

ICES C.M. 1991

Paper D:16, Ref. Shellfish

MODÉLISATION DE LA SÉLECTIVITÉ DES CHALUTS
A LANGOUSTINE (NEPHROPS NORVEGICUS) DU TYPE "BOU" CATALAN.

Gérard Y. Conan et Francisco Sardà.

Instituto de Ciencias del Mar,
Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Barcelona, España.

Abstract

The cod end of commercial fishing trawls called "Bou" in Catalugna is usually closed at its rear end by twine sawn transversely into the meshes instead of being gathered inside the loop of a cod end knot. An experiment was designed by F. Sardà aboard commercial trawlers in order to investigate the particular type of selectivity of the "Bou" trawl. Commercial trawls were equipped with cod ends made of different types of meshing, and covered with a false cod end made out of fine meshing. The data on number of individuals retained within the cod end and within the cover vs carapace size of Nephrops, were first analysed using contingency tables. Interactions between multiple factors were tested at levels two and three, in order to test for effects of tow number or sex on the retention within the cod end. Data were later regrouped within each mesh size category, and selectivity models were fitted by weighted linear least squares and by Loglikelihood. A great variability was observed for a same mesh size as a function of haul number, the effects of selectivity at size tested by contingency tables usually differ significantly between hauls. The ranges of haul specific selectivity effects widely overlap for different mesh sizes, and it eventually occurs that a larger mesh size be on the average more efficient in retaining small individuals than a slightly smaller one. Selectivity curves do not fit a logistic or a cumulative normal distribution due to a lack of inflexion point. At any given mesh size M , a good fit was obtained for a model of the type $R=1-1/(\exp(a(S-S_0)))$ where R is the proportion retained in the cod end, S is the carapace length of an individual, and S_0 is the smallest size that may be retained by the cod end. The parameter S_0 does not vary much as a function of mesh size, while a increases with mesh size, this results in a flattening of the curves as mesh size increases. However, it was not possible to generalise the model in the form $a=f(M)$ due to a great variability in the results generated by uncontrolled factors independent from mesh size M . Practical conclusions are that it is not possible to define a mesh size allowing 100% escape of individuals of sublegal size: at large mesh sizes a high proportion of legal size individuals still escapes while numerous individuals of sublegal size are still caught. These observations are quite similar to those of other authors describing selectivity of different types of Nephrops trawls, however the lack of an inflexion point in the selectivity curve of the "Bou" trawl shows that the effect is minimized in the latter cases. This peculiar selectivity curve may result from the particular method used for closing the rear end of the cod end.

INTRODUCTION

La pêche de langoustines de la côte catalane dans la région de Barcelone se pratique à l'aide de chaluts à panneaux entre 500 et 1000 m de profondeur et à une distance de 10 à 15 miles de la côte. Les distributions de fréquences de taille dans les captures commerciales sont assez semblables à celles de l'Atlantique. Les captures sont multispécifiques et les principales espèces commerciales sont assez semblables à celles de l'Atlantique: Merluccius merluccius, Micromesistius poutassou, Phycis blenioides, Lophius spp., Conger conger, Galeus melastomus, Scylliorhinus canicula. Toutefois les captures sont nettement moins abondantes que dans l'Atlantique et l'effet des pêches accessoires sur la sélectivité des chaluts est limité.

Le type de chalut traditionnellement utilisé est désigné sous le nom de "bou", ou "baca", il mesure environ 35m d'ouverture. Le maillage légal utilisé pour le cul est de 38 mm. Le cul est fermé à sa partie postérieure par une couture transfilée au lieu d'un noeud étrangleur. Il existait à ce jour peu d'information sur les caractéristiques de sélectivité de cet art, et l'efficacité du maillage utilisé pour capturer les individus de taille minimale légale autorisée, soit 20 mm de longueur de carapace, était encore imparfaitement connu. A cet effet un projet d'étude était proposé par F. Sardà (Instituto de Ciencias del Mar) de Barcelone, et financé par la Communauté Economique Européenne.

Le but du projet était de définir les courbes de sélectivité pour différents maillages, puis d'établir éventuellement un modèle de sélectivité généralisé permettant de prédire les proportions d'individus retenus dans chaque groupe de taille en fonction du maillage. Ces résultats devaient permettre d'évaluer les effets immédiats sur les captures commerciales, de modifications de maillages à des fins réglementaires. Nous présentons ci après les premières conclusions données dans un rapport à la Communauté Economique Européenne.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Échantillonnage

Les pêches expérimentales ont été effectuées à bord du chalutier "Maireta II" de 28 m et 700 Cv, dans des conditions semblables à celles pratiquées lors de pêches commerciales: heures et lieux de pêche, durée des traits, équipage et arts de pêche traditionnels.

Les culs de chalut des différents maillages étudiés (38, 42, 45, 55 et 60 mm maille étirée) ont été construits en nylon noué, suivant une forme identique à ceux de pêche commerciale. Ils

étaient recouverts d'un faux cul en maillage nylon de senne, sans noeuds, à mailles de 13 mm, et ayant la forme d'un sac, de 10 m de longueur et 6.5 m de diamètre à l'ouverture, flottant librement sans entraver l'échappement des prises.

Des traits comparatifs ont été effectués à l'aide d'un chalut "Marinovitch" recouvert d'une "chaussette" à mailles fines (Conan, 1978) pour évaluer l'efficacité globale du chalut "Bou" à capturer des langoustines de petite taille.

Les langoustines capturées dans le cul et dans le faux cul ont été dans la mesure du possible toutes mesurées et sexées afin d'éviter des erreurs de sous échantillonnage, et pour faciliter le traitement des données par tables de contingence.

Traitement des données

Analyses préalables.

Le but était d'établir dans un premier temps si les distributions de fréquence de taille per se, le sexe des individus, le trait pour un même maillage, avaient un effet significatif sur la relation taille des individus/rétention par le cul, puis de regrouper les données en catégories fonctionnelles homogènes. A cet effet, les distributions de fréquences de tailles des langoustines capturées lors de traits successifs dans le cul et dans le faux cul du chalut ont été analysées à l'aide de tables de contingence permettant de déceler des interactions entre facteurs à des niveaux allant de 1 à 3. Les méthodes des tables multidimensionnelles et des modèles log-linéaires ont été utilisées (Everitt, 1977), le logiciel était celui de BMDP (1987) pour micro ordinateurs MS DOS (Frequency Tables, M. B. Brown).

Ajustements de courbes de sélectivité.

Les courbes de sélectivité représentent la proportion d'individus retenus par le cul du chalut en fonction de la taille des individus. Il n'est pas justifiable d'utiliser une régression par les moindres carrés pour ajuster ces courbes à un modèle, car le nombre d'individus, et par suite le nombre de degrés de liberté est très variable pour chaque classe de taille. La variabilité autour de la courbe sera plus forte pour les classes peu capturables, que pour celles fortement représentées dans les captures, et par suite les conditions d'homoscédasticité nécessaires pour un ajustement par les moindres carrés, ne sont pas respectées.

Pour limiter ou éviter ces difficultés d'ajustement, nous avons utilisé deux méthodes: un ajustement par les moindres carrés pondérés par le nombre d'observations dans chaque classe (Conan, 1987), et un ajustement par le maximum de vraisemblance.

Dans le cas du maximum de vraisemblance nous considérons que chaque individu dispose d'une probabilité p d'être retenu dans le cul et d'une probabilité $1-p$ de s'échapper. Le paramètre p varie en fonction de la taille S de l'individu suivant le modèle de sélectivité choisi. La probabilité P_i d'obtenir un résultat tel que $N_{i,1}$, $N_{i,2}$ étant donné p pour la classe de taille S_i est calculée suivant l'expression d'une loi binomiale positive. La fonction de vraisemblance L est ensuite calculée sous la forme $L = \prod [P_i]$, et maximisée en fonction des paramètres du modèle de sélectivité, sous sa forme $LL = \text{Log}(L) = \sum [P_i]$ en utilisant un algorithme numérique de simplex (algorithme AMOEBA, Press & al 1986). L'algorithme de maximisation numérique nécessite des estimations initiales, dans la présente application ces estimations sont soit fournies par l'opérateur, soit définies automatiquement par un ajustement approximatif utilisant les moindres carrés pondérés après une transformation linéarisante. La méthode du maximum de vraisemblance présente l'avantage de prendre rigoureusement en compte les effectifs totaux $N_{i,1} = N_{i,1} + N_{i,2}$ présents dans chacune des classes de taille i dans les calculs de probabilité, et de ne pas être dépendante d'une condition a priori d'homoscédasticité.

La qualité des ajustements a ensuite été évaluée par un test de χ^2 , $T = \sum (E_i - O_i)^2 / E_i$ pour un nombre de degrés de liberté $D = 2n - ((n-1) + (2-1) + n_p)$, où n est le nombre de classes de tailles, et n_p est le nombre de paramètres utilisés pour l'ajustement, soit dans le cas présent $n_p = 2$ et $D = n - n_p$.

Modèles

Les modèles habituellement utilisés pour des courbes de sélectivité de chaluts ont une forme en "S" avec un point d'inflexion à la taille dite de 50% c'est à dire pour laquelle on considère que 50% des captures sont retenues dans le cul. Les courbes normales (Gaussiennes) cumulées et logistiques répondent à ces conditions, et ont été fréquemment utilisées (Pope, 1975). Nous avons considéré la possibilité d'utiliser les courbes de ces familles, ainsi que celles générées par le modèle $R = 1 - 1/(\exp(a(S - S_0)))$ qui n'admet pas de point d'inflexion, et où S_0 représente la plus petite taille à laquelle les langoustines deviennent capturables, tandis que $a \geq 0$. Pour permettre l'ajustement pour de valeurs de p proches de 0 ou de 1 pour des valeurs exceptionnelles de S , nous avons imposé numériquement les limites suivantes: $.01 < p < .99$ quelque soit S .

Nous avons tenté de généraliser le modèle choisi sous la forme $R = f(S, g_1(m), g_2(m), \dots)$ où $g_1(m)$, $g_2(m)$, ... représentent des paramètres de l'équation de sélectivité directement fonction du maillage (Arana & Ziller, 1990; Conan, 1987). Ceci permettrait d'établir la courbe de sélectivité pour tout maillage proposé sans avoir à faire d'expérimentation, simplement sur la base des observations antérieures pour des maillasses différents.

Les méthodes développées ont été programmées en High Tech BASIC (TransEra, 1989) et traitées sur micro ordinateur Zenith en système d'exploitation MS DOS. Les programmes sont disponibles sur demande (G.Y. Conan, P.O. Box 342, Moncton N.B. E1C 8L4, Canada).

RÉSULTATS

Les distributions de fréquences de tailles cumulant les prises dans le cul et dans le faux cul (Fig 1) du chalut commercial sont assez semblables à celles observées dans l'Atlantique (Conan 1978). La régularité des courbes semble indiquer un recrutement stable. Toutefois, il n'a pas été possible de capturer des individus de très petite taille. Les captures obtenues dans un chalut Marinovitch équipé d'une "chaussette" à mailles fines recouvrant tout le chalut n'ont pas fourni de meilleurs résultats (Fig 2A) alors que dans l'Atlantique cet art capturait des langoustines de toutes tailles (Fig 2B).

Les résultats des analyses de tables de contingence sont présentés dans la table 1. Les interactions des nombres d'individus retenus dans le cul et dans le faux cul, avec le facteur taille représentent l'allure de la courbe de sélectivité. Les effets des facteurs sexe sur cette interaction ne sont pas significatifs. Les effets du facteur maillage et ceux du facteur numéro de trait sont très significatifs. Il est donc a priori difficile de regrouper les traits par catégorie de maillage. Ces résultats sont confirmés par l'observation des graphiques représentant les proportions retenues par le cul en fonction de la taille des individus (Fig 3). La variabilité entre traits masque souvent les effets du maillage de sorte que le maillage de 45 mm paraît moins sélectif que celui de 42 mm (Fig 4).

Toutefois par souci de logique nous avons cumulé pour un même maillage les prises du cul et du faux cul par classes de taille et avons procédé à ajuster un seul modèle de sélectivité par catégorie de maillage. Les courbes de sélectivité ainsi obtenues (Figs 3,4) ne présentent pas de points d'inflexion. Nous avons donc procédé à ajuster un modèle du type $R = 1 - 1/(\exp(a(S - S_0)))$ où R est la proportion d'individus retenue (rétention) par le cul pour une taille S des individus, et une taille S_0 des plus petits individus.

Les résultats des différents ajustements pour les différents mailles et pour certaines sous catégories de traits sont présentés dans la table 2, et dans la figure 4. Les ajustements par les moindres carrés pondérés après transformation linéaire $\text{Log}(1/(1-R)) = aS - aS_0$ sont parfois peu fiables. Les ajustements par le maximum de vraisemblance paraissent préférables, ils permettent de tenir compte des observations comprenant peu d'individus dans les classes de tailles extrêmes en tenant compte de la variabilité engendrée par le faible nombre d'observations.

Il ne nous a pas été possible d'établir un modèle permettant d'exprimer a et S_0 en fonction du maillage m à partir de l'observation des résultats des ajustements. Toutefois il semble qu'il y ait peu de corrélation entre S_0 et m , et une corrélation négative entre a et m , de sorte que la taille minimale capturable varie peu en fonction du maillage tandis que l'étendue de la gamme des tailles susceptibles de s'échapper augmente lorsque le maillage augmente.

CONCLUSIONS

Echantillonnage

Les rendements de pêche étant plus faibles que ceux de l'Atlantique, nous avons pu mesurer et sexer dans la plupart des cas l'ensemble des captures dans le cul et dans le faux cul. Cette approche permet d'éviter les erreurs parfois considérables causées par un sous échantillonnage des captures, les langoustines s'agroupant fréquemment suivant leur taille dans le filet.

La mesure intégrale des contenus du cul et du faux cul permet l'analyse de tableaux de contingence permettant de tester les interactions de facteurs externes sur la sélectivité. Nous avons négligé les effets de l'heure de la journée sans doute limité entre 500 et 1000 m, de la période de l'année, des captures accessoires habituellement limitées, et des déchets (sacs et contenants de plastiques) parfois très abondants en Méditerranée. Ces facteurs pourraient contribuer à la grande variété des effets de sélectivité observés entre traits, et mériteraient d'être étudiés lors d'études ultérieures.

Caractéristiques biologiques des captures.

Les courbes de sélectivité sont difficiles à définir pour des tailles inférieures à 20 mm car peu de langoustines sont capturées en dessous de cette taille. Il ne s'agit pas d'un effet de sélectivité proprement dit du chalut car ces gammes de taille ne sont pas capturées dans un chalut Marinovitch à mailles fines, alors qu'elles le sont en Atlantique. Il est peu probable qu'il s'agisse d'un défaut momentané de recrutement, car la courbe de captures n'indique pas de fluctuations importantes de recrutement dans les années antérieures. Il s'agit peut être d'un comportement particulier des petites langoustines sur ces fonds, ce qui permettrait une protection naturelle à l'encontre des engins de pêche.

Caractéristiques technologiques.

La forme particulière des courbes de sélectivité dépourvues de point d'inflexion résulte peu être de la quantité limitée des captures, la poche du cul de chalut n'étant jamais remplie permet un meilleur échappement des prises. Toutefois la façon de fermer le cul à l'aide d'une couture transfilée plutôt que d'un noeud étrangleur contribue sans doute à cette particularité qui améliore la sélectivité.

Méthodologie d'analyse.

L'analyse des effets combinés de facteurs multiples sur les courbes de sélectivité peut être entreprise avec efficacité à l'aide de tables de contingences. Toutefois les captures doivent être mesurées dans leur intégralité, et il devient rapidement difficile d'interpréter les résultats pratiques d'interactions multiples d'un ordre élevé si plus de trois facteurs sont étudiés simultanément. Dans le cas présent nous avons pu identifier la signification pratique d'effets d'ordre deux 2 et trois, démontrant que pour un même maillage les traits différaient significativement entre eux, et que le sexe des captures n'avait pas d'effet significatif. Cette méthodologie pourrait être étendue à d'autres facteurs.

Choix de la fonction de sélectivité.

Dans le cas présent il n'a pas été nécessaire de recourir à un test d'ajustement par la méthode du χ^2 pour identifier le meilleur modèle disponible. Les données n'admettent pas un modèle de sélectivité comportant un point d'inflexion aux 50% de rétention.

Nous aurions pu utiliser la méthode du maximum de vraisemblance en considérant que les rétentions observées à une taille donnée dans les différents traits de même maillage constituaient des répliquations indépendantes des observations dans les classes de taille voisines, toutefois l'observation des données indique que chaque trait comporte en fait sa propre courbe de sélectivité. Les rétentions dans des classes de taille voisines sont corrélées pour un même trait. Nous avons donc préféré regrouper les données des différents traits pour un même maillage avant de calculer des paramètres de sélectivité moyens pour ce maillage, ce qui correspond mieux à l'utilisation pratique des courbes.

La table 2 ne permet pas de généraliser une relation entre les paramètres calculés et le maillage. Dans une étape ultérieure nous envisageons d'ajuster directement par le maximum de vraisemblance des relations de type simple proportionnalité, linéaires ou quadratiques entre paramètres et maillage en utilisant simultanément les données de tous les maillages échantillonnés suivant le modèle $R=1-1/(a(S-S_0))$. Cette généralisation permettra peut être de développer par analyse logique un modèle permettant de prévoir les effets d'un maillage non étudié expérimentalement.

Conséquences pour la pêche.

La grande variabilité et les interactions multiples entre facteurs influençant la sélectivité du maillage des chaluts à langoustines ne permettent pas d'établir des relations entre rétention et tailles de mailles aussi nettes que celles observées pour les trappes à homards (Conan, 1987). Dans le premier cas l'échappement est pour partie passif et forcé, dans le second cas l'échappement est actif et s'effectue sans dommages pour le homard.

Les courbes de sélectivité des chaluts à langoustines indiquent que la taille des plus petits individus capturés demeure identique quelque soit le maillage tandis que la proportion de gros individus susceptibles de s'échapper augmente avec le maillage. Il est donc impossible d'obtenir un compromis parfait permettant de protéger efficacement les individus de taille sublégal en évitant les pertes d'individus de taille légale.

Dans les conditions actuelles de pêche (38mm de maillage et 20mm de taille légale) 80% des individus sont retenus dès qu'ils atteignent la taille légale. Toutefois, les individus de taille inférieure à la taille légale ne sont apparemment que très peu capturables, pour des raisons indépendantes de la sélectivité. Une augmentation de maillage à 60mm serait nécessaire pour éviter des prises inférieures à 20mm, mais résulterait en des pertes considérables pour les tailles commerciales, de l'ordre de 40 % pour la gamme 35-40mm. En dépit du défaut de point d'inflexion dans les courbes de sélectivité du chalut "Bou", il ne semble pas qu'une forte augmentation de maillage soit le moyen de choix pour gérer cette pêcherie de la manière "bioéconomique" optimale.

REMERCIEMENTS

Les travaux ont été réalisés à l'Instituto de Ciencias del Mar de Barcelone grâce à un financement de la communauté économique européenne. Ils ont été réalisés lors d'un congé sabbatique en Espagne de Gérard Y. Conan, Chercheur au Ministère des Pêches et des Océans du Canada, bénéficiant durant son séjour d'une aide financière spéciale attribuée à titre personnel par la "Dirección General de Investigación Científica y Técnica" (DGICYT) du Ministère de l'éducation et des sciences de l'Espagne.

REFERENCES

Arana P., & Ziller S. 1990. Modelación del esquema selectivo de las trampas utilizadas para la captura de la langosta (Jasus frontalis), en el archipiélago de Juan Fernández (Chile). Taller Internacional sobre ecología y pesquería de langosta. La Habana, Cuba, 12-16 junio de 1990. 39 pp.

BMDP Statistical Software PC User's Guide. 1987. 1440 Sepulveda Boulevard Los Angeles. CA 90025. USA. 85pp

Charuau A. 1979. Selectivity of Nephrops trawls. In Report of the working group on assessment of Nephrops stocks. ICES Shellfish Committee. C.M. 1979/K:2.

Conan G. Y. 1978. Life history, growth, production and biomass modelling of Emerita analoga, Nephrops norvegicus, and Homarus vulgaris (Crustacea, Decapoda). Ph.D. Thesis, University of California San Diego, Scripps Institution of Oceanography. 349pp.

Conan G.Y. 1987. A generalized model for predicting size-specific retention of lobsters in traps fitted with an escape gap. ICES CM 1987/K:24, 21 pp.

Everitt B.S. 1977 The analysis of contingency tables. Chapman & Hall. London. 128pp.

Pope J.A., Margetts A.R., Hamley J.M., Akyiiz E.F. 1975. Manual of methods for fish assessment. Part III. Selectivity of Fishing Gear. FAO Fisheries Technical Paper N° 41 Rev.1, 65 pp.

Press W.H., B.P. Flaherty, S.A. Teukolsky, & W.T. Vetterling, 1986. Numerical recipes, the art of scientific computing. Cambridge University Press. 818pp.

TansEra, 1989. HTBasic, High Tech Basic User's Guide. Manual Part N° HMAN/U. 3707 N. Canyon Rd., Provo, Utah. Pag. Var.

TABLES

TABLE N°1
COMPARAISON DE RESULTATS DE SELECTIVITE
PAR ANALYSE DE TABLES DE CONTINGENCE

Exemple: Maillage de 45 mm, traits 13 à 15

1) Données:

Facteurs	Alternatives	Codes
Traits	13/14/15	T
Sexes	♂/♀	S
Partie du chalut	cul/faux cul	F
Longueur de carapace	16-.../36+ mm	L

2) Niveau d'interaction des facteurs. H_0 : les interactions entre facteurs au niveau $k+1$ et plus sont nulles. Probabilités calculées par χ^2 de rapport de vraisemblance:

Niveau d'interaction k	Probabilité
0-moyenne	0.000
1	0.000
2	0.156
3	0.981
4	1

Conclusion: des interactions d'ordre 2 sont nécessaires pour expliquer la variabilité des données au seuil de 5%.

3) Interactions partielles de facteurs à un niveau $k \leq 4$.

H_0 : le type d'interaction a un effet nul sur la variable étudiée, soit le nombre d'individus capturés N_a par alternative.

Type	Probabilité	Interprétation
T	0.000	N_a varie fortement suivant le trait
S	0.015	Sexe ratio non différent de 50% au seuil 1%
F	0.000	N_a diffère fortement dans le cul et le faux cul
L	0.000	N_a diffère fortement suivant la classe de taille

TABLE N°1
(continuation)

TS	.006	Le sexe ratio varie suivant le trait
TF	.037	Les captures cul/fx cul varient suivant le trait
TL	.010	Les tailles varient suivant le trait
SF	.035	Le sexe ratio diffère dans le cul et le fx cul
SL	.000	Le sex ratio varie suivant la classe de taille
FL	.000	Les tailles diffèrent dans le cul et le fx cul par effet de sélectivité
TSF	.594	Le trait n'affecte pas les différences de sex ratio dans le cul/fx cul
TSL	.044	L'effet de la taille sur le sex ratio varie suivant le trait
TFL	.098	Le trait n'affecte significativement l'effet de sélectivité qu'au seuil de 10% pour ces données
SFL	.268	L'effet du sexe sur la sélectivité n'est pas significatif.

TSFL .9807 Les interactions d'ordre 4 ne sont pas significatives.

4) Choix d'un modèle d'interactions. Par élimination successives à partir du modèle exhaustif: TSFL + toutes interactions d'ordre 0, 1, 2, et 3, nous avons pu déterminer que le modèle:

TFL	TF	T
TSL	TL	F
	TS	L
	FL	S
	SL	

permettait d'expliquer une variabilité égale ou supérieure à celle observée dans 91% des cas.

5) Conclusions générales de ce type d'analyse: Le sexe ratio varie dans les captures par effet direct ou indirect (taille liée au sexe), suivant le trait, et diffère dans le cul et le faux cul, mais il n'affecte pas significativement la relation de sélectivité. La relation de sélectivité varie suivant le trait, et fréquemment au niveau de significativité de 5% (de 10% dans l'exemple choisi).

TABLE N°2
PARAMETRES DES COURBES DE SELECTIVITE

Maillages	38mm	42mm	45mm	52mm	60mm
Nb de traits répliqués	5	3	7	4	3
MCP					
a	.3062	.2892	.3172	.1385	.0732
S ₀	12.9	18.9	17.4	20.4	19.9
α	.99	.00	.99	.00	.32
LL					
a	.3264	.2051	.2239	.1041	.0424
S ₀	12.8	16.0	15.8	16.5	14.5
α	.99	.99	.99	.96	.99

Fonction ajustée: $R=1-1/(a(S-S_0))$ R est la rétention, S₀ la taille minimale capturable. MCP est la solution des moindres carrés pondérés. LL est la solution du maximum de vraisemblance. α est la probabilité calculée par Chi2.

FIGURES

Figure 1. Distribution de fréquence de taille cumulée pour des langoustines prises dans le cul et dans le faux cul.

Figure 2. Distribution de fréquence de tailles de langoustines capturées au chalut Marinovitch recouvert d'une chaussette à mailles fines. A) Golfe de Gascogne (Conan 1978). B) Catalogne. Les classes les plus petites ne sont pas capturées en Catalogne.

Figure 3. Exemples de variabilité de la courbe de sélectivité entre traits équivalents et pour un même maillage.

Figure 4. Courbes de sélectivité ajustées suivant le modèle

$$R=1-1/(a(S-S_0))$$

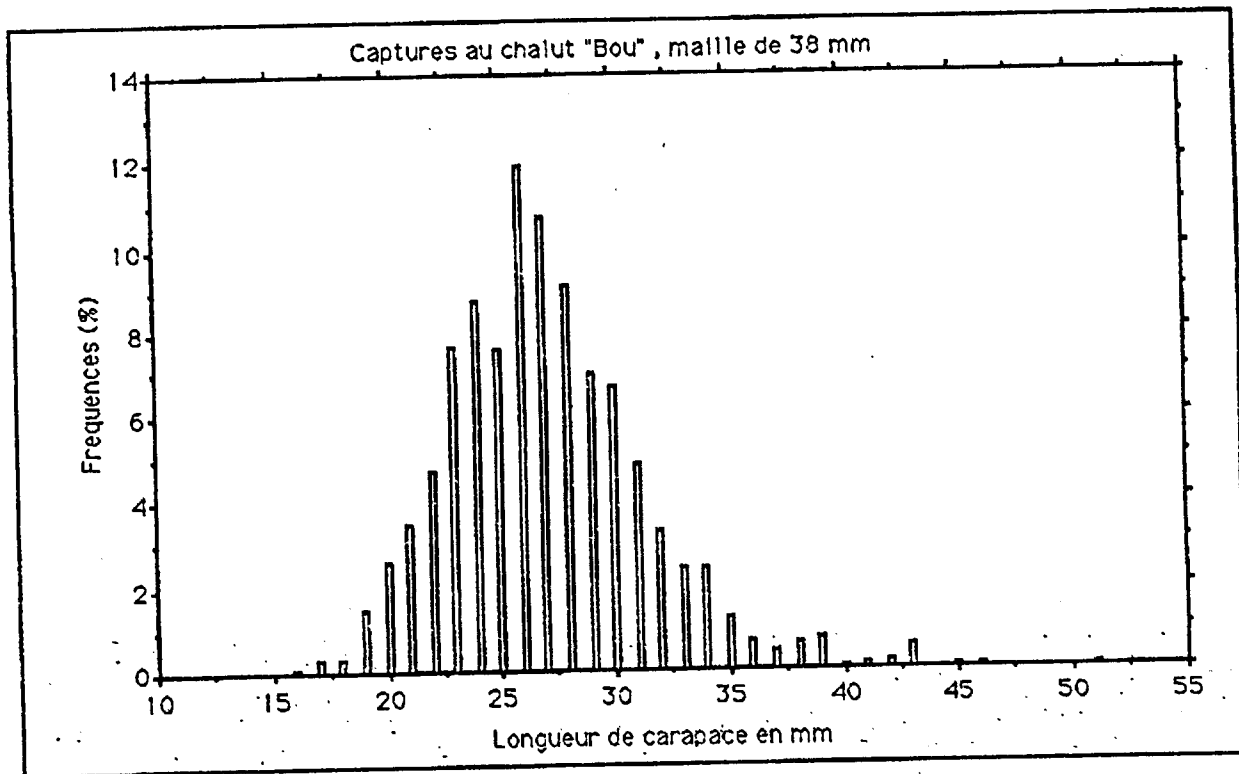


Figure 1

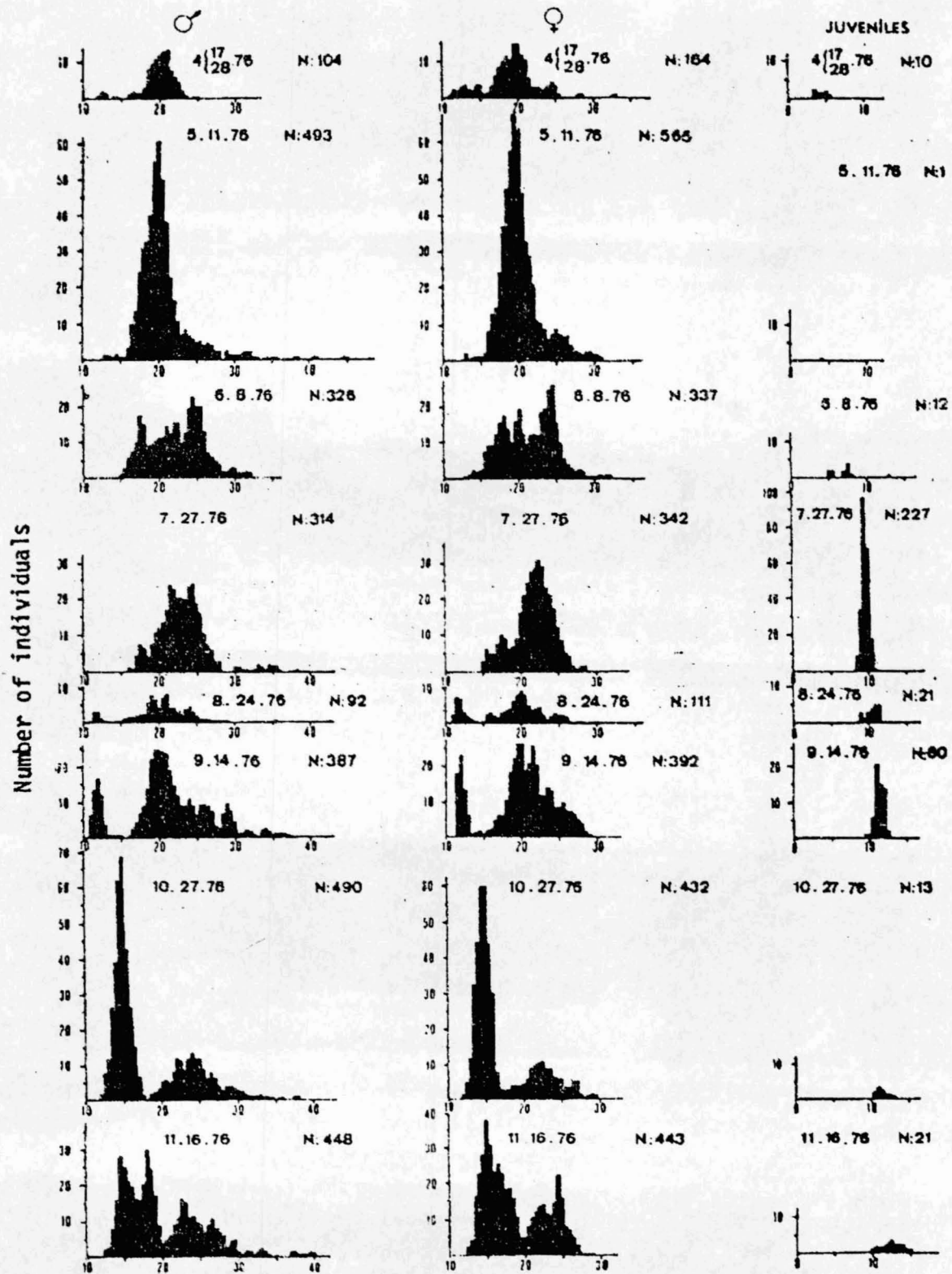


Figure 2 A

Carapace lengths in mm.

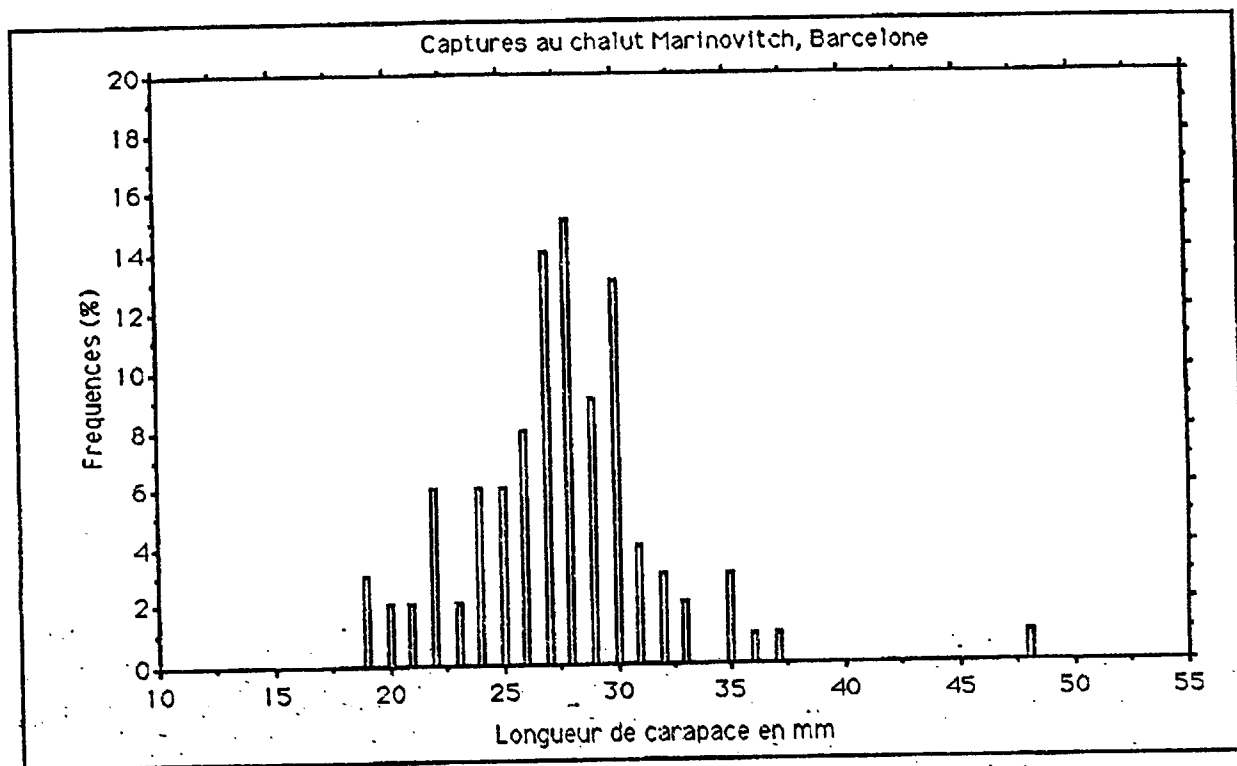


Figure 2 B

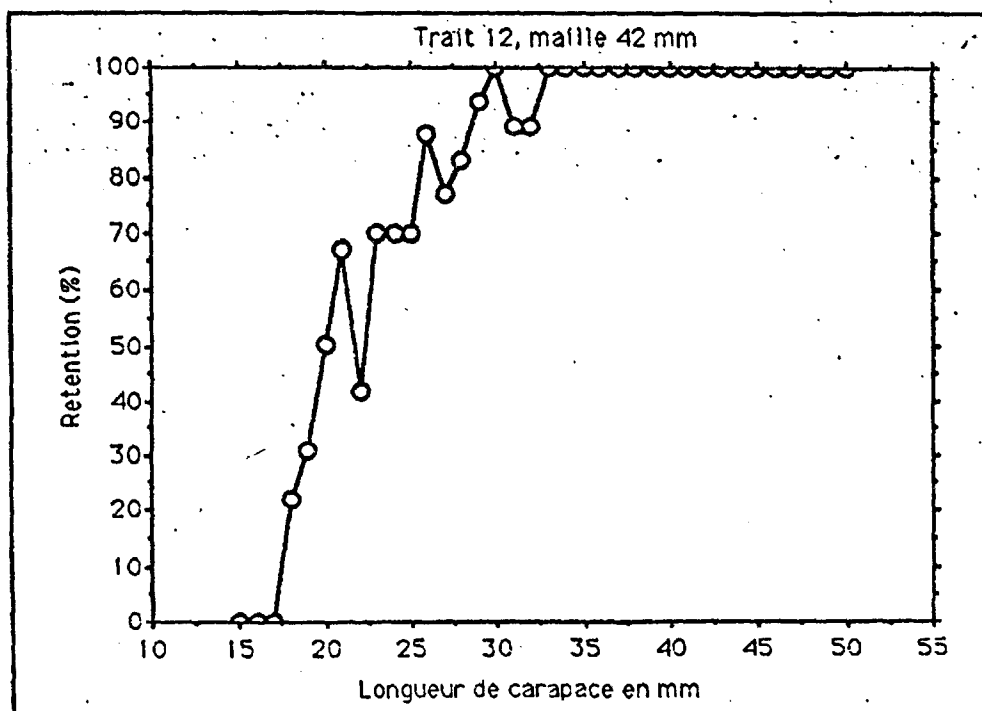
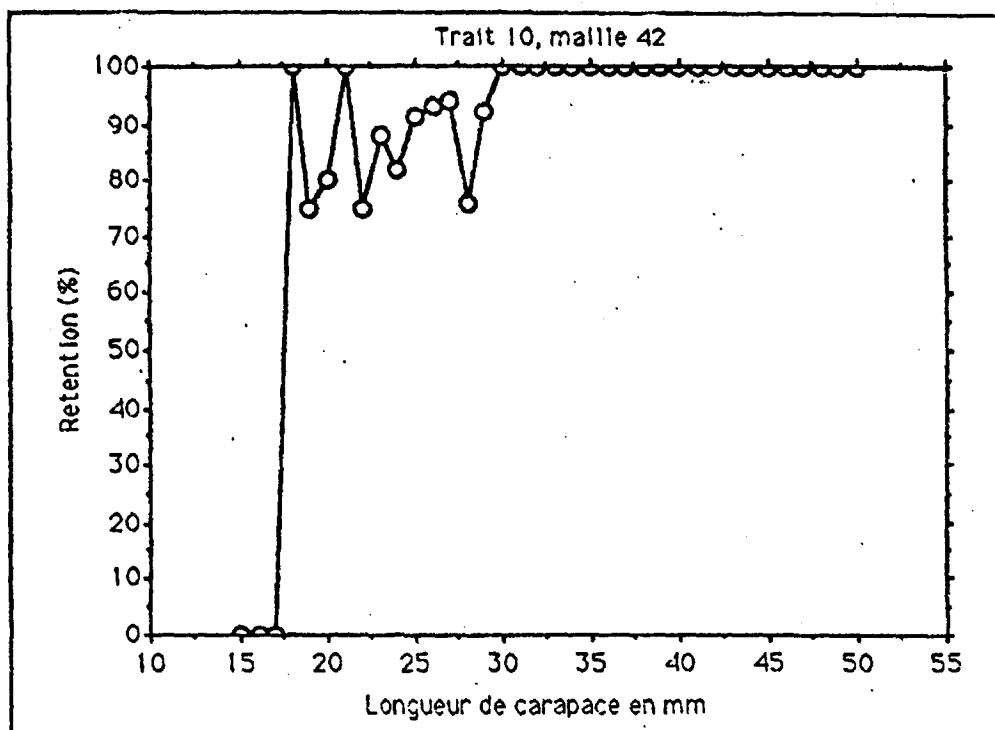


Figure 3

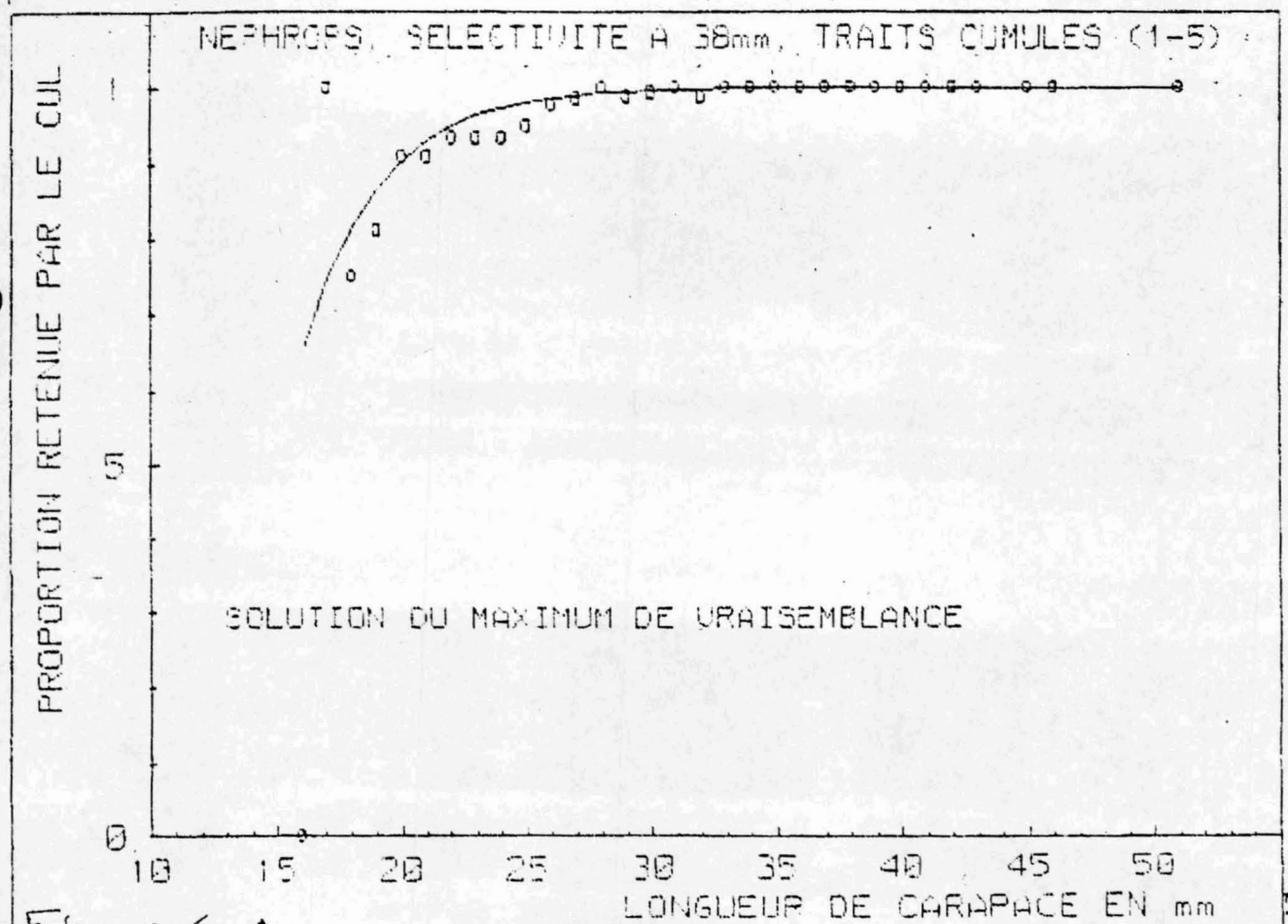
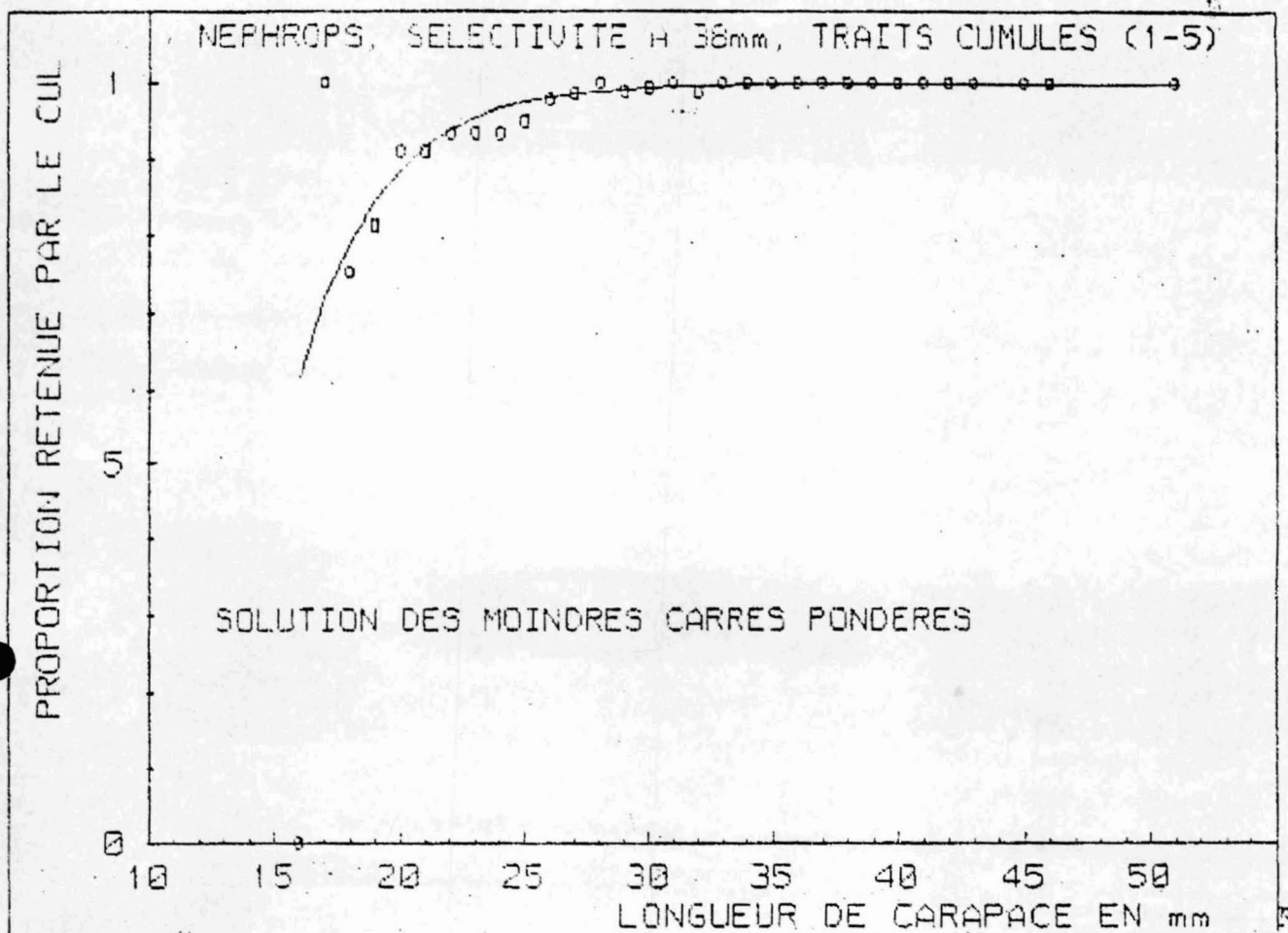


Figure 4 A

19

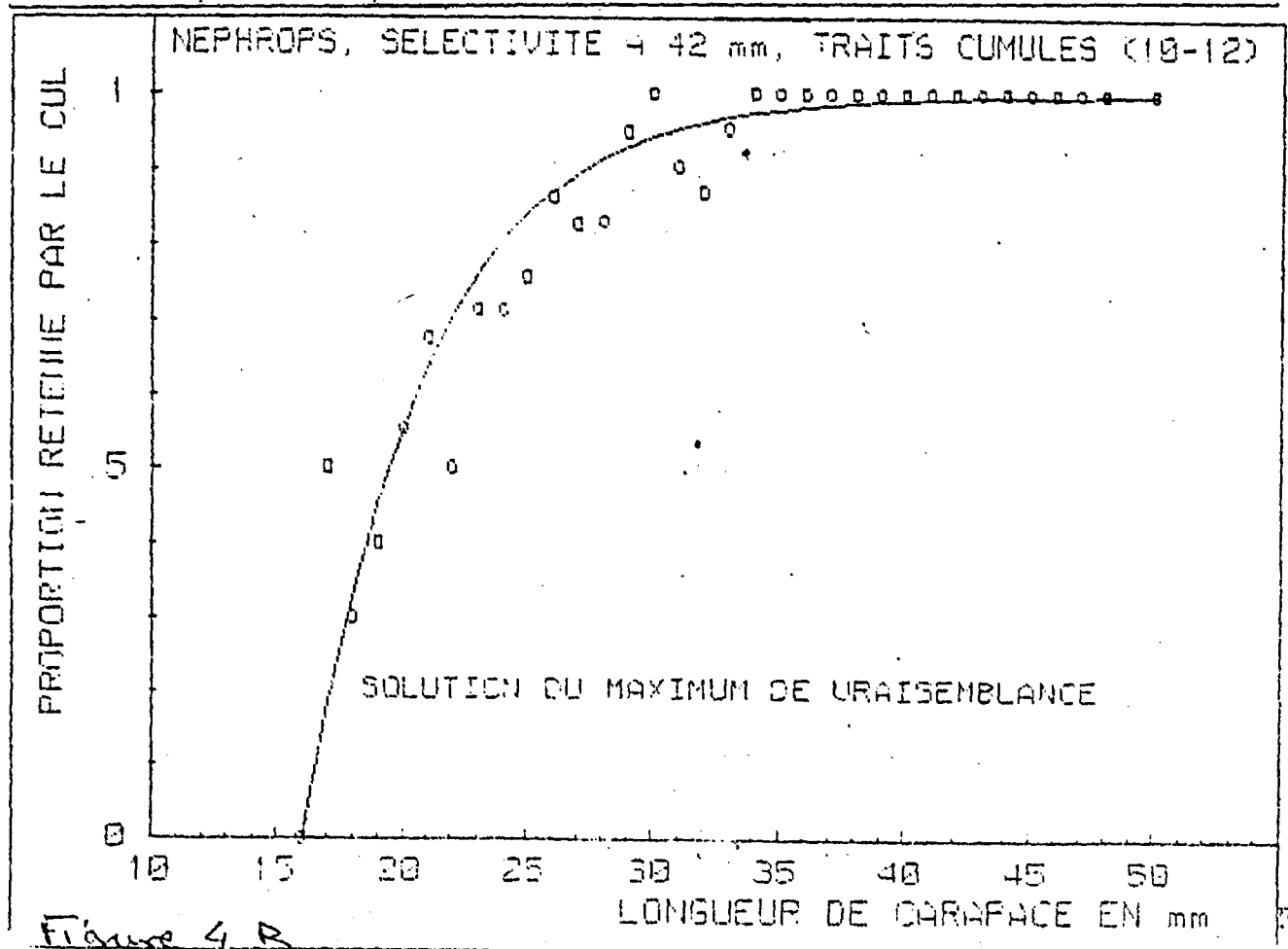
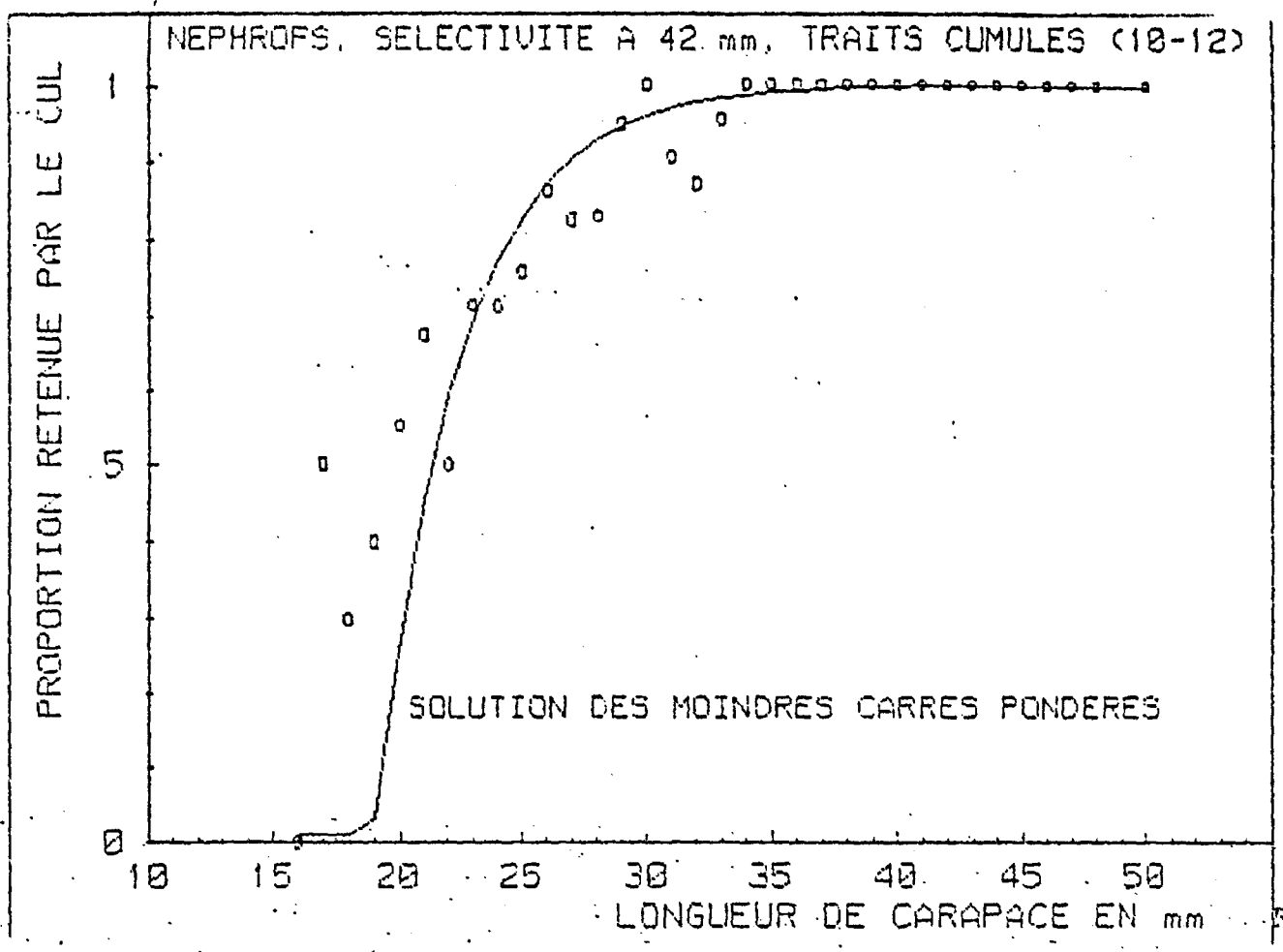


Figure 4. B

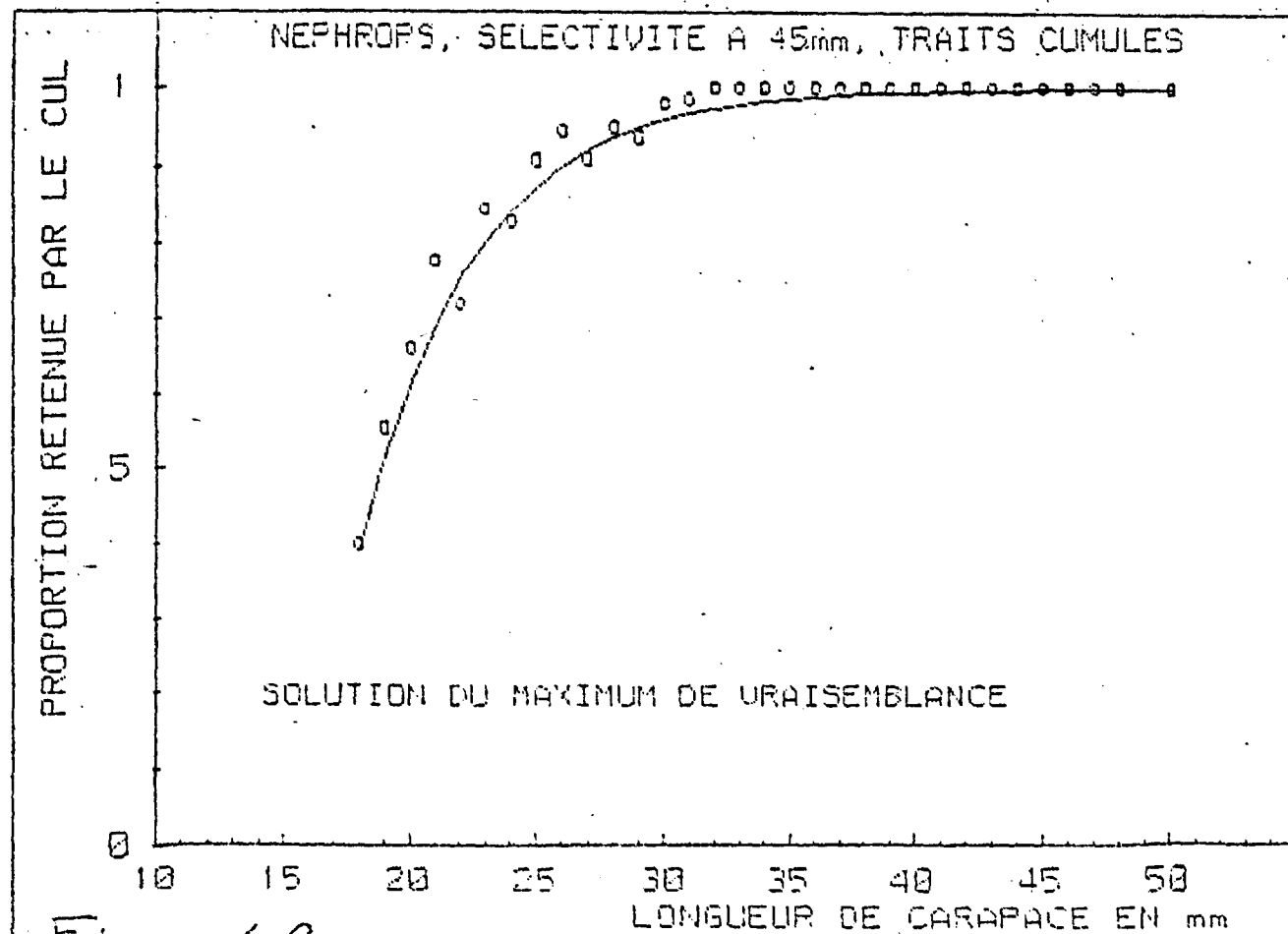
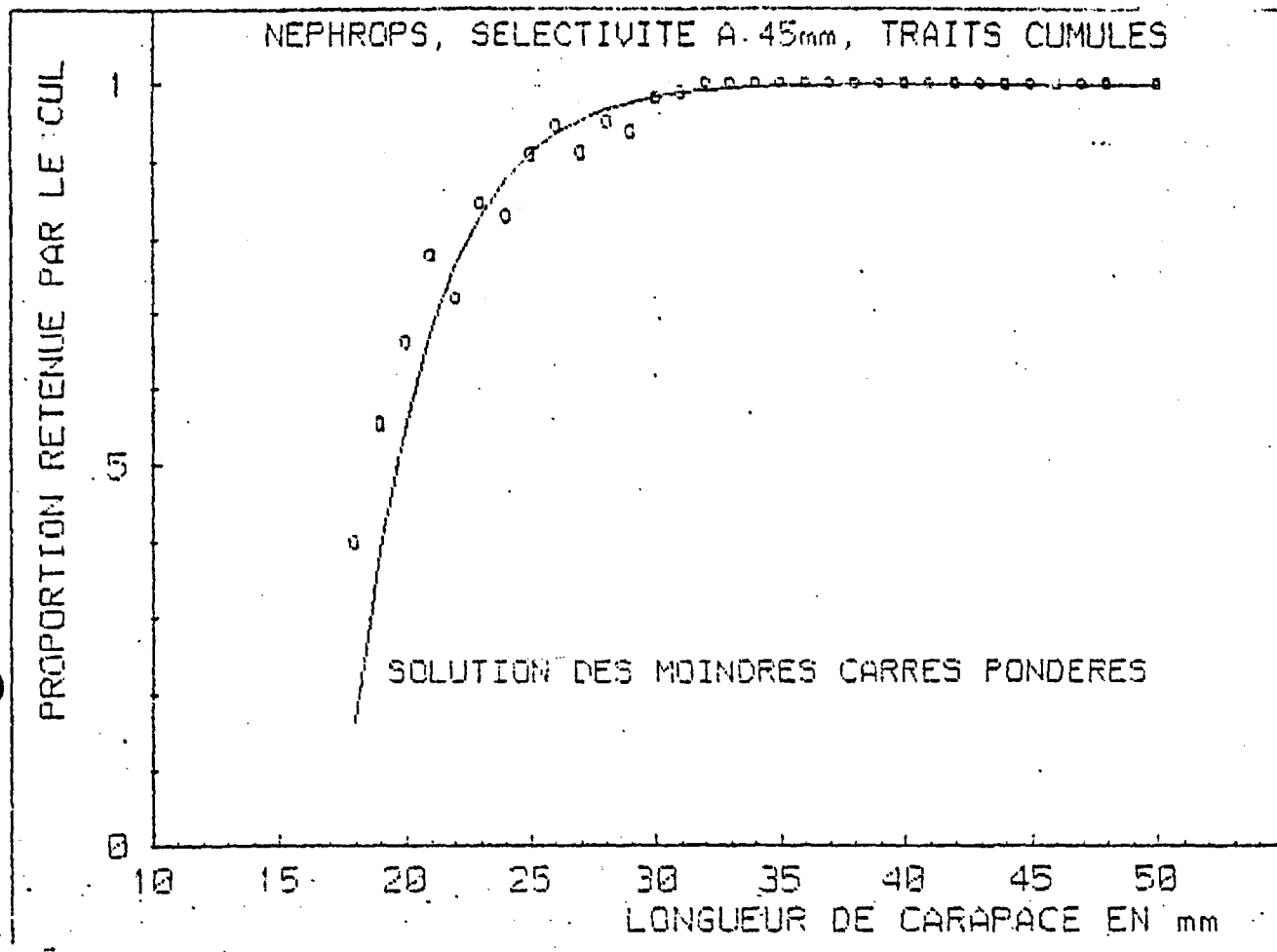


Figure 4C

21

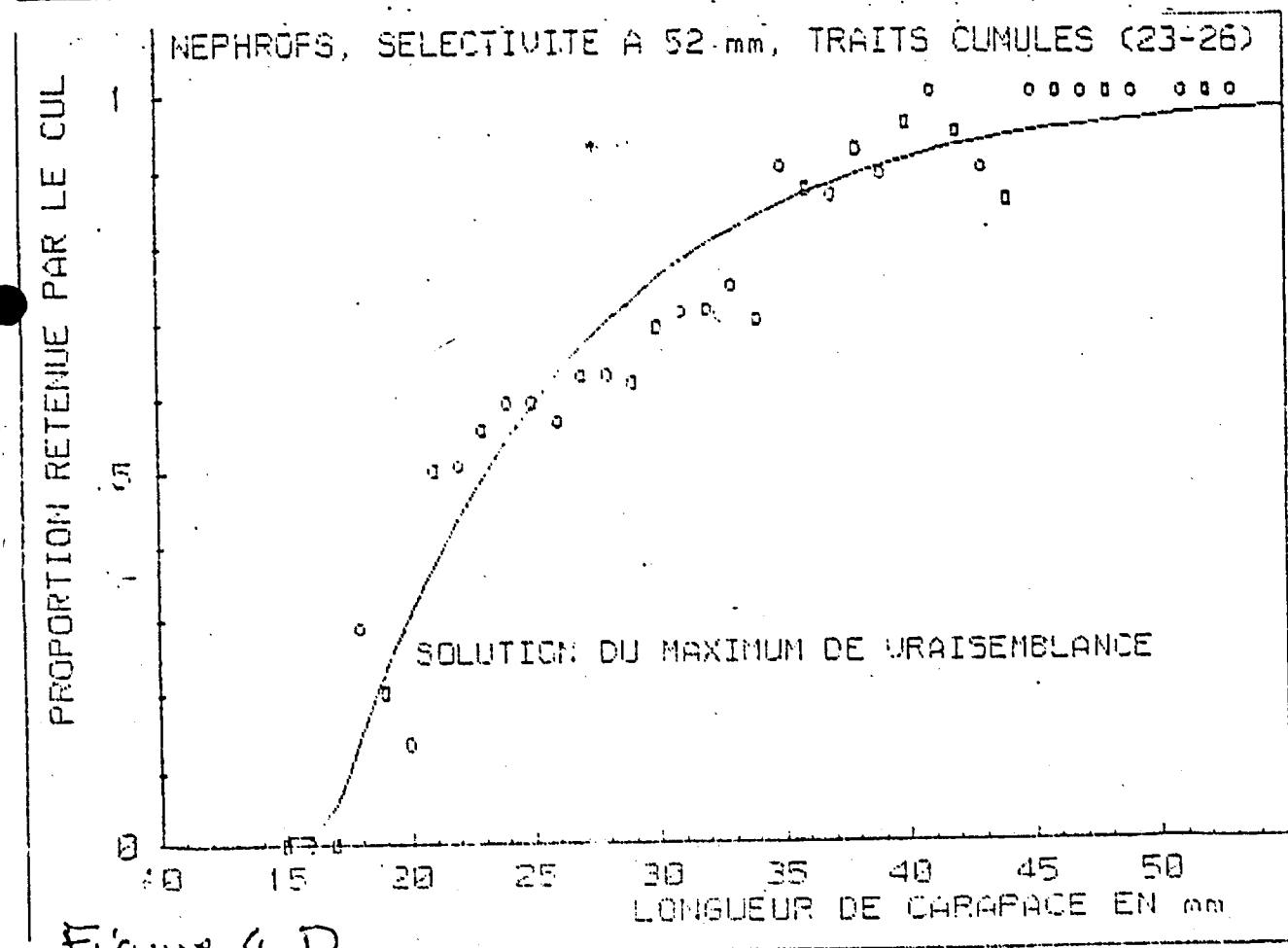
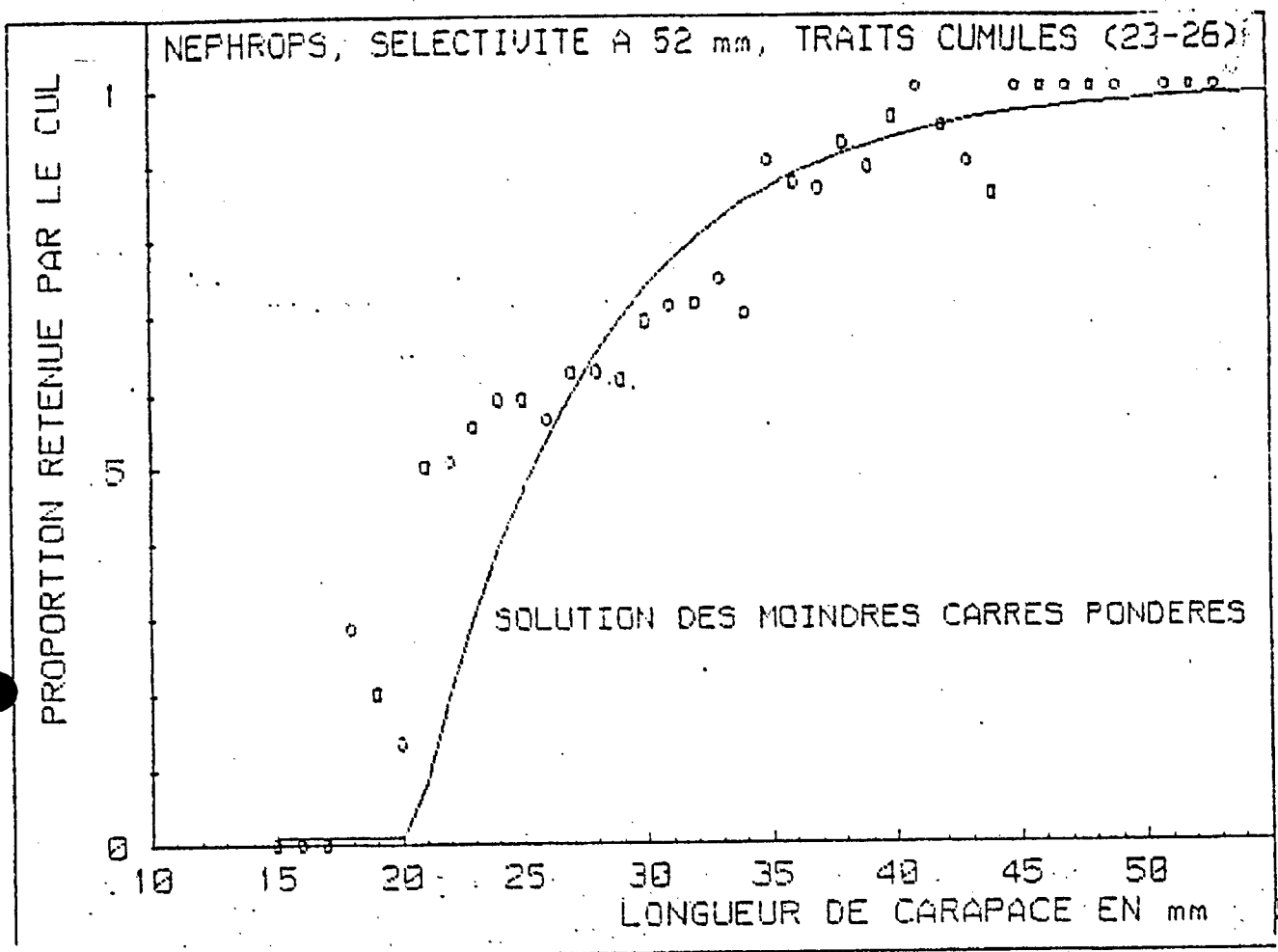


Figure 4 D

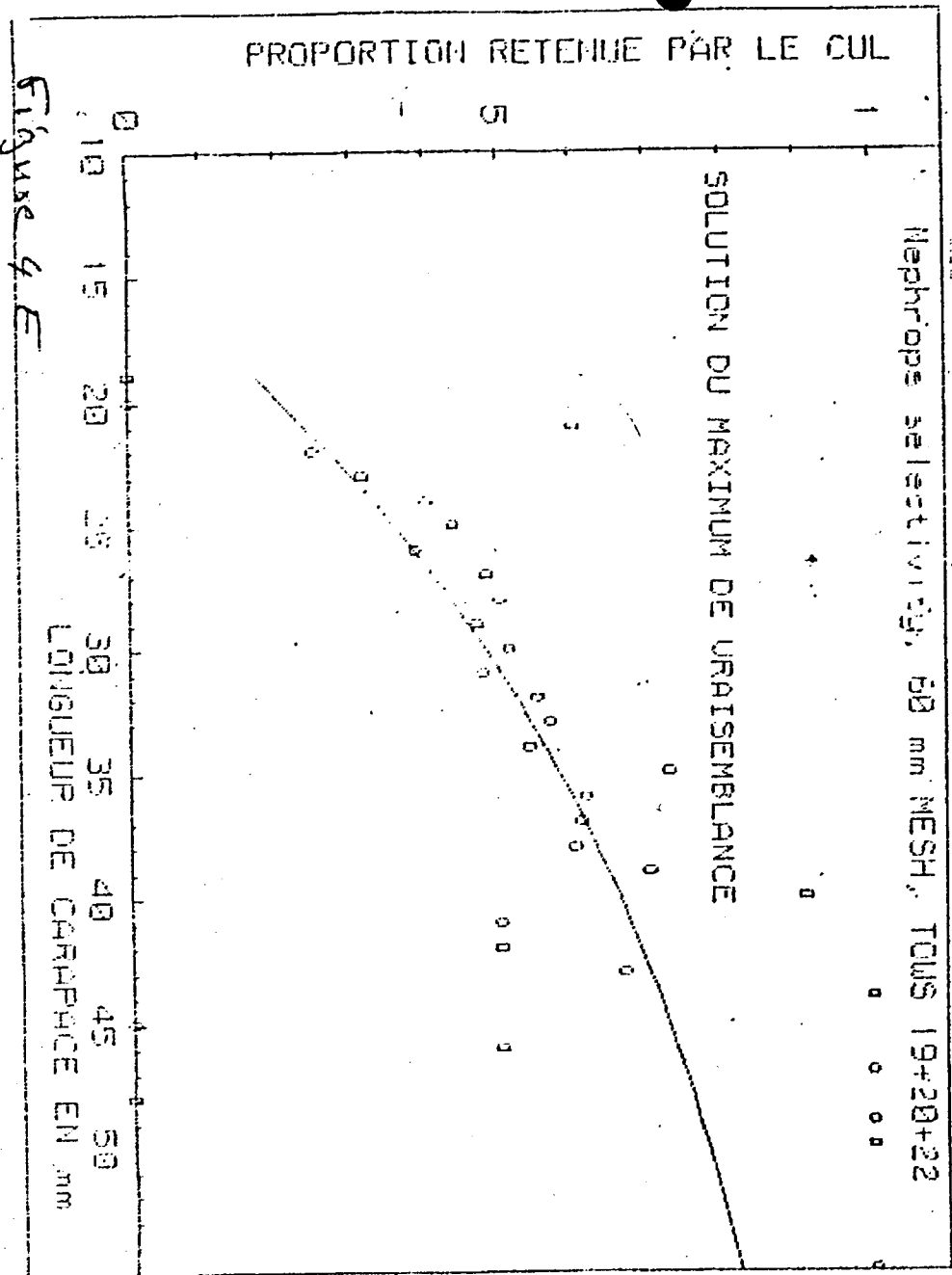
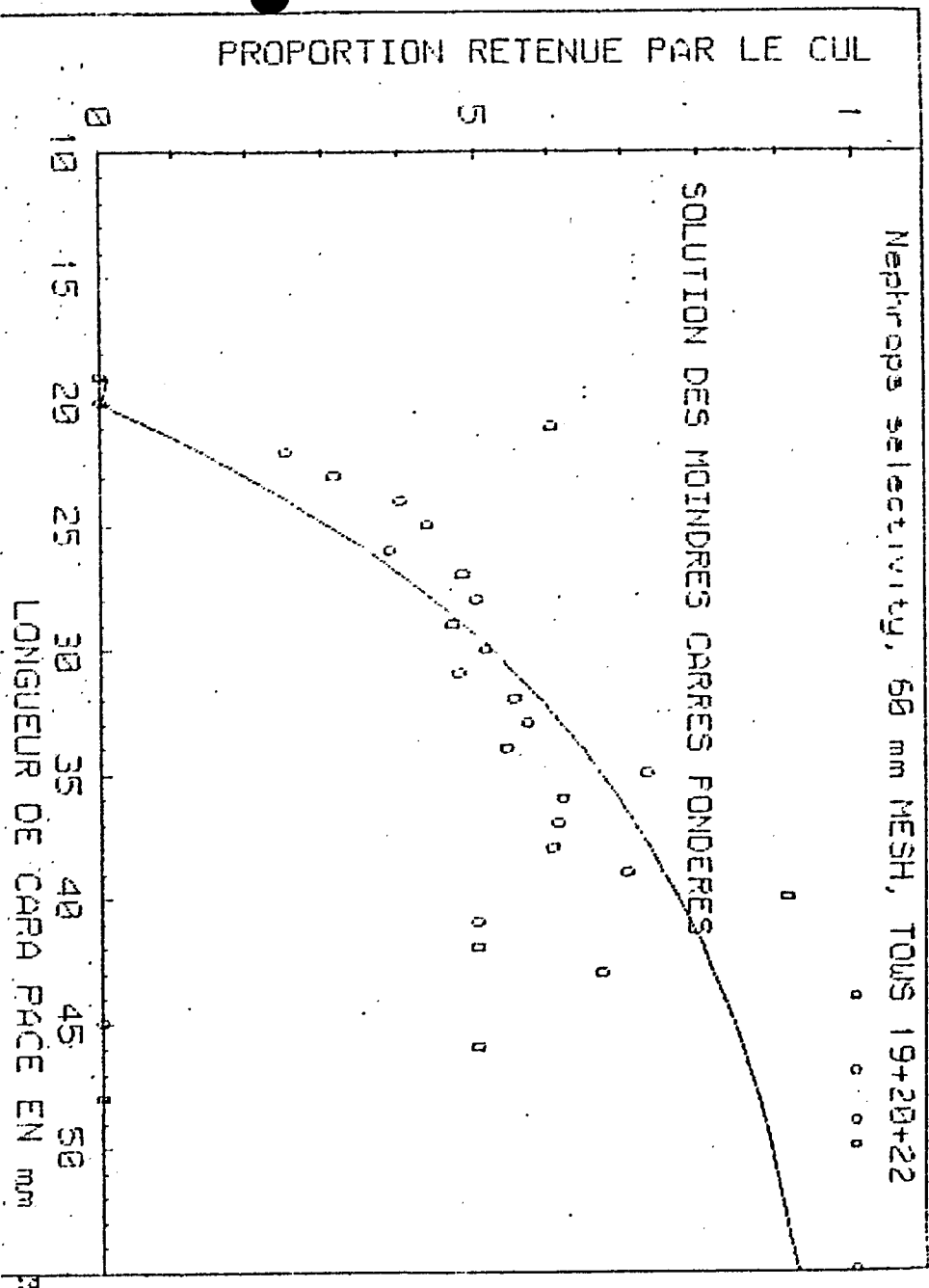


Figure 4E