

Not to be cited without  
permission of the authors <sup>1</sup>

Canadian Atlantic Fisheries  
Scientific Advisory Committee

CAFSAC Research Document 85/9

Ne pas citer sans  
autorisation des auteurs <sup>1</sup>

Comité scientifique consultatif des  
pêches canadiennes dans l'Atlantique

CSCPCA Document de recherche 85/9

Disponibilité de la crevette Pandalus borealis  
aux engins de pêche en fonction de l'heure du  
jour et efficacité relative des chaluts à cre-  
vettes.

par

Brigitte Portelance et Jacques Fréchette  
Direction de la Recherche Scientifique et Technique  
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de  
l'Alimentation  
2700, rue Einstein  
Sainte-Foy, Québec  
G1P 3W8

<sup>1</sup> This series documents the scientific basis for fisheries management advice in Atlantic Canada. As such, it addresses the issues of the day in the time frames required and the Research Documents it contains are not intended as definitive statements on the subjects addressed but rather as progress reports on ongoing investigations.

Research Documents are produced in the official language in which they are provided to the Secretariat by the author.

<sup>1</sup> Cette série documente les bases scientifiques des conseils de gestion des pêches sur la côte atlantique du Canada. Comme telle, elle couvre les problèmes actuels selon les échéanciers voulus et les Documents de recherche qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés finals sur les sujets traités mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

Les Documents de recherche sont publiés dans la langue officielle utilisée par les auteurs dans le manuscrit envoyé au secrétariat.

## RESUME

Les résultats de l'étude de la distribution verticale de la crevette Pandalus borealis avec un échantillonneur vertical étagé a permis d'évaluer d'une part, la disponibilité des crevettes selon l'heure du jour de même que l'efficacité relative des chaluts selon leur ouverture verticale respective.

En toute saison et pour différentes profondeurs échantillonnées, les densités de crevettes observées sur le fond suivent un rythme circadien avec un maximum autour de midi et un minimum autour de minuit.

Des courbes paraboliques ont été ajustées aux données afin de décrire les variations de la densité de crevettes sur le fond en fonction de l'heure de chalutage.

D'autre part, nos résultats indiquent que l'efficacité d'un chalut ayant une ouverture verticale de 3.66 m (Western 2A) est 1.45 plus grande qu'un chalut à ouverture verticale de 2.5 m (Yankee 36 ou 41) nonobstant leur ouverture horizontale. Les valeurs des coefficients d'efficacité du Western 2A et du Yankee 36 ou 41 par rapport à une ouverture verticale théorique de 5 mètres sont estimées respectivement à 1.27 et 1.83.

## ABSTRACT

We have evaluated with a vertical stage sampler the availability of the shrimp Pandalus borealis depending on the time of day and on the vertical opening of trawls.

For all seasons and different depths sampled, the density of shrimp on the bottom follows a circadian rhythm with a maximum density at around midday and a minimum density around midnight. Parabolic graph curves were fitted so that the shrimp's density on the bottom became a function of the trawling hours.

The results also indicate that the efficiency of a trawl with a vertical opening of 3.66 m. (Western 2A) is 1.45 higher than a trawl with a vertical opening of 2.5 m (Yankee 36 or 41) and the efficiency of Western 2A and Yankee 36 or 41 are respectively 1.27 and 1.83 lower than a theoretical opening of 5 meters without considering their horizontal openings.

## INTRODUCTION

Le présent travail vise principalement deux objectifs. Le premier consiste à décrire mathématiquement le cycle nyctéméral de migrations verticales des crevettes sur la base du critère d'abondance sur le fond, mesuré à partir des captures en fonction de l'heure du jour et de la nuit d'un échantillonneur vertical.

Le second objectif vise à déterminer l'efficacité relative des chaluts à crevettes selon leur ouverture verticale respective à partir des captures par étage d'1 mètre d'un échantillonneur vertical.

Il sera ensuite question de l'application de ces résultats expérimentaux aux estimations des stocks de crevettes par chalutage.

## MATERIEL ET METHODES

L'étude de la distribution verticale de Pandalus borealis a été effectuée avec un échantillonneur étagé tel que décrit par Fréchette et al. (1981) lors de trois missions d'échantillonnage en août 1980 et en mai et octobre 1982. Les modalités expérimentales sont décrites par Fréchette et al. (1983). A 135 reprises, l'échantillonneur vertical d'une hauteur de 5 m, gradué au mètre a été traîné sur le fond pendant des périodes d'une heure quelque soit le moment du jour ou de la nuit. Les densités (nombre de crevettes par volume d'eau filtré) par étage d'un mètre ont été traduites en terme de rendements (g/volume d'eau filtrée) à l'aide des poids moyens individuels calculés en appliquant une courbe longueur-poids aux distributions de fréquence de taille cumulées par étage et par période de l'année selon la profondeur et ce, pour le jour et la nuit. Les données brutes utilisées ici sont les mêmes que ceux présentées dans le document de Fréchette et al. (1983) sauf que les traitements diffèrent, par exemple les valeurs ont été réajustées afin de déterminer le poids moyen individuel pour les différentes ouvertures du chalut (2.5, 3.66 et 5.0 m) plutôt que par étage d'un mètre.

## RESULTATS:

### DESCRIPTION DU CYCLE NYCTHEMERAL

Les captures de l'échantillonneur vertical en octobre 1982 sont présentées à la figure 1 sous la forme d'une série temporelle. Le caractère cyclique des variations est évident et l'on peut facilement visualiser une périodicité de 24 heures.

Afin de décrire la tendance moyenne à l'intérieur d'une période, nous avons ajusté une courbe sur l'ensemble des données, c'est-à-dire en superposant les différents jours d'échantillonnage. La relation choisie est de type:

$$Y = a . b (x-c)^2$$

ou (c,a) représente le point maximum de la courbe. Une transformation appropriée des variables permet l'emploi du modèle linéaire de régression avec la formule du polynome suivant:

$$\log Y = b_0 + b_1 x + b_2 x^2$$

où:

$$\bar{a} = \text{anti-log } \frac{b_0 - b_1^2}{4b_2}$$

$$\bar{b} = \text{anti-log } b_2$$

$$\bar{c} = -b_1/2b_2$$

La figure 2 illustre deux courbes d'ajustement correspondant à des stations d'échantillonnage de différentes profondeurs. Les estimateurs  $\bar{a}$ ,  $\bar{b}$  et  $\bar{c}$  ont des valeurs très rapprochées, si bien qu'on peut décrire cette relation par une seule courbe. Le même traitement a été appliqué aux résultats d'échantillonnage d'août 1980 et de mai 1982, et les trois courbes sont présentées à la figure 3. L'ajustement des courbes aux données est adéquat, pour les mois d'octobre et d'août mais insuffisant en mai. Ceci peut-être lié à la distribution peu homogène des crevettes au printemps (Fréchette et Labonté, 1981) qui rend les rendements de pêche très fluctuants.

L'estimateur  $\bar{a}$  (densité maximum théorique) prend une valeur plus faible en octobre qu'en août de même qu'en août par rapport à mai. Si la pêche peut diminuer progressivement sur les densités observées au cours de la saison, la différence observée dans les valeurs de  $\bar{a}$  entre mai et octobre 1982 apparaît grande (facteur de 2).

Cette différence résulte possiblement du caractère ponctuel de l'échantillonnage, ou de variations saisonnières de la densité.

Afin de pouvoir visualiser si le phénomène de migration verticale varie de façon saisonnière, les trois courbes ont été standardisées les unes par rapport aux autres: les densités maximums ( $\bar{a}$ ) en octobre et août sont ajustées en fonction de la densité maximum ( $\bar{a}$ ) estimée en mai, les constantes de proportionnalité sont de 1.44 pour le mois d'août et de 1.98 pour le mois d'octobre.

Les trois courbes nouvellement formées tel qu'illustrées à la figure 4 diffèrent par leur forme: de mai à octobre, la parabole est successivement moins évasée. Puisque de nombreux phénomènes biologiques sont induits par la photopériode, il a été ajouté à la figure 4, à la base des paraboles, la durée du jour pour chacune des périodes d'échantillonnage (source: Environnement Canada-Sept-Iles). La durée du jour coïncide avec la forme plus ou moins évasée des courbes ce qui suggère l'existence d'un patron annuel de migration variant avec la photopériode. Par exemple, en octobre, où la période d'éclairement est réduite, les crevettes pourraient séjourner plus longtemps dans la colonne d'eau comparativement à l'été où l'éclairement est plus long.

Cette caractéristique des migrations a déjà été décrit par Barr (1970) pour une population de Pandalus borealis en Alaska où des observations sur cinq périodes réparties durant l'année, montrent que le temps où les crevettes sont absentes du fond est directement relié à la longueur de la nuit.

Plusieurs facteurs biotiques ou abiotiques peuvent influencer la dynamique des migrations verticales. Une modélisation complète des variations saisonnières devrait idéalement intégrer une foule de paramètres tels que les conditions océanographiques, la nutrition benthique et planctonique, la prédation etc...

Des variations saisonnières du patron de migration pourraient affecter les rendements de la pêche, selon la durée de la période où les crevettes sont disponibles sur les fonds de pêche. De même, la comparaison de données de chalutage expérimental provenant de périodes différentes oblige à une certaine prudence.

Ainsi dans le but de corriger les rendements de pêche des croisières d'estimations des stocks en fonction de l'heure du jour, les données d'août 1980 et d'octobre 1982 ont été cumulées puisque les croisières de recherche ont lieu généralement de la fin d'août à la fin d'octobre. Les données d'octobre sont standardisées par rapport au niveau d'abondance observé en août 1980, et une nouvelle parabole a été ajusté à ces données.

L'abondance des captures de crevettes peut être corrigée par le pourcentage de disponibilité des crevettes selon l'heure de chalutage à l'aide de la formule:

$$y = a b (x-c)^2$$
$$D = y/a = b(x-c)^2 = .983 (x-12.29)^2$$

où D, la disponibilité (en %) est égale au rapport entre la capture Y observée à l'heure X et la capture maximale à l'heure C.

#### EFFICACITE RELATIVE DES CHALUTS:

Pour comparer l'efficacité relative des chaluts Yankee 36 ou 41 et Western 2A ayant respectivement des ouvertures verticales de 2.5 et 3.66m, les captures de l'échantillonneur vertical ont été fractionnées ainsi:

ouverture théorique 2.5m :	Capture des 2 <sup>er</sup> mètres + 1/2 de celle du 3 <sup>e</sup> mètre
ouverture théorique 3.66m:	capture des 3 <sup>er</sup> mètres + 2/3 de celle du 4 <sup>e</sup> mètre
ouverture théorique 5.0 m:	captures des 4 <sup>er</sup> mètres +2x celle du 5 <sup>e</sup> mètre puisque la surface pêchante du 5 <sup>e</sup> mètre correspond à la moitié des autres étages

Des courbes de même type, que celles présentées précédemment ont été ajustées aux captures en fonction du temps selon les différentes ouvertures; elles sont représentées à la figure 5. L'estimateur  $\bar{c}$  (heure à laquelle le maximum des captures est observé) est du même ordre dans les trois cas, de même que  $\bar{d}$ , alors que  $\bar{a}$  diffère puisque celui-ci représente les captures pour différentes ouvertures, et non une mesure de densité. Les rapports des  $\bar{a}$  entre eux constituent les coefficients d'efficacité des chaluts présentés au tableau 1.

Par exemple, ce modèle estime qu'à 8h00 A.M., 72.9% des crevettes sont présentes sur le fond (5m de hauteur) par rapport au maximum observé autour de midi.

#### DISCUSSION ET CONCLUSION

Les estimés de biomasse obtenus des missions expérimentales effectuées à Sept-Iles et au Nord de l'Ile d'Anticosti par le MAPAQ (1977-1980) et Pêches et Océans Canada (1982-1984) ont été corrigés pour tenir compte de la disponibilité des crevettes selon l'heure du jour avec la formule présentée précédemment (Louise Savard, données non-publiées). Le chalutage lors de ces croisières était effectué entre le lever et le coucher du soleil.

Contrairement à ce que l'on attendait, les corrections effectuées n'entraînent pas de réduction de la variabilité observée. Il semble donc que les migrations journalières ne peuvent expliquer une partie de la variabilité des estimés de biomasse, leurs effets peuvent être masqués par la variabilité intrinsèque découlant d'une distribution non homogène de la population sur le territoire.

Une fois corrigées par la courbe de disponibilité des crevettes en fonction de l'heure du jour, les biomasses estimées grimpent d'environ 20-25%. L'ampleur de ces corrections et leurs impacts justifient une grande prudence quant à leur utilisation puisque le modèle ne tient pas compte de toutes les facettes du phénomène. Idéalement, la disponibilité des crevettes en fonction de l'heure du jour devrait être évaluée à chacune des croisières d'estimation des stocks de crevettes.

D'autre part, la valeur du coefficient d'efficacité relative du Western 2A, par rapport au Yankee 36 (1.45) est équivalente à celle calculée (1.5) par Labonté (1980) à partir des rendements commerciaux de la flotte du Nouveau-Brunswick et qui est utilisée par le CSCPCA pour réajuster les estimés de biomasse. Par contre, la valeur de Labonté (1980) peut-être remise en question, parce qu'elle provient d'une comparaison de navires utilisant l'un ou l'autre des types de chalut où l'on ne contrôle pas tous les facteurs autres que l'ouverture verticale du chalut pouvant affecter les rendements de la pêche comme l'ouverture horizontale réelle du chalut, les catégories de bateaux etc..

L'efficacité du chalut Western 2A n'est pas complète puisque selon nos résultats, les crevettes se distribuent au delà du 3.66m d'ouverture verticale. Ainsi les estimés de biomasse présentés au CSCPCA, une fois corrigés par le facteur de 1.5, ne représentent que l'abondance des 3.66<sup>er</sup> mètre alors que les crevettes se distribuent au moins sur cinq mètres. Les coefficients de disponibilité et d'efficacité relative pour différentes ouvertures de chalut sont présentés au tableau 1.

Le coefficient d'efficacité du Western 2A par rapport à une ouverture théorique de cinq mètres est de 1.27, ce qui n'est pas négligeable. De plus, nous ignorons l'abondance au delà du 5<sup>e</sup> mètre, bien qu'on peut présumer qu'elle est faible étant donné qu'il y a une baisse d'abondance dans le 5<sup>e</sup> mètre par rapport au 4<sup>e</sup> mètre (Fréchette et al, 1983).

BIBLIOGRAPHIE

- Barr, L., 1970. Diel vertical migration of Pandalus borealis in Kachemak Bay, Alaska. J. Fish. Res. Bd. Canada 27: 669-676
- Fréchette, J. et S.S.M. Labonté (1981). Biomass estimate, year class abundance and mortality rates of Pandalus borealis in N. W. Gulf of St-Lawrence since 1974. Proceeding of the International Pandalid Shrimp symposium, February 13-15, 1979 T. Frady (ed.) Sea Grant Rep., 81-3:307-330
- Fréchette, J., S. Pilote et G. Chabot. 1981. Données préliminaires sur la distribution verticale de la crevette Pandalus borealis et ses implications sur les estimations de stocks Publ. spéc. can. sci. halieut. aquat. 58: 218-226.
- Fréchette, J., S. Pilote et B. Portelance 1983. Données sur la distribution verticale de la crevette, Pandalus borealis et ses implications sur les estimations de stocks Can. Atl. Fish. Sci. Adv. Comm. Res doc. 83/61.
- Labonté, S.S.M., 1980. An assesment of shrimp stocks off southeast Cape Breton, South Esquiman and North Anticosti. Can. Atl. Fish. Sci. Adv. Comm. Res Doc. 80/67: 1-46.

TABLEAU 1: Coefficients de disponibilité et d'efficacité relative pour différentes ouvertures de chalut

OUVERTURE THEORIQUE DU CHALUT	DISPONIBILITE EN FONCTION DE L'HEURE DU JOUR (D)	COEFFICIENT D'EFFICACITE	
		3.66m	5.0m
2.5	$(x-12.21)^2$ .983	1.45	1.83
3.6	$(x-12.35)^2$ .982	1.0	1.27
5.0	$(x-12.29)^2$ .983	----	1.0

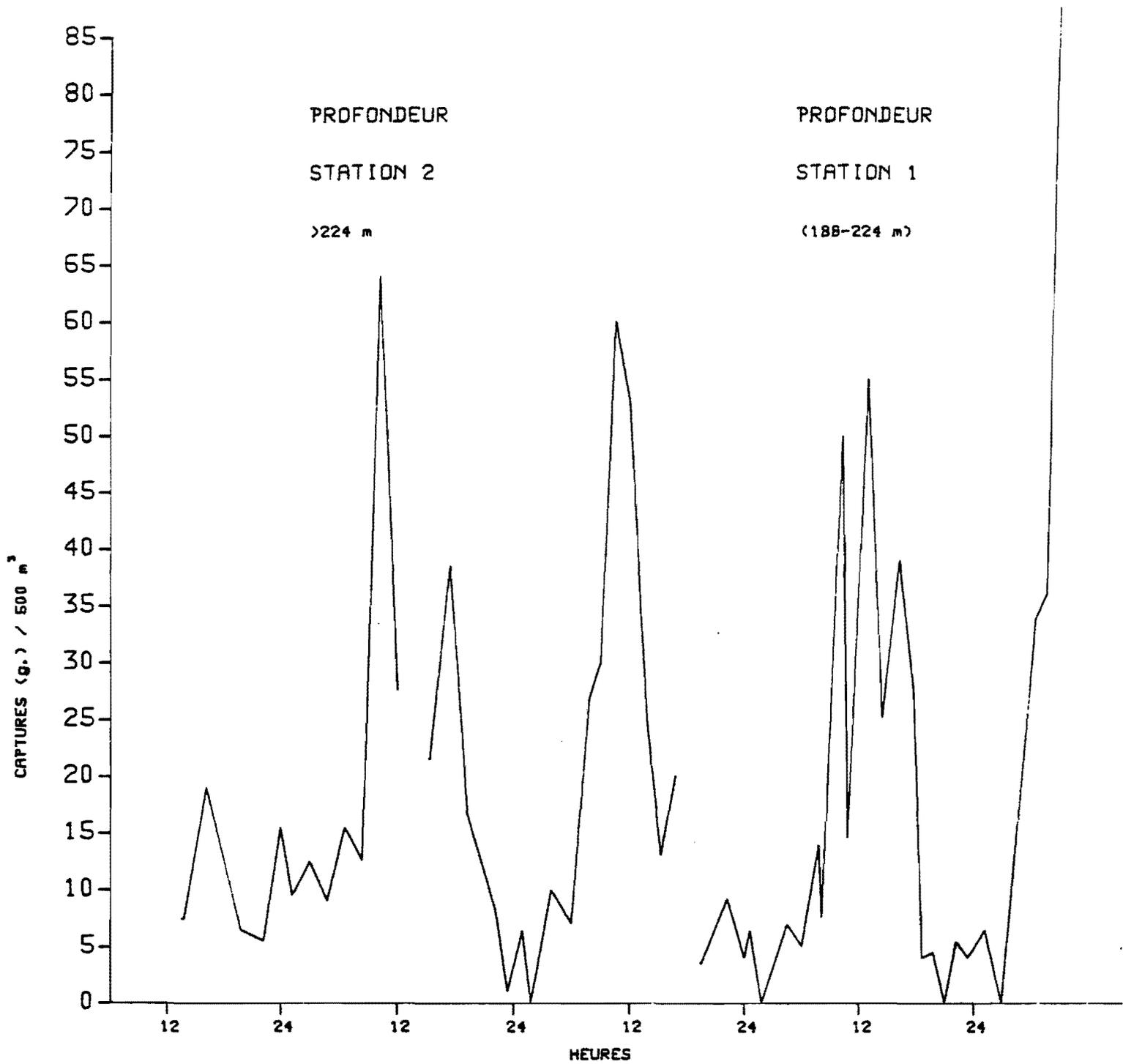


FIGURE 1

Variations de la densité de crevettes capturées avec un échantillonneur vertical en Octobre 1982 à Sept-Îles.

OCTOBRE 82 } 1 = (189-224 m)  
PROFONDEUR (m) } 2 = ( > 224 m)

1 =  $Y = 26.10 \times 0.98 (X-12.38)^2$        $r=0.61$   $p<0.01$   $n=28$       .....  
2 =  $Y = 26.36 \times 0.98 (X-11.96)^2$        $r=0.62$   $p<0.01$   $n=28$       -----

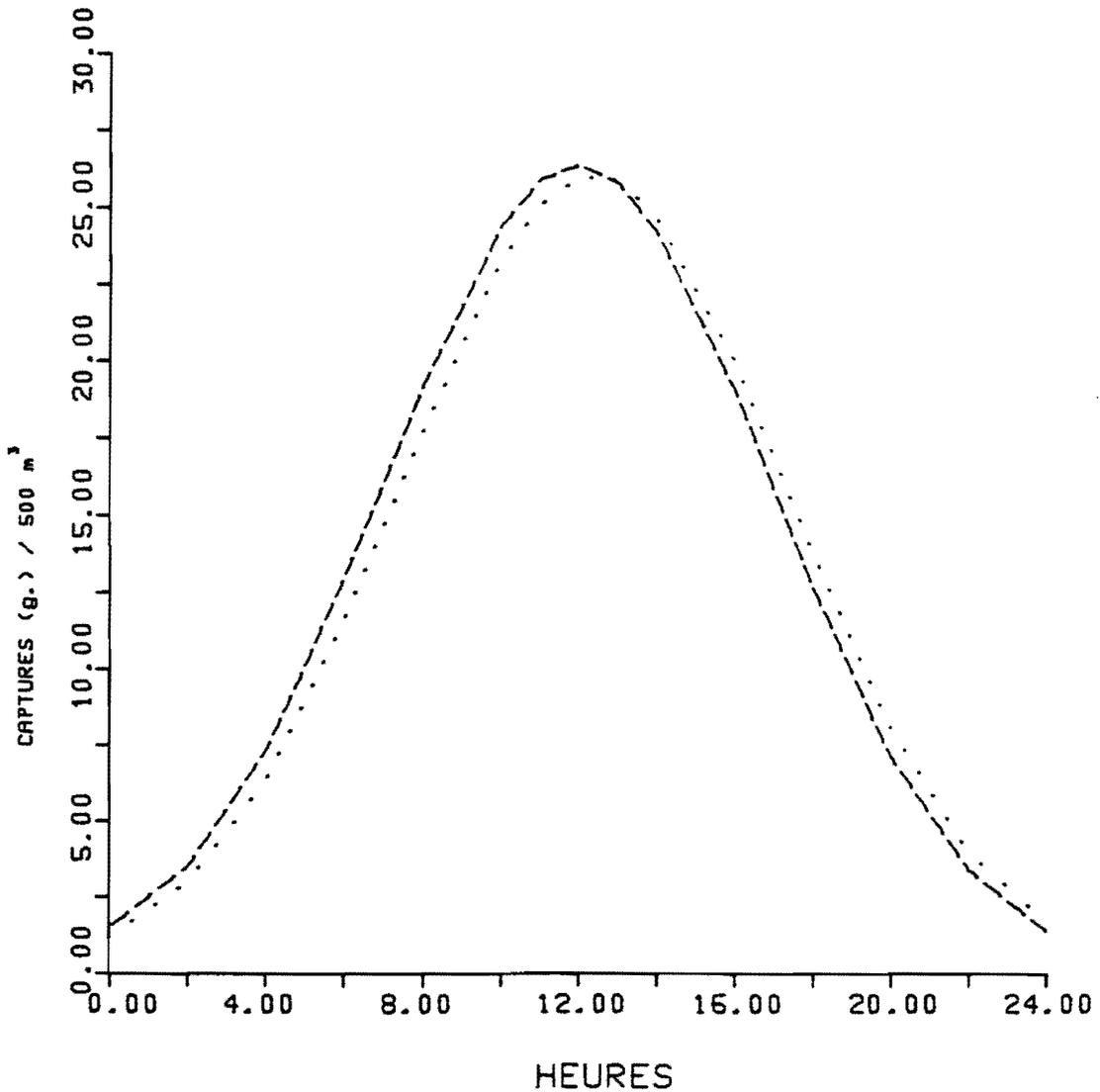


FIGURE 2

Densité de crevettes estimés avec l'échantillonneur vertical en fonction de l'heure du jour, et a différentes profondeurs.

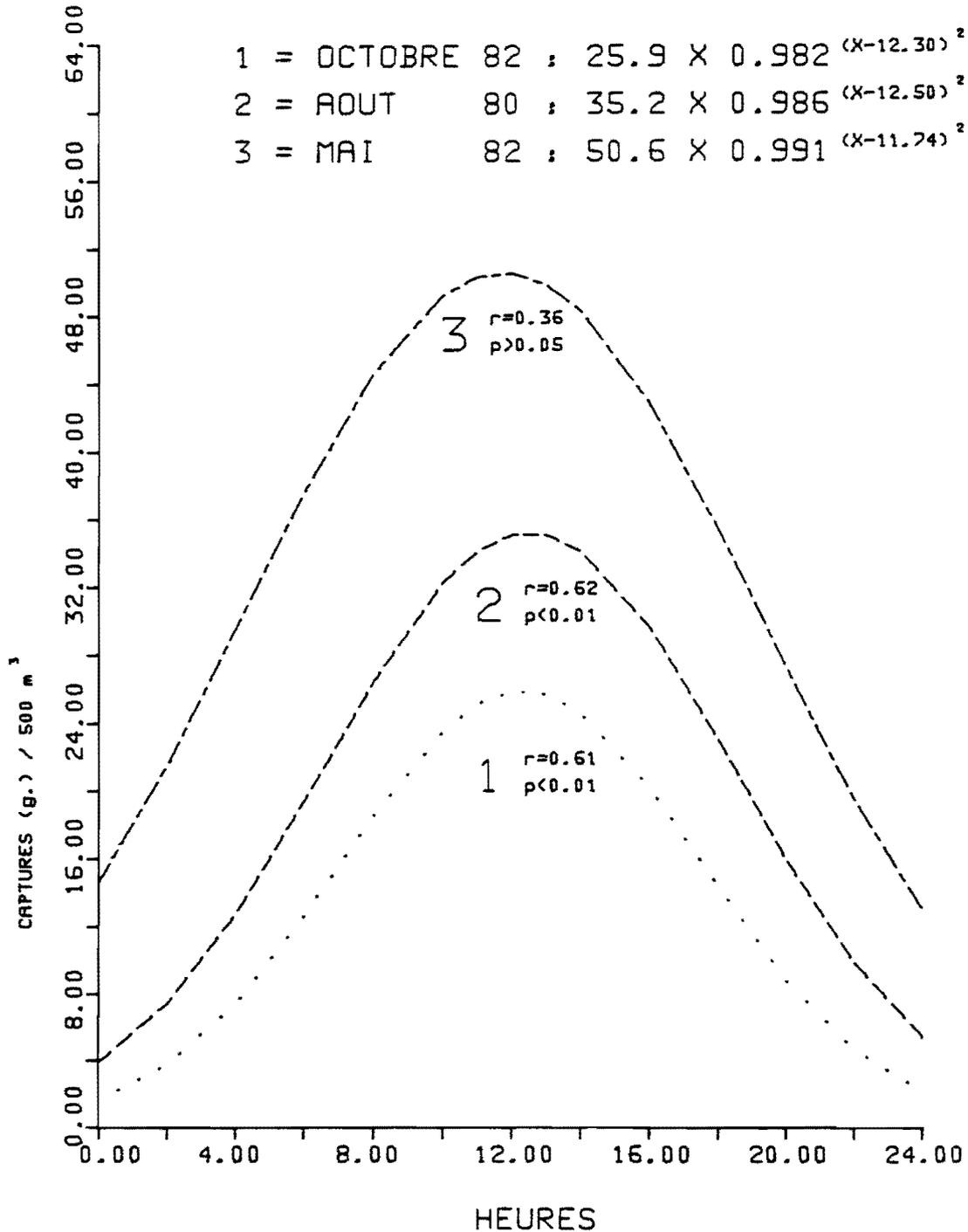


FIGURE 3 Densités de crevettes estimées avec l'échantillonneur vertical en fonction de l'heure du jour, et à différentes profondeurs.

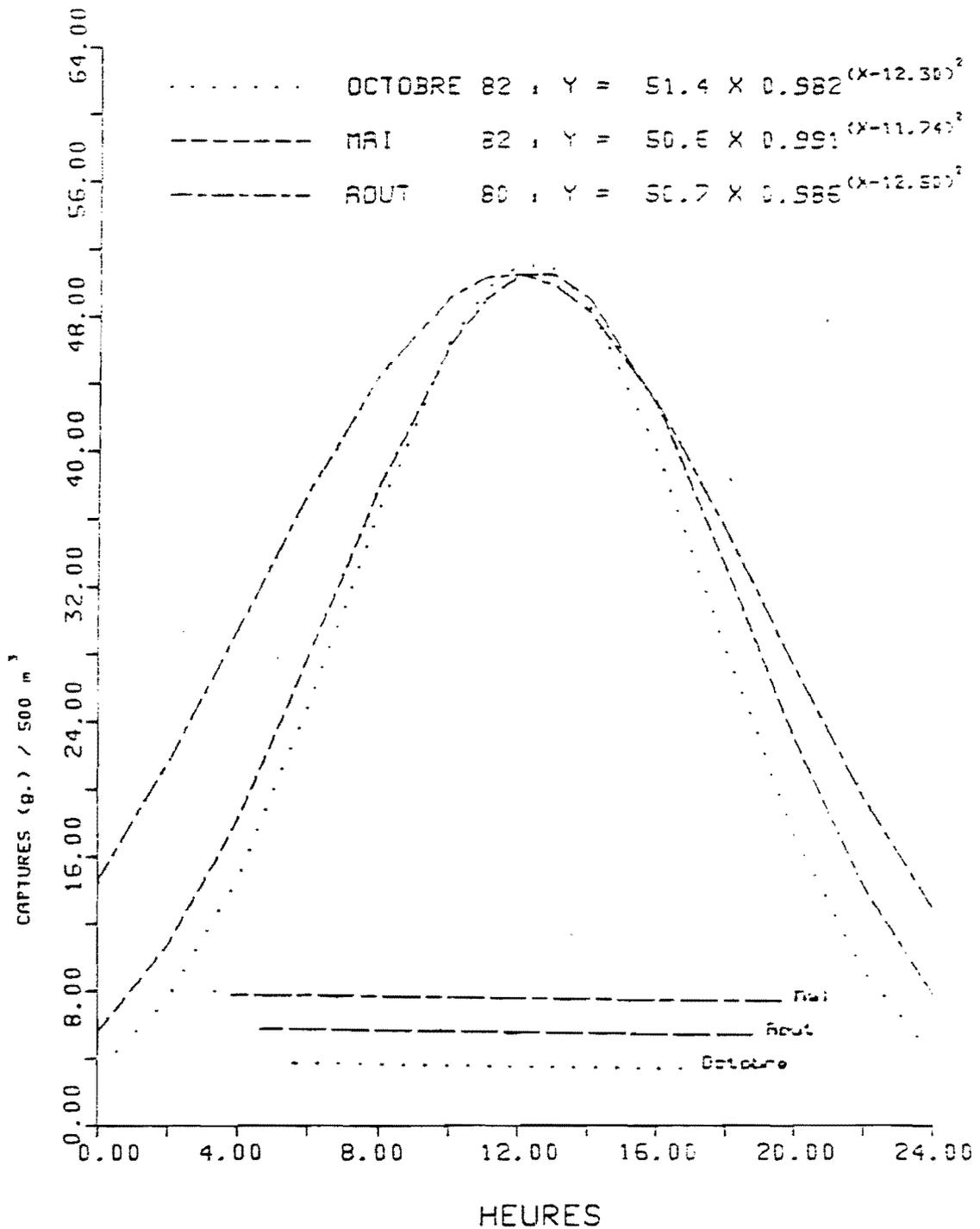


FIGURE 4 Densités de crevettes estimées avec l'échantillonneur vertical en fonction de l'heure du jour et de la saison d'échantillonnage (les traits horizontaux représente la durée du jour pour les dates correspondant à l'échantillonnage).

$$1 = y = 19.08 \times .9813^{(x-12.21)^2}$$

$$2 = y = 27.59 \times .9823^{(x-12.35)^2}$$

$$3 = y = 34.97 \times .9830^{(x-12.29)^2}$$

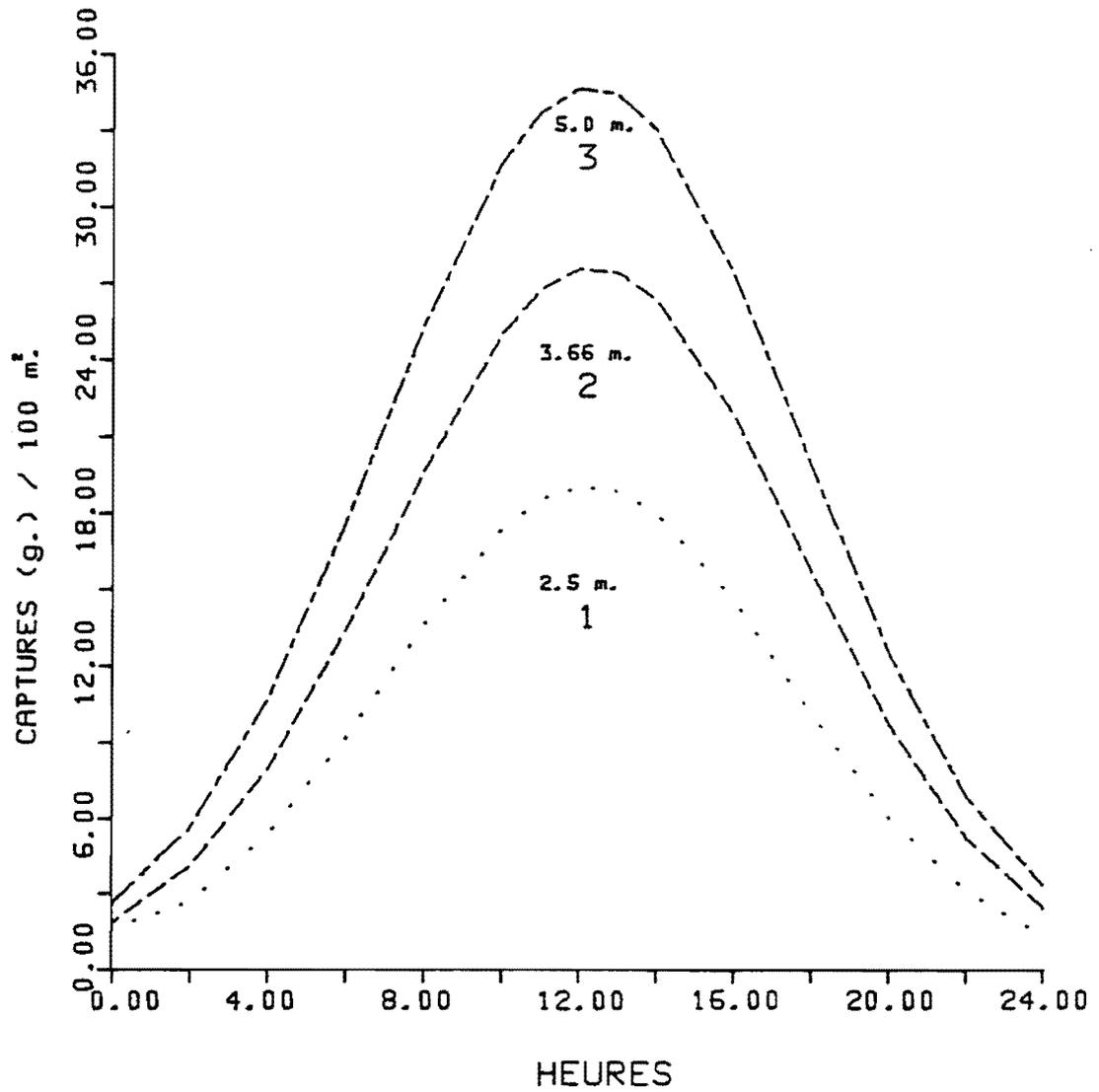


FIGURE 5

Densités de crevettes estimées avec l'échantillonneur vertical en fonction de l'heure du jour pour des ouvertures verticales de chalut de 2.5 m. , 3.66 m. et 5.0 m.