DE LA REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES POPULATIONS HÉTÉROGÈNES ET DE LEURS VARIATIONS NUMÉRIQUES

Michel Nouzarède, Jeanne Renaud-Mornant

DE LA REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES POPULATIONS HÉTÉROGÈNES ET DE LEURS VARIATIONS NUMÉRIQUES

par Michel NOUZARÈDE et Jeanne RENAUD-MORNANT

SOMMAIRE

Les auteurs rappellent l'intérêt en biologie de l'échelle logarithmique à divers phénomènes écologiques, dont les variations de densité de populations.

I. — INTRODUCTION

La représentation graphique des résultats numériques des recherches écologiques s'avère souvent difficile. La difficulté essentielle réside dans le fait que l'ordre de grandeur du nombre d'individus des espèces ou des groupes étudiés varie considérablement. Or, ce qu'il est intéressant de représenter avant tout, c'est précisément cette différence d'ordre de grandeur; l'échelle arithmétique est alors trop souvent inutilisable. C'est pourquoi nous voulons, dans le présent article, « vulgariser » l'emploi de l'échelle logarithmique en donnant quelques exemples des services qu'elle peut rendre.

Il existe de nombreux ouvrages de mathématiques à l'usage des biologistes, en particulier celui de M. LAMOTTE (« Introduction à la biologie quantitative », Masson et Cie éd.) et les « Exposés de biométrie et de statistique biologique » publiés aux alentours de 1930 dans la collection « Actualités scientifiques et industrielles » (Hermann et Cie éd.). Nous nous adressons à un public plus large car nous restons à un stade élémentaire des opérations mathématiques; d'autre part, notre but est de donner un mode d'illustration des tableaux de chiffres rébarbatifs, mode d'illustration qui soit un moyen d'expression rapide, clair, explicite et autant que possible exhaustif.

Que les mathématiciens veuillent bien nous être indulgents.

II. — RAPPEL DES NOTIONS FONDAMENTALES SUR LES LOGARITHMES

Rappelons très brièvement que le logarithme d'un nombre est composé de 2 parties : la partie décimale, ou *mantisse,* indique les chiffres composant le nombre, et la partie entière, ou *caractéristique,* nous donne l'ordre de grandeur de ce nombre. La mantisse est toujours positive; la caractéristique est positive pour les nombres supérieurs à 1, négative pour les nombres compris entre 0 et 1 (ou nombres fractionnaires). Les nombres négatifs n'ont pas de logarithme.

Exemples :

Nombre	Logarithme
1	0
10	1
100	2
1 000	3
0,1	$\bar{1}$
0,01	$\bar{2}$
780	2,89209
0,078	$\bar{2}$,89209

La mantisse est donnée avec 5 décimales dans les tables courantes, et avec 7 décimales pour le calcul des intérêts composés. Mais pour établir un graphique, nous pourrons couramment ramener à 2 ou à 3 le nombre de décimales de la mantisse, avec une approximation de l'ordre de 1 à 2 % ; ainsi, en prenant pour logarithme de 780 la valeur 2,89 on commet une erreur de 0,5 % environ.

Le nombre d'unités de la caractéristique d'un nombre supérieur à 1 est égal au nombre de chiffres, moins un, composant la partie entière du nombre; celui de la caractéristique d'un nombre inférieur à 1 est égal au nombre total de 0 précédant le premier chiffre significatif. Par exemple, la caractéristique de 780 est 2 (positive), et celle de 0,0780 est $\bar{2}$ (négative).

Rappelons très rapidement les règles essentielles de calcul des logarithmes :

$$\log (A \times B) = \log A + \log B$$

$$\log \frac{A}{B} = \log A - \log B$$

$$\log A^n = n . \log A.$$

III. — COORDONNÉES LOGARITHMIQUES (Fig. 1)

Sur un axe orienté X'X, plaçons, d'une part, les logarithmes de $\bar{2}$ à 2, et, d'autre part, quelques nombres correspondants de 0,01 à 100. Ce graphique donnera lieu à quelques remarques.

1°) A gauche et à droite du 0, les unités négatives et positives de la caractéristique (correspondant aux parties entières des logarithmes) sont représentées par des distances égales (Exemple : distance entre $\bar{2}$ et $\bar{1}$ = distance entre 0 et 1).

2°) Dans l'intervalle correspondant à une unité de la caractéristique, la mantisse (ou partie décimale du logarithme) est représentée par un intervalle directement proportionnel à sa valeur (Exemple : distance entre 0,3 et 0,5 = distance entre 0,5 et 0,7).

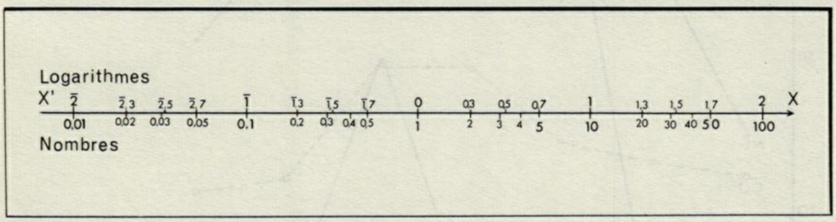

FIG. 1. — De part et d'autre d'un axe X'X sont placés quelques logarithmes de $\bar{2}$ à 2 et les nombres qui leur correspondent.

3°) Comme conséquence des deux premières remarques, nous voyons que des différences égales entre logarithmes sont représentées par des intervalles égaux (exemple : distance entre $\bar{1}$,3 et $\bar{1}$,5 = distance entre 0,3 et 0,5 = distance entre $\bar{1}$,5 et $\bar{1}$,7 = distance entre 0,5 et 0,7).

4°) La mantisse est toujours positive; aussi l'ordre croissant de sa valeur est *toujours* orienté dans le sens positif du vecteur $\overrightarrow{X'X}$. Il y a là une différence radicale avec les nombres algébriques négatifs comme le montre l'exemple ci-après : alors qu'on placera dans le sens positif $\overrightarrow{X'X}$ les logarithmes dans l'ordre suivant :

$\bar{1}$; $\bar{1}$,3; $\bar{1}$,5; $\bar{1}$,7; 0; 0,3; 0,5

on placerait, dans le même sens positif les nombres algébriques dans l'ordre suivant :

— 1,7; — 1,5; — 1,3; — 1; 0; 0,3; 0,5.

5°) L'unité des valeurs numériques est alors représentée par une distance variable et constamment décroissante. En nous per-

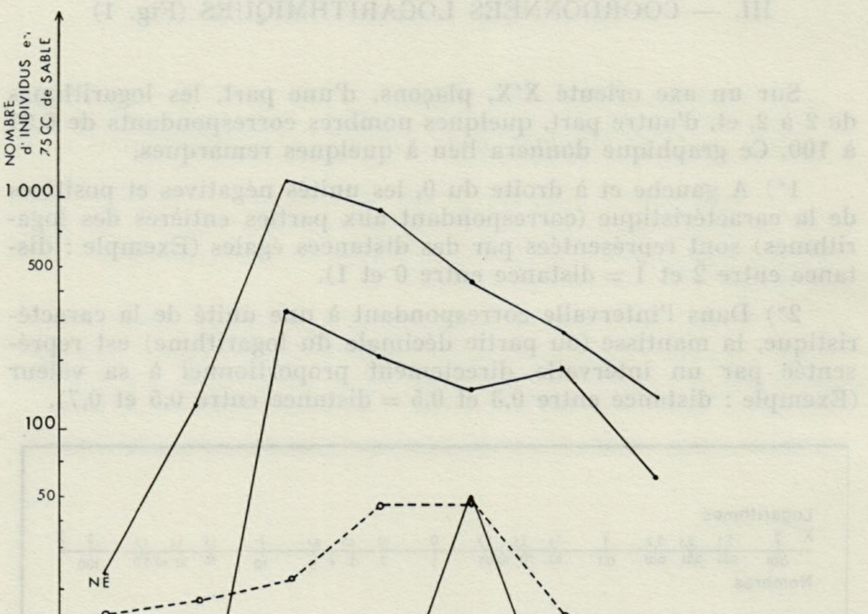

FIG. 2. — Les courbes correspondent aux groupes suivants : Turbellariés (TU), Nématodes (NE), Polychètes (PO), Oligochètes (OL), Mollusques (MO), Tardigrades (TA), Acariens (AC), Copépodes Harpacticides (CO), et Insectes (IN).

mettant une métaphore, nous dirons qu'une représentation des valeurs numériques à l'échelle logarithmique correspond à une perspective de la représentation de ces valeurs à l'échelle arithmétique.

En résumé, sur un graphique à l'échelle logarithmique, les valeurs numériques sont représentées essentiellement en fonction de leur ordre de grandeur (centième, dixième, unité, dizaine, etc.).

IV. — DÉFINITIONS

Avant de construire quelques graphiques, il est bon que nous définissions les termes que nous emploierons par la suite.

1°) *Variations absolues de la densité :* Nous appellerons ainsi les écarts du nombre d'individus comptés sur une surface constante ou dans un volume constant du milieu. Il n'est pas nécessaire de considérer une unité du système métrique comme référence de surface ou de volume; par exemple, on comptera les individus dans 75 cm^3 de sable.

2°) *Variations relatives de la densité :* Nous appellerons ainsi les variations du rapport de deux densités. Nous envisagerons trois cas :

a) *Variations relatives de densités homologues :* Ce sont les variations relatives de la densité d'un groupe considéré comme homogène (espèce, genre, famille, ordre, etc...). Il est en effet souvent intéressant de comparer les différentes densités d'une population homogène à sa densité initiale ou à la densité d'une population témoin de même composition qualitative.

b) *Variations relatives de densités hétérologues :* Ce sont les variations du rapport des densités de 2 groupes considérés comme différents (2 espèces, 2 genres, etc...; ou bien une espèce et un genre, un genre et un ordre, etc...). La courbe représentant ces dernières variations peut remplacer, pour une simple illustration, ce que GAUSE (1935) appelle la « courbe relative de coexistence ».

c) *Variations de la composition d'une population hétérogène :* Il est souvent utile de représenter graphiquement à quelle fraction de la population totale correspond chaque groupe composant. Pour cela, il suffit de reporter sur un graphique les valeurs du rapport de la densité de chaque groupe à la densité de la population totale.

Remarque : Comme nous n'avons envisagé que des rapports, les opérations mathématiques seront réduites à de simples soustractions de logarithmes; le travail sera donc simplifié.

V. — EXEMPLES DE GRAPHIQUES A L'ÉCHELLE LOGARITHMIQUE

1°) *Variations absolues de la densité* (Fig. II) : Nous prendrons comme exemple les variations du nombre d'individus, par « groupes zoologiques », contenus dans 75 cm^3 de sable de la plage d'Eyrac (Arcachon), au niveau des H M V E (Carottage du 24-10-55 entre 0 et — 70 cm de profondeur). Dans le tableau I, nous donnons les valeurs numériques qui n'avaient pas été publiées par J. Renaud-Debyser (1963), en les accompagnant, entre parenthèses, de leur logarithme.

Au lieu des logarithmes, placés en ordonnées, nous écrirons les nombres correspondants. La jonction des différents points portés sur le graphique n'implique aucune relation mathématique, mais une parenté zoologique, et rend le graphique plus lisible.

Quels sont les avantages et les inconvénients de cette représentation à l'échelle logarithmique ? On peut dire qu'ils sont semblables et qu'ils dépendent de la façon dont est formulée la proposition : avantages si l'on considère que la précision de la représentation graphique augmente en même temps que le nombre d'individus diminue; inconvénients si l'on considère que cette même précision diminue en même temps que le nombre d'individus augmente.

2°) *Variations relatives de la densité* (Fig. III) : Nous emprunterons notre deuxième exemple, concernant les Infusoires de la panse d'une chèvre, à Mowry et Becker (1930, tabl. 10, p. 49).

Les courbes E et D représentent les variations absolues de la densité des genres *Entodinium* (E) et *Diplodinium* (D).

a) *Variations relatives de densités homologues*. Si N est la densité d'un groupe homogène et Ni sa densité initiale, les variations relatives de ce groupe seront celles du rapport $\frac{N}{Ni}$. Pour représenter ces variations à l'échelle logarithmique, il faudra calculer $\log \frac{N}{Ni}$, c'est-à-dire : log N — log Ni; c'est ce que nous faisons dans le tableau II.

Les courbes représentant les variations relatives de la densité des *Entodinium* et des *Diplodinium* sont respectivement les courbes E′ et D′.

Quels sont les avantages d'une telle représentation ?

1°) Les courbes E′ et D′ ont une même origine.

TABLEAU I

Volume	75 cm³						
Profondeur (en cm)	0 -10	-10 -20	-20 -30	-30 -40	-40 -50	-50 -60	-60 -70
Turbellariés	2 (0, 30)						
Nématodes	25 (1, 40)	126 (2, 10)	1187 (3, 07)	869 (2, 94)	427 (2, 63)	256 (2, 41)	136 (2, 13)
Polychètes				1 (0, 00)			
Oligochètes			2 (0, 30)	4 (0, 60)	48 (1, 68)	4 (0, 60)	2 (0, 30)
Mollusques	1 (0, 00)				1 (0, 00)		
Tardigrades		3 (0, 48)	316 (2, 50)	201 (2, 30)	143 (2, 16)	178 (2, 25)	61 (1, 78)
Acariens		2 (0, 30)		7 (0, 85)	4 (0, 60)	1 (0, 00)	1 (0, 00)
Copépodes Harpacticides	16 (1, 20)	17 (1, 23)	22 (1, 34)	47 (1, 67)	47 (1, 67)	15 (1, 18)	13 (1, 11)
Insectes	2 (0, 30)	3 (0, 48)	1 (0, 00)	3 (0, 48)	4 (0, 60)	3 (0, 48)	2 (0, 30)

2°) Les courbes E′ et D′ se déduisent des courbes E et D par une simple translation jusqu'au point origine commun. C'est-à-dire que nous aurions pu les construire sans calculer $\log \frac{N}{Ni}$.

3°) Les courbes E′ et D′ peuvent être tracées sur le même graphique que les variations absolues de densité.

4°) En ramenant à une origine commune les variations de densité des différents groupes composant une population hétérogène,

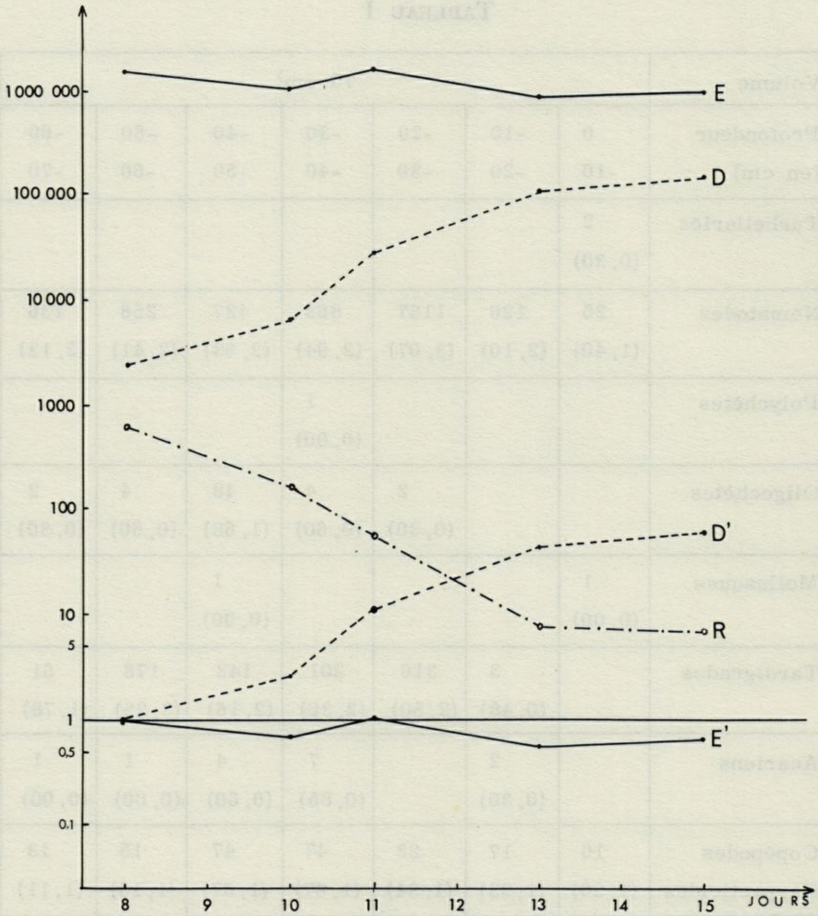

FIG. 3. — Variations d'une population de Ciliés Ophryoscolecidae dans la panse d'une chèvre. En ordonnée nombre d'individus par cm^3 (E = variation absolue de la densité du genre *Entodinium;* D = variation absolue de la densité du genre *Diplodinium;* E' = variation relative de la densité du genre *Entodinium;* D' = variation relative de la densité du genre *Diplodinium;* R = variation du rapport de la densité du genre *Entodinium* à celle du genre *Diplodinium*

on ne tient pas compte de l'ordre de grandeur du nombre d'individus de chacun d'eux, et ceci permet une comparaison facilement lisible et réellement valable des fluctuations de ces groupes. En particulier, cette représentation sera très utile lorsqu'on voudra étudier l'action d'un facteur (naturel ou expérimental) sur les différentes composantes d'une population.

TABLEAU II

Jours	*Entodinium*				*Diplodinium*				$\frac{Nbre\ Entod.}{Nbre\ Diplod.} = \frac{Ne}{Nd}$	
	Nbre/cm³	log	$\log\frac{N}{Ni}$	$\frac{N}{Ni}$	Nbre/cm³	log	$\log\frac{N}{Ni}$	$\frac{N}{Ni}$	$\log\frac{Ne}{Nd}$	$\frac{Ne}{Nd}$
8	1 600 833	6,204	0	1	2 500	3,398	0	1	2,806	640
10	1 133 333	6,054	$\bar{1}$,850	0,71	6 666	3,824	0,426	2,67	2,230	170
11	1 616 666	6,209	0,005	1,01	27 500	4,439	1,041	11	1,770	59
13	862 500	5,936	$\bar{1}$,732	0,54	110 000	5,041	1,643	44	0,895	7,8
15	986 666	5,994	$\bar{1}$,790	0,62	147 500	5,169	1,771	59	0,825	6,7

b) *Variations relatives de densités hétérologues.* Si Ne est la densité des *Entodinium* et Nd celle des *Diplodinium,* les variations relatives de densités hétérologues seront celles des rapports $\frac{Ne}{Nd}$ ou $\frac{Nd}{Ne}$. Les valeurs du logarithme de $\frac{Ne}{Nd}$ (= log Ne — log Nd) et du rapport $\frac{Ne}{Nd}$ (calculées à partir de $\log\frac{Ne}{Nd}$) sont portées dans le tableau II (avant-dernière et dernière colonnes) et représentées par la courbe R (fig. III).

La représentation graphique des variations relatives de densités hétérologues peut être très intéressante, en particulier pour l'étude des phénomènes de prédation et de compétition.

c) *Variations de la composition d'une population hétérogène.* Nous prendrons comme exemple la variation de la composition de la faune mésopsammique d'une station de la plage d'Eyrac (Arcachon) en fonction de la profondeur et à différentes heures. Les chiffres rapportés dans le tableau III n'ont pas été publiés dans le mémoire de J. RENAUD-DEBYSER (1963). La figure IV représente ce que nous consignons dans le tableau III.

VI. — REPRÉSENTATION SUR UN MÊME GRAPHIQUE DE DONNÉES CONCERNANT PLUSIEURS PHÉNOMÈNES

Il peut être très intéressant de comparer simultanément plusieurs résultats de recherches écologiques; malheureusement, cela nécessite généralement la réalisation de plusieurs graphiques qu'il

TABLEAU III

Les logarithmes sont placés entre parenthèses.

		STATION C								
	Profondeur en cm	Faune *totale*	*Nématodes*		*Epsilo-nématodes*		*Harpacticides*		*Tardigrades*	
		N. d'indiv.	N. d'ind.	Proport.	N. d'ind.	Proport.	N. d'ind.	Proport.	N. d'ind.	Proport.
8 h.	0-10	62 (1,792)	17 (1,230)	0,27 ($\bar{1}$,438)	8 (0,903)	0,13 ($\bar{1}$,111)	16 (1,204)	0,26 ($\bar{1}$,412)	-	-
	-10-20	159 (2,201)	99 (1,996)	0,62 ($\bar{1}$,795)	27 (1,431)	0,17 ($\bar{1}$,230)	17 (1,230)	0,11 ($\bar{1}$,029)	3 (0,477)	0,019 ($\bar{2}$,276)
	-20-30	1535 (3,186)	736 (2,867)	0,48 ($\bar{1}$,681)	451 (2,654)	0,29 ($\bar{1}$,468)	22 (1,342)	0,014 ($\bar{2}$,156)	316 (2,50)	0,21 ($\bar{1}$,314)
	-30-40	1140 (3,057)	590 (2,771)	0,52 ($\bar{1}$,714)	279 (2,446)	0,24 ($\bar{1}$,389)	47 (1,672)	0,041 ($\bar{2}$,615)	201 (2,303)	0,18 ($\bar{1}$,246)
	-40-50	681 (2,833)	291 (2,464)	0,43 ($\bar{1}$,631)	136 (2,134)	0,20 ($\bar{1}$,301)	47 (1,672)	0,069 ($\bar{2}$,839)	143 (2,155)	0,21 ($\bar{1}$,322)
	-50-60	457 (2,660)	156 (2,193)	0,34 ($\bar{1}$,533)	100 (2)	0,22 ($\bar{1}$,340)	15 (1,176)	0,033 ($\bar{2}$,516)	178 (2,250)	0,39 ($\bar{1}$,590)
	-60-70	218 (2,338)	84 (1,924)	0,39 ($\bar{1}$,586)	52 (1,716)	0,24 ($\bar{1}$,378)	13 (1,114)	0,06 ($\bar{2}$,776)	61 (1,785)	0,28 ($\bar{1}$,447)
14 h.	0-10	32 (1,505)	2 (0,301)	0,063 ($\bar{2}$,796)	-	-	5 (0,699)	0,16 ($\bar{1}$,194)	3 (0,477)	0,09 ($\bar{2}$,972)
	-10-20	199 (2,299)	108 (2,033)	0,54 ($\bar{1}$,734)	19 (1,279)	0,095 ($\bar{2}$,980)	12 (1,079)	0,06 ($\bar{2}$,780)	8 (0,903)	0,04 ($\bar{2}$,604)
	-20-30	389 (2,590)	180 (2,255)	0,46 ($\bar{1}$,665)	83 (1,919)	0,21 ($\bar{1}$,329)	6 (0,778)	0,015 ($\bar{2}$,188)	106 (2,025)	0,27 ($\bar{1}$,435)
	-30-40	969 (2,986)	562 (2,749)	0,58 ($\bar{1}$,763)	190 (2,279)	0,20 ($\bar{1}$,293)	39 (1,591)	0,04 ($\bar{2}$,605)	159 (2,201)	0,16 ($\bar{1}$,215)
	-40-50	233 (2,367)	108 (2,033)	0,46 ($\bar{1}$,666)	27 (1,431)	0,12 ($\bar{1}$,064)	5 (0,699)	0,02 ($\bar{2}$,332)	60 (1,778)	0,26 ($\bar{1}$,411)
	-50-60	507 (2,705)	230 (2,362)	0,45 ($\bar{1}$,657)	66 (1,820)	0,13 ($\bar{1}$,115)	17 (1,230)	0,034 ($\bar{2}$,525)	165 (2,217)	0,33 ($\bar{1}$,512)
	-60-70	130 (2,114)	46 (1,663)	0,35 ($\bar{1}$,549)	20 (1,301)	0,15 ($\bar{1}$,187)	4 (0,602)	0,03 ($\bar{2}$,488)	50 (1,699)	0,39 ($\bar{1}$,585)

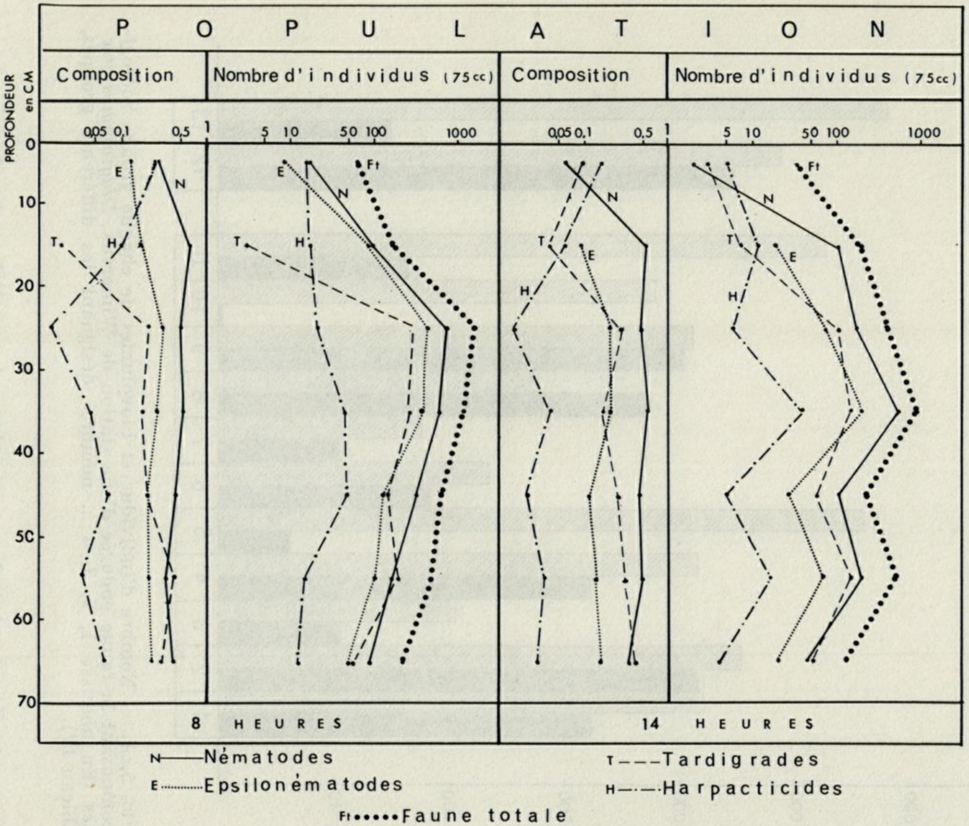

Fig. 4. — Evolution d'une population mésopsammique de la plage d'Eyrac à différentes heures de la marée (Marée haute à 9 heures).

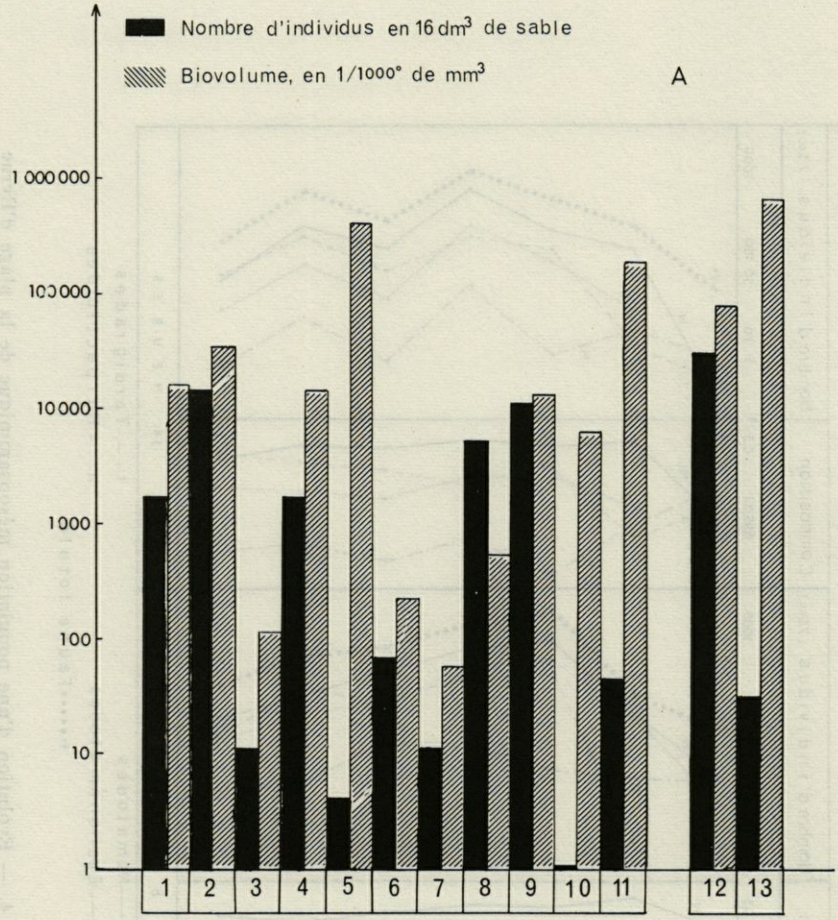

FIG. 5, A. — Nombre d'individus et biovolumes de chaque groupe zoologique composant la faune endogée d'une station de Wimereux. *Diagrammes juxtaposés* (En abscisse 1, 2, 3, 4 ... nombres désignant les différents groupes, cf. tableau IV).

n'est pas toujours aisé de rapprocher. A condition de choisir convenablement ses unités, il est facile de représenter simultanément, à l'échelle logarithmique, plusieurs données. Nous prendrons comme exemple la comparaison du nombre d'individus et des biovolumes de la faune endogée des sédiments meubles intertidaux, en nous référant à la note de J. RENAUD-DEBYSER et B. SALVAT (1963*a*). Dans le tableau IV, nous reproduisons les nombres publiés

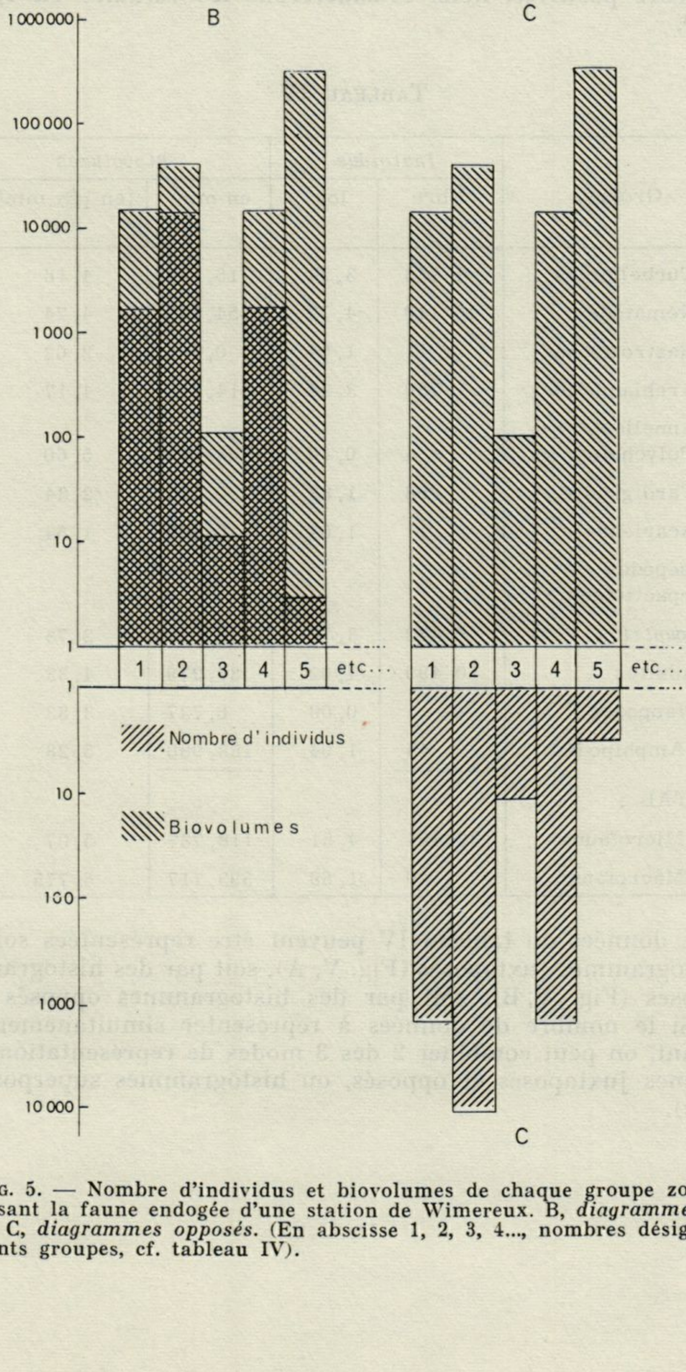

Fig. 5. — Nombre d'individus et biovolumes de chaque groupe zoologique composant la faune endogée d'une station de Wimereux. B, *diagrammes superposés*; C, *diagrammes opposés*. (En abscisse 1, 2, 3, 4..., nombres désignant les différents groupes, cf. tableau IV).

par ces auteurs, en les accompagnant de leur logarithme; pour avoir des valeurs positives, nous considèrerons les volumes en 1/1000 de mm³.

TABLEAU IV

Groupes	*Individus*		*Biovolumes*	
	Nbre	log	en mm³	(en $\frac{1}{1000}$ mm³) log
1-Turbellariés	1 733	3,24	15,284	4,18
2-Nématodes	13 110	4,12	54,547	4,74
3-Gastrotriches	11	1,04	0,104	2,02
4-Archiannélides	1 750	3,24	14,784	4,17
5-Annélides Polychètes	4	0,60	398,000	5,60
6-Tardigrades	68	1,83	0,217	2,34
7-Acariens	11	1,04	0,035	1,54
Copépodes Harpacticides :				
8-*Nauplii*	5 472	3,72	0,537	2,73
9-Adultes	10 499	4,02	33,279	4,33
10-Isopodes	1	0,00	6,737	3,83
11-Amphipodes	44	1,64	188,980	5,28
TOTAL :				
12-Microfaune	32 454	4,51	118,787	5,07
13-Macrofaune	49	1,69	593,717	5,775

Les données du tableau IV peuvent être représentées soit par des histogrammes juxtaposés (Fig. V, A), soit par des histogrammes superposés (Fig. V, B), soit par des histogrammes opposés (Fig. V, C). Si le nombre de données à représenter simultanément est important, on peut combiner 2 des 3 modes de représentation (histogrammes juxtaposés et opposés, ou histogrammes superposés et opposés).

VII. — CONCLUSION

L'échelle logarithmique permet de porter sur un même graphique des valeurs dont les ordres de grandeur sont très différents (exemple : dizaines et millions), et ce, avec une erreur relative très faible. En outre, elle a l'avantage d'atténuer les variations absolues et de renforcer les variations relatives de la densité des différents groupes d'une population hétérogène. LÉPINE et STRUNGE (1950) ont déjà insisté sur le fait que l'échelle logarithmique donne une meilleure représentation des phénomènes selon leur importance relative.

RÉSUMÉ

1°) L'échelle logarithmique permet la représentation graphique des variations absolues de la densité des différents groupes d'une population hétérogène, alors même que le nombre d'individus diffère considérablement par son ordre de grandeur (exemple : dizaines et millions).

2°) Les variations relatives de densités homologues sont les variations du rapport de la densité d'un groupe considéré comme homogène à la densité initiale du même groupe. Les courbes qui les représentent se déduisent, par simple translation jusqu'à un point-origine commun, de celles qui représentent les variations absolues.

3°) Les variations relatives de densités hétérologues sont les variations du rapport des densités de 2 groupes dont chacun est considéré comme homogène.

4°) La représentation, sur un même graphique, de données concernant plusieurs phénomènes (exemple : nombre et biovolumes) est souvent très utile en écologie.

SUMMARY

1°) The logarithmic scale allows for the representation by graphs, of the absolute variations in the density of the different groups in a mixed population, even when the number of individuals differ considerably by its order of size (example : ten and million).

2°) The relative variations of the homologous densities are the variations of the relation of a group considered to be homogeneous to the initial density of the group. The curves which represent them are deduced by simple transfer up to a common starting-point, from those which represent the absolute variations.

3°) The relative variations of heterologous densities are the variations of the relation of the densities of two groups of which each is considered to be homogeneous.

4°) The representation on the same graph of results of several phenomena (e.g. number and bio-volume) is often very useful in ecology.

ZUSAMMENFASSUNG

1°) Die Logarithmische Einteilung erlaubt die graphische Darstellung von absoluten Dichtigkeitsvariationen von verschiedenen Gruppen einer andersartigen Bevölkerung, selbst dann wenn die Anzahl der Einzelwesen beachtlich durch seine Grössenordnung abweicht (z.B. : Zehner und Millioner).

2°) Die relativen Variationen von der entsprechenden Dichtigkeit sind die Variationen von Verhältnis der Dichtigkeit einer Gruppe betrachtet als gleichartig zur initialen Dichtigkeit derselben Gruppe. Die diese darstellenden Kurven erfolgern sich durch einfache Verlegung bis zu einen gemeinsanen Ursprungspunkt von den Kurven, die die absoluten Variationen darstellen.

3°) Die relativen Variationen von andersartigen Dichtigkeiten sind die Variationen vom Verhältnis der Dichtigkeiten von zwei Gruppen wovon jede als gleichartig betrachtet ist.

4°) Dieselbe graphische Darstellung von Gegebenen mehrere Erscheinungenen betreffend (z.B. : Anzahl und Biovolumen) ist oft in der Ecologie sehr nützlich.

Université de Bordeaux,
Laboratoire d'Anatomie comparée et Embryogénie;
Institut de Biologie Marine, Arcachon.
Université de Paris, Laboratoire d'Anatomie
et Histologie comparées.

LITTÉRATURE CITÉE

GAUSE, G.F., 1935. Vérifications expérimentales de la théorie mathématique de la lutte pour la vie. Actualités scientifiques et industrielles 277. Exposés de Biométrie et de Statistique biologique. Hermann et Cie, Ed., Paris, 61 p.

LÉPINE P. et T. STRUNGE, 1950. Sur la place des virus et sa représentation dans l'échelle des êtres organisés. *Ann. Inst. Pasteur,* **79**: 322-325.

MOWRY M. et E.R. BECKER, 1930. Experiments on the Biology of Infusoria inhabiting the rumen of Goats. *Iowa St. Col. J. of Sc.,* **5**: 35-60.

RENAUD-DEBYSER, J., 1963. Recherches écologiques sur la faune interstitielle des sables (Bassin d'Arcachon, île de Bimini, Bahamas). *Vie et Milieu,* Suppl. n° **15,** 157 p. + 6 pl.

RENAUD-DEBYSER J. et B. SALVAT, 1963*a*. Le calcul des biovolumes dans l'étude des chaînes alimentaires de la faune endogée des sédiments meubles intertidaux. *C.R. Ac. Sc.,* **256**: 2712-2714.

RENAUD-DEBYSER J. et B. SALVAT, 1963*b*. Eléments de prospérité des biotopes des sédiments meubles intertidaux et écologie de leurs populations en microfaune et macrofaune. *Vie et Milieu,* **XIV** (3) : 463-550.