) et un écho-intégrateur AGENOR.

2. DEROULEMENT DU PROGRAMME

2.1 Extension géographique de la zone étudiée

La zone étudiée couvre l'ensemble du plateau continental mauritanien, dans la limite de ses eaux territoriales (soit entre 16°04'N et 20°36'N), à l'exception cependant de la baie du Lévrier et du banc d'Arguin (Fig. 1). Il s'agit là en effet d'une vaste zone non cartographiée, parsemée de haut-fonds et bordée de récifs qu'il était impossible de prospecter avec les moyens disponibles. A l'intérieur de la zone étudiée la prospection a été limitée à la côte, pour des impératifs de navigation, aux fonds de 8 à 10 m sondeur ou, à défaut, à une distance située en moyenne entre 1,5 et 2 milles de la côte ou de la ligne de récifs. Vers le large, au-delà de l'isobathe des 200 m, la région de la pente continentale a également été prospectée sur une largeur variable selon les campagnes. Pour les dernières campagnes nous avons étendu la prospection jusqu'à une distance située en moyenne 3 milles au-delà de l'orientation générale de l'isobathe des 200 m.

^{1/} Océanographe biologiste de l'ORSTOM, Antenne ORSTOM, Centre IFREMER, B.P. 337, 29273 Brest Cedex, France

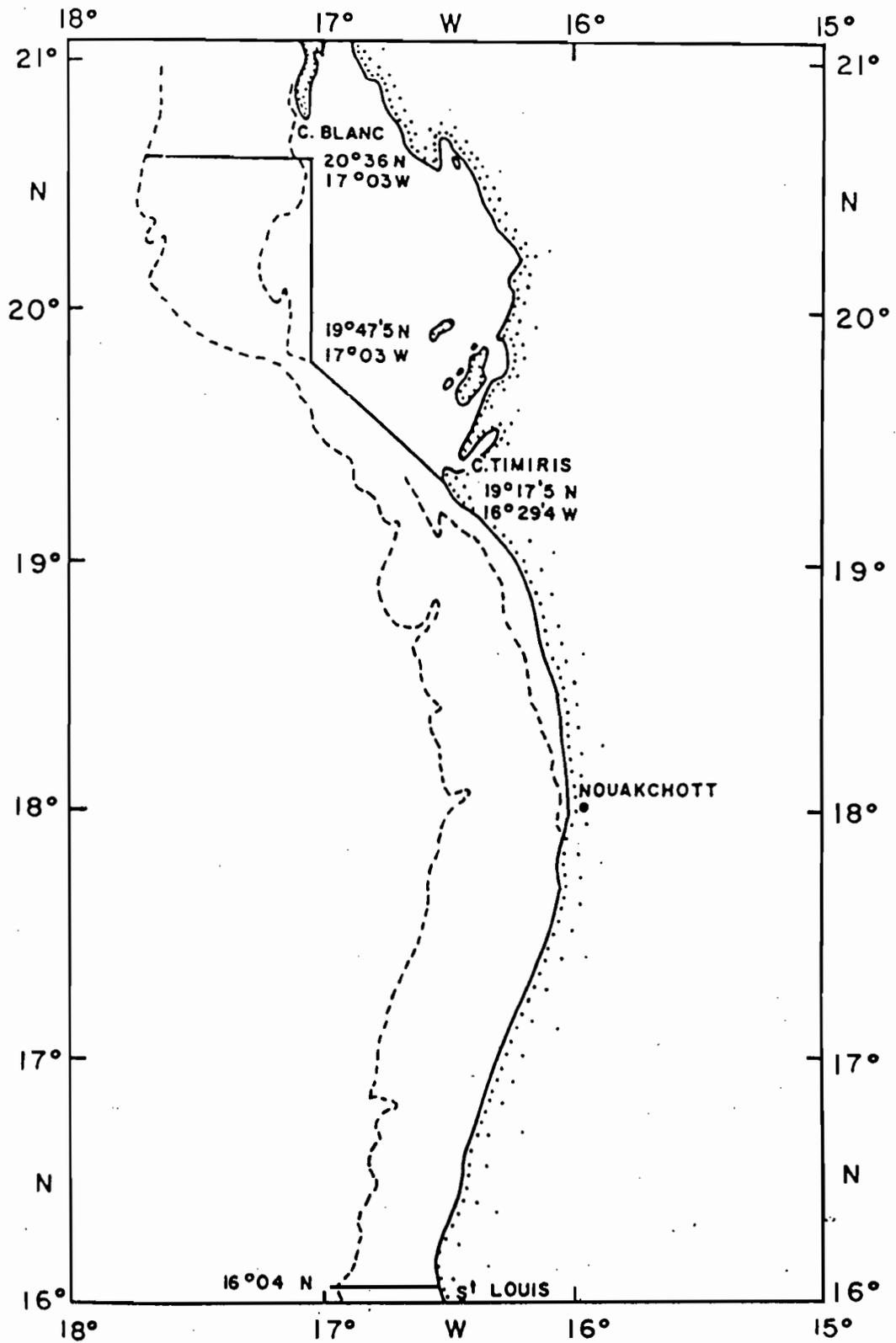


Figure 1 - Extension de la zone étudiée

2.2 Réalisations

Cinq campagnes couvrant l'ensemble du plateau continental mauritanien ont été réalisées entre mars 1983 et juin 1984;

- la campagne ND.8302 du 7 au 20 mars 1983
- la campagne ND.8306 du 19 juin au 2 juillet 1983
- la campagne ND.8309 du 16 au 25 octobre 1983
- la campagne ND.8402 du 12 au 21 mars 1984
- la campagne ND.8404 du 18 au 26 juin 1984

Chacune de ces campagnes a fait l'objet d'un rapport détaillé où l'on trouvera une description de la méthodologie employée et les différentes estimations de densité ou de biomasse (Josse *et al.*, 1983; Josse *et al.*, 1984; Josse et Sévellec, 1984, 1984a, 1984b). Nous allons ici effectuer une synthèse des différents résultats obtenus au cours de ces campagnes.

3. RESULTATS

3.1 Analyse des conditions hydrologiques

3.1.1 Généralités

Le régime des courants de la région est déterminé par deux systèmes de grands courants océaniques aux caractéristiques très différentes:

- le courant des Canaries qui transporte vers le sud des eaux froides (températures inférieures à 20°C) et salées (de 35,4‰ à 36‰). Ces eaux se mélangent avec les eaux profondes des upwellings côtiers.
- le contre courant équatorial nord avec deux types de masses d'eau: les eaux tropicales avec des températures élevées (supérieures à 24°C) et des salinités fortes (36‰ environ) et les eaux libériennes chaudes (supérieures à 24°C) et dessalées (inférieures à 35‰). Ces eaux résultent du mélange des eaux tropicales avec les eaux de pluie et les apports fluviaux côtiers.

Séparant les eaux froides des eaux chaudes il existe une structure frontale verticale où les caractéristiques physico-chimiques du milieu varient rapidement. Cette zone frontale, qui se manifeste en surface par un resserrement des isothermes, effectue des déplacements saisonniers de grande amplitude: on la trouve en hiver vers 10°N, où elle forme le front des Bissagos, tandis qu'en été, cette zone frontale remontera jusqu'au nord du cap Blanc. Le balancement de cette zone frontale va déterminer l'alternance des saisons hydrologiques sur le plateau continental mauritanien avec:

- une saison froide de décembre à mai. Le plateau continental mauritanien est alors recouvert par les eaux du courant des Canaries, et, sous l'influence des alizés, il se produit le long du talus continental des phénomènes d'upwelling amenant en surface des eaux subsuperficielles froides;
- une période de transition saison froide-saison chaude (mai/juin/juillet) pendant laquelle les eaux du courant des Canaries sont recouvertes par les eaux du contre courant équatorial. D'autre part, le régime des vents d'alizés cessant, les upwellings côtiers vont disparaître progressivement;
- une période de transition saison chaude-saison froide (octobre-novembre) avec le retrait des eaux chaudes vers le sud et leur remplacement par des eaux froides liées au courant des Canaries et à la naissance des upwellings côtiers.

Les dates que nous indiquons pour chacune des saisons ne sont qu'approximatives dans la mesure où d'une année sur l'autre des variations peuvent apparaître. D'autre part en saison chaude des poussées d'alizés peuvent venir perturber localement ce schéma général.

3.1.2 Analyse des résultats obtenus pendant les campagnes

Sur la Fig. 2 nous avons représenté l'évolution des températures de surface observées pendant les différentes campagnes d'écho-intégration. Nous y avons inclus les données recueillies au cours de

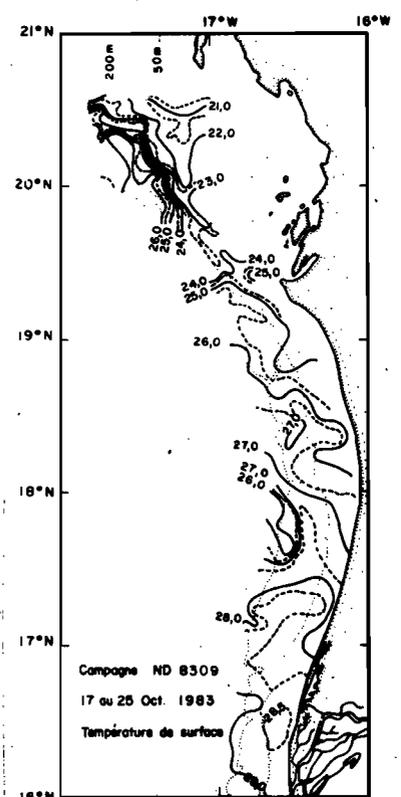
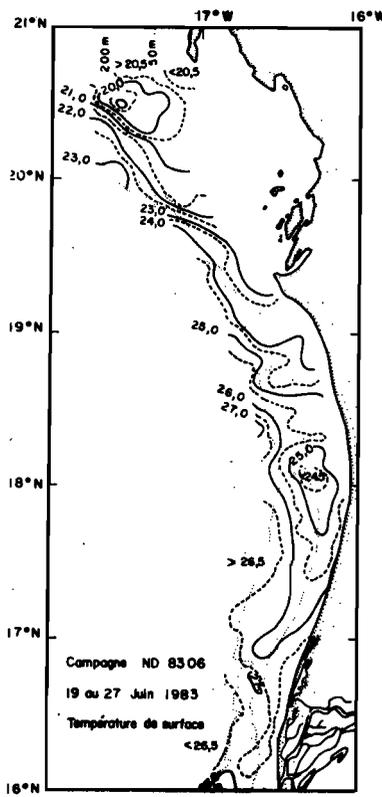
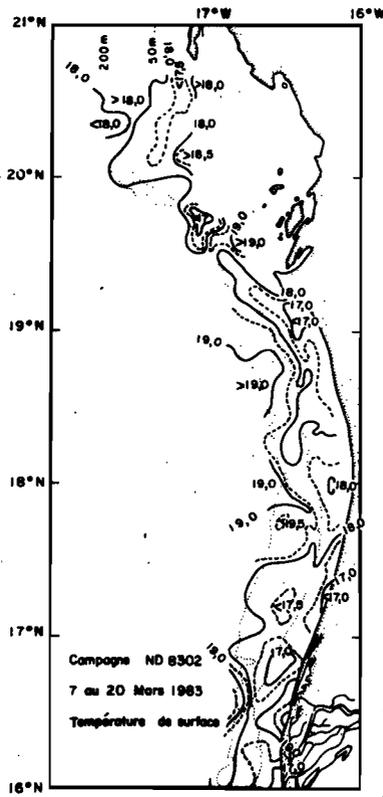
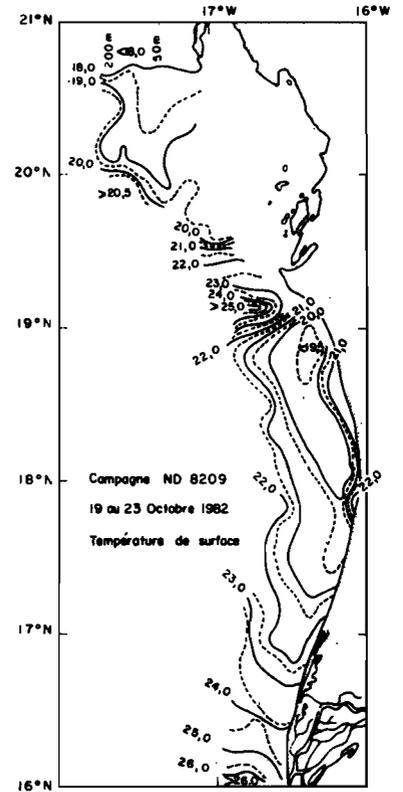
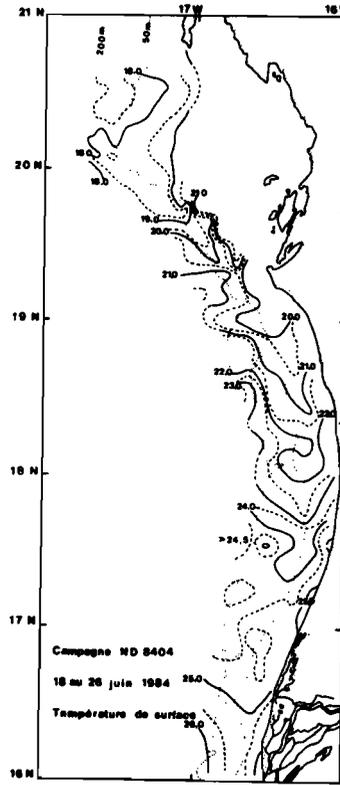
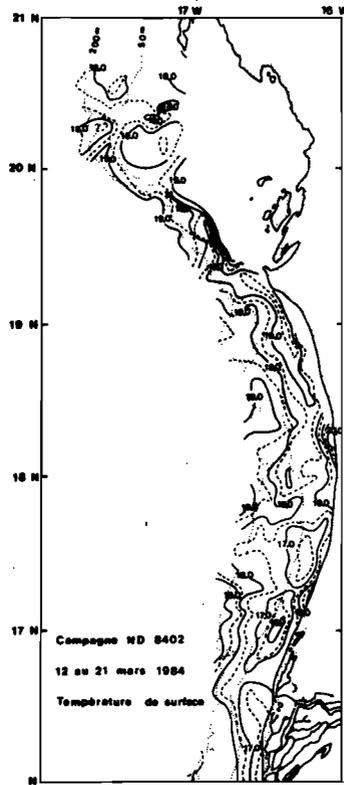


Figure 2 Evolution des températures de surface observées au cours des différentes campagnes d'écho intégration (octobre 1982 - juin 1984)

la campagne ND.8209 (19-23 octobre 1982) qui nous avait servie de campagne d'essai de l'ensemble du matériel. Si l'évolution générale des températures est conforme globalement au schéma que nous venons de décrire, on voit dans le détail apparaître des différences selon les années.

En fin de saison chaude (campagnes ND.8209 et ND.8309) les eaux chaudes (supérieures à 24°C) étaient encore présentes sur la presque totalité du plateau continental mauritanien en 1983. On ne retrouvait des eaux plus froides, mais toujours supérieures à 20°C, que le long du banc d'Arguin sur la partie la moins profonde du plateau continental. On trouvait une structure frontale bien marquée, orientée grossièrement suivant une ligne nord-ouest sud-est passant par le cap Timiris. En 1982 par contre les eaux chaudes n'occupaient plus que l'extrême sud du plateau continental alors que les eaux froides (inférieures à 20°C) occupaient toute la partie ouest du banc d'Arguin. Sous le cap Timiris on retrouve une structure d'isothermes typique d'upwelling, et la présence d'un "coin" d'eau chaude au niveau du cap Timiris laisse supposer la présence d'une masse d'eau chaude au-delà du plateau continental. On peut supposer qu'à cette période une poussée ponctuelle des vents d'alizés a chassé du plateau continental les eaux chaudes de surface, amenant ainsi en surface des eaux profondes plus froides, tandis que la structure frontale séparant les eaux chaudes des eaux froides se trouvait plus au large, au-delà du plateau continental et de la zone prospectée.

En saison froide (campagnes ND.8302 et ND.8402) on retrouve sur tout le plateau continental mauritanien des eaux froides (inférieures à 20°C) aussi bien en 1983 qu'en 1984. Cependant, les upwellings locaux se font sentir différemment selon les années et d'une manière générale les températures étaient, en 1984 plus élevées au nord de Nouakchott, et plus basses au sud de Nouakchott. Ces différences peuvent s'expliquer par le régime des vents d'alizés, plus ou moins régulier selon les années. On peut remarquer que les eaux les moins froides (18-19°C) se tiennent, à l'exception des zones très côtières, en bordure du plateau continental et ont tendance à le recouvrir dès que les alizés faiblissent.

En situation de transition saison froide-saison chaude (campagnes ND.8306 et ND.8404) on retrouve, comme pour la saison de transition inverse, des eaux chaudes sur le plateau continental mauritanien. La carte de température que l'on observe en juin 1983 est très proche de celle observée quelques mois plus tard en octobre. Les eaux chaudes occupent pratiquement toute la région située au sud du cap Timiris et une structure frontale bien marquée apparaît le long d'une ligne orientée grossièrement nord-ouest sud-est et passant par le cap Timiris. En juin 1984 par contre, les eaux chaudes n'occupent que la partie sud du plateau continental tandis qu'au nord du cap Timiris on retrouve des eaux froides (inférieures à 20°C). Le passage entre les eaux chaudes et les eaux froides est progressif.

Nous ne disposons pas de mesure de la salinité de surface pendant les périodes de transition saison chaude-saison froide. Les seules mesures effectuées l'ont été pendant les campagnes de saison froide ou en situation de transition saison froide-saison chaude (Fig. 3). D'une manière générale les salinités observées sur le plateau continental mauritanien sont élevées. En saison froide les salinités les plus élevées (36‰) sont observées dans les zones côtières, ainsi que dans toute la région située au nord du cap Timiris. On retrouve un schéma identique en situation de transition saison froide - saison chaude avec en plus dans le sud de la Mauritanie des salinités élevées, liées aux eaux chaudes. Enfin localement, près de la côte ou le long du banc d'Arguin on peut trouver, aussi bien en saison froide qu'en situation de transition saison froide-saison chaude, des salinités très élevées.

L'analyse des structures thermiques verticales a pu être effectuée à partir des stations effectuées avec la sonde TSK au cours des campagnes ND.8302 de mars 1983 et ND.8306 de juin 1983 (Fig. 4). Cette sonde ne pouvant travailler que jusqu'à une profondeur maximale de 40 m, seule la couche superficielle a pu être étudiée. On peut observer une opposition bien marquée entre les structures de saison froide et celles observées en période de transition saison froide-saison chaude. En mars, le plateau continental est partout recouvert par les eaux froides et l'on peut observer, le long du plateau, la remontée des eaux profondes plus froides, remontée souvent maximale au milieu du plateau continental, liée à la présence des vents d'alizés. En juin, période de transition entre la saison froide et la saison chaude on trouve alors deux types de structures verticales. Au nord de la zone, au large du banc d'Arguin, on retrouve des eaux froides, mais contrairement à ce qui se passe en saison froide il n'y a plus d'upwelling et l'on peut observer près de la surface une stratification bien marquée. Au sud de la zone il existe une couche d'eau chaude homogène en surface. L'épaisseur de cette couche homogène est variable selon les régions et l'on voit apparaître par endroit sur les coupes une thermocline bien marquée, principalement sur le rebord du plateau continental.

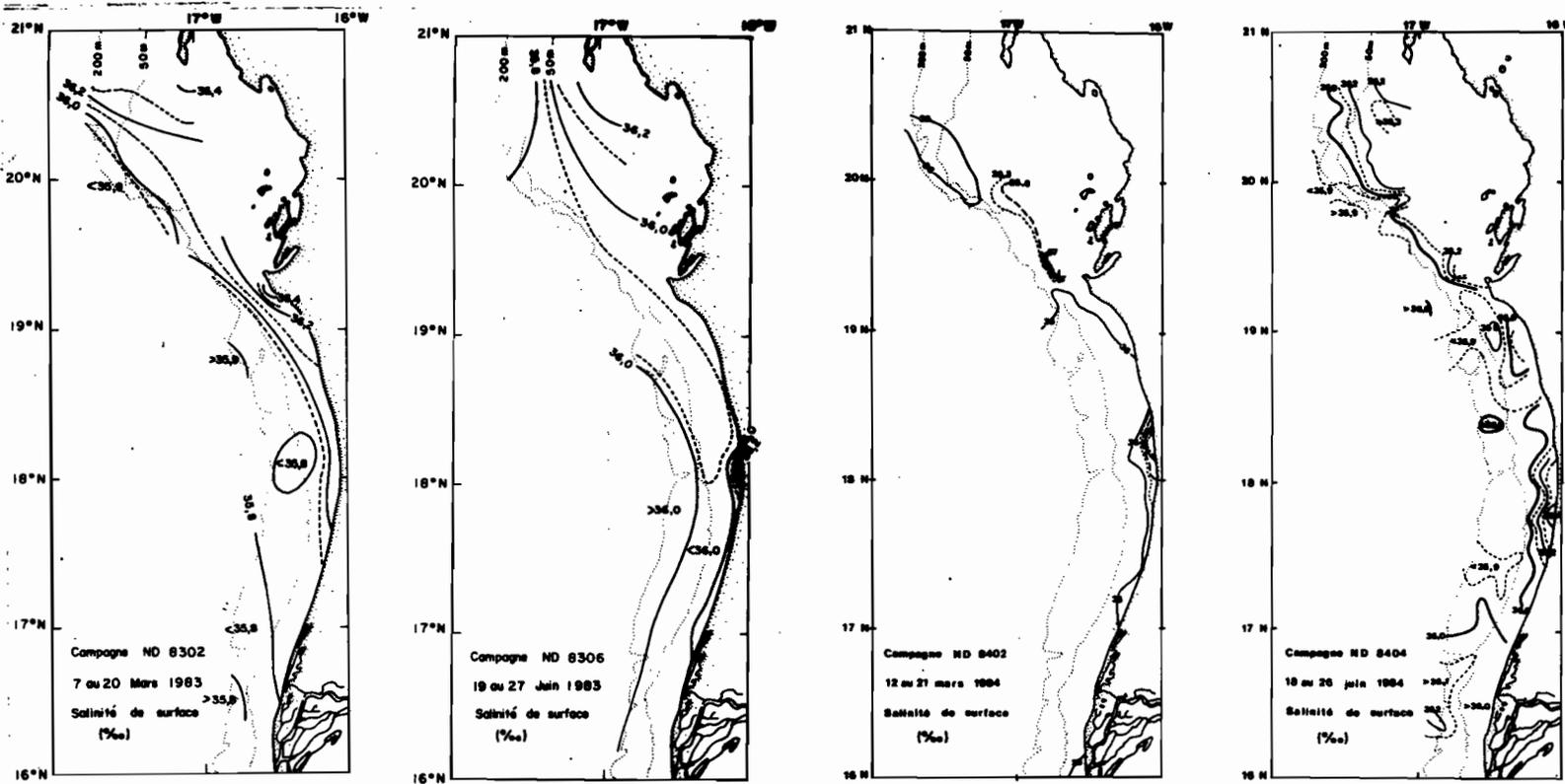


Figure 3 Evolution des salinités de surface observées au cours des différentes campagnes d'écho intégration (mars 1983 - juin 1984)

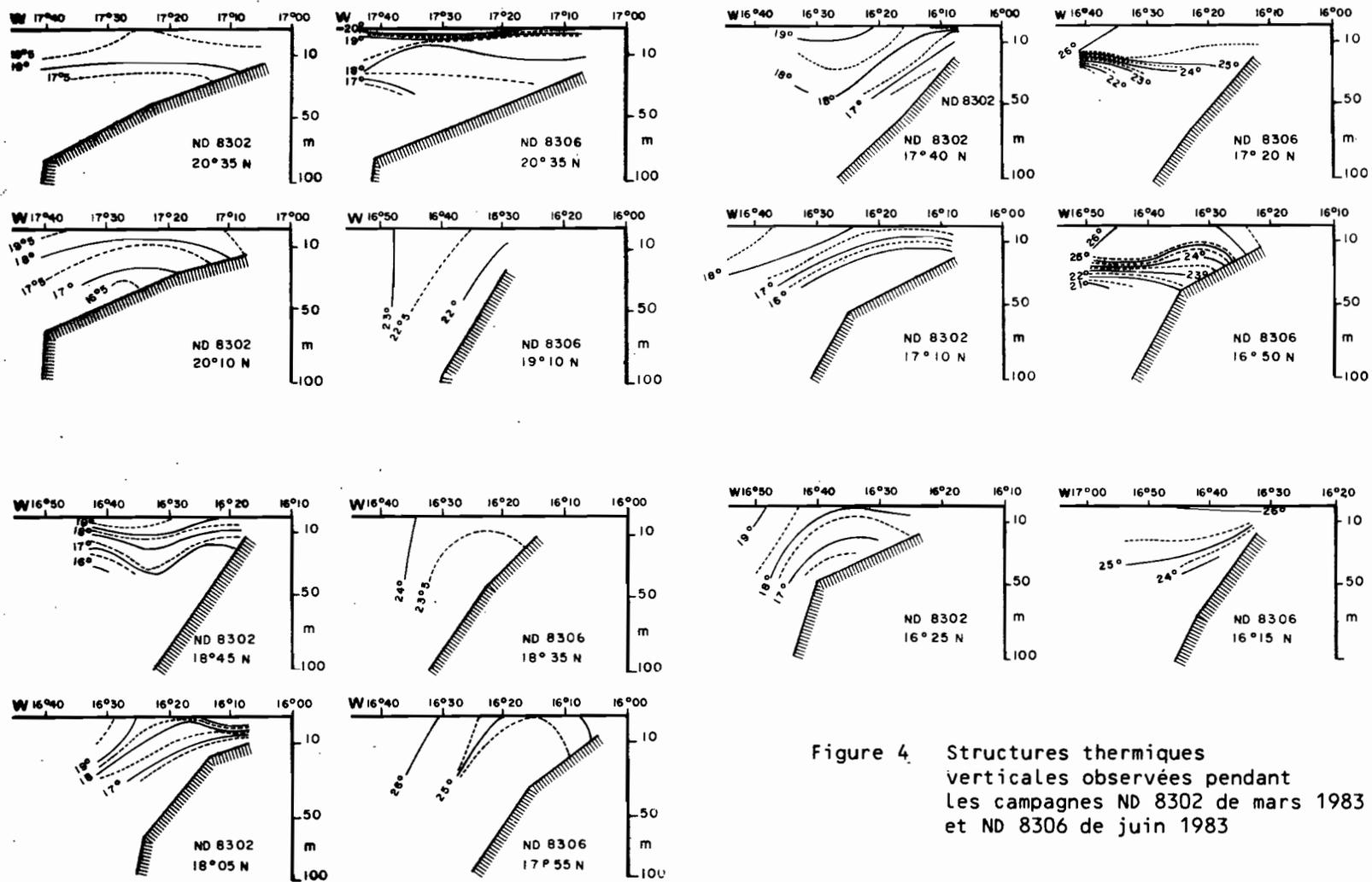


Figure 4. Structures thermiques verticales observées pendant les campagnes ND 8302 de mars 1983 et ND 8306 de juin 1983

3.2 Détermination de l'index de réflexion des poissons

Des mesures d'index de réflexion sur des poissons en cage, aux fréquences de 120 et 38 kHz ont été réalisées lors d'une mission commune, antenne ORSTOM de Brest - CRODT de Dakar, réalisée à bord du LAURENT AMARO, navire de recherches océanographiques du Sénégal. Les résultats de ces expériences ne sont pas encore totalement dépouillés. Cependant, les premières valeurs obtenues sur du pelon (Brachydeuterus auritus) à la fréquence de 38 kHz ont donné:

- pour des poissons de 9,23 g de poids moyen un index de réflexion moyen de - 32,95 dB/kg
- pour des poissons de 9,80 g de poids moyen un index de réflexion moyen de - 33,88 dB/kg.

Ces valeurs d'index de réflexion sont encore à considérer comme des estimations provisoires dans la mesure où les résultats des expériences ne sont pas encore traités en totalité. Cependant les estimations obtenues sont proches de la valeur d'index de réflexion utilisée pour le dépouillement des campagnes. Un index de réflexion moyen de -34 dB/kg a en effet été utilisé. Cette valeur utilisée par le N/O CAPRICORNE, correspond à l'index de réflexion de sardinelles ayant une longueur fourche de 17 cm. Le navire de recherches R/V DR FRIDTJOF NANSEN pour sa part, a utilisé lors de ses campagnes de prospections acoustiques le long des côtes ouest-africaine, en 1981-82, un index de réflexion moyen de -34,3 dB/kg à la fréquence de 38 kHz. Cette valeur est dérivée de l'équation:

$$TS = - 10 \log l - 22 \text{ dB/kg}$$

où l représente la longueur du poisson en cm, et représente l'index de réflexion d'un petit poisson pélagique muni d'une vessie natatoire.

Toutes ces valeurs d'index de réflexion sont très proches. Cela devrait nous faciliter ainsi la comparaison des résultats des différentes évaluations.

3.3 Densités et biomasse

3.3.1 Répartition des densités observées au cours des différentes campagnes

On ne reprendra pas ici, individuellement pour chaque campagne, l'analyse des cartes de répartition des densités, ni la description des différents types de détections rencontrés. Pour cela on pourra si on le désire consulter les rapports des différentes campagnes (Josse *et al.*, 1983; 1984; Josse et Sévellec, 1984; 1984a, 1984b). On a cependant représenté, à la Fig. 5 les cartes de distribution des densités observées au cours des différentes campagnes. Sur ces cartes, on n'a retenu, pour la cartographie des détections rencontrées, que trois classes de densités, ce qui permet de définir trois zones de concentration:

- une zone peu dense avec des densités moyennes inférieures à 10 t par mille carré;
- une zone moyennement dense avec des densités comprises en moyenne entre 10 et 100 t par mille carré;
- une zone dense où les densités sont en moyenne supérieures à 100 t par mille carré.

Les observations n'ont pu être effectuées que pendant un an et demi, ce qui est insuffisant pour espérer pouvoir mettre en évidence une évolution à long terme. Une étude sur deux années complètes ou mieux, trois ans aurait permis d'étudier les variations inter-annuelles.

L'examen des cartes de répartition des densités permet cependant de tirer un certain nombre de conclusions communes à toutes les campagnes. Il faut noter tout d'abord la faible extension géographique des zones denses. On ne rencontre pas en effet de grandes zones de concentration, mais le plus souvent des petites taches isolées. D'autre part, on peut également mettre en évidence sur ces cartes la pauvreté relative de la partie la plus profonde du plateau continental. En effet, si l'on excepte certaines zones très ponctuelles en limite du plateau continental ou sur le rebord des fosses sous-marines, on n'y a pas rencontré de détections importantes. Enfin, sur toutes les cartes de densités on peut séparer sur le plateau continental mauritanien deux secteurs géographiques bien distincts de part et d'autre du cap Timiris avec, au nord, toute la zone située au large de la baie du Lévrier et du banc d'Arguin où l'on a toujours rencontré des détections relativement importantes quelque soit la saison et, au sud le reste du plateau continental où les concentrations détectées ont été très variables selon les campagnes.

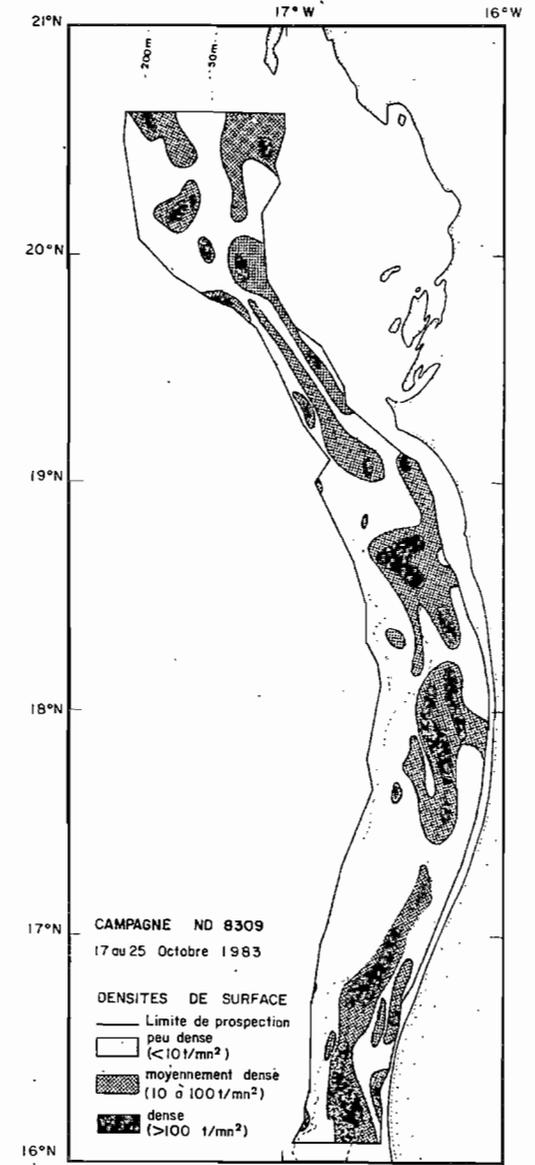
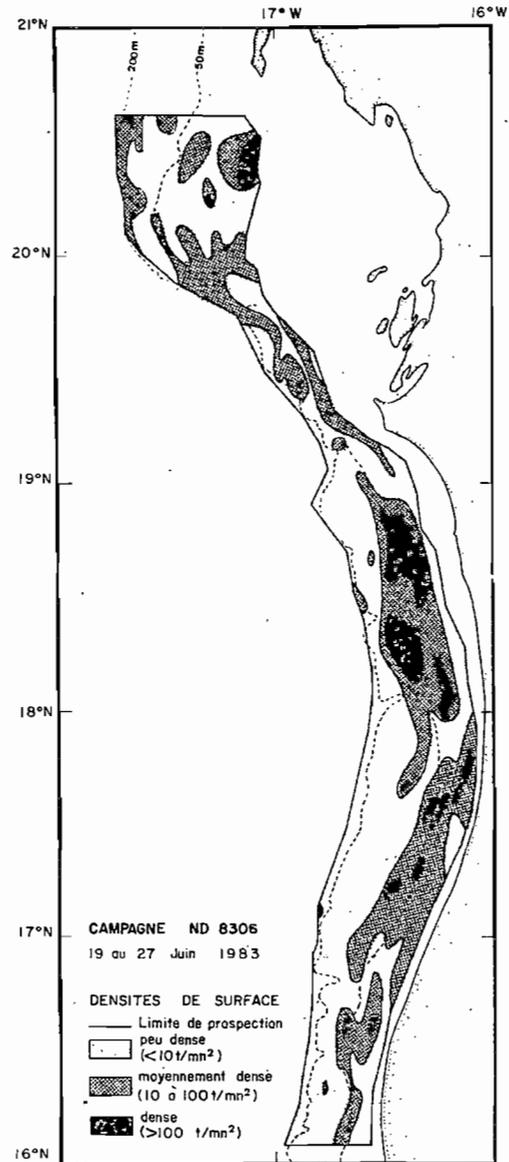
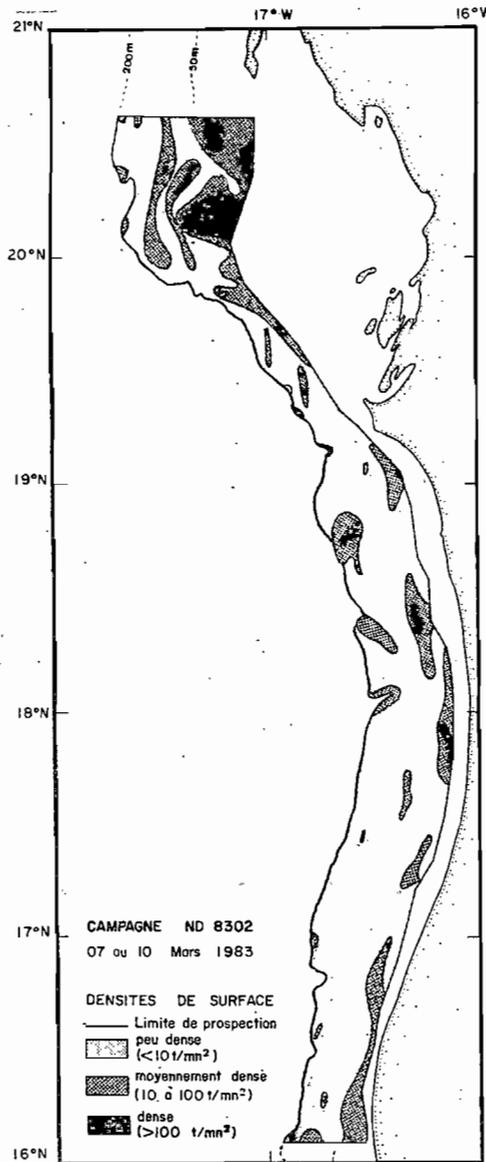


Figure 5 Répartition des densités de surface observées au cours des différentes campagnes de prospection effectuées en 1983 et 1984 en Mauritanie
a) mars, juin et octobre 1983

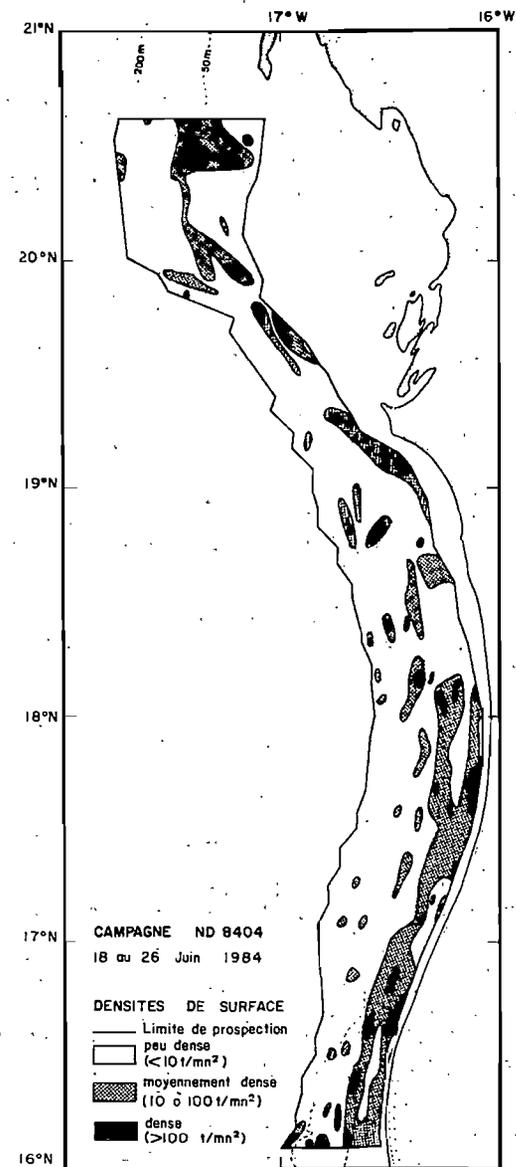
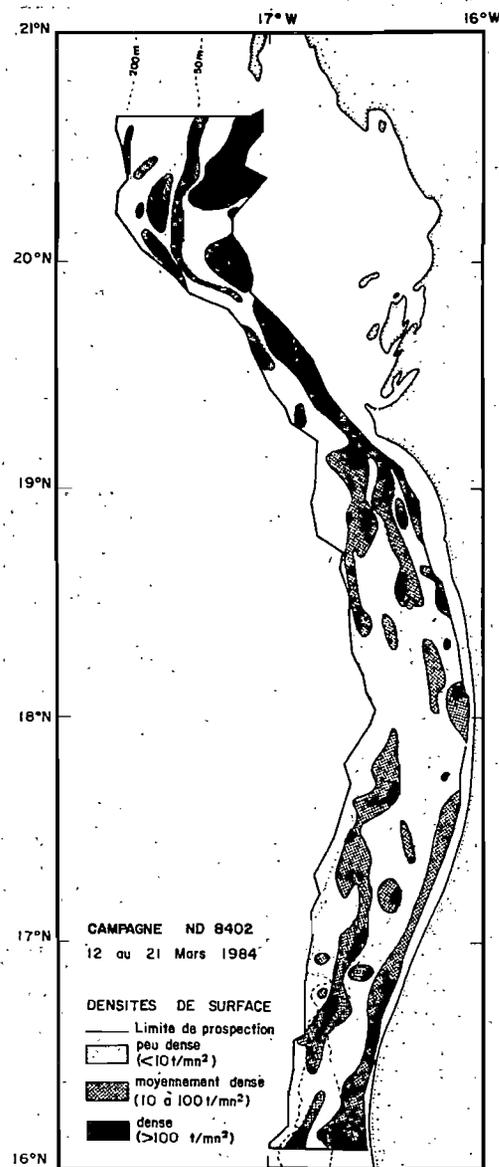


Figure 5 Répartition des densités de surface observées au cours des différentes campagnes de prospection effectuées en 1983 et 1984 en Mauritanie
b) mars et juin 1984

Si l'on examine maintenant les cartes de répartition des densités campagne par campagne on constate la pauvreté des eaux mauritaniennes pendant les campagnes de mars 1983 et de juin 1984, alors que pendant les campagnes de juin et d'octobre 1983, ainsi que pendant celle de mars 1984 les eaux se sont montrées comparativement beaucoup plus riches. Au nord du cap Timiris, on retrouve aussi bien en 1983 qu'en 1984 et en saison froide des détections importantes le long du banc d'Arguin, sur les fonds de faible importance. Ces détections peuvent éventuellement se retrouver en partie en début de saison chaude, tandis qu'en fin de saison chaude elles sont pratiquement totalement absentes. Au sud du cap Timiris, en saison froide, on trouve tout d'abord des petites concentrations très côtières et, du moins en 1984, on voit apparaître une deuxième zone de concentration au-delà de l'isobathe des 50 m. Toujours au sud du cap Timiris et pour l'année 1983, pendant les périodes de transition, les concentrations sont localisées sur les fonds de 50 m alors que près de la côte les densités rencontrées sont restées très faibles. On ne retrouve pas ce schéma en juin 1984 où l'on a essentiellement rencontré des détections côtières comme en saison froide. Ceci peut éventuellement s'expliquer par un léger retard dans l'arrivée de la saison chaude par rapport à 1983 comme on a pu le constater sur les cartes de température de surface.

3.3.2 Estimation des densités et des biomasses

Les estimations finales de densité et de biomasse obtenues pour chaque campagne sont résumées dans le tableau 1. Toutes ces estimations se rapportent à la zone effectivement prospectée, à chaque campagne, du plateau continental mauritanien. On n'a pas voulu en effet extrapoler les valeurs d'intégration observées le long des inter-radiales aux zones côtières où il n'était pas possible de naviguer. On n'a pas non plus extrapolé les densités observées sous le bateau, à la couche superficielle de surface qui ne pouvait être échantillonnée par le sondeur. Enfin, les détections à proximité immédiate du fond ne peuvent être échantillonnées, ou le sont mal. Aussi compte tenu de ces raisons, et mis à part le problème de détermination des index de réflexion, on ne doit pas considérer les estimations de biomasse obtenues comme des valeurs absolues de la biomasse, mais comme un indice relatif minimal de l'abondance présente à un moment donné pour la zone étudiée.

Compte tenu de ces remarques les estimations de densité obtenues sur le plateau continental mauritanien sont très variables d'une campagne à l'autre. Les densités les plus faibles ont été observées en mars 1983, où la biomasse totale a été évaluée à 183 000 t (soit une densité moyenne de l'ordre de 31 t par mille carré) tandis que les densités les plus élevées (75,6 t par mille carré soit une biomasse de 475 000 t) l'ont été en mars 1984. Si l'on examine l'évolution des densités moyennes dans le temps on constate une tendance très nette à l'augmentation des valeurs de mars 1983 à mars 1984 suivi d'une chute brutale en juin 1984 où l'on retrouve pratiquement le niveau de mars 1983 avec une densité moyenne de 37 t par mille carré. Les variations que l'on peut observer n'affectent pas partout de la même manière le plateau continental. On peut constater que c'est principalement toute la zone comprise entre les isobathes 50 et 100 m qui est la plus sensible aux variations de la biomasse totale et à deux périodes, en mars 1983 et en juin 1984, les densités que l'on a pu y observer (respectivement 11,3 et 17,7 t par mille carré) sont devenues très faibles. Or cette zone représente environ 55 pour cent de la surface prospectée sur le plateau continental mauritanien. Pour toute la zone qui correspond aux fonds inférieurs à 50 m la variabilité est moins grande d'une campagne à l'autre. En saison froide c'est la zone située au nord du cap Timiris qui est la plus riche tandis qu'en période de transition son importance diminue.

La série d'observation effectuée étant trop courte, il a été fait appel aux résultats de diverses campagnes réalisées antérieurement dans la région pour tenter de mettre en évidence une évolution à long terme dans la région.

3.3.3 Comparaison avec les résultats d'autres campagnes de prospection effectuées dans la région

L'écho-intégration est une science relativement récente puisque les premières utilisations de l'acoustique sous-marine pour les évaluations de biomasse datent de la fin des années soixante. En Mauritanie la première campagne d'évaluation acoustique des ressources pélagiques a été effectuée dès 1973 par le N/O CAPRICORNE. On dénombre ainsi, pour la région mauritanienne et sans compter les évaluations faites par le N/DIAGO, un total de 16 campagnes effectuées par quatre navires.

- Le N/O CAPRICORNE (juillet 1973, février et novembre 1974, avril et septembre 1977, février et septembre 1980, mai 1981, mars 1983);
- Le R/V DR FRIDTJOF NANSEN (mai, septembre et décembre 1981, mars 1982);

Tableau 1. Résultats des campagnes d'écho-intégration effectuées en 1983 et 1984 en Mauritanie

d: densité en tonnes par mille carré
 S: superficie prospectée (en milles)
 B: Biomasse détectée en tonnes et en % de la biomasse totale

Campagne ND 8302 - mars 1983

		50 à 200 m	< 50 m	Total
Nord Timiris	d	8,9	110,7	70,3
	s	651	991	1 642
	B	5 782 (3,2%)	109 645 (60,0%)	115 427 (63,2%)
Sud Timiris	d	11,9	21,9	15,8
	s	2 611	1 652	4 263
	B	31 042 (17,0%)	36 175 (19,8%)	67 217 (36,8%)
TOTAL	d	11,3	55,2	30,9
	s	3 262	2 643	5 905
	B	36 824 (20,2%)	145 820 (79,8%)	182 644

Campagne ND 8306 - juin 1983

		50 à 200 m	< 50 m	Total
Nord Timiris	d	22,4	70,4	52,1
	s	637	1 029	1 666
	B	14 266 (3,8%)	72 451 (19,5%)	86 717 (23,3%)
Sud Timiris	d	63,6	63,3	63,5
	s	2 714	1 781	4 495
	B	172 624 (46,4%)	112 696 (30,3%)	285 320 (76,7%)
TOTAL	d	55,8	65,9	60,4
	s	3 351	2 810	6 161
	B	186 890 (50,2%)	185 147 (49,8%)	372 037

Campagne ND 8309 - octobre 1983

		50 à 200 m	< 50 m	Total
Nord Timiris	d	45,3	56,5	52,2
	s	637	1 037	1 674
	B	28 850 (9,2%)	58 550 (18,6%)	87 400 (27,8%)
Sud Timiris	d	48,9	50,4	49,5
	s	2 714	1 860	4 574
	B	132 747 (42,3%)	93 736 (29,9%)	226 483 (72,2%)
TOTAL	d	48,2	52,6	50,2
	s	3 351	2 897	6 248
	B	161 597 (51,5%)	152 286 (48,5%)	313 883

Tableau 1 (suite)

Campagne ND 8402 - mars 1984

		50 à 200 m	< 50 m	Total
Nord Timiris	d	150,2	170,6	162,9
	s	637	1 003	1 640
	B	95 698 (20,1%)	171 464 (36,1%)	267 162 (56,2%)
Sud Timiris	d	29,7	65,9	44,7
	s	2 714	1 932	4 646
	B	80 543 (17,0%)	127 276 (26,8%)	207 819 (43,8%)
TOTAL	d	52,6	101,8	75,6
	s	3 351	2 935	6 286
	B	176 241 (37,1%)	298 740 (62,9%)	474 981

Campagne ND 8404 - juin 1984

		50 à 200 m	< 50 m	Total
Nord Timiris	d	32,6	97,8	71,7
	s	637	955	1 592
	B	20 742 (9,1%)	93 417 (40,8%)	114 159 (49,9%)
Sud Timiris	d	14,3	40,2	24,9
	s	2 714	1 884	4 598
	B	38 666 (16,9%)	75 792 (33,2%)	114 458 (50,1%)
TOTAL	d	17,7	59,6	36,9
	s	3 351	2 839	6 190
	B	59 408 (26%)	169 209 (74,0%)	228 617

- Le R/V ERNST HAECKEL (mars 1982, mars 1983);
- Le N/O IBN SINA (juillet 1981).

Un certain nombre de ces campagnes ne concerne malheureusement qu'une partie de la zone qui nous intéresse. D'autre part la présentation des résultats de ces campagnes est très variable selon les rapports ce qui fait qu'il est souvent difficile de comparer les différentes évaluations effectuées.

Une synthèse des données hydro-acoustiques disponibles dans la région sénégal-mauritanienne a été effectuée lors d'un groupe de travail CRODT-CNROP qui s'est tenu à Dakar du 22 au 27 novembre 1982 (Anonyme, 1982). Cette synthèse concerne non seulement les campagnes effectuées en Mauritanie, mais aussi l'ensemble des données hydro-acoustiques recueillies dans la région comprise entre 8° et 33°N. Aussi, dans ce paragraphe referons nous pas une synthèse de toutes ces campagnes. On se contentera de comparer les résultats des prospections effectuées par le N'DIAGO avec les deux séries d'observations les plus récentes:

- les campagnes ECHOSAR I, II, III du N/O CAPRICORNE (février et septembre 1980, mai 1981)
- les campagnes du R/V DR FRIDTJOF NANSEN (mai, septembre, décembre 1981, mars 1982).

On se contentera uniquement de comparer les densités moyennes observées au cours de ces différentes campagnes. En effet, la comparaison des biomasses détectées est rendue difficile par le fait que les limites de prospection ont été très variables d'une campagne à l'autre. D'autre part, pour les données du N/O CAPRICORNE on a utilisé les estimations effectuées dans chaque strate élémentaire, qui ont été combinées de la même manière que pour les estimations du N'DIAGO.

Compte tenu de ces remarques, les estimations de densité, en tonnes par mille carré, obtenues au cours de ces diverses campagnes sont résumées dans le tableau 2. Lorsque cela était possible, on a également calculé les densités pour les secteurs côtiers du plateau continental (fonds inférieurs à 50 m) et pour les secteurs profonds (fonds compris entre 50 et 200 m).

Comme il est possible de le constater sur ce tableau la tendance générale de ces estimations est à la baisse, même si individuellement les variations peuvent être importantes d'une campagne à l'autre.

On peut remarquer sur ce tableau que les estimations effectuées en mai 1981 par le CAPRICORNE et le DR FRIDTJOF NANSEN sont très différentes. Elles ne sont pas pour autant contradictoires. En effet, si l'on examine dans le détail ces deux campagnes plusieurs facteurs sont à prendre en considération:

- la période de prospection n'est finalement pas exactement la même. En effet, le DR FRIDTJOF NANSEN a effectué sa prospection sur le plateau continental mauritanien entre le 30 avril et le 5 mai tandis que le CAPRICORNE a effectué la sienne du 8 au 18 mai. Or, il s'agit là d'une période où les conditions du milieu sont instables et où les espèces pélagiques de la région, qui sont migratrices, peuvent se déplacer très rapidement;
- le schéma de prospection est très différent. Le CAPRICORNE a effectué une série de radiales perpendiculaires à la côte et espacées de 5 milles nautiques tandis que le DR FRIDTJOF NANSEN a effectué un parcours irrégulier, avec une couverture faible de la région;
- la limite de prospection vers la côte, et sur petits fonds est différente et d'une manière générale le CAPRICORNE prospecte mieux les zones côtières ou de faible profondeur. Or près des 3/4 de la biomasse détectée par le CAPRICORNE l'ont été sur les fonds de moins de 50 m, et près de la moitié au nord du cap Timiris, le long du flanc ouest du banc d'Arguin dans une région peu prospectée par le FRIDTJOF NANSEN;
- la méthode de calcul de la biomasse est différente et en particulier les estimations du FRIDTJOF NANSEN ne prennent pas en compte les variations jour/nuit. Cela nous conduit automatiquement à une sous-estimation des résultats de ce bateau par rapport à ceux du CAPRICORNE.

Tableau 2 Comparaison des estimations de densités (en tonnes/mille carré) obtenues dans la région mauritanienne entre 1980 et 1984

	Zone côtière	Zone profonde	Ens. du plateau continental
N/O CAPRICORNE			
février 1980	147	137	142
septembre 1980	156	67	106
mai 1981	379	98	187
R/V DR F. NANSEN			
mai 1981	-	-	65
septembre 1981	-	-	52
décembre 1981	-	-	65
mars 1982	-	-	102
N/O N'DIAGO			
mars 1983	55	11	31
juin 1983	66	56	60
octobre 1983	53	48	50
mars 1984	102	53	76
juin 1984	60	18	37

On a vu, au travers de cet exemple, les difficultés éprouvées lorsqu'il s'agit de comparer différentes évaluations et s'il est relativement facile de comparer les estimations du CAPRICORNE avec celles du N'DIAGO dans la mesure où le type de prospection effectué et le mode de dépouillement des données et de présentation des résultats sont très proches, il sera difficile d'utiliser les résultats du DR FRIDTJOF NANSEN.

On a représenté, aux Fig. 6 et 7 les cartes de distribution des densités de surface observées pendant les campagnes du CAPRICORNE et du DR FRIDTJOF NANSEN. Pour interpréter les cartes de la Fig. 7 il faut savoir que les densités de surface sont exprimées en millimètres d'intégration, avec la correspondance suivante: 1 mm d'intégration est égal à 13,6 t par mille carré.

La comparaison de ces deux figures, avec les cartes de distribution des densités observées pendant les campagnes du N'DIAGO permet de mettre en évidence un certain nombre de points communs, mais aussi de suivre sur plusieurs années l'évolution des densités.

Saison froide (février-mars): On retrouve pour toutes les campagnes des détections importantes au nord du cap Timiris, le long du banc d'Arguin sur petits fonds. Par contre, sur le reste du plateau continental on peut constater une diminution très nette des densités. En effet, en 1981, on a pu observer des détections très importantes, au-delà des fonds de 50 m au sud du cap Timiris. Si l'on retrouve ces détections en 1982, mais avec une importance moindre, elles ont pratiquement disparu en 1983, alors qu'en 1984 on les voit de nouveau apparaître faiblement. La campagne effectuée en décembre 1981 par le R/V FRIDTJOF NANSEN ne peut être classée parmi les campagnes de saison froide, bien que théoriquement elle a été effectuée à une période où la saison chaude est terminée en Mauritanie. En effet on a pu observer à cette époque une couche d'eau chaude relativement épaisse, avec en surface des températures presque partout supérieures à 24°C. On se trouvait là dans une

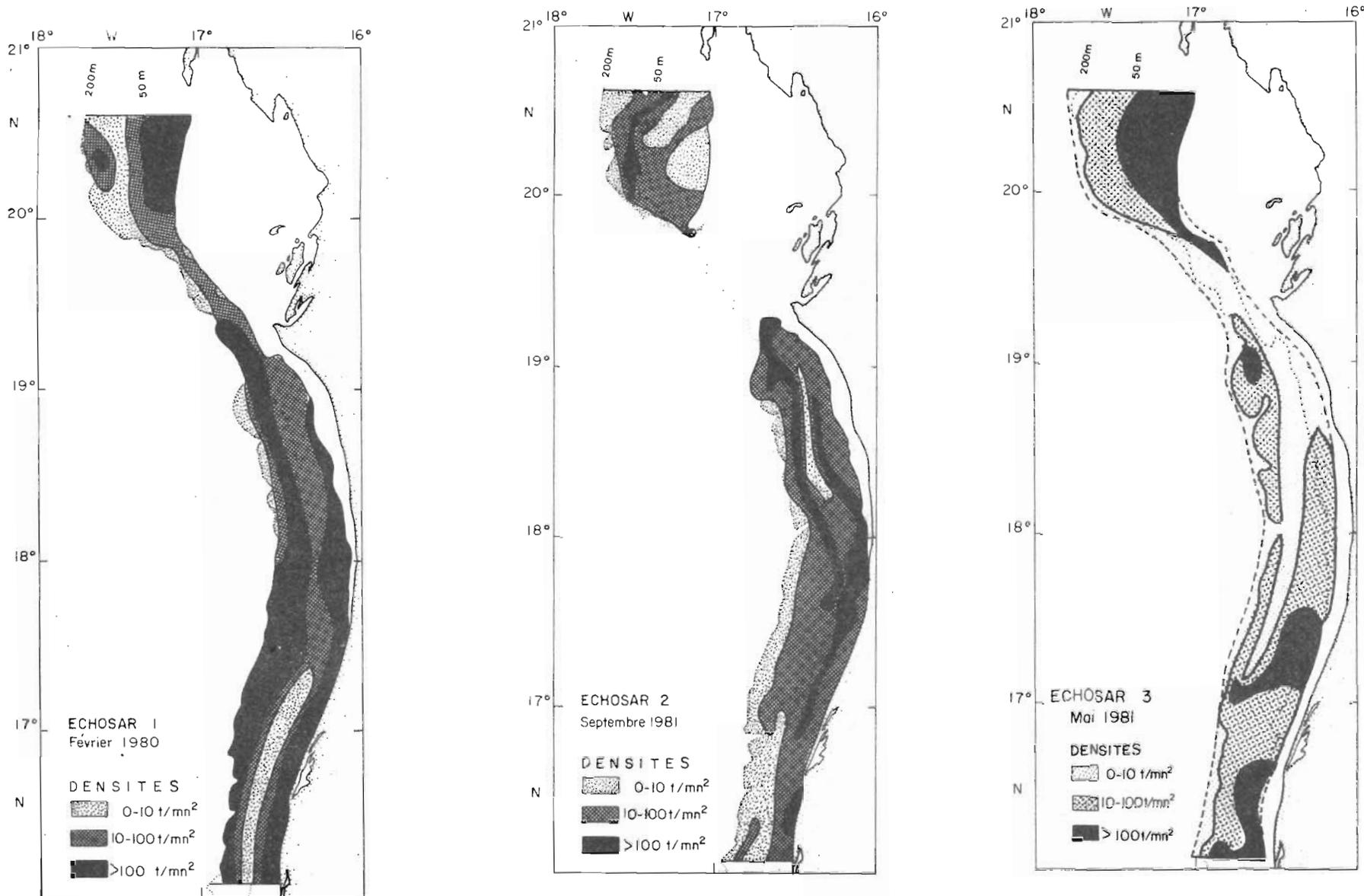


Figure 6 Cartes de distribution des densités observées pendant les campagnes du N/O CAPRICORNE en 1980 et 1981

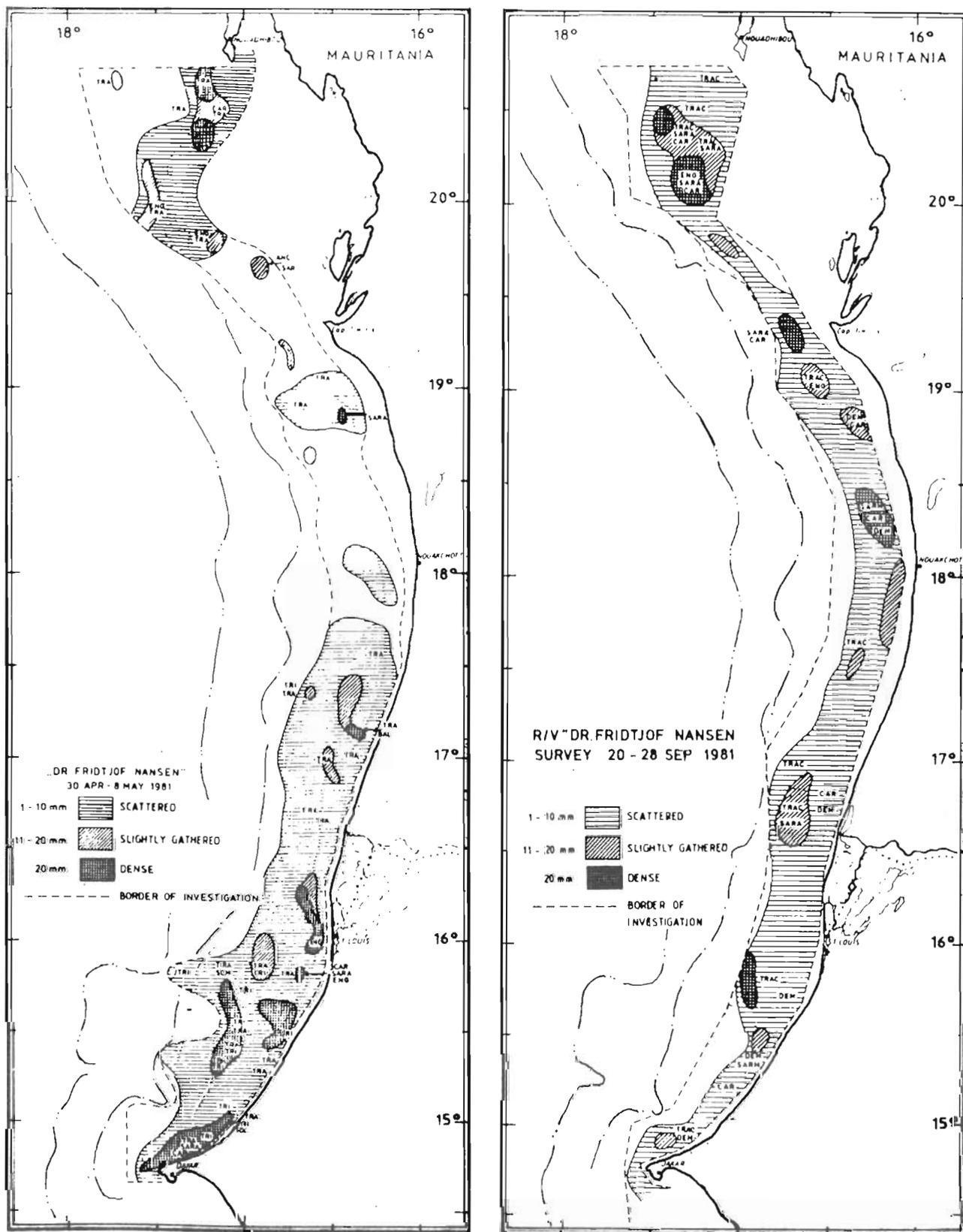


Figure 7 Cartes de distribution des densités observées pendant les campagnes du R/V DR FRIDTJOF NANSEN en 1981 et 1982 (FAO, 1984)

a) mai et septembre 1981

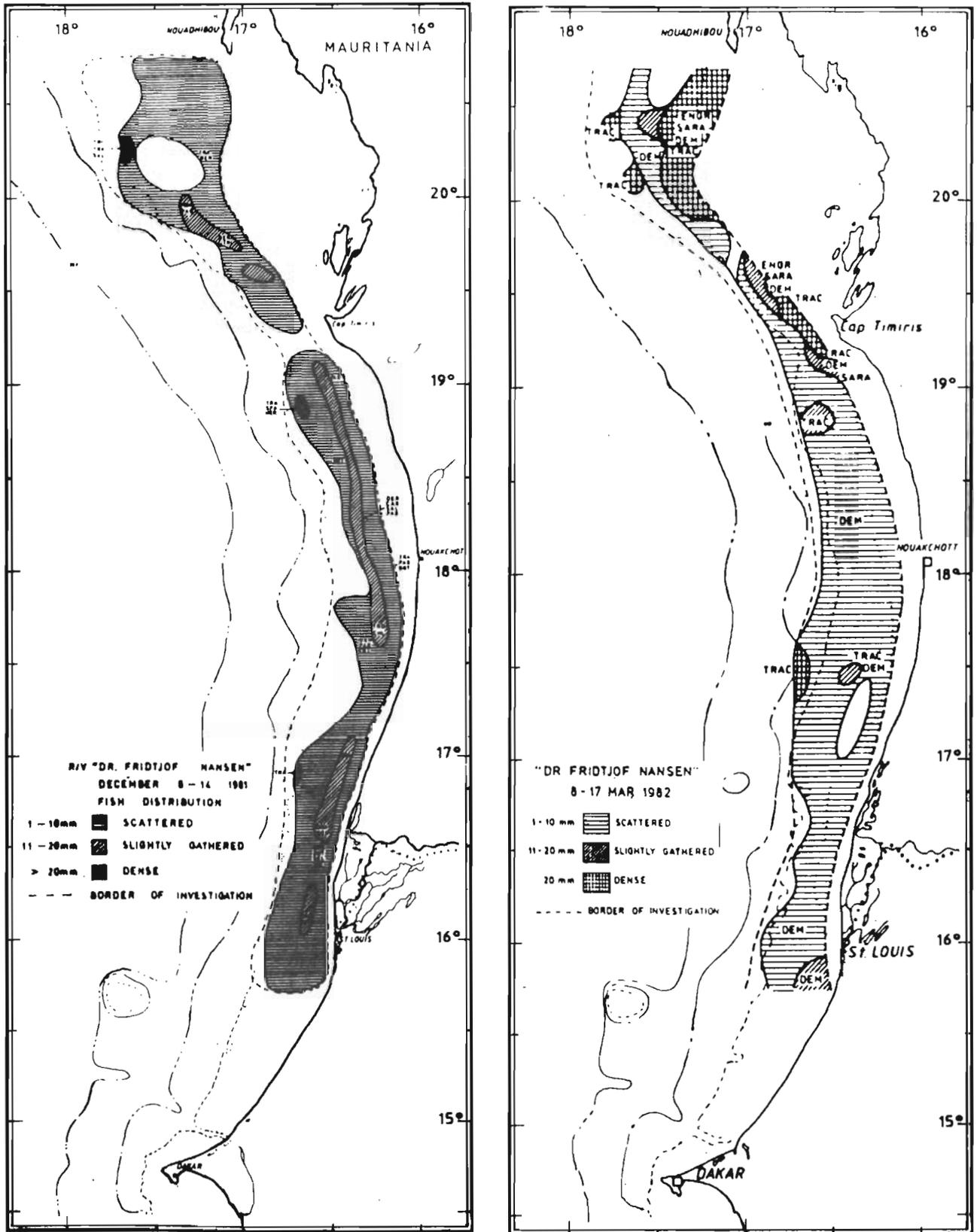


Figure 7 Cartes de distribution des densités observées pendant les campagnes du R/V DR FRIDTJOF NANSEN en 1981 et 1982 (FAO, 1984)

b) décembre 1981, mars 1982

situation totalement anormale pour la région et il est alors difficile d'inclure les résultats de cette campagne dans une analyse de l'évolution globale des densités en relation avec l'alternance des saisons hydrologiques.

Pour en revenir à l'analyse de la situation en saison froide, l'évolution des densités que l'on a pu observer peut être mise en relation avec plusieurs facteurs:

- l'évolution des conditions hydroclimatiques: La situation anormale observée fin 1981 ne peut avoir été sans effet sur les populations de saison froide que l'on trouve normalement sur le plateau continental mauritanien à cette période de l'année, et en particulier sur les chinchards (*Trachurus trachurus*, *Trachurus trecae*), les sardines (*Sardina pilchardus*) et d'une manière générale sur les juvéniles que l'on trouve en saison froide sur petits fonds;
- l'intensité de l'effort de pêche. Celui-ci s'est considérablement accru en 1982 et 1983 de la part de flottilles étrangères à long rayon d'action. Or d'une part ces flottilles ont pour espèces cibles en saison froide, les chinchards qui constituaient l'essentiel des détections importantes localisées en 1980 au-delà de l'isobathe des 50 m, et d'autre part ces flottilles ne peuvent opérer, du fait des accords de pêche qu'elles ont avec la Mauritanie que dans les secteurs les plus profonds du plateau continental mauritanien et principalement au sud du cap Timiris au-delà des fonds de 50 m. On peut également remarquer qu'en mars 1984, par rapport au mois de mars de l'année précédente, l'on a vu réapparaître au-delà des fonds de 50 m des détections relativement importantes, et cela peut être mis directement en relation avec le faible effort de pêche exercé dans cette région au début de l'année 1984.

Situation de transition saison froide-saison chaude (mai-juin): Il s'agit d'une période où les conditions hydroclimatiques peuvent varier très rapidement. On retrouve généralement, comme en saison froide, des détections importantes sur petits fonds à l'ouest du banc d'Arguin. Ces détections, plus ou moins importantes selon l'avancement dans la saison, ont tendance à disparaître avec l'arrivée des eaux chaudes. Au sud du cap Timiris on peut observer la disparition des détections de saison froide et l'arrivée en provenance de la région sénégalaise de détections plus ou moins importantes selon les années. Contrairement à la saison froide où l'on a schématiquement une répartition en deux concentrations, l'une côtière, l'autre du large, on ne retrouve plus en période de transition saison froide-saison chaude qu'une seule zone de concentration plus ou moins centrée sur l'isobathe des 50 m. On ne retrouve pas ce schéma en 1984. En effet si les concentrations de type saison froide ont disparu du moins dans la partie profonde du plateau continental, elles ne semblent pas avoir été remplacées, du moins si l'on se réfère aux seules données recueillies pendant la campagne. Une analyse des rendements de la pêche industrielle aurait pu permettre, en analysant les données antérieures et postérieures à la campagne de suivre l'évolution des captures et de replacer les observations effectuées, par rapport à l'arrivée des concentrations en provenance de la zone sénégalaise. Notons aussi qu'à cette époque de l'année, la plupart des flottilles hauturières avaient repris leurs activités et que les stocks étaient soumis à un effort de pêche important.

Situation de transition saison chaude-saison froide (septembre-octobre): A cette période de l'année les conditions hydrologiques peuvent également varier très rapidement. Cependant dans l'ensemble les conditions hydroclimatiques rencontrées au cours des trois campagnes effectuées à cette période (septembre 1980 et 1981, octobre 1983) sont comparables et assimilables, au moins au sud du cap Timiris à des situations de saison chaude. On pourra remarquer, si l'on analyse le tableau 2 que c'est la période où les différentes estimations obtenues sont les moins variables. C'est également la période où les densités observées sont les plus homogènes. Les détections rencontrées occupent dans l'ensemble la partie côtière et centrale du plateau continental, la partie profonde du plateau étant généralement peu dense. C'est dans la région sud Timiris que les détections sont généralement les plus importantes, alors que dans la partie nord on ne ressent pas encore, du moins aux périodes où les campagnes ont été effectuées, l'arrivée de concentrations du type saison froide.

4. CONCLUSION

Le programme d'écho-intégration mis en place au CNROP de Nouadhibou a permis de suivre pendant une année et demie, soit de janvier 1983 à juin 1984 l'évolution de l'abondance des stocks de poissons pélagiques en Mauritanie. Les cinq campagnes réalisées dans le cadre de ce programme pendant cette période ont montré des densités moyennes relativement basses sur le plateau continental mauritanien. D'une campagne à l'autre les fluctuations peuvent être importantes. Ainsi les densités moyennes ont été minimales en mars 1983 (31 t/mn²) et maximales en mars 1984 (76 t/mn²). Ces variations sont à mettre en relation avec les variations des conditions du milieu d'une

part et les fluctuations de l'intensité de l'effort de pêche appliqué aux stocks pélagiques de la région d'autre part.

L'hydrologie de la région mauritanienne est caractérisée par l'alternance de deux saisons hydrologiques bien marquées, une saison froide, et une saison chaude. La durée de ces saisons varie en fonction de la latitude. Ainsi la saison chaude sera d'autant plus courte que l'on se situe vers le nord de la Mauritanie. De plus, en saison froide il y a, sous l'influence des vents d'alizés du nord-est formation d'upwellings côtiers. A ces variations annuelles des conditions hydrologiques vont correspondre des variations dans la répartition des espèces pélagiques qui fréquentent le plateau continental mauritanien. En effet, ces espèces effectuent en relation avec l'alternance des saisons hydrologiques des migrations à l'intérieur d'une aire de répartition beaucoup plus vaste que la seule région mauritanienne. Aussi, il ne faudra pas perdre de vue que lors des campagnes d'écho-intégration on s'adresse uniquement à la fraction de la biomasse présente à un moment donné sur le plateau continental mauritanien en relation avec les conditions hydrologiques de l'instant.

L'étude des conditions hydrologiques et de leurs variations vont être importantes car elles déterminent la répartition des stocks pélagiques de la région. Lors des campagnes océanographiques classiques, nous ne pouvons obtenir que des informations ponctuelles, limitées dans le temps, des conditions du moment. Ainsi les conditions hydrologiques anormales pour la saison, rencontrées en décembre 1981, auraient pu passer totalement inaperçues s'il n'y avait eu à l'époque présence d'un navire océanographique sur la zone. Ces conditions hydrologiques anormales ne peuvent avoir été sans influence sur la répartition des espèces pélagiques de la région, ni sur la biologie de ces espèces. Il est donc important de pouvoir suivre en continu les variations de ces conditions hydrologiques. Des relevés journaliers de température à partir de stations côtières permettront ce suivi, mais ne donneront qu'un aperçu ponctuel d'un phénomène plus vaste. On peut aussi faire appel à la télédétection satellitaire qui permettra d'obtenir des cartes de température de surface sur une vaste zone. Les autres paramètres physico-chimiques du milieu, ainsi que les structures verticales pourront toujours, si on le désire, être étudiés au cours de campagnes océanographiques classiques.

La biologie des principales espèces pélagiques de la région est dans l'ensemble peu ou mal connue, même si certaines d'entre-elles sont étudiées depuis de nombreuses années. Il conviendrait donc d'intensifier les recherches sur ces espèces et d'approfondir la connaissance de leur cycle biologique en relation avec les conditions du milieu.

Ces études devraient permettre de comprendre les variations de la biomasse des stocks pélagiques en fonction des conditions hydroclimatiques passées (survie de larves, etc.), ou actuelles (répartition, migration, etc.).

Les stocks pélagiques de la région sont également soumis à un effort de pêche non négligeable. L'intensité de cet effort peut être très variable selon les années ou les régions et, même sans parler de sur-exploitation, cela n'est pas sans conséquences directes sur la biomasse de ces stocks. Il est donc également important de suivre l'activité des différentes pêcheries de la région afin de pouvoir recueillir et analyser les données de prise et d'effort de pêche.

Les estimations de biomasse et de densité effectuées lors des campagnes d'écho-intégration en Mauritanie ne reflètent donc que la situation d'une fraction d'un stock beaucoup plus vaste, à un moment donné. Aussi, si l'on désire interpréter les résultats d'une campagne et suivre une évolution dans le temps, soit au cours d'une année, soit sur plusieurs années, il convient donc, outre de posséder une meilleure connaissance de la biologie des principales espèces, de suivre l'évolution des conditions hydroclimatiques de la région, et d'analyser les résultats de prise et d'effort des principales pêcheries pélagiques de la région.

Enfin, au niveau des campagnes de prospections acoustiques la qualité des estimations doit également être améliorée. Tout d'abord au niveau de la détermination de la constante d'intégration, les mesures d'index de réflexion des poissons doivent être intensifiées, afin d'obtenir des valeurs de TS fiables pour les principales espèces pélagiques qui composent les stocks de la région. D'autre part, pendant les campagnes, les chalutages de contrôle doivent être intensifiés. Il est nécessaire en effet d'identifier les espèces qui composent les principales détections ceci afin de parvenir à une répartition par espèces de la biomasse totale. Il est également important de connaître la taille des individus détectés, non seulement pour des études plus orientées vers la biologie des espèces, mais également pour la détermination d'un index de réflexion moyen (TS).

5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Anon., Rapport du groupe de travail CRODT-CNROP. Synthèse des données hydro-acoustiques de la région Sénégal-Mauritanie (Dakar, 22-27 nov. 1982). Doc. CRODT-CNROP: 33 p.
1982
- CNROP, Bulletin du Centre National de Recherches Océanographiques et des Pêches. 9(2): pag. 1981
1981
variabl.
- _____, Bulletin du Centre National de Recherches Océanographiques et des Pêches, 1982
1982
10(2):209 p.
- _____, Bulletin du Centre National de Recherches Océanographiques et des Pêches, 1983
1983
11(2):245 p.
- _____, Bulletin du Centre National de Recherches Océanographiques et des Pêches, 1984
1984
12(2):173 p.
- Domain, F., Contribution à la connaissance de l'écologie des poissons démersaux du plateau continental sénégal-mauritanien. Les ressources démersales dans le contexte général du golfe de Guinée. Thèse Doc.Etat.Univ. Paris VI et Mus.Nat.Hist.Nat. Paris, Vol. I:342 p.
1980
- FAO, Report on the R/V DR FRIDTJOF NANSEN fish resource surveys off West Africa: Morocco to Ghana and Cape Verde. CECAF/ECAF Series 84/29:190 p.
1984
- Johannesson, K.A. et R.B. Mitson, Fisheries acoustics. A practical manual for aquatic biomass estimation. FAO Fish.Tech.Pap., (240):249 p.
1983
- Josse, E., Observations hydrologiques. Campagnes du N/O N'DIAGO ND.8209, ND.8302, ND.8306. Arch.Centr.,Nat.Rech.Océanogr.et Pêches, Nouadhibou, Rép.Islam. Mauritanie (7):37 p.
1983
- Josse, E. et G. Domalain, Captures et PUE des flottilles pélagiques dans la ZEE mauritanienne en 1981 et 1982. Arch.Centr.Nat.Rech.Océanogr.et Pêches, Nouadhibou, Rép.Islam. Mauritanie (8):49 p.
1983
- Josse E., F. Gohin et D. Petit, Description des programmes utilisés en écho-intégration à l'antenne ORSTOM de Brest. Antenne ORSTOM-BREST. Doc.dactyl.: 90 p.
1985
- Josse, E. et J. Sevellec, Evaluation acoustique des ressources en poissons pélagiques et semi-pélagiques de la région du plateau et du talus continental de la ZEE mauritanienne. Campagne ND.8309. 16 au 25 octobre 1983. Bull.Centr.Nat.Rech.Océanogr.et Pêches, Nouadhibou, Rép.Islam.Mauritanie, 12(1):67-106
1984
- _____, Evaluation acoustique des ressources en poissons pélagiques et semi-pélagiques de la région du plateau et du talus continental de la ZEE mauritanienne. Campagne ND.8402 du N/O N'DIAGO. 12 au 21 mars 1984. Module de Recherches français au CNROP. Convention No. 324/C/DPL/82/MAU. Doc.dactyl.:58 p.
1984a
- _____, Evaluation acoustique des ressources en poissons pélagiques et semi-pélagiques de la région du plateau et du talus continental de la ZEE mauritanienne. Résultats de la campagne ND.8404 du N/O N'DIAGO. 18 au 26 juin 1984. Convention No. 324/C/DPL/82/MAU. Doc.dactyl.:47 p.
1984b
- _____, Notice technique d'utilisation du matériel d'écho-intégration AGENOR (matériel équipant le N/O N'DIAGO). Antenne ORSTOM-BREST Doc. dactyl.: 20 p.
1985
- Josse, E., J. Sevellec et I. Ba, Evaluation acoustique des ressources en poissons pélagiques et semi-pélagiques de la région du plateau continental mauritanien. Campagne ND.8302. 7 au 20 mars 1983. Bull.Centr.Nat.Rech.Océanogr.et Pêches, Nouadhibou, Rép.Islam. Mauritanie, 11(1):89-142
1983

- Josse, E., J. Sevellec, I. Ba et J.P. Gaudechoux, Evaluation acoustique des ressources en poissons pélagiques et semi-pélagiques de la région du plateau continental de la ZEE mauritanie nne. Campagne ND.8306. 19 juin au 2 juillet 1983. Bull.Centr.Nat.Rech. Océanogr.et Pêches, Nouadhibou, Rép.Islam.Mauritanie, 12(1):31-66
- Marchal, E. et E. Josse, Résultats de la campagne ECHOSAR 3 du N/O CAPRICORNE (mai 1981). 1982 Répartition et abondance des poissons pélagiques du cap Blanc au cap Roxo (côte occidentale de l'Afrique) ORSTOM-COB. Doc. dactyl.:61 p.
- Marchal, E., E. Josse, F. Gerlotto et J. Lopez, Résultats des campagnes ECHOSAR 1 (Février 1980) et ECHOSAR 2 (septembre 1980). Prospection des stocks pélagiques le long des côtes du Sénégal, de la Gambie et de la Mauritanie. Arch.Centr.Rech.Océanogr.Dakar-Thiaroye, (114):106 p.

Josse Erwan.

Analyse des résultats des campagnes d'écho-intégration organisées par le CNROP de Nouadhibou en 1983 et 1984.

In Josse Erwan (ed.), Garcia Serge (ed.). Description et évaluation des ressources halieutiques de la ZEE mauritanienne : rapport du groupe de travail CNROP/FAO/ORSTOM.

Rome (ITA) : FAO, 1986, p. 226-247