

Sélection du chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds

A. MICHEL et R. GRANDPERRIN

Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa; Nouméa, New Caledonia

23 SEP. 1970

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° B14,364, ex 1

Abstract

Selection of the 10-foot Isaacs-Kidd midwater trawl

This paper deals with the selection of the 10-foot Isaacs-Kidd midwater trawl, 4 mm in mesh size, which terminates in a fine-mesh section of 1 mm mesh aperture. It is emphasized that this finer mesh adds a large fraction of small animals to the main catch. This fraction has been estimated from comparisons between catches collected (1) with the above gear, (2) with the above gear terminating in a 4 mm mesh cod-end, (3) with the 1 mm mesh cod-end used alone as a net. It is demonstrated that escape through 4 mm meshes is a function both of hauling duration and of vertical distribution of organisms. The experimental part of this work has been carried out on crustaceans.

Introduction

Les organismes planctoniques et micronectoniques ont un spectre de tailles large, de quelques dizaines de microns à 20 ou 30 cm. A l'exception des plus petits pour lesquels des méthodes de pompage et d'emprisonnement d'un volume d'eau peuvent être envisagées, le seul moyen de capture utilisé actuellement pour des études quantitatives de distribution ou de biologie est la filtration d'eau *in situ* par des filets de caractéristiques variées. L'emploi de ces filets a pour objectif l'obtention d'un échantillon représentatif des populations en place. Or, l'échantillonnage peut être faussé par l'évitement et par l'échappement, phénomènes distincts fonction des caractéristiques du filet. Ils aboutissent l'un et l'autre au même résultat, une sous-estimation, voire même une disparition, dans les récoltes, des tailles extrêmes. Pour chaque filet utilisé, et pour chaque espèce, il faudra donc définir les tailles valablement échantillonnées et celles dont l'abondance est sous-estimée et auxquelles il faudrait appliquer un facteur correctif pour parvenir à une évaluation globale des populations en place.

Le choix d'un filet dépend de la largeur du spectre de tailles des espèces ou groupes d'espèces que l'on désire échantillonner. Si, en théorie, on peut concevoir le filet idéal adapté aux besoins de chaque type d'études, on se trouve en pratique limité, surtout pour les espèces micronectoniques, par des facteurs technologiques tels que dimensions des engins, manipulation à bord, possibilités de traction par les navires de

recherche classiques, et aussi par un facteur logistique, la rentabilité du temps de travail bateau. Ce dernier facteur conduit à essayer d'obtenir, avec un seul filet, des récoltes intéressant le plus grand nombre d'espèces.

Pour les organismes purement planctoniques qui ont, par définition, des capacités de déplacement faibles, les ouvertures des filets à mettre en oeuvre pour que l'évitement soit négligeable sont tout à fait compatibles avec les possibilités d'emploi à bord d'un bateau; la maille sera alors choisie en fonction des plus petites tailles que l'on veut échantillonner et la longueur du filet calculée de telle sorte que le coefficient de filtration soit le plus élevé possible (TRANter et HERON, 1967; TRANter et SMITH, 1968).

Par contre, pour les organismes micronectoniques caractérisés en général par de grandes capacités de déplacement et des spectres de tailles plus larges, il faut, pour réduire l'évitement, concevoir des filets de grande ouverture qui, pour des raisons de tension sur les câbles tracteurs et sur les treuils, ne peuvent supporter la maille fine qui serait compatible avec un bon échantillonnage des petites tailles. Une solution consisterait à échantillonner l'ensemble du spectre d'une espèce avec plusieurs filets d'ouvertures et de vides de maille décroissants puis d'isoler ensuite, dans chaque récolte, la fraction la plus représentative de la population réelle, la juxtaposition des fractions ainsi obtenues fournissant alors un échantillon valable. Cette méthode entraîne des complications techniques qui n'ont pas encore été résolues: obligation de fixer les filets le plus près possible les uns des autres pour éviter les variations dues à la surdispersion des organismes et surtout difficulté d'isoler au laboratoire des fractions se raccordant sans solution de continuité. Aussi, la plupart des études sur le micronecton reposent elles sur un échantillonnage effectué par des filets qui sont des compromis. Ils fournissent des récoltes faussées par les phénomènes d'évitement et d'échappement mais sont, à l'heure actuelle, les seuls utilisables en routine à bord.

Dans l'optique des études sur le micronecton poursuivies au Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, le choix des caractéristiques du filet reposait sur les critères suivants: (1) capture des plus grandes tailles, d'où grande ouverture réduisant l'évitement et maille

assez large pour que le coefficient de filtration soit élevé et qu'une vitesse de trait suffisante puisse être utilisée sans tension excessive sur le câble tracteur; (2) capture conjointe des petites tailles, d'où utilisation comme cul d'un filet conique à mailles fines.

Conformément aux recommandations de la WORKING PARTY 4 (Zooplankton Sampling 1968) sur le micronecton, l'engin retenu a été le chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds¹ (ISAACS et KIDD, 1953), d'ouverture 7,870 m². Il a été gréé avec une maille de 4 mm et son cul est constitué par un filet conique ordinaire de 50 cm de diamètre¹ d'ouverture 0,196 m² et de maille 000 (vide de maille compris entre 900 et 1000 μ) terminé par un collecteur en plastique transparent de 15 cm de diamètre avec 4 séries d'ouvertures circulaires filtrantes de même maille que le cul. Il est bon de remarquer ici que la maille 000 n'est qu'exceptionnellement sujette au colmatage dans les eaux du Pacifique Equatorial Central et Occidental et dans les eaux oligotrophes du Pacifique Sud tropical où ce filet est utilisé en routine.

Considérations théoriques sur la sélection

Il convient de noter que le type de filet utilisé avait été conçu primitivement pour des études qualitatives. Le présent travail se propose d'étudier ce que l'on peut en attendre du point de vue quantitatif, chaque récolte globale étant la résultante des sélections des 2 mailles.

— La sélection de la maille de 4 mm porte, sur la fraction de la population qui a pénétré dans la gueule du filet.

— La sélection de la maille 000 du cul porte parmi les organismes issus de la sélection précédente, sur ceux théoriquement capables de s'échapper au cours du trait si le filet était entièrement constitué de maille de 4 mm. La sélection de la maille 000 s'effectue donc sur une population modifiée, dans l'abondance relative des groupes de tailles, par son passage dans la partie avant du filet, une fraction des organismes ayant échappé à travers la maille de 4 mm tandis que l'autre est drainée jusqu'à l'ouverture du fco 50.

Sélection de la maille 000 et de la maille 4 mm

Pour schématiser les phénomènes, toutes les courbes de sélection de cette partie théorique ont été dessinées pour des populations imaginaires dont l'allure générale est représentée par une fraction d'hyperbole.

L'échappement à travers la maille 000 intéresse les organismes les plus petits. Pour un filet maille 000 d'ouverture importante, leur évitement peut être considéré comme insignifiant. Les phénomènes d'évitement et d'échappement sont donc indépendants, les

organismes capables d'éviter ne pouvant échapper et vice versa (Fig. 1). La partie moyenne de la récolte sera donc indépendante de ces deux causes de sous-estimation et pourra être considérée comme représentative. Ceci est réalisé dans le cas des filets à plancton classiques dont on détermine les caractéristiques de

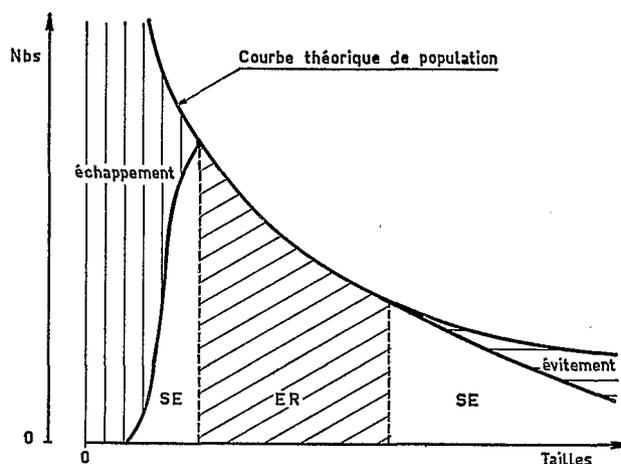


Fig. 1. Sélection théorique de la maille 000. ER Echantillonnage représentatif; SE sous-estimation

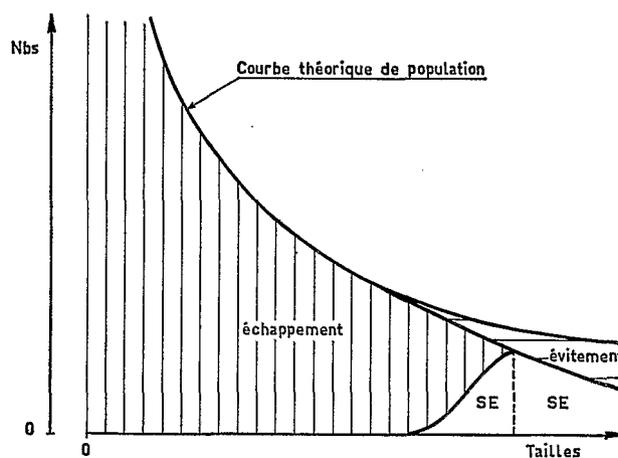


Fig. 2. Sélection théorique de la maille 4 mm. SE Sous-estimation

manière à ce que les espèces à étudier se trouvent comprises dans cette zone moyenne.

Par contre, pour un filet gréé entièrement avec de la maille 4 mm, l'échappement joue pour des organismes dont la taille est importante et dont les capacités d'évitement peuvent être fortes, ce qui fait qu'évitement et échappement risquent d'intéresser simultanément les classes de tailles moyennes (Fig. 2). Ce chevauchement varie suivant l'importance des 2 phénomènes et, pour certaines espèces, aucune classe de tailles ne peut alors être jugée échantillonnée de façon représentative.

¹ Dans la suite du texte, ces filets seront respectivement désignés par IKMT 10 et par fco 50.

Évitement et échappement

L'évitement, phénomène actif propre à chaque individu ne dépend, pour un coefficient de filtration donné, que de la surface d'ouverture et de la vitesse du filet. Si ces 2 caractéristiques restent constantes, il sera possible de comparer quantitativement les traits entre eux, même pour les fractions soumises à la sous-estimation de la population à laquelle l'évitement conduit. Le passage à la population réelle impliquera ensuite une connaissance de cet évitement.

Il semble par contre que le phénomène d'échappement soit beaucoup plus complexe, le facteur temps pouvant intervenir. En effet, il dépend non seulement de la taille de l'individu par rapport à la taille de la maille, mais aussi du nombre de fois où l'organisme

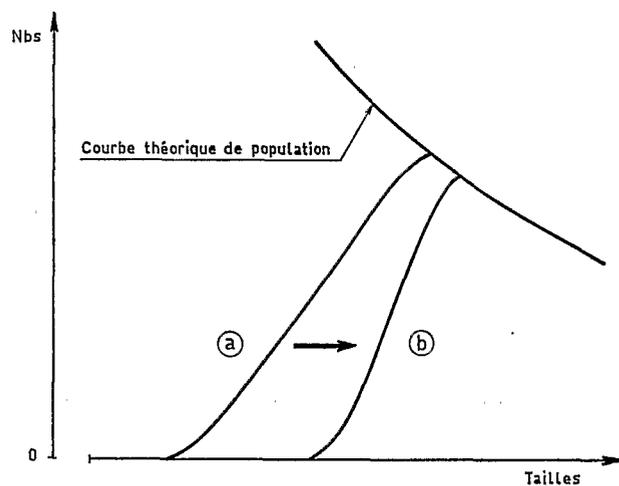


Fig. 3. Déplacement apparent de la courbe de sélection d'une maille donnée en fonction de la durée du trait. a début de trait; b fin de trait

touche les parois du filet. Ces contacts dépendent de ses capacités de déplacement face à l'écoulement de l'eau. Ces capacités peuvent varier suivant les espèces et les individus mais aussi suivant le temps passé dans le filet. Notons en effet, que les récoltes présentent simultanément, pour une même espèce et pour un même groupe de tailles, tous les intermédiaires entre des individus encore vivants en parfait état et d'autres très détériorés. Ces différences de conditions sont très certainement le reflet du nombre de contacts avec les parois, conséquence directe du temps de séjour. Ceci a été bien mis en évidence par LEGAND (communication personnelle) dans une étude sur *Cyclothone pallida*. Les individus d'une classe de tailles donnée récoltés au cours de trait à 1000 m de nuit ont été comparés aux individus de même taille récoltés au cours de trait à 1000 m de jour. De nuit, les individus détériorés représentent 19% de l'effectif alors qu'ils représentent 53% de jour. Cette différence serait due à une différence

de durée de séjour dans le filet, conséquence des changements dans la distribution verticale, les poissons se situant de jour plus en profondeur que de nuit. Les facultés de résister à l'entraînement des filets d'eau, de rechercher ou de fuir le contact des parois ne semblent pas constantes. L'échappement risque donc de varier en fonction du temps pour un même organisme. Il existe une certaine analogie entre ce phénomène et un tamisage. En effet, au début d'un tamisage, les éléments fins, capables de passer à travers les mailles, sont très nombreux. Lorsqu'on poursuit l'opération, le nombre de ces éléments décroît en fonction du temps. Il s'annule si ce dernier est assez long. Pour obtenir des résultats reproductibles, il conviendra donc de tamiser assez longtemps. L'analogie s'arrête là car, pour une population planctonique ou micronectonique, le tamisage, appelé sélection, s'accompagne en permanence d'un apport de matériel nouveau, de telle sorte qu'il ne peut pas être instantanément reproductible. A taille égale, les individus qui sont rentrés les derniers ont beaucoup moins de chance de s'échapper que les premiers. A la limite, un trait très court ramènera une récolte proportionnellement plus abondante qu'un trait long, la différence jouant sur les tailles susceptibles d'échapper. Ainsi, le facteur durée de trait risque de modifier l'échantillon. Tout se passe dans ce cas comme si la courbe de sélection de la maille se déplaçait vers la droite en fonction du temps, le déplacement étant plus important pour les petites tailles que pour les grandes tailles (Fig. 3). Même en les ramenant au même volume d'eau filtrée ou à une longueur standard, il n'est ainsi théoriquement pas possible de comparer entre eux des traits d'inégales durées. L'importance de ce phénomène variera suivant le type de mailles.

Sélection du chalut

L'examen d'une récolte effectuée à l'aide d'un filet quelconque montre, pour une espèce donnée, que l'échappement n'a pas lieu pour une taille définie mais qu'il s'étale sur un intervalle de largeur variable (SAVILLE, 1958). Cet étalement est dû à la plasticité des organismes qui peut permettre à ceux dont la taille est légèrement supérieure à celle de la maille, de se forcer un passage par leurs mouvements propres et à la rétention d'organismes légèrement plus petits que la maille, qui n'avaient pas encore réussi à s'échapper au moment où le filet sortait de l'eau.

Pour la maille 000, les organismes susceptibles de la traverser ont, nous l'avons vu, une capacité de nage faible par rapport aux vitesses de traits habituels: ils seront donc plaqués sur les parois, et l'échappement éventuel se fera alors rapidement. Par ailleurs, les mailles 000 en fibres monofilament synthétique rigides ont une dimension relativement constante, peu modifiée par la pression des filets d'eau. La courbe de sélection sera donc très verticale dans sa partie échappement,

portant sur un intervalle de tailles étroit (SAVILLE, 1958, et Fig. 4a). Dans ce cas, l'influence du facteur temps sera donc relativement faible, exception faite peut être pour des traits de très courte durée à vitesse lente (traits verticaux).

Pour la maille 4 mm, le phénomène est sensiblement différent car les organismes intéressés sont susceptibles d'avoir un comportement actif vis-à-vis des parois. Cette maille, en fibres synthétiques souples tressées, présente une ouverture qui est loin d'être régulière, variant en fonction des tensions exercées sur les pans du filet: se formeront ainsi, tous les intermédiaires entre des mailles carrées et des mailles complètement étirées susceptibles de retenir de très petits organismes. Ceci ralentira l'échappement et on peut s'attendre à obtenir une courbe de sélection portant sur un large intervalle de tailles (Fig. 4b).

Les considérations précédentes concernent les 2 sélections prises séparément. Celle du chalut sera en fait différente de leur simple juxtaposition car elles vont réagir l'une sur l'autre. Pour les gros organismes entrés dans le filet et retenus à 100% par la maille de 4 mm, l'action du fco 50 n'apportera aucune modification. Les autres ont tous la possibilité d'échapper à travers la maille de 4 mm pendant le parcours de la gueule du chalut jusqu'à la gueule du fco 50. Cependant, une partie, canalisée par les filets d'eau ou refusant le contact des parois se présentera néanmoins devant la gueule du fco 50. On a donc à ce niveau une population modifiée dans l'abondance relative de ses groupes de taille par l'échappement différentiel le long des parois de maille 4 mm. La réduction des mailles due à la présence du fco 50 intervient alors, perturbant l'écoulement des filets d'eau et ralentissant l'entrée des organismes dans le cul. Ce ralentissement s'accompagne probablement d'une certaine turbulence (CLUTTER et ANRAKU, 1968) donne aux organismes une nouvelle possibilité de s'échapper avant d'être entraînés dans le fco 50 où ils y subiront sa sélection. Certains auteurs (ISAACS et BROWN, 1966; CLARKE,

1969; KINZER, 1969) ont d'ailleurs souligné qu'en utilisant des filets terminés par des collecteurs multiples (FOXTON, 1963; LONGHURST et al., 1966) ou par

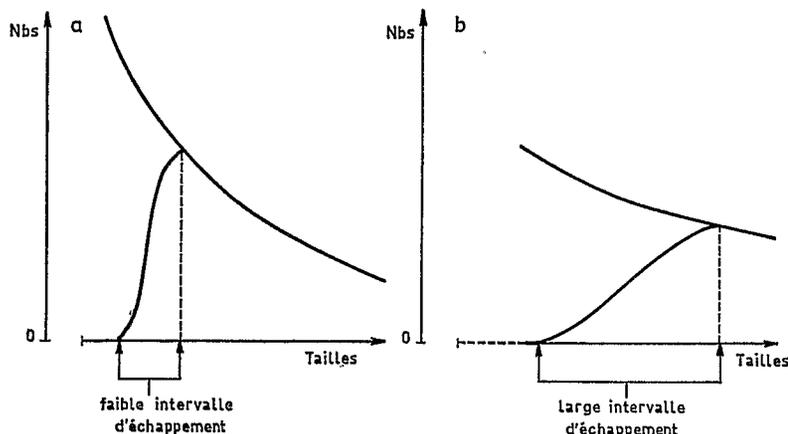


Fig. 4. Différentes formes de la partie échappement de la courbe de sélection. (a) Maille 000; (b) maille 4 mm

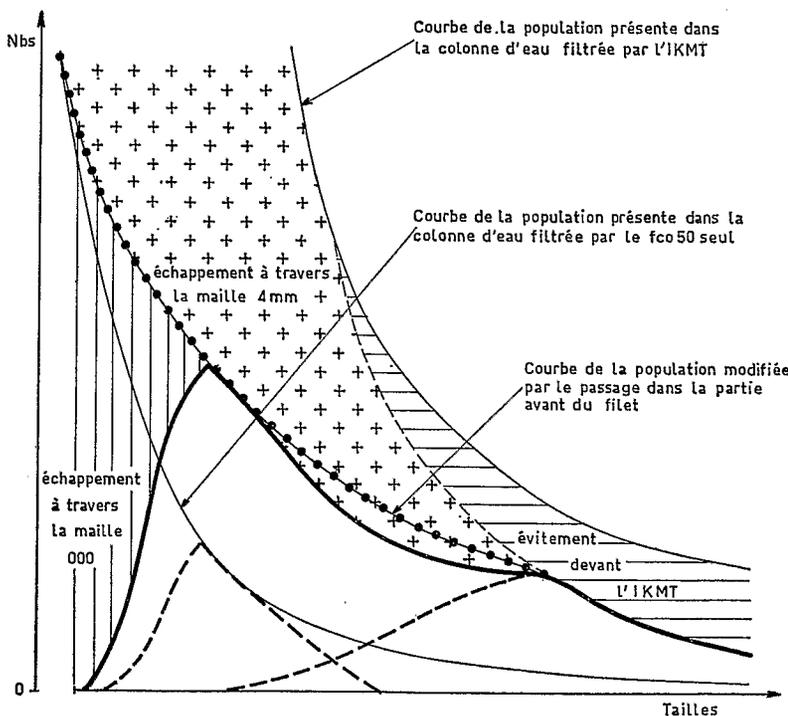


Fig. 5. Courbe théorique de sélection du chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds. ----- Courbe de sélection de la maille 4 mm prise isolément; courbe de sélection de la maille 000 prise isolément; ——— courbe résultante de l'action conjointe des 2 mailles

des filets ouvrant-fermant de maille plus fine (BE, 1962; PEARCY et HUBBARD, 1964) on observait une contamination importante entre les récoltes des

différents niveaux. Ceci prouve que les organismes ne sont pas entraînés immédiatement dans la partie terminale du filet et sont susceptibles de rester en contact avec les mailles de la partie antérieure.

La courbe de sélection du chalut (Fig. 5) est donc une courbe très différente de la courbe théorique de la population à échantillonner. Sa forme pourra varier suivant les importances respectives des phénomènes d'échappement et d'évitement. Les facteurs influençant ces phénomènes sont, la vitesse du filet pour l'évitement, la durée du trait pour l'échappement. S'il est en théorie relativement facile d'employer une méthodologie pour laquelle les vitesses de traits sont constantes, il est bien évident que des traits à différentes profondeurs vont avoir des durées différentes et risquent de ramener des échantillons dont la représentativité sera variable.

D'après ces considérations théoriques, il apparaît donc que le chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds est mal adapté à l'étude quantitative absolue des populations. Par contre, il permet la comparaison quantitative entre traits à condition que la méthodologie employée soit la même, en particulier, vitesse et durée des traits. En outre ce type de filet est le plus utilisé en routine pour les études portant sur la micronecton car il collecte des organismes pour lesquels les filets classiques sont souvent inefficients en raison d'un évitement important.

Etude pratique de la sélection

Pour préciser l'allure de la courbe de sélection, tenter d'évaluer les domaines respectifs de l'évitement

et de l'échappement et étudier l'importance du facteur temps dans l'échappement, on a choisi d'étudier les crustacés récoltés par l'IKMT 10. Ces crustacés sont nombreux et couvrent un spectre de tailles très large. D'autre part, la méthode de ROGER et WAUTHY (1968), pour les euphausiacés permet, par tamisages successifs sur tamis à baguettes de verre, d'obtenir des groupes de tailles suffisamment étroits pour l'étude recherchée (0,7 — 0,9 — 1,2 — 1,6 — 2,0 — 2,5 — 3,0 — 3,5 — 4,0 — 5,0 et 6,0 mm). Les limites des groupes de tailles correspondant à l'écartement des baguettes de verre, la mesure est donc celle du diamètre thoracique. On a travaillé sur une population comprenant des mysides, des sergestides, des carides, mais surtout des euphausiacés. Les valeurs obtenues représentent des valeurs moyennes pour l'ensemble de ces groupes, valeurs qui pourront s'écarter sensiblement des valeurs réelles pour chaque espèce.

Comparaison des récoltes d'un chalut à cul de maille 000 à celles d'un chalut à cul de maille 4 mm

Cette comparaison a été réalisée en septembre 1969 sur l'équateur par 140° W durant la croisière «Caride V» du «N.O. Coriolis». 7 couples de traits 0 à 150 m ont été effectués de nuit. Chaque couple comprenait un trait d'IKMT 10 avec cul de maille 000 suivi immédiatement d'un trait de même caractéristique en utilisant cette fois un cul de maille 4 mm. Cette étude permet d'observer la sélection de la maille 4 mm seule et de la comparer à la sélection modifiée par la présence du cul 50 de maille 000. Les histogrammes des groupes de taille obtenues après tamisage sont repré-

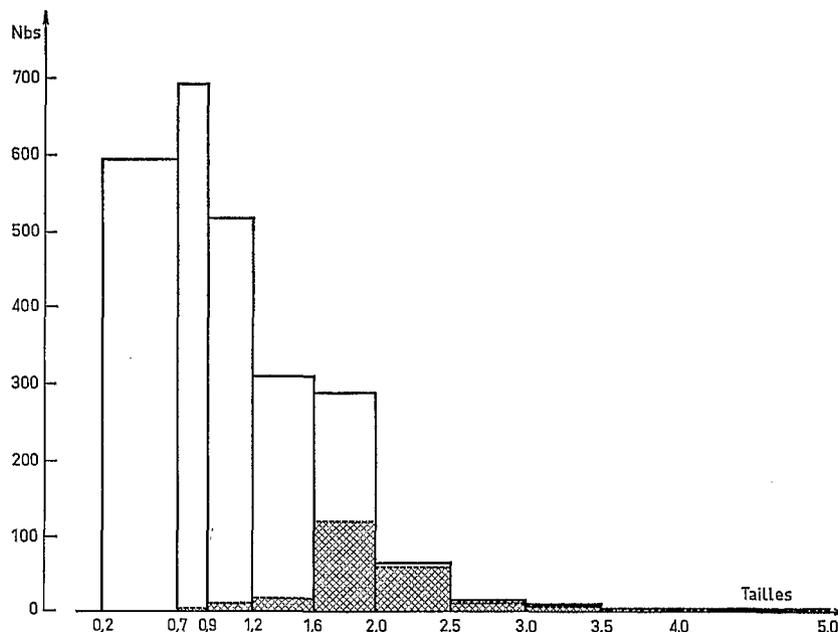


Fig. 6. Comparaison des récoltes d'un chalut à cul de maille 000 à celles d'un chalut à cul de maille 4 mm. — Chalut à cul de maille 000; chalut à cul de maille 4 mm

sentés Fig. 6 (abondance de chaque groupe proportionnelle à la surface de chaque rectangle). Ils sont pratiquement confondus à partir du groupe de tailles 2,0 à 2,5. Pour les tailles inférieures à ce groupe, on constate une diminution importante des récoltes de l'IKMT 10 avec cul de maille 4 mm. Il collecte cependant des organismes dont les tailles s'étalent jusqu'à 0,7. L'intervalle où joue l'échappement est donc large, en accord avec les considérations théoriques de la Fig. 4b, ce qui s'explique, au moins partiellement, rappelons-le, par un manque d'uniformité des mailles de 4 mm plus ou moins étirées suivant les tractions exercées.

Pour les tailles supérieures à 2,5 - 3,0, tout l'échantillon récolté est dû à l'action de la maille de 4 mm et ne doit rien au fco 50. Il est donc à rapporter à l'ouverture du chalut et ne diffère de la population en place que par la part due à l'évitement.

Pour les tailles comprises entre 2,0 et 2,5, nous l'avons vu, l'apport du fco 50 est faible.

Pour les tailles comprises entre 1,6 et 2,0, 42% proviennent de la sélection de la maille 4 mm seule et 58% de la présence du fco 50.

Pour les tailles inférieures à 1,6, la quasi totalité de la récolte est due à la présence du cul fco 50 maille 000. Parmi ces tailles, pour celles qui sont supérieures à 0,7, on est en droit de supposer que l'échappement à travers la maille 000 est nul, bien que le n° 000 corresponde à un vide de maille de 1 mm. En effet, la forme allongée rigide de ces crustacés et la présence de longs appendices augmentent leur section effective de rétention (GRANDPERRIN et MICHEL, 1969). En dessous de

la taille 0,7, l'échappement à travers la maille 000 commence à jouer.

En conclusion, il ressort de cette comparaison que la présence d'un cul fco 50 de maille 000 sur un chalut IKMT 10 modifie profondément la physionomie de l'échantillon. L'échappement à travers la maille de 4 mm intéresse au moins toutes les tailles inférieures à une valeur comprise entre 2,0 et 2,5 mm. Pour les tailles supérieures, les récoltes de plusieurs traits seront quantitativement comparables à condition que l'évitement ait été le même (même vitesse de trait). Pour les tailles inférieures les récoltes de plusieurs traits ne sont plus rigoureusement comparables, celles qui ne sont pas entraînées directement dans le cul du fco 50 pouvant être sujettes à un échappement variable avec leur taille et la durée de séjour dans la partie à mailles 4 mm du filet.

Comparaison des récoltes de l'IKMT 10 aux récoltes d'un fco 50 maille 000

Au cours de l'expérimentation précédente, un fco 50 maille 000 avait été couplé à l'IKMT 10, quelques mètres au dessus. L'étude qui suit porte donc sur la comparaison quantitative des récoltes de crustacés effectuées par ces deux engins explorant en même temps les mêmes couches d'eau (Fig. 7).

On constate, que les tailles supérieures à 2,5 sont retenues uniquement par l'IKMT 10 et qu'elles évitent totalement de fco 50. Pour les tailles inférieures, chaque filet ramène des organismes, mais les récoltes de l'IKMT 10 sont toujours plus abondantes.

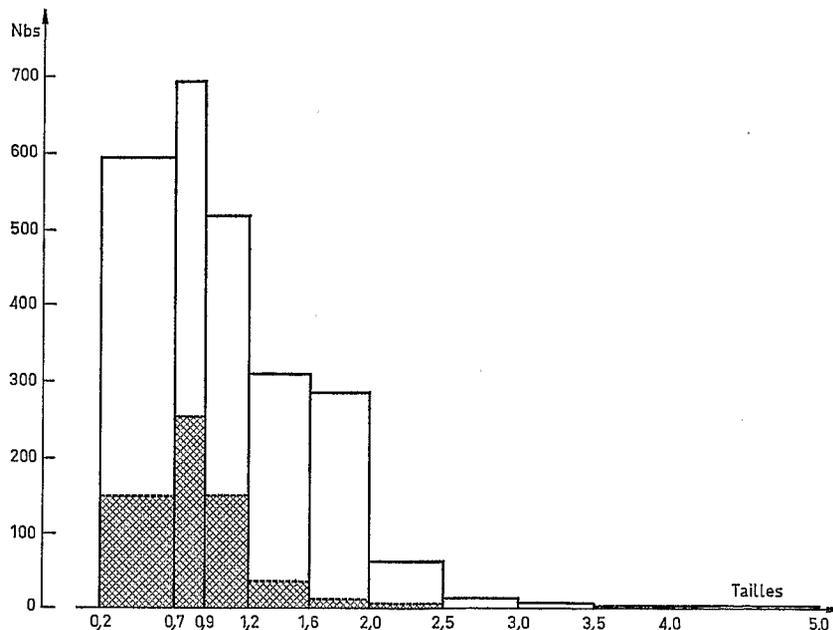


Fig. 7: Comparaison des récoltes d'un chalut à cul de maille 000 à celles d'un fco 50 maille 000 isolé. — Chalut à cul de maille 000; fco 50 maille 000

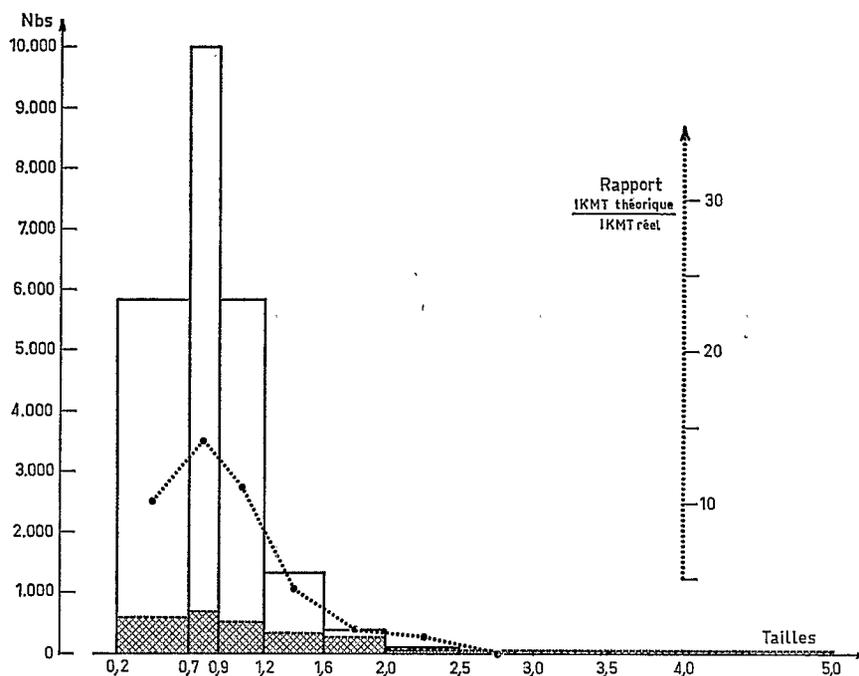


Fig. 8. Comparaison des récoltes d'un chalut à cul de maille 000 à celles d'un chalut théorique à maille unique 000 (récolte déduite du fco 50 maille 000 par multiplication par 40, rapport des surfaces d'ouvertures des 2 filets). — Chalut théorique maille 000; chalut 4 mm à cul de maille 000

Pour les plus petites tailles, on aurait pu supposer que l'action du chalut serait peu différente de celle de son cul de maille 000 et qu'il ramènerait ainsi une récolte égale à celle du fco 50 isolé. Or, les tailles inférieures à 0,7 sont 4 fois plus abondantes dans le chalut. L'action de sa partie avant est donc sensible même pour les organismes dont les possibilités d'échappement à travers la maille de 4 mm sont théoriquement totales. Les différences d'ouvertures et de mailles de ces 2 filets rendent difficile une comparaison directe, les phénomènes respectifs d'évitement et d'échappement étant susceptibles d'intéresser les mêmes groupes de tailles. Pour s'affranchir du fait que les ouvertures sont différentes, on a multiplié par 40 (rapport des surfaces d'ouvertures) la récolte du fco 50 isolé. On obtient ainsi la récolte théorique d'un chalut entièrement gréé avec de la maille 000 que les organismes éviteraient comme ils évitent un fco 50 isolé. Les valeurs de l'histogramme ainsi obtenu (Fig. 8) sont de toute évidence sous estimées par rapport aux valeurs de l'histogramme qu'on aurait construit à partir des récoltes d'un chalut de maille 000 que les organismes éviteraient comme ils évitent un chalut normal. Malgré cette sous-estimation qui devrait provoquer une récolte plus abondante de l'IKMT réel, on constate, au contraire, que pour les tailles inférieures à 2,5, l'IKMT réel collecte moins que l'IKMT théorique. Seule la différence de mailles peut être invoquée pour expliquer cette diminution; une partie des organismes

inférieurs à 2,5 ont donc échappé à travers la maille de 4 mm. On retrouve là une confirmation du résultat du paragraphe précédent.

On constate, en outre un accroissement du rapport IKMT théorique à IKMT réel des tailles 2,5 jusqu'aux tailles 0,7, l'échappement augmentant à travers la maille de 4 mm en fonction de la diminution des tailles. Pour les tailles inférieures à 0,7, le rapport des abondances décroît car, à ce niveau, entre en jeu un autre phénomène qui est l'échappement à travers la maille 000.

Contribution de chaque type de maille

Des comparaisons précédentes, il ressort que la récolte du filet étudié est très différente de la somme des récoltes d'un chalut entièrement gréé avec de la maille 4 mm et de celle d'un fco 50 maille 000 isolé, la juxtaposition de ces 2 mailles provoquant un important accroissement des effectifs de certains groupes de tailles.

On a tracé la Fig. 9, dans laquelle, pour chaque groupe de taille, 100 % correspond à la récolte observée de l'IKMT 10 gréé avec un cul de maille 000. On a représenté en % les contributions de la maille 4 mm seule et de la maille 000 seule, déduites respectivement des récoltes effectives de l'IKMT gréé entièrement en maille de 4 mm et du fco 50 isolé couplé. Le complément à 100 représente donc l'apport additif dans la

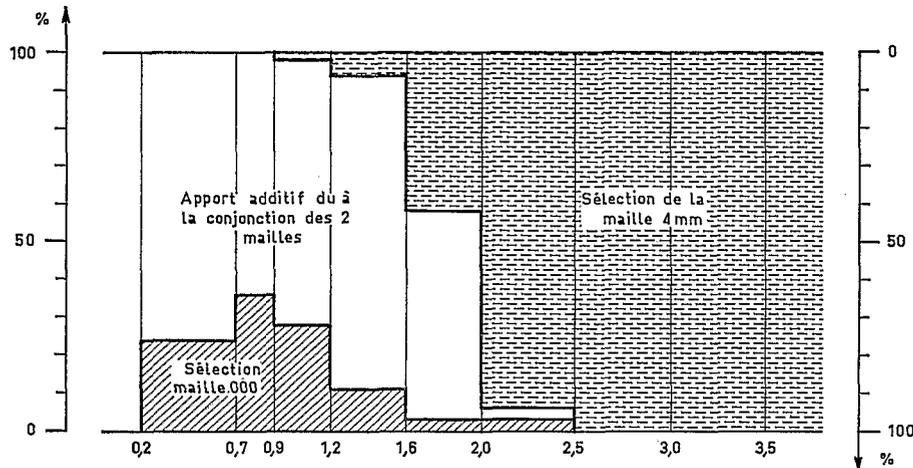


Fig. 9. Contributions respectives de la maille de 4 mm et de la maille de 000 prises isolément à la récolte effective d'un chalut: mise en évidence d'une sélection supplémentaire due à la conjonction des 2 mailles

récolte dû à la conjonction des 2 mailles. Cet apport n'a d'importance que pour les tailles inférieures à 2,5 - 3,0. Remarquons qu'il n'a pas la même valeur tout le long de cet intervalle. Pour les tailles comprises entre 1,2 et 2,5 à 3,0, il porte en grande partie sur des organismes sélectionnés par la maille de 4 mm, organismes actifs pouvant lutter un certain temps contre l'entraînement vers le fond du filet et pour lesquels l'échappement risque d'être fonction de la durée du séjour dans l'engin. Pour les tailles inférieures à 1,2, il porte sur des organismes retenus presque uniquement par la maille 000 pour lesquels l'échappement variera peu en fonction du temps.

Echappement en fonction du temps

Une partie des organismes qui ont pénétré dans le filet sont, nous l'avons vu, de formes et de tailles telles qu'ils échapperaient totalement à travers la maille de 4 mm si l'action du cul de maille 000 ne se faisait pas sentir et si le trait était suffisamment long. Dans un trait réel, le % d'échappement de ces organismes

dépendra de la durée de séjour dans la partie avant du filet. Cette durée est fonction de la durée du trait et de l'instant de la capture qui varie suivant la distribution spatiale des organismes. En particulier, la distribution verticale aura une influence directe sur les pertes possibles par échappement. La Fig. 10 schématise le phénomène pour une espèce théorique qui serait répartie uniformément dans la couche 0 à 300 m pendant la nuit et qui serait répartie uniformément cette fois, dans la couche 300 à 600 m, pendant le jour. En admettant qu'au cours d'un trait oblique symétrique le filet capture un nombre A d'organismes capables de s'échapper pendant qu'il s'enfonce ou qu'il remonte de 300 m et que le coefficient d'échappement de ces A organismes soit \times pour chaque tranche de 300 m, le calcul montre que, de nuit, le filet collectera $A(1-\times)^3 + A$ organismes et qu'il collectera $A(1-\times)^2 + A(1-\times)$ organismes de jour. On démontre aisément que $(1-\times)^3 + 1$ est toujours supérieur à $(1-\times)^2 + (1-\times)$ quelque soit \times inférieur à 1. Sur 2 traits méthodologiquement comparables une variation de distribution verticale se

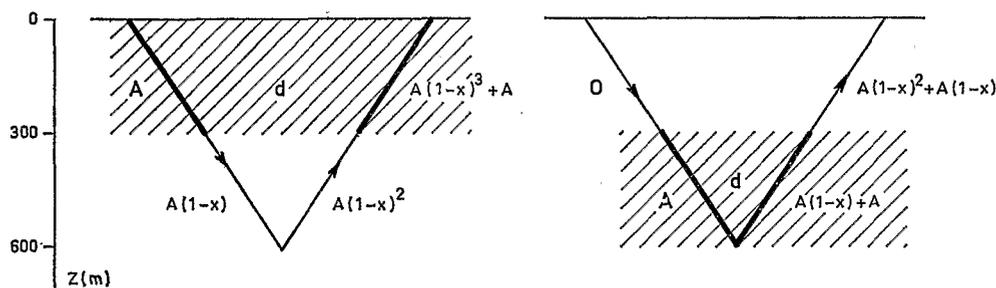


Fig. 10. Influence de la distribution verticale des organismes sur leurs possibilités d'échappement. \square Couches d'organismes à densité d uniforme; A nombre d'organismes récoltés lors de chacun des passages du filet dans la couche; \times coefficient d'échappement inférieur à 1 supposé constant durant tout le trait

traduira donc sur l'échantillon, par une variation analogue à celle qu'on pourrait observer pour des traits de durées différentes sur des organismes ayant la même distribution. Pour tester l'importance du facteur temps on a utilisé dans un premier exemple, les variations de distribution verticale et, dans un second, les variations de la durée des traits.

Variations des distributions verticales

Les caractéristiques des traits, vitesse, durée et profondeurs notamment, sont maintenues constantes. On a utilisé les résultats obtenus durant les croisières

0,9 à 1,2 et pour les tailles supérieures à 2,5. Les études précédentes ont montré que l'échappement en fonction du temps portait, s'il existait, sur les tailles 1,2 à 2,5. Or les résultats montrent précisément les plus grandes différences pour ces groupes, alors que les minimums portent sur les tailles supérieures à 3,0 peu intéressées par l'échappement, et sur les tailles inférieures à 0,9 - 1,2 pour lesquelles seule joue pratiquement la sélection du fco 50, peu influencée, nous l'avons vu, par le facteur temps (cf. partie théorique). Il apparaît donc que la différence jour-nuit reflète bien une différence d'échappement en fonction du temps de séjour dans le filet.

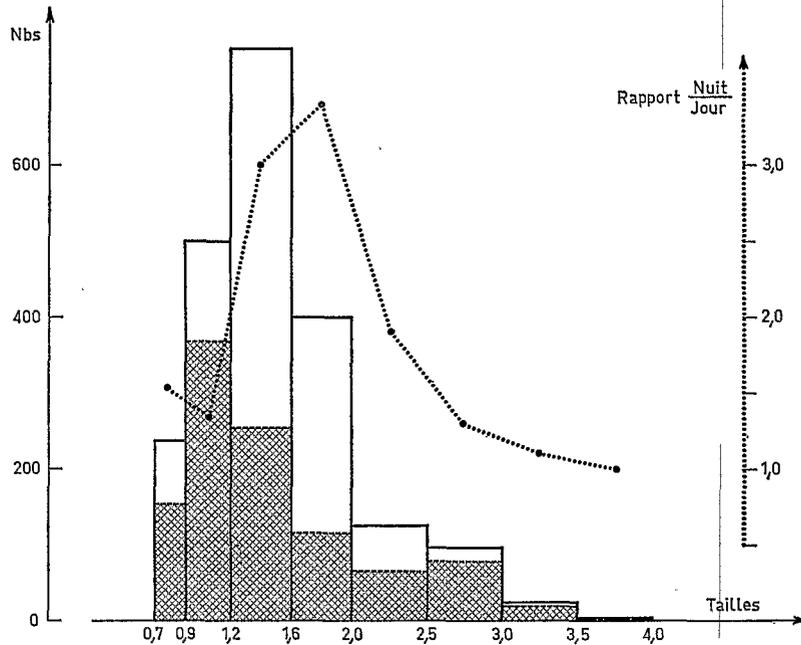


Fig. 11. Echappement en fonction du temps dans le cas de variations dans les distributions verticales pour *Euphausia diomedae* et *Thysanopoda tricuspidata*. Traits de nuit et de jour 0 - 1200 m. — Histogramme des fréquences de nuit; histogramme des fréquences de jour; rapport nuit à jour

«Cyclone» de jour et de nuit lors des traits obliques 0 à 1200 m pour 2 espèces d'euphausiacés: *Euphausia diomedae* et *Thysanopoda tricuspidata* (ROGER, communication personnelle). Les 2 espèces ont une distribution verticale connue qui ne dépasse pas 700 m. Pratiquement absentes de jour de la couche 0 à 300 m, elles remontent la nuit jusqu'en surface. Les histogrammes jour et nuit par groupes de tailles sont reportés sur la Fig. 11, ainsi que le rapport nuit/jour. On constate que les récoltes de nuit sont toujours supérieures à celles de jour alors que le filet, ayant pêché jusqu'à 1200 m, aurait dû théoriquement ramener la même quantité. De plus la différence jour-nuit varie en fonction des groupes de tailles: maximale pour les tailles 1,2 à 2,5, elle est minimale pour les tailles

On pourrait cependant expliquer autrement cette différence jour-nuit en faisant intervenir des modifications dans la grégarisation ou le comportement, mais ce phénomène intéresserait alors les tailles les plus grandes et jouerait peu sur les tailles à faible évitement. Il est cependant possible que ces 2 phénomènes coexistent.

Variations des durées de traits

Les exigences de cette expérimentation imposaient que les traits soient effectués sur une même population, au même endroit, à la même profondeur et théoriquement à la même heure. Etant donné l'impossibilité, avec un seul bateau, de respecter scrupuleusement la dernière condition, on s'est efforcé

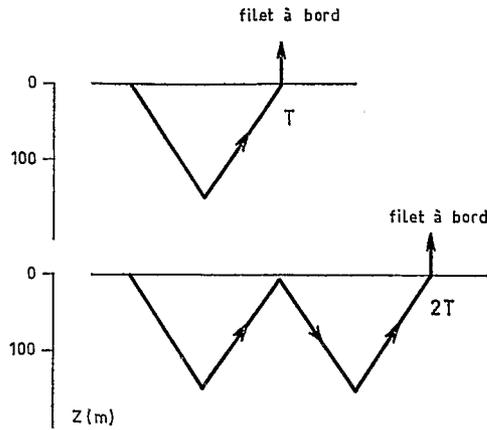


Fig. 12. Profil schématique des couples de traits de durées respectives T et 2T. T durée du premier trait; 2T durée du deuxième trait, Z (m) profondeur (mètres)

d'effectuer des traits courts et rapprochés dans le temps afin de minimiser au maximum les variations de distributions verticales en fonction de l'heure de prélèvement. On a effectué des traits obliques de durées T et 2T (Fig. 12), les traits de durée 2T consistant en 2 traits T s'enchaînant dans le temps sans que le filet soit hissé à bord. Les comparaisons ont

porté sur chaque couple (T, 2T) afin de diminuer l'influence des variations de distribution en fonction de l'heure. Au total, 6 couples ont été effectués de nuit, de 0 à 110 m de profondeur, sur l'équateur, lors de la croisière «Caride III». La grosse difficulté, au cours de cette expérimentation, consistait à se dégager de la variabilité propre des traits qui, d'après BRINTON (1962) varie pour les euphausiacés de 25 à 500%. Il semblait dans ces conditions, difficile de pouvoir mettre en évidence une variation due à l'échappement en fonction du temps qui aurait été de toute évidence d'un ordre de grandeur beaucoup plus faible que la variabilité des traits et n'aurait intéressé qu'une partie de la récolte. Il a donc paru illusoire de s'attacher aux valeurs absolues des chiffres obtenus. Par contre les différences relevées pour un groupe de tailles par rapport aux autres peuvent fournir des indications sur le phénomène. Sur la Fig. 13, la fréquence observée pour chaque groupe de tailles de la récolte du trait de durée T doublée a été assimilée au nombre 100. Les fréquences observées pour ces mêmes groupes dans la récolte du trait de durée 2T sont exprimées en % de cette valeur.

S'il n'existait aucune variation d'échantillonnage en fonction de la durée du trait et si les organismes étaient distribués au hasard, on devrait trouver, pour chaque classe de tailles, la même valeur pour le trait

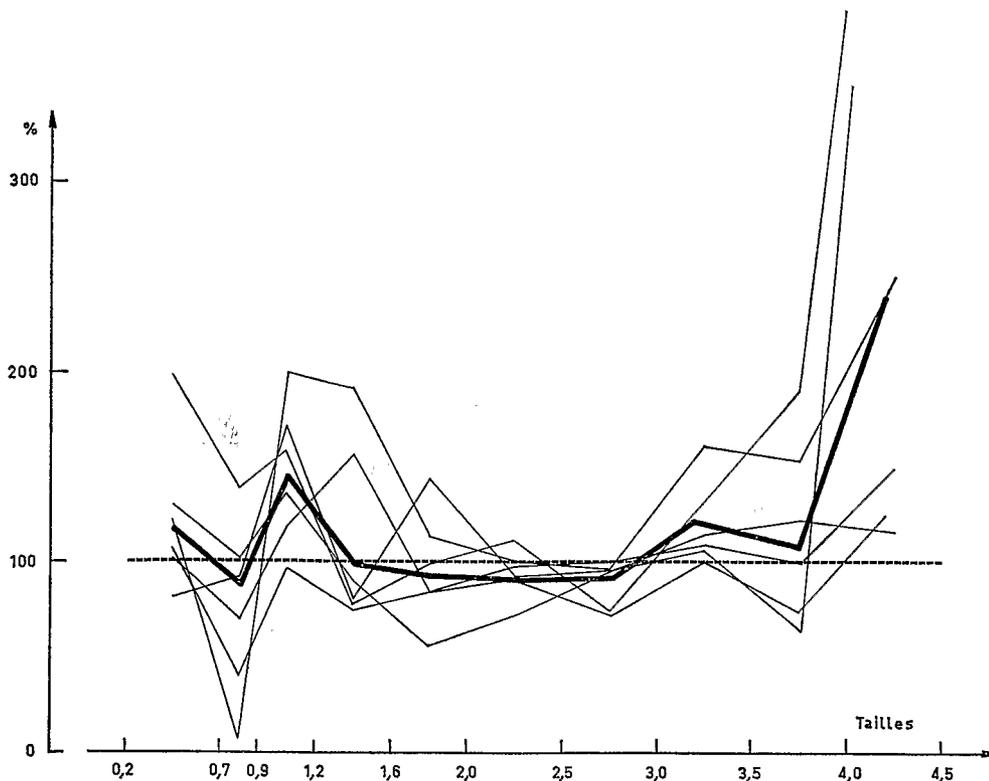


Fig. 13. Echappement en fonction du temps pour des traits de durée T et 2T. La fréquence, dans chaque groupe de tailles pour le trait double est exprimée en % de la fréquence correspondante pour le trait simple doublé

simple doublé. On constate qu'il n'en est rien: les courbes déduites des 6 couples (T, 2T) présentent toutes la même allure générale et on observe sur la courbe moyenne 2 maximums correspondant aux tailles 0,9 à 1,2 et 3,0 à 4,0 encadrant un minimum correspondant aux tailles 1,2 à 3,0. Un minimum secondaire se situe au niveau 0,7 à 0,9. Or, ces minimums et maximums correspondent exactement aux minimums et maximums observés pour la comparaison jour nuit portant sur les euphausiacés. Etant donné qu'il est peu probable qu'un changement de comportement des organismes explique ces variations (la durée totale des 2 traits T et 2T n'ayant jamais excédé 1 h), on est amené à envisager l'action du temps. Cette action se ferait sentir, là aussi, pour les groupes de tailles 1,2 à 3,0, c'est-à-dire pour les organismes susceptibles de s'échapper à travers la maille de 4 mm. Les variations dues à l'hétérogénéité de la distribution du macroplancton et du micronecton ne permettent malheureusement pas de la chiffrer.

Le fait troublant que l'on trouve plus du double pour certains groupes de tailles pourrait s'expliquer par la surdispersion des Crustacés, le trait double ayant plus de chances de rencontrer davantage d'essaims, suivant leur diamètre et leur distance, que le trait simple.

Conclusions

Le but de l'échantillonnage quantitatif avec des filets en général et le chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds en particulier, est d'aboutir à une estimation, ou à une comparaison des populations en place. Il ressort de cette étude que l'utilisation, comme cul de chalut, d'un fco 50, maille 000, dont la surface d'ouverture est 40 fois plus faible que celle de l'IKMT 10 conduit à un échantillonnage profondément différent de celui d'un chalut entièrement grée avec de la maille 4 mm. D'autre part, les courbes de sélection obtenues

expérimentalement laissent supposer que cet échantillonnage est loin d'être représentatif de la population en place et qu'il varie, de plus, suivant les groupes de tailles. Pour obtenir une estimation satisfaisante de cette population, il conviendra donc d'appliquer des facteurs de correction aux fréquences correspondant aux différents groupes de tailles. On a tenté de préciser, pour les crustacés, l'ordre de grandeur de ces facteurs.

Pour les tailles inférieures à 0,7, il y a échappement à travers la maille 000. Ces tailles ne sont pas bien échantillonnées. Il conviendra d'utiliser un filet à mailles plus fines.

Pour les tailles comprises entre 0,7 et 1,2, l'échappement à travers la maille 000 devient négligeable et le facteur temps n'influe pas sur l'échappement à travers la maille 4 mm. Le fco 50 seul retient environ 3 fois moins d'organismes que l'IKMT 10. Le facteur de correction à appliquer est égal à 13, soit le tiers de 40, rapport des surfaces d'ouvertures des 2 filets.

Pour les tailles comprises entre 1,2 et 3,0, l'échappement à travers les mailles de 4 mm est en partie compensé par la présence du fco 50. La sélection est néanmoins essentiellement le fait de la maille 4 mm et l'échappement dépendra donc des durées de séjours des organismes au contact de cette maille. Pour ces tailles, il semble impossible, en toute logique, d'estimer la population réelle d'une manière précise. Seules les méthodes d'approche minimisantes pourront être envisagées (ROGER, 1968).

Pour les tailles supérieures à 2,5 - 3,0, il n'y a pas d'échappement à travers la maille 4 mm; le seul facteur correctif correspondrait à l'évitement, qui peut être très important pour certaines espèces mais qu'on ne pourrait estimer que par comparaison avec des filets d'ouverture beaucoup plus grande, ce qui est envisagé dans un stade ultérieur. Ces résultats ont été résumés dans le Tableau 1, mais il est bien évident que pour d'autres groupes, les valeurs trouvées pourront différer sensiblement.

Tableau 1. Résumé de l'étude (facteurs de correction à appliquer aux effectifs dans chaque groupe de tailles pour avoir une estimation de la population en place rencontrée par le filet)

| Tailles inférieures à 0,7 mm | Tailles comprises entre 0,7 et 1,2 mm | Tailles comprises entre 1,2 et 2,5 mm | Tailles supérieures à 2,5 mm |
|---|---|--|---|
| Echappement à travers la maille de 4 mm | Echappement à travers la maille de 4 mm | Echappement à travers la maille de 4 mm | Pas d'échappement à travers la maille de 4 mm |
| Echappement à travers la maille 000 | Pas d'échappement à travers la maille 000 | Pas d'échappement à travers la maille 000 | Pas d'échappement à travers la maille 000 |
| Sous estimation due à l'échappement | Bon échantillonnage | Échantillonnage pouvant varier en fonction du temps | Sous estimation due à l'évitement |
| Organismes à échantillonner avec un autre engin | Facteur de correction $\frac{40}{3}$ 13 | Facteur de correction fonction — de la durée du trait — de la distribution | Facteur de correction fonction de l'évitement |

L'estimation, par ce filet, des populations en place, sera toujours difficile. Par contre, la comparaison entre traits reste possible pour une partie du spectre de taille. Encore faudra-t-il, au moment des interprétations, ne pas perdre de vue une sous-estimation toujours possible pour certains groupes de tailles due à la durée des traits, et indirectement, à la distribution des organismes. Celle-ci, dans le cas du micronecton, est soumise à des variations nyctémérales rapides et importantes.

Malgré ces inconvénients, le chalut pélagique Isaacs-Kidd demeure actuellement l'un des moyens les plus utilisés pour l'étude du micronecton. Il est en effet facile à mettre en oeuvre et ramène, en quantités suffisantes pour des études biologiques, des organismes que les filets classiques collectent en trop faibles nombres. Néanmoins, pour des prélèvements ultérieurs, il semble qu'il faille le gréer uniformément de la gueule au collecteur avec un seul type de maille et ne travailler alors quantitativement que sur les organismes de tailles supérieures à la limite d'échappement (FOXTON, 1969).

Résumé

1. En vue de travaux quantitatifs sur les populations micronectoniques, on a étudié la sélection d'un chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds (IKMT 10) de vide de maille 4 mm dont le cul est constitué par un filet conique de 50 cm de diamètre (fco 50) de vide de maille 1 mm. Les considérations théoriques laissent supposer que la récolte d'un tel filet n'est pas la simple somme des récoltes d'un fco 50 maille 000 isolé et d'un IKMT 10 entièrement gréé en mailles 4 mm. Il y aurait un apport supplémentaire dû à l'influence du fco 50 maille 000 sur les organismes capables d'échapper à travers la maille de 4 mm. L'importance de cet échappement dépendrait de leur durée de séjour dans la partie avant du filet. Pour préciser cette sélection, on a travaillé sur les crustacés séparés en groupes de tailles d'après leur diamètre thoracique.

2. Par comparaison avec un chalut gréé entièrement en maille de 4 mm, on constate que la présence du fco 50 modifie profondément la physionomie de l'échantillon et que l'échappement à travers la maille de 4 mm intéresse les organismes dont le diamètre thoracique est inférieur à 2,5 mm.

3. Par comparaison avec un fco 50 isolé maille 000, on constate que l'IKMT 10 collecte toujours plus d'organismes que le fco 50, même pour les tailles inférieures à 0,7 mm qui sont en partie canalisées vers le cul par la partie avant du filet. On retrouve par ailleurs la même limite 2,5 mm d'échappement à travers la maille 4 mm.

4. La comparaison de la somme des 2 récoltes du fco 50 isolé et du chalut de maille 4 mm à la récolte du chalut étudié permet, par différence, de chiffrer l'apport dû à la conjonction des 2 mailles. Cet apport

est important. Il concerne uniquement les groupes de tailles inférieurs à 2,5 — 3,0. Entre les tailles 1,2 et 2,5 à 3,0, il porte principalement sur des organismes actifs sélectionnés par la maille de 4 mm et pouvant lutter un certain temps contre l'entraînement vers le fond du filet. Pour ceux-ci, l'échappement risque d'être fonction de la durée de leur séjour dans l'engin.

5. Cette durée de séjour dans le filet dépend de la durée du trait et du moment de capture. Des variations dans la distribution verticale auront donc sur l'échantillon un effet du même type que celui que provoquent des durées de traits différentes. La comparaison des récoltes de jour à celles de nuit pour 2 espèces d'Euphausiacés à distributions verticales variables montre que les récoltes de nuit (distribution superficielle) sont toujours plus abondantes que celles de jour (distribution profonde). La différence varie suivant les groupes de tailles: elle est maximale pour les tailles comprises entre 1,2 et 2,5 mm. D'autre part, la comparaison des récoltes de traits de durée T aux récoltes de traits de durée 2T fait ressortir une différence du même type pour les groupes de tailles compris entre 1,2 et 3,0 mm.

6. Il ressort de ces comparaisons: (1) que la présence du fco 50, qui est de faible ouverture par rapport à celle du chalut, modifie néanmoins profondément la récolte; (2) que l'estimation quantitative absolue des populations micronectoniques en place est difficile; (3) que, par contre, la comparaison entre traits est possible pour une partie du spectre de taille à condition de tenir compte des sous-estimations éventuelles dues à des différences de durées des traits ou à des variations de distributions verticales.

7. Malgré tout, le chalut pélagique Isaacs-Kidd reste encore le moyen d'étude le plus utilisé en routine pour le micronecton car sa mise en oeuvre est aisée et parce qu'il capture des organismes de grandes tailles pour lesquels les filets classiques se révèlent inefficients.

Littérature citée

- BE, A.: Quantitative multiple opening and closing plankton samplers. *Deep Sea Res.* 9, 144—151 (1962).
- BRINTON, E.: Variable factors affecting the apparent range and estimated concentration of euphausiids in the North Pacific. *Pacif. Sci.* 16 (4), 373—408 (1962).
- CLARKE, M. R.: A new midwater trawl for sampling discrete depth horizons. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 49 (4), 945—960 (1969).
- CLUTTER, R. I. and M. ANRAKU: Avoidance of samplers. In: *Zooplankton sampling. Monogr. oceanogr. Meth.* 2, 57—76 (1968).
- FOXTON, P.: An automatic opening-closing device for large plankton nets and mid-water trawls. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 43 (2), 295—308 (1963).
- SOND Cruise 1965. Biological sampling methods and procedures. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 49 (3), 603—620 (1969).
- GRANDPERRIN, R. et A. MICHEL: Efficacités comparées de filets à plancton coniques de mêmes dimensions et de mailles différentes. *J. Cons. perm. int. Explor. Mer* 33 (1), 53—66 (1969).

- ISAACS, J. D. and D. M. BROWN: Isaacs-Brown opening-closing trawl. University of California. Scripps Institution of Oceanography. Unpubl. Rep. Ref. 66-18, 1—36 (1966).
— and L. W. KIDD: Isaacs-Kidd midwater trawl. *In*: Final report. Scripps Inst. Oceanogr. Ref. 53-3, 1—18 (1953).
- KINZER, J.: On the quantitative distribution of zooplankton in deep scattering layers. *Deep Sea Res.* 16, 117—125 (1969).
- LONGHURST, A. R., A. D. REITH, R. E. BOWER and D. L. R. SEIBERT: A new system for the collection of multiple serial plankton samples. *Deep Sea Res.* 13 (2), 213—222 (1966).
- PEARCY, W. G. and L. HUBBARD: A modification of the Isaacs-Kidd midwater trawl for sampling at different depth intervals. *Deep Sea Res.* 11 (2), 263—265 (1964).
- ROGER, C.: Evaluation d'une population planctonique. *Mar. Biol.* 2, 66—70 (1968).
- et B. WAUTHY: Sur une technique de détermination de groupes de tailles applicable à l'étude de certains organismes planctoniques. *J. Cons. perm. int. Explor. Mer* 32 (2), 216—225 (1968).
- SAVILLE, A.: Mesh selection in plankton nets *J. Cons. perm. int. Explor. Mer* 23 (2), 192—201 (1958).
- TRANTER, D. J. and A. C. HERON: Experiments on filtration in plankton nets. *Aust. J. mar. Freshwat. Res.* 18, 89—111 (1967).
- and P. E. SMITH: Filtration performance. *In*: zooplankton sampling. *Monogr. oceanogr. Meth.* 2, 27—56 (1968).

First author's address: Monsieur A. MICHEL
Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa
B.P. 4
Nouméa, New Caledonia

Date of final manuscript acceptance: April 2, 1970. Communicated by J. M. PERES, Marseille