



HAL
open science

APPLICATION DU DIAGRAMME HEXAGONAL A L'ÉTUDE DE LA SÉLECTION DE SES PROIES PAR LA MORUE

Pierre Jolicoeur, Pierre Brunel

► **To cite this version:**

Pierre Jolicoeur, Pierre Brunel. APPLICATION DU DIAGRAMME HEXAGONAL A L'ÉTUDE DE LA SÉLECTION DE SES PROIES PAR LA MORUE. Vie et Milieu , 1966, pp.419-434. hal-02946059

HAL Id: hal-02946059

<https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-02946059v1>

Submitted on 22 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.

— 130 —

APPLICATION DU DIAGRAMME HEXAGONAL A L'ÉTUDE DE LA SÉLECTION DE SES PROIES PAR LA MORUE (1) (2)

par Pierre JOLICŒUR

Département de Biologie, Université de Montréal

et Pierre BRUNEL (3)

Station de Biologie marine, Grande-Rivière (Gaspé), Québec

SOMMAIRE

Lorsqu'on étudie trois espèces de proies, la représentation de leurs fréquences relatives dans le contenu stomacal d'un prédateur et dans la faune extérieure disponible requiert deux diagrammes triangulaires, mais il suffit d'un seul diagramme hexagonal pour les comparer. Cette méthode montre que trois espèces de Crustacés ne sont pas consommées par la Morue (*Gadus morhua*) suivant leur disponibilité.

INTRODUCTION

Les animaux consomment-ils leurs proies dans les proportions où celles-ci sont disponibles dans le milieu extérieur, ou manifestent-ils au contraire des préférences à l'égard de certaines espèces ? Cette question capitale a retenu l'attention des zoologistes, mais il n'est pas toujours facile d'y répondre de façon satisfaisante. L'observation directe d'un animal dans son milieu naturel est souvent possible, mais elle se prête mal à l'obtention d'un ensemble considérable de données. L'analyse des choix manifestés par un animal

(1) Travaux de Biologie de l'Université de Montréal, n° 1.

(2) Travaux sur les Pêcheries du Québec, n° 17. Division des Pêcheries, Ministère de l'Industrie et du Commerce, Province de Québec.

(3) Adresse actuelle : Centre des Sciences marines, Université McGill, Montréal.

placé dans des conditions expérimentales apporte également des renseignements, dont la validité en milieu naturel demeure cependant incertaine. La comparaison de l'abondance relative des diverses espèces de proies trouvées dans le tube digestif d'un prédateur avec leur abondance relative dans le milieu extérieur n'est pas non plus exempte de difficultés, mais elle peut fournir de vastes ensembles de données sur les préférences manifestées par un prédateur dans son habitat naturel face à une multitude d'espèces de proies.

L'identification et l'évaluation de l'importance relative des restes trouvés dans le tube digestif (généralement l'estomac) d'un prédateur ne sont pas toujours faciles (DICE, 1952, p. 134) : désintégrés par la mastication, puis mélangés dans l'estomac, les organismes ingérés y deviennent souvent méconnaissables et impossibles à recenser exactement. C'est le cas notamment pour la plupart des herbivores, de nombreux carnivores, en particulier chez les mammifères, des nécrophages et des limivores, dont le régime alimentaire doit être étudié par l'observation directe du comportement dans la nature ou en laboratoire. L'évaluation de l'abondance relative des proies dans le milieu extérieur se heurte, pour sa part, à un double obstacle : d'abord, la difficulté de capturer en nombres adéquats et de recenser des organismes souvent dispersés, cachés ou fuyatifs; ensuite, le caractère sélectif des appareils d'échantillonnage, caractère qui diffère d'un appareil à l'autre et rend précaire la comparaison de résultats obtenus avec des appareils différents.

L'étude quantitative des préférences alimentaires a progressé particulièrement chez les poissons, comme en témoignent entre autres les travaux de HESS et SWARTZ (1941), JONES (1952), IVLEV (1961) et MAITLAND (1965). Qu'ils soient planctonophages, benthophages ou piscivores, beaucoup de poissons ingèrent leurs proies entières, ce qui facilite l'analyse des contenus stomacaux. D'autre part, les proies des poissons sont souvent de petite taille, abondantes, et peuvent être capturées et recensées dans le milieu extérieur avec assez de facilité et de précision.

Lorsqu'on compare la composition du contenu stomacal d'un prédateur à celle de la faune extérieure, doit-on tenir compte de toutes les espèces possibles de proies ou seulement d'une partie d'entre elles ? Dans la plupart des travaux récents (HESS et SWARTZ, 1941; JONES, 1952; IVLEV, 1961; MAITLAND, 1965), on a préféré exclure des calculs les espèces qui ne sont jamais présentes dans l'estomac du prédateur. Cette exclusion est arbitraire, car ces espèces peuvent être absentes de l'estomac du prédateur, soit parce que ce dernier éprouve une aversion totale à leur égard, soit parce que leur comportement est tel qu'elles ne lui sont pas vraiment accessibles même si elles sont présentes, soit parce qu'elles sont absentes de son habitat. La pratique d'inclure seulement certaines

espèces dans une analyse donnée est cependant parfaitement légitime puisqu'elle correspond à la décision de faire abstraction momentanée des espèces qu'on exclut; mais il importe de ne pas oublier l'influence possible des espèces exclues lorsqu'on cherche à interpréter les résultats d'une analyse partielle.

L'importance de chaque espèce de proie dans le contenu stomacal d'un poisson peut être décrite soit en mesurant la masse (ou le volume) constituée par les restes de l'espèce considérée, soit en déterminant le nombre d'individus consommés d'après l'examen des restes identifiables. La mesure de la masse ou du volume des restes décrit bien l'importance nutritive réelle de chaque proie, compte tenu du fait qu'en général l'importance nutritive d'une proie est proportionnelle à sa grosseur; elle présente l'inconvénient de donner des résultats parfois très affectés par l'état d'avancement de la digestion. L'énumération des individus atténue cet inconvénient et présente en outre l'avantage de donner des résultats dont l'analyse statistique peut être effectuée directement par les méthodes applicables aux fréquences absolues, en particulier les épreuves (« tests ») de χ^2 .

DONNÉES

Le présent travail illustre l'application de certaines méthodes statistiques et graphiques à l'étude de la sélection de ses proies par un prédateur. Le prédateur étudié ici est un poisson, la Morue (*Gadus morhua* L.). L'abondance des proies est mesurée, tant dans les estomacs que dans le milieu extérieur, par la numération des individus.

Les échantillons de morues et de proies furent obtenus simultanément à une même station de collection, à 18,5 km (10 milles marins) au Sud-Est de la Station de Biologie marine de Grande-Rivière, à l'entrée de la baie des Chaleurs, dans le golfe Saint-Laurent, du 25 juillet au 12 octobre 1961. Cette station se situe sur un vaste plateau de fonds vaseux à *Ophiura sarsi* Lütken, dont la profondeur ne varie guère qu'entre 110 et 117 mètres (60-64 brasses), et où la température de l'eau s'écarte peu de 0 °C durant toute l'année.

Les morues furent pêchées à l'aide d'un chalut à panneaux du type Vigner-Dahl subdivisé en moitiés inférieure et supérieure. Deux petits filets à crevettes à mailles fines (3 mm), attachés l'un au-dessus de la corde de dos du chalut, l'autre dans la gueule de ce dernier à quelques centimètres au-dessus de la ralingue inférieure, ont servi à pêcher simultanément la petite faune nageuse

— Crustacés et Poissons surtout — comprenant la plupart des proies consommées par la Morue. Chacun des six échantillons considérés ici groupe les résultats de deux pêches diurnes (09: et 13: heures) d'une durée d'une heure chacune. D'autres renseignements relatifs à ces pêches seront publiés ailleurs par l'un de nous (P.B.).

Les fréquences absolues des proies dans les estomacs furent déterminées pour les trente premières morues examinées; priorité fut accordée aux morues capturées dans la moitié supérieure du chalut afin d'atténuer l'influence sur nos résultats de la faune épibenthique (vivant sur le fond même), qui n'est pas échantillonnée adéquatement par les filets à crevettes. Quant à l'abondance des proies dans le milieu extérieur, nous prenons ici la somme de tous les individus capturés dans les filets à crevettes inférieur et supérieur lors des deux pêches diurnes.

Trois proies seulement, bien représentées dans les estomacs et dans le milieu extérieur, et choisies parce qu'elles représentent des types écologiques différents, sont considérées dans la suite de ce travail. Ce sont les Crustacés nageurs suivants :

- *Thysanoessa* spp. (Euphausiacea) : deux espèces très voisines, *T. raschi* (M. Sars) et *T. inermis* (Krøyer), sont ici réunies, la première étant beaucoup plus abondante que l'autre. Toutes deux sont des espèces typiquement pélagiques qui fréquentent souvent les parages du fond.
- *Mysis mixta* Lilljeborg (Mysidacea) : espèce hyperbenthique (liée au fond, mais libre de s'en éloigner) qui nage fréquemment en nombres importants à une certaine distance du fond, même le jour.
- *Eualus macilentus* (Krøyer) (Decapoda Caridea) : espèce hyperbenthique qui, durant le jour, se tient au voisinage immédiat du fond.

Les nombres d'individus de ces trois proies dans les estomacs et dans les filets à crevettes, obtenus tel qu'indiqué précédemment, apparaissent au tableau 1.

Hypothèse de proportionnalité des fréquences absolues

Si une espèce de prédateur consommait ses proies strictement dans la mesure où celles-ci sont disponibles dans le milieu extérieur, on s'attendrait à ce que les fréquences absolues des individus des diverses espèces de proies dans les estomacs soient proportionnelles aux fréquences absolues de ces mêmes espèces dans le milieu, c'est-à-dire à ce que les fréquences relatives des proies dans les estomacs et dans le milieu extérieur soient égales. Cette hypothèse correspondrait à l'absence complète de sélection de la part du prédateur et

TABLEAU 1
*Fréquences absolues des trois espèces de proies
dans les estomacs des morues et dans les filets à crevettes*

Numéro d'échantillon	Date (1961)	Estomacs de 30 morues			Filets à crevettes		
		Proie n° 1	Proie n° 2	Proie n° 3	Proie n° 1	Proie n° 2	Proie n° 3
		(<i>Thysanoessa</i> spp.)	(<i>Mysis</i> <i>mixta</i>)	(<i>Eualus</i> <i>macilentus</i>)	(<i>Thysanoessa</i> spp.)	(<i>Mysis</i> <i>mixta</i>)	(<i>Eualus</i> <i>macilentus</i>)
1	25 juillet	104	48	117	1504	324	1644
2	14 août	628	213	80	3979	1369	2116
3	25 août	3	20	81	775	709	1032
4	8 sept.	3	22	69	697	347	721
5	25 sept.	30	90	91	2244	1509	721
6	12 octobre	143	113	26	4216	310	270

elle peut être éprouvée statistiquement par un test de χ^2 . Si, au contraire, une espèce de proie est consommée avec une fréquence relative clairement supérieure ou inférieure à la fréquence avec laquelle elle est disponible, ceci suggère que cette espèce est activement recherchée ou évitée par le prédateur.

Le tableau 2 donne les résultats des épreuves de χ^2 effectuées sur les fréquences absolues de *Thysanoessa*, *Mysis mixta* et *Eualus macilentus*. Les disproportions observées entre les fréquences absolues des trois espèces de proies dans les estomacs des morues et dans les filets à crevettes sont tellement fortes que, même dans le cas où elles sont le moins prononcées (échantillon N° 1, 25 juillet), la probabilité serait infime ($P < .001$) d'obtenir de tels résultats si l'hypothèse de proportionnalité était valide. Si on prend la composition des prises des filets à crevettes comme une mesure des proportions avec lesquelles les trois espèces de proies considérées sont disponibles pour la Morue, il faut donc rejeter l'hypothèse que cette dernière consomme ses proies suivant leur disponibilité.

TABLEAU 2

Epreuves statistiques de l'hypothèse des fréquences absolues dans les estomacs et dans les filets à crevettes

Numéro de l'échantillon	Date (1961)	Valeur de χ^2	Nombre de Degrés de liberté	Probabilité
1	25 juillet	20,34	2	$P < .001$
2	14 août	164,00	2	$P < .001$
3	25 août	60,99	2	$P < .001$
4	8 sept.	54,20	2	$P < .001$
5	25 sept.	142,99	2	$P < .001$
6	12 octobre	409,81	2	$P < .001$

REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES FRÉQUENCES RELATIVES

Les épreuves statistiques effectuées sur les fréquences absolues révèlent si on peut conserver ou s'il faut rejeter l'hypothèse que la composition du contenu stomacal du prédateur dépend strictement de la disponibilité des proies; mais les fréquences absolues varient suivant le nombre d'estomacs examinés, suivant la taille des individus considérés et suivant la grandeur de la portion de milieu échantillonnée. Ces facteurs ont été gardés aussi constants que possible au cours de la présente étude, mais la comparaison de fréquences absolues obtenues dans des conditions variables serait

difficile. Ce sont donc les fréquences relatives, exprimées en pourcentages ou en fractions de l'unité, qu'il faut comparer pour obtenir une description quantitative des différences de composition du contenu stomacal et de la faune extérieure.

Soit X_1, X_2, \dots, X_p

les pourcentages d'un nombre « p » d'espèces de proies dans le contenu stomacal d'un prédateur, et soit

Y_1, Y_2, \dots, Y_p

les pourcentages des mêmes espèces dans le milieu extérieur. Vu qu'il s'agit de pourcentages, il est évident que

$$\sum_{i=1}^p X_i = X_1 + \dots + X_p = 100$$

et que

$$\sum_{i=1}^p Y_i = Y_1 + \dots + Y_p = 100$$

et la présence de ces relations montre que les pourcentages de chaque série ne sont pas complètement indépendants les uns des autres; en fait il suffirait de $(p-1)$ dimensions pour représenter graphiquement chaque série de « p » pourcentages. Dans le cas où on considère seulement $p=3$ espèces de proies, comme ici, il suffit de deux dimensions pour représenter les trois pourcentages (X_1, X_2, X_3), et de même les pourcentages (Y_1, Y_2, Y_3). La sorte de représentation graphique obtenue est le diagramme triangulaire, bien connu et utilisé dans divers domaines, entre autres en génétique des populations (LI, 1955, page 8) et en pédologie (DUCHAUFOR, 1960, page 27). Les fréquences relatives de *Thysanoessa* (X_1), *Mysis mixta* (X_2) et *Eualus macilentus* (X_3) dans les estomacs des morues sont représentées sous forme de diagramme triangulaire dans la figure 1, et les fréquences relative: (Y_1, Y_2, Y_3) des mêmes espèces dans les filets à crevettes dans la figure 2. L'examen de la première figure montre que la fréquence relative de *Thysanoessa* (X_1) dans les estomacs augmente du premier au second échantillon, diminue considérablement aux troisième et quatrième échantillons, puis augmente au cinquième et au sixième échantillon; la fréquence relative de *Mysis mixta* (X_2) augmente graduellement du premier aux derniers échantillons; la fréquence relative d'*Eualus macilentus* (X_3) subit des variations à peu près opposés à celles de *Thysanoessa*. L'examen de la seconde figure montre que les variations des fréquences relatives des trois espèces de proies dans les filets à crevettes sont moins marquées: on décèle surtout une augmentation faible et hésitante de la fréquence relative de *Mysis mixta* (Y_2), suivie d'une augmentation marquée de la fréquence relative de *Thysanoessa* (Y_1). Le lecteur se convaincra aisément de la difficulté d'une com-

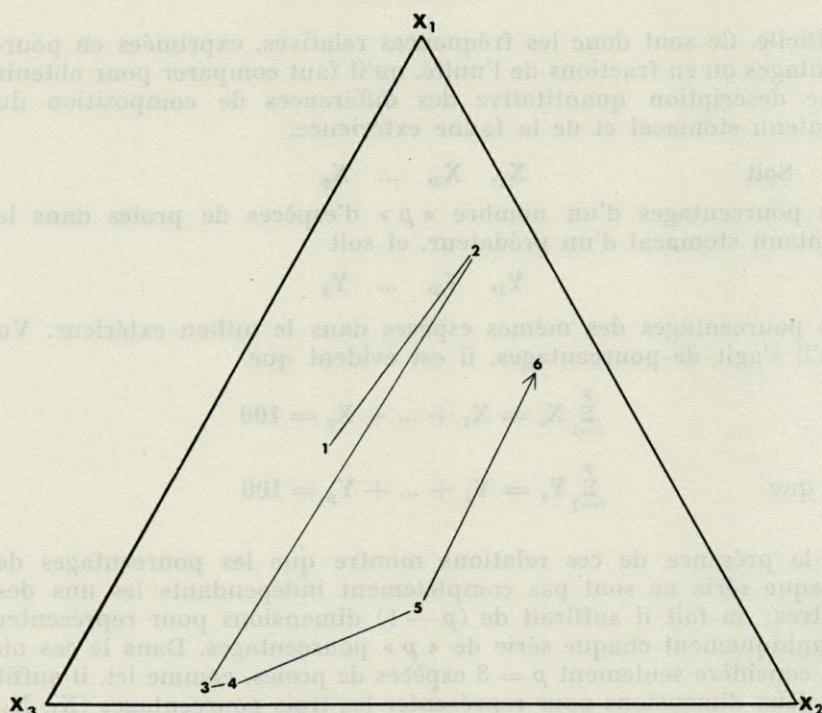


FIG. 1. — Diagramme triangulaire des pourcentages X_1 , X_2 et X_3 des trois sortes de proies dans les estomacs des morues pour les échantillons n^{os} 1, 2, 3, 4, 5 et 6.

paraison visuelle des deux diagrammes triangulaires, comparaison à laquelle il faudrait se livrer pour voir si les fluctuations de la composition du contenu stomacal de la morue ne seraient pas attribuables en tout ou en partie aux fluctuations de l'abondance relative des trois espèces de proies.

Mesure et représentation graphique de la sélection

Dans la plupart des études précédentes, la sélection des proies a été décrite par le quotient

$$X_i/Y_i, \quad i = 1, 2, \dots, p,$$

(ou son inverse Y_i/X_i), où X_i est le pourcentage de chaque espèce de proie dans le contenu stomacal du prédateur et Y_i son pourcentage dans le milieu extérieur. Nommé « indice de consommation » (« forage ratio ») par HESS et SWARTZ (1941), « indice de sélection apparente » (« apparent selection factor ») par JONES (1952), et « indice de disponibilité » (« availability factor ») par

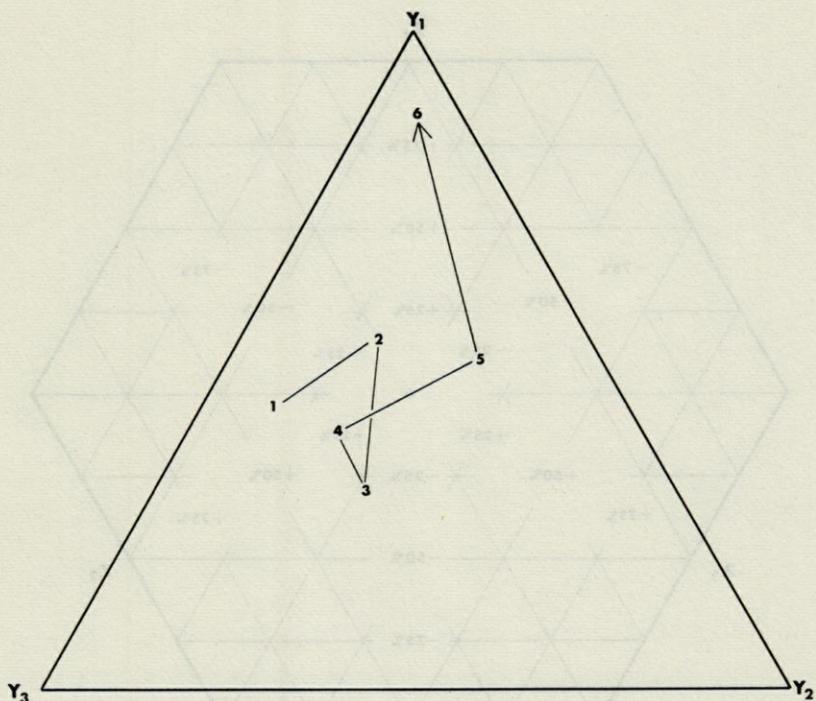


FIG. 2. — Diagramme triangulaire des pourcentages Y_1 , Y_2 et Y_3 des trois sortes de proies dans les filets à crevettes pour les échantillons n° 1, 2, 3, 4, 5 et 6.

MAITLAND (1965), ce quotient a servi dans tous les cas à voir si les proies étaient consommées proportionnellement ou non à leur abondance dans le milieu extérieur. Insatisfait du quotient X_i/Y_i parce qu'il peut varier de 0 à $+\infty$, IVLEV a décidé d'utiliser un nouvel indice qu'il appelle « indice d'électivité » (1961, pages 44 et 45) et qui varie de -1 à $+1$; suivant la présente notation, l'indice d'électivité d'IVLEV s'exprime, pour la $i^{\text{ème}}$ espèce, par la formule suivante :

$$E_i = \frac{X_i - Y_i}{X_i + Y_i}$$

Il est intéressant de remarquer que la différence $Z_i = X_i - Y_i$, le numérateur de l'indice d'électivité d'IVLEV, présente une propriété que ne possède aucun des autres indices discutés ci-dessus : la somme des différences :

$$\sum_{i=1}^p Z_i = \sum_{i=1}^p (X_i - Y_i) = \sum_{i=1}^p X_i - \sum_{i=1}^p Y_i = 100\% - 100\% = 0.$$

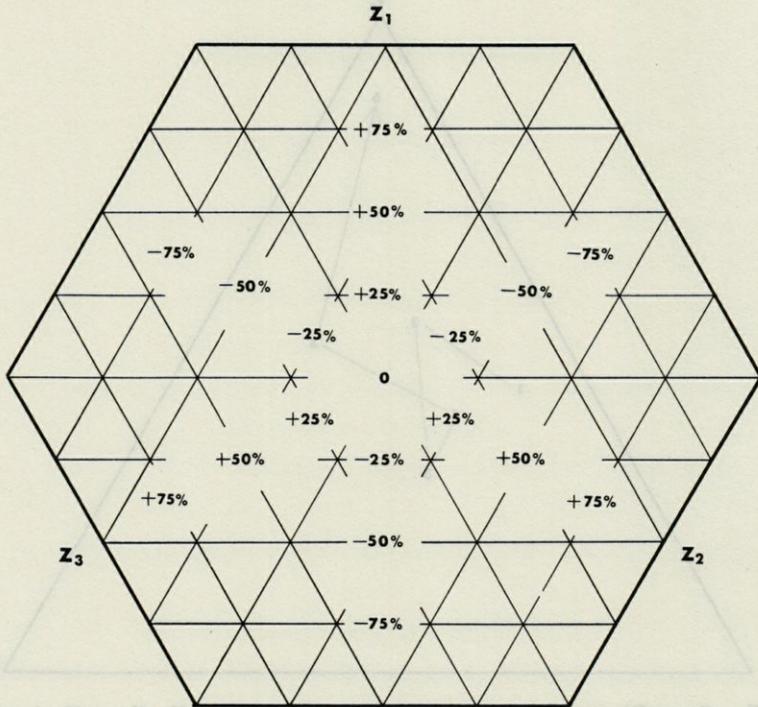


FIG. 3. — Diagramme hexagonal obtenu en soustrayant les coordonnées du second diagramme triangulaire de celles du premier : $Z_1 = (X_1 - Y_1)$, $Z_2 = (X_2 - Y_2)$ et $Z_3 = (X_3 - Y_3)$.

Il s'ensuit que, comme dans le cas d'une série de pourcentages, il doit suffir de $(p - 1)$ dimensions pour représenter une série de p différences de la forme $Z_i = X_i - Y_i$. Dans le cas où on étudie $p = 3$ espèces de proies, en particulier, il suffit de 2 dimensions pour représenter les trois différences :

$$Z_1 = (X_1 - Y_1), \quad Z_2 = (X_2 - Y_2), \quad Z_3 = (X_3 - Y_3).$$

Cependant le diagramme obtenu est hexagonal, alors qu'il était triangulaire dans le cas d'une série de trois pourcentages. Le diagramme hexagonal obtenu en soustrayant les coordonnées d'un diagramme triangulaire des coordonnées correspondantes d'un autre diagramme triangulaire est illustré dans la figure 3.

La différence Z_i peut aussi servir d'indice de sélection, complémentaire à celui d'IVLEV (E_i). Ce dernier tient mieux compte de l'importance relative des différences de pourcentages mais ne se prête pas à la représentation graphique en diagramme hexagonal

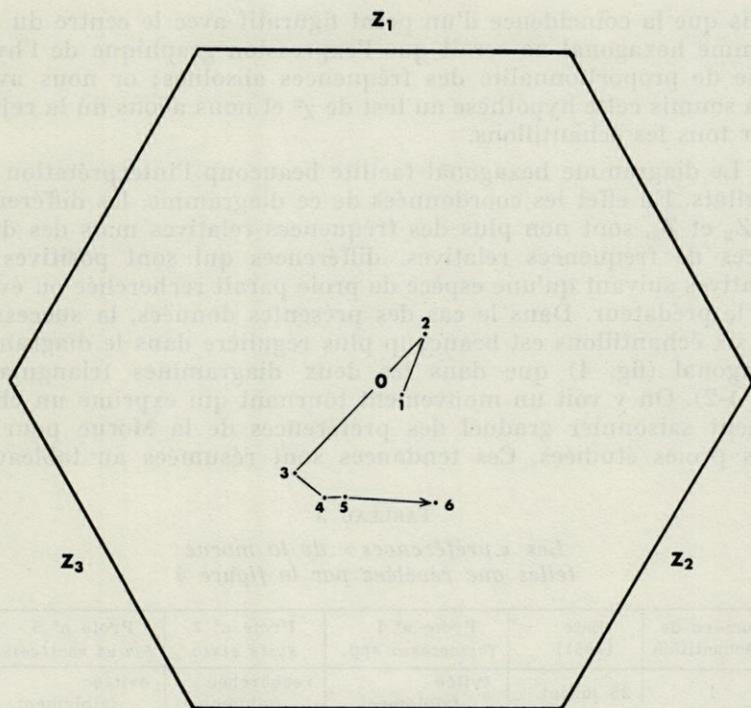


FIG. 4. — Diagramme hexagonal des différences entre les pourcentages des trois sortes de proies dans les estomacs des morues et dans les filets à crevettes.

parce que, en général,

$$\sum_{i=1}^p E_i \neq 0.$$

Si la Morue consommait toujours ses proies en proportion directe de leur abondance dans les filets à crevettes, les fréquences relatives des trois espèces de proies dans les estomacs et dans les filets seraient égales, les différences (Z_1 , Z_2 , Z_3) seraient nulles et le point représentatif de l'échantillon simultané de morues et de proies tomberait exactement au centre « 0 » du diagramme hexagonal. Le diagramme hexagonal obtenu pour les six échantillons de morues et de proies étudiés ici est représenté dans la figure 4. Les points figuratifs des six échantillons s'écartent tous du centre du diagramme hexagonal. Certains points ne sont cependant pas très éloignés du centre et on pourrait se demander si leur écart ne serait pas attribuable à la variation d'échantillonnage. Remarquons tou-

tefois que la coïncidence d'un point figuratif avec le centre du diagramme hexagonal ne serait que l'expression graphique de l'hypothèse de proportionnalité des fréquences absolues; or nous avons déjà soumis cette hypothèse au test de χ^2 et nous avons dû la rejeter pour tous les échantillons.

Le diagramme hexagonal facilite beaucoup l'interprétation des résultats. En effet les coordonnées de ce diagramme, les différences Z_1 , Z_2 et Z_3 , sont non plus des fréquences relatives mais des différences de fréquences relatives, différences qui sont positives ou négatives suivant qu'une espèce de proie paraît recherchée ou évitée par le prédateur. Dans le cas des présentes données, la succession des six échantillons est beaucoup plus régulière dans le diagramme hexagonal (fig. 4) que dans les deux diagrammes triangulaires (fig. 1-2). On y voit un mouvement tournant qui exprime un changement saisonnier graduel des préférences de la Morue pour les trois proies étudiées. Ces tendances sont résumées au tableau 3.

TABLEAU 3

Les « préférences » de la morue
telles que révélées par la figure 4

Numéro de l'échantillon	Date (1961)	Proie n° 1 <i>Thysanoessa</i> spp.	Proie n° 2 <i>Mysis mixta</i>	Proie n° 3 <i>Eualus macilentus</i>
1	25 juillet	évitée faiblement	recherchée faiblement	évitée faiblement
2	14 août	recherchée moyennement	recherchée faiblement	évitée moyennement
3	25 août	évitée fortement	évitée faiblement	recherchée fortement
4	8 sept.	évitée fortement	ni évitée ni recherchée	recherchée fortement
5	25 sept.	évitée fortement	recherchée faiblement	recherchée fortement
6	12 octobre	évitée fortement	recherchée fortement	ni recherchée ni évitée

La première espèce de proie, *Thysanoessa*, est constamment l'objet d'une sélection négative sauf dans l'échantillon n° 2 (14 août 1961) où, remarquablement, 604 des 628 individus présents venaient de l'estomac d'une seule des trente morues examinées; cette exception mise à part, la Morue semble donc montrer de l'« aversion » pour *Thysanoessa*. De la mi-juillet et de la mi-août à la fin d'août, le principal changement est un accroissement de la « préférence » de la Morue pour *Eualus macilentus*. Par la suite, en septembre et en octobre, la préférence pour *Eualus macilentus* cède graduellement la place à une préférence pour *Mysis mixta*.

Rappelons en terminant que les termes « préférence », « sélection » et « aversion » sont utilisés ici dans leur sens phénoménologique le plus large. Le fait qu'un prédateur consomme une proie plutôt qu'une autre peut résulter de ce que cette proie est plus facile à repérer ou à capturer plutôt que d'une préférence pour ainsi dire subjective (« préférence » au sens strict) correspondant à la prise d'une « décision » au niveau des centres nerveux du prédateur. C'est par l'analyse expérimentale du comportement du prédateur face à plusieurs espèces de proies qu'il faudrait chercher une connaissance détaillée des mécanismes en jeu. Pour sa part, la comparaison de la composition du contenu stomacal avec celle de la faune extérieure permet surtout de décrire la résultante générale des innombrables petits choix exercés ou succès rencontrés par le prédateur dans son milieu naturel.

REMERCIEMENTS

Le présent travail a été facilité par la subvention de recherche accordée à l'un des auteurs (P.J.) par le Conseil National de Recherches du Canada. Le manuscrit a été dactylographié par M^{lle} Nicole PAQUET. Les illustrations ont été reproduites photographiquement par M. Jean GARNEAU.

Le second auteur exprime ses remerciements à M. Alexandre MARCOTTE, directeur de la Station de Biologie marine de Grande-Rivière, et aux autorités de la Division des Pêcheries du Ministère provincial de l'Industrie et du Commerce, qui lui ont fourni les moyens de poursuivre ses recherches sur l'alimentation de la Morue.

RÉSUMÉ

La comparaison de la faune des proies disponibles dans le milieu extérieur avec le contenu stomacal d'un prédateur peut fournir des indications sur les « préférences » (au sens large) de ce dernier dans son milieu naturel. Si on considère trois espèces de proies, la composition du contenu stomacal en pourcentage de proies individuelles, de même que celle de la faune extérieure, peuvent être représentées dans des diagrammes triangulaires de type classique. La comparaison graphique de la composition du contenu stomacal avec celle de la faune extérieure donne naissance à un diagramme hexagonal dont les coordonnées sont obtenues par soustraction des coordonnées correspondantes des deux diagrammes triangulaires.

Appliquées à la consommation des Crustacés nageurs *Thysanoessa* spp., *Mysis mixta* et *Eualus macilentus* par la Morue (*Gadus morhua*) dans le golfe St-Laurent à l'entrée de la baie des Chaleurs en 1961 et complétées par le test de χ^2 , ces méthodes indiquent que ces proies ne sont à aucun moment consommées proportionnellement à leur abondance dans le milieu extérieur. Les préférences de la Morue paraissent en outre changer graduellement de juillet à octobre.

SUMMARY

Comparing the prey fauna available in the external environment with the stomach contents of a predator may indicate the « preferences » (in a broad sense) of the latter in its natural environment. Considering three prey species, the composition of stomach contents in percentage number of individual prey as well as that of the external fauna may be represented in ordinary triangular diagrams. The graphical comparison of the two triangular diagrams yields an hexagonal diagram, the coordinates of which are obtained by subtracting the coordinates of one triangular diagram from the corresponding coordinates of the other.

Applied to the utilisation by cod (*Gadus morhua*) of the swimming Crustacea *Thysanoessa* spp., *Mysis mixta* and *Eualus macilentus* in the Gulf of St. Lawrence off Baie des Chaleurs in 1961 and completed by χ^2 -tests, these methods show that these prey species are never consumed in the proportions in which they are available in the external environment. Moreover, the preferences of cod appear to change gradually from July to October.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Vergleich der im äusseren Milieu zur Verfügung stehenden Beutetiere mit dem Mageninhalt eines Raubfisches kann Hinweise auf die « Vorzüge » (im weiten Sinne des Wortes) dieses letzteren in seiner natürlichen Umgebung liefern. Zieht man drei Beutearten in Betracht, so kann die Zusammensetzung des Mageninhaltes in Prozent der einzelnen Beutetiere, sowie diejenige der Fauna der Umgebung in Dreieckdiagrammen des klassischen Typus dargestellt werden. Der graphische Vergleich der Zusammensetzung des Mageninhaltes mit derjenigen der Fauna der Umgebung ergibt ein

hexagonales Diagramm, dessen Koordinaten durch Subtraktion der entsprechenden Koordinaten der beiden Dreieckdiagramme gewonnen werden.

Diese Methoden wurden auf den Verbrauch der schwimmenden Krebse, *Thysanoessa* spp., *Mysis mixta* und *Eualus macilentus* durch den Stockfisch im Golf von St.-Laurent, am Eingang der Bucht des Chaleurs im Jahre 1961 angewandt. Sie wurden ergänzt durch den χ^2 -test. Es ergab sich, dass die Beutetiere in keinem Verhältnis zu ihrer, im äusseren Milieu zur Verfügung stehenden Anzahl, verbraucht wurden. Die « Vorzüge » des Stockfisches scheinen sich ausserdem vom Juli bis zum Oktober stufenweise zu ändern.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- DICE, L.R., 1952. Natural communities. 547 pages. University of Michigan Press, Ann Arbor.
- DUCHAUFOR, P., 1960. Précis de pédologie. 438 pages. Masson et Cie, Paris.
- HESS, A.D. and A. SWARTZ, 1941. The forage ratio and its use in determining the food grade of streams. *Trans. 5th North Amer. Wildlife Conference* : 162-164.
- IVLEV, V.S., 1961. Experimental ecology of the feeding of fishes. 302 p. Yale University Press, New Haven.
- JONES, N.S., 1952. The bottom fauna and the food of flatfish off the Cumberland coast. *J. Anim. Ecol.*, 21 (2) : 182-205.
- LI, C.C., 1955. Population genetics. 366 pages. University of Chicago Press, Chicago.
- MAITLAND, P.S., 1965. The feeding relationships of salmon, trout, minnows, stone loach and three-spined sticklebacks in the River Endrick, Scotland. *J. Anim. Ecol.*, 34 (1) : 109-133.

