

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER
47, bld des Invalides
PARIS VII^o

0
COTE DE CLASSEMENT n^o 3632

OCEANOGRAPHIE BIOLOGIQUE

Confidentiel

QUELQUES REFLEXIONS SUR LA METHODOLOGIE DU PLANCTON

par

M. LEGAND

Fonds Documentaire IRD

Cote : A*25808 Ex:

Fonds Documentaire IRD



010025808

n^o 3632

I.F.O. 18 nov. 1957

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
& TECHNIQUE OUTRE-MER

INSTITUT FRANCAIS D'OCEANIE

Section Océanographie

QUELQUES REFLEXIONS SUR LA
METHODOLOGIE DU PLANCTON

par

Michel LEGAND

Fonds Documentaire IRD
Cote : A* 25808 Ex :

Nouméa,
Le 18 novembre 1957.

8632

TABLE DES MATIERES

		<u>Pages</u>
I.	<u>LE PLANCTON QUANTITATIF</u>	4
II.	<u>DEUX PROBLEMES FONDAMENTAUX DE LA METHODOLOGIE</u>	6
	1. La migration verticale diurne du plancton	6
	2. Trait vertical, oblique ou horizontal	10
III.	<u>DESCRIPTION SOMMAIRE DE LA METHODOLOGIE EMPLOYEE PAR LE LABORATOIRE D'OCEANOGRAPHIE BIOLOGIQUE DE L'I.F.O.</u>	12
	1. Matériel employé à la mer	12
	2. Méthode de travail à la mer	13
	3. Méthode de travail au laboratoire	14
IV.	<u>DISCUSSION DE LA METHODOLOGIE EMPLOYEE</u>	15
	1. Les filets, leur emploi et leurs accidents	15
	2. La profondeur de travail des filets et sa détermination	17
	3. Un problème particulier aux traits horizontaux effectués à bord de l'ORSOM III: la cofrection de remontée	18
	4. Les courantomètres et leur calibration	20
	5. Techniques de travail au laboratoire	23
V.	<u>QUELQUES GENERALITES SUR LES FILETS A PLANCTON</u>	24
VI.	<u>LES RESULTATS, LEUR INTERPRETATION</u>	27
VII.	<u>LE PROBLEME DE LA STANDARDISATION DE LA METHODOLOGIE</u>	28
VIII.	<u>SOMMAIRE DES PROBLEMES EXPOSES (tableau)</u>	30
IX.	<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	31

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : La migration diurne verticale du plancton en surface (stations de 24 heures faites par l'ORSOM III en mars 1957).

Figure 2 : Regression des log. des volumes de zooplancton sur les valeurs des sinus correspondant à l'heure des traits ("U.R.MANNING" - croisière 8 d'après KING & HIDA, 1954).

Figure 3 : Schéma du filet de Hélioland employé par l'ORSOM III.

Figure 4 : Vue schématique du diviseur de plancton Folsom (d'après McEWEN, JOHNSON & FOLSOM 1954).

Figure 5 : Courantomètre Atlas

Figure 6 : Mesureur de courant et de profondeur CURRIE & FOXTON (d'après CURRIE & FOXTON 1957).

I. LE PLANCTON QUANTITATIF

Le plancton a été le sujet de nombreuses recherches dans tous les laboratoires d'océanographie. Cependant, nous en sommes aujourd'hui réduits à constater que s'il y a de nombreuses indications sur sa systématique et sa biologie, l'aspect quantitatif de cette étude, qui est le plus important, est encore peu développé. On doit même dire que nous disposons si peu d'une méthodologie valable que tout chercheur préoccupé de faire progresser son activité dans ce domaine aura l'impression d'entrer dans un domaine encore nouveau. LAEVASTU (1957-CP36) dans un excellent rapport de la Division des Pêches de la F.A.O. faisait cette constatation en des termes qui méritent d'être rapportés :

"Although a very great amount of plankton research has been done, a large proportion of this belongs to the classic period of fundamental description and it is perhaps not an exaggerated view to suggest that despite the outstanding contributions of a few workers such as Riley and Steeman-Nielsen, there is a tendency to overlook the urgency of obtaining accurate quantitative accounts of these communities. This tendency is most notable, because of its seriousness there, in programmes of fishery research. This situation corresponds, if the comparison may be permitted, to the situation that would prevail if cattle-raisers and sheep-farmers were to show a lack of interest in pastures. It is not intended to suggest that plankton research does not figure in fishery research programmes, but that the plankton research is neither on a sufficiently large scale, nor sufficiently systematically planned and sustained."

On peut résumer le problème posé de la manière suivante : il s'agit d'obtenir une valeur suffisamment représentative de l'importance des éléments planctoniques en un lieu donné, en un moment donné pour qu'elle puisse être rattachée, d'une part aux résultats des travaux d'océanographie physique, d'autre part aux problèmes posés par l'alimentation, la croissance, les déplacements ou tout autre aspect de la biologie des poissons. On

doit bien comprendre toutefois que cette définition représente un but idéal dont on se rapprochera plus ou moins. Son avantage est de faire comprendre qu'ayant à comparer le plancton à des grandeurs qui sont mesurées généralement d'une manière assez exacte, ou pour parler plus justement par des procédés relativement précis, le biologiste devra s'efforcer de perfectionner ses techniques de mesures. D'ailleurs tout n'est pas également utile à l'observateur dans le plancton recolté. On verra au cours de l'exposé qui suit que certains organismes sont laissés de côté dans l'analyse : ceux qui, de nature trop aqueuse, sont considérés comme ayant une valeur nutritive nulle; d'où une notion de discrimination qui est elle-même une source possible de discussions.

Il est possible et logique de penser qu'un jour l'étude de la composition chimique du plancton jouera un rôle prédominant dans la recherche quantitative, l'intérêt du plancton pour l'océanographe étant surtout son rôle alimentaire. On ne pourra jamais exclure cependant des résultats la composition zoologique du plancton. De toutes ces considérations il résulte que l'océanographe sera entraîné, par la complexité même des problèmes posés, à choisir des méthodes de travail différentes suivant le but précis recherché, suivant qu'il cherchera à déterminer un secteur ou un autre du cycle qu'il tente finalement de reconstituer.

Il est bien évident que les obstacles pratiques à l'obtention d'une méthodologie satisfaisante sont nombreux. L'irrégularité de répartition du plancton, les différences de réaction devant les conditions d'environnement, en général les différences de biologie, des éléments prédominants de ce plancton entraînent des différences d'efficacité importantes des procédés de mesure et rendent douteuses les comparaisons ultérieures entre les résultats. Nous verrons, au cours de l'exposé, qu'un aspect général de la biologie du plancton, la migration verticale diurne, complique excessivement l'organisation des récoltes. Et pourtant, son aspect quantitatif n'est encore pratiquement pas connu et peu étudié.

Quelques principes généraux doivent être posés :

a) Dans toute recherche planctonologique intégrée dans un programme d'océanographie, l'aspect quantitatif (quantité recueillie en fonction du volume d'eau filtrée, puis pourcentage des éléments constituants) est de beaucoup le plus urgent. De même, les divers problèmes biologiques étudiés devront être en rapport avec l'ensemble des problèmes océanographiques de la région considérée.

b) Il est matériellement nécessaire de séparer les études de phyto et de zooplancton.

c) Les prélèvements doivent être en relation étroite avec les autres opérations océanographiques, donc être faits le long des mêmes sections, aux mêmes moments aux mêmes stations. Ces sections doivent être répétées au cours des différentes saisons pendant plusieurs années. Le principe que nous venons d'énoncer doit être considéré comme un impératif de la recherche océanographique moderne, travail de synthèse donc travail d'équipe, au sens le plus total du mot.

d) Malgré le caractère primitif des techniques qui lui sont offertes maintenant, l'océanographe moderne devra considérer comme son souci primordial la recherche de la précision dans les mesures obtenues. Puisque c'est à cette précision que l'on devra en définitive arriver, si on ne fait pas effort pour l'obtenir maintenant bien que la sachant illusoire, il n'y a pas de raison d'y parvenir réellement un jour.

Le but de la présente note n'est pas de contribuer à résoudre l'un ou l'autre des problèmes pratiques posés - problèmes qui demanderont à un nombreux personnel de longs efforts - mais d'essayer de présenter quelques aspects de ces problèmes qui ont pu devenir importants au cours de l'expérience encore très courte du laboratoire d'océanographie de l'I.F.O. Enfin nous n'envisagerons ici pratiquement que le zooplancton

II. DEUX PROBLEMES FONDAMENTAUX DE LA METHODOLOGIE

1° La migration verticale diurne du plancton

Avant toute étude de la méthodologie, il semble que l'on doive prendre en considération la migration verticale du plancton. Elle conditionne en effet tout prélèvement puisque selon l'heure à laquelle on opérera le volume recueilli en un même point pourra être quadruplé (rapport observé ORSOM III mars 1957). Dès lors il importe, soit de déterminer avec soin l'heure d'opération et de ne comparer que des échantillons pris aux mêmes heures, soit de définir une méthode de correction. De toute manière, une étude attentive du problème posé est requise.

KING et HIDA (1954) ont fait aux Hawaii des travaux systématiques sur l'aspect quantitatif de ce problème. Ils les poursuivent actuellement en diverses zones du Pacifique, des Hawaii aux Marquises. L'I.F.O. a entrepris depuis le début de l'année des recherches semblables. Le principe général est d'effectuer des stations de 24 h. au cours desquelles des prélèvements sont faits, toujours aux mêmes profondeurs, dans les mêmes conditions, avec les mêmes engins. Une des difficultés importantes de cette méthodologie est le maintien du navire à un point fixe. On doit d'ailleurs considérer qu'il n'est pas souhaitable de comprendre par là une position géographiquement identique mais plutôt de rechercher une position constante par rapport à la masse d'eau sur laquelle on opère puisque, par définition, le plancton étudié se déplace avec le courant. En fait, toutes les méthodes donnent des approximations plus ou moins valables et l'on ne voit guère comment on peut les rendre vraiment meilleures. Une des difficultés qui résulte de cette imprecision proviendra de la tendance à la répartition par "essaims" du plancton.

Les résultats de KING et HIDA, comme ceux de la première station faite par l'ORSOM III, permettent de constater l'aspect absolument régulier de la migration vers la surface. Elle est traduite ^{en surface} par une courbe voisine de celle des sinus dont le sommet est situé à 0 heure et le minimum vers midi (figure 1). Il en résulte que si l'on transforme les données en leurs logarithmes en utilisant en abscisses les différentes valeurs obtenues en remplaçant 18 h. par sinus 0°, 0 h. par sinus 90° et ainsi de suite, on obtient une relation rectilinéaire qui s'écrira suivant la formule générale (figure 2) :

VOLUME PLANCTON
(ou log. volume plancton) = b sinus de l'heure d'opér. + a

S'il se révèle que, pour le même niveau étudié, dans une région assez vaste et pendant toute l'année ou pendant des périodes de temps bien déterminées, les coefficients b sont identiques ou du moins suffisamment voisins, il suffira dès lors de comparer entre elles la valeur de a qui représente en fait la teneur plancton à 18 h. (sinus 18 h. = 0) ou a 6 h. b étant calculé ces valeurs seront aisément déduites du volume trouvé.

On a donc là une possibilité de correction des données originales en fonction de l'heure de récolte qui a déjà été employée par KING et HIDA.

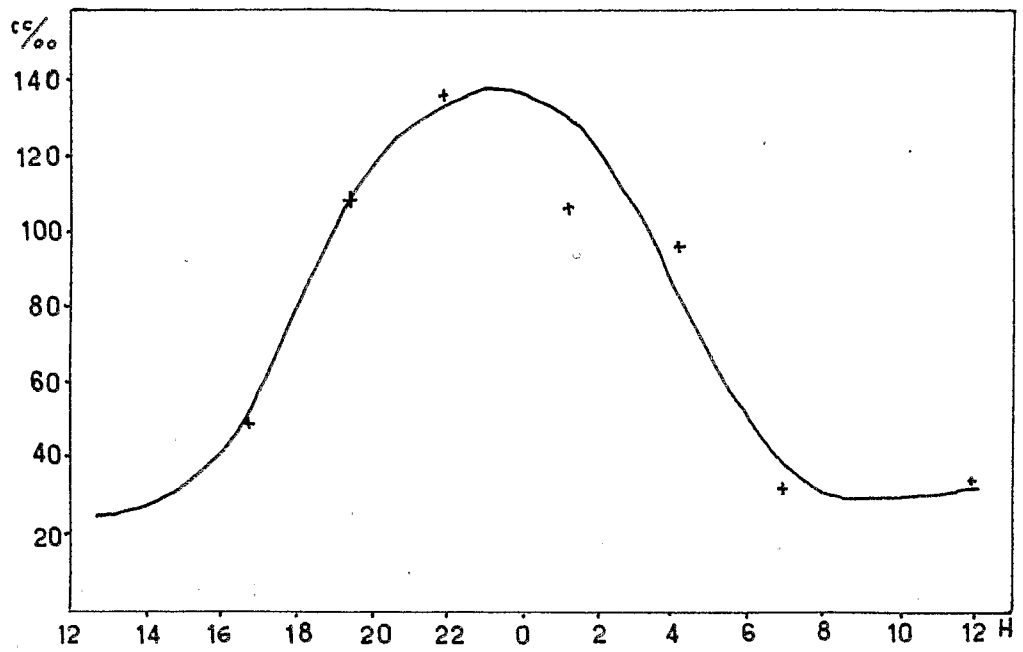


Figure 1 : La migration diurne verticale du plancton en surface (stations de 24 heures faites par l'"ORSOM III" en mars 1957).

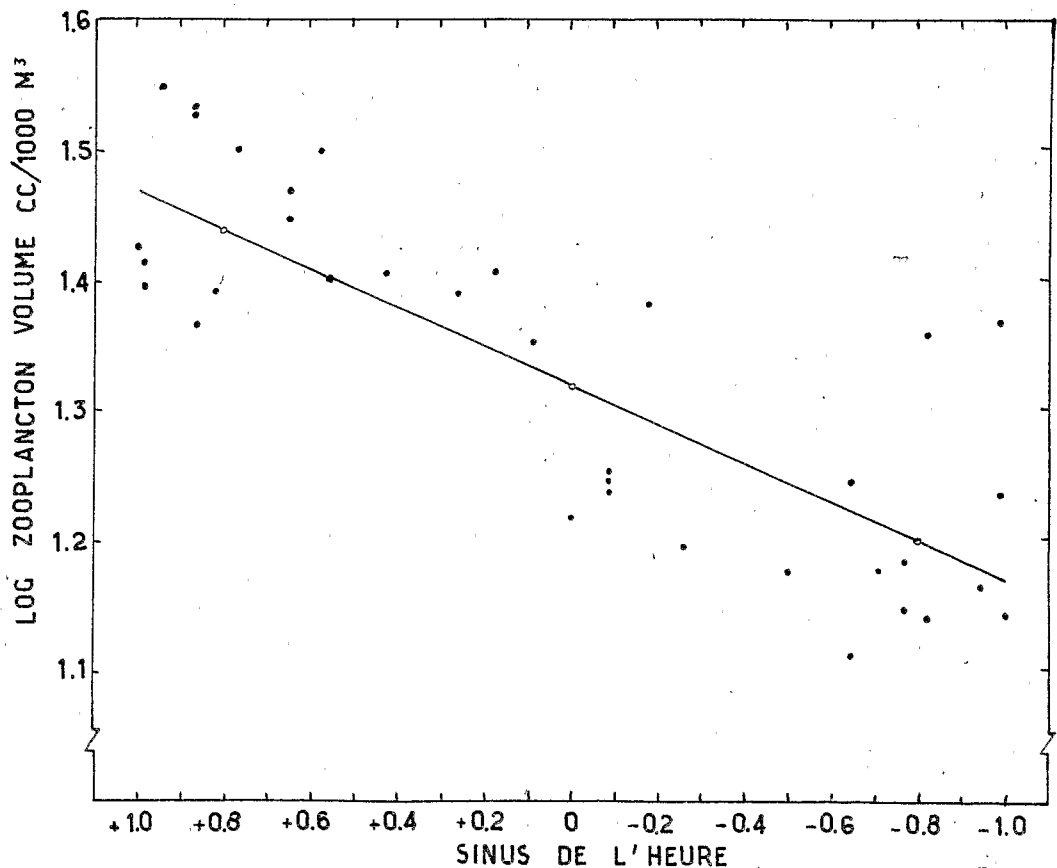


Figure 2 : Regression des log. des volumes de zooplancton sur les valeurs des sinus correspondant à l'heure des traits ("J.R.MANNING" - croisière 8, d'après KING & HIDA, 1954).

Plusieurs suggestions découlent d'ailleurs de cette étude quantitative :

- a) On peut se borner à opérer toujours à la même heure ou, si la symétrie de la courbe est démontrée, aux mêmes heures, c'est à dire 6 h. et 18 h. qui occupent les positions identiques sur les deux branches de la sinusoïde et qui sont les seuls moments du jour où théoriquement deux stations comparables sont possibles.

Il faut remarquer cependant que le but recherché est de pouvoir prélever le plancton à n'importe quelle heure puisque l'on doit obtenir des éléments de comparaison avec les divers autres prélèvements faits par le bateau à des moments qui peuvent être très différents.

D'autre part, il est tout à fait inconcevable d'être limité dans la densité des stations possibles. C'est cependant ce qui découle directement de l'introduction de la notion d'un horaire impératif puisque finalement pour raccourcir convenablement l'espacement entre les stations il faudrait modifier considérablement la vitesse du bateau et par là même allonger les croisières d'une manière très importante.

Ajoutons encore que les heures "symétriques" 6 h. et 18 h. ne peuvent pas être présumées très favorables puisqu'elles correspondent aux parties de la courbe de migration où la pente est la plus forte c'est à dire qu'un léger écart sur le temps aura plus de répercussions sur les volumes que n'importe où ailleurs (en particulier dans les parties basses et hautes de la courbe de migration, à 0 h. et 12 h., où pendant un délai assez long on pourra obtenir des volumes très voisins).

- b) On peut aussi penser que le zooplancton se déplacera verticalement à l'intérieur de certaines limites dont une étude suffisante de la migration diurne permettra de préciser l'extension maxima dans les régions considérées. Dès lors, théoriquement, un trait oblique fait à n'importe quel moment à travers la totalité de cette tranche d'eau devra permettre l'obtention d'un résultat caractéristique. Ceci suppose toutefois que la migration diurne est bien le fait essentiel expliquant la variation sinusoïdale des quantités

collectées au cours de la journée. On ne doit pas exclure que la réaction de fuite des organismes devant les filets rencontrant des conditions plus favorables aux heures de meilleur éclairage joue aussi un rôle de premier plan. S'il en était ainsi la solution que nous venons d'envisager cesserait d'être possible.

Au total, en l'état actuel des choses, il est absolument nécessaire de procéder aux traits quantitatifs toujours aux mêmes heures. Toute série d'opérations entreprises sans tenir compte de ce principe ne peut donner de résultats utilisables, aucune comparaison n'étant permise entre les diverses stations. On peut recommander comme délai de travail la période s'étendant de 22 h. à 2 h., heure locale, où le maximum de plancton se trouve concentré à la surface et où l'erreur relative due au temps sera de beaucoup la plus faible.

Une autre conséquence directe de ce que nous venons d'exposer est que partout où la nécessité d'un programme océanographique cohérent apparaît, les plus grands efforts doivent être faits dès l'origine pour résoudre les problèmes posés, par la migration verticale. A.C.HARDY (1956), dans une récente vulgarisation sur le plancton, les groupait sous le titre significatif: "The puzzle of vertical migration". Il n'est certes pas sûr que les efforts faits doivent porter fruit rapidement. Mais il est certain que si l'on n'entreprend pas dans différentes régions du monde des travaux visant à l'obtention de solutions quant à l'aspect quantitatif global des problèmes posés, la notion de plancton quantitatif resterait plus ou moins un mythe et la collaboration interlaboratoire dans ce domaine une impossibilité.

2. Trait vertical, oblique ou horizontal ?

Un autre grand problème doit être posé avant de discuter sur la méthodologie employée : quel est le procédé le plus pratique et le plus recommandable, compte tenu du but recherché, le trait vertical, le trait oblique ou le trait horizontal ? Le chercheur avait d'abord développé la dernière citée de ces méthodes. La justification essentielle était l'obtention de données sur la stratification du

zooplancton. Cette opinion a sensiblement évoluée. En effet, nous avons vu, dans les paragraphes précédents quelle importance prend le problème de la migration verticale. S'il est certain que pour son étude, le trait horizontal est recommandable, il est aussi certain que les espoirs que l'on pouvait avoir d'une meilleure connaissance de la stratification du plancton sont reportés bien au delà de l'acquisition de meilleures connaissances sur les mouvements verticaux. De plus, il apparaît plus logique de considérer dans son ensemble la population habitant une zone assez étendue verticalement plutôt que celle d'un niveau donné où finalement elle ne séjourne que peu de temps. C'est d'ailleurs plutôt aux caractéristiques hydrologiques moyennes de la tranche d'eau considérée qu'à celles d'une profondeur bien définie que l'on devra se référer.

Enfin quelques arguments matériels plaident en faveur du trait oblique et ce ne sont pas les moindres : le trait horizontal est en réalité une opération complexe comportant un trait oblique, la remontée du filet - donc, contamination de l'échantillon pendant cette partie de l'opération, contamination qui est loin d'être négligeable-; l'emploi de filets fermants répond à cette objection mais la remplace par d'autres problèmes. Nous reparlerons de cet aspect de la méthodologie plus longuement dans les paragraphes suivants.

D'autre part, la détermination de la profondeur de travail que nous aurons aussi à traiter en détail, est avec les moyens dont nous disposons si imprécise qu'il nous apparaît peu sérieux finalement de parler de "niveaux" de travail alors que l'on est obligé d'admettre des marges de sécurité de $\pm 20\%$ sur la profondeur trouvée. De ce point de vue mieux vaut franchement adopter de suite le principe du trait oblique : à supposer même que le niveau minimum atteint ait été sousestimé, le filet nylon n'ayant pratiquement pas stationné au niveau le plus bas n'aura collecté qu'une très faible proportion de l'échantillon hors de la zone demandée.

C'est donc finalement au principe du trait oblique que nous en revenons en accord avec la presque totalité des programmes qui s'exécutent actuellement

dans cette région du monde, le trait horizontal restant toutefois admissible en surface dans certaines conditions que nous exposons. Ce point de vue personnel pourra bien sûr encore se modifier au cours du développement des recherches mais il est remarquable que le chercheur ayant travaillé pendant toute la campagne d'EQUAPAC par traits horizontaux ait été finalement amené à transformer les résultats en teneurs moyennes pour l'ensemble de la tranche d'eau explorée - qu'il aurait obtenues directement par traits obliques - et cela est un argument décisif. Nous avons envisagé ici, il est bon de le préciser, l'exécution pour chaque station, d'un seul trait oblique considéré comme essentiel pour l'appréciation de l'importance de la population étudiée, de son niveau le plus bas (voir migration diurne) à la surface.

Nous avons laissé de côté jusqu'ici le trait vertical. Cette méthode a l'avantage de plus de simplicité et peut même être employée pendant que le navire en station effectue d'autres opérations. Cependant, une grosse critique de principe doit lui être faite : l'irrégularité de la distribution du plancton la rend beaucoup plus sujette à caution que n'importe quelle autre, le résultat d'un trait horizontal par exemple constituera tout de même une moyenne entre plusieurs localités voisines; on ne pourra caractériser par le trait vertical au contraire qu'un emplacement étroitement limité. Nous aurons l'occasion de revenir sur certains aspects de ce mode d'opération (difficultés d'emploi des filets fermants).

Le trait vertical finalement est nettement moins employé que les autres dans notre région.

III. DESCRIPTION SOMMAIRE DE LA METHODOLOGIE DU PLANCTON EMPLOYEE PAR LE LABORATOIRE D'OCEANOGRAPHIE BIOLOGIQUE DE L'IFO

1° Matériel employé à la mer

Tous les traits ont été effectués avec des filets coniques de 0m,50 de diamètre, en nylon n°2 (mailles 0,366 m/m), montés sur cercles de bronze ou de métal galvanisé. Un collecteur Atlas garni de grillage de laiton de même maille que le nylon est ajusté à l'extrémité de celui-ci (10 cm de diamètre) tandis que

l'ouverture est pourvue d'un mesureur de débit Atlas fixé au moyen de trois brins sur le cercle de bronze. Le filet est attaché par 4 brins de longueur égale au câble porteur (6,3 mm de diamètre) dont l'extrémité supporte un poids de 20 kgs environ fixé par un brin d'une brasse. Suivant les cas, un ou deux filets ont été employés au cours du même trait; le filet le plus superficiel était attaché sur le câble par un amarrage qui a donné toute satisfaction. La longueur filée est déterminée par une poulie compte-tours. Récemment, un certain nombre de traits ont été effectués au moyen d'un filet à larves de poissons du type dit de Heligoland. Ses caractéristiques générales sont reportées sur la figure 3. On notera que la partie antérieure, entre les deux cercles, est faite de toile et la partie postérieure est en soie n° 0 (maille de 0,519 mm).

2° Méthode de travail à la mer

Comme nous l'avons indiqué précédemment les traits effectués jusqu'à présent ont été des traits horizontaux. Le navire est mis au ralenti, face à la houle. La durée de traction de la mise à l'eau à la remontée en surface n'a jamais été inférieure à 20', la descente du filet est faite aussi vite que possible mais en conservant le maximum de régularité afin d'éviter que par des variations subites de la tension du câble, le filet ne se retourne et que sa partie postérieure ne s'emmêle dans le câble.

La remontée est faite aussi vite que possible en passant le minimum de temps à désaccoupler le filet superficiel s'il y a lieu. Les longueurs de câble filées ont été généralement de 30-100-300 et 400 mètres correspondant, dans les conditions habituelles de travail, à des profondeurs nominales de 12-50-150 et 250 mètres. L'angle du câble avec la verticale est mesurée plusieurs fois mais généralement pas plus d'une fois toutes les 10', le peu de maniabilité en vitesse du navire rendant impraticable la correction instantanée de la profondeur de travail par une modification, soit de l'allure du navire, soit de la longueur filée. Le compteur du mesureur de débit est lu avant la descente

et après la remontée. Toutes ces indications sont notées sur des feuilles de résultats qui font en outre mention de la date, des numéros de stations, d'échantillons, des conditions de travail (vent, houle, direction du navire, incidents, etc...) ainsi que les heures d'arrivée des filets au niveau de travail, de retour à la surface et les notations des angles. Très rapidement, l'habitude a été prise de travailler à heures fixes, entre 21 h. et 0 h., ce moment ayant été choisi pour tenir compte de la migration diurne du plancton et de la présence à ce moment d'une population plus importante dans la zone superficielle. Le filet et le collecteur sont lavés soigneusement pour récupération du plancton qui pourrait se trouver collé sur le nylon. Les échantillons sont fixés à bord avec du formol à 10 % neutralisé au borax et munis d'étiquettes portant la date, le n° de la station, le n° de l'échantillon, la longueur filée, la nature des traits (horizontaux ou obliques).

3° Méthode d'analyse au laboratoire

La méthode d'analyse quantitative des échantillons au laboratoire est celle qui a été décrite dans de nombreuses publications américaines, en particulier par KING & HIDA (1954).

- a - l'échantillon est placé dans un récipient plat de grande surface et fait l'objet d'un triage sommaire qui consiste à en retirer tous les organismes dont la plus grande dimension est supérieure à 2 cm. En général, toutes les larves de poissons, même celles dont les dimensions sont sensiblement inférieures à cette taille limite sont également retirées. On enlève si possible tous les débris végétaux ou autres qui pourraient se trouver dans l'échantillon.
- b - le volume total des organismes restant est mesuré par déplacement; on place un filtre en nylon de même caractéristique que le filet employé pour séparer le liquide préservateur et le plancton en suspension; puis on ajoute au plancton, un certain volume d'eau. On mesure le volume total, puis par nouvelle filtration le volume d'eau ajouté. La différence constitue le volume humide de cette partie de l'échantillon.
- c - on procède à la mesure du volume par déplacement de

tous les organismes de taille comprise entre 2 et 5 cm. précédemment sélectionnés et considérés comme ayant une valeur nutritive : Annelides, Crustacés, Céphalopodes, poissons. On exclut en particulier les organismes comme les Méduses, Siphonophores, etc ...

d - Le chiffre recherché est la somme des deux volumes obtenus dans les paragraphes b et c, le volume d'eau de mer étant connu d'après les indications fournies par le mesureur de débit; on exprime le résultat en cc par 1000 m³ d'eau filtrée

IV. DISCUSSION DE LA METHODOLOGIE EMPLOYEE

1° Les filets, leur emploi et leurs accidents

Il y a peu de remarques précises à faire pour l'instant sur ce sujet. Le filet de 50 cm. a été choisi de préférence à des modèles plus petits, malgré leurs avantages, parce que le laboratoire recherchait d'abord des éléments en relation la plus directe possible avec la nutrition du poisson; il fallait donc tenir compte de la pré-somption que plus l'embouchure du filet est petite, plus les volumes obtenus sont faussés parce que la réaction de fuite des organismes les plus agiles et les plus gros a de plus fréquents succès. En outre le modèle Clark-Bumpus qui présente parmi les petits filets des avantages théoriques particulièrement importants (mesureur de débit incorporé, commande de l'ouverture et de la fermeture du filet, permettant d'éliminer la contamination d'échantillons par le plancton de remontée et de descente) est en réalité d'une mise au point difficile et fonctionne rarement d'une manière correcte.

De ce point de vue, il serait préférable d'envisager d'utiliser un filet encore plus grand, le filet de 1 m. de diamètre par exemple. C'est d'ailleurs la tendance actuelle de certains laboratoires. S'il a été renoncé à la faire c'est simplement pour des questions de commodité du maniement en fonction de l'équipement de l'ORSOM III. Par contre, on a commencé à procéder à des traits additionnels permettant de capturer une plus grande proportion des organismes les plus gros comme les jeunes stades de poissons et même de petites espèces bathypélagiques qui méritent un intérêt spécial par leurs

rapports avec la nutrition des Thunnidés. Il a semblé alors plus efficace d'employer un filet beaucoup plus gros et c'est pourquoi a été mis en service récemment un filet à larves de poissons du type Hélioland.

L'emploi d'un chalut à évolution variable (Isaac Kidd mid water trawl, de la Scripps Institution of Océanography) est étudié sérieusement. Dans les autres domaines de la méthodologie du plancton et dans le but défini ci-dessus, une nasse de surface à larves de poissons a été réalisée d'après les plans de la Scripps et va être incessamment mise en service.

Il nous faut dire quelques mots des accidents qui peuvent arriver aux filets à plancton, accidents qui sont si nombreux qu'ils impliquent la nécessité de travailler avec un stock important de filets de réserve (12 à 15 par an):

- a - un filet neuf stocké très longtemps en le laissant dans ses plis s'altère très rapidement au niveau de ceux-ci et peut être inutilisable au moment de sa mise en service.
- b - c'est apparemment par suite d'une descente irrégulière du filet (variations importantes et brusques de la tension du câble dans lesquelles l'état de la mer peut intervenir) qu'on observe des retournements du filet tels que le collecteur et la partie postérieure du filet sont retrouvés, à la remontée, en suspension à l'intérieur du cercle de montage ou même enroulés autour du câble -avec, dans ce cas, les conséquences que l'on devine sur l'état du filet-
- c - le mesureur de débit est une cause importante d'accrocs dans le nylon au moment de la sortie du filet de l'eau. Ces accrocs sans gravité constituent toutefois des points de faiblesse. Il convient de sortir le filet, de l'eau avec précaution.
- d - enfin, à bord de l'ORSOM III, à plusieurs reprises, il est arrivé que la partie postérieure du filet soit coupée net, entraînant la détérioration immédiate de l'engin et la perte d'un collecteur, et c'était vraisemblablement le résultat de l'action d'un requin.

Il faut noter aussi la perte d'un fillet et de son équipement par rupture du brin d'arrimage, pourtant neuf et éprouvé, là encore une intervention extérieure peut être soupçonnée. Mais cette fois, un fillet en bon état a été tendu sur toute sa longueur et retrouvé intact de tous côtés; il s'agissait vraisemblablement de l'action d'un grand poisson. Par ailleurs, un petit Requin bathylogique d'une trentaine de centimètres avait essayé en vain de découper soigneusement les parties du fillet qui l'entouraient sans réussir pour lui à s'échapper. Comme les accidents de cette sorte, on ne peut rien ... que changer le fillet.

2° La question du travail des fillets et de leur détermination

La première question posée par cette méthode de biologie après celles de l'heure de travail et de la nature du trait à effectuer que nous avons déjà examinées est : à quelle profondeur a travaillé le fillet ?

On a souvent affirmé qu'il suffisait d'utiliser la formule $p = l \sin \alpha$, où p est la profondeur recherchée, l la longueur du fillet et α l'angle du câble avec la verticale. Ceci suppose que le câble prend une forme parabolique ou quasi-parabolique et qu'on peut se contenter de cette approximation. L'expérience démontre que dans beaucoup de cas il n'en est rien. M. et Mme ont procédé à un certain nombre d'essais en faisant un bathythermogramme pour le petit de l'estomac. Ils travaillaient avec un câble de 5/8ème de pouce, portant un poids de 150 livres et 2 fillets dans l'eau. Ils obtinrent ainsi des données satisfaisantes pour reconstruire par triangulation successive la forme approximative du câble. Elle était fortement courvilinéaire et les profondeurs obtenues bien supérieures à celles obtenues sous l'hypothèse d'une forme parabolique. Les lectures des bathythermogrammes confirment d'une manière évidente les résultats obtenus par triangulation suivant la méthode indiquée.

L'usage de cette méthode, dans les conditions de travail de l'USNA III n'a pas donné d'autres résultats. Elle a cependant permis de déduire, par une succession d'essais, des lois empiriques, chacune étant valable pour un certain ordre de grandeur de l'angle du câble, dans les deux cas étudiés (un seul fillet ou deux fillets employés à chaque trait).

Dans certains cas, les indications fournies par le bathythermographes étaient presque deux fois supérieures à la valeur de $1 \cos. \alpha$. Il est à remarquer en outre lors d'essais où deux bathythermographes furent employés sur le même câble, qu'une déformation systématique du câble semblait en résulter par rapport aux autres expériences et il en a été déduit que les lois empiriques trouvées n'étaient pas elles-mêmes autre chose que de grossières approximations.

Au total donc, comme l'ont déjà fait divers auteurs il apparaît raisonnable d'admettre que les niveaux indiqués le sont avec une erreur possible de $\pm 20 \%$ pour les profondeurs les plus importantes. On doit tenir compte en particulier des déformations considérables qui peuvent être causées au câble par les différences de force et de direction des courants dans les diverses masses d'eau traversées. Ceci d'ailleurs fait peser une incertitude sur la valeur des résultats et rend nécessaire la conception d'un enregistrement des profondeurs de travail du filet au cours de l'opération; c'est un des points de la méthodologie qui peut être un sujet important de recherches techniques, dont le besoin se fait dès maintenant sentir. En tous cas, il semble logique d'admettre que soient préférés des lests plus lourds que ceux employés à bord de l'ORSOM III, quelques gênants qu'ils puissent être, leur emploi devant améliorer la régularité de forme du câble.

3° Un problème particulier aux traits horizontaux effectués à bord de l'ORSOM III : la correction de remontée.

L'auteur a été amené à considérer comme important le fait qu'un trait dit horizontal était en réalité un ensemble complexe comprenant :

- travail oblique du filet à la descente (admis comme négligeable);
- travail oblique du filet à la remontée.
- éventuellement travail horizontal du filet à des niveaux différents lorsque plusieurs filets ont été couplés sur le câble pendant le temps où la remontée doit être stoppée pour désaccoupler le filet situé au niveau le plus élevé.

En vue d'obtenir un chiffre plus près de la réalité, il a été décidé, dans la deuxième partie de la croisière 56-4, de procéder comme suit : chaque trait horizontal sera immédiatement suivi d'un trait oblique effectué dans les mêmes conditions de vitesses de remontée et de montage du filet, pour avoir une évaluation aussi exacte que possible du volume d'eau filtrée à des niveaux différents de celui recherché,

et du volume et de la composition du plancton qui vient ainsi s'incorporer à l'échantillon recherché.

Si ce raisonnement pouvait être aisément admis pour le volume d'eau filtrée, par contre, il était logique de penser qu'un trait oblique si court, effectué à la vitesse normale de remontée, qui est assez grande, donnerait des résultats très variables ne représentant pas réellement la teneur moyenne des eaux traversées à la remontée. C'est pourquoi les calculs de correction effectués ont tenu compte non du volume effectivement récolté dans le trait oblique de correction, mais d'un volume évalué à partir des résultats bruts aux différents niveaux, en estimant qu'entre deux de ceux-ci la teneur moyenne était la moyenne de ces deux chiffres.

Nous avons eu la surprise de voir que les corrections ainsi obtenues n'étaient pas tellement différentes des chiffres réellement observés que nous avons négligés, ce qui permet de supposer que l'hypothèse admise pour leur calcul était à peu près valable;

Si l'on calcule pour chacune des observations la différence entre les deux chiffres (volume observé, volume estimé) et qu'on l'exprime en pourcentage de la valeur du volume observé, on voit que sur 35 résultats, 26 sont inférieurs à 25 % et 13 inférieurs à 15 %. Après élimination d'un chiffre nettement aberrant, la moyenne générale des différences ainsi exprimées est de 20 % (LEGAND, M. 1957; R.S.1). Ceci constituait aussi une confirmation des teneurs constatées aux différents niveaux.

Comme on peut s'y attendre, les différences de résultats sont particulièrement importantes pour les traits les plus profonds, 300 et 400 m. filés, spécialement lorsque des volumes très forts ont été observés en surface, comme à l'équateur. C'est ainsi que dans les analyses des résultats plancton d'EQUAPAC on a pu constater que la corrélation avec la latitude était inexistante ou douteuse pour les deux traits profonds alors qu'elle apparaissait relativement forte avant la correction. Il n'a pas été jugé utile de corriger les résultats des deux traits superficiels, les valeurs des modifications à faire étant insignifiantes.

Cependant, il a semblé préférable de retenir un système légèrement ^{différent} de celui qui a été employé, vraisemblablement plus efficace, en éliminant le doute qui pèse sur la

valeur absolue du plancton récolté pendant le trait oblique de correction de remontée. Depuis le début des études de migration diurne du plancton on a fait des traits de plancton horizontaux une véritable combinaison de deux traits en remontant les filets à la vitesse d'un véritable trait oblique. On peut espérer qu'alors le volume récolté pourra être utilisé directement.

Cette méthodologie particulière ne présente sans doute, par elle-même, que peu d'intérêt. Elle a été cependant exposée ici car d'autres situations semblables peuvent se reproduire dans lesquelles il pourrait être utile de savoir qu'elle est possible et donne des résultats satisfaisants.

4° Les courantomètres et leur calibration

Il est bon de noter que l'appellation de courantomètre, déjà employée par M. DOUTRE (1956) pour le mesureur de débit, nous semble la plus commode; c'est cette raison qui nous l'a fait retenir bien que sa valeur ne soit pas très grande.

La première hypothèse admise pour l'évaluation des volumes d'eau ayant traversé le filet est que sur tout le plan vertical de son embouchure la vitesse a été la même. Ce n'est en vérité rien d'autre qu'une hypothèse et l'on peut s'attendre à de multiples cas particuliers qui soient en contradiction avec elle. Pour le moment, force nous est de l'admettre sans correction.

Ceci dit et malgré cette source d'imprécisions, on doit effectuer avec le plus grand soin la calibration du courantomètre Atlas (figure 5). D'elle dépend finalement la valeur des résultats trouvés. C'est la base même des opérations de plancton quantitatif.

Le principe est le suivant : le courantomètre employé sans filet est remorqué entre deux points nettement délimités (bouées par exemple), le navire ou l'embarcation ayant une course aussi droite que possible (éviter les jours de grand vent). On note le nombre de tours effectués par l'engin pendant le trajet et, pour annuler l'effet possible des courants, l'opération est recommencée

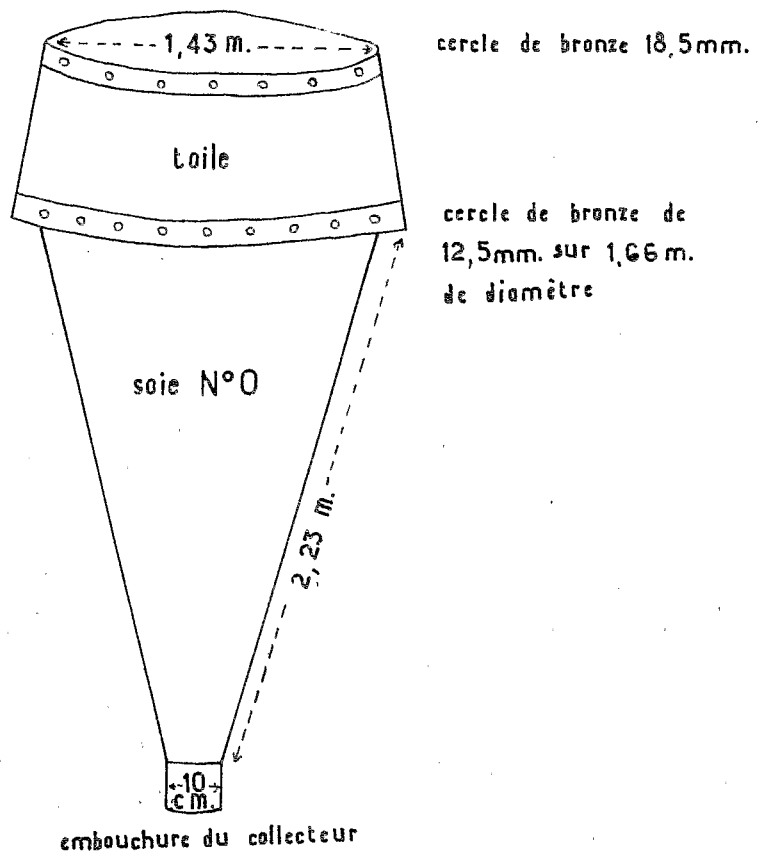


Figure 3 : Schéma du filet de Heligoland employé par l'ORSOM III.

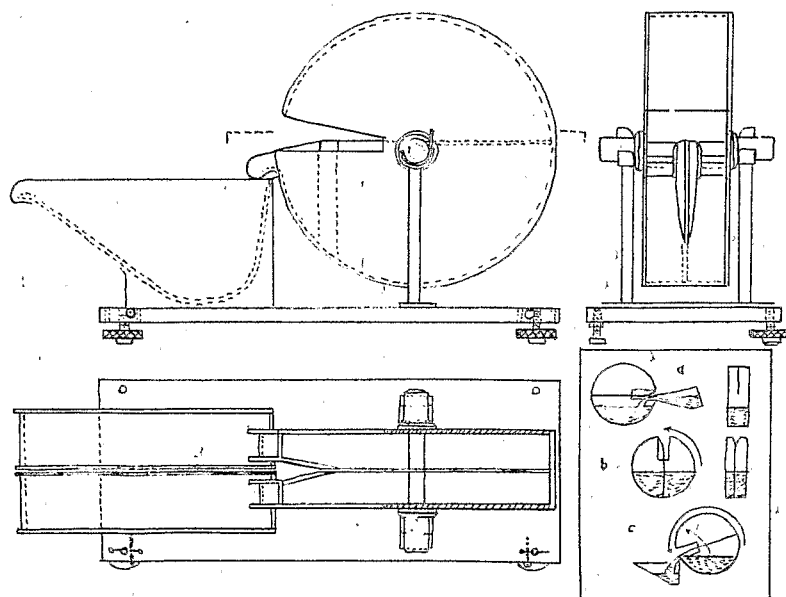


Figure 4 : Vue schématique du diviseur de plancton Folsom
(d'après McEWEN, JOHNSON & FOLSOM, 1954).

en sens inverse; la moyenne des deux observations est le chiffre utilisé. En divisant la distance parcourue par le nombre de tours on obtient ainsi le parcours par tour qui est le coefficient recherché pour la vitesse utilisé (égale à la distance parcourue divisée par la durée du parcours). En opérant la calibration successivement à différentes vitesses, on obtiendra une série de points qui permettront d'établir le graphique de calibration sur lequel on pourra lire, pour chaque station, le coefficient k correspondant. En effet, si la vitesse réelle du navire est généralement mal connue, puisque l'ORSOM III ne dispose pas d'un loch valable, on peut obtenir, pour chaque opération, le nombre de tours moyens par unité de temps qui peut lui-même être aisément déduit des courbes de calibration et pris comme expression de la vitesse : à une vitesse donnée, correspondent une valeur de k et un nombre de tours par unités de temps bien définis.

On peut opérer de diverses manières. On doit cependant signaler un certain nombre d'inconvénients résultant des caractéristiques de l'ORSOM III, inconvénients qui peuvent se retrouver dans d'autres bateaux devenus bateaux océanographiques après transformation donc présentant toujours des impruétudes plus ou moins sensibles. La vitesse du navire est peu contrôlable et surtout, son moteur étant plutôt faible, il n'est pas possible de maintenir une allure régulière si l'état de la mer varie notablement. Par calme plat, donc dans les conditions normales d'une calibration, le meilleur ralenti pourra dépasser 3 noeuds alors que dans la moyenne des opérations plancton au large, il pourra être moitié moindre par suite de l'état de la mer. Il en résulte que pratiquement on ne peut pas faire l'ensemble de la calibration avec le navire lui-même. Plusieurs solutions ont été envisagées : utilisation d'une embarcation à moteur hors-bord donnant une meilleure gamme de vitesses lentes, calibration en rivière par comparaison avec un courantomètre étalon, calibration le long d'un quai par un homme effectuant à pied un parcours déterminé à des vitesses variables et tenant l'appareil au bout d'un manche. La première solution paraît la plus facile. Il est recommandable, pour éviter l'action des remous d'hélice, de fixer l'engin sur un manche de bois amarré le long du bord et descendu à plusieurs mètres sous la quille. On peut aussi concevoir d'effectuer la calibration par traits verticaux : la longueur filée est exactement connue ainsi que la vitesse de remontée. On peut aisément imaginer un blocage de l'hélice du courantomètre pour annuler l'effet de la descente.

KING et DOTY (1957) ont décrit un processus de ce genre lié à la fermeture du filet qui est relativement simple. Il faudra aussi veiller à l'action de la dérive du navire qui devrait être aussi petite que possible, l'angle du câble étant maintenu voisin de 0.

La calibration doit être faite assez souvent, en principe au début et à la fin de chaque croisière lorsqu'il s'agit de voyage de l'ordre d'un à trois mois comme ce fut le cas d'EQUAPAC.

Au total, on doit, dans le cas d'un navire comme l'ORSOM III, attacher une grande importance aux variations de vitesse pouvant se produire, d'une station plancton à l'autre, et étudier de très près les graphiques de calibration.

5° Techniques de travail au laboratoire

Il y a peu à dire, en l'état actuel des choses, des techniques de travail employées au laboratoire qui ne représentent que l'aspect le plus élémentaire de celles qui devront être développées. Le procédé de mesure du plancton en volume humide est des plus simples et s'il n'est pas précisé du moins est-il suffisant pour le moment. Il faut simplement veiller à ce que le plancton restant sur le filtre soit égoutté, toujours suffisamment et à peu près de la même façon.

Cependant, les résultats actuellement obtenus doivent être complétés prochainement par le comptage des échantillons. Le but en est le suivant : obtenir, pour chaque trait effectué le nombre d'individus des espèces ou groupes d'espèces prédominants. Ce nombre doit être exprimé par référence à un volume de 1000 m³ d'eau filtrée. On ne peut évidemment faire cette opération pour l'ensemble d'un échantillon. Aussi utilise-t-on une partie aliquote de celui-ci, obtenu au moyen d'un diviseur de plancton. Nous pouvons décrire ici, succinctement, comme un des plus caractéristiques de ces appareils celui de Folsom (fig.4) qui a été mis en service par la Scripps.

L'appareil consiste en un tambour de matière plastique tournant de 180° autour d'un axe. Un secteur de l'appareil est resté ouvert, de manière à permettre l'introduction du plancton en suspension dans son liquide fixateur, on fait alors pivoter l'appareil de 180° de manière à faire passer son contenu dans l'autre moitié qui est divisée en deux, longitudinalement, par un septum. On verse alors les deux moitiés dans deux récipients appropriés.

le contenu de l'un d'eux est replacé dans l'appareil et on continue à diviser pour obtenir un volume d'organismes aussi petit qu'il est nécessaire pour un comptage aisé. Une étude statistique des résultats donnés par l'appareil a prouvé que les erreurs étaient dues uniquement au hasard.

En y incluant les comptages, l'analyse quantitative du plancton est une opération qui requiert le travail constant d'une personne qualifiée. Elle doit cependant être considérée comme une activité essentielle dans un laboratoire d'océanographie, même s'il ne peut être que sommairement équipé.

V. QUELQUES GENERALITES SUR LES FILETS A PLANCTON

Nous avons examiné précédemment, dans le cadre de la méthodologie propre à l'ORSOM III, les problèmes qui nous ont été posés par les filets employés. Il n'est pas inutile d'inclure ici quelques réflexions générales sur les filets à plancton.

Nous avons signalé la tendance à employer des filets d'embouchure plus large pour combattre la réaction de fuite des plus gros éléments du plancton. Il est bon de noter que, d'après CLARK et BUMPUS, des essais statistiques tentés par WINSOR et CLARK n'ont permis de déceler aucune différence significative, ni dans la composition, ni dans le volume global obtenu entre les résultats des filets de 12cm,5 comme le CLARK-BUMPUS, et de 30 et 75 cm de diamètre. A la vérité cependant, le plus souvent, les océanographes doivent attribuer beaucoup d'importance à la récolte des larves de poissons -et à la valeur représentative de cette récolte-; ils sont donc finalement obligés d'agir comme si plus le filet était grand -et aussi plus l'échantillon était important- plus les résultats devenaient significatifs contrairement à l'opinion que nous venons de rapporter.

Un certain nombre d'études comparatives de l'efficacité des filets ont été faites. La détermination des "pouvoirs de capture" est effectuée à partir de celui du "filet à oeufs" Hensen. Le pouvoir de filtration d'un filet est aisément déterminé : il suffit d'établir le rapport entre le nombre de tours fait sur un parcours de

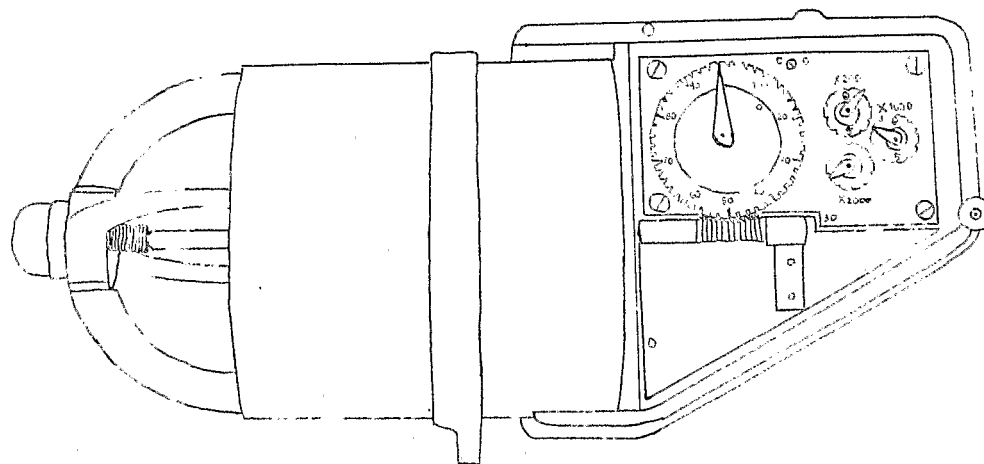
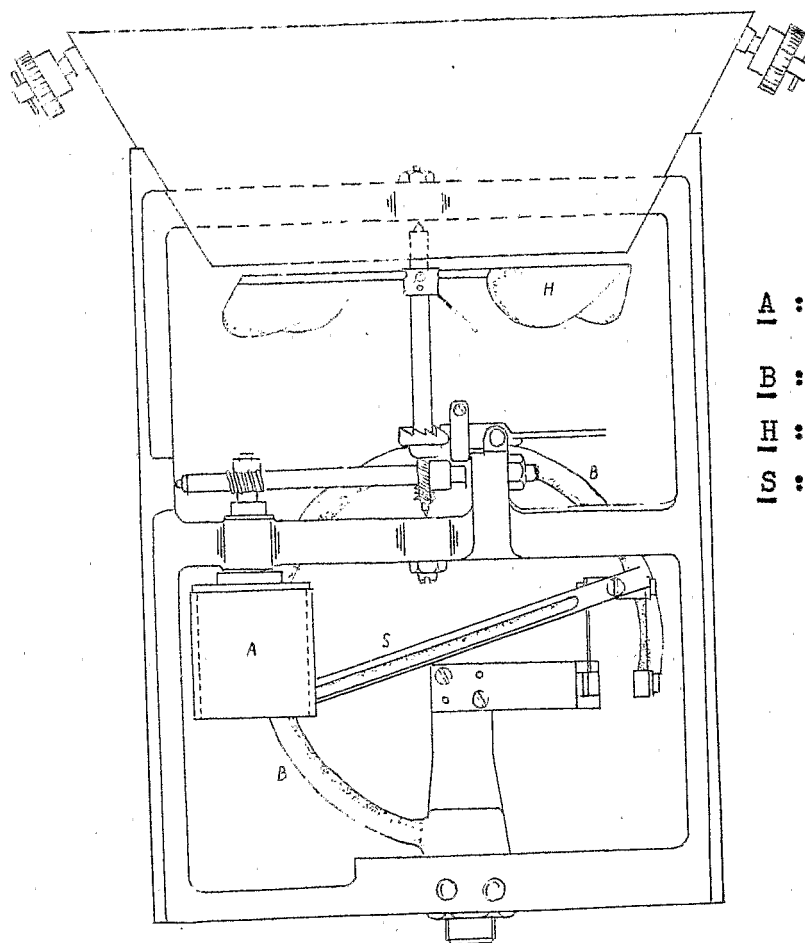


Figure 5 : Courantomètre Atlas



- A : Cylindre de verre fumé
- B : Tube Bourdon
- H : Pale d'hélice
- S : Style inscripteur

Figure 6 : Mesureur de courant et de profondeur
CURRIE & FOXTON (d'après CURRIE & FOXTON 1957)

calibration par le courantomètre employé avec son filet et le nombre de tours lorsque le courantomètre est employé dans des conditions normales de calibration, c'est-à-dire seul. Le pouvoir de filtration du filet Hensen étant admis de 40 %, il suffit dès lors de faire une simple division pour obtenir le "pouvoir de capture" du modèle employé par rapport au filet étalon.

On peut faire un certain nombre de remarques :

- 1° - Les filets de mailles plus petites que le n° 10 peuvent donner statistiquement des résultats très irréguliers pour une même population de plancton au même moment; leur "pouvoir de capture" peut varier fortement au cours du trait. Plus les mailles sont petites plus elles sont facilement obstruées; le pourcentage d'eau filtrée effectivement s'abaissera alors d'une manière considérable. LANGFORD (1953), donne d'après divers auteurs, un excellent aperçu de cette question. Ceci implique, par ailleurs, pour tous les types de filet, la nécessité d'un lavage soigneux des filets et des collecteurs après chaque opération.
- 2° - Le pourcentage d'eau filtrée par le filet en fonction de l'unité de parcours varie habituellement en raison inverse de la vitesse. Il se crée devant le filet un matelas d'eau qui diminue considérablement son efficacité.
- 3° - Les traits verticaux, à cause de la tendance à la répartition horizontale en essaims du zooplancton, peuvent causer des erreurs d'estimation plus considérables que les traits horizontaux ou obliques. L'emploi de filets fermants en traits verticaux a été très critiqué à cause de la perte fréquente d'une partie notable de l'échantillon au moment de la fermeture.

On aperçoit de suite quels nouveaux problèmes techniques séparent la méthodologie actuelle du plancton d'une précision réelle. Certes, dans certains cas particuliers, divers procédés restent valables, non fondés sur l'utilisation des filets : nasses à plancton des limnologues, pompes, filtrations de quantités d'eau

et limitées, sédimentation, précipitation, centrifugation, "enregistreur de plancton Hardy". Tous ont leurs défauts et en tous cas leurs limites d'emploi. Dans certains cas, pour les eaux du large, si elles sont relativement riches, des méthodes telles que les mesures de turbidité peuvent donner des résultats satisfaisants pour l'estimation de la richesse en matières vivantes. Dans les résultats d'EQUAPAC (M. LEGAND R.S.2. 1957) par exemple, une relation satisfaisante unit les mesures de pénétration de la lumière aux volumes de zooplancton et aux mesures C.14.

Nous devons indiquer ici encore, parmi les meilleurs engins modernes de collecte du plancton, les échantillonneurs à grande vitesse. Ils permettent, en particulier par le gain de temps qu'ils représentent, des opérations beaucoup plus nombreuses donc donnent un meilleur aperçu de la répartition moyenne du plancton par réduction du risque provenant de la tendance à l'agglomération en essaims. Enfin, il semble intéressant de signaler un filet à usage vertical, récemment décrit par CURRIE et FOXTON (1957) : il est pourvu d'un courantomètre apparemment adaptable aux traits obliques donnant simultanément sur un cylindre de verre fumé la profondeur (espacement des spires) et le volume (parcours du style inscripteur) (figure 6).

VI. LES RESULTATS, LEUR INTERPRETATION

Quelques mots doivent être dits de la présentation des résultats. Il sera recommandable d'exprimer les comptages, non seulement en pourcentage de nombre, mais aussi de poids ou de volume par unité d'eau filtrée et par espèces. Il peut même être envisagé de déterminer leur équivalence dans beaucoup de cas par l'utilisation de tables de conversion, comme celles qui ont été publiées par LAEVASTU (1957). Dans la biologie de certains poissons par exemple on peut s'attendre en effet à obtenir des corrélations non avec les volumes globaux de zooplancton mais avec l'importance relative de tel ou tel élément qui n'est pas forcément proportionnelle aux variations de l'ensemble de la population.

Ceci nous amène à parler de l'interprétation des résultats. Ce ne peut être qu'un stade très tardif du travail. On pourra calculer les corrélations du plancton quantitatif avec divers éléments : heure, saison, latitude, proximité de la côte ou profondeur, température (profondeur des isothermes, de la thermocline, température à différents niveaux), salinité, phosphate, nitrate, oxygène, mesures de chlorophylle, mesure carbone 14, résultats de la pêche, etc. Ce ne seront que des constatations qui ne pourront se transformer en tentatives d'interprétation que lorsqu'elles constitueront un ensemble suivi dans le temps et dans l'espace et se situeront dans un milieu hydrologique suffisamment connu. Telles quelles, certes, ces constatations pourront en particulier dans le domaine de la pêche, fournir immédiatement dans tel ou tel cas particulier, des indications utilisables. Toutefois, la fragilité de la validité statistique des résultats obtenus avec une méthodologie si sujette à discussion incite au maximum de prudence et doit conduire à éviter tout processus de travail trop superficiel.

VII. LE PROBLEME DE LA STANDARDISATION DE LA METHODOLOGIE

Il est bien évident que parler de standardiser les méthodes de travail du planctonologiste, après avoir décrit une telle mosaïque d'imprécisions et d'hypothèses, fait de suite comprendre au lecteur habitué aux discussions scientifiques qu'il s'en ouvre là une dont on n'est pas près de voir la fin. Il faut cependant que le planctonologiste fasse de cette tendance à la standardisation un de ses soucis primordiaux. Nous avons sans cesse évoqué la nécessité de pouvoir comparer les résultats les uns aux autres. On doit y inclure le rapprochement des données produites par des laboratoires différents, des expéditions différentes, dans des zones différentes. Cela suppose que les océanographes sauront apporter, à chacun des divers problèmes, petits et grands, que nous venons de soulever, une seule et même solution ou seront capables de passer, par des corrections connues, d'une méthodologie à une autre dans l'exposé de leurs résultats. Certes, tout, ou à peu près tout, reste

à faire. Néanmoins, divers efforts louables ont été faits dans ce sens. Je rappellerai ici les "sommaires" fondamentaux de la Division des Pêches de la F.A.O. et l'effort de standardisation fait lors des expéditions conjointes dans le Pacifique; j'insisterai cependant sur une résolution de la dernière session du Conseil Indo-Pacifique des Pêches qui, suivant les excellentes suggestions de NAKAI, a recommandé à ses membres, à titre expérimental, d'employer aussi souvent que possible un filet de référence qui permet une comparaison ultérieure des résultats obtenus dans les laboratoires intéressés par des procédés divers. L'adoption d'une telle mesure serait déjà un grand pas. Un autre est strictement nécessaire : combattre provisoirement l'effet de la migration verticale par des horaires de prélèvements identiques.

Au total, et ceci sera ma conclusion, le chercheur qui commencera des travaux de planctonologie quantitative dans une région devra se soucier de les inscrire dans le cadre du programme d'ensemble de son laboratoire et ne pas les considérer comme une fin en soi; il aura à envisager leur incorporation au contexte plus varié des problèmes régionaux dont dépend très souvent la solution de ses problèmes locaux, aussi devra-t-il se préoccuper d'utiliser des procédés comparables à ceux de ses "voisins", dans la plus large mesure.

	<p>... dans les différentes parties du filet</p>	
Opérer à une profondeur connue	<p>Contrôle de la vitesse du navire en fonction de la houle</p> <p>Variations verticales de la répartition des mouvements des masses d'eau.</p>	<p>Tester avec des bathytermographe.</p> <p>Etudier l'emploi de courantomètres CURRIE-FOXTON</p> <p><u>Provisoirement</u> : Le trait oblique paraît le plus recommandable (voir ci-dessus)</p>
Opérer le plus souvent possible, le long de radiales définies, et en même temps que les prélèvements hydrologie, C 14, etc...	<p>Pouvoir opérer à n'importe quel moment.</p>	<p>Etude de la migration diurne.</p> <p>Correction de temps ou détermination de la profondeur à partir de laquelle la quantité récoltée sera stable toute la journée (trait vertical ou oblique)</p> <p><u>Provisoirement</u> : sur des itinéraires suffisamment longs, horaire : 22 h - 2 h.</p>
Relier les résultats plancton aux résultats hydrologie, C 14, chlorophylle, pêche, contenus stomacaux, etc...	<p>Valeur comparative réelle des éléments mis en corrélation.</p>	<p>Utiliser les comptages si possible en pourcentage de nombres, volumes et poids.</p> <p>Examen critique des rapports des données utilisées.</p>
Relier les résultats entre eux dans une région donnée	<p>Les précédents problèmes ayant été résolus de manière satisfaisante, utiliser des méthodes comparables à celles des autres laboratoires</p>	<p><u>Provisoirement</u> : emploi aussi fréquent que possible d'un type de filet de référence admis par les autres laboratoires en même temps que celui propre au laboratoire considéré.</p> <p>Utiliser les résultats des tests de comparaison précédemment décrits.</p>

VIII. SOMMAIRE DES PROBLEMES

(Ce tableau ne prétend en aucune façon avoir un caractère limitatif ou suggérer des solutions satisfaisantes en valeur absolue : il doit être compris relativement aux conditions particulières de travail de l'auteur).

BUT	PROBLEMES POSES	ETUDES OU SOLUTIONS POUVANT ETRE ENVISAGEES
Opérer quantitativement avec une précision valable	<p>Sélection de l'engin le mieux adapté aux buts du programme</p> <p>Procédé à employer. Durée du trait. Vitesse du trait (prendre en considération la répartition possible en essais du plançon)</p>	<p>Tester par traits jumelés les divers procédés. Apprécier statistiquement leurs résultats. Les comparer s'il y a lieu avec ceux obtenus dans d'autres conditions par d'autres chercheurs. Etude des filets utilisables à grande vitesse</p> <p><u>Provisoirement</u> : Le trait oblique paraît plus favorable dans la plupart des cas. Cas particuliers : pompage, filtration.</p> <p>Tester statistiquement les procédés, la durée du trait par traits successifs le long d'une section (répartition horizontale), par traits successifs à la même station (constance du résultat pour divers procédés). Dans le cas de filets de maille n° 10, étudier la variation du pouvoir filtrant en fonction de la durée du trait et de l'usure du filet. Filet fermant : tester la régularité et la sécurité de l'opération (pertes d'échantillons pour les traits verticaux). <u>Provisoirement</u> : n'employer que des filets de mailles n° 10. Traits horizontaux : employer des filets fermants ou faire une correction de remontée.</p>
	Calibration du courantomètre.	Monter simultanément plusieurs courantomètres calibrés en diverses positions dans le filet

IX. BIBLIOGRAPHIE

CLARK, G.L. & BUMPUS, D.F.

1950; The plankton sampler - An instrument for quantitative plankton investigations;
Amer.Soc. of Limn. and Oceanogr. sp. publ. n°5
Woods Hole Ocean. Inst. Contr. 530.

CURRIE, R.I. & FORTON, P.

1957; A new quantitative plankton net;
J.Mar. biol. ass. U.K. 36, 17-32. Cambridge.

DOUTRE, M.

1956; "Eustropic", compte-rendu d'une campagne océanographique dans le Pacific Oriental;
Rev. Trx Inst. pêc. mar. tome XX, Fasc. 4.

HARDY, A.C.

1956; The open Sea its natural history & The world of Plankton;
Collins, London.

HIDA, T.S. & KING, J.E.

1955; Vertical distribution of zooplankton in the Central Equatorial Pacific Juillet-Août 1952;
Sp. Scient. rep. fisheries n°144. Washington 3.

KING, J.E. & HIDA, T.S.

1954; Variations in zooplankton abundance in Hawaii waters 1950-52;
Sp. Scient. rep. fish. n° 113, Washington 3.

KING, J.E. & DOTY, M.S.

1957; Preliminary report on expedition Eustropic;
Sp. Scient. rep. fish. n° 201, Washington 3.

LAEVASTU, T.

1957; Zooplankton considered in respect of its relation with phyto plankton and thus as a factor affecting basic production;
I.P.F.C. Bangkok, I.P.F.C./C57/CP32.

LAEVASTU, T.

1957; Review of the methods used in plankton research and conversion tables for recording the data and recommendations for standardization;
I.P.F.C. Bangkok, I.P.F.C./C57/CP36.

LANGFORD, R.R.

1953; Methods of plankton collection and a description of a new sampler;
Journ.Fish.Res.B.of Canada Vol.X n°5 pp238-252

LEGAND, M.

1957; ORSOM III. Résultats biologiques de l'expédition EQUAPAC (croisières groupées 56-4 et 56-5)
I.F.O. Océanographie, R.S.1, Nouméa.

LEGAND, M.

1957; Variations quantitatives du zooplancton récolté par l'ORSOM III pendant la croisière 56-4 (EQUAPAC);
I.F.O. Océanographie, R.S.2. Nouméa.

McEWEN, G.F., JOHNSON, M.W., FOLSOM, Th.R.

1954; A statistical analysis of the performance (of ~~the~~ the performance) of the Folsom plankton sample splitter, based upon test observations;
Arch. of Meteor., Geoph., Bio.Sc.A.Meteo., Geoph., vol.7, pp.502-527, Wien.

MARR, J.W.S.

1938; On the operation of large plankton nets;
Discovery reports, vol.XVIII, pp.105-120, Cambridge.

MOORE, H.B., CORWIN, E.G.

1956; The effects of temperature, illumination and pressure on the vertical distribution of zooplankton;
Bul.of Mar.Sc. of the gulf and caribbean; vol.6 n° 4, pp.273-287.

NAKAI, Z.

1957; Report on the standardization of plankton collecting.
I.P.F.C. Bangkok, I.P.F.C./C57/WP33.

RAWSON, D.S.

1956; The net plankton of Great Slave Lake;
Journ.of fish.Res.B.of Canada, vol.13, n° 1, pp.53-127.

ADDENDA

Au moment d'expédier le présent rapport, je reçois une publication de la SCRIPPS qui constitue une réponse valable à l'un des problèmes examinés : la profondeur de travail des engins. J'indique donc ici un paragraphe qui devra être ajouté page 18, en alinéa à la fin de : 2°- "La profondeur de travail des filets et sa détermination", juste avant "3°- Un problème particulier aux traits horizontaux".

" BODEN, CAMPA, SNODGRASS et DEVEREUX viennent de publier la description d'un télé-indicateur de profondeur qui a été utilisé avec succès pour les filets à plancton d'un mètre, donnant à tous moments, à trois mètres près, la profondeur de travail de l'engin, même pour des longueurs de câble filées de 450 mètres. Ils le décrivent dans le détail et indiquent comme prix de revient de la partie immergée de l'appareil 100 \$. Nous pouvons ici faire aussi référence des courantomètres indicateurs de profondeur CURRIE & FOXTON dont nous parlerons plus loin mais le montage de BODEN et al. a l'avantage de permettre une connaissance instantanée des variations de profondeur donc donne la possibilité d'une correction. Il n'est pas nécessaire de souligner l'extrême importance de ce fait. Elle est particulièrement sensible pour l'étude des Deep-Scattering Layers. "

En conséquence, on devra apporter également la correction suivante dans la bibliographie : tout au début, avant "CLARK-BUMPUS", ajouter :

"BODEN, B.P., CAMPA, E.M., SNODGRASS, J.M., DEVEREUX, R.F.
1955; A deep telerecording unit for marine biology;
Sears Found. Journ. mar. res. vol. 14, n° 2, pp. 205-209."

Page 30 :

Dans le tableau où est fait le sommaire des problèmes exposés, dans la partie "Etudes ou solutions pouvant être envisagées", en correspondance avec "Opérer à une profondeur connue", il faut ajouter à "Etudier l'emploi de courantomètres CURRIE-FOXTON" :

"et de l'appareil BODEN et al."
