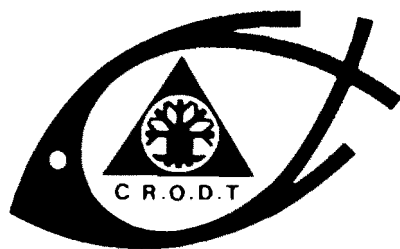


ISSN 0850-1602

**ETUDE METHODOLOGIQUE
DES RELATIONS ENTRE DENSITES
ACOUSTIQUES DES POPULATIONS
DE POISSONS OBSERVEES DE JOUR
ET DE NUIT A PROXIMITE DE DAKAR**

J. J. LEVENEZ
N. BEZ



**DOCUMENT
SCIENTIFIQUE**

CENTRE DE RECHERCHES OCÉANOGRAPHIQUES DE DAKAR - TIAROYE

NUMÉRO 127

*** INSTITUT SÉNÉGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES ***

SEPTEMBRE 1991

**ETUDE METHODOLOGIQUE DES RELATIONS
ENTRE DENSITES ACOUSTIQUES DES POPULATIONS
DE POISSONS OBSERVEES DE JOUR ET DE NUIT
A PROXIMITE DE DAKAR**

par

Jean Jacques LEVENEZ⁽¹⁾ et Nicolas BEZ⁽²⁾

RESUME

Une courte prospection acoustique en baie de Gorée (Sénégal) n'a pas confirmé que les lois de distribution des densités évaluées par écho-intégration de jour et de nuit dans une même zone peuvent se déduire l'une de l'autre par homothétie comme cela s'est vérifié sur la côte nord-sénégalaise en 1989. Des migrations nyctémérales vers la côte et vers la surface ont été mises en évidence.

Mots clés : Acoustique - géostatistiques - migrations - pélagiques tropicaux.

(1) Chargé de recherches ORSTOM en poste au CRODT-ISRA.

(2) Stagiaire ORSTOM.

ABSTRACT

RELATIONSHIP BETWEEN DAY AND NIGHT ACOUSTICAL DENSITIES OF TROPICAL PELAGIC FISHES IN SENEGAL

A short acoustic survey in the "baie de Gorée" (Senegal) did not confirm that the distribution laws of fish densities (evaluated by day and night echo-integration in the same zone) can be deduced from one another homothetically like it has been done on the North-Senegalese coast in 1989. Nycthemeral migrations toward the coast and the surface have been shown.

Key words : Acoustics - geostatistics - migrations - pelagic tropical fish.

INTRODUCTION

Les valeurs de densités de poissons évaluées par méthode acoustique varient souvent entre le jour et la nuit et plusieurs hypothèses expliquent ces variations. Une d'elle tient au comportement des poissons pélagiques qui ont tendance à se regrouper en bancs très denses le jour et à se disperser la nuit, ce qui revient à dire que la structure des valeurs de densité observées le jour est plus irrégulière (corrélation spatiale faible) que celle des valeurs de nuit. Cette étude ponctuelle qui s'est déroulée du 22 mai 1991, avait pour objet de récolter des données pour vérifier si cette hypothèse est toujours vraie.

1. MATERIEL ET METHODE

1.1. MATERIEL

Le N/O Louis Sauger est un navire de recherches de 36,75 mètres gréé en chalutier pêche arrière.

Le matériel acoustique est constitué d'un ensemble complet d'écho-intégration BIOSONICS : sondeur 120 kHz à base remorquée de 10' de faisceau acoustique, intégrateur numérique modèle 120.

Les calibrations ont donné pour SL et G1 des valeurs proches de celles fournies par le constructeur, à savoir :

$$SL = 223 \text{ dB et } G1 = -142 \text{ dB}$$

1.2. METHODE

Les mêmes épaisseurs de tranches d'intégration que celles utilisées pendant les campagnes de prospection habituelles ont été sélectionnées, à savoir :

3 - 5 m	25 - 30 m	50 - 75 m
5 - 10 m	30 - 35 m	75 - 100 m
10 - 15 m	35 - 40 m	100 - 150 m
15 - 20 m	40 - 45 m	150 - 200 m
20 - 25 m	45 - 50 m	200 - 250 m

Une TS moyenne de -35 dB/kg a été utilisée.

Les fonds de 10 à environ 80 m ont été prospectés selon un parcours en zig zag entre les parallèles 14°20 N et 14°40 N. Environ 160 milles, également répartis entre le jour et la nuit ont été parcourus.

Les études effectuées sur les données de la partie nord de la campagne ECHOSAR 15 du N/O Louis Sauger ont montré des variogrammes ayant une portée de 9 à 10 milles pour les données de nuit et de 2 à 3 milles pour les données de jour. La longueur des radiales a donc été fixée à une vingtaine de milles car on ne peut utiliser pour le calcul des variogrammes que des distances maximales égales à la moitié du champ.

Un pas de 0,5 mille a été choisi pour collecter les informations au cours de cette campagne méthodologique car cela présentait plusieurs avantages :

- augmentation du nombre de mesures de même nature dimensionnelle ;
- donnée disponible et peu coûteuse en moyens humains pour une campagne de courte durée ;
- possibilité de la combiner en donnée par mille nautique en moyennant deux données successives et donc de se recalcr sur un cas "classique" ;
- accès à une structure plus fine de la régionalisation des concentrations de poissons ;
- souplesse de calcul dans les tolérances des intervalles de distance lors du calcul des variogrammes.

Mentionnons que la prospection s'est déroulée durant le deuxième quartier du cycle lunaire, que la lune était voilée par une couverture nuageuse régulière, et que le navire n'avait que ses feux de route allumés.

2. TRAITEMENT DES DONNEES

- Les positions en latitude et longitude ont été lissées pour pallier aux erreurs du navigateur satellite et se repositionner sur le parcours théorique.

- La vitesse surface du navire étant constante (9 noeuds) chaque radiale a été divisée en autant d'éléments de longueur identique qu'elle comprenait de séquences intégrées.

- La première tranche d'intégration (3-5 mètres) a été éliminée lorsqu'elle comprenait du bruit de surface : une vingtaine de données de ce type ont été écartées sur les fonds les plus importants.

- 47 tranches d'intégrations réparties sur douze séquences observées de nuit sur des fonds voisins de 80 mètres et correspondant à du plancton ont été annulées.

- La fin de la radiale 105 (14 séquences) a été parcourue au lever du jour ; les trois dernières séquences ont été parcourues de jour. Ces données ne comportant que des valeurs moyennes ont néanmoins été assimilées à des données de nuit.

- Le reste du traitement a été effectué de manière habituelle de façon à obtenir par séquence des densités exprimées en tonnes par mille nautique carré.

- La représentation graphique des isocontours de densités a été effectuée après Krigeage des données et celle des températures après seulement une pondération par l'inverse du carré des distances.

3. RESULTATS

3.1. DENSITES

Les parcours effectués et les valeurs observées sont représentés aux figures 1 et 2. 164 séquences ont été obtenues de nuit et 166 de jour. Les valeurs s'échelonnent du 1 au 10 994 de nuit et de 0 à 6 522 de jour ainsi qu'on peut le voir aux différents tableaux regroupés à l'annexe 1.

Les concentrations de poissons étaient importantes ce qui explique des densités moyennes très fortes, de l'ordre de 325, observées de jour comme de nuit. Le rapport global des valeurs jour-nuit est proche de 1 pour cette campagne particulière.

3.2. STRUCTURE DE REPARTITION DES DENSITES

Le tableau 1 montre que, de jour, les neuf valeurs plus élevées contribuent à 50 % de l'estimation tandis que, de nuit, quatre valeurs suffisent pour atteindre ce pourcentage.

Les courbes des pourcentages cumulés de contribution des valeurs classées par ordre décroissant au total de l'estimation ne se superposent pas (figure 3), ce qui indique que les lois de distribution des densités de jour et de nuit ne peuvent se déduire l'une de l'autre par homothétie comme c'était le cas pour les valeurs observées sur la côte nord du Sénégal au cours de la campagne ECHOSAR 15.

3.3. REPARTITION PAR ZONES BATHYMETRIQUES

Les pics de densités se situent entre les isobathes 31 et 35 m de nuit et entre les isobathes 21-25 et 26-30 mètres de jour (fig. 3 et 4) ; une migration apparente des densités de poissons vers la côte entre la nuit et le jour est nettement visible sur la figure.

De jour comme de nuit, 90 % de la somme des densités se situe dans les fonds inférieurs à 40 mètres (fig. 5) tandis qu'au delà de l'isobathe 40 mètres les densités restent faibles.

3.4. REPARTITION PAR TRANCHES DE PROFONDEURS

Les fortes densités de poissons sont situées plus en surface de jour que nuit (fig. 6, 7). 70 % de la somme des densités est située dans la tranche 5-10 mètres de jour tandis que, de nuit, le poisson est plus profond avec respectivement 40 à 49 % du total des densités dans les tranches 5 à 10 mètres et 10 à 15 mètres.

89 % de la somme des densités est atteinte dans les 15 premiers mètres sous la base de transducteur de nuit alors que ce pourcentage n'est atteint qu'au 35 premiers mètres de jour (fig. 8) ce qui laisse supposer une migration nyctémérale des poissons qui se rapprocheraient de la surface de nuit.

Moins de 3 % de la somme des densités se trouve dans les tranches 35 à 100 mètres de nuit alors qu'on en trouve près de 11 % de jour. Cette différence voisine de 8 %, est au signe près, celle que l'on observe dans les 15 premiers mètres sous la base du transducteur entre le jour et la nuit.

Les figures 4 à 9 représentent les isocontours de densités et de température obtenus après krigeage ou pondération des données. Les principales concentrations sont réparties entre les isobathes 25 et 40 mètres. Il semble que les très fortes concentrations soient centrées sur l'isotherme 17°C et que le déplacement vers la côte de cet isotherme entre la nuit et le jour ait entraîné avec lui les poissons, mais une étude plus approfondie, incluant les données satellitaires, sera nécessaire pour vérifier cette hypothèse.

CONCLUSION

Les résultats de cette campagne méthodologique, tant en ce qui concerne l'évolution des densités moyennes entre jour et nuit qu'en ce qui concerne la forme de la loi de distribution de ces densités, ne correspondent pas à ce à quoi on s'attendait, à savoir estimation de densité plus forte de nuit que de jour et homothétie dans les allures des lois de distribution.

Les valeurs de nuit, si on excepte les quatre très fortes valeurs, sont plus régulièrement réparties que celle de jour (29 valeurs de jour pour 49 valeurs de nuit sont nécessaires pour passer de 50 à 90 % de la quantité totale observée), ce qui est conforme à la théorie générale.

Cette campagne laisse donc supposer une double migration nyctémérale vers la côte et vers la surface quand on passe de la nuit au jour.

Faute de temps, aucune pêche d'identification n'a été effectuée pendant la prospection, mais des essais de chalut pélagique effectués au hasard (l'objectif étant de tester le netzsonde) la veille et le lendemain de la prospection ont montré la présence de chinchards jaunes (*Decapterus rhonchus*), de bogues (*Boops boops*), de ceintures (*Trichurus lepturus* au large) et de sardines (*Sardina pilchardus*). Ces dernières pêchées sur des fonds de 40 mètres avaient une taille modale de 10 cm.

Cette étude est limitée dans le temps et devrait être complétée par d'autres études en d'autres saisons avant que ces résultats puissent être généralisés.

NUMERO D'ORDRE	%	
	JOUR	NUIT
1	11.82	20.90
2	21.21	32.97
3	27.00	43.28
4	32.66	52.14
5	37.40	55.51
6	41.78	58.23
7	45.68	60.86
8	49.09	63.38
9	52.16	65.67
12	60.56	71.15
16	71.12	77.96
22	77.14	80.13
25	80.69	81.56
38	90.21	86.45
53	94.23	90.16
152	100.00	99.86
162	100.00	100.00

Tableau 1.- Contribution des données classées au total de l'information.

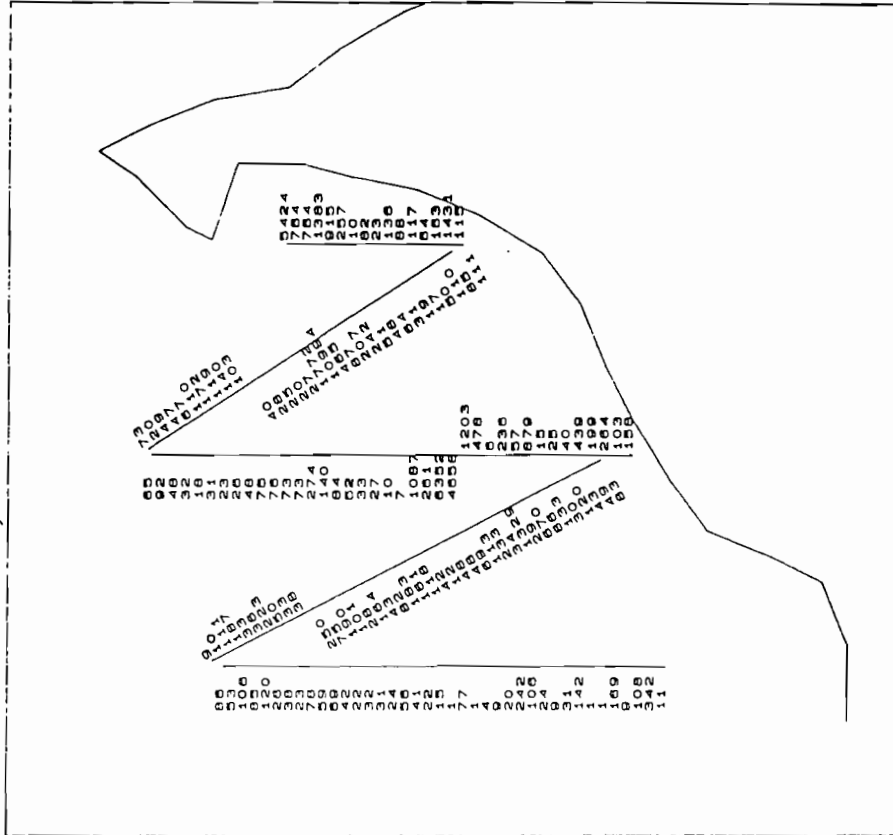


Figure 1.- Parcours réalisé de nuit et estimations des densités correspondantes.

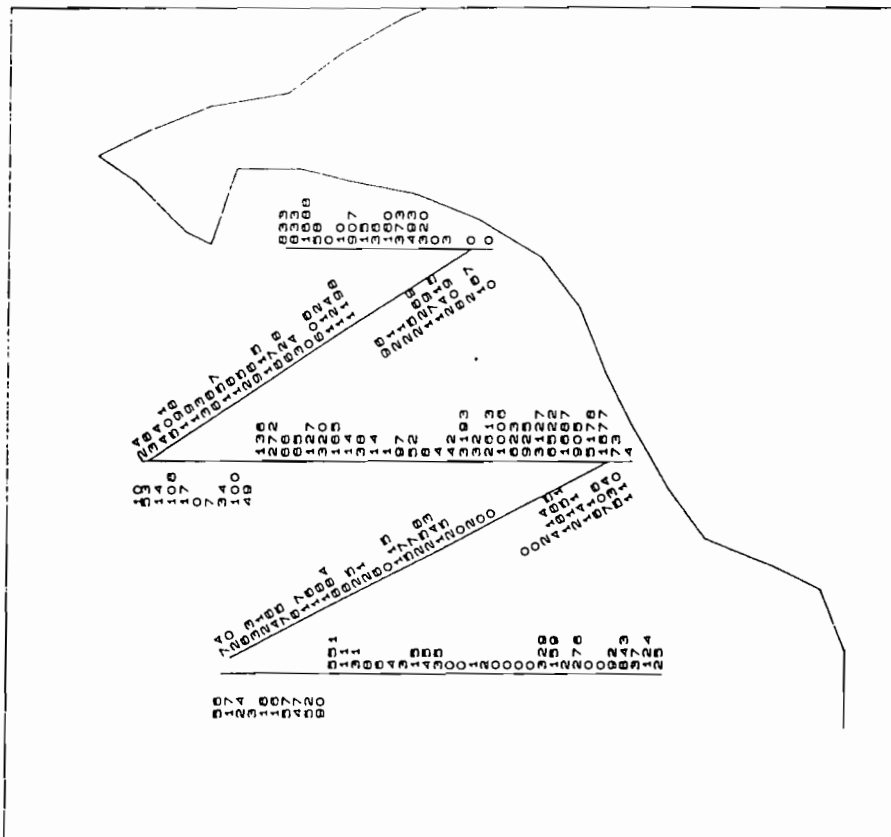


Figure 2.- Parcours réalisé de jour et estimations des densités correspondantes.

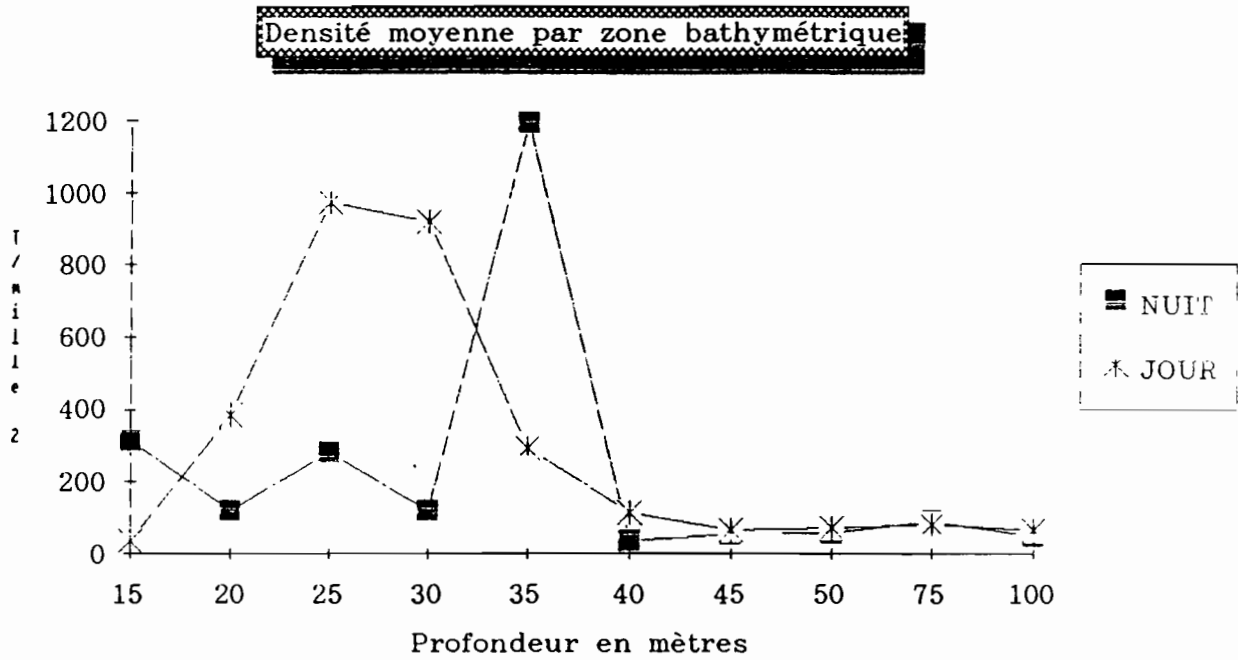


Figure 3.- Densité moyenne par zone bathymétrique.

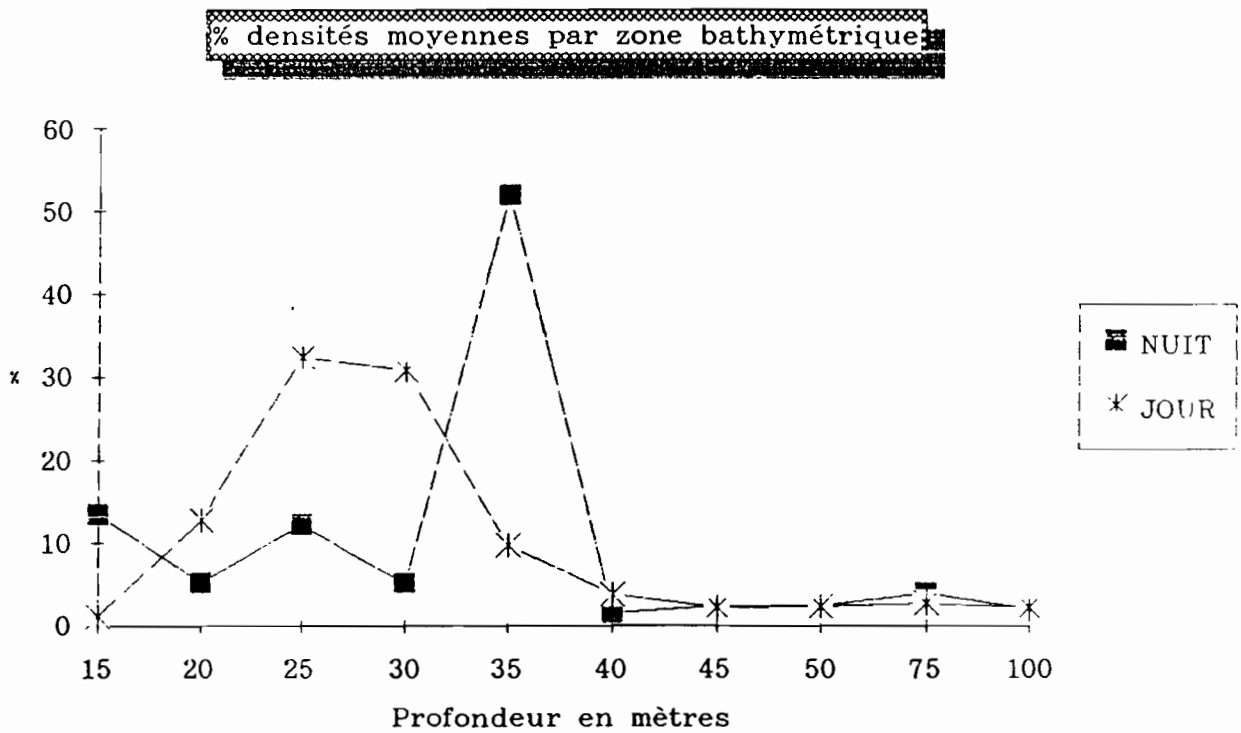


Figure 4.- Pourcentage des densités moyennes par zone bathymétrique.

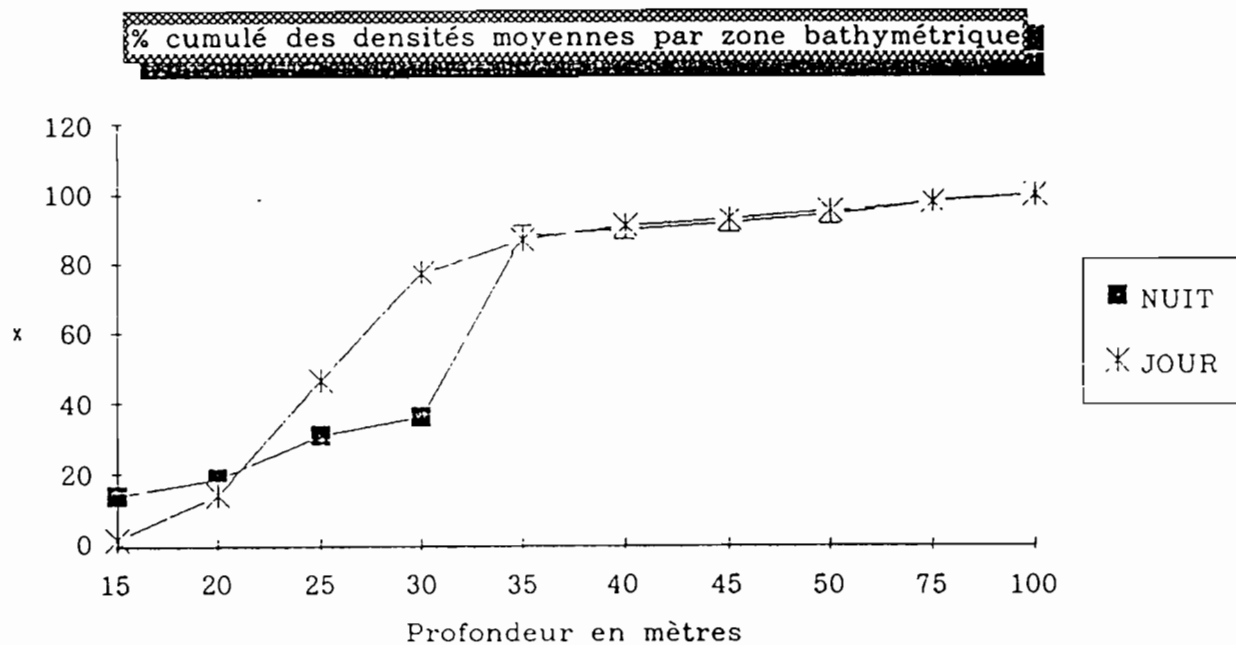


Figure 5.- Pourcentage cumulé des densités moyennes par zone bathymétrique.

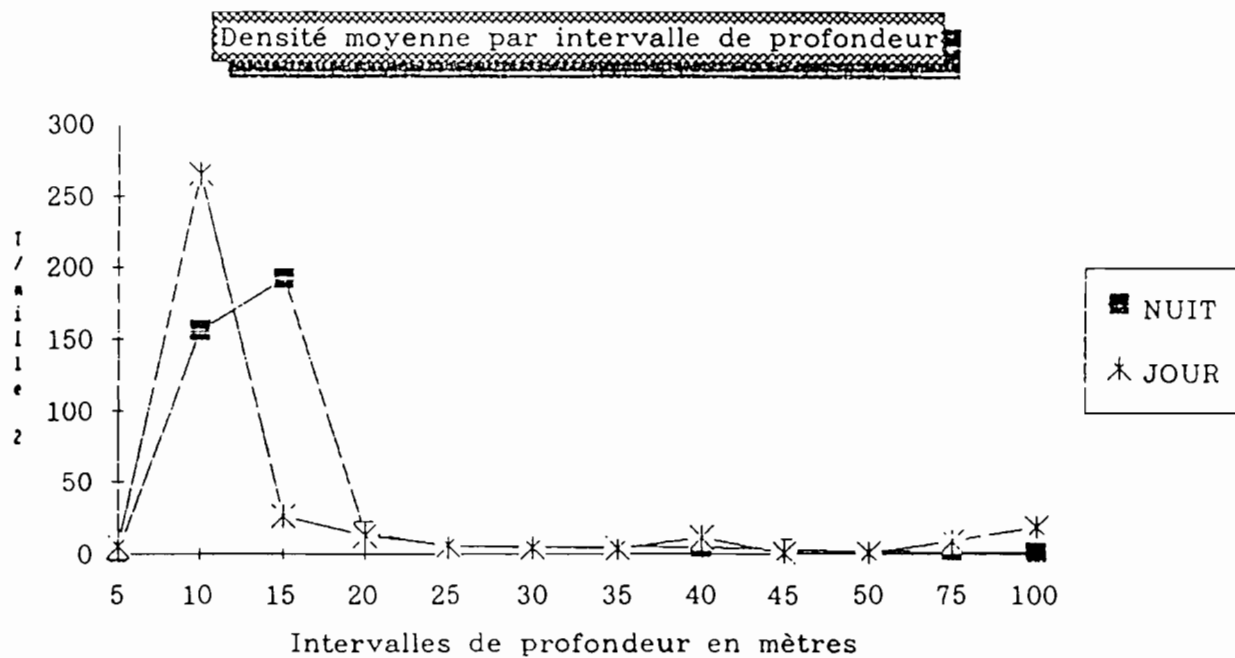


Figure 6.- Densité moyenne par intervalle de profondeur.

% des densités moyennes par intervalle de profondeur

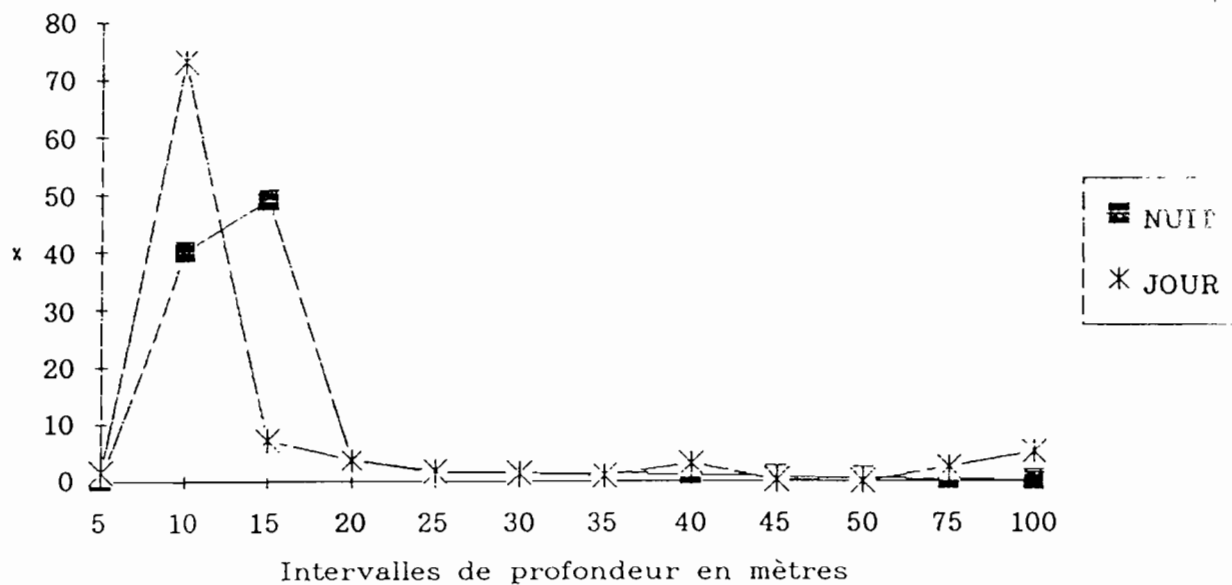


Figure 7.- Pourcentage des densités moyennes par zone de profondeur.

% cumulé des densité moyenne par intervalle de profondeur

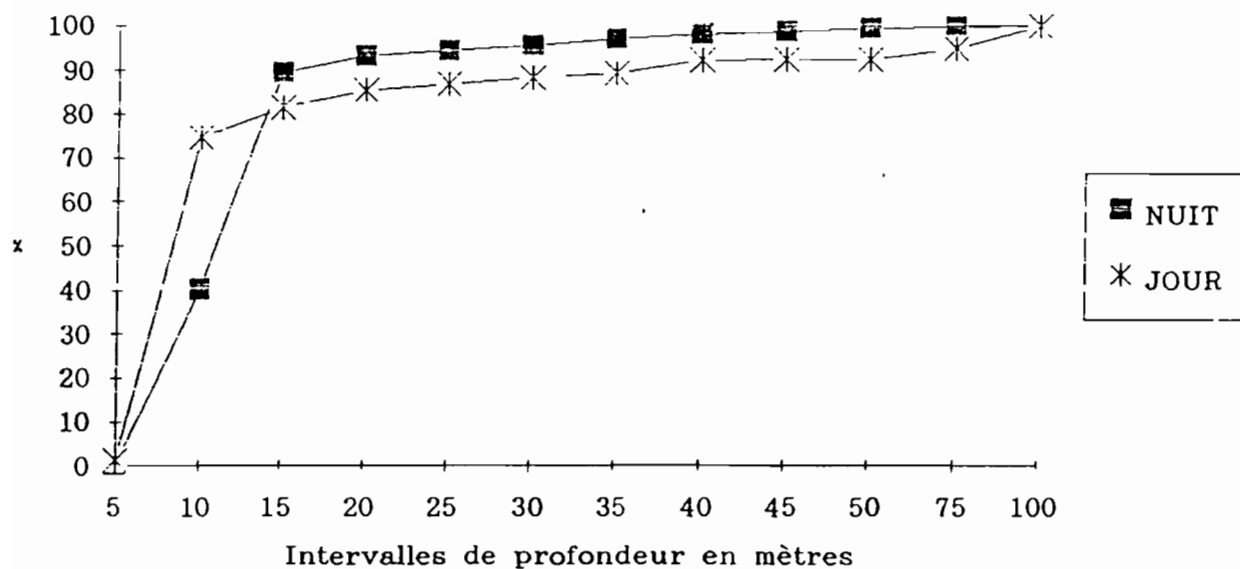


Figure 8.- Pourcentage cumulé des densités moyennes par zone de profondeur.

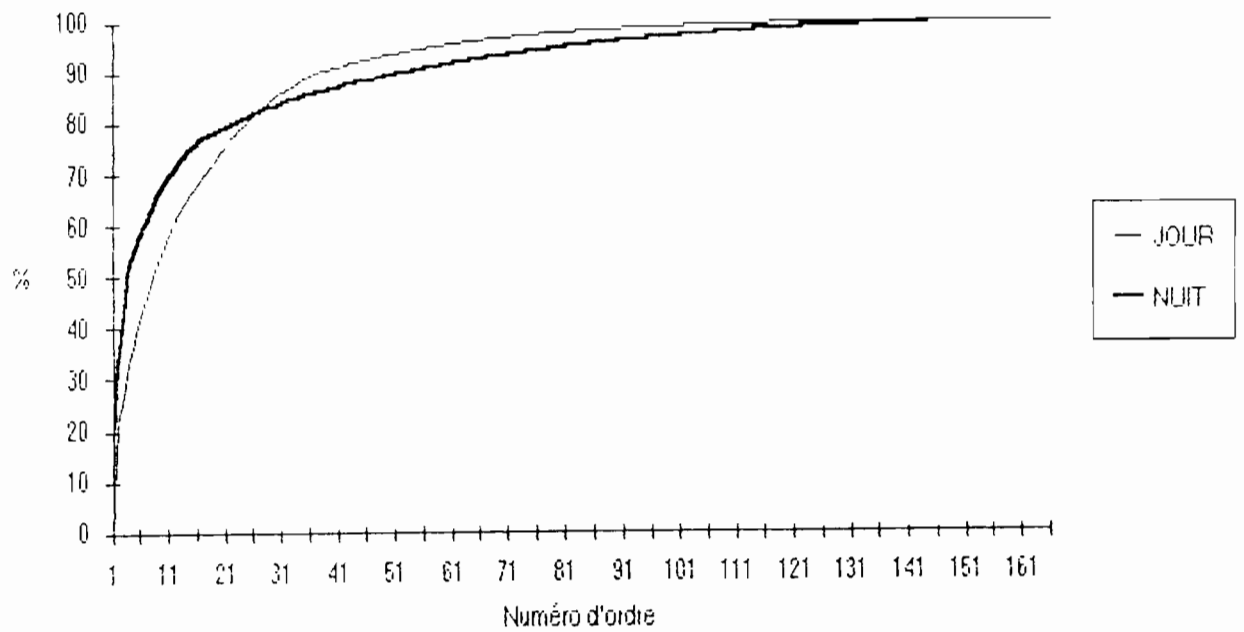


Figure 9 : Représentation graphique des contributions au total des données classées par ordre décroissant.

MAI 91 - ZIG ZAG Baie de GOREE

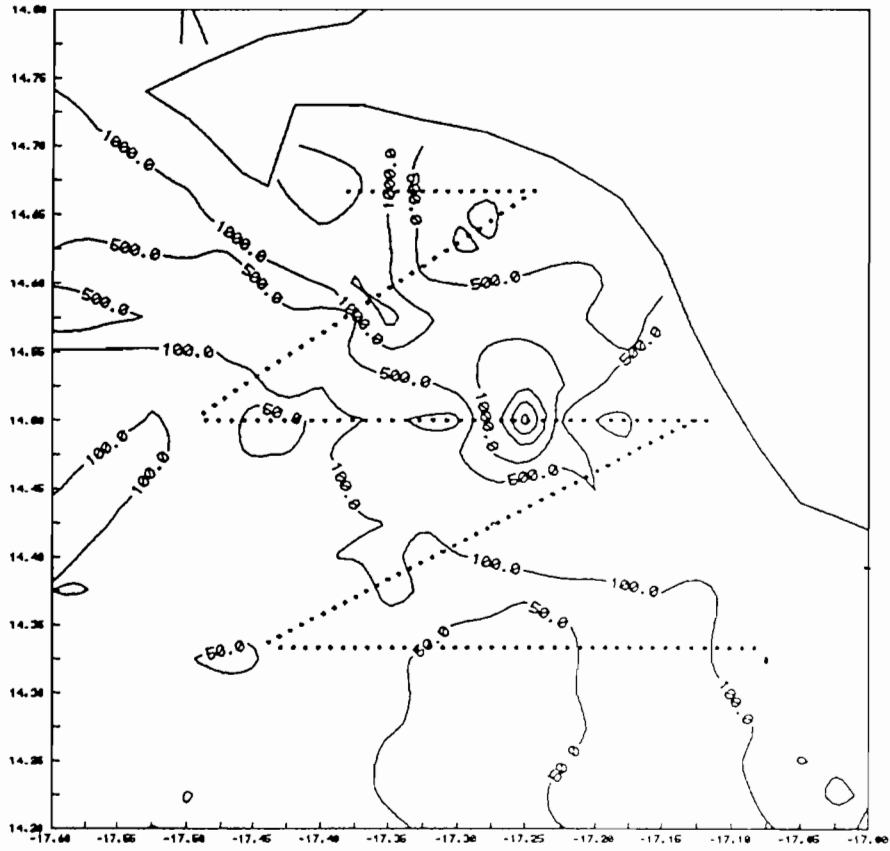


Figure 10 : Parcours et isocontours des densités de nuit.

MAI 91 - ZIG ZAG Baie de GOREE

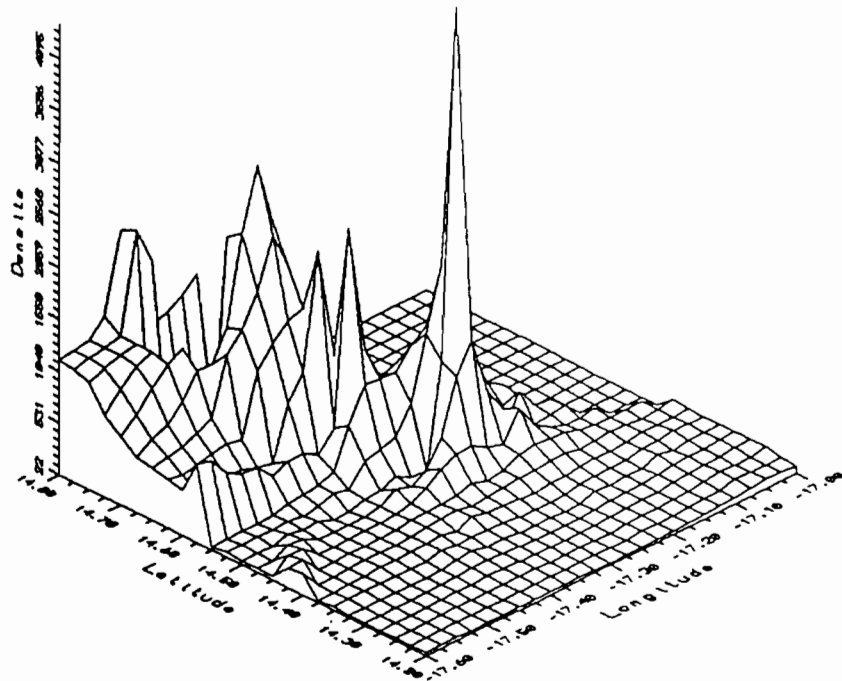


Figure 11 : Représentation tridimensionnelle des densités de nuit.

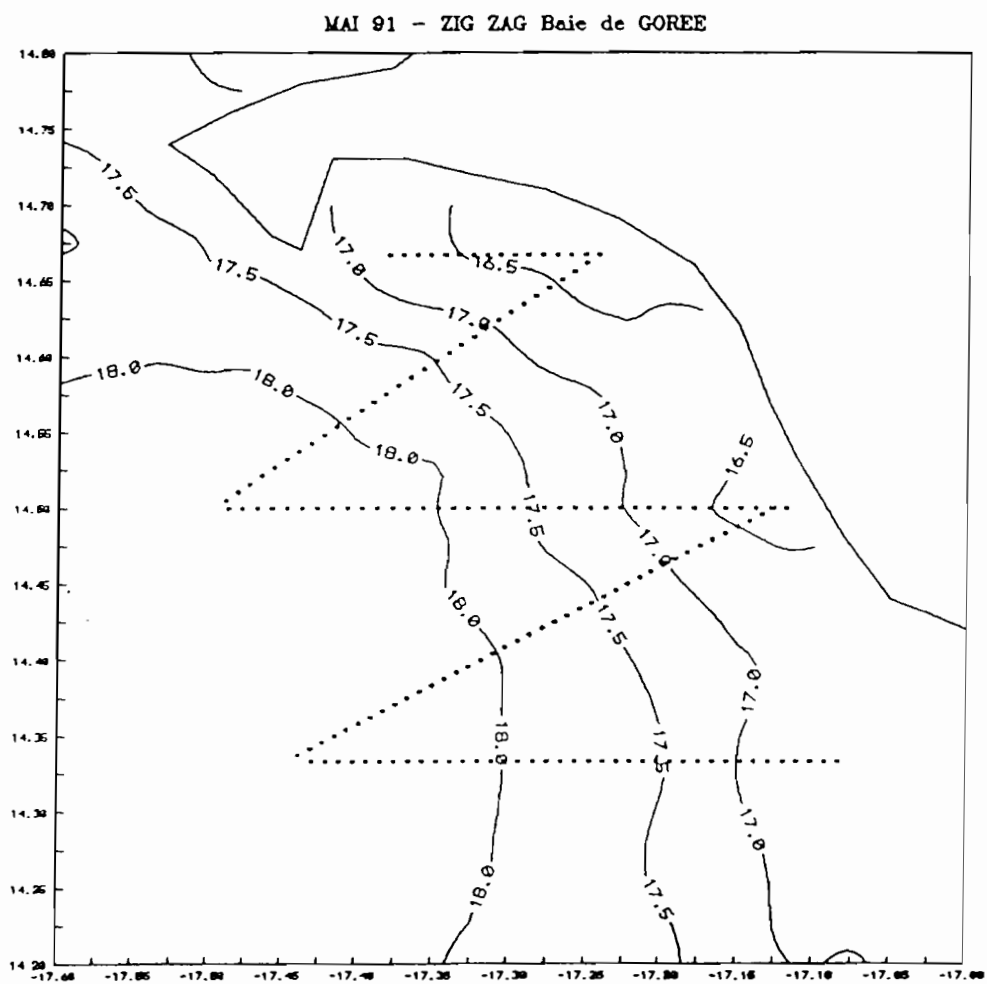


Figure 10 : Parcours et isocontours des températures de nuit.

MAI 91 - ZIG ZAG Baie de GOREE

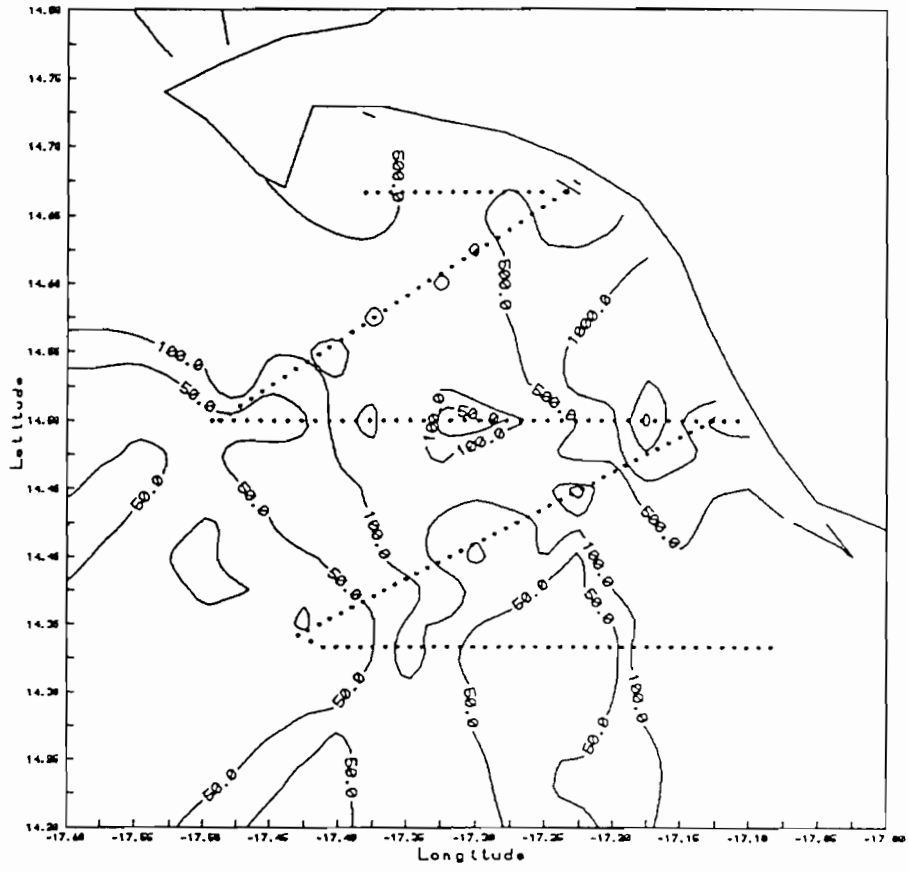


Figure 13 : Parcours et isocontours des densités de jour.

MAI 91 - ZIG ZAG Baie de GOREE

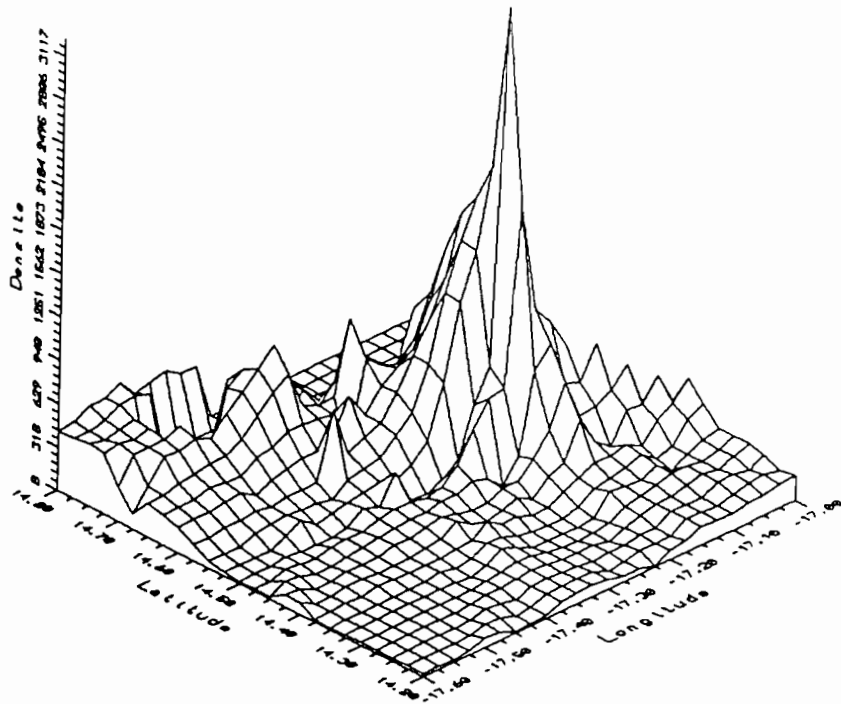


Figure 14 : Représentation tridimensionnelle des densités de jour.

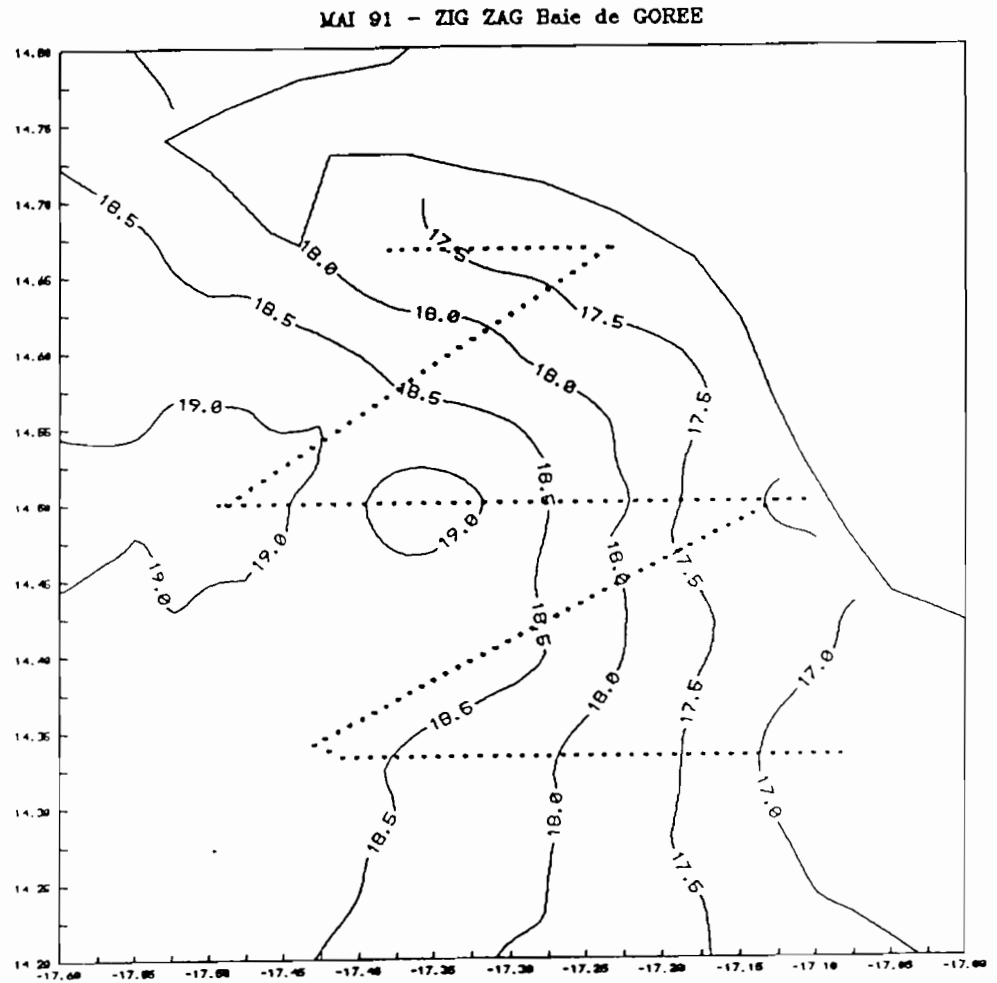


Figure 15 : Parcours et isocontours des températures de jour.

ANNEXE

RADIALE 101 - 22/05/91

DENSITE PAR MILLE CARRE

SEQ	J/N	DENSITE T/M ²	SEQ	J/N	DENSITE T/M ²	SEQ	J/N	DENSITE T/M ²
1	N	5424.513	2	N	764.233	3	N	764.616
4	N	1383.197	5	N	915.740	6	N	257.260
7	N	10.795	8	N	82.746	9	N	23.898
10	N	136.135	11	N	88.215	12	N	117.900
13	N	64.263	14	N	163.473	15	N	1431.310
16	N	115.941						

RECAPITULATION

	Nb milles	Σ densités	Moy.radiale	Et.radiale
JOUR	0	0.000	0.000	0.000
NUIT	16	11744.235	734.015	1297.408
TOTAL	16	11744.235	734.015	1297.408

RADIALE 111 - 23/05/91

DENSITE PAR MILLE CARRE

SEQ	J/N	DENSITE T/M ²	SEQ	J/N	DENSITE T/M ²	SEQ	J/N	DENSITE T/M ²
1	J	0.000	2	J	0.316	3	J	3.301
4	J	0.503	5	J	320.976	6	J	493.948
7	J	373.753	8	J	160.618	9	J	36.737
10	J	15.317	11	J	907.867	12	J	10.753
13	J	0.091	14	J	58.083	15	J	1688.756
16	J	833.062	17	J	833.068			

RECAPITULATION

	Nb milles	Σ densités	Moy.radiale	Et.radiale
JOUR	17	5737.149	337.479	463.080
NUIT	0	0.000	0.000	0.000
TOTAL	17	5737.149	337.479	463.080

RADIALE 102 - 22/05/91

DENSITE PAR MILLE CARRE

SEQ	J/N	DENSITE T/M²	SEQ	J/N	DENSITE T/M²	SEQ	J/N	DENSITE T/M²
1	N	111.884	2	N	85.869	3	N	110.360
4	N	50.007	5	N	17.763	6	N	19.128
7	N	31.590	8	N	64.659	9	N	48.742
10	N	51.878	11	N	242.107	12	N	207.412
13	N	87.359	14	N	465.567	15	N	10994.030
16	N	1772.706	17	N	27.401	18	N	20.369
19	N	25.700	20	N	28.648	21	N	40.642
22	N	103.617	23	N	140.641	24	N	119.235
25	N	172.117	26	N	110.570	27	N	67.142
28	N	47.561	29	N	49.642	30	N	20.050
31	N	73.104						

RECAPITULATION

	Nb milles	Σ densités	Moy. radiale	Et. radiale
JOUR	0	0.000	0.000	0.000
NUIT	31	15407.501	497.016	1941.323
TOTAL	31	15407.501	497.016	1941.323

RADIALE 112 - 23/05/91

DENSITE PAR MILLE CARRE

SEQ	J/N	DENSITE T/M²	SEQ	J/N	DENSITE T/M²	SEQ	J/N	DENSITE T/M²
1	J	24.687	2	J	38.598	3	J	44.003
4	J	501.541	5	J	198.656	6	J	19.233
7	J	33.513	8	J	66.176	9	J	157.428
10	J	16.022	11	J	25.202	12	J	96.190
13	J	115.269	14	J	67.072	15	J	628.987
16	J	34.319	17	J	0.821	18	J	606.225
19	J	112.974	20	J	124.857	21	J	1198.448
22	J	96.689	23	J	21.929	24	J	21.642
25	J	25.129	26	J	1269.690	27	J	179.224
28	J	2415.154	29	J	809.972	30	J	2.406
31	J	167.838	32	J	0.872			

RECAPITULATION

	Nb milles	Σ densités	Moy. radiale	Et. radiale
JOUR	32	9120.766	285.024	504.830
NUIT	0	0.000	0.000	0.000
TOTAL	32	9120.766	285.024	504.830

RADIALE 103 - 22/05/91

DENSITE PAR MILLE CARRE

SEQ	J/N	DENSITE T/M ²	SEQ	J/N	DENSITE T/M ²	SEQ	J/N	DENSITE T/M ²
1	N	65.830	2	N	92.852	3	N	40.953
4	N	32.077	5	N	18.181	6	N	31.484
7	N	23.438	8	N	26.008	9	N	48.944
10	N	75.822	11	N	76.725	12	N	73.501
13	N	73.617	14	N	274.902	15	N	140.500
16	N	84.509	17	N	52.347	18	N	33.900
19	N	27.970	20	N	10.844	21	N	7.190
22	N	1087.305	23	N	261.110	24	N	6352.000
25	N	4658.237	26	N	1203.229	27	N	478.794
28	N	6.054	29	N	236.365	30	N	57.288
31	N	879.240	32	N	15.168	33	N	25.673
34	N	40.553	35	N	439.347	36	N	199.997
37	N	264.864	38	N	103.485			

RECAPITULATION

	Nb milles	Σ densités	Moy.radiale	Et.radiale
JOUR	0	0.000	0.000	0.000
NUIT	38	17628.262	463.902	1236.473
TOTAL	38	17628.262	463.902	1236.473

RADIALE 113 - 23/05/91

DENSITE PAR MILLE CARRE

SEQ	J/N	DENSITE T/M ²	SEQ	J/N	DENSITE T/M ²	SEQ	J/N	DENSITE T/M ²
1	J	4.435	2	J	73.888	3	J	1677.390
4	J	5178.500	5	J	905.085	6	J	1687.944
7	J	6522.635	8	J	3127.966	9	J	925.455
10	J	623.448	11	J	1006.090	12	J	2617.204
13	J	32.544	14	J	3193.887	15	J	42.000
16	J	4.687	17	J	8.920	18	J	52.403
19	J	97.788	20	J	1.273	21	J	14.373
22	J	38.885	23	J	14.321	24	J	165.386
25	J	320.132	26	J	127.269	27	J	69.576
28	J	66.481	29	J	272.939	30	J	136.120
31	J	49.406	32	J	100.977	33	J	34.721
34	J	7.600	35	J	0.957	36	J	17.131
37	J	106.665	38	J	14.044	39	J	53.548
40	J	10.121						

RECAPITULATION

	Nb milles	Σ densités	Moy.radiale	Et.radiale
JOUR	40	29396.773	734.919	1445.784
NUIT	0	0.000	0.000	0.000
TOTAL	40	29396.773	734.919	1445.784

RADIALE 104 - 22/05/91

DENSITE PAR MILLE CARRE

SEQ	J/N	DENSITE T/M ²	SEQ	J/N	DENSITE T/M ²	SEQ	J/N	DENSITE T/M ²
1	N	158.898	2	N	83.210	3	N	49.709
4	N	43.395	5	N	120.537	6	N	30.358
7	N	133.599	8	N	86.450	9	N	670.411
10	N	29.153	11	N	1329.350	12	N	34.628
13	N	233.053	14	N	113.241	15	N	69.398
16	N	48.895	17	N	48.556	18	N	12.660
19	N	42.596	20	N	118.976	21	N	161.702
22	N	183.214	23	N	82.897	24	N	43.213
25	N	164.743	26	N	28.803	27	N	101.168
28	N	190.475	29	N	75.983	30	N	250.900
31	N	38.289	32	N	33.672	33	N	50.200
34	N	223.832	35	N	36.613	36	N	33.024
37	N	187.146	38	N	111.397	39	N	10.348
40	N	9.039						

RECAPITULATION

	Nb milles	Σ densités	Moy.radiale	Et.radiale
JOUR	0	0.000	0.000	0.000
NUIT	40	5473.734	136.843	221.173
TOTAL	40	5473.734	136.843	221.173

RADIALE 114 - 23/05/91

DENSITE PAR MILLE CARRE

SEQ	J/N	DENSITE T/M ²	SEQ	J/N	DENSITE T/M ²	SEQ	J/N	DENSITE T/M ²
1	J	74.299	2	J	20.429	3	J	6.757
4	J	33.580	5	J	21.015	6	J	46.993
7	J	75.010	8	J	6.473	9	J	17.009
10	J	16.110	11	J	18.127	12	J	884.225
13	J	8.970	14	J	25.387	15	J	21.929
16	J	6.362	17	J	0.670	18	J	115.399
19	J	57.882	20	J	27.402	21	J	258.985
22	J	143.575	23	J	25.247	24	J	0.301
25	J	2.411	26	J	0.203	27	J	0.345
28	J	0.015	29	J	0.038	30	J	2.812
31	J	414.632	32	J	1885.631	33	J	2151.239
34	J	141.729	35	J	61.263	36	J	706.946
37	J	534.192	38	J	110.422			

RECAPITULATION

	Nb milles	Σ densités	Moy.radiale	Et.radiale
JOUR	38	7924.013	208.527	470.982
NUIT	0	0.000	0.000	0.000
TOTAL	38	7924.013	208.527	470.982

RADIALE 105 - 22/05/91

DENSITE PAR MILLE CARRE

SEQ	J/N	DENSITE T/M ²	SEQ	J/N	DENSITE T/M ²	SEQ	J/N	DENSITE T/M ²
1	N	86.424	2	N	53.384	3	N	106.976
4	N	85.285	5	N	120.371	6	N	26.725
7	N	38.738	8	N	23.133	9	N	78.403
10	N	59.290	11	N	69.924	12	N	42.546
13	N	22.064	14	N	32.903	15	N	31.001
16	N	24.944	17	N	56.970	18	N	41.222
19	N	22.635	20	N	15.800	21	N	1.988
22	N	77.154	23	N	1.245	24	N	4.645
25	N	9.485	26	N	20.934	27	N	242.793
28	N	106.807	29	N	24.840	30	N	9.375
31	N	31.051	32	N	142.659	33	N	1.088
34	N	1.304	35	N	169.788	36	N	9.754
37	J	108.018	38	J	342.682	39	J	11.163

RECAPITULATION

	Nb milles	Σ densités	Moy.radiale	Et.radiale
JOUR	3	461.862	153.954	139.185
NUIT	36	1893.650	52.601	52.625
TOTAL	39	2355.512	60.398	69.109

RADIALE 115 - 23/05/91

DENSITE PAR MILLE CARRE

SEQ	J/N	DENSITE T/M ²	SEQ	J/N	DENSITE T/M ²	SEQ	J/N	DENSITE T/M ²
1	J	25.134	2	J	124.192	3	J	37.662
4	J	843.835	5	J	92.459	6	J	0.231
7	J	0.264	8	J	276.926	9	J	2.656
10	J	159.159	11	J	329.414	12	J	0.000
13	J	0.015	14	J	0.664	15	J	0.286
16	J	2.787	17	J	1.793	18	J	0.354
19	J	0.502	20	J	35.240	21	J	45.947
22	J	15.469	23	J	3.341	24	J	4.453
25	J	6.820	26	J	8.948	27	J	31.622
28	J	11.789	29	J	551.093	30	J	90.927
31	J	52.525	32	J	47.927	33	J	57.548
34	J	16.594	35	J	16.030	36	J	3.236
37	J	24.342	38	J	17.597	39	J	56.775

RECAPITULATION

	Nb milles	Σ densités	Moy.radiale	Et.radiale
JOUR	39	2996.554	76.835	163.949
NUIT	0	0.000	0.000	0.000
TOTAL	39	2996.554	76.835	163.949