

A - NOUVELLE CONTRIBUTION A L'ETUDE DES VARIATIONS QUANTITATIVES DIURNES
DU ZOOPLANCTON DANS LA REGION NORD-EST DE LA MER DE CORAIL

par
M. LEGAND

TABLE DES MATIERES

	<u>Pages</u>
I - <u>METHODE D'ETUDE.</u>	3
II - <u>RECHERCHE DE LA SIGNIFICATION BIOLOGIQUE DES COEFFICIENTS DE VARIATION DIURNE DE L'ENSEMBLE D'UNE POPULATION.</u>	
1) Définition générale du coefficient de correction des volumes	3
2) Comptages : Méthode employée	4
3) Variations diurnes des différents éléments étudiés	
a) Variations de la taille moyenne des organismes capturés	5
b) Variations diurnes des divers groupes d'organismes étudiés	6
c) Variations diurnes des larves de poissons et leurs fluctuations	10
d) Variations diurnes de la composition du zooplancton.	10
4) Signification biologique des coefficients de variation du nombre total d'organismes et du volume de zooplancton.	13
III - <u>RESUME.</u>	15
IV - <u>BIBLIOGRAPHIE.</u>	16
V - <u>ANNEXE I</u> - Résultats des comptages d'organismes pour 5 stations de la série de 24 heures XIV.	18
VI - <u>ANNEXE II</u> - Traduction anglaise du résumé.	19

I - METHODE D'ETUDE.

Nous ne reviendrons pas en détail sur le principe des méthodes d'étude et de correction des variations quantitatives diurnes du zooplancton; ce principe a déjà été largement exposé dans de précédents rapports, de même que les modalités du calcul (Rapp. Sc. n° 6 et n° 9). Rappelons seulement que les variations diurnes des volumes de zooplancton récoltés en une station par traits horizontaux de surface, ou par traits obliques d'un niveau donné à la surface, s'interprètent correctement ainsi que l'avaient indiqué KING et HIDA par une loi de la forme :

$$\log \text{ volume récolté} = \text{constante} + b \cos \omega t, \text{ où } \omega = \frac{360}{24}$$

t étant l'heure en temps local et b le coefficient de correction recherché (ou coefficient de variation diurne), qui permet de ramener toutes les valeurs observées à la constante caractéristique de la station; cette constante est en fait le volume de zooplancton récolté à 06 et 18 h. (où $\cos \frac{360}{24} t = 0$).

Le coefficient b peut être obtenu par des séries de stations de 24 h. en un même point; plus généralement dans des croisières telle qu'"Astrolabe" et "Boussole", il peut être calculé au moyen de plusieurs regressions, en subdivisant les données par région d'une part et par degré de richesse en zooplancton d'autre part. Après comparaison des valeurs obtenues, il est alors décidé d'utiliser pour l'ensemble des résultats un seul coefficient de correction b ou au contraire plusieurs coefficients différents.

II - RECHERCHE DE LA SIGNIFICATION BIOLOGIQUE DES COEFFICIENTS DE VARIATION DIURNE DE L'ENSEMBLE D'UNE POPULATION.

1) Définition générale du coefficient de correction des volumes.

Le coefficient de correction de la variation diurne des volumes, exprime pour des traits obliques ou verticaux l'importance relative des deux fractions du zooplancton vivant à midi de part et d'autre du niveau le plus bas atteint par les prélèvements et se concentrant au-dessus de lui à minuit (1).

Il se trouve lié par conséquent à la constitution faunistique du zooplancton et aux conditions océanographiques des stations considérées. Sa valeur est donc une caractéristique moyenne de la région pour laquelle il est acceptable.

$$(1) \quad \log V_{12} = \log a - b ;$$

$$\log \frac{V_{12}}{V_{00}} = - 2 b$$

$$\log V_{00} = \log a + b$$

$$V_{12} = \frac{V_{00}}{(\text{antilog } b)^2}$$

Donc le plancton récolté à minuit sera réparti à midi de part et d'autre du niveau limite en deux fractions : $\frac{V_{00}}{(\text{antilog } b)^2}$ et $V_{00} \left(1 - \frac{1}{(\text{antilog } b)^2}\right)$

On peut par exemple, remarquer que les valeurs de b pour les parties Nord et Sud des croisières "Astrolabe" et "Boussole" sont respectivement de 0,144 et 0,180 pour la première et de 0,111 et 0,168 pour la seconde. Ceci signifie en première analyse que, spécialement dans la deuxième de ces croisières, la biomasse de zooplancton superficiel descendant à midi au-dessous d'un niveau moyen de 300 m est plus importante dans le Sud que dans le Nord, proportionnellement à celle trouvée au-dessus de ce niveau.

2) Comptages : méthodes employées.

Nous avons donc été amenés à étudier sommairement la composition de ce zooplancton. Ceci a pu être exécuté grâce aux comptages effectués par M. Roger DESROSIERES. Les résultats de ces comptages sont exposés en détail dans la 2ème partie de ce rapport. Les échantillons de zooplancton ont été divisés avec un fractionneur du type Folsom en parties aliquotes représentant, généralement 1/8 ou 1/16 du total. Les résultats obtenus ont été rapportés à 10 m³ d'eau filtrée, cette échelle permettant l'obtention de chiffres à la fois commodes et suffisamment précis. Les comptages ont porté sur les catégories suivantes :

- Copépodes (adultes ou formes larvaires très développées)
- Mysidacés et Euphausiacés (id.)
- Crustacés divers y compris des jeunes formes larvaires rattachables aux groupes précédents
- Chaetognathes
- Ptéropodes et Hétéropodes
- Foraminifères
- Péridiniens
- autres organismes.

Ils ont été effectués pour 41 stations de la croisière "Astrolabe", 22 stations de la croisière "Boussole", toutes constituées par des traits obliques doublés de 0 à 300 m - et pour 5 stations de la série de 24 heures XIV effectuée par 21°10 S, et 166°45 E le 20 Janvier 1958. (Les résultats des traits horizontaux aux profondeurs nominales de 25, 50 et 100 m ont été seuls analysés dans cette série).

Les résultats rapportés à 10 m³ d'eau ont été ensuite étudiés par une méthode voisine de celle employée pour les volumes. C'est à dire, qu'on a vérifié graphiquement si les données pouvaient être interprétées en fonction du temps par une sinusoïde, et dans l'affirmative, calculé l'équation de cette courbe - c'est à dire le coefficient b en utilisant des groupements ne comprenant que des valeurs interprétables par une même courbe.

D'autre part si pour "Astrolabe", la répartition des valeurs en fonction de leur ordre de grandeur s'est faite sans rapport marqué avec leur répartition régionale, pour "Boussole" par contre, elles se classaient dans presque tous les cas en deux groupes comprenant, l'un essentiellement des stations de la région septentrionale de l'itinéraire, l'autre essentiellement des stations de la région australe; dès lors les calculs furent faits pour "Boussole" en séparant systématiquement les stations 0 à 16 et 17 à 35. Des coefficients différents furent trouvés pour ces deux groupes.

3) Variations diurnes des différents éléments étudiés.

On peut dire que la forme de l'équation de variation diurne utilisée pour les volumes paraît également applicable à tous les éléments suivants : le nombre total d'organismes, les nombres de Copépodes, de Mysidacés-Euphausiacés, de Crustacés divers, de Chaetognathes et de Ptéropodes.

a) Variations de la taille moyenne des organismes capturés.

Il est à noter que la taille moyenne des individus paraît également susceptible d'une variation semblable. Cela peut être très aisément déduit de son mode de calcul.

Puisque V_i (volume individuel moyen) = $\frac{V}{N}$ (volume humide récolté pour 10 m³) / (nombre d'organismes pour 10 m³)

on aura $\log V = \log a_v + b_v \cos \omega t$

et $\log N = \log a_n + b_n \cos \omega t$

d'où $\log V_i = \log a_v - \log a_n = \log a_v - \log a_n + \cos \omega t (b_v - b_n)$

ce qui peut s'écrire $\log V_i = \log a_{V_i} + \cos \omega t (b_v - b_n)$

En d'autres termes, chaque fois que le nombre d'organismes variera moins fortement que les volumes au cours de la journée (comme cela a été le cas dans les deux croisières considérées), la taille moyenne des individus s'accroîtra la nuit, son coefficient de variation b_{V_i} étant la différence du coefficient de variation du volume récolté et du coefficient de variation du nombre d'organismes constituant ce volume.

Un tel résultat fut déjà obtenu par HIDA et KING qui notèrent que la taille moyenne des organismes récoltés était plus importante en surface la nuit que le jour.

Si nous nous référons à la série de 24 heures XIV, on peut représenter schématiquement les variations du volume individuel moyen de la manière suivante :

TABLEAU I

Variation diurne de la taille moyenne dans la série XIV

	Nuit	Aube	Jour
	2 observations à 00.30 et 03.00	1 observation à 05.45	2 observations à 11.15 et 16.45
Moyenne de 2 traits horizontaux à 25 et 50 m	18×10^{-4} cc	12×10^{-4} cc	6×10^{-4} cc
1 trait horizontal à 100 m	12×10^{-4} cc	13×10^{-4} cc	11×10^{-4} cc

On peut remarquer que la taille moyenne des captures a peu varié pour le trait horizontal à 100 m et s'attendre à ce qu'une relation inverse de celle de la surface apparaisse plus profondément ainsi que l'ont trouvé HIDA et KING.*

Comme l'ont exposé ces deux auteurs, et comme nous l'avons déjà signalé dans des rapports antérieurs à propos des larves de poissons il est possible que l'action sélective du filet sur la taille dans les heures de jours en surface soit due à une plus forte réaction de fuite de certains des plus gros organismes, autant qu'à la migration en profondeur d'espèces généralement plus grosses comme les Mysidacés-Euphausiacés.

b) Variations diurnes des divers groupes d'organismes étudiés.

Le tableau 2 donne les résultats généraux des calculs. Bien que 2 coefficients aient été trouvés pour "Boussole", pour simplifier la comparaison il n'a été figuré ici pour cette croisière que le coefficient de regression moyen

($b = \frac{S1dxdy + S2dxdy}{S1d2x + S2d2x}$) suffisant pour le but recherché.

TABLEAU 2

Données statistiques sur la variation diurne du zooplancton

Série XIV 20 Janvier 1958 (5 stations à 0030 - 0300 - 0545 - 1115 - 1645) - Teneur moyenne de 0 à 100 m calculée d'après des traits horizontaux à 25 - 50 et 100 m.				Croisière "Astrolabe" et croisière "Boussole". Teneur moyenne de 0 à 300 m obtenue par double trait oblique (1)	
	b	r	P	b pour ASTRO-LABE Mai 1958	b pour BOUSSOLE Nov. 1958
Nombre total	0,282	0,869	$> 0,05$ *	0,128	0,080
Copépodes	0,399	0,923	0,025 **	0,100	0,120
Crustacés div.	0,256	0,821	$> 0,05$ *	0,121	0,192
Mysidacés-Euphausiacés	0,620	0,914	0,03 **	0,371	0,439
Chaetognathes	0,027	0,166	$> 0,05$	0,092	0,104
Ptérotopodes	0,346	0,645	$> 0,05$	0,168	0,143

* Valeurs de P très proches de 0,05
 ** Valeurs de P inférieures au seuil 0,05

(1) Les valeurs de b ont été calculée dans chaque cas par regroupement des b obtenus sur plusieurs séries d'observations. Il est inutile d'indiquer les valeurs de r dont la signification est discutable du fait même de cette opération.

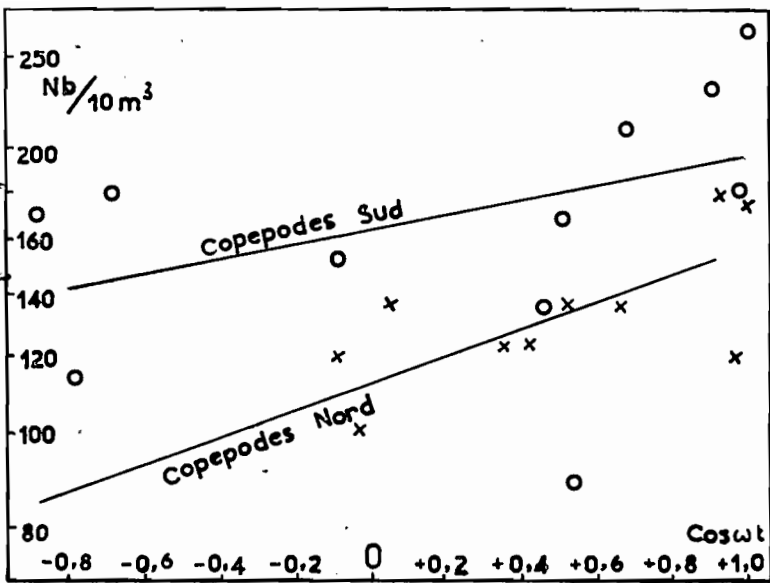


Fig. 1

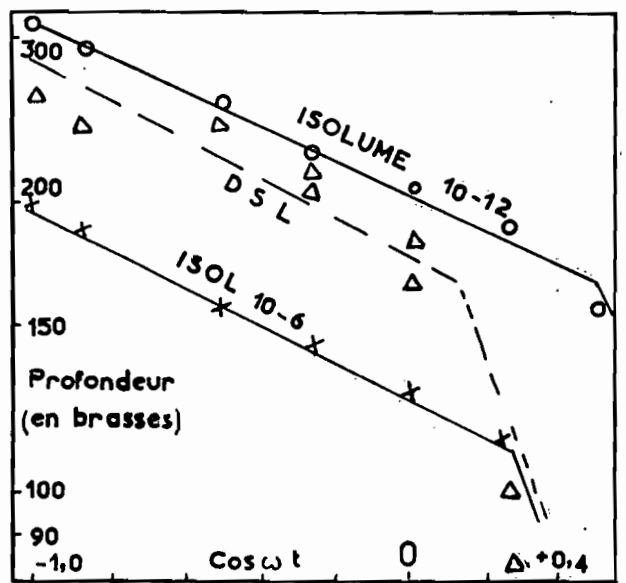


Fig. 5

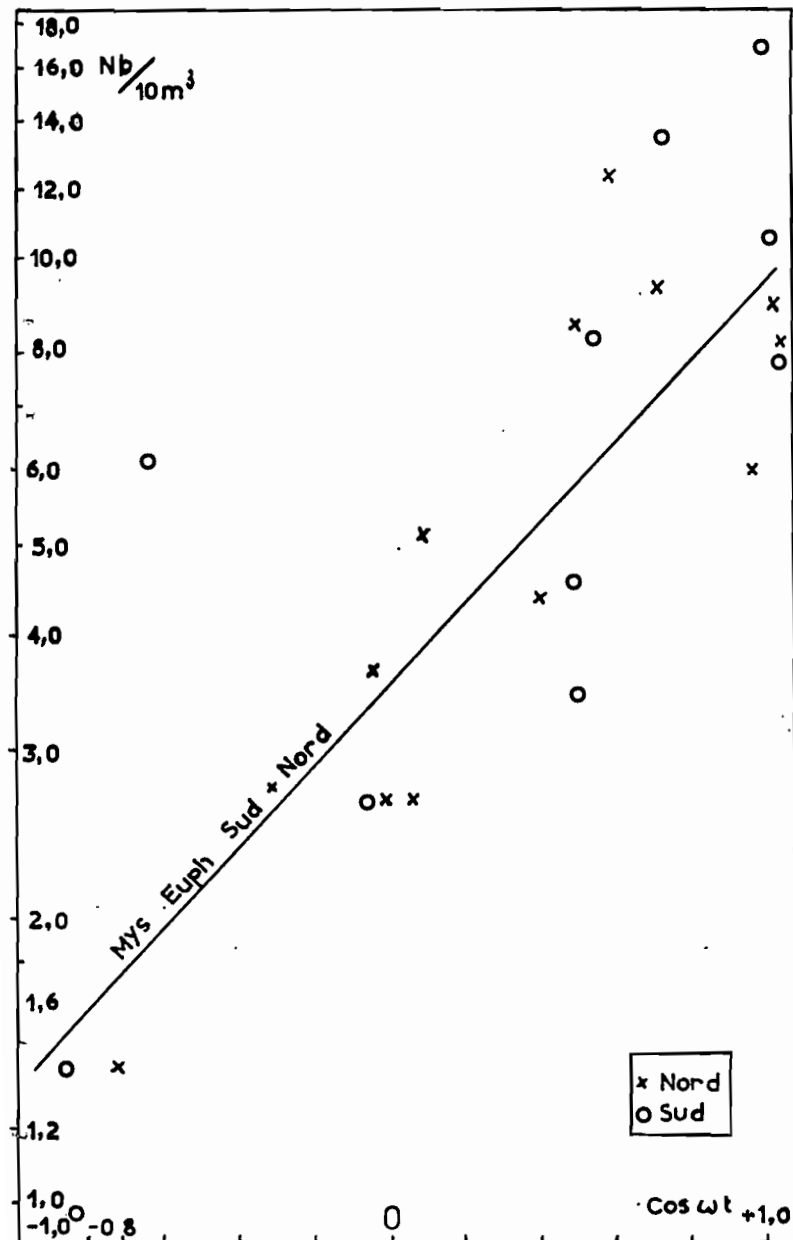


Fig. 2

Fig. 1 — Variation diurne du nombre des Copepodes pour les régions Nord et Sud de la zone couverte par la croisière "Boussole".

Fig. 2 — Variation diurne du nombre des Mysidacés-Euphausiacés pendant la croisière "Boussole"; comme ci-dessus, les croix indiquent les stations de la partie Nord, les cercles celles de la partie Sud.

Fig. 5 — Variation diurne de la profondeur de deux isolumes pendant les heures de jours (d'après MOORE 1950 - fig. 16)

On remarquera que dans tous les cas les Chaetognathes ont un taux de variation diurne moins élevé et que les Mysidacés-Euphausiacés se différencient mieux encore par un coefficient plusieurs fois plus grand que celui des autres groupes. Sur l'ensemble de la tranche verticale 0-300 m, les Ptéropodes ont généralement un taux de variation relativement moyen ou élevé, plus élevé que celui des Copépodes.

Les figures 1 et 2 représentent la variation trouvée pour la croisière "Boussole" pour les Copépodes et les Mysidacés-Euphausiacés et démontrent la validité de la loi de variation comme procédé de correction, au moins approximatif.

Il n'existe par contre aucune indication d'une variation diurne de ce genre dans le nombre de Foraminifères et des Périidiniens et leur nombre a été considéré ici comme stable dans la zone verticale considérée. Pour les derniers nommés, il est même possible qu'une relation différente existe. L'évolution du nombre des Périidiniens peut être en effet, résumée dans le tableau 3.

TABLEAU 3

Nombre moyen des Périidiniens en fonction de l'heure

(n = nombre de stations)

		"Astrolabe" stations pauvres (< 20 pour $10m^3$) (0 - 300 m)	"Astrolabe" stations riches (env. 40 ou plus pour $10 m^3$) (0 - 300 m)	"Boussole" (≈ 60 pour $10m^3$) (0 - 300 m)	Série XIV (0 - 100 m)
Matin	05-12	16,0 (n = 7)	35,5 (n = 4)	37,4 (n = 3)	35,2 (n = 2)
Après midi	12-19	18,0 (n = 2)	75,6 (n = 5)	49,7 (n = 3)	31,0 (n = 1)
Nuit	19-05	17,6 (n = 8)	44,6 (n = 4)	35,8 (n = 8)	26,5 (n = 2)

Il n'y a pas assez de données pour faire autre chose qu'indiquer une hypothèse : l'évolution en nombre de Périidiniens pourrait comporter une diminution la nuit. Une telle variation serait peut être explicable par l'action nocturne des prédateurs.

Pour les autres groupes on peut remarquer que les valeurs des coefficients sont beaucoup plus élevées pour la zone de 0-100 m de la série XIV que pour la zone 0-300 m prospectée pendant "Astrolabe" et "Boussole" : ceci est d'ailleurs normal et en accord avec tous les résultats précédents.

Ajoutons à cette revue de la variation diurne des divers groupes les résultats obtenus antérieurement pour les larves de poissons : pour la zone 0-300m il a toujours été impossible de trouver une relation caractérisée pendant les heures de jour, mais une relation nette existe pour les valeurs de cos θ positives avec un coefficient de variation b voisin de 0,50.

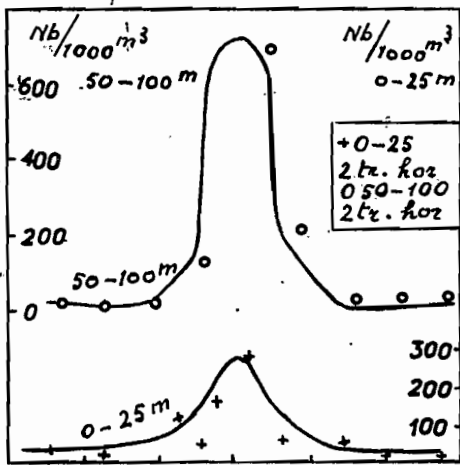


Fig. 3 a

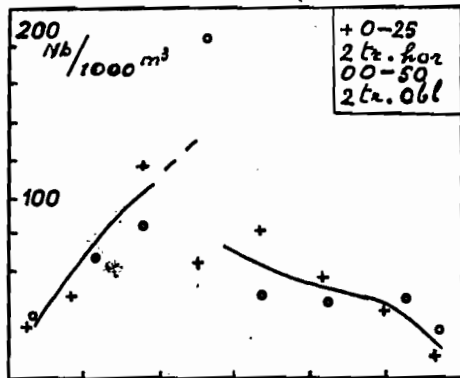


Fig. 3 b

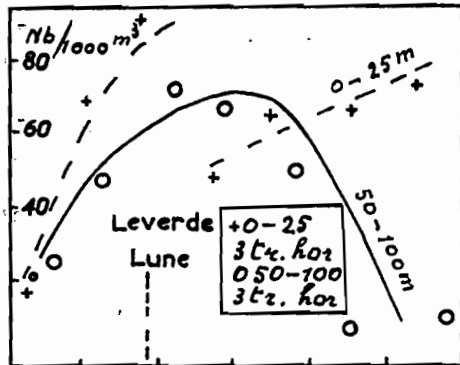


Fig. 3 c

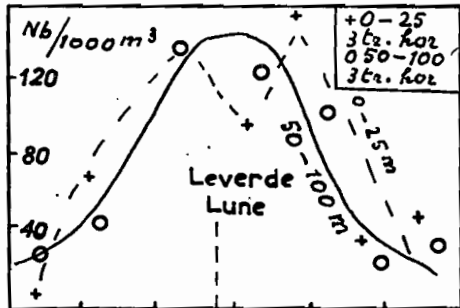


Fig. 3 d

Heure
200 1600 2000 0000 0400 0800 1200

Fig. 3 a à 3 d — Variation du nombre des larves de poissons en fonction de l'heure de prélèvement pour les sections verticales 0-25 m et 50-100 m.

- a) Série XIV 20.1.58 Nouvelle Lune
- b) Série XVII 31.3.58 1° Q le 28.3
- c) Série XV 7.3.58 P.L. le 5.3.
- d) Série XVI 12.3.58 D.Q.

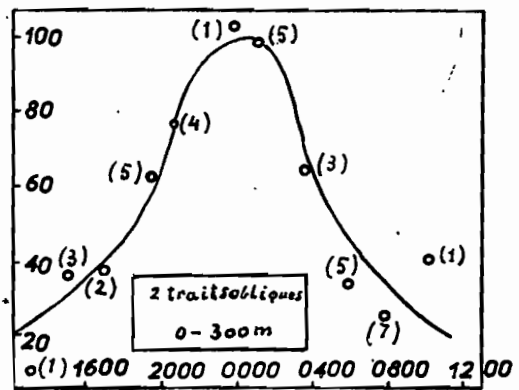


Fig. 3 e

Fig. 3 e — Variation du nombre des larves de poissons en fonction de l'heure pour l'ensemble de la croisière "Boussole", le nombre de stations représenté par chaque point est indiqué entre parenthèses

Fig. 4 — Variation relative diurne des nombres d'organismes pour les différents groupes avec indication des variations extrêmes des pourcentages.

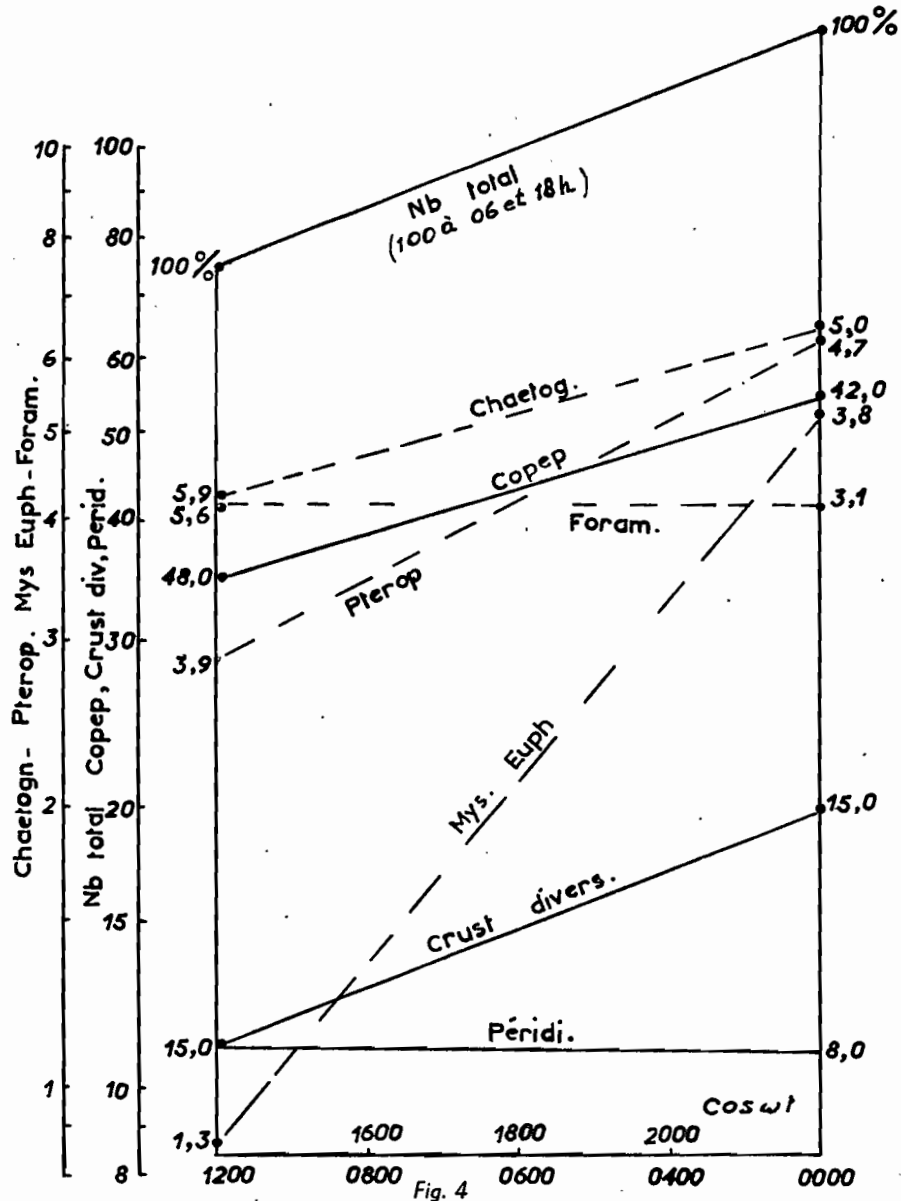


Fig. 4

c) Variations quantitatives diurnes des larves de poissons et leurs fluctuations.

Cependant, nous reprenons ici les données déjà citées sur les larves de poissons (Rapp. Sc. n° 6) en insistant sur un aspect particulier de la variation diurne de leur nombre. La figure 3e représente à titre de référence la variation moyenne du nombre des larves de poissons en fonction de l'heure pendant la croisière "Boussole". Les figures 3a, b, c, d représentent un groupe d'observations faites lors des séries de 24 heures, classées en fonction du cycle lunaire et séparées en 2 séries : moyenne des résultats obtenus de 0 à 25 m, moyenne des résultats obtenus de 50 à 100 m, (dans presque tous les cas on avait utilisé des traits horizontaux). On remarquera que si, lors de la série XIV faite en Nouvelle Lune, les distributions s'interprètent pour les deux profondeurs par une courbe assez symétrique, il n'en va pas de même dans les autres séries pour les traits superficiels : le nombre des larves de poissons collectées, après avoir augmenté régulièrement, a toujours subi une diminution brusque la nuit, qui, dans les séries XV et XVI coïncide plus ou moins avec le lever de la lune. Ceci est en accord avec des observations déjà faites sur la répartition verticale diurne des volumes de zooplancton pendant la croisière Equapac d'une part, et pour les mêmes séries de 24 heures d'autre part (Rapp. Sc. n° 6 p. 41). Ces observations peuvent être rapprochées de celles de MOORE (1950) (on remarquera dans ses données une descente accentuée de la D.S.L. au lever de la lune - p. 192, fig. 12).

Cette sensibilité à l'éclairage lunaire peut être évidemment invoquée, comme l'indique MOORE, pour des organismes vivant dans la journée assez profondément ne pouvant supporter qu'une illumination très faible, et non pour des espèces plus superficielles à optimum d'illumination assez élevé. Il rattachait ses observations de D.S.L. à la concentration des Euphausiacés, pour lesquels nous avons obtenu des valeurs de b importantes.

Remarquons que les larves de poissons récoltées ont aussi un coefficient de migration diurne très fort; ceci peut nous faire supposer que la majeure partie d'entre ces larves vivent relativement profondément pendant le jour. Ceci peut aussi nous faire supposer que la disparition lors de la Pleine Lune de l'étalement en surface des plus forts volumes de plancton et l'abaissement du niveau de concentration maximum (voir Rapp. Sc. n° 6, fig. 4) sont le fait d'organismes comme les Mysidacés-Euphausiacés et les larves de poissons, peu importants en pourcentage numérique, mais de volume relatif très fort.

d) Variations diurnes de la composition de zooplancton.

Ces différences du rythme de variation des constituants du zooplancton sont la cause d'un fait bien connu :

Dans une station donnée, à un niveau donné, le spectre quantitatif du zooplancton varie continuellement au cours de la journée. La répartition géographique des diverses espèces en fonction de leur abondance ne peut donc être faite que pour des stations exécutées aux mêmes heures, ou dont les résultats ont pu être ramenés à une heure choisie comme heure standard.

La figure 4 donne une représentation caractéristique de ces variations puisqu'elle représente à la fois la variation en nombre des divers groupes et leur valeur en pourcentage par rapport au nombre total d'organismes collectés à midi et

à minuit. Les données utilisées sont les coefficients de variation et la composition moyenne du zooplancton de la croisière "Astrolabe". On peut voir que le pourcentage en Mysidacés-Euphausiacés se trouve multiplié par plusieurs unités, cependant que les groupes à faible coefficient de migration ou considérés comme tels représentent une fraction plus faible du zooplancton la nuit que le jour.

Cette variation en pourcentage est aisée à calculer pour un groupe donné.

Si l'on a : $\log N = \log a_n + b_n \cos \omega t$, loi de variation diurne du nombre total d'organismes

$\log N_1 = \log a_1 + b_1 \cos \omega t$, loi de variation diurne en nombre du groupe ou de l'espèce considérée

on peut écrire la variation diurne en pourcentage de ce groupe

$$\log \frac{N_1}{N} = \log N_1 - \log N = \log a_1 - \log a_n + \cos \omega t (b_1 - b_n)$$

$$\log \frac{N_1}{N} = \log \frac{a_1}{a_n} + (b_1 - b_n) \cos \omega t$$

Le coefficient de variation d'un groupe ou d'une espèce, dont la quantité est exprimée en pourcentage du nombre total d'organismes, est donc la différence entre le coefficient de variation b_1 correspondant à ce groupe et le coefficient b_n représentant la variation moyenne en nombre de l'ensemble du zooplancton. Une population à coefficient de variation plus faible que b_n diminuera donc en pourcentage au cours de la nuit, ($b_1 - b_n$) devenant négatif. C'est ici le cas pour les Foraminifères et les Périidiniens. L'inverse est illustré par l'exemple des Mysidacés-Euphausiacés.

A titre d'indication, nous reproduisons dans le tableau 4 les données sur la répartition verticale du zooplancton de 0 à 100 m, tirées de la série XIV.

On y remarquera qu'à minuit : les Copépodes, Crustacés divers, Périidiniens et Chaetognathes ont un maximum plus ou moins marqué à 100 m. Les Mysidacés-Euphausiacés et les Ptéropodes au contraire ont leur maximum en surface, spécialement accentué pour les derniers normés. Pour tous, sauf pour les Périidiniens le "dégonflage" est effectué par le bas, le niveau supérieur ou le niveau intermédiaire devenant les plus riches, au début de la descente du zooplancton.

On notera également que la différence entre les heures de pleine lumière et la nuit est particulièrement sensible pour les Mysidacés-Euphausiacés et les Ptéropodes comme l'on pouvait s'y attendre d'après le calcul des coefficients de variation. Ces organismes à variation diurne plus accentuée paraissent dans la journée concentrés plus profondément, tendent donc à monter plus haut que les autres la nuit, - dans le cas de la série XIV du moins, effectuée rappelons le, en période de Nouvelle Lune --.

TABLEAU 4

Nombre d'organismes de divers groupes récoltés à 3 niveaux différents pendant la série XIV, exprimé en % du total des résultats à ces 3 niveaux (1) à minuit

Heure approchée	Copépodes					Mysidacés-Euphausiacés				
	00	03	06	11	17	00	03	06	11	17
25 m	32	<u>19</u>	11	4	5	<u>38</u>	<u>21</u>	<u>14</u>	0	0
50 m	32	15	<u>15</u>	<u>7</u>	5	32	10	10	2	2
100 m	<u>36</u>	12	9	5	5	30	5	7	<u>4</u>	2
	Crustacés divers					Chaetognathes				
25 m	29	<u>17</u>	<u>21</u>	4	6	29	<u>23</u>	39	16	18
50 m	32	15	12	12	<u>10</u>	27	13	<u>44</u>	16	<u>30</u>
100 m	<u>39</u>	11	9	<u>12</u>	6	<u>44</u>	21	26	<u>25</u>	11
	Péridiniens (2)					Ptéropodes				
25 m	24	18	<u>67</u>	16	35	<u>43</u>	<u>11</u>	3	4	3
50 m	<u>38</u>	19	25	<u>37</u>	43	30	6	3	1	<u>5</u>
100 m	<u>38</u>	<u>28</u>	16	35	11	27	2	2	<u>12</u>	2
	Nombre total d'organismes									
		00	03	06	11	17				
	25 m	31	<u>18</u>	<u>17</u>	5	7				
	50 m	32	15	16	<u>10</u>	<u>9</u>				
	100 m	<u>37</u>	12	10	<u>10</u>	6				

(1) Le maximum de chaque colonne vertical a été souligné.

(2) Les Foraminifères qui étaient à peu près inexistantes n'ont pas été indiqués.

4) Signification biologique des coefficients de variations du nombre total d'organismes et du volume de zooplancton.

Nous pouvons désormais arriver à une définition plus précise du coefficient de variation diurne de la biomasse du zooplancton récolté en une station donnée aux diverses heures de la journée.

Si l'on écrit les relations précédemment utilisées :

$$V = a_v \times \text{antilog } b_v \cos \omega t \text{ loi de variation des volumes -}$$

$$N = a_n \times \text{antilog } b_n \cos \omega t \text{ loi de variation du nombre total -}$$

$$N_1 = a_1 \times \text{antilog } b_1 \cos \omega_1 t \quad N_2 = a_2 \times \text{antilog } b_2 \cos \omega_2 t \dots,$$

lois de variation en nombre des diverses espèces ou groupes d'espèces constituant le zooplancton étudié.

On aura pour $\cos \omega t = 1$

$$N = a_n \times \text{antilog } b_n$$

$$N_1 = a_1 \times \text{antilog } b_1 \quad , \quad N_2 = a_2 \times \text{antilog } b_2 \dots$$

$$N = N_1 + N_2 \dots$$

et $a_n \times \text{antilog } b_n = a_1 \times \text{antilog } b_1 + a_2 \times \text{antilog } b_2$

en remplaçant a_1, a_2 , nombre d'individus des espèces considérées présents à 0600 et 1800 dans la zone étudiée par leur valeur en fraction du nombre total d'organismes collectés à ce moment ($\frac{a_1}{a_n} = K_1 \quad , \quad \frac{a_2}{a_n} = K_2 \dots$)

$$\underline{\text{antilog } b_n = K_1 \times \text{antilog } b_1 + K_2 \times \text{antilog } b_2 \dots}$$

Dès lors le coefficient de variation diurne du nombre total des organismes zooplanctoniques se trouve relié directement par cette relation simple aux coefficients de variation des divers groupes d'espèces et au pourcentage du plancton qu'ils représentent respectivement aux heures standard 06 et 18.

On arrive aussi aisément à une relation

$$\underline{\text{antilog } b_v = K_1 \times L_1 \times \text{antilog } b_1 + K_2 \times L_2 \times \text{antilog } b_2 \dots}$$

où $L_1, L_2 \dots$ est le rapport du volume individuel moyen pour chaque groupe considéré, au volume individuel moyen calculé sur l'ensemble de la population étudiée

$$(L_1 = \frac{V_1}{N_1} : \frac{V}{N}).$$

Cette équation permet de comprendre qu'un groupe comme les Mysidacés-Euphausiacés qui représente en nombre un faible pourcentage du plancton total, mais pour lequel la taille individuelle est généralement importante (leur volume moyen est fréquemment 10 fois, ou beaucoup plus, celui des Copépodes) peut finalement accroître d'une manière très notable le coefficient de variation diurne. Inversement un fort pourcentage de Foraminifères par exemple abaissera ce coefficient.

En résumé la variation diurne des volumes dépend de la constitution faunistique du zooplancton à la station considérée, en fonction de trois facteurs essentiels :

- pourcentage représenté par les associations qui ont pu être caractérisées
- taille moyenne des individus pour chacune d'elles
- coefficient de variation diurne propre aux espèces ou groupes d'espèces considérés, coefficient qui peut lui-même être une fonction des conditions océanographiques locales (transparence de l'eau, profondeur maxima de la masse d'eau habitable par l'espèce), et des conditions saisonnières : le pourcentage de mâles et de femelles, de stades larvaires, la taille même de l'adulte conditionnent la migration diurne ou la vitesse moyenne de plongée (voir NICHOLLS GARDINER d'après SVERDRUP et al ..) de l'ensemble.

Les considérations précédentes supposent acquise la possibilité de l'application d'une loi de variation diurne de la forme précédemment définie, du moins dans la majeure partie des cas. Il ne peut s'agir pour le moment que d'une supposition. Toutefois l'interprétation par une loi sinusoidale - linéaire par transformation logarithmique - de la migration verticale du zooplancton semble effectivement possible dans de nombreux cas. Par exemple, la profondeur des D.S.L. a été reliée par MOORE aux concentrations d'Euphausiacés. Or les données de sa figure 16 reportées sur un graphique en fonction de $\cos \omega t$ (fig.5) montrent pendant les heures de jour une variation linéaire de la profondeur des isolumes 10^{-6} et 10^{-12} entre lesquels varie la D.S.L. Il est logique d'ailleurs que la possibilité d'application d'une loi de forme sinusoidale aux variations quantitatives du zooplancton en surface, ou dans une tranche d'eau superficielle, soit la conséquence d'une variation inversement proportionnelle de sa profondeur de concentration; celle-ci est liée directement à l'influence de la lumière, - le mouvement vers le haut des organismes se prolongeant cependant dans les heures de pleine obscurité alors que les conditions de luminosité aux divers niveaux deviennent plus ou moins stables (on notera dans la fig. 5 que la linéarité des profondeurs des isolumes n'est évidemment valable que dans le jour).

Cependant la migration du zooplancton subit d'autres influences que la lumière solaire : éclairage lunaire qui provoque une migration descendante au lever de la lune et modifie sans doute fortement pendant la pleine lune l'allure de la répartition verticale nocturne, influence des seuils thermiques sur telles ou telles espèces, niveau de concentration du phytoplancton. Ces facteurs rendent difficilement comparable les résultats quantitatifs obtenus par traits horizontaux superficiels. En outre quelques éléments du plancton au moins semblent avoir des mouvements verticaux diurnes différents : MOORE cite la possibilité d'une migration inversée pour certains Euphausiacés. Ajoutons encore le fait que les variations diurnes tendent souvent à être asymétriques, la descente et la montée débutant plus tardivement que la courbe théorique ne le prévoit.

Au total, sous réserve de contrôler son applicabilité dans chaque cas, la loi sinusoidale nous paraît un moyen provisoire commode pour corriger certaines données quantitatives sur le zooplancton en vue de les rendre comparables. Elle ne fait sans doute que remplacer empiriquement des corrélations plus précises avec l'influence de la lumière et divers autres facteurs physiques.

III - R E S U M E.

1°) Il est rappelé que le principe de la méthode de correction des volumes globaux de zooplancton en fonction de l'heure locale t peut être basé sur la loi linéaire, valable pour une station donnée :

$$\log \text{ volume récolté} = \text{constante} + b \cos \frac{360}{24} t$$

où b exprime l'importance relative des deux fractions du zooplancton vivant aux heures de pleine illumination de part et d'autre de la profondeur maxima atteinte par les traits obliques ou verticaux et concentrées la nuit au-dessus de ce niveau.

2°) L'extension de cette loi de correction aux nombres totaux d'organismes et aux nombres d'organismes appartenant à divers groupes a été étudiée et trouvée possible dans un certain nombre de cas.

Il résulte des données acquises que, pour les croisières considérées les Mysidacés-Euphausiacés et les larves de poissons ont un coefficient de variation diurne beaucoup plus fort que les autres groupes.

3°) Pour les larves de poissons, on constate que le niveau de concentration maximum nocturne peut dépendre de l'éclairage lunaire, ces organismes s'enfonçant au lever de la lune, pendant la Pleine Lune en particulier.

4°) La taille moyenne des organismes capturés en surface est plus forte la nuit. Il en est, en général, de même pour l'ensemble de la zone verticale 0-300 m. La composition du zooplancton varie aussi d'après des lois sinusoidales.

5°) Le coefficient de variation diurne global d'une population donnée de zooplancton est une fonction des pourcentages en nombre correspondant aux divers groupes d'organismes voisins par leur biologie, de la taille moyenne des individus constituant chacun de ces groupes, et des coefficients de variation de chacune de ces associations.

De tels coefficients représentent un ensemble de phénomènes complexes et sont surtout un moyen provisoire commode de corriger des données récoltées à des heures diverses, en vue de les rendre comparables. Ils peuvent fournir une indication des changements intervenus dans la constitution d'un biotope et/ou la composition de ses habitants planctoniques.

IV - BIBLIOGRAPHIE.

- BOGOROV B.G. (1939) - Coefficient of diurnal vertical distribution of Plankton.
Ac. Sc. U.R.S.S. Compte rendu vol. XXIII n° 7 pp. 703-705.
- CLARKE G.L. et BACKUS R.H. (1956) - Measurements of light penetration in relation to vertical migration and records of luminescence of Deep Sea animals.
Deep Sea Res. vol. n° 4 pp. 1-14.
- HERSEY J.B. et MOORE H.B. (1948) - Progressreport on scattering layers observations in the Atlantic Ocean.
Trans. Ann. Geoph. Un. vol. 29, n° 3, pp. 341-354.
- HIDA T.S. et KING J.E. (1954) - Vertical distribution of zooplankton in the Central Equatorial Pacific, Juillet-Aout 1952.
U.S. Fish. and Wild. Serv. Sp. Sc. Rep. Fish. n° 144.
- KENDALL M.G. (1946) - The advanced theory of statistics T. II.
Griffin London
- KING J.E. et HIDA T.S. (1954) - Variations in zooplankton abundance in Hawaii waters 1950-1952.
U.S. Fish. and Wild. Serv. Sp. Sc. Rep. Fish. n° 118.
- LAEVASTU T.R. (1957) - Review of the methods used in Plankton research and conversion tables for recording the data and recommendations for standardization.
I.P.F.C., C. 57 - CP 36.
- LAMOTTE M. (1948) - Introduction à la biologie quantitative.
Masson Paris
- LEGAND M. (1958) - Etude sommaire des variations quantitatives diurnes du zooplankton autour de la Nouvelle Calédonie.
O.R.S.T.O.M., I.F.O. Rapp. Sc. n° 6
- MOORE H.B. (1950) - The relation between the scattering layers and the Euphausiacea.
Woods Hole Oc. Inst. Collected Reprint cont. 535, pp. 181-212.

- MOORE H.B. et CORWIN E.G. (1956) - The effects of temperature, illumination and pressure on the vertical distribution of zooplankton.
Bull. of Mar. Scient. Gulf Caribb. vol. 6, n° 4, pp. 273-287.
- ROTSCHI H., ANGOT M., et LEGAND M. (1959) - ORSOM III, Résultats de la croisière "Astrolabe" 2ème partie : Chimie, Productivité et Zooplancton.
O.R.S.T.O.M., I.F.O., Rapp. Sc. n° 9.
- SIMPSON G.G. et ROE A. (1939) - Quantitative zoology.
Mac Graw Hill Book C° - New York.
- SVERDRUP H.U., JOHNSON M.W. et FLEMING R.H. (1942) - The Oceans theirs physics, chemistry and general biology.
New York.

V - ANNEXE I

Résultats des comptages d'organismes pour 5 stations de la série de 24 heures XIV (20.1.1958 - Pos. 21°10 S. - 166°45 E.)

Heure locale	Pro-fondeur	Volume de zooplancton récolté	Nombre d'organismes	Taille moyenne en cc x 10 ⁻⁴	Copépodes		Mysidacés Euphausiacés		Autres Crustacés		Chaetognathes		Ptéropodes		Foraminifères		Péridiniens		Divers	
					Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%
00.15	18	109,0	746	14,6	383	51,3	56,7	7,6	147	19,7	31,3	4,2	53,7	7,2	0	0	23,1	3,1	51,4	6,9
00.45	35	67,0	764	8,8	384	50,3	47,4	6,2	167	21,8	29,0	3,8	38,2	5,0	8,4	1,1	36,7	4,8	53,5	7,0
00.45	95	60,5	875	6,9	415	47,4	43,8	5,0	203	23,2	46,4	5,3	34,1	3,9	6,1	0,7	36,8	4,2	90,1	10,3
02.45	17	89,0	436	20,4	219	50,2	30,5	7,0	88	20,2	24,8	5,7	14,0	3,2	0	0	16,6	3,8	43,2	9,9
03.15	37	99,4	350	28,4	175	50,0	15,0	4,3	75	21,3	14,0	4,0	8,1	2,3	0	0	17,8	5,1	45,5	13,0
03.15	95	49,9	276	18,1	136	49,2	6,6	2,4	56	20,1	22,9	8,3	3,3	1,2	0	0	26,8	9,7	24,6	8,9
05.30	25	54,0	413	13,1	129	31,2	20,7	5,0	106	35,6	41,3	10,0	3,7	0,9	0	0	65,7	15,9	47,1	11,4
06.00	45	43,0	376	11,4	176	46,8	15,4	4,1	64	16,9	45,5	12,1	3,7	1,0	0	0	23,7	6,3	48,2	12,5
06.00	115	30,0	231	13,0	101	43,4	9,7	4,2	49	21,1	28,0	12,1	1,6	0,7	0	0	15,3	6,6	27,3	11,8
11.00	17	9,9	119	8,3	46	39,0	0	0	19	16,1	17,5	14,7	4,5	3,8	1,0	0,8	15,2	12,8	15,2	12,8
11.15	35	8,1	237	3,4	78	32,9	2,6	1,1	61	25,8	17,3	7,3	1,4	0,6	0,7	0,3	36,1	15,2	39,9	16,8
11.30	95	17,6	229	7,7	54	23,3	5,7	2,5	62	27,0	27,3	11,9	15,2	6,6	0,9	0,4	34,0	14,8	31,0	13,5
16.15	18	6,4	164	3,9	61	37,0	0,3	0,2	29	17,5	19,0	11,6	4,1	2,5	0	0	33,7	20,6	17,4	10,6
16.45	58	22,2	213	10,4	59	27,9	2,8	1,3	51	23,9	31,5	14,8	6,4	3,0	0	0	41,9	19,7	20,0	9,4
17.00	125	20,8	141	14,8	59	41,7	3,4	2,4	33	23,2	12,0	8,5	2,0	1,4	0,7	0,5	10,7	7,6	20,7	14,7

Le volume de zooplancton a été indiqué en cc par rapport à 1.000 m³ d'eau filtrée, les nombres d'organismes par rapport à 10 m³ d'eau filtrée.

VI - ANNEXE II.S U M M A R Y

1°) The principle of the method of correction of total zooplankton volume in function of local time t is based on the use of the linear equation where at a given station :

$$\log \text{ volume collected} = \text{constant} + b \cos \frac{360}{24} t$$

in which b expresses the relative importance of the two fractions of the zooplankton living at periods of maximum light both above and below the lowest level reached by vertical or oblique hauls and concentrated above this level at night.

2°) The applicability of this equation of correction to the total number of organisms and to the number of organisms belonging to various groups has been studied, and found possible in some cases.

The results obtained show for the mentioned cruises, the Mysids-Euphausiids and the fish larvae have much higher diurnal variation coefficients than the other groups.

3°) For the fish larvae it is shown that the maximum nocturnal concentration level can depend on the light of the moon as these organisms sink at moon rise, particularly during full moon.

4°) The average size of the organisms captured at the surface increases at night. Generally speaking, the same is true for the layer from surface to 300 metres. The composition of the zooplankton also varies according to periodic functions.

5°) The diurnal coefficient of variation of a given population of zooplankton is a function of the numerical percentages at the various groups of organisms biologically similar, of the average size of the individuals constituting each of these groups, and their coefficient of variation .

Such coefficient represent a summation of several complex phenomena and serve mainly as a useful temporary means of correcting data collected at various hours, allowing them to be compared. They can give an indication of the changes which have taken place in the constitution of a biotop or/and in the composition of its plankton inhabitants.

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

20, rue Monsieur
PARIS 7^e

ZOOPLANCTON QUANTITATIF DU
NORD-EST DE LA MER DE CORAIL
- 1958 -

IMP. NOUVELLE D. TARDIEU - NOUMÉA



INSTITUT FRANÇAIS D'OCÉANIE - CENTRE D'OCÉANOGRAPHIE
NOUMÉA, NOUVELLE-CALÉDONIE

Rapport Scientifique n° 10

Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer

INSTITUT FRANCAIS D'OCEANIE

CENTRE D'OCEANOGRAPHIE

ZOOPLANCTON QUANTITATIF DU NORD-EST DE LA MER DE CORAIL

- 1958 -

Rapport Scientifique N° 10

Nouméa, Juin 1959