

SUR UNE TECHNIQUE DE DETERMINATION DE GROUPES DE TAILLES, APPLICABLE A L'ETUDE DE CERTAINS ORGANISMES PLANCTONIQUES

De

C. ROGER et B. WAUTHY

Centre ORSTOM
Section Océanographie
Noumea (Nouvelle-Calédonie)

To overcome the drawbacks of individual measurements of the large number of Euphausiids caught by the 3.3 m Isaacs-Kidd MWT used aboard "Coriolis", from the Centre ORSTOM de Noumea (New-Caledonia) in the western Pacific, a method has been devised to sort the preserved organisms into some arbitrary groups of size. The device consists of a set of grilles made from equidistant glass rods, through which the organisms are sieved by the reciprocating motion of the grilles in the water. Tests on *Thysanopoda tricuspidata* have shown that sorting by number as well as by weight is effective and that the reproducibility is good. On practical grounds the sorting by size on the whole euphausiid catch goes before its separation by species.

INTRODUCTION

Dans l'étude biologique ou écologique d'une population planctonique déterminée, il est de toute première importance de disposer d'un critère permettant d'évaluer l'âge des individus, dans la mesure où jeunes et adultes présentent fréquemment une écologie différente, sont liés à des biotopes distincts, et accomplissent des migrations verticales journalières dissemblables.

Cette évaluation des âges peut être faite souvent, et notamment dans le cas des Crustacés, par la mesure de la taille ou du poids de l'individu. Toutefois, la mensuration individuelle devient rapidement impraticable lorsque le nombre de spécimens à examiner est trop élevé.

Les études entreprises au Centre ORSTOM de Noumea sur les Euphausiacés du Pacifique Ouest Equatorial sont basées sur le matériel récolté par le "Coriolis". En moyenne, le navire entreprend annuellement six croisières, le programme zooplancton de chacune d'elles comprenant environ une trentaine de traits au Midwater Trawl Isaacs-Kidd de 3.3 m. Le nombre moyen d'Euphausiacés récoltés par station est de l'ordre de 1.500, de telle sorte qu'une étude des cycles annuels, par exemple, implique l'examen de plusieurs centaines de milliers d'individus.

Il était donc tout à fait impératif de mettre au point une méthode qui fût,

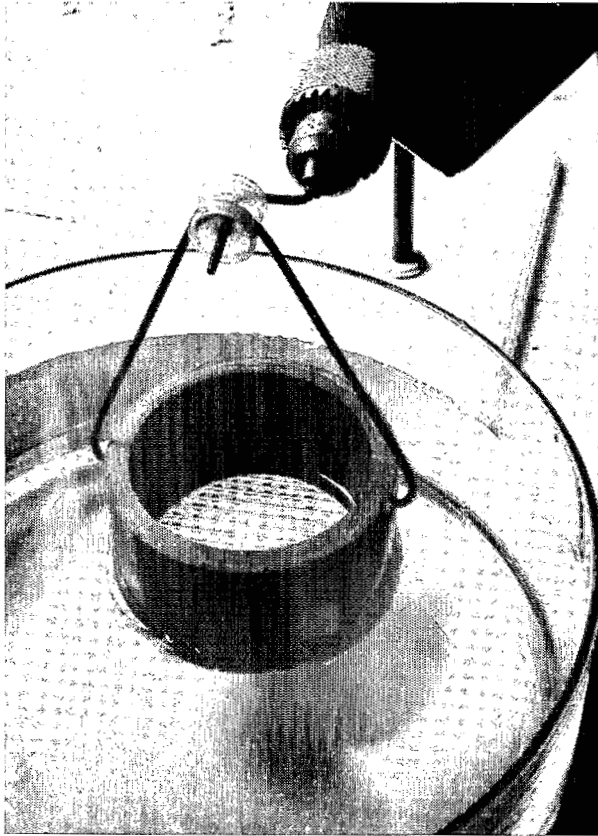


Figure 1. Appareillage utilisé pour la séparation en groupes de tailles.

d'une part assez rapide pour permettre le traitement d'un grand nombre de spécimens, d'autre part suffisamment précise pour que les résultats obtenus soient statistiquement significatifs.

La méthode décrite ci-dessous a été mise au point à partir d'une suggestion de Mr. A. MICHEL, Océanographe Biologiste au Centre ORSTOM de Noumea.

DESCRIPTION DE LA METHODE

APPAREILLAGE

L'appareillage utilisé est extrêmement simple (Figure 1). Il comprend :

Des paniers formés d'une section de tube en PVC épais, d'un diamètre de 10 cm environ et hauts de 6 à 7 cm. Le fond des paniers est constitué par un alignement de baguettes cylindriques en verre, d'un diamètre de 3 à 4 mm, et maintenues équidistantes à l'aide de petites cales composées d'un ou plusieurs fragments de lames pour microscope, dont l'épaisseur calibrée dé-

termine l'espace séparant entre elles les baguettes, c'est-à-dire la finesse du tamis.

On utilise une série de six tamis, dont les finesesses sont respectivement de 3.0, 2.5, 2.0, 1.6, 1.2, et 0.9 mm. Les écartements des baguettes d'un même tamis sont constants à ± 0.1 mm près.

Les finesesses des différents tamis ont été choisies arbitrairement, n'ayant été déterminées que par la nécessité de répartir en un nombre de groupes suffisant la gamme des tailles présentée par le matériel à étudier.

Un moteur électrique à rotation lente (35 tours/minute) dans le mandrin duquel est fixée une manivelle qui porte le panier par l'intermédiaire d'une anse métallique.

OPÉRATION

Le panier est placé au-dessus d'un grand cristallisoir, rempli d'eau jusqu'à un niveau tel que la surface se trouve à quelques millimètres au-dessus de la grille du tamis lorsque celui-ci est en position haute.

Les Euphausiacés, dont le nombre ne doit pas dépasser quatre à cinq cents individus, sont placés dans le panier 3.0, qui est mis en mouvement pendant 10 minutes.

Les animaux qui sont passés au travers de la grille, et se trouvent dans le cristallisoir sont récupérés, placés de la même façon dans le tamis suivant (2.5) et ainsi de suite.

Il est bien évident que le triage obtenu devra, *in fine*, être interprété au niveau de l'espèce. Toutefois, dans la mesure où l'on admet que les différentes espèces ne se gênent pas mutuellement, il y aura grand intérêt à effectuer l'opération triage avant la séparation des espèces, cette manière de procéder étant beaucoup plus rapide.

CRITIQUE DE LA METHODE

AVANTAGES

Traitement rapide d'échantillons numériquement importants.

Aucune intervention manuelle en cours de triage, par conséquent reproductibilité intégrale des conditions de travail.

Structure et matière (verre) de la grille de tamisage favorisant le passage des animaux.

Mouvement alternatif du panier, assurant à chaque révolution une aspiration des animaux vers la grille, suivie d'une remise en suspension complète. Chaque lot subit environ 350 cycles du panier, ce qui amène chaque individu à se présenter plusieurs dizaines de fois sur la grille dans la position favorable (sur le dos, c'est-à-dire que les pattes n'interviennent pas dans le calibrage).

INCONVÉNIENTS

Le critère de séparation des groupes de tailles est le diamètre maximum des individus (diamètre thoracique dans le cas des Euphausiacés), c'est-à-dire une valeur dont la variabilité est relativement faible par rapport à d'autres caractères tels que longueur ou poids, d'où une précision moins bonne de la séparation.

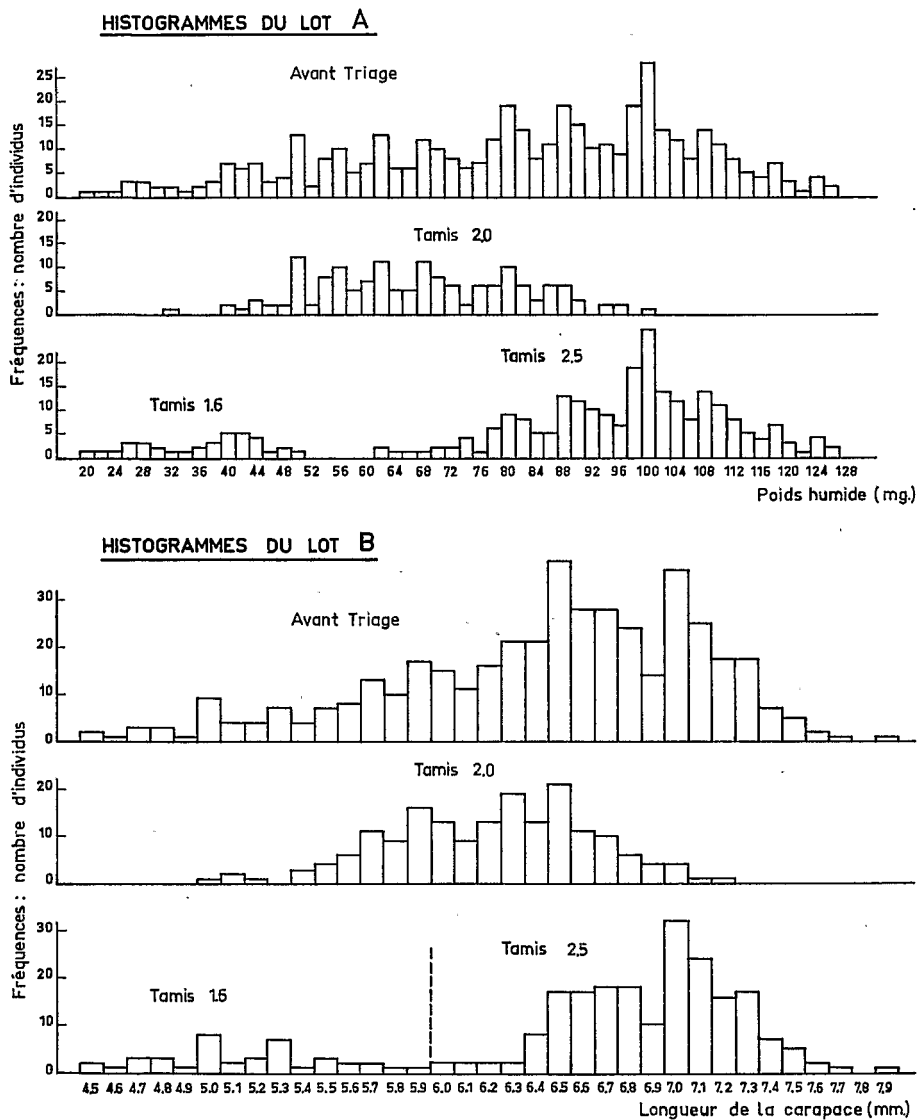


Figure 2. Composition des lots A (poids humide individuel) et B (longueur de la carapace) avant et après triage en groupes de tailles.

Grande importance de l'état de l'échantillon

Il est clair en effet qu'un individu traversera ou non un tamis donné suivant qu'il sera écrasé ou présentera au contraire une carapace décollée du thorax. On constate d'ailleurs que, dans la pratique, les effets de ces deux situations inverses tendent à s'annuler.

TABLEAU 1. Tri des lots A et B

	Lot A - Poids humide (mg)			Lot B - Longueur de la carapace (mm)		
	1,6	2,0	2,5	1,6	2,0	2,5
Tamis.....	1,6	2,0	2,5	1,6	2,0	2,5
Effectif..... n	36	155	240	40	178	203
Moyenne..... \bar{x}	37,0	67,7	99,2	5,15	6,21	6,92
Ecart type.... s	8,0	14,0	15,9	0,36	0,43	0,35
Ecart type de la moyenne... $s_{\bar{x}}$	1,33	1,12	1,02	0,06	0,03	0,02
Intervalle de sécurité de la moyenne au seuil de pro- babilité = 0,997	33,0	64,3	96,1	4,97	6,12	6,86
Coefficients de variation	21,6	20,7	16,0	6,0	6,9	5,1
$\frac{s}{\bar{x}}$ en %						

VALEUR DE LA METHODE

Deux séries de tests ont été réalisées sur l'espèce *Thysanopoda tricuspidata*, abondante dans les récoltes: la première pour établir l'efficacité du triage, la seconde pour avoir une idée de sa fidélité.

Les tailles des individus des échantillons utilisés couvraient les tamis 1.6, 2.0 et 2.5.

EFFICACITÉ

Deux lots A et B comprenant respectivement 431 et 421 individus ont été soumis au triage. Le caractère choisi pour la comparaison des catégories par tamis a été le poids humide individuel (en mg) pour le lot A et la longueur de la carapace (en mm) pour le lot B.

La figure 2 présente les histogrammes obtenus pour chacun des lots. Avant triage les distributions montrent une obliquité du côté des grandes tailles, introduite par l'engin de capture. Cette obliquité se retrouve après triage dans la distribution des catégories du tamis 2.5. Pour les autres catégories on peut noter également une platykurtosis dans les distributions. Ces déviations par rapport à une distribution normale étant susceptibles de varier d'un échantillon à l'autre, il est extrêmement délicat de préjuger de la loi de distribution réelle. Néanmoins, en première analyse, nous avons supposé que les distributions par catégories étaient approximativement normales.

Les caractéristiques des distributions des catégories triées figurent dans le tableau 1.

Des deux caractères choisis, la longueur de la carapace offre l'avantage d'une dispersion plus faible; ce fait peut s'expliquer par les inconvénients inhérents à notre détermination du poids humide qui est faite par un essorage manuel dans une gaze de nylon de maille 2.

La comparaison des intervalles de sécurité des moyennes au seuil de probabilité 0,997 montre clairement, aussi bien pour le poids humide que pour la longueur de la carapace, que les catégories triées sont significativement différentes quant à leur moyenne; par ailleurs elles ont des dispersions du même ordre.

La technique utilisée permet de trier un échantillon donné en plusieurs catégories dont les distributions présentent une dispersion indépendante du

TABLEAU 2. Triages successifs du lot C

Tri No		Tamis 1.6	Tamis 2.0	Tamis 2.5	Effectif total
	Effectif	95	276	136	507
1	1er essorage-pesée	48,0	73,4	109,8	
	2ème essorage-pesée	47,0	73,3	109,9	
	3ème essorage-pesée	46,7	73,1	110,3	
	Poids moyen \bar{P}	47,4	73,27	110,0	
	Ecart-type sP	0,535	0,125	0,216	
	Coeff. de variation $\frac{sP}{\bar{P}}\%$	1,13 %	0,17 %	0,20 %	
2	Effectif	88	302	111	501
	Poids moyen	47,0	74,3	114,0	
3	Effectif	92	289	121	502
	Poids moyen	46,6	72,8	109,4	
4	Effectif	76	313	109	498
	Poids moyen	45,6	72,3	112,1	
5	Effectif	71	312	115	498
	Poids moyen	44,9	70,4	110,2	
	Moyenne des effectifs N_1	84,40	298,4	118,4	
	Ecart-type	9,31	14,14	9,71	
	Coefficient de variation	11,03 %	4,74 %	8,20 %	
	Moyenne des poids moyens X_1	46,30 %	72,61	111,14	
	Ecart-type	0,92	1,29	1,69	
	Coefficient de variation	1,99 %	1,77 %	1,52 %	
	Moyenne des effectifs N_2	87,75	295,00	119,25	
	Ecart-type	7,25	13,87	10,68	
	Coefficient de variation	8,26 %	4,70 %	8,95 %	
	Moyenne des poids moyens X_2	46,650	73,165	111,380	
	Ecart-type	0,67	0,74	1,82	
	Coefficient de variation	1,43 %	1,10 %	1,63 %	

tamis correspondant et des moyennes significativement différentes au seuil de probabilité 0,997 d'un tamis à l'autre: le triage est donc efficace.

FIDÉLITÉ

A partir d'un lot C, différent des lots A et B, cinq triages ont été effectués en trois séances; le tri 1, puis les tris 2 et 3, enfin les tris 4 et 5. Conscients de l'imprécision de notre technique de détermination du poids humide, nous avons effectué un test de sa fidélité sur le tri 1, avant d'aborder la fidélité du triage proprement dite, en poids et en nombre.

(1) Fidélité de la détermination du poids humide

Le tri 1 a porté sur 507 individus répartis dans les trois tamis considérés; trois déterminations du poids humide individuel moyen dans chaque catégorie ont été faites successivement, avec réimmersion entre deux essorage-pesées.

Le détail des pesées est donné dans le tableau 2, tri 1, ainsi que les caractéristiques de leurs variations.

Nous constatons une diminution du poids moyen individuel au cours des essorage-pesées pour les tamis 1.6 et 2.0 mais le tamis 2.5 présente une variation inverse. Aussi, sans nous arrêter à ce détail, nous ne retiendrons que le fait que les coefficients de variation ne dépassent pas 1,13 %.

Nous pouvons donc accepter la détermination du poids humide comme suffisamment fidèle pour l'utiliser dans le test suivant car elle offre, au contraire de la longueur de la carapace, la possibilité d'obtenir la valeur moyenne individuelle d'une catégorie sans passer par les mesures des individus.

(2) *Fidélité du triage en poids*

Ce problème a deux aspects: d'une part la technique est-elle capable de répéter un triage sur un même lot et d'autre part le processus de triage est-il comparable d'un lot à l'autre?

Fidélité du triage sur un lot. Comme indiqué plus haut, le lot C a été soumis à cinq tris successifs.

Le détail figure dans le tableau 2, tris 1, 2, 3, 4, et 5, où sont donnés par tamis les effectifs et les poids moyens individuels, ainsi que les effectifs totaux du lot C. Nous y avons ajouté les caractéristiques des variations du poids moyen individuel pour l'ensemble des tris 1, 2, 3, 4, 5 d'une part et pour l'ensemble restreint des tris 1, 2, 3, 4 d'autre part.

Il est certain que le lot C s'est détérioré au cours des manipulations successives comme l'attestent les coefficients de variation de l'ensemble des tris 1, 2, 3, 4, 5, sensiblement plus élevés que ceux de l'ensemble 1, 2, 3, 4, ainsi que l'évolution du poids moyen individuel de l'ensemble du lot C qui passe de 78,27 mg pour le tri 1 et 78,33 pour le tri 2 à 76,80 pour le tri 3, 76,51 pour le tri 4, et 75,98 pour le tri 5. Cette diminution du poids individuel moyen est due en partie à la perte d'appendices au cours des brassages répétés et elle est en fait sous-estimée ici dans la mesure où quelques petits individus ont été perdus à travers le tamis 1.6 (voir les effectifs totaux, tableau 2, qui passent de 507 au premier tri à 498 au dernier tri).

La principale cause de variation venant très probablement des conditions de manipulation du test lui-même, nous accepterons la technique de triage par poids moyen individuel humide comme fidèle à 2% pour le lot donné (le coefficient de variation par tamis le plus élevé dans le cas de l'ensemble 1, 2, 3, 4, 5, le moins favorable, étant 1,99%).

Fidélité du triage sur deux lots. Pour savoir si les tamis avaient donné des tris comparables sur les deux lots différents A et C, nous avons fait deux estimations de la variance des poids moyens individuels par catégorie de tamis du lot C: l'une directement sur les triages successifs du lot C, l'autre indirectement sur une population fictive des poids moyens individuels du lot C qui seraient issus de populations d'individus triés selon la dispersion de la manipulation du lot A, compte-tenu des effectifs moyens du lot C et centrée sur les moyennes du lot C. Suivant les enseignements du paragraphe précédent, nous avons conduit les calculs de comparaison de ces variances avec l'ensemble des cinq tris d'une part, et avec les quatre premiers d'autre part.

Tous les éléments des calculs conduisant à la comparaison des estimations des deux variances figurent dans le tableau 3. Pour plus de clarté, nous avons indiqué dans la colonne "référence", l'origine de l'élément de calcul utilisé, bien qu'en fait le seul emprunt au tableau 1 de la manipulation du lot A soit le coefficient de variation C de la moyenne des poids moyens individuels.

Nous avons utilisé le test F de SNEDECOR.

Nos deux estimations de variances des poids moyens individuels dans le cas

TABLEAU 3. Comparaison des dispersions des moyennes des catégories triées à partir des lots A et C

		Tamis 1.6	Tamis 2.0	Tamis 2.5	Référence
Tris 1, 2, 3, 4, 5	Effectif des poids moyens n_1	5	5	5	
	Moyenne des poids moyens \bar{X}_1	46,30	72,61	111,14	
	Ecart-type des poids moyens S_1	0,92	1,29	1,69	Lot C
	Variance des poids moyens S_1^2	0,848	1,659	2,862	
	$\Sigma_1^2 = \frac{n_1}{n_1-1} S_1^2$	1,060	2,074	3,578	Tableau 2
Tris 1, 2, 3, 4	Effectif des poids moyens n_2	4	4	4	
	Moyenne des poids moyens \bar{X}_2	46,650	73,165	111,380	Lot C
	Ecart-type des poids moyens S_2	0,67	0,74	1,82	
	Variance des poids moyens S_2^2	0,447	0,545	3,302	Tableau 2
	$\Sigma_2^2 = \frac{n_2}{n_2-1} S_2^2$	0,597	0,727	4,402	
Variance d'une population des poids moyens issus du lot A et centrée soit sur \bar{X}_1 soit sur \bar{X}_2	Effectif des poids moyens n_3	∞	∞	∞	
	Meilleure estimation de la moyenne des poids moyens $\left\{ \begin{array}{l} \bar{X}_{31} = \bar{X}_1 \\ \bar{X}_{32} = \bar{X}_2 \end{array} \right.$	46,30 46,650	72,61 73,165	111,14 111,380	Tableau 2 Lot C
	Effectifs moyens N pour établir \bar{X}_1 ou \bar{X}_2 $\left\{ \begin{array}{l} N_1 = \\ N_2 = \end{array} \right.$	84,4 87,75	298,4 295,00	118,4 119,25	Tableau 2 Lot C
	Coefficient de variation C du lot A . .	21,6%	20,7%	16,0%	Tableau 1
	Ecart-type des poids moyens $\left\{ \begin{array}{l} S_{31} = \frac{C \bar{X}_1}{\sqrt{N_1}} \\ S_{32} = \frac{C \bar{X}_2}{\sqrt{N_2}} \end{array} \right.$	1,089 1,072	0,870 0,882	1,634 1,630	Lot A
	Variances des poids moyens $\left\{ \begin{array}{l} \Sigma_{31}^2 = S_{31}^2 \\ \Sigma_{32}^2 = S_{32}^2 \end{array} \right.$	1,186 1,149	0,757 0,778	2,670 2,657	
	$F = \frac{\Sigma_{21}^2}{\Sigma_{31}^2}$ ou $\frac{\Sigma_{31}^2}{\Sigma_{21}^2}$	1,20	2,74	1,33	
	Probabilité α de dépasser la valeur F $\left\{ \begin{array}{l} f_1 = 4 \quad f_2 = \infty \\ f_2 = \infty \quad f_1 = 4 \end{array} \right.$	>0,250	>0,025	>0,250	Table FISHER- SNEDECOR
	$F = \frac{\Sigma_{32}^2}{\Sigma_{31}^2}$ ou $\frac{\Sigma_{31}^2}{\Sigma_{32}^2}$	1,924	1,070	1,656	
	Probabilité α de dépasser la valeur F $\left\{ \begin{array}{l} f_1 = 3 \quad f_1 = \infty \\ f_2 = \infty \quad f_2 = 3 \end{array} \right.$	>0,250	>0,250	>0,150	Table FISHER- SNEDECOR

de l'ensemble des tris 1, 2, 3, 4, 5 ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité 0,250 pour les tamis 1.6 et 2.5 mais ce seuil s'abaisse à 0,025 pour le tamis 2.0. Si on se restreint aux tris 1, 2, 3, 4, il n'y a pas de différence significative au seuil 0,150 pour les trois tamis (ce seuil reste à 0,250 pour les tamis 1.6 et 2.0).

Nous n'avons pas pu mettre en évidence de différence significative dans les dispersions des poids moyens individuels des catégories triées sur deux lots différents. La technique de triage sera donc considérée comme fidèle d'un lot à l'autre.

(3) Fidélité du triage en nombre

Le dénombrement des individus retenus sur chaque tamis étant une opération facile et de toute manière nécessaire pour établir le poids moyen individuel, nous avons fait un test de fidélité du triage en nombre sur le lot C.

TABLEAU 4. Fidélité du triage (en nombre): % en nombre de chaque catégorie du lot C

Tamis	1.6	2.0	2.5	Total
Triages				
1	18,73	54,44	26,82	100
2	17,56	60,28	22,16	100
3	18,32	57,57	24,10	100
4	15,26	62,85	21,89	100
5	14,26	62,65	23,09	100
Moyenne	17,48	58,76	23,76	100

Les % en nombre de chaque catégorie triée par rapport à l'effectif total du lot C sont donnés dans le tableau 4. Les valeurs du χ^2 des comparaisons des effectifs des tris pris deux à deux ainsi que les probabilités de dépasser ces valeurs pour deux degrés de liberté sont portées dans le tableau 5.

Il y a une différence hautement significative (seuil de probabilité 0,001) entre les tris 1-4 et les tris 1-5; ce résultat confirme la détérioration du lot C au cours des manipulations. Si on ne tient pas compte de ces comparaisons entre tris extrêmes, nous obtenons des différences significatives (seuil 0,05) pour les couples 1-2, 3-4 et 3-5, mais aucune différence très significative (seuil 0,01).

Pour l'application ultérieure de cette technique de triage, nous retiendrons qu'il ne faudra tenir compte d'une différence éventuelle entre deux tris en nombre qui si elle est significative au seuil de probabilité 0,01.

Avec cette restriction, nous pouvons considérer le triage en nombre comme fidèle.

CONCLUSION

Il semble donc que la présente technique, si rudimentaire et arbitraire qu'elle soit, permette de répartir les représentants d'une espèce donnée en catégories de taille bien distinctes et que la dispersion des poids moyens individuels de chaque catégorie soit comparable d'un échantillon à l'autre: un coefficient de variation moyen unique de l'ordre de 2% pour des effectifs par catégorie supérieure à 30 pourrait être retenu. Il est bien entendu que la moyenne des poids moyens varie, pour une même espèce, en fonction des caractéristiques du milieu ou de l'histoire de son développement jusqu'à la capture.

TABLEAU 5. Fidélité du triage (en nombre): valeurs du χ^2 pour les cinq tris du lot C pris deux à deux, et probabilité de dépasser cette valeur pour deux degrés de liberté

Couples de triages	χ^2	Probabilité de dépasser cette valeur pour: ddl = 2
1-2	7,55	0,023
1-3	2,33	0,32
1-4	14,25	0,001
1-5	14,10	0,001
2-3	1,63	0,45
2-4	2,07	0,36
2-5	3,76	0,16
3-4	5,99	0,05
3-5	8,86	0,035
4-5	0,66	0,72

Il est donc suggéré pour l'application future de cette technique, que les comparaisons entre stations ou entre croisières soient faites sur les nombres par un test de χ^2 et sur les poids moyens humides en se basant sur un coefficient de variation de 2%.

Il est clair que l'état de conservation des individus de l'échantillon est un facteur important de la précision du triage; puisqu'il est pratiquement impossible de trier le matériel à l'état frais, le stockage après fixation sera réalisé dans des conditions propres à éviter toute altération des caractères dimensionnels des individus. Pour la même raison, le triage aura intérêt à être effectué avant la manipulation de l'échantillon, c'est-à-dire qu'en pratique il précèdera la détermination spécifique des individus, celle-ci se faisant à l'intérieur de chaque groupe de tailles, et les résultats obtenus étant interprétés au niveau de l'espèce.

RESUMÉ

1. Une technique de triage par groupes de tailles applicable en routine à certains organismes planctoniques est décrite.
2. Elle est basée sur un calibrage des organismes en suspension dans l'eau par passage à travers une série de grilles composées de baguettes de verre équidistantes.
3. Les avantages et les inconvénients de son application à l'étude des Euphausiacés sont considérés.
4. Des tests effectués sur l'espèce *Thysanopoda tricuspidata* montrent que la technique de triage est efficace et fidèle tant en poids qu'en nombre.
5. Pour des raisons pratiques le triage global des Euphausiacés d'une récolte précède la séparation par espèce.

C. ROGER et B. WAUTHY
SUR UNE TECHNIQUE DE DETERMINATION
DE GROUPES DE TAILLES, APPLICABLE A
L'ETUDE DE CERTAINS ORGANISMES
PLANCTONIQUES

EXTRAIT DU JOURNAL DU CONSEIL INTERNATIONAL
POUR L'EXPLORATION DE LA MER
VOL. 32. No. 2. 1968

B14092

1/10/72