



HAL
open science

ALIMENTATION AUTOMNALE DE LA NETTE ROUSSE (NETTA RUFINA, AVES, ANATIDAE) DANS LE DELTA DE L'EBRE, ESPAGNE

G A Llorente, X Ruiz, J Serra-Cobo

► **To cite this version:**

G A Llorente, X Ruiz, J Serra-Cobo. ALIMENTATION AUTOMNALE DE LA NETTE ROUSSE (NETTA RUFINA, AVES, ANATIDAE) DANS LE DELTA DE L'EBRE, ESPAGNE. *Vie et Milieu / Life & Environment*, 1986, pp.97-107. hal-03023861

HAL Id: hal-03023861

<https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-03023861v1>

Submitted on 25 Nov 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.

in the Ebro Delta. The results obtained show that vegetals are the basic food eaten by Red-crested Pochards in the Ebro Delta, animals being only taken as occasional prey. The main food items are Graminales (*Oryza sativa*, *Echinochloa crus-galli*), Hélobiales (*Najas* spp.) or a combination of Charales (*Chara*) and Cypéales (*Scirpus*). Other kinds of vegetals are also exploited, but only as complementary or occasional resources. In contrast to various reports, the Red-crested Pochard appears more abundant during the period considered on this paper. The relationships between the individual level. Several characteristic prey items have been identified in the exploitation of foraging places, according to the relationships between the individual level. Several characteristic prey items have been identified in the exploitation of foraging places, according to the relationships between the individual level. Several characteristic prey items have been identified in the exploitation of foraging places, according to the relationships between the individual level.

ALIMENTATION AUTOMNALE DE LA NETTE ROUSSE (*NETTA RUFINA*, AVES, ANATIDAE) DANS LE DELTA DE L'EBRE, ESPAGNE

Autumnal feeding of Red-crested Pochard (Netta rufina) in the Ebro Delta, Spain

G.A. LLORENTE, X. RUIZ et J. SERRA-COBO

Catedra de Zoologia Vertebrados,
Facultad de Biología de la Universidad de Barcelona
Avda. Diagonal, 645 — Barcelona, 08028 (Spain)

ALIMENTATION
NETTA RUFINA
ANATIDÉ
DIVERSITÉ ALIMENTAIRE
AUTOMNE
DELTA DE L'EBRE

RÉSUMÉ. — Dans ce travail est étudiée l'alimentation d'une population de Nette Rousse méditerranéenne pendant l'automne. Trente-deux contenus stomacaux (ventricule succenturié et gésier) provenant d'animaux tués à la chasse dans le delta de l'Ebre ont été analysés. L'indice de dominance de Simpson a été utilisé pour déterminer l'importance de chaque proie. L'emploi d'un modèle qui se base sur les indices de diversité du régime alimentaire a permis d'établir les différences interindividuelles dans la consommation de ressources, ainsi que l'utilisation différentielle dans l'espace des divers habitats que l'écosystème considéré englobe. Les résultats obtenus montrent que le régime alimentaire de cette population se compose essentiellement de végétaux et que la fraction animale ingérée est totalement accidentelle. Les végétaux dominants sont les Graminales (*Oryza sativa*, *Echinochloa crusgalli*) ou les Hélobiales (*Naias marina*), ou un ensemble de Charales (*Chara*) et de Cypéales (*Scirpus*). Les autres types de ressources végétales sont ou complémentaires ou accidentelles, comme dans le cas des proies animales. La Nette Rousse est donc, un canard plus granivore qu'herbivore contrairement à ce qu'on admet habituellement, au moins pendant l'époque de l'année considérée dans cette étude. Les exemplaires de cette population, tous sténophages au niveau individuel, sont séparés du point de vue trophique. L'existence de proies indicatrices a permis de différencier les divers types d'exploitation en accord avec les résultats obtenus par l'analyse du régime alimentaire et les relations indiquées par les indices de diversité. 43 % environ de la population consomment des Graminales, issues de l'exploitation des rizières, comme nourriture de base du régime alimentaire. Pour 41 % de la population, les ressources fondamentales sont les Hélobiales, provenant principalement des lagunes littorales. 12 % de la population exploitent aussi les rizières mais consomment un ensemble de Charales et de Cypéales. Le reste, 4 %, agit comme opportuniste ou bien exploite des milieux moins favorables tels que les baies marines ou des zones d'eaux plus saumâtres, où pousse *Zostera noltii*.

FEEDING
NETTA RUFINA
ANATIDAE
TROPIC DIVERSITY
AUTUMN
EBRO DELTA

ABSTRACT. — In this paper the feeding habits of a mediterranean population of Red-crested Pochards during autumn is described. The diet analysis has been carried out with 32 stomach contents which came from individuals shot by hunters in the Ebro Delta. In order to determine the importance of each prey in the diet of the Red-crested Pochards, we have used Simpson's Index of dominance. The estimation of interindividual differences in food choice has been carried out through the application of an improved model based on accumulative diversity functions. We have also considered the spatial differences in the exploitation of several suitable habitats of this species

in the Ebro Delta. The results obtained show that vegetals are the basic food eaten by Red-crested Pochards in the Ebro Delta animals being only taken as occasional preys. The main food items are Graminals (*Oryza sativa*, *Echinochloa crus-galli*), Helobials (*Naias marina*), or a combination of Charals (*Chara*) and Cyperals (*Scirpus*). Other kinds of vegetals are also exploited, but only as complementary or occasional resources. In contrast to various reports, the Red-crested Pochard appears more granivorous than herbivorous, at least during the period considered on this paper. The members of the studied population are well segregated in food exploitation, being highly stenophagous at the individual level. Several characteristic prey items have been used to estimate differences in the exploitation of foraging places, according to resource partitioning obtained from diet analysis and the interrelationships between diversity indexes. Circa 43 % of the population eat Graminals as main food, foraging in rice field. Approximately 41 % of the individuals exploit littoral lagoons, diving in search of Helobials. Another fraction which represents nearly 12 % also feeds in the rice fields, but in this case taking a combination of Charals and Cyperals. The rest of individuals, about 4 %, behaves like opportunistic feeders in the same habitats or, alternatively, feeds in poorer habitats (i.e. the marine bays and salt marshes) where *Zostera noltii* grows.

INTRODUCTION

La composition de l'alimentation des différentes espèces d'Anatidés est globalement assez bien connue (Dement'ev & Gladkov, 1967; Bauer & Glutz, 1969; Ogilvie, 1975; Cramp & Simmons, 1977). Il existe des travaux à ce sujet sur les communautés d'Anatidés dans certains écosystèmes (Olney, 1963; Thomas, 1982; Pirot *et al.*, 1984) ou au niveau de l'espèce (Tamisier, 1971a et b; Sudgen, 1973; Connelly & Chesemore, 1980). Mais, l'information disponible sur le régime alimentaire de la Nette Rousse est peu détaillée, les données sont éparées et il n'existe aucune étude à propos de l'utilisation des ressources trophiques par les populations de cette espèce. Par ailleurs tous les auteurs qui ont étudié le régime alimentaire de la Nette Rousse s'accordent à affirmer son caractère fondamentalement phytophage et particulièrement herbivore (Dement'ev & Gladkov, *op. cit.*, et références citées in Cramp & Simmons, *op. cit.*).

Dans ce travail est étudié le régime alimentaire d'une population de Nette Rousse méditerranéenne du delta de l'Èbre en automne; il s'agit de l'un des endroits les plus importants pour l'hivernage d'Anatidés en Espagne (Ferrer, 1982). Deux informations nouvelles relatives à la connaissance de la biologie de cette espèce dans les milieux méditerranéens sont mises en évidence. D'une part le régime alimentaire en automne, est de type plus granivore que ce qui est admis habituellement. Cette situation ne semble pas être particulière au delta de l'Èbre, car dans un travail réalisé simultanément en Camargue, Allouche *et al.* (sous presse) arrivent à des résultats similaires. D'autre part le traitement des données permet de décrire l'importance des proies consommées au niveau de la population ainsi que les différences interindividuelles dans la consommation de ces ressources et l'exploitation spatiale des divers habitats du delta de l'Èbre.

AIRE D'ÉTUDE

Le delta de l'Èbre (Fig. 1) est une plaine alluviale d'environ 350 km² de surface qui se jette dans la mer. La partie centrale, de forme triangulaire, se situe entre 40°37' et 40°48' de latitude Nord et entre 0°21' et 0°40' de longitude Est. Deux flèches de sable, l'une dans la moitié Nord, la Punta del Fangar, et l'autre, particulièrement bien développée, dans la moitié Sud, la Punta de la Banya, sont unies par d'étroits cordons sablonneux à la partie centrale.

Le delta de l'Èbre est un écosystème très cultivé puisque 75 % de sa surface sont réservés à différents types de culture notamment au riz, qui occupe 40 % de la surface totale; le reste, 35 %, est destiné à la culture hortofruitière.

25 % de la surface totale peuvent être considérés comme un système naturel qui comporte des lagunes littorales entourées de leur cordon de végétation (10 %), des sablonnières (9 %) et des marécages (6 %). Voir Camarasa *et al.* (1977) pour une description phytogéographique complète.

Il faut remarquer que la culture du riz a une influence notable sur le delta puisqu'elle règle les cycles hydrologiques du système et elle joue un rôle fondamental dans la dynamique biologique et la productivité des espèces qui y habitent (Ruiz, 1985; Llorente et Ruiz, 1985). Dans la figure 1 on peut voir l'importance des rizières qui entourent la lagune de l'Encanyissada où sont prélevés les Canards de cette étude. Ces rizières constituent les principaux gagnages pour les Canards de la partie sud du delta pendant la nuit (Ferrer, 1982). Pendant la période d'étude les rizières sont déjà moissonnées. La profondeur de l'eau est variable, moyenne 30-40 cm, calcul d'après les données de Ferrer (*op. cit.*); il existe des rizières qui restent pratiquement à sec, mais les Canards ont une préférence marquée pour les champs inondés.

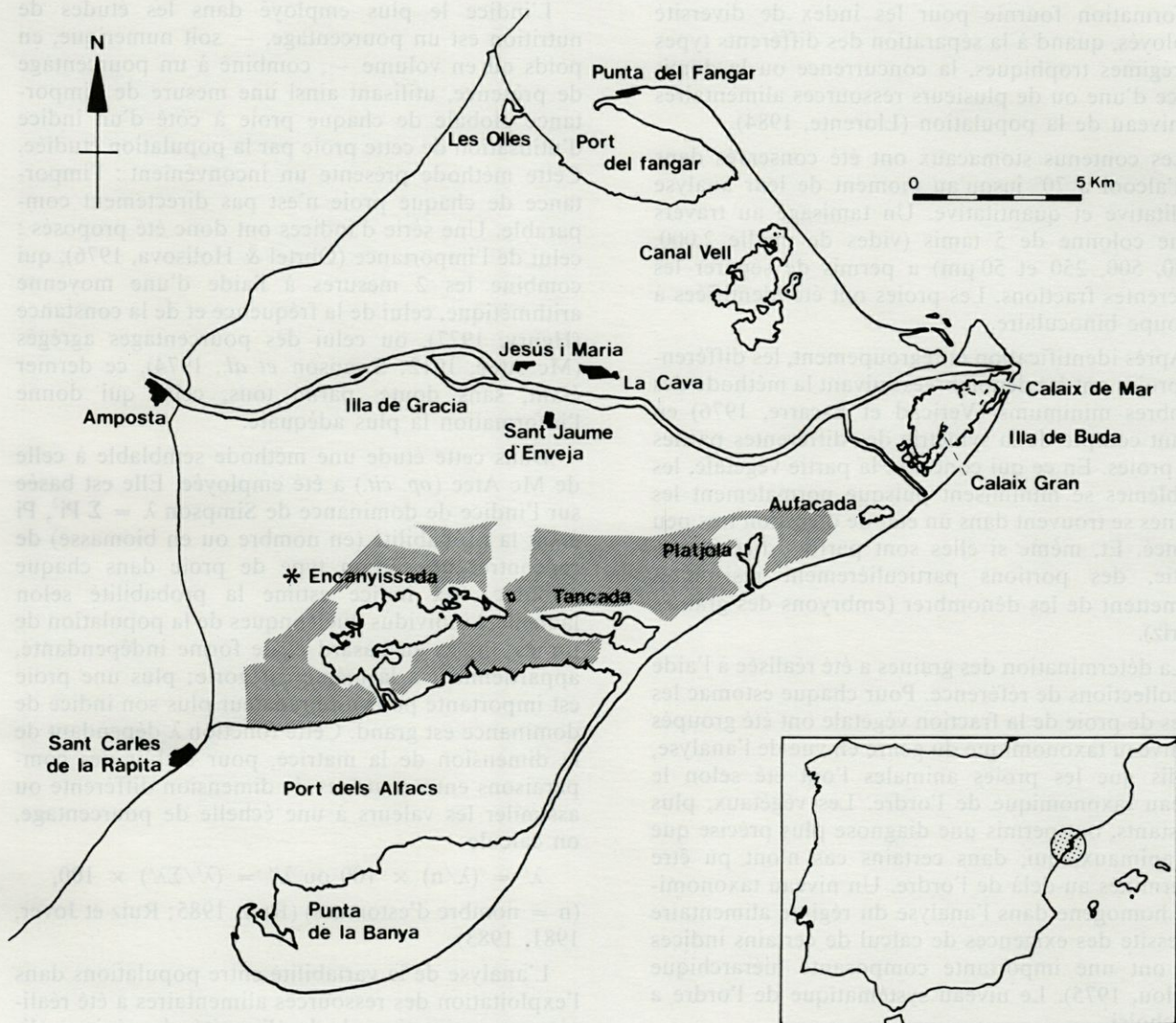


Fig. 1. — Carte du delta de l'Èbre. (*) Prélèvement des canards. L'aire grise indique les rizières exploitées par les canards pendant la nuit (Hemidelta Sud). D'après FERRER (1982).

Map of the Ebro Delta. (*) indicates place in which the ducks were gathered. The dashed area shows night feeding rice fields for ducks of the southern hemidelta. After FERRER (1982).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Echantillonnage

32 estomacs provenant d'exemplaires tués à la chasse dans la lagune d'Encanyissada, en octobre et novembre 1980, constituent le matériel de base.

Le fait d'avoir réalisé cette étude seulement à partir du contenu stomacal répond à la méthode d'échantillonnage des Canards tués à la chasse durant toute une matinée. Les chasseurs étant très nombreux pendant les premières journées de chasse, provoquent une mobilité constante des Canards qui n'ont pas la tranquillité nécessaire pour se nourrir,

ce qui explique que les jabots soient vides. On estime donc que l'aliment trouvé dans l'estomac a été absorbé la nuit antérieure.

Bien qu'il soit évident qu'une telle analyse comporte une perte d'information (Tamisier, 1971a; Pirot, 1978; Swanson & Bartonek, 1970), les calculs réalisés sur les contenus des jabots et des gésiers chez d'autres espèces d'Anatidés (*Anas platyrhynchos* et *A. clypeata*) à la même époque et dans la même zone, démontrent que le biais introduit par la seule analyse des gésiers a lieu uniquement au niveau de la perte d'espèces rares ou accidentelles, qui correspondent surtout à la fraction animale de leur régime alimentaire. Cependant, l'interprétation de la dynamique alimentaire ne change pas du point de vue de

l'information fournie pour les index de diversité employés, quand à la séparation des différents types de régimes trophiques, la concurrence ou la dominance d'une ou de plusieurs ressources alimentaires au niveau de la population (Llorente, 1984).

Les contenus stomacaux ont été conservés dans de l'alcool à 70° jusqu'au moment de leur analyse qualitative et quantitative. Un tamisage au travers d'une colonne de 5 tamis (vides de maille 2 000, 1 000, 500, 250 et 50 µm) a permis de séparer les différentes fractions. Les proies ont été identifiées à la loupe binoculaire.

Après identification et regroupement, les différentes proies ont été dénombrées suivant la méthode des nombres minimums (Vericad et Escarre, 1976) en tenant compte de la symétrie des différentes parties des proies. En ce qui concerne la partie végétale, les problèmes se minimisent puisque normalement les graines se trouvent dans un état de digestion très peu avancé. Et, même si elles sont parfois digérées en partie, des portions particulièrement résistantes permettent de les dénombrer (embryons des graines du riz).

La détermination des graines a été réalisée à l'aide de collections de référence. Pour chaque estomac les types de proie de la fraction végétale ont été groupés au niveau taxonomique du genre en vue de l'analyse, tandis que les proies animales l'ont été selon le niveau taxonomique de l'ordre. Les végétaux, plus résistants, ont permis une diagnose plus précise que les animaux, qui, dans certains cas n'ont pu être déterminés au-delà de l'ordre. Un niveau taxonomique homogène dans l'analyse du régime alimentaire nécessite des exigences de calcul de certains indices qui ont une importante composante hiérarchique (Pielou, 1975). Le niveau systématique de l'ordre a été choisi.

Les parties végétatives n'ont pas été utilisées dans les calculs. L'exclusion de celles-ci dans l'analyse numérique des données est due à l'impossibilité de compter ces restes, en raison de l'état de digestion dans les estomacs et de l'absence des jabots. Les méthodes proposées par Campredon *et al.* (1982) et par Allouche *et al.* (sous presse) en Camargue sur la même espèce n'ont pu être appliquées. Par ailleurs il existe une très nette prédominance des graines par rapport aux parties végétales dans presque tous les estomacs (rapport de 80 à 20 en volume).

Méthodes mathématiques

L'information tirée des 32 estomacs a été résumée dans une matrice de proies totale et une matrice de végétaux. Les deux matrices ont été élaborées pour le nombre et pour les biomasses. L'évaluation des biomasses a été réalisée sur la base du poids frais moyen de différentes collections de graines et d'animaux constituant le régime alimentaire de cette espèce d'après les indications de Ruiz (1985).

L'indice le plus employé dans les études de nutrition est un pourcentage, — soit numérique, en poids ou en volume —, combiné à un pourcentage de présence, utilisant ainsi une mesure de l'importance globale de chaque proie à côté d'un indice d'utilisation de cette proie par la population étudiée. Cette méthode présente un inconvénient : l'importance de chaque proie n'est pas directement comparable. Une série d'indices ont donc été proposés : celui de l'importance (Obtel & Holisova, 1976), qui combine les 2 mesures à l'aide d'une moyenne arithmétique, celui de la fréquence et de la constance (Henry, 1977), ou celui des pourcentages agrégés (Mc Atee, 1912; Swanson *et al.*, 1974), ce dernier étant, sans doute, parmi tous, celui qui donne l'information la plus adéquate.

Dans cette étude une méthode semblable à celle de Mc Atee (*op. cit.*) a été employée. Elle est basée sur l'indice de dominance de Simpson $\lambda = \sum Pi^2$, Pi étant la probabilité (en nombre ou en biomasse) de rencontrer un certain type de proie dans chaque estomac. Cet indice estime la probabilité selon laquelle 2 individus quelconques de la population de proies, prises au hasard et de forme indépendante, appartiennent à la même catégorie; plus une proie est importante pour un prédateur plus son indice de dominance est grand. Cette fonction λ dépendant de la dimension de la matrice, pour établir des comparaisons entre matrices de dimension différente ou assimiler les valeurs à une échelle de pourcentage, on calcule

$$\lambda' = (\lambda/n) \times 100 \text{ ou } \lambda'' = (\lambda'/\sum\lambda') \times 100,$$

(n = nombre d'estomacs) (Ruiz, 1985; Ruiz et Jover, 1981, 1983).

L'analyse de la variabilité entre populations dans l'exploitation des ressources alimentaires a été réalisée par estimation de la diversité du régime alimentaire, selon l'indice de Margalef (1958),

$$IMg = (1/N) (\log_2 N! - \sum \log_2 Ni!),$$

N étant le nombre total de proies rencontrées dans un estomac et Ni le nombre de proies d'une même catégorie i dans le même estomac. Cet indice est le plus adéquat pour ce genre d'échantillons (Pielou, 1966a, 1975; Hurtubia, 1973).

On peut calculer cette diversité à 3 niveaux : 1) moyenne arithmétique de la diversité des différents estomacs (\bar{H}_i), 2) diversité totale accumulée (H_z) et 3) diversité moyenne, de la communauté ou de la population (H_p), (Pielou, 1966a, 1975; Hurtubia, 1973; Ruiz et Jover, 1983; Ruiz, 1985).

Cependant, \bar{H}_i n'est pas un bon estimateur au niveau de la population car étant une mesure discrète, elle ne tient compte ni du nombre ni de l'équreprésentation des proies au niveau global (Ruiz, 1985). Par contre, la diversité H_z est un bon estimateur de diversité du régime alimentaire pour un ensemble donné d'estomacs, puisqu'elle groupe toutes les proies dans un seul estomac hypothétique

de la population et informe sur la diversité réelle de l'ensemble. Cependant, H_z n'est pas sensible à l'existence ou à la non existence d'un phénomène d'agrégation dans l'ensemble d'estomacs considéré. Cette troisième source de variation, suggérée par Pielou (1966a et b) ne peut être détectée qu'en utilisant la diversité H_p qui, en incorporant les estomacs un par un, est sensible au degré d'incertitude que comporte l'incorporation de chaque nouvel estomac à l'échantillon. De telle façon que, l'incorporation d'un nouvel estomac avec un modèle déterminé de proies fait augmenter ou diminuer l'incertitude en augmentant ou diminuant H_p dans la même proportion. Ainsi donc, la valeur de H_p a nettement à voir avec le concept de "pattern diversity" de Peterson (1976).

Tous les calculs ont été réalisés avec les formules décrites par Pielou (1966a, 1975) et Hurtubia (1973), appliquant la méthode de Ruiz et Jover (1983), Ruiz (1985) pour éviter les inconvénients dérivés des classements au hasard.

Les fonctions de diversité accumulées n'ont été obtenues que pour 2 classements. La courbe supérieure correspond au classement de la diversité maximum vers la diversité minimum, et l'inférieure au classement de la diversité minimum à la diversité maximum. Le calcul de H_p a été réalisé sur la courbe supérieure. La détermination du point à partir duquel on fait le calcul de la moyenne d'accroissement de diversité, qui correspond à la valeur de H_p , est réalisée en considérant que plus le nombre d'accroissements inclus dans la moyenne est grand, plus est exacte la valeur, mais en même temps, plus la courbe supérieure est stabilisée et plus l'aire comprise entre les deux courbes est petite, meilleure est la précision (moins de dispersion) de la valeur de H_p . En outre, soulignons que l'on travaille avec des accroissements de diversité et non avec les valeurs de la diversité accumulée, car il est nécessaire que les valeurs soient indépendantes; pour cela il est conseillé d'établir une auto-corrélation entre les valeurs incluses dans la moyenne, afin de constater que les accroissements remplissent vraiment cette condition. Le point à partir duquel on fait le calcul est nommé point t , ainsi le calcul de H_p fait la moyenne des accroissements de diversité de $t + 1$ à n .

La valeur de H_p correspond a une valeur statistique de la diversité (variance), il ne faut donc pas considérer qu'elle décrit la diversité réelle de la collection d'estomacs, mais la comparaison de cette valeur avec celle de la diversité accumulée.

Par une telle comparaison, le comportement trophique peut être décrit, car quand $H_p > H_z$, il existe une ségrégation trophique, quand $H_p = H_z$ la composition en proies de tous les estomacs de la population est très semblable, ce qui indique qu'il existe un chevauchement total de niche alimentaire et, enfin, quand $H_p < H_z$ un modèle de dominance

pour une des ressources trophiques est mis en évidence (Ruiz, 1985).

RÉSULTATS

L'ensemble des Tableaux I, II, III et IV décrivent les résultats obtenus.

A côté des espèces recensées dans le tableau I on a trouvé des espèces animales, appartenant aux ordres décrits et dont la détermination n'a pas pu être menée au-delà du niveau taxonomique de l'ordre.

Tabl. I. — Liste systématique des proies déterminées dans l'analyse des 32 estomacs de Nette Rousse dans le delta de l'Èbre.

Systematic list of preys found in the 32 stomach contents of Red-crested Pochards from the Ebro Delta.

TABLEAU I

Végétal	Animal
O. Polygonales <i>Polygonum sp.</i>	O. Basommatophora <i>Lymnaea sp.</i> <i>Hydrobia acuta</i>
O. Helobiales <i>Potamogeton pusillus</i> <i>Ruppia maritima</i> <i>Zostera noltii</i> <i>Naias marina</i>	O. Eulamellibranchiata <i>Cardium sp.</i>
O. Cyperales <i>Scirpus sp.</i>	O. Amphipoda <i>Gammarus aequicauda</i>
O. Graminales <i>Oryza sativa</i> <i>Echinochloa crus-galli</i>	O. Ostracoda <i>Heterocypris salina</i> <i>Cypridopsis vidua</i>
O. Arales <i>Lemna sp.</i>	O. Foraminifera <i>Ammonia beccarii</i>
O. Charales <i>Chara sp.</i>	

Les valeurs des différents indices calculées afin de déterminer l'importance de chaque type de proies pour la Nette Rousse dans le delta de l'Èbre sont reportées dans le Tableau III. Les indices de dominance sont directement comparables entre eux, mais ils ne le seraient pas par rapport à une matrice de dimension différente. C'est pour cette raison que la Figure 2 a été élaborée : les différents types de proie sont consignés en rapport avec une échelle de dominance en pourcentage (λ'').

Les différences interindividuelles dans la consommation de diverses ressources ont été estimées sur la base des valeurs H_z et H_p qui sont consignées dans le tableau V et la figure 3.

Tabl. II. — Matrice trophique numérique du régime alimentaire total.
Numeric trophic matrix for the global diet of Red-crested Pochards.

Proies	Estomacs															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Graminales	237	337	0	639	0	0	285	2544	0	238	0	0	0	0	4	636
Cyerales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Helobiales	0	1	201	0	3	287	0	0	2	0	317	21	19	29	0	0
Charales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polygonales	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ind. végétal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Basommatophora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostracoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Foraminifera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eulamellibranchiata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amphipoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Total</i>	<i>238</i>	<i>338</i>	<i>201</i>	<i>639</i>	<i>14</i>	<i>287</i>	<i>285</i>	<i>2544</i>	<i>2</i>	<i>238</i>	<i>317</i>	<i>21</i>	<i>19</i>	<i>29</i>	<i>4</i>	<i>636</i>

Proies	Estomacs															
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Graminales	0	151	93	924	0	0	19	0	0	0	418	0	688	0	1	485
Cyerales	0	2	5	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	31	0	0
Helobiales	0	1	26	0	2	0	0	3	112	12	0	0	0	0	0	0
Charales	39	0	0	17	0	4	0	0	0	0	0	0	0	42	0	0
Polygonales	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Ind. végétal	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9	0	0	0	0	0
Basommatophora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	4	0	0	0
Ostracoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0
Foraminifera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
Eulamellibranchiata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Amphipoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Total</i>	<i>39</i>	<i>154</i>	<i>124</i>	<i>941</i>	<i>2</i>	<i>5</i>	<i>21</i>	<i>3</i>	<i>112</i>	<i>13</i>	<i>444</i>	<i>3</i>	<i>693</i>	<i>73</i>	<i>1</i>	<i>485</i>

Tabl. III. — A, Valeurs des différents indices calculés pour la matrice trophique du régime alimentaire total, et B, de la fraction végétale. * signifie <0,01. N = nombre; B = biomasse; P = fréquence; λN = dominance numérique; λB = dominance en biomasse.

*Values of the different indexes calculated for A the global diet and B the vegetal fraction of the diet. * means less than 0,01. N = number; B = biomass; P = frequency; λN = numeric dominance; λB = biomass dominance.*

Proies	N	B	%N	%B	%P	λN	λB
A Graminales	7 699	275.75	86.26	97.58	50	15.16	15.54
Cyerales	42	0.1	0.47	0.03	21.88	0.34	1.70
Helobiales	1 036	5.37	11.61	1.90	46.88	10.94	10.91
Charales	102	0.01	1.14	*	12.50	1.97	1.01
Polygonales	3	0.42	0.03	0.14	9.38	0.11	0.78
Ind. végétal	10	*	0.11	*	6.25	*	*
Basommatophora	13	0.24	0.15	0.09	6.25	*	*
Ostracoda	4	0.02	0.04	0.01	6.25	0.11	0.01
Foraminifera	4	*	0.04	*	3.13	*	*
Eulamellibranchiata	1	0.02	0.01	0.01	3.13	*	*
Amphipoda	11	0.66	0.12	0.23	3.13	0.62	0.98
B Oryza	7 695	275.74	86.54	97.90	46.88	14.25	14.57
Scirpus	42	0.1	0.47	0.04	21.88	0.48	1.70
Potamogeton	14	0.05	0.16	0.02	9.38	0.96	1.19
Chara	102	0.01	1.14	*	12.50	1.97	1.01
Ruppia	3	*	0.03	*	6.25	1.11	1.04
Echinochloa	4	0.01	0.04	0.01	3.13	1.00	1
Zostera	5	0.02	0.06	*	9.38	1.11	1.06
Naïas	1 014	5.00	11.41	1.89	31.25	8.02	7.99
Polygonum	3	0.42	0.03	0.15	9.38	0.25	0.99
Ind. végétal	10	*	0.11	*	6.25	*	*

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

L'analyse de l'indice de dominance de Simpson par rapport au λ' de la matrice numérique totale (végétale + animale) met en évidence la dominance (90 %) de 2 types de proies végétales (Graminales et Hélobiales) qui peuvent être considérées comme les éléments principaux de l'alimentation.

Les Charales, les Amphipodes et les Cypéales, qui englobent 9 % des 10 % restants, peuvent être considérés comme proies complémentaires. Le reste, 1 % accidentel, est composé de graines de Polygonales, d'Ostracodes et de quelques autres proies (Fig. 2).

D'après la représentation en biomasse, les 2 proies fondamentales continuent à être les Graminales et les Hélobiales. Les proies complémentaires sont les Cypéales, les Charales et les Amphipodes, mais il ne faut pas oublier que, par leur importance en biomasse, les Polygonales font aussi partie de ce groupe. Le reste des proies est tout à fait accidentel (Fig. 2).

Quant à la partie végétale du régime alimentaire, il faut remarquer l'importance du Riz, *Oryza sativa*,

Tabl. IV. — Matrice trophique numérique de la fraction végétale du régime alimentaire.
Numeric trophic matrix for the vegetal diet fraction.

	Estomacs															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Oryza	237	337	0	639	0	0	285	2544	0	238	0	0	0	0	0	636
Scirpus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ruppia	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Echinochloa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
Zostera	0	0	2	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Naias	0	0	199	0	0	287	0	0	0	0	317	21	19	29	0	0
Polygonum	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminés	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	238	338	201	639	3	287	285	2544	2	238	317	21	19	29	4	636
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Oryza	0	151	93	924	0	0	19	0	0	0	418	0	688	0	1	483
Scirpus	0	2	5	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	31	0	0
Potamogeton	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0
Chara	39	0	0	17	0	4	0	0	0	0	0	0	0	42	0	0
Ruppia	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Echinochloa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zostera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Naias	0	1	26	0	0	0	0	3	112	0	0	0	0	0	0	0
Polygonum	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Indéterminés	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9	0	0	0	0	0
Total	39	154	124	941	2	5	21	3	112	13	427	2	689	73	1	483

et de l'Hélobiale *Naias marina*, qui sont sans conteste les deux principales sources; les données analysées en biomasse font apparaître le même résultat. Ces deux sources représentent plus de 75 % de l'alimentation végétale totale.

Dans le groupe des proies complémentaires il faut souligner la présence des oogones de *Chara*, dont l'importance est 2 fois plus grande que ceux des végétaux du même groupe (*Zostera noltii*, *Ruppia maritima*, *Echinochloa crus-galli*, *Potamogeton pusillus*) qui sont équireprésentées, et *Scirpus* sp. qui est un peu moins bien représentée. Le reste du régime alimentaire forme le groupe des proies accidentelles.

En ce qui concerne la biomasse, l'aspect est un peu différent par rapport aux proies complémentaires, puisque la plus importante est *Scirpus* sp., *Polygonum* sp., qui rentre aussi dans cette catégorie, est équireprésentée avec celles indiquées dans le paragraphe précédent; quelques graines indéterminées sont des ressources accidentelles.

L'alimentation végétale qui vient d'être décrite correspond à la portion des graines rencontrées dans les contenus gastriques, d'autres restes végétaux, ont aussi été trouvés, notamment des feuilles et des tiges de macrophytes, *Potamogeton* et *Chara*.

Les proies animales sont très peu nombreuses; leur présence a été notée dans cinq estomacs (15,1 %)

seulement. On peut donc déduire le caractère principalement phytophage de cette espèce d'Anatidé. Le total de la fraction animale peut être considéré comme accidentel, même si les Amphipodes deviennent complémentaires quand on considère le niveau global et si l'on considère les données en biomasse (Fig. 2). Les Basommatophores, les Ostracodes et les Amphipodes constituent les éléments dominants de la fraction animale du régime alimentaire.

En ce qui concerne les différences interindividuelles dans la consommation des proies, chez la population de Nette Rousse considérée, les valeurs de H_i informent de l'existence d'un degré notable de sténophagie individuelle, seule la fraction animale étant diversifiée (Tabl. V).

La diversité accumulée (H_z) suit la même évolution que celle de la diversité moyenne individuelle, mais avec des valeurs bien plus élevées, ce qui confirme que, quand on considère le régime alimentaire dans son ensemble, il semble plus euryphage que quand on considère la valeur individuelle. La fraction animale continue à être beaucoup plus variée que la fraction végétale ou que le régime total.

La comparaison $H_z - H_p$ au niveau du régime total et de l'alimentation végétale, montre que la diversité de la population est plus élevée que la diversité totale accumulée, ce qui indique une si-

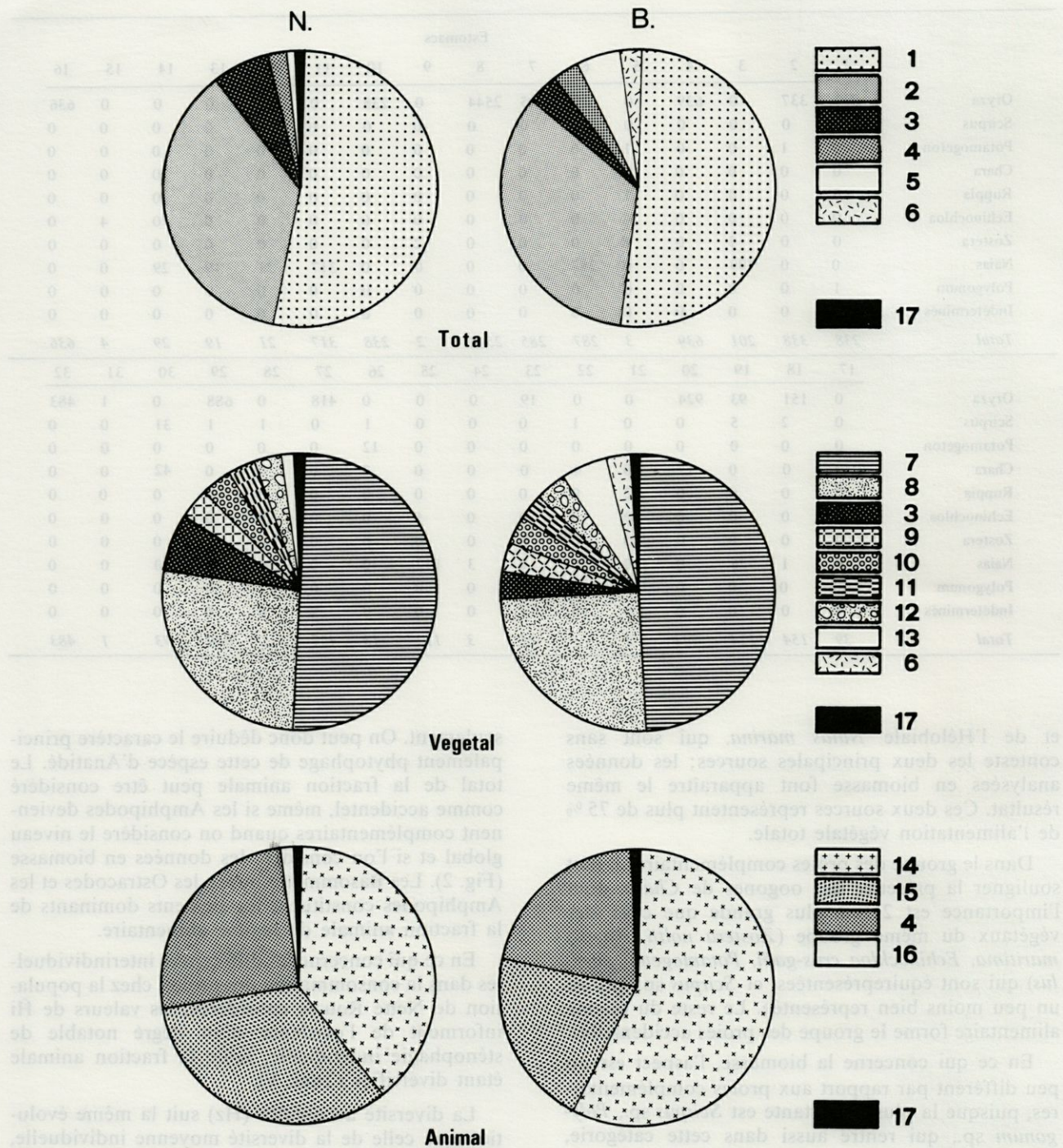


Fig. 2. — Valeurs en pourcentage de dominance (λ'') des différents types de proies dans le régime alimentaire total, la fraction végétale et la fraction animale. Clé = 1 : Graminales, 2 : Helobiales, 3 : Charales-Chara, 4 : Amphipoda, 5 : Cyperales, 6 : Polygonales-Polygonum, 7 : *Oryza*, 8 : *Naias*, 9 : *Zostera*, 10 : *Ruppia*, 11 : *Echinochloa*, 12 : *Potamogeton*, 13 : *Scirpus*, 14 : Basommatophora, 15 : Ostracoda, 16 : Foraminifera, 17 : Autres.

Percentual values of dominances (λ'') of the different prey types considering the total diet, the vegetal fraction and the animal fraction.

Tabl. V. — Valeurs des différentes mesures de la diversité trophique d'après l'Indice de Margalef. \bar{H}_i = diversité moyenne individuelle, H_z = diversité totale accumulée, H_p = diversité moyenne de la population.

Trophic diversity values calculated with the Margalef's index. \bar{H}_i = Arithmetic mean diversity. H_z = Total accumulated diversity. H_p = Community, average or population diversity.

	\bar{H}_i	H_z	H_p
Total	0,16	0,70	2,20
Végétal	0,15	0,69	3,50
Animal	0,33	1,69	—

tuation claire de ségrégation trophique entre les différents individus.

Le caractère accidentel de la consommation de ressources animales donne une représentation si limitée et si dissemblable de ces types de proies, qu'il ne permet pas de calculer la diversité potentielle de la population, la fonction fixant le classement plus grand-plus petit n'arrivant pas à saturation (Fig. 3). Ceci fait retomber le poids interprétatif sur la fraction végétale du régime alimentaire qui d'autre part constitue la partie fondamentale.

L'ensemble de l'analyse montre une forte sélection de la population au niveau de la consommation des ressources végétales de sorte que, chaque individu est très sténophage et absorbe un type déterminé de proie.

La ségrégation trophique à l'intérieur de la population a lieu fondamentalement à trois niveaux : 84 % de la population consomment presque exclusivement des Graminales (43 %), ou bien des Hélobiales (41 %). 12 % exploitent en même temps les Charales et les Cypéales en tant que base du régime alimentaire et seul le reste, 4 %, agit en tant qu'opportuniste absorbant n'importe quel type de proie. Ceci permet de délimiter le rôle des Charales et des Cypéales dans le régime de la Nette Rousse au niveau de la population; étant aussi complémentaires, d'après l'analyse de l'indice de Simpson, elles peuvent constituer les proies de base de l'alimentation pour une minorité de la population.

L'observation du graphique correspondant au régime total ou végétal (Fig. 3) permet de voir qu'au niveau des 10 premiers estomacs, la variabilité de la valeur de la diversité trophique accumulée (H_k) est élevée, tandis qu'à partir du 11^e estomac elle diminue beaucoup, de sorte que l'on pourrait la considérer comme une seule fonction linéaire qui passe entre les points où les fonctions des deux classements se croisent ou entrent en contact.

Ceci signifie que les 10 premiers estomacs contiennent en réalité toute l'information sur le

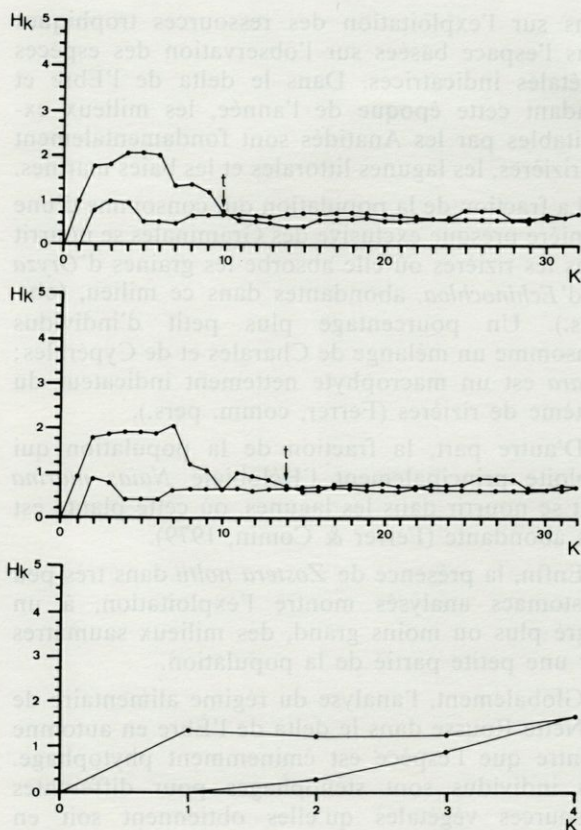


Fig. 3. — Fonctions accumulées de diversité (H_k) pour le classement maximum-minimum et minimum-maximum, tenant compte du régime alimentaire total, la fraction végétale et la fraction animale. K = nombre d'estomacs. *Accumulated diversity functions (H_k) for the maximum-minimum and minimum-maximum orderings for the total diet, vegetal diet and animal diet. K = Stomach number.*

régime alimentaire de cette population de Nette Rousse en automne, ce qui confirme les dimensions suffisantes de l'échantillon analysé dans cette étude.

D'autre part, la forme de la fonction supérieure montre, à partir de l'estomac numéro six, une forte diminution de la valeur de la diversité accumulée. Ce fait indique la forte dominance de certaines ressources trophiques, qui diminue l'incertitude à mesure qu'augmente le nombre d'estomacs accumulés.

Toutes ces considérations confortent dans le choix de l'analyse réalisée sur la base de l'indice de dominance et confirment l'existence de certains types de proie dominants, Graminales ou Hélobiales pour la plupart de la population, et un ensemble de Charales et de Cypéales pour une fraction mineure de celle-ci.

Le reste des proies est tout à fait accidentel et se trouve consommé occasionnellement pendant l'ingestion de la fraction de base du régime alimentaire.

Une lecture attentive de la matrice particulière de la fraction végétale permet d'obtenir des informa-

tions sur l'exploitation des ressources trophiques dans l'espace basées sur l'observation des espèces végétales indicatrices. Dans le delta de l'Èbre et pendant cette époque de l'année, les milieux exploitables par les Anatidés sont fondamentalement les rizières, les lagunes littorales et les baies marines.

La fraction de la population qui consomme d'une manière presque exclusive des Graminales se nourrit dans les rizières où elle absorbe les graines d'*Oryza* et d'*Echinochloa*, abondantes dans ce milieu, (obs. pers.). Un pourcentage plus petit d'individus consomme un mélange de Charales et de Cypéales; *Chara* est un macrophyte nettement indicateur du système de rizières (Ferrer, comm. pers.).

D'autre part, la fraction de la population qui exploite principalement l'Hélobiale *Naias marina* doit se nourrir dans les lagunes, où cette plante est très abondante (Ferrer & Comin, 1979).

Enfin, la présence de *Zostera noltii* dans très peu d'estomacs analysés montre l'exploitation, à un degré plus ou moins grand, des milieux saumâtres par une petite partie de la population.

Globalement, l'analyse du régime alimentaire de la Nette Rousse dans le delta de l'Èbre en automne montre que l'espèce est éminemment phytophage. Les individus sont sténophages pour différentes ressources végétales qu'elles obtiennent soit en exploitant des milieux différents, soit par ségrégation dans l'exploitation du même milieu.

Ainsi donc, la rizière est le milieu le plus exploité par la Nette Rousse en automne, puisque 55 % de la population s'y nourrit, en consommant des Graminales (43 %) ou un ensemble de Charales et de Cypéales (12 %). L'autre fraction importante de la population (41 %) se nourrit dans les lagunes littorales où elle consomme principalement l'Hélobiale *Naias marina*. Seule une fraction résiduelle exploite des aires saumâtres telles que l'embouchure des lagunes dans la mer ou agit comme opportuniste exploitant différents types d'aliments en même temps. Il est intéressant de constater que la Nette Rousse du delta de l'Èbre pendant l'automne est un Canard plus granivore que ce que l'on pensait habituellement. Ces résultats concordent avec ceux de Camargue à la même époque (Allouche *et al.*, sous presse).

REMERCIEMENTS. — Les auteurs remercient A. Tamisier pour les critiques apportées à la version initiale du texte, M^{lle} Mercè Espinosa pour la traduction en Français du manuscrit, l'Institut Botanique de Barcelone pour son aide dans la détermination des graines. Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet n° 507 du MaB espagnol. Notre reconnaissance s'adresse à l'ICONA (Tarragona) pour sa collaboration.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLOUCHE L., Ph. ROUX & A. TAMISIER (sous presse). Position trophique des Nettes Rousses (*Netta rufina*, Pallas, Anatidé) hivernant en Camargue. *Terre Vie, Rev. Ecol.*
- BAUER K.M. & U.N. GLUTZ VON BLOTZHEIM, 1969. Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Vol. 3, Frankfurt. Akademische Verlagsgesellschaft.
- CAMARASA J.M., R. FOLCH, R.M. MASALLES & E. VELASCO, 1977. El paisatge vegetal del delta de l'Ebre. *Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 8 : 47-67.
- CAMPREDON S., P. CAMPREDON, J. YVES PIROT, A. TAMISIER, 1982. Manuel d'analyse des contenus stomacaux de canards et de foulques. Centre d'Ecologie de Camargue. Office Nat. de la Chasse, Paris.
- CONNELLY D.P. & D.L. CHESEMORE, 1980. Food habits of pintails *Anas acuta* wintering on seasonally flooded wetlands in the Northern San Joaquin valley California. *Calif. Fish Game*, 66 : 233-237.
- CRAMP S. & KEL SIMMONS (Ed.), 1977. Handbook of the Birds of Europe, The Middle East and North Africa, Vol. 1, Oxford Univ. Press : 722 p.
- DEMENT'EV G.P. & N.A. GLADKOV (Ed.), 1967. Birds of the Soviet Union. Vol. 4. Israel Program. Sci. Transl. Jerusalem.
- FERRER X., 1982. Anátidas invernantes en el delta del Ebro. Tesis doctoral Univ. de Barcelona.
- FERRER X. & F. COMIN, 1979. Distribució i ecologia dels macròfits submergits del delta de l'Ebre. *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 44 : 111-117.
- HENRY C., 1977. Le nourrissage des jeunes chez la Rousserolle éfarvate (*Acrocephalus scirpaceus*), description du régime et efforts de chasse des parents. *Le Gerfaut*, 67 : 369-394.
- HURTUBIA J., 1973. Trophic diversity measurement in sympatric predatory species. *Ecology*, 54 (4) : 885-890.
- LLORENTE G.A., 1984. Contribució al conocimiento de la biología y la ecología de cuatro especies de anátidas en el delta del Ebro. Resum. tesis doct., Univers. Barcelona.
- LLORENTE G.A. & X. RUIZ, 1985. Datos sobre la reproducción del pato colorado, *Netta rufina* (Pallas, 1773), en el delta del Ebro. *Misc. Zool.*, 9 : 315-323.
- MARGALEF R., 1958. Information theory in ecology. *General systems*, 3 : 36-71.
- MCATEE W.L., 1912. Methods of estimating the contents of bird stomachs. *Auk*, 29 (4) : 449-464.
- OBTEL R. & V. HOLISOVA, 1976. Trophic diversity and dietary overlap of two sympatric rodents. *Zoologické listy*, 25 (3) : 217-227.
- Ogilvie M.A., 1975. Ducks of Britain and Europe. Ed. T. & A.D. Poyser Berkhamsted.
- OLNEY P.J.S., 1963. The autumn and winter feeding biology of certain sympatric ducks. Trans. VI. Congr. Union Game Bird : 309-322.
- PETERSON C.H., 1976. Measurement of community patterns by indices of local segregation and species diversity. *J. of Ecology*, 64 : 157-169.

- PIELOU E.C., 1966a. Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession. *J. Theor. Biol.*, **10** : 370-383.
- PIELOU E.C., 1966b. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.*, **13** : 131-144.
- PIELOU E.C., 1975. *Ecological diversity*. John Wiley and Sons Inc. New York.
- PIROT J.Y., 1978. Régime alimentaire de la Sarcelle d'été (*Anas querquedula*) pendant son transit en Camargue. D.E.A. Ecologie, Univ., Paris VI, Rapp. d'act., 57 pp.
- PIROT J.Y., D. CHESSEL et A. TAMISIER, 1984. Exploitation alimentaire des zones humides de Camargue par cinq espèces de canards de surface en hivernage et en transit. Modélisation spatio-temporelle. *Rev. Ecol. Terre Vie.*, **39** : 167-192.
- RUIZ X., 1985. An analysis of the diet of Cattle Egrets in the Ebro Delta, Spain. *Ardea*, **73** : 49-60.
- RUIZ X., LL. JOVER, 1981. Sobre la alimentación otoñal de la garcilla bueyera — *Bubulcus ibis* (L) — en el delta del Ebro, Tarragona, España. *P. Dept. Zool. Barcelona*, **6** : 65-72.
- RUIZ X. & LL. JOVER, 1983. Tipificación trófica de poblaciones mediante estimas de la dominancia y de la diversidad. Actas XV Congreso Internacional de Fauna Cinegética y Silvestre : 695-707.
- SUGDEN L.G., 1973. Feeding ecology of Pintail, Gadwall, American Wigeon and Lesser Scaup ducklings. *Can. Wildl. Serv. Rep.*, Ser. 24 : 45 pp.
- SWANSON G.A. & J.C. BARTONEK, 1970. Bias associated with food analysis in gizzards of Blue-winged Teal. *J. Wildl. Manag.*, **34** : 739-746.
- SWANSON G.A., G.L. KRAPU, J.C. BARTONEK, J.R. SERIE & D.H. JOHNSON, 1974. Advantages in mathematically weighting waterfowl food habits data. *J. Wildlife Manag.*, **38** (2) : 302-307.
- TAMISIER A., 1971a. Régime alimentaire de la Sarcelle d'hiver *Anas c. crecca* en Camargue. *Alauda*, **39** : 261-311.
- TAMISIER A., 1971b. Les biomasses de nourriture disponibles pour les sarcelles d'hiver *Anas c. crecca* en Camargue. *Rev. Ecol. Terre Vie*, **25** : 344-377.
- THOMAS G.J., 1982. Autumn and winter feeding ecology of waterfowl at the Ouse Washes, England. *J. Zool. Lond.*, **197** : 131-172.
- VERICAD J.R. & A. ESCARRE, 1976. Datos de alimentación de ofidios en el Levante sur ibérico. *Mediterranea*, **1** : 5-32.

Reçu le 17 juin 1985; received June 17, 1985
Accepté le 23 octobre 1985; accepted October 23, 1985