



**HAL**  
open science

# MISE AU POINT DE LA LOI DE MOTOMURA ET ESSAI D'UNE ÉCOLOGIE ÉVOLUTIVE

Inagaki Hagime

► **To cite this version:**

Inagaki Hagime. MISE AU POINT DE LA LOI DE MOTOMURA ET ESSAI D'UNE ÉCOLOGIE ÉVOLUTIVE. *Vie et Milieu*, 1967, pp.153-166. hal-02951398

**HAL Id: hal-02951398**

**<https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-02951398>**

Submitted on 28 Sep 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# MISE AU POINT DE LA LOI DE MOTOMURA ET ESSAI D'UNE ÉCOLOGIE ÉVOLUTIVE

par INAGAKI Haïme

*Laboratoire de Génétique évolutive et de Biométrie,  
91 - Gif-sur-Yvette*

## SOMMAIRE

Etude de la validité de la loi de Motomura, dite de progression géométrique, effectuée sur la distribution de la densité relative de populations microplanctoniques, dans deux milieux méditerranéens différents; proposition d'une écologie évolutive appuyée sur la même loi.

## I. — ORIGINE DE LA LOI DE MOTOMURA

La synécologie des animaux ou des végétaux vagiles semblait à l'état d'ébauche quand MOTOMURA (1932) proposa sa loi relative à la distribution des espèces dans un milieu équilibré. La synécologie des végétaux fixés ou Pflanzensoziologie était déjà, par contre, en pleine croissance. ROMELL (1920), ARRHENIUS (1921) et KYLIN (1926) avaient présenté leurs formules qui traduisent la relation entre le nombre des espèces et l'étendue du milieu où elles vivent. On pourrait croire, à première vue, que les animaux ou les végétaux vagiles n'obéissent pas à ces lois si les conditions journalières, saisonnières ou météorologiques sont variables. La synécologie des animaux ou des végétaux vagiles doit se développer sous l'angle d'un équilibre dynamique entretenu par les espèces qui luttent pour la vie dans un milieu organique.

MOTOMURA a pensé que, dans un milieu équilibré, on trouve en général une espèce dominante, espèce dont le nombre des individus est le plus grand. On doit également pouvoir observer l'exis-

tence d'une espèce sous-dominante qui occupe la seconde position en nombre des individus, et, de même, une troisième, une quatrième, ..., espèce. On peut ainsi établir une gamme des espèces rangées par nombre des individus. MOTOMURA s'est alors demandé si ces nombres n'obéissent pas à une loi de progression géométrique. C'est-à-dire,

$$x_i = x_1 m^{i-1} \quad (1.1)$$

$x_1$  étant le nombre des individus de l'espèce dominante,  $x_i$  celui de l' $i^{\text{ième}}$  espèce et  $m$  une constante pour le milieu donné, toujours inférieure à 1. J'appelle  $m$  *constante de milieu* ou, pour honorer l'auteur de la loi, *constante de Motomura*. En échelle logarithmique, la formule devient évidemment linéaire :

$$\log x_i = \log x_1 + (i - 1) \log m.$$

En posant

$$\log x_1 = X_1$$

$$\log x_i = X_i$$

$$\log m = M,$$

on peut récrire la formule (1.1) :

$$X_i = X_1 + (i - 1) M \quad (1.1').$$

MOTOMURA (1932) a essayé d'appliquer la formule (1.1) ou la formule (1.1') aux populations benthiques recensées par MIYAZI (1931) et à une population de Mollusques terrestres étudiée par ÖKLAND (1930). Les résultats de ces essais l'ont amené à penser que la loi de progression géométrique donne une bonne représentation de la distribution des espèces dans les milieux étudiés.

## II. — ANALYSE DE LA STRUCTURE D'UNE POPULATION LITTORALE NIPPONNE SELON LA LOI DE PROGRESSION GÉOMÉTRIQUE

Dans les exemples cités au paragraphe précédent, la nature de la population ou du milieu était particulière : population benthique dans des lacs nippons et celle des Mollusques terrestres. On peut maintenant se demander si la loi de progression géométrique ne serait pas applicable à une population ou à un milieu organique dont les constituants ont des formes de vie diverses. Afin de généraliser sa loi, MOTOMURA (1935) entreprit une analyse de la structure des populations de différents étages littoraux.

Après avoir divisé la zone des marées en 9 étages, MOTOMURA a compté au moment de la grande marée, à chacun de ces niveaux, le

nombre des individus de 35 espèces (23 Mollusques, 5 Echinodermes, 5 Eponges et un Crustacé). Chacune de ces espèces habite un certain nombre d'étages et la distribution d'ensemble paraît soumise, à chaque niveau, à la loi de progression géométrique. A l'exception des Etages I et II, exposés la plupart du temps à l'air et de l'Etage IX, presque toujours immergé, la fluctuation de la constante de Motomura à travers les étages semble peu importante par rapport aux erreurs d'échantillonnage (voir le Tableau 1). Ce fait me laisse supposer que les six étages de II à VIII, typiquement intercotidaux, peuvent constituer une série de milieux de même caractère.

Afin de confirmer l'adaptation de la loi à la population, MOTOMURA (1947) soumet au test de  $\chi^2$  l'écart des valeurs spécifiques observées aux valeurs théoriques déduites de la loi. La valeur de  $\chi^2$  étant inférieure à celle qui correspond au seuil de signification 0,05 dans beaucoup de cas, il conclut que la loi est admissible. Ce test ne permet cependant pas une affirmation positive de la loi. On peut juger de la validité ou de la rigueur d'une loi en utilisant le coefficient de corrélation entre deux variables liées par cette loi. J'ai calculé ainsi pour les 9 étages, le coefficient de corrélation  $r_{ix}$  entre  $i$ , rang de l'espèce, et  $X_i$ , logarithme du nombre des individus de l' $i^{\text{ième}}$  espèce (voir le Tableau 1). Ce calcul a été effectué également sur la population des Mollusques terrestres d'ÖKLAND, à titre de comparaison.

TABLEAU 1

Constante de Motomura  $m$  et coefficient de corrélation  $r_{ix}$  entre le rang de l'espèce  $i$  et le logarithme  $X_i$  du nombre des individus de l' $i^{\text{ième}}$  espèce, dans les populations littorales nippones étudiées par MOTOMURA (1935) en comparaison avec la population de Mollusques terrestres recensée par ÖKLAND (1930).

| Etage   | Hauteur de l'étage<br>étalonnée au ni-<br>veau de la basse<br>mer (en m) | $m$  | $r_{ix}$ |
|---|--|------|----------|
| I   | 1,62 ~   | ,084 | -,926    |
| II  | 1,38 ~ 1,62  | ,448 | -,985    |
| III   | 1,13 ~ 1,38  | ,792 | -,971    |
| IV  | 1,08 ~ 1,13  | ,730 | -,983    |
| V   | 1,04 ~ 1,08  | ,726 | -,975    |
| VI  | 1,00 ~ 1,04  | ,751 | -,978    |
| VII   | ,75 ~ 1,00   | ,849 | -,951    |
| VIII  | ,50 ~ ,75  | ,840 | -,956    |
| IX  | ,29 ~ ,50  | ,485 | -,895    |
| Population de<br>Mollusques<br>terrestres<br>d'ÖKLAND |  | ,680 | -,965    |

Les Etages I et IX exceptés, zones extrêmes pour la population,  $r_{ix}$  dépasse toujours 0,95 en valeur absolue et, aux Etages II et IV, 0,98. La valeur 0,95 peut être considérée comme un seuil au-dessus duquel une loi se montre approximative; au-dessus de 0,98, elle peut être considérée comme assez rigoureuse et au-dessus de 0,99 comme rigoureuse. Les valeurs de  $|r_{ix}|$  calculées sur les données de MOTOMURA et d'ÖKLAND n'atteignent pas ce dernier seuil. Mais, si l'on tient compte de la diversité des facteurs qui peuvent perturber une relation aussi simple, la loi de Motomura bénéficie sans doute d'une validité générale.

### III. — ESSAI D'EXPLICATION DE LA LOI DE PROGRESSION GÉOMÉTRIQUE PAR LA LUTTE POUR LA VIE

MOTOMURA (1932 et 1935) proposa sa loi de progression géométrique en tant que loi empirique. L'explication théorique de la loi, tentée par UTIDA (1943), fut mise au point par le promoteur lui-même (1947). Je traduis l'essentiel de son raisonnement :

« Supposons que, dans un territoire de superficie A, soient distribuées  $n$  espèces dont chacune compte  $p$  individus. Si l'on traduit la superficie minimale nécessaire pour chaque individu par  $a$ , le nombre total des individus qui peuvent vivre dans A s'évalue au maximum à  $\frac{A}{a}$ , puisque certains individus doivent être exclus en raison d'une concurrence après être entrés momentanément dans une même fraction de A que leurs concurrents ».

« Selon l'hypothèse d'UTIDA, il y a un ordre de puissance des espèces  $s_1, s_2, s_3, s_4, \dots, s_n$ . La  $s_1$  emporte sur les  $s_2, s_3, s_4, \dots, s_n$ , la  $s_2$  sur les  $s_3, s_4, \dots, s_n$ , etc. Dans ces conditions, il se trouve dans la division  $a$  un individu appartenant à la plus puissante des espèces qui soit entrée momentanément; les autres espèces seront exclues par concurrence ».

« Calculons d'abord le nombre des individus de  $s_1$  qui subsiste dans A au cas où il existe  $p$  individus à l'état initial. Supposons qu'il y ait un individu de  $s_1$  dans A. La probabilité pour que  $a$  contienne cet indi-

vidu s'évalue à  $\frac{a}{A}$  et la probabilité pour que  $a$  ne le contienne pas à

$\left(1 - \frac{a}{A}\right)$ . S'il y a  $p$  individus, la probabilité pour que  $a$  ne contienne

aucun individu de  $s_1$  s'évalue à :

$$\left(1 - \frac{a}{A}\right)^p$$

Aussi, la probabilité pour que  $a$  contienne un ou plus d'individus s'évalue-t-elle à :

$$1 - \left(1 - \frac{a}{A}\right)^p$$

Cette probabilité s'égalé à l'espérance mathématique (1) du nombre des individus qui demeurent dans  $a$ , puisqu'un seul individu peut s'y installer après l'élimination par la concurrence entre eux. Le nombre espéré des individus de  $s_1$ ,  $x_1$ , qui subsistent dans A s'élève donc à :

$$x_1 = \frac{A}{a} \left\{ 1 - \left(1 - \frac{a}{A}\right)^p \right\} \gg$$

« Calculons ensuite le nombre des individus de  $s_2$  qui subsistent dans A au cas où il existe  $p$  individus à l'état initial comme dans l'espèce  $s_1$ . La probabilité pour que  $a$  ne contienne pas d'individu de  $s_1$ , ni de  $s_2$ , s'évalue à :

$$\left(1 - \frac{a}{A}\right)^{2p}$$

Aussi la probabilité pour que  $a$  contienne un ou plus d'un individu de  $s_2$  s'évalue-t-elle à :

$$\left(1 - \frac{a}{A}\right)^p - \left(1 - \frac{a}{A}\right)^{2p}$$

Le nombre espéré des individus de  $s_2$ ,  $x_2$ , qui subsistent dans A après l'élimination par les concurrences entre eux et avec ceux de  $s_1$  s'élève à :

$$\frac{A}{a} \left\{ \left(1 - \frac{a}{A}\right)^p - \left(1 - \frac{a}{A}\right)^{2p} \right\} \gg$$

« On peut calculer de la même manière le nombre espéré des individus de  $s_{n-1}$ ,  $x_{n-1}$ , qui subsistent dans A après l'élimination par concurrence et celui de  $s_n$ ,  $x_n$  :

$$x_{n-1} = \frac{A}{a} \left\{ \left(1 - \frac{a}{A}\right)^{(n-2)p} - \left(1 - \frac{a}{A}\right)^{(n-1)p} \right\}$$

$$x_n = \frac{A}{a} \left\{ \left(1 - \frac{a}{A}\right)^{(n-1)p} - \left(1 - \frac{a}{A}\right)^{np} \right\}$$

« Le quotient  $\frac{x_n}{x_{n-1}}$  montre que les nombres des individus de  $n$

(1) L'espérance mathématique se traduit par le produit de la probabilité d'un événement et de la valeur de cet événement. Dans notre exemple, la valeur de l'événement étant l'unité, elle s'égalé à la probabilité.

espèces restant dans A obéissent à une loi de progression géométrique de raison  $m$  :

$$\frac{x_n}{x_{n-1}} = \left(1 - \frac{a}{A}\right)^p = m. \gg$$

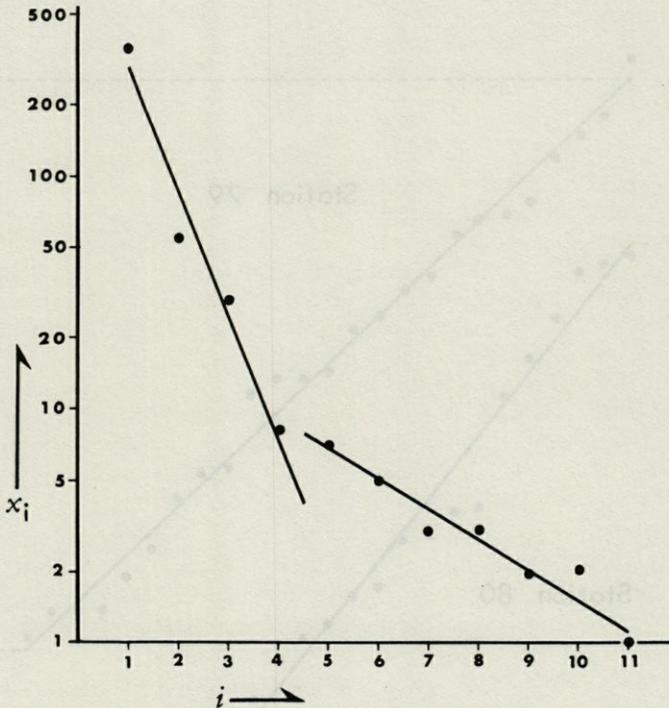
Cette théorie de MOTOMURA (1947) exige une condition préalable : l'égalité pour les différentes espèces de la superficie (ou de l'espèce) minimale nécessaire pour la vie. La loi ne peut donc être valable que si la forme de vie et la taille des espèces en concurrence sont identiques, rigoureusement parlant, ou pas trop différentes, approximativement parlant. La condition rigoureuse étant irréalisable, nous nous contentons de la deuxième condition. Dans ce cas, on classe grossièrement les animaux ou les végétaux vagiles occupant le milieu selon la taille et la forme de vie. Comme le suggère UTIDA (1943), il faut supposer autant de distributions de progression géométrique que le nombre de classes : distributions des Protozoaires, des Insectes volants, des Insectes marcheurs, des Mammifères dans un milieu terrestre, par exemple.

Le raisonnement de MOTOMURA (1947) est certainement juste (2). Je voudrais cependant réexaminer la signification de la densité de la population en espèces et celle de l'espèce. MOTOMURA suppose une concurrence entre espèces différentes. Mais, la valeur de l'espèce se confond souvent avec celle d'unités comme le genre ou la sous-espèce. On peut donc se demander quelle est la notion de l'espèce dans la formation d'une distribution de progression géométrique.

La densité de la population d'une espèce se traduit en général par son nombre d'individus, mais aussi par sa masse. La loi de progression géométrique peut être appliquée à cette quantité selon le raisonnement de MOTOMURA. En effet, les résultats de l'analyse que j'ai pratiquée sur une population d'Algues dans le Golfe de Naples recensée par ERNST (1959) sont en faveur de cette thèse (voir le Graphique 1), quoique la valeur absolue du coefficient de corrélation  $r_{ix}$  ne soit pas suffisamment élevée dans cet exemple ( $r_{ix} = -0,983$  pour le tronçon supérieur et  $-0,969$  pour le tronçon inférieur).

Une mise au point de la loi de Motomura s'impose pour ces raisons dans le dessein d'ébaucher une écologie évolutive qui se

(2) La théorie de MOTOMURA ne se fonde d'ailleurs que sur un modèle idéal. PERNÈS (1965, correspondance personnelle) souhaite par contre une concrétisation du modèle. A son intention, il faudra préciser deux points : (i) Egalité *a priori* de la chance de prolifération de toutes les espèces, afin de réaliser la distribution initiale de  $n$  individus de chaque espèce, et (ii) Mort immédiate de l'individu vaincu par la concurrence, afin d'empêcher ce dernier d'entrer dans une division *a vide* d'individu. Il me semble cependant que le manque de ces précisions n'affecte pas le principe du raisonnement de MOTOMURA.



GRAPHIQUE 1. — Distribution des Algues dans le Golfe de Naples (d'après les données d'ERNST).

$x_i$  : Poids total des individus appartenant à l' $i$ ème espèce.

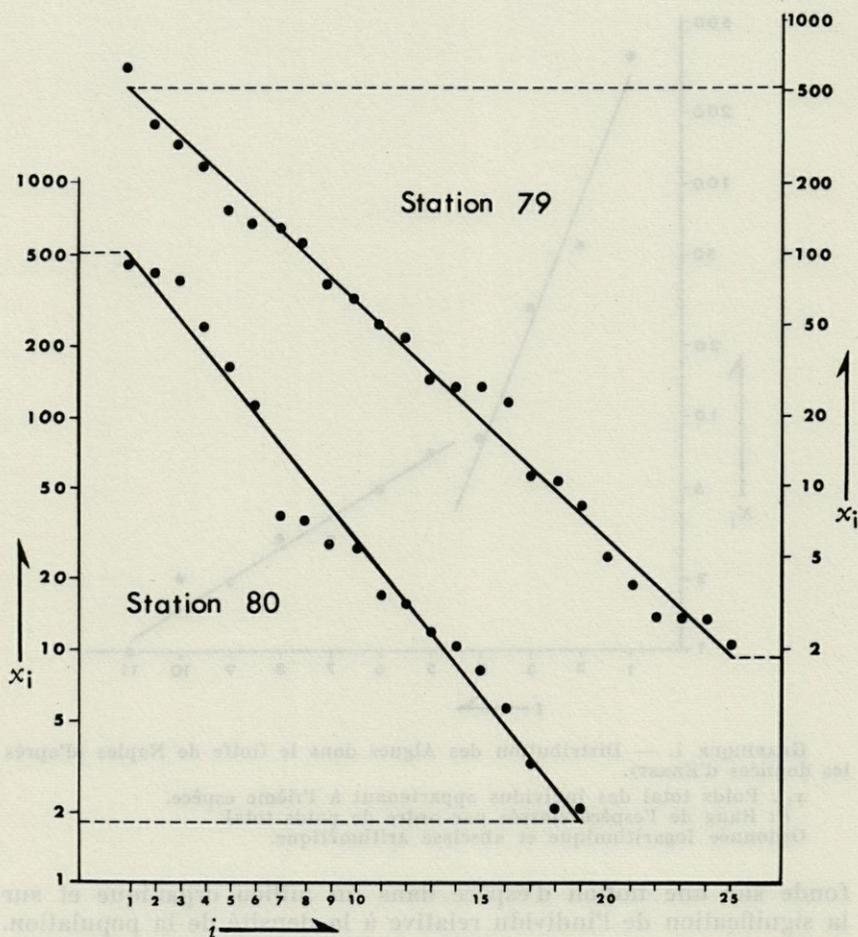
$i$  : Rang de l'espèce classée par ordre de poids total.

Ordonnée logarithmique et abscisse arithmétique.

fonde sur une notion d'espèce dans un milieu organique et sur la signification de l'individu relative à la densité de la population. Dans cette intention, la validité de la loi sera réexaminée sur l'exemple d'une autre population, la population microplanctonique de la Mer Méditerranée.

#### IV. — APPLICATION DE LA LOI DE MOTOMURA A UNE POPULATION MICROPLANCTONIQUE RECENSÉE PAR LECAL

LECAL (1954) publia dans son rapport des campagnes du « *Professeur Lacaze-Duthiers* » des documents détaillés sur la « Richesse en microplancton estival des eaux méditerranéennes de



GRAPHIQUE 2. — Distribution des microplanctons à deux stations dans la Mer Méditerranée (d'après les données de LECAL).

$x_i$  : Nombre des individus appartenant à l' $i$ ème espèce.

$i$  : Rang de l'espèce classée par ordre du nombre des individus.

Ordonnée logarithmique et abscisse arithmétique.

Port-Vendres à Oran ». Les prélèvements ont eu lieu dans 30 stations et à 11 profondeurs. Le nombre des espèces récoltées s'élève à 52 au maximum (à la Station N° 80, 50 mètres de profondeur). Ces espèces se classent dans les groupes suivants : Silicoflagellés, Tintinnidés, Dinophyae, Bacillariales et Coccolithophorides. La taille peut varier dans une mesure assez large chez ces différents groupes. Cette variabilité paraît cependant tolérable pour établir une seule classe de taille en première approximation. Les formes

de vie doivent d'autre part être similaires, sinon identiques. Les conditions de base pour l'application de la loi de Motomura semblent donc satisfaites.

Parmi les stations et les couches recensées par LECAL, je choisis deux échantillons : 1°) Station 79, Couche 50 mètres et 2°) Station 80, Couche 50 mètres. La raison en est que les nombres des espèces et des individus  $y$  sont les plus grandes et, par conséquent, les échantillons les plus importants.

Sur le Graphique 2, je porte en abscisse arithmétique  $i$ , rang de l'espèce suivant le nombre des individus, et en ordonnée logarithmique  $x_i$ , nombre des individus de l' $i^{\text{ième}}$  espèce. L'alignement des points sur l'axe paraît meilleur dans la Station 80 que dans la Station 79.

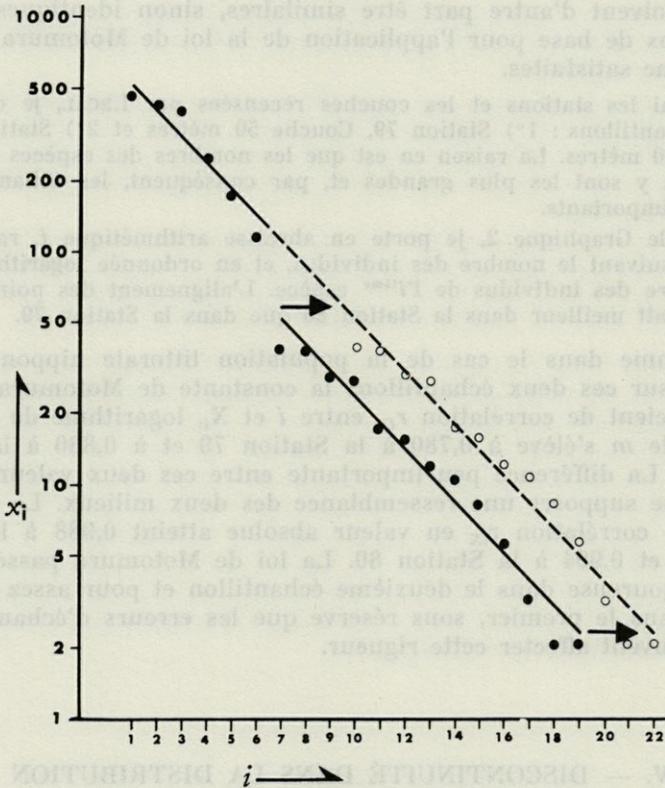
Comme dans le cas de la population littorale nipponne, je calcule sur ces deux échantillons la constante de Motomura  $m$  et le coefficient de corrélation  $r_{ix}$  entre  $i$  et  $X_i$ , logarithme de  $x_i$ . La valeur de  $m$  s'élève à 0,780 à la Station 79 et à 0,830 à la Station 80. La différence peu importante entre ces deux valeurs d' $m$  me laisse supposer une ressemblance des deux milieux. Le coefficient de corrélation  $r_{ix}$  en valeur absolue atteint 0,988 à la Station 79 et 0,994 à la Station 80. La loi de Motomura passe donc pour rigoureuse dans le deuxième échantillon et pour assez rigoureuse dans le premier, sous réserve que les erreurs d'échantillonnage peuvent affecter cette rigueur.

#### V. — DISCONTINUITÉ DANS LA DISTRIBUTION DES ESPÈCES MICROPLANCTONIQUES A LA STATION 79 DANS LA MER MÉDITERRANÉE

Dans l'échantillon tiré de la Station 79 de LECAL (1954), la loi de Motomura n'est qu'assez rigoureuse; la valeur absolue du coefficient de corrélation est en effet inférieure à 0,99. On peut cependant se demander si cet indice n'augmente pas en supposant l'existence d'un point critique ou d'une discontinuité comme dans le cas de l'allométrie.

L'observation du Graphique 3 me conduit à supposer une discontinuité entre la 6<sup>e</sup> et la 7<sup>e</sup> espèce. Cette discontinuité sera soumise au test de différence de position des deux tronçons de la ligne de régression de  $X_i$  en  $i$ , tronçons séparés par la discontinuité. La technique de REEVE (1940) me permet de pratiquer ce test.

Les résultats du test montrent une haute signification de l'existence de la discontinuité (coefficient de risque : 0,01).



GRAPHIQUE 3. — Reconstitution d'une distribution du microplancton dans une station en Mer Méditerranée (d'après les données de LEGAL).

Reconstitution par translation horizontale du tronçon inférieur jusqu'au niveau du tronçon supérieur. Les mêmes notations que dans le Graphique 2.

La différence de position des deux tronçons étant confirmée, effectuons maintenant une translation horizontale du tronçon inférieur comme l'indique le Graphique 3. On rétablit ainsi une droite unique pour toute la distribution. Recalculons sur cet échantillon hypothétique la constante de MOTOMURA  $m$ . La nouvelle valeur de  $m$ , 0,811 (contre 0,780) se rapproche davantage du  $m$  de la Station 80 (0,830), ce qui suggère une ressemblance structurale plus grande entre les deux milieux. On recalcule ensuite le coefficient de corrélation  $r_{iX}$ . La valeur absolue de  $r_{iX}$  s'élève cette fois à 0,995. Elle devient donc nettement supérieure à la valeur que j'ai obtenue sans supposer la discontinuité et me permet de croire à l'application rigoureuse de cette loi dans l'échantillon tiré de la Station 79. On voit donc que la distribution idéale des espèces à la Station 79 se traduit par la droite constituée par la translation horizontale d'un tronçon. On peut enfin constater que, sur cette droite idéale, il n'y a pas d'espèce qui siège aux 7<sup>e</sup>, 8<sup>e</sup> et 9<sup>e</sup> rangs.

La discontinuité ou les places vides d'espèce dans la distribution en progression géométrique, que nous venons de constater, peuvent être expliquées de trois façons :

- 1°) Deux distributions différentes séparées par la discontinuité.
- 2°) Disparition de trois espèces après l'établissement d'un équilibre dans la lutte pour la vie.
- 3°) Existence de fractions de l'espace (ou de la superficie) inutilisables pour les espèces de rangs inférieurs.

La première explication est peu convaincante, parce que deux distributions, entraînant deux classements en série des espèces, représentent en général deux formes de vie distinctes. Ce n'est pas le cas de notre population microplanctonique.

La deuxième explication traduit une situation transitoire du milieu qui aurait perdu son équilibre. L'émigration simultanée de trois espèces et surtout le maintien de cet état au moment de la récolte ont peu de chance d'être réalisés.

Quant à la troisième, on pourrait développer le raisonnement suivant :

Une partie  $P$  de l'espace  $A$  est occupée ou utilisée par les espèces des 6 premiers rangs. Désignons par  $Q$  le reste de l'espace.

Une fraction  $q$  de  $Q$  n'est pas utilisable pour les espèces de rangs inférieurs à 6. Ces espèces occupent donc le reste  $(Q - q)$ .

Les espèces occupant  $P$  montrent une distribution traduite par le tronçon supérieur de la ligne de régression de  $X_i$  en  $i$ , les occupants de  $(Q - q)$ , par le tronçon inférieur et  $q$ , par la discontinuité.

La correspondance exacte entre  $q$  et trois places vides dans la suite des espèces reste d'une interprétation difficile. Compte tenu de cette réserve, l'explication donnée ci-dessus me paraît applicable au cas général de la distribution en progression géométrique.

## VI. — CONCLUSION : NOUVELLE NOTION ÉCOLOGIQUE DE L'ESPÈCE ET DE L'INDIVIDU ET BASE D'UNE ÉCOLOGIE ÉVOLUTIVE

Nous avons supposé, dans ce qui précède, qu'un milieu est occupé par des espèces dont la puissance dans la lutte pour la vie se traduit par le rang dans une progression géométrique. L'existence possible d'une fraction vide d'espèce a été également admise et, dans ces conditions, la rigueur de la loi de Motomura devient évidente dans le cas de la population microplanctonique riche en espèces.

Cette rigueur est probablement due aux propriétés suivantes du milieu organique :

- 1) Equilibre entre espèces en concurrence.
- 2) Homogénéité écologique des constituants de la population.
- 3) Utilisation suffisante de l'espace.

Dans un milieu en déséquilibre, la distribution est instable. C'est probablement le cas de la population recensée par ÖKLAND. L'hétérogénéité des constitutions de la population, incontestable dans le cas de la population littorale recensée par MOTOMURA, entraîne la superposition de plusieurs distributions correspondant aux diverses formes de vie. L'existence de plusieurs fractions inutilisables de l'espace rend la distribution discontinue à plusieurs niveaux et la reconstitution de celle-ci statistiquement difficile ou impossible. Il me semble ainsi que la population microplanctonique de la Mer Méditerranée est un bon exemple de milieu organique où l'on peut établir un système solide de synécologie numérique ou quantitative.

Il faut enfin souligner dans ces résultats le fait que les variables  $i$  et  $x_i$  s'expriment par des nombres entiers. La corrélation très élevée entre  $i$  et le logarithme  $X_i$  de  $x_i$  prouve que deux entités, individu et espèce, soumises à une loi rigoureuse, ont une valeur qu'on ne peut fractionner.

Une espèce, caractérisée par ses propriétés morphologiques, génétiques ou physiologiques, peut constituer une entité distincte synécologique, discriminée par sa puissance de lutte pour la vie dans un milieu organique, suffisamment équilibré, homogène et compact. Un individu, malgré sa taille ou sa masse variable, représente une unité valable de la densité de la population en espèces. D'autres unités comme la masse paraissent moins acceptables. De même, le genre ou la sous-espèce ne sont pas des équivalents à l'espèce en tant qu'unité systématique écologique.

Le domaine de la biologie, que l'on pourrait explorer par la loi de MOTOMURA mérite ainsi de s'appeler *écologie évolutive* ou *écologie des populations*.

## RÉSUMÉ

La loi de MOTOMURA de progression géométrique relative à la distribution de la densité de population dans un milieu fut expliquée par l'auteur de la loi lui-même comme conséquence de la lutte pour la vie des espèces qui vivent dans le même milieu. L'application de cette loi à des populations microplanctoniques

dans la Mer Méditerranée nous conduit à constater une forte corrélation entre le nombre des individus de l' $i^{\text{ème}}$  espèce et le rang  $i$  de l'espèce établi selon le nombre des individus (voir le Graphique 2). Dans une des stations étudiées, la distribution accuse une discontinuité nette (voir le Graphique 3). J'ai tenté de l'expliquer par l'existence d'une fraction d'espace inutilisable pour les espèces de rangs inférieurs à un seuil. Une notion d'écologie évolutive ou écologie des populations se fonde enfin sur la validité de la loi de MOTOMURA.

### SUMMARY

MOTOMURA'S law about the geometrical progression of distribution of population density, proposed by him to postulate a consequence of "the struggle for life", may well be applied to the animal or plant species living in an ecologically equilibrated milieu. My analysis of some microplankton populations in the Mediterranean Sea shows that the logarithm of the quantity of individuals of the  $i$ th species has a strong negative correlation with the species number  $i$ , when the species are classified according to their degree of dominance (see Fig. 2). The distribution in one milieu shows a discontinuity which I would explain as a consequence of the existence of unused ecological niches (see Fig. 3).

### ZUSAMMENFASSUNG

MOTOMURAS Gesetz der geometrischen Progression der Verteilung der Populationsdichte, das der Urheber des Gesetzes als Folge des Kampfes ums Dasein zu erklären versuchte, kann sehr wohl auf die in einem im ökologischen Gleichgewicht befindlichen Milieu lebenden Tier- oder Pflanzenarten zuträglich angewandt werden. Meine Analyse der Mikroplanktonpopulationen im Mitteländischen Meer zeigt, dass der Logarithmus der Individuenzahl der  $i$ ten Art in ein starker negativer Korrelation mit der nach dem Dominanzgrade ordneten Artennummer  $i$  steht (siehe Fig. 2). In bestimmten Fällen ist die Verteilung in einem Milieu durch eine Diskontinuität gekennzeichnet, die ich als Folge des Vorhandenseins eines Raumes im Milieu erklären möchte (siehe Fig. 3), der für keine Art benutzbar ist.

BIBLIOGRAPHIE

- ARRHENIUS, O., 1921. Species and area. *J. Ecol.*, 9 : 95-99.
- ERNST, J., 1959. Studien über die Seichtwasser-Vegetation der Sorrentiner Küste. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 30 Suppl. : 470-518.
- KYLIN, H., 1926. Über Begriffsbildung und Statistik in der Pflanzensoziologie. *Botan. Notiser*, 6 : 81-180.
- LECAL, J., 1954. Richesse en microplancton estival des eaux méditerranéennes de Port-Vendres à Oran. *Vie Milieu*, Suppl. 3 : 13-95.
- MOTOMURA, I., 1932. Etude statistique de la population écologique (en nippon). *Doobutugaku Zassi*, 44 : 379-383.
- MOTOMURA, I., 1935. Populations d'*Ostrea spinosa* (en nippon). *Seitai-gaku Kenkyuu*, 1 : 55-62.
- MOTOMURA, I., 1947. Further notes on the law of geometrical progression of the population density in animal association (en nippon, résumé en anglais). *Seiri Seitai*, 1 : 55-60.
- ÖKLAND, F., 1930. Quantitative Untersuchungen der Landschreckenfauna Norwegens. *Z. Morphol. Ökol. Tiere*, 16 : 748-804.
- REEVE, E.C.R., 1940. Relative growth in the snout of Anteaters. A Study in the application of quantitative methods to systematics. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, A, 110 : 47-80.
- ROMELL, L.G., 1920. Sur la règle de distribution des fréquences. *Svenska Botan. Tidskrft.*, 14 : 1.
- UTIDA, T., 1943. Relation entre les populations expérimentales de *Callosobrunchus chinensis* Linné (Coléoptères) et de son parasite (Hyménoptères), III. Influence de la densité de population de l'hôte sur la prolifération du parasite (en nippon). *Seitai-gaku Kenkyuu*, 9 : 40-54.

Reçu le 14 octobre 1966