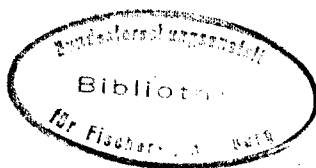


Conseil International  
pour l'Exploration de la Mer

C.M. 1975/H : 21  
Comité des Poissons Pélagiques  
(Nord)  
Réf. Cté des Statistiques



"Méthodes et programmes français d'échantillonnage du hareng  
de la Mer du Nord et des zones proches"

par

Alain Maucorps et Jacques Massé \*

SUMMARY

This paper deals with the methods used for sampling herring fisheries in the Boulogne-sur-Mer laboratory of I.S.T.P.M. Due to the weakness of man power it was necessary to look for a method using few samples but giving as reliable results as possible.

After describing the random sampling and usual stratified methods we report how we adjust the age/length key by LAPLACE GAUSS normal distribution before rising it to the whole measurements made on herring caught in a given area. This is done in order to cure the biased values in the length frequencies caused by too reduced sampling.

The aim of this paper is also to get advises from colleagues who should find our projected method and program unsatisfactory.

\* Alain Maucorps et Jacques Massé  
Laboratoire de l'I.S.T.P.M.  
150, quai Gambetta  
62200 BOULOGNE-sur-MER  
France

## INTRODUCTION

Une recommandation présentée à l'issue des 61<sup>ème</sup> et 62<sup>ème</sup> réunions statutaires du CIEM demandait que soient présentés les programmes d'échantillonnage des pays membres et que leur valeur statistique soit étudiée. Cette communication tente de répondre, au moins partiellement, aux questions posées concernant l'exploitation du hareng de la Mer du Nord et des zones avoisinantes dont l'échantillonnage est effectué au laboratoire de l'ISTPM à Boulogne-sur-Mer.

### 1 - Méthodes d'échantillonnage

Au cours des ans on eut recours à plusieurs méthodes d'échantillonnage des captures de hareng débarquées à Boulogne, tant par les chalutiers hauturiers que par les chalutiers boeufs et les drifters. Toutes ont eu pour but la connaissance des principaux paramètres biologiques, démographiques et méristiques des populations exploitées dans différents secteurs mais devaient rester compatibles avec les moyens - principalement humains - disponibles au laboratoire. L'équipe - bien souvent réduite à une seule personne - chargée de l'échantillonnage a dû, bien souvent, limiter son action à l'étude des captures réalisées dans la seule région du sud de la Mer du Nord et de la Manche orientale (secteur IV<sub>c</sub> + VII<sub>q</sub> ou secteur 12 selon les documents ICES 27.3.01.00) où est traditionnellement réalisée une fraction importante des captures de harengs par les flottes françaises.

1°) La méthode la plus ancienne consistait en un prélèvement au hasard d'échantillons d'un nombre variable d'individus, généralement compris entre 50 et 100, sur lesquels étaient effectuées les observations courantes telles que mensuration, prélèvement d'écaillés et d'otolithes, pesée, dénombrement des vertèbres et estimation de l'état sexuel. Le nombre d'individus capturés calculé à partir du poids moyen du hareng de chaque classe d'âge se faisait en utilisant directement les données recueillies sur les échantillons et étaient appliquées aux mises à terre globales provenant du secteur considéré.

L'absence de mensurations massives sur des lots provenant du même secteur obligeait à effectuer des échantillonnages nombreux afin de recueillir des données suffisamment significatives caractérisant la population exploitée. En raison des facteurs limitatifs déjà cités, les études de population devaient être réduites à un ou deux secteurs.

2°) Afin de répondre aux exigences des Groupes de Travail sur l'évaluation des stocks de hareng, qui réclament des données biologiques sur tous les stocks exploités par une pêcherie nationale, il a été nécessaire d'adopter une nouvelle méthode nous permettant d'échantillonner plusieurs secteurs. Celle-ci consistait à mesurer la totalité d'un coffre de 40 kg de harengs pris au hasard (environ 300 individus) dont on prélevait 100 poissons proportionnellement représentatifs de chaque classe de taille du lot.

Ces 100 individus étaient, comme à l'accoutumé, mesurés, pesés, sexés, âgés, etc... La composition en âge de cet échantillon était alors appliquée à la mensuration globale du coffre. L'association de plusieurs analyses de ce type pour un même secteur permettait, par extension, d'estimer la composition en âge de la population exploitée et le nombre d'individus capturés par classe d'âge.

La faiblesse de cette méthode provenait essentiellement de lacunes existantes dans la distribution en taille de l'échantillon. En effet, quelques tailles pouvaient déjà être absentes dans le coffre utilisé et, de plus, certaines tailles extrêmes, trop faiblement représentées, se trouvaient éliminées lors du prélèvement proportionnel pour la constitution de l'échantillon. Ces lacunes ne pouvaient être comblées par la juxtaposition de très nombreux échantillons, comme cela se produit normalement, mais se trouvaient au contraire amplifiées, lors de l'extrapolation à la pêche totale et favorisaient l'apparition de valeurs aberrantes.

3°) Pour remédier à ces défauts et pour suivre plus précisément l'évolution de l'exploitation, il a paru souhaitable d'augmenter la fréquence des échantillonnages dans l'espace et le temps.

Si les mensurations étaient toujours faites sur le contenu d'un coffre de 40 kg environ, l'échantillon prélevé n'était plus que de 50 individus comportant obligatoirement au moins un individu par classe de taille représentée dans le coffre de manière à éviter les lacunes consécutives à la trop faible représentation de certaines d'entr'elles. Une clé taille/âge est obtenue par la combinaison des résultats des différents échantillons puis appliquée aux mensurations correspondantes.

Afin d'éliminer les valeurs aberrantes dues à l'hétérogénéité des tailles présentes dans les lots mesurés, la distribution des fréquences de taille dans chaque classe d'âge ainsi déterminée est ajustée suivant la loi normale de LAPLACE GAUSS

$$y = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\bar{x}}{\sigma}\right)^2}$$

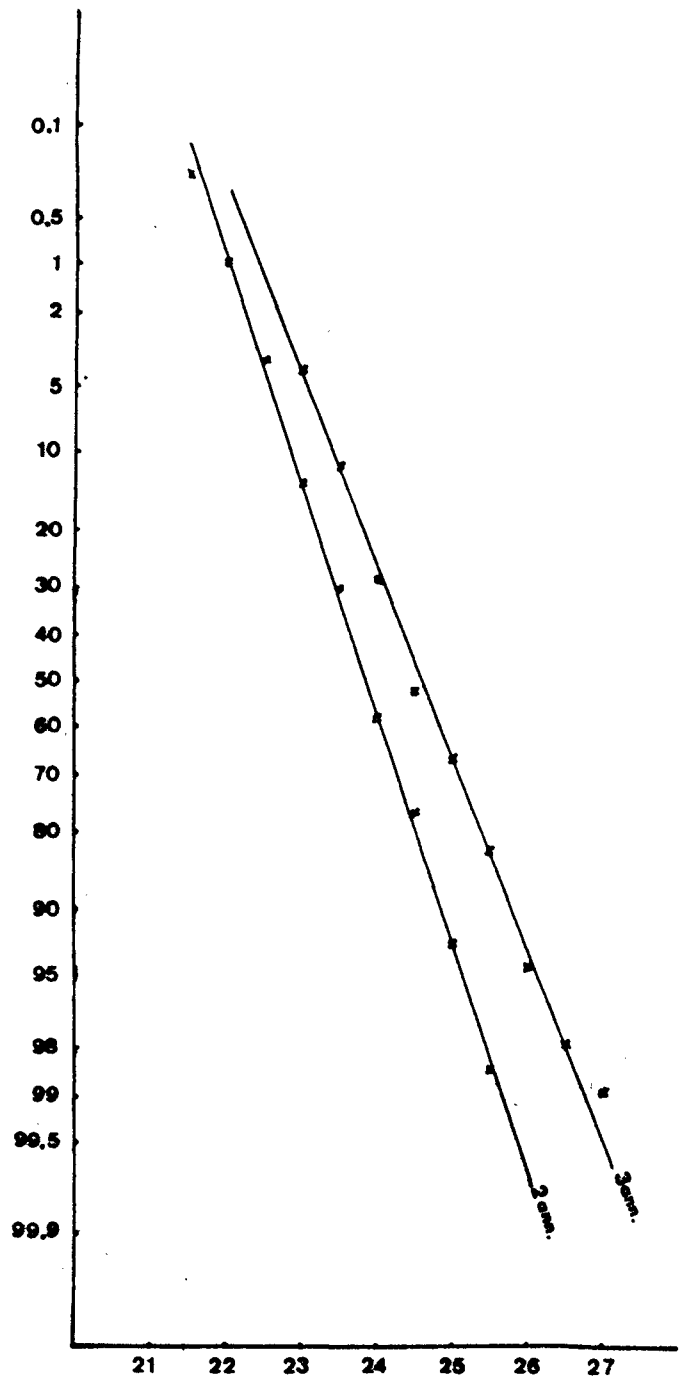
- Où
- x = fréquence des tailles dans une classe d'âge
  - $\bar{x}$  = taille moyenne dans la classe d'âge considérée
  - $\sigma$  = écart-type
  - y = fréquence théorique

La distribution théorique obtenue est alors appliquée à l'ensemble des mensurations exécutées pour le stock donné à une période déterminée.

Afin de pouvoir appliquer cette méthode, il convenait de vérifier tout d'abord que la taille des harengs à l'intérieur d'une classe d'âge était bien distribuée selon la loi normale. Nous avons, pour ce faire, appliqué à une clé taille/âge élaborée selon l'ancienne méthode secteur IVc + VIIId, saison 1972/1973) le calcul des fréquences cumulées traduite sous la forme d'une droite de HENRY (tabl. et fig. ci-après). Comme les valeurs représentatives des 2 classes d'âge les plus abondantes sont correctement alignées, c'est donc que la distribution d'où provient l'échantillon est à peu près normale et il est paru possible de continuer dans cette voie.

| Lt    | Anneaux d'hiver |    |
|-------|-----------------|----|
|       | 2               | 3  |
| 21,5  | 1               |    |
| 22,0  | 3               |    |
| 22,5  | 11              |    |
| 23,0  | 39              | 4  |
| 23,5  | 68              | 7  |
| 24,0  | 110             | 16 |
| 24,5  | 75              | 22 |
| 25,0  | 62              | 14 |
| 25,5  | 22              | 15 |
| 26,0  | 6               | 11 |
| 26,5  |                 | 3  |
| 27,0  |                 | 1  |
| 27,5  |                 | 1  |
| Total | 397             | 94 |

Clé taille/âge  
 des 2 classes les plus abondantes du stock de hareng exploité dans le sud de la Mer du Nord et en Manche orientale au cours de la saison 1972/1973.



Anamorphose des fréquences cumulées traduite sous forme de droite de HENRY.

La méthode fut donc appliquée dans le programme d'échantillonnage pour la saison 1974/1975 mais s'est trouvée quelque peu contrariée par la faiblesse des captures réalisées pendant une très courte campagne harenguière dans les secteurs IV<sub>C</sub> et VII<sub>d</sub>, limitant de ce fait le volume de l'échantillonnage envisagé. Dans l'exemple décrit, on utilise seulement 2 échantillons/93 individus, dont la composition en âge (tabl. 1a) a été appliquée aux 539 poissons mesurés correspondants (tabl. 1b).

La distribution en taille de chaque classe d'âge fut alors ajustée selon la loi normale et la clé taille/âge ainsi obtenue (tabl.1c) appliquée à l'ensemble des mensurations (tabl.2.) portant sur 1 213 individus.

## 2 - Analyse de la nouvelle méthode

Il nous a paru intéressant de comparer ce que donnait dans la pratique cette méthode par rapport à celle basée sur un échantillonnage plus important, mais où l'ajustement par la loi normale n'est pas utilisé. Aussi avons-nous poursuivi notre échantillonnage sur 247 harengs au total. La clé taille/âge obtenue et la répartition par classe d'âge correspondante des 1 213 poissons mesurés ont ainsi été calculés directement (tabl. 3a et b).

Nous donnons ci-dessous la valeur des tailles moyennes et variances calculées selon chaque méthode ainsi que celles des tests t et F de comparaison

|                         | Anneaux<br>d'hiver | 1      | 2      | 3      | 4      | > 4    |
|-------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Distribution<br>normale | moyenne            | 22,452 | 24,755 | 26,420 | 28,005 | 28,600 |
|                         | variance           | 0,533  | 1,137  | 1,255  | 0,901  | 2,155  |
|                         | nombre             | 136    | 552    | 386    | 94     | 45     |
| Distribution<br>directe | moyenne            | 22,401 | 24,619 | 26,179 | 27,897 | 28,923 |
|                         | variance           | 0,522  | 1,381  | 1,280  | 0,885  | 2,134  |
|                         | nombre             | 111    | 526    | 405    | 145    | 26     |
| Test t                  |                    | 0,550  | 1,987  | 3,010  | 0,862  | 0,896  |
| Test F                  |                    | 1,023  | 0,824  | 1,020  | 0,986  | 1,026  |

Exception faite de la classe des 3 anneaux, où les moyennes diffèrent de manière hautement significative, il n'existe dans les autres classes d'âge aucune différence sensible tant pour les moyennes que pour les variances.

Les résultats obtenus selon les deux méthodes sont donc compatibles mais grâce à l'ajustement selon la loi normale, la distribution des tailles bien que basée sur un plus faible nombre d'individus, apparaît beaucoup plus homogène et traduirait mieux la réalité des faits.

Ainsi, la traduction graphique des fréquences cumulées sous forme de droite de HENRY met en évidence une certaine anarchie de la distribution des fréquences de tailles dans le cas où celles-ci ne sont pas ajustées par la loi normale (fig. 1a et b).

### CONCLUSION

Afin de pallier à certaines insuffisances dues essentiellement à la fréquence trop faible des tailles extrêmes, nous nous proposons dorénavant de prélever un minimum de 100 individus répartis proportionnellement à l'abondance des classes de tailles pour conserver la meilleure discrimination possible entre les différentes classes d'âge pour les tailles les plus abondamment représentées, mais en prenant la totalité des individus dans les moins abondantes afin d'obtenir à ce niveau au moins 30 individus dans les classes d'âge correspondantes (1, 4 et >4 anneaux).

La clé taille/âge basée sur l'échantillonnage de 250 à 300 individus appliquée aux mensurations correspondantes (500 à 600) sera reportée, après ajustement par la loi normale, sur les autres mensurations (au moins 1200) par secteur considéré.

Ce n'est qu'à l'issue de la mise en oeuvre, pendant au moins une année, de la méthode ainsi modifiée que nous pourrions tenter d'en déterminer la valeur statistique. Toutefois, sans attendre, nous souhaiterions recevoir toute critique ou conseil de nos collègues qui ne la jugeraient pas satisfaisante et seraient en mesure de nous proposer des améliorations compatibles avec les moyens dont nous disposons.

| Lt    | Anneaux d'hiver |    |    |   |    |    |    |     |     |    |    |     |    |     |     |    |    |     |
|-------|-----------------|----|----|---|----|----|----|-----|-----|----|----|-----|----|-----|-----|----|----|-----|
|       | 1               | 2  | 3  | 4 | >4 | Σ  | 1  | 2   | 3   | 4  | >4 | Σ   | 1  | 2   | 3   | 4  | >4 | Σ   |
| 20,5  |                 |    |    |   |    |    |    |     |     |    |    |     | 1  |     |     |    |    | 1   |
| 21,0  | 1               |    |    |   |    | 1  | 7  |     |     |    |    | 7   | 4  |     |     |    |    | 4   |
| 21,5  | 1               |    |    |   |    | 1  | 12 |     |     |    |    | 12  | 13 |     |     |    |    | 13  |
| 22,0  | 2               | 1  |    |   |    | 3  | 18 | 9   |     |    |    | 27  | 24 | 2   |     |    |    | 26  |
| 22,5  | 4               | 1  |    |   |    | 5  | 31 | 8   |     |    |    | 39  | 27 | 10  |     |    |    | 37  |
| 23,0  | 1               | 1  |    |   |    | 2  | 20 | 20  |     |    |    | 40  | 19 | 17  |     |    |    | 36  |
| 23,5  | 2               | 3  | 1  |   |    | 6  | 10 | 15  | 5   |    |    | 30  | 8  | 29  | 1   |    |    | 38  |
| 24,0  |                 | 9  | 1  |   |    | 10 |    | 40  | 4   |    |    | 44  | 2  | 38  | 4   |    |    | 44  |
| 24,5  |                 | 6  | 1  |   |    | 7  |    | 43  | 7   |    |    | 50  |    | 43  | 7   |    |    | 50  |
| 25,0  |                 | 8  | 1  |   |    | 9  |    | 45  | 6   |    |    | 51  |    | 38  | 13  |    |    | 51  |
| 25,5  |                 | 6  | 4  |   |    | 10 |    | 29  | 20  |    |    | 49  |    | 29  | 18  |    |    | 47  |
| 26,0  |                 | 3  | 3  |   |    | 6  |    | 18  | 18  |    |    | 36  |    | 17  | 23  | 1  |    | 41  |
| 26,5  |                 | 2  | 5  | 1 |    | 8  |    | 8   | 21  | 4  |    | 33  |    | 10  | 24  | 2  | 1  | 37  |
| 27,0  |                 | 1  | 5  | 1 |    | 7  |    |     | 5   | 28 | 5  | 38  |    |     | 5   | 20 | 4  | 30  |
| 27,5  |                 |    | 6  |   |    | 6  |    |     | 27  |    |    | 27  |    | 2   | 14  | 5  | 2  | 23  |
| 28,0  |                 |    |    | 1 | 2  | 3  |    |     |     | 8  | 17 | 25  |    |     | 9   | 7  | 3  | 19  |
| 28,5  |                 |    |    | 1 |    | 1  |    |     |     | 11 |    | 11  |    |     | 4   | 7  | 3  | 14  |
| 29,0  |                 |    | 1  | 1 |    | 2  |    |     | 4   | 5  |    | 9   |    |     | 3   | 6  | 3  | 12  |
| 29,5  |                 |    |    | 1 |    | 1  |    |     |     | 5  |    | 5   |    |     | 1   | 4  | 3  | 8   |
| 30,0  |                 |    |    |   | 1  | 1  |    |     |     |    | 2  | 2   |    |     |     | 2  | 2  | 4   |
| 30,5  |                 |    | 1  |   |    | 1  |    |     | 1   |    |    | 1   |    |     | 1   | 1  |    | 2   |
| 31,0  |                 |    |    |   |    |    |    |     |     |    |    |     |    |     |     |    | 1  | 1   |
| 31,5  |                 |    |    | 1 |    | 1  |    |     | 1   |    |    | 1   |    |     |     | 1  |    | 1   |
| 32,0  |                 |    |    |   | 1  | 1  |    |     |     |    |    | 1   |    |     |     |    |    | 1   |
| 32,5  |                 |    |    |   | 1  | 1  |    |     |     |    |    | 1   |    |     |     |    |    | 1   |
| Total | 11              | 41 | 29 | 7 | 5  | 93 | 98 | 240 | 141 | 39 | 21 | 539 | 98 | 240 | 141 | 39 | 21 | 539 |

Clé taille/âge sur 2 échantillons

Tableau 1a

Clé taille/âge des coffres correspondant aux 2 échantillons

Tableau 1b

Ajustement à la loi normale

Tableau 1c

| Lt \ Anneaux d'hiver | Tableau 2 |     |     |    |    |      | Tableau 3a |     |    |    |    |     | Tableau 3b |     |     |     |    |     |
|----------------------|-----------|-----|-----|----|----|------|------------|-----|----|----|----|-----|------------|-----|-----|-----|----|-----|
|                      | 1         | 2   | 3   | 4  | >4 | Σ    | 1          | 2   | 3  | 4  | >4 | Σ   | 1          | 2   | 3   | 4   | >4 | Σ   |
| 20,5                 |           |     |     |    |    |      |            |     |    |    |    |     |            |     |     |     |    |     |
| 21,0                 | 9         |     |     |    |    | 9    | 2          |     |    |    |    | 2   | 9          |     |     |     |    | 9   |
| 21,5                 | 14        |     |     |    |    | 14   | 2          |     |    |    |    | 2   | 14         |     |     |     |    | 14  |
| 22,0                 | 29        | 2   |     |    |    | 31   | 2          | 1   |    |    |    | 3   | 20         | 11  |     |     |    | 31  |
| 22,5                 | 35        | 13  |     |    |    | 48   | 4          | 3   |    |    |    | 7   | 27         | 21  |     |     |    | 48  |
| 23,0                 | 31        | 27  |     |    |    | 58   | 2          | 2   |    |    |    | 4   | 29         | 29  |     |     |    | 58  |
| 23,5                 | 14        | 49  | 2   |    |    | 65   | 2          | 8   | 1  |    |    | 11  | 12         | 47  | 6   |     |    | 65  |
| 24,0                 | 4         | 79  | 8   |    |    | 91   |            | 15  | 4  |    |    | 19  |            | 72  | 19  |     |    | 91  |
| 24,5                 |           | 122 | 20  |    |    | 142  |            | 24  | 6  |    |    | 30  |            | 114 | 28  |     |    | 142 |
| 25,0                 |           | 95  | 32  |    |    | 127  |            | 19  | 5  |    |    | 24  |            | 101 | 26  |     |    | 127 |
| 25,5                 |           | 70  | 43  |    |    | 113  |            | 16  | 12 |    |    | 28  |            | 65  | 48  |     |    | 113 |
| 26,0                 |           | 45  | 62  | 3  |    | 110  |            | 7   | 17 | 1  |    | 25  |            | 31  | 75  | 4   |    | 110 |
| 26,5                 |           | 26  | 62  | 5  | 3  | 96   |            | 3   | 13 | 2  |    | 18  |            | 16  | 69  | 11  |    | 96  |
| 27,0                 |           | 17  | 67  | 13 | 3  | 100  |            | 1   | 13 | 5  |    | 19  |            | 5   | 69  | 26  |    | 100 |
| 27,5                 |           | 7   | 47  | 16 | 7  | 77   |            |     | 11 | 4  |    | 15  |            |     | 56  | 21  |    | 77  |
| 28,0                 |           |     | 27  | 21 | 9  | 57   |            | 1   |    | 4  | 2  | 7   |            | 8   |     | 33  | 16 | 57  |
| 28,5                 |           |     | 9   | 15 | 6  | 30   |            | 1   |    | 4  |    | 5   |            | 6   |     | 24  |    | 30  |
| 29,0                 |           |     | 6   | 12 | 6  | 24   |            |     | 2  | 4  | 1  | 7   |            |     | 7   | 14  | 3  | 24  |
| 29,5                 |           |     | 1   | 6  | 4  | 11   |            |     |    | 5  |    | 5   |            |     |     | 11  |    | 11  |
| 30,0                 |           |     |     | 2  | 2  | 4    |            |     |    |    | 1  | 1   |            |     |     |     | 4  | 4   |
| 30,5                 |           |     |     | 1  | 1  | 2    |            |     | 1  |    |    | 1   |            |     | 2   |     |    | 2   |
| 31,0                 |           |     |     |    |    |      |            |     |    |    |    |     |            |     |     |     |    |     |
| 31,5                 |           |     |     |    | 1  | 1    |            |     |    | 1  |    | 1   |            |     |     | 1   |    | 1   |
| 32,0                 |           |     |     |    | 1  | 1    |            |     |    |    | 1  | 1   |            |     |     |     | 1  | 1   |
| 32,5                 |           |     |     |    | 2  | 2    |            |     |    |    | 2  | 2   |            |     |     |     | 2  | 2   |
| Total                | 136       | 552 | 386 | 94 | 45 | 1213 | 14         | 101 | 85 | 30 | 7  | 237 | 111        | 526 | 405 | 145 | 26 | 123 |

Composition en âges de tous les poissons mesurés après ajustement

Tableau 2

Clé tailles/âges sur 5 échantillons

Tableau 3a

Composition en âges de tous les poissons mesurés sans ajustement préalable

Tableau 3b



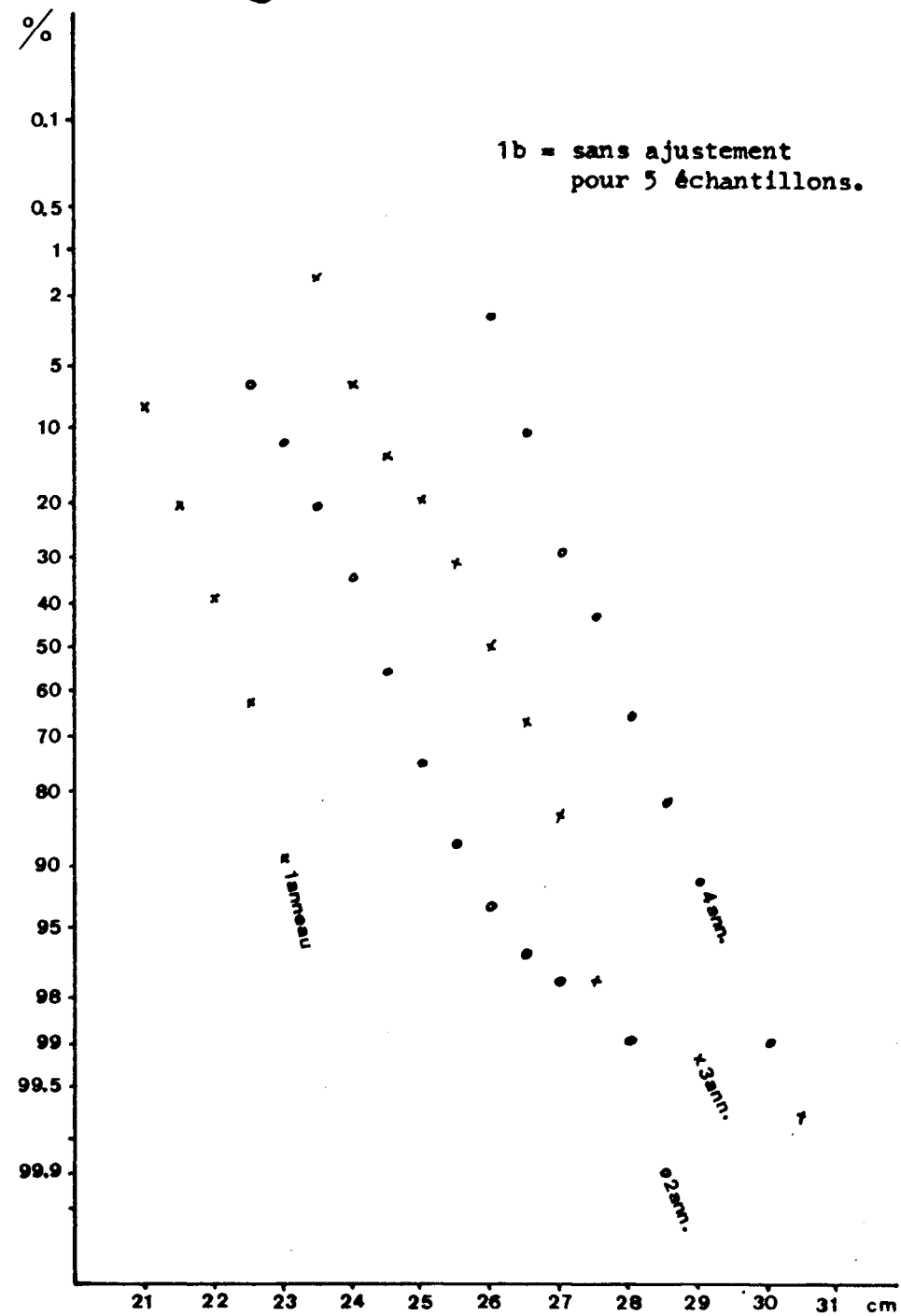
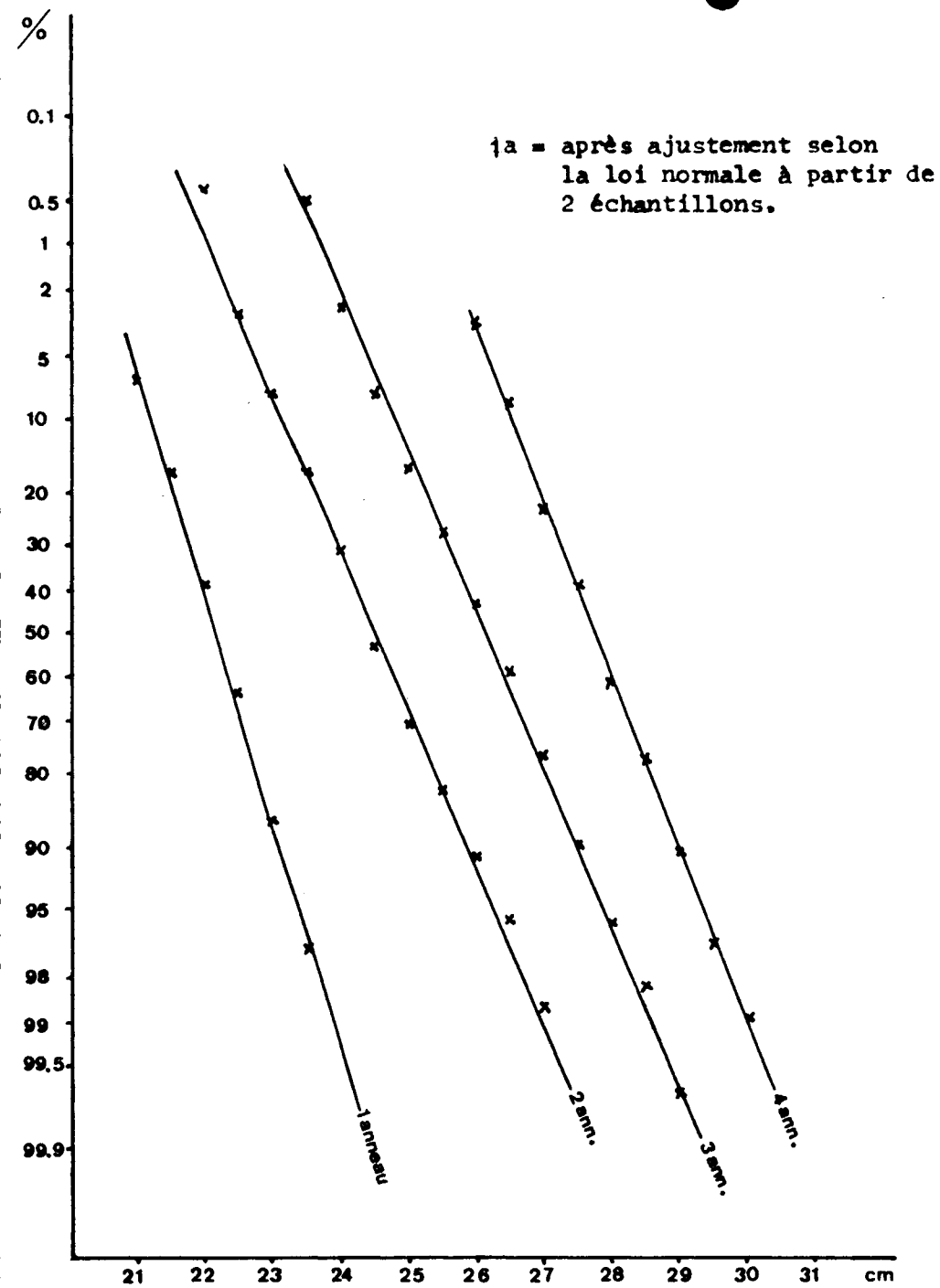


Fig. 1 - Anamorphose des fréquences cumulées des tailles pour chaque groupe d'âge de hareng (saison 1974/1975, secteur IV<sub>c</sub> + VIId).