

LE REGIME ALIMENTAIRE DE LA CHOUETTE EFFRAIE,
TYTO ALBA, DANS LES PYRENEES-ORIENTALES.
ETUDE DES VARIATIONS ECOGEOGRAPHIQUES

Roland M. LIBOIS *, Roger FONS **
et Marie-Charlotte SAINT GIRONS ***

Il peut paraître surprenant que l'on s'attache une fois de plus à l'examen du régime alimentaire de la Chouette effraie (*Tyto alba*).

L'analyse de pelotes de réjection, méthode à la fois élégante et efficace qui permet la récolte rapide d'un matériel abondant sans porter préjudice aux animaux étudiés, a d'abord largement été utilisée par les ornithologues désireux de connaître en détail le régime alimentaire de certaines espèces, notamment les rapaces. Il fallut attendre Husson (1949) pour voir la technique adoptée par des mammalogistes.

Les pelotes de rapaces ont permis de mettre en évidence des variations de la densité des populations de proies en fonction des saisons (Saint Girons, 1968 ; Fairley et Clark, 1972 ; Webster, 1973 ; Brown, 1981) ou d'année en année (Bovet, 1963 ; Martin, 1973 ; Saint Girons et Thouy, 1978) et certains auteurs ont remarqué que le régime pouvait être considérablement affecté par les conditions météorologiques (Glue et Nuttall, 1971 ; Sans Coma *et al.*, 1976). L'inadéquation du régime de l'oiseau à la densité réelle de ses proies (voir Saint Girons et Spitz, 1966) explique sans doute que peu d'auteurs se soient intéressés à cet aspect du problème de manière approfondie. Tinbergen (1933) estime cependant que les variations locales ou temporaires du régime du Hibou moyen-duc (*Asio otus*) sont toujours causées par des variations concordantes

* Laboratoire d'éthologie de l'Université de Liège, quai Van Beneden, 22, B 4020 Liège. Cet auteur remercie le F.N.R.S. pour l'octroi des crédits (réf. V3/5-MB 287 OE et V3/5-LC 20842) qui lui ont permis de couvrir une partie des frais de mission.

** Centre d'écologie méditerranéenne. Laboratoire Arago, F 66650 Banyuls-sur-Mer.

*** Laboratoire d'Evolution des Etres Organisés, 105, boulevard Raspail, F 75006 Paris.

des réserves de nourriture disponibles. Pour Blondel et Frochot (1967), même la spécialisation individuelle ne serait que la traduction de l'opportunisme habituel du rapace : une réponse aux conditions de milieu (voir par exemple Cruz et Garcia Rodriguez, 1969). De Bruijn (1979) a observé, aux Pays-Bas, d'énormes changements dans la composition du régime alimentaire de l'Effraie selon que les pelotes étaient récoltées lors d'une année où le Campagnol des champs, *Microtus arvalis*, était abondant ou au contraire très rare. Il constate aussi des différences saisonnières accentuées et les met en relation avec l'importance des ressources en campagnols, moindres en hiver et au printemps.

L'Effraie traduirait donc au niveau de la composition de son menu celle des faunes locales de petits mammifères à un moment donné. Ainsi, certains ont abordé l'étude du milieu de chasse de l'oiseau (Von Knorre, 1973), celle de l'influence des modifications de paysage sur les communautés de micromammifères (Zelenka et Pricam, 1964 ; Rybar, 1969) ou encore celle des variations régionales ou géographiques du régime de cette espèce, en relation avec les populations de proies. A cet égard, Schmidt (1973 a) et Cheylan (1976) comparent des régions trop différentes sur le plan faunistique pour leur permettre d'envisager une approche écologique. Herrera (1974 a) regroupe ses échantillons en cinq ensembles correspondant chacun à un grand type de milieu. D'autres se réfèrent à des découpages régionaux préexistants reposant sur des critères définis par des géographes (régions naturelles : Saint Girons et Martin, 1973 ; Görner, 1979 ; divisions administratives : Glue, 1974) ou par des botanistes (districts phytosociologiques : De Bruijn, 1979). Les différences locales ou régionales y sont masquées puisque les variations du régime alimentaire y sont généralement établies sur des moyennes régionales. Si tel n'est pas le cas, jamais les auteurs ne se sont attachés à la description précise des conditions locales et leurs conclusions, par ailleurs souvent judicieuses, reposent essentiellement sur leur bon sens et sur la connaissance générale qu'ils ont de l'écologie des petits mammifères proies (Balat, 1956 ; Tyrner et Barta, 1971 ; Chaline *et al.*, 1974 ; Ruprecht, 1979).

Quelques travaux seulement tentent une approche moins empirique et mettent directement en relation les fluctuations du régime avec des paramètres écologiques : fertilité des sols (Cabon-Raczynska et Ruprecht, 1977), altitude, distance des points de récolte par rapport à la mer (Martin et Vericad, 1977), variables climatiques (Saint Girons et Vesco, 1974 ; Fayard et Erome, 1977), importance de la couverture boisée (Lovari *et al.*, 1976).

Dans les Pyrénées-Orientales, nous nous sommes aussi servis du régime de l'Effraie pour mener une recherche similaire (Fons *et al.*, 1980). Comme celles de Fayard et Erome, nos conclusions englobent un cadre assez limité : nous n'avons pas essayé non plus

d'expliquer les variations quantitatives du régime de l'Effraie que nous observions dans cette région. C'est ce point que nous nous proposons d'aborder ici en nous efforçant de cerner avec le plus de finesse possible les diverses influences locales.

MATERIEL ET METHODES

Toutes les églises des Pyrénées-Orientales (environ 200), les ruines, vieilles tours et bâtiments abandonnés rencontrés au cours de nos déplacements ont été systématiquement visités, y compris dans les zones où nous ne pensions pas rencontrer de Chouette effraie. D'après Schneider (1964), cet oiseau ne nicheraient guère au-dessus de 700 m. Nous avons cependant récolté des pelotes plus haut (1 000 m) dans un gîte temporaire.

Dix-neuf lots de pelotes de *Tyto alba* comprenant au minimum 50 Vertébrés ont été collectés. Dans la mesure du possible, nous avons essayé de réduire l'impact d'éventuelles fluctuations pério-

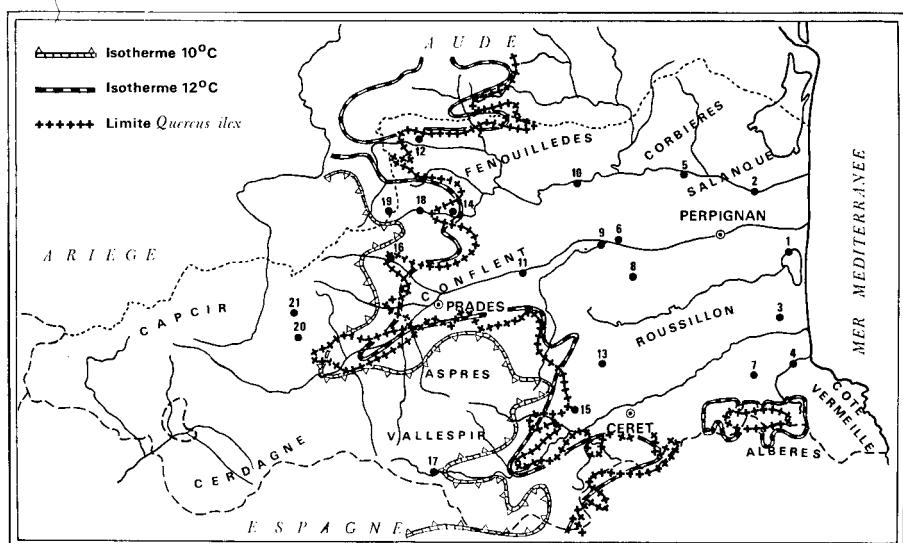


Figure 1. — Carte des Pyrénées-Orientales portant indication des stations et de paramètres écolimniques.

1. Canet	8. Thuir	15. Montbolo
2. Claira	9. St. Feliu d'Avall	16. Mossat
3. Corneilla del Vercol	10. Latour de France	17. Prats de Mollo
4. Argelès-sur-Mer	11. Ille-sur-Têt	18. Rabouillet
5. Espira de l'Agly	12. Caudiès de Fen.	19. Col d'Aussières
6. Pézilla la Rivière	13. Oms	20. Ayguatebia
7. Sorède des Alberes	14. Sournia	21. Sansa

TABLEAU
Régime alimentaire de la Chouette effraie (Tyto alba)
 Les numéros des stations correspondent à ceux de la figure 1.

Station No Altitude (m)	1 9	2 10	3 11	4 16	5 28	6 67	7 80	8 91	9 97
INSECTIVORES	n %	n %	n %	n %	n %	n %	n %	n %	n %
<i>Talpa europaea</i>						2 0,2		2 0,6	16 0,3
<i>Sorex carneus</i>						1 0,1			2 —
<i>Sorex minutus</i>									
<i>Neomys fodiens</i>									
<i>Neomys anomalus</i>									
<i>Crocidura russula</i>	326 19,6	42 19,8	41 11	42 29	16 8,7	299 35,9	34 28,3	61 17,3	1984 32,8
<i>Crocidura suaveolens</i>	66 4,0	6 1,6	3 0,8	3 2,1	2 1,1	6 0,7	5 4,2	4 1,1	48 0,8
<i>Suncus etruscus</i>	16 1,0	3 1,4	3 0,8		4 0,5	4 3,3			32 0,5
CHIROPTERES	1 0,1	1 0,5	1 0,3		1 0,6			4 0,1	
RONGEURS					1 0,6				
<i>Glia glis</i>					1 0,6				
<i>Elomys quercinus</i>	2 0,1			1 0,7		3 0,4		10 0,2	
<i>Clethrionomys glareolus</i>									
<i>Microtus arvalis</i>									
<i>Microtus agrestis</i>	34 2,0	5 2,4	31 8,3	21 14,5	3 1,6	89 10,7	6 5,0	63 17,9	255 4,2
<i>Microtus nivalis</i>									
<i>Arvicola sapidus</i>	10 0,6	4 1,9	1 0,3		2 0,2	1 0,8	2 0,6	29 0,5	
<i>Pitymys duodecimcostatus</i>	35 2,1	16 7,6	79 21,1	2 1,4	5 2,7	31 3,7	1 0,8	43 0,7	
<i>Pitymys pyrenaicus</i>									
<i>Microtidae</i> indéterminés	3 1,4	2 0,5			3 0,4			105 1,7	
<i>Apodemus</i> sp.	89 5,4	12 5,7	58 15,5	32 22,1	4 2,2	103 12,4	45 37,5	41 11,6	1566 25,9
<i>Micromys minutus</i>	15 0,9	3 1,4				13 1,6	1 0,8		41 0,7
<i>Mus musculus</i>	64 3,8	10 4,7	9 2,3	6 4,2		12 1,5		1 0,3	89 1,5
<i>Mus spretus</i>	141 8,5	14 6,6	30 8,0	30 20,7	4 2,2	78 9,4		9 2,5	11 0,2
<i>Mus</i> sp.	65 3,9	4 1,9	33 8,8	2 1,4	3 1,6	111 13,3	19 15,8	30 8,5	925 15,3
<i>Rattus</i> sp.	8 0,5	24 11,3			2 1,1	7 0,8		2 0,6	150 2,5
<i>Muridae</i> indéterminés							2 1,7		78 1,3
OISEAUX	25 1,5	67 31,6	75 20,1	4 2,8	142 77,6	58 7,0	2 1,7	135 38,2	614 10,2
REPTILES									
AMPHIBIENS	684 41,1	2 0,9	4 1,1	2 1,4		8 1,0		2 0,6	30 0,5
TOTAL VERTEBRES	1581	210	373	145	183	830	120	352	6032
INVERTEBRES	82 5,0	2 0,9	1 0,3			3 0,4		1 0,3	15 0,3
TOTAL GENERAL	1663	212	374	145	183	833	120	353	6047

diques dans la composition du régime. Ainsi, nous avons d'une part cherché à obtenir des lots volumineux (plus de 500 proies) et d'autre part prélevé dans un même gîte des pelotes d'inégale fraîcheur et déposées en des endroits différents pour que l'échantillon comprenne des pelotes de plusieurs années.

Nous ne reviendrons pas sur les méthodes d'analyse des pelotes de réjection. Elles sont classiques et bien connues. Des clefs dichotomiques permettent la détermination des proies au niveau de l'espèce pour les mammifères (Chaline *et al.*, 1974). Ceux-ci ont donc été distingués spécifiquement sauf en ce qui concerne les genres *Apodemus* et *Rattus*. Nous renvoyons à l'article précédent (Fons *et al.*, 1980) pour la discussion des problèmes relatifs à la

dans le département des Pyrénées-Orientales.

Seules les stations 1 à 19 sont prises en compte dans cet article.

détermination des rats et mulots de la Catalogne française. Nous devons l'identification précise des *Mus* à l'aimable collaboration de Ph. Orsini.

RESULTS

A. — GÉNÉRALITÉS

La figure 1 situe avec précision nos localités de récolte tandis que le tableau I donne le détail des résultats des analyses de pelotes.

Les amphibiens ne représentent qu'un pourcentage très faible des proies de la Chouette, sauf à Canet (Station 1) où l'oiseau exploite visiblement les denses populations d'anoures de l'endroit. Son gîte est établi dans une ruine située au bord du grand étang côtier. Spécialisation ou simple opportunisme ? Toujours est-il que les alentours de Canet sont bien connus pour leurs « pluies de grenouilles » : Petit et Lomont (1958) estiment à 450 000 le nombre de cadavres de *Pelobates cultripes* écrasés entre Canet-village et Canet-plage, lors d'une de ces pluies, en 1956.

En règle générale, les oiseaux ne constituent jamais une part importante du régime de l'Effraie (Uttendorfer, 1939 ; Asselberg, 1971 ; Saint Girons et Martin, 1973 ; Glue, 1974 ; De Bruijn, 1979...). C'est ce que nous constatons en dehors de la plaine (St. 4, 7, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 et 19). Leur contribution au menu de *Tyto alba* y dépasse rarement 2 % du total des proies (cfr. Fig. 3a). En revanche, dans la plaine du Roussillon, ils peuvent constituer la base de son alimentation (St. 2 et 8), dépassant plus des trois quarts des proies à Espira de l'Agly (St. 5) ! Comme l'indiquent de nombreux auteurs (Jäckel, 1891 in Schneider, 1964 ; Uttenendorfer, 1939 et 1952 ; Schmidt, 1973 a et 1973 b ; Glue, 1974 ; Herrera, 1974 ; Saint Girons et Thouy, 1978 ; De Bruijn, 1979 ; Ruprecht, 1979), les petits passereaux granivores et notamment les moineaux domestiques, *Passer domesticus*, sont les oiseaux les mieux représentés dans le régime de l'Effraie (Tableau II).

TABLEAU II
Les oiseaux dans le régime de l'Effraie
(stations comme à la figure 1).

Localités	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Proies																			
<i>Apus sp.</i>	1	-	5	3	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Passeriformes</i>																			
Petits granivores (*)	5	65	48	-	141	58	-	133	471	17	20	-	1	-	-	-	-	-	
Petits insectivores	9	-	4	-	-	-	-	-	33	2	-	-	2	-	-	3	-	-	
<i>Hirundinidae</i>	3	-	8	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
<i>Emberizidae</i>	6	1	1	-	-	-	-	-	9	-	-	1	-	-	-	1	-	-	
<i>Turdus sp.</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Sturnus sp.</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Indéterminés	-	-	9	1	-	-	2	-	98	-	-	1	1	2	3	-	4	-	
TOTAL	25	66	75	4	142	58	2	135	614	21	20	2	4	2	3	3	6	1	

(*) principalement des Moineaux (*Passer sp.*)

Le Rapace agit-il ici encore en pur opportuniste ou s'est-il spécialisé dans l'exploitation d'une ressource particulière ? Nous reviendrons sur ce point ultérieurement, mais désirons attirer l'attention sur le fait que si spécialisation il y a, elle ne se réalise pas au hasard ni sans rapport avec l'existence de conditions locales déterminées. Nous le constaterons au travers de l'étude des variations des proportions des différentes espèces de mammifères (Fig. 2 et 3).

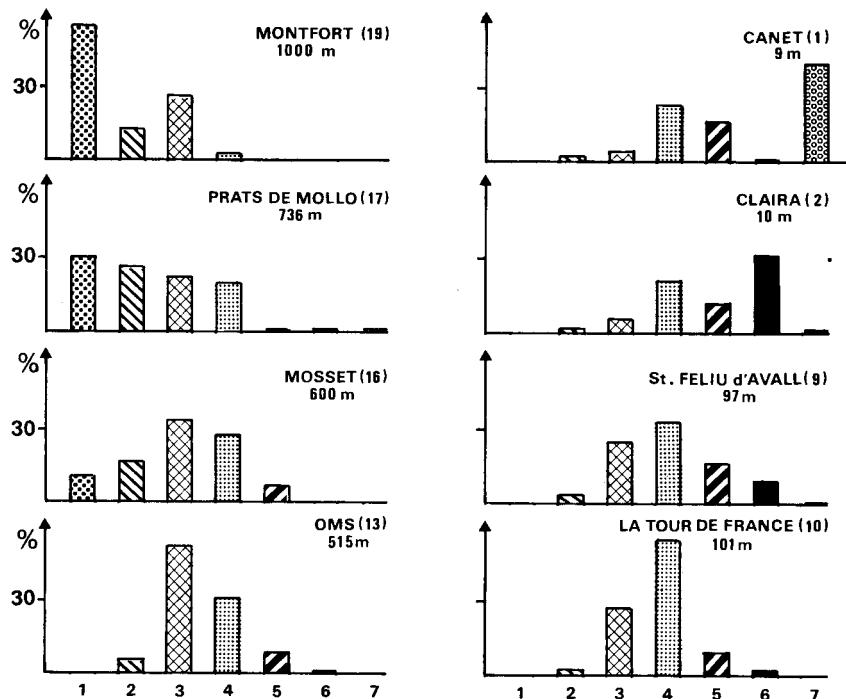


Figure 2. — Histogrammes de fréquence des différentes catégories de proies de la Chouette effraie pour huit localités des Pyrénées-Orientales.

1 Soricinae	5 <i>Mus</i>
2 <i>Microtus</i>	6 Oiseaux
3 <i>Apodemus</i>	7 Batraciens
4 <i>Crocidurinae</i>	

Incontestablement, ce sont ces derniers qui payent le tribut le plus lourd à la Chouette. Parmi ces animaux, deux espèces dominent : la Musaraigne musette, *Crocidura russula* et le Mulot, *Apodemus sp.* qui totalisent souvent plus de 50 % des mammifères capturés par l'Effraie.

Le contraste entre les stations montagnardes (St. 17, 18 et 19) et les stations strictement méditerranéennes (St. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,

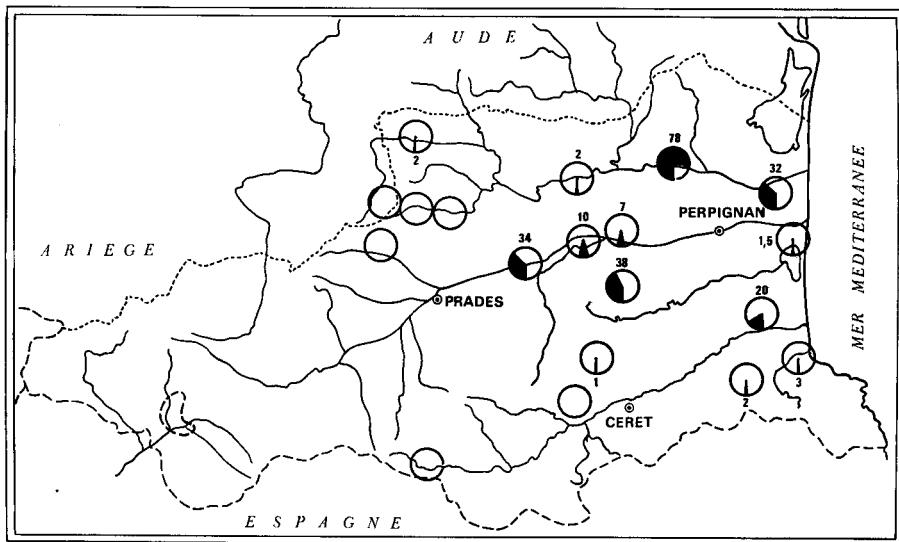


Figure 3. — Variations du régime de l'Effraie dans les Pyrénées-Orientales.
 a. Pourcentage (en noir) des Oiseaux sur l'ensemble des proies.

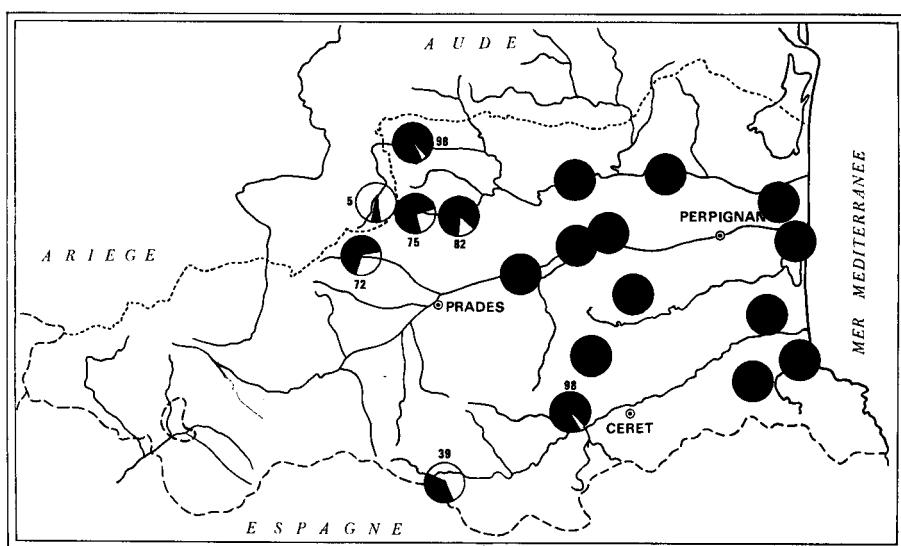


Figure 3b. — Pourcentage (en noir) des *Crocidura* sur l'ensemble *Sorex + Crocidura*.

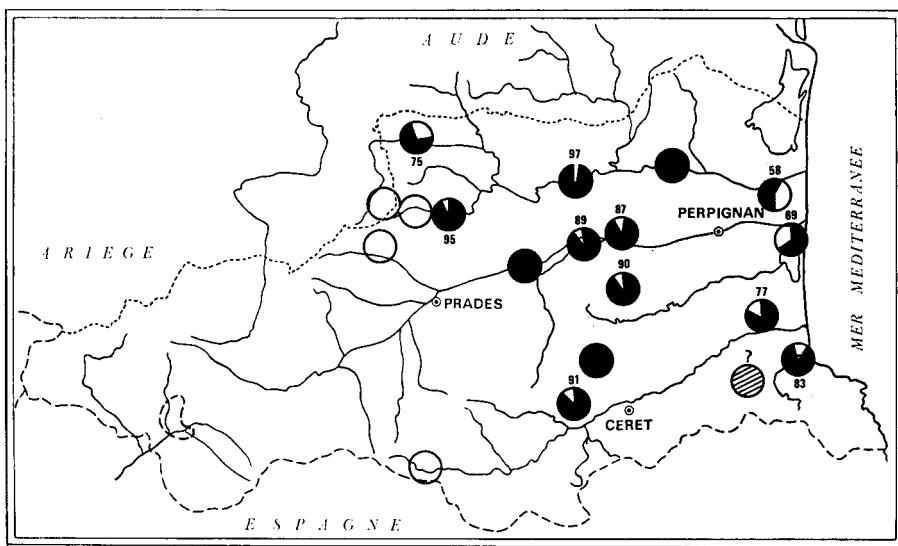


Figure 3c. — Poucentage (en noir) de *Mus spretus* sur l'ensemble *Mus spretus* + *M. musculus*

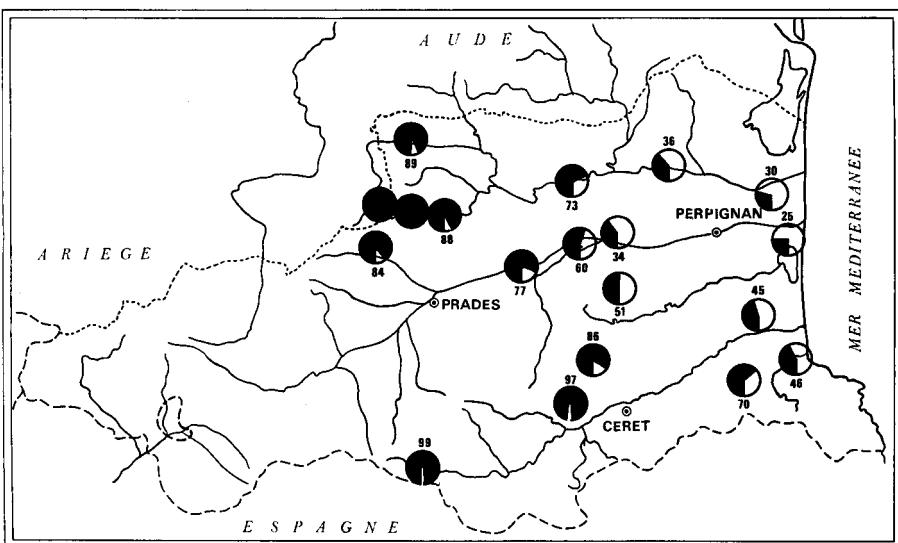


Figure 3d. — Poucentage (en noir) d'*Apodemus* sur l'ensemble *Mus* + *Apodemus*.

8, 9, 10, 11 et 13) mérite d'être signalé. Les premières sont caractérisées par la présence de *Microtus arvalis*, de *Clethrionomys glareolus* et l'abondance des Musaraignes du genre *Sorex* (Fig. 3b) ; les secondes, par la présence de *Pitymys duodecimcostatus* et surtout de *Mus spretus* (Fig. 3c). Les stations 12, 14, 15 et 16, situées aux confins du biome méditerranéen se singularisent par leur faune mixte : les premières *Sorex* apparaissent à Caudières (12) et à Montbolo (15). A Sournia (14), *Mus spretus* est toujours présente mais les *Sorex* gagnent en importance, alors que *Clethrionomys glareolus* et *Pitymys pyrenaicus* (1) font leur première apparition. A Mosset (St. 16), *Mus spretus* a disparu, *Microtus arvalis* apparaît et l'élément méditerranéen est rappelé par *Pitymys duodecimcostatus*, espèce sans doute favorisée par les importantes surfaces cultivées aux alentours de ce village.

Nous retrouvons également cette opposition dans la figure 3d : dans la plaine, les souris sont nettement prépondérantes par rapport aux mulots (St. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 et 9) tandis qu'elles sont beaucoup moins nombreuses dans les collines boisées (St. 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15 et 16) et quasi absentes des localités montagnardes (St. 17, 18 et 19).

Nous ne nous attarderons pas à l'examen des variations de la proportion des différentes catégories de proies d'une localité à l'autre. Il n'est d'ailleurs pas facile de les relier immédiatement à l'influence de facteurs écologiques donnés : ceux-ci sont généralement imbriqués et saisir la complexité de leurs interactions nécessite le recours à des procédés qui permettent de les considérer simultanément. L'analyse multidimensionnelle s'avère être en pareil cas un outil très précieux.

B. — ANALYSE STATISTIQUE

1. MÉTHODOLOGIE

A l'exception du lot d'Ille-sur-Têt (59 proies seulement) les échantillons de pelotes de réjection d'Effraie ont fait l'objet d'un traitement statistique en deux étapes ; une analyse des correspondances portant sur 45 variables a été complétée par une recherche des corrélations entre variables « animales » et variables du milieu suivant des procédés plus classiques.

Le tableau III énumère toutes ces variables et indique dans quel(s) programme(s) elles sont intervenues.

En plus de nos relevés de terrain, divers documents ont été consultés afin d'obtenir les renseignements relatifs aux variables en question :

(1) Nous avons préféré conserver la dénomination *P. pyrenaicus* plutôt que d'utiliser *P. gerbilli*, comme le propose Spitz (1978) pour des raisons de pure commodité (concordance avec l'article précédent).

TABLEAU III
Variables utilisées dans les analyses statistiques.

Programmes	MULTM	BMDP2R
Variables		
<i>Talpa europaea</i> *	P/A	
<i>Sorex " araneus "</i>	P/A	
<i>Sorex minutus</i>	P/A	
<i>Neomys</i> sp.	P/A	
<i>Crocidura russula</i>	> ou < 25 %	+
<i>Crocidura suaveolens</i>	P/A	+
<i>Suncus etruscus</i>	P/A	+
<i>Glis glis</i>	P/A	
<i>Eliomys quercinus</i>	P/A	
<i>Clethrionomys glareolus</i>	P/A	
<i>Microtus arvalis</i>	P/A	
<i>Microtus agrestis</i>	> ou < 10 %	+
<i>Microtus nivalis</i>	P/A	
<i>Arvicola sapidus</i>	P/A	
<i>Pitymys duodecimcostatus</i>	P/A	+
<i>Pitymys pyrenaicus</i>	P/A	
<i>Apodemus</i> sp.	> ou < 15 %	+
<i>Micromys minutus</i>	P/A	
<i>Mus musculus</i>	P/A	
<i>Mus spretus</i>	P/A	
<i>Mus musculus</i> + <i>M. spretus</i>	> ou < 10 %	+
<i>Mus</i> / <i>Apodemus</i> + <i>Mus</i>		+
<i>Rattus</i> sp.	P/A	
Oiseaux	> ou < 5 %	+
Amphibiens	P/A	
Série phytosociologique de :		
<i>Quercus ilex</i>	P/A	
<i>Quercus pubescens</i> (st. non édaphiques)	P/A	
<i>Fagus sylvatica</i>	P/A	
<i>Pinus sylvestris</i>	P/A	
<i>Alnus glutinosa</i> (bord des eaux)	P/A	
<i>Arundo donax</i>	P/A	
Forêt	P/A	
Maquis	P/A	+
Vergers	P/A	+
Vignes	P/A	+
Champs et prés	P/A	+
Haies	P/A	+
Lisières	P/A	+
Fleuve	P/A	
Etang	P/A	
Marais	P/A	
Terrasses de culture	P/A	
Superficie boisée		+
Superficie cultivée		+
Ruines	P/A	
Lisières + haies		+
Relief	Plaines/collines	
Altitude	> ou < 500 m.	+
Habitat humain **	> ou < 10	+
Climat ***	sec : humide	

* : P/A = Présence ou Absence

** : voir § 1.2.4.

*** : voir Tableau 4

- les cartes I.G.N. au 1/25 000 ;
- la carte de la végétation de France, feuille de Perpignan (Gaus-sen, 1972) ;
- l'atlas de la Catalogne Nord (Becat, 1977) ;
- les annales climatologiques des Pyrénées-Orientales de 1966 à 1977 ;
- le dictionnaire des communes de France (Anonyme, 1973).

1.1. *L'analyse des correspondances*

Le programme M.U.L.T.M. (Lebart *et al.*, 1977) ne traite que des variables catégorisées. Compte tenu du nombre trop faible de nos relevés, nous n'avons pu affecter plus de deux modalités à chacune des variables retenues. Cette simplification a certes entraîné une perte considérable d'information. Nous pensons toutefois l'avoir atténuée par le second volet du traitement.

1.2. *La recherche des corrélations*

Afin d'être à même d'employer les habituelles méthodes de calcul, nous devions préciser pour chacune des stations la valeur de chaque descripteur du milieu que nous avions choisi. Nous décrivons brièvement dans les lignes qui suivent la manière dont nous avons procédé pour obtenir ces valeurs.

1.2.1. *La surface occupée par la forêt, le maquis, les vergers, la vigne et les champs*

D'après Hosking et Newberry (1945), les Effraies ne chassent généralement pas à plus de 1 500-2 000 m de leur aire. En revanche, Geroudet (1965) estime à 100-200 ha (soit un rayon de env. 600-800 m) l'étendue de leur domaine de chasse. Selon Glutz Von Blotzheim et Bauer (1980), le rayon d'action de l'oiseau serait de 800-1 500 m dans les conditions habituelles. Nous avons donc choisi de mesurer ces paramètres dans une zone d'étendue intermédiaire entre ces valeurs, à savoir sur une surface d'environ 710 ha (rayon = 1 500 m) centrée sur le point de récolte des pelotes, endroit correspondant le plus souvent à la situation de l'aire ou du gîte principal de la Chouette.

Sur carte I.G.N., nous avons évalué la surface occupée par chaque type de couvert végétal à l'aide d'une grille dont la maille, relativement serrée (5 × 5 mm) a permis des estimations précises.

1.2.2. *La longueur des lisières et des haies*

Ces longueurs ont été mesurées dans la même zone de 1 500 m de rayon au moyen d'un curvimètre. Par lisières, nous entendons limites entre étendues boisées (maquis, forêt) et cultures (vignes, vergers, pâtures et champs proprement dits).

Parfois, il était souhaitable de regrouper deux de ces variables à l'intérieur d'une troisième. Nous avons ainsi créé trois nouvelles variables dont la signification écologique n'est pas moins évidente que celle des autres :

- superficie boisée (maquis + forêt) ;
- ensemble des haies et lisières ;
- surfaces cultivées : champs, prairies et vergers (1).

1.2.3. *L'altitude*

L'altitude exacte du point de récolte des pelotes a été lue sur les cartes I.G.N.

1.2.4. *L'habitat humain*

Pour évaluer la concentration de l'habitat humain, un indice exprimant le rapport entre le nombre de maisons de la commune et le nombre de carrés de notre grille (§ 1.2.1.) occupés par des habitations a été calculé.

1.2.5. *Le climat*

Pour chaque localité de récolte des pelotes, le coefficient ombro-thermique d'Emberger (1942) (2) a été calculé à partir des données des stations météorologiques les plus proches ou en extrapolant les courbes isohyètes lorsque nos points de récolte étaient situés dans des régions soumises à un autre régime des pluies que celui de la station retenue. Le tableau IV indique les résultats de ces calculs de même que le nom des stations de référence.

Ces données ont été soumises au programme BMDP2R de corrélation pas à pas. Ce type de programme présente un net avantage par rapport à d'autres où les variables explicatives doivent être déterminées *a priori* puisqu'à chacune des étapes du calcul, la variable explicative choisie est la plus corrélée avec la variable dépendante, abstraction faite de l'influence des variables déjà sélectionnées lors d'une étape précédente.

2. RÉSULTATS

2.1. *L'analyse des correspondances*

Les trois premiers axes factoriels extraits par l'analyse ont des valeurs propres respectives de 0,394, 0,102 et 0,078. Il est malaisé de tester leur signification. Lebart *et al.* (1977) ont calculé des abaques par simulation d'après lesquelles seul notre premier axe aurait une valeur propre significative. Toutefois, comme ces auteurs se plaisent à le répéter, ces valeurs donnent une idée très pessimiste de la part d'information que contiennent les facteurs extraits. Benzecri *et coll.* (1980) partagent cet avis. Ils écrivent même qu'en analyse multidimensionnelle, tout ce qui est interpré-

(1) Dans la plaine, en effet, il arrive souvent que le sol des vergers soit affecté à la culture maraîchère. Comme ce n'est pas le cas des vignes, nous ne les avons pas incluses dans ce regroupement.

(2) $Q = 100 P/M^2 \text{--} m^2$, où P indique la pluviosité en mm, M , la moyenne max. du mois le plus chaud et m , la moyenne mini. du mois le plus froid.

TABLEAU IV
Calcul du coefficient d'Emberger (Q).

Localités	Station météorologique pluviomètre	Station météorologique thermomètre	Q	m
1. Canet *	Canet-plage	Canet-plage	72,6	3,2
2. Claira +	St. Laurent de la Sal.	St. Laurent de la S.	63,1	4,3
3. Corneilla del Veroil +	Villeneuve de la Raho	Canohès	61,0	3,8
4. Argelès sur Mer *	Argelès (Valmy, Cap Béar)	Port-Vendres	114,9	3,8
5. Espira de l'Agly +	Rivesaltes	Rivesaltes	54,9	4,3
6. Pézilla la Rivière *	Le Soler	Le Soler	89,2	3,1
7. Sorède *	Argelès (Valmy)	Le Boulou	101,0	2,5
8. Thuir *	Ste Colombe	Canohès	86,0	3,8
9. St. Feliu d'Avall *	Le Soler	Le Soler	89,2	3,1
10. Latour de France *	Latour de France	Maury	82,2	3,1
12. Caudiès de Fen. °	Caudiès (+isohyètes)	Maury	117,9	3,1
13. Oms °	Llauro	Rodès	91,1	0,8
14. Sournia -	Sournia	Sournia	121,9	0,7
15. Montbolo -	isohyètes	Rodès	120,5	0,8
16. Mosset -	Mosset	Nohèdes	111,6	0,2
17. Prats de Mollo -	Prats de Mollo	La Llau	185,4	-1,2
18. Rabouillet -	isohyètes	Nohèdes	127,4	0,2
19. Col d'Aussières	isohyètes	Nohèdes	143,6	0,2

m : t° moyenne du mois le plus froid.

+ : climat de type semi-aride

* : climat subhumide à hiver tempéré

° : climat subhumide à hiver frais

- : climat humide

) Stations regroupées pour l'analyse des correspondances sous la dénomination: "climat sec".

) Stations regroupées sous la dénomination: "climat humide".

table est valide (p. 479) et font appel au bon sens des utilisateurs de la méthode (p. 227) : « Pour l'honnête homme qui ne se plie pas au rictus des techniques, cet outil ne demeurera-t-il pas toujours le premier ? »

Nous tenterons dès lors l'interprétation de ces trois axes.

2.1.1. *Le plan des facteurs 1 et 2 (Fig. 4).*

Si l'on projette dans ce premier plan la position de chaque station de récolte, il apparaît qu'à l'exception de Caudiès (St. 12), elles s'alignent grossièrement le long d'une parabole. C'est la figure que l'on obtient habituellement avec des suites ordonnées (effet Guttman, voir Benzecri et coll., 1980). Nos stations se succèdent donc le long d'un gradient matérialisé par le premier axe. Quelle est la nature de celui-ci ? En fait, il est construit à partir de plusieurs variables qui, par ordre d'importance de leur contribution

au calcul de cet axe sont : climat, altitude, présence de la Canne de Provence (*Arundo donax*), des musaraignes pygmée et carrelet (*Sorex minutus* et *S. « araneus »*) de la série du Chêne pubescent (*Quercus pubescens*), de l'abondance des souris, de la présence de la série du Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*), du Campagnol rousâtre (*Clethrionomys glareolus*), de la vigueur du relief, de la concentration de l'habitat humain, de la présence de vignes, du Campagnol des champs (*Microtus arvalis*), de la Souris sauvage (*Mus spretus*), du Campagnol souterrain des Pyrénées (*Pitymys pyrenaicus*) et enfin, de la présence des étages du Hêtre (*Fagus sylvatica*) et du Chêne vert (*Quercus ilex*).

Aux deux extrémités de la parabole se situent donc les stations les plus différentes. Le contraste mis en évidence ici n'est autre

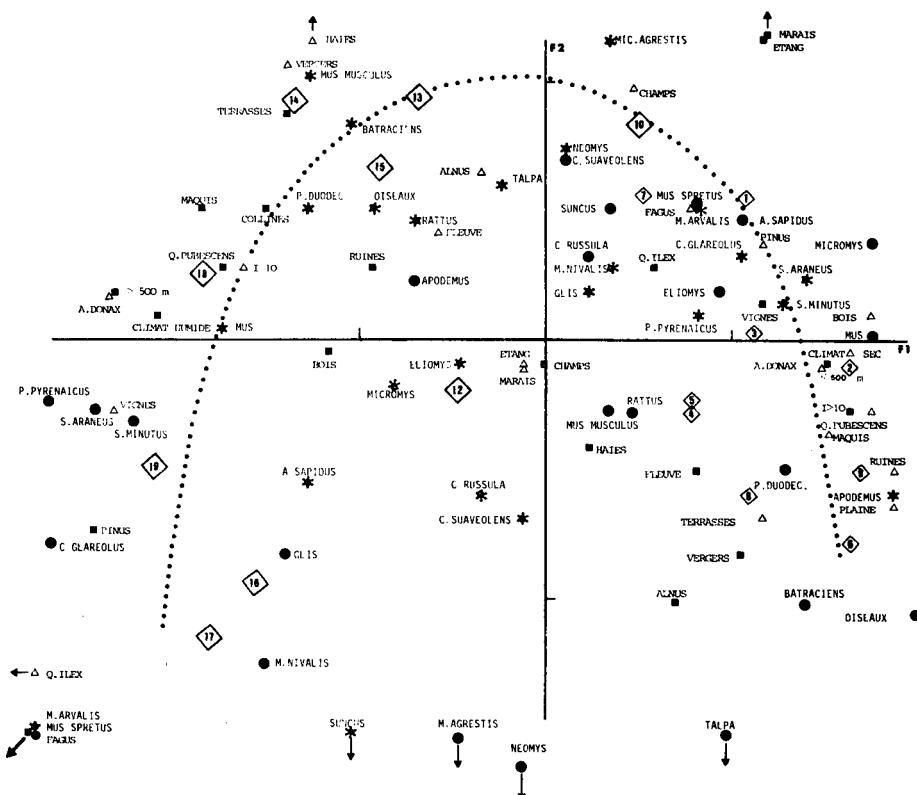


Figure 4. — Représentation des projections des observations sur les facteurs 1 et 2 (F1 et F2) de l'analyse des correspondances. Les stations sont désignées par leur n° (Fig. 1).

● : espèce présente
* : espèce absente

■ : descripteur présent
◊ : descripteur absent (voir Tab. III).

Des traits sont placés sur les axes à la valeur 0,5.

que celui que nous signalions avant d'aborder la partie statistique. D'une part, nous avons les stations de la plaine méditerranéenne (étage du Chêne vert) (climat chaud, habitations agglomérées en villages-noyaux, vignobles étendus) où le régime de l'Effraie se singularise par le rôle qu'y jouent les Souris (essentiellement *Mus spretus*) ; d'autre part des localités au climat plus frais, d'altitude plus élevée et au relief plus tourmenté : moyenne montagne où l'on rencontre les séries du Chêne pubescent, du Hêtre et du Pin sylvestre et où l'Effraie se nourrit des musaraignes du genre *Sorex*, de campagnols des champs, de campagnols roussâtres et de campagnols souterrains des Pyrénées.

Sur le plan faunistique, nos observations, tout à fait semblables à celles de Heim de Balsac et de Beaufort (1966), de Saint Girons et Vesco (1974) et de Fayard et Erome (1977), confirment nos conclusions antérieures (Fons *et al.*, 1980) : le biome méditerranéen est caractérisé par la présence de *Mus spretus*, l'absence de *Clethrionomys glareolus*, de *Microtus arvalis* et des *Sorex*.

Nous pouvons cependant apporter des nuances à ce portrait-robot : certaines variables, malgré leur intervention limitée dans la constitution de l'axe, n'en réagissent pas moins à la gradation qu'il traduit. L'abondance des oiseaux dans le régime de l'Effraie de même que la présence du Rat des moissons (*Micromys minutus*) et du Campagnol provençal (*Pitymys duodecimcostatus*), sont des traits communs aux stations plus méditerranéennes, tandis que la présence de terrasses de culture, de ruines isolées et l'abondance des mulots, sont plutôt typiques des localités situées dans les collines subméditerranéennes plus boisées, qui font la transition entre la plaine et l'étage montagnard.

Le second axe exprime également l'opposition entre le paysage des collines couvertes de maquis ou cultivées en terrasses et celui de la plaine avec ses vergers, ses haies et ses cours d'eau bordés d'aulnes (*Alnus glutinosa*).

Selon le schéma explicatif de l'effet Guttman, les points situés au voisinage du sommet de la parabole occupent une position moyenne. Nous qualifions donc les stations 10, 13, 14 et 15 d'intermédiaires. Mais elles ne doivent pas cette qualité aux mêmes raisons, aussi leurs projections ne se font-elles pas au même droit dans le plan F1-F2. Latour de France (St. 10) est située au pied des premières collines et c'est plutôt le type de paysage qui influence la position de sa projection : la faune et la végétation y sont strictement méditerranéennes. La faune d'Oms (St. 13) est méditerranéenne mais cette station jouit de conditions écologiques qui la rapprochent de l'étage subméditerranéen ; le cortège du Chêne pubescent y fait d'ailleurs son apparition. Latour de France et Oms occupent donc une position intermédiaire beaucoup plus en relation avec leur paysage qu'avec leur faune en petits mammifères, si ce n'est peut-être par l'abondance des

mulots et des *Crocidurinae* dans les pelotes, point sur lequel nous reviendrons. Il n'en est pas de même pour Sournia (St. 14) et Montbolo (St. 15) où, nous l'avons vu, les éléments faunistiques méditerranéens rencontrent les montagnards. La position de Montbolo à l'intérieur de la parabole semble indiquer que cette localité réunit plus d'éléments contradictoires que Sournia.

Nous avions également considéré Caudiès (St. 12) et Mosset (St. 16) comme stations de transition (§ A). On peut dès lors s'étonner de leur projection sur le plan des deux premiers axes factoriels. En fait d'éléments méditerranéens, il n'y a, à Mosset, qu'un peu de végétation de la série du Chêne vert et le Campagnol provençal. Ces espèces débordent toutefois largement l'étage méditerranéen strict ; elles ne peuvent donc être retenues comme critères discriminants absolus de ce dernier (Saint Girons et Vesco, 1974 ; Fayard et Erome, 1977 ; Fons *et al.*, 1980). Tous les autres éléments font de Mosset une station méditerranéenne extrême, voire plutôt montagnarde. Les influences euméditerranéennes y restent perceptibles : les étages de végétation s'y succèdent très rapidement dans l'espace : il s'agit d'une vallée assez étroite où le versant en soulane contraste très fortement, notamment par ses pelouses de la série de Chêne vert, avec le versant en ombrée au sommet duquel poussent hêtres et pins sylvestres. Caudiès doit enfin sa position à la présence d'éléments très contradictoires qui attirent sa projection vers chacune des extrémités de la parabole.

Dans cet échantillon, on retrouve en effet des représentants de la région méditerranéenne (*Mus spretus* et *Quercus ilex*, absence de *Microtus arvalis*, de *Clethrionomys glareolus*, de *Sorex « araneus »*) ou des caractéristiques de la plaine (altitude faible, pas de terrasses de culture) et des traits de l'étage montagnard (*Sorex minutus*, *Pinus sylvestris*) ou des collines (pas de *Microtus minutus* ni de *Pitymys duodecimcostatus*, faible proportion de *Mus*, abondance des *Apodemus*, climat moins sec). Ne nous étendons pas sur ce cas. Il est très probable que la position de Caudiès eut été modifiée si nous avions pu disposer d'un échantillon de pelotes plus important. La présence de certaines espèces se serait sans doute révélée à la faveur d'une analyse portant sur un plus grand nombre de proies.

Il reste à éclaircir le cas des *Crocidurinae* et de *Microtus agrestis* dont on remarque l'opposition sur F2. Les premiers occupent une position semblable à celles des localités des collines sèches cultivées en terrasses. Fons (1975) souligne l'affection de ces musaraignes pour les murets de soutènement des terrasses. Les stations 10, 14, 18, 7, 13, 16 et 17 où existent pareils murets en pierres sèches non cimentées se distinguent par le pourcentage élevé des *Crocidurinae* dans le régime de l'Effraie. *Crocidura russula* est la proie principale du rapace à Rabouillet (St. 18) où *C. suaveolens* et *Suncus etruscus* sont encore présentes. Ces faits

treinte (cas de *Microtus nivalis* pour les éboulis ensoleillés, de *Micromys minutus* pour les roselières et de *Mus musculus* pour les abords des habitations) à son mode de vie la mettant à l'abri de l'Effraie (arboricole : *Glis glis*, hypogé : *Talpa europaea*), ou résultant du dédain de l'oiseau à son égard : *Arvicola sapidus* et *Rattus sp.* dont la trop grande taille décourage sans doute l'Effraie.

Nous ne serons donc pas surpris de vérifier que ce sont précisément ces espèces (hormis la Taupe et le Loir) qui interviennent le plus dans l'édification de F3 et que la projection du point représentant leur présence a une abscisse négative sur cet axe.

2.2. *Les corrélations*

Le tableau V reprend les résultats des calculs effectués par le programme BMDP2R pour les variables figurant au tableau III. Pour chaque variable animale, nous y avons fait figurer l'équation de la droite d'ajustement calculée, son coefficient de corrélation multiple (r_m) ainsi que le stade et le seuil de signification correspondant à l'entrée dans l'équation des différentes variables du milieu.

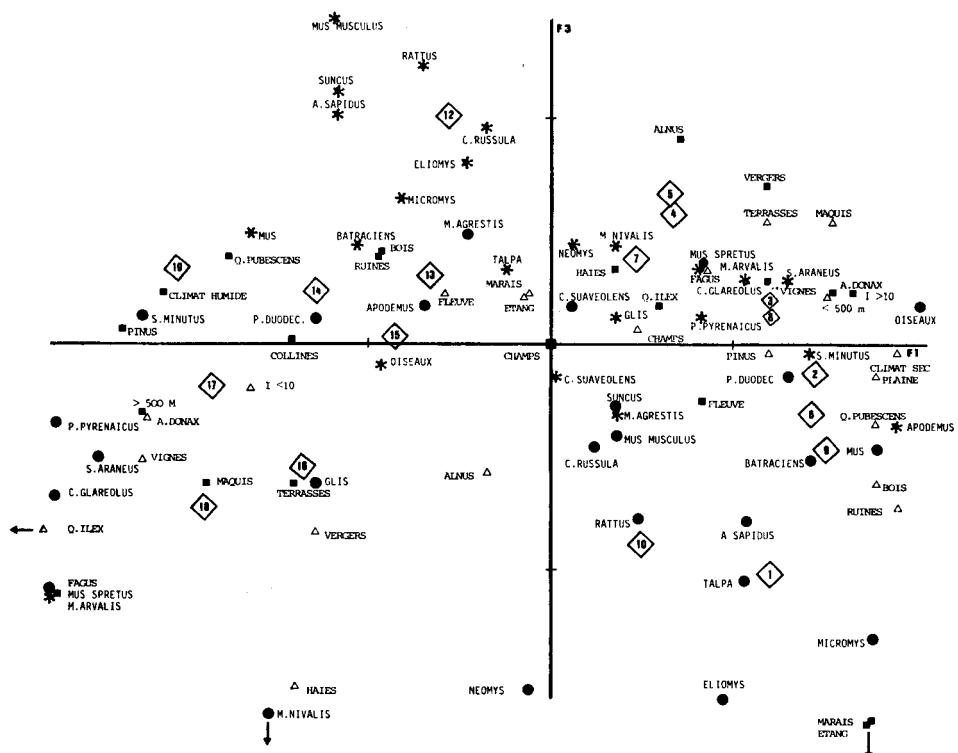


Figure 5. — Représentation des projections des observations sur les facteurs 1 et 3 (F1 et F3) de l'analyse des correspondances. Légende comme à la figure 4.

Notons toutefois deux restrictions importantes :

- Ces équations sont calculées à partir d'un (trop) petit nombre d'échantillons des Pyrénées-Orientales. Il serait imprudent de les utiliser pour toute autre partie de la région méditerranéenne et *a fortiori* de France, où l'abondance des espèces est conditionnée par d'autres facteurs.
- Il serait contraire à la déontologie statistique d'utiliser ces modèles à des fins prédictives, y compris dans les Pyrénées-Orientales, puisque certaines des variables ne répondent pas à la condition de normalité.

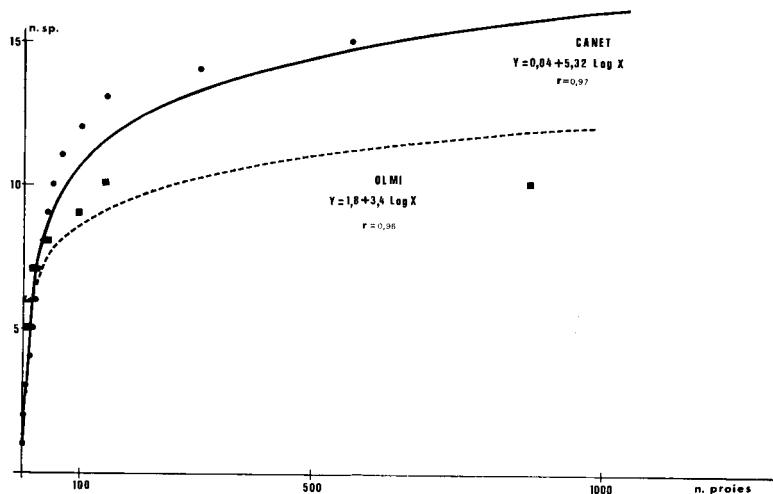


Figure 6. — Courbes de saturation de deux échantillons en provenance de régions de richesse spécifique différente : Roussillon et Haute-Corse (voir texte).
Les valeurs observées sont représentées par des points.

Etant donné ces observations, il nous paraît préférable d'accorder plus d'attention au signe des coefficients apparaissant dans les équations qu'à leur valeur précise. Néanmoins, ces équations ont le mérite de mettre en relief l'intensité de la liaison entre la composition du régime de l'Effraie et certains paramètres du milieu de chasse de l'oiseau.

Crocidura russula serait d'autant plus abondante dans le régime de l'Effraie que la superficie des forêts est moindre et que la longueur des lisières entre milieux boisés et milieux cultivés est importante.

La première observation corrobore les résultats de Fons (1975 a et b) qui a réalisé 31 % des prises de cette espèce dans les maquis à Banyuls. Il peut cependant paraître surprenant qu'il ait également trouvé un pourcentage élevé (23 %) de cette espèce dans la forêt de chênes-lièges (*Quercus suber*). Une comparaison

TABLEAU V
Résultats des calculs effectués par le programme BMDPR pour les variables figurant au tableau III.

		SURFACES				LONGUEURS							
descripteurs		F	V	C	H	V	L	A	C	H	A	C	H
du mâle	0	i	h	a	r	e	i	l	l	h	a	h	
	n	g	a	x	g	x	g	g	g	g	b	u	
milieu	é	n	u	u	u	u	u	t	t	t	i	m	
	c	p	+	i	+	e	r	r	r	r	t	a	
capacés	é	s	s	s	s	s	s	a	a	a	a	e	
	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁		
Crocidura	y ₁	2					1						
russula		5%					1%						
Crocidura	y ₂												
suaveolens													
Suncus	y ₃		1				2		3				
etruscus			1%				5%		5%				
Microtus	y ₄	4				3	2			1			
agrestis		5%				6%	1%			1%			
Pitymys	y ₅			3	2			1					
duodecimc.				2,5%	2,5%			0,1%					
Apodemus	y ₆	2					1						
		2,5%					<0,1%						
Mus	y ₇			4			2		1		3		
				1%			0,1%		<0,1%				
Y ₇ /Y ₇ +Y ₆					1				2				
					<0,1%								
Oiseaux	y ₉					1				1			
						<0,1%				3	2		
											2		
											2%		

N.B. 1. Les surfaces sont exprimées en % de la surface totale sauf dans les équations précédées d'un ° où elles se trouvent sous la forme d'une fraction de l'unité.

2. La proportion des espèces dans le régime (γ) est exprimée en % pour *Suncus etruscus*, en fraction de l'unité pour les autres espèces. Les longueurs sont exprimées en centaines de mm chez l'autre espèce.

3. Les transformations logaritmiques ont pour but d'éviter la prédiction de valeurs négatives.

demeure néanmoins bien difficile puisqu'il n'a intensément piégé que dans les collines de la Côte Vermeille toutes couvertes de murets. Il est probable que seules les forêts méditerranéennes installées sur d'anciennes terrasses de culture (*Q. suber* p. ex.) conviennent spécialement à la Crocidure. Que cette Musaraigne soit favorisée par les lisières n'a non plus rien d'étonnant. Fons (1975 a et b) souligne leur importance pour *Suncus etruscus*. On sait que les frontières entre milieux (écotones) sont riches, tant en espèces qu'en individus. Ce fait est une fois de plus mis en évidence ici, puisque dans chaque équation proposée, hormis celle du Campagnol provençal, on retrouve un élément exprimant en quelque sorte l'intensité du découpage du paysage végétal : lisières, haies ou les deux à la fois. Souvent, les haies et les lisières servent de refuges : lors des travaux des champs, les animaux dérangés ne peuvent subsister qu'à la condition de pouvoir utiliser de pareils abris.

En ce qui concerne *Crocidura suaveolens*, nous n'avons trouvé aucune corrélation significative. Cette espèce n'est jamais très abondante, de plus sa présence irrégulière dans les échantillons rend assez vaine toute tentative d'explication. Fons (1975 a et b) l'a principalement capturée dans les maquis de la Côte Vermeille, mais son interprétation reste prudente vu le faible nombre de ses captures. Sans aucun doute, les affinités de la Musaraigne des jardins sont méditerranéennes (voir analyse des correspondances) mais pourquoi ne la trouve-t-on pas en Catalogne espagnole (Claramunt *et al.*, 1975) alors qu'elle atteint la Picardie vers le Nord (Saint Girons, 1973 a) et occupe certaines îles de la Manche ?

Suncus etruscus manifeste ses affinités méditerranéennes (corrélation négative avec l'altitude) ; elle serait favorisée dans les paysages variés (influence des lisières, cfr. Fons, 1975 a et b) ainsi que dans les vignobles. Fons (1975 a et b) constate sa préférence pour les terrasses abandonnées et explique son absence des vignes cultivées par l'entretien régulier apporté à ces cultures et tout particulièrement par l'emploi massif d'herbicides et d'autres produits chimiques qui éliminent les arthropodes. Il ne nous a pas été possible de distinguer sous deux rubriques séparées, surface du vignoble en exploitation et surface des vignes abandonnées : les cartes I.G.N. ne le permettent pas... On ne peut donc conclure que ces résultats contredisent les précédents, au contraire.

Microtus agrestis subit l'influence prépondérante du climat (Tableau IV) et est avantagé par les haies, les cultures et dans une moindre mesure par les forêts. Ces variables sont antagonistes deux à deux : les champs sont plus vastes dans la plaine et les haies plus longues, alors qu'en altitude le climat est plus frais et les forêts plus étendues. Nous touchons ici à l'explication de la position « entre deux chaises » de ce Campagnol dans le plan F1-F2 de l'analyse des correspondances.

Pour sa part, comme l'indiquent Sans Coma *et al.* (1976), *Pitymys duodecimcostatus* montre son appartenance à la plaine (forte corrélation négative avec l'altitude) et ses préférences pour les zones cultivées (champs proprement dits et vergers), voire même boisées. Il est vrai qu'en plaine, les lambeaux de terrains incultes et les bosquets doivent lui fournir un refuge au moment des travaux des champs, notamment des labours.

Apodemus ne dément pas sa réputation d'animal plutôt forestier par opposition aux souris qui s'avèrent plus abondantes dans les milieux franchement ouverts. Les variations de la proportion de *Mus* reflètent en réalité celles de *Mus spretus*, espèce qui représente dans le biome méditerranéen 85 à 90 % des souris capturées par l'Effraie. La corrélation fortement négative avec l'altitude (déjà constatée par Martin et Vericad, 1977) et avec l'indice d'Emberger dénote la préférence de la Souris sauvage pour la sécheresse. Ces observations concordent avec celles de Fayard et Erome (1976) qui trouvent cette espèce dans des biotopes secs avec une strate herbacée abondante et avec celles d'Orsini (1979) qui constate que les collines sèches avec leurs murets et leur végétation « maigre » lui conviennent bien.

Enfin, le pourcentage d'oiseaux est influencé par trois facteurs principaux : la longueur des lisières, la concentration de l'habitat humain et le climat. Ces facteurs rendent bien compte des observations de différents auteurs : Schmidt (1973 b) trouve que les moineaux sont plus abondants dans le régime des effraies des zones les plus arides de la Hongrie (plaines du Sud-Est) et dans les agglomérations ; pour Ruprecht (1979), c'est surtout dans les milieux urbanisés. C'est également en milieu urbain que Brosset (1956), Saint Girons et Thouy (1978) les rencontrent en grand nombre au Maroc. On connaît l'habileté des effraies à capturer les moineaux dans leurs dortoirs (Sage, 1962) et l'on sait que ces dortoirs sont de préférence établis dans les agglomérations de quelque importance. Pourtant, dès qu'elles en ont l'occasion, les effraies semblent se détourner de ces proies faciles en faveur des micromammifères. Sinon, comment expliquer les résultats de Saint Girons (1973 b) et de Saint Girons et Thouy (1978). Comment expliquer aussi que dans certaines grandes villes le pourcentage d'oiseaux dans leur régime soit relativement faible : 8,6 % seulement contre 60,4 % de *Crocidura russula* à Liège, ville de 350 000 habitants où moineaux et étournaux abondent ? (Libois, 1977).

Otteni et coll. (1972) ont observé que même en présence de ressources alimentaires illimitées mais constituées par des oiseaux, les effraies se reproduisaient avec moins de succès que lorsque les rongeurs étaient abondants. Ils estiment que la Chouette cesse de nicher dès que la proportion d'oiseaux dans son régime dépasse 32 % des proies. Les oiseaux sont donc bel et bien des proies de remplacement suppléant occasionnellement la pauvreté du milieu

en petits mammifères. Gusev (1952) de même que Sans Coma (1974) ont constaté que l'Effraie ne prenait un nombre élevé d'oiseaux que pendant et après un enneigement prolongé ; Doumeret et Saint Girons (1977) ont fait la même observation pendant la période d'exceptionnelle sécheresse de 1976.

Ceci est tout à fait compatible avec la théorie de la stratégie alimentaire optimale (Curio, 1976 ; Krebs, 1978 ; Hainsworth et Wolf, 1979) : un prédateur ne capture des proies de mauvaise qualité que si la densité de ses proies préférées est trop faible, la densité relative de la proie de remplacement n'ayant par contre qu'une très faible incidence sur le régime. Sans doute les régions arides, uniformes (peu de lisières) sont-elles nettement moins propices au maintien d'une faune dense et diversifiée de petits mammifères que les pays plus humides et plus variés. Herrera (1974 b) constate d'ailleurs un élargissement de la niche trophique de l'Effraie en région méditerranéenne (où elle prend plus d'oiseaux) et l'interprète comme une réponse du prédateur à un appauvrissement de son éventail de mammifères-proies.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

« L'examen des proies capturées par la Chouette effraie fournit presque toujours des renseignements utiles ou simplement imprévus concernant la faunistique des mammifères et des oiseaux, sans oublier celle des reptiles, des amphibiens et même des arthropodes. Le seul reproche que l'on pourrait adresser à de telles investigations réside dans l'impatience de certains chercheurs à publier des notules vraiment insignifiantes, soit qu'elles évoquent un matériel insuffisant, soit qu'elles concernent des régions par trop connues » (Heim de Balsac, 1965).

Quels que soient les défauts de cette méthode, sans le concours de l'Effraie il serait inimaginable d'entreprendre une étude faunistique importante sur les micromammifères. Ce rapace dont l'éventail des proies va de la Musaraigne étrusque aux rats, s'avère être le meilleur échantillonneur qui soit puisque les pièges ne permettent pas la capture de toutes les espèces présentes dans un milieu. Toutefois, les piégeages restent irremplaçables pour l'acquisition de renseignements précis sur le micro-habitat d'une espèce donnée.

Comme nous l'avons vu, de nombreux chercheurs ont tenté de mettre en relation les variations géographiques du régime de l'Effraie avec différents facteurs du milieu sans réaliser une approche globale du problème : chaque paramètre était envisagé séparément. En fait, seule l'utilisation d'une technique de description multidimensionnelle peut offrir cet avantage.

Par la diversité de ses paysages, véritable carrefour de la flore et de la faune, le département des Pyrénées-Orientales est un des plus variés de toute la France. La carte de la végétation (feuille de Perpignan), précieuse toile de fond pour l'écogiste, offre sur une distance de moins de 100 km, une palette d'une remarquable richesse. Les principaux types de paysage y sont réunis, de la côte schisteuse aux hautes montagnes. L'extrême diversité des milieux naturels de ce département permettait donc l'étude de zones très différentes sur une étendue très réduite.

En ce qui concerne notre travail, les traitements mathématiques effectués permettent de confirmer nos conclusions antérieures (Fons *et al.*, 1980), à savoir :

- que l'étage euméditerranéen se caractérise par la présence de *Mus spretus* et par l'absence de *Microtus arvalis*, *Pitymys pyrenaeicus*, *Clethrionomys glareolus*, *Sorex « araneus »* et *Sorex minutus*, espèces à vaste répartition européenne mais ne descendant pas dans les Pyrénées-Orientales en dessous de l'étage montagnard ;
- qu'aucune espèce n'est inféodée à l'étage subméditerranéen (Chêne pubescent) mais que celui-ci est une zone de transition entre la faune méditerranéenne et la faune « montagnarde » (présence simultanée de *Sorex* et de *Mus spretus* p. ex.) ;
- que *Pitymys duodecimcostatus*, *Suncus etruscus* et *Crocidura suaveolens*, bien que manifestant des affinités méditerranéennes ne peuvent être considérés que comme des indicateurs médiocres de cet étage. *Pitymys duodecimcostatus* est favorisé par la présence de champs cultivés au sol profond et profite de ce trait du paysage pour dépasser les limites du biome méditerranéen. L'abondance des *Crocidurinae*, notamment celle de *C. russula* est pareillement favorisée par la présence de murets en maçonnerie sèche qui lui offrent des conditions microclimatiques particulières nécessaires à leur survie dans des zones plutôt défavorables (Fons, 1975 ; Genoud et Haussler, 1979). Rabouillet est à cet égard un échantillon très révélateur puisque en dépit de son altitude élevée (900 m) on y trouve encore les trois espèces de *Crocidurinae*. Notons du reste que *Crocidura russula* vit encore bien plus haut en altitude comme en témoigne sa présence dans les pelotes de Faucon crécerelle d'Ayguatébia (1 350 m). Ceci ne nous étonne guère dans la mesure où en 1978, nous avons découvert une population dense de cette espèce à Vielle Aure (800 m, Hautes-Pyrénées) dans une prairie entourée de murets et où nous avons capturé un exemplaire de cette même espèce au pied d'un muret, à proximité de la berge du lac d'Oredon (1 850 m, Hautes-Pyrénées).

Nos conclusions rejoignent les observations de Heim de Balsac et de Beaufort (1966), de Saint Girons et Vesco (1974) et de Fayard et Erome (1977) pour la vallée du Rhône. Elles peuvent également

être étendues au versant espagnol des Pyrénées ; si l'on s'en réfère aux indications de Gallego (1970), de Claramunt *et al.* (1975), de Gosalbez (1976), de Gosalbez et Sans Coma (1976) et de Sans Coma (1979).

Enfin, ces traitements mathématiques établissant des concordances très étroites entre le régime de l'Effraie et les variables écogéographiques nous autorisent à penser que :

- la Chouette effraie est une parfaite opportuniste : il est en effet peu probable que ces concordances eussent été aussi bonnes si nous avions eu à faire à un prédateur spécialisé. Il se peut néanmoins que la surabondance locale d'une proie induise chez le rapace la formation d'une image de recherche entraînant une prédation préférentielle. Dans ce cas, le développement de l'image de recherche ne serait-il tout de même pas la traduction de l'opportunisme fondamental de l'Effraie, puisque en fin de compte, il s'agit d'un mécanisme d'adaptation à des conditions locales ? En cela nous rejoignons Tinbergen (1933) et Blondel et Frochot (1967).
- les travaux de reconstitution paléoécologiques réalisés à l'aide de l'étude des couches à rongeurs (pelotes de réjection fossilisées) (cfr Chaline, 1970 ; Chaline *et al.*, 1974 ; Cordy, 1975 ; Jeannet, 1979, etc.) peuvent trouver ici, contrairement à ce que pense notamment Von Knorre (1973), une base écologique certaine (principe des causes actuelles).

RESUME

Au moyen d'une méthode de description multidimensionnelle (analyse des correspondances), les auteurs étudient les variations écogéographiques du régime de la Chouette effraie (*Tyto alba*) dans le département des Pyrénées-Orientales.

Les résultats reposant sur l'examen de 19 échantillons de pelotes de réjection (soit 18 561 proies) permettent :

- de caractériser l'étage euméditerranéen par la présence de *Mus spretus* et l'absence de *Microtus arvalis*, *Pitymys pyrenaicus*, *Clethrionomys glareolus*, *Sorex* « *araneus* » et de *S. minutus* ;
- de constater que l'étage subméditerranéen fait la transition entre l'étage euméditerranéen et l'étage montagnard : on n'y trouve aucune espèce particulière mais un mélange d'éléments faunistiques appartenant aux étages voisins ;
- de considérer *Pitymys duodecimcostatus*, *Suncus etruscus* et *Crocidura suaveolens* comme de médiocres indicateurs du biome méditerranéen. Ils profitent en effet de circonstances locales (champs cultivés pour le Campagnol, murets en pierres sèches pour les deux musaraignes) pour dépasser les limites de ce biome.

En outre, les variations quantitatives du régime étant étroitement liées à des facteurs écoclimatiques, ces résultats nous permettent de penser que *Tyto alba* agit en opportuniste. Enfin, ils nous permettent de justifier les travaux de paléoécologie du Quaternaire reposant sur l'examen de « couches à rongeurs ».

SUMMARY

Correspondence analysis is used to study the variations of the diet of the Barn Owl (*Tyto alba*) in the eastern part of the Pyrénées, and their relationship with the various vegetation zones of the area. Nineteen samples of owl pellets (18561 prey items) were collected, together with information on the altitude, climate, vegetation and land-use of the sites where pellets were gathered.

In the eumediterranean zone, the Barn Owl preys mainly on *Mus spretus*, *Pitymys pyrenaicus*, *Clethrionomys glareolus*, *Sorex « araneus »* and *S. minutus*. *Microtus arvalis* is conspicuous by its absence.

Mus spretus is a typical eumediterranean species. *Pitymys pyrenaicus*, *Microtus arvalis*, *Clethrionomys glareolus*, *Sorex « araneus »* and *S. minutus* are conspicuously absent.

Pitymys duodecimcostatus, *Suncus etruscus* and *Crocidura suaveolens* cannot be considered as « indicator species » of the mediterranean biome. These small mammals take advantage of some man-made environmental changes to enter areas well outside the limits of the mediterranean bioclimate : e.g. cultivated fields with deep soils for *Pitymys* and dry-stone walls for Crocidurine shrews.

The strong correlation existing between ecoclimatic factors and prey selection emphasizes the opportunistic nature of Barn Owl's predatory behaviour. The use of fossil pellets as an indicator of past environmental conditions of a given area is amply justified.

REMERCIEMENTS

Il nous est agréable de remercier Monseigneur Henry l'Heureux, évêque de Perpignan, qui nous a facilité l'accès aux clochers de son diocèse ainsi que les servants des églises et les fonctionnaires municipaux qui nous ont permis de les visiter.

Ph. Orsini nous a aidés dans l'identification spécifique des crânes de souris. A Fayard nous a prodigué avis et conseils, J.M. Cordy et G. Lennes ont accepté de relire et de critiquer le manuscrit : qu'ils en soient remerciés. Que G. Mersch du département de statistique de l'Université de Liège, G. Laplanche et M. Nihon du centre de calcul de la même université trouvent ici l'expression de notre reconnaissance. Sans leurs interventions efficaces il nous eut été impossible de mener à bien le traitement de nos données.

BIBLIOGRAPHIE

ANONYME (1973). — *Dictionnaire des communes de France*. 34^e éd., Berger-Levrault, Paris, 1026 pp.

ASSELBERG, R. (1971). — De verspreiding van de kleine zoogdieren in België aan de hand van braakballenanalyse. *Bull. Inst. roy. Sc. nat. Belg.*, 47 : 1-60.

BALAT, F. (1956). — Beitrag zur Ernährung der Schleiereule in Südmähren und in der Slowakei. *Zool. Listy*, 5 : 237-258.

BEGAT, J. (1977). — *Atlas de Catalunya Nord*. Terra nostra, Prades, 220 cartes.

BENZECRI, J.P. et coll. (1980). — *L'analyse des données*. II : *L'analyse des correspondances*. 3^e éd., Dunod, Paris, 632 pp.

BLONDEL, J., FROCHOT, B. (1967). — Réflexions sur les rapports entre prédateurs et proies chez les Rapaces. *Terre et Vie*, 21 : 5-62.

BOVET, J. (1963). — Etude par l'analyse du contenu des pelotes de Chouette effraie (*Tyto alba*) de fluctuations dans les populations de micromammifères. *Rev. suisse Zool.*, 70 : 244-249.

BROSSET, A. (1956). — Le régime de l'Effraie au Maroc oriental. *Alauda*, 24 : 303-305.

BROWN, D.J. (1981). — Seasonal variations in the prey of some barn owls in Gwynedd. *Bird Study*, 28 : 139-146.

BRUIJN, O. DE (1979). — Voedselocologie van de kerkuil, *Tyto alba*, in Nederland. *Limosa*, 52 : 91-154.

CABON-RACZYNSKA, K., RUPRECHT, A. (1977). — Estimation of population density of the common vole in Poland : an analysis of owl pellets. *Acta theriol.*, 22 : 349-354.

CHALINE, J. (1970). — La signification des rongeurs dans les dépôts quaternaires. *Bull. Ass. fr. Et. Quat.*, 25 : 229-241.

CHALINE, J., BAUDVIN, H., JAMMOT, D., SAINT GIBONS, M.C. (1974). — *Les proies des rapaces*. Doin, Ed., Paris, 141 pp.

CHEYLAN, G. (1976). — Le régime alimentaire de la Chouette effraie, *Tyto alba*, en Europe méditerranéenne. *Terre et Vie*, 30 : 565-579.

CLARAMUNT, T., GOSALBEZ, J., SANS COMA, V. (1975). — Notes sobre la biogeografia dels micromammifers a Catalunya. *Bul. Inst. Catal. Hist. nat. (Sec. Zool.)*, 39 : 27-40.

CORDY, J.M. (1975). — Bio et chronostratigraphie des dépôts tardiglaciaires et holocènes de la grotte du Coléoptère à Bomal-sur-Ourthe. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 98 : 291-296.

CRUZ, F., GARCIA RODRIGUEZ, P. (1969). — *Tyto alba* alimentándose principalmente de *Sturnus unicolor*. *Ardeola*, 15 : 146.

CURIO, E. (1976). — *The ethology of predation*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 250 pp.

DOUMERET, A., SAINT GIBONS, M.C. (1977). — Remarques sur le régime de l'Effraie, *Tyto alba*, en Charente-Maritime. *Ann. Soc. Sc. Nat. Charente-Maritime*, 6 : 267-273.

EMBERGER, L. (1942). — Le projet d'une classification des climats du point de vue phytogéographique. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, 77 : 97-124.

FAIRLEY, J., CLARK, F.L. (1972). — Food of Barn owls over one year at a roost in Co. Galway. *Irish Nat.*, 17 : 219-222.

FAYARD, A., EROME, G. (1976). — *Mus musculus spretus* en Ardèche. *Mammalia*, 40 : 689-690.

FAYARD, A., EROME, G. (1977). — Les micromammifères de la bordure orientale du Massif central. *Mammalia*, 41 : 301-319.

FONS, R. (1975 a). — *Contribution à la connaissance de la Musaraigne étrusque Suncus etruscus* (Savi, 1822). *Mammifère Soricidae*. Thèse Doctorat, Université P.-et-M.-Curie, Paris, 192 pp.

FONS, R. (1975 b). — Premières données sur l'écologie de la Pachyure étrusque, *Suncus etruscus* (Savi, 1822) et comparaison avec deux autres Crocidurinae : *Crocidura russula* (Hermann, 1780) et *Crocidura suaveolens* (Pal-las, 1811), (Insectivora, Soricidae). *Vie Milieu*, 25 : 315-360.

FONS, R., LIBOIS, R.M., SAINT GIRONS, M.C. (1980). — Les micromammifères dans le département des Pyrénées-Orientales. Répartition altitudinale et liaison avec les étages de végétation. *Vie Milieu*, 30 : 285-299.

GALLEGOS, L. (1970). — Distribucion de micromamiferos en Navarra. *Pirineos*, 98 : 41-52.

GAUSSSEN, H. (1972). — *Carte de végétation de la France. Feuille de Perpignan*, 2^e éd.

GENOUD, M., HAUSSER, J. (1979). — Ecologie d'une population de *Crocidura russula* en milieu rural montagnard (Insectivora, Soricidae). *Terre et Vie*, 33 : 539-554.

GEROUDET, P. (1965). — *Les Rapaces diurnes et nocturnes d'Europe*. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, 426 pp.

GLUE, D. (1974). — Food of the Barn owl in Britain and Ireland. *Bird Study*, 21 : 200-210.

GLUE, D., NUTTALL, J. (1971). — Adverse climatic conditions affecting the diet of a Barn owl in Lancashire. *Bird Study*, 18 : 33-34.

GLUTZ von BLOTZHEIM, U.N., BAUER, K.M. (1980). — *Handbuch der Vögel Mittel-europas* Bd.9, *Strigiformes*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, pp. 235-276.

GÖRNER, M. (1979). — Zur Verbreitung der Kleinsäuger im Sudwesten der DDR auf der Grundlage von Gewöllanalysen der Schleiereule (*Tyto alba*). *Zool. Jb. Syst.*, 106 : 429-470.

GOSALBEZ, J. (1976). — *Sorex minutus* en las montañas de Prades (Cataluña, España). *Misc. zool.*, 3 : 213-216.

GOSALBEZ, J., SANS COMA, V. (1976). — Sobre el topillo rojo, *Clethrionomys glareolus* (Schreber, 1780) en la region del Montseny (Cataluña, España). *Säuge-tierkd. Mitt.*, 24 : 12-18.

GUSEV, V.M. (1952). — Sur l'importance de la profondeur de la couche de neige pour les oiseaux se nourrissant de rongeurs murins (en russe). *J. zool. U.R.S.S.*, 31 : 471-473.

HAINSWORTH, F.R., WOLF, L.L. (1979). — Feeding, an ecological approach. *Adv. Study Behav.*, 9 : 53-96.

HEIM DE BALSAC, H. (1965). — Quelques renseignements d'ordre faunistique tirés de l'étude du régime alimentaire de *Tyto alba* dans l'ouest de l'Afrique. *Alauda*, 33 : 309-322.

HEIM DE BALSAC, H., DE BEAUFORT, F. (1966). — Régime alimentaire de l'Effraie dans le Bas-Dauphiné. Applications à l'étude des Vertébrés. *Alauda*, 34 : 309-324.

HERRERA, C.M. (1974 a). — Regimen alimenticio de *Tyto alba* en España sudoccidental. *Ardeola*, 19 : 359-394.

HERRERA, C.M. (1974 b). — Trophic diversity of the Barn owl, *Tyto alba*, in continental Western Europe. *Ornis scandinavica*, 5 : 181-191.

HOSKING, E.J., NEWBERRY, C.M. (1945). — *Birds of the night*. Collins, London, 128 pp.

HUSSON, A.M. (1949). — Gewölle-Analysen und der Verbreitung der Kleinsäuger von Luxembourg. *Bull. Ligue lux. Prof. Ois.*, Sér. 3, 28 : 82-92.

JEANNET, M. (1979). — Les Rongeurs et l'environnement au mont des Espélugues (Lourdes, Hautes-Pyrénées). *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, 115 : 53-64.

KNORRE Von, D. (1973). — Jagdgebiet und täglicher Nahrungsbedarf der Schleiereule (*Tyto alba* Scopoli). *Zool. Jb. Syst.*, 100 : 301-320.

KREBS, J.R. (1978). — Optimal foraging : decision rules for predators. In : *Behavioural ecology : an evolutionary approach*. Krebs, J.R. Davies, N.B. eds. Blackwell. Oxford, pp. 23-63.

LEBART, L., MORINEAU, A., TABARD, N. (1977). — *Techniques de la description statistique*. Dunod, Paris, 351 pp.

LIBOIS, R.M. (1977). — Etude des mammifères et réserves naturelles. *Bull. Rés. nat. ornithol. Belg.*, 25 : 24-29.

LIBOIS, R.M., VRANKEN, M. (1981). — *Myotis bechsteini* en Corse. *Mammalia*, 45 : 380-381.

LOVARI, S., RENZONI, A., FONDI, R. (1976). — The predatory habits of the Barn owl (*Tyto alba* Scopoli) in relation to the vegetation cover. *Bull. Zool.*, 43 : 173-191.

MARTIN, C.D. (1973). — Ten years of Barn owl prey data from a Colorado nest site. *Wilson Bull.*, 85 : 85-86.

MARTIN, J., VERICAD, J.R. (1977). — Datos sobre la alimentacion de la lechuza (*Tyto alba*) en Valencia. *Mediterranea*, 2 : 35-47.

ORSINI, P. (1979). — Notes sur les souris de Provence. *Ann. Soc. Sc. nat. arch. Toulon et Var.*, 31 : 168-173.

OTTENI, L.C., BOLEN, E.G., COTTAM, C.W. (1972). — Predator-prey relationships and reproduction of the Barn owl in Southern Texas. *Wilson Bull.*, 84 : 434-448.

PETIT, G., LOMONT, H. (1958). — Nouvelle pullulation de pélobates dans la région de Canet (P.-O.). *Vie Milieu*, 9 : 131-132.

RUPRECHT, A. (1979). — Food of the Barn owl, *Tyto alba guttata*, from Kujawy. *Acta ornithol.*, 16 : 493-511.

RYBAR, P. (1969). — Die Zweifarbige Fledermaus (*Vespertilio murinus*) und andere kleine Wirbeltiere in der Nahrung der Schleiereule (*Tyto alba guttata* Brehm) in Castolovice. *Zool. Listy*, 18 : 239-246.

SAGE, B.L. (1962). — Barn owls catching sparrows at roost. *British Birds*, 55 : 237-238.

SAINT GIRONS, M.C. (1968). — Analyse des fluctuations du régime de l'Effraie, *Tyto alba*, dans le département de la Somme pendant une pullulation de *Microtus arvalis*. *Acta. Soc. zool. Bohemosl.*, 32 : 185-198.

SAINT GIRONS, M.C. (1973 a). — *Les Mammifères de France et du Benelux*. Doin, Paris, 481 pp.

SAINT GIRONS, M.C. (1973 b). — Le régime de l'Effraie, *Tyto alba*, sur la côte atlantique du Maroc. *Bull. Soc. Sc. nat. phys. Maroc*, 53 : 193-198.

SAINT GIRONS, M.C., MARTIN, C. (1973). — Adaptation du régime de quelques rapaces nocturnes au paysage rural. Les proies de l'Effraie et du Moyen-duc dans le département de la Somme. *Bull. Ecol.*, 4 : 95-120.

SAINT GIRONS, M.C., SPITZ, F. (1966). — A propos de l'étude des micromammifères par l'analyse des pelotes de Rapaces. Intérêt et limites de la méthode. *Terre et Vie*, 20 : 3-18.

SAINT GIRONS, M.C., THOUY, P. (1978). — Fluctuations dans les populations de Souris, *Mus spretus* (Lataste, 1883), en région méditerranéenne. *Bull. Ecol.*, 9 : 211-218.

SAINT GIRONS, M.C., VESCO, J.P. (1974). — Notes sur les Mammifères de France. XIII : Répartition et densité des petits mammifères dans le couloir séquano-rhodanien. *Mammalia*, 38 : 244-264.

SANS COMA, V. (1974). — Sobre la alimentacion de *Tyto alba* en la region continental catalana. *Misc. zool.*, 3 : 163-169.

SANS COMA, V. (1979). — Beitrag zur Kenntnis der Waldspitzmaus, *Sorex araneus* L. (1758), in Katalonien, Spanien. *SäugetierkdL. Mitt.*, 27 : 96-106.

SANS COMA, V., CLARAMUNT, T., GOSALBEZ, J. (1976). — Die Mittelmeer-Kleinwühlmaus *Pitymys duodecimcostatus* (de Selys Longchamps, 1839), in der Ernährung der Schleiereule (*Tyto alba*) Katalonien (Spanien). *SäugetierkdL. Mitt.*, 24 : 77-79.

SCHMIDT, E. (1973 a). — Die Nahrung der Schleiereule in Europa. *Z. f. angw. Zool.*, 60 : 43-70.

SCHMIDT, E. (1973 b). — Quantitative Daten des Haussperlings (*Passer domesticus*) aus ungarischen Schreiereulengewölben. *Zool. Abh. (Dresden)*, 32 : 172-174.

SCHNEIDER, W. (1964). — *Die Schleiereule*. Neue Brehm Bücherei, Heft 340, Wittenberg, 104 pp.

SPITZ, F. (1978). — Etude craniométrique du genre *Pitymys*. *Mammalia*, 42 : 267-304.

TINBERGEN, N. (1933). — Die ernährungsökologischen Beziehungen zwischen *Asio otus* und ihren Beutetieren, insbesondere den *Microtus*-arten. *Ecol. Monogr.*, 3 : 443-492.

TYRNER, P., BARTA, Z. (1971). — Kleinsäuger als Nahrung der Schleiereule (*Tyto alba guttata*) in Nordwestböhmen. *Zool. Abh. (Dresden)*, 32 : 5-16.

UTTENDÖRFER, O. (1939). — *Die Ernährung der deutschen Raubvögel und Eulen und ihre Bedeutung in der heimischen Natur*. Neudam, Berlin, 412 pp.

UTTENDÖRFER, O. (1952). — *Neue Ergebnisse über die Ernährung der Greifvögeln und Eulen*. Eugen Ulmer, Stuttgart, 230 pp.

WEBSTER, J.A. (1973). — Seasonal variation in mammal contents of Barn owl castings. *Bird study*, 20 : 185-196.

ZELENKA, G., PRICAM, R. (1964). — Variations d'effectifs des populations de petits mammifères révélées par le régime alimentaire d'un rapace nocturne. *Terre et Vie*, 111 : 178-184.