

Cette communication ne doit pas être citée sans autorisation préalable de l'auteur

Conseil International
pour l'Exploration de la Mer

C.M. 1975/F : 14
Comité des poissons de fond (Nord)



Définition des paramètres de la population de morue
du détroit du Pas-de-Calais et leur application
aux modèles de BEVERTON et HOLT

par

Gérard Lefranc *

SUMMARY

In this paper we defined the parameters of the BERTALANFFY growth curve of the Channel's cod, calculated the length-weight relationship and made conventional valuation of t_P , $t_{P'}$, M and F .

Then, we studied the annual yield in weight per recruit, $\frac{Y_w}{A}$ and the annual mean biomass of the whole post-recruit phase, $\frac{\bar{P}_w}{R}$ as a function of F and for different mesh sizes.

*
Gérard Lefranc
Laboratoire I.S.T.P.M.
150, quai Gambetta
BOULOGNE-sur-MER, 62200
France

I - INTRODUCTION

Dans de précédentes communications (LEFRANC, 1966, 1969 et 1970), nous avons abordé l'étude des migrations et de la biologie de la population de morue du détroit du Pas-de-Calais ; nous avons vu que cette espèce jouait un rôle prépondérant dans l'activité économique des ports français riverains de cette région.

Depuis, de nouvelles données sont venues compléter nos observations et permettent actuellement, pour une période allant de 1965 à 1971, de définir les paramètres indispensables à l'interprétation mathématique de ce stock. Nous avons notamment mis en évidence les variations des rendements par recrue ainsi que celles de la biomasse moyenne annuelle de la phase exploitée, exprimées en fonction de l'effort de pêche et évalué l'influence de certains maillages sur le devenir de cette population.

II - ORIGINE DU MATERIEL

Le matériel étudié a été récolté de novembre 1965 à octobre 1971 dans le détroit du Pas-de-Calais, sur les bancs de Flandre et plus particulièrement sur le Sandettie, le Ruytingen, le Dyck, les Ridens de Calais, le Colbart, le long de la Bassure de Baas, sur la Bassurelle, le Vergoyer et la Batture (fig.1).

Plus de 5 000 individus ont été récoltés soit à bord du "N.O. Thalassa", soit à bord des chalutiers de pêche artisanale. Cet échantillonnage effectué pendant 6 ans recouvre tous les mois de l'année.

III - CROISSANCE LINEAIRE

Pour déterminer la croissance linéaire 4 758 otolithes ont été coupés transversalement puis calcinés ; ces otolithes appartenaient à des morues mesurant de 13 à 124 cm.

Suivant la méthode généralisée à la suite des travaux de HJORT le groupe d'âge est donné par le nombre d'anneaux correspondant aux arrêts de croissance hivernaux ; ainsi dans le groupe d'âge I nous avons rangé les morues dont l'otolithe comportait un anneau de ralentissement de croissance existant ou en voie de formation, pour les groupes d'âge plus âgés nous avons procédé de même. D'autre part, la période d'arrêt de croissance s'étendant, pour la région considérée, du mois d'octobre au mois de mars il s'ensuit, si nous retenons par convention le 1er janvier comme date de naissance de toutes les morues, que les poissons rangés par exemple dans le groupe d'âge I ont un âge compris entre 9 et 22 mois, soit un âge moyen conventionnel de 1.25 an, ceux du groupe d'âge II, 2.25 ans....etc... A ces âges correspondent les longueurs moyennes empiriques figurant dans le tableau 1, avec l'écart-type, l'erreur type sur la moyenne et le pourcentage de variation relative de cette moyenne. A partir de ces valeurs, nous avons calculé les paramètres de l'équation de croissance de Von BERTALANFFY, à savoir :

$$l_t = L_{\infty} [1 - e^{-K(t - t_0)}]$$

Nous avons obtenu pour :

$$L_{\infty} = 136,90 \text{ cm}$$

$$K = 0,179$$

$$t_0 = -0,17$$

Soit :

$$l_t = 136,90 [1 - e^{-0,179(t + 0,17)}]$$

Pour compléter notre étude, nous avons calculé et porté dans ce même tableau 1 les valeurs théoriques correspondant aux âges, au temps $t = 1$, $t = 2$, etc... (fig. 2).

IV - RELATION TAILLE/POIDS PLEIN (fig. 3)

Des pesées effectuées sur 1 123 morues entières ont permis d'établir la corrélation taille/poids plein (fig. 3) dont l'équation $W = a L^n$ est la suivante $W = 0,010 L^{3,008}$ avec un coefficient de corrélation $r = 0,99$; le poids W étant bien entendu exprimé en g et la longueur en cm.

Puisque $L_{\infty} = 136,90$ cm, le poids infini W_{∞} est donc égal à 26 687 g valeur calculée à partir de l'équation ci-dessus.

L'équation pondérale de Von BERTALANFFY

$$W_t = W_{\infty} [1 - e^{-K(t - t_0)}]^n \text{ devenant}$$

$$W_t = 26\ 687 [1 - e^{-0,179(t + 0,17)}]^{3,008}$$

les poids théoriques pour chaque groupe d'âge étant alors :

Groupes d'âge	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Poids théorique W (g)	177,63	881,92	2 152,33	3 862,65	5 846,24	7 950,59	10 056,14	12 078,74

V - AUTRES PARAMETRES

L'application des modèles mathématiques de BEVERTON et HOLT et notamment l'étude des variations des rendements et de la biomasse par recrue implique la connaissance d'autres paramètres que nous nous efforçons de définir ci-après.

a) âge au recrutement (t_p)

Le recrutement est le processus par lequel les jeunes poissons entrent dans l'aire exploitée et peuvent être capturés par les engins de pêche. Pour la plupart des gadidés, ce processus ne fait intervenir qu'une modification d'habitudes : les très jeunes sont pélagiques et n'entrent dans la phase exploitée que lorsqu'ils adoptent un habitat demersal. Il va s'en dire que ce changement ne se produit pas à une taille bien définie pour toutes les morues. Il faut donc convenir que dans la plupart des cas la taille et en conséquence l'âge au recrutement devront être fixés de façon arbitraire. De nombreux auteurs se sont efforcés de déterminer, pour des régions précises, la taille au recrutement de la morue ; ainsi BAILEY (1975) donne pour la Mer du Nord septentrionale une longueur l_p égale à 13 cm, DAAN (1975) donne un âge t_p égal à 1 an.

A la fin du mois de septembre 1967, nous avons effectué, dans le secteur, des chalutages avec le N.O. "Thalassa". L'engin utilisé était un chalut de fond 35/55 équipé d'un cul en maille double de 25 mm triplé intérieurement par une nappe de 18 mm. La plus petite morue pêchée au contact du fond mesurait 16 cm et si l'on applique la formule permettant de calculer son âge :

$$t = \frac{I}{K} \log e \frac{L_{\infty}}{L_{\infty} - l_t} + t_0 \quad (1)$$

en utilisant les paramètres K , L_{∞} et t_0 précédemment définis, cette morue était âgée de 0,52 an.

b) âge maximal (t_{λ})

L'âge maximal (t_{λ}) calculé à partir de l'équation (1) pour $L_{\infty} = 136,90$ cm est égal à 28 ans.

c) âge d'entrée dans la phase exploitée (t_p')

Cet âge ne peut être calculé avec certitude car il est fonction de la sélectivité des engins employés donc influencé par le poisson, par le chalut utilisé et même par la technique de chalutage. En faisant abstraction de nombreux impondérables il est coutumier d'exprimer le coefficient de sélectivité en fonction de la nature des différentes fibres constituant les matériels utilisés en admettant, toujours par convention, que ce facteur est plus ou moins constant.

Tous les chaluts utilisés par les pêcheurs français travaillant dans cette région sont fabriqués à partir de fil polyamide ; les alaises de cette matière ont un coefficient de sélectivité moyen $C.S. = 3,96$ (Anon. 1971).

La taille à l'entrée dans la phase exploitée sera donc $l_p' = 3,96 \times$ dimension de la maille et l'âge correspondant sera donné par l'équation (1).

d) Mortalité naturelle (M)

Le coefficient de mortalité naturelle peut présenter de nombreuses valeurs que l'on inclut habituellement entre 0.10 et 0.25 ; pour rester en accord avec les données utilisées dans les Groupes de Travail nous avons décidé d'adopter pour M la valeur 0.20.

e) Mortalité due à la pêche (F)

Nous savons que le coefficient de mortalité due à la pêche (F) varie pour une année donnée d'un groupe d'âge à l'autre et pour un même groupe d'âge d'une année à l'autre aussi tout comme DAAN (1975) nous avons adopté un coefficient moyen de mortalité due à la pêche de $F = 0.60$.

Nous venons dans cette première partie de calculer ou de définir les paramètres utiles pour l'étude des variations des rendements et de la biomasse par recrue. Ces paramètres propres à la population de morue du sud de la Mer du Nord peuvent se résumer de la façon suivante.

Longueur maximale atteinte	$L_{\infty} = 136,90$	cm
Poids maximal atteint	$W_{\infty} = 26\,687$	g
Constante de croissance	$K = 0,179$	an ⁻¹
Coefficient de mortalité naturelle	$M = 0,20$	
Coefficient de mortalité due à la pêche	$F = 0,60$	
Age pour l = 0	$t_0 = 0,17$	an
Age au recrutement	$t_p = 0.52$	an
Age maximal	$t_{\lambda} = 28$	ans

L'âge d'entrée dans la phase exploitée (t_p') étant lié à la dimension de la maille, nous avons choisi différentes valeurs et calculé le t_p' correspondant, ainsi :

pour une maille = 50 mm	$t_p' = 0.70$	an
" " = 70 mm	$t_p' = 1.10$	an
" " = 80 mm	$t_p' = 1.30$	an
" " = 100 mm	$t_p' = 1.74$	an

Le choix de ces dimensions de maille nous a été dicté par le fait que de nombreux pêcheurs désirant capturer du merlan (*Merlangius merlangus*) de taille marchande (23 cm) seraient tentés d'utiliser des maillages voisins de 50 mm contrairement à la réglementation n'autorisant pour ce type de pêche que du 70 mm, taille de maille n'assurant malheureusement au point de sélectivité 50 % que la retenue de merlan d'une longueur égale à 28 cm. Nous rappelons à ce propos que le coefficient de sélectivité pour ce poisson est compris entre 4.0 et 4.5 (J. LAMOLET et B. FONTAINE, 1974) et que dans la plupart des cas merlan et morue cohabitent dans des proportions bien souvent variables mais non négligeables.

Par ailleurs dans de nombreux Groupes de Travail on souhaiterait que des mesures concrètes soient prises pour protéger les stocks et à défaut de pouvoir réduire l'effort de pêche, il pourrait être envisagé de diminuer le pouvoir de capture des engins par une augmentation du maillage.

C'est pour ces deux raisons que dans la suite de notre étude nous avons comparé les rendements et la biomasse par recrue calculés pour des maillasses de 50, 80 et 100 mm à ceux donnés par le maillage réglementaire de 70 mm.

VI - RENDEMENTS ANNUELS PAR RECRUE $\left(\frac{Y_W}{R}\right)$

Le rendement pondéral par recrue a été calculé à partir de l'équation développée par BEVERTON et HOLT :

$$\frac{Y_W}{R} = W_{\infty} F \cdot e^{-M(t_p' - t_p)} \sum_{n=0}^{n=3} \frac{\Omega W e^{-nK(t_p' - t_0)}}{F + M + nK}$$

à laquelle ont été appliqués :

- le taux de croissance calculé d'après les données d'observation
- le coefficient de mortalité naturelle de 0.20 retenu par le Groupe de Travail
- le coefficient constant de mortalité due à la pêche de 0.60

La figure 4 nous donne les variations de ces rendements qui, pour les maillasses choisis prennent les valeurs ci-dessous

Maillasses	50 mm	70 mm	80 mm	100 mm
Rendements par recrue $\left(\frac{Y_W}{R}\right)$	867 g	1 066 g	1 172 g	1 409 g
Gains (%) par rapport au 50 mm	-	+ 23	+ 35	+ 62
Gains (%) par rapport au 70 mm	-	-	+ 10	+ 32

Nous constatons ainsi qu'un gain appréciable des rendements est obtenu lorsque l'on passe d'un maillage à l'autre.

VII - BIOMASSE MOYENNE ANNUELLE DE LA PHASE EXPLOITEE PAR RECRUE $\left(\frac{\bar{P}'_W}{R}\right)$
(fig. 5)

La biomasse qui traduit la masse des individus formant la population de morue du détroit du Pas-de-Calais peut s'exprimer au moyen de l'équation qui, pour les maillasses considérés, nous donne les valeurs suivantes pour F = 0.60.

$$\frac{\bar{P}'_W}{R} = \frac{Y_W}{FR}$$

Maillages	50 mm	70 mm	80 mm	100 mm
Biomasse $\frac{\bar{P} \cdot W}{R}$	1 445 g	1 777 g	1 953 g	2 349 g
Gains en % par rapport au 50 mm	-	+ 23 %	+ 35 %	+ 62 %
Gains en % par rapport au 70 mm	-	-	+ 10 %	+ 32 %

Les proportions de gains sont bien entendu identiques à celles obtenues avec les rendements par recrue.

Les valeurs que nous venons de définir ci-dessus se rapportant aux variations du rendement et de la biomasse ne sont en vérité qu'une approche de la réalité ; en effet, de nombreux impondérables sont pris en compte dans notre étude. Nous ne citerons par exemple que les fluctuations du coefficient de sélectivité, la taille du poisson à son entrée dans la phase de recrutement et enfin l'évaluation de la mortalité naturelle ou encore celle de la mortalité due à la pêche.

Nous pensons cependant, compte tenu de l'échantillonnage effectué que les paramètres de croissance L_{∞} , W_{∞} , K et t_0 sont très près de la réalité et qu'un maillage convenablement choisi pourrait assurer une augmentation des rendements et la survie de l'exploitation du stock de morue du sud de la Mer du Nord et de la Manche orientale.

Références bibliographiques

- J. LAMOLET et B. FONTAINE, 1974 - "Expériences de sélectivité sur le merlan du sud de la Mer du Nord"-Conseil Int. Explor. Mer, Comité des poissons de fond. Doc. N : F/43.
- Anon, 1971 - "Report of the ICES/ICNAF Working groups on selectivity analysis.- ICES Coopérative research report - Series A n° 25.
- BAILEY R.S., 1975 - "Observations on diel behaviour patterns of North sea gadoïds in the pelagic phase".- J. Mar. Biol. Ass., U.K.- Vol 55, n° 1, p. 133 à 142.
- BEVERTON R.J.H. and S.J. HOLT, 1957 - "On the dynamics of exploited fish populations.- Fishery Invest., Lond. (2) 19 : 1-533.
- DAAN N., 1975 - "Oceologische gevolgen van de visserij op Noordzee-Kabeljauw" - Academisch proefschrift, Editor : E.J. BRILL, Leiden.

LEFRANC G., 1966 - "Note préliminaire sur la morue du sud de la Mer du Nord et de la région du Pas-de-Calais."- Bull. Inform. Inst. Pêches Marit., Science et Pêche n° 154 - 1-8.

" , 1969 - "Résultats des marquages de morue effectués en novembre-décembre 1966 dans la région du Pas-de-Calais."- Bull. Inform. Inst. Pêches Marit., Science et Pêche n° 182, 1-7.

" , 1970 - "Biologie de la morue du sud de la Mer du Nord et de la Manche orientale!"- Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.- 34 (3), p. 277-296.

Groupes d'âge	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Nombre	765	2 079	898	505	270	166	48	27
\overline{LT} empirique (cm)	26,55	42,50	57,49	72,50	84,12	92,43	99,58	103,85
Ecart-type σ	5,198	6,087	9,238	8,939	8,494	6,921	5,056	6,729
Erreur type sur la moyenne $(\overline{LT}) \sigma / \sqrt{N}$	0,188	0,133	0,308	0,398	0,517	0,537	0,730	1,295
Pourcentage de la variation relative de la moyenne (\overline{LT}) C %	1,39	0,61	1,05	1,07	1,20	1,14	1,44	2,44
\overline{LT} (cm) théorique	25,87	44,06	59,28	72,00	82,64	91,53	98,97	105,18

Tableau 1 - Croissances linéaires empirique et théorique pour la population de morue du détroit du Pas-de-Calais établies à partir de l'examen de 4 758 poissons.

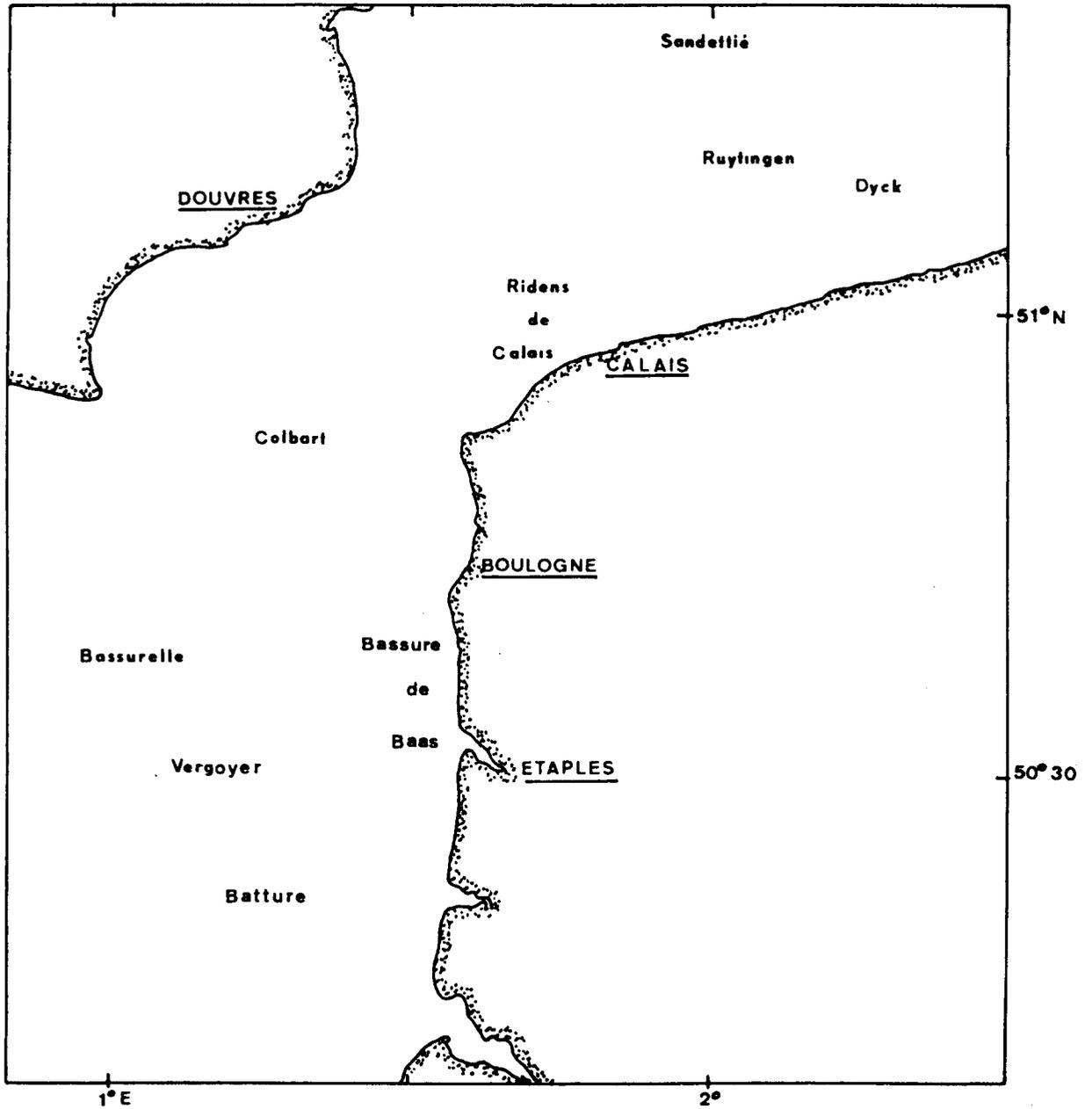
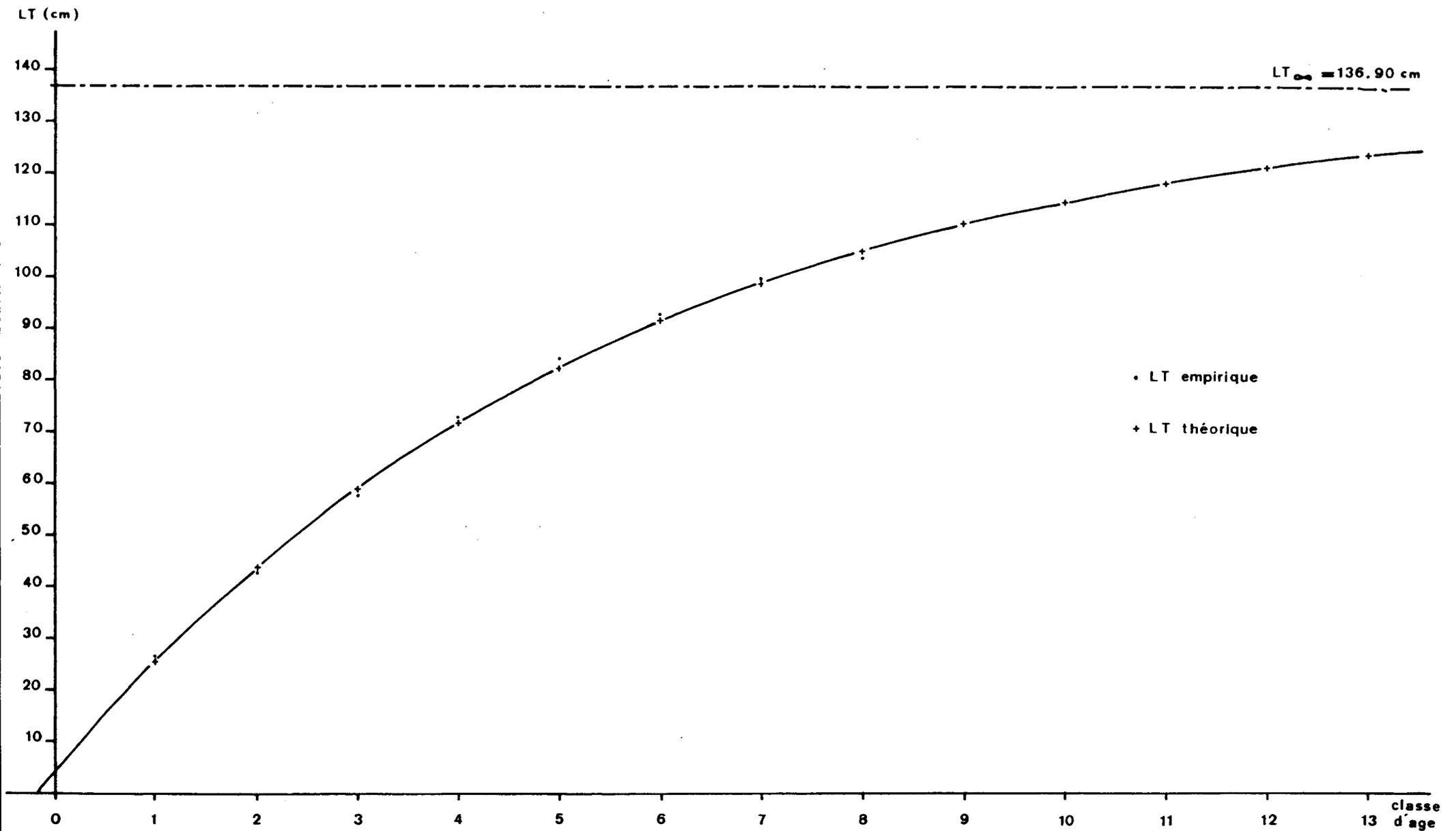


Fig. 1 - Lieux de pêche des échantillons de morue dans le détroit du Pas-de-Calais.

Fig. 2 - Croissances linéaires empirique et théorique des morues du détroit du Pas-de-Calais.



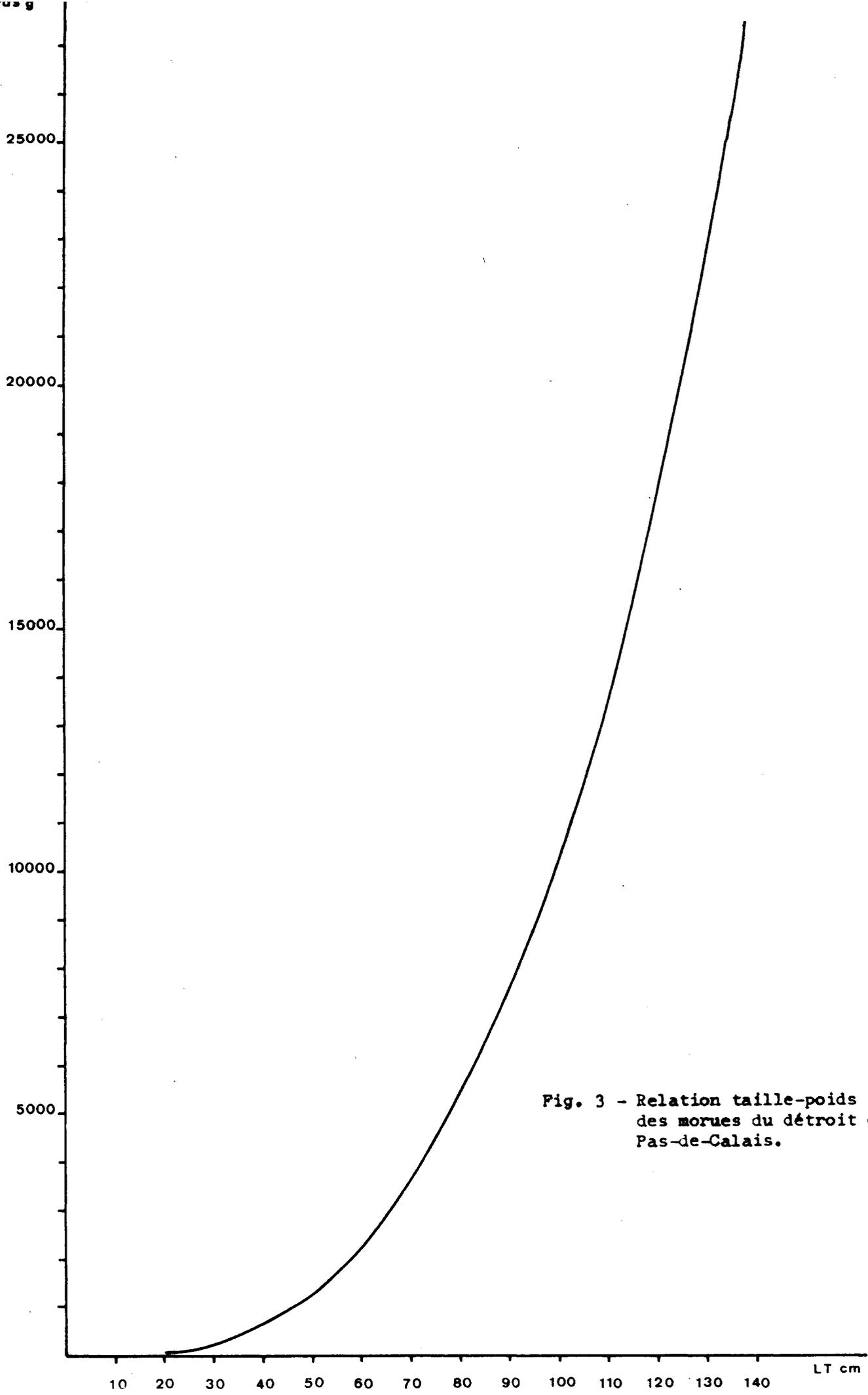


Fig. 3 - Relation taille-poids plein des morues du détroit du Pas-de-Calais.

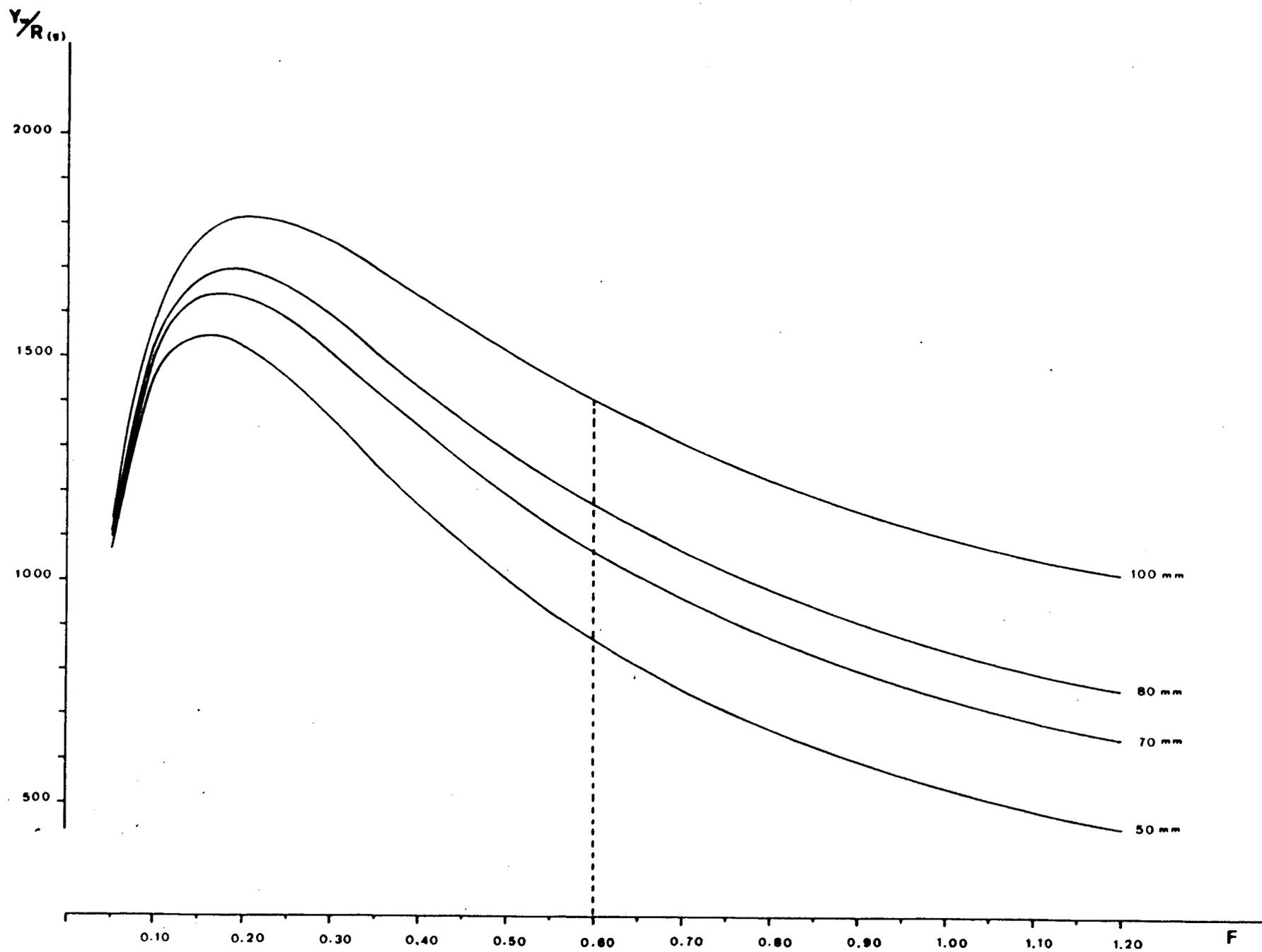


Fig. 4 - Variations des rendements annuels par recrue en fonction de l'effort de pêche et de la taille de la maille.

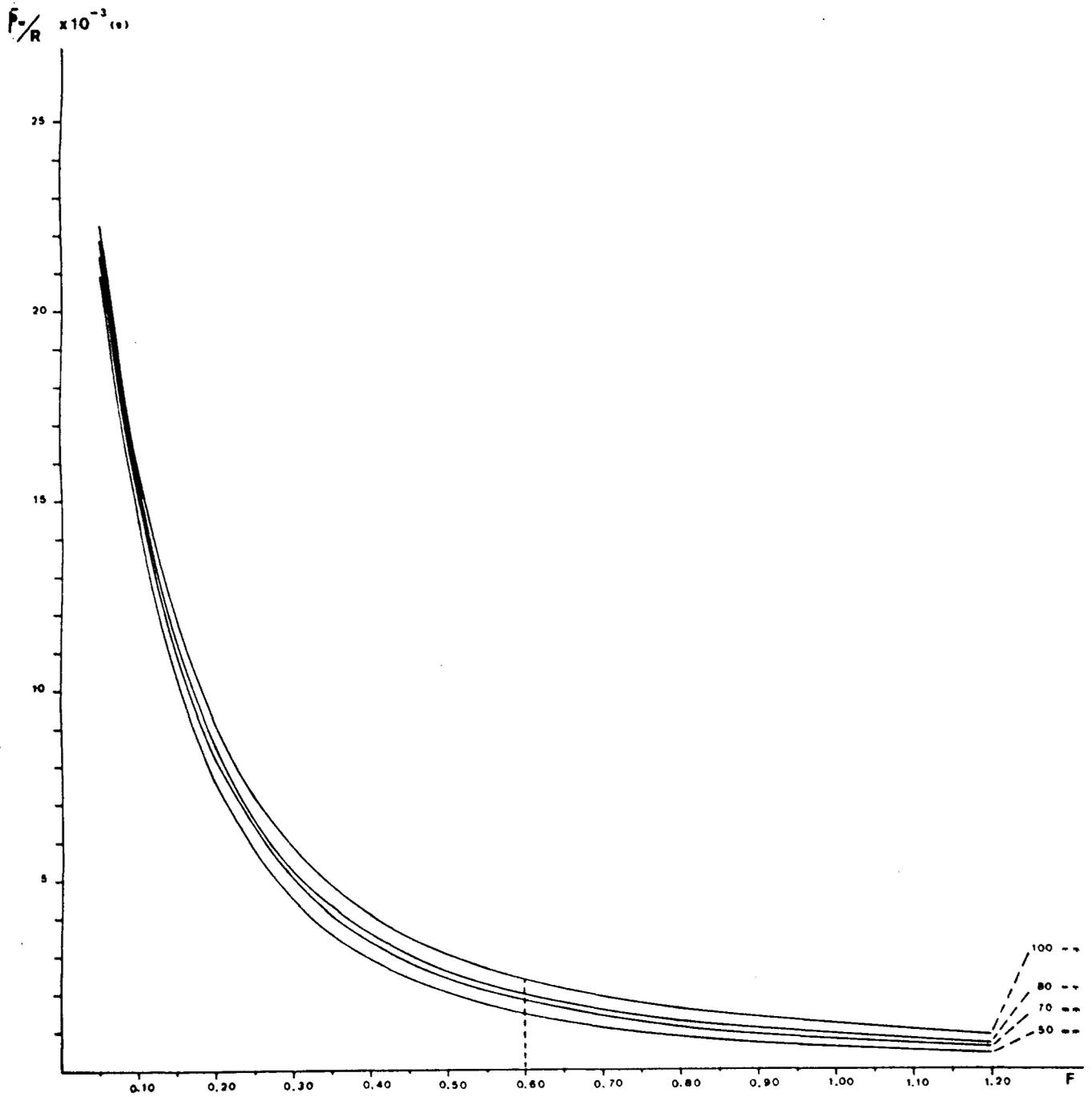


Fig. 5 - Variations de la biomasse moyenne annuelle de la phase exploitée par recrue en fonction de l'effort de pêche et de la taille de la maille.