

CONSEIL INTERNATIONAL
POUR L'EXPLORATION DE LA MER

C.M. 1985/H : 44
Comité des poissons pélagiques
Réf : Cté de la capture
des animaux marins

EVALUATION ACOUSTIQUE DU STOCK DE HARENG DES DOWNS

EN NOVEMBRE 1984

Campagne H.E.I.D. 84 - du 7 au 30 novembre 1984

par

G. BIAIS (1)

N. DINER (3)

J. MASSE (2)

Y. VERIN (1)

Z.G. KIM (3)

(1) IFREMER

Centre de Boulogne-sur-Mer

B.P. 699 62321 BOULOGNE/MER Cédex

(3) IFREMER

Centre de Brest

B.P. 337 29273 BREST Cédex

(2) IFREMER

Centre de Nantes

B.P. 1049 44037 NANTES Cédex

RESUME

La campagne H.E.I.D. 84, effectuée du 7 au 30 novembre 1984 avec le N/O "THALASSA", avait pour principal objectif l'évaluation acoustique du stock de hareng des Downs. Elle a permis de prospecter la Mer du Nord au sud du 52 °N et la Manche à l'est du 0°.

La Manche orientale a été prospectée deux fois. La première grille de radiales, couverte du 11 au 14 novembre, a conduit à estimer la biomasse de hareng présente à 36 400 tonnes. Deux semaines plus tard, après une période de mauvais temps, une deuxième prospection a permis d'évaluer la biomasse de hareng de ce secteur à 110 500 tonnes. Dans les deux cas, la biomasse de poisson était essentiellement composée de hareng (95 à 98 %).

Le sud de la Mer du Nord a été prospecté du 14 au 19 novembre. La biomasse de poisson était beaucoup plus hétérogène qu'en Manche orientale, à l'exception de la zone bordant les côtes belge et néerlandaise. La biomasse de hareng a été évaluée pour ce secteur à 35 600 tonnes, ce qui correspond à 40 % de la biomasse totale de poisson.

Ces résultats sont présentés accompagnés d'un calcul de variance. Deux méthodes d'estimation sont proposées pour la variance de la moyenne des déviations, pour l'une on considère chaque radiale comme une grappe, l'autre utilise la géostatistique.

SUMMARY

The survey H.E.I.D. 84, carried out by R/V "THALASSA" from 7-30 november, aimed to acoustic estimate of herring Downs stock. The North Sea south of 52° N and the English Channel east of 0° were covered.

The eastern Channel was surveyed twice. The first grid was covered from 11-14 november and produced an herring estimate of 36 400 tons. Two weeks later, after bad weather, a second survey showed an increase to 110 500 tons.

...

The southern North Sea was covered from 14-19 november. The fish biomass was much more mixed except the area along Belgian and Dutch coasts. The herring biomass estimate is 35 600 tons in this area, that is 40 % of the total fish biomass.

This results are presented with variance calculations. We describe two methods to estimate the variance of integrator outputs mean. One considers transect as cluster, the other use geostatistic theory.

La campagne HEID 84, effectuée sur le N/O THALASSA du 7 au 30 novembre 1984 (sur zone du 11 au 27), dans la partie sud de la Mer du Nord et en Manche orientale se situe dans le cadre d'un programme national d'étude des petits pélagiques. L'objectif principal de cette mission était l'évaluation acoustique du stock de hareng des Downs qui vient se reproduire dans ce secteur (IVc + VIId) en fin d'année.

1 - PRESENTATION DE LA CAMPAGNE

La zone à prospecter pendant la première partie de la campagne, du 11 au 19 novembre, avait été définie en fonction des zones de pêche de hareng connues en novembre. Elle comprenait trois grands secteurs (fig 1 à 3) :

- la Manche Orientale, du Pas-de-Calais à la longitude 0° 30 Est ;
- les bancs du sud de la Mer du Nord, au large des côtes françaises, belges et néerlandaises, de Calais à Rotterdam ;
- les bancs qui s'étendent du 51°10 N au 52°10 N le long des côtes anglaises de la Mer du Nord.

Un temps particulièrement clément du 11 au 19 novembre a grandement facilité la réalisation de ce programme au milieu des bancs de sable et des zones à navigation réglementée.

Du 11 au 17 novembre, quatorze chalutages ont été effectués sur les zones où des détections importantes avaient été repérées la nuit précédente. Cependant, une avarie du groupe de pêche, survenue le 17 au soir, ne nous a pas permis de chaluter comme prévu le long des côtes anglaises pendant les deux derniers jours de la première partie de la campagne. Pour plus de la moitié des chalutages, le hareng n'était présent qu'en faible proportion ; cependant, les traits réalisés le long des bancs de la Manche et de la côte belge ont fourni une pêche composée de 80 à 99 % de hareng.

Il nous faut signaler que nous n'avons pas pu chaluter sur la plus importante détection repérée durant cette première partie en Manche Orientale. Elle était en effet située à moins de six mille des côtes anglaises où nous n'étions pas, de manière regrettable, autorisés à pêcher.

Au terme de la première partie du programme d'échoprospection, la THALASSA a relâché pour 36 heures à Boulogne. Cet arrêt permit de réparer le groupe de pêche et, le 21 novembre, deux chalutages furent effectués dans la zone des bancs anglais où un seul avait pu être réalisé avant l'escale.

La deuxième partie de la campagne, de durée plus courte que la première (six jours contre neuf), était plus particulièrement consacrée à la Manche Orientale où s'effectue la majeure partie de la pêche du hareng des Downs pendant la deuxième moitié de novembre. Cependant, du 22 au 25 novembre, les mauvaises conditions météorologiques ont entravé l'échoprospection et n'ont permis de couvrir avec satisfaction en Manche Orientale que la zone à l'est du 0° et au sud du 50°30N où était localisée une importante pêcherie.

Il a été effectué pendant cette période six chalutages d'identification dans les eaux françaises de cette zone. Les captures étaient essentiellement composées de hareng. Cependant, celles des deux chalutages effectués en Manche centrale (traits n° 17 et 21) comprenaient de 88 à 98 % de chinchard.

2 - CALCUL DES STOCKS ET DE LEUR VARIANCE

La couverture des zones à prospecter a été réalisée suivant des radiales espacées de 5 à 8 milles, orientées en général perpendiculairement aux lignes de sonde (fig 1 à 3) et parcourues systématiquement de nuit avec un retour, de jour, dans les secteurs les plus riches en détection pour identification par chalutage.

La vitesse du navire en prospection a été établie à 10 nds en moyenne et l'unité de distance en écho-intégration fixée à 1 mille.

Après deux essais avec un chalut 76 x 70 à mailles de 8 m de côté dans l'entêteure, la grande majorité des chalutages d'identification (n° 3 à 22) a été effectuée au moyen d'un chalut pélagique plus petit, 57 x 52, à mailles de 40 cm et ayant une ouverture verticale moyenne de 11,3 m et horizontale évaluée à 31,6 m.

Pour chaque espèce les stocks en nombre par strate ont été calculés selon la technique décrite par DINER et LEMEN (1983). Ils s'expriment ainsi :

$$N_a = \bar{X}_a \cdot S \cdot \bar{D} \quad (1)$$

N_a	stock en nombre de l'espèce a
\bar{X}_a	coefficient d'abondance relative de l'espèce a
S	surface de la strate
\bar{D}	déviations moyennes de l'échantillonneur pour la strate

Le stock N_a d'une espèce a est donc le produit de deux variables \bar{X}_a et \bar{D} et d'une constante S. Sa variance $V(N_a)$ sera estimée par :

$$v(N_a) = S^2 \cdot v(\bar{X}_a \cdot \bar{D}) = S^2 \left[\bar{D}^2 v(\bar{X}_a) + \bar{X}_a^2 v(\bar{D}) - 2 \bar{X}_a \bar{D} v(\bar{X}_a, \bar{D}) \right] \quad (2)$$

Le coefficient \bar{X}_a est un estimateur rapport. Le calcul de sa variance, dérivé de formules données par COCHRAN (1977), a été détaillé par DINER et LEMEN (1983).

La moyenne \bar{D} des déviations obtenues pour une strate est calculée en prenant en compte radiale et inter-radiale. Cette moyenne a été obtenue avec un échantillonnage systématique. Pour l'estimation de sa variance, il a été envisagé deux méthodes :

Il est en effet possible de considérer qu'il a été effectué un échantillonnage par grappe, chaque radiale étant une grappe. Cette technique néglige les covariances existant entre des séquences successives. Pour pallier à cet inconvénient, un deuxième calcul basé sur l'utilisation de la géostatistique a aussi été effectué (d'après GOHIN, 1985).

a) Si \bar{D} est considéré comme résultat d'un échantillonnage par grappe :

En négligeant le terme de correction pour population finie, \bar{D} a pour variance estimée (COCHRAN, 1977) :

$$v(\bar{D}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{n-1} (\bar{D}_i - \bar{D})^2$$

où \bar{D}_i est la moyenne des déviations enregistrées sur la radiale i comportant l_i séquences.

\bar{D} est la moyenne des \bar{D}_i pour une strate.

b) utilisation de la géostatistique :

Avec cette méthode on considère que chaque radiale est au milieu d'une zone d'influence de surface s_i , qui a la longueur l_i de la radiale et de largeur L_i .

Soit \bar{D} la densité moyenne sur la zone d'influence de surface s_i . On est ici obligé d'exclure les inter-radiales pour le calcul des \bar{D} , car leur prise en compte nécessite le recours à des procédés de calcul sophistiqués pour l'estimation des variances des \bar{D} . On obtient un estimateur de la densité \bar{D}' peu éloigné de la moyenne \bar{D} si les surfaces d'influence sont de largeurs voisines.

Pour chaque zone d'influence on estime la variance des \bar{D} grâce à un demi-variogramme construit pour chaque strate en calculant les quantités:

$$v(H) = \frac{1}{2} \frac{\sum_{i,j} (D_{i,j+H} - D_i)^2}{\sum_i N_{iH}}$$

où $D_{i,j+H}$ et D_i sont les déviations obtenues aux points j et $j+H$ de la radiale i , N_{iH} étant le nombre de couples distants de H sur un parcours i .

Grâce aux points de coordonnée $(H, V(H))$, un variogramme est tracé "à main levée". Son palier, sa portée et son ordonnée à l'origine permettent d'obtenir la variance des \bar{D}_i à l'aide d'une abaque pour variogramme sphérique.

Les zones d'influence ne se recoupant pas, les estimations \bar{D}_i seront indépendantes et la variance estimée de \bar{D}' sera :

$$v(\bar{D}') = \frac{\sum_i s_i^2 v(\bar{D}_i)}{\sum_i s_i^2}$$

3 - MATERIEL UTILISE, ETALONNAGE

Pour l'échointégration, l'équipement et les réglages suivants ont été utilisés.

...

. sondeur vertical, SIMRAD EK400, fréquence : 38 kHz,
faisceau : $8^\circ \times 13^\circ$, durée d'impulsion : 1 ms, largeur de bande : 3,3 kHz,
puissance : 2 500 W, TVG en 20 logR (portée 581 m), atténuation : 20 dB.

. échointégration, SIMRAD QD, unité de distance : 1 mille,
gain : 20 dB, seuil : 30 mv, limites des 10 voies d'intégration déterminées selon
la sonde, entre 5 m et le fond moins 0,3 ou 0,5 m. Il faut noter que, malgré
cette sécurité prise au niveau du fond, des intégrations de fond se sont produites
principalement dans les secteurs où des ridens avec de fortes pentes ont été
rencontrés. Ces intégrations accidentelles du fond ont été éliminées par la suite
lors de l'exploitation des données, sachant que la voie n° 10, contigüe au fond,
réglée à 1 m seulement, a rarement contenu d'importantes quantités de poissons.

. sondeur ou corde de dos, SIMRAD ET100, fréquence : 49 kHz.

L'ensemble d'échointégration a été étalonné sur bille de cuivre
(\emptyset : 60mm, TS = -33,6 dB) en début de campagne, le 9 novembre en Baie de
Douarnenez.

On a obtenu avec les réglages décrits ci-dessus pour l'ensemble d'échoin-
tégration :

. (SL + VR) = 131,7 dB avec :
distance bille-transducteur : 11,4 m
température de l'eau : 13,7° C
sonde : 18 m

Avec un angle équivalent $10 \log \Psi = -16,9$ dB (1) et un index de réflexion
égal à -35 dB/kg, cela donne un facteur d'échointégration :

$$C = 89,9 \text{ tonnes/mille}^2/\text{mm} - 1 \text{ mille} - 0 \text{ dB}$$

4 - INDEX DE REFLEXION ADOPTES POUR LES DIFFERENTES ESPECES

Pour les clupéiformes, nous avons retenu, comme base en ce qui
concerne les index de réflexion individuels, la relation établie pour du hareng
et recommandée par le CIEM pour les travaux concernant cette espèce en Mer
du Nord et Manche :

$$TS = 20 \log 1-71,2.$$

...

En ce qui concerne le chinchard, après consultation des différents travaux portant sur les index de réflexion, cette espèce semble avoir, à taille égale, un index supérieur de 2,5 dB à celui des clupéiformes.

d'où : $TS = 20 \log l - 68,7$

D'après les études menées principalement en Ecosse, le maquereau aurait un index inférieur de 10 dB environ à celui du hareng.

d'où : $TS = 20 \log l - 82$

Enfin pour tous les Gadidés capturés, on a adopté la même relation suivante (FOOTE, 80) : $TS = 24 - 6 \log l - 73,9$

Mais il est indéniable que l'on manque de données fiables sur les index de réflexion des poissons pélagiques en général et il est difficile de chiffrer l'erreur qui en découle pour les évaluations obtenues.

5. EVALUATION ACOUSTIQUE DES BIOMASSES

Du 11 au 27 novembre, 2 494 milles ont été parcourus en écho-intégration systématique, soit 961 de jour (entre 7 et 17 h 00 T.U.) et 1 533 de nuit. Il a été effectué 22 chalutages d'identification des détections (tableau 1). D'une durée moyenne de 33 minutes, ils ont permis la capture de 16 674 kg de poissons (758 kg/trait), se répartissant comme suit :

hareng 57 % avec 30 % en Mer du Nord et 68 % en Manche
sardine 10 % avec 35 % en Mer du Nord et 0,2 % en Manche
chinchard 23 % " 8,4 % en Mer du Nord et 29 % en Manche
maquereau 4,5 %, merlan 2,1 %, sprat 1,5 % et divers 1,9 %.

Sept strates ont été définies (voir figures 1 à 3) dont les caractéristiques ainsi que les résultats obtenus pour chacune sont résumées dans le tableau ci-après :

...

STRATE N°	SECTEUR	SURFACE : MILLE ²	DEVIATION MOYENNE D	NOMBRE DE MILLES UTILISES POUR D	NOMBRE DE CHALUTAGES	ESPECE PREDOMINANTE
1	Manche "française" 1ère période	1 441	0,307	347	4	hareng
2	Manche "anglaise" 1ère période	410	0,758	92	1	-
3	Mer du Nord "sud-est"	1 135	0,392	267	4	hareng
4	Mer du Nord "centrale"	1 573	0,287	316	4	sardine
5	Mer du Nord "ouest"	867	0,450	153	3	mélange
6	Manche "française" 2e période	1 597	0,915	309	4	hareng
7	Manche "centrale" 2e période	296	0,467	48	2	chinchard
TOTAL	STRATES 1 à 5 STRATES 3 à 7	5 426 5 468	moyenne 0,487	1 532	22	-

5.1. MANCHE ORIENTALE (VIIId)

La Manche a été prospectée deux fois, la première (strates 1 et 2) du 11 au 14 novembre et la seconde (strates 6 et 7) du 25 au 27 novembre juste après une période de mauvaises conditions météorologiques.

Dans les strates 1 et 6, le hareng domine (95 à 98 % de la biomasse). Mais durant la deuxième prospection de la Manche orientale le stock de hareng est beaucoup plus important ($716 \cdot 10^6$ individus ou 110 500 tonnes) que dix jours auparavant ($211 \cdot 10^6$ individus ou 36 500 tonnes). Il est possible que les migrations de hareng du Sud de la Mer du Nord vers les zones de reproduction de la Manche orientale ne soient pas totalement responsables de cette augmentation. En effet, le mauvais temps du 22-24 novembre a peut-être rendu le poisson plus accessible en l'éloignant des côtes.

...

Comme on l'a signalé plus haut (§ 1), nous n'avons pas pu effectuer d'identification et par conséquent pas pu calculer les stocks dans la strate n° 2, mais il semble peu probable que les détections rencontrées dans la région de DUNGENESS soient composées de hareng (fig 5 a et b).

Dans la strate n° 7, le chinchard est l'espèce prédominante (94 %), sa biomasse atteint 6 000 T environ ($45,3 \cdot 10^6$ individus). La détection de cette espèce se présentant sous la forme de bancs de petites dimensions (fig 5c), proches de la surface de jour comme de nuit ; elles diffèrent de celles du hareng, qui, de nuit surtout, formait des concentrations proches du fond (fig 4 a,d). La présence de chinchard dans cette zone a d'ailleurs été confirmée par des pêches commerciales.

5.2. MER DU NORD (IVc)

Le secteur IVc a été prospecté du 14 au 19 novembre.

Dans la strate n° 3, comprenant les bancs proches des côtes belges et néerlandaises, c'est le hareng qui domine (88 %) avec un stock évalué à $205 \cdot 10^6$ individus, soit à 27 500 tonnes. Il faut noter pour cette biomasse la présence d'individus de petite taille, 13 à 15 cm, capturés dans les chalutages les plus proches de la côte (fig. 6a).

La partie centrale de la Mer du Nord (strate 4) se caractérise par la prédominance de sardines de grosse taille (74 %) dont la biomasse a été évaluée à 22 700 T ($231 \cdot 10^6$ individus). Le hareng n'est apparu dans ce secteur qu'en très faible quantité dans les captures d'identification.

La strate n° 5, constituée par la partie ouest de la zone prospectée, se caractérise par un mélange d'espèce, le merlan étant majoritaire.

5.3. ESTIMATION DU STOCK DE HARENG

En comparant les résultats des deux parties de la campagne, on constate donc que, malgré l'excellente couverture de la zone que les bonnes conditions météorologiques avaient permise, le stock de hareng a été sous-estimé pendant la première partie d'au moins 35 %. Ceci certainement parce que des ha-

rengs étaient présents dans les zones côtières non patrouillées. D'autre part il semble peu probable que la totalité des harengs qui était dans le sud de la Mer du Nord entre le 14 et le 19 novembre ait migré en Manche le 25 novembre. Il a donc semblé justifié de prendre comme estimation du stock des Downs en novembre 1984 l'addition des estimations obtenues pour la Manche orientale du 25 au 27 novembre et pour le sud de la Mer du Nord du 14 au 19 novembre. Ceci en admettant que les migrations vers la Manche entre le 19 et le 25 novembre sont négligeables au regard de la sous-estimation du stock pendant la première prospection du sud de la Mer du Nord.

5.4. VARIANCE DU COEFFICIENT D'IDENTIFICATION

La variance du coefficient \bar{X}_a reflète l'hétérogénéité des proportions de l'espèce considérée dans les différentes pêches réalisées dans la strate. Elle ne traduit pas la qualité de l'identification. En effet, elle ne chiffre pas dans quelle mesure les différentes détections échantillonnées lors des chalutages effectués dans la strate sont représentatives de l'ensemble des détections rencontrées dans celle-ci. Il semble cependant difficile de trouver un plan d'échantillonnage permettant d'accéder à des coefficients \bar{X}_a non biaisés.

A l'examen des résultats (tableau 2) on s'aperçoit que les coefficients de variation des \bar{X}_a ne sont inférieurs à 10 % que pour le hareng dans les strates 1, 3 et 6.

5.5. VARIANCE DE LA DEVIATION MOYENNE \bar{D}

Le coefficient de variation de \bar{D} varie entre 5 % et 17 % selon les strates (voir tableau 2).

A l'exception de la strate 4, les estimations des variances obtenues en considérant qu'il s'agit d'un échantillonnage par grappe sont légèrement plus élevées que celles calculées en utilisant la géostatistique (voir tableau 3).

D'autre part, il faut remarquer que la portée des variogrammes

(voir figure 7 et tableau 3) est voisine de la largeur des zones d'influence des radiales. Il est donc ainsi confirmé qu'il y a indépendance entre les radiales, ce que le calcul de la variance suppose lorsque chaque radiale est considérée comme étant une grappe. Outre cette information importante, le tracé des variogrammes nous apporte donc une amélioration du calcul des variances qui évite de surestimer celles-ci. Mais il faut souligner que les formules classiques de la variance résultant d'un échantillonnage par grappe nous permettent d'avoir une valeur très proche de celle obtenue grâce à l'emploi de la géostatistique.

5.6. COEFFICIENTS DE VARIATION DES ESTIMATIONS DE STOCK

Les estimations de stock obtenues pour toutes les espèces rencontrées autres que le hareng ont un coefficient de variation très élevé (variant entre 25 % et 150 %), exception faite du merlan dans la strate 1. Ceci en raison des variances des coefficients \bar{X}_a qui ont des valeurs très fortes pour les espèces capturées épisodiquement.

Par contre pour le hareng le coefficient de variation de l'estimation du stock est relativement faible dans les strates 1, 3 et 6, de même que pour l'estimation retenue (strates 3 à 6) étant donné la part limitée pour laquelle entre dans celle-ci les strates 4 et 5 (voir tableau ci-après). En considérant les sources d'erreurs ou d'estimation biaisée pour cette évaluation acoustique (voir paragraphe suivant) on peut considérer qu'un coefficient de variation voisin ou inférieur à 10 % est largement satisfaisant.

(	N° de la strate	1	3	4	5	6	3 à 6)
(	Stock en nombre	210.7	205.3	12.3	42.9	716.2	976.8)
(	(en millions))
(	coef de Ech. par	16.7	16.5	35.2	48.7	11.6	9.5)
(	grappe)
(	variation, d'après	14.0	14.3	36.0	47.8	7.8	6.8)
(	variogram)
(	en %)
()

ESTIMATION DES STOCKS DE HARENG PAR STRATE

...

On retiendra en outre que pour le hareng il n'y a pas de disproportion flagrante entre l'ordre de grandeur des coefficients de variation de \bar{X}_a et \bar{D} , et que donc la procédure de travail adoptée et l'allocation relative des temps aux opérations de pêche et à la prospection semble convenable.

6 - DISCUSSION - CONCLUSION

Cette campagne d'évaluation acoustique effectuée en novembre 84 en Manche Orientale et dans le sud de la Mer du Nord a permis d'évaluer une biomasse globale supérieure à 210 000 T dont presque 140 000 T de hareng. Cette évaluation est très inférieure à celle résultant de l'échoprospection britannique effectuée en novembre 83 dans le même secteur (282 000 T). Plusieurs explications peuvent être données :

. une couverture imparfaite de l'aire de répartition du hareng. Tout d'abord pour des raisons de sécurité, il ne nous a pas été possible d'approcher la côte en deça de la sonde des 15 m. C'est donc environ 400 milles² en Manche et approximativement autant en Mer du Nord qui n'ont pas été pris en compte dans cette évaluation. Or, comme en témoignent les captures des navires artisans, le hareng peuple également ces zones très côtières en période de frai. Si celles-ci étaient aussi riches en détection que les strates adjacentes (3 et 6), il conviendrait d'ajouter environ 10 000 T pour le IVc et près de 30 000 T pour VIIId à cette biomasse de hareng qui approcherait les 190 000 T.

. grâce à l'installation en octobre 84 d'un sonar omnidirectionnel à bord de la THALASSA, nous avons observé de très nettes réactions d'évitement des bancs de poissons à l'approche du navire. Ce fut en particulier le cas, de jour, lors des chalutages n° 3, 8, 13 et 15. Ce phénomène a encore été observé, toujours de jour, près du Vergoyer où nous avons vu de gros bancs de hareng (largeur $>$ 100 m) se scinder en deux parties passant de chaque côté du navire ou éviter systématiquement celui-ci malgré les manoeuvres, le sondeur vertical ne détectant pas de bancs de poissons. Rappelons cependant que ce sont les valeurs de nuit qui ont en grande majorité été prises en compte pour le calcul des biomasses et que ce phénomène n'a pas été clairement mis en évidence de nuit. Il est vrai également que l'observation au sonar de poisson en couche par des sondes faibles (30 à 40 m) sur des fonds à ridens présente des difficultés.

. Une valeur un peu forte a été adoptée pour les index de réflexion du hareng et des autres espèces. Ceci semble confirmé par le calcul des coefficients d'efficacité^{du} chalut qui chiffre le rapport des quantités de poisson capturées à celles détectées dans la tranche d'eau où évolue l'engin. Abstraction faite des traits effectués de jour avec évitement possible et donc sous-évaluation, de nombreux traits de nuit, sur du poisson dispersé et à priori réagissant beaucoup moins, ont donné des coefficients supérieurs à 1 (chaluts 4, 9, 12, 14, 16, 21). L'explication pourrait provenir d'une sous-évaluation des quantités détectées par suite d'un index de réflexion trop élevé.

Si l'on adoptait pour ce secteur les index de réflexion retenus par l'Islande ou la Norvège (Anonyme, 1984), il faudrait multiplier la biomasse de hareng évaluée ici respectivement par 1,5 ou 2,8.

En conclusion, nous pensons que cette évaluation doit plutôt être considérée comme un indice d'abondance et non pas comme une valeur du stock de hareng des Downs.

BIBLIOGRAPHIE

Anonyme, 1983 - Report of the 1983 planing group of ICES. - Coordinated herring and sprat acoustic survey. - CIEM, C.P. 1983/H : 12.

Anonyme, 1984. - Report of the working group on fisheries acoustic science and technology. - CIEM, C.M. 1984/B : 41

COCHRAN (W.G.), 1977. - Sampling techniques. - John Wiley and Sons editor, New York, 3ème édition, 428 p.

DINER (N.), 1982. - Essai d'application de l'échointégration à la mesure de l'efficacité des chaluts. - CIEM, C.M. 1982/B : 12

DINER (N.) et LE MEN (R.), 1983. - Evaluation acoustique des stocks de poissons pélagiques dans la partie sud du golfe de Gascogne en avril-mai 1983. Résultats préliminaires. - CIEM, C.M. 1983/H : 44

EDWARDS (J.I.) et ARMSTRONG (F.), 1982. - Target strength measurements on live herring, sprat and mackerel. - Symposium on Fisheries acoustics, Bergen Norway, 21-24 juin 1982, contr. n° 78.

EDWARDS (J.I.), ARMSTRONG (F.), MAGURRAN (A.E.) and PITCHER (J.I.), 1984. Herring, mackerel and sprat target strength experiments with behavioural observations. CIEM, C.M. 1984/B : 34

FOOTE (K.G.), 1980. - Importance of the swimbladder in acoustic scattering by fish: a comparison of gadoïd and mackerel target strength. - J. Acoust. Soc. Am., 67, (6)

GOHIN (F.), 1985. - Geostatistics applied to fish distribution as derived from acoustic surveys. - Doc. présenté au Groupe de Travail CIEM sur les Techniques acoustiques, Tromsø, 22-24 mai 1985.

JOHNSON (P.O.) et WOOD (R.J.), 1984. - Results of english acoustic surveys undertaken in the southern Bight and Eastern english Channel in november 1983 and february 1984. - CIEM, C.M. 1984/H : 16

MASSE (S.), 1982. - Réflexions préliminaires sur les détections et le comportement du hareng observés pendant la campagne d'échointégration de novembre 1981 (sud Mer du Nord et Manche orientale). - CIEM, C.M. 1982/B : 1

NAKKEN (A.) et DOMASNES (A.), 1975. - The application of an echo-integration system in investigations on the stock strength of the Barents Sea capelin (Mallotus villosus, Müller) 1971-1974. - CIEM C.M. 1975/B : 25.

SIMMONDS (E.S.), 1984. - The effect of mounting the equivalent beam angle of acoustic survey transducers. - CIEM, C.M. 1984/B : 32

VOROBYOV (V.M.) et IVANOV (A.V.), 1981. - Target strength measurements of the single fish during the echo survey. - Meeting on hydroacoustical methods for the estimations of marine fish populations, Cambridge, Mass. U.S.A., 25-29 juin 1979, SUOMALA J.R. ed. 1981.

HALUT N° TYPE	POSITION		SONDE FILAGE VIRAGE	VITESSE NDS	TU DUREE MIN	OV OH m	Mi	r ₁	r ₂	Ptot kg	CAPTURES PAR ESPECE - P en kg, l en cm						
	FILAGE	VIRAGE									Hareng	Sard.	Sprat	Maqu.	Chinc.	Merlan	Divers
1 76.70	50°06 00°51	50°09 00°50	29 32	5,4	11h00 33	14 36	0,035	0,006	0,005	0,9	0	0,8 24,7	0	0,1 19,0	0	0	0
2 76.70	50°25 1°24	50°22 1°22	22 22	4,4	18h00 30	9 41	8,0	0,04	0,03	984	963 27,7	0	0	1 36,5	0	3 32,3	17
3 57.52	50°28 00°50	50°33 00°49	37 44	5,0	15h00 42	11,4 22,6	0,51	18,6	1,63	1335	1334 27,2	0	0	0,6 29,2	0	0	0
4 57.52	50°32 1°23	50°35 1°24	26 24	4,7	19h00 47	12 22	0,16	1,10	1,02	407	376 26,7	9 26,3	0	12 35,1	6 24,5	3 32,3	1
5 57.52	50°48 00°52	50°47 00°53	31 32	5,5	10h00 15	11,0 22,0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
6 57.52	51°02 1°58	51°02 1°56	27 27	4,6	15h30 43	11,6 22,4	0,27	0,64	0,62	217	1 26,1	0	2	11 28,9	2 26,7	163 30,4	38
7 57.52	51°28 2°08	51°30 2°10	38 37	4,5	8h30 40	11,2 22,8	1,40	0,13	0,13	208	19 26,1	189 23,0	0	0	0	0	0
8 57.52	51°29 2°03	51°27 2°04	41 35	4,4	15h00 37	10,8 23,2	0,49	1,69	1,59	740	3 26,0	701 22,3	0	29 30,8	7 29,3	0	0
9 57.52	51°33 2°19	51°35 2°20	35 35	4,4	17h30 27	11,0 23,0	1,01	1,49	0,87	1111	67 26,5	552 22,6	0	102 30,1	354 29,3	3 32,2	33
10 57.52	51°27 2°46	51°28 2°49	25 26	5,9	7h30 25	10,8 23,2	0,82	0,99	0,46	597	476 22,7	0	121 12,1	0	0	0	0
11 57.52	51°20 2°36	51°21 2°40	17 20	6,0	13h30 30	11,7 22,3	4,73	0,064	0,064	463	432 26,1	0	31 11,0	0	0	0	0
12 57.52	51°37 3°01	51°36 2°59	33 28	4,6	17h30 25	11,7 22,3	0,295	0,85	0,79	184	39 15,8	0	42 9,8	81 30,7	1 29,0	19 29,0	2
13 57.52	51°52 3°05	51°55 3°05	31 28	5,0	10h00 34	11,2 22,8	0,15	1,54	1,54	298	278 25,5	8 24,1	0	12 22,2	0	0	0
14 57.52	52°04 2°20	52°04 2°24	45 49	4,3	17h30 39	11,3 22,7	0,10	0,81	0,81	46	3 21,1	0	14 13,0	2 21,2	0,4 24,4	26 27,1	0,4
15 57.52	51°14 1°41	51°18 1°43	38 38	4,3	15h00 36	11,5 22,5	0,073	5,68	3,61	598	9 25,9	243 22,8	5 14,8	300 30,1	40 24,4	0	0,8
16 57.52	51°33 2°00	51°31 1°49	39 37	4,4	17h30 32	11,6 22,4	0,25	0,94	0,82	350	137 26,0	0,4 22,8	4 13,5	43 29,0	2 16,4	125 28,2	39
17 57.52	50°54 1°18	50°52 1°15	29 31	4,4	8h00 31	11,5 22,5	0,80	18,2	2,28	1994	0	0	0	0	1960 22,0	5 35,2	29
18 57.52	50°28 1°15	50°25 1°11	29 27	4,5	17h30 33	12,0 22,0	0,21	0,23	0,22	73	8 20,3	2 25,4	7 8,7	26 32,5	6 15,8	5 31,7	19
19 57.52	50°20 0°39	50°20 0°41	38 40	4,3	21h00 17	11,5 22,5	3,56	0,24	0,20	974	926 26,8	0	0	11 35,8	5 33,1	0	32
20 57.52	50°12 0°44	50°10 0°41	30 32	4,8	9h30 27	10,6 23,4	3,29	0,90	0,70	4374	4371 26,4	0	0	2 27,2	0,2 29,0	0	1
21 57.52	50°19 0°09	50°17 0°13	39 37	4,7	18h30 59	10,4 23,6	0,81	1,25	1,14	1652	0	8 25,0	7 13,5	106 33,6	1429 28,8	2 36,0	100
22 57.52	50°15 1°11	50°16 1°10	27 26	4,7	10h30 18	10,7 23,3	0,31	0,34	0,30	68	40 25,6	7 16,4	14 9,5	4 27,9	2 20,1	0	0,7
11	Manche 1ère et 2e périodes		-	4,8	32	11,2 22,8	1,61	5,10	0,94	11862 1078/ch	8018 68 %	27 0,2 %	28 0,2 %	163 1,4 %	3408 29 %	18 0,2 %	199 1,7 %
11	Mer du Nord		-	4,8	34	11,3 22,7	0,87	1,35	1,03	4812 437/ch	1464 30 %	1693 35 %	219 4,6 %	580 12 %	406 8,4 %	336 7 %	113 2,3 %
22	Toutes zones		-	4,8	33	11,3 22,7	1,24	2,93	0,99	16674 758/ch	9482 57 %	1720 10 %	247 1,5 %	743 4,5 %	3812 23 %	354 2,1 %	312 1,9 %

Tableau 1 : Chalutages d'identification effectués durant la campagne

Mi : déviation moyenne par mille obtenue au sondeur vertical durant le chalutage

r₁ et r₂ coefficients d'efficacité du chalut obtenus en faisant le rapport des quantités pêchées aux quantités évaluées par écho-intégration sur le sondeur vertical en cours de pêche et présentés d'une part (r₁) dans la tranche d'eau où a évolué le chalut, d'autre part (r₂) dans cette tranche d'eau augmentée de 5 m vers le haut (pour prendre en compte la tendance des poissons à plonger à l'approche du chalut).

		HARENG	SARDINE	SFFAT	MAQUEREAU	CHINCHARD	MERLAN
STRATE 1 $\bar{D} = 0,307$ $S = 1\,441\text{ m}^2$ $CV_1(\bar{D}) = 16,7$ $CV_2(\bar{D}) = 14,0$	Xa	476.38	0.22	-	0.36	0.17	0.99
	CV (Xa)	0.6	165.1	-	49.9	165.1	8.8
	N	210 746	96	0	160	76	438
	CV ₁ (N)	16.7	163.5	-	52.2	164.4	18.8
	CV ₂ (N)	14.0	164.0	-	51.6	164.8	16.5
STRATE 3 $\bar{D} = 0,392$ $S = 1\,135\text{ m}^2$ $CV_1(\bar{D}) = 16,5$ $CV_2(\bar{D}) = 14,2$	Xa	461.40	0.42	623.23	4.95	0.03	1.65
	CV (Xa)	1.0	145.7	21.9	129.6	143.5	143.5
	N	205 287	186	277 288	2 204	15	734
	CV ₁ (N)	16.5	144.9	27.2	128.8	148.6	142.5
	CV ₂ (N)	14.3	145.2	26.0	129.0	148.8	142.7
STRATE 4 $\bar{D} = 0,287$ $S = 1\,573\text{ m}^2$ $CV_1(\bar{D}) = 15,3$ $CV_2(\bar{D}) = 17,3$	Xa	27.36	512.57	-	9.99	32.18	10.94
	CV (Xa)	32.1	22.8	-	74.5	93.4	121.2
	N	12 352	231 402	0	4 511	14 526	4 929
	CV ₁ (N)	35.2	27.2	-	75.2	93.5	120.6
	CV ₂ (N)	36.0	28.3	-	75.4	93.5	120.5
STRATE 5 $\bar{D} = 0,450$ $S = 867\text{ m}^2$ $CV_1(\bar{D}) = 14,3$ $CV_2(\bar{D}) = 9,5$	Xa	110.0	83.64	201.81	64.51	14.29	94.10
	CV (Xa)	47.0	127.3	99.2	79.9	100.6	26.0
	N	42 918	32 634	78 735	25 170	5 576	36 715
	CV ₁ (N)	48.7	126.5	99.1	80.2	100.6	29.4
	CV ₂ (N)	47.8	126.8	99.2	80.0	100.6	27.6
STRATE 6 $\bar{D} = 0,915$ $S = 1\,597\text{ m}^2$ $CV_1(\bar{D}) = 9,9$ $CV_2(\bar{D}) = 4,7$	Xa	490.16	2.25	124.99	3.45	3.61	0.48
	CV (Xa)	6.2	120.9	111.4	76.7	92.6	121.3
	N	716 256	3 289	182 650	5 038	5 279	707
	CV ₁ (N)	11.6	120.6	111.2	76.8	92.6	121.3
	CV ₂ (N)	7.8	120.8	111.3	76.6	92.6	121.4
STRATE 7 $\bar{D} = 0,467$ $S = 296\text{ m}^2$ $CV_1(\bar{D}) = 11,6$ $CV_2(\bar{D}) = 13,1$	Xa	-	1.04	8.35	4.98	327.68	0.20
	CV (Xa)	-	99.3	99.3	99.3	31.4	46.5
	N	0	143	1 154	689	45 298	28
	CV ₁ (N)	-	99.6	99.1	99.2	33.3	48.3
	CV ₂ (N)	-	99.6	99.1	99.3	33.8	48.6

TABLEAU 2 : CALCUL DES STOCKS ET DE LEURS COEFFICIENTS DE VARIATION

- \bar{X}_a coefficient d'abondance relative de l'espèce a (en milliers par mille carré et par mm de déviation)
- N stock par espèce en milliers d'individus
- \bar{D} déviation moyenne en mm
- S surface de la strate en mille carré
- CV (\bar{X}_a) coefficient de variation de \bar{X}_a (en %)
- CV₁ (\bar{D}) et CV₁ (N) coefficients de variation (en %) de \bar{D} et N lorsque on considère que \bar{D} est obtenu par un échantillonnage par grappe
- CV₂ (\bar{D}) et CV₂ (N) coefficients de variation (en %) de \bar{D} et N, la variance de \bar{D} étant calculée en utilisant la géostatistique.

STRATES	v_1 (D)	v_2 (D)	a	L
1	0.0026	0.0018	5	5
3	0.0042	0.0031	5	5
4	0.0019	0.0025	6	6
5	0.0042	0.0018	4	5
6	0.0082	0.0019	8	6
7	0.0030	0.0038	3	6

TABLEAU 3 : VARIANCES DE LA DEVIATION MOYENNE \bar{D} PAR STRATE

v_1 (\bar{D}) variance de \bar{D} lorsque on considère que \bar{D} est obtenu par un échantillonnage par grappe

v_2 (\bar{D}) variance de \bar{D} obtenue en utilisant la géostatistique

a portée du variogramme

L largeur de la zone d'influence des radiales

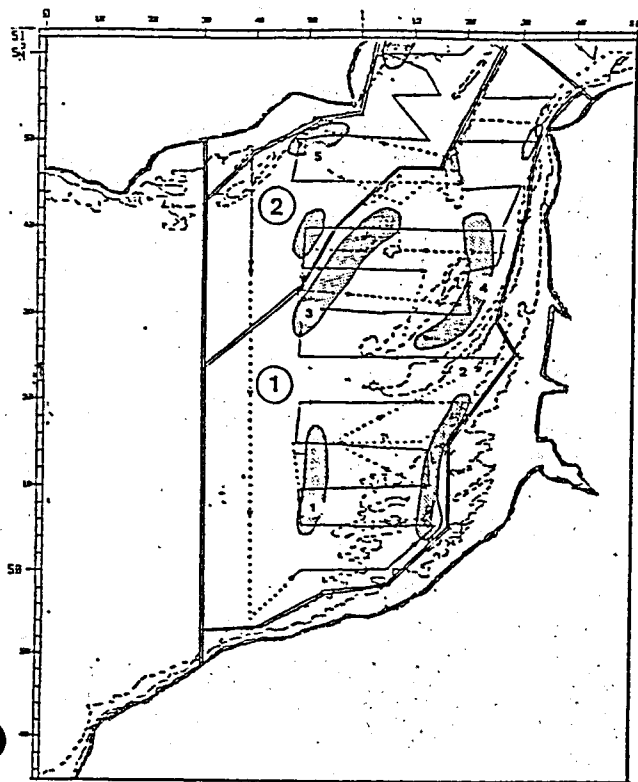


Figure 1 : Manche orientale - strates 1 et 2 - Parcours effectué du 11 au 14 novembre 1984

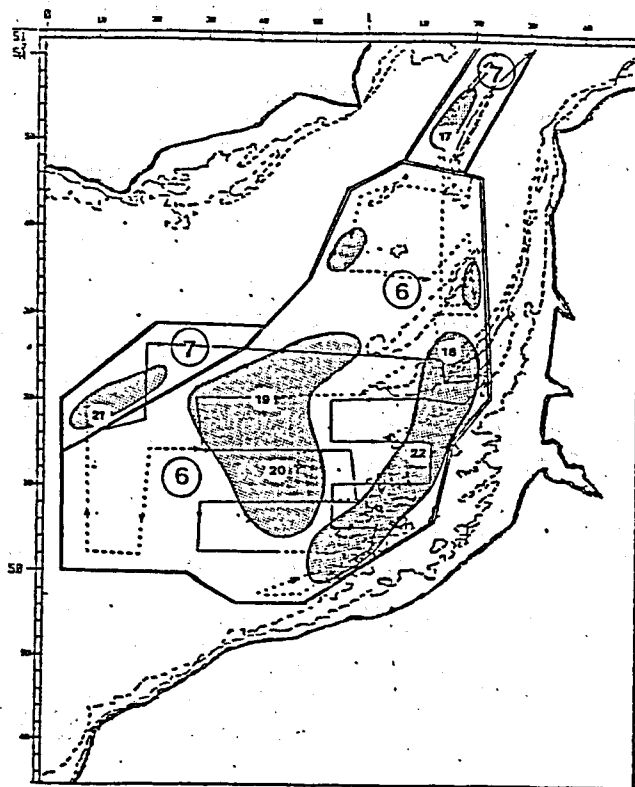


Figure 2 : Manche orientale - strates 6 et 7 - Parcours effectué du 25 au 27 novembre 1984

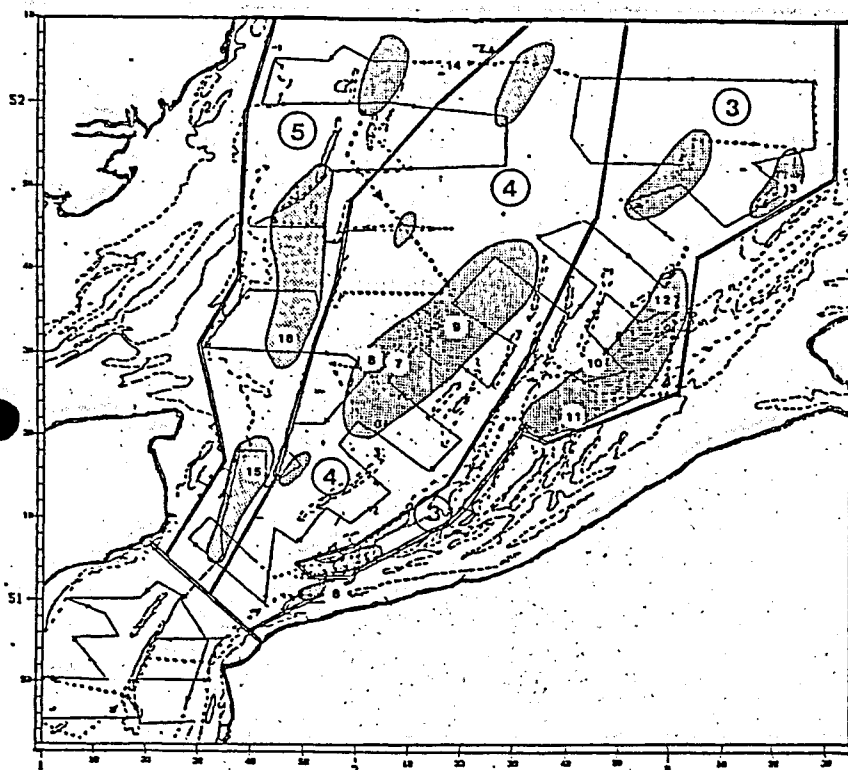


Figure 3 : Sud de la Mer du Nord strates 3,4 et 5 - Parcours effectué du 14 au 19 novembre 1984

- : limite des strates
- (N) : N° de strate
- (Ⓜ) : chalutage
- ▨ : déviation > 0.50
- - -> : route de jour
- > : route de nuit

**FIGURES 1, 2 et 3 : PARCOURS EFFECTUES EN ECHOINTEGRATION SYSTEMATIQUE
PENDANT LA CAMPAGNE HEID 84**

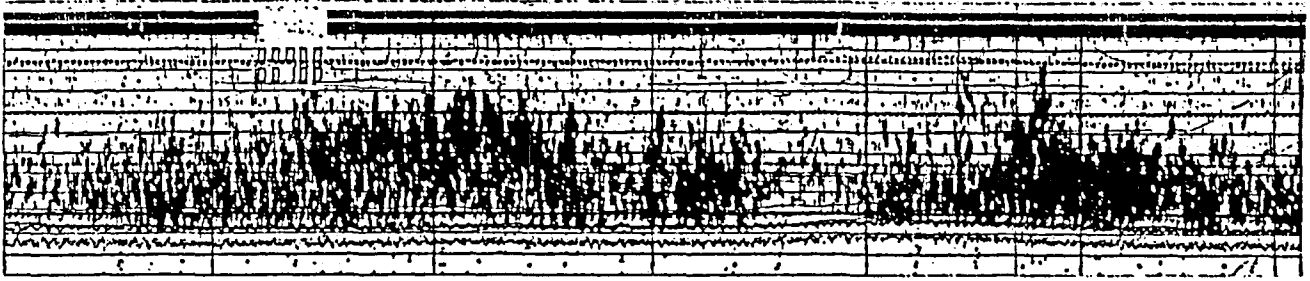


Figure 4 a : détections observées de nuit pendant le chalutage 2 (hareng 98 %)

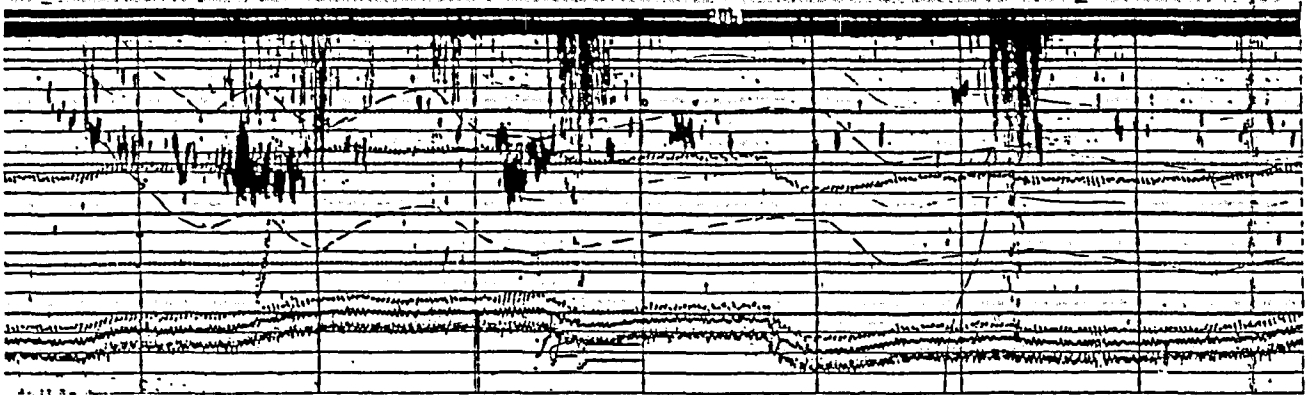


Figure 4 b : détections observées de jour pendant le chalutage 20 (hareng 99,9 %)

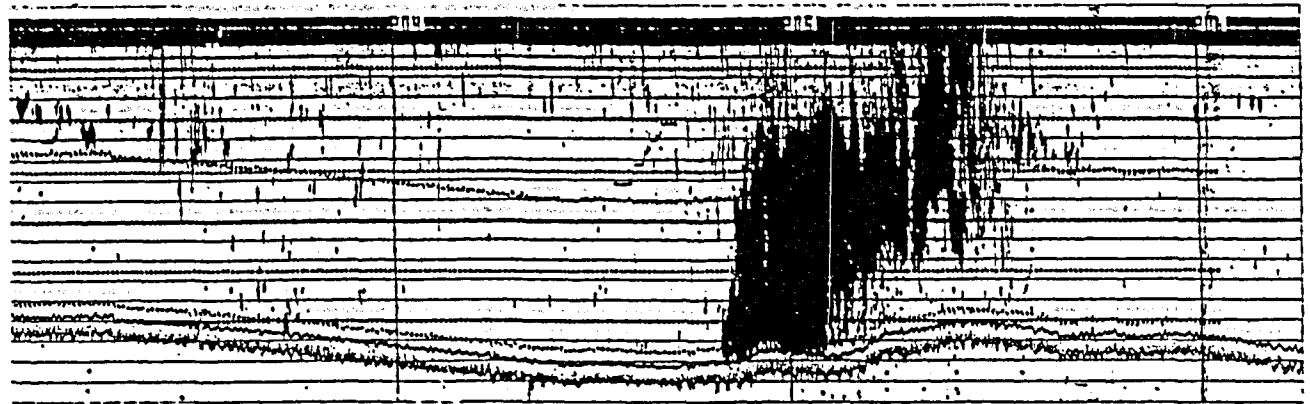


Figure 4 c : détection observée à 10 nds sur la position du chalutage 20 (hareng 99,9%)

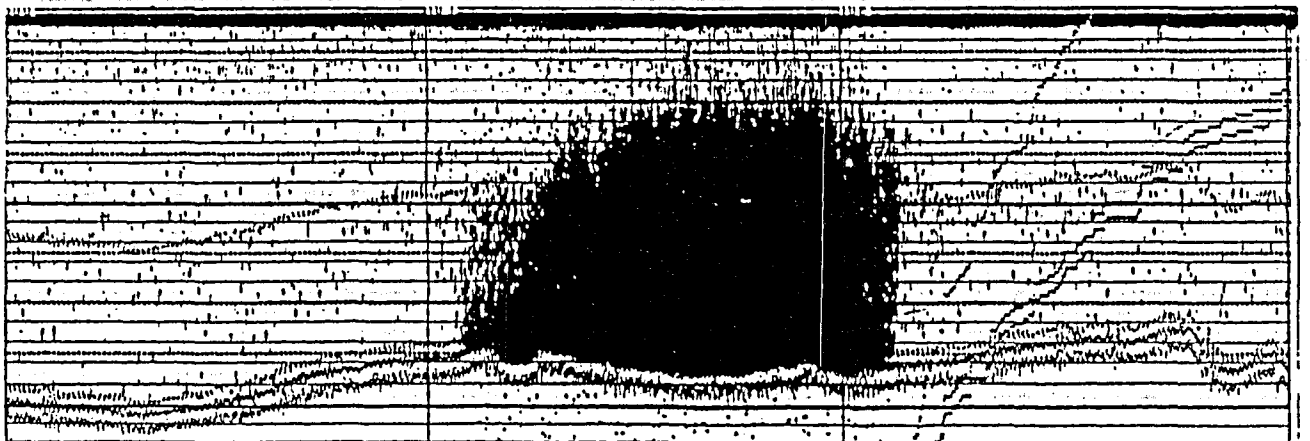


Figure 4 d : détection observée à 10 nds sur la position du chalutage 19 (hareng 95,1%)

FIGURES 4 : DETECTIONS DE HARENG OBSERVEES EN MANCHE ORIENTALE

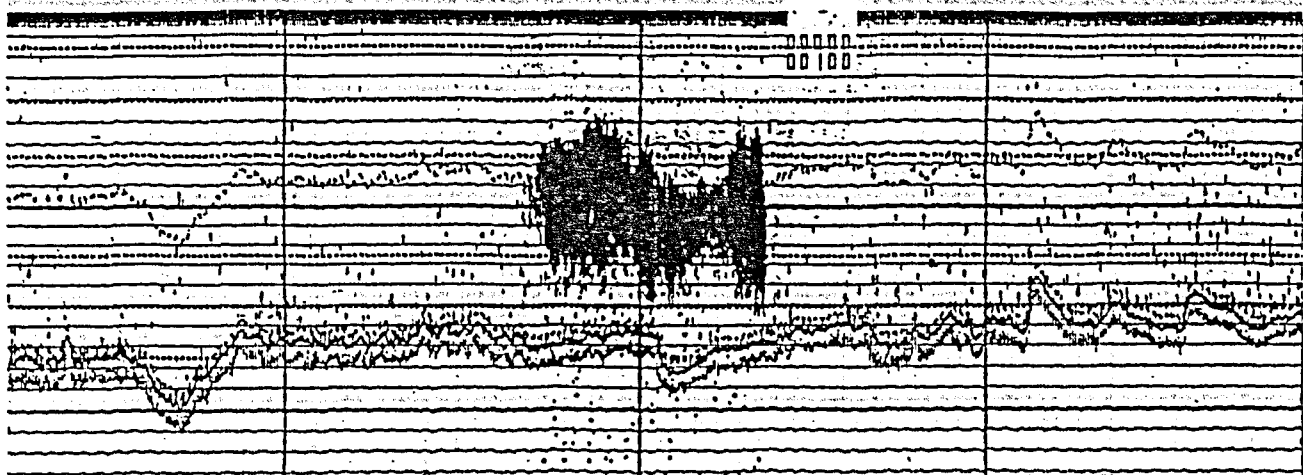


Figure 5 a : détection non identifiée trouvée près de Dungeness de nuit (strate 2)

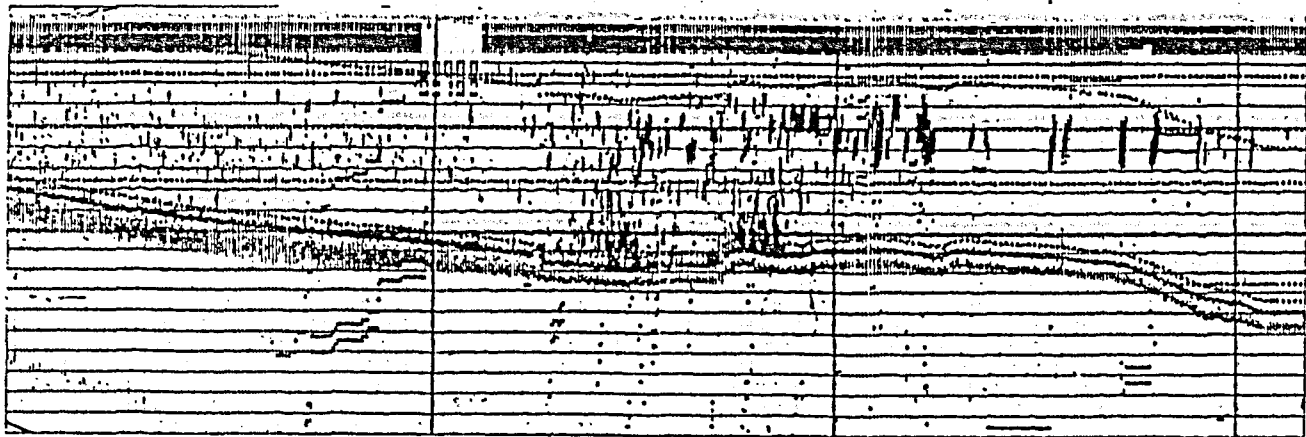


Figure 5 b : détections non identifiées trouvées près de Dungeness de jour (strate 2)

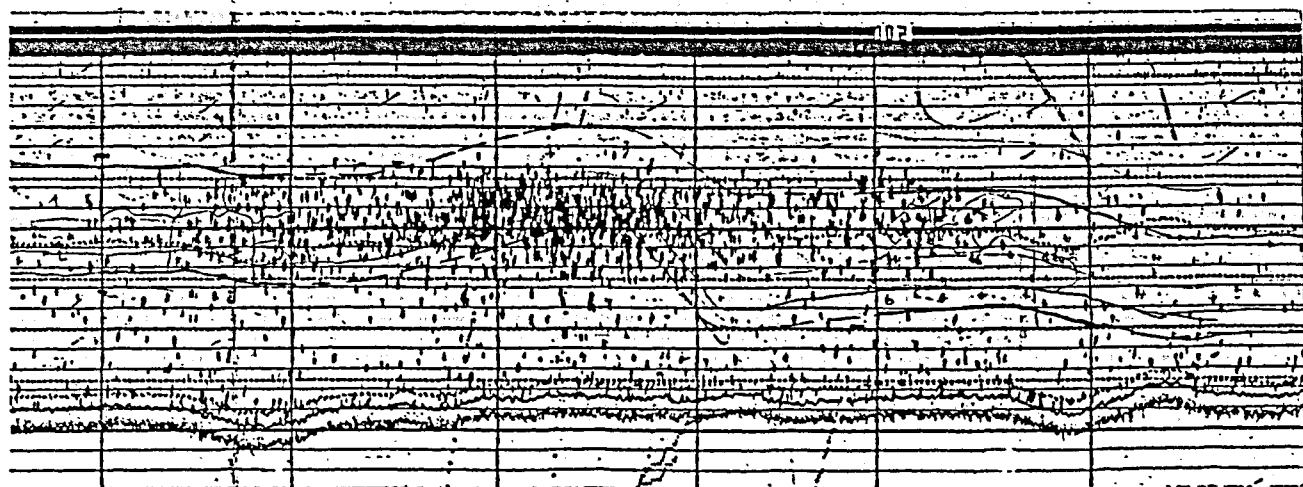


Figure 5 c : détections obtenues de nuit pendant le chalutage 21 (chinchard 88 %)

FIGURES 5 : DETECTIONS DE LA STRATE 2 NON IDENTIFIEES ET DETECTIONS DE CHINCHARD

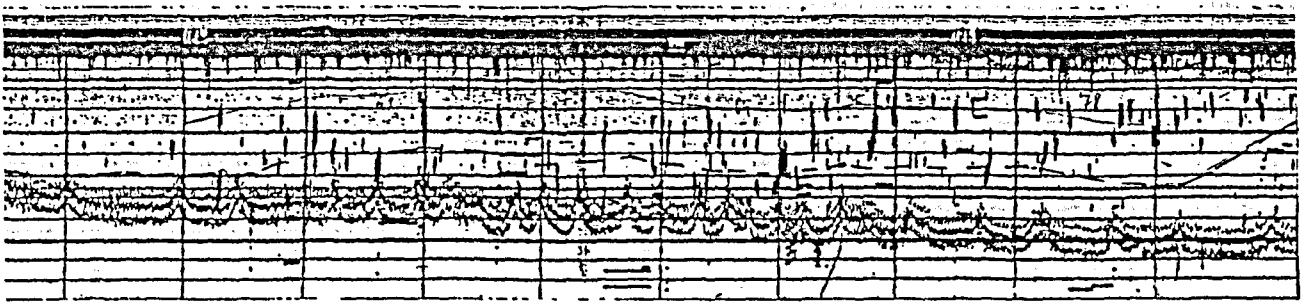


Figure 6 a : détection observée de jour pendant le chalutage 11 (hareng 93 %)

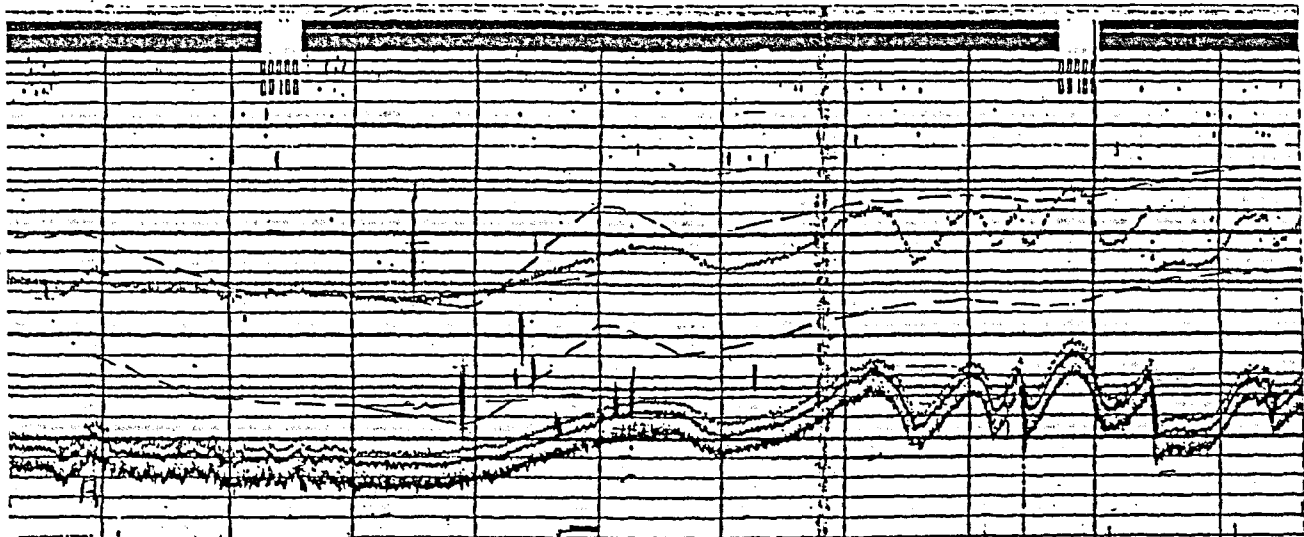
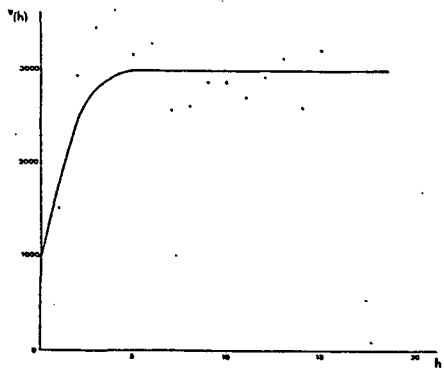
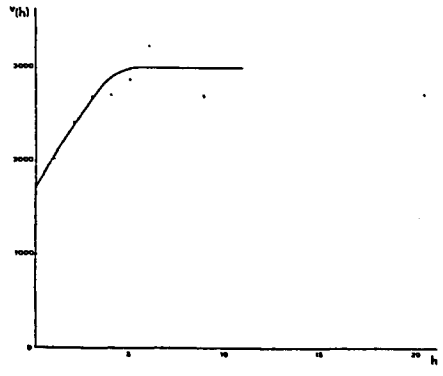


Figure 6 b : détections observées de jour pendant le chalutage 8 (sardine 96 %)

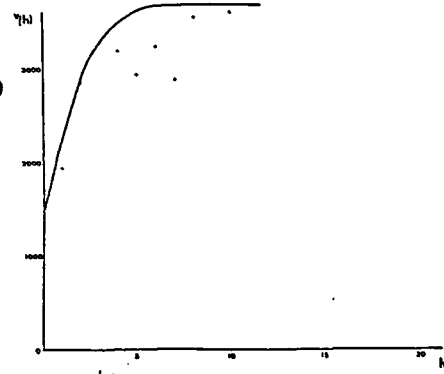
FIGURES 6 : DETECTIONS DE HARENG ET SARDINE OBSERVEES EN MER DU NORD (STRATE 3)



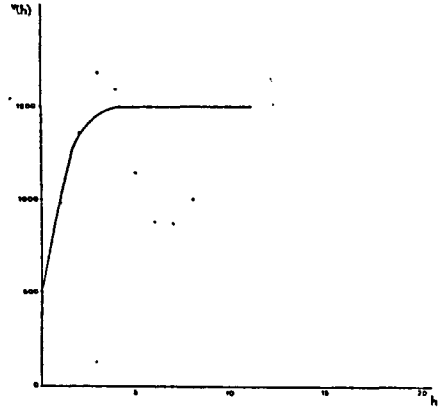
Strate 1



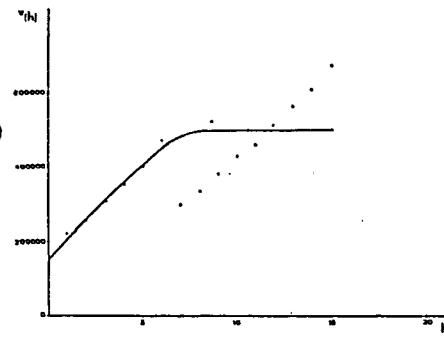
Strate 3



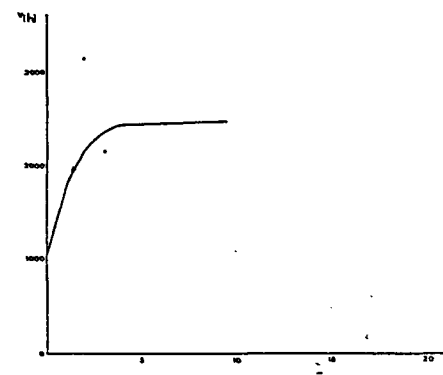
Strate 4



Strate 5



Strate 6



Strate 7

Figure 7 : Tracé des variogrammes de chaque strate (h en milles nautiques).