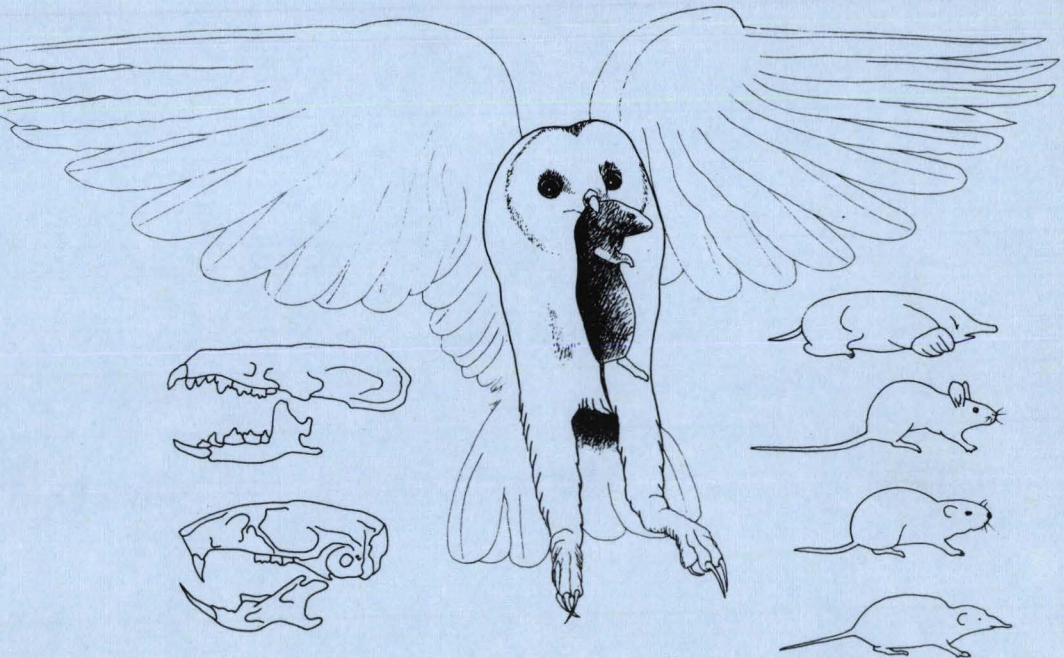


CAHIERS d'ETHOLOGIE APPLIQUEE

à la protection et à la conservation de la vie sauvage, à la gestion
et au contrôle des ressources et productions animales

Collection Enquêtes et Dossiers : 6



LE REGIME ALIMENTAIRE DE LA CHOUETTE EFFRAIE

par
R.M. LIBOIS

Le service d'Ethologie et Psychologie animale de l'Institut de Zoologie de l'Université de Liège a commencé l'édition, à partir de l'année 1981, d'une nouvelle revue trimestrielle consacrée à la Protection et à la Conservation de la Vie sauvage, à la Gestion et au Contrôle des Ressources et Productions animales. Elle s'intitule :

LES CAHIERS D'ETHOLOGIE APPLIQUEE

Le service, organisé autour de la chaire d'Ethologie, est composé essentiellement de zoologistes naturalistes se consacrant par priorité à l'étude du comportement, des structures sociales et de la dynamique des populations des vertébrés sauvages. Il pratique donc la recherche de terrain, en milieu rural et forestier, comme dans les sites privilégiés que sont les réserves naturelles et parcs nationaux, en Europe et en Afrique. Il se voue à la conservation des milieux naturels et à la protection des espèces.

Le service a de lourdes charges d'enseignement et s'adresse à un large éventail d'étudiants susceptibles d'utiliser l'éthologie dans leur métier (zoologues, psychologues, sociologues, zootechniciens, vétérinaires). Il est l'émanation des milieux académiques et a d'étroits contacts avec des associations d'amateurs (ornithologistes, aquariophiles, pêcheurs). Il côtoie des fundamentalistes, théoriciens et expérimentateurs, comme des praticiens, producteurs, gestionnaires, décideurs. De ce fait, le service a le souci de prolonger ses recherches fondamentales et réflexions théoriques par un engagement dans la pratique et l'action. Il aborde ainsi des problèmes liés à l'étude des animaux domestiques et du gibier, au contrôle et à la gestion des populations animales, à l'aménagement du milieu rural, à la valorisation des ressources et productions animales.

Dans sa composition, le service est d'ailleurs le point de rencontre d'individualités et d'unités de recherche qui traduisent différentes attitudes vis-à-vis de l'animal sauvage ou domestique, libre ou captif, protégé ou contrôlé, menacé ou produit. Il est ainsi un creuset où s'affrontent et se fécondent opinions et travaux au carrefour de l'Ecologie et de l'Ethologie, de la Zoologie et de la Zootechnie, de la Protection et de la Production, des Sciences naturelles, économiques ou humaines, des Sciences douces, fondamentales ou appliquées.

C'est pour faire connaître cette part de notre activité qui prolonge nos recherches à caractère plus fondamental par des engagements dans le concret, et pour dégager les problèmes déontologiques et d'éthique du chercheur et du praticien que ces engagements supposent que sont créés les CAHIERS D'ETHOLOGIE APPLIQUEE. Ils s'adressent à tous ceux - naturalistes, zoologues, zootechniciens, vétérinaires, agronomes, forestiers, aquariophiles, ornithologues, pêcheurs, pisciculteurs, producteurs, éleveurs, amateurs ou professionnels - qui recherchent un contact constructif avec les animaux sauvages ou domestiques, qu'intéressent la conservation et la protection des espèces sauvages et de leur habitat, la gestion des parcs et réserves, l'aménagement du milieu rural, l'utilisation rationnelle des ressources animales, la promotion raisonnable des productions animales, le bien-être des animaux domestiques.

Les Cahiers d'Ethologie Appliquée paraissent en 4 livraisons annuellement : deux fascicules d'articles et chroniques (sous couverture verte) et deux fascicules d'une collection "Enquêtes et Dossiers", traitant un sujet d'une manière approfondie (sous couverture bleue). L'ensemble est numéroté de 1 à 4.

Toute la correspondance relative aux Cahiers (Administration, Abonnements, Echanges, Recensions d'ouvrages, etc.) doit être adressée à :

Cahiers d'Ethologie appliquée - Service d'Ethologie - Institut de Zoologie de l'Université - Quai Van Beneden, 22, B-4020 Liège, Belgique

Abonnements

Institutions, Associations	1.000 F.B.
Particuliers	750 F.B.
Etudiants et diplômés depuis moins de deux ans (signaler la date de proclamation du diplôme)	500 F.B.

Pour l'étranger, le prix de l'abonnement est majoré du montant des frais bancaires, soit :

Institutions	1.250 F.B.
Particuliers	1.000 F.B.
Etudiants	750 F.B.

<u>Prix de vente au numéro</u> : Belgique	250 F.B.
Etranger	350 F.B.

Paiement exclusivement par virement au compte 340-000044-82 du Patrimoine de l'Université de Liège, avec la mention "Abonnement Cahiers d'Ethologie, 6114/P07".

Pour l'étranger, en cas de paiement par chèque bancaire ou mandat international, l'établir impersonnellement au nom de : Patrimoine de l'Univ. de Liège, Place du 20 Août 7, B-4020 Liège, Belgique, avec indication de la même mention que ci-dessus.

Rédacteur en chef - Editeur responsable

Prof. J.CI. RUWET
Chaire d'Ethologie et Psychologie animale
Université de Liège - Institut de Zoologie
Quai Van Beneden, 22, B-4020 Liège, Belgique

Dépôt légal : D/1984/0480/9

Revue trimestrielle
Distribution : 3ème trim. 1984

ANNEE 1984
Volume 4, Fascicule 2

CAHIERS d'ETHOLOGIE APPLIQUEE

à la protection et à la conservation de la vie sauvage, à la gestion
et au contrôle des ressources et productions animales
Collection Enquêtes et Dossiers : 6

LE REGIME ALIMENTAIRE DE LA CHOUETTE EFFRAIE

par
R.M. LIBOIS

citation complète :

ESSAI SYNECOLOGIQUE
SUR LES MICROMAMMIFERES D'EUROPE
ATLANTIQUE ET OUEST MEDITERRANEENNE

Etude par analyse du régime alimentaire de la Chouette
effraie, *Tyto alba* (SCOPOLI)

Thèse présentée et défendue publiquement le 17 février 1984
devant le jury d'examens composé de
MM. Jean GODEAUX (Liège), Président ; François BOURLIERE (Paris VI),
Invité ; Jean-Marie CORDY (Liège), Examineur ; Charles JEUNIAUX (Liège),
Examineur ; Jean LECLERCQ (Gembloux-Liège), Examineur et
Jean Claude RUWET (Liège), Promoteur.

Travaux du service d'Ethologie et Psychologie animale
Musée de Zoologie — Aquarium
Institut de Zoologie de l'Université de Liège
quai Van Beneden, 22
B-4020 LIEGE
BELGIQUE

" Il y a autant de différences entre l'analyse simultanée d'un grand nombre de données collectées avec pertinence et le flair du naturaliste de terrain qu'entre l'intuition et l'expérimentation: les deux sont nécessaires car l'hypothèse naît de l'intuition mais l'intuition ne suffit pas à la science."

JACQUES BLONDEL

A mes parents,
A Catherine, Jean et Roger

S O M M A I R E

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION	3
1.1. Historique et aperçu critique de l'analyse des pelotes de réjection de chouette effraie	6
CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES	11
2.1. Provenance des pelotes analysées	11
2.1.1. La Belgique	11
2.1.2. La Corse	12
2.1.3. Les Pyrénées Orientales	14
2.2. Détermination et comptage des proies	14
2.3. La qualité de l'échantillonnage	15
2.3.1. Le problème de la représentativité.	15
2.3.1.1. La Belgique.	17
2.3.1.2. La Corse	17
2.3.1.3. Les Pyrénées Orientales.	18
2.3.2. Le problème de l'exhaustivité	18
2.3.3. Conclusions	20
2.4. Le domaine de chasse de la chouette effraie.	24
2.5. L'évaluation des paramètres du milieu.	25
2.5.1. Belgique.	25
2.5.1.1. Documents de base.	25
2.5.1.2. L'évaluation des paramètres "surfaces"	25
2.5.1.3. L'évaluation des paramètres "longueurs".	25
2.5.1.4. L'altitude et le relief.	25
2.5.1.5. Autres paramètres.	26
2.5.2. Corse	26
2.5.2.1. Documents de base.	26
2.5.2.2. L'évaluation des paramètres "surfaces" et "longueurs".	26
2.5.2.3. Le climat.	26
2.5.2.4. Autres paramètres.	27
2.5.3. Pyrénées Orientales	27
2.5.3.1. Documents de base.	27
2.5.3.2. Evaluation des paramètres "surfaces" et "longueurs".	27
2.5.3.3. Autres paramètres.	27
2.6. Discussion sur la méthode.	28
2.6.1. La stratégie alimentaire de la chouette effraie	28
2.6.2. La stratégie d'occupation de l'espace chez la chouette effraie	32
2.6.3. Une alternative possible ?	34

2.7. Traitements statistiques	36
2.7.1. Analyse en composantes principales et analyse des corres- pondances	36
2.7.2. Recherche de modèles d'ajustement linéaire.	37
2.7.3. Variables et programmes utilisés pour chaque région	38
CHAPITRE 3 : STRUCTURE DU PAYSAGE ET STRUCTURE DU PEUPLEMENT DES MICROMAMMIFERES	43
3.1. Ecologie alimentaire de la chouette effraie.	43
3.1.1. L'indice de diversité de Shannon (H')	43
3.1.2. L'indice d'équitabilité (J').	45
3.1.3. La largeur de la niche alimentaire.	47
3.1.4. La structure du régime.	48
3.1.5. Conclusion.	52
3.2. Le régime de l'effraie en Belgique	53
3.2.1. Description sommaire.	53
3.2.2. Analyse synthétique des variations du régime.	56
3.2.2.1. Le nord du pays.	56
a. Le plan des facteurs F1 et F2	59
b. Le plan des facteurs F1 et F3	62
c. Les corrélations multiples.	64
3.2.2.2. Le sud du pays	65
a. Le plan des facteurs F1 et F2	65
b. Le plan des facteurs F1 et F3	68
c. Les facteurs F4 et F5	70
d. Le plan des facteurs F1 et F6	71
e. Les corrélations multiples.	71
3.2.2.3. Discussion	73
a. La taupe.	73
b. La musaraigne "carrelet".	74
c. La musaraigne pygmée.	74
d. La musaraigne aquatique	75
e. La musaraigne de Miller	75
f. La musaraigne bicolore.	76
g. La musaraigne musette	76
h. Le lérot.	77
i. Le muscardin.	78
j. Le campagnol roux	78
k. Le campagnol des champs	78
l. Le campagnol agreste.	78
m. Le campagnol terrestre.	80
n. Le campagnol souterrain	80
o. Le mulot sylvestre.	81
p. Le mulot à collier.	81
q. Le rat des moissons	83
r. La souris domestique.	83
s. Le rat noir	84
t. Le surmulot	84
3.2.3. Conclusion.	84
3.2.3.1. Les zones urbanisées	85
3.2.3.2. Les cultures	85
3.2.3.3. Les prairies	86
3.2.3.4. Les prairies marécageuses et les zones humides	86
3.2.3.5. Les zones forestières.	86

3.3. Le régime de l'effraie dans les Pyrénées Orientales	88
3.3.1. Description sommaire	88
3.3.2. Analyse synthétique.	94
3.3.2.1. Plan des facteurs F1 et F2.	94
3.3.2.2. Plan des facteurs F1 et F3.	98
3.3.2.3. Les corrélations multiples.	98
3.3.3. Discussion	102
3.3.3.1. L'étage montagnard.	103
3.3.3.2. L'étage subméditerranéen.	103
3.3.3.3. L'étage méditerranéen	104
3.3.4. Conclusion	105
3.4. Le régime de l'effraie en Corse	107
3.4.1. Description sommaire	107
3.4.2. Analyse synthétique des variations du régime	109
3.4.2.1. Le plan des facteurs F1 et F2	111
3.4.2.2. Le plan des facteurs F1 et F3	113
3.4.2.3. Le plan des facteurs F1 et F4	113
3.4.2.4. Le plan F1 X F5	116
3.4.2.5. Les corrélations multiples.	118
3.4.2.6. Discussion.	119
3.4.3. Conclusion	121
3.5. Conclusion.	124
CHAPITRE 4 : COMPETITION INTERSPECIFIQUE ET ELARGISSEMENT DE NICHE EN MILIEU INSULAIRE	126
4.1. Mise en évidence de la compétition.	127
4.1.1. La Belgique.	128
4.1.1.1. Le nord de la Belgique.	128
4.1.1.2. Le sud de la Belgique	129
4.1.2. Les Pyrénées Orientales.	130
4.1.3. La Corse	131
4.1.4. Comparaison Corse-Pyrénées Orientales.	131
4.1.5. Discussion	132
4.1.6. Conclusion	132
4.2. Elargissement de la niche écologique en milieu insulaire.	133
4.2.1. Quelques indices	133
4.2.2. Discussion	136
4.3. Conclusion	137
CHAPITRE 5 : CONCLUSIONS GENERALES	138
BIBLIOGRAPHIE.	142
ANNEXES.	161



Nichée d'effraies entourée de nombreuses pelotes de réjection et de quelques proies fraîches. On distingue un mulot sylvestre et un campagnol agreste. Sournia (P.O., juin 1977).
(cliché R.M. LIBOIS)

R E M E R C I E M E N T S

=====

Au terme de ce travail, il m'est bien agréable de remercier toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à son bon déroulement. Sans le soutien d'une équipe, d'amis, de "conseillers", la réalisation d'une thèse de doctorat serait une entreprise presque impossible.

En premier lieu, je voudrais que mon chef de service, le professeur Jean-Claude RUWET, trouve ici l'expression de ma profonde gratitude. Non seulement il m'a offert la possibilité de travailler au sein de son laboratoire depuis bientôt dix ans, mais il m'a encore accordé toutes les facilités voulues et n'a pas cessé de me témoigner sa confiance, surtout dans les moments de découragement. Ses conseils et avis me furent et me sont toujours très précieux. C'est en bonne partie grâce à lui que cette thèse a fini par prendre l'allure d'une thèse en zoologie et non d'un doctorat ès chouette effraie.

Au docteur Roger FONS, chargé de recherches au CNRS, ce travail doit beaucoup. Les nombreuses discussions que nous avons eues ensemble au cours de missions dans les Pyrénées ou à l'occasion de séjours à Banyuls, dans son laboratoire, m'ont été d'un grand secours dans l'élaboration et la rédaction de ma thèse. A mon plus grand bénéfice, il s'est fait l'avocat du diable, m'obligeant ainsi à pousser la réflexion de plus en plus loin et a tenu à relire mon manuscrit.

Au professeur François BOURLIERE, pour l'intérêt qu'il manifeste envers mes travaux et pour honorer mon jury de sa présence, je tiens à adresser mes plus sincères remerciements. Je remercie également le professeur Jean GODEAUX d'assurer la présidence de mon jury de même que les professeurs Charles JEUNIAUX et Jean LECLERCQ et le docteur Jean-Marie CORDY d'avoir accepté d'en faire partie. Je les prie d'agréer l'expression de ma reconnaissance pour leurs encouragements et pour l'intérêt qu'ils portent à mes recherches.

Au docteur Jacques BLONDEL, maître de recherches au CNRS, je dirai ma gratitude d'avoir accepté de bonne grâce et malgré ses lourdes charges de faire partie de mon comité de thèse, de relire mon manuscrit, et de me faire profiter de ses remarques et encouragements.

Le docteur Marie Charlotte SAINT GIRONS, maître de recherches au CNRS, m'a toujours prodigué conseils et stimulations, notamment lorsque je débute dans l'étude des petits mammifères. Je la remercie vivement.

Aux différentes personnes qui, à des titres divers, m'ont facilité le travail de terrain ou ont guidé mes pas dans le domaine ardu de l'informatique, je dois d'avoir pu mener à bien et dans de bonnes conditions mes missions sur le terrain et le traitement statistique des

données. Monseigneur Henry L'HEUREUX, évêque de Perpignan, a délivré un sauf-conduit qui m'a ouvert les portes des églises et clochers des Pyrénées Orientales; Monsieur Jacques LIMOGÉ, sous-préfet de Calvi, fit de même pour les églises et tours ruinées de l'île de beauté. Le docteur Daniel BAY m'a accordé son aide bienveillante lors de mes séjours en Corse et la famille FONS m'a toujours accueilli comme un frère. Sans les interventions et les conseils du docteur Gisèle MERSCH, de messieurs Gilbert LAPLANCHE et surtout Marcel NIHON du Cecti, le recours à l'ordinateur nous eut été impossible. Au professeur Pierre OVERLAU, des Facultés universitaires de Namur, je dois d'avoir en toute quiétude pu consulter à loisir l'ensemble des cartes pédologiques de Belgique. A tous ceux qui m'ont secondé sur le terrain et qui se trouveront cités dans le texte, à tous les sacristains, curés et fonctionnaires communaux qui ont daigné nous ouvrir les portes des clochers que nous souhaitions visiter, à toutes les chouettes qui elles aussi ont contribué, bien involontairement sans doute, à la réussite de ce travail, j'adresse ici mes remerciements les plus cordiaux.

A Maggy KEIRSSCHIETER-RENNOTTE, pour le soin qu'elle a apporté à la dactylographie du manuscrit, je dis également un tout grand merci.

Je dois à mes collègues, techniciens et amis une reconnaissance toute spéciale pour leurs encouragements, leurs conseils et leur aide tant pratique que morale. Armand FAYARD, Véronique HERRENSCHMIDT, Noël MAGIS, Jean-Claude PHILIPPART, Roger PRODON et André VANBRABANT en font partie, de même que tous ceux qui ont allégé mon travail d'encadrement des travaux pratiques destinés aux étudiants de la section de psychologie : Vincent BELS, Jean BOCKEN, Bruno DELHAXHE, José KALPERS, Christine KEULEN, Christian MICHEL, Brigitte MESUREUR, Jean-Claude PALATA, Véronique PIETTE, Julien PUNGA, Arlette SIMONON, Ezio TIRELLI, André VANBRABANT, Jacques VOSS et surtout Paul GAILLY. Ce dernier a de surcroît participé de plus près à mes recherches, récoltant à l'occasion des échantillons, passant de nombreuses soirées à en trier d'autres, acceptant de subir mes commentaires, de discuter des résultats avec moi et finalement même de relire et critiquer mon texte.

A Jean DOUCET, d'avoir guidé mes premiers pas de naturaliste, de m'avoir fait découvrir les vertus de l'observation de terrain et d'avoir continuellement aiguisé mon sens critique, je désire ici témoigner toute ma gratitude.

Sans la compréhension, la patience, le réconfort et les conseils éclairés de Catherine, mon épouse, sans les efforts et les sacrifices de mes parents et de mon frère qui, sans compter, m'ont épargné combien de tâches quotidiennes de même que les tracasseries inhérentes à l'aménagement d'une maison, sans eux ce travail ne serait pas et je voudrais qu'ils acceptent l'hommage que je leur en fais.

HERON, 1e 25.12.83

I N T R O D U C T I O N

Pour tout ornithologue, fût-il amateur débutant, les relations entre avifaune et végétation sont assez perceptibles. Chaque espèce d'oiseau, sans nécessairement être inféodée à un type particulier d'association végétale, choisit, en période de nidification, un milieu aisément caractérisable par la structure de son peuplement végétal (voir RUWET, 1959 a et b p. ex.). Bien qu'il n'entre pas dans nos intentions de refaire ici un résumé des travaux ornithologiques relatifs aux rapports avifaune-milieu, il ne nous paraît pas superflu de rappeler l'étroite dépendance existant entre la structure des peuplements d'oiseaux et la structure de la végétation. Le lecteur intéressé trouvera une abondante bibliographie sur ce sujet dans l'ouvrage de BLONDEL (1979) mais nous devons signaler des travaux plus récents dont l'approche est différente et qui portent sur l'avifaune de successions végétales ou de forêts à différents stades de maturité (PRODON et LEBRETON, 1981; MÜLLER, 1983).

Dans l'optique d'une recherche écologique intégrée, les oiseaux ont, comme l'écrit si bien BOURLIERE dans la préface de l'ouvrage de BLONDEL, beaucoup d'avantages par rapport aux autres vertébrés terrestres : nombreux et pour la plupart diurnes, ils colonisent presque tous les milieux; "visuels" et "vocaux", ils sont plus faciles à dénombrer que les serpents ou les mammifères. Il n'est dès lors pas étonnant qu'ils aient fait l'objet d'études fécondes qui ont notamment débouché sur des synthèses originales tant dans le domaine de l'écologie que dans celui de la biogéographie, tendant à rapprocher voire même à fondre ces deux disciplines naguère bien cloisonnées de la biologie (voir BLONDEL, 1979).

En revanche, les petits mammifères, souvent considérés comme de piètres indicateurs écologiques, n'ont pas suscité d'études globales aussi riches sur le plan théorique. Tout comme les oiseaux, ils sont pourtant présents dans une grande variété de milieux, et leur densité est souvent élevée; malheureusement, ils sont au contraire généralement nocturnes, malaisés à recenser et mènent une vie bien dissimulée. Les difficultés matérielles inhérentes à leur étude expliquent que bien peu de chercheurs aient tenté des investigations globales sur les peuplements de micromammifères terrestres comme cela fut fait pour les oiseaux. En fait, aucune méthode d'estimation des densités n'est standardisable à toutes les espèces composant une biocénose de petits mammifères. Contrairement à l'ornithologue qui réalise des points d'écoute et note tout oiseau qu'il contacte (chant), le mammalogiste doit, pour disposer d'une image assez fidèle du peuplement d'un site, mettre en oeuvre un ensemble de techniques, chacune étant appropriée à une espèce ou à un groupe d'espèces composant la biocénose de l'endroit : pièges d'interception pour les musaraignes; piégeages sur coulées superficielles pour les muridés et les campagnols de surface; piégeage sur galeries souterraines pour les espèces "endogées"; nichoirs pour les gliridés ... De plus, les modalités d'utilisation de ces techniques font que leur mise en oeuvre simultanée est difficile et qu'il est parfois malaisé d'obtenir des indices vraiment comparables d'une espèce à l'autre ou d'une situation à l'autre.

Parmi les mécanismes qui conditionnent la nature des espèces composant une biocénose et au sein de celle-ci leur abondance relative, les facteurs paléogéographiques sont de prime importance notamment dans la compréhension des répartitions actuelles de nombreuses espèces. Ici, ils ne retiendront toutefois pas notre attention sinon à titre exceptionnel. Notre diagnostic se fait en effet à une échelle relativement grande : celle du secteur (sensu BONDEL, 1979) où, du moins dans notre cas, ils n'entrent que rarement en jeu.

La structure du milieu exerce également une influence qui paraît capitale. Comme nous venons de le dire, le phénomène a été merveilleusement mis en évidence chez les oiseaux mais, pour les petits mammifères, les recherches à ce sujet sont peu nombreuses à tel point qu'en 1978 encore, HANSSON écrivait : "The occurrence of the small mammal species in the various habitats is known in a very general way. But there have been surprisingly few quantitative studies in differences between habitats and similarly, little analysis of the habitat factors determining the densities of the various small mammal species". Pour l'Europe occidentale, cette affirmation garde toute sa valeur de nos jours malgré la publication récente de quelques travaux traitant du problème (notamment DE JONGE et DIENKE, 1979; PELIKAN et NESVADBODA, 1979; JANEAU, 1980 et GAISLER, 1983). Le premier travail reste toutefois peu précis dans sa façon d'appréhender le milieu, les autres très limités dans l'espace en raison de la technique utilisée : piégeages en lignes ou en quadrats. Aux Etats-Unis par contre, l'intérêt porté aux relations entre l'habitat et les biocénoses de petits mammifères ne date pas d'hier. Il s'est surtout manifesté pour les rongeurs des zones désertiques (ROSENZWEIG et WINAKUR, 1969; BROWN, 1973; BROWN et LIEBERMAN, 1973; M'CLOSKEY, 1976, 1980; HOLBROOK, 1979...), beaucoup moins pour d'autres types de milieux (DUESER et SHUGART, 1978, 1979). En règle générale, les auteurs ont pris la peine de caractériser leurs milieux d'étude avec une précision remarquable (utilisation de nombreux indices) et, grâce à des techniques de description multidimensionnelle, à faire ressortir les paramètres les plus déterminants du choix de l'habitat par les différentes espèces. Il s'avère que dans la plupart des cas, la structure du tapis végétal a une bonne valeur prédictive de la composition de la faune étudiée. Rien d'étonnant à cela, écrivent DUESER et SHUGART (1979) car souvent, la structure de l'habitat détermine la densité et la répartition des sources de nourriture. Selon BOURLIERE (1973), la richesse en espèces et la répartition des mammifères sont, dans les forêts humides tropicales, en étroite relation avec la stratification des ressources alimentaires. BROWN et LIEBERMAN (1973) constatent que la ségrégation de l'habitat des rongeurs étudiés repose en grande partie sur leurs différents modes d'exploitation des graines dont ils se nourrissent et sur l'abondance totale de ces dernières dans le milieu. M'CLOSKEY (1980) aboutit à des conclusions fort semblables. Il existe par ailleurs des exemples fort démonstratifs des effets de la qualité de l'alimentation sur la dynamique des rongeurs (MARTINET et SPITZ, 1971; BATZLI, 1983; LAINE et HENTTONEN, 1983...). Dans ces études américaines, on trouve malheureusement très peu d'indications sur les insectivores ...

Pour les paléontologistes du quaternaire dont les reconstitutions paléoécologiques reposent sur l'examen de "couches à rongeurs" (voir p. ex. CHALINE, 1970; CORDY, 1975; JEANNET, 1979 et 1981 ...), les correspondances rongeurs actuels - milieux actuels sont implicitement admises. Leur méthode ne fait toutefois pas encore l'unanimité, ce qui poussait naguère CHALINE (197?) à tenter de la justifier dans une note dont le titre "Les rongeurs au pilori ?" est très révélateur de la controverse existante.

La préoccupation centrale de notre thèse sera d'éclaircir au mieux le rôle exact que jouent différents facteurs du milieu (biotope, végétation) sur la structure des biocénoses de petits mammifères en appliquant une méthode qui nous permet de considérer l'ensemble des espèces et qui ne nous limite pas trop sévèrement dans l'espace.

Un troisième ensemble de facteurs est à considérer dans la problématique de la structuration des biocénoses : ceux qui font intervenir les relations interspécifiques. En premier lieu, on pense aux relations prédateurs-proies. Effectivement, PAINE (1966) a magistralement démontré que la présence d'un prédateur (en l'occurrence l'étoile de mer Pisaster ochraceus) entretenait la diversité de ses proies. En l'éliminant expérimentalement, l'auteur, malgré une augmentation de la biomasse totale des proies, constate la perte par exclusion compétitive de sept des quinze espèces-proies qui coexistaient auparavant. On sait encore peu de choses sur l'influence des prédateurs tant carnivores que rapaces sur la structure des peuplements de petits mammifères-proies. Bien qu'elle soit d'un grand intérêt, nous n'aborderons pas cette question dans le cadre de notre thèse car nous ne disposons d'aucune donnée originale susceptible de faire progresser le débat. Le lecteur pourra cependant se référer aux articles de BLONDEL et FROCHOT (1967), d'ANDERSON et ERLINGE (1977), de GOSZCZYNSKI (1977), de KING (1980) ou encore à la toute récente thèse d'HERRENSCHMIDT (1984). Pour MENGE et SUTHERLAND (1976), la prédation est l'interaction organisatrice la plus forte dans les biocénoses trophiquement complexes; la compétition interviendrait dans des systèmes trophiques plus simples. Les chaînes rongeurs-carnivores ou rongeurs-rapaces font partie de ces dernières. Suivant la proposition de ces auteurs, nous devons nous attendre à ce que des phénomènes de compétition entrent en jeu dans le cas de notre étude. Que des interactions compétitives existent entre différentes espèces, cela est attesté par de nombreuses études expérimentales tant au laboratoire, dans des conditions simplifiées (voir exemples et développements théoriques dans HUTCHINSON, 1978; PONTIN, 1982) que sur le terrain (voir revue de SCHÖNER, 1983). Chez les rongeurs, l'existence de la compétition est montrée par de nombreuses expériences. GRANT (1972) en fait une revue critique mais depuis lors, de nombreux travaux ont été publiés sur le sujet (voir p. ex. bibliographie dans DE JONGE, 1983). Certains d'entre eux sont expérimentaux (laboratoire : CONLEY, 1976; DIENSKE, 1979; DE JONGE, 1983; extérieur : HOFFMEYER, 1973; ABRAMSKY et al., 1979; GLIWICZ, 1981; HANSSON, 1983), d'autres déduisent l'existence d'une compétition de données de base relatives à la sélection de l'habitat (CROWELL et PIMM, 1976; HENTTONEN et al., 1977; MYLLYMAKI, 1977 b; DUESER et HALLETT, 1980; HALLETT et al., 1983...). Cette approche, bien que moins rigoureuse sur le plan théorique strict, nous a séduit : elle était à vrai dire la seule que nos données nous permettaient d'envisager. En tout état de cause, dans la nature, les deux phénomènes : sélection de l'habitat et compétition sont imbriqués et vouloir scinder leur influence respective est souvent bien difficile. Ces questions, nous les aborderons avec plus de détail dans le chapitre 4 et notamment au travers de l'étude d'un cas d'insularité.

Notre travail est donc présenté en trois parties. La première, sans doute la plus fastidieuse, est consacrée à la mise au point critique d'une méthodologie. La suivante fait état de nos résultats sur l'importance de l'habitat sur la structuration des communautés de petits mammifères. La troisième, enfin, constitue une approche de l'étude de la compétition interspécifique. Toutefois, avant de passer au chapitre traitant de notre méthode, il ne nous paraissait pas superflu de donner un aperçu des travaux dont les auteurs ont, avant nous, eu recours à l'analyse du régime alimentaire de la chouette effraie.

1. Historique et aperçu critique de l'analyse des pelotes de réjection de chouette effraie

Selon GLUE (1971), 330 espèces d'oiseaux appartenant à 60 familles rejettent par le bec, sous forme d'une petite boulette, les restes non digestibles de leurs repas : os, poils, plumes, débris de végétaux et d'exosquelettes chitineux d'invertébrés ... La dissection de ces boulettes permet généralement d'identifier les pièces qu'elles contiennent et d'obtenir de cette façon de précieux renseignements sur le régime alimentaire de leur auteur, sans porter le moindre préjudice à ce dernier. La méthode est élégante et efficace.

Parmi les oiseaux qui consomment des petits mammifères, ce sont incontestablement les Strigiformes qui fournissent le matériel le plus adéquat : ils ne dépècent pas souvent leurs proies et ne digèrent pas bien les os. Au sein de ce groupe, c'est la chouette effraie qui combine le plus d'avantages :

- lorsqu'elles sont fraîches, ses pelotes sont faciles à reconnaître par leur aspect noir luisant (GUERIN, 1928; MÄRZ, 1962; SCHNEIDER, 1964...);
- elle niche dans des endroits souvent accessibles où ses pelotes peuvent être trouvées en grandes quantités : clochers, greniers, granges, ruines... (HONER, 1963; SCHNEIDER, 1964; GLUTZ VON BLOTZHEIM et BAUER, 1980; BUNN et al., 1982...);
- elle digère moins bien les os que les autres Strigiformes (RACZYNSKI et RUPRECHT, 1974);
- les adultes sont relativement sédentaires (SCHNEIDER, 1964; GLUTZ V.B. et BAUER, 1980; BUNN et al., 1982);
- dans l'optique mammalogique enfin, son plus grand intérêt réside dans le fait qu'elle capture toutes les espèces de mammifères sans dédaigner les musaraignes comme le font chouettes chevêche et hulotte, hiboux moyen-duc et brachyote (THIOLLAY, 1968; SAINT GIRONS et MARTIN, 1973; JACQUET, 1975; HARDY, 1977; LIBOIS, 1977 a etc.; SCHMIDT, 1977; CONTOLI et SAMMURI, 1978; DELMEE et al., 1979...) et qu'elle chasse dans une très grande variété de milieux, privilégiant toutefois les milieux ouverts et diversifiés (HONER, 1963; VON KNORRE, 1973; GLUTZ V.B. et BAUER, 1980).

Dans un premier temps, la technique a été utilisée par des ornithologues désireux de connaître le régime alimentaire des oiseaux étudiés. LATASTE (1883, cité par GUERIN, 1928), JÄCKEL (1891, cité par SCHNEIDER, 1964), GUERIN (1928), MADON (1933) et UTTENDÖRFER (1939 et 1952) firent oeuvre de pionniers dans ce domaine. Ils ont réussi à accumuler une énorme quantité de données qui ont été exploitées pour montrer l'irremplaçable "utilité" des rapaces dans la lutte contre les rongeurs et pour tenter d'obtenir leur protection. Souvent ces études manquaient un peu de finesse (dans les déterminations, notamment) et, dans le cas de l'effraie, ont été peu à peu délaissées pour des travaux plus circonscrits : études locales ou régionales (ex. : BALAT, 1956; NIETHAMMER, 1960; TYRNER et BARTA, 1971; GÖRNER, 1973; VAN WINKEL, 1973; WEBER, 1973; HERRERA, 1974a; BUCKLEY et GOLDSMITH, 1975; VERICAD et al., 1976; RUPRECHT, 1979 etc.) qui ont néanmoins été accompagnées de synthèses plus larges : SCHMIDT, 1973a et HERRERA, 1974b pour l'Europe; GLUE, 1974, pour les îles britanniques; VANDER STRAETEN, 1974, pour la Belgique; CHEYLAN, 1976, pour une partie du bassin méditerranéen. Sans entrer dans les détails, les résultats qui ne sont d'ailleurs pas toujours commentés comme il conviendrait, donnent une idée trop vague des variations du régime. Considérées à cette échelle, elles sont d'ailleurs souvent difficiles à inter-

prêter en fonction d'autres paramètres que les caractéristiques faunistiques propres à chaque région. Elles sont donc d'un intérêt fort limité pour la compréhension des facteurs influençant le régime. HERRERA (1974b) fait cependant remarquer un fait intéressant : l'élargissement de la niche alimentaire de l'effraie au sud de l'Europe. Le spectre alimentaire de l'oiseau y est plus large et la diversité du régime y est plus grande. Nous aurons l'occasion de nous étendre sur cet aspect au § 3.1.

Les notules tout à fait ponctuelles qui encomrent la littérature relative au régime de l'effraie ont un intérêt encore plus restreint. De plus, elles ne parviennent pas souvent à s'intégrer dans une recherche d'ensemble et leurs auteurs ne sont pas toujours d'une prudence exemplaire dans leurs conclusions qui pourtant ne reposent que sur un matériel des plus fragmentaires. A titre exemplatif, nous en citerons quelques-unes mais il y en a beaucoup d'autres... : NIETHAMMER (1956) : 83 proies (effraie) + 965 (moyen-duc); FAIRLEY et CLARK (1971) : 1 échantillon de 320 proies; FAIRLEY et O'GORMAN (1972) : 1 éch. de 304 proies; SAINT GIRONS (1973b) : 1 éch. de 255 proies; DIEZ VILLACANAS et MORILLO (1973) : 342 proies réparties en 6 éch.; CONTOLI (1975) : 6 échantillons; CONTOLI et al. (1975) : 1100 proies réparties en 4 échantillons dont 3 proviennent de rapaces indéterminés !; PETRETTI (1977) : 441 proies pour analyser des variations saisonnières...; SANTINI et FARINA (1978) : 4 échantillons; BERTRAND et al. (1980) : 2512 proies réparties en 10 lots allant de 6 à 1250 pièces; CONTOLI et al. (1983) : 330 proies pour plus de 4 échantillons... A ce propos, nous ne pouvons que nous associer complètement à HEIM de BALSAC (1965) lorsqu'il écrit : "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".

Les pelotes ont également été utilisées à d'autres fins que l'étude purement descriptive du régime.

Certains auteurs se sont attachés à déterminer les exigences alimentaires quotidiennes de l'oiseau. Selon EVANS et EMLÉN (1947), PRICAM et ZELENKA (1964), VON KNORRE (1973), SANS COMA et KAHMANN (1976) et SCHMIDT (1977), elles seraient de l'ordre de 70 à 150 g/ind./j., estimations fort semblables à celles de WALLICK et BARRETT (1976), de RITTER et GÖRNER (1977), de BAUDVIN (1980) ou de HAMILTON et NEILL (1981) qui les ont mesurées par des méthodes plus directes.

D'autres ont étudié les variations du régime en fonction des saisons et des années et ont essayé de les mettre en relation avec la disponibilité des proies. NOLL (1955) et SAINT GIRONS (1968) observent un plus grand nombre de rongeurs en été et d'insectivores en hiver. WEBSTER (1973) et BROWN (1981) font la constatation inverse ! FAIRLEY et CLARK (1972), SANS COMA (1974) et CAMPOS (1977) trouvent plus d'oiseaux dans le régime hivernal. PRICAM et ZELENKA (1964) estiment qu'il n'est pas possible de dégager de leurs résultats une évolution saisonnière cohérente et suivie. SAINT GIRONS (1968) constate aussi que la proportion relative de Microtus arvalis dans le régime varie beaucoup, sans lien apparent avec les saisons et pense que d'éventuelles fluctuations saisonnières peuvent être masquées par des variations d'une année à l'autre, elles aussi parfois très prononcées (BOVET, 1963; MARTI, 1973a; SAINT GIRONS et THOUY, 1978). Parmi les facteurs responsables de ces variations, il faut sans doute mentionner le gel (GLUE et NUTTALL, 1971), la neige (SANS COMA, 1974), la pluie (SANS COMA et al., 1976) ou encore la sécheresse (DOUMERET et SAINT GIRONS, 1977), mais il en est bien d'autres que nous ne tarderons pas à examiner.

HUSSON (1949) fut sans doute le premier à "détourner" à des fins mammalogiques strictes l'analyse de pelotes de réjection. Il fut suivi par une foule d'autres chercheurs qui ont compris que les rapaces, l'effraie en particulier, étaient des auxiliaires très précieux dans l'échantillonnage des petits mammifères. Les travaux mammalogiques reposant sur les pelotes d'effraie sont maintenant légion et peuvent se répartir en trois catégories principales : les études faunistiques, les recherches sur la structure et les fluctuations des populations des proies et enfin celles se rapportant aux variations écologiques ou géographiques du régime en relation avec l'habitat des micromammifères.

Moyennant certaines précautions, les pelotes de rapaces peuvent donner de très bonnes indications sur la répartition des micromammifères. Toutes les cartes de répartition récentes de ces animaux font d'ailleurs appel à cette technique (voir p. ex. SPITZ et SAINT GIRONS, 1969; ASSELBERG, 1971; CORBET, 1971; VAN WIJNGAARDEN et al., 1971; GÖRNER, 1979; ANDERA, 1980; MADUREIRA et MAGALHAES, 1980; LIBOIS, 1982; SALOTTI, 1983...). Le matériel extrait des pelotes a parfois servi à des études morphologiques ou taxonomiques (voir p. ex. VANDER STRAETEN et VANDER STRAETEN, 1977 et 1978; SPITZ, 1978; LIBOIS, 1979; LOPEZ-FUSTER et al., 1979; LIBOIS, BORDENAVE et FONS, 1983). Ces domaines sont ceux où l'utilisation des pelotes est la moins discutable et la moins discutée.

En ce qui concerne l'âge des proies, PRICAM et ZELENKA (1964) constatent que l'on retrouve dans les pelotes une majorité de jeunes individus (musaraignes "carrelet", campagnol roux, mulot sylvestre). SAINT GIRONS (1965, 1973c) constate aussi une dominance des classes jeunes chez les campagnols (4 espèces) mais des adultes chez le mulot. Elle conclut, en comparant ses résultats avec des données de piégeage, que l'effraie capture ses proies sans opérer de sélection sur une classe d'âge particulière. RUPRECHT (1979) arrive à la même conclusion en ce qui concerne les moineaux (*Passer sp.*). Chez les grosses proies, comme les rats, ce n'est certainement pas le cas (cfr. MORRIS, 1979). On pourrait penser que les pelotes auraient pu donner lieu à des tentatives d'estimation de la densité des proies. Quelques études ont pu mettre en relief des fluctuations simultanées dans le régime et dans l'abondance des proies sur le terrain (BOVET, 1963; BOHNSACK, 1966; SAINT GIRONS et THOUY, 1978; VEIGA, 1981...) mais la détermination de la densité réelle d'une espèce-proie par examen du régime d'un rapace est chose impossible car il n'y a pas de correspondance stricte de l'une à l'autre (cfr. SAINT GIRONS et SPITZ, 1966). Ce point faisant l'objet d'une discussion approfondie au § 2.6.1., nous ne nous y attarderons pas plus pour l'instant.

Une abondante bibliographie existe sur les variations locales ou régionales du régime de l'effraie. Nous allons tenter d'en donner un aperçu si pas exhaustif, du moins significatif. Pour PRICAM et ZELENKA (1964), les variations du régime proviendraient des nuances entre biotopes, de différences locales dans l'abondance des proies ou de spécialisations dues à des habitudes prises par un sujet. Partant de cela, ils ont examiné l'influence des modifications de paysage sur le régime de l'oiseau : l'extension des cultures s'est accompagnée d'une remarquable réduction de la proportion des insectivores (ZELENKA et PRICAM, 1964). RYBAR (1969) relie à la réalisation de travaux de drainage et de régularisation des crues d'une rivière la diminution importante des musaraignes aquatiques dans le régime. Pour SAINT GIRONS et SPITZ (1966), il est évident qu'il est possible, à partir de gros échantillons bien répartis, de tirer des enseignements sur l'habitat des micromammifères. TYRNER et BARTA (1971), SANS COMA (1974) et RUPRECHT (1979) trouvent une

bonne concordance entre les régimes observés et les caractéristiques physiographiques ou paysagères du domaine de chasse. Quelques auteurs ont comparé les régimes de localités situées dans des paysages bien différents. DICKSON (1974) confronte le régime d'une zone agricole et d'une autre, mi-herbagère mi-forestière, et constate la dominance de Sorex "araneus" dans la première, de Microtus agrestis dans la seconde. LEURQUIN (1975) compare une zone rurale où il trouve de nombreux Microtus arvalis à une banlieue où dominent les espèces anthropophiles : oiseaux et Crocidura russula. SCHMIDT (1977) constate également des variations très fortes dans les seize localités brandebourgeoises qu'il a étudiées et commente en détail le cas de trois d'entre elles qu'il décrit. Il conclut que la composition tant qualitative que quantitative du régime dépend surtout de la mosaïque de milieux du domaine de chasse de l'effraie. SAINT GIRONS et THOUY (1978) font aussi état de très fortes variations du régime et les relie entre autres facteurs au type de milieu où chasse la chouette. Pour VON KNORRE (1973) cependant, il est contestable de tenter de reconstituer une image du paysage à partir des récoltes de pelotes : l'effraie en effet ne chasse pas dans tous les milieux. GODIN (1975) qui étudie trois stations, remarque que la différence de régime est plus importante d'une année à l'autre pour un même biotope que d'un biotope à l'autre pour une même année. Il conclut néanmoins que le nombre de proies consommées semble lié par une relation qui n'est ni simple ni directe à leur densité et à la superficie des biotopes susceptibles de leur convenir dans le territoire de chasse de la chouette.

Des travaux portant sur un plus grand nombre de stations ont eu le même objet. Malheureusement, les auteurs ont regroupé leurs échantillons soit par grands types de paysage (GLUE, 1967; HERRERA, 1974a; SAINT GIRONS, 1980; MASSA et SARA, 1982) soit par régions naturelles (SAINT GIRONS et MARTIN, 1973; VANDER STRAETEN, 1974; GÖRNER, 1979) ou encore par districts phytosociologiques (DE BRUIJN, 1979). Sans dénier toute valeur à cette approche, nous devons insister sur son aspect simplificateur : le paysage d'une même région naturelle, d'un même district, diffère souvent d'une localité à l'autre. Les éventuelles différences locales du régime qui reflètent ces nuances sont donc inévitablement masquées par ce procédé. C'est évidemment regrettable car les conclusions de ces travaux restent d'un intérêt d'autant plus limité que l'introduction d'un a priori de classification peut entraîner des distorsions considérables. Il suffit par exemple qu'un ensemble régional contienne un lot de pelotes originaires d'une ville pour que la moyenne régionale soit influencée dans un sens tout à fait indépendant des caractères propres de la région mais qui traduira simplement l'existence du fait urbain.

Nous examinerons pour terminer cette revue quelques contributions qui se distinguent par le fait que leurs auteurs ont veillé à préserver l'information contenue dans chaque échantillon analysé :

- HEIM de BALSAC et de BEAUFORT (1966), SAINT GIRONS et VESCO (1974) ainsi que FAYARD et EROME (1977) ont analysé les variations qualitatives (composition en espèces) du régime de l'effraie dans le sud de la France et ont mis en relation la répartition (limites d'aire) de certains petits mammifères avec des variables climatiques. C'est également ce que nous avons fait dans un travail récent sur les Pyrénées Orientales (FONS et al., 1980);
- LOVARI et al. (1976) montrent l'influence du taux de boisement sur les habitudes alimentaires de l'effraie : plus il est important et plus le régime sera riche en musaraignes pygmées, en muscardins, en mulots et en campagnols roux, plus il sera pauvre en oiseaux, en musaraignes carrelets et des jardins et en campagnols de Savi (Pitymys savii).

Il faut toutefois considérer ces résultats avec circonspection car les auteurs ne retiennent pour leurs calculs (coefficient de corrélation de rang) que 7 de leurs 15 stations.

- CABON-RACZYNSKA et RUPRECHT (1977) relie avec succès à la fertilité des sols de Pologne la proportion du campagnol des champs dans le menu de l'effraie.
- MARTIN et VERICAD (1977) ont calculé sur leurs données et celles de VERICAD et al. (1976) des corrélations (Pearson) entre le pourcentage des différentes espèces proies et deux paramètres : altitude et éloignement des points de récolte par rapport à la mer.
- SPITZ (1981), grâce à une technique d'analyse multidimensionnelle, dégage la structure des peuplements de petits mammifères à l'échelle de toute la France. Il met en relief l'existence de trois ensembles géographiques (méditerranéen, médioeuropéen et sud occidental) déjà plus ou moins bien reconnus précédemment (voir SAINT GIRONS, 1973 a : 43-49) et interprète ses résultats en fonction de quelques paramètres choisis (sol, climat, couvert végétal, activités agricoles). Les échantillons qu'il utilise sont nombreux (1131) mais certains, ne comptant guère plus de 20 proies, n'auraient pas dû être pris en considération (voir § 2.3. : la qualité de l'échantillonnage).
- HENRY (1982), en fonction de l'espèce dominante dans le régime, regroupe ses échantillons solognots en trois faciès et constate que chacun d'eux correspond relativement bien au type de paysage : le campagnol des champs domine dans les zones cultivées ou herbagères, le mulot dans des régions plus boisées et moins marquées par l'activité agricole, la musaraigne carrelet, enfin, dans les pays plus humides (zones d'étangs, partie amont des bassins versants de plusieurs rivières affluentes de la Loire).

Le principal reproche que l'on peut faire à l'égard de ces deux dernières études est d'avoir omis la description précise des conditions écoclimatiques de chaque localité et de ne s'être intéressé qu'à posteriori et de manière très superficielle à des paramètres très généraux de l'habitat.

La méthode que nous proposons ici et qui a été développée simultanément et indépendamment par nous-mêmes (LIBOIS et al., 1983) et par TABERLET (1982) permet au contraire de tenir compte d'un ensemble de facteurs de l'habitat et d'examiner avec assez bien de finesse leur influence respective sur les variations quantitatives du régime de l'effraie. C'est au chapitre suivant que nous nous attacherons à la décrire en détail et à en discuter les limites.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

CADRE GÉOGRAPHIQUE

Notre travail s'étend sur trois régions écologiquement et géographiquement très distinctes. A première vue, notre choix peut paraître saugrenu : en quoi la Belgique, la Corse et les Pyrénées Orientales sont-elles donc comparables ?

La première raison de notre choix est simple : comprendre les facteurs influant sur la répartition et sur l'abondance d'une espèce implique bien souvent que l'on cherche à observer cette espèce aux frontières de son aire de répartition. A cet égard, la Belgique et, plus encore, les Pyrénées Orientales, occupent une position privilégiée puisque certaines espèces s'y trouvent en limite d'aire.

D'autre part, il nous importait de nous situer dans des régions différentes, l'une telle que la Belgique, peu contrastée écologiquement où presque toutes les espèces se trouvent presque partout et l'autre, telle que les Pyrénées Orientales, où règnent des conditions très diverses. Cela nous permet en effet d'apprécier la façon dont les différentes espèces de micromammifères réagissent d'une part à de subtiles nuances, d'autre part à des gradients écologiques très marqués. L'extrême diversité des milieux naturels des Pyrénées Orientales, allant de ceux de la côte schisteuse à ceux de la haute montagne, fait de ce département un des plus variés de toute la France et permet l'étude de zones fort différentes sur une étendue restreinte.

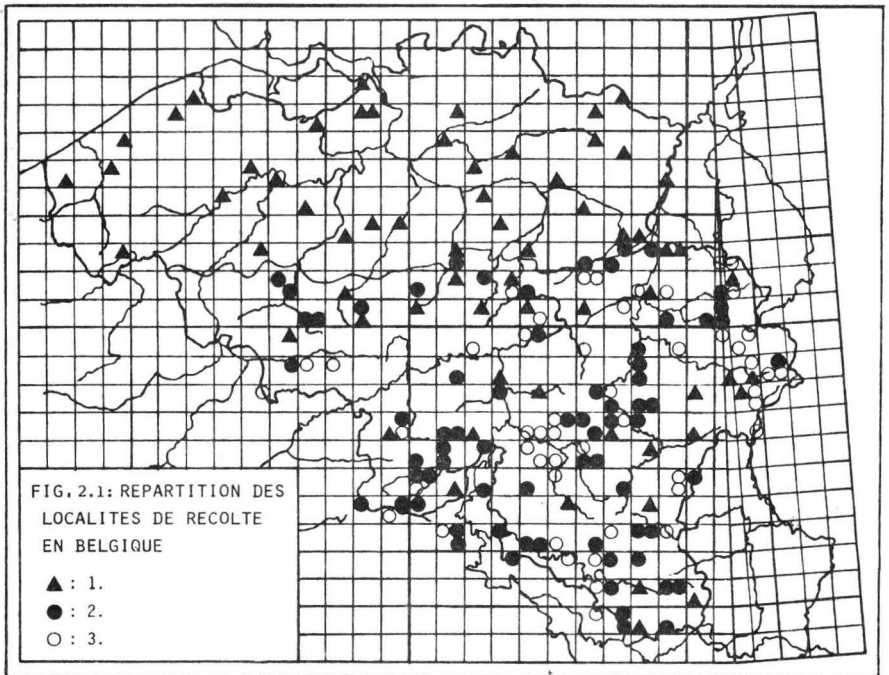
Enfin, dans la perspective de l'étude des phénomènes d'insularité, il nous paraissait intéressant de disposer de deux zones, l'une continentale, l'autre insulaire, où les conditions écologiques se ressemblent. C'est en Corse que nous avons trouvé un bon équivalent insulaire des Pyrénées Orientales. Véritable montagne dans la mer, l'île de Beauté se caractérise en effet par des zonations climatique et phytosociologique fort semblables, les mêmes contrastes écologiques, les mêmes grands types d'habitat : plaine cultivée (vignes et fruitiers), maquis, cultures en terrasses, forêt, pâturages de moyenne et de haute montagne.

2.1. Provenance des pelotes analysées

2.1.1. La Belgique

Concernant le régime alimentaire de l'Effraie en Belgique, les données utilisées ont deux origines :

- la bibliographie publiée sur le sujet et notamment le travail d'ASSELBERG (1971) qui en plus des coordonnées géographiques des points de récolte, donne le détail de chaque analyse (132). A cette étude, s'ajoutent quelques références isolées totalisant une vingtaine d'échantillons (cfr. tableau 2.1.A. en annexe);
- des analyses effectuées par nos soins ou sous notre contrôle à partir de pelotes récoltées par nous-même ou par différents collaborateurs naturalistes*. Ces échantillons, comme l'indique la fig. 2.1., proviennent exclusivement de Wallonie.



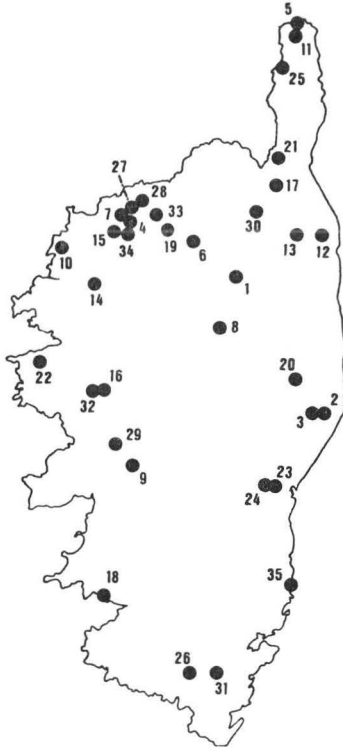
- 1.: Données bibliographiques (cfr. tableau 2.1.a)
 2.: Données personnelles (gros échantillons).
 3.: Données personnelles (petits échantillons ,cfr. tabl. 2.1.b)

2.1.2. La Corse

Au cours de différentes missions pour lesquelles nous avons bénéficié de subsides accordés par le laboratoire d'éthologie et par le patrimoine de l'Université, nous avons effectué une prospection systématique des clochers, vieilles tours et ruines du pays. A cette occasion, le Dr. D. BAY a mis à notre disposition une voiture de la Station de recherches océanographiques de Calvi. En outre, M. VRANKEN (juillet 1980), D. BORDENAVE (novembre 1980 et mai 1981), A. LIBOIS (novembre 1981 et juin 1982), A. VANBRABANT (mars 1981) et R. FONS (mai 1981) nous ont efficacement secondé sur le terrain. Nous avons ainsi récolté 30 lots de pelotes répartis dans toute l'île (fig. 2.2.), auxquels viennent s'ajouter les résultats de cinq autres échantillons qui nous ont aimablement été communiqués par nos collègues (P. GAILLY : La Canonica; J.F. NOBLET et Ph. ORSINI : Galeria et Manso et Mme M. SALOTTI : Corte et Olmeto).

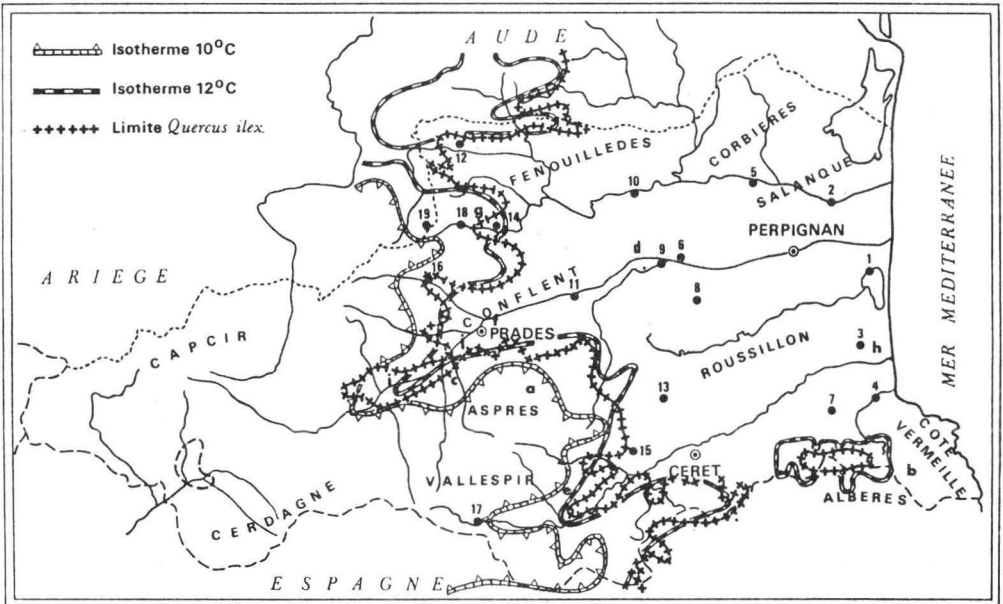
* Nous tenons à remercier MM. P. ANRYS, A. BLONDLET, P. CHARLIER, F. DABIN, F. DENIL, J. DETHIER, H. de WAVRIN, J. DOUCET, L. HANON, J. KALPERS, M. LAGUESSE, X. LAMBIN, A. MAGERAT, M. PAQUAY, W. PFEIFFER, O. PICARD, R. ROSOUX, J.L. ROUSSEAU et F. SCHEUREN qui, à notre demande, nous ont fait parvenir de nombreux échantillons. Notre gratitude va également aux personnes qui nous ont régulièrement accompagné dans nos visites (souvent périlleuses) des clochers du pays : MM. P. DAVID, Ch. DELMOTTE, P. GAILLY, Mme C. HALLET, Melle V. HERRENSCHMIDT, MM. E. HEYMANS, P. LIBOIS, B. PHILIPPART et A. VANBRABANT. Nous remercions aussi tout particulièrement M. Paul GAILLY pour son aide considérable dans la tâche ingrate du tri des échantillons.

FIG. 2.2 : REPARTITION DES LOCALITES DE RECOLTE EN CORSE.



Les numéros correspondent à ceux des tableaux 2.2 et 3.18

FIG. 2.3 : REPARTITION DES LOCALITES DE RECOLTE DANS LES PYRENEES ORIENTALES



Les numéros des stations correspondent à ceux des tableaux 2.3 et 3.15

Le tableau 2.2. indique pour chaque station, outre le numéro d'ordre que nous lui avons attribué, la date de récolte ainsi que les coordonnées géographiques précises de l'endroit (au milligrade près).

2.1.3. Les Pyrénées Orientales

Toutes les églises du département (env. 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), elle ne nicherait guère au-dessus de 700 m. Nous avons toutefois découvert un gîte temporaire à 1.000 m. Au cours de ces missions, toutes réalisées en collaboration avec R. FONS, Dr. Sc., et dont deux furent subsidiées par le FNRS (réf. V3/5-MB 287 OE et V3/5-LC 20842), 19 lots de pelotes de Tyto alba comprenant au minimum 50 vertébrés et 10 autres petits lots furent récoltés (voir fig. 2.3. et tableau 2.3.).

2.2. Détermination et comptage des proies

Sans vouloir nous étendre inutilement sur cet aspect de notre recherche, nous tenons à rappeler les quelques références sur lesquelles se fondent principalement nos déterminations. Des clés dichotomiques générales existent pour les Mammifères (Benelux : HUSSON, 1962; LIBOIS, 1975a; France : SAINT GIRONS, 1972; CHALINE et al., 1974 ...). Dans la mesure où elles se s'avèrent trop peu précises pour la distinction d'espèces voisines, nous avons consulté des travaux plus spécialisés : VANDER STRAETEN et VANDER STRAETEN (1977) pour les mulots de Belgique; SAINT GIRONS et al. (1979) pour les musaraignes du genre Crocidura et ORSINI (1979) pour les souris du sud de la France.

En ce qui concerne les musaraignes du genre Sorex, nous avons chaque fois opéré la distinction entre S. minutus et le groupe S. araneus-S. coronatus que, pour plus de facilité, nous désignerons dorénavant par le vocable Sorex "araneus". Bien que la distinction entre ces deux espèces jumelles soit possible à partir de restes crâniens (HAUSSER et JAMMOT, 1974) et que les deux taxons soient représentés dans les Pyrénées (HAUSSER, 1978) et en Belgique (VANDER STRAETEN et VANDER STRAETEN, 1978) nous ne l'avons jamais opérée. L'appareillage qui nous eut permis ce travail nous faisait en effet défaut et le temps qu'il eut fallu consacrer à cela (25 mensurations à relever sous microscope sur plus de 20.000 mandibules) a été jugé trop important. Une partie des crânes (tout le matériel de provenance pyrénéenne ainsi que quelques échantillons de Wallonie) a été remise pour étude à M.J. LOPEZ (Université de Barcelone). Nous ne disposons pas encore de ses conclusions à l'heure actuelle.

Tous les restes crâniens retirés des pelotes de réjection sont conservés au laboratoire Arago de Banyuls sur Mer (matériel des Pyrénées Orientales) et au laboratoire d'éthologie de l'Université de Liège (matériel corse et wallon).

Nous ne reviendrons pas sur notre méthode de comptage, dite du nombre minimum. Elle a été explicitée ailleurs (LIBOIS, 1977 a).

2.3. La qualité de l'échantillonnage

Exhaustivité et représentativité sont les deux qualités essentielles d'un bon échantillon. Dans le cas présent, satisfaire à ces deux conditions revient à définir le volume minimal de pelotes à analyser ou le nombre minimal de proies à reconnaître qui permette d'une part d'obtenir une idée correcte des proportions respectives de chaque espèce dans le régime et d'autre part de rencontrer au moins un individu de chaque espèce potentiellement capturable par l'Effraie.

2.3.1. Le problème de la représentativité

Lorsque l'on pénètre dans un clocher, une tour ou un grenier habité par des chouettes effraies, on est généralement perplexe tant la quantité de pelotes présentes peut être énorme. Sous un reposoir habituellement utilisé, on trouve parfois un amas de pelotes dont la hauteur peut atteindre 40 à 50 centimètres. Alors comment procéder pour obtenir un échantillonnage valable ? Récolter seulement les pelotes fraîches ? Les prendre uniquement au pied des perchoirs ou au contraire au voisinage de l'emplacement utilisé pour nicher ? Dans l'introduction, nous avons parlé des variations saisonnières et annuelles du régime de l'effraie. Nous avons pu les mettre en évidence à quelques reprises, en comparant au moyen d'un test statistique (test d'homogénéité de proportions χ^2) la fréquence des différentes catégories de proies dans des lots récoltés au même endroit à des époques différentes (variations saisonnières : lots 97, 109 et A23; variations annuelles : lots 62, 92, 114, A27 et A50; voir détails en annexe, tableau 2.4.). Dès lors, ne prendre que des pelotes fraîches introduit nécessairement un biais d'échantillonnage. Nous pouvons le constater aussi en comparant par le même test des échantillons de fraîcheurs différentes récoltés au même endroit (lots 58, 107, 124 et A15; voir tableau 2.5.).

Il peut également être dangereux de limiter sa récolte à un seul point de prélèvement par gîte. A Warnant (lot 135), nous avons ramassé séparément des pelotes au pied d'un perchoir et au voisinage immédiat des jeunes effraies. Le premier échantillon ne pouvait donc contenir que des pelotes émises par les adultes alors que le second comprenait vraisemblablement un mélange de réjections d'adultes et de pelotes de jeunes, ces dernières étant sans doute en plus grande quantité (1). La différence entre ces deux lots est hautement significative (tableau 2.6.) : les musaraignes dominent très nettement dans le régime des adultes (67 % du total des proies) alors que les rongeurs et notamment les campagnols sont les constituants principaux des pelotes rejetées par les jeunes (63 %).

Le tableau 2.8. ci-après rappelle les résultats des différents tests effectués. A une exception près, le test du χ^2 aboutit à rejeter sans réserve l'hypothèse d'une quelconque similitude entre les échantillons comparés.

(1) Pendant la couvaison et les premiers jours suivant l'éclosion, un adulte au moins garde le "nid" pendant la journée et y émet vraisemblablement une partie de ses pelotes. Lorsque les jeunes sont couverts de duvet, les adultes ne viennent plus au "nid" que le temps de distribuer la nourriture. Les pelotes rejetées à ce moment au nid sont donc toutes (on peut le supposer) des pelotes de jeunes (RITTER et GÖRNER, 1977; obs. pers.).

Tableau 2.8. Récapitulation des tableaux 2.4 à 2.7

Lot n°	Comparaison	χ^2	sign.
97	Saison	138,98	***
109	(tableau 2.4.a)	71,88	***
A23		65,71	***
62	Année	60,78	***
92	(tableau 2.4.b)	93,03	***
114		67,87	***
A27		25,59	***
A50		11,24	**
58	Fraîcheur	30,14	***
107	(tableau 2.5)	145,07	***
124		34,36	***
A15		4,69	-
135	Type (t. 2.6)	105,75	***
72	Contrôle (t. 2.7)	6,97	-
19 (C)	(t. 2.9.c)	1,58	+
15 (P.O.)		8,82	-
*** différence significative au niveau 0,95			
** " " " " 0,975			
+ similitude " " " 0,05			

La meilleure façon de procéder consiste donc à récolter des pelotes d'inégale fraîcheur et en plusieurs points du site occupé par les chouettes. Nous avons effectué un contrôle de cette méthode en réalisant, dans les mêmes conditions et dans trois sites identiques, deux prélèvements à plusieurs mois d'intervalle. A Olmi Capella (19-C), on peut constater que les deux échantillons successifs sont parfaitement similaires (tableau 2.7 en annexe). Pour Louveigné (72) et Montbolo (15-P.O.), le χ^2 calculé est nettement inférieur à la valeur limite qui voudrait que l'on rejette l'hypothèse d'une similitude entre les deux échantillons successifs.

Cela étant dit, nous n'avons encore aucune idée de la quantité de pelotes à ramasser pour constituer un échantillon représentatif. Nous aborderons ce problème séparément pour les trois régions étudiées, notamment parce que la composition et la richesse de leur faune respective ne sont pas identiques.

La solution la plus simple fut de subdiviser quelques lots importants en sous échantillons de taille variable et de comparer leur composition à celle de l'échantillon dans sa totalité. Une fois encore, nous avons eu recours au test du χ^2 (voir tableau 2.9.A, en annexe).

2.3.1.1. La Belgique

A première vue, les résultats sont peu concluants : 2 sous-échantillons du lot 12 ont une composition qui diffère très fort de celle de l'échantillon global; en revanche, 3 sous-échantillons des lots 80 et 81 ont une composition qui lui est tout à fait similaire. Des autres résultats, on ne peut conclure que les sous-échantillons diffèrent du lot global dont ils sont issus. Il nous faut toutefois remarquer que les valeurs du χ^2 les plus élevées (celles qui indiquent un moindre degré de similitude) caractérisent les comparaisons où entrent en jeu les sous-échantillons les plus petits (coefficient de corrélation de rang = - 0,432*). C'est ce qu'indique aussi le tableau ci-dessous où nous avons regroupé les différents sous-échantillons en fonction de la valeur de leur χ^2 .

Tableau 2.10.

χ^2	<3	<5	<7	<9	<10	>10	
nombre de proies de chaque sous-échantillon	504 243 278	178 283 380 175	182 228 398	313 328 139	197 202 207	102 132 428 (655)*	102 147 190 365 213
moyenne	342	261	231	221	(329)	201 150	

* Nous préférons considérer la moyenne qui fait abstraction de cette valeur dans la mesure où les deux autres sous-échantillons du même lot ont très fortement influencé la valeur du χ^2 .

Bien que la façon dont ce tableau est constitué ne soit pas très orthodoxe (les χ^2 n'ont en effet pas tous le même nombre de degrés de liberté), nous pouvons admettre sans gros risque d'erreur qu'un échantillon pourra, en Belgique, être qualifié de représentatif s'il compte au moins 250 à 350 proies, pour autant bien entendu qu'il ait été réalisé dans les conditions décrites plus haut.

2.3.1.2. La Corse

Nous avons procédé exactement de la même façon que pour la Belgique en subdivisant quelques lots de pelotes en sous-échantillons. Les résultats des tests effectués figurent en annexe au tableau 2.9.B. Un seul échantillon diffère significativement de l'échantillon global tandis que neuf autres ont une composition tout à fait comparable à celle de l'échantillon global dont ils sont issus. La taille moyenne de ces 9 sous-échantillons est de 189 proies avec un écart-type de 51. Contrairement à ce que nous avons en Belgique, la valeur du χ^2 ne semble pas

diminuer parallèlement à l'augmentation de la taille du sous-échantillon (coefficient de corrélation de rang = - 0,233 N.S.). Nous considérerons ainsi que pour la Corse, un échantillon peut à coup sûr être qualifié de représentatif s'il totalise au moins $189 + 51 = 240$ proies. Pour la suite de notre travail, n'ont été pris en considération que les lots de pelotes comprenant plus de 240 proies, exception faite de quelques uns dont le total des proies était compris dans les limites de l'écart-type de la moyenne (stations 12, 14, 28 et 29).

2.3.1.3. Les Pyrénées Orientales

Les résultats des comparaisons effectuées sont repris au tableau 2.9.C. en annexe. Deux sous-échantillons, l'un de 55 proies, l'autre de 217, ont une composition qui diffère significativement de celle de l'échantillon global. Deux autres, de plus de 500 proies, ont par contre une composition très semblable.

Comme en Belgique, il existe une relation inverse entre la taille du sous-échantillon et la valeur du χ^2 calculé (coefficient de corrélation de rang = - 0,604***). Dans cette région, il nous paraît prudent de ne considérer comme représentatif qu'un lot de pelotes comprenant 300 à 400 proies au moins.

2.3.2. Le problème de l'exhaustivité

Dès les années vingt, les botanistes remarquaient qu'il existait un rapport entre la surface d'échantillonnage d'un milieu homogène et la richesse spécifique observée (ARRHENIUS, 1921). En 1922, GLEASON (1922, 1925) met en évidence la nature semi-logarithmique de la relation entre la richesse spécifique cumulée et la surface des relevés. Il constate également que plus l'association végétale est uniforme, plus la courbe atteint rapidement un plateau. Il découle de ces observations qu'il est possible de prévoir la surface minimale à échantillonner pour avoir une idée précise de la richesse spécifique totale d'une association. Cette méthode est encore largement appliquée de nos jours dans les études de la végétation (cfr. VANDEN BERGHEM, 1973).

BLONDEL (1975) utilise une technique similaire pour l'avifaune mais son unité d'échantillonnage n'est pas une surface : c'est le point d'écoute. Néanmoins, la courbe de la richesse cumulée qu'il obtient pour différents milieux a des caractéristiques fort semblables à celles de la courbe aire-espèces des botanistes : accroissement initial rapide suivi d'une inflexion marquée puis d'un plateau.

Cette méthode a donné lieu à des développements récents et à des applications intéressantes (voir p. ex. FERRY, 1976; DAGET, 1978; BOURNAUD et CORBILLE, 1979). Nous aurions aimé en faire usage aussi mais notre cas ne répond pas aux conditions d'application de ces modèles. D'une part, le lot de pelotes récolté est un échantillon d'une faune issue d'un milieu non homogène : le domaine de chasse de l'effraie est en effet souvent très varié. D'autre part, le choix de l'unité d'échantillonnage nous pose problème.

Pour les botanistes ou les ornithologues, une surface ou un point d'écoute sont des unités bien commodes dont la signification écologique est facilement perceptible. Dans le cas présent, on pourrait

penser à première vue que l'unité à considérer est la pelote. Ce faisant, nous introduirions nécessairement d'importantes distorsions : la taille des pelotes n'est pas constante. Une pelote peut contenir une seule proie, une autre dix. De plus, la composition d'une pelote n'est pas aléatoire, comme nous pouvons le voir au tableau 2.11 (annexe). Trois faits essentiels se dégagent de ce tableau :

- l'association d'une espèce avec elle-même est toujours plus fréquente que ne le prévoit l'hypothèse nulle (composition aléatoire de la pelote) dans le cas des espèces dominantes dans le régime alimentaire : Sorex "araneus" dans les 3 stations, Crocidura russula à Sart, Microtus arvalis à Fontenelle et Moircy, M. agrestis à Fontenelle et Sart;
- l'association de C. russula avec elle-même est dans les trois stations plus fréquente que prévu, même si peu d'individus sont en jeu;
- l'occurrence simultanée de M. arvalis et de M. agrestis est toujours moins fréquente que prévu.

Si l'on tient compte du fait que la Chouette effraie rejette quotidiennement 2 à 3 pelotes et que le contenu de chacune d'elles correspond grosso modo à une période de chasse (GUERIN, 1928; FESTETICS, 1968; SMITH & RICHMOND, 1972; MARTI, 1973a) ces faits s'expliquent si l'on admet que la chouette exploite un même milieu au cours de la même ronde de chasse, adoptant une stratégie que ROYAMA (1970) intitule "the profitability of hunting", qu'elle utilise une "image de recherche" (TINBERGEN, 1960; CROZE, 1970) ou un autre processus d'apprentissage (cfr. LAWRENCE et ALLEN, 1983).

En effet, cette image de recherche favoriserait la capture successive d'individus de la même espèce*. Cela expliquerait la première constatation. Les deux autres font penser que la chouette exploite son milieu de manière non aléatoire : on sait que la musaraigne musette a des exigences assez particulières (FONS, 1975a; GENOUD et HAUSSER, 1979; LIBOIS et al., 1983) notamment du point de vue thermique, ce qui limite sa présence à certains milieux. D'autre part, on sait aussi que les deux campagnols sont nettement ségrégués sur le terrain : lorsqu'ils sont microsypatriques, ils se répartissent dans des micro-habitats différents (BERNARD, 1953; SPITZ, 1965; MYLLYMAKI, 1977b et DIENSKE, 1979) et ont "mis au point" des mécanismes comportementaux d'évitement (COLVIN, 1973; DIENSKE, 1979; CARMINATI, 1982 et DE JONGE, 1983).

L'implication de ces faits relatifs au comportement de chasse de l'effraie sera discuté au § 2.6.1. Quoi qu'il en soit, nous retiendrons pour le moment que ces résultats nous interdisent d'utiliser la pelote comme unité d'échantillonnage, à l'instar du mètre carré des botanistes ou du point d'écoute des ornithologues.

La méthode que nous avons mise en oeuvre pour résoudre notre problème a d'abord consisté à établir une relation entre le nombre de proies trouvées dans les différents lots analysés et la richesse "spécifique" de chacun d'entre eux. Il existe entre ces deux paramètres

* Dans certains cas, il est manifeste que la chouette capture une nichée entière. Nous avons p. ex. pu voir à Montignies les Lens une pelote qui recelait en plus des restes de 4 Micromys minutus des débris de graminées habituellement utilisées par ce rongeur pour construire son nid.

** Nous indiquons spécifique entre guillemets dans la mesure où nos catégories taxonomiques ne sont pas toujours des espèces mais peuvent être un genre (Rattus), un ordre (Chiroptères), une classe (oiseaux, batraciens) ou un sous-règne (invertébrés).

une corrélation semi-logarithmique très significative pour les trois régions étudiées :

Belgique : $r = 0,874$ ($n = 294$)
Corse : $r = 0,926$ ($n = 35$)
Pyrénées Orientales : $r = 0,918$ ($n = 29$)

Selon les courbes théoriques calculées, le plateau serait atteint à un peu plus de 1.000 proies en Belgique et dans les Pyrénées Orientales et entre 200 et 400 proies en Corse (fig. 2.4). Cette façon de faire est toutefois très pessimiste dans la mesure où la dernière catégorie taxonomique du lot peut être trouvée - et c'est presque toujours le cas - bien avant la fin de l'analyse de ce lot.

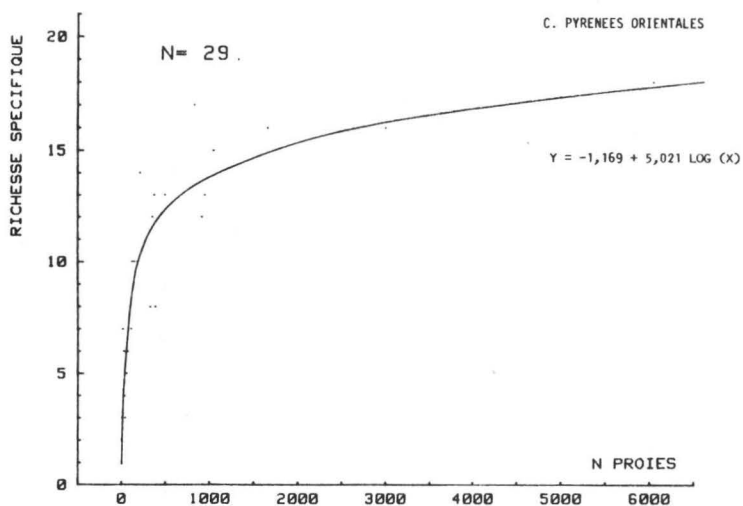
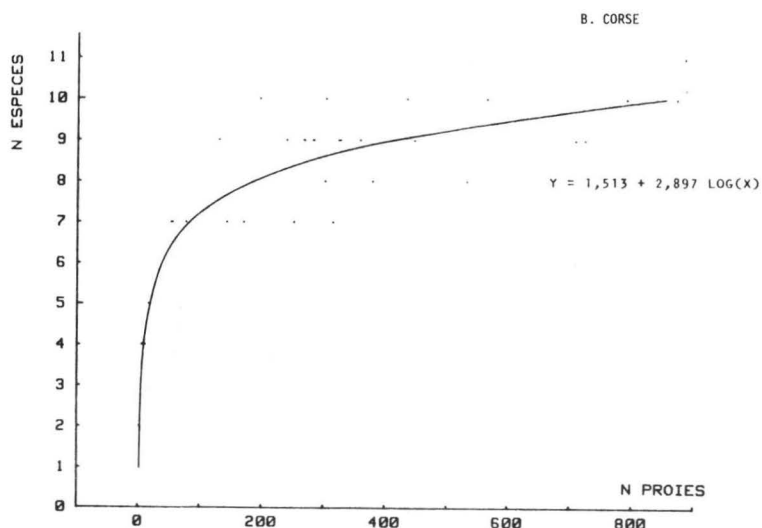
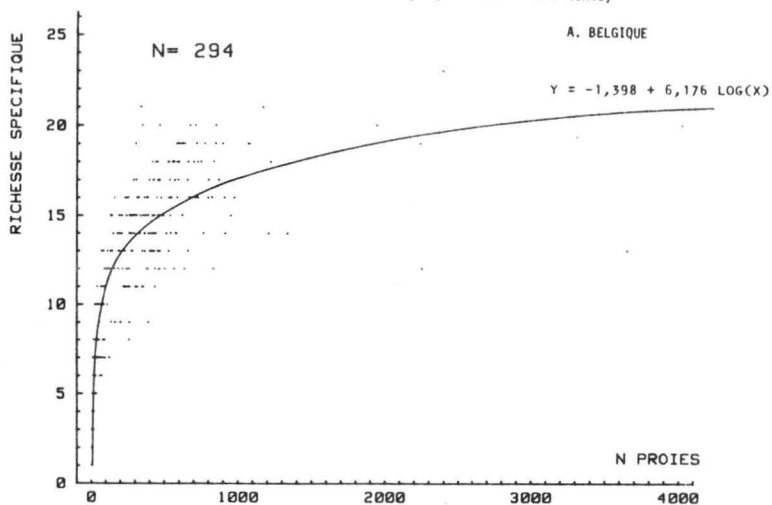
Nous avons donc eu recours à un autre procédé : au cours de l'analyse d'un lot donné, nous notions lors de la découverte d'une nouvelle catégorie taxonomique combien de proies avaient été comptées précédemment. Nous avons ainsi établi pour 31 lots en Belgique, 24 en Corse et 1 dans les Pyrénées Orientales*, des courbes de la richesse "spécifique" cumulée de l'échantillon en fonction du nombre de proies déterminées. La figure 2.5 donne trois exemples de ces courbes individuelles. Nous avons ensuite calculé pour chaque région la relation richesse "spécifique" - logarithme du nombre de proies en confondant toutes les courbes individuelles. Dans chaque cas, nous avons obtenu un coefficient de corrélation très hautement significatif (Belgique : $r = 0,944$; Corse : $r = 0,904$; Pyrénées : $r = 0,976$). Un meilleur ajustement est obtenu si on introduit pour chaque échantillon le couple de données "nombre total de proies dans l'échantillon - richesse totale observée de l'échantillon". Les coefficients de corrélation sont à peine meilleurs (Belgique : 0,946; Corse : 0,905; Pyrénées : 0,968) mais, comme l'indique la figure 2.6.c, les précisions sont moins optimistes (plus de pelotes à analyser). La figure 2.6 montre que pour la Belgique, on atteint pratiquement la richesse totale vers 250-350 proies. A partir de 400 proies, il faut doubler la taille de l'échantillon pour obtenir 2 espèces supplémentaires seulement. En Corse, le plateau est atteint à 100-150 proies déjà et, à partir de 200 proies, on ne peut espérer ajouter une espèce qu'en doublant la taille du lot. Pour les Pyrénées Orientales, le plateau est atteint, pour le seul lot observé, vers 400-500 proies.

2.3.3. Conclusions

En pratique, nous avons exclu des traitements ultérieurs tous les lots qui ne comptaient pas au moins 300 proies en ce qui concerne la Belgique, 130 en ce qui concerne la Corse. Quant aux échantillons des Pyrénées Orientales, si nous avons appliqué d'aussi sévères critères de sélection, nous n'aurions pu envisager, le nombre de lots retenus étant insuffisant, de les soumettre à l'analyse statistique que nous envisagions. Nous avons donc pris en considération pour cette région les 18 lots comptant plus de 100 proies.

* Belgique : stations n° 11, 16, 21, 34, 37, 39, 51, 56, 61, 68, 72, 79, 80, 81, 86, 89, 102, 115, 119, 123, 138, 139, A1, A9, A13, A22, A30, A39a, A49 et A55.
Corse : toutes les stations sauf 1, 8, 9, 10, 14, 16, 18, 22, 23, 27, 30.
Pyrénées Orientales : station n° 1.

FIG. 2.4 : DETERMINATION DE LA TAILLE MINIMALE DE L'ECHANTILLON
 (Explications : voir texte)



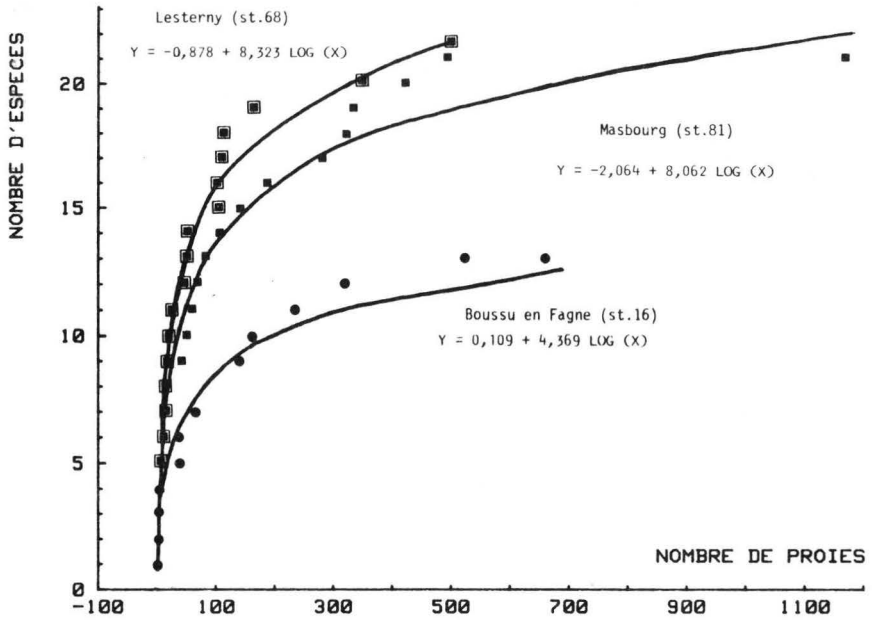
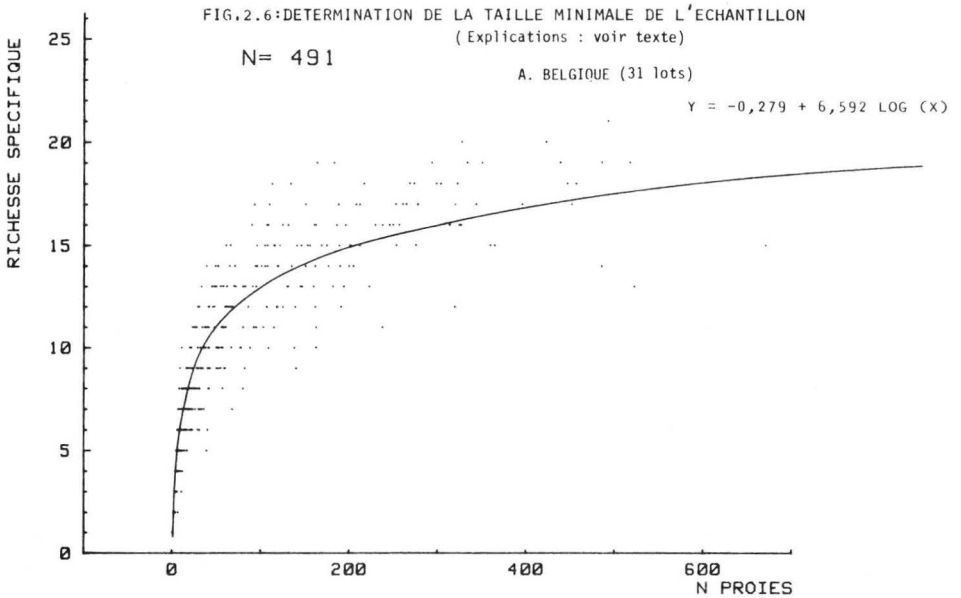
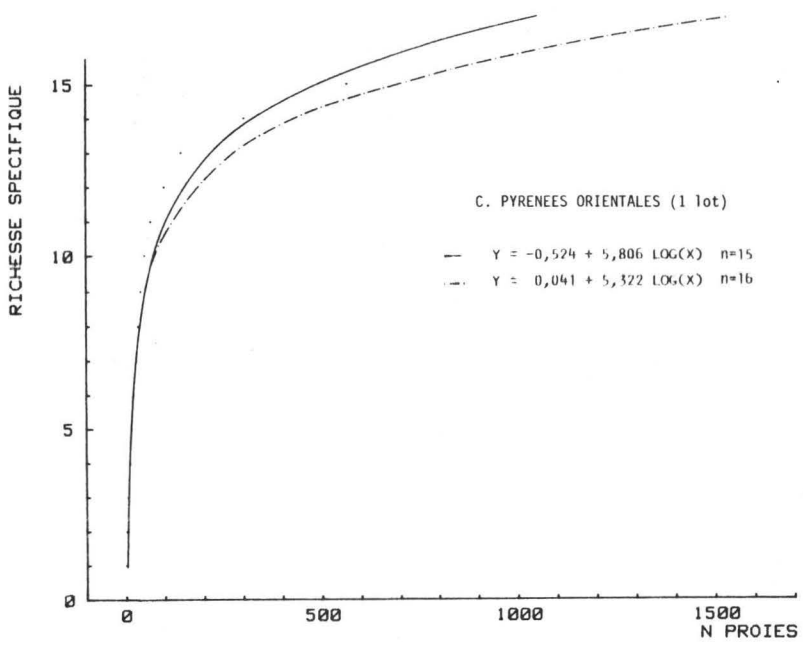
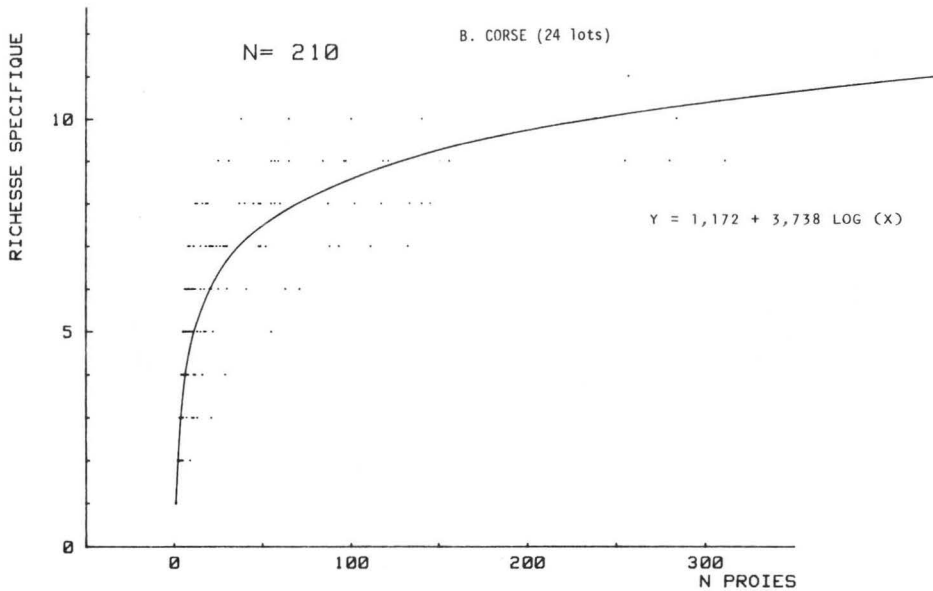


FIG. 2.5 : RICHESSE SPECIFIQUE CUMULEE DE TROIS ECHANTILLONS DE BELGIQUE





2.4. Le domaine de chasse de la chouette effraie

Dans le paragraphe précédent, nous avons défini dans quelles conditions notre échantillonnage devait être réalisé. Avant de passer à l'examen des paramètres écologiques, il est primordial de savoir dans quelle zone ceux-ci doivent être évalués. Cela revient à déterminer quel est le domaine de chasse de la Chouette. Pour le connaître avec précision dans chaque cas, il eut fallu munir chaque chouette étudiée d'un émetteur et la suivre dans ses déplacements. Dans le cadre de la présente étude, on conçoit aisément qu'une pareille entreprise était irréalisable. De plus, il ne faut pas perdre de vue que notre mode de prélèvement des échantillons implique la récolte de pelotes anciennes, éventuellement émises par les occupants précédents dont le domaine de chasse ne correspondait pas nécessairement à celui des occupants du jour.

Certaines espèces de strigiformes ont fait l'objet de recherches à ce point de vue : SOUTHERN et LOWE (1968) ont bagué de nombreux micro-mammifères en vue de retrouver les bagues dans les pelotes de chouettes hulottes et de déterminer de la sorte le domaine de chasse de chaque couple. NICHOLLS et WARNER (1972) ont étudié grâce à la radiotélémetrie l'utilisation du milieu par *Strix varia*. HARDY (1977) a consacré sa thèse au domaine de chasse de la chouette hulotte et des hiboux brachyote et moyen duc (*Asio flammeus* et *A. otus*). Concernant l'effraie, nous n'avons pas eu la chance de trouver semblable travail. Il existe néanmoins quelques vagues indications sur le sujet : GUERIN (1928) situe le reposoir diurne des effraies qu'il observe à 600-700 m du pigeonnier où elles nichent. Selon HOSKING et NEWBERRY (1945), les effraies ne chassent généralement pas à plus de 1500-2000 m de leur aire. SCHMIDT et al. (1971) avancent la même estimation. En revanche, EVANS et EMLÉN (1947) indiquent que la chouette qu'ils étudient semble chasser sur un domaine d'environ 165 acres (rayon = 460 m). Les estimations de GEROUDET (1965) et de PERCO et PERCO (1976) se rapprochent de cette valeur : 100 à 200 ha (rayon de 560 à 800 m) pour le premier, 100 à 400 ha (rayon de 560 à 1130 m) pour les seconds. Deux couples observés par SMITH et al. (1974) allaient chasser à 2,4 et 3,7 km de leur aire mais ces couples nichaient en colonie (28 individus en 1968; 38 en 1969). D'après GLUTZ von BLOTZHEIM et BAUER (1980), le rayon d'action de l'oiseau serait de 800 à 1500 m dans les conditions habituelles. MASURAT (1980) cite deux cas où le domaine de chasse serait situé à 200 m et à 1 km de l'aire. Estimant que les musaraignes aquatiques (*Neomys* sp.) sont linéairement distribuées (le long des cours d'eau), TABERLET (1982) établit une corrélation entre le pourcentage des deux espèces dans le régime et des valeurs arbitraires du rayon du domaine de chasse. Le meilleur coefficient de corrélation est obtenu à partir d'un rayon de 2500 m, valeur que l'auteur retient. Il ne prend toutefois pas en considération la présence de pièces d'eau, de mares ou d'autres milieux humides. Cette omission entraîne inévitablement une surestimation de la taille du domaine de chasse de l'oiseau. En ce qui nous concerne, nous avons mesuré la distance séparant des sites de nidification établis dans des villages immédiatement voisins. Cela fut possible pour 46 de nos stations (6,7,8,15,16,19,24,29,31,32,34,37,49,51,52,53,58,65,67,68,78,79,80,81,83,85,89,90,102,105,106,107,108,109,115,123,124,126,133,137,139,A8,A22,A38,A40,A49 et A51) et pour les villages de Plancenoit et Rebaix. La valeur moyenne obtenue est de 3377 mètres. Compte tenu du fait que près de la moitié de ces villages sont séparés de leur voisin par un massif boisé où ne chasse vraisemblablement guère l'Effraie, nous estimons judicieux de prendre en considération, pour l'évaluation des facteurs écologiques, une zone de 1500 m de rayon autour du point de récolte des pelotes, endroit correspondant, en règle générale, à la situation de l'aire ou du gîte principal de la chouette.

2.5. L'évaluation des paramètres du milieu

Nous avons vu dans l'introduction que la plupart des travaux portant sur l'étude des variations du régime de l'effraie péchaient par un manque de précision dans la description des milieux où chasse l'oiseau. Dans la mesure où nous étions intéressés par une approche globale du problème des variations stationnelles du régime, nous avons tenté de caractériser chaque endroit de récolte par un maximum de paramètres. Les quelques pages qui suivent indiquent par le menu les variables écologiques prises en compte et la manière dont nous les avons estimées.

2.5.1. Belgique

2.5.1.1. Documents de base

- cartes IGN au 1/25.000è;
- cartes pédologiques au 1/20.000è;
- étude de DINGENS et VERNEMMEN (1963) sur les climats;
- ouvrage de HASQUIN (1980) sur les communes de Belgique;
- informations pluviométriques et thermométriques éditées par l'Institut royal météorologique (DUPRIEZ et SNEYERS, 1978; SNEYERS et VANDIEPENBEEK, 1981).

2.5.1.2. L'évaluation des paramètres - surfaces

Sur carte IGN, nous avons évalué la surface occupée par chaque type de paysage végétal à l'aide d'une grille transparente que nous superposions au domaine de chasse supposé de l'effraie. La maille assez serrée de cette grille (5 x 5 mm) a permis des estimations précises en comptant le nombre de carrés occupés par chaque type de milieu. ANRYS (1982) a utilisé cette méthode avec succès dans une étude sur le choix de l'habitat par le blaireau (Meles meles) et a montré par des tests comparatifs qu'elle était très fiable.

2.5.1.3. L'évaluation des paramètres - longueurs

Dans un premier temps, nous avons mesuré les longueurs sur cartes IGN au moyen d'un curvimètre mais, à l'usage, cette technique s'est révélée fastidieuse, relativement imprécise et très fatigante pour la vue. Nous lui avons substitué le comptage du nombre de carrés traversés par une rivière, une haie, un talus ... ou du nombre de fois que les mailles du réseau rencontraient une lisière. La méthode peut être considérée comme très satisfaisante dans la mesure où ces estimateurs sont parfaitement corrélés avec la longueur réelle des paramètres mesurés au curvimètre (voir tableau 2.12 en annexe).

2.5.1.4. L'altitude et le relief

L'altitude de 18 points aléatoirement répartis sur notre grille est lue directement sur la carte IGN. L'altitude de la station est donnée par la moyenne de ces 18 lectures tandis que la vigueur du relief est estimée par l'écart-type de cette moyenne.

2.5.1.5. Autres paramètres

Les cartes IGN nous ont encore servi à déceler la présence d'éléments particuliers du paysage : carrières, mares, étangs, marais ... En ce qui concerne les facteurs édaphiques, nous avons consulté la planche 11B de l'atlas de Belgique (par MARECHAL et TAVERNIER), l'ouvrage de STEFFENS (1971) ainsi que les cartes pédologiques au 1/20.000è éditées sous les auspices de l'IRSIA (TAVERNIER et HANNOTIAUX) chaque fois que cela fut possible : un certain nombre d'entre elles n'étant pas encore éditées ni en chantier ... Le recouvrement des principaux types de sols a été grossièrement estimé sur ces documents (sols argileux, limoneux, sableux, limonosableux ou sablolimoneux, limonocailleux ...).

Le climat de chaque station a été caractérisé sur base du travail de DINGENS et VERNEMMEN (1963).

Enfin, dans "Communes de Belgique" (HASQUIN, 1980), nous avons lu le nombre d'habitants des communes d'où proviennent nos échantillons.

2.5.2. Corse

2.5.2.1. Documents de base

- cartes IGN au 1/25.000è complétées et corrigées d'après les photographies aériennes (vols 75 FR 2699/170, 78 FR 2964/145, F 81 150 9178, F 82 300 4154, F 82 300 4155 4255 et F 82 300 4347);
- carte de la végétation de la France, feuille de la Corse et sa notice (DUPIAS et al., 1965);
- observations climatologiques (années 1972 à 1980) éditées comme numéros spéciaux du Bulletin de la Société des Sciences historiques et naturelles de la Corse pour le compte des commissions météorologiques départementales de la Corse.

2.5.2.2. L'évaluation des paramètres "surfaces" et "longueurs"

Toutes ces variables ont été estimées de la façon déjà décrite pour la Belgique.

2.5.2.3. Le climat

Pour chaque localité de récolte des pelotes, le coefficient ombrothermique d'EMBERGER (1942)

$$Q = \frac{100 P}{M^2 - m^2}$$

ou P = pluviosité annuelle (en mm)

M = moyenne des max. du mois le plus chaud

m = moyenne des min. du mois le plus froid

a été calculé à partir des données des stations météorologiques les plus proches ou en interpolant 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 2.13a reprend les résultats de ces calculs de même que le nom des stations de référence (voir annexe).

2.5.2.4. Autres paramètres

Altitude et relief ont été estimés de la même façon qu'en Belgique à la différence près que les points qui nous ont servi en Corse sont les points cotés sur carte IGN.

La présence d'éléments particuliers dans le paysage (marais, étangs, terrasses de culture ...) a également été notée à partir soit d'observations de terrain, soit des photographies aériennes.

En ce qui concerne la végétation, nous avons noté la série ou l'échelon auquel appartient la station de récolte. Lorsqu'elle est située dans une région intermédiaire, nous l'attribuons aux séries ou échelons entre lesquels elle fait la transition.

Enfin, l'importance de l'habitat humain a été estimée en comptant le nombre de carrés de la grille contenant des maisons.

2.5.3. Pyrénées Orientales

2.5.3.1. Documents de base

- cartes IGN au 1/25.000è;
- carte de la végétation de France, feuille de Perpignan (GAUSSEN, 1972);
- atlas de Catalunya Nord (BECAT, 1977);
- annales climatologiques des Pyrénées Orientales de 1966 à 1977;
- dictionnaire des communes de France (ANONYME, 1973).

2.5.3.2. L'évaluation des paramètres "surfaces" et "longueurs"

Elle s'est faite de la même façon qu'en Belgique. Pour les longueurs, nous n'avons toutefois pas utilisé la technique des carrés : les longueurs ont été mesurées au curvimètre sur carte IGN.

2.5.3.3. Autres paramètres

Altitude et relief ont été estimés de la même manière qu'en Corse mais, pour l'analyse des correspondances, le relief des stations a été noté "plaine" ou "collines". Les éléments particuliers du paysage ont aussi été pris en considération de même que la série phytosociologique caractérisant la station. Le climat a été caractérisé de la même façon qu'en Corse (cfr. tableau 2.13b en annexe) tandis que la concentration de l'habitat humain a été évaluée par un indice exprimant le rapport entre le nombre de maisons de la commune et le nombre de carrés de la grille occupés par des habitations.

2.6. Discussion sur la méthode

Telle que nous venons de l'exposer, notre méthode est loin d'être parfaite. Elle reste peu précise et, malheureusement, son degré de précision ne peut être déterminé. Cela tient essentiellement au fait que nous n'avons aucun contrôle de notre échantillonneur : la chouette. Malgré les précautions prises lors du prélèvement des pelotes, nous ne pouvons savoir si l'image de la biocénose des petits mammifères telle que nous la voyons au travers du régime de l'effraie est le reflet fidèle de la situation telle qu'elle se présente sur le terrain. Nous ignorons aussi à quelle étendue précise cette image se rapporte.

La discussion sera abordée point par point et se terminera par l'examen critique d'alternatives éventuelles.

2.6.1. La stratégie alimentaire de la chouette effraie

Se demander quelle est la stratégie alimentaire d'un prédateur revient à se poser deux questions : sélectionne-t-il ses proies et, si oui, en fonction de quel(s) facteur(s) le fait-il ? A vrai dire, dans le cas de l'effraie et des Strigiformes en général, on a relativement peu d'informations sur le sujet bien que le régime de ces oiseaux soit très connu. C'est que l'estimation de la densité des proies est assez difficile ...

TINBERGEN (1933) estime que les variations locales ou temporaires du régime du hibou moyen duc (Asio otus) sont toujours causées par des variations concordantes des réserves de nourriture disponibles. SOUTHERN (1954, 1970) trouve que les différences de densité de population du campagnol roux et du mulot sylvestre se reflètent dans le régime de la hulotte (Strix aluco), au moins pour quatre des huit saisons étudiées. BOVET (1963) observe aussi des variations de la proportion des Crocidurinae et des rongeurs dans le régime de l'effraie correspondant à des variations concomitantes de leur abondance relative sur le terrain. BOHNSACK (1966) met en parallèle les fluctuations de campagnols dans le régime de l'effraie et dans la nature. Il constate cependant que la proportion Microtus + Sorex reste relativement constante. DE BRUIJN (1979) fait les mêmes constatations aux Pays Bas. L'étude d'OTTENI et al. (1972) établit une corrélation très étroite entre les proportions des différentes catégories de proies dans le régime de l'effraie et les biomasses relatives de ces proies dans la zone d'investigations. WEBSTER (1973) montre que les variations saisonnières de l'abondance de Microtus agrestis dans les pelotes d'effraie sont reliées avec le niveau des populations de ce rongeur. PAGE et WHITACRE (1975) ont observé que la proportion de bécasseaux (Calidris alpina, C. minutilla, C. mauri et C. alba) dans le régime de différents rapaces (principalement de Asio flammeus et Falco columbarius) était directement fonction de leur abondance dans les zones d'hivernage exploitées par ces rapaces. WENDLAND (1975) a observé que la proportion d'Apodemus flavicollis montrait dans le régime de la hulotte des pics d'abondance à intervalles réguliers de 3 ans. Cette périodicité correspond assez bien à celle que l'on observe sur le terrain chez différentes espèces de rongeurs. Pour HARDY (1977) enfin, les variations du régime du moyen duc et de la hulotte suivent assez bien les fluctuations d'abondance de leurs proies.

On ne peut donc contester que la composition du régime de ces rapaces suive d'assez près celle de la faune qu'ils exploitent. Toutefois, le parallélisme n'est pas toujours parfait : HANNEY (1952) a en effet

montré que l'abondance de certaines espèces dans le régime de l'effraie n'était pas nécessairement associée avec leur abondance relative sur le terrain. SPITZ a également observé que dans les polders vendéens où la densité de Microtus arvalis n'est jamais faible mais varie dans une proportion de 1 à 100, ce campagnol représente toujours 65 à 85 % des proies de cette chouette et que le pourcentage des espèces-tampons fluctue sans aucun rapport avec les densités réelles (SAINT GIRON et SPITZ, 1966). Des constatations analogues sont faites par KORSCHGEN et STUART (1972) sur différents rapaces (Bubo virginianus, Strix varia, Asio otus, Otus asio et Buteo jamaicensis). Ils estiment toutefois que des densités anormalement élevées de petits rongeurs peuvent être détectées par des études des habitudes alimentaires. Chez Bubo virginianus, RUSCH et al. (1972) ont observé que la proportion de Lepus americanus augmentait dans le régime de manière tout à fait parallèle à l'augmentation de sa densité sur le terrain ($r = 0,99$) mais que simultanément la proportion des autres proies (micromammifères et galliformes) chutait quelle que fut leur densité de population.

Ces constatations font évidemment penser, tout comme les données de BOHNSACK et de DE BRUIJN, à la présence chez les rapaces nocturnes d'un mécanisme décrit sous le nom de réponse fonctionnelle de type 3 par HOLLING (in CURIO, 1976) : la représentation d'une proie dans le régime d'un prédateur augmente en fonction de sa densité suivant une courbe sigmoïde. Pareille réponse a été observée chez les mésanges charbonnières (Parus major) par TINBERGEN (1960) : une certaine proie reste ignorée jusqu'au moment où sa densité augmente. Alors, le prédateur change de régime (switching) et commence à exploiter cette proie de manière d'autant plus intensive que sa densité est élevée, du moins jusqu'à une certaine valeur de cette dernière, au-delà de laquelle la proportion de la proie dans le régime reste constante. Pour TINBERGEN, il s'agit du résultat d'un processus d'apprentissage : l'adoption par le prédateur d'une image de recherche spécifique. L'existence de ce processus a été magistralement mise en évidence par CROZE (1970) chez la corneille noire et par DAWKINS (1971 a et b) chez de jeunes poussins, mais l'interprétation de TINBERGEN et de ses élèves (MOOK et al., 1960) est vigoureusement contestée par ROYAMA (1970) qui lui préfère l'hypothèse de la profitabilité de la chasse : le prédateur maximise l'efficacité de sa chasse. Pour cela, il restera peu de temps dans les endroits peu profitables (où la densité des proies est faible) et consacra tout son effort de chasse aux taches les plus rentables. TINBERGEN (1982) a très bien montré que l'étourneau était capable de mémoriser, à court terme au moins, la localisation d'une zone intéressante et que l'hypothèse de la profitabilité de la chasse expliquait bien le comportement de l'oiseau quant à la prospection de taches à la recherche de proies. Il pense cependant que la décision de chasser telle ou telle proie précède, chez l'oiseau, celle de chasser à tel ou tel endroit et c'est à ce niveau de la hiérarchie de décision qu'il fait appel au concept d'image de recherche, réconciliant ainsi deux hypothèses considérées, à tort, comme exclusives par ROYAMA. Selon LAWRENCE et ALLEN (1983), l'image de recherche n'est pas un comportement courant et son importance dans la nature n'a pas encore été établie. Leur définition est toutefois fort restrictive puisqu'ils considèrent qu'il s'agit d'un changement perceptif de la capacité d'un prédateur à détecter une proie familière *cryptique*. Ce n'est certainement pas dans ce sens qu'il convient de comprendre l'interprétation de TINBERGEN (1981) et ce dernier ne semble pas confondre "image de recherche" et autre processus d'apprentissage.

Comme nous l'avons vu au § 2.3.2. (tabl. 2.11 en annexe), la chasse de l'effraie semble, elle aussi, influencée par un processus d'apprentissage. Quelle que soit la nature de ce dernier, nous devons nous attendre, chez l'effraie, à une réponse non linéairement dépendante de la densité des proies. Le changement de proie (switching) en fonction de

La densité a fait l'objet de plusieurs expériences, notamment sur des coccinelles (MURDOCH et MARKS, 1973) et des guppies (MURDOCH et al., 1975). Il en ressort que lorsque le rapport entre les densités de la proie préférée et de l'autre varie, il n'y a changement que si la préférence pour l'une est relativement faible et fort variable d'un individu prédateur à l'autre (MURDOCH et al., 1975), que le prédateur est mobile, qu'il utilise un système de détection à distance et que les proies sont réparties en taches où leur densité relative est différente (CORNELL, 1976).

Mobilité, détection à distance (vue et ouïe : cfr. SCHALTER et SCHLEIDT, 1977; KNUDSEN et KONISHI, 1979), proies distribuées en taches, voilà des conditions qui s'appliquent à l'effraie. Quant à la préférence, il est bien difficile de savoir s'il en existe une et, le cas échéant, en fonction de quel paramètre elle s'exprime.

Selon la théorie du régime alimentaire optimal (optimal diet theory) un prédateur maximise l'énergie qu'il prend par unité de temps : il sélectionne les proies de manière à ce que son gain énergétique soit le meilleur (cfr. EMLEN, 1966; MAC ARTHUR et PIANKA, 1966; PULLIAM, 1974; KREBS, 1978, ...). Dans sa version la plus simple, cette théorie suppose en outre que les proies peuvent être reconnues instantanément par le prédateur quant à leur profitabilité et qu'elles sont distribuées au hasard. Les prévisions de cette théorie peuvent se résumer comme suit :

- si la proie profitable est rare, le prédateur n'opérera aucune sélection;
- si la proie profitable est abondante, les proies de moindre valeur sont ignorées quelle que soit l'importance de leurs effectifs.

La validité de ces prédictions a pu être démontrée expérimentalement chez la mésange charbonnière (KREBS et al., 1977) et dans la nature chez le chevalier gambette (GOSS-KUSTARD, 1977) et le gobemouche gris (DAVIES, 1977). La maximisation du gain énergétique n'est cependant pas le seul "objectif" poursuivi par un prédateur. Celui-ci répond aussi à des critères de qualité qui l'obligent à diversifier son régime, même si la densité de population de la proie la plus profitable est très élevée. TINBERGEN (1981) l'a magistralement illustré chez l'étourneau.

De ces considérations théoriques, ROYAMA (1970) déduisait en outre un important corollaire, à savoir que les proies apportées aux jeunes par les adultes devaient être de plus grande profitabilité que celles que les adultes eux-mêmes mangent (importance du rapport énergie transportée/énergie dépensée pour le transport). Ce fait a déjà été observé chez plusieurs espèces : mésange charbonnière (TINBERGEN, 1960), chouette hulotte (SOUTHERN, 1969; HARDY, 1977), gobemouche gris (DAVIES, 1977) et martin-pêcheur (HALLET, 1984).

En ce qui concerne l'effraie, SAINT GIRONS (1964) estime que les poussins se nourrissent de proies plus petites que l'adulte, mais ses résultats ne sont pas fiables en raison d'une erreur méthodologique (petites pelotes considérées comme pelotes de jeunes et grandes comme pelotes d'adultes). Au tableau 2.6 (annexe), nous avons vu qu'il existait une différence significative entre la composition d'un lot de pelotes d'adultes et celle d'un autre lot, récolté en même temps et constitué en grande partie de pelotes de jeunes (voir § 2.3.1). Ce dernier con-

tenait beaucoup plus de rongeurs et l'autre plus de musaraignes du genre Sorex dont le poids (env. 10 g.) est nettement inférieur à celui des campagnols ou des mulots (env. 20 g.). Il est intéressant de noter de surcroît que les seules grosses proies (rats, lérots et taupe) identifiées dans cette station ont été trouvées dans les "pelotes de jeunes". Il est donc vraisemblable que l'effraie elle aussi ait adopté, comme le pense d'ailleurs GRIFFITHS (1975), une stratégie de maximisation de la quantité d'énergie prise par unité de temps et qu'elle réponde aux prévisions de la théorie du régime optimal. Il convient toutefois de les moduler car la réalité est bien plus complexe que ne le suppose ce modèle fort simple qui postule que le prédateur reconnaît instantanément la valeur de chacune de ses proies et que le temps de manipulation d'une proie ne varie pas. Pour HUGHES (1979), la valeur d'une proie pour un prédateur n'est pas fonction d'une simple propriété physique mais d'un ensemble de facteurs très divers : distance, vitesse, degré de dissimulation (crypticity) et aussi habileté du prédateur à reconnaître et à manipuler rapidement sa proie (importance de l'apprentissage : image de recherche, (cfr. ERICHSEN et al., 1980; GENDRON et STADDON, 1983, p. ex.). On peut donc s'attendre à ce qu'un régime soit varié si les valeurs relatives des proies sont peu différentes, si le prédateur, par un processus d'apprentissage, peut en modifier l'échelle et si le taux de rencontre avec chacune des proies est faible. Il sera au contraire spécialisé si l'ordination des proies n'est pas ambiguë (valeurs relatives très différentes). ESTABROOK et DUNHAM (1976) ont simulé une situation où variaient l'abondance totale de six proies ainsi que les proportions et les valeurs relatives de chacune d'entre elles. Leur modèle est intéressant car la plupart des autres ne font jamais état d'une situation où le prédateur est confronté avec plus de deux proies. Voici leurs conclusions :

- l'abondance relative des différentes proies n'a pas un effet très déterminant sur l'utilisation d'une stratégie;
- l'abondance totale des proies exerce par contre une influence décisive sur la stratégie adoptée : spécialisation sur le type le plus profitable s'il y a beaucoup de proies disponibles;
- si les proies ont des valeurs relatives assez similaires, il faut que l'abondance totale des proies soit très élevée pour que la spécialisation représente la stratégie optimale.

En bref, on peut s'attendre à ce que l'effraie module sa stratégie en fonction de l'abondance de ses proies. Elle aurait plutôt tendance à maximiser le nombre de captures (c'est-à-dire à prendre ce qu'elle rencontre) lorsque la densité de ses proies est faible et à n'opérer un choix en faveur de sa(ses) proie(s) préférée(s) qu'en période d'abondance de nourriture. L'échelle des préférences est-elle étendue chez l'effraie ? A première vue, il ne semble pas. Elle l'est en tout cas nettement moins que chez d'autres rapaces nocturnes de même taille (Asio otus et A. flammeus p. ex.) puisque placée dans les mêmes conditions de milieu, elle montre un régime nettement plus euryphage (HARDY, 1977; LIBOIS, 1977c). Quoiqu'il en soit, même en période d'abondance des proies, il est probable qu'elle maintienne un régime varié : les prédateurs manifestent en effet une propension à capturer des proies bizarres (odd preys) (cfr. MUELLER, 1974) ou voyantes (cfr. KAUFMANN, 1974 a et b). Peut-être peut-on considérer que les items rares sont "bizarres" ou "voyants" pour un prédateur. On sait par ailleurs que malgré un certain attrait pour la nouveauté, le phénomène d'empreinte sur la nourriture ou une certaine expérience précoce ou préalable ont une influence capitale sur la détermination des préférences alimentaires (MUELLER, 1974; CURIO, 1976; CORNELL et PIMENTEL, 1978; JAEGER et RUBIN, 1982). Enfin,

WADDINGTON (1982) fait remarquer que l'adoption de l'hypothèse d'une rencontre simultanée du prédateur avec plusieurs types de proies plutôt que celle de l'hypothèse d'une rencontre séquentielle (sur laquelle sont basés les modèles de régime optimal) aboutit à la prévision d'un régime plus varié, même si la nourriture est abondante. C'est notamment parce que le choix du prédateur dépend dans une plus large mesure des densités relatives des différentes proies disponibles. On ne peut s'empêcher de penser qu'une "rencontre simultanée" devient d'autant plus vraisemblable que la densité de proies est élevée ...

La préférence dépend donc de très nombreux facteurs et ne reste constante ni dans le temps ni dans l'espace.

En conclusion, on peut retenir que si le régime de l'effraie donne une image déformée de la biocénose des petits mammifères qu'elle exploite, il peut, malgré ses distorsions, nous donner à ce sujet de précieuses indications. L'utilisateur de la technique se devra donc de rester prudent dans le choix du mode d'exploitation des données et dans l'interprétation des résultats.

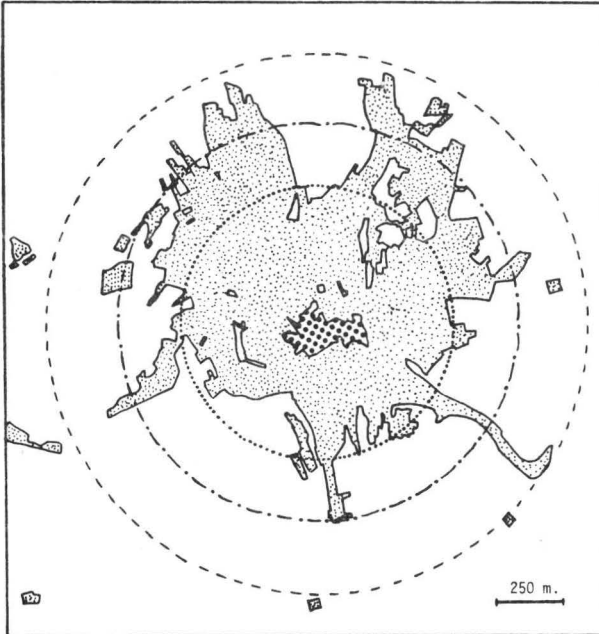
2.6.2. La stratégie d'occupation de l'espace chez la chouette effraie

Selon GEROUDET (1965), le domaine de chasse de l'effraie doit présenter une forte proportion de milieux ouverts (champs, vergers, jardins, friches, marais ...) mais l'oiseau explore aussi les sous-bois, les lisières, les clairières, les rives des ruisseaux. Cette opinion est notamment partagée par VON KNORRE (1973), FAST et AMBROSE (1976) et GLÜTZ et BAUER (1980). On ne sait cependant que très peu de choses sur la façon dont elle utilise son habitat. GEROUDET écrit à ce sujet qu'elle parcourt des itinéraires réguliers où elle s'arrête aux meilleurs postes d'affût. Nous avons vu (§ 2.3.2.) qu'il est permis de penser qu'elle ne chasse pas au hasard mais concentre au cours d'une nuit son activité dans une zone bien déterminée. C'est ce que semble avoir récemment observé MEYLAN (comm. pers.) chez une effraie qu'il a équipée d'un émetteur.

D'autres strigiformes ont été étudiés par radiorepérage et montrent une utilisation non uniforme de leur domaine. Strix varia chasse en chênaie et en forêt mixte de préférence aux aulnaies, aux formations à Thuja occidentalis et aux milieux ouverts (NICHOLLS et WARNER, 1972). Dans le même site, Aegolius acadicus chasse principalement en lisière des forêts de Thuja, évitant les îlots d'Acer saccharum et de Tilia americana qui occupent pourtant le centre de son domaine (FORBES et WARNER, 1974). Cette espèce peut également faire un usage très intensif de toutes petites parties de son domaine vital. HARDY (1977) a montré que les huttes dont les domaines vitaux n'étaient pas entièrement boisés, ne chassaient en terrain découvert que le long de bandes étroites convergeant en un lieu boisé (bosquet) où se situait leur aire. En outre, il a remarqué que plus de 50 % des pointages effectués s'inscrivaient dans une zone de quelques hectares, représentant seulement de 15 à 20 % de la surface du domaine vital.

Il est donc hautement vraisemblable que l'effraie, elle aussi, n'exploite pas son domaine de chasse de manière uniforme ou aléatoire. Dès lors, on s'aperçoit combien l'assimilation du domaine de l'oiseau à un cercle de 1500 m de rayon est une approximation des plus grossières de la réalité. Toutefois, dans l'état actuel de nos connaissances sur cet aspect du comportement de l'effraie, nous ne voyons guère de palliatif à cette imperfection. Sans doute aurions-nous pu faire varier le rayon et examiner les conséquences de cette manipulation sur les résul-

FIG. 2.7 : REPARTITION DES DIFFERENTS MILIEUX
A LA STATION 120 (SUXY)



Remarquer les différences de proportions des principaux types de milieux pour les trois valeurs sélectionnées du rayon (1 1,5 et 2 km.)

- ☒ Maisons et jardins
- ☑ Prairies
- Forêts

tats obtenus. Il tombe sous le sens, en effet, que les superficies relatives des différents milieux ne restent pas constantes si le rayon varie. Cela est un fait pour certaines stations au moins (fig. 2.7). Si nous avons choisi 1500 m, ce n'est évidemment pas par hasard (voir § 2.4) et le gigantesque surcroît de travail que nous eut imposé la démarche de comparer les résultats obtenus pour des rayons de valeur différente nous paraissait relativement inutile : pour l'analyse des correspondances, nous avons transformé chaque variable initiale en variable discrète à trois modalités au plus. Le découpage, reposant sur une base comparative, réduit fortement les effets des variations du rayon : ANRYS (comm. pers.) a montré qu'en faisant varier le rayon de son aire d'échantillonnage dans un rapport de 1 à 1,4 puis à 2, les descripteurs (surfaces et longueurs) étaient très souvent codés de la même façon dans les trois cas et sinon, qu'ils passaient simplement d'une classe dans la classe voisine, cela n'ayant qu'une incidence très limitée sur le résultat final.

De nouveau, nous devons donc conclure que notre technique pêche par manque de précision et que les résultats devront être commentés avec beaucoup de circonspection.

2.6.3. Une alternative possible ?

Les techniques d'étude de nos petits mammifères sur le terrain ne sont pas légion. L'observation directe est impraticable : les animaux sont petits, nocturnes et vivent dans des milieux où ils sont très bien dissimulés. Celle des traces de leur activité (empreintes, crottes, reliefs de repas, constructions diverses) revêt un caractère anecdotique et pose d'insurmontables problèmes d'identification. Quelques cas particuliers font exception : taupe, campagnol terrestre, Gliridae (voir BANG et DAHLSTRÖM, 1974; LIBOIS, 1977c). Ces techniques ne permettent en aucun cas des estimations fiables des populations (cfr. SPITZ, 1963a, 1969 et TWIGG et BROWN, 1975). La seule méthode alternative que nous devons encore envisager est le piégeage.

SPITZ (1969) fait une revue générale des différentes façons de procéder. Schématiquement, on distingue les méthodes exhaustives : recensement direct par défrichage ou par piégeage total d'une surface et les méthodes basées sur le marquage et la recapture d'individus : pié-geages en quadrat ou en ligne.

- Le défrichage

Bien qu'il s'agisse d'une méthode absolue très séduisante, son utilisation reste limitée aux zones herbacées. Comme de surcroît elle nécessite l'utilisation d'enclos coûteux ou d'un personnel important et habile à capturer les animaux, on comprendra aisément qu'on ne puisse y avoir recours systématiquement, d'autant plus que le terrain, une fois recensé, est complètement saccagé.

- Le piégeage total d'une surface donnée

Non moins séduisante que la première, cette technique demande que l'immigration vers la zone piégée soit empêchée ou évaluée pour chaque espèce. Le terrain de recensement doit donc être clôturé soigneusement ou bien l'on doit procéder à des marquages préalables dans toute la zone périphérique de manière à évaluer correctement le taux d'immigration de chaque espèce. A ce point de vue, les inconvénients du piégeage total sont semblables à ceux des piégeages par marquage-recapture.

- Le piégeage par marquage-recapture

Parmi les méthodes d'estimation de la densité de petits mammifères, ce sont incontestablement celles qui se fondent sur le marquage-recapture qui sont les plus "légères". La correction des résultats obtenus le long de lignes-standards (LE LOUARN et al., 1970) par l'application de coefficients allège encore le travail de l'écologiste puisqu'il peut alors éviter le recours au quadrat (voir SPITZ et al., 1974). Ces coefficients doivent toutefois être préalablement déterminés pour chaque espèce et chaque grand type de milieu. Ces méthodes sont aussi les moins destructrices puisqu'elles n'entraînent ni la mise à sac du milieu étudié ni la suppression des animaux : ils DOIVENT être relâchés. Le marquage-recapture implique cependant deux conditions qui ne sont malheureusement pas respectées très souvent :

- * Tous les individus doivent avoir la même chance d'être soumis au marquage. Ce n'est pas souvent le cas : les femelles sont généralement plus actives que les mâles et il existe au sein d'une population des différences individuelles très nettes dans la réaction vis-à-vis des pièges (individus timides et individus francs) (CROWCROFT et JEFFERS, 1961). En outre, il est démontré que l'odeur des pièges affecte dans une large mesure la piégeabilité des animaux, donc les éventuelles estimations de densité (BOONSTRA et KREBS, 1976; MAZDZER et al., 1976). Par exemple, STODDART (1982) obtient une estimation de 62 % plus élevée lorsqu'il prend la peine de nettoyer les trappes après chaque capture !

* Les individus marqués et les autres (non marqués) doivent avoir au cours des piégeages ultérieurs la même probabilité de capture. Bien qu'apparemment vérifiée dans certains cas (SPITZ, 1963b et 1964), cette condition n'est pas toujours remplie et l'admettre comme principe général ferait preuve d'une méconnaissance coupable de variations individuelles du comportement vis-à-vis des pièges : au cours d'une étude (quadrat) portant sur les musaraignes des Hautes-Fagnes, nous avons remarqué que certains animaux n'étaient jamais recapturés bien que piégés au centre de la grille alors que d'autres se faisaient systématiquement reprendre lors de chaque relevé (toutes les deux heures).

A supposer que les inconvénients que nous venons de citer n'aient qu'une influence minime sur le résultat final, le piégeage a, dans notre cas, d'autres désavantages :

- Les pièges n'ont pas tous la même efficacité (cfr. p. ex. PHILLIPS et EAST, 1961; PELIKAN et al., 1977). Il convient donc d'homogénéiser le matériel. C'est facile;
- Certains individus (notamment les musaraignes) meurent dans les pièges. Les calculs de densité sont alors faussés. Pour éviter cela, le piègeur doit assurer le relevé de ses engins toutes les deux heures. Avec un matériel de 150-200 pièges, sa présence sur le terrain sera ininterrompue tout au cours de la session de piégeage;
- Les pièges ne permettent pas de capturer toutes les espèces formant la biocénose des micromammifères. Le muscardin n'est que très difficilement piégeable (SIDOROWICZ, 1959; GAISLER et al., 1977). La musaraigne étrusque, trop légère, échappe à tous les pièges classiques (FONS, 1974). Pour capturer la taupe et les campagnols à moeurs hypogées (*Pitymys*, *Arvicola terrestris*), il faut enterrer les trappes; elles deviennent alors inefficaces pour les autres espèces.

Matériel et technique de recensement doivent donc être adaptés à chaque espèce ou groupe d'espèces composant la biocénose. En admettant que cela soit réalisable moyennant du temps, il reste que les résultats doivent être comparables d'un endroit à l'autre. A cet égard, ils peuvent encore être affectés par différentes circonstances :

- Les conditions météorologiques interviennent de façon significative sur l'activité des animaux et donc sur leur piégeabilité (SIDOROWICZ, 1960; DOUCET et BIDER, 1969 et 1974; VICKERY et BIDER, 1981; FONS, comm. pers.; obs. pers.);
- l'abondance des micromammifères connaît d'importantes variations saisonnières et annuelles, qu'elles soient cycliques (voir p. ex. ASHBY, 1967; MYLLYMAKI, 1977 a et b; FINERTY, 1980) ou pseudocycliques comme le montrent GARS D et HOWARD (1981 et 1982).

En bref, un piégeage donne sur la biocénose étudiée des indications tronquées - certaines espèces n'apparaissent pas - et ponctuelles à moins qu'il ne soit répété à intervalles réguliers. Au niveau de perception où nous nous plaçons (celui du secteur, sensu BLONDEL, 1979) on commence à concevoir qu'il soit difficile d'envisager sérieusement l'utilisation d'une technique de capture comme alternative possible.

Le matériel réuni par analyse de pelotes de réjection d'effraie compte 124.185 petits mammifères. Si nous avons dû obtenir ce matériel par piégeages, disposant de 200 pièges (bonne moyenne pour un piègeur)

et sachant que le rendement de capture est de l'ordre de 10 % (*), il ne nous aurait pas fallu moins de 17 années de piégeage ininterrompu ($124.185/200 \times 10 \% = 6.209$ jours) !

Plus réalistement, si nous considérons que pour chacune de nos 186 stations nous avons en moyenne 5 milieux différents à échantillonner et que dans chaque milieu nous posons une seule ligne standard (100 pièges pendant 3 nuits), il nous faut 9 jours par station, c'est-à-dire un total de 1674 jours (4 ans et 7 mois) de piégeage, cette procédure ne permettant de surcroît aucun raffinement (piégeage particulier pour les Pitymys p. ex.).

Compte tenu de l'importance des fluctuations saisonnières et annuelles de la densité de la plupart des espèces de micromammifères, on comprend qu'il soit tout à fait illusoire de tenter, dans de pareilles conditions, de comparer entre eux les résultats des différentes stations.

Sans vouloir dénier toute valeur aux piégeages dans d'autres circonstances (voir JANEAU, 1980, p. ex.), nous pensons qu'à l'échelle où nous nous situons, la seule technique envisageable était l'analyse de pelotes de réjection d'effraie. Certes, nous l'avons vu, cette méthode a ses limites et ses défauts. Nous avons tenté d'en réduire l'influence par notre mode de prélèvement des échantillons qui tempère incontestablement les variations saisonnières, annuelles ou individuelles du régime. Il n'en demeure pas moins que nous devons faire preuve de beaucoup de prudence dans l'interprétation de nos résultats.

2.7. Les traitements statistiques

Nous venons de voir comment l'échantillonnage a été réalisé et comment le paysage de chasse de l'effraie a été décrit. Il nous reste à savoir comment mettre en évidence d'éventuelles relations entre la composition du menu de l'oiseau et le type de paysage dans lequel il chasse, compte tenu des restrictions formulées au paragraphe précédent. Comme nous le verrons plus loin, il n'est pas facile de relier les variations de la proportion des différentes catégories de proies d'une localité à l'autre à l'influence de facteurs écologiques donnés en utilisant des méthodes statistiques simples ou encore moins en se fiant à sa seule intuition. Les résultats que certains de nos prédécesseurs ont obtenus de cette manière ne sont d'ailleurs guère probants (voir introduction). Les facteurs envisagés sont, en effet, souvent imbriqués et saisir la complexité de leurs interactions nécessite le recours à des procédés qui permettent de les considérer simultanément. C'est pourquoi nous nous sommes résolument tournés vers l'utilisation de techniques d'analyse multivariée.

2.7.1. Analyse en composantes principales et analyse des correspondances

Il n'entre pas dans nos intentions de développer ne fut-ce qu'un rappel des fondements mathématiques de ce type de traitement. Le lecteur intéressé pourra se reporter aux ouvrages de LEBART et al. (1977),

(*) En Belgique, nos piégeages nous ont rapporté 1033 animaux en 12063 nuits-pièges (8,6 %); en Corse : 265 animaux en 2366 nuits-pièges (11,2 %).

de LEGENDRE et LEGENDRE (1979) ou de BENZECRI et coll. (1980). Schématiquement, on peut dire que le principe de ces analyses est de créer, à partir de N variables, un hypervolume à N dimensions dans lequel seront situés les Z échantillons. Le procédé est donc purement descriptif. Afin de faciliter l'interprétation de la complexité de cet espace multidimensionnel, celui-ci est projeté sur un plan qui est calculé de manière à représenter la plus grande part possible de l'information contenue dans le nuage à N dimensions. Toutes les variables contribuent à construire les axes factoriels qui définissent les plans successifs mais dans des proportions différentes; chacun des axes factoriels est de surcroît indépendant de chacun des autres (axes orthogonaux). L'interprétation des plans factoriels revient donc à dégager la structure d'un objet (espace écologique dans le cas présent) par l'examen de coupes toutes perpendiculaires entre elles.

La différence fondamentale entre analyse des correspondances et analyse en composantes principales réside en ce que la première travaille sur des tableaux de contingence et la seconde sur des matrices de corrélation linéaire entre variables. Celle-ci ne peut donc prendre en compte que difficilement des variables qualitatives. C'est une des raisons pour laquelle nous lui avons préféré l'analyse des correspondances. Une autre tient au fait que l'analyse des correspondances permet de construire un espace au moyen d'une partie seulement des variables et d'y projeter à titre illustratif l'autre partie. Le comportement de ces variables supplémentaires peut ainsi être examiné dans un univers qu'elles n'ont pas contribué à construire. Dans la mesure du possible, nous avons pratiqué de la sorte : variables du milieu considérées comme actives et variables "animales" comme illustratives. A titre de vérification, nous avons effectué pour le nord de la Belgique et pour la Corse une analyse-contrôle où toutes les variables, y compris les animaux, sont intervenues de façon active. Les résultats sont fort comparables mais l'utilisation des animaux comme variables illustratives exige l'interprétation d'un moins grand nombre de facteurs : le pourcentage cumulé des valeurs propres des cinq premiers axes dans ce cas est supérieur de 5,5 % à celui des cinq premiers axes de l'autre analyse pour la Corse et de 7,4 % pour le nord de la Belgique. Une troisième raison tient aux restrictions que nous avons formulées au § 2.6. L'analyse en composantes principales des données brutes ou légèrement transformées (logarithmes) donnerait en effet un faux sentiment de précision. Le programme d'analyse des correspondances que nous avons utilisé implique le codage des variables car il ne travaille que sur des variables discrètes. Il suffit de choisir un nombre de modalités relativement faible mais susceptible, malgré les imperfections de la méthode, de recouvrir d'assez près la réalité du phénomène étudié. Dans le cas présent, nous avons choisi trois modalités au plus et tenté d'équilibrer leurs effectifs respectifs tout en maintenant à notre division arbitraire une certaine signification biologique. Nos variables "animales" ont donc été scindées en "espèce absente ou faiblement représentée", "espèce présente ou moyennement représentée" et "espèce bien représentée" dans le régime. Les limites de ces catégories sont bien entendu fonction de l'espèce considérée mais cela n'a aucune importance, ni dans le traitement, ni pour l'interprétation. Les variables du milieu ont été découpées suivant le même principe (cfr. § 2.6.2.) : surface ou longueur faible, moyenne ou élevée; descripteur présent ou absent.

2.7.2. La recherche de modèles d'ajustement linéaire

Le but de cette partie du traitement est de rechercher s'il existe parmi les descripteurs du milieu une combinaison linéaire de quelques uns d'entre eux permettant d'expliquer une bonne partie de la

variabilité des paramètres du régime alimentaire. Nous avons soumis nos données à un programme de corrélation pas à pas (procédure STEPWISE/MAXR du logiciel SAS). Ce genre de programme présente l'avantage de ne pas obliger l'utilisateur à choisir a priori les variables explicatives : à chaque étape 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 (voir exposé détaillé dans EDWARDS, 1976, p. ex.).

Il importe toutefois de garder à l'esprit les quelques remarques suivantes car elles restreignent l'intérêt des résultats obtenus par cette voie :

- Certaines variables n'ont pas une distribution normale et la transformation logarithmique que nous avons effectuée dans la plupart des cas n'a pas toujours été suffisante pour aboutir à une normalisation parfaite.
- Il se peut que des variables peu corrélées aient entre elles des relations non linéaires. Les modèles ne prennent évidemment en considération que des paramètres dont le coefficient de corrélation linéaire avec la variable dépendante est significatif.
- Les paramètres d'ordre qualitatif n'ont pu être inclus dans les modèles.

Etant donné ces observations, il nous paraît préférable de n'accorder à ces modèles qu'une valeur purement descriptive et non inférentielle. Ceci est d'autant plus souhaitable dans le cas de la Corse et des Pyrénées Orientales, régions où nous ne disposons que d'un trop faible nombre d'échantillons.

En outre, la proportion des proies dans le régime n'étant pas nécessairement reliée de façon simple avec leur abondance sur le terrain, il serait dangereux de considérer ces équations autrement que comme indicatrices de certaines tendances et ce, d'autant plus que nous n'avons aucun renseignement précis sur le domaine de chasse de l'effraie (cfr. § 2.6.2.).

2.7.3. Variables et programmes utilisés

Nous nous bornerons ici à indiquer par des tableaux les différentes variables utilisées dans notre étude et les programmes qui ont servi à les traiter. Ceux-ci ont été mis en oeuvre sur les ordinateurs IBM 158 d'abord, IBM 4341 ensuite du Centre de Calcul et de Traitement de l'Information de l'Université de Liège où ils sont disponibles sous le système STATPROG (MULTM) ou SAS (MULTM, PRINCOMP, STEPWISE). Le programme MULTM d'analyse des correspondances a été mis au point par LEBART et al. (1977). Le logiciel SAS comprend un ensemble de procédures de manipulation de données et de traitements statistiques, dont l'analyse en composantes principales (PRINCOMP) et la régression pas à pas (STEPWISE). Il est très performant, facilement abordable, même par des personnes qui n'ont aucune formation en informatique, et actuellement permet aussi d'accéder à d'autres programmes (MULTM p. ex.) ou à d'autres logiciels (BMDP p. ex.). Les procédures de base du SAS sont décrites dans plusieurs brochures dont le "user's guide" (HELWIG et COUNCIL, 1979).

Tableau 2.14. Variables et programmes utilisés pour la Belgique

Variables "animales"	MULTIM		SUD		PRINCOMP	STEPWISE MAXR
	NORD					
Talpa europaea	absent	- 0,3 %	absent	0,25 %	+	+
Sorex "araneus"	20	- 30 %	35	- 45 %	+	+
Sorex minutus	0,7	- 1,5 %	2	- 3 %	+	+
Neomys fodiens	absent	- 0,5 %	0,5	- 1 %	+	+
Neomys anomalus			A / P		+	+
Crocicidura leucodon (*)	A / P		A / P		+	+
Crocicidura russula	10	- 20 %	4	- 8 %	+	+
Chiroptères	A / P		A / P		+	+
Eliomys quercinus	A / P		A / P		+	+
Muscardinus avellanarius			A / P		+	+
Clethrionomys glareolus	0,3	- 1 %	1	- 2 %	+	+
Microtus arvalis	6,5	- 15 %	15	- 20 %	+	+
Microtus agrestis	6	- 15 %	7	- 10 %	+	+
Arvicola terrestris	0,4	- 1 %	0,5	- 1,2 %	+	+
Pitymys subterraneus	3,5	- 6 %	1,6	- 3,5 %	+	+
Apodemus sp.	4	- 7 %	5	- 8 %	+	+
Apodemus flavicollis			A / P			
Micromys minutus	0,7	- 1,5 %	0,25	- 1 %	+	+
Mus musculus	1,5	- 4,5 %	1	- 2 %	+	+
Rattus sp.	absent	1 %	A / P		+	+
Oiseaux	1,25	- 6 %	0,3	- 1,25 %	+	+

(*) A/P = Absence/Présence

<u>Variables de milieu</u>	MULTM NORD		SUD		PRINCOMP	STEPWISE MAXR
Altitude	40	- 100 m	250	- 380 m		+
Relief	10	- 20 m	22	- 38 m		+
Climat	Subhumide/humide		humide/h.3-4/perhumide 1-2			précipitation: (n.j.hiver; n.j. été)
Mares et étangs	absence - mare - étang		id.			
Carrières et affleurements rocheux	A / P		A / P			
Habitants	650	- 2500 hab.	350	- 2000 hab.		
Sols						
argileux	absence	- 10 %	absence	- 10 %		
limoneux	absence	- 75 %	5	- 20 %		
limoneux peu caillouteux			1	- 15 %		
limoneux caillouteux			absence	- 60 %		
limonosableux et sablolimoneux	absence	- 25 %	absence	- 10 %		
sablonneux	absence	- 15 %				
Surfaces						
champs cultivés	33 %	- 50 %	5 %	- 20 %		+
prairies	20 %	- 33 %	35 %	- 50 %		+
incultes (landes)	absence	- 1,5 %	id.			+
marais et prés humides	absence	- 1 %	absence	- 2 %		+
vergers	1,5 %	- 6 %	0,25	- 1 %		+
maisons et jardins	5	- 11 %	4	- 8 %		+
peupliers	absence	- 1 %				
plantations de cônifères	absence	- 2 %	5	- 15 %		+ }+
forêt feuillue	1,5	- 10 %	5	- 20 %		+ }
Longueurs						
haies	60	- 100	60	- 110		+ }+
lisières forestières	50	- 140	150	- 250		+ }
rideaux d'arbres	25	- 50	15	- 25		+
lisières entre milieux ouverts	500	- 630	200	- 300		+
talus en milieux ouverts	50	- 100	50	- 100		+
fleuve			A / P			+ }
ruisseaux milieux ouverts	25	- 75	30	- 60		+ }
ruisseaux milieux fermés	absence	- 15	10	- 25		+ }

Tableau 2.15. Variables et programmes utilisés pour la Corse.

	MULTM	STEPWISE/MAXR
Crocidura suaveolens	10 - 17 %	+
Suncus etruscus	1,5 - 5,5 %	+
Eliomys quercinus	A / P	
Apodemus sylvaticus	20 - 45 %	+
Rattus rattus	5 - 10 %	+
Mus musculus	20 - 40 %	+
Oiseaux	2 - 2 %	+
Batraciens	0 - 4 %	+
Insectes	1 - 3,5 %	+
Altitude	100 - 300 m	+
Relief	100 - 135 m	+
Climat (coeff d'Emberger)	semiaride/subhumide/humide	
Température (moy. min. annuel.)		+
Précipitations (moy. annuelle)		+
Terrasses de culture	A/P/Abondance	
Marais ou étang	A / P	
Habitat humain	insignifiant/dispersé/concentré	+
Série phytosociologique de		
Alnus glutinosa (bord des eaux)	A / P	
Myrtus communis	A / P	
Pistacia lentiscus	A / P	
Castanea sativa	A / P	
Pelouses et maquis de l'étage méditerranéen supérieur	A / P	
Surfaces		
Vignes	0 - 5 %	+
Oliviers	A/P/Abondant	+
Plantations fruitières (vergers)	0 - 5 %	+
Landes, pelouses et prairies	10 - 20 %	+
Zones rocheuses	0 - 5 %	+
Maquis bas	30 - 45 %	+
Maquis haut	10 - 25 %	+
Forêt	1 - 10 %	+
Champs	1 - 5 %	+
Longueurs		
Haies	10 - 40	+
Lisières	360 - 500	+
Fleuve	A / P	+
Ruisseaux		
temporaires	40 - 80	+
permanents	10 - 25	+

Tableau 2.16. Variables et programmes utilisés pour les Pyrénées Orientales

Variables	PROGRAMMES	MULTM	STEPWISE (MAXR)
Talpa europaea		P/A	
Sorex "araneus"		P/A	
Sorex minutus		P/A	
Neomys sp.		P/A	
Crocidura russula		> ou < 25 %	+
Crocidura suaveolens		P/A	+
Suncus etruscus		P/A	+
Glis glis		P/A	
Eliomys quercinus		P/A	
Clethrionomys glareolus		P/A	
Microtus arvalis		P/A	
Microtus agrestis		> ou < 10 %	+
Microtus nivalis		P/A	
Arvicola sapidus		P/A	
Pitymys duodecimcostatus		P/A	+
Pitymys pyrenaïcus		P/A	
Apodemus sp.		> ou < 15 %	+
Micromys minutus		P/A	
Mus musculus		P/A	+
Mus spretus		P/A	+
Mus spretus + musculus		> ou < 10 %	+
Mus/Mus + Apodemus			+
Rattus sp.		P/A	+
Oiseaux		> ou < 5 %	+
Amphibiens		P/A	
série phytosociologique de Quercus ilex		P/A	
id. de Q. pubescens (stations non édaphiques)		P/A	
id. de Fagus silvatica		P/A	
id. de Pinus silvestris		P/A	
id. de Alnus glutinosa (bord des eaux)		P/A	
Arundo donax		P/A	
Forêt		P/A	+
Maquis		P/A	+
Vergers		P/A	+
Vignes		P/A	+
Champs et prés		P/A	+
Maisons et jardins			+
Haies		P/A	+
Lisières			+
Fleuve		P/A	
Etang		P/A	
Marais		P/A	
Terrasses de culture		P/A	
Ruisseaux temporaires (milieux ouverts/milieu fermés)			+}
Ruisseaux permanents (" " " ")			+} +
Lisières + haies			+
Relief		plaine/colline	+
Altitude		> ou < 500 m	+
Habitat humain*		10	+
Climat**		sec/humide	+
Précipitations			+

* : voir § 2.5.3.3.

** : voir tableau 2.13b. (annexe)

STRUCTURE DU PAYSAGE ET STRUCTURE
DU PEUPEMENT DE MICROMAMMIFÈRES

Après avoir exposé en détail notre méthode de travail et l'avoir examinée d'un oeil critique, nous allons montrer dans ce troisième chapitre quels résultats elle nous a permis d'obtenir.

Au préalable, il nous paraissait toutefois primordial de savoir si, sur base des pelotes de chouette, il était légitime d'entreprendre la comparaison de trois régions écologiquement distinctes, la première typiquement atlantique, les deux autres méditerranéennes, l'une continentale, l'autre insulaire. En d'autres termes, la prédation de l'effraie y répond-elle aux mêmes lois générales ?

C'est la question à laquelle tente de répondre la première partie de ce chapitre. Ensuite, nous étudierons successivement les relations micromammifères-milieu dans chacune des trois régions et tenterons d'en élaborer une synthèse.

3.1. Ecologie alimentaire de la chouette effraie

En faisant abstraction des espèces-proies en tant que telles, il est possible de décrire le régime de l'effraie à l'aide de quelques indices qui en caractérisent la diversité, la structure, ou définissent son niveau de spécialisation.

Chacun de ces indices a été calculé pour chaque échantillon en particulier. Les valeurs obtenues sont consignées au tableau 3.1 en annexe. Nous les comparerons successivement pour les régions étudiées et tenterons de voir dans quelle mesure ils peuvent nous éclairer sur l'écologie alimentaire de la chouette.

3.1.1. L'indice de diversité de Shannon (H')

Cet indice est défini comme suit (cfr. DAGET, 1976; LEGENDRE et LEGENDRE, 1979) :

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i \text{ pour } i = 1 \dots\dots\dots n$$

ou n = nombre total de catégories alimentaires

et p_i = nombre d'individus de la catégorie i rapporté au nombre total d'individus consommés.

Plus H' est élevé, plus le régime est diversifié, soit qu'il comprenne plus de catégories alimentaires, soit que celles qui le composent soient exploitées de manière plus uniforme. En effet, plus une espèce est privilégiée dans le régime, plus le log. de sa fréquence sera faible en valeur absolue (log. d'un nombre proche de 1).

En Belgique, la valeur moyenne de H' est de $2,650 \pm 0,357$. Nous avons toutefois tenté de savoir si la diversité du régime restait constante d'une région à l'autre et avons ainsi calculé une valeur moyenne pour chaque région agricole au sens où celles-ci sont généralement délimitées (GASPAR et WONVILLE, 1970, d'après A.R. du 8 mars 1968).

Une analyse de la variance effectuée sur le tableau ci-dessous (tab. 3.2) donne une statistique F à 10 et 130 degrés de liberté qui est hautement significative ($F = 3,18$).

Tableau 3.2. Variations de l'indice de diversité de Shannon dans les différentes régions de Belgique

Région	n	moyenne	écart-type
Polders	7	2,637	0,264
Zone sablonneuse	14	2,384	0,288
Zone sablolimoneuse	7	2,571	0,436
Zone limoneuse	26	2,883	0,360
Zone limoneuse mixte	7	2,966	0,123
Pays de Herve	3	2,792	0,310
Condroz	9	2,610	0,425
Fagne-Famenne	18	2,547	0,313
Ardenne	31	2,576	0,332
Haute Ardenne	10	2,622	0,360
Gaume	9	2,703	0,358

La diversité du régime n'est donc pas homogène en Belgique. Si nous séparons les échantillons du sud du sillon Sambre-Meuse-Vesdre des autres, nous trouvons une statistique $F = 0,35$ pour 4 et 72 ddl au sud (H' moyenne = $2,594 \pm 0,340$) et $F = 5,76^{***}$ pour 5 et 59 ddl au nord. Il s'avère que la zone sablonneuse se distingue nettement des autres régions du nord : en recalculant la statistique F pour le nord du pays sans tenir compte de la zone sablonneuse, on obtient une valeur non significative de 2,16 pour 4 et 45 ddl (H' moyenne : $2,811 \pm 0,340$).

En Corse et dans les Pyrénées Orientales, la diversité moyenne est respectivement de $2,183 \pm 0,230$ et de $2,319 \pm 0,489$. Le nombre d'échantillons en provenance de ces contrées ne permet malheureusement pas une analyse régionale comparable à celle que nous venons d'effectuer pour la Belgique.

On peut vérifier par un test de Snedecor (F) que les valeurs moyennes pour la Corse, les Pyrénées Orientales, le sud, le nord et la zone sablonneuse de la Belgique ne peuvent être considérées comme homogènes ($F = 18,08^{***}$ pour 4 et 180 ddl). En comparant les valeurs deux à deux par un test de Student (t), on obtient les résultats du tableau 3.3.

Tableau 3.3. Comparaison des indices de diversité de Shannon pour la Belgique, la Corse et les Pyrénées Orientales (test de Student).

	Zone sablonneuse	Belgique Nord	Belgique Sud	Corse	Pyrénées
Zone sablonneuse					
Belgique Nord	4,28***				
Belgique Sud	2,17**	3,51***			
Corse	2,41**	8,45***	5,73***		
Pyrénées	0,44	4,66***	2,80**	1,24	

Le régime de l'effraie est donc plus diversifié en Belgique qu'en Corse ou dans les Pyrénées Orientales. Il semble toutefois que cette plus grande diversité soit davantage une conséquence de la plus grande richesse du peuplement exploité que le signe d'un mode d'exploitation différent. Il existe en effet une bonne relation entre la valeur de l'indice de diversité et le nombre de catégories alimentaires composant le régime de l'oiseau.

		n échant.
Zone sablonneuse	: r = 0,577*	(n = 14)
Belgique Nord	: r = 0,579***	(n = 51)
Belgique Sud	: r = 0,615***	(n = 78)
Corse	: r = 0,338(*)	(n = 26)
Pyrénées orientales	: r = 0,535*	(n = 18)
Toutes zones confondues	: r = 0,637***	(n = 196)
Toutes zones confondues	: r = 0,849(*)	(n = 5)

↳ (calcul sur les moyennes)

3.1.2. L'indice d'équitabilité (J')

L'indice d'équitabilité est le rapport entre l'indice H' de Shannon et H' maximum. La diversité maximale étant atteinte lorsque toutes les catégories alimentaires entrent dans le régime de façon identique ($p_1 = p_2 = \dots = p_n$). J' est un indice qui renseigne sur la spécialisation du régime : sa valeur sera d'autant plus faible que le régime est spécialisé sur une ou quelques unes des espèces le constituant. Il est toujours compris entre 0 et 1.

En Belgique, sa valeur moyenne est de $0,666 \pm 0,073$ mais un test d'analyse de la variance effectué dans les mêmes conditions que pour H' révèle la non homogénéité des moyennes régionales ($F = 3,98^{***}$ pour 10 et 130 ddl).

Tableau 3.4. Variations de l'indice d'équitabilité J' dans les différentes régions de Belgique.

Région	n	moyenne	écart-type
Polders	7	0,694	0,065
Zone sablonneuse	14	0,639	0,067
Zone sablo-limoneuse	7	0,670	0,115
Zone limoneuse	26	0,723	0,070
Zone limoneuse mixte	7	0,746	0,055
Pays de Herve	3	0,688	0,017
Condroz	9	0,659	0,089
Fagne-Famenne	18	0,626	0,066
Ardenne	31	0,634	0,064
Haute Ardenne	10	0,642	0,071
Gaume	9	0,666	0,076

On peut constater à nouveau que les échantillons du sud du pays ont des moyennes semblables ($F = 0,72$; $J' \text{ moyen} = 0,640 + 0,069$) tandis qu'au nord, on obtient un F de $3,31^{**}$ pour 5 et 59 ddl. La zone sablonneuse doit être séparée pour que l'on puisse conclure à l'homogénéité des moyennes pour les autres régions ($F = 1,18$; $J' \text{ moyen} = 0,713 + 0,074$).

En Corse, $J' = 0,690 + 0,072$ et dans les Pyrénées Orientales, $J' = 0,638 + 0,116$. Un test d'analyse de la variance appliqué aux moyennes de ces cinq contrées ($F = 5,83^{***}$ pour 4 et 181 ddl) indique des différences significatives entre elles. Nous les avons recherchées au moyen d'un test t dont les résultats figurent au tableau 3.5.

Tableau 3.5. Comparaison des indices d'équitabilité pour la Belgique, la Corse et les Pyrénées Orientales

	Zone sablonneuse	Belgique Nord	Belgique Sud	Corse	Pyrénées Orientales
Zone sablonneuse					
Belgique Nord	3,37***				
Belgique Sud	0,05	5,68***			
Corse	2,23**	1,24	3,22***		
Pyrénées Orientales	0,03	3,14***	0,10	1,87*	

Il s'avère, à la lecture de ce tableau, que le régime de l'effraie est légèrement plus spécialisé dans les Pyrénées Orientales, dans le sud de la Belgique et dans la zone sablonneuse qu'en Corse et en Moyenne Belgique. Les mêmes conclusions peuvent être tirées de l'étude de la largeur de la niche, qui fait l'objet du paragraphe suivant.

3.1.3. La largeur de la niche alimentaire

Selon HESPENHEIDE (1974), la largeur de la niche alimentaire peut s'exprimer comme suit :

$$LN = \frac{(\sum p_i^2)^{-1} - 1}{n - 1}$$

Elle égale l'unité quand toutes les catégories alimentaires ont la même importance relative dans le régime et tend vers 0 si l'une d'entre elles constitue la presque totalité du régime.

En Belgique, sa valeur moyenne est de 0,243 \pm 0,091 mais les moyennes régionales (tableau 3.6) ne sont de nouveau pas homogènes (F = 2,03* pour 10 et 130 ddl).

Tableau 3.6. Variations de la largeur de la niche alimentaire de l'effraie en Belgique

Région	n	moyenne	écart-type
Polders	7	0,283	0,080
Zone sablonneuse	14	0,225	0,054
Zone sablolimoneuse	7	0,263	0,140
Zone limoneuse	26	0,325	0,092
Zone limoneuse mixte	7	0,303	0,087
Pays de Herve	3	0,284	0,016
Condroz	9	0,234	0,087
Fagne-Famenne	18	0,193	0,060
Ardenne	31	0,195	0,064
Haute Ardenne	10	0,198	0,059
Gaume	9	0,239	0,096

Comme précédemment, il s'avère que les régions du sud du pays ont des moyennes semblables (L.N. = 0,205 \pm 0,070; F = 1,26) et qu'au nord, elles ne peuvent être considérées comme homogènes qu'en ne tenant pas compte de la zone sablonneuse (F = 2,57* pour 5 et 59 ddl; F = 0,76 pour 4 et 46 ddl; LN = 0,305 \pm 0,096).

En Corse et dans les Pyrénées Orientales, la largeur moyenne de la niche est respectivement de 0,317 \pm 0,085 et de 0,256 \pm 0,114. Par un test de Snedecor (F), on peut vérifier que les moyennes de Belgique, de Corse et des Pyrénées sont significativement différentes (F = 14,86). En comparant les valeurs deux à deux par un test de Student, on obtient les résultats du tableau 3.7.

Tableau 3.7. Comparaison de la largeur de la niche alimentaire de la chouette en Belgique, en Corse et dans les Pyrénées

	Zone sablonneuse	Belgique Nord	Belgique Sud	Corse	Pyrénées Orientales
Zone sablonneuse					
Belgique Nord	2,98***				
Belgique Sud	1,01	6,78***			
Corse	3,50***	0,36	6,43***		
Pyrénées Orientales	0,94	1,77*	2,44***	1,90*	

L'étude de la largeur de la niche confirme donc bien les conclusions que nous tirions à propos de l'indice d'équitabilité : le régime est moins spécialisé en Corse et en Moyenne Belgique que dans les Pyrénées Orientales, dans la zone sablonneuse et dans le sud de la Belgique.

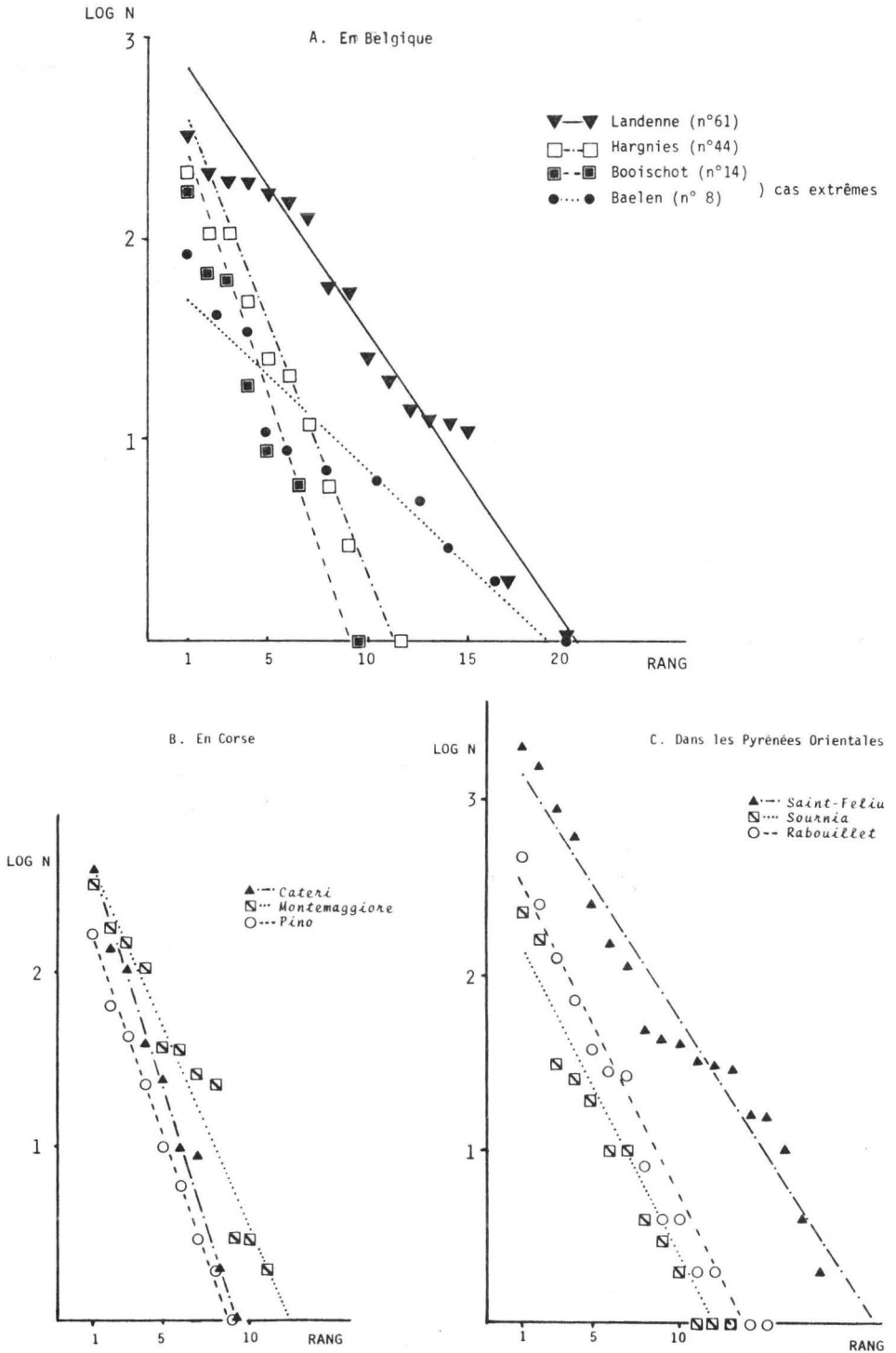
En Corse où la faune mammalienne est pauvre en espèces, on peut penser que l'effraie exploite de manière plus uniforme les quelques espèces qu'elle a à sa disposition, élargissant de ce fait sa niche alimentaire. En Moyenne Belgique, les paysages agricoles sont devenus d'une navrante monotonie du fait de la disparition de nombreux chemins creux, haies, bosquets et des mosaïques de cultures (intensification de l'agriculture, augmentation de la taille des parcelles). Il est probable que la structure du peuplement en petits mammifères y ait été altérée et que l'effraie se soit adaptée à ces nouvelles conditions par un léger élargissement de sa niche alimentaire.

3.1.4. La structure du régime

L'étude de la structure du régime porte sur la distribution d'abondance des différentes catégories de proies. Généralement, celle-ci n'est pas le fruit du hasard et répond à des lois qu'il s'agit de mettre en évidence (log-linéaire, log normale ... cfr. DAGET, 1976).

Dans le cas présent, nous avons tenté d'ajuster la distribution d'abondance des proies de chaque régime à une loi log-linéaire ou loi de Motomura. Pour ce faire, les catégories de proies (taxons) sont classées dans l'ordre décroissant de leurs effectifs et affectées d'un rang croissant (abscisse), la mieux représentée recevant le rang 1, la moins fréquente le rang n. La corrélation est calculée entre le rang des catégories alimentaires et le logarithme de leurs effectifs. La figure 3.1. montre quelques unes de ces droites d'ajustement.

FIG. 3.1 STRUCTURE DU REGIME ALIMENTAIRE DE LA
CHOUETTE EFFRAIE



En Belgique, l'ajustement à une pareille loi peut, suivant les critères d'INAGAKI (1967) être considéré comme rigoureux ($r \geq 0,99$) dans 53 cas, satisfaisant ($r \geq 0,98$) dans 38, approximatif ($r \geq 0,95$) dans 47 et mauvais dans 4 cas ($r < 0,95$) (voir tableau 3.1.a en annexe). En Corse, il est rigoureux pour 12 échantillons, satisfaisant pour 2 et approximatif pour 10 autres. Pour les deux lots restant, il est relativement mauvais (tableau 3.1.b). Dans les Pyrénées Orientales, il est rigoureux dans 5 cas, satisfaisant dans 6, approximatif dans 5 et mauvais dans les deux derniers cas (tableau 3.1.c).

Deux paramètres caractérisent ces droites d'ajustement : leur ordonnée à l'origine et leur coefficient angulaire. Le premier ne dépend que du nombre de proies de l'échantillon. Son étude n'a donc aucun intérêt. Par contre, le coefficient angulaire est indépendant de la taille de l'échantillon et reflète la structure du régime. Ce sont donc ces coefficients qu'il s'agit de comparer pour s'assurer que le régime alimentaire de l'effraie présente la même structure. La comparaison de ces coefficients repose sur un test d'analyse de la variance dont les principes sont exposés dans l'ouvrage de SOKAL et ROHLF (1969).

Ni en Belgique, ni en Corse, pas plus que dans les Pyrénées Orientales, l'hypothèse de la similitude des coefficients angulaires ne peut être rejetée (Belgique : $F = 0,39$ pour 141 et 1983 ddl; Corse : $F = 0,20$ pour 25 et 184 ddl; Pyrénées : $F = 0,43$ pour 17 et 186 ddl). Bien plus, si l'on compare tous les coefficients angulaires entre eux, on obtient une statistique $F = 0,53$ pour 185 et 2353 ddl qui indique que l'hypothèse de l'hétérogénéité des coefficients doit être rejetée.

La structure du régime de l'effraie est donc pareille, quelle que soit la région considérée. Toutefois, en regardant la fig. 3.2 où sont reportés par région les histogrammes de fréquence des coefficients angulaires, on pourrait penser que l'homogénéité de ces coefficients résulte de la présence d'une série de valeurs intermédiaires entre les valeurs extrêmes de la Corse et du sud de la Belgique. Nous avons dès lors effectué le même genre d'analyse que pour les autres indices bien que le procédé ne soit pas très orthodoxe sur le plan statistique théorique. En Belgique, la valeur moyenne du coefficient angulaire ne montre plus de différences régionales (tableau 3.8) ($F = 0,19$).

Toutefois, la différence entre la moyenne des régions du sud et celle des régions du nord est significative. Dans le sud, les moyennes sont homogènes ($F = 0,42$; coeff. moyen = $- 0,142 \pm 0,027$) tandis que dans le nord, il convient une fois de plus de distinguer la zone sablonneuse des autres pour que l'hypothèse d'hétérogénéité soit rejetée ($F = 2,76^*$ pour 5 et 59 ddl; $F = 0,82$ pour 4 et 45 ddl; coef. moyen = $- 0,154 \pm 0,023$).

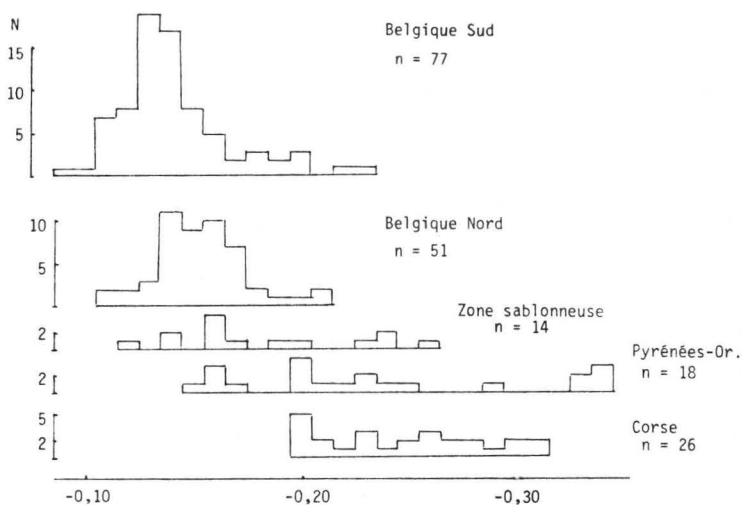


FIG. 3.2 : HISTOGRAMMES DE FREQUENCE DES COEFFICIENTS ANGULAIRES DES DROITES D'AJUSTEMENT A LA LOI DE MOTOMURA

Tableau 3.8. Variation de la structure du régime de l'effraie dans les différentes régions de Belgique

Région	n	moyenne	écart-type
Polders	7	- 0,166	0,024
Zone sablonneuse	14	- 0,184	0,044
Zone sablolimoneuse	7	- 0,159	0,022
Zone limoneuse	26	- 0,149	0,022
Zone limoneuse mixte	7	- 0,151	0,023
Pays de Herve	3	- 0,157	0,015
Condroz	9	- 0,150	0,031
Fagne Famenne	18	- 0,141	0,023
Ardenne	31	- 0,144	0,028
Haute Ardenne	10	- 0,138	0,020
Gaume	9	- 0,134	0,034

En Corse et dans les Pyrénées Orientales, le coefficient angulaire moyen est respectivement de $- 0,248 \pm 0,037$ et de $- 0,222 \pm 0,061$. Ces moyennes ne sont pas significativement différentes (voir tableau 3.9).

Tableau 3.9. Comparaison de la structure du régime de la chouette en Belgique, en Corse et dans les Pyrénées Orientales

	Zone sablonneuse	Belgique Nord	Belgique Sud	Corse	Pyrénées Orientales
Zone sablonneuse					
Belgique Nord	3,46***				
Belgique Sud	4,81***	2,60***			
Corse	4,88***	13,64***	15,76***		
Pyrénées Orientales	1,96*	6,73***	3,65***	1,77	

La conclusion à laquelle nous aboutissons est donc tout à fait opposée à celle que nous tirions au début de ce paragraphe. Cela n'est cependant pas particulièrement gênant car même si l'on admet que la structure du régime de l'effraie change d'une région à l'autre, il s'avère que cette adaptation de l'oiseau résulte très probablement des différences régionales dans la richesse du peuplement en micromammifères. Il existe en effet une corrélation très étroite entre la valeur du coefficient angulaire des droites d'ajustement et le nombre de catégories de proies entrant dans la composition du régime de l'oiseau.

Zone sablonneuse	:	$r = 0,668^{***}$	($n = 14$)
Belgique Nord	:	$r = 0,569^{***}$	($n = 51$)
Belgique Sud	:	$r = 0,812^{***}$	($n = 77$)
Corse	:	$r = 0,388$	($n = 26$)
Pyrénées Orientales	:	$r = 0,640^{***}$	($n = 18$)
Toutes zones confondues	:	$r = 0,782^{***}$	($n = 186$)
" " "	:	$r = 0,949^{**}$	($n = 5$)

(calcul sur les moyennes)

3.1.5. Conclusions

En dépit de légères différences régionales, les caractéristiques fondamentales du régime de l'effraie apparaissent donc très constantes. Si l'on se reporte aux données de HENRY (1982) ou que l'on effectue les mêmes calculs sur celles de TABERLET (1982), on peut constater que cette conclusion ne se limite pas à notre étude mais supporte aisément une généralisation.

L'effraie, quelle que soit la biocénose qu'elle exploite, révèle donc un schéma de prédation identique qui peut être modulé en fonction de la richesse de la biocénose en question. Dès lors, il est clair qu'une comparaison entre les biocénoses de petits mammifères de différentes régions peut s'envisager sans difficulté au moyen du régime de cet oiseau.

3.2. Le régime de l'effraie en Belgique

Jusqu'à une époque récente, les mammifères de Belgique n'ont guère suscité d'intérêt de la part des chercheurs. de SELYS-LONGCHAMPS (1842) s'est pourtant illustré dans l'étude des campagnols, ayant même l'occasion de décrire une nouvelle espèce des environs de Wareme : Arvicola subterraneus rattaché depuis lors au genre Pitymys MAC MURTIE, 1831. Sa faune contient des indications sur tous les mammifères connus à l'époque dans notre pays mais elle reste très vague sur tout ce qui concerne leur répartition. On peut en dire autant des faunes de DEBY (1848) et de LAMEERE (1895). Il faut attendre l'ouvrage de détermination de VANDEN EECKHOUDT (1954) et l'important travail de FRECHKOP (1958) pour avoir une bonne mise au point sur nos mammifères. Malheureusement, ces études, très précieuses pour qui s'intéressait à leur morphologie, restent d'une grande pauvreté quant à leur répartition. Depuis lors, de nombreux travaux portant sur la répartition d'espèces ou de groupes particuliers ont été publiés (chiroptères : FAIRON, 1967, 1970; FAIRON et al., 1982; carnivores : TROUKENS, 1975; petits mammifères : ASSELBERG, 1971; VANDER STRAETEN, 1972; LIBOIS, 1975b; gliridae : LIBOIS, 1977b; Felis silvestris : PARENT, 1975; Lutra lutra : LIBOIS et al., 1982; Cricetus cricetus : LIBOIS et ROSOUX, 1982; Muscardinus avellanarius : LIBOIS, 1980; Apodemus flavicollis : VANDER STRAETEN et VANDER STRAETEN, 1977, etc...) et quelques espèces ajoutées à notre faune : Neomys anomalus (MISONNE et ASSELBERG, 1972), Plecotus austriacus (DE BLOCK et DOUCET, 1974), Sorex coronatus (VANDER STRAETEN et VANDER STRAETEN, 1978) et Pipistrellus nathusii (VANDER STRAETEN et al., 1981). Le seul travail d'ensemble donnant des renseignements biogéographiques précis sur la faune belge est celui que nous avons entrepris et dont la première partie seulement est d'ores et déjà publiée (LIBOIS, 1982).

En ce qui concerne le régime de l'effraie, il est connu par une foule de notes anecdotiques dont la plupart ont été publiées dans la revue "De Wielewaal" à partir de 1958, notamment sous la signature de VAN WINKEL. Nous avons incorporé les résultats de plusieurs d'entre elles dans la présente étude. D'autre part, ROGGMAN (1964) y a consacré son mémoire de licence de même qu'ASSELBERG (1971). Enfin, VANDER STRAETEN (1972) a publié un grand nombre d'analyses pour la province d'Anvers et VAN WINKEL (1973) pour le Hageland. La plupart de ces données, y compris celles de ROGGMAN, ont été intégrées à l'étude d'ASSELBERG. Le régime de l'oiseau est donc fort bien connu en Belgique mais il n'a pas fait l'objet d'une approche écologique sérieuse. VANDER STRAETEN (1974) a regroupé par région agricole tous les échantillons dont il disposait mais, nous allons le voir, ce regroupement ne correspond à aucune réalité, ni sur le plan de la chouette, ni sur le plan de ses proies, pas plus d'ailleurs que les "moyennes nationales" qu'il renseigne dans ses tables d'identification (VANDER STRAETEN, 1978).

Nous ne reviendrons pas sur les conclusions de ces recherches parce que nous avons inclus dans notre travail les résultats des analyses publiées, dans la mesure où elles semblaient correspondre à nos critères de sélection (voir § 2.3.).

3.2.1. Description sommaire

Les résultats détaillant lot par lot la composition du régime de l'effraie sont reportés en annexe aux tableaux 3.10 et 3.11. Comme nous venons de montrer qu'il existait en Belgique trois zones dans les-

quelles le régime de l'effraie montre des particularités structurelles, nous avons, avant toutes choses, vérifié s'il convenait de maintenir cette distinction, eu égard à la composition du menu de l'oiseau.

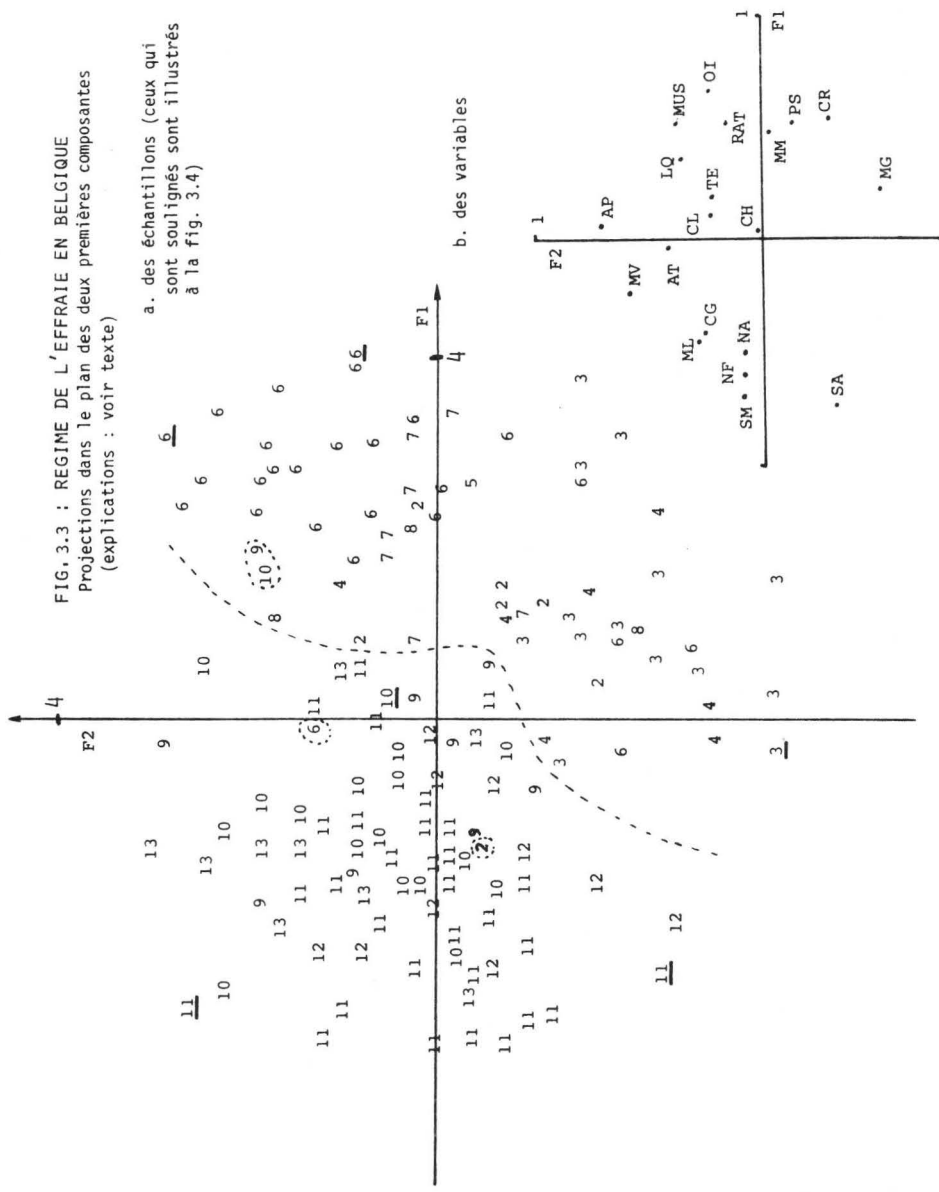
Les données du tableau 3.10 ont ainsi été soumises à une analyse en composantes principales. Les Batraciens ont cependant été exclus, parce qu'ils ne sont pas mentionnés dans les relevés repris de la bibliographie. Deux analyses ont été effectuées sur les données transformées. Dans la première, nous avons remplacé le pourcentage d'une espèce dans un lot par le numéro du rang qu'occupe ce lot pour l'espèce, comme l'a fait SPITZ (1981). Dans la seconde, le pourcentage d'une espèce dans un lot a été remplacé par son logarithme (transformation normalisatrice). Les résultats obtenus par l'une ou l'autre voie sont en tous points semblables. Les valeurs propres des trois premières composantes sont de 4.13, 2.15 et 1.90 et représentent respectivement 20,6 %, 10,7 % et 9,5 % de la variabilité totale des données. La figure 3.3.a. est une projection de tous les échantillons dans le plan des deux premières composantes. Les échantillons issus d'une même région sont identifiés par un même numéro (2 = Polders; 3 = région sablonneuse; 4 = région sablo-limoneuse; 5 = région sablo-limoneuse mixte; 6 = région limoneuse; 7 = région limoneuse mixte; 8 = pays de Herve; 9 = Condroz; 10 = Fagne Famenne; 11 = Ardenne; 12 = Haute Ardenne; 13 = Gaume). Sur la fig. 3.3.b., nous avons représenté dans le même plan la projection des variables initiales désignées comme suit :

AP : Apodemus	MV : Microtus arvalis
AT : Arvicola terrestris	MUS : Mus musculus
CG : Clethrionomys glareolus	NA : Neomys anomalus
CH : Chiroptères	NF : Neomys fodiens
CL : Crocidura leucodon	OI : Oiseaux
CR : Crocidura russula	PS : Pitymys subterraneus
LQ : Eliomys quercinus	RAT : Rattus sp.
MG : Microtus agrestis	SA : Sorex "araneus"
ML : Muscardinus avellanarius	SM : Sorex minutus
MM : Micromys minutus	TE : Talpa europaea

Le plan des deux premières composantes sépare très nettement les échantillons en deux moitiés situées grosso modo de part et d'autre de l'origine de Fl. A droite du tireté que nous avons tracé, nous avons toutes les stations situées au nord du sillon Sambre-Meuse-Vesdre sauf deux, et à gauche, toutes les stations du sud du pays sauf deux. A la fig. 3.3.b., nous voyons que les échantillons du sud sont caractérisés par leur richesse en insectivores Soricinae (Sorex et Neomys) tandis que ceux du nord le sont par l'abondance des espèces anthropophiles : rat, souris, oiseaux (principalement moineaux) et musaraigne musette (Crocidura russula). On constate aussi que tous les échantillons de la région sablonneuse se regroupent dans le quadrant inférieur droit qui correspond justement à la plus grande abondance de cette espèce. Fait remarquable également : l'opposition (corrélation fortement négative) entre Microtus agrestis et M. arvalis.

Nous ne nous étendrons pas plus sur ces graphiques pour l'instant bien qu'ils soient du plus haut intérêt. Ce qui nous préoccupait ici était de montrer la pertinence de la distinction précédemment opérée entre les trois zones. Au niveau du traitement des résultats par analyse des correspondances (cfr. § 3.2.2), nous avons toutefois regroupé les lots de la région 3 avec ceux du reste de la partie nord du pays. Ils sont en effet trop peu nombreux pour être traités séparément et leur groupe est pénétré par d'autres éléments (fig. 3.3.a.).

FIG. 3.3 : REGIME DE L'EFFRAIE EN BELGIQUE
 Projections dans le plan des deux premières composantes
 (explications : voir texte)



Au tableau récapitulatif (tab. 3.12) nous voyons que le régime en zone sablonneuse est dominé par Crocidura russula et Sorex "araneus" et que le campagnol des champs est très rare. Il est même absent d'un tiers des échantillons alors qu'il ne manque pratiquement jamais ailleurs. Campagnol agreste et oiseaux y prennent aussi une part non négligeable à l'alimentation de l'effraie. En Moyenne Belgique, 4 espèces forment les 2/3 du régime : Sorex "araneus", Microtus arvalis, Crocidura russula et Microtus agrestis. Campagnol souterrain, Lérot (Elomys quercinus) et rats y sont plus abondants et plus fréquents que dans les autres régions.

Dans le sud, 60 % du régime sont constitués par la musaraigne carrelet et le campagnol des champs. La faune anthropophile (rat, souris, oiseaux) ne représente ici que 3 % des proies alors qu'ailleurs elle atteint 12 %. Les espèces à tendance forestière (mulot, campagnol roux) atteignent leur plus haut pourcentage, la musaraigne musette son plus bas. Il faut enfin remarquer la présence de Neomys fodiens dans tous les échantillons du sud alors qu'au nord, elle fait défaut dans près d'un échantillon sur trois.

Les chiroptères sont des proies extrêmement rares. Des 54 individus mentionnés aux tableaux 3.10 et 3.11, 18 n'ont pu être identifiés parce que trop cassés; 13 étaient des oreillards (Plecotus sp.). Il y avait également 8 sérotines (Eptesicus serotinus), 7 petits vespertiliens (Myotis mystacinus ou M. daubentonii), 4 pipistrelles (Pipistrellus pipistrellus), 3 noctules (Nyctalus noctula) et 1 grand murin (Myotis myotis).

Parmi les proies signalées comme "autres mammifères", il y a 9 belettes (Mustela nivalis), 3 hamsters d'Europe (Cricetus cricetus) (cfr. LIBOIS et ROSOUX, 1982), 2 lagomorphes et 1 loir gris (Glis glis).

Les batraciens sont très régulièrement présents mais ne constituent qu'exceptionnellement une part importante des proies de l'effraie (stations 8 et 18 p. ex.).

A vrai dire, ces considérations sont très générales et schématisent à outrance une réalité beaucoup plus complexe : au sein d'une même région, les variations stationnelles du régime sont parfois très grandes comme il est facile de s'en rendre compte en examinant la figure 3.4. Ce sont ces différences stationnelles que nous allons essayer d'interpréter dans les pages qui viennent.

3.2.2. Analyse synthétique des variations

Comme nous venons de voir qu'il existe en Belgique deux zones bien délimitées dans lesquelles le régime de l'effraie a ses particularités, nous avons préféré envisager deux analyses distinctes afin d'éviter d'éventuels effets parasites dus à ce phénomène. Nous envisagerons donc successivement le nord du sillon Sambre-Meuse-Vesdre et le sud du pays.

3.2.2.1. Le Nord du pays

Les premières valeurs propres extraites sont dans l'ordre : 0,260; 0,205; 0,113; 0,109 et 0,094 et représentent respectivement 13,3 %, 10,4 %, 5,75 %, 5,6 % et 4,8 % de la variabilité totale des

Tableau 3.12. Le régime alimentaire de la chouette effraie en Belgique : Récapitulation

Source	NOMBRE DE PROIES		P O U R C E N T A G E S		POURCENTAGES D'OCCURENCE					
	Zone sabl.	Moyenne Belg.	Zone sabl.	Moy. Belg.	Zone sabl.	Moy. Belg.				
	Biblio Pers.	Biblio Pers.	Biblio Pers.	Biblio Pers.	Biblio Pers.	Biblio Pers.				
Talpa europaea	41	63	48	17	75	0,34	0,17	36	71	65
Sorex "araneus"	2666	6388	2100	4851	17177	22,29	24,70	100	100	100
Sorex minutus	119	384	121	230	1552	1,00	1,47	100	96	100
Neomys fodiens	33	104	12	141	406	0,28	0,34	64	69	100
Neomys anomalus	-	-	-	49	96	-	-	0,26	-	42
Crocidura leucodon	23	138	26	22	128	0,19	0,48	36	47	35
Crocidura russula	4216	3373	1852	856	3644	35,25	15,21	100	100	99
Chiroptères	3	14	5	3	29	0,03	0,06	22	22	23
Eliomys quercinus	-	20	22	8	18	-	0,12	0,05	-	39
Muscardinus avellanarius	-	-	-	4	52	-	-	0,10	-	31
Clethrionomys glareolus	74	252	121	119	908	0,62	1,09	93	82	97
Microtus arvalis	152	3549	1973	1850	9047	1,27	16,07	64	98	100
Microtus agrestis	1904	3108	1515	782	4433	15,92	13,45	9,37	100	100
Arvicola terrestris	55	156	210	104	699	0,46	1,07	1,44	86	95
Pitymys subterraneus	570	1268	825	325	1959	4,77	6,09	4,10	93	100
Apodemus (2 esp.)	467	1143	1060	576	3386	3,91	6,41	7,12	100	100
Micromys minutus	167	226	176	35	247	1,40	1,17	0,51	93	86
Mus musculus	224	832	575	135	955	1,87	4,09	1,96	100	94
Rattus sp.	136	151	162	10	141	1,14	0,91	0,27	50	49
Oiseaux	1109	966	1422	43	548	9,27	6,95	1,06	93	92
Amphibiens*	?	?	123	?	486	?	(1,00)	(1,06)	?	(79)
TOTAUX	11959	22135	12348	10160	45986					(90)

(*) Les pourcentages indiqués entre parenthèses sont calculés sur base de nos données personnelles uniquement.

(**) Apodemus flavicollis n'est présent que dans cette zone et dans 47 % des échantillons.

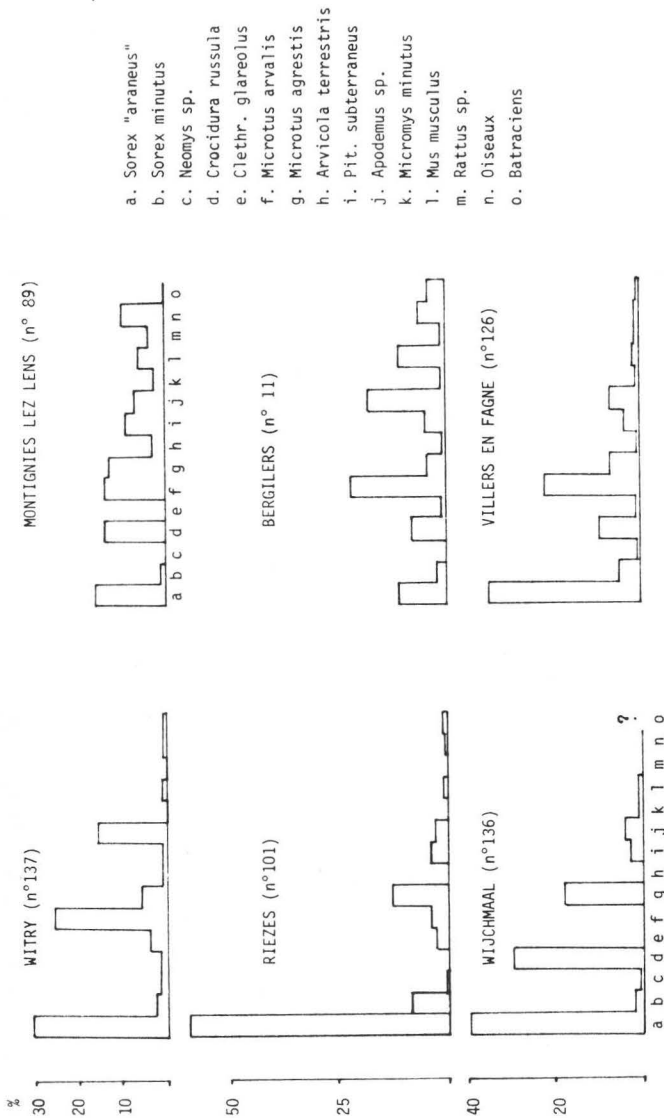


FIG. 3.4 REGIME DE L'EFFRAIE EN BELGIQUE
Fréquence relative des proies pour six échantillons

données. Ces valeurs diminuent lentement après le deuxième axe. Cela ne laisse pas présager une interprétation facile des axes d'ordre supérieur à 3. A partir de l'axe 4, les variables illustratives sont toutes concentrées assez près de l'origine : la plupart se projettent entre - 0,2 et + 0,2 avec des extrêmes ne dépassant pas 0,4 en valeur absolue. C'est évidemment le signe qu'elles réagissent peu aux facteurs du milieu exprimés par ces axes. Aussi ne nous attarderons-nous pas à l'interprétation de plus de 2 plans, cherchant toutefois dans l'examen des axes 4, 5 et 6 des confirmations ou des nuances à apporter aux tendances qui se dégagent de l'étude des plans F1 x F2 et F1 x F3.

a. Le plan des facteurs 1 et 2 (fig. 3.5 et 3.6)

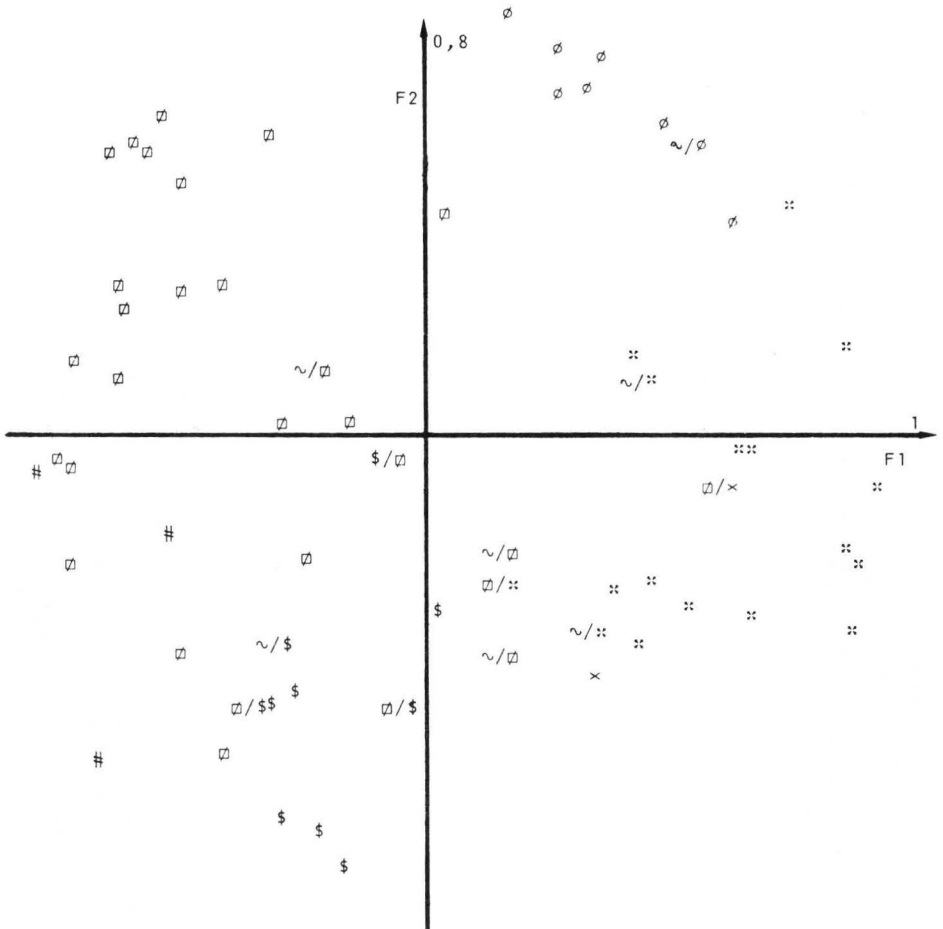
Le premier axe issu de l'analyse des correspondances est principalement déterminé par des paramètres édaphiques et physiographiques : les variables "sols argileux, sols limoneux, sols sableux et sols sablo-limoneux ou limonosableux" ont des contributions absolues respectives de 3,1, 11,7, 7,4 et 5,8 %; les variables "altitude, relief et présence de talus" de 9,9, 5,2 et 6,7 %. En outre, cinq autres variables relatives aux types de milieu ouvert et à la densité du peuplement humain interviennent de façon non négligeable : les contributions absolues des variables "superficie des vergers, des prairies, des champs et des zones jardinées" sont de 3,5, 4, 4,1 et 5,7 % tandis que celle de la variable "nombre d'habitants" est de 5,3 %.

Le deuxième axe est déterminé par les variables exprimant la densité du recouvrement forestier : "surface des conifères, des feuillus, des incultes, longueur des lisières et des ruisseaux forestiers" ont respectivement des contributions absolues de 10,3, 11,1, 10,3, 11,3 et 5,5 %. Vigueur du relief, présence de carrières ou d'affleurements rocheux, surface des marais et des champs ont également des contributions absolues assez élevées : 4,3, 6,1, 3,3 et 3,3 %.

Variations édaphiques et physiographiques sont les éléments essentiels sur lesquels repose le découpage du pays en régions agricoles. On ne s'étonnera donc pas du regroupement par région de nos stations dans le premier plan de l'analyse (fig. 3.5). Dans la partie gauche de la figure, nous avons les stations d'altitude plus élevée où les sols sont principalement limoneux, couverts de champs cultivés. L'habitat humain y est peu important. Dans la partie droite, nous avons au contraire les stations d'altitude plus faible où les sols sont argileux ou sableux (sablolimoneux) et principalement utilisés pour des prairies. L'habitat humain y est plus développé. D'autre part, dans la partie supérieure de la figure, se regroupent les stations où le couvert forestier est minime, où le relief est très plat, le sol argileux (droite) ou limoneux (gauche) tandis que dans la partie inférieure, les stations se caractérisent par leur couverture boisée plus développée, un relief moins mou (avec, à gauche, carrières ou affleurement rocheux) et un habitat humain plus étendu. Dans le quadrant supérieur gauche se trouvent ainsi les localités de la zone limoneuse, dans le droit celles des Poitiers, dans le quadrant inférieur droit celles de Campine et dans le gauche celles de la zone limoneuse mixte et du pays de Herve. Certaines stations limitrophes entre deux régions occupent des positions légèrement décentrées par rapport à leur groupe et les stations de la zone sablolimoneuse mixte sont éparpillées : chacune d'elles se trouvant projetée au voisinage de la région dont elle est la plus proche.

A ce stade, que pouvons-nous dire de la composition du régime de l'effraie ? Un coup d'oeil sur la fig. 3.6 révélera qu'elle est fortement influencée par les facteurs dont nous venons de parler. Ainsi la taupe (Talpa europaea) est-elle une proie plus abondante sur le plateau limoneux soumis à la culture intensive. Elle paraît plus rare où la surface cultivée est moindre et où les sols sont de moins bonne qualité. Les musaraignes carrelet (Sorex "araneus") et pygmée (S. minutus) sont, au contraire, défavorisées dans les zones de grandes cultures. Leur fréquence est maximale là où abondent les prairies et où existent des milieux humides (mares, étangs, marais). Le campagnol des champs (Microtus arvalis) révèle des fluctuations de sens tout à fait opposé et semble affectionner tout particulièrement les sols limoneux. La musaraigne musette (Crocidura russula) est par contre beaucoup moins abondante dans les zones peu peuplées et de culture intensive que dans les

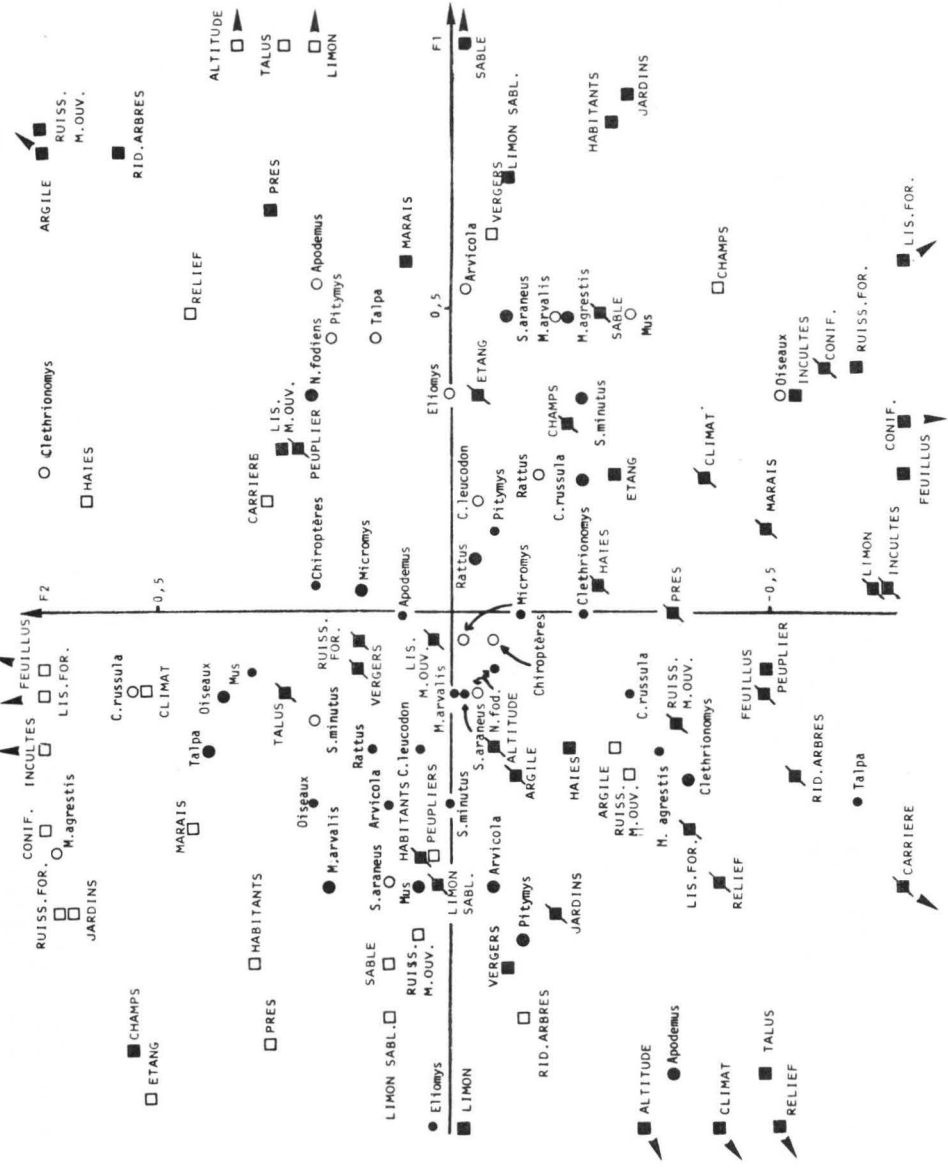
FIG.3.5 : PROJECTION DES STATIONS DANS LE PLAN F₁/F₂ (NORD)



□ : zone limoneuse
 ∅ : polders
 :: : zone sablonneuse
 \$: zone limoneuse mixte

: pays de Herve
 ~ : zone sablolimoneuse
 x : zone sablolimoneuse mixte

FIG.3.6 : PROJECTION DES VARIABLES DANS LE PLAN F1 / F2 (NORD)



- : variable active (paramètre)
- : variable illustrative (espèce)
- □ : absent ou rare
- □ : présent ou moyennement représenté
- ● : abondant

Les points marqués d'une \blacktriangleright sont projetés en dehors du cadre de la figure dans la direction indiquée.

villages plus peuplés et plus étendus. Il en est de même pour le campagnol agreste (Microtus agrestis) qui, de plus, tout comme les Sorex, semble apprécier les zones humides. L'abondance de la musaraigne aquatique paraît quant à elle reliée à la densité des cours d'eau et à la présence d'étangs.

Dans le régime, la présence du lérot (Eliomys quercinus) est indifférente à l'axe 2. Ce rongeur est absent des Polders, de Campine et de la plaine flamande (cfr. LIBOIS, 1977b) mais il reste bien difficile de relier cette absence à un paramètre ou un ensemble de paramètres écologiques précis. En revanche, il apparaît très clairement que le campagnol roux (Clethrionomys glareolus) est très influencé par l'importance de la couverture boisée. Sa fréquence est très faible dans les zones quasi dépourvues de milieux boisés. Il semble qu'il préfère les feuillus aux conifères.

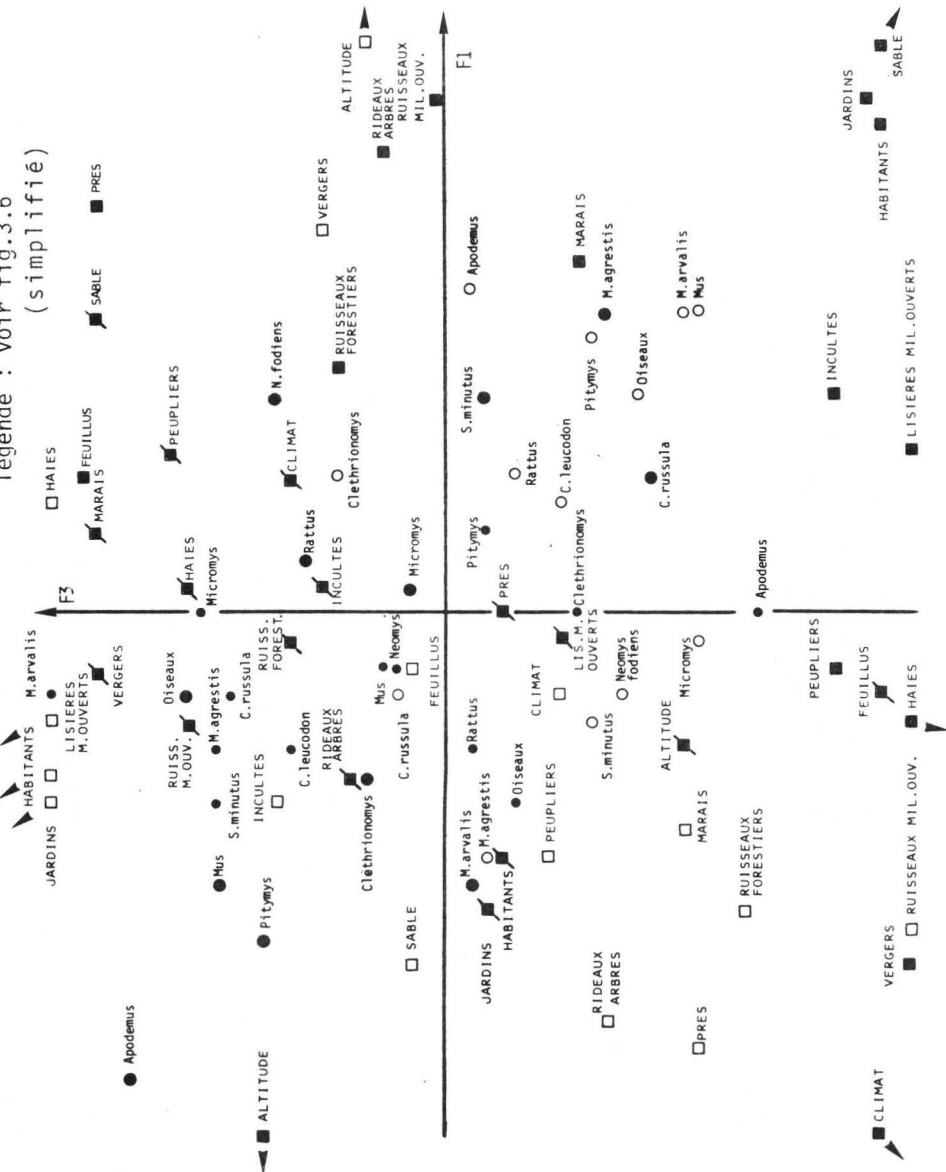
Les variations d'abondance du campagnol terrestre (Arvicola terrestris) se font presque parallèlement à celles du campagnol des champs. Il en est de même pour le campagnol souterrain (Pitymys subterraneus) mais le long de l'axe 2, sa fréquence varie dans le sens opposé. Ces trois espèces sont donc plus abondantes sur les sols riches mais M. arvalis préfère nettement les milieux ouverts tandis que les deux autres semblent légèrement favorisées par la présence de milieux boisés et la plus grande étendue des zones jardinées. Le mulot (Apodemus sylvaticus) réagit pratiquement comme le campagnol souterrain mais affiche beaucoup plus nettement sa prédilection pour les zones boisées. La souris (Mus musculus) et les oiseaux sont très peu capturés par la chouette dans les zones plus boisées où celle-ci dispose de nombreux insectivores. Ils sont bien plus abondants dans le régime des effraies de la zone limoneuse. Enfin, il nous reste à dire que les variations des proportions de la musaraigne bicolore (Crocidura leucodon), du rat des moissons (Micromys minutus), des rats (Rattus rattus et R. norvegicus) et des chauves-souris ne peuvent être interprétées ici (projections au voisinage immédiat de l'origine).

b. Le plan des facteurs F1 et F3 (fig. 3.7)

Le troisième axe est construit à partir de quelques variables qui expriment la diversité du paysage : surfaces des maisons et jardins, nombre d'habitants, longueur des haies et des lisières entre milieux ouverts ont des contributions absolues respectives de 10,3 %, 13 %, 11,3 % et 12,3 %. Les stations projetées dans la partie inférieure du graphique sont donc les gros villages étendus où les différents types de milieux s'imbriquent en une mosaïque complexe parcourue de haies. Les vergers y couvrent une surface importante (C.A : 7,2 %) et les incultes y sont fréquents (C.A : 3,4 %). Dans la partie supérieure, on trouvera les stations des paysages plus monotones et plus boisés (C.A variable forêt feuillue : 5,5 %).

Certaines espèces ne réagissent pas du tout à ce gradient de qualité du paysage (taupe, lérot, campagnol terrestre) ou très peu (musaraigne "carrelet" et chiroptères). En revanche, d'autres montrent une nette corrélation négative : campagnol souterrain, rat, musaraigne bicolore, oiseaux et souris. Il est remarquable que cette dernière varie en sens inverse des variables "nombre d'habitants et surface des maisons et jardins". Ce fait se remarque aussi le long de l'axe 5 où son abondance est corrélée avec celle du campagnol des champs et de la surface cultivée. Cela signifie que dans les paysages agricoles banalisés la souris est susceptible de divaguer au beau milieu des champs ou

FIG.3.7 : PROJECTION DES VARIABLES DANS LE PLAN F1/F3 (NORD)
 légende : voir fig.3.6
 (simplifié)



que la chouette, ne disposant pas de ses ressources habituelles en suffisance, exerce une prédation accrue sur cette espèce. La seconde hypothèse nous paraît plus vraisemblable dans la mesure où la souris, sous nos latitudes, ne se trouve quasiment que dans les habitations ou au voisinage strict des dépendances humaines (cfr. ORSINI, 1982). La prédation plus forte sur les rats et sur les oiseaux s'explique très probablement de la même façon. Les régions de cultures intensives, telle que la zone limoneuse au paysage monotone, hébergeraient donc des communautés de petits mammifères relativement appauvries ou déséquilibrées.

Sorex minutus et Microtus agrestis suivent d'assez près l'évolution des variables "sols sableux" (C.A : 5 %) et marais et prés humides (C.A : 4,4 %) tandis que Microtus arvalis varie en sens tout à fait opposé et parallèlement au paramètre "sols limoneux". Son antagonisme avec le campagnol agreste apparaît une fois de plus très clairement. Le long de l'axe 5, cette opposition se retrouve encore, M. arvalis étant plus abondant dans les champs, M. agrestis dans les prairies.

Neomys fodiens est plus abondante dans le régime là où l'on trouve mares et étangs et dans les stations où le réseau hydrographique est plus développé. L'abondance de Micromys minutus évolue un peu de semblable façon, mais il semble que ce soient surtout les variables "étangs" et "marais" qui soient déterminantes. Micromys suit en effet le gradient de l'axe 6 où ces variables ont une contribution absolue de 14,3 et 5,1 % respectivement. Le rat des moissons apparaît donc principalement lié aux milieux aquatiques : étangs, marais mais aussi ruisseaux et canaux. En Flandre, ces derniers sont souvent bordés de phragmites (Phragmites australis) ou d'autres grandes graminées, milieu d'élection de Micromys (HARRIS, 1979).

Les variations du mulot et, dans une moindre mesure, celles du campagnol roux, suivent d'assez près l'évolution de l'importance du couvert caducifolié. Toutefois, sur l'axe 5 tout à fait indépendant de cette variable, le mulot suit exactement les variations d'abondance du campagnol des champs. Le mulot étant connu pour occuper des milieux autres que la forêt ou les haies (SAINT GIRONS, 1966, 1967; POLLARD et RELTON, 1970; YALDEN et al., 1973; FAYARD, 1974 ...) cela étonne moins que pour la souris.

c. Les corrélations multiples

Dans les grandes lignes, les modèles d'ajustement linéaire trouvés (cfr. tableau 3.13 en annexe) confirment les résultats de l'analyse des correspondances :

- prédilection des Sorex pour les zones humides et les milieux fort découpés;
- dépendance des alentours des maisons pour C. russula;
- préférence de C. glareolus pour les milieux forestiers;
- abondance d'autant plus forte de M. arvalis, M. musculus, de Rattus et des oiseaux que le paysage est monotone (corrélation négative avec la longueur des rideaux d'arbres, des haies ou des lisières).

Quelques faits supplémentaires s'en dégagent :

- sensibilité de Mus à la longueur de l'hiver;
- préférence de M. agrestis pour des zones à étés plus frais;
- plus grande abondance de Rattus et d'Arvicola dans les milieux ouverts.

Il convient toutefois de se méfier de certaines indications fournies par ces modèles, notamment pour les espèces dont la fréquence d'occurrence est relativement faible : taupe, musaraignes aquatique et bicolore, lérot et rat, ou de variables telles que "surface des marais" ou "longueur des rivières" qui ont souvent une valeur nulle et de ce fait, distordent le calcul des corrélations. Il faut également remarquer que la variabilité totale des données expliquée par les différents modèles n'est pas très élevée puisque, dans la plupart des cas, le coefficient de détermination (r^2) se situe en-deçà de 0,40.

3.2.2.2. Le Sud du pays

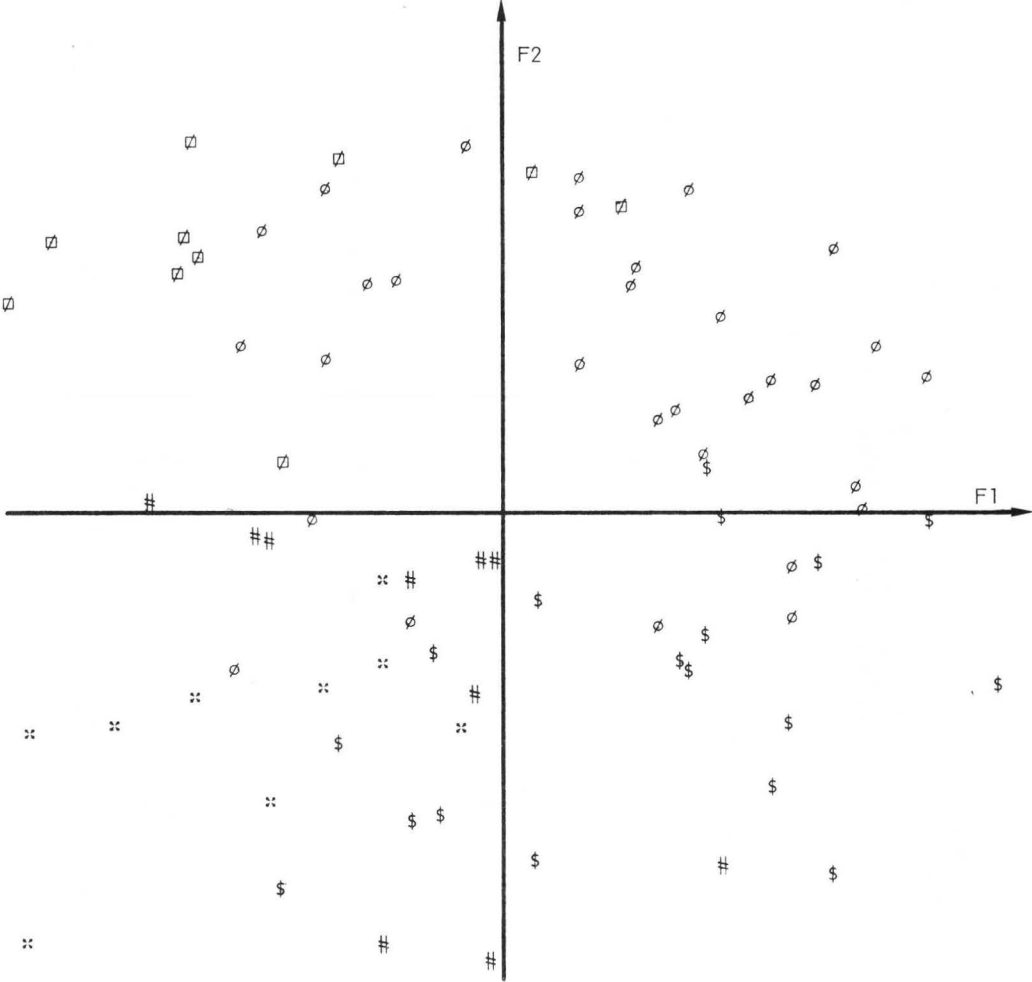
Les résultats de l'analyse des correspondances pour le sud de la Wallonie s'avèrent légèrement moins bons que pour le nord du pays : les cinq premières valeurs extraites sont de 0,200, 0,164, 0,125, 0,118 et 0,107. Elles représentent respectivement 10,4, 8,5, 6,5, 6,1 et 5,6 % de la variabilité totale des données, soit au total à peine plus d'un tiers de celle-ci.

a. Le plan des facteurs F1 et F2 (fig. 3.8 et 3.9)

Comme pour le nord de la Belgique, les deux premiers axes opèrent un regroupement des stations par région naturelle (fig. 3.8) : les localités ardennaises sont projetées dans la moitié supérieure du graphique, celles de la Haute Ardenne étant rejetées à l'extrême gauche. Dans la moitié inférieure, on trouve à gauche les villages de la Gaume et à droite ceux de la dépression faménienne. Les stations condruzien-nes sont assez éparpillées mais se trouvent principalement entre Famenne et Gaume.

Les principaux paramètres responsables de cette organisation sont, sur F1, ceux qui font la distinction entre paysages forestiers (à droite) et agricoles (à gauche) : lisières entre milieux ouverts (11,3 %), superficie feuillue (10,7 %), ruisseaux forestiers (8,1 %), talus et ruisseaux en milieux ouverts (respectivement 6,4 et 4,7 %), surface des prairies (5,7 %), des prés humides et marais (3 %), des conifères (2,9 %), haies et lisières forestières (3,8 et 5,7 %). Les variables "nombre d'habitants" et "surface des jardins et maisons" interviennent également pour 6,5 et 4,3 % respectivement, les villages les plus importants se projetant dans le quadrant inférieur gauche. Le deuxième axe oppose très nettement les stations d'altitude élevée (14,9 %) au climat plutôt humide et froid (7,7 %) où l'on trouve des mares et étangs (7,5 %), de nombreux prés humides (3,1 %) ainsi que des sols limono-caillouteux (3,8 %) ou limoneux peu caillouteux (3,7 %) à des stations à climat plus clément, d'altitude plus faible où les sols sont de meilleure qualité : argiles (8 %) ou limons (7,2 %). L'axe 2 distingue aussi parmi les milieux forestiers ceux qui sont dominés par la forêt feuillue (3,1 %) et les plantations de conifères (3,7 %).

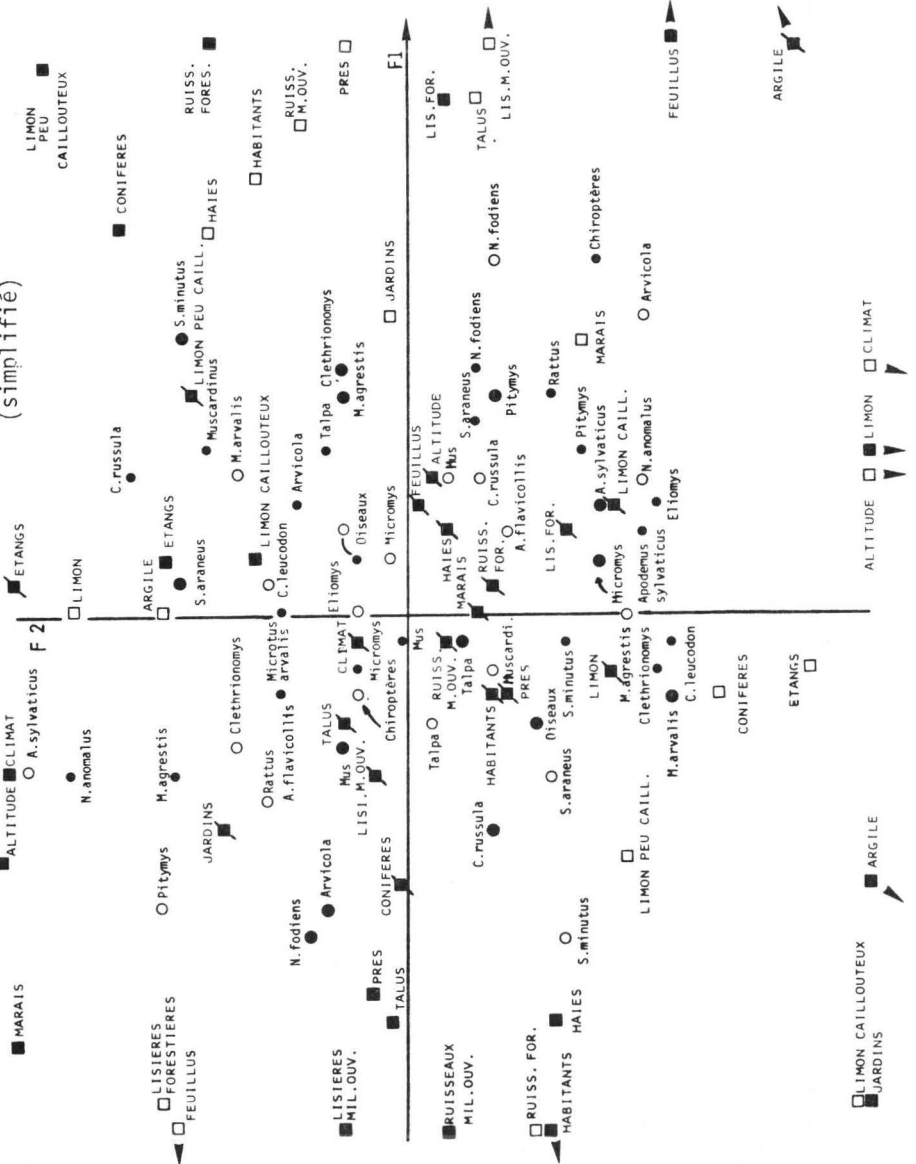
FIG. 3.8 : PROJECTION DES STATIONS DANS LE PLAN F1 / F2 (SUD)



□ : Haute Ardenne
 ∅ : Ardenne

: Condroz
 \$: Famenne
 :: : Gaume

FIG. 3.9 : PROJECTION DES VARIABLES DANS LE PLAN F1/F2 (SUD)
 légende : cfr. fig. 3.6
 (simplifié)



En ce qui concerne les mammifères proies de l'effraie, on peut constater (fig. 3.9) que N. fodiens est principalement capturée dans les milieux ouverts et qu'elle est corrélée, le long de l'axe 1, avec les paramètres "longueur des ruisseaux en milieux ouverts" et "superficie des prairies". La présence de N. anomalus semble plutôt tributaire des marais et prairies humides et est limitée à des stations d'altitude assez élevée au climat bien arrosé. C. leucodon en revanche colonise des milieux plus secs et préfère un climat moins humide. Elle paraît indifférente au degré de boisement ou d'ouverture du milieu. C'est le cas également de Micromys minutus. C. russula paraît bien plus liée à l'importance des zones habitées et jardinées qu'à tout autre facteur et semble plus abondante dans les milieux ouverts. S. minutus est au contraire plus fréquente dans les zones boisées et domine en Ardenne (influence de la longueur des ruisseaux forestiers ?). S. "araneus" est également plus abondante en Ardenne qu'en Gaume ou en Famenne. Sa fréquence dépend de l'humidité du climat mais sans doute aussi de la superficie des milieux humides.

Les chiroptères paraissent plus fréquemment capturés dans les villages à forte superficie de forêt caducifoliée. Parmi les rongeurs, le lérot ne se trouve dans le régime de l'effraie que si le climat n'est pas trop arrosé. Le muscardin, par contre, apparaît dans des zones à climat plus sévère et manifeste une préférence certaine pour les milieux boisés. Cette prédilection est nette également chez Clethrionomys mais le long de F2, ses variations sont malaisées à interpréter : le point de son abondance minimale se projette presque au même endroit que celui de son abondance maximale.

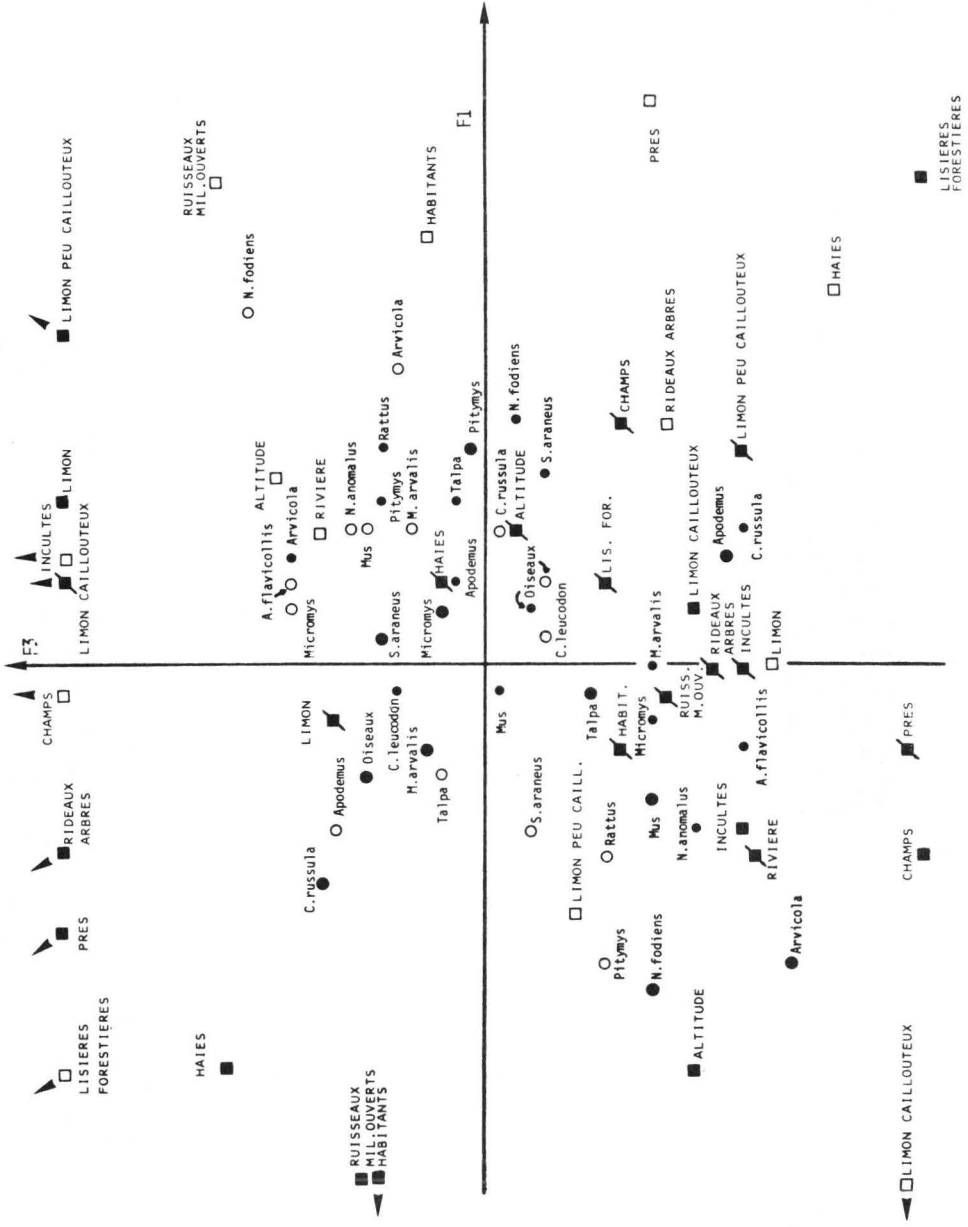
Microtus arvalis n'est que légèrement sensible à l'importance du couvert boisé. Il paraît par contre nettement influencé par la qualité des sols et peut-être aussi par la douceur du climat. Les variations de M. agrestis sont plus délicates à interpréter mais, en gros, on peut voir qu'elles sont de sens contraire à celles du campagnol des champs. Arvicola est manifestement plus abondant dans les milieux ouverts tandis que Pitymys semble coloniser, de préférence aux prairies des plateaux ardennais, les stations quelque peu forestières au climat plus clément.

Les variations des deux mulots sont de sens tout à fait opposé : le mulot sylvestre apparaît plutôt lié aux paysages forestiers caducifoliés des régions à climat pas trop pluvieux; le mulot à collier semble plus fréquent sur les hauteurs de l'Ardenne mais sa réaction au gradient de F2 n'est pas de grande amplitude. Rat et souris ont également des variations opposées, les rats sont plus fréquemment pris dans les paysages plus fermés, la souris dans les stations où dominent les milieux ouverts. La réaction de cette dernière à F1 est toutefois peut-être plus en relation avec l'importance des villages. Enfin, il semble que les oiseaux ne soient capturés de manière significative que dans les gros villages des régions à climat peu pluvieux.

b. Le plan des facteurs F1 et F3 (fig. 3.10)

L'axe 3 oppose les stations riches en pâtures grasses (11,5 %) établies sur des sols de bonne qualité : limon (5,3 %) ou limon peu caillouteux (6,9 %) et parcourues de haies (3,6 %) et de rideaux d'arbres (7,3 %) à des stations d'altitude plus élevée (1,5 %) où les cultures (13,2 %) sur sols limono-caillouteux (11,2 %) dominent. Ces dernières localités, projetées dans la partie inférieure du graphique, sont également caractérisées par le découpage de leurs massifs forestiers

FIG. 3.10 : PROJECTION DES VARIABLES DANS LE PLAN F1/F3 (SUD)
(simplifiée)
Légende : cfr fig.3.6



(lisières longues - 9,3 %) et la présence de friches ou de landes (8,3 %). On n'est donc pas surpris de constater que les villages de la Fagne et ceux de la portion ardennaise de l'Entre-Sambre-et-Meuse se trouvent projetés dans la partie supérieure du plan F1/F3.

La plupart des espèces sont assez peu sensibles à cette distinction entre types de milieux ouverts. Toutefois, il apparaît clairement que le campagnol terrestre, les mulots et la souris dominent dans les stations du second type mais sans doute est-ce pour des raisons différentes : préférence du campagnol pour les champs, des mulots pour les milieux forestiers très découpés (lisières longues) et de la souris pour les zones densément peuplées (les villes sont toutes projetées dans le quadrant inférieur gauche). Les deux Neomys varient dans le même sens que les variables "rivière" et "ruisseaux en milieux ouverts". Le paramètre "marais et prés humides" étant relativement indépendant de F3 (C.A. = 1,3 % seulement), il en découle que N. anomalus s'accommode des berges des ruisseaux et rivières en l'absence de ce genre de milieu. Le campagnol des champs présente une réaction à première vue incompréhensible. Si l'on considère cependant que le long de F3 s'opposent complètement des variables distinguant deux types de paysages ouverts, nous devons conclure que l'abondance de cette espèce dépend simultanément de plusieurs facteurs qui varient en sens inverse sur F3. La même explication peut être avancée pour Micromys. Ces deux rongeurs seraient donc d'autant plus abondants que les paysages ouverts seraient diversifiés, composés d'une mosaïque de champs et prairies avec des haies et des petites parcelles boisées (lisières !). Crocidura russula montre une réaction analogue mais sans doute plus en relation avec l'urbanisation du milieu.

Quelques espèces montrent encore de très légères variations suivant F3 mais elles sont de faible ampleur, donc peu significatives. La taupe paraît plus abondante dans les milieux plus cultivés, contrairement à "S. araneus" C. leucodon, Rattus sp., P. subterraneus et aux oiseaux.

c. Les facteurs F4 et F5

L'axe 4 est principalement constitué à partir de variables édaphiques (sable : 9,4 %; argile : 10 % et limon caillouteux : 15 %), du climat (11,4 %), de l'altitude (7,4 %) et de paramètres relatifs à l'importance de l'occupation humaine (maisons et jardins : 6,5 %; habitants : 5,5 %).

P. subterraneus et E. quercinus apparaissent d'autant mieux représentés que le climat est moins froid et moins humide. Le premier varie de surcroît dans le même sens que la variable "lisières forestières". C. russula et M. musculus semblent particulièrement liées à l'habitat humain, pouvant même abonder dans des zones climatiquement défavorables à condition que s'y trouvent des milieux "urbanisés". S. minutus et C. glareolus s'opposent à ces deux espèces tandis que N. anomalus apparaît essentiellement dans les régions plus élevées au climat plus rude. M. arvalis manifeste une fois de plus une certaine préférence pour les sols de meilleure qualité (argile, limon peu caillouteux) mais cette tendance est moins nette que le long de F2. Peut-être est-ce en raison du fait que la variable "limon" s'oppose à la variable "argile" le long de l'axe 4.

L'examen de l'axe 5 n'apporte rien de particulier qui n'ait déjà été mis en évidence par les axes factoriels précédents, sinon qu'il

semble que Pitymys et Arvicola paraissent favorisés par l'abondance des haies et des vergers. Les tendances forestières de Clethrionomys et de Muscardinus se confirment et se nuancent : le gliridé, contrairement à ce que laisserait supposer l'examen de F2, affiche une nette préférence pour les feuillus. L'axe 6 est à ce sujet encore plus démonstratif.

d. Le plan des facteurs F1 et F6 (fig. 3.11)

L'examen de la fig. 3.11 s'avère assez intéressant car seules quelques espèces ne réagissent guère à F6 : Neomys, les chiroptères, le lérot, le rat des moissons et les Rattus. Dans la partie inférieure du graphique, se projettent à gauche les villes et les gros bourgs et à droite les petits villages situés au milieu de clairières, comme Suxy p. ex. (fig. 3.12). Dans la partie supérieure, on trouve les localités de moyenne importance. Elles sont d'autant plus éloignées de l'origine qu'elles se situent dans des paysages composites : importance moyenne des feuillus, des prés, des haies et des talus.

Les variables dont la contribution absolue à F6 est grande sont en effet les suivantes : nombre d'habitants (9,6 %), surface des maisons et jardins (14,2 %), des forêts feuillues (3,9 %), des prairies, des champs et des incultes (resp. 8,5, 1,9 et 1,6 %), le climat (5,8 %), la longueur des talus et des ruisseaux en milieux ouverts (resp. 6,4 et 5,1 %).

Trois groupes de petits mammifères se discernent : le premier comprend des espèces dont l'abondance atteint un maximum dans les villages de type clairière : muscardin, campagnols roux et agreste, mulots et, dans une moindre mesure, musaraigne pygmée et campagnol souterrain. Le deuxième caractérise les milieux nettement plus ouverts et plus anthropisés : il se compose de la taupe, des musaraignes "carrelet" et bicolore (moins évident) ainsi que du campagnol des champs et de la souris. Le troisième enfin, dans lequel on trouve la musaraigne musette et le campagnol terrestre, semble typique des habitats plus urbanisés. C'est également dans ces milieux que l'effraie capture des oiseaux en plus grand nombre.

e. Les corrélations multiples

Les faits que nous venons de mettre en évidence par l'analyse des correspondances se vérifient relativement bien par les modèles d'ajustement linéaire du tableau 3.14 (annexe) :

- préférence de C. russula et d'A. terrestris pour les paysages plus urbanisés;
- préférence du lérot, du campagnol souterrain et des rats pour les régions de plus faible altitude;
- dépendance des Neomys vis-à-vis des milieux aquatiques;
- dominance de M. arvalis dans les paysages agricoles;
- préférence d'Apodemus, de Clethrionomys, de Muscardinus et, dans une certaine mesure, de S. minutus et de M. agrestis pour des paysages pas trop ouverts ni boisés en épicéas.

Comme les coefficients de détermination (r^2) sont en général encore plus faibles que pour le nord du pays, nous préférons ne pas nous étendre davantage sur ces calculs. Leur principal intérêt est en effet de confirmer la très nette influence de la physionomie du paysage sur la structuration des biocénoses de petits mammifères.

FIG. 3.11 : PROJECTION DES VARIABLES DANS LE PLAN F1/F6 (SUD)
 (simplifiée)
 légende : cfr.fig.3.5

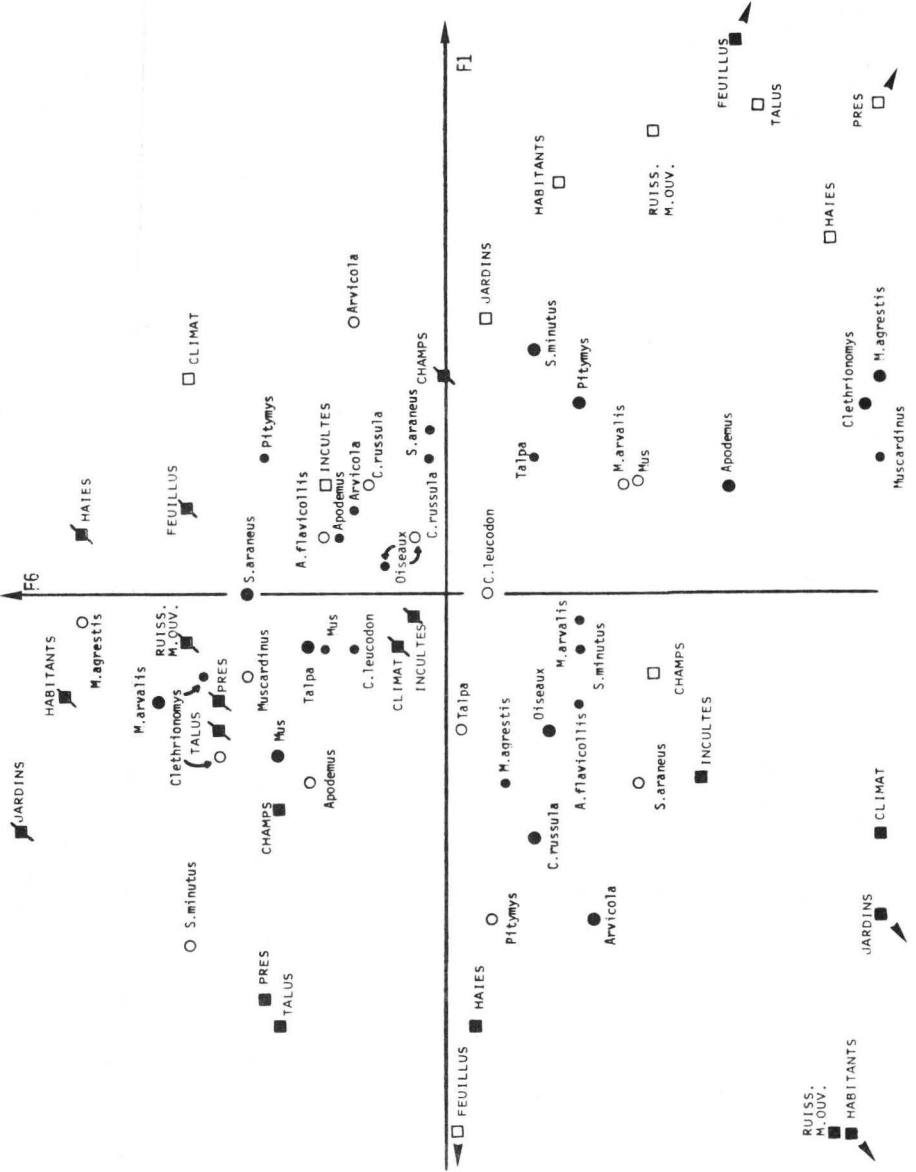
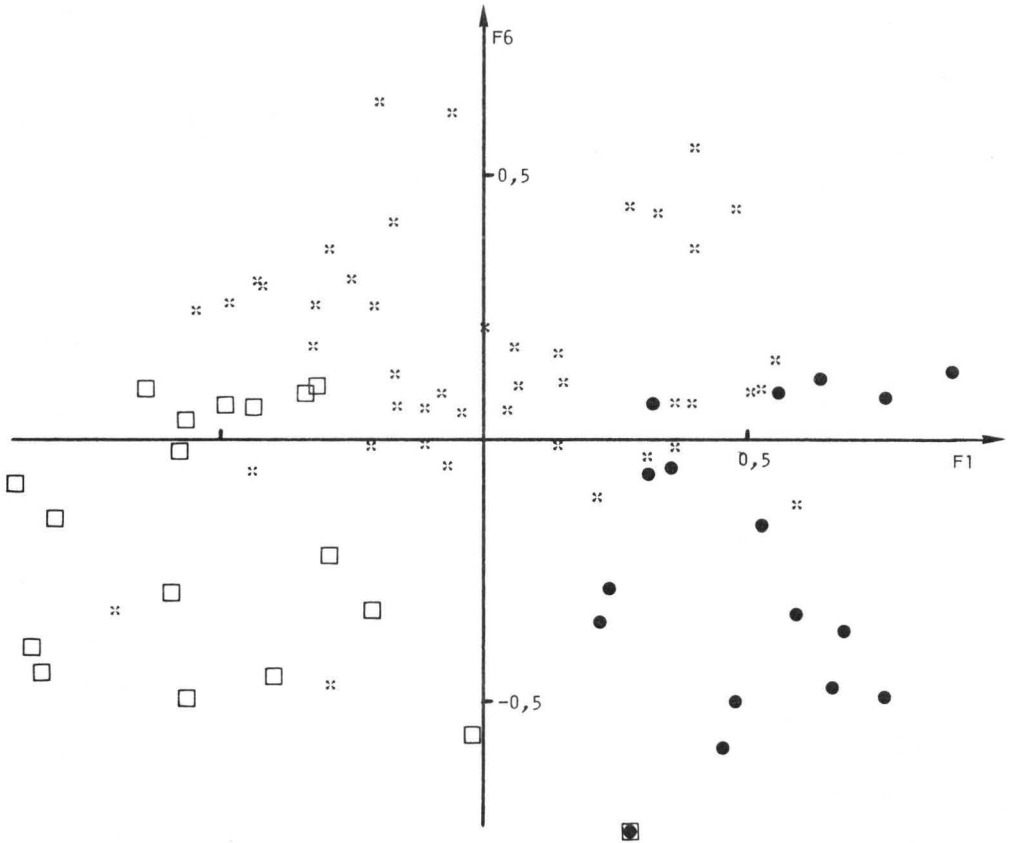


FIG.3.12 : PROJECTION DES STATIONS DANS LE PLAN F1/ F6



- : villes et gros bourgs (nb.habitants > 1250).
- : villages clairières (type Suxy, cfr. fig.2.7).
- :: : autres localités

3.2.2.3. Discussion

Dans le chapitre précédent, nous avons fait apparaître les limites de notre méthode. Après la première partie de l'exposé des résultats, il nous paraît souhaitable de confronter nos observations sur l'habitat des différentes espèces avec ce que l'on en connaît. Une fois assuré de la validité de la méthode, nous pourrions nous engager dans l'étude de la Corse et des Pyrénées Orientales, régions pour lesquelles les informations sur l'habitat des micromammifères sont plus rares. Ainsi, nous envisagerons successivement le cas de chaque espèce avant de tenter une synthèse régionale.

a. La taupe, *Talpa europaea* L. 1758

Dans le nord du pays, l'analyse des correspondances met en évidence la liaison étroite entre l'abondance de la taupe et la qualité des sols : cette espèce fouisseuse est plus fréquente dans les sols riches (limon et argile) des zones vouées au pâturage (Polders) ou à la culture intensive (Hesbaye p. ex.). Dans le sud, la taupe est plus rare

(cfr. fig. 3.3.) et semble plutôt préférer les paysages assez variés où les cultures sont étendues (voir fig. 3.11.). Ces déductions correspondent remarquablement bien avec ce que nous trouvons dans différentes publications :

Pour MELLANBY (1966), la forêt caducifoliée constituerait l'habitat d'origine de la taupe mais il est évident qu'elle est maintenant beaucoup plus abondante dans les milieux ouverts. Sa présence ne semble cependant pas devoir être mise en relation avec un type particulier de couvert végétal puisque la taupe se trouve dans une très grande variété de milieux : jardins, prés, talus, champs, lisières forestières. Les facteurs qui l'affectent sont plutôt pédologiques : elle évite les sols trop minces (zones rocheuses), trop caillouteux, trop mal drainés, trop sableux ou trop acides (MILNER et BALL, 1970; SAINT GIRONS, 1973a). Elle affectionne les sols bruns forestiers et surtout les vieilles pâtures (ARMSBY et al., 1966) de préférence humides qui sont particulièrement riches en lombrics, base de sa nourriture (GODET, 1951; HAINARD, 1961; MEAD-BRIGGS, 1964; RAW, 1966).

b. La musaraigne "carrelet", Sorex "araneus" L. 1758

c. La musaraigne pygmée, Sorex minutus L. 1766

Dans les pages précédentes, nous avons vu que les Sorex étaient plutôt liées aux prairies et aux milieux humides et nettement défavorisées dans les zones de grandes cultures. De légères différences apparaissent dans le choix de l'habitat de ces espèces : S. "araneus" préférerait des paysages ouverts mais fort variés (mosaïque de milieux très découpés) alors que S. minutus, dans le sud du pays au moins, serait mieux représentée dans des milieux moins marqués par l'homme, plus forestiers. Ces observations coïncident remarquablement avec ce que l'on sait de l'habitat de ces deux espèces.

Il est généralement admis que S. "araneus" habite une très grande variété de milieux : champs cultivés, prairies, jardins, haies, lisières, bois et broussailles, landes à bruyère et tourbières (de SELYS, 1839; VON LEHMANN, 1958; HAINARD, 1961; YALDEN et al., 1973; LIBOIS, 1975c; GODFREY, 1978; MULDER, 1979; YALDEN, 1981 ...). Pour DE JONGE et DIENSKE (1979), l'humidité du milieu ne l'influencerait pas mais beaucoup d'autres auteurs ont fait la constatation inverse (FONS et al., 1977; GÖRNER, 1979; JANEAU, 1980 ...) ou signalent au moins qu'elle évite les milieux trop secs (SAINT GIRONS, 1973a) ou les zones à végétation xérophile (FAYARD et al., 1979). Elle est plus abondante dans les milieux ouverts (YALDEN, 1974 : prairies; LIBOIS, 1975c : landes à myrtille; DE JONGE et DIENSKE, 1979; JANEAU, 1980) et est favorisée par un couvert végétal dense permanent : grandes herbes, fougères, buissons (CORBET, 1964; SPITZ, 1981).

De nombreux auteurs considèrent que S. minutus et S. "araneus" ont des habitats très semblables. Elles sont en effet souvent syntopes (CROIN MICHIELSEN, 1965, 1966; SAINT GIRONS, 1973a; DE JONGE et DIENSKE, 1979; GÖRNER, 1979; obs. pers.) mais les milieux préférentiels de S. minutus seraient toutefois plus boisés d'après CROIN MICHIELSEN, 1965 et FAYARD et al., 1979. S. minutus serait peut-être plus sensible à la sécheresse (FAYARD et ERÔME, 1977). BAUER (1960) considère d'ailleurs qu'elle est une espèce nordique, limitée au sud de son aire aux microclimats froids, marais et dépressions tourbeuses. Dans les zones tourbeuses, elle serait beaucoup plus abondante que S. "araneus" (YALDEN, 1981; BUTTERFIELD et al., 1981), cette dernière ne pouvant maintenir des effectifs très élevés en l'absence de lombrics, base de son alimentation (PERNETTA, 1976a; YALDEN, 1981; CHURCHFIELD, 1982). En

Irlande, où *S. "araneus"* est absente, la musaraigne pygmée élargit son amplitude d'habitat (GRAINGER et FAIRLEY, 1978), ce qui serait peut-être l'indice d'une compétition lorsque les deux espèces sont syntopes.

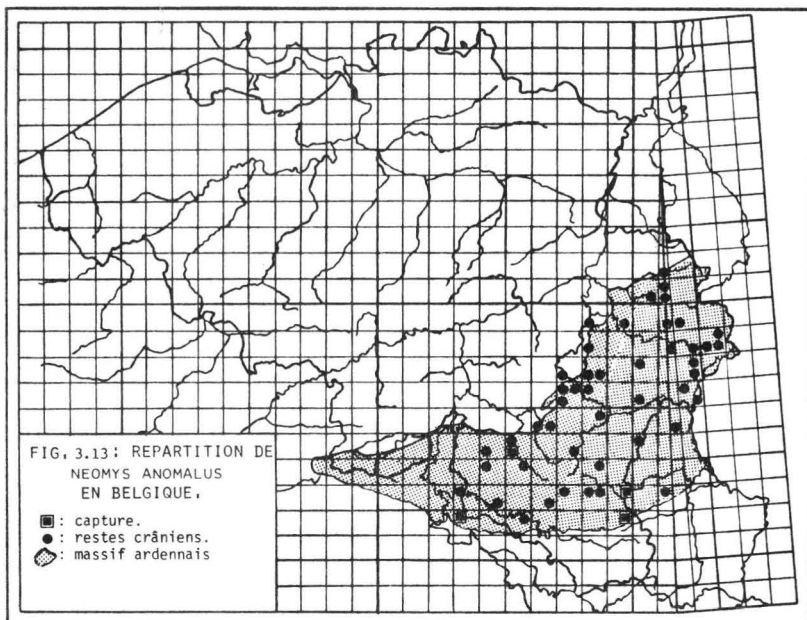
d. La musaraigne aquatique, *Neomys fodiens* (PENNANT, 1771)

Nos données montrent clairement la dépendance de *Neomys fodiens* vis-à-vis de la densité du réseau hydrographique et de la présence de milieux aquatiques. Elles sont donc en parfait accord avec celles de la littérature, puisque l'on sait que, comme son nom l'indique, la musaraigne aquatique vit au voisinage de l'eau : berges des rivières, ruisseaux, mares, étangs, lacs ou même canaux de drainage (de SELYS, 1839; FRECHKOP, 1958; HAINARD, 1961; SAINT GIRONS, 1973a). Elle se trouve également sur les tourbières (LIBOIS, 1975c), dans les marais (YALDEN et al., 1973; MULDER, 1979), voire les prairies humides (DE JONGE et DIENSKE, 1979), de même que sur certaines plages rocheuses (JENKINS, 1964) ou parfois en pleine forêt, loin de tout cours d'eau (SHILLITO, 1963; DOUCET, comm. pers.). VAN LAAR (1980) l'a souvent piégée dans une végétation hydrophile haute (iris, rubannier, reine des prés, phragmite, glycérie ...) ou dans des aulnaies ou saussaies très humides. VON LEHMANN (1969), de même que GÖRNER (1979) précisent qu'elle est sensible à la pollution de l'eau. Il est toutefois probable qu'en présence d'une nourriture suffisante (Gastéropodes, Amphipodes, larves de Trichoptères, Diptères, Ephéméroptères, alevins, petits poissons, cfr. HAINARD, 1961; PERNETTA, 1976b; KRAFT et PLEYER, 1978; NIETHAMMER, 1978) elle parvienne à subsister dans des cours d'eau biologiquement très dégradés comme c'est le cas de la Petite Gêthe à Jauché où vivent encore de très nombreuses loches franches et épinoches (PHILIPPART et VRANKEN, 1981) et où *N. fodiens* a été observée à l'occasion d'une pêche à l'électricité.

e. La musaraigne de Miller, *Neomys anomalus* CABRERA, 1907

D'après nos résultats, on peut dire que les exigences des deux *Neomys* sont fort voisines (voir fig. 3.3.) mais *N. anomalus*, bien que favorisée par les cours d'eau, tout comme *N. fodiens*, paraît plus liée que celle-ci aux marais et prés humides. En Belgique, on ne la connaît que du massif ardennais (fig. 3.13.), région moyennement élevée et bien arrosée. Contrairement à ce que pense ASSELBERG (1971), on la rencontre à des altitudes bien moindres que 400 m.

En Europe centrale et occidentale, *N. anomalus* est confinée à des altitudes assez hautes : sierras ibériques (NIETHAMMER, 1970; VERICAD et MEYLAN, 1973; MADUREIRA et MAGALHAES, 1980), Pyrénées, Massif Central, Alpes (BAUER, 1960; MEYLAN, 1967; SAINT GIRONS, 1973a, FAYARD, 1975), Monts Métalliques et Forêt de Thuringe (GÖRNER, 1977), Eifel (VON LEHMANN, 1976). A l'est, elle est signalée dans les Carpathes et en Transylvanie (HAMAR et KOVACS, 1964) mais aussi de régions basses : Poméranie septentrionale (OBERTANIEC, 1979), plaine de l'Ukraine, jusqu'au Don (CORBET, 1978). Son écologie reste mal connue. Selon BAUER (1960), il s'agirait d'une relique préglaciaire qui serait liée aux lieux humides plutôt qu'à la présence d'eau libre. Pour TABERLET (1982), les deux *Neomys* montrent une grande similitude sur le plan écologique; on sait d'ailleurs qu'elles peuvent vivre aux mêmes endroits (VAN LAAR et BAAN, 1976; NIETHAMMER, 1978) et s'y nourrir des mêmes proies, *N. anomalus* s'intéressant toutefois plus à des proies terrestres : opilions, lombrics (NIETHAMMER, 1978). GÖRNER (1979) observe que *N. anomalus* colonise des ruisseaux à végétation rivulaire moins élevée que ceux où l'on trouve d'habitude *N. fodiens*. Il l'a trouvée dans des prés humides et le long de petits ruisseaux et se demande si sa présence ne dépendrait pas des précipitations et d'une certaine humidité de l'air (GÖRNER, 1977).



f. La musaraigne bicolore, *Crocidura leucodon* (HERMANN, 1780)

L'écologie de cet insectivore est difficile à dégager de nos données. Certaines tendances apparaissent toutefois mais elles ne sont pas très nettes. Au nord du pays, la musaraigne bicolore vit plutôt dans les paysages cultivés assez uniformes tandis qu'au sud, il semble qu'elle colonise de préférence des milieux non humides et qu'elle soit moins abondante dans les zones trop pluvieuses. Elle paraît tout à fait indifférente au degré de boisement du paysage mais semble apprécier les haies.

On sait peu de choses sur l'habitat de cette espèce. RICHTER (1963) considère que les milieux les plus favorables sont des zones de piémonts très diversifiées. Il constate en outre qu'elle supporte très bien la sécheresse et qu'elle vit dans la steppe cultivée dépourvue d'arbres. GÖRNER (1979) la cite des haies, jardins, tas de décombres et lisières des champs. Pour TOSCHI et LANZA (1959) ou YALDEN et al. (1973) son habitat est semblable à celui de *C. russula*. FAYARD et al. (1979) et TABERLET (1982) l'observent à des altitudes plus élevées que cette dernière. Contrairement à RICHTER (1963) et à VON LEHMANN et BRUCHER (1977), certains auteurs considèrent que les effectifs de ces deux espèces varient en sens inverse, répondant à des facteurs écologiques différents (FRANK et NIETHAMMER in litt. cités par VON LEHMANN et BRUCHER, 1977) ou entrant en compétition directe (TABERLET, 1982). Impossible donc de conclure dans l'état actuel de nos connaissances. A titre d'information, nous signalerons que notre seule "capture" de l'espèce concerne un individu trouvé mort dans les dunes boisées situées à l'ouest du Zwin (juin 1979).

g. La musaraigne musette, *Crocidura russula* (HERMANN, 1780)

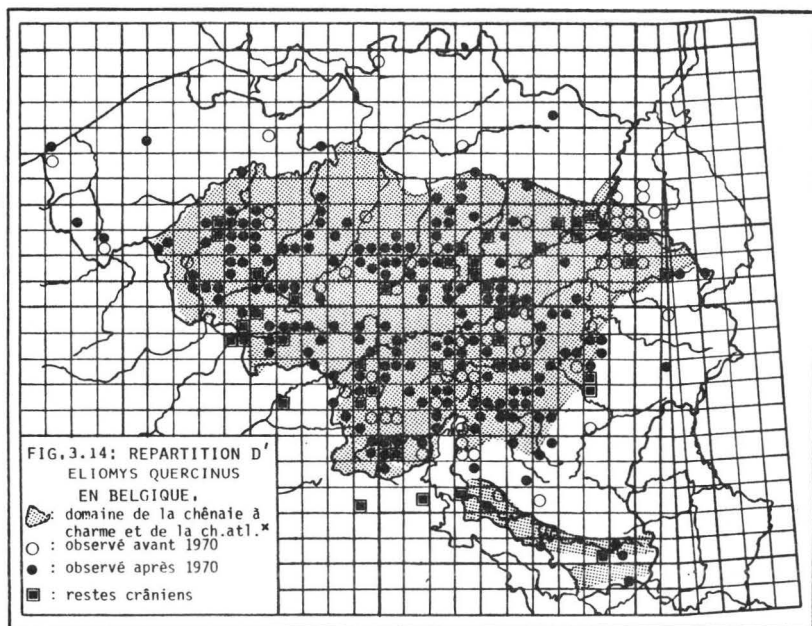
Tant au nord qu'au sud du pays, la musaraigne musette révèle un tempérament typiquement synanthrope qui s'affirme dans toutes les analyses effectuées. Les habitudes anthropophiles de cette espèce sont connues depuis belle lurette (de SELYS-LONGCHAMPS, 1839). Elles ont principalement été remarquées dans le nord de son aire de répartition (FRECHKOP, 1958; RICHTER, 1963; VAN WIJNGAARDEN et al., 1971; YALDEN et al., 1973; MULDER, 1979) ou en montagne (BROSSET et HEIM de BALSAC, 1967;

GENOUD et HAUSSER, 1979; obs. pers.; Hautes Pyrénées). Plus au sud, elles sont moins nettes et on remarque que la musaraigne y aime les milieux secs et à végétation pas trop élevée (SAINT GIRONS, 1973a; FONS, 1975; TABERLET, 1982). RICHTER (1963) observe toutefois que cette espèce évite les coteaux ensoleillés des vallées et recherche les endroits où l'air est assez humide.

h. Le lérot, *Eliomys quercinus* (L. 1766)

De notre étude, il ressort peu de chose concernant cette espèce : dans le nord du pays, il est absent des régions les plus basses; dans le sud, il évite les plateaux les plus élevés où les conditions microclimatiques ne semblent pas lui convenir. Aucun autre facteur ne paraît l'influencer. Le lérot habite chez nous aussi bien la forêt que les haies, les vergers, les jardins, les maisons et même les anciennes carrières. C'est dire qu'on le rencontre dans tous les milieux où il dispose d'abris (rochers p. ex.) et d'un couvert végétal ligneux suffisant. L'importance de ces deux facteurs sur la présence du lérot en altitude a bien été montrée par MANN (1976).

En Belgique, comme nous l'indique la fig. 3.14, la répartition du lérot est très particulière : à de rares exceptions près, il ne se trouve que dans une zone qui correspond aux domaines de la chênaie atlantique et de la chênaie à charme. Il n'est évidemment pas lié à ces formations mais ses exigences écoclimatiques (température et pluviosité estivales p. ex.) ne pourraient-elles être semblables à celles de ces formations végétales ?



* : d'après Leclercq, 1971.

i. Le muscardin, Muscardinus avellanarius (L. 1758)

L'analyse des correspondances nous indique que ce rongeur se trouve essentiellement dans des localités d'altitude moyenne à élevée et de type clairière en forêt à dominante caducifoliée. Ces indications sont bien moins précises que celles que nous avons obtenues par observation directe des milieux où se trouve l'espèce (LIBOIS, 1980) mais confirment d'une certaine manière nos conclusions antérieures puisqu'elles montrent que le muscardin évite les monocultures d'épicéas.

j. Le campagnol roux, Clethrionomys glareolus (SCHREBER, 1780)

Nos analyses montrent que le campagnol roux est un animal typique des habitats forestiers, de préférence caducifoliés. Leurs résultats sont largement confirmés puisque tous les auteurs s'accordent pour dire qu'il vit exclusivement dans des milieux boisés ou à proximité immédiate. La forêt est son domaine mais on le trouve aussi dans les parcs, les haies, les broussailles, les ronciers (TENIUS, 1954; SAINT GIRONS, 1973a; YALDEN et al., 1973; HANSSON, 1978). Il exige toutefois une strate arbustive ou sous-frutescente dense, des fougères ou encore un sol encombré d'une épaisse litière ou de nombreuses branches cassées (FLOWERDEW, 1964a; ASHBY, 1967; BIRKAN, 1968; SOUTHERN et LOWE, 1968; FAYARD, 1974; TREUSSIÉ, 1976; MYS, 1978; GÖRNER, 1979 ...). Selon certains auteurs, il rechercherait plutôt l'humidité (de SELYS, 1839; TENIUS, 1954; MAZURKIEWICZ et RAJSKA-JURGIÉL, 1978; DE JONGE et DIENSKE, 1979), se trouvant parfois dans des aulnaies humides (HAINARD, 1962) ou même dans des typhaies et cariçaies (FAYARD, 1974). Il peut être abondant dans les landes à myrtilles (LIBOIS, 1975c) ou dans les bois clairs de bouleaux avec de la molinie (MULDER, 1979). Il habite aussi les monocultures d'épicéas mais ce milieu ne lui paraît guère favorable. Dans certaines îles atlantiques où manquent les *Microtus*, le campagnol roux colonise les champs, friches et prairies (SAINT GIRONS et BEAUCOURNU, 1970; SOUTHERN, 1979). Des phénomènes de compétition qui pourraient expliquer ce fait ont été mis en évidence (MYLLYMAKI, 1977b; DE JONGE, 1983; HANSSON, 1983).

k. Le campagnol des champs, Microtus arvalis (PALLAS, 1779)

l. Le campagnol agreste, Microtus agrestis (L., 1761)

Ces deux campagnols, comme les autres représentants du genre *Microtus*, habitent des formations herbacées permanentes. Toutefois, lorsqu'ils sont syntopes, ils se partagent le terrain. BERNARD (1953) constate à ce sujet que *M. agrestis* colonise les zones boisées et les friches tandis que *M. arvalis* se trouve dans les cultures et les bords herbeux des chemins. SPITZ (1965) observe que le campagnol des champs évite les formations pseudoligneuses (à *Artemisia* p. ex.) et préfère les zones herbeuses (pas le gazon ras !). WAMMES (1981) trouve qu'il préfère une végétation plus basse et plus sèche que le campagnol agreste, ce qu'observent aussi DE JONGE et DIENSKE (1979). C'est à ces deux auteurs que l'on doit une étude sur les mécanismes comportementaux aboutissant à cette ségrégation : *M. arvalis*, qui paraît mieux adapté à la survie dans des zones plus sèches et à couvert plus bas (vie plus souterraine; besoins en eau moins grands), déplace systématiquement *M. agrestis* de ce type d'habitat alors que ce dernier s'en accomode parfaitement en l'absence de son compétiteur (DIENSKE, 1979; DE JONGE, 1983; voir aussi MYLLYMAKI, 1977b).

Microtus arvalis occupe donc la plupart des milieux ouverts à végétation herbacée importante, pour autant qu'ils ne soient pas trop humides : prairies, champs (surtout luzernières), talus herbeux (p. ex. autoroutes), lisières des champs et des bois (TENIUS, 1954; DALIMIER, 1955; FRECHKOP, 1958; HAINARD, 1962; TOSCHI, 1965; SAINT GIRONS, 1973a; BOURQUIN et MEYLAN, 1982 ...). Exceptionnellement, on le trouve dans des formations boisées très ouvertes à tapis herbacé très développé (FAYARD et al., 1979) ou dans des clairières herbeuses (obs. pers.). Dans les champs, il ne peut se maintenir après la moisson car il est perturbé par le travail de la terre, notamment par les labours profonds (SPITZ, 1974; GRÜLICH, 1980). Il trouve alors refuge dans les meules (GAISLER et al., 1967) lorsqu'il en trouve encore ou dans des milieux tranquilles qui lui assureront de bons abris pour l'hiver car ses exigences thermiques sont assez nettes (SPITZ, 1977; JANEAU, 1980). Selon SPITZ (1977), les meilleurs refuges sont pour lui les fossés et les digues herbeux, les bords des chemins, les prairies non ou faiblement pâturées et le type de paysage qui lui est le plus favorable est constitué de petites parcelles cultivées (de 1 à qq. ha), disposées en mosaïque, parsemée de prairies et d'îlots boisés. En revanche, FRANK (1957) estime que le campagnol des champs est merveilleusement adapté aux grandes étendues uniformes dépourvues d'arbres et de buissons où se pratique une agriculture extensive (steppe cultivée).

Il s'avère également que M. arvalis est assez sensible à des facteurs édaphiques. DALIMIER (1955) constate sa rareté en Campine et en déduit que les sols sableux ne lui conviennent pas. Pour HAINARD (1962), il évite les terrains trop compacts et ceux dont le sol est imperméable ou trop meuble. CABON-RACZYNSKA et RUPRECHT (1977) ont remarqué que ce rongeur était beaucoup plus fréquent dans les régions caractérisées par leurs sols très fertiles. TABERLET (1982), enfin, estime qu'il préfère les sols profonds non caillouteux.

M. agrestis, lui, colonise des milieux plus humides : marais, cariçaies, jonchaies, bruyères humides, landes à Calamagrostis et à Molinia, berges herbeuses des ruisseaux, tourbières (TENIUS, 1954; HAINARD, 1962; TOSCHI, 1965; SAINT GIRONS, 1973a; YALDEN et al., 1973; LIBOIS, 1975c et 1979b; HANSSON, 1977; GÖRNER, 1979; MULDER, 1979 ...). Il vit aussi en lisière de forêt, dans les landes à Vaccinium, les zones de recolonisation forestière ou les jeunes plantations (DALIMIER, 1955; EVANS, 1964; LIBOIS, 1975c; HANSSON, 1978; MAZURKIEWICZ et RAJSKA-JURGIEL, 1978 ...). Le facteur le plus important qui conditionne sa présence semble être la présence d'un couvert herbacé très dense et assez élevé (ASHBY, 1967; FERNS, 1976; HANSSON, 1977, 1978; ANDERA, 1980; SPITZ, 1981 ...). En Tchécoslovaquie, ANDERA ne l'observe que dans des zones à microclimat froid et humide. Selon DELANY (1961) et FAYARD et al. (1979), il est assez peu sensible aux rigueurs climatiques, moins que M. arvalis en tout cas (cf. SPITZ, 1977). Dans les régions nordiques toutefois, les populations se développent plutôt (pics) pendant les années plus sèches (HEIKURA, 1977) mais les conditions qui règnent sous ces latitudes sont extrêmes ...

Nos observations concordent donc relativement bien avec ce que l'on connaît de l'habitat de ces deux espèces. En effet, le campagnol des champs paraît très sensible à la qualité des sols; au nord, c'est dans les zones monotones vouées, à la grande culture, qu'il est le plus abondant. Il ne se trouve que très rarement en Campine sur les sols sableux. Il est toutefois encore bien plus abondant au sud de la Meuse, dans des paysages assez ouverts et assez diversifiés, où les sols sont meilleurs, le milieu pas trop urbanisé et le climat assez doux. La Famenne semble lui convenir tout à fait. Cette région est d'ailleurs

sujette à des pullulations (TAHON, comm. pers.). Le campagnol agreste a un choix tout à fait opposé, tant au nord qu'au sud du pays. Au nord, les zones qu'il recherche sont humides (marais, prés humides) et non monotones. Il y évite les zones de culture intensive, préférant nettement les pâturages. Au sud, il apparaît plus fréquent dans les zones plus élevées, au climat plus rude et dans des localités nettement plus forestières que le campagnol des champs.

m. Le campagnol terrestre, Arvicola terrestris (L. 1758)

En Belgique, il convient de distinguer deux "formes" d'Arvicola terrestris. Pour BERNARD (1959), A. t. terrestris occuperait le nord du pays : la région flamande à l'exclusion de la partie méridionale du Limbourg, tandis qu'au sud, on trouverait A. t. scherman. Aux Pays-Bas, la "forme" scherman n'existerait que dans le Zuid Limburg, au sud de Sittard (WARMERDAM, 1982). Selon cet auteur, la limite entre les aires de répartition des deux "formes" traverserait le Limbourg et rejoindrait le Brabant wallon, où a été mise en évidence une zone de sympatrie. Malheureusement, WARMERDAM ne disposait pratiquement d'aucun matériel des provinces de Limbourg, de Liège et de Hainaut, de sorte que reste entier le problème de la délimitation exacte de cette frontière dans notre pays. S'agit-il d'écotypes ou de sous espèces ? Le débat est ouvert : les deux "formes" paraissent allopatriques mais CORBET (1978) écrit : "In some areas local adaptation to more or less aquatic habitats leads to the proximity of dissimilar forms".

La plupart des auteurs, en effet, s'accordent pour reconnaître qu'A. t. terrestris est assez strictement lié aux milieux aquatiques : berges des cours d'eau lents et boueux couvertes d'une abondante végétation, canaux de drainage, marais (DALIMIER, 1955; FRECHKOP, 1958; BERNARD, 1959; STODDART, 1970; SAINT GIRONS, 1973a; ZEJDA, 1976). En revanche, A. t. scherman est plus terrestre et colonise les prairies (VON LEHMANN, 1969; MOREL et MEYLAN, 1970; AIROLDI, 1976), les champs, les vergers, les jardins (DALIMIER, 1955; FRECHKOP, 1958; SAINT GIRONS, 1973), les talus d'autoroutes (BOURQUIN et MEYLAN, 1982; obs. pers.). Pour WIELAND (1973), les zones les plus touchées par ses dégâts sont celles où se mêlent jardins, cultures maraîchères et petites prairies. Les vergers sont également très touchés, parfois les reforestations (WIELAND, 1973; MEYLAN, 1981; TAHON, comm. pers.).

D'après nos résultats, le campagnol terrestre est plus abondant dans les milieux ouverts. Au sud de la Meuse, il se rencontre surtout dans des paysages découpés par les haies, où l'on trouve des vergers et de nombreux jardins. Au nord, il semble affectionner les sols riches mais, comme nous n'avons pu distinguer les deux formes à partir de notre matériel, il serait hasardeux de conclure. Il est possible en effet qu'A. t. terrestris, qui vit principalement dans la zone sablonneuse, soit moins capturable par l'effraie en raison de sa taille plus forte.

n. Le campagnol souterrain, Pitymys subterraneus (de SELYS, 1836)

Dans le nord du pays, ce campagnol s'avère plus abondant dans les paysages variés comportant, en plus des prés et des champs, des parcelles jardinées, boisées ou des vergers. Il éviterait les sols sableux. Dans le sud, on constate sensiblement les mêmes tendances : sa préférence va aussi aux paysages bocagers. Le climat trop pluvieux de l'Ardenne ne lui serait pas favorable mais le degré d'humidité des biotopes ne paraît pas l'influencer.

Pitymys subterraneus est certainement l'un des rongeurs européens les plus mal connus à tous points de vue. e SELYS (1836), KAHMANN (1950), DALIMIER (1955) et HAINARD (1962) le signalent dans les potagers un peu humides, voire dans les prairies ou les champs. En montagne, on le trouve dans les alpages (KAHMANN, 1950; TENIUS, 1954; HAMAR et al., 1970), dans les prairies humides, notamment dans les formations à Meum athamanticum (GRUMMT, 1960; VON KNORRE, 1978). La plupart de ces auteurs, de même que BERNARD (1958), reconnaissent qu'il préfère les endroits assez humides mais ce n'est certainement pas une règle générale (VAN LAAR, 1971; DE JONGE et DIENSKE, 1979; LIBOIS, 1979b). Il a également été trouvé dans des vergers, des formations boisées ou en clairière (GRUMMT, 1960; HAINARD, 1962; VAN LAAR, 1971; VON KNORRE, 1978; GÖRNER, 1979). VON LEHMANN (1958, 1969) estime qu'il se trouve dans des sols caillouteux évités par les autres espèces de campagnols. Il dédaignerait les sols rendus trop compacts par le passage du bétail (GRUMMT, 1960; GÖRNER, 1979). BERNARD (1958) et YALDEN et al. (1973) le considèrent comme une espèce des prairies mais pour VAN LAAR (1971) son milieu idéal serait une zone riche en plantes bisannuelles ou vivaces dont les parties souterraines seraient bien développées et pourraient lui servir de nourriture. HOLISOVA (1965) a montré que 70 % de la nourriture de cette espèce était constituée des parties souterraines de dicotylées surtout et accessoirement de monocotylées. Nous avons piégé le campagnol souterrain dans une large gamme de milieux dont la plupart se caractérisaient par la présence de broussailles ou de hautes herbes : ancienne carrière avec ronces, à Gimnée; tumulus couvert de ronces isolé dans les campagnes à Latinne; verger en friche à Héron; cariçaie à Landenne; lisières de champs cultivés avec haie ou muret à Petit-Warêt (cf. LIBOIS, 1979b).

o. Le mulot sylvestre, Apodemus sylvaticus (L. 1758)

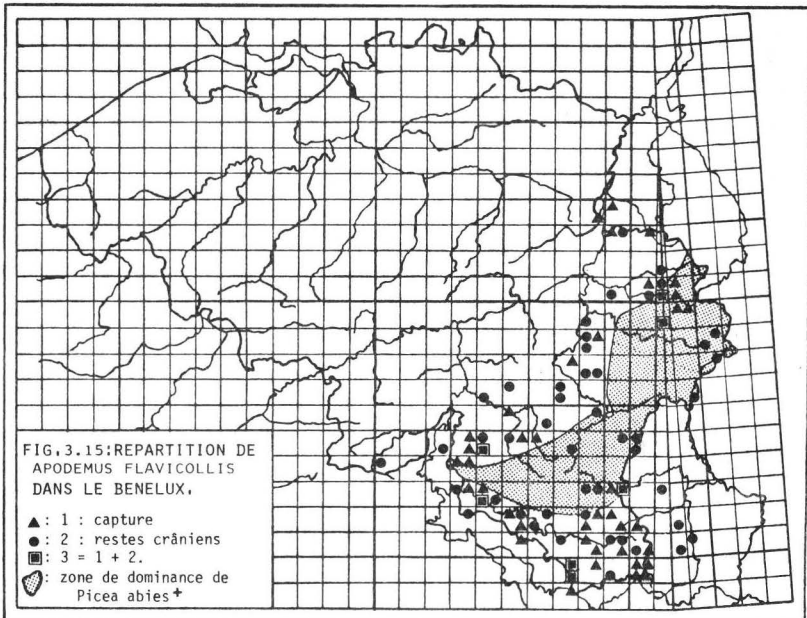
p. Le mulot à collier, Apodemus flavicollis (MELCHIOR, 1834)

Nos résultats montrent assez clairement qu'au nord du pays, le mulot sylvestre a une prédilection très nette pour les paysages variés, notamment pour ceux qui comprennent des vergers et des bois de feuillus. Il vit aussi dans les champs, aux côtés de M. arvalis. Au sud de la Belgique, les deux mulots recherchent plutôt les paysages à taux élevé de boisement de même que les friches et les landes. Il s'avère toutefois que le mulot sylvestre préfère un climat moins froid et moins humide que le mulot à collier et est, de ce fait, moins abondant en Haute Ardenne qu'en Famenne, p. ex. La répartition en Belgique du mulot à collier (fig. 3.15, d'après VANDER STRAETEN et VANDER STRAETEN, 1977; fichiers I.R.Sc.N.B. et données personnelles) laisse penser qu'il s'agit d'une espèce typiquement forestière, caractéristique des peuplements caducifoliés. Dans les pessières, on trouve aussi les deux espèces de mulots mais en beaucoup moins grand nombre, à moins que dans les plantations âgées où le sous-bois est relativement développé (VON LEHMANN, 1962; LIBOIS, 1975c; GÖRNER, 1979).

Ces indications correspondent relativement bien à ce que l'on sait de l'habitat des mulots. A. flavicollis serait typique des forêts caducifoliées ou mixtes avec sous-bois dense (TENIUS, 1954; GÖRNER, 1979; OBRTTEL et HOLISOVA, 1980). Selon HANSSON (1978) et MAZURKIEWICZ et RAJSKA-JURGIEL (1979), il est par excellence le rongeur de la forêt caducifoliée mûre. VON LEHMANN (1962) est plus restrictif car il parle pour les Hautes Fagnes d'une liaison absolue avec la hêtraie. Ce n'est pourtant pas le cas général puisque même dans cette région on le ren-

contre parfois dans les pessières (Mont Rigi) ou dans les landes à myrtilles avec bouleaux (Belle Croix) (LIBOIS, 1975c). Certains auteurs estiment qu'il préfère les forêts froides et humides (TENIUS, 1954; VON LEHMANN, 1962; TOSCHI, 1965). En Grande Bretagne, sa répartition est toutefois limitée à des régions basses plus chaudes et moins arrosées où dominent les activités agricoles. Il y évite cependant les zones non boisées mais habite néanmoins les haies, les lisières, les jardins et même les maisons (CORKE, 1977). Son habitat est nettement plus forestier et donc plus restreint que celui d'*A. sylvaticus*. HOFFMEYER (1973) et MONTGOMERY (1978) ont montré qu'étant dominant sur ce dernier, il influençait sa répartition locale, l'obligeant à coloniser des milieux plus ouverts ou à rester plus au sol (les mulots sont en effet bons grimpeurs).

Le mulot sylvestre est sans doute le rongeur le plus ubiquiste et le plus répandu en Europe. Il colonise une très grande variété de milieux : bois, lisières, broussailles, landes, haies et aussi jardins, champs, vergers, ruines, habitations, zones rocheuses ... (de SELYS, 1839; TENIUS, 1954; FRECHKOP, 1958; FLOWERDEW, 1964b; SPITZ, 1965; TOSCHI, 1965; POLLARD et RELTON, 1970; FONS et al., 1977 ...). Pour SAINT GIRONS (1973a), on le rencontre partout où il peut trouver nourriture et abri tandis que pour FAYARD et al. (1979) on le voit dans tous les milieux à couverture végétale importante. Il n'est cependant pas partout, notamment dans les zones boisées trop denses (TREUSSIÉ, 1976; MULDER, 1979), les milieux cultivés trop travaillés (GÖRNER, 1979) et les pelouses ou prairies rases (ZEJDA, 1965; TREUSSIÉ, 1976; DE JONGE et DIENSKÉ, 1979). Selon ZEJDA (1965), il serait moins abondant en forêt que dans les paysages ouverts (champs, vignobles, haies, petits bosquets). En France et en Belgique, il semble toutefois qu'il recherche plutôt un couvert végétal ligneux ou pseudoligneux et qu'il soit particulièrement abondant dans les ourlets forestiers (MYS, 1978; obs. pers.) VON LEHMANN (1962) et JANEAU (1980) insistent sur son caractère plutôt psychrophobe tandis que TENIUS (1954), TOSCHI (1965) et ASHBY (1967) constatent qu'il éviterait plutôt les zones humides.



+ D'après Atlas de Belgique, planche 29a.

q. Le rat des moissons, *Micromys minutus* (PALLAS, 1771)

Au nord de la Belgique, le rat des moissons paraît assez lié aux milieux aquatiques : étangs, marais, ruisseaux et canaux. Au sud du pays, où il est nettement moins abondant, il semble qu'il préfère les zones d'altitude plus faible où les milieux sont assez diversifiés.

Le rat des moissons peut vivre dans une grande variété d'habitats dont le caractère commun est sans doute la précarité. Les milieux où on le trouve le plus fréquemment sont sans doute les haies, les ronciers et les lisières des champs (HARRIS, 1979b). Il vit également dans les marais côtiers, les roselières, les cariçaies, sur les berges herbeuses des cours d'eau, à l'orée des bois, dans les peuplements de *Calamagrostis* mais aussi dans les landes à *Molinia* et bien sûr dans les champs cultivés (TENIUS, 1954; HAINARD, 1962; KMINIAK, 1968; VON LEHMANN, 1969; YALDEN et al., 1973; GLUE, 1975; GÖRNER, 1979; MULDER, 1979; HARRIS, 1979). En France, SAINT GIRONS (1981) a trouvé une corrélation entre le pourcentage de *Micromys* dans le régime de l'effraie et l'importance des surfaces cultivées en maïs. En Angleterre, toutefois, les champs de cette céréale ne sont pas particulièrement prisés par ce rongeur (HARRIS, 1979b). L'hiver, le rat des moissons peut coloniser les meules de paille (de SELYS, 1839; ROWE et TAYLOR, 1964; GAISLER et al., 1967) et même les habitations (HARRIS, 1979a). Il ne manifeste pas une préférence pour les habitats humides (DE JONGE et DIENSKE, 1979; HARRIS, 1979). En revanche, il est incontestablement plus fréquent en plaine. Dans la Dombes, il ne dépasse pas 500 à 600 m (FAYARD et al., 1979). En Angleterre, 70 % de ses stations sont situées à moins de 300 m d'altitude, quelques rares aux environs de 1000 m (HARRIS, 1979b).

r. La souris, *Mus musculus domesticus* RUTTY 1772

Nos résultats confirment sans équivoque le caractère commensal de la souris, du moins dans le sud du pays. Dans le nord, nous avons vu que sa fréquence dans le régime de l'effraie était maximale dans les milieux ouverts de la zone limoneuse. Cette observation, sur laquelle nous reviendrons, ne signifie pas nécessairement que la souris y est répandue dans les champs.

Chez nous, la souris domestique est un animal étroitement lié aux établissements humains. Il arrive qu'on la trouve dans les champs ou le long des haies (POLLARD et RELTON, 1970; BERRY, 1981), mais ce fait reste rare. Dans le midi, elle peut mener une vie tout à fait indépendante de l'homme, comme nous le verrons, mais il semblerait qu'à des latitudes plus septentrionales, elle soit incapable de survivre en son absence si un compétiteur tel que le mulot est présent (DELANY, 1961; BERRY et TRICKER, 1969). Des populations "sauvages" de souris vivant dans les champs existent aussi en Europe centrale (cf. ZEJDA, 1975; PELIKAN et NESVADBODA, 1979 etc...) mais il s'agit certainement d'une autre forme (*Mus m. musculus* que d'aucuns considèrent maintenant comme une espèce distincte), voire d'une autre espèce (*Mus spicilegus*) (voir ORSINI, 1982).

s. Le rat noir, Rattus rattus (L. 1758)

t. Le surmulot, Rattus norvegicus (BERKENHOUT, 1769)

Le cas des rats ne retiendra pas particulièrement notre attention. Ce sont surtout les jeunes qui sont pris par les effraies. MORRIS (1979) a montré que sur dix rats capturés par l'effraie, neuf pesaient moins de 100 g. La présence de rats dans le régime ne peut donc refléter qu'une disponibilité tout à fait temporaire d'individus de petite taille et est sans aucun rapport avec l'importance réelle de leurs effectifs. Bien qu'il s'agisse le plus souvent de surmulots, certains rats noirs ont été reconnus mais l'identification de crânes extrêmement endommagés s'avère souvent très difficile, de sorte que dans les analyses nous avons toujours réuni les deux espèces.

On remarquera à leur sujet qu'ils sont principalement capturés dans les paysages cultivés et monotones du nord du pays et notamment dans la zone limoneuse (voir fig. 3.3.). On sait que R. norvegicus se trouve principalement dans les villes, au voisinage des fermes, dans les entrepôts et dans les dépôts d'immondices. TAYLOR (1978) a montré qu'en région cultivée, il utilise les haies et autres structures linéaires comme principales voies de passage. Son habitat d'origine semble être constitué par les berges des cours d'eau (KHAMAGANOV, 1972 cité par TAYLOR). C'est un milieu qu'il affectionne aussi dans nos pays. Rattus rattus est un habitant des greniers, des entrepôts de céréales et des usines alimentaires qui est en nette régression en Scandinavie et dans les régions non méditerranéennes de l'Europe occidentale (SAINT GIRONS, 1973a).

3.2.3. Conclusions

La comparaison que nous venons de faire entre nos résultats et les données bibliographiques sur l'habitat des micromammifères en Europe occidentale fait ressortir la grande similitude entre les deux types de renseignements. Dans les grandes lignes, notre méthode aboutit aux mêmes conclusions que des techniques plus directes (piégeage, notamment). Sur certains points, elle s'avère toutefois moins précise, c'est surtout dans le cas des espèces plus forestières. Ce défaut était prévisible, compte tenu du manque de finesse initial dû à la chouette. Comme cette méthode permet cependant d'embrasser un très grand nombre d'échantillons et de facteurs, elle est à même de révéler certaines tendances qui autrement passeraient inaperçues : p.ex. réaction de quelques espèces (Neomys anomalus, M. arvalis, M. agrestis, A. flavicollis...) à la qualité des sols, aux facteurs climatiques...

Mais à quoi bon développer un outil qui permet simplement de confirmer ce que l'on sait déjà ?

En guise de réponse, nous répéterons d'abord que la méthode proposée est fiable. Il était primordial de s'assurer de cette qualité qui, heureusement, n'est pas la seule. En effet, dans la mesure où elle nous donne des informations correctes pour chaque espèce en particulier, il n'y a aucune raison de considérer que les indications qu'elle nous fournit simultanément sur l'ensemble des espèces d'une région ne le sont pas. Elle permet donc de déboucher aisément sur une approche synécologique et cela beaucoup plus rapidement que toute autre technique (voir § 2.6.3.). C'est ce qui en fait tout l'intérêt.

Jusqu'à présent, nous avons tenté d'attribuer un habitat à chaque espèce, maintenant nous allons faire l'exercice inverse en guise de synthèse, à savoir définir à partir de nos résultats la faune de chaque grand type de paysage. La figure 3.16 est une représentation schématique qui, sans pouvoir rendre compte de toute la complexité des différentes situations, résume toutefois assez bien les faits saillants qui se dégagent de notre travail.

3.2.3.1. Les zones urbanisées

Nous n'avons malheureusement pas eu d'échantillon important provenant du centre d'une grande ville. L'effraie s'installe trop rarement au sein des grandes agglomérations. Nous disposons toutefois de précieux renseignements (lots 28, A12, A32, A39 ainsi que DE PIERE (1972) pour Bruges et LEURQUIN (1975) pour la banlieue caroloringienne) qui indiquent que les biocénoses urbaines de micromammifères sont largement dominées par les espèces anthropophiles : souris domestique, rat brun et musaraigne musette. Au coeur même des grandes villes, cette musaraigne est avec la souris et le rat brun la seule espèce qui subsiste, profitant du moindre jardinet ou du moindre parterre. Par contre, dans les parcs, cimetières, terrains vagues ou pelouses, on peut s'attendre à trouver quelques représentants d'autres espèces, tels que le mulot sylvestre, le campagnol roux s'il y a des buissons, mais surtout les campagnols agreste et terrestre ainsi que la taupe. Les musaraignes "carrelet" et pygmée y sont très rares, voire même absentes.

Dans les villages, on retrouve la même faune mais les jardins potagers, les vergers, les haies vont favoriser les espèces à caractère moins anthropophile, notamment les campagnols terrestre et souterrain qui ont une prédilection assez nette pour ce genre de milieu, surtout s'il subsiste çà et là quelques parcelles laissées à l'abandon : coin de verger broussailleux, pied de haie mal entretenu ... Le lérot n'est pas rare dans les villages, du moins dans les limites de son aire de répartition.

3.2.3.2. Les cultures

Qu'elles soient de céréales ou de betteraves, les cultures n'apparaissent pas très favorables au développement d'une faune riche et diversifiée. Sans doute cela est-il dû à l'évolution des méthodes de l'agriculture (mécanisation, intensification) qui ont entraîné une extrême simplification de la structure des paysages agricoles. Rendus tristement monotones par des opérations de remembrement conduites en fonction d'impératifs technico-financiers mais en dépit de tout souci écologique, ils sont tout à fait hostiles à la persistance de certaines espèces qui jadis y prospéraient sans doute (musaraigne "carrelet" p. ex.). Quelques espèces s'accoutument néanmoins de cette situation, ce sont principalement le campagnol des champs, le rat des moissons, l'ubiquiste mulot sylvestre et la taupe. Leur présence et leur abondance dépendent toutefois de l'existence de zones refuges car à l'époque des labours, seules ces structures (haies, talus, fossés, bandes herbeuses intercalaires...) leur permettent d'échapper à une destruction certaine et leur offrent des possibilités d'hivernage (abris et nourriture). Nous reviendrons plus en détail en fin de chapitre sur l'importance de l'hétérogénéité du paysage, de son aspect en mosaïque, pour les petits mammifères de nos campagnes.

3.2.3.3. Les prairies

Les prairies rases intensément pâturées par le bétail ne sont pas non plus très propices à la plupart des petits mammifères : le couvert végétal est insuffisant. Par rapport aux champs cultivés, elles ont toutefois l'avantage d'échapper aux traitements phytosanitaires et d'être permanentes. En hiver, elles sont donc d'excellents refuges pour les animaux qui devraient quitter des cultures contiguës. Elles constituent un milieu d'élection pour la taupe et lorsque le pâturage est modéré, le campagnol des champs et la musaraigne carrelet peuvent y abonder. Les prairies de fauche sont en outre très appréciées par les campagnols terrestre, souterrain et agreste; ce dernier aurait même tendance à en éliminer le campagnol des champs.

3.2.3.4. Les prairies marécageuses et les zones humides

Avec les ourlets forestiers, les prairies marécageuses, jonchaies, cariçaiies et roselières (sensu lato) sont les milieux les plus riches en micromammifères. Sans doute n'est-ce pas sans rapport avec leur haute production primaire. A l'exception de la taupe, des crocidures, du lérot, du campagnol des champs, de la souris et du rat noir, on peut y rencontrer toutes les espèces, même le campagnol roux et le muscardin si le couvert est assez élevé. Les traits caractéristiques de leur faune sont d'une part, la présence des crossopes (Neomys sp.) et d'autre part, l'abondance du campagnol agreste et des Sorex. Dans les phragmitaies, seul le rat des moissons semble être régulier.

3.2.3.5. Les zones forestières

Pour plus de facilité, nous distinguerons trois types de formation suivant leur intérêt pour les petits mammifères :

- a. La plantation équiennne de résineux disposés en rangs serrés. Ce genre de milieu n'est intéressant pour les micromammifères que dans ses stades les plus jeunes, alors que les autres plantes n'ont pas encore été étouffées (ronces, graminées, fougères, rejets de souches ...). Les stades plus âgés sont pratiquement dépourvus de petits mammifères. Les mulots, le campagnol roux et les Sorex peuvent toutefois réapparaître lorsqu'après plusieurs éclaircies un sous-bois (fougères, myrtilles p. ex.) a pu se réinstaller;
- b. La futaie. Pure ou mixte, la futaie est essentiellement habitée par la taupe, les Sorex et les mulots. La présence d'autres espèces est largement conditionnée par la structure du sous-bois. Est-il herbeux et la forêt très ouverte, on pourra y trouver les campagnols agreste ou terrestre. Est-il au contraire dense et buissonneux, on y verra le lérot ou le muscardin et d'abondants campagnols roux. Est-ce un perchis, ces derniers seront alors plus rares et les gliridés très sporadiques.
- c. Les haies et les ourlets forestiers. Par leur physionomie, véritables zones de transition entre milieux ouverts et fermés, haies et lisières sont aussi des points de contact privilégiés entre la faune des milieux herbacés (campagnols sauf c. roux) à laquelle elles offrent des refuges importants et celle des milieux ligneux (campagnol roux, gliridés, mulots...) pour qui elles constituent une sorte de tremplin vers des endroits dont l'exploitation des ressources est

saisonnement intéressant (céréales en épiaison ou en grains p. ex.). L'existence de mouvements de population entre haies et champs voisins est d'ailleurs fort bien connue (cf. ZEJDA, 1965; POLLARD et RELTON, 1970 ...). En fait, haies et lisières peuvent héberger toutes les espèces de petits mammifères d'une région. Toutefois, les espèces synanthropes (crocidures, souris, rat noir) ne s'y rencontreront éventuellement que si la haie n'est pas trop éloignée des maisons et les espèces plus aquatiques (rat brun, crossopes) que si elle borde un fossé, un ruisseau ou un étang.

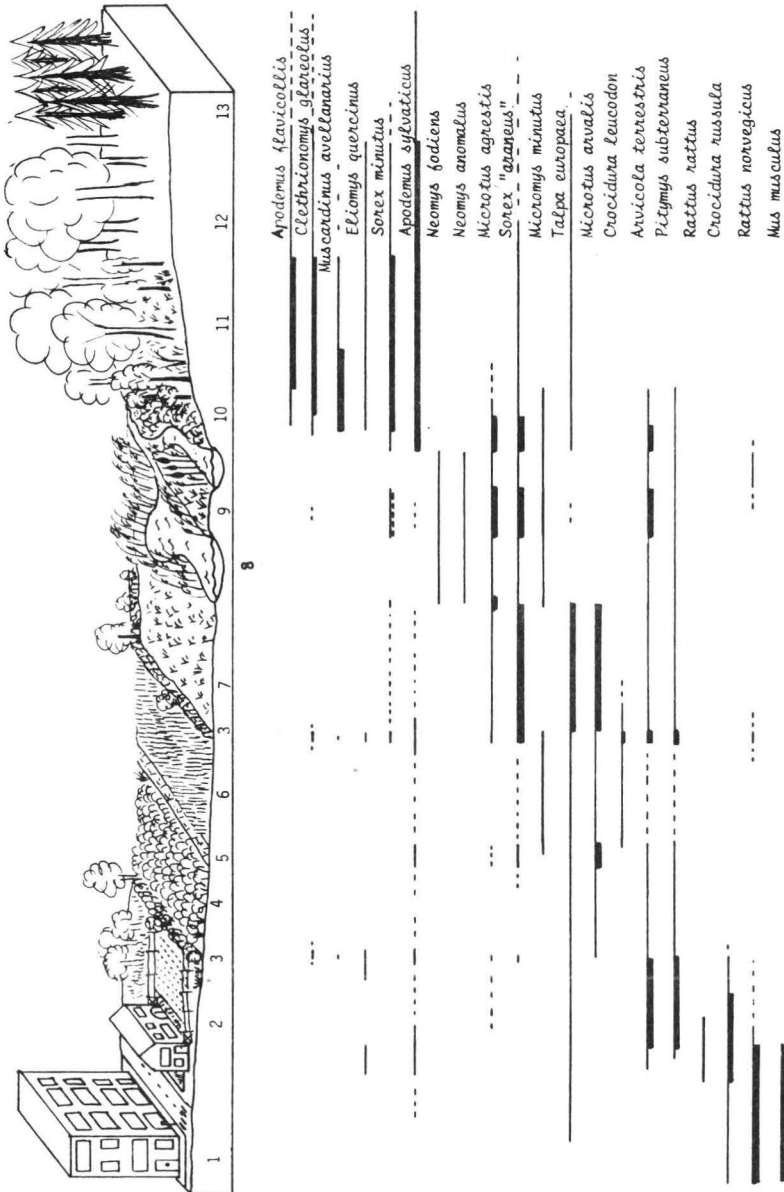


FIG. 3.16 : SCHEMA DE LA REPARTITION DES PETITS MAMMIFERES EN BELGIQUE EN LIAISON AVEC LE PAYSAGE VEGETAL

1. Zones urbanisées 2. Villages avec jardins et vergers 3. Haies 4. Cultures sarclées 5. Bandes herbeuses 6. Céréales 7. Pâturages 8. Etang et ruisseau 9. Marais et prés humides 10. Ourlet forestier 11. Taillis sous futaie 12. Futaie feuillue 13. Pessière âgée.

3.3. Le régime alimentaire de l'effraie dans les Pyrénées Orientales

Dans cette partie de la France, pourtant du plus haut intérêt biogéographique, la faune des petits mammifères est restée longtemps fort mal connue. En dehors de l'histoire naturelle de COMPANYO (1863), ancienne et dépassée, il n'existait jusqu'il y a peu que des renseignements ponctuels sur le sujet (SAINT GIRONS, 1957 et 1958; VAN BREE, 1960 et 1961; SAINT GIRONS et VAN BREE, 1964; FONS, 1975a; SAINT GIRONS et FONS, 1976; HERRENSCHMIDT, 1978). Ces articles concernaient soit le massif du Carlit soit celui des Albères. Aucune synthèse n'avait été faite avant la publication récente des résultats de nos recherches dans cette région (FONS et al., 1980; LIBOIS et al., 1983). C'est l'essentiel de ces deux articles et plus particulièrement du second que nous exposerons dans les lignes qui suivent.

3.3.1. Description sommaire

Nous avons repris au tableau 3.15 les résultats des différentes analyses effectuées par nos soins dans les Pyrénées Orientales. Un rapide coup d'oeil nous permet d'avoir une idée relativement bonne du menu de l'oiseau.

Les amphibiens ne représentent qu'un pourcentage très faible de ses proies sauf à Canet (st. 1) où il exploite visiblement les diverses populations d'anoures de l'endroit. Son gîte était 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.

Comme nous l'avons vu, les oiseaux ne constituent en règle générale qu'une part peu importante du régime de l'effraie. C'est ce que nous constatons ici 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. 3.17a). Par contre, 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; UTTENDÖRFER, 1939 et 1952; SCHMIDT, 1973a et 1973b; GLUE, 1974; HERRERA, 1974 a; 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 (tab. 3.16). 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 également au travers de l'étude des variations des proportions des différentes espèces de mammifères (fig. 3.18). 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.

Tableau 3.15.-Régime de l'effraie dans les Pyrénées Orientales. Détail des analyses.
Les n° des stations correspondent à ceux du tableau 2.3.

Station n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	%
Altitude (m.)	9	10	11	16	28	67	80	91	97	101	149	309	515	515	576	600	735	900	1000	586	50	493	80	820	345	700	5	659	440	
Talpa europaea				2	2			16					25	3	85	523	127	116						1		7			23	0,1
Sorex "araneus"													10	1	60	391	38	66											886	4,7
Sorex minutus																4												567	3,0	
Neomys fodiens				1				2																				7		
Neomys anomalus																1												1		
Crocodyra russula	326	42	41	42	16	299	34	61	1984	507	8	50	119	228	203	277	582	474	11	13	35	1	2	23	4	4	5386	4	28,7	
Crocodyra suaveolens	66	6	6	5	4	48	8	1	1	82	1	1	1	1	1	82	2	2						1	1	1	235	1,3		
Suncus etruscus	16	3	3	3	2	4	4	32	13	1	1	3	3	11	1	11	4	4									105	0,6		
Chiroptères	1	1	1				4								1	2											11	0,1		
Glis glis				1												1		2									4			
Eliomys quercinus	2		1	3			10	5								17	2	27	3								25	0,1		
Clethrionomys glareolus													10			19	9	28	21							3	62	0,3		
Microtus arvalis																19	28	73	22	5	1	2	11				77	0,4		
Microtus agrestis	34	5	31	21	3	89	6	63	255	12	19	23	30	70	198	783	1	1									8	1764	9,4	
Microtus nivalis	10	4	1				2	1	2	29	6				2	2	1	1									13	0,1		
Arvicola sapidus	35	16	79	2	5	31	1	43								6	1	8	5								219	1,2		
Pitymys duodecimcostatus																1	1	8	5								15	0,1		
Pitymys gerbill																7	23	7	2								152			
Microtidae indétt.								105																						
Apodemus sp.	89	12	58	32	4	103	45	41	1566	262	23	34	203	160	604	449	675	257	87	15	6	2	2	28	3	2	12	4777	25,5	
Microtus minutus	15	3					13	1	41	1																	75	0,4		
Mus musculus	64	10	9	6	12		1	89	2	1	1	43	9	1						2							252			
Mus spretus	141	14	30	30	4	78	9	11	57	5	3	18	19	10													432	10,5		
Mus sp.	65	4	33	2	3	111	19	30	925	36	2	12	1	5	44												1292			
Rattus sp.	8	24					2	7	2	150	7	4	1	1	1	1	1	1									208	1,1		
Muridae indétt.															3												85			
Oiseaux	25	67	75	4	142	58	2	135	614	21	20	2	4	2	3	3	6	1									1	1185	6,3	
Reptiles																1														
Amphibiens	684	2	4	2		8		2	30																		733	3,9		
Invertébrés	82	2	1	3		3		1	15							5	7										117	0,6		
TOTAL PROIES	1663	212	374	145	183	833	120	353	6047	949	59	111	386	495	916	1330	3005	1049	331	34	43	3	6	1	73	15	2	27	18768	

Tableau 3.16. Les oiseaux dans le régime des effraies des Pyrénées Orientales.

Localités	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
<u>Proies</u>																				
<u>Apus sp.</u>	1	-	5	3	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Passeriformes</u>																				
<u>Petits granivores (*)</u>	5	65	48	-	141	58	-	133	471	17	20	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<u>Petits insectivores</u>	9	-	4	-	-	-	-	-	33	2	-	-	2	-	-	3	-	-	-	-
<u>Hirundinidae</u>	3	-	8	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<u>Emberizidae</u>	6	1	1	-	-	-	-	-	9	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-
<u>Turdus sp.</u>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Sturnus sp.</u>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Indéterminés</u>	-	-	9	1	-	-	2	-	98	-	-	1	1	2	3	-	4	1	-	-
TOTAL	25	67	75	4	142	58	2	135	614	21	20	2	4	2	3	3	6	1	-	-

(*) Principalement des moineaux (Passer sp.)

FIG. 3.17 : VARIATIONS DU REGIME DE L'EFFRAIE DANS LES PYRENEES ORIENTALES

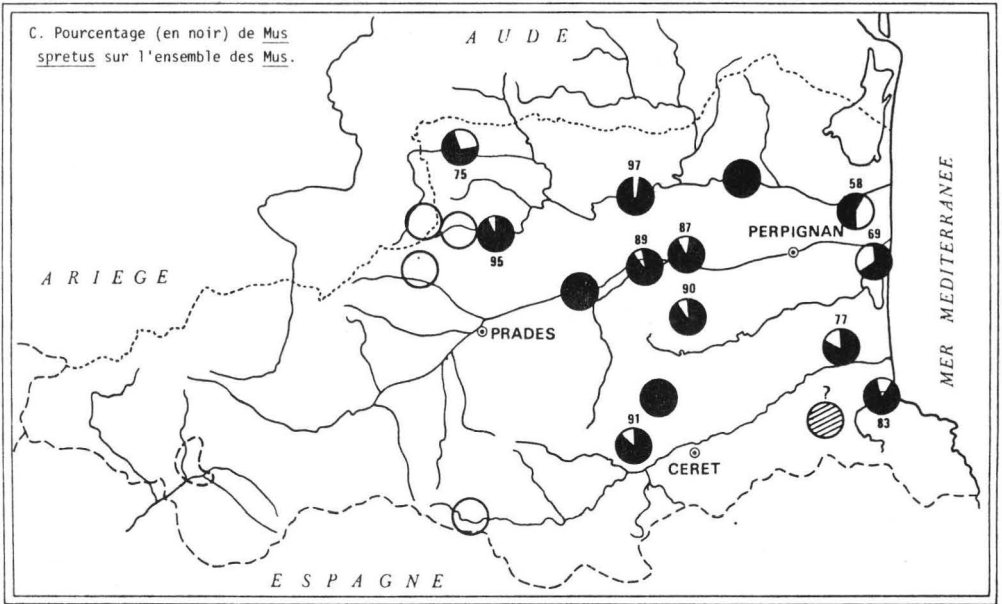


FIG. 3.17 : VARIATIONS DU REGIME DE L'EFFRAIE DANS LES PYRENEES ORIENTALES

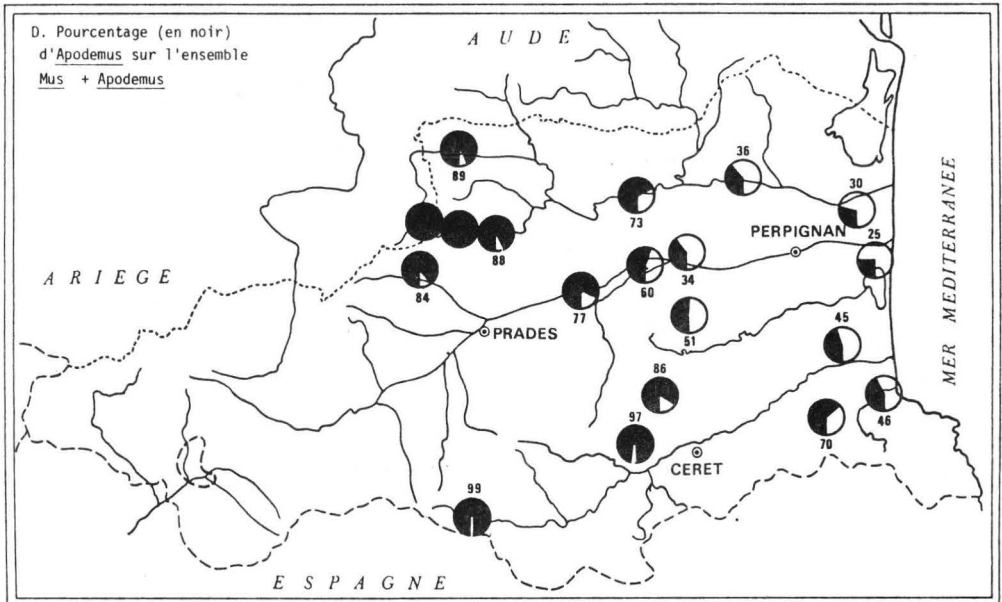
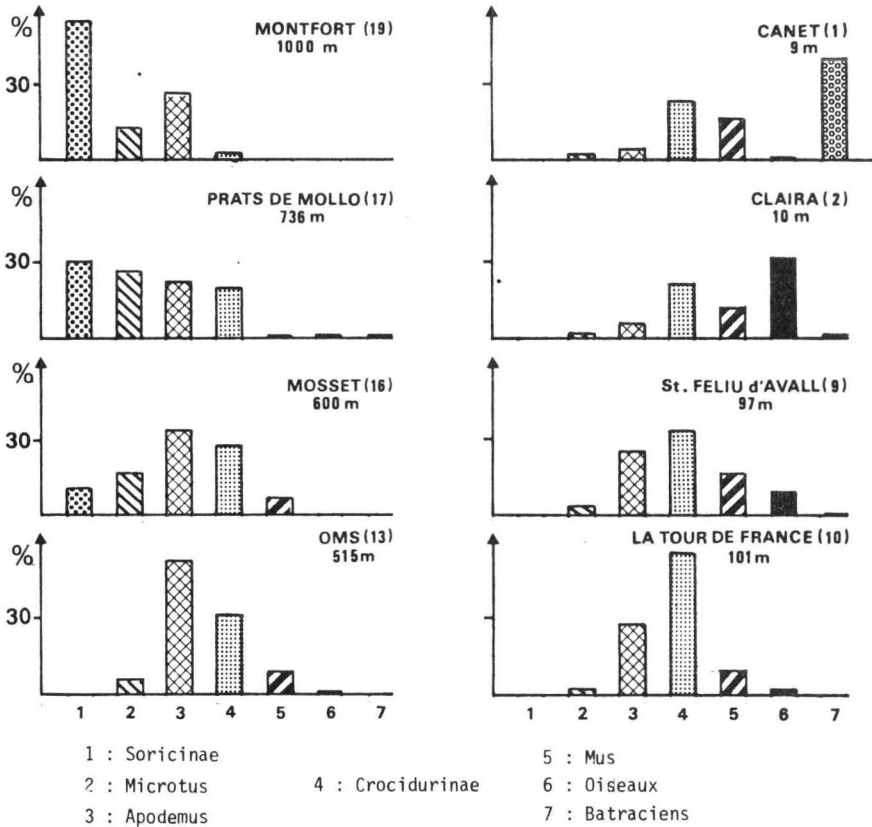


FIG. 3.18: REGIME DE L'EFFRAIE DANS LES PYRENEES ORIENTALES.
Fréquence relative des proies pour huit échantillons.



Le contraste entre les stations montagnardes (17, 18 et 19) et les stations strictement méditerranéennes (1, 2, 3, 4, 5, 6, 6, 8, 9, 10 et 13) mérite d'être souligné. Les premières sont caractérisées par la présence de Microtus arvalis, de Clethrionomys glareolus et l'abondance des musaraignes du genre Sorex (fig. 3.17b); les autres, par la présence de Pitymys duodecimcostatus et surtout de Mus spretus (fig. 3.17c). Les localités 12, 14, 15 et 16, situées aux confins du biôme méditerranéen, se singularisent par leur faune mixte : les premières Sorex apparaissent à Caudiès (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 gerbilli font leur première apparition. A Mosset (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 fig. 3.17d: dans la plaine, les souris sont nettement prépondérantes par rapport au mulot (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).

Une fois de plus, nous constatons qu'un pourcentage censé représenter la contribution moyenne d'une proie au menu des effraies d'une région est une indication totalement dépourvue d'intérêt. Il est regrettable que de nombreux auteurs, même encore de nos jours (cfr. introduction), l'utilisent comme base de leurs travaux car vouloir noyer les variations du régime en utilisant des moyennes régionales ou nationales, relève en fait bien plus d'une démarche simplificatrice que d'une authentique approche écologique du phénomène. Ceci est particulièrement clair dans une région aussi diversifiée que les Pyrénées Orientales (cfr. fig. 3.18).

3.3.2. Analyse synthétique

Le traitement des données pyrénéennes s'est également effectué par analyse multivariée. Programmes et paramètres sont détaillés au tableau 2.16. Pour l'analyse des correspondances, toutes les variables ont été utilisées activement. La prise en compte des proies de l'effraie comme éléments figuratifs aboutissait en effet à des graphes tout à fait ininterprétables, trop de points se projetant exactement à l'origine des différents axes. Les trois premiers axes factoriels ont des valeurs propres de 0,394, 0, 102 et 0, 078 qui représentent 39 %, 10 % et 7,8 % de la variabilité totale des données. L'interprétation que nous donnons des résultats de ce traitement s'est limitée au troisième axe, dans la mesure où ce dernier a fait apparaître un vice d'échantillonnage. Cet obstacle était tout à fait prévisible puisque nous avons pris le risque d'intégrer dans l'analyse des échantillons que nous savions trop petits (cfr. § 2.3.2.).

3.3.2.1. Plan des facteurs 1 et 2 (fig. 3.19)

Si l'on projette dans ce premier plan la position de chacune des stations de récolte, on voit qu'à l'exception de Caudiès (12), elles s'alignent grossièrement le long d'une parabole. C'est la figure que l'on obtient d'habitude avec des suites ordonnées (effet Guttman, voir BENZECRI et coll., 1980). Nos stations se succèdent donc le long d'un

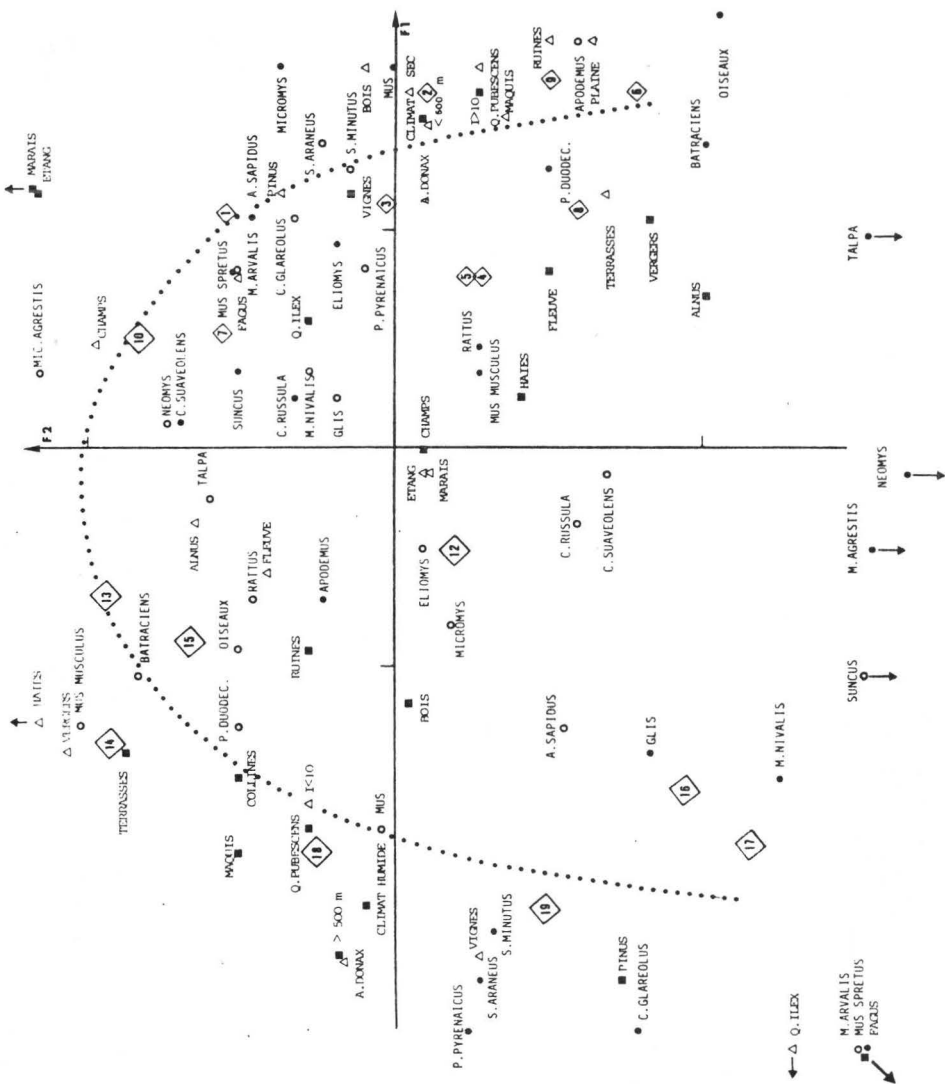


Fig. 3.19 : Représentation des projections des observations sur les facteurs 1 et 2 (F1 et F2) de l'analyse des correspondances. Les stations sont désignées par leur numéro (voir fig. 2.3).

- : espèce présente
- : espèce absente
- : descripteur présent
- △ : descripteur absent

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

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 roux (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 gerbii = pyrenaicus) et enfin de la présence des étages du hêtre (Fagus sylvatica) et du chêne vert (Quercus ilex). Aux extrémités de la parabole se situent donc les stations les plus différentes. Le contraste mis en évidence ici n'est autre que celui que nous signalions dans la description du régime (3.3.4.1.). 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 roux 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) nous autorisent à confirmer nos conclusions antérieures (FONS et al., 1980) : le biome méditerranéen est caractérisé par la présence de Mus spretus et 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 construction 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.

Selon le schéma explicatif de l'effet Guttman, les points situés au voisinage du sommet de la parabole occupent une position moyenne. Nous qualifierons 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 endroit dans le plan F1-F2. Latour de France (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 (13) est méditerranéenne aussi mais cette station jouit de conditions climatiques 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 (14) et Montbolo (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 avons également considéré Caudiès (12) et Mosset (16) comme stations de transition. 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 méditerranéennes 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 du chêne vert, avec le versant en ombrée, au sommet duquel poussent hêtres et pins sylvestres.

Caudiès enfin doit 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 cultures) et des traits de l'étage montagnard (Sorex minutus, Pinus silvestris) ou des collines (pas de Micromys minutus ni de Pitymys duodecimcostatus, faible proportion de Mus, abondance des Apodemus, climat moins sec). Nous 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 remarquera 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.

Crocicidura russula est la proie principale du rapace à Rabouillet (18) où C. suaveolens et Suncus etruscus sont encore présentes. Ces faits ne sont certainement pas sans rapport avec l'abondance des murets à cet endroit. Bien que l'altitude y soit plus faible qu'à Rabouillet et qu'il y ait aussi des murets à Prats de Mollo (17), C. russula y est le seul crociduriné et n'y joue pas un rôle prépondérant dans le régime de l'oiseau. Le climat de cette localité est vraisemblablement trop humide pour les deux autres espèces.

Le campagnol agreste se trouve projeté au voisinage de Neomys et de Talpa. On sait que Neomys vit exclusivement dans des milieux très humides ou au bord des eaux et on connaît l'affinité de la taupe pour

les sols profonds. Le second facteur exprimerait donc aussi le contraste entre milieux secs au sol peu profond des collines et milieux humides des prairies de moyenne altitude, des fonds de vallée ou de la plaine (fleuves, canaux d'irrigation, sols alluviaux récents). La position des points "batraciens", "Alnus" et "fleuve" viendrait à l'appui de cette hypothèse. Il se peut que ces espèces se voient de la sorte projetées entre les deux branches de la parabole, parce qu'elles répondent à la fois à certaines variables qui s'expriment dans la plaine et à d'autres plus typiques de la montagne.

3.3.2.2. Plan des facteurs 1 et 3 (fig. 3.20)

Le troisième axe doit s'interpréter en termes de qualité de l'échantillonnage. En effet, suivant que le nombre de proies d'un lot de pelotes dépasse ou non 600, la projection de la localité de récolte se fait en-deçà ou au-delà de l'origine de F3. Deux exceptions: Montbolo (15) et Clairà (2) dont les coordonnées sur F3 demeurent cependant fort proches de zéro (respectivement 0,038 et -0,016).

Il est intéressant de constater qu'il existe une corrélation très significative ($r = 0,799$; $p < 0,01$) entre la taille de chaque échantillon (log du nombre de proies) et sa position sur F3. Nous avons vu au chapitre 2 que le nombre d'espèces que l'on sera susceptible de découvrir dans un prélèvement, dépend à la fois de la richesse spécifique de l'endroit de récolte et de la taille de cet échantillon. Nous avons traduit cela par des courbes de saturation.

En ce qui concerne les Pyrénées Orientales, en-dessous d'un total variant de 300 à 600 proies, il y a de fortes chances que l'échantillon ne soit pas suffisant pour révéler la présence de toutes les espèces "rares", rareté due à la faible densité de l'espèce sur le terrain (cas d'Eliomys quercinus et des Neomys), à sa stricte localisation, à un milieu particulier d'étendue restreinte (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 le 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.

3.3.2.3. Les corrélations multiples

Le tableau 3.17 (annexe) reprend les résultats des calculs effectués par le programme SAS STEPWISE/MAXR pour les variables figurant au tableau 2.16, les variables animales ayant été considérées comme dépendantes. Pour chacune d'elles, l'équation de la droite d'ajustement est indiquée ainsi que le coefficient de détermination du modèle.

Crocridura russula serait d'autant plus abondante dans le régime de l'effraie que la superficie des forêts est moindre et que la lon-

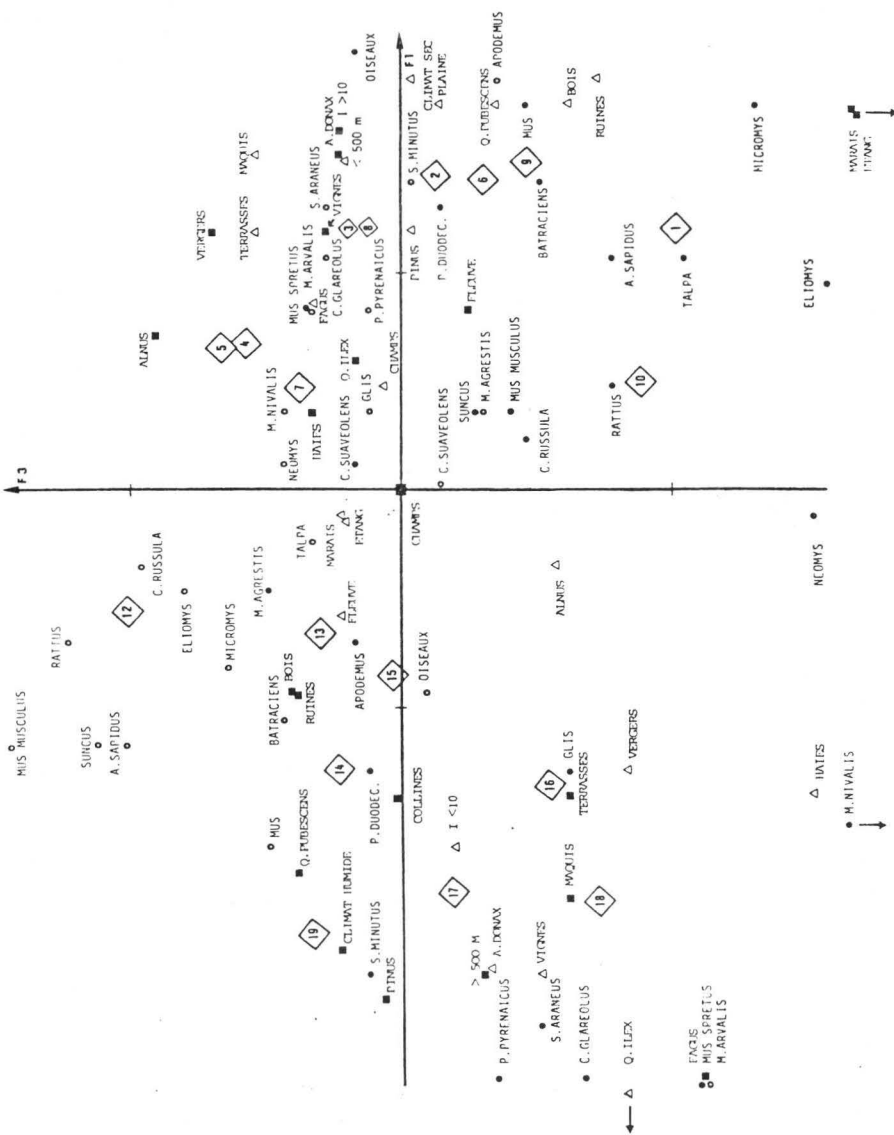


Fig. 3.20 : Représentation des projections des observations sur les facteurs 1 et 3 (F1 et F3) de l'analyse des correspondances. Légende comme à la fig. 3.19.

gueur 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 dans la forêt de chênes-lièges (Quercus suber). Une comparaison demeure néanmoins bien difficile puisqu'il n'a intensivement piégé que dans les collines de la côte vermeille, toutes couvertes de murets. Il est probable que seules les forêts installées sur d'anciennes terrasses de culture conviennent spécialement à la crocidure. Que cette musaraigne soit favorisée par les lisières n'a par contre rien d'étonnant; 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 plus de la moitié des équations proposées, on retrouve un élément exprimant en quelque sorte l'intensité du découpage du paysage végétal : haies, lisières 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 jouir de pareils abris.

On peut constater que Crocidura suaveolens est favorisée dans le vignoble, dans les stations à réseau hydrographique assez dense et évite les zones fortement urbanisées. 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 IGN ne le permettent pas. De plus, cette espèce n'étant jamais très abondante dans les échantillons, nous estimons que ces indications sont à considérer avec circonspection. Toutefois, l'hygrophilie de cette musaraigne mérite d'être remarquée. 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-elles méditerranéennes (voir analyse des correspondances), mais pourquoi est-elle absente de Catalogne espagnole (CLARAMUNT et al., 1975) alors qu'elle atteint la Picardie vers le nord (SAINT GIRONS, 1973a), occupe certaines îles de la Manche et colonise une partie de l'Europe centrale ?

Suncus etruscus manifeste ses affinités méditerranéennes (corrélation négative avec les précipitations); elle serait favorisée dans les paysages variés (influence des haies et lisières, cfr. FONS, 1975 a et b) ainsi que dans les zones jardinées et les maquis. FONS (1975 a et b) constate sa préférence pour les terrasses abandonnées mais l'a également piégée en abondance dans les olivettes et les maquis. Il explique sa faible fréquence, voire son absence dans les vignes cultivées par l'entretien régulier apporté à ces cultures et tout particulièrement par l'emploi massif d'herbicides et produits chimiques qui éliminent les arthropodes.

Microtus agrestis délaisse les zones très urbanisées, subit l'influence prépondérante du climat (corrélation positive avec les précipitations) et est avantagé par les haies. Ces deux dernières variables sont antagonistes : les haies sont en effet plus longues dans la plaine où elles servent de coupe-vent, alors que les précipitations sont plus abondantes en altitude. Nous touchons sans doute 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 de cul-

ture fruitière et maraîchère (corrélation positive avec la superficie des vergers dont le sol, dans la plaine, est très fréquemment affecté à la culture de légumes).

Apodemus ne dément pas sa réputation d'animal assez ubiquiste à préférence forestière. La souris domestique (Mus musculus) par contre, recherche plutôt les milieux ouverts à réseau hydrographique dense des zones de basse altitude. Cette tendance hygrophile très nette, également remarquée par ORSINI (1982), l'oppose complètement à la souris sauvage (Mus spretus) plus xéro-tolérante. FAYARD et EROME (1976) ont trouvé cette espèce dans des biotopes secs où la strate herbacée est abondante; ORSINI (1982) constate que les collines sèches, avec leurs murets et leur végétation maigre, lui conviennent bien. D'après notre modèle, elle rechercherait les formations des lisières et les vignobles mais il est impossible de savoir si ce sont les vignes abandonnées ou entretenues qu'elle préfère (cfr. musaraigne des jardins).

Les rats (principalement Rattus norvegicus) pour leur part éviteraient les secteurs boisés et seraient favorisés par l'importance des cours d'eau. Cette dépendance du rat brun vis-à-vis de l'eau est bien connue (cfr. § 3.2.2.3.t).

Enfin, le pourcentage d'oiseaux est influencé par trois facteurs notables : 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) et 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 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 à Liège (350.000 hab.) où moineaux et étourneaux abondent ! (LIBOIS, 1977c).

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 (voir § 2.6.1).

Sans doute les régions arides ou uniformes (peu de lisières, vastes étendues d'une même culture) 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. Ce phénomène d'élargissement de la niche alimentaire du rapace, dû à une plus grande consommation d'oiseaux n'est pas propre à la région méditerranéenne et n'y est pas constant. Nous l'avons mis en évidence en basse et moyenne Belgique (plus particulièrement dans la zone limoneuse : cfr. § 3.1.3), régions spécialement affectées par l'intensification de l'agriculture où l'effraie capture régulièrement des oiseaux. D'autre part, nous verrons qu'en Corse, le taux d'exploitation des oiseaux par l'effraie n'est pas très élevé et nous savons que l'élargissement de sa niche trophique y est plutôt le résultat d'une prédation mieux répartie sur les espèces-proies disponibles.

3.3.3. Discussion

Du point de vue de la répartition, les espèces n'appartenant pas au biome méditerranéen (Microtus arvalis, Pitymys gerbii, Arvicola terrestris, Sorex "araneus", Sorex minutus) se cantonnent à l'ouest d'une ligne qui joint Amélie-les-Bains à Prades et aux Fenouillèdes, entre Sournia et la Tour-de-France. Cette ligne correspond sensiblement à l'isotherme annuel de 13°C, à la limite supérieure de l'olivier et à celle, inférieure, du chêne pubescent. Au contraire, à l'est de cette ligne, la plaine du Roussillon et les premières pentes ont un climat méditerranéen typique et appartiennent aux formations du chêne vert et du chêne-liège (fig. 2.3). On y retrouve les petits mammifères à affinités méditerranéennes, en particulier : Pitymys duodecimcostatus, Mus spretus, Suncus etruscus et Crocidura suaveolens. Les isothermes comme les étages de végétation sont, bien entendu, en liaison avec les courbes de niveau. On distingue ainsi dans les Pyrénées Orientales un étage sub-alpin à l'extrême ouest, puis, en allant vers l'est, un étage montagnard, un étage subméditerranéen et enfin un étage méditerranéen.

Avant d'étudier les caractères particuliers des peuplements des petits mammifères dans ces divers étages, il faut dire quelques mots des espèces qui ne sont pas caractéristiques d'un milieu particulier, soit qu'elles acceptent un large éventail de conditions écologiques, soit qu'elles se trouvent cantonnées à un type d'habitat spécial qu'elles occupent quelles que soient les conditions environnantes. Parmi les espèces très largement répandues partout, on peut citer le mulot. C'est un mauvais indicateur biogéographique puisqu'il est présent dans pratiquement tous les milieux entre 2000 m et la mer. Il n'évite que les prairies rases d'altitude. Il en est de même du campagnol agreste. Le lérot fréquente également toutes les altitudes. Le loir a été observé depuis 2000 m (Bouillouses) jusqu'à la basse vallée de l'Agly (Espira-de-l'Agly, 30 m). Notons toutefois qu'il est plus fréquent en montagne que dans la plaine cultivée mais ceci est peut-être en liaison avec les façons culturales. Tous les rongeurs domestiques, c'est-à-dire les rats et les souris, à l'exception de Mus spretus, sont bien entendu de mauvais indicateurs. Parmi les insectivores non caractéristiques d'un des étages, on peut citer la taupe dont l'aire de répartition englobe l'ensemble du département.

Il existe aussi des mammifères inféodés à un milieu particulier et qui, de ce fait, ne peuvent pas être retenus du point de vue biogéographique pour caractériser un étage. Le rat des moissons, Micromys minutus, est un habitant des roselières et, secondairement, des céréales (cfr. § 3.2.2.3.q). Le campagnol aquatique, Arvicola sapidus, fréquente les cours d'eau permanents assez lents aux berges recouvertes de végéta-

tion. De ce fait, il a été observé sur les bords du lac des Bouillouses aussi bien que près des étangs côtiers. La crossope, Neomys fodiens, mène également une vie semi-aquatique dans les ruisseaux de plaine comme de montagne.

3.3.3.1. L'étage montagnard

Si l'on considère l'aire de répartition européenne des espèces qui, dans les Pyrénées Orientales, sont confinées aux étages subalpin et montagnard (Microtus arvalis, Pitymys gerbii et Arvicola terrestris), on remarque qu'aucune d'entre elles ne se trouve cantonnée à la haute montagne (CORBET, 1978).

Microtus nivalis, le campagnol des neiges, représente un cas particulier. On le trouve en montagne mais son aire de répartition débord largement l'étage montagnard puisqu'il fréquente également les collines rocheuses bien ensoleillées du pourtour de la Méditerranée. On ne peut donc le considérer comme un indicateur strict du milieu subalpin ou montagnard, tout au moins dans la bordure méridionale des grands massifs (sud du Massif Central, Alpes de Provence, collines de l'Ardèche et du Gard) (GENEST, 1970; SAINT GIRONS et VESCO, 1974; FAYARD et EROME, 1977). Quant au campagnol roussâtre, Clethrionomys glareolus, il occupe les forêts touffues montagnardes, mais se retrouve également à l'étage subméditerranéen. Ce n'est donc pas non plus un bon indicateur. Au voisinage de la Méditerranée, les conditions du climat d'altitude (pluviosité abondante, fraîcheur de l'été, couches de neige tamponnant la température au sol en hiver) sont les seules acceptables par les espèces de rongeurs qui ont besoin de températures modérées et d'une certaine humidité.

C'est également le cas des deux insectivores les plus fréquemment rencontrés : Sorex "araneus" et Sorex minutus, mais comme les rongeurs cités plus haut, ces deux espèces débordent largement le cadre montagnard et se retrouvent dans toute l'Europe moyenne, en dehors des plaines méditerranéennes. Leur limite de répartition est climatique (coefficient d'Emberger = 110-120).

3.3.3.2. L'étage subméditerranéen

Du point de vue botanique, il correspond à l'étage du chêne pubescent (Quercus pubescens). Sous le climat méditerranéen, bien que présent dans la zone proche du littoral, le chêne blanc évite les stations les plus chaudes où il laisse la place au chêne vert et préfère alors les versants frais et les fonds de vallons, ainsi que les sols plus riches en eau le long des cours d'eau et les plaines irriguées. C'est au contraire dans les collines et les basses montagnes de l'arrière-pays, succédant au chêne vert, qu'il prend tout son développement. Il y couvre de vastes surfaces ensoleillées. Deux modalités peuvent donc se rencontrer, l'une, édaphique (sol plus humide sous climat méditerranéen); l'autre, climatique, lorsque les conditions méditerranéennes deviennent plus humides par pluviosité plus forte au-dessus de la limite de l'olivier. Elles conditionnent sa répartition.

Comme il fallait s'y attendre, aucune espèce n'est caractéristique de cet étage. Au contraire, on y trouve un mélange des faunes méditerranéennes remontant à la soulane le long des vallées, tandis que

Les influences montagnardes sont manifestes sur les flancs en ombree. Les rongeurs et les insectivores des milieux humides d'altitude disparaissent (C. glareolus, Sorex) tandis qu'apparaissent quelques espèces à affinités méditerranéennes : Mus spretus, Pitymys duodecimcostatus. Ce dernier 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 Crocridurinae, notamment celle de C. russula, est pareillement favorisée par la présence de murets en maçonnerie sèche qui leur offrent des conditions microclimatiques particulières nécessaires à leur survie dans des zones plutôt défavorables (FONS, 1975; GENOUD et HAUSSER, 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 Crocridurinae. Notons du reste que Crocridura russula vit encore bien plus haut en altitude comme en témoigne sa présence dans des pelotes de faucon crécerelle d'Ayguatebia (1350 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 (1850 m, Hautes Pyrénées).

3.3.3.3. L'étage méditerranéen

Les conditions du climat méditerranéen sont essentiellement un hiver doux pluvieux et un été sec et chaud. Certains phytogéographes proposent la limite de l'olivier comme terme à la flore euméditerranéenne (série du chêne vert, Q. ilex euméditerranéen). Tous les auteurs sont d'accord pour admettre l'étroite relation de la végétation méditerranéenne et du climat. FLAHAUT (1937) écrit à ce sujet : "Au point même où le climat cesse d'être méditerranéen, la flore cesse d'être méditerranéenne". En dehors de la limite de l'olivier, aux expositions abritées et ensoleillées (vallées avec opposition soulane et ombree), des conditions climatiques locales permettent souvent aux plantes du cortège du chêne vert de s'implanter (série du chêne vert propéméditerranéen) (fig. 2.3). La plaine est entièrement cultivée. Près des rives des étangs côtiers, Typha et Phragmites constituent des roselières. Sur la rive, Arundo donax assure la transition avec la végétation terrestre.

Les rongeurs les plus caractéristiques de cet étage sont le campagnol provençal, espèce typique des cultures et des vergers de la région méditerranéenne, et la souris sauvage, Mus spretus.

Du point de vue des rongeurs, l'observation la plus intéressante est celle de Microtus nivalis à la-Tour-de-France, à une altitude voisine de 100 m (FONS et LIBOIS, 1977). Il ne s'agit pas d'un individu égaré puisque 10 crânes ont été recensés dans un lot de pelotes d'effraies qui comportait 949 vertébrés. Tout récemment, nous avons eu la preuve de la présence de Microtus nivalis dans l'Aude à une altitude voisine (Villeneuve-Minervois, 1 individu dans un lot de 324 vertébrés). La présence du campagnol des neiges dans ces deux localités pose la question de la continuité entre les populations des Pyrénées et celles du sud du Massif Central. Elles étaient jusqu'à présent séparées subséparément malgré leur morphologie très voisine : M. nivalis lebrunii (Crespon, 1844) dans le sud du Massif Central et M. nivalis aquitanus Miller 1908 dans les Pyrénées. Les animaux de la-Tour-de-France appartiennent à la sous-espèce pyrénéenne (FONS et LIBOIS, 1977).

Le rat des moissons, Micromys minutus, apparaît en petit nombre à l'intérieur du pays. Sa faible représentation est sans doute en liaison avec l'absence de marécages. Les roselières des bords de rivières ne sont pas très développées et les cultures de céréales qui l'abritent en plaine en l'absence de la phragmitaie, sont très peu répandues dans la région. Il est plus fréquent au voisinage des étangs.

Quant aux insectivores, c'est incontestablement la pachyure étrusque, Suncus etruscus, qui apparaît comme l'insectivore méditerranéen typique. On la trouve dans tous les lots de pelotes de rapaces de quelque importance provenant du Roussillon et elle est piégée régulièrement entre Banyuls et Cerbère. L'espèce déborde toutefois très largement le biome méditerranéen puisqu'elle est présente en Lozère, dans la région lyonnaise et dans le sud-ouest, jusqu'en Charente-Maritime, et en Vendée (FONS, 1970, 1975; FONS et SAINT GIRONS, 1979; SANS COMA et al., 1981). Cette espèce se retrouve également à l'étage subméditerranéen, mais n'y est pas aussi abondante. La situation est sensiblement la même pour Crociodura suaveolens dont l'aire de répartition est encore plus étendue vers le nord (SAINT GIRONS et al., 1979). Cette espèce n'est apparemment pas représentée en Catalogne espagnole, sur le versant des Pyrénées. Quant à la musaraigne musette, C. russula, particulièrement abondante en Roussillon où elle représente dans certains lots de pelotes plus de 50 % du régime de l'effraie, c'est certes une espèce très commune à l'étage méditerranéen, mais elle peut monter haut (près de 2000 m en Néouvielle, dans les Pyrénées centrales) et son aire de répartition englobe toute la France en dehors des hautes altitudes.

La liaison entre les espèces de petits mammifères, l'altitude et les étages de végétation est schématisée figure 3.21.

3.3.4. Conclusions

L'étude des populations de micromammifères du département des Pyrénées Orientales permet de saisir dans une région relativement peu étendue l'imbrication des faunes méditerranéenne et montagnarde liée à la topographie : plaine basse, piedmont entaillé par des vallées orientées de l'ouest à l'est accentuant les contrastes entre les versants ensoleillés et les ombrées, hautes montagnes bien arrosées mais où les influences méditerranéennes remontent haut. Toutes ces conditions ne créent pas un milieu homogène mais une compénétration des biocénoses sans qu'il soit possible de fixer des limites précises, altitudinales par exemple, aux différentes espèces.

La faune montagnarde est caractérisée par la grande densité des insectivores du genre Sorex et la présence de certains rongeurs : Microtus arvalis en terrain découvert, Clethrionomys glareolus dans les bois, Pitymys gerbilli et Arvicola terrestris dans les prairies d'altitude.

La faune de plaine est caractérisée par l'absence de Soricinae et de Microtus arvalis. En revanche, les Crociodurinae deviennent très nombreux ainsi que Mus spretus et les populations sauvages de Mus musculus. Le campagnol souterrain de Provence, Pitymys duodecimcostatus, occupe les cultures.

La zone des étangs côtiers est relativement pauvre en rongeurs, sauf Micromys minutus dans les roselières.

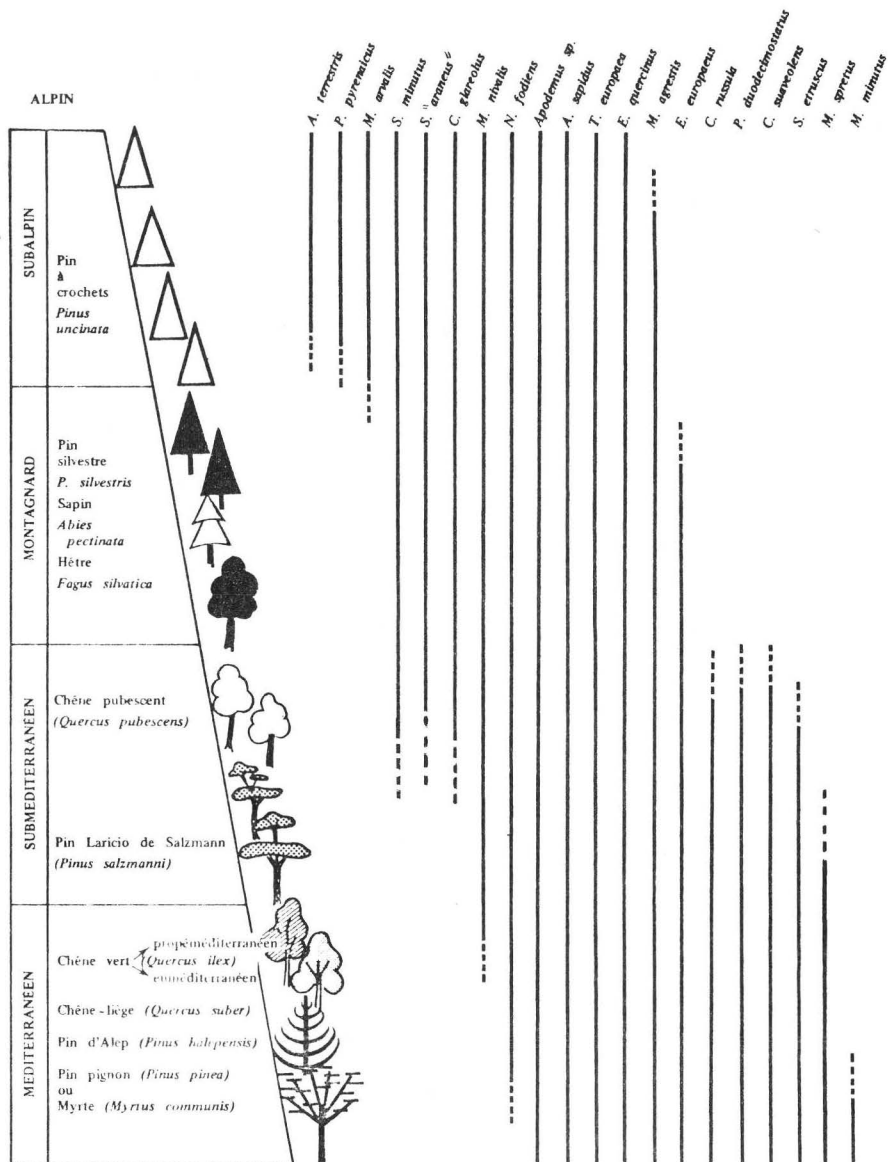


Fig. 3.21. Schéma de la répartition altitudinale des petits mammifères, en liaison avec les étages de la végétation dans le département des Pyrénées Orientales.

L'étage subméditerranéen est une zone de transition où les conditions locales liées à l'altitude et à l'orientation des versants constituent les facteurs limites de répartition des espèces montagnardes d'une part, méditerranéennes de l'autre.

3.4. Le régime de l'effraie en Corse

En dépit de sa situation biogéographique assez exceptionnelle, la Corse n'a pas attiré de nombreux spécialistes des micromammifères. La composition de sa faune mammalienne est grossièrement connue depuis TROUËSSART (1884) et JOLEAUD (1926) mais c'est à des équipes de l'Université de Munich qui effectuaient des séjours réguliers sur l'île que l'on doit la plupart des informations sur les petits mammifères de Corse (voir KAHMANN et KAHMANN, 1954, pour la crocidure; KAHMANN et VON FRISCH, 1955, pour les gliridés; KAHMANN et ALTNER, 1956, pour la pachyure; KAHMANN et GÖRNER, 1956, pour les chauves-souris; KAHMANN et HAEDRICH, 1957 a et b, pour le genre Rattus).

C'est toutefois depuis quelques années seulement que l'on commence à connaître avec plus de certitude le statut taxonomique de certains mammifères de l'île. Ainsi, deux formes insulaires de crocidures avaient été décrites au début du siècle : Crocidura cynrensis par MILLER (1907) et C. corsicana par RAYNAUD et HEIM DE BALSAC (1940) puis mises en synonymie sous le nom de C. russula cynrensis par KAHMANN et KAHMANN (1954). A la lumière de recherches biochimiques récentes (CATALAN et POITEVIN, 1981), il semblerait que la Corse ne soit en fait peuplée que par une seule crocidure appartenant à l'espèce Crocidura suaveolens. C'est également depuis peu que l'on est sûr de l'appartenance spécifique des mulots de Corse à la seule espèce Apodemus sylvaticus (BENMEHDI et al., 1980; LIBOIS, BORDENAVE et FONS, 1983). Tout récemment, un atlas des mammifères de Corse vient de voir le jour sous la plume de M. SALOTTI (1983). Les cartes des micromammifères reposent presque exclusivement sur l'étude de KAHMANN et BROTZLER (1956) et sur le présent travail.

Quant au régime de l'effraie, il a surtout fait l'objet de publications à caractère tout à fait anecdotique (RAYNAUD et HEIM DE BALSAC, 1940; THIOLLAY, 1966; CHARVIN, 1974; SALOTTI, 1980). Le seul travail quelque peu fouillé est celui de KAHMANN et BROTZLER (1956) qui met en évidence des variations saisonnières mais aussi stationnelles dans le régime de l'oiseau et qui tente de relier ces dernières aux conditions ambiantes (importance du type de couvert végétal, de l'anthropisation du milieu ...).

En Sardaigne, île dont le peuplement en micromammifères est très semblable à celui de la Corse, l'effraie montre, d'après les quelques maigres données dont on dispose, des habitudes alimentaires identiques (MOCCI DEMARTIS, 1981).

3.4.1. Description sommaire

Le tableau 3.18 donne le détail de toutes les analyses se rapportant à la Corse. Quelques faits saillants, dont la plupart ont déjà été mis en relief par l'étude de KAHMANN et BROTZLER (1956) se dégagent immédiatement de l'examen de ce tableau :

Tableau 3.18 : Le régime alimentaire de l'effraie en Corse.
 Détail des analyses.

Tableau 3.18. (les numéros des stations correspondent à ceux du tableau 2.2.)

Station n°	1*	2	3	4	5	6	7	8	9*	10	11	12	13	14	15	16*	17	18	19	20	21*	
Altitude	720	23	38	300	10	340	320	81	170	5	230	200	365	100	810	320						
<i>Crocodyra suaveolens</i>	2	105	50	45	60	11	105	82	1	138	16	21	24	44	153	-	69	12	182	44	16	
<i>Suncus etruscus</i>	2	5	8	12	38	7	39	52	-	46	5	3	16	16	106	-	53	1	44	23	7	
Chioptères	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-	-	2	-	-	-	-	3	-	
<i>Eliomyz quercinus</i>	-	-	3	5	-	1	2	-	14	3	-	-	2	3	-	-	2	-	2	3	-	
<i>Apodemus sylvaticus</i>	6	19	20	109	76	28	394	304	2	161	64	5	157	81	182	1	64	31	469	125	3	
<i>Rattus rattus</i>	1	10	15	10	15	6	24	16	1	25	17	53	40	17	23	1	27	21	37	11	3	
<i>Mus musculus</i>	-	99	144	85	192	22	139	92	1	346	16	202	60	10	313	-	151	136	109	86	24	
Oiseaux	-	12	15	7	15	2	10	7	-	26	6	25	16	7	36	-	5	40	13	4	1	
Reptiles	-	2	-	-	1	-	-	-	3	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	
Batraciens	-	116	84	2	18	-	2	3	-	-	13	1	1	26	-	-	-	-	2	-	1	
Insectes	-	166	20	4	12	1	9	5	-	30	2	3	-	17	37	-	7	10	10	5	-	
Indéterminés	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL PROIES	11	532	358	281	432	77	723	564	5	790	130	326	314	196	884	2	378	251	871	301	55	

N.B. Les échantillons marqués d'un astérisque n'ont pas été utilisés dans les analyses statistiques.

Tableau 3.18. (suite)

Station n°	22*	23*	24	25	26	27*	28	29	30*	31	32	33	34	35	TOTAL	%
Altitude	340	129	70	267	380	85	420	350	378	32						
<i>Crocodyra suaveolens</i>	1	19	23	20	6	9	8	5	35	22	236	27	16	1608	15,0	
<i>Suncus etruscus</i>	-	4	10	3	9	2	2	1	18	2	56	5	3	598	5,6	
Chioptères	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1	12	0,1		
<i>Eliomyz quercinus</i>	-	3	3	2	-	-	-	-	1	1	4	2	-	56	0,5	
<i>Apodemus sylvaticus</i>	3	4	98	168	50	10	30	54	6	70	200	291	164	58	3507	32,7
<i>Rattus rattus</i>	3	1	14	44	15	2	9	40	-	20	73	17	18	29	658	6,1
<i>Mus musculus</i>	3	-	45	66	143	23	82	50	4	90	127	85	50	128	3123	29,1
Oiseaux	-	-	5	6	27	2	9	9	-	6	3	11	4	10	339	3,2
Reptiles	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	0,1	
Batraciens	-	1	43	-	35	-	6	-	18	15	1	1	11	400	3,7	
Insectes	-	-	7	2	6	1	2	1	1	10	3	6	1	10	388	3,6
Indéterminés	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	15	
TOTAL PROIES	10	7	239	323	302	53	143	170	17	268	446	708	283	266	10716	

- le régime de l'oiseau en Corse repose essentiellement sur deux rongeurs : le mulot (Apodemus sylvaticus) et la souris (Mus musculus). Ces deux espèces forment presque toujours plus de la moitié du menu de l'effraie mais leurs proportions relatives sont assez variables;
- la musaraigne des jardins (Crocidura suaveolens) est une proie régulière et très commune. C'est la troisième espèce en importance numérique dans le régime;
- la musaraigne étrusque (Suncus etruscus) aussi est trouvée régulièrement mais, comme les autres espèces, son abondance varie très fort d'un échantillon à l'autre (de 0,4 % à 14 % !). Nous avons vu plus haut que jamais elle n'est aussi bien représentée dans les échantillons continentaux. Les mêmes constatations peuvent être faites à propos du rat noir (Rattus rattus);
- batraciens et insectes ne forment une partie substantielle du régime que très localement. L'insecte le plus régulier est incontestablement Oryctes nasicornis : 51 individus répartis sur 16 échantillons. Mais c'est la taupe grillon (Gryllotalpa gryllotalpa) qui domine parmi les proies invertébrées : un minimum de 156 d'entre elles ont été retrouvées dans les pelotes de la station 2. D'autres espèces appartenant principalement à l'ordre des coléoptères ont encore été identifiées : 46 Scarabaeidae dont 26 Copris hispanus, 7 Scarabaeus affinis et 2 Rhizotrogus sp., 5 Carabidae, 1 Cerambycidae, 1 Chrysomelidae mais aussi 4 mantes et 32 orthoptères divers;
- les oiseaux sont réguliers dans le régime mais ne représentent jamais, sauf dans la station 18, un pourcentage élevé des proies capturées.
Il faut signaler ici que pour 155 oiseaux que nous avons réussi à classer, 4 étaient des Hirundinidae, 8 des Emberizidae, 5 des Sturnus, 26 des oiseaux de la taille du merle, 63 des petits passereaux à bec fin et seulement 49 des petits "granivores" dont bon nombre ne sont pas des Passer. Ce profil contraste très nettement avec les échantillons du continent où les moineaux (Passer sp.) forment l'essentiel du régime ornithophage de l'effraie;
- les reptiles, le lérot (Eliomys quercinus) et les chauves-souris se trouvent en quantité tout à fait négligeable dans le régime de l'effraie. Bien souvent, il n'a pas été possible d'identifier les chiropères car leurs restes étaient trop fragmentaires. Nous avons cependant pu reconnaître un oreillard (Plecotus sp., st. 14), un petit murin (Myotis blythi, st. 15), deux pipistrelles communes et un vespertilion de Bechstein (Pipistrellus pipistrellus et Myotis bechsteini, st. 19). Il s'agit pour ce vespertilion de la seule donnée connue pour la Corse (LIBOIS et VRANKEN, 1981). A l'occasion d'une seconde visite à cette station, nous avons encore retrouvé une barbastelle (Barbastella barbastellus) et une noctule de Leisler (Nyctalus leisleri). Les restes de cette dernière constituent également le seul indice de sa présence sur l'île (LIBOIS, 1983).

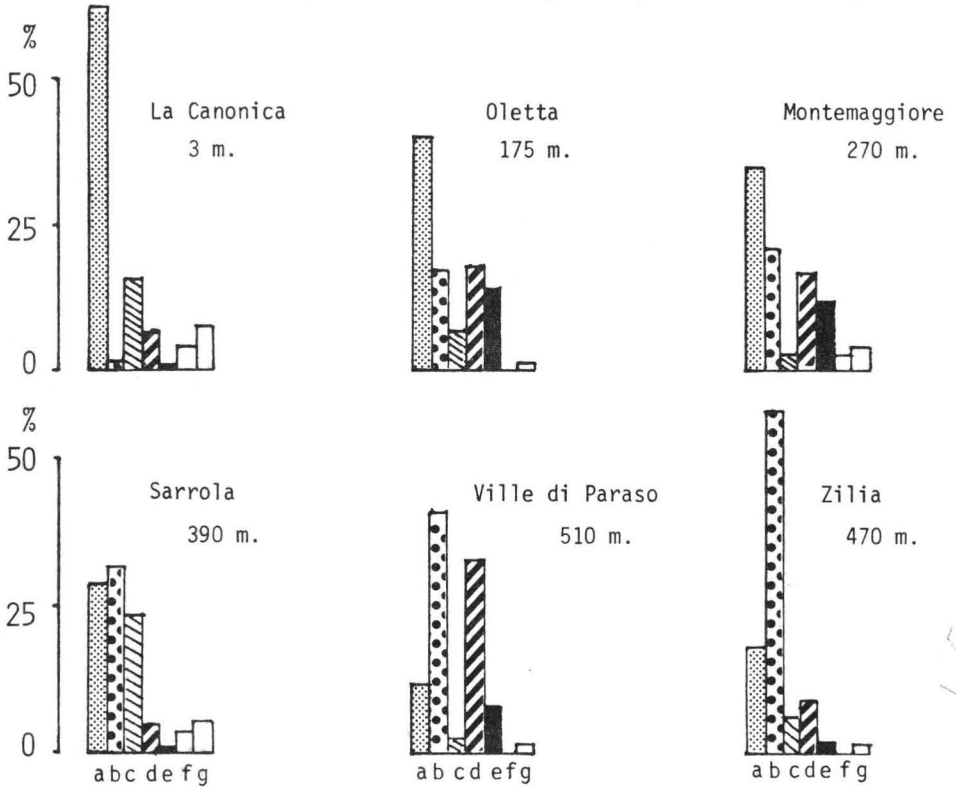
La figure 3.22, où sont représentées les fréquences relatives des différentes espèces dans six échantillons, permet de mieux se rendre compte des énormes variations dont nous venons de parler.

3.4.2. Analyse synthétique des variations du régime

Les cinq premières valeurs propres correspondant aux 5 axes que nous allons tenter d'interpréter sont par ordre décroissant : 0,369 0,259; 0,150; 0,143 et 0,121 et représentent respectivement 21,4 %, 15,1 %, 8,7 %, 8,3 % et 7,1 % de la somme des valeurs propres actives (ou encore de la variabilité totale des données).

FIGURE 3.22:
REGIME DE L'EFFRAIE EN CORSE

Fréquence relative des proies pour 6 échantillons



a: *Mus musculus*
b: *Apodemus sylvaticus*
c: *Rattus rattus*

d: *Crocidura suaveolens*
e: *Suncus etruscus*
f: Amphibiens

g: Oiseaux

3.4.2.1. Le plan des facteurs F1 et F2 (fig. 3.23)

Dans ce plan, la projection des stations de récolte se fait suivant un gradient physiographique particulièrement clair. Dans le quadrant inférieur gauche, se trouvent les stations de plaine : n° 2, 3, 12, 18 et 16. Leur font suite les stations des collines basses, peu éloignées de la mer : 5, 10, 31 et 35. Viennent ensuite des localités situées à des altitudes intermédiaires (entre 100 et 300 m) où le relief est relativement accentué : 11, 13, 14, 20, 24 et 25 auxquelles succèdent trois stations d'altitude élevée et de relief très accidenté : 19, 29 et 32. Les villages de Balagne (4, 7, 15, 28, 33 et 34) auxquels s'ajoute Oletta (17) se projettent enfin dans le quadrant inférieur droit. L'allure en croissant de la projection de ces stations confirme bien que le plan des deux premiers facteurs exprime un gradient. Toutefois, bien qu'intervenant respectivement pour 8, 5 et 6,9 % (contributions absolues) dans la construction du premier axe, altitude et relief ne sont pas les seules variables organisatrices de ce gradient. Il est également dû à l'abondance des oliviers et des murets en pierres sèches soutenant les terrasses où ces arbres sont cultivés (contributions absolues de 4,8 et 6,5 % à l'axe 1 et de 4,6 et 4,4 % à l'axe 2).

L'axe 1 oppose encore les stations de l'échelon du myrte à celle des échelons ou étages supérieurs (lenticque, subméditerranéen). La présence d'étangs ou de marais est elle aussi déterminante dans son édification (7,5 %). Trois dernières variables doivent encore être prises en considération dans cette interprétation : la superficie du vignoble et des plantations fruitières ainsi que le type d'habitat humain dont les contributions absolues sont respectivement de 6,4, 5,3 et 7,9 %. Habitat dispersé, abondance des vignes et des vergers caractérisent les stations de plaine tandis que faible importance du vignoble et des fruitiers (surface 5 %) et habitat concentré en villages sont les attributs de la Balagne. Au voisinage de l'origine de l'axe 1, on trouve les points correspondant à l'absence de vignes, de vergers et à un habitat humain quasi inexistant.

Sur l'axe 2 par contre, ces trois points ont des coordonnées très élevées : ces trois paramètres interviennent également dans la construction de cet axe (contributions absolues de 7,5 % pour les vignes, de 4,3 % pour l'habitat et de 4,2 % pour les plantations fruitières). Si l'on considère les autres paramètres déterminant l'axe 2 (surface des champs : 10,1 %; des forêts : 9,9 %; des landes et prairies : 6,6 %; des maquis hauts : 4,5 %; longueur des lisières : 8,6 % et des haies : 8,7 %) on s'apercevra sans difficulté que cet axe oppose des stations peu diversifiées (ni champs, ni vignes, ni vergers) où les formations végétales hautes (forêt, maquis haut) sont bien représentées, à des localités où les différents types de milieux sont plus nombreux et forment des mosaïques (importance des haies et des lisières) et où le couvert végétal est plutôt constitué par des formations basses, peu arborées (landes, prés et pelouses).

En ce qui concerne les proies de l'effraie, on constate que le mulot et le lérot sont positivement corrélés avec les deux axes de ce plan. En revanche, la souris et les insectes le sont négativement. Le régime des effraies de la plaine peut donc se caractériser par l'abondance des souris et des insectes de même que par la rareté des mulots et l'absence du lérot. Les batraciens sont aussi très abondants dans les échantillons prélevés dans la plaine. Les milieux y sont en effet propices à ces espèces : marais, étangs et cultures irriguées.

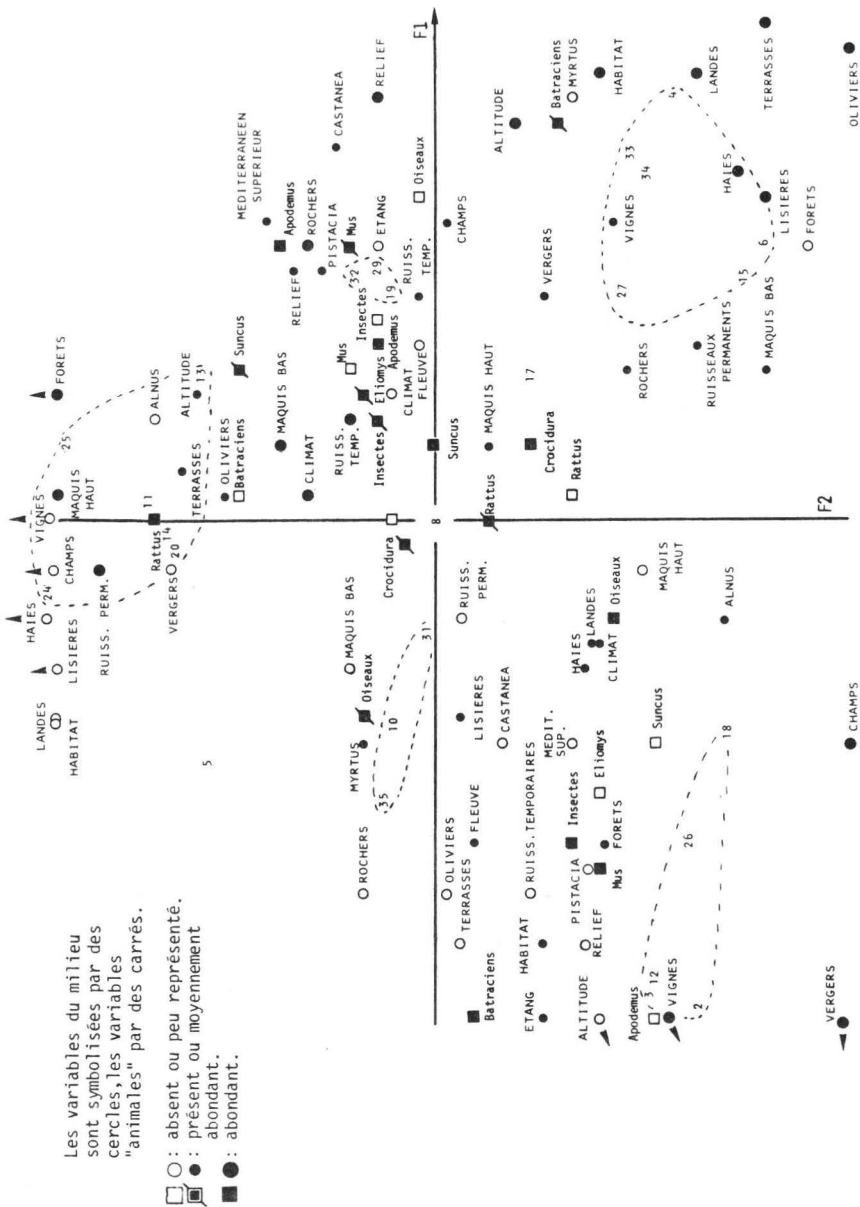


FIG.3.23 : PROJECTION DES VARIABLES ET DES STATIONS DANS LE PLAN F1/ F2
 Les numéros sont ceux des stations de récolte.

Leurs sols meubles sont très favorables à Gryllotalpa. Au fur et à mesure que l'altitude progresse et que croît l'importance de la couverture boisée, le régime de l'oiseau s'enrichit en mulots et le lérot y apparaît sans jamais devenir abondant. La musaraigne étrusque connaît elle aussi son minimum en plaine mais semble plus abondante aux altitudes intermédiaires que dans les pays plus élevés. Les oiseaux également semblent plus souvent capturés à faible altitude. Le rat noir quant à lui ne montre aucune sensibilité au gradient exprimé par l'axe 1 mais réagit très fort à l'axe 2. Son abondance serait donc d'autant plus grande dans le régime que le milieu est boisé et peu diversifié. Les mœurs de ce rongeur, volontiers arboricole, ne sont sans doute pas sans rapport avec ce phénomène. Enfin, la musaraigne des jardins ne manifeste aucune sensibilité particulière ni à l'axe 1 ni à l'axe 2.

3.4.2.2. Le plan des facteurs F1 et F3 (fig. 3.24)

Le troisième axe est déterminé à 67 % par sept variables seulement. Dans l'ordre décroissant de leur importance, ce sont : la longueur des ruisseaux temporaires (12,5 %), la surface occupée par des zones rocheuses relativement dénudées (12,1 %), l'importance des lisières (10,8 %), le relief (9,4 %), le climat (7,6 %), la surface des plantations fruitières (7,4 %) et du vignoble (6,8 %). En fait, ce facteur oppose des zones très rocailleuses à relief accidenté où les milieux sont peu diversifiés (pas de vignes ni de vergers, peu de lisières), le réseau hydrographique peu dense et le climat de type plutôt semi-aride (hivers doux, peu de précipitations) à des régions à relief plus doux, à climat nettement plus humide, dépourvues de zones rocheuses dénudées et où l'on trouve un réseau hydrographique très dense de même que quelques vignes et vergers. Les stations de plaine sont toutes projetées au voisinage de l'origine de cet axe.

L'abondance de la souris et du mulot est tout à fait indépendante de ce troisième facteur. Il en va de même de celle du rat noir et de la musaraigne des jardins. Bien que F3 sépare pour cette espèce les points d'abondance faible et moyenne, leur étalement le long de l'axe ne paraît pas suffisant pour oser une interprétation qui ne soit pas hasardeuse. Pour les cinq autres catégories de proies, l'examen de ce plan n'apporte rien de bien précis. Le régime de l'effraie semble varier fort peu en fonction des variables qui déterminent l'axe 3, si ce n'est qu'il est plus riche en insectes dans les basses collines chaudes et sèches et en plaine que partout ailleurs.

3.4.2.3. Le plan des facteurs F1 et F4 (fig. 3.25)

Le long du quatrième facteur, on retrouve un peu la même gradation que pour le deuxième : certaines des variables participant à sa construction (forêts, haies et lisières, landes et pelouses) ont déjà été commentées à propos du plan F1 x F2. D'importantes nuances apparaissent toutefois : ici, l'influence climatique se fait sentir. Cette variable a d'ailleurs une contribution absolue de 8,8 % à F4.

L'axe 4 oppose des endroits à climat relativement humide et froid en hiver, où la couverture végétale est assez haute (forêts et maquis hauts, landes et pelouses de moyenne importance) et où les milieux sont moyennement diversifiés à des paysages plus monotones où dominent les maquis bas et dont le climat a un caractère nettement plus aride.

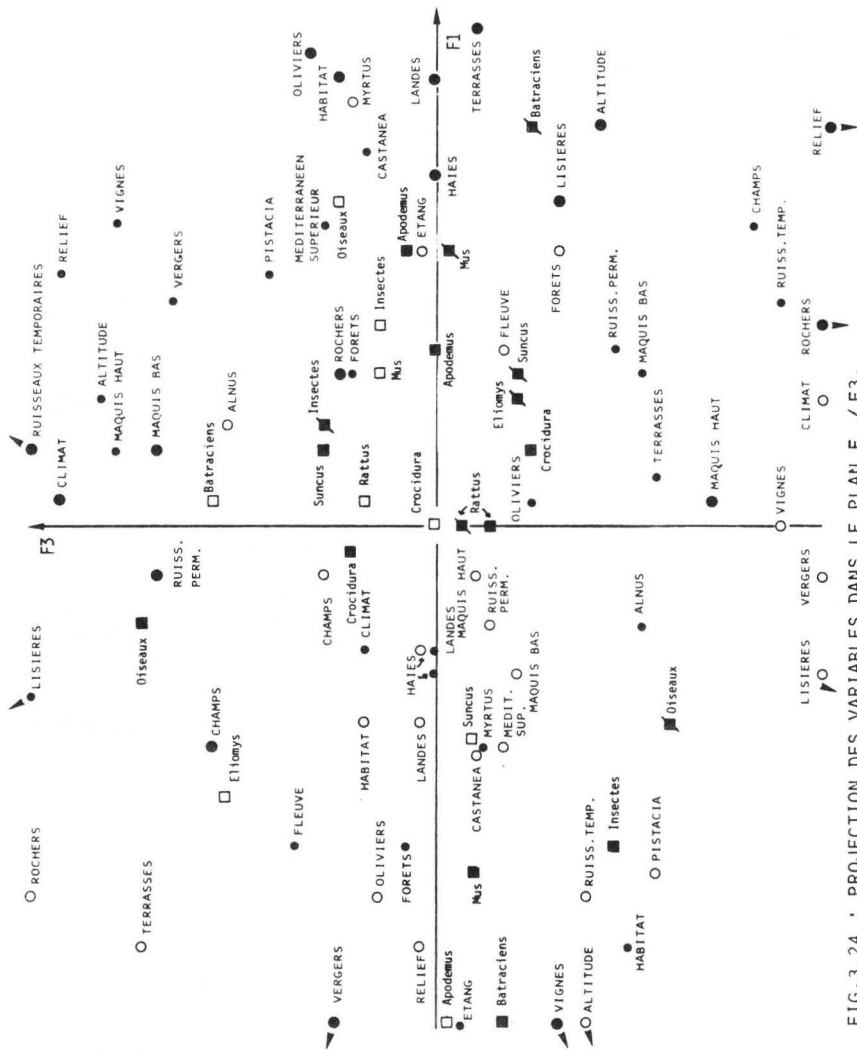


FIG. 3.24 : PROJECTION DES VARIABLES DANS LE PLAN F / F3, Légende cfr. fig. 3.23.

Comme on pouvait le prévoir, après l'examen du plan FIX F2, on constate que le rat noir est d'autant plus abondant que le couvert végétal est élevé. Par contre, les deux espèces de musaraignes montrent des variations de sens tout à fait opposé : elles paraissent nettement mieux représentées dans les échantillons des zones à climat sec et peu contrasté thermiquement où maquis bas, landes et pelouses occupent la majeure partie du domaine de chasse supposé de l'oiseau. Il faut également remarquer la proximité des projections du point d'abondance maximale de Suncus et de Crocidura et du point de densité maximale des cours d'eau temporaires. Serait-ce l'indice d'une certaine hygrophilie de ces deux insectivores ?

Mulot et insectes montrent, comme le rat noir, une réaction attendue : maximum pour le premier dans les zones boisées ou couvertes de maquis haut, en plaine ou dans les basses collines sèches pour les seconds. Les variations de la souris nous paraissent difficiles à interpréter suivant F4 tandis que celles du lérot, des oiseaux et des batraciens sont tout à fait indépendantes de cet axe.

3.4.2.4. Le plan des facteurs F1 et F5 (fig. 3.26)

Dans ce plan, on constate que les stations se regroupent par "affinités" phytosociologiques. A gauche, on trouve tous les échantillons récoltés dans l'échelon du myrte (étage euméditerranéen). Dans le quadrant supérieur droit, se regroupent les stations situées à la transition entre cet échelon et celui du lentisque (étage euméditerranéen également), tandis que le quadrant inférieur droit est occupé par les localités de l'échelon du lentisque et par celles qui se situent à la transition entre les étages eu- et propéméditerranéens. Ville (st. 33) et Olmi (st. 19), localités de l'étage subméditerranéen, sont complètement refoulées dans le bas de la figure.

Les paramètres organisateurs de F5 sont pour une bonne part d'ordre phytosociologique : les contributions absolues des variables "oliviers", "altitude", "échelon du myrte", "étage méditerranéen supérieur", "châtaigniers" et "échelon du lentisque" sont respectivement 10,7 %, 8,5 %, 6,5 %, 6,5 %, 2,1 % et 1,5 % (total : 35,8 %). Les autres paramètres importants pour F5 sont essentiellement la couverture des maquis hauts (14,1 %), l'étendue des zones rocheuses (13,3 %) et celle des landes et pelouses (7,6 %).

Les stations de l'échelon du myrte se caractérisent bien sûr par leur altitude faible, leur relief peu accentué, de même que par la faible étendue de leurs zones rocheuses, des landes et pelouses et des maquis. Celles de l'étage propéméditerranéen sont au contraire des localités d'altitude élevée, au relief très tourmenté, où les zones rocheuses et les formations végétales basses (maquis bas, landes et pelouses) sont très étendues. Les stations de transition ont pour ces paramètres des valeurs intermédiaires mais les maquis hauts y ont leur développement maximum.

Les variations des proportions du mulot, de la souris et des insectes suivent fidèlement ce gradient, le premier dans un sens, les autres en sens opposé. Pour les autres espèces, l'examen de ce plan complète assez bien l'interprétation des graphes précédents : l'abondance de Suncus, minimale dans l'échelon du myrte (plaine et basses collines), est au contraire maximale dans la zone de transition avec le

lentisque. Cette musaraigne est encore très bien représentée dans les échantillons de l'étage supérieur. Elle profite sans doute (cfr. plan F1 X F2) des murets en pierres sèches particulièrement nombreux dans certaines localités. Les oiseaux, en revanche, sont en faible nombre dans les étages ou échelons supérieurs tandis qu'ils semblent plus fréquents en plaine et surtout dans les basses collines. Les batraciens ont leur maximum dans la plaine, sont absents des basses collines et réapparaissent dans le régime des effraies des étages supérieurs. La présence du lérot paraît tout à fait indépendante de F5. Ce n'est, à l'inverse, pas du tout le cas de la crocidure et du rat noir. Une fois encore, ce dernier marque son net dédain pour les milieux où la végétation est trop rase (dominance des maquis bas, des landes et pelouses, des zones rocheuses). Quant à la crocidure, elle manifeste des exigences tout à fait opposées à celles du rat noir.

3.4.2.5. Les corrélations multiples

Nous avons fait figurer au tableau 3.19 l'essentiel des résultats du traitement effectué par la procédure STEPWISE du SAS : équation de la droite d'ajustement ainsi que coefficient de détermination (r^2). Ce dernier permet d'apprécier la proportion de la variabilité expliquée par chacun des modèles. Dans la moitié des cas seulement, cette proportion dépasse 50 %, ce qui est relativement faible.

Les résultats relatifs au lérot n'ont pas été repris. L'ajustement obtenu pour ce rongeur est "artificiellement" trop bon parce que trop de couples de données sont du type double zéro : lérot absent, valeur nulle pour le paramètre entrant dans le calcul des corrélations.

La musaraigne des jardins a tendance à être plus abondante dans les olivettes et dans les vignes des zones plus élevées et semble éviter les maquis hauts. La musaraigne étrusque paraît plus souvent capturée dans les zones à végétation basse et relativement humides (réseau hydrographique dense).

Les variations des proportions du mulot s'expliquent essentiellement par un facteur altitudinal. Cette espèce semble ainsi éviter les zones à végétation basse et à fortes pluies.

Le rat noir apparaît comme une espèce plutôt sylvicole. La souris, au contraire, est plus abondante dans les milieux à couvert végétal bas (champs et maquis bas), à faible altitude et dans des zones à climat plus humide et moins frais.

Les oiseaux également sont plus souvent capturés dans les régions basses.

Les variations des proportions des batraciens et des insectes sont quant à elles beaucoup plus délicates à interpréter. Sans doute ces catégories recouvrent-elles un trop grand nombre d'espèces dont les exigences écologiques sont très précises et par trop différentes.

Les résultats exposés ici confirment à merveille les grandes lignes qui se dégagent de l'analyse des correspondances et permettent de réaffirmer que les conditions du milieu exercent une influence déterminante sur la composition du régime de l'effraie.

3.4.2.6. Discussion

Nous venons de voir que Crocidura suaveolens était d'autant plus abondante dans le régime de l'effraie que l'environnement de cet oiseau était riche en formations végétales basses : maquis bas et, dans une moindre mesure, landes et pelouses. Il semble aussi qu'elle préfère les zones à climat ni trop arrosé ni trop rigoureux en hiver. Enfin, elle semble manifester une certaine hygrophilie.

KAHMANN et KAHMANN (1954) indiquent qu'elle évite les terrains trop secs et qu'elle recherche particulièrement ceux qui ne sont pas soumis à des variations extrêmes de la température quotidienne. Sa densité augmente au voisinage de l'eau libre et des peuplements humains, notamment le long des murets de pierres sèches. KAHMANN et EINLECHNER (1959) font les mêmes constatations en Sardaigne. BEAUCOURNU et al. (1964) l'ont principalement piégée dans des milieux humides : aulnaies de bord de rivière, riches en ronces et en fougères aigles.

Nos données de piégeage (tableau 3.20) nous autorisent à confirmer le tempérament hygrophile de l'espèce : sur 17 stations humides piégées, 15 étaient occupées (3,04 crocidures pour 100 nuits-pièges) alors que sur les 11 stations "sèches", aucune crocidure n'a pu être prise ($\chi^2_{\text{corr.}} = 17,51^{***}$). En ce qui concerne le type de couvert végétal, on ne remarque qu'une préférence relativement faible mais néanmoins assez nette pour les formations basses : 12 lignes occupées sur 18 dans les pelouses et maquis bas (2,44 crocidures % nuits-pièges) et 3 sur 10 dans les forêts et maquis hauts (1,06 crocidure % nuits-pièges) ($\chi^2_{\text{corr.}} = 2,16$; $p \approx 0,15$). Si dans ces calculs on ne tient compte que des milieux humides, la valeur du $\chi^2_{\text{corr.}}$ reste identique (= 2,27) tandis que la différence entre les rendements de capture s'amenuise nettement (3,28 contre 2,42). Suncus etruscus également préfère les milieux à couvert végétal peu élevé mais, contrairement à la musaraigne des jardins, est influencée par l'altitude : son optimum à ce point de vue se situe dans les régions moyennement hautes, à climat plutôt sec et pas trop contrasté thermiquement. En plaine, malgré des milieux et un climat en apparence favorables, ce petit insectivore est plutôt rare : il n'est pas fréquent que ces pays plats soient parcourus de murets en pierres sèches dont l'importance pour cette musaraigne paraît capitale (cfr. KAHMANN et ALTNER, 1958). Sans doute est-ce grâce à leur présence qu'elle se maintient avec succès dans des régions où les hivers sont assez rigoureux (Olmi Capella p. ex.). La musaraigne étrusque montre enfin une certaine hygrophilie. Nous n'avons aucune donnée de piégeage relative à cette espèce sinon celles de FONS (comm. pers.) qui, en juin 1983, a capturé quelques individus le long de murets dans la vallée du Fango.

L'analyse des correspondances nous montre que le lérot, Eliomys quercinus, est peu fréquent en plaine, nettement mieux représenté en altitude où il semble favorisé par l'importance du couvert boisé ou des zones rocheuses. KAHMANN et VON FRISCH (1955) constatent qu'il est plus fréquent à proximité des endroits construits (villages, ruines) et que, dans les milieux non anthropisés, il occupe les zones rocheuses, évitant les maquis mais vivant en forêt. Cela confirme tout à fait nos résultats. Le mulot, Apodemus sylvaticus, lui aussi est très

(1) L'humidité a été appréciée par la présence de filets d'eau permanents ou temporaires dans le voisinage immédiat de la ligne de pièges ou encore par l'existence de précipitations occultes dues à la proximité de la mer (stations indiquées par des parenthèses au tableau 3.20).

peu abondant dans la plaine. Sa fréquence augmente au fur et à mesure que croissent l'altitude et la surface des milieux couverts de forêts et de maquis hauts. L'étage méditerranéen supérieur et sa transition avec l'échelon du lentisque correspondent dans les limites étudiées à son optimum. KAHMANN et BROTZLER (1956) ont aussi identifié un maximum de mulots dans les échantillons de pelotes provenant de localités voisines de milieux forestiers. BEAUCOURNU et al. (1964) l'ont piégé dans presque tous les endroits qu'ils ont échantillonné mais il ne dominait que dans les forêts d'altitude. Nous l'avons également capturé dans une gamme assez large de milieux mais son indice de capture est plus élevé dans les formations forestières d'altitude que partout ailleurs (voir tableau 3.21). Pour sa part, le rat noir, *Rattus rattus*, ne semble affecté que par la superficie des milieux à couvert végétal élevé (forêts et maquis haut). En altitude, il est possible que son extension soit contrecarrée par des conditions climatiques trop rudes, ses exigences thermiques étant malgré tout assez nettes. KAHMANN et HAEDRICH (1957 a et b) signalent que le rat noir occupe tous les milieux insulaires jusqu'à une altitude d'environ 1100 mètres. Ils le trouvent particulièrement abondant dans les lagunes côtières, le long des cours d'eau et dans les bâtiments en ruines. Insistant sur son mode de vie arboricole, ils mentionnent comme milieux les plus typiques : maquis à *Arbutus unedo*, *Pistacia lentiscus*, *Erica arborea*, vignoble, cultures

Tableau 3.21. Indices de capture des micromammifères en Corse.
Influence du milieu (captures pour 100 nuits-pièges).

	Milieux		Forêts et maquis hauts		Maquis bas, landes	
	secs	humides	< 500 m	> 500 m	< 500 m	> 500 m
C. suaveolens	0,0	3,04	1,81	0,0	3,02	0,80
A. sylvaticus	1,56	0,88	0,72	2,56	0,94	0,80
R. rattus	0,78	1,89	2,71	0,77	1,51	0,27
M. musculus	2,12	9,12	4,70	0,51	10,95	2,68

fruitières, aulnaies, châtaigneraies, suberaies, de même que roselières, massifs d'*Arundo donax*, villages, dépôts et annexes portuaires. BEAUCOURNU et al. (1964) l'ont capturé partout où ils ont mis des trappes sauf dans la hêtraie d'Aitone. Leurs stations s'échelonnaient du niveau de la mer jusqu'à des altitudes voisines de 1100 m. Nous l'avons également piégé à de nombreuses reprises jusqu'à cette altitude. Son indice de capture est le plus élevé dans les forêts et maquis hauts d'altitude faible (tableau 3.21). Il semble également préférer les milieux humides mais cette tendance est loin d'être aussi forte que chez *Crociodura* ou chez *Mus*. La souris grise, *Mus musculus*, est particulièrement abondante dans les parties basses de la Corse. En plus de l'altitude, sa fréquence dépend de la surface des milieux à végétation basse : champs cultivés et maquis bas principalement. Elle affiche en outre un tempérament nettement hygrophile. Les résultats de l'analyse des correspondances trouvent donc largement leur confirmation dans nos données de piégeage, de même que dans celles de BEAUCOURNU et al. (1964). Les oiseaux forment une part très modeste du régime de l'effraie en Corse. Il semble toutefois qu'ils sont plus souvent capturés à faible altitude et dans des régions à climat plus sec. Les batraciens sont relativement rares dans le régime, sauf dans les plaines où ils peuvent être très abondants. Leur fréquence est sans doute conditionnée par la présence de mares, d'étangs, de marais ou de canaux d'irrigation. La part que prennent les insectes dans le régime est souvent négligeable et ses va-

riations sont malaisées à expliquer en termes de paramètres écologiques tant est grande la diversité des espèces concernées.

3.4.3. Conclusion

Comme pour les Pyrénées Orientales, nous avons tenté de schématiser la liaison entre les petits mammifères et les étages de végétation. Malheureusement, notre échantillonnage de pelotes d'effraie ne couvre pas les étages supérieurs. Sur l'étage montagnard et plus encore sur la zone subalpine, nous manquons cruellement de données, même de résultats de piégeage. Les indications sur lesquelles repose le schéma de la fig. 3.27 proviennent certes de nos analyses mais aussi de nos données de piégeage et de celles de BEAUCOURNU et al. (1964) pour l'étage montagnard, et de renseignements que nous a aimablement communiqués Ph. ORSINI pour l'étage subalpin.

Contrairement à ce que l'on observe dans les Pyrénées Orientales, il n'y a en Corse - hormis le loir (*Glis glis*) peut-être - aucune espèce particulière aux étages de végétation les plus élevés mais seuls lérot et mulot vivent à l'étage subalpin.

L'étage montagnard

En Corse, cet étage est développé entre 1100 et 1800 m. Il comprend essentiellement des forêts de pin laricio dans les zones peu arrosées et des hêtraies dans les régions plus humides l'été. S'y adjoignent le sapin pectiné et, à la limite supérieure, le bouleau blanc. Ces forêts et plus particulièrement la hêtraie constituent le milieu habité par le loir. Sa présence en dehors de cet étage reste à confirmer (SALOTTI, 1983). Les autres espèces que l'on y rencontre sont le mulot et le lérot. Ils occupent également les landes, notamment celles qui ornent les espaces rocheux (landes à genévrier nain p. ex.). KAHMANN et KAHMANN (1954) y signalent en outre la présence de la musaraigne des jardins, à des altitudes proches de la zone subalpine. Elle doit cependant y être rare et confinée aux endroits marqués par la présence humaine : ruines, bergeries, murets ... Il ne fait toutefois aucun doute qu'elle atteigne la partie inférieure de l'étage montagnard comme nous avons pu le constater à Evisa (tableau 3.20). Il en est de même pour le rat noir.

L'étage subméditerranéen (ou méditerranéen supérieur)

Sa limite inférieure est marquée par la limite supérieure de l'olivier ou du lentisque. Les zones les plus sèches sont occupées par des formations de la série du chêne vert propéméditerranéen tandis que dans les régions plus fraîches (Castanaccia, p. ex.), prospère la châtaigneraie qui a probablement été substituée aux forêts de chênes pubescents (DUPIAS et al., 1965).

Toutes les espèces de petits mammifères sont représentées à cet étage et il semble que sa transition avec l'échelon du lentisque (euméditerranéen) soit particulièrement favorable aux petits insectivores. Lérot, mulot, souris et rat noir y voient leur abondance modulée en fonction du type de couvert végétal.

L'étage méditerranéen (ou méditerranéen inférieur)

Les formations caractéristiques de cet étage font partie de la série du chêne vert euméditerranéen et du chêne-liège (sol siliceux). Ce dernier ne forme des forêts importantes que dans le sud et le sud-est de l'île. Les maquis de sa série correspondent à l'échelon à myrte,

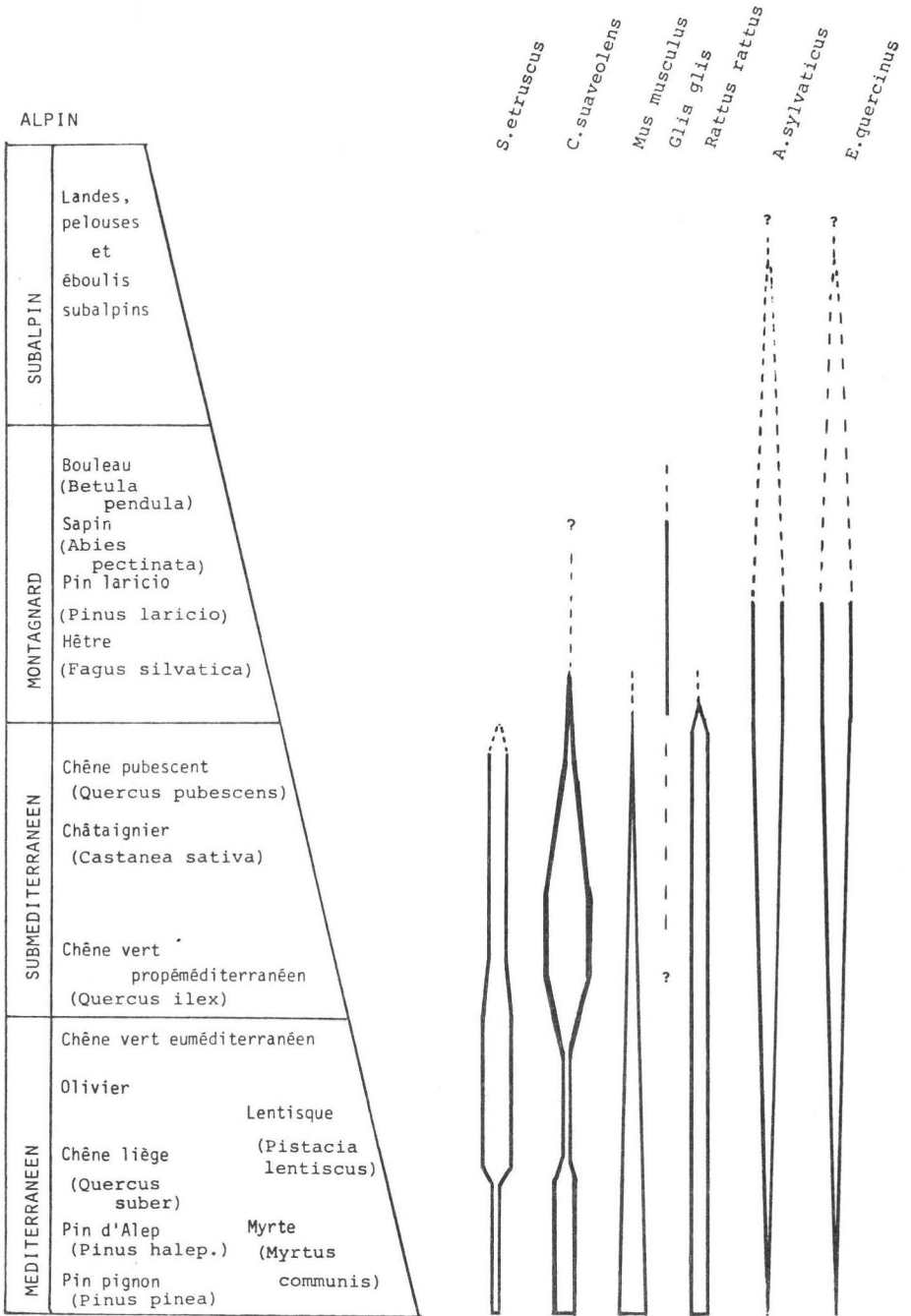


FIG. 3.27 : Schéma de la répartition altitudinale des petits mammifères en Corse en liaison avec les étages de végétation.

arbrisseau thermophile exigeant qui disparaît au-delà de 200-300 m. Les forêts de chênes verts sont très rares et ont été remplacées par des maquis dont la plupart correspondent à l'échelon à lentisque, surtout développé entre 200-300 m et 600-800 m (DUPIAS et al., 1965).

Mulot et lérot sont peu fréquents dans la zone euméditerranéenne mais y colonisent néanmoins les formations ligneuses. En revanche, la souris domestique y domine le peuplement. Elle se trouve surtout dans les maquis bas et les landes en faciès humide de préférence. Le rat noir abonde également dans l'étage euméditerranéen. Il recherche les zones boisées et humides, de sorte qu'il est souvent au bord des cours d'eau. Quant aux insectivores, il semble que la pachyure étrusque dédaigne les zones de plaine et préfère l'échelon du lentisque et sa transition avec le subméditerranéen, contrairement à la musaraigne des jardins qui paraît assez fréquente dans l'échelon à myrte.

Sans avoir la richesse de la faune des Pyrénées Orientales, celle de la Corse réagit donc de façon très comparable à la gradation altitudino-climatique. Les espèces les plus tolérantes en Corse (lérot, mulot) sont en effet les mêmes dans les Pyrénées Orientales et celles qui ont une amplitude écologique plus étroite en Corse sont également celles qui dans les Pyrénées Orientales sont moins euryèces. Comme elles manifestent leur sensibilité aux paramètres du milieu de manière fort similaire sur le continent et dans l'île, on peut dire que leurs exigences fondamentales sont semblables de part et d'autre : même hygrophilie de Mus musculus et de Crocidura suaveolens; même prédilection de Suncus etruscus et de C. suaveolens pour les murets; même préférence de Suncus, de Crocidura et de Mus pour les formations végétales basses, d'Apodemus pour les forêts et les maquis.

Cela ne signifie en aucun cas qu'elles soient strictement liées au même type d'habitat sur l'île et sur le continent. Nous verrons au contraire (ch. 4) que la dimension "habitat" de leur niche écologique est modifiée mais il est remarquable de constater que ces modifications s'inscrivent dans certaines limites. Sans doute sont-elles subordonnées au respect des exigences fondamentales de chaque espèce et il n'est pas exclu que ces exigences n'aient pas eu le temps de se transformer radicalement : on sait en effet que le peuplement de la Corse par les petits mammifères actuels est extrêmement récent. L'introduction du mulot remonte à peine à 5000 ans (B.P.), celle de la souris à 3000 ans (B.P.) et la donnée la plus ancienne se rapportant au rat noir date du XIV^e S. de notre ère (VIGNE, 1982, 1983a,b). Les renseignements paléontologiques ou archéologiques concernant les gliridés et les soricidés actuels font encore défaut. Il est cependant notable que les représentants de ces groupes en Corse soient, tout comme la souris, le rat noir et le mulot, parmi les espèces les plus anthropophiles de la faune du continent proche. Ce n'est sans doute pas un hasard.

3.5. Conclusion

Tout au long de ce chapitre, nous avons vu que la structuration du paysage exerce une influence capitale et déterminante sur la richesse de la faune micromammalogique et sur l'abondance relative des espèces qui la composent. L'hypothèse que nous désirions tester s'avère donc tout à fait vérifiée, que ce soit en Belgique, région écologiquement peu contrastée, ou dans des pays soumis à des gradients écoclimatiques très forts. Même les peuplements insulaires n'échappent pas à l'emprise structurante de l'habitat.

En Belgique, contrée particulièrement bien échantillonnée, nous avons réussi à dégager de nos résultats les principaux facteurs déterminant la présence ou modulant l'abondance de certaines espèces. Nous avons d'abord examiné cas par cas les exigences de chacune des espèces de petits mammifères et ensuite tenté de reconstituer la faune caractéristique de quelques grands types de milieux (fig. 3.16). D'une part, cela nous a permis de mettre en évidence le rôle essentiel de milieux de transition tels que lisières, haies, prés humides, marais ... pour l'existence de quelques espèces, mais encore dans le maintien d'une certaine diversité de la faune. D'autre part, nous avons vu qu'il existait dans notre pays deux zones nettement distinctes quant aux qualités de leur faune micromammalogique respective : la partie du pays comprise au nord du sillon Sambre-Meuse-Vesdre est marquée par les espèces anthropophiles, notamment la musaraigne musette et, là où les sols sont de bonne qualité, par une espèce agrophile : le campagnol des champs; dans la partie méridionale, les espèces plutôt forestières ou aimant les pâtures dominent le peuplement : musaraignes "carrelet" et pygmée, mulot.

Les vertus de l'hétérogénéité spatiale du paysage apparaissent donc très clairement ici. De surcroît, si nous estimons que l'abondance des oiseaux dans un régime d'effraie peut être considérée comme un indice assez probant de la relative rareté des petits mammifères (voir discussion § 3.3.2.3), on peut à juste titre s'interroger sur la situation générale de ces derniers dans certaines localités du nord du pays où les oiseaux constituent jusqu'à 25 % du régime du rapace ! A ce sujet, SAINT GIRONS (1980) constate également que les polders asséchés de Charente Maritime, voués à l'agriculture intensive, sont des milieux très déséquilibrés du point de vue micromammalogique.

Pourtant, d'aucuns proposent de manipuler le paysage agricole de façon à prévenir les dégâts dus aux campagnols. Les pullulations de ces rongeurs et notamment celles de *M. arvalis* ont très longtemps préoccupé les paysans et les agronomes et continuent à leur poser de très sérieux problèmes économiques. Selon SPITZ (1977), la plupart des spécialistes de la question reconnaissent aux zones sujettes à des pullulations catastrophiques quelques traits communs :

- disposition en mosaïque de parcelles de faible superficie (1 à quelques ha);
- existence de parcelles herbeuses permanentes ou d'autres zones-refuges (bandes herbeuses, lisières, forestières, fossés...);
- imbrication des cultures et des zones-refuges.

Pour VANDEN BRUEL (1969), la suppression des bandes herbeuses intercalaires s'est avérée une mesure efficace dans la lutte contre le campagnol des champs en Belgique (zone limoneuse notamment). MYLLYMAKI (1979) encourage l'élargissement des parcelles, l'élimination des bandes herbeuses et la destruction des habitats improductifs afin d'éviter ces pullulations catastrophiques. Il dénie tout rôle régulateur aux prédateurs.

FRANK (1957), en revanche, stigmatise la simplification des paysages agricoles. Pour lui, elle est un facteur favorable aux explosions démographiques des campagnols mais il a travaillé à une époque où l'intensification de l'agriculture n'était pas aussi poussée qu'aujourd'hui. Pour HANSSON (1977) également, le maintien d'une certaine hétérogénéité du paysage constitue le meilleur moyen préventif contre le fléau des campagnols. STENSETH (1977) partage aussi cette opinion. "The best management of a given region for avoiding rodent outbreaks is to make it as heterogeneous as possible" écrit-il. Il préconise par exemple d'augmenter le plus possible la distance séparant les habitats de reproduction des zones qu'il qualifie de réceptrices (habitats suboptimaux colonisés lorsque la reproduction est bonne et la densité dans le milieu optimal trop importante), c'est-à-dire d'augmenter l'aspect en mosaïque du paysage, tout en veillant à ce que les mailles soient assez grandes.

Si les conclusions de SPITZ (1977) concernant la structure des paysages favorables aux campagnols trouvent d'une certaine manière une confirmation dans nos résultats, ces derniers montrent aussi à quel point la simplification des paysages agricoles est facteur de banalisation et de raréfaction de la faune des petits mammifères. Il est d'ailleurs bien connu que la diversification de l'habitat est source de diversification faunistique, cela est particulièrement évident chez les oiseaux p. ex. (voir ROTH, 1976; BLONDEL, 1979... ou LEVIN, 1976 et STENSETH, 1980 pour des considérations plus théoriques).

En ce qui concerne les Pyrénées Orientales et la Corse, où les échantillons étaient nettement moins nombreux, nos analyses n'ont pas eu autant de finesse qu'en Belgique mais nous avons cependant montré de part et d'autre de la Méditerranée, une liaison très étroite entre les étages de végétation et les petits mammifères. Nous avons aussi pu constater que certaines espèces présentes en Belgique et dans les Pyrénées Orientales répondaient aux mêmes grands paramètres : fraîcheur et humidité pour les Sorex, couverture boisée pour Apodemus, milieux ouverts et humides pour M. agrestis. Dans d'autres cas, nous avons pu mettre en évidence des facteurs limitants : la sécheresse qui interdit la région méditerranéenne aux Sorex, à M. arvalis, A. terrestris et C. glareolus ou encore le climat trop frais qui, dans la zone atlantique, restreint à des conditions d'anthropophilie, des espèces telles que C. russula et Mus musculus qui, dans la région méditerranéenne, colonisent bien d'autres milieux.

En Corse, nous avons vu que, dans les grandes lignes, les petits mammifères réagissaient de la même manière que sur le continent à la gradation altitudino-climatique. Toutefois, la sélection qu'ils opèrent de leur habitat n'est pas identique (cfr. résultats des piégeages p. ex.). Leur peuplement n'est sans doute pas structuré de la même façon que sur le continent : les espèces y sont moins nombreuses et installées depuis très peu de temps, à l'intervention volontaire ou non de l'homme. Au chapitre suivant, nous tenterons de préciser le rôle de la compétition interspécifique et, à cette occasion, nous privilégierons l'examen de la situation insulaire, notamment dans le but de savoir si, comme le prévoit la théorie de l'équilibre dynamique de MAC ARTHUR et WILSON, il y a relâchement de cette compétition et élargissement de certains paramètres de la niche dans les conditions d'insularité qui sont celles de la Corse.



Léroty (cliché R. ROSOUX)



Muscardin (cliché R.M. LIBOIS)

PROBLÈMES DE COMPÉTITION ET ÉLARGISSEMENT
DE NICHE EN MILIEU INSULAIRE

La compétition interspécifique peut se définir comme une interaction entre deux ou plusieurs espèces dont la conséquence est une diminution de la taille des populations des espèces en présence (PONTIN, 1982). Cette interaction ne se traduit pas nécessairement par des contacts directs entre espèces impliquant des comportements de type agonistiques (compétition par interférence) mais est tout aussi réelle si une des espèces en présence est plus efficace dans l'exploitation d'une ressource particulière : espace, nourriture... (compétition par exploitation).

L'existence de phénomènes de compétition a été montrée à de nombreuses reprises dans les conditions du laboratoire (voir travaux et références de DIENSKE, 1979, et DE JONGE, 1983) ou par des expériences réalisées sur le terrain (voir bibliographies dans GRANT, 1972; SCHOENER, 1983, ou encore HANSSON, 1983). L'importance réelle de la compétition interspécifique dans la détermination de la structure des biocénoses est à l'heure actuelle encore un problème fort débattu. D'aucuns estiment en effet qu'il s'agit d'une force importante voir de LA force conditionnant la structure des communautés (voir CROWELL et PIMM, 1976; MENGE et SUTHERLAND, 1976; HENTTONEN et al., 1977; MYLLYMAKI, 1977 b et surtout références de HAILA, 1982). D'autres pensent au contraire, que la plupart du temps, la dynamique de population des différentes espèces est gouvernée par d'autres facteurs (cfr. SIMBERLOFF, 1982).

Deux concepts ont souvent été assimilés l'un à l'autre : le chevauchement des niches et la compétition interspécifique. Cela n'a certainement pas contribué à clarifier le débat. Certains ont utilisé des mesures du chevauchement des niches comme estimation de la compétition (CULVER, 1970; PIANKA, 1973; SCHOENER, 1974...). Bien que, dans quelques cas, l'existence d'une corrélation positive entre ces deux paramètres ait été démontrée (PORTER et DUESER, 1982), il faut remarquer que l'utilisation en commun d'une ressource donnée n'implique pas automatiquement l'existence d'une compétition pour cette ressource. En effet, elle peut être tellement abondante qu'elle n'est limitante pour aucun de ses utilisateurs. Les techniques développées pour mesurer l'ampleur du chevauchement des niches (une bibliographie étendue existe sur le sujet, le lecteur pourra se rapporter à HURLBERT, 1978, ou à PETRAITIS, 1979, qui traitent de cette problématique) sont donc toutes suspectes lorsqu'il s'agit d'obtenir une estimation de l'intensité de la compétition interspécifique.

La méthode de HALLETT et PIMM (1979) se base par contre directement sur la détermination des coefficients de compétition. En termes mathématiques, le facteur "compétition" peut s'intégrer très facilement au modèle simple de l'accroissement logistique d'une population (modèle de VERHULST ou de LOTKA-VOLTERRA, cfr. HUTCHINSON, 1978).

En l'absence d'un compétiteur, ce modèle s'écrit :

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 \left(\frac{K_1 - N_1}{K_1} \right)$$

r_1 = taux d'accroissement de l'espèce 1
 N_1 = effectifs de l'espèce 1
 K_1 = capacité de charge de l'espèce 1

Si nous introduisons dans le système le compétiteur 2, l'augmentation des effectifs de l'espèce 1 sera plus faible d'un facteur proportionnel à ceux de l'espèce 2 :

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 \left(\frac{K_1 - N_1 - \alpha_{12} N_2}{K_1} \right)$$

A l'équilibre, l'accroissement $dN_1/dt = 0$ et on a dès lors :

$$r_1 N_1 \left(\frac{K_1 - N_1 - \alpha_{12} N_2}{K_1} \right) = 0 \quad \text{ou encore :}$$

$$N_1 = K_1 - \alpha_{12} N_2 \quad \text{ou, en généralisant à n compétiteurs :}$$

$$N_i = K_i - \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} N_j$$

En clair, cela signifie que la densité de l'espèce i est, à l'équilibre, égale à la capacité de charge du milieu K_i diminuée de l'influence de la compétition avec les autres espèces. HALLETT et PIMM (1979) proposent d'estimer α_{ij} en corrélant N_i avec N_j (observations réalisées dans la nature) tout en soustrayant l'influence de paramètres de l'habitat.

Dans leur système,

$$N_1 = z - \alpha_{12} N_2 - \alpha_{13} N_3 - \dots - \alpha_{1n} N_n + \beta_{11} H_1 + \dots + \beta_{1n} H_n$$

où H_j représente le j ème facteur d'habitat

et β_{ij} le coefficient de corrélation partiel de N_1 avec H_j

En pratique, il faut

1. sélectionner grâce à une procédure pas à pas les variables de l'habitat les plus fortement corrélées à la densité de chaque espèce. Cette étape correspond à ce que nous avons fait aux paragraphes 3.2.2.1.c, 3.2.2.2.e, 3.3.2.3 et 3.4.2.5;
2. intégrer ces variables à un modèle où on fera rentrer, par la même procédure pas à pas, la densité de différentes espèces, dans la mesure où leur coefficient de corrélation partiel avec la variable dépendante est statistiquement significatif. C'est ce que nous avons fait dans le présent chapitre.

4.1. Mise en évidence de la compétition

Les résultats obtenus sont détaillés dans le tableau 4.1 (annexe) et schématisés dans les figures 4.1 à 4.4. La première constatation qui s'impose à la lecture de ce tableau est que, à deux exceptions près (*Pitymys* en 4.1.a et *Rattus* en 4.1.d), la part prise par la compétition interspécifique dans l'explication de la variabilité totale des données est toujours nettement inférieure - et pour plusieurs espèces, nulle - à celle qui est expliquée par les variables du milieu (comparer les coefficients de détermination r_1^2 et r_2^2).

4.1.1. La Belgique

Si nous ne tenons pas compte des espèces qui ne sont jamais abondantes (*Micromys*, *N. fodiens...*) et dont la présence trop irrégulière (*N. anomalus*, *C. leucodon*, *E. quercinus*, *Rattus*, *Talpa...*) aboutit à augmenter artificiellement la valeur des coefficients de corrélation (notamment par la présence de doubles zéros), nous obtenons des figures simplifiées (4.1.B et 4.2.B) d'interprétation moins hasardeuse.

4.1.1.1. Le nord de la Belgique

A la fig. 4.1.b, nous pouvons voir qu'*Apodemus sylvaticus* entre en compétition avec *S. "araneus"*, *C. glareolus* avec *P. subterraneus*, *C. russula* avec *M. arvalis* et *S. minutus* avec *P. subterraneus*. Deux de ces résultats au moins sont assez surprenants : comment envisager en effet le déplacement du campagnol souterrain, espèce mangeuse d'herbes et de racines qui se terre dans ses galeries, par un insectivore de surface (cfr. CROIN NICHIELSEN, 1966) cinq à six fois plus petit que lui ? De la même manière, on voit a priori assez mal une compétition entre le mulot, granivore de surface, et la musaraigne "carrelet", grande dévoreuse d'oligochètes.

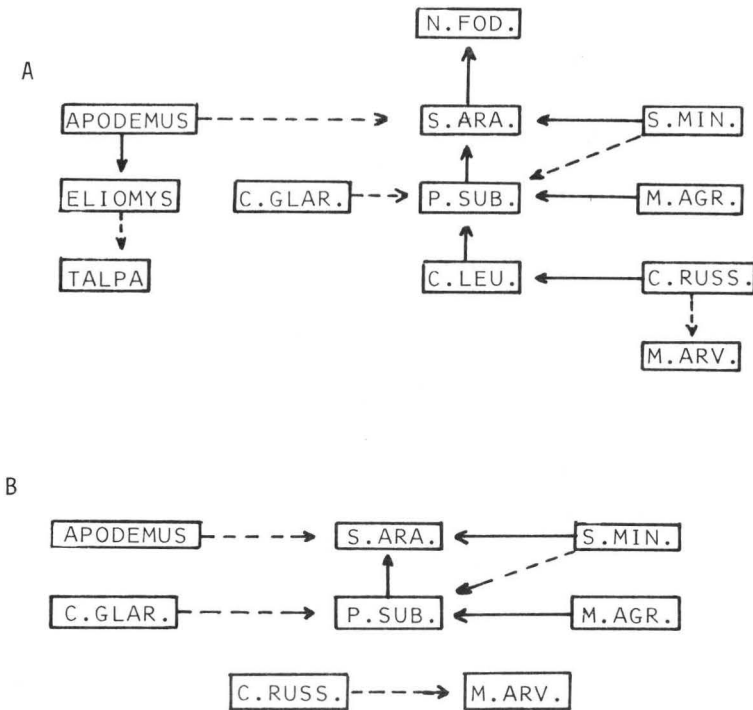


Fig. 4.1. : Schématisation de la compétition dans le nord de la Belgique. ———> : coefficient de compétition positif
 - - -> : coefficient de compétition négatif

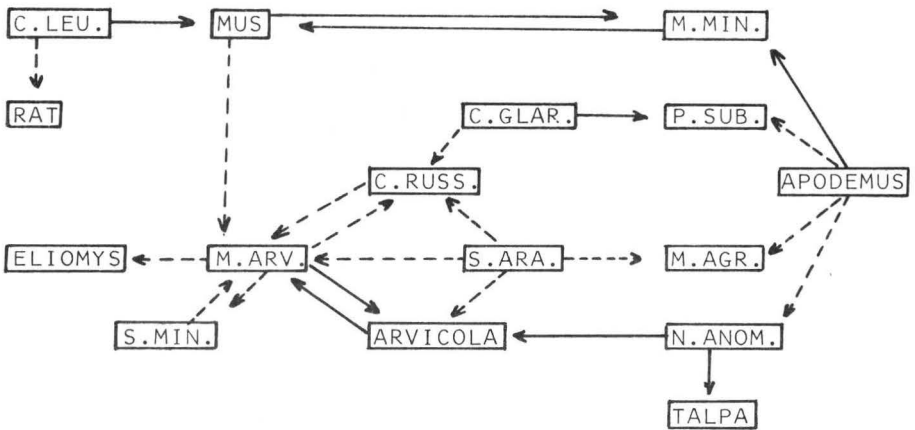
La prudence s'impose donc dans l'interprétation de cette figure. Il y aurait également, suivant les calculs effectués, ce que l'on serait tenté d'appeler une association entre *S. "araneus"*, *S. minutus*, *Microtus agrestis* et *P. subterraneus*. Même si très souvent ces deux insectivores sont syntopes et si l'on a constaté une co-occurrence régulière entre *P. subterraneus*, *S. "araneus"* et *M. agrestis* (voir VAN LAAR, 1971; VON KNORRE, 1978) ou entre *S. "araneus"* et *S. minutus* (DE JONGE et DIENSKE, 1979), nous pensons qu'il serait hasardeux de conclure péremptoirement à ce sujet. Nous reviendrons sur ce point dans la discussion.

4.1.1.2. Le sud de la Belgique

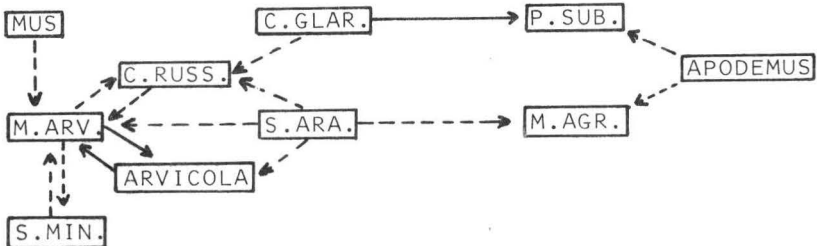
La fig. 4.2.b montre les relations interspécifiques telles qu'elles se dégagent des résultats de nos traitements (tab. 4.1.b). Dix espèces sont concernées parmi lesquelles seules *A. terrestris* et *M. arvalis* se renforcent mutuellement. Ici aussi, on serait tenté de parler d'association mais avant il faut constater que la fig. 4.2.b met en relief entre *C. glareolus* et *P. subterraneus* une interaction de type opposé à celui de la fig. 4.1.b.

Fig. 4.2. : Schématisation de la compétition interspécifique dans le sud de la Belgique.

A



B



Parmi les "relations compétitives", certaines apparaissent aussi bizarres que pour le nord de la Belgique : elles mettent en effet en jeu des espèces de taille, d'habitat et de niveau trophique fort différents :

- *S. araneus* - *A. terrestris*;
- *C. glareolus* - *C. russula*;
- antagonisme *M. arvalis* - *S. minutus*.

D'autres sont tout à fait contraires à ce que l'on attend (*Apodemus* - *M. agrestis* et *Ap.* - *P. subterraneus*). Généralement, l'espèce la plus spécialisée déplace l'espèce la moins spécialisée de son habitat. GRANT (1972) l'a montré avec *Microtus californicus* et *Peromyscus maniculatus*, deux espèces que l'on peut qualifier de vicariantes respectivement de nos *Microtus* et de notre mulot. *Microtus*, aux exigences écologiques plus strictes, déplace *Peromyscus* plus ubiquiste. ABRAMSKY et al. (1979) de même qu'ANTHONY et al. (1981) font état du même phénomène entre les premiers, *M. ochrogaster*, les seconds *M. pennsylvanicus* et *P. maniculatus*. DUESER et HALLETT (1980), dans un système à trois espèces, constatent que le classement du plus spécialisé (*Ochrotomys*) au moins spécialisé (*Peromyscus*) correspond à celui que l'on obtient en ordonnant les espèces suivant une hiérarchie de compétition : *Ochrotomys* déplace *Tamias* qui lui-même déplace *Peromyscus*. Ce parallélisme de classement apparaît aussi dans l'étude de MILLER (1964) sur les gaufres à poches (*Geomyidae*), dans celles de BROWN (1973) et BROWN et LIEBERMAN (1973) sur les *Heteromyidae* des déserts nord américains et dans celles de HALLETT et al. (1983) et de HANSSON (1983).

D'autres enfin semblent moins saugrenues :

- *S. "araneus"* - *C. russula*. L'existence d'une compétition entre ces deux *Soricidae* de même taille et de niveau trophique semblable n'est certainement pas à exclure bien qu'à notre connaissance elle n'ait jamais été mise en évidence. Une confirmation expérimentale serait bienvenue.
- Antagonisme *M. arvalis* - *C. russula* et compétition *Mus* - *M. arvalis*. On pourrait penser que le campagnol des champs est rejeté du voisinage des habitations, notamment des jardins, par interaction compétitive avec la faune anthropophile. Cette hypothèse, qui ne peut être rejetée a priori, mérite toutefois elle aussi d'être vérifiée.
- *S. "araneus"* - *M. arvalis* et *S. "araneus"* - *M. agrestis*. La compétition entre la musaraigne et ces campagnols est également à envisager sérieusement. CHANUDET et SAINT GIRONS (1966) relatent un cas de prédation du campagnol des champs par *S. "araneus"*. Il est possible que la musaraigne s'attaque aussi aux nichées de ces espèces et que les campagnols l'évitent systématiquement. Ici encore, une vérification s'impose.

4.1.2. Les Pyrénées Orientales

La fig. 4.3 ci-dessous illustre les interactions compétitives mises en évidence dans les Pyrénées Orientales.

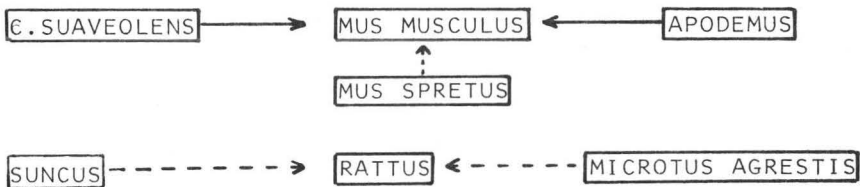


Fig. 4.3.: Schématisation de la compétition dans les Pyrénées Orientales

Le calcul ne s'est effectué que sur les neuf espèces les mieux représentées dans l'ensemble des échantillons. Nous avons préféré ne pas tenir compte d'espèces qui ne se trouvaient que dans quelques stations : taupe, Soricinae, Gliridae, campagnols roux, des champs, des neiges et souterrain des Pyrénées, rat des moissons. Nous ne nous attarderons pas sur le cas des rats qui sera abordé au point 3 de la discussion. Le fait le plus intéressant qui se dégage de cette figure est la supériorité compétitive de la Mus spretus sur Mus musculus. CASSAING (cité par ORSINI, 1982) a montré qu'en captivité, les mâles de M. spretus dominaient nettement ceux de M. musculus. Cela est sans doute le cas dans la nature également, du moins dans les milieux les moins humides, c'est-à-dire ceux où les conditions de vie de M. musculus sont les plus précaires. Dans les milieux humides en effet, on assiste à l'éviction de M. spretus (ORSINI, 1982).

4.1.3. La Corse

En Corse, nous n'avons mis en évidence qu'une interaction mutuelle entre C. suaveolens et M. musculus.

Fig.4.4. : Schématisation de la compétition en Corse.



L'existence d'une compétition réelle entre ces deux espèces reste toutefois à vérifier. L'influence négative de la musaraigne des jardins sur le rat noir qui paraît très forte sera discutée au point 3 du paragraphe 4.1.5.

4.1.4. Comparaison Corse-Pyrénées Orientales

Les tableaux 4.1.c et 4.1.d peuvent être considérés comme des matrices (carrées) de compétition, la première d'ordre 9 (9 espèces), la seconde d'ordre 5 (5 espèces : la sixième, le lérot, n'a pas été prise en considération en raison de sa rareté). Pour chacune d'elles, nous pouvons calculer le déterminant ainsi que la moyenne des coefficients de compétition et la variance de cette moyenne. Selon LEVINS (1968, cité par CULVER, 1970, et par YEATON, 1974), la moyenne $\bar{\alpha}_{ij}$ est d'autant plus faible et le déterminant de la matrice de compétition d'autant plus proche de 0 que les espèces sont plus étroitement agrégées (packed) au sein de la biocénose considérée. La variance de $\bar{\alpha}_{ij}$ constitue un indice de la maturité de cette même biocénose : plus elle est élevée, moins la biocénose est mûre.

Dans le cas qui nous occupe, si nous estimons que les coefficients de compétition non significatifs sont égaux à 0 et que la corrélation d'une espèce avec elle-même est parfaite (coeff. de corrél. = 1), nous obtenons pour les Pyrénées un déterminant égal à l'unité, une moyenne $\bar{\alpha}_{ij} = 0,10$ et une variance de 0,14. En Corse, les valeurs correspondantes sont 0,85, 0,14 et 0,23. En clair, cela signifierait qu'il y aurait en Corse par rapport au continent un relâchement de la compétition interspécifique ($\bar{\alpha}_{ij}$ plus élevé). Cette conclusion est tout à fait conforme aux prédictions de la théorie de la niche écologique (voir HUTCHINSON, 1978; BLONDEL, 1979). Le peuplement de petits mammifères y paraît

également plus jeune, moins fermé, c'est-à-dire moins résistant à l'envahissement que celui des Pyrénées Orientales. A ce sujet, il faut rappeler que les petits mammifères que l'on trouve actuellement en Corse y sont arrivés très récemment (VIGNE, 1982, 1983 a et b) et que leur taux d'endémisme y est faible, ne dépassant pas le niveau subsppécifique. Bien que ces remarques aient un caractère rassurant quant à la validité de nos déductions, nous ne devons pas perdre de vue que celles-ci découlent de calculs que nous n'avons pas toujours pu interpréter avec la certitude voulue.

4.1.5. Discussion

Nous venons de voir que l'utilisation de la méthode préconisée par HALLETT et PIMM pour l'estimation des coefficients de compétition aboutit à des résultats dont la signification biologique n'est pas toujours très évidente. Cet échec relatif s'explique pour différentes raisons :

1. Les équations de Lotka-Volterra sur lesquelles se fonde la méthode supposent que les interactions entre deux espèces sont indépendantes des autres espèces de la biocénose. Or, NEILL (1974) a très bien montré l'existence d'interactions complexes (non linéaires) entre espèces ou groupes d'espèces chez des microcrustacés. Il se pourrait que des interactions du type prédateur-proie entre musaraignes et campagnols induisent des perturbations dans le calcul des coefficients.
2. Le fait que deux espèces soient positivement corrélées peut être l'indice non d'une association réelle mais d'un défaut méthodologique à la base dans l'établissement du modèle linéaire. Il suffit en effet, pour que deux espèces soient positivement corrélées, qu'un paramètre d'habitat dont il n'a pas été tenu compte (oubli ou impossibilité) ait une certaine importance pour chacune d'elles. Cela pourrait être le cas de M. arvalis et d'A. terrestris dans le sud de la Belgique (qualité des sols) ou de M. musculus et C. suaveolens dans les Pyrénées Orientales (humidité).
3. Il semble évident que d'éventuelles préférences alimentaires de la chouette effraie (voir § 2.6.1) peuvent induire des coefficients de corrélation partiels assez élevés entre l'espèce préférée et l'espèce moins appréciée : si la première est présente, elle sera capturée et l'autre délaissée quelle que soit son abondance réelle; si la première est rare ou absente, la seconde sera prélevée pourvu qu'elle soit suffisamment abondante. Ce phénomène de prédation préférentielle entre sans doute en jeu dans le cas de grosses proies, telles que Rattus et Arvicola qui sont moins appréciées que des espèces plus petites. A l'appui de cette hypothèse, soulignons (voir tableau 4.1) que les petites espèces influencent souvent les grosses et pas l'inverse. Leur abondance peut donc déterminer, dans une certaine mesure, celle des grosses proies dans le régime. Cela est assez manifeste en Corse et dans les Pyrénées avec les rats.

4.1.6. Conclusion

Au vu de la discussion qui précède, nous devons reconnaître que nous ne pouvons assurer que les coefficients calculés reflètent bien dans tous les cas la réalité biologique que nous nous proposons d'étudier dans ce chapitre. Il est assez manifeste que nos données ne se prê-

tent pas aisément à ce genre de traitement : l'habitat n'est pas saisi avec suffisamment de finesse et la chouette introduit certaines distorsions dont il est difficile, voire impossible, d'appréhender l'ampleur. Nous avons cependant pu formuler quelques hypothèses qu'il serait intéressant de vérifier. En guise de confirmation de celle que nous avons émise au § 4.1.4, nous essayerons dans les lignes qui suivent et par une autre méthode, de voir si nos résultats nous permettent de conclure à un élargissement de certaines dimensions de la niche en milieu insulaire.

4.2. Elargissement de la niche écologique en milieu insulaire

Parmi les nombreux corollaires de la théorie de l'équilibre dynamique de MAC ARTHUR et WILSON, celui de l'élargissement de la niche écologique en milieu insulaire nous paraît un des plus importants dans la détermination de la structure des communautés vivantes des îles. Il existe dans la littérature ornithologique (voir p. ex. BLONDEL, 1979, ou GORMAN, 1979) de nombreux exemples d'élargissement de différents paramètres de la niche : amplitude d'habitat et régime alimentaire notamment. Les exemples relatifs aux mammifères sont moins bien documentés et plus rares. On sait toutefois qu'aux Orcades, *M. arvalis*, seul campagnol présent, a envahi des milieux qui sont normalement occupés par le campagnol agreste : marais, bruyères (CORBET et WALLIS, 1964). Certaines des îles atlantiques françaises sont également colonisées par une seule espèce de campagnol (*C. glareolus* à Belle Ile, *M. arvalis* à Yeu et Aix, *M. agrestis* à Groix, *A. sapidus* à Oléron) qui vit dans les milieux où, sur le continent, se trouveraient les représentants des autres espèces (SAINT GIRONS et BEAUCOURNU, 1970; NICOLAU-GUILLAUMET, 1974; SAINT GIRONS, 1977). Sur une petite île au large des Etats-Unis, CROWELL et PIMM (1976) ont également constaté que *Microtus pennsylvanicus* occupait tous les milieux disponibles, y compris les milieux boisés, d'où il est, sur le continent proche, exclu par ses compétiteurs. Comme nous allons le montrer, la faune micromammalogique corse n'échappe pas à cette loi.

4.2.1. Quelques indices

La façon la plus directe de s'en rendre compte est de comparer les coefficients de détermination des modèles d'ajustement linéaire des tableaux 3.17 et 3.19 (annexe). A l'exception de celui de l'équation "Apodemus", ils sont tous inférieurs en Corse. Cela indique assez clairement une sélection moins fine de l'habitat dans l'île. Cette impression est confirmée lorsque l'on compare (voir fig. 4.5) l'indice de similitude inter-échantillons (H'_i) de la Corse (moyenne : $0,051 + 0,043$) et des Pyrénées Orientales (moyenne : $0,076 + 0,072$). Bien que la différence entre ces deux valeurs ne soit pas statistiquement significative, la valeur de l'indice, plus faible en Corse, indique elle aussi une sélection moins fine de l'habitat que sur le continent.

D'autre part, si nous regroupons les échantillons d'un même étage ou échelon phytosociologique et que nous calculons suivant la formule $AH = e^{-H'}$ (BLONDEL, 1979) l'amplitude de l'habitat de chaque espèce sur 4 de ces étages" (échelon du myrte, du lentisque, transition méditerranéen inférieur - subméditerranéen, étages subméditerranéen et montagnard), nous constatons, pour chaque espèce, une augmentation de l'amplitude de l'habitat en Corse par rapport aux Pyrénées (tableau 4.2).

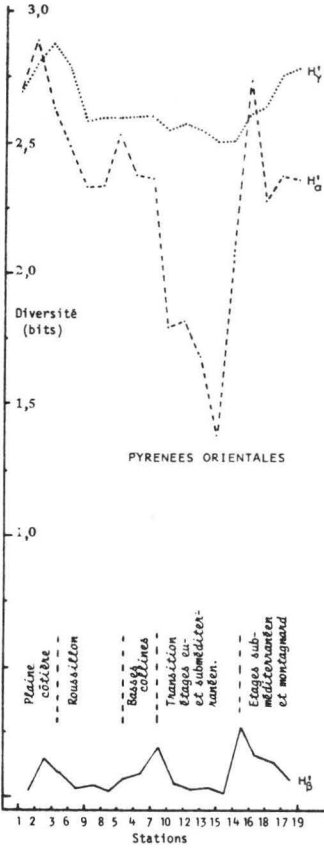


FIG. 4.5 : EVOLUTION DES TROIS TYPES DE DIVERSITE LE LONG DE DEUX GRADIENTS PHYTOSOCIOLOGIQUES, L'UN EN CORSE, L'AUTRE DANS LES PYRENEES.

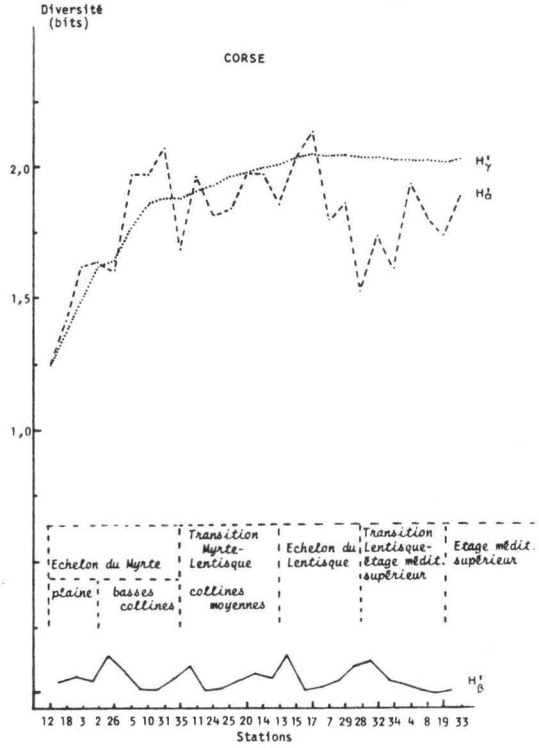


Tableau 4.2. Amplitude de l'habitat des micromammifères en Corse et dans les Pyrénées Orientales.
Calcul sur base des séries phytosociologiques.

	Pyrénées	Corse
C. suaveolens	3,75	3,79
S. etruscus	3,28	3,91
E. quercinus	2,00	3,85
A. sylvaticus	3,63	3,74
M. musculus	2,49	3,54
Rattus sp.	2,04	3,82*
* exclusivement <u>Rattus rattus</u>		

Cet élargissement ne se fait pas dans les mêmes proportions pour chaque espèce : le rat double pratiquement son amplitude d'habitat alors que celle de la musaraigne des jardins se modifie à peine.

La dernière méthode que nous avons envisagée, consiste à calculer cette même amplitude d'habitat en considérant chaque station individuellement comme un point d'un gradient écologique identique sur l'île et sur le continent. En Corse, AH variera ainsi de 1 à 26 et dans les Pyrénées, de 1 à 18 ou de 1 à 15 si l'on ne tient pas compte des stations montagnardes (étage non représenté dans nos échantillons corses). Afin de pouvoir comparer les valeurs de cet indice, nous les avons ramenées à l'unité en divisant par 26 celles de la Corse et par 18 ou 15 celles des Pyrénées Orientales.

Tableau 4.3. Amplitude de l'habitat des micromammifères en Corse et dans les Pyrénées Orientales.
Calcul sur base de chaque échantillon pris individuellement.

	Pyrénées		Corse
	18 st.	15 st.	
C. suaveolens	0,41	0,47	0,85
C. etruscus	0,55	0,63	0,74
E. quercinus	0,33	0,33	0,55
A. sylvaticus	0,88	0,86	0,87
M. musculus	0,48	0,56	0,87
Rattus sp.	0,23	0,27	0,81*
* exclusivement <u>Rattus rattus</u>			

L'élargissement de l'amplitude de l'habitat ne fait ici non plus aucun doute, sauf pour le mulot.

4.2.2. Discussion

Les résultats de ces quelques tests sont remarquablement concordants : ils ne laissent aucun doute quant à l'élargissement de certains paramètres de la niche des petits mammifères en milieu insulaire. Nous avons toutefois laissé entendre au § 3.4.3 que les petits mammifères réagissaient à certains paramètres de l'habitat de façon fort semblable en Corse et dans les Pyrénées Orientales. Cette conclusion, tirée de l'interprétation des analyses des correspondances, peut trouver une confirmation dans la fig. 4.5 ou au tableau 4.4 (annexe). Si l'on y examine l'évolution de l'indice de similitude H_{β} , on peut aisément constater qu'il passe par des points culminants correspondant tous, aussi bien en Corse que dans les Pyrénées, au passage d'un type de paysage végétal (échelon ou étage) à un autre. Les échantillons d'un même étage sont donc plus semblables entre eux qu'aux échantillons des (sous) étages contigus (Plus H_{β} est élevé, plus grande est la différence entre échantillons voisins). D'autre part, la diversité stationnelle moyenne représente, tant en Corse que dans les Pyrénées, à peu près la même proportion de la diversité globale H_{γ} , du moins si l'on fait abstraction des échantillons de la zone montagnarde des Pyrénées : 0,87 pour les P.O. (2,265/2,594) et 0,89 pour la Corse (1,817/2,040). Les mécanismes de structuration du peuplement, sans toutefois être identiques, doivent donc être assez semblables sur l'île et sur le continent. L'intensité avec laquelle ils s'expriment de part et d'autre n'est sans doute pas pareille : la compétition interspécifique intervient plus sur le continent que sur l'île. Cette déduction va quelque peu à l'encontre des conclusions de BLONDEL (1979, p. 141) qui suggèrent de profondes modifications des mécanismes de sélection de l'habitat dans le peuplement d'oiseaux de la Corse. Ou du moins les nuance-t-elle assez fort. Nous voyons à cette discordance trois motifs possibles :

1. Les observations de BLONDEL sont des observations directes effectuées dans deux gradients de végétation strictement identiques, l'un en Corse, l'autre en Provence. Ces conditions de travail rigoureuses sont idéales pour une comparaison valable. Notre méthode repose par contre sur la chouette, c'est-à-dire sur un échantillonneur dont nous ne pouvons contrôler la fiabilité. En outre, nous avons vu que certains de nos échantillons pyrénéens étaient trop petits pour être à coup sûr exhaustifs. Notre référence continentale n'est donc pas aussi bonne que celle de BLONDEL.
2. La colonisation de l'île par les petits mammifères actuels est beaucoup plus récente que celle des oiseaux et s'est faite par apports "artificiels" (cfr. § 3.4.3). Le peuplement de petits mammifères est peut-être moins mûr que celui des oiseaux et peut-être la Corse n'a-t-elle pas encore atteint sa richesse d'équilibre, après les graves perturbations post-pléistocènes dont l'homme s'est rendu en partie responsable (disparition des taxons endémiques, cfr. CALOI et al., 1983; VIGNE, 1983a). Cela est bien difficile à dire ...
3. Les petits mammifères n'obéissent pas nécessairement aux mêmes lois générales que les oiseaux.

Ces deux dernières éventualités nous paraissent toutefois peu probables et l'origine des discordances réside plus, à notre avis, dans un problème d'échantillonnage. En effet, Rattus norvegicus, bien connu pour sa supériorité compétitive sur Rattus rattus, parfois supposé responsable du déclin de ce dernier sur le continent (HAINARD, 1962; SAINT GIRONS, 1973a) n'a, semble-t-il, jamais pris pied en Corse bien qu'il y ait été signalé plusieurs fois (cfr. KAHMANN et HAEDRICH, 1957a; SALOTTI, 1983). Il est possible que cet échec à la colonisation de l'île soit la consé-

quence de la "fermeture" de la communauté des petits mammifères de Corse. Cette dernière n'est peut-être pas si peu mature que sa relative jeunesse le laisserait penser à première vue. Le rat brun est certes un meilleur compétiteur que le rat noir mais, selon CROWELL et PIMM (1976), pourvu que le plus mauvais compétiteur soit le premier colonisateur, son peu d'aptitude compétitrice face à un nouvel arrivant ne constitue pas pour ce dernier un facteur de réussite.

Quant à l'éventualité proposée au point 3, elle nous paraît peu vraisemblable : il semble bien en effet que les mêmes lois générales régissent la structuration des peuplements insulaires, qu'ils soient d'oiseaux ou de mammifères. Nous avons déjà traité de la diminution de la compétition interspécifique, nous venons de voir que l'amplitude de l'habitat était plus large en Corse pour toutes les espèces à l'exception du mulot. Il est toutefois probable que la niche de cette espèce soit également plus large en Corse mais que cet élargissement porte sur d'autres dimensions. Nous avons montré que la taille du crâne de ce rongeur était nettement supérieure sur l'île (LIBOIS, BORDENAVE et FONS, 1983). La musaraigne des jardins est, en Corse, également caractérisée par une très nette augmentation de taille (voir mensurations dans SAINT GIRON, 1973a p. ex.). ORSINI et CHEYLAN ont montré chez le rat noir, la souris et le lérot de Corse, une augmentation allométrique très nette de la taille de l'appareil manducateur et pensent qu'il s'agit d'une adaptation à un élargissement du spectre alimentaire de ces espèces.

4.3. Conclusion

A la lumière de ces informations, il semble bien que le peuplement de micromammifères de la Corse est, tout comme celui des oiseaux, frappé de ce que BLONDEL appelle le syndrome de l'insularité défini par cinq mécanismes complémentaires :

- surreprésentation de petits généralistes;
- augmentation de la densité de population;
- élargissement des niches et relâchement de la compétition interspécifique;
- accélération des processus de spéciation;
- évolution des paramètres démographiques vers une stratégie de type K.

Nous venons de mettre en évidence un relâchement probable de la compétition interspécifique et l'élargissement des niches. Pour le naturaliste de terrain qui opère en Corse, il ne fait aucun doute que le rat noir et la souris, au moins, s'y trouvent à des densités anormalement élevées par rapport au continent mais nous manquons encore de données comparatives convenables à ce sujet.

Enfin, les premiers résultats de l'élevage en captivité des *C. suaveolens* de Corse semblent indiquer un déplacement des paramètres démographiques vers une stratégie de type K : moins de jeunes à la naissance mais poids moyen relatif plus élevé (Fons, comm.pers., recherches en cours).

Il serait souhaitable d'entreprendre des recherches complémentaires visant à préciser la stratégie de survie de ces espèces en milieu insulaire mais les quelques pistes que nous venons d'explorer dans ce chapitre laissent d'ores et déjà présager de leurs conclusions.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Généralement, on observe que les facteurs responsables de la structuration des communautés d'êtres vivants se regroupent en trois grands ensembles : facteurs paléobiogéographiques, facteurs d'habitat et facteurs relatifs aux relations interspécifiques (rapports prédateurs-proies et interactions compétitives). Les peuplements de petits mammifères suivent-ils cette règle générale ? Comment sont-ils structurés ? Voilà la question centrale de notre travail.

Pour tenter d'y répondre, nous avons décidé de nous situer à une échelle relativement petite et d'envisager aussi bien le cas des insectivores que celui des rongeurs. Sur le plan technique, nous pouvions recourir à différentes méthodes de piégeage afin d'estimer la densité des espèces dans des milieux donnés. Toutefois, nous avons rapidement renoncé au piégeage en tant que fondement principal de notre travail de terrain. Nos données devaient être comparables d'un échantillon à l'autre. Or, les populations de petits mammifères connaissent d'importantes fluctuations saisonnières et annuelles. Le piégeage nous aurait donc contraint à opérer au cours de la même saison de la même année ou à trouver, autant que possible, des facteurs de correction annuel et saisonnier. Notre étude s'en serait trouvée très limitée dans l'espace : considérant que la période la plus favorable s'étend sur environ 100 jours (15 juillet-15 octobre), que la technique de piégeage la moins exigeante nécessite la pose dans un même milieu de 100 pièges pendant trois nuits consécutives et qu'un piégeur ne peut guère contrôler plus de 200 pièges par jour, nous n'aurions pu envisager l'étude que de 60 lignes de pièges, c'est-à-dire de 10 à 15 localités différentes seulement. En outre, il faut savoir que les fluctuations de population de micromammifères ne sont pas nécessairement synchrones d'une localité à l'autre et que la ligne de pièges, pour pratique qu'elle soit, ne permet pas la capture de toutes les espèces (muscardin, musaraigne étrusque p.ex.) et ne donne pas d'estimation fiable de la densité des espèces à moeurs relativement endogées (*Arvicola*, *Pitymys*, taupe...). L'intérêt des données de piégeage eut donc été restreint à une petite partie seulement des espèces composant le peuplement. En conséquence, nous avons résolument opté pour un autre moyen d'échantillonnage : nous avons utilisé un piège biologique, en l'occurrence la chouette effraie. Par rapport aux pièges mécaniques, il a des avantages notables :

- il est moins sélectif;
- il est utilisable sur de vastes contrées en raison de sa très large répartition géographique;
- il est permanent et ne demande aucun contrôle quotidien de la part du chercheur;

- moyennant un échantillonnage correct des pelotes de réjection, il permet d'atténuer l'influence des fluctuations saisonnières ou annuelles des populations de micromammifères ainsi que celle d'éventuelles préférences alimentaires individuelles;
- il intéresse pratiquement tous les milieux : la chouette chasse en effet dans une vaste gamme d'habitats, n'évitant que l'intérieur des massifs boisés.

En dépit de ces immenses avantages, l'étude du régime alimentaire n'est pas une technique parfaite. D'une part, en effet, nous ne savons au juste à quel domaine de chasse les captures de l'oiseau se rapportent et, d'autre part, nous ne pouvons, à notre échelle, tenir compte d'éventuelles préférences alimentaires individuelles des effraies. Le régime de ces oiseaux donne donc une image mais une image déformée du peuplement de petits mammifères d'une localité, ce qui bien entendu doit nous inciter à une certaine prudence dans l'interprétation des résultats.

D'abord utilisée pour accumuler des données sur le régime alimentaire des rapaces, l'analyse des pelotes de réjection a ensuite eu la faveur des mammalogistes désireux de réunir des indications sur la répartition des petits mammifères. D'aucuns ont également étudié les fluctuations du régime en fonction de l'évolution des effectifs de certaines proies ou, plus souvent, en rapport avec différents paramètres d'habitat. Le plus fréquemment, les échantillons de pelotes furent regroupés par région et les facteurs d'habitat traités de manière trop superficielle. Ce genre d'étude n'a donc qu'un intérêt fort limité pour la résolution de notre problème. Il nous fallait à tout prix préserver toute l'information stationnelle. A cette fin, nous avons appliqué à nos données brutes des techniques modernes de description statistique : analyse en composantes principales et analyse des correspondances ainsi que corrélations multiples.

Nous avons d'importantes données sur la Belgique, région écologiquement peu contrastée et représentative de l'Europe atlantique. Il nous importait cependant de voir dans quelle mesure nos observations pouvaient se généraliser à d'autres conditions. C'est pourquoi nous avons entrepris des recherches dans les Pyrénées Orientales où les conditions écoclimatiques sont très variées sur une très faible étendue puisqu'en l'espace de 50 km, à peine, on passe du climat méditerranéen du bord de la mer aux rigueurs des zones montagnarde et subalpine. Enfin, pour mieux saisir le rôle éventuel de la compétition interspécifique dans l'organisation des peuplements, nous avons cherché à nous placer dans des conditions où la compétition interspécifique devait, en théorie, exercer une influence moins forte sur le peuplement. Cette situation, nous pensons l'avoir trouvée sur une île, la Corse, bon équivalent écoclimatique des Pyrénées Orientales.

En ce qui concerne l'influence des facteurs paléobiogéographiques, nous n'avons évidemment aucune donnée originale mais nous devons constater leur importance dans la détermination de la composition des faunes : au sein des trois régions étudiées, certaines espèces telles que Crocidura leucodon, Muscardinus avellanarius et Pitymys subterraneus sont propres à la Belgique; d'autres ne se trouvent que dans les Pyrénées Orientales : Microtus nivalis, Pitymys gerbii, P. duodecimcostatus et Arvicola sapidus. Crocidura suaveolens et Suncus etruscus, espèces communes aux deux régions du midi, sont absentes de Belgique. Concernant la Corse, il s'avère que la colonisation de cette île par les mammifères actuels est très probablement le résultat de l'action de l'

homme. Il a en effet contribué à la disparition des taxons endémiques et à leur remplacement, sans doute involontaire pour ce qui est des petites espèces, par des représentants de la faune continentale dont le caractère le plus marquant est l'anthropophilie. C'est montrer à suffisance l'importance du rôle des données paléontologiques dans la compréhension de l'organisation des écosystèmes.

Dans les limites d'une région d'étendue restreinte, l'assemblage historique des espèces est pratiquement le même dans chaque localité et ce sont plutôt les facteurs d'habitat qui expliquent la structure des peuplements que l'on observe. C'est du moins ce que montre notre travail. En Belgique, où nos échantillons sont très nombreux, nous distinguons tout d'abord deux régions faunistiquement fort différentes : le nord du sillon Sambre-Meuse-Vesdre où le peuplement des micromammifères est caractérisé par une plus grande abondance d'espèces anthropophiles et le sud de cet axe où dominent les musaraignes du genre *Sorex*. Ces différences tiennent incontestablement à des facteurs d'habitat : au sud, les paysages forestiers dominant, sauf peut-être dans les zones les plus élevées où les prairies sont très étendues; au nord par contre, les cultures sont beaucoup plus développées et la densité des habitations humaines nettement plus importante. A l'intérieur de chacune de ces régions, nous avons ensuite analysé avec un maximum de finesse l'influence de différents paramètres du milieu : climat, sol, type de couvert végétal, présence d'éléments particuliers (haies, étangs, marais...)... Deux conclusions essentielles se dégagent de nos résultats :

- le rôle structurant des facteurs paysagers sur le peuplement de petits mammifères est très net (cfr. fig. 3.16) mais l'habitat n'explique pas à lui seul la variabilité de nos données;
- la faune des paysages hétérogènes est nettement plus riche et plus diversifiée que celle des paysages monotones et banalisés. A cet égard, les vastes étendues soumises à la culture intensive où le moindre buisson est un véritable événement apparaissent tout à fait défavorables au maintien d'une faune équilibrée.

Dans les Pyrénées et en Corse, où le nombre de nos échantillons est nettement moins important, nous n'avons pu établir avec autant de finesse les réactions de la faune aux facteurs de l'habitat. Néanmoins, il apparaît que l'abondance des différentes espèces est étroitement liée avec les étages de végétation. Sur le continent, la faune de l'étage méditerranéen se caractérise par la présence de *Mus spretus* et de *Pitymys duodecimcostatus* ainsi que par l'absence de *Microtus arvalis* et des *Sorex*. Les insectivores *Crocidurinae* y vivent en grand nombre. En revanche, l'étage montagnard se singularise par la présence de *Clethrionomys glareolus*, d'*Arvicola terrestris* et de *Microtus arvalis*, ainsi que par l'abondance des *Sorex*. La portion supérieure de l'étage subméditerranéen est incontestablement la plus riche en espèces puisqu'elle englobe les éléments des étages supérieurs descendant à l'ombrière et inférieurs remontant à la faveur des versants exposés au soleil. Nos données pyrénéennes permettent en outre :

1. de mettre en évidence quelques facteurs limitant la répartition de certaines espèces : p. ex. climat pour *Mus spretus*, *Sorex minutus* et *S. "araneus"*...
2. de constater la sensibilité de certaines espèces aux mêmes facteurs de l'habitat dans les Pyrénées et en Belgique : *Apodemus* et couverture boisée; *Sorex* et humidité; *Microtus agrestis* et milieux ouverts humides ...
3. de montrer que des espèces thermiquement exigeantes (*Mus musculus*, *Crocidurinae*) vivant en pleine nature en région méditerranéenne ne se maintiennent sous un climat tempéré que moyennant l'adoption d'un mode de vie typiquement anthropophile.

En Corse, les petits mammifères ont des réactions aux paramètres du milieu très comparables à celles qu'ils ont dans les Pyrénées Orientales. Leur abondance respective montre également une liaison assez stricte avec les étages de végétation. La différence faunistique entre étages n'est plus tant une question de présence ou d'absence de certains taxons mais réside plus dans des modifications de l'abondance relative de ces taxons : la souris domestique domine les peuplements de la plaine, le mulot sylvestre ceux des zones plus élevées et plus boisées. Les exigences fondamentales de ces espèces sont sensiblement pareilles sur l'île et sur le continent : même hygrophilie de Mus musculus et de Crocidura suaveolens, même préférence d'Apodemus pour le couvert ligneux, de Suncus pour les murets de pierres sèches... La sélection de l'habitat telle qu'ils l'exercent sur l'île paraît toutefois nettement moins fine que sur le continent.

L'élargissement de certaines dimensions de la niche et notamment de l'amplitude de l'habitat des petits mammifères en Corse est analysé dans la dernière partie de notre travail et mis en relation avec les phénomènes de compétition interspécifique. Il ressort de nos données que cette dernière est sans aucun doute moins forte en Corse et que le peuplement de l'île est affecté sinon par le syndrome de l'insularité décrit par BLONDEL, du moins par quelques-uns de ses symptômes. L'importance de la compétition interspécifique dans la structuration des peuplements de petits mammifères apparaît donc surtout a contrario : si la compétition se relâche sur l'île, c'est qu'elle est plus importante sur le continent, que son influence y est plus nette.

En bref, notre travail nous permet de conclure que la structuration des peuplements de micromammifères répond à trois ensembles de facteurs : elle dépend de facteurs paléontologiques, se montre extrêmement sensible aux paramètres de l'habitat - ceci est un argument de poids en faveur de l'utilisation des "couches à rongeurs" dans les reconstitutions paléoécologiques - et est également influencée par les interactions interspécifiques. Le rôle exact de ces dernières reste toutefois assez nébuleux : notre matériel de base n'est probablement pas approprié pour une étude très fine des phénomènes compétitifs. En outre, il est un aspect qu'en raison de sa nature même (régime alimentaire d'oiseau prédateur) il ne nous a pas permis d'aborder : l'impact de la prédation sur l'organisation des communautés. Comme l'étude de la compétition, celle de la prédation est pleine de promesses et mériterait d'être développée car nous avons vu que l'habitat seul n'explique pas toute la variabilité des données. Une approche plus précise étant nécessaire à ce stade, il serait souhaitable de changer d'échelle et d'envisager les problèmes au niveau du microhabitat quitte, pour des raisons techniques, à restreindre le champ d'investigations aux quelques espèces les plus abondantes. D'ores et déjà, les travaux qui s'annoncent les plus prometteurs sont ceux qui porteraient sur une comparaison entre des milieux homogènes pauvres en espèces et des milieux fortement hétérogènes où la richesse spécifique est plus grande ou entre habitats insulaires et continentaux.

B I B L I O G R A P H I E

- ABRAMSKY, Z., M. I. DYER et P. D. HARRISSON, 1979
Competition among small mammals in experimentally perturbed areas of the shortgrass prairie. *Ecology*, 60 : 530-536.
- AIROLDI, J. P., 1976
Expériences de capture et recapture chez le campagnol terrestre, *Arvicola terrestris* scherman SHAW (Mammalia, Rodentia). *Terre Vie*, 30 : 31-51.
- ANDERA, M., 1980
Distribution of the field vole, *Microtus agrestis* in Czechoslovakia. *Vest. cs. Spol. zool.*, 44 : 241-259.
- ANDERSSON, M. et S. ERLINGE, 1977
Influence of predation on rodent population. *Oikos*, 29 : 591-597.
- ANONYME, 1973
Dictionnaire des communes de France. 34^{ème} éd. Berger-Levrault, Paris, 1026 p.
- ANRYS, P., 1982
Choix de l'habitat chez le blaireau européen, Meles Meles (L., 1758). *Mém. Lic. Sc. zool. U. Lg.*, 98 p. (non publié).
- ANTHONY, R. G., L. J. NILES et J. D. SPRING, 1981
Small mammal associations in forested and old fields habitats. A quantitative comparison. *Ecology*, 62 : 955-963.
- ARMSBY, A., T. A. QUILLIAM et H. SOEHNLE, 1966
Some observations on the ecology of the mole. *Proc. zool. Soc., Lond.*, 149 : 110-111.
- ARRHENIUS, O., 1921
Species and area. *J. Ecol.*, 9 : 95-99.
- ASHBY, K. R., 1967
Studies on the ecology of *Apodemus sylvaticus*, *Clethrionomys glareolus* and *Microtus agrestis* in Houghall wood, Durham. *J. Zool., Lond.*, 152 : 389-513.
- ASSELBERG, R., 1971
De verspreiding van de kleine zoogdieren in België aan de hand van braakballenanalyse. *Bull. Inst. roy. Sc. nat.*, 47 (5) : 1-60.
- BALAT, F., 1956
Protrava sovy palene (*Tyto alba*) na jizni morave a na jiznim slovensku. *Zool. Listy*, 5 : 237-258.
- BANG, P. et P. DAHLSTRÖM, 1974
Guide des traces d'animaux. Ed. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, 240 p.
- BATZLI, G. O., 1983
Responses of arctic rodent populations to nutritional factors. *Oikos*, 40 : 396-406.
- BAUDVIN, H., 1980
Les surplus de proies au site de nid chez la chouette effraie, *Tyto alba*. *Nos Oiseaux*, 35 : 232-238.
- BAUER, K., 1960
Die Säugetiere des Neusiedlersee-Gebietes (Österreich). *Bonn. zool. Beitr.*, 11 : 141-344.
- BEAUCOURNU, J. C., B. RAULT et F. BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1964
Contribution à l'étude des siphonaptères de la Corse. *Bull. Soc. zool. Fr.*, 89 : 737-754.
- BECAT, J., 1977
Atlas de Catalunya Nord. Ed. Terra Nostra, Prades, 220 cartes.
- BENMEHDI, F., J. BRITTON-DAVIDIAN et L. THALER, 1980
Premier apport de la génétique biochimique des populations à la systématique des mulots de France continentale et de Corse. *Bioch., Syst., Ecol.*, 8 : 309-315.
- BENZECRI, J. P. et collaborateurs, 1980
L'analyse des données. II : l'analyse des correspondances. 3^è éd., Dunod, Paris, 632 p.
- BERNARD, J., 1953
Etudes sur les rongeurs. II. Notes sur la répartition de *Microtus arvalis* et de *Microtus agrestis* en Ardenne, en Famenne et dans la zone limoneuse. *Bull. Inst. agron. Gembloux*, 21 : 3-13.
- BERNARD, J., 1958
Situation en Belgique et dégâts du campagnol souterrain, *Pitymys subterraneus* de SELYS LONGCHAMPS. *Parasitica*, 14 : 58-74.
- BERNARD, J., 1959
Note à propos du genre *Arvicola* LAC. en Belgique. *Mammalia*, 23 : 369-373.
- BERRY, R. J., 1981
Town mouse, country mouse : adaptation and adaptability in *Mus domesticus* (*Mus musculus domesticus*). *Mammal Rev.*, 11 : 91-136.
- BERRY, R. J. et B. J. K. TRICKER, 1969
Competition and extinction : the mice of Foula, with notes on those of Fair Isle and St. Kilda. *J. Zool., Lond.*, 158 : 247-265.

- BERTRAND, A., A. FORMON et M. C. SAINT GIRONS, 1980
Le régime alimentaire de la chouette effraie, *Tyto alba*, en presque île d'Arvert. *La Trajhasse*, 12 : 21-28.
- BIRKAN, M., 1968
Répartition écologique et dynamique des populations d'*Apodemus sylvaticus* et *Clethrionomys glareolus* en pinède de Rambouillet. *Terre Vie*, 22 : 231-273.
- BLONDEL, J., 1975
L'analyse des peuplements d'oiseaux, éléments d'un diagnostic écologique. I. La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs. *Terre Vie*, 29 : 533-589.
- BLONDEL, J., 1979
Biogéographie et écologie. Ed. Masson, Paris, 173 p.
- BLONDEL, J. et B. FROCHOT, 1967
Réflexions sur les rapports entre prédateurs et proies chez les rapaces. *Terre Vie*, 21 : 5-62.
- BOHNSACK, P., 1966
Über die Ernährung der Schleiereule, *Tyto alba*, insbesondere ausserhalb der Brutzeit in einem westholsteinischen Massenwechselgebiet der Feldmaus, *Microtus arvalis*. *Corax*, 1 : 162-172.
- BOONSTRA, R. et C. J. KREBS, 1976
The effect of odour on trap response in *Microtus townsendi*. *J. Zool., Lond.*, 180 : 467-476.
- BOURLIERE, F., 1973
The comparative ecology of rain forest mammals in Africa and tropical America : some introductory remarks. In : *Tropical forest ecosystems in Africa and South America : a comparative review*. Ed. B. J. MEGGERS, E. S. AYENSU et W. D. DUCKWORTH; Smithsonian Inst. Press, Washington D.C., pp. 279-292.
- BOURNAUD, M. et M. C. CORBILLE, 1979
Richesse comparée des peuplements d'oiseaux en milieux hétérogènes pour différentes densités de points d'écoute. *Terre Vie*, 33 : 71-94.
- BOURQUIN, J. D. et A. MEYLAN, 1982
Les peuplements de micromammifères le long des autoroutes : inventaire faunistique et exemples d'occupation par *Microtus arvalis* (PALLAS). *Rev. suisse Zool.*, 89 : 977-991.
- BOVET, J., 1963
Etude par l'analyse du contenu de 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.
- BROSSET, A. et H. HEIM de BALSAC, 1967
Les micromammifères du Vercors. *Mammalia*, 31 : 325-346.
- BROWN, D. J., 1982
Seasonal variations in the prey of some barn owls in Gwynedd. *Bird Study*, 28 : 139-146.
- BROWN, J. H., 1973
Species diversity of seed-eating rodents in sand dune habitats. *Ecology*, 54 : 775-787.
- BROWN, J. H. et G. A. LIEBERMAN, 1973
Resource utilization and coexistence of seed-eating desert rodents in sand dune habitats. *Ecology*, 54 : 788-797.
- BUCKLEY, J. et J. G. GOLDSMITH, 1975
The prey of the barn owl (*Tyto alba*) in East Norfolk. *Mammal Review*, 5 : 13-16.
- BUNN, D. S., A. B. WARBURTON et R. D. S. WILSON, 1982
The barn owl. Ed. T. et A. D. POYSER, Calton, 264 p.
- BUTTERFIELD, J., J. C. COULSON et S. WANLESS, 1981
Studies on the distribution, food, breeding biology and relative abundance of the pigmy and common shrews (*Sorex minutus* and *S. araneus*) in upland areas of northern England. *J. Zool., Lond.*, 195 : 169-180.
- CABON-RACZYNSKA, K. et A. RUPRECHT, 1977
Estimation of population density of the common vole in Poland. An analysis of owl pellets. *Acta theriol.*, 22 : 349-354.
- CALOI, L., T. KOTSAKIS et M. PALOMBO, 1983
Observations sur les vertébrés terrestres du Pleistocène des îles méditerranéennes. *Comm. Coll. intern. Vertébrés terr. dulcic. Iles méditerr.* Evisa (Corse) 10-16 oct. 1983.
- CAMPOS, F., 1977
Regimen alimenticio de *Tyto alba* en las provincias de Salamanca y Zamora. *Ardeola*, 24 : 105-119.
- CARMINATI, P., 1982
Organisation sociale et comportement agonistique chez le campagnol agreste, Microtus agrestis (LINNE). Mém. Lic. Sc. zool. Univ. Lg., 85 p. (non publié).
- CATALAN, J. et F. POITEVIN, 1981
Les musaraignes du midi de la France : leurs caractéristiques génétique et morphologique; la place des populations corses. *C.R. hebdom. Acad. Sc., Paris*, 292, sér. 3 : 1017-1020.

- CHALINE, J., 1970
La signification des rongeurs dans les dépôts quaternaires.
Bull. Ass. fr. Et. Quat., 25 : 229-241.
- CHALINE, J., 1977
Les rongeurs au pilori ? Analyse critique des reconstitutions paléoécologiques en microthériodontologie.
Centre Paleogéogr. Paléobiol. évol., Dijon, 17 p. polycop.
- CHALINE, J., H. BAUDVIN, D. JAMMOT et M.C. SAINT GIRONS, 1974
Les proies des rapaces.
Ed. Doin, Paris, 141 p.
- CHANUDET, F. et M.C. SAINT GIRONS, 1966
Combat entre une musaraigne et un campagnol.
Penn ar Bed, 44 : 175-176.
- CHARVIN, J., 1974
Analyse de soixante pelotes de réjection de chouette effraie (*Tyto alba*) provenant de Corse. *Jean le Blanc*, 13 : 21.
- CHEYLAN, G., 1976
Le régime alimentaire de la chouette effraie *Tyto alba*, en Europe méditerranéenne.
Terre Vie, 30 : 565-579.
- CHURCHFIELD, S., 1982
Food availability and the diet of the common shrew, *Sorex araneus*, in Britain.
J. anim. Ecol., 51 : 15-28.
- CLARAMUNT, T., J. GOSALBEZ et V. SANS COMA, 1975
Notes sobre la biogeografia dels micromamífers a Catalunya.
Bul. Inst. catal. Hist. nat. (Sec. Zool.), 39:27-40.
- COLVIN, D., 1973
Agonistic behaviour in males of five species of voles, *Microtus*.
An. Behav., 21 : 471-480.
- COMPANYO, L., 1863
Histoire naturelle du département des Pyrénées Orientales. III.
Perpignan, 942 p.
- CONLEY, W., 1976
Competition between *Microtus* : a behavioural hypothesis.
Ecology, 57 : 224-237.
- CONTOLI, L., 1975
Micromammals and environment in central Italy. Data from *Tyto alba* pellets.
Boll. Zool., 42 : 223-229.
- CONTOLI, L., G. ALOISE et M.G. FILIPUCCI, 1983
A propos des niches trophiques de *Tyto alba* et de *Athene noctua* dans l'île d'Elbe (Toscane) relativement à la région tyrrhénienne.
Comm. Coll. intern. Vertébrés terr. dulcic. Iles méditerr. Evisa(Corse) 10-16 oct. 1983.
- CONTOLI, L. et G. SAMMURI, 1978
Predation on small mammals by tawny owl and comparison with barn owl in the Farma valley (Central Italy). *Boll. Zool.*, 45 : 323-335.
- CONTOLI, L., L. TIZI et A. VIGNA-TAGLIANTI, 1975
Micromammiferi dell'Appennino marchigiano da boli di rapaci. *Ve. Simp. naz. Conserv. Natura, Ist. Zool. Univ. Bari. Ed. L. Scatera Liaci, Ed. Cacucci* : 85-96.
- CORBET, G.B., 1964
Genus Sorex. In G.B. CORBET et H.N. SOUTHERN *Handbook of British mammals.* Blackwell sc. Publ., London, p. 46-57 (2ème éd. 1977).
- CORBET, G.B., 1971
Provisional distribution maps of British mammals. *Mammal Review*, 1 : 95-142.
- CORBET, G.B., 1978
The mammals of the palearctic region : a taxonomic review. British Museum, London, 314p.
- CORBET, G.B. et S.J. WALLIS, 1964
Orkney/Guernsey vole. In G.B. CORBET et H.N. SOUTHERN : *Handbook of British mammals.* Blackwell sc. Publ., London, p. 193-195 (2ème éd. 1977).
- 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.
- CORKE, D., 1977
The distribution of *Apodemus flavicollis* in Britain. *Mammal Review*, 7 : 123-130.
- CORNELL, H., 1976
Search strategies and the adaptative significance of switching in some general predator
Amer. Natur., 110 : 317-320.
- CORNELL, H. et D. PIMENTEL, 1978
Switching in the parasitoid *Nasonia vitripennis* and its effects on host competition.
Ecology, 59 : 297-308.
- CORNET, A., J.M. LOMMAERT et E. WALRAVENS, 1980
Analyse du régime alimentaire de la chouette effraie en milieu suburbain.
Doc. Jeunes et Nature (Wavre) : 7 p. polycop.
- CROIN-MICHELSEN, N., 1965
Ecological differences of the shrews, *Sorex araneus* and *Sorex minutus*.
Arch. néerl. Zool., 16 : 405-408.
- CROIN-MICHELSEN, N., 1966
Intraspecific and interspecific competition in the shrews, *Sorex araneus* and *S. minutus*.
Arch. néerl. Zool., 17 : 73-174.
- CROWCROFT, P. et J.N.R. JEFFERS, 1961
Variability in the behaviour of wild house mice (*Mus musculus* L.) towards live traps.
Proc. zool. Soc., Lond., 137 : 573-582.

- CROWELL, K.L. et S.L. PIMM, 1976
Competition and niche shifts of mice introduced into small islands. *Oikos*, 27 : 251-258.
- CROZE, H., 1970
Searching image in carrion crows. *Z. Tierpsychol.*, Beih. 5 : 1-85.
- CULVER, D.C., 1970
Analysis of simple cave communities : niche separation and species packing. *Ecology*, 51 : 949-958.
- CURIO, E., 1976
The ethology of predation.
Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 250 p.
- DAGET, J., 1976
Les modèles mathématiques en écologie.
Ed. Masson, Paris, 172 p.
- DAGET, P., 1978
Le nombre d'espèces par unité d'échantillonnage de taille croissante. *Terre Vie*, 32 : 461-470.
- DALIMIER, P., 1955
Les campagnols de Belgique au point de vue de l'écologie. *Mammalia*, 19 : 498-506.
- DAVIES, N.B., 1977
Prey selection and the search strategy of the spotted flycatcher (*Muscicapa striata*): a field study on optimal foraging. *Anim. Behav.*, 25 : 1016-1033.
- DAWKINS, M., 1971 a
Perceptual changes in chicks : another look at the search image concept. *Anim. Behav.*, 19 : 566-574.
- DAWKINS, M., 1971 b
Shifts of "attention" in chicks during feeding. *Anim. Behav.*, 19 : 575-582.
- DE BLOCK, G. et J. DOUCET, 1974
A propos de la présence en Belgique d'un chiroptère nouveau pour la faune belge : *Plecotus austriacus* FISCHER 1829. *Natur. belges*, 55 : 125-126.
- DE BRUIJN, O., 1979
Voedselécologie van de kerkuil, *Tyto alba*, in Nederland. *Limosa*, 52 : 91-154.
- DEBY, J., 1848
Histoire naturelle de la Belgique.
I. Mammifères.
Ed. Ajamar, Bruxelles, 198 p.
- DE JONGE, G., 1983
Aggression and group formation in the voles, *M. agrestis*, *M. arvalis* and *Clethrionomys glareolus* in relation to intra- and inter-specific competition. *Behav.*, 84 : 1-73.
- DE JONGE, G. et H. DIENSKE, 1979
Habitat and interspecific displacement of small mammals in the Netherlands. *Neth. J. Zool.*, 29 : 177-214.
- DE LAENDER, J., 1980
Zoogka Voer 1979. *Eliomys*, 5 : 1-60.
- DELANY, M.J., 1961
The ecological distribution of small mammals in North-West Scotland. *Proc. zool. Soc., Lond.*, 137 : 107-126.
- DELMEE, E., P. DACHY et P. SIMON, 1979
Etude comparative du régime alimentaire d'une population forestière de chouettes hulottes (*Strix aluco*). *Gerfaut*, 69 : 45-77.
- DE PIERE, C., 1972
Verdere verwerking van resultaten van braakballenonderzoek. *Bull. Ass. nat. Prof. Biol. Belg.*, 18 : 158-166.
- de SELYS-LONGCHAMPS, E., 1836
Essai monographique sur les campagnols des environs de Liège. Ed. Desoer, Liège, 15 p.
- de SELYS-LONGCHAMPS, E., 1839
Etudes de micromammalogie. Revue des musaraignes, des rats et des campagnols suivie d'un index méthodique des mammifères d'Europe. Paris, Libr. encycl. de Roret, 165 p., 3 pl.
- de SELYS-LONGCHAMPS, E., 1842
Faune belge. Ed. Dessain, Liège, 310 p.
- DICKSON, R.C., 1974
Barn owl pellets from Wigtonshire. *Scottish birds*, 8 : 78-79.
- DIENSKE, H., 1979
The importance of social interaction and habitat in competition with *Microtus agrestis* and *M. arvalis*. *Behav.*, 71 : 1-126.
- DIEZ-VILLACANAS, C. et C. MORILLO, 1973
Contenido de egagropilas de *Tyto alba* de Galapago (Madrid). *Ardeola*, 19 : 395-396.
- DINGENS, P. et C. VERNEMMEN, 1963
De klimaatclassificatie van C.W. THORNTHWAITE toegepast op België en het Groot-Hertogdom Luxemburg. Een kartografische voorstelling. *Natuurwet. Tijdschr.*, 45 : 145-198.
- DOUCET, G.J. et J.R. BIDER, 1969
Activity of *Microtus pennsylvanicus* related to moon phase and moonlight revealed by the sand transect. *Can. J. Zool.*, 47 : 1183-1186.
- DOUCET, G.J. et J.R. BIDER, 1974
The effects of weather on the activity of the masked shrew. *J. Mammal.*, 55 : 348-363.
- DOUMERET, A. et M.C. SAINT GIRONS, 1977
Remarques sur le régime de l'effraie, *Tyto alba*, en Charente Maritime au cours de la période de sécheresse de 1976. *Ann. Soc. Sc. nat. Charente Maritime*, 6 : 267-273.

- DUESER, R.D. et J.G. HALLETT, 1980
Competition and habitat selection in a forest floor small mammal fauna. *Oikos*, 35 : 293-297.
- DUESER, R.D. et H.H. SHUGART, 1978
Microhabitats in a forest-floor small mammal fauna. *Ecology*, 59 : 89-98.
- DUESER, R.D. et H.H. SHUGART, 1979
Niche pattern in a forest-floor small mammal fauna. *Ecology*, 60 : 108-118.
- DUPIAS, G., H. GAUSSEN, M. IZARD et P. REY, 1965
Carte de végétation de la France. Feuilles n° 80-81 (Corse) (1ère éd.)
- DUPRIEZ, G.L. et R. SNEYERS, 1978
Les normales du réseau pluviométrique belge. *Publ. Inst. roy. météorol. Belg.*, sér. A n° 101, 69 p.
- EDWARDS, A.L., 1976
An introduction to linear regression and correlation. Ed. Freeman and Co., San Francisco, 213 p.
- EMBERGER, L., 1942
Le projet d'une classification des climats du point de vue phytogéographique. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, 77 : 97-124.
- EMLEN, J.M., 1966
The role of time and energy in food preference. *Amer. Natur.*, 100 : 611-617.
- ERICHSEN, J.T., J.R. KREBS et A.I. HOUSTON, 1980
Optimal foraging and cryptic prey. *J. anim. Ecol.*, 49 : 271-276.
- ESTABROOK, G.F. et A.E. DUNHAM, 1976
Optimal diet as a function of absolute abundance, relative abundance and relative value of available prey. *Amer. Natur.*, 110 : 401-413.
- EVANS, D., 1964
Field vole. In CORBET, G.B. et H.N. SOUTHERN, *The handbook of British mammals*. Blackwell sc. Publ., London, p. 185-193 (2è. éd. 1977).
- EVANS, F.C. et J.T. EMLEN, 1947
Ecological notes on the prey selected by a barn owl. *Condor*, 49 : 3-9.
- FAIRLEY, J.S. et F.L. CLARK, 1971
Barn owl pellets from Co. Galway. *British Birds*, 64 : 34.
- FAIRLEY, J.S. et F.L. CLARK, 1972
Food of barn owls over one year at a roost in Co. Galway. *Irish Natur. J.*, 17 : 219-222.
- FAIRLEY, J.S. et F.A. O'GORMAN, 1972
Barn owl (*Tyto alba*) pellets from Co. Wiclow. *Irish Natur. J.*, 17 : 62.
- FAIRON, J., 1967
Vingt-cinq années de baguage des chiroptères en Belgique. *Bull. Inst. roy. Sc. nat. Belg.*, 43 (28) : 37 p.
- FAIRON, J., 1970
Dispersion estivale des chiroptères en Belgique. *Bull. Inst. roy. Sc. nat. Belg.*, 46 (26) : 17p.
- FAIRON, J., R. GILSON, R. JOORIS, T. FABER et C. MEISCH, 1982
Cartographie provisoire de la faune chiroptérologique belgoluxembourgeoise. *Bull. Centre Bag. Rech. Chiropt. Belg.*, 7.
- FAST, S.T. et H.W. AMBROSE, 1976
Prey preference and hunting habitat selection in the barn owl. *Amer. Midl. Natur.*, 96 : 503-507.
- FAYARD, A., 1974
Contribution à la connaissance des micro-mammifères dans la réserve de Dombes. Eco-éthologie du mulot et du campagnol roussâtre. Thèse 3è. cycle Univ. Lyon I, 91 p.
- FAYARD, A., 1975
Note sur la crossope de Miller : *Neomys anomalus milleri* MOTTAZ 1907. *Mammalia*, 39 : 505.
- FAYARD, A. et G. ROMÉ, 1976
Mus musculus spretus en Ardèche. *Mammalia*, 40 : 689-690.
- FAYARD, A. et G. ROMÉ, 1977
Les micromammifères de la bordure orientale du Massif central. *Mammalia*, 41 : 301-319.
- FAYARD, A., J.L. ROLANDEZ et P. PONCIN, 1979
Les mammifères du département de l'Ain. *Bièvre*, 1 : 1-26.
- FERNES, P.N., 1976
Diet of a *Microtus agrestis* population in South-West Britain. *Oikos*, 27 : 506-511.
- FERRY, C., 1976
Un test facile pour savoir si la richesse mesurée d'un peuplement se rapproche de sa richesse réelle. *Jean Le Blanc*, 15 : 21-28.
- FESTETICS, A., 1968
Zweiphasenaktivität bei der Schleihereule (*Tyto alba*). *Z. f. Tierpsychol.*, 25 : 659-665.
- FINERTY, J.P., 1980
The population ecology of cycles in small mammals. Yale Univ. Press, New Haven and London, 234 p.
- FLAHAUT, Ch., 1937
La distribution géographique des vénéteux dans la région méditerranéenne française. Oeuvre posthume publiée par H. GAUSSEN; Ed. Lechevalier, Paris, 178 p.
- FLOWERDEW, J.R., 1964 a
Genus Clethrionomys. In *The handbook of British mammals*. (Ed. G.B. CORBET et H.N. SOUTHERN). Blackwell sc. Publ., London, p. 173-184 (2è. éd. 1977).

- FLOWERDEW, J.R., 1964 b
Wood mouse. In G.B. CORBET et H.N. SOUTHERN, *The handbook of British mammals*. Blackwell sc. Publ., London, p. 206-217 (2è.éd. 1977).
- FOBERT, L., M. FOBERT et G. DE WAELE, 1972
Korte mededeling. Kerkuil. *De Wielewaal*, 38 : 54.
- FONS, R., 1970
Contribution à la connaissance de la musaraigne étrusque, *Suncus etruscus* (SAVI 1822), mammifère, *Soricidae*. *Vie Milieu*, 21: 209-218.
- FONS, R., 1974
Méthodes de capture et d'élevage de la pachyure étrusque, *Suncus etruscus* (SAVI, 1822) (*Insectivora, Soricidae*). *Z. f. Säugetierkde.*, 39 : 204-210.
- FONS, R., 1975 a
Premières données sur l'écologie de la pachyure étrusque, *Suncus etruscus* (SAVI, 1822) et comparaison avec deux autres *Crocidae* : *Crocidea russula* (HERMANN, 1780) et *Crocidea suaveolens* (PALLAS, 1811) (*Insectivora, Soricidae*). *Vie Milieu*, 25, sér. C : 315-360.
- FONS, R., 1975 b
Contribution à la connaissance de la musaraigne étrusque, *Suncus etruscus* (SAVI, 1822). Mammifère *Soricidae*. Thèse Doct. Univ. P. et M. Curie, Paris, 192 p.
- FONS, R. et R.M. LIBOIS, 1977
Présence du campagnol des neiges, *Microtus nivalis aquitanicus* MILLER, 1908 dans les collines du Roussillon. *Vie Milieu*, 27, sér. C : 279-282.
- FONS, R. et M.C. SAINT GIRONS, 1979
La pachyure étrusque, *Suncus etruscus* (SAVI, 1822) (Mammifères, Insectivores, *Soricidae*). *Doc. Atlas zoogéogr. Languedoc Roussillon*; n°7 Univ. P. Valéry, Montpellier.
- FONS, R., M.C. SAINT GIRONS et Y. VIAL, 1977
Liste commentée des mammifères de la Haute Loire. *Bull. Mus. nation. Hist. nat.*, 3è. sér., n° 459 : 673-690.
- FONS, R., R.M. LIBOIS et M.C. SAINT GIRONS, 1980
Les micromammifères dans le département des Pyrénées Orientales. Essai de répartition altitudinale en liaison avec les étages de végétation. *Vie Milieu*, 30 : 285-299.
- FORBES, J.E. et D.W. WARNER, 1974
Behaviour of a radio-tagged saw-whet owl. *Auk*, 91 : 783-795.
- FRANK, F., 1957
The causality of microtine cycles in Germany. *J. Wildl. Manage.*, 21 : 113-121.
- FRECHKOP, S., 1958
Faune de Belgique. Mammifères. Ed. Inst. roy. Sc. nat. Belg., Bruxelles, 545 p.
- GAISLER, J., 1983
The community of rodents and insectivores on the ridge of the Orlické Hory Mts. in the ten years' aspect. *Folia zool.*, 32 : 241-257.
- GAISLER, J., M. ZAPLETAL et V. HOLISOVA, 1967
Mammals of ricks in Czechoslovakia. *Acta sc. nat. Acad. sc. Bohemosl., Brno, N.S.*, 1 : 299-348.
- GAISLER, J., V. HOLAS et M. HOMOLKA, 1977
Ecology and reproduction of *Gliridae* (*Mammalia*) in Northern Moravia. *Folia zool.*, 26 : 213-228.
- GARSD, A. et W.E. HOWARD, 1981
A 19-year study of microtine population fluctuations using time-series analysis. *Ecology*, 62 : 930-937.
- GARSD, A. et W.E. HOWARD, 1982
Microtine population fluctuations : an ecosystem approach based on time-series analysis. *J. anim. Ecol.*, 51 : 225-234.
- GASPARD, C. et C. WONVILLE, 1970
Carte des régions agricoles. In *Atlas provisoire des insectes de Belgique*. Ed. J. LECLERCQ, Fac. Sc. agron. Gembloux, carte n° 101.
- GAUSSEN, H., 1972
Carte de végétation de la France. Feuille de Perpignan. (2è.éd.)
- GENDRON, R.P. et J.E.R. STADDON, 1983
Searching for cryptic prey : the effect of search rate. *Amer. Natur.*, 121 : 172-186.
- GENEST, H., 1970
Présence de *Microtus nivalis* dans le nord de l'Hérault (France). *Mammalia*, 34 : 724.
- GENOUD, M. et J. HAUSSEUR, 1979
Ecologie d'une population de *Crocidea russula* en milieu rural montagnard (*Insectivora, Soricidae*). *Terre Vie*, 33 : 539-554.
- GEROUDET, P., 1965
Les rapaces diurnes et nocturnes d'Europe. Ed. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, 426 p.
- GLEASON, H.A., 1922
On the relation between species and area. *Ecology*, 3 : 158-162.
- GLEASON, H.A., 1925
Species and area. *Ecology*, 6 : 66-74.
- GLIWICZ, J., 1981
Competitive interactions within a forest rodent community in central Poland. *Oikos*, 37 : 353-362.
- GLUE, D.E., 1967
Prey taken by barn owls in England and Wales. *Bird Study*, 14 : 169-183.
- GLUE, D.E., 1971
Avian predator pellet analysis and the mammalogist. *Mammal Rev.*, 1 : 53-62.

- GLUE, D.E., 1974
Food of the barn owl in Britain and Ireland. *Bird Study*, 21 : 200-210.
- GLUE, D.E., 1975
Harvest mice as barn owl prey in the British isles. *Mammal Rev.*, 5 : 9-12.
- GLUE, D.E., et J. NUTTALL, 1971
Adverse climatic conditions affecting the diet of a barn owl in Lancashire. *Bird Study*, 18 : 33-34.
- GLUTZ von BLOTZHEIM, U.N. et K.M. BAUER, 1980
Handbuch der Vögel Mitteleuropas : Strigiformes. Akad. Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, p. 235-276.
- GODET, R., 1951
Contribution à l'éthologie de la taupe, *Talpa europaea* L.
Bull. Soc. zool. France, 76 : 107-128.
- GODFREY, G.K., 1978
The ecological distribution of shrews (*Crocidura suaveolens* and *Sorex arveta*) in Jersey.
J. Zool., Lond., 185 : 266-270.
- GODIN, J., 1975
Données sur le régime alimentaire de la chouette effraie (*Tyto alba*) en Belgique et dans le nord de la France.
Aves, 12 : 105-126.
- GORMAN, M., 1979
Island ecology. Chapman et Hall, London, 79p.
- GORNER, M., 1973
Ergebnisse von Gewöllanalysen der Schleiereule (*Tyto alba*) im südhüringischen Grabfeld. *Hercynia*, 10 : 127-142.
- GORNER, M., 1977
Weitere Nachweise der Sumpfspitzmaus (*Neomys anomalus*), der Gartenspitzmaus (*Crocidura suaveolens*) und der kleinäugigen Wühlmaus (*Pitymys subterraneus*) im Süden der DDR. *Faun. Abh. (Dresden)*, 6 : 219-224.
- GORNER, M., 1979
Zur Verbreitung der Kleinsäuger im Südwesten der DDR auf der Grundlage von Gewöllanalysen der Schleiereule (*Tyto alba* (SCOP.)).
Zool. Jb. Syst., 106 : 429-470.
- GOSS-KUSTARD, J.D., 1977
Optimal foraging and the size selection of worms by redshank, *Tringa totanus*, in the field.
Anim. Behav., 25 : 10-29.
- GOSZCZYNSKI, J., 1977
Connections between predatory birds and mammals and their prey.
Acta theriol., 22 : 399-430.
- GRAINGER, J.P. et J.S. FAIRLEY, 1978
Studies on the biology of the pigmy shrew, *Sorex minutus*, in the west of Ireland.
J. Zool., Lond., 186 : 109-141.
- GRANT, P.R., 1972
Interspecific competition among rodents.
Ann. Rev. Ecol. Syst., 3 : 79-106.
- GRIFFITHS, D., 1975
Prey availability and the food of predators.
Ecology, 56 : 1209-1214.
- GRULICH, I., 1980
Savci a zemni stavby v kulturocenzach.
Questiones geobiol., 24-25 : 1-204.
- GRUMMT, W., 1960
Zur Biologie und Ökologie der kleinäugigen Wühlmaus, *Pitymys subterraneus* de SELYS LONGCHAMPS. *Zool. Anz.*, 165 : 129-144.
- GUERIN, G., 1928
L'effraie commune en Vendée.
Ed. Lechevalier, Paris, 156 p.
- 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).
Zool. Zhur., 31 : 471-473.
- HAILA, Y., 1982
Hypothetico-deductivism and the competition controversy in ecology.
Ann. Zool. Fennici, 19 : 255-263.
- HAINARD, R., 1961
Mammifères sauvages d'Europe. I. Insectivores, chiroptères, carnivores. Ed. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, 320 p.
- HAINARD, R., 1962
Mammifères sauvages d'Europe. II. Pinnipèdes, ongulés, rongeurs, cétacés. Ed. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, 352 p.
- HALLET, C., 1984
*Eco-éthologie de la prédation chez le martin-pêcheur, *Alcedo atthis**.
Thèse Doc. Sc. zool., Fac. univ. Namur (en prép.)
- HALLETT, J.G. et S.L. PIMM, 1979
Direct estimation of competition.
Amer. Natur., 113 : 593-600.
- HALLETT, J.G., M.A. O'CONNELL et R.L. HONEYCUTT, 1983
Competition and habitat selection : test of a theory using small mammals.
Oikos, 40 : 175-181.
- HAMAR, A. et M. KOVACS, 1964
Neue Daten über die Gattung *Neomys* KAUP, 1829 in der rumänischen Volksrepublik.
Acta theriol., 9 : 377-380.
- HAMAR, M., G. SUTEU, M. SUTOVA et A. TUTA, 1970
Determination of the structure and use of underground galleries of *Arvicola terrestris* SHAW and *Pitymys subterraneus* de SELYS-L. by ⁶⁰Co labelling.
E. P. P. O. Publ., sér. A, 58 : 129-135.
- HAMILTON, K.L. et R.L. NEILL, 1981
Food habits and bioenergetics of a pair of barn owls and owlets.
Amer. Midl. Natur., 106 : 1-9.

- HANNEY, P., 1952
Observations on the food of the barn owl (*Tyto alba*) in southern Nyasaland, with a method of ascertaining population dynamics of rodent prey.
Ann. Mag. nat. Hist., sér. 13, 6 : 305-313.
- HANNOTIAUX, G. (Ed.)
Carte des sols de la Belgique.
Ed. Centre cartographie des sols Belg. méridionale, Fac. Sc. agron., Gembloux.
- HANSSON, L., 1977
Spatial dynamics of field voles, *M. agrestis*, in heterogeneous landscapes.
Oikos, 29 : 539-544.
- HANSSON, L., 1978
Small mammal abundance in relation to environmental variables in tree swedish forest phases. *Stud. forest. suec.*, 147 : 1-40.
- HANSSON, L., 1983
Competition between rodents in successional stages of taiga forest : *Microtus agrestis* vs *Clethrionomys glareolus*.
Oikos, 40 : 258-266.
- HARDY, A. R., 1977
Hunting ranges and feeding ecology of owls in farmland. Ph.D. Thesis, Univ. Aberdeen, 317 p.
- HARRIS, S., 1979 a
The secret life of the harvest mouse.
Ed. Hamlyn, London, 76 p.
- HARRIS, S., 1979 b
History, distribution, status and habitat requirements of the harvest mouse (*Micromys minutus*) in Britain. *Mammal Rev.*, 9 : 159-171.
- HASQUIN, H., 1980 (éd.)
Communes de Belgique. Dictionnaire d'histoire et de géographie administrative. Ed. Crédit communal Belg., Bruxelles, 4 vol., 3075 p.
- HAUSSER, J., 1978
Répartition en Suisse et en France de *Sorex araneus* L., 1758 et de *Sorex coronatus* MILLET, 1828 (*Mammalia, Insectivora*).
Mammalia, 42 : 327-341.
- HAUSSER, J. et D. JAMMOT, 1974
Etude biométrique des mâchoires chez les *Sorex* du groupe *araneus* en Europe continentale (*Mammalia, Insectivora*).
Mammalia, 38 : 324-343.
- HEIKURA, K., 1977
Effects of climatic factors on the field vole, *Microtus agrestis*. *Oikos*, 29 : 607-615.
- HEIM de BALSAC, H., 1965
Quelques enseignements 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. et F. de BEAUFORT, 1966
Régime alimentaire de l'effraie dans le Bas-Dauphiné. Applications à l'étude des Vertébrés. *Alauda*, 34 : 309-324.
- HELVIG, J. T. et K. A. COUNCIL, 1979 (éd.)
SAS user's guide.
Ed. SAS Inst. inc., Cary, 494 p.
- HENRY, C., 1982
Caractéristiques du régime alimentaire de la chouette effraie (*Tyto alba*) dans une région naturelle du centre de la France : la Grande Sologne. *Terre Vie*, 36 : 421-433.
- HENTTONEN, H., A. KAIKUSALO, J. TAST et J. VIITALA, 1977
Interspecific competition between small rodents in subarctic and boreal ecosystems.
Oikos, 29 : 581-590.
- HERRENSCHMIDT, V., 1978
Contribution à la connaissance des micromammifères de la réserve naturelle de la Massane. Publ. Labo. ARAGO, Banyuls/mer, 40 p.
- HERRENSCHMIDT, V., 1984
Aspects de la dynamique spatiotemporelle des relations prédateurs-proies en milieu forestier. Thèse 3e. cycle, Univ. Paris VI. (non publié).
- HERRERA, C. M., 1974 a
Régimen alimenticio de *Tyto alba* en Espana sudoccidental.
Ardeola, 19 : 359-394.
- HERRERA, C. M., 1974 b
Trophic diversity of the barn owl, *Tyto alba*, in continental western Europe.
Ornis scand., 5 : 181-191.
- HESPENHEIDE, M. A., 1974
Prey characteristics and predator niche width. In *Ecology and evolution of communities*. Ed. M. L. CODY et J. M. DIAMOND, Harvard Univ. Press.
- HOFFMEYER, I., 1973
Interaction and habitat selection in the mice *Apodemus flavicollis* and *Apodemus sylvaticus*. *Oikos*, 24 : 108-116.
- HOLBROOK, S. J., 1979
Habitat utilization, competitive interactions and coexistence of three species of cricetine rodents in east-central Arizona. *Ecology*, 60 : 758-769.
- HOLISOVA, V., 1965
The food of *Pitymys subterraneus* and *P. taticus* (*Rodentia, Microtidae*) in the mountain zone of the Sorbeto-Picetum. *Zool. Listy*, 14 : 15-28.
- HONER, M. R., 1963
Observations on the barn owl (*Tyto alba guttata*) in the Netherlands in relation to its ecology and population fluctuations. *Ardea*, 51 : 158-195.

- HOSKING, E.J. et C.M. NEWBERRY, 1945
Birds of the night. Collins, London, 128 p.
- HUBEAU, P., 1981
 Van het pluizenfront. *Eliomys*, 6 : 28-30.
- HUGHES, R.N., 1979
 Optimal diets under the energy maximization premise : the effects of recognition time and learning.
Amer. Nat., 113 : 209-221.
- HURLBERT, S.H., 1978
 The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology*, 59 : 67-77.
- HUSSON, A.M., 1949
 Gewähr-Analysen und der Verbreitung der Kleinsäuger von Luxemburg.
Bull. Ligue lux. Prot. Ois., 28 : 187-190.
- HUSSON, A.M., 1962
 Het determineren van schedelresten van zoogdieren in braakballen van uilen.
Zool. Bijdr., Rijksmus. natuurl. Hist., Leiden n° 5 : 63 p.
- HUTCHINSON, G.E., 1978
An introduction to population ecology. Yale Univ. Press, New Haven and London, 260 p.
- INAGAKI, H., 1967
 Mise au point de la loi de Motomura et essai d'une écologie évolutive.
Vie Milieu, 18, sér. B : 153-166.
- JACKEL, A.J., 1891
Systematische Übersicht der Vögel Bayerns. München und Leipzig, p. 54-61 (*Strix flammea*).
- JACQUET, A., 1975
 Bref aperçu sur le régime alimentaire de la chouette hulotte (*Strix aluco*), de la chouette effraie (*Tyto alba*) et du hibou moyen duc (*Asio otus*).
Flle. Contact AVES, janvier 1975
- JAEGER, R.G. et A.M. RUBIN, 1982
 Foraging tactics of a terrestrial salamander judging prey profitability.
J. anim. Ecol., 51 : 167-176.
- JANEAU, G., 1980
 Répartition écologique des micromammifères dans l'étage alpin de la région de Briançon.
Mammalia, 44 : 1-25.
- JEANNET, M., 1979
 Les rongeurs et l'environnement au mont des Espéluques (Lourdes, Hautes Pyrénées).
Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse, 115 : 53-64.
- JEANNET, M., 1981
 Les rongeurs du gisement acheuléen d'Orgnac 3 (Ardèche). Essai de paléécologie et de chronostratigraphie.
Bull. Soc. linn. Lyon, 50 : 49-71.
- JENKINS, P.D., 1964
Genus Neomys. In CORBET, G.B. et H.N. SOUTHERN, *the handbook of British mammals*. Blackwell sc. publ., London, p. 57-61 (2è. éd. 1977).
- JOLEAUD, L., 1926
 Les mammifères, histoire du peuplement de la Corse. *Ball. Soc. Sc. hist. nat. Corse*, 45 : 35-107.
- KAHMANN, H., 1950
 Lebensbild der Kurzohrmaus in den Alpen.
Natur und Volk, 80 : 71-77.
- KAHMANN, H. et H. ALTNER, 1956
 Die Wimperspitzmaus, *Suncus etruscus* (SAVI, 1822) auf der Insel Korsika und ihre circummediterrane Verbreitung. *Säugetierkd. Mitt.*, 4 : 72-81.
- KAHMANN, H. et A. BROTZLER, 1956
 Die Ernährung der Schleiereule (*Tyto alba*) und das Bild der Verbreitung kleiner Säugetiere auf der Insel Korsika.
Biol. Zbl., 75 : 67-83.
- KAHMANN, H. et J. EINLECHNER, 1959
 Bionomische Untersuchungen an der Spitzmaus (*Crocidura*) der Insel Sardinien.
Zool. Anz., 162 : 63-83.
- KAHMANN, H. et P. GÖRNER, 1956
 Les chiroptères de Corse.
Mammalia, 20 : 334-389.
- KAHMANN, H. et B. HAEDRICH, 1957 a
Rattus norvegicus ERXLEBEN, 1777 auf der Insel Korsika. *Mammalia*, 21 : 50-52.
- KAHMANN, H. et B. HAEDRICH, 1957 b
 Eine Untersuchung an *Rattus rattus* L. 1758 (*Mammalia, Rodentia*) auf der Insel Korsika.
Zool. Anz., 158 : 233-257.
- KAHMANN, H. et E. KAHMANN, 1954
 La musaraigne de Corse. *Mammalia*, 18 : 129-158.
- KAHMANN, H. et O. VON FRISCH, 1955
 Die Schlafmäuse (*Glirinae*) auf der Insel Korsika. *Zool. Anz.*, 155 : 11-20.
- KAUFMAN, D.W., 1974 a
 Differential owl predation on white and agouti *Mus musculus*. *Auk*, 91 : 145-150.
- KAUFMAN, D.W., 1974 b
 Differential predation on active and inactive prey by owls. *Auk*, 91 : 172-173.
- KHAMAGANOV, S.A., 1972
 Distribution of the common rat in the Far East.
Fauna i Ekologiya Gruzanov, 11 : 149-156.
- KING, C.M., 1980
 The weasel, *Mustela nivalis*, and its prey in an English woodland. *J. anim. Ecol.*, 49 : 127-159.
- KMINIAK, M., 1968
 Beitrag zur Erkenntnis der Ökologie der Art *Microtus minutus* PALLAS, 1771 im westlichen Teil der Reservation Jursky Sur bei Bratislava.
Zool. Listy, 17 : 127-139.

- KNUDSEN, E.I. et M.KONISHI, 1979
Mechanisms of sound localization in the barn owl (*Tyto alba*).
Comp. Physiol., 133 : 13-21.
- KORSCHGEN, L.J. et H.B. STUART, 1972
Twenty years of avian predator small mammal relationships in Missouri.
J. Wildl. Manag., 36 : 269-282.
- KRAFT, R. et G. PLEYER, 1978
On feeding behaviour of the european water shrew, *Neomys fodiens*, at fish ponds. *Z. f. Säugetierkde.*, 43 : 321-330.
- KREBS, J.R., 1978
Optimal foraging : decision rules for predators. In *Behavioral ecology : an evolutionary approach*. J.R.KREBS et N. B. DAVIES éd., Blackwell sc. Publ., Oxford, p. 23-63.
- KREBS, J.R., J.T. ERICHSEN, M.I. WEBER et E.L. CHARNOV, 1977
Optimal prey selection in the great tit (*Parus major*). *Anim. Behav.*, 25 : 30-38.
- LAINE, K. et H. HENTTONEN, 1983
The role of plant production in microtine cycles in northern Fennoscandia.
Oikos, 40 : 407-418.
- LAMEERE, A., 1895
Manuel de la faune de Belgique. I.
Ed. Lamertin, Bruxelles.
- LATASTE, F., 1883
Etude zoologique des pelotes de rapaces.
(Cité par G. GUERIN, 1928).
- LAUKENS, L., 1968
Korte mededeling. Kerkuil.
De Wielewaal, 34 : 80.
- LAWRENCE, E.S. et J.A. ALLEN, 1983
On the term 'search image'.
Oikos, 40 : 313-314.
- LEBART, L., A. MORINEAU et N. TABARD, 1977
Techniques de la description statistique.
Ed. Dunod, Paris, 351 p.
- LECLERCQ, A., 1971
La végétation forestière naturelle de Belgique. In *Atlas provisoire des insectes de Belgique*. Ed. J. LECLERCQ, Fac. Sc. agron., Gembloux, carte n° 302.
- LEGENRE, L. et P. LEGENRE, 1979
Ecologie numérique. Ed. Masson, Paris.
Vol. 1 : *Le traitement multiple des données écologiques*, 197 p.
Vol. 2 : *La structure des données écologiques*, 247 p.
- LE LOUARN, H., F. SPITZ et B. DASSONVILLE, 1970
Répartition écologique des rongeurs dans les forêts de la région de Briançon (Hautes Alpes).
Ann. Zool. Ecol. anim., 2 : 427-432.
- LEURQUIN, J., 1975
Proies de chouettes effraies (*Tyto alba*) en milieux suburbain et rural.
Aves, 12 : 127-129.
- LEVIN, S.A., 1976
Population dynamic models in heterogeneous environments.
Ann. Rev. Ecol. Syst., 7 : 287-310.
- LEVINS, R., 1968
Evolution in changing environments.
Princeton Univ. Press, Princeton, New Jersey, 120 p.
- LIBOIS, R.M., 1975 a
La détermination des petits mammifères belges (chiroptères exceptés) en main et d'après les restes crâniens présents dans les pelotes de réjection de rapaces.
Natural. belg., 56 : 165-198.
- LIBOIS, R.M., 1975 b
Répartition des micromammifères dans l'est de la Belgique. In *Problèmes liés à l'étude et à la gestion de la faune des Hautes Fagnes et de la Haute Ardenne*. Ed. J.C. RUIWET, Univ. Lg., Liège, p. 147-165.
- LIBOIS, R.M., 1975 c
Contribution à l'étude des micromammifères du plateau des Hautes Fagnes. Mém. Lic. Sc. zool., Univ. Liège, 117 p. (non publié).
- LIBOIS, R.M., 1977 a
Contribution à l'étude du régime alimentaire de la chouette chevêche (*Athene noctua*) en Belgique. *Aves*, 14 : 165-177.
- LIBOIS, R.M., 1977 b
Note sur la répartition des *Gliridae* en Belgique. *Natural. belg.*, 58 : 260-265.
- LIBOIS, R.M., 1977 c
Etude des mammifères et réserves naturelles.
Bull. Rés. nat. ornith. Belg., 25 : 24-29.
- LIBOIS, R.M., 1979 a
Discrimination des crânes du campagnol des champs, *Microtus arvalis* (PALLAS) et du campagnol souterrain, *Pitymys subterraneus* (de SELYS LONGCHAMPS) en l'absence de mandibule. *Mammalia*, 43 : 99-112.
- LIBOIS, R.M., 1979 b
Les mammifères d'une commune rurale du sillon mosan : Landenne.
Natural. belg., 60 : 224-233.
- LIBOIS, R.M., 1980
Répartition et milieu naturel du muscardin, *Muscardinus avellanarius*, en Belgique. Premiers résultats. *Ciconia*, 4 : 43-51.
- LIBOIS, R.M., 1982
Atlas provisoire des mammifères sauvages de Wallonie. Distribution, écologie, éthologie, conservation. I ère. partie.
Cahiers Ethol. appl., 2, suppl. 1-2, 207 p.

- LIBOIS, R.M., 1983
Découverte récente de *Nyctalus leisleri* en Corse. *Mammalia*, 47 : 425-426.
- LIBOIS, R.M. et R. ROSOUX, 1982
Le hamster commun (*Cricetus cricetus* L.) en Belgique. Statut actuel et ancien des populations. *Ann.Soc.roy.zool.Belg.*, 112 : 227-236.
- LIBOIS, R.M. et M. VRANKEN, 1981
Myotis bechsteini en Corse. *Mammalia*, 45 : 380-381.
- LIBOIS, R.M., D.BORDENAVE et R.FONS, 1983
Biométrie crânienne du mulot de Corse : contribution à une étude taxonomique. *Comm.Coll.intern.Vertébrés terr.dalcc. Iles méditerr.* Evisa (Corse), 10-16 oct.
- LIBOIS, R.M., R.FONS et M.C.SAINT GIRONS, 1983
Le régime alimentaire de la chouette effraie, *Tyto alba*, dans les Pyrénées Orientales. Etude des variations éco-géographiques. *Terre Vie*, 37 : 187-217.
- LIBOIS, R.M., J.C. PHILIPPART, R.ROSOUX et M.VRANKEN, 1982
Quel avenir pour la loutre en Belgique ? *Cahiers Ethol.appl.*, 2 : 1-15.
- LOPEZ-FUSTER, M.J., V.SANS-COMA, I.VESMANIS et R.FONS, 1979
Sobre el musgano enano, *Suncus etruscus* (SAVI, 1822) en Catalunya (*Mammalia*, *Insectivora*). *Misc.zool.*, 5 : 109-124.
- LOVARI, S., A.RENZONI et R.FONDI, 1976
The predatory habits of the barn owl (*Tyto alba* (SCOPOLI)) in relation to the vegetation cover. *Boll.Zool.*, 43 : 173-191.
- MAC ARTHUR, R. et E.R. PIANKA, 1966
On the optimal use of a patchy environment. *Amer.Natur.*, 100 : 603-609.
- MADON, P., 1933
Les rapaces d'Europe, leur régime, leurs relations avec l'agriculture et la chasse. Ed. Barthélemy-Bouchet, Toulon, 292 p.
- MADUREIRA, M.L. et C.M.P. MAGALHAES, 1980
Small mammals of Portugal. *Arq.Museu Bocage*, 2è.sér., 7 : 179-214.
- MANN, C.S., 1976
Etude du cycle annuel, de la démographie, de l'écologie et du comportement vis à vis de l'espace du lérot, *Eliomys quercinus*, dans le Briançonnais. Thèse 3è.cycle Univ. Paris VI, 124 p. (non publié).
- MARTI, C.D., 1973 a
Ten years of barn owl prey data from a Colorado nest site. *Wilson Bull.*, 85 : 85-86.
- MARTI, C.D., 1973 b
Food consumption and pellet formation rates in four owl species. *Wilson Bull.*, 85 : 178-181.
- MARTIN, J. et J.R. VERICAD, 1977
Datos sobre la alimentación de la lechuza (*Tyto alba*) en Valencia. *Mediterranea*, 2 : 35-47.
- MARTINET, L. et F.SPITZ, 1971
Variations saisonnières de la croissance et de la mortalité du campagnol des champs, *Microtus arvalis*. Rôle du photopériodisme et de la végétation sur ces variations. *Mammalia*, 35 : 38-84.
- MARZ, R., 1962
Von Ruppungen und Gewöllen. Neue Brehm Bücherei, Lutherstadt, Heft 101, 56 p.
- MASSA, B. et M. SARA, 1982
Dieta comparata del barbagianni (*Tyto alba* (SCOPOLI)) in ambienti boschivi, rurali e suburbani della Sicilia. *Natural.scil.*, sér.4, 6 / 3-15.
- MASURAT, H., 1980
Beobachtungen zur Brutbiologie der Schleiereule (*Tyto alba*). *Vogelwelt*, 101 : 175-182.
- MAZDZER, E., M.R.CAPONE et L.R.DRICKAMER, 1976
Conspecific odors and trappability of deer mice (*Peromyscus leucopus noveboracensis*). *J. Mammal.*, 57 : 607-609.
- MAZURKIEWICZ, M. et E. RAJSKA-JURGIEL, 1978
Size and structure of rodent community of various forest stand types. *Bull.Acad.pol.Sc. (Sér. Sc.biol.)*, 26 : 669-678.
- M'CLOSKEY, R.T., 1976
Community structure in sympatric rodents. *Ecology*, 57 : 728-739.
- M'CLOSKEY, R.T., 1980
Spatial patterns in size of seeds collected by four species of heteromyid rodents. *Ecology*, 61 : 486 - 489.
- MEAD-BRIGGS, A.R., 1964
Family *Talpidae*. In G.B. CORBET et H.N. SOUTHERN, *the handbook of British mammals*. Blackwell sc.Publ., London, p. 34-45 (2è éd. 1977).
- MELLANBY, K., 1966
Mole activity in woodlands, fens and other habitats. *J.Zool., Lond.*, 149 : 35-41.

- MENGE, B.A. et J.P. SUTHERLAND, 1976
Species diversity gradients : synthesis of the roles of predation, competition and temporal heterogeneity.
Amer. Natur., 110 : 351-369.
- MEYLAN, A., 1967
Les petits mammifères terrestres du Valais central (Suisse).
Mammalia, 31 : 225-245.
- MEYLAN, A., 1981
Bilan de quelques années de recherches fondamentales et appliquées sur le campagnol terrestre, *Arvicola terrestris scherzeri* (SHAW).
Défense des Végétaux, 208 : 143-154.
- MILLER, G.S., 1907
Catalogue of the mammals of western Europe.
British Museum, London, 1019 p.
- MILLER, R.S., 1964
Ecology and distribution of pocket gophers (*Geomysidae*) in Colorado.
Ecology, 45 : 256-272.
- MILNER, C. et D.F. BALL, 1970
Factors affecting the distribution of the mole (*Talpa europaea*) in Snowdonia, North Wales. *J. Zool., Lond.*, 162 : 61-69.
- MISONNE, X. et R. ASSELBERG, 1972
Neomys anomalus en Belgique.
Mammalia, 36 : 166.
- MOCCI-DEMARTIS, A., 1981
Le régime alimentaire de la chouette effraie (*Tyto alba*) en Sardaigne
In *Rapaces méditerranéens*, G. CHEYLAN et J.C. THIBAUT, CROP, Aix en Provence, p. 130-133.
- MONTGOMERY, W.I., 1978
Intra- and interspecific interactions of *Apodemus sylvaticus* (L.) and *A. flavicollis* (MELCHIOR) under laboratory conditions.
Anim. Behav., 26 : 1247-1254.
- MOOK, J.H., L.J. MOOK et H.S. HEIKENS, 1960
Further evidence for the role of 'searching images' in the hunting behaviour of titmice.
Arch. néerl. Zool., 13 : 448-465.
- MOREL, J. et A. MEYLAN, 1970
Une pullulation de campagnols terrestres (*Arvicola terrestris* L.) (*Mammalia, Rodentia*).
Rev. suisse Zool., 77 : 705-712.
- MORRIS, P., 1979
Rats in the diet of the barn owl (*Tyto alba*).
J. Zool., Lond., 189 : 540-545.
- MUELLER, H.C., 1974
Factors influencing prey selection in the american kestrel. *Auk*, 91 : 705-721.
- MULDER, J.L., 1979
Verspreiding en habitatkeuze van kleine zoogdieren in Drenthe en Oost-Groningen.
Lutra, 21 : 1-23.
- MÜLLER, Y., 1983
L'écologie des oiseaux forestiers : recherches dans les Vosges du Nord.
Comm. Coll. intern. AVES : Avifaune forestière. Bruxelles, 15-16 oct. 1983
- MURDOCH, W.W. et J.R. MARKS, 1973
Predation by coccinellid beetles : experiments on switching.
Ecology, 54 : 160-167.
- MURDOCH, W.W., S. AVERY et M.E.B. SMYTH, 1975
Switching in predatory fish.
Ecology, 56 : 1094-1105.
- MYLLYMÄKI, A., 1977 a
Demographic mechanisms in the fluctuating populations of the field vole, *Microtus agrestis*. *Oikos*, 29 : 468-463.
- MYLLYMÄKI, A., 1977 b
Interactions between the field vole, *Microtus agrestis*, and its microtine competitors in central scandinavian populations. *Oikos*, 29 : 570-580.
- MYLLYMÄKI, A., 1979
Importance of small mammals as pests in agriculture and stored products. In *Ecology of small mammals*, D.M. STODDART éd., Chapman et Hall, London, p. 239-279.
- MYS, B., 1978
Een vangstexperiment op kleine zoogdieren in de omgeving van het kluisbos (Kluisbergen, Oost-Vlaanderen).
Wielteje, 9 : 1-100.
- NEILL, W.E., 1974
The community matrix and interdependence of the competition coefficients.
Amer. Natur., 108 : 399-408.
- NICHOLLS, T.H. et D.W. WARNER, 1972
Barred owl habitat use as determined by radiotelemetry.
J. Wildl. Manage., 36 : 213-224.
- NICOLAU-GUILLAUMET, P., 1974
Coup d'oeil sur le peuplement mammalien des îles d'Houat et Hoedic (Morbihan).
Mammalia, 38 : 147-149.
- NIETHAMMER, J., 1956
Analyse von Eulengewöllen aus der bonner Umgebung. *Decheniana*, 109 : 128-129.
- NIETHAMMER, J., 1960
Über neue Gewöllinhalte rheinischer Schleiereule (*Tyto alba*).
Decheniana, 113 : 99-111.
- NIETHAMMER, J., 1970
Über Kleinsauger aus Portugal.
Bonn. zool. Beitr., 21 : 89-118.
- NIETHAMMER, J., 1978
Weitere Beobachtungen über syntope Wasser-spitzmäuse der Arten *Neomys fodiens* und *N. anomalus*. *Z. f. Säugetierkde.*, 43 : 313-321.

- NOLL, H., 1955
Untersuchungen über die Nahrung der Schleiereule im Jahresverlauf.
Ornith. Beobachter, 52 : 82-91.
- OBERTANIEC, J., 1979
Występowanie zresorka mniejszego, *Neomys anomalus* CABRERA, 1907 (Insectivora) na Pomorzu.
Przeł. Zool., 23 : 172-173.
- ORTEL, R. et V. HOLISOVA, 1980
The food eaten by *Apodemus flavicollis* in a spruce monoculture.
Folia zool., 29 : 21-32.
- ORSINI, P., 1979
Note sur les souris de Provence.
Ann. Soc. Sc. nat. arch. Toulon et Var, 31 : 168-173.
- ORSINI, P., 1982
Facteurs régissant la répartition des souris en Europe : intérêt du modèle souris pour une approche des processus évolutifs. Thèse Doct. 3^e cycle, U.S.T.L. Montpellier, 134 p. (non publié).
- ORSINI, P. et G. CHEYLAN, 1983
Les rongeurs de Corse : modification de taille en relation avec l'isolement en milieu insulaire. *Comm. Coll. Intern. Vertébrés terr. dulcic. Iles méditerr.*, Evisa (Corse), 10-16 oct. 1983.
- OTTENI, L.C., E.G. BOLEN et C.W. COTTAM, 1972
Predator-prey relationships and reproduction of the barn owl in southern Texas.
Wilson Bull., 84 : 434-448.
- PAGE, G. et D.F. WHITACRE, 1975
Raptor predation on wintering shorebirds
Condor, 77 : 73-83.
- PAINE, R.T., 1966
Food web complexity and species diversity.
Amer. Natur., 100 : 65-75.
- PARENT, G.H., 1975
La migration récente, à caractère invasionnel, du chat sauvage, *Felis s. silvestris* SCHREBER, en Lorraine belge.
Mammalia, 39 : 251-288.
- PARMENTIER, J. et L. CLAUS, 1976
Kerkuil braakballen. *Eliomys*, 1 : 9.
- PELIKAN, J. et J. NESVADBODA, 1979
Small mammal communities in farms and surrounding fields.
Folia zool., 28 : 209-217.
- PELIKAN, J., J. ZEJDA et V. HOLISOVA, 1977
Efficiency of different traps in catching small mammals. *Folia zool.*, 26 : 1-13.
- PERCO, D. et F. PERCO, 1976
I Rapaci. *Conoscerli e proteggerli*. Ed. Centro diff. encicl., Udine, 139 p.
- PERNETTA, J.C., 1976 a
Diets of the shrews, *Sorex araneus* and *S. minutus* in Wytham grasslands.
J. anim. Ecol., 45 : 899-912.
- PERNETTA, J.C., 1976 b
A note on the predation of smooth newt, *Triturus vulgaris* by european water shrew, *Neomys fodiens bicolor*.
J. Zool., Lond., 179 : 215-216.
- PETIT, G. et H. LOMONT, 1958
Nouvelle pullulation de pèlobates dans la région de Canet (P.O.)
Vie Milieu, 9 : 131-132.
- PERTRAITIS, P.S., 1979
Likelihood measures of niche breadth and overlap. *Ecology*, 60 : 703-710.
- PETRETTI, F., 1977
Seasonal food habits of the barn owl (*Tyto alba*) in an area of central Italy.
Gerfaut, 67 : 225-233.
- PHILIPPART, J.C. et M. VRANKEN, 1981
Les poissons menacés de disparition en Wallonie (Synthèse). Rapport Min. Région wall. Eau, Envir., Vie rurale, Bruxelles, 225p.
- PHILLIPS, G.C. et K. EAST, 1961
The relative efficiency of some small mammal traps.
Proc. zool. Soc., Lond., 137 : 637-640.
- PIANKA, E.R., 1973
The structure of lizard communities.
Ann. Rev. Ecol. Syst., 4 : 53-74.
- POLLARD, E. et J. RELTON, 1970
Hedges V. A study of small mammals in hedges and cultivated fields.
J. appl. Ecol., 1 : 549-557.
- PONTIN, A.J., 1982
Competition and coexistence of species. Pitman adv. Publ. Progr., Boston, 102 p.
- PORTER, J.H. et R.D. DUESER, 1982
Niche overlap and competition in an insular small mammal fauna : a test of the niche overlap hypothesis. *Oikos*, 39 : 228-236.
- PRICAM, R. et G. ZELENKA, 1964
Le régime alimentaire de la chouette effraie, *Tyto alba* (SCOPOLI) sur la rive gauche du Léman (extrémité occidentale).
Alauda, 32 : 176-195.
- PRODON, R. et J.D. LEBRETON, 1981
Breeding avifauna of a mediterranean succession : the holm oak and cork oak series in the Eastern Pyrenees. 1. Analysis and modelling of the structure gradient.
Oikos, 37 : 21-38.
- PULLIAM, H.R., 1974
On the theory of optimal diets.
Amer. Natur., 108 : 59-74.

- RACZYNSKI, J. et A. RUPRECHT, 1974
The effect of digestion on the osteological composition of owl pellets.
Acta ornith., 14 : 25-38.
- RAW, F., 1966
The soil fauna as a food source for moles.
J.Zool., Lond., 149 : 50-54.
- RAYNAUD, A. et H. HEIM de BALSAC, 1940
Contribution à l'étude des micromammifères de la Corse et description d'une nouvelle espèce de crocédure insulaire : *Crocédura corsicana*. *Bull.Soc.zool.France*, 65 : 216-232.
- RICHTER, H., 1963
Zur Verbreitung der Wimperspitzmäuse (*Crocédura* WAGLER, 1832) in Mitteleuropa.
Zool.Abh. (Dresden), 26 : 219-242.
- ITTER, F. et M. GÖRNER, 1977
Untersuchungen über die Beziehung zwischen Fütterungsaktivität und Beutetierzahl bei der Schleiereule. *Falke*, 24 : 344-348.
- ROGGEMAN, W., 1964
Bijdrage tot de zoögeografie der micro-mammalia van België gesteund op braakballenanalyse. Licentiaatsverh., R.Univ. Gent.
- ROSENZWEIG, M.L. et J. WINAKUR, 1969
Population ecology of desert rodent communities : habitats and environmental complexity. *Ecology*, 50 : 558-572.
- ROTH, R.R., 1976
Spatial heterogeneity and bird species diversity. *Ecology*, 57 : 773-782.
- ROWE, F.P. et E.J. TAYLOR, 1964
The numbers of harvest mice (*Micromys minutus*) in corn ricks.
Proc.zool.Soc., Lond., 142 : 181-185.
- ROYAMA, T., 1970
Factors governing the hunting behaviour and selection of food by the great tit (*Parus major*). *J.anim.Ecol.*, 39 : 619-668.
- RUPRECHT, A., 1979
Food of the barn owl, *Tyto alba guttata*, from Kujawy. *Acta ornith.*, 16 : 493-511.
- RUSCH, D.H., E.C. MESLOW, P.D. DOERR et L.B. KEITH, 1972
Response of great horned owl populations to changing prey densities.
J.Wildl.Manage., 36 : 282-296.
- RUWET, J.C., 1959 a
Esquisse écologique des oiseaux nicheurs de Genk - Limbourg.
Gerfaut, 49 : 137-162.
- RUWET, J.C., 1959 b
Aspects du problème du cantonnement chez des oiseaux de la réserve de Genk.
Gerfaut, 49 : 163-203.
- RYBAR, P., 1969
Die Zweifarbige Fledermaus (*Vespertilio murinus* L.) und andere kleine Wirbeltiere in der Nahrung der Schleiereule (*Tyto alba guttata* BREHM) in Castolovice (Ostböhmen).
Zool.Listy, 8 : 239-246.
- SAGE, B.L., 1962
Barn owls catching sparrows at roost.
British Birds, 55 : 237-238.
- SAINT GIRONS, M.C., 1957
Les mammifères des Pyrénées Orientales. I. Observations sur quelques mammifères recueillis dans la région de Banyuls et plus particulièrement le mulot, *Apodemus flavicollis*.
Vie Milieu, 8 : 287-296.
- SAINT GIRONS, M.C., 1958
Les mammifères des Pyrénées Orientales. II. Notes sur quelques mammifères provenant du massif du Carlit.
Vie Milieu, 9 : 133-134.
- SAINT GIRONS, M.C., 1964
Comparaison entre le régime du poussin et celui de l'adulte chez *Tyto alba*.
Ols.Rev.Franç.Ornith., 34 : 204-209.
- SAINT GIRONS, M.C., 1965
Notes sur les mammifères de France. IV. Prélèvements exercés sur des populations de petits mammifères par la chouette effraie (*Tyto alba* (SCOP.)) (région de Lyon).
Mammalia, 29 : 42-53.
- SAINT GIRONS, M.C., 1966
Etude du genre *Apodemus* KAUP, 1829, en France.
Mammalia, 30 : 547-600.
- SAINT GIRONS, M.C., 1967
Etude du genre *Apodemus* KAUP, 1829, en France.
Mammalia, 31 : 55-100.
- 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., 1972
La reconnaissance des proies contenues dans les pelotes de rapaces en France, Belgique, Pays-Bas et Luxembourg. *Overdruk Publ.natuurh.Genootsch.Limburg*, Reeks 22 (1-4):25p.
- SAINT GIRONS, M.C., 1973 a
Les mammifères de France et du Benelux.
Ed. Doin, Paris, 481 p.
- 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., 1973 c
L'âge des micromammifères dans le régime de deux rapaces nocturnes : *Tyto alba* et *Asio otus*.
Mammalia, 37 : 439-456.

- SAINT GIRONS, M.C., 1977
L'île d'Aix. Les Mammifères.
Ann. Soc. Sc. nat. Charente Maritime,
suppl. janvier 1977 : 189-193.
- SAINT GIRONS, M.C., 1980
Les peuplements de micromammifères
de Charente Maritime.
Ecol. marais charent., 2 : 104-115.
- SAINT GIRONS, M.C., 1981
Notes sur les mammifères de France. XVI.
Le rat des moissons, *Micromys minutus*,
et le développement des cultures de
maïs. *Mammalia*, 45 : 493-496.
- SAINT GIRONS, M.C. et J.C. BEAUCOURNU, 1970
Notes sur les mammifères de France. X.
Le campagnol roussâtre de Belle-Ile
(Morbihan), *Clethrionomys glareolus insu-*
laebellae HEIM de BALSAC, 1940. Comparai-
son avec une population continentale
proche, *Clethrionomys g. glareolus*
(SCHREBER, 1780), de Puceul, Loire Atlantique.
Mammalia, 34 : 617-621.
- SAINT GIRONS, M.C. et R. FONS, 1976
Liste des micromammifères observés autour
de la station d'écologie pyrénéenne des
Bouillouses (Massif du Carlit).
Vie Milieu, 26 sér. C : 283-286.
- SAINT GIRONS, M.C. et C. MARTIN, 1973
Adaptation du régime de quelques rapaces
nocturnes au paysage rural. Les proies
de l'effraie et du moyen-duc dans le départe-
ment de la Somme. *Bull. Ecol.*, 4 : 95-120.
- SAINT GIRONS, M.C. et F. SPITZ, 1966
A propos de l'étude des micromammifères par
l'analyse des pelotes de rapaces. Intérêt
et limites de la méthode.
Terre Vie, 20 : 3-18.
- SAINT GIRONS, M.C. et P. THOUY, 1978
Fluctuations dans les populations de souris,
Mus spretus LATASTE, 1883, en région
méditerranéenne. *Bull. Ecol.*, 9 : 211-218.
- SAINT GIRONS, M.C. et P. J. H. VAN BREE, 1964
Notes sur les mammifères en provenance des
Pyrénées Orientales. IV. Liste préliminaire
des mammifères du massif du Carlit.
Vie Milieu, 15 : 475-485.
- SAINT GIRONS, M.C. et J. P. VESCO, 1974
Note sur les mammifères de France. XIII.
Répartition et densité des petits mammifères
dans le couloir séquan-rhodanien.
Mammalia, 38 : 244-264.
- SAINT GIRONS, M.C., R. FONS et P. NICOLAU-
GUILLAUMET, 1979
Caractères distinctifs de *Crocidura russula*,
Crocidura leucodon et *Crocidura suaveolens*
en France continentale.
Mammalia, 43 : 511-518.
- SALOTTI, M., 1980.
La nutrition. In *Aspects de l'avifaune en
Corse*. Ed. C.R.D.P. Corse, Ajaccio, p. 2-11.
- SALOTTI, M., 1983
*Atlante regionale di i mammiferi salvatici
di Corsica*. Soc. Et. Prot. Mammif. France,
Corti, 77 p. (éd. provisoire).
- SANS COMA, V., 1974
Sobre la alimentacion de *Tyto alba* en la
region continental catalana.
Misc. zool., 3 : 163-169.
- SANS COMA, V. et H. KAHMANN, 1976
Quantitative Untersuchungen über die Ernährung
der Schleiereule (*Tyto alba*) in Katalonien
(Spanien). *Säugetierkdl. Mitt.*, 24 : 5-11.
- SANS COMA, V., T. CLARAMUNT et J. GOSALBEZ, 1976
Die Mittelmeer-Kleinwühlmaus, *Pitymys duode-*
cimcostatus (de SELYS LONGCHAMPS, 1839) in der
Ernährung der Schleiereule (*Tyto alba*) in
Katalonien (Spanien).
Säugetierkdl. Mitt., 24 : 77-79.
- SANS COMA, V., R. FONS et I. VESMANIS, 1981
Eine morphometrische Untersuchung am Schädel
der Etruskerspitzmaus, *Suncus etruscus* (SAVI,
1822) aus Süd-Frankreich (*Mammalia, Insectivora,*
Soricidae). *Zool. Abh. (Dresden)*, 37 : 1-31.
- SANTINI, L. et A. FARINA, 1978
Roditori e insettivori predati da *Tyto alba*
nella Toscana settentrionale.
Avocetta, 1 : 49-60.
- SCHALTER, M. D. et W. M. SCHLEIDT, 1977
The ability of barn owls, *Tyto alba*, to
discriminate and localize avian alarm
calls. *Ibis*, 119 : 22-27.
- SCHMIDT, A., 1977
Zur Ernährungsbiologie der Schleiereule, *Tyto
alba* (SCOPOLI). *Beitr. Vogelkde.*, 23 : 233-244.
- SCHMIDT, E., 1973 a
Die Nahrung der Schleiereule in Europa.
Z. f. angew. Zool., 60 : 43-70.
- SCHMIDT, E., 1973 b
Quantitative Daten des Haussperlings (*Passer
domesticus*) aus ungarischen Schleiereulen-
gewöllen. *Zool. Abh. (Dresden)*, 32 : 172-174.
- SCHMIDT, E., P. SOMOGYI et G. SZENTENDREY, 1971
Ein Versuch zur Feststellung der Populations-
dichte einiger Kleinsäuger in offenen Kultur-
gebieten auf Grund von Schleiereulengewöllen.
Vertebr. Hung., 12 : 79-91.
- SCHNEIDER, W., 1964
Die Schleiereule. Neue Brehm Bücherei,
Wittenberg, Heft 340, 104 p.
- SCHOENER, T. W., 1974
Some methods for calculating competition
coefficients from resource-utilization spectra.
Amer. Natur., 108 : 332-340.

- SCHOENER, T.W., 1983
Field experiments on interspecific competition. *Amer.Natur.*, 122 : 240-285.
- SHILLITO, J., 1963
Field observations on the water shrew (*Neomys fodiens*).
Proc.zool.Soc., Lond., 140 : 320-322.
- SIDOROWICZ, J., 1959
Über Morphologie und Biologie der Haselmaus (*Muscardinus avellanarius*) in Polen.
Acta theriol., 3 : 75-91.
- SIDOROWICZ, J., 1960
Influence of the weather on capture of micromammalia. *Rodentia*.
Acta theriol., 4 : 139-158.
- SIMBERLOFF, D., 1982
The status of competition theory in ecology.
Ann.zool.Fennici, 19 : 241-253.
- SMITH, C.R. et M.E. RICHMOND, 1972
Factors influencing pellet egestion and gastric pH in the barn owl.
Wilson Bull., 84 : 179-186.
- SMITH, D.G., C.R. WILSON et H.H.FROST, 1974
History and ecology of a colony of barn owls in Utah.
Condor, 76 : 131-136.
- SNEYERS, R. et VANDIEPENBEEK, 1981
Les normales du réseau thermométrique belge.
Publ.Inst.roy.météorol.Belg., sér.A, n°106, 34 p.
- SOKAL, R.R. et F.J. ROHLF, 1969
Biometry. The principles and practice of statistics in biological research.
Ed. Freeman and Cy., San Francisco, 776 p.
- SOUTHERN, H.N., 1954
Tawny owls and their prey. *Ibis*, 96 : 384-410.
- SOUTHERN, H.N., 1969
Prey taken by tawny owls during the breeding season. *Ibis*, 111 : 293-299.
- SOUTHERN, H.N., 1970
Natural control of a population of tawny owls.
J.Zool., Lond., 162 : 197-285.
- SOUTHERN, H.N., 1979
Population processes in small mammals. In D.M. STODDART, éd., *Ecology of small mammals* Chapman et Hall, London, p. 63-101.
- SOUTHERN, H.N. et V.P.W. LOWE, 1968
The pattern of distribution of prey and predation in tawny owl territories.
J.anim.Ecol., 37 : 75-97.
- SPITZ, F., 1963 a
Les techniques d'échantillonnage utilisées dans l'étude des populations de petits mammifères. *Terre Vie*, 17 : 203-237.
- SPITZ, F., 1963 b
Etude des densités de population de *Microtus arvalis* PALLAS à Saint-Michel-en-l'Herm (Vendée).
I.Mammalia, 27 : 497-531.
- SPITZ, F., 1964
Etude des densités de population de *Microtus arvalis* PALLAS, à Saint-Michel-en-l'Herm (Vendée). II *Mammalia*, 28 : 40-75.
- SPITZ, F., 1965
Etude des biotopes de circulation de quelques espèces de micromammifères par la méthode du carré de piégeage.
Mammalia, 29 : 390-399.
- SPITZ, F., 1969
L'échantillonnage des populations de petits mammifères. In M.LAMOTTE et F.BOURLIERE : *Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements d'animaux des milieux terrestres*. Ed. Masson, Paris, p. 153-188.
- SPITZ, F., 1974
Démographie du campagnol des champs, *Microtus arvalis* en Vendée.
Ann.Zool.Ecol.anim., 6 : 259-312.
- SPITZ, F., 1977
Le campagnol des champs, *Microtus arvalis* (PALLAS) en Europe.
Bull.O.E.P.P., 7 : 165-175.
- SPITZ, F., 1978
Etude crâniométrique du genre *Pitymys*.
Mammalia, 42 : 267-304.
- SPITZ, F., 1981
Un mode de traitement mathématique des données numériques concernant les petits mammifères en France. *C.R.hebd.Acad.Sc. Paris*, 293, sér.3 : 189-194.
- SPITZ, F. et M.C. SAINT GIRONS, 1969
Répartition en France de quelques *Soricidae* et *Microtinae* à partir de pelotes de réjection de *Tyto alba*.
Terre Vie, 23 : 246-268.
- SPITZ, F., H. LE LOUARN, A. POULET et B. DASSONVILLE, 1974
Standardisation des piégeages en ligne pour quelques espèces de rongeurs.
Terre Vie, 28 : 564-578.
- STEFFENS, R., 1971
Les sols de la Lorraine belge.
Pédologie, Mém.n° 4, 392 p.
- STENSETH, N.C., 1977
On the importance of spatio-temporal heterogeneity for the population dynamics of rodents : towards a theoretical foundation of rodent control.
Oikos, 29 : 545-552.
- STENSETH, N.C., 1980
Spatial heterogeneity and population stability : some evolutionary consequences.
Oikos, 35 : 165-184.
- STODDART, D.M., 1970
Individual range, dispersion and dispersal in a population of water voles (*Arvicola terrestris* (L.)).
J.anim.Ecol., 39 : 403-425.

- STODDART, D.M., 1982
Does trap odour influence estimation of population size of the short-tailed vole, *Microtus agrestis*?
J. anim. Ecol., 51 : 375-386.
- TABERLET, P., 1982
Etude de l'écologie des micromammifères du Bas-Chablais (Haute Savoie) à partir des pelotes de réjection de chouette effraie. Thèse 3è. cycle Univ. Grenoble 112 p. (non publié).
- TAVERNIER, R., éd.
Carte des sols de la Belgique.
Ed. Comité établi. carte sols et végét. Belgique (IRSIA), Gand.
- TAYLOR, K.D., 1978
Range of movement and activity of common rats (*Rattus norvegicus*) on agricultural land. *J. appl. Ecol.*, 15 : 663-677.
- TENIUS, K., 1954
Bemerkungen zu den Säugetieren Niedersachsens.
Beitr. Naturkde. Niedersachsens, 7 : 33-40.
- THIOLLAY, J.M., 1966
Note sur le régime de *Tyto alba* et *Athene noctua* en Corse.
Ois. Rev. franç. Ornith., 36 : 282-283.
- THIOLLAY, J.M., 1968
Le régime alimentaire de nos rapaces : quelques analyses françaises.
Nos Oiseaux, 29 : 249-269.
- TINBERGEN, J.M., 1980
Foraging decisions in starlings, Sturnus vulgaris L. Thèse Doct. Univ. Groningen, 67 p.
- TINBERGEN, L., 1960
The natural control of insects in pine-woods. I. Factors influencing the intensity of predation by songbirds.
Arch. néerl. Zool., 13 : 265-336.
- TINBERGEN, N., 1933
Die Ernährungsökologischen Beziehungen zwischen *Asio otus* L. und ihren Beutetieren insbesondere den *Microtus*-Arten. *Ecol. Monog.*, 3 : 443-492.
- TOSCHI, A., 1965
Fauna d'Italia. Mammalia : Lagomorpha, Rodentia, Carnivora, Ungulata, Cetacea.
Ed. Calderini, Bologna, 647 p.
- TOSCHI, A. et B. LANZA, 1959
Fauna d'Italia. Mammalia : Generalita, Insectivora, Chiroptera.
Ed. Calderini, Bologna, 488 p.
- TREUSSIER, M., 1976
Répartition de quelques micromammifères et principalement du mulot (*Apodemus sylvaticus* (L.)) dans plusieurs milieux de l'Aigoual et des Causses.
Terre Vie, 30 : 377-394.
- TROUËSSART, E.L., 1884
Histoire naturelle de la France. 2ème partie: Mammifères. Ed. Deyrolle, Paris, 359 p.
- TROUKENS, W., 1975
De verspreiding van de carnivoren in Vlaanderen.
Wielteje, 7 : 159-176.
- TWIGG, G.I. et J.C. BROWN, 1975
Techniques in mammalogy. I Field work and live animal techniques. *Mammal Rev.*, 5 : 71-116.
- TYRNER, P. et Z. BARTA, 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 p.
- UTTENDÖRFER, O., 1952
Neue Ergebnisse über die Ernährung der Greifvögel und Eulen. Eugen Ulmer, Stuttgart, 230 p.
- VAN BEIRS, 1971
Korte mededeling. Kerkuil.
Wielewaal, 38 : 180.
- VAN BREE, P.J.H., 1960
Sur quelques mammifères en provenance du département des Pyrénées Orientales. I. *Eliomys quercinus* (L.) et *Apodemus sylvaticus* (L.).
Vie Milieu, 11 : 512-516.
- VAN BREE, P.J.H., 1961
Sur quelques mammifères en provenance du département des Pyrénées Orientales. II. *Clethrionomys glareolus vasconiae* (MILLER, 1900); *Microtus nivalis aquitanicus*, MILLER 1908.
Vie Milieu, 12 : 633-637.
- VANDEN BERGHEN, C., 1973
Initiation à l'étude de la végétation.
Ed. Naturalistes belges, Bruxelles, 236 p.
- VANDEN BRUEL, W.E., 1969
Le campagnol des champs, *Microtus arvalis* PALLAS. Etat du problème en Belgique.
Parasitica, 25 : 117-151.
- VANDEN EECKHOUDT, J.P., 1954
Faune élémentaire des mammifères de Belgique.
Natural. belg., 35 : 3-50.
- VANDER STRAETEN, E., 1972
De verspreiding van micromammalia in de provincie Antwerpen, België op grond van braakballenanalyse. *Lutra*, 14 : 15-22.
- VANDER STRAETEN, E., 1974
Het braakballenonderzoek en het voedsel van de kerkuil (*Tyto alba*) in België.
Wielewaal, 40 : 145-152.
- VANDER STRAETEN, E., 1978
Tabel voor braakballenonderzoek.
Ed. Zoogdierenwerkgroep van Wielewaaljongeren, Turnhout, 57 p.

- VANDER STRAETEN, E. et B. VANDER STRAETEN, 1977
Etude de la biométrie crânienne et de la répartition d'*Apodemus sylvaticus* (L., 1758) et d'*Apodemus flavicollis* (MELCHIOR, 1834) en Belgique.
Acta zool. pathol. antverp., 69 : 169-182.
- VANDER STRAETEN, E. et B. VANDER STRAETEN, 1978
Biometrisch onderzoek naar het voorkomen van de twee chromosomentypen A en B van *Sorex araneus* L., 1758 in België.
Lutra, 20 : 1-7.
- VANDER STRAETEN, E., R. JOORIS et J. STUYCK, 1981
Eerste vondst van Nathusius' dwergvleermuis, *Pipistrellus nathusii*, in België.
Lutra, 24 : 1-6.
- VAN LAAR, V., 1971
Over twee vindplaatsen van de ondergrondse woelmuis, *Pitymys subterraneus* (de SELYS-LONGCHAMPS) in Zuid-Limburg.
Natuurh. Maandbl., 60 : 52-57.
- VAN LAAR, V., 1980
Verspreiding en voorkomen van de waterspitsmuis, *Neomys fodiens* (PENNANT, 1771) in Eemland en gelderse vallei.
Te Velde, 19 : 14-23.
- VAN LAAR, V. et N. DAAN, 1976
Neomys anomalus CABRERA, 1907, observé dans les Ardennes françaises.
Lutra, 18 : 44-51.
- VAN WIJNGAARDEN, A., V. VAN LAAR et M. TROMMEL, 1971
De verspreiding van de nederlandse zoogdieren. *Lutra*, 13 : 1-41, 64 cartes.
- VAN WINKEL, J., 1966
Kerkuil-*Tyto alba*. *Wielewaal*, 32 : 277-278.
- VAN WINKEL, J., 1973
Prooikeuze van de kerkuil (*Tyto alba*), in het Hageland. *Wielewaal*, 39 : 370-377.
- VAN WINKEL, J., 1975
Korte mededeling. Kerkuil-*Tyto alba*.
Wielewaal, 41 : 26.
- VAN WINKEL, J., L. LAUKENS et F. J. SEGERS, 1967
Korte mededeling.
Wielewaal, 33 : 279-280 et 309.
- VEIGA, J. P., 1981
Variation anual de regimen alimenticio y densidad de poblacion de dos estrigiformes: sus causas. *Donana, Acta Vert.*, 8 : 159-175.
- VERICAD, J. R. et A. MEYLAN, 1973
Résultats de quelques piégeages de micro-mammifères dans le sud-est de l'Espagne.
Mammalia, 37 : 333-341.
- VERICAD, J. R., A. ESCARRE et E. RODRIGUEZ, 1976
Datos sobre la dieta de *Tyto alba* y *Bubo bubo* en Alicante (S.E. de Iberia).
Mediterranea, 1 : 47-59.
- VICKERY, W. L. et J. R. BIDER, 1981
The influence of weather on rodent activity.
J. Mammal., 62 : 140-145.
- VIGNE, J. D., 1982
Nouvelles données sur le peuplement de la Corse par les rongeurs subactuels et actuels.
Mammalia, 46 : 261-264.
- VIGNE, J. D., 1983 a
Le remplacement des faunes de petits mammifères en Corse lors de l'arrivée de l'homme.
C.R. Soc. Biogéogr., 59 : 41-51.
- VIGNE, J. D., 1983 b
La mise en place du peuplement mammalien actuel de Corse : données archéozoologiques.
Comm. Coll. intern. Vert. terr. dulcic. Iles médit., Evisa (Corse), 10-16 oct. 1983.
- VON KNORRE, D., 1973
Jagdgebiet und täglicher Nahrungsbedarf der Schleiereule (*Tyto alba* SCOPOLI).
Zool. Jb. Syst., 100 : 301-320.
- VON KNORRE, D., 1978
Die Kleinäugige Wühlmaus in Ostthüringen.
Hercynia, N.F., 15 : 51-57.
- VON LEHMANN, E., 1958
Zur Kleinsäugerfauna des Hohen Venns.
Decheniana, 111 : 9-17.
- VON LEHMANN, E., 1962
Die Langschwanzmäuse der Gattung *Apodemus* im Hohen Venn. *Decheniana*, 114 : 177-185.
- VON LEHMANN, E., 1969
Aufsammlungen von Kleinsäugetieren im Naturpark 'Nordeifel'.
Rheinische Heimatpflege, N.F., 1 : 46-56.
- VON LEHMANN, E., 1976
Neomys anomalus rhenanus ssp. nova, die Sumpfspitzmaus des Rheingebietes.
Bonn. zool. Beitr., 27 : 160-163.
- VON LEHMANN, E. et H. BRUCHER, 1977
Zum Rückgang der Feld und der Hausspitzmaus (*Crocidura leucodon* et *russula*) in Westeuropa.
Bonn. zool. Beitr., 28 : 13-18.
- WADDINGTON, K. D., 1982
Optimal diet theory : sequential and simultaneous encounter models. *Oikos*, 39 : 278-280.
- WALLICK, L. G. et G. W. BARRETT, 1976
Bioenergetics and prey selection of captive barn owls. *Condor*, 78 : 139-141.
- WAMMES, D., 1981
Interspecifieke concurrentie bij vier soorten knaagdieren. *Lutra*, 24 : 7-22.

ANNEXES

- WARMERDAM, M., 1982
Numeriek-taxonomische studie van de twee vormen van de woelrat, *Arvicola terrestris* (L., 1758) in Nederland en België. *Lutra*, 24 : 33-66.
- WEBER, B., 1973
Beitrag zur Kenntnis der Ernährung der Eulen in der Magdeburger Börde, im Gebiet zwischen Öhre und oberer Aller und in der Altmark. *Beitr. Vogelkde.*, 19 : 363-375.
- WEBSTER, J. A., 1973
Seasonal variation in mammal contents of barn owl castings. *Bird Study*, 20 : 185-196.
- WENDLAND, W., 1975
Dreijähriger Rhythmus im Bestandswechsel der Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis* MELCHIOR). *Oecologia*, 20 : 301-310.
- WIELAND, H., 1973
Beiträge zur Biologie und zum Massenwechsel der großen Wühlmaus (*Arvicola terrestris* L.). *Zool. Jb. Syst.*, 100 : 351-428.
- YALDEN, D. W., 1974
Population density in the common shrew. *J. Zool., Lond.*, 173 : 262-264.
- YALDEN, D. W., 1981
The occurrence of the pigmy shrew, *Sorex minutus*, on moorland and the implications for its presence in Ireland. *J. Zool., Lond.*, 195 : 147-156.
- YALDEN, D. W., P. A. MORRIS et J. HARPER, 1973
Studies on the comparative ecology of some French small mammals. *Mammalia*, 37 : 257-276.
- YEATON, R. I., 1974
An analysis of chaparral and pine forest bird communities on Santa Cruz island and mainland California. *Ecology*, 55 : 959-973.
- ZEJDA, J., 1965
Naroky myšice krovinne (*Apodemus sylvaticus* L.) na prostredí v nizinnej oblasti. *Zool. Listy*, 14 : 301-316.
- ZEJDA, J., 1975
Habitat selection in two feral house mouse (*Mus musculus* L.) lowland populations. *Zool. Listy*, 24 : 99-111.
- ZEJDA, J., 1976
On the interaction between the water vole (*Arvicola terrestris*) and the muskrat (*Ondatra zibethicus*) in habitat selection. *Zool. Listy*, 25 : 229-238.
- ZELENKA, G., et R. PRICAM, 1964
Variations d'effectifs des populations de petits mammifères révélés par le régime alimentaire d'un rapace nocturne. *Terre Vie*, 111 : 178-184.



Mulot sylvestre (cliché L. HANON)



Campagnol agreste (cliché R.M. LIBOIS)

Tableau 2.1. Liste des localités de récolte en Belgique

A. Les échantillons utilisés dans l'analyse des correspondances

<u>Station n°</u>	<u>Localité</u>	<u>Date de récolte</u>	<u>code UTM</u>	<u>Source</u>
1	Alveringem		DS 7951	2
2	Amblève		KA 9882	2
3	Amonines	09.07.77	FR 8271	1
4	Andenne		FR 4995	2
5	Anloy		FR 5935	2
6	Aublain	25.08.74	FR 0047	1
7	Aye	20.03.80	FR 6366	1
8	Baelen	01.05.75	GS 1013	1
9	Baisy Thy		FS 0305	2
10	Barbençon		ER 9164	2
11	Bergilers	21.07.79	FS 6421	1
12	Bleid	04.01.80	FQ 9094	1
13	Bonlez		FS 1918	2
14	Booischtot		FS 2457	2
15	Boussu en Fagne		FR 0548	2
16	Boussu en Fagne	28.07.74	FR 0352	1
17	Braibant		FR 4675	2
18	Büllingen	24.07.74	LA 0587	1
19	Cambron St Vincent	21.06.81	ES 6403	1
20	Couvin	1973	FR 0645	1
21	Cul des Sarts	09.78	FR 0435	1
22	Damme		ES 1977	6
23	Doische	21.07.74	FR 2455	1
24	Ecaussines		ES 8303	2
25	Eksele	01.07.63	FS 6769	12
26	Elderen		FS 7832	13
27	Emblem		FS 1269	2
28	Evere		ES 9936	3
29	Fagnolle	08.73	FR 1251	1
30	Fontenelle	1973	ER 9867	1
31	Fouron le Comte	13.08.79	FS 9426	4
32	Fouron St Martin	17.08.79	FS 9825	4
33	Fléron		FS 8911	2
34	Franchimont	25.07.79	FR 1761	1
35	Geel (Zammel)		FS 3662	2
36	Gelrode		FS 2647	2
37	Gérouville	04.01.80	FQ 7599	1
38	Gistel		DS 9767	2
39	Glons	21.01.81	FS 7925	1
40	Grand Bigard		ES 8736	2
41	Grandhan	20.03.80	FR 6976	1
42	Grandmenil	31.07.77	FR 8974	1
43	Grez-Doiceau	04.07.81	FS 1922	1
44	Hamont	04.07.81	FS 7781	2
45	Hargnies (F)	27.12.78	FR 2842	1
46	Harsin	17.05.77	FR 6961	1
47	Hautes Rivières (F)	05.05.80	FR 3327	1
48	Haut Fays	05.08.78	FR 4440	1
49	Heinsch (Freylange)	08.06.81	FR 9908	1
50	Hemptinne		FS 4107	2
51	Henripont	21.06.81	ES 8305	1
52	Hotton (Melreux)	20.03.80	FR 7372	1

<u>Station n°</u>	<u>Localité</u>	<u>Date de récolte</u>	<u>Code UTM</u>	<u>Source</u>
53	Isières	06.81	ES 5712	1
54	Izier (Ozo)	29.06.78	FR 8183	1
55	Jalhay	26.09.74	GS 1005	1
56	Jamoigne	05.11.79	FR 7408	1
57	Jauche (Enines)		FS 3617	2
58a	Juseret (Lecheret)	20.10.78	FR 8428	1
58b	" "	1981	"	1
59	Kerkom		FS 3236	2
60	Kieldrecht		ES 8487	2
61	Lahamaide	21.06.81	ES 5116	1
62	Landenne	1982 & 1973	FR 4697	1
63	Lapscheure		ES 2481	2
64	Lauw		FS 7023	2
65	Léglise	20.10.78	FR 8219	1
66	Le Roux	28.04.80	FR 1583	1
67	Les Mazures (F)	27.12.78	FR 1 2	1
68	Lesterny	06.01.80	FR 6353	1
69	Leut	1965	FS 9252	14
70	Lierneux		GR 0176	2
71	Liernu		FS 2905	2
72a	Louveigné	27.08.80	FS 9201	1
72b	"	automne 81	"	1
73	Lummen		FS 5350	2
74	Maarke-Kerkem		ES 4527	2
75	Machelen-Leie	11.10.74	ES 3445	10
76	Macquenoise	27.12.78	ER 8436	1
77	Malmedy	23.05.75	KA 8890	1
78	Maransart	07.81	FS 0313	1
79	Marcourt (Jupille)	14.12.80	FR 8165	1
80	Marenne	20.03.80	FR 7268	1
81	Masbourg	06.01.80	FR 6553	1
82	Meeuwen		FS 7663	2
83	Mellier (Thibesart)	20.10.78	FR 8317	1
84	Melsele		ES 8975	7
85	Merdorp	02.79	FS 4113	1
86	Moinet	05.05.79	GR 0347	1
87	Moircy	03.08.77	FR 7741	1
88	Mont (Sommerain)		GR 0161	2
89	Montignies les Lens	21.06.81	ES 6601	1
90	My (Ville)	20.03.80	FR 8488	1
91	Neerhespen		FS 4429	2
92a	Oignies		FR 1742	5
92b	"	18.09.73	"	1
93	Ortho (Buisson)		FR 8658	2
94	Othée	11.80	FS 7421	1
95	Overpelt	30.10.67	FS 6976	9
96	Profondeville		FS 3382	2
97	Quaregnon	08 et 12.79	ER 5989	1
98	Recht		KA 8980	2
99	Rhode Ste Agathe	15.11.79	FS 1527	8
100	Rièzes	09.78	ER 9835	1
101	"	30.09.73	ER 9937	1
102	Rochehaut	09.05.80	FR 4422	1
103	Roosdal-Pamel		ES 7533	2
104	Roux Miroir	06.81	FS 2619	1
105	Roy (Grimbiermont)		FR 7364	2
106	Saint Médart	04.01.80	FR 6721	1
107	Sart lez Spa	25.03.75	GS 0800	1

<u>Station n°</u>	<u>Localité</u>	<u>Date de récolte</u>	<u>Code UTM</u>	<u>Source</u>
108	Sécheval	27.12.78	FR 1 2	1
109a	Serinchamps	été 73	FR 5966	1
109b	"	été 76	"	1
109c	"	mai 78	"	1
110	Sibret		FR 8939	2
111	Sinaai		ES 6971	2
112	Sint Lambrechts Herk		FS 6241	2
113	St Lievens Houtem		ES 6141	2
114a	Sirault		ER 5595	2
114b	"	14.12.79	"	1
115	Somethonne	05.01.80	FQ 7794	1
116	Soulme		FR 2461	2
117	Soy (Fisenne)	09.07.77	FR 8074	1
118	Steenkerke		ES 7510	2
119	Sugny	09.05.80	FR 3619	1
120	Suxy	05.01.80	FR 7215	1
121	Thommen		KA 9167	2
122	Toernich (Udange)		GR 0002	2
123	Ucimont	18.02.80	FR 4722	1
124a	Vance	04.01.80	FR 9205	1
124b	"	13.06.81	"	1
125	Verrebroek		ES 8279	2
126	Villers en Fagne	28.07.79	FR 1356	1
127	Villers le Bouillet		FS 6005	2
128	Villers s/Semois		FR 8408	2
129	Vinderhoute		ES 4459	2
130	Virton		FQ 8394	2
131	Vladslo		DS 9455	2
132	Vlijtingen		FS 8234	2
133	Vodecée	25.07.79	FR 1361	1
134	Walhorn		KB 9118	2
135	Warnant	21.07.74	FR 3076	1
136	Wijchmaal		FS 6867	2
137	Witry	20.10.78	FR 8726	1
138	Wonck	20.01.81	FS 8527	1
139	Xhoris	20.03.80	FR 8491	1
140	Ypres (Hollebeke)		DS 9528	2
141	Zandhoven		FS 1675	2
142	Zwijnaarde	été 71	ES 5050	11

Sources :

- 1 = analyse personnelle
- 2 = ASSELBERG (1971)
- 3 = CORNET et al. (1980)
- 4 = DE LAENDER (1980)
- 5 = DELMEE et al. (1979)
- 6 = DE PIERE (1972)
- 7 = FOBERT et al. (1972)
- 8 = HUBEAU (1981)
- 9 = LAUKENS (1968)
- 10 = PARMENTIER et CLAUS (1976)
- 11 = VAN BEIRS (1971)
- 12 = VAN WINKEL (1966)
- 13 = " " (1975)
- 14 = " " et al. (1967)

Tableau 2.1. Liste des localités de récolte en Belgique

B. Les autres échantillons

<u>Station n°</u>	<u>Localité</u>	<u>Date de récolte</u>	<u>Code UTM</u>
A 1	Angré	1981	ER 4979
A 2	Ave	20.03.80	FR 5353
A 3	Bellevaux	20.10.78	FR 5123
A 4	Bleret	21.07.79	FS 6117
A 5	Bomal/Ourthe	20.03.80	FR 7984
A 6	Bourg Fidèle (F)	27.12.78	FR 1 2
A 7	Bovenistier	21.07.79	FS 6115
A 8	Branchon	27.02.79	FS 3910
A 9	Breitfeld	14.03.76	KA 9771
A10	Brognon (F)	27.12.78	ER 9 3
A11	Cerexhe	15.09.80	FS 9214
A12	Chênée	06.10.80	FS 8510
A13	Chevetogne	02.06.77	FR 5165
A14	Ciergnon	1975	FR 4961
A15	Cuesmes	11.79	ER 6485
A16	Cugnon	20.10.78	FR 5819
A17	Desnié	15.03.76	FR 9994
A18	Erpion	22.04.75	ER 9663
A19	Eupen	15.07.76	KB 9012
A20	Faymonville	25.09.74	KA 9687
A21	Forzée	12.78	FR 5465
A22	Fouches	13.06.80	FR 9507
A23a	Gendron	1975	FR 4163
A23b	"	02.76	
A24	Grandvoir	20.10.78	FR 7025
A25	Halma	05.08.78	FR 5249
A26	Hauset	15.07.76	KB 9321
A27a	Heppenbach	25.09.74	LA 0282
A27b	"	02.79	
A28	Héron	04.83	FS 4700
A29	Hockai	22.08.74	GR 1296
A30	Honsfeld	03.01.76	LA 0684
A31	Jemelle	12.09.76	FR 6159
A32	Jemeppe/Meuse	mai 76	FS 7508
A33	Juseret	20.10.78	FR 8328
A34	Kemexhe	1978	FS 6918
A35	La Calamine	15.07.76	KA 8922
A36	La Cuisine	18.08.78	FR 6709
A37	Laloux	07.78	FR 5461
A38	Lanquesaint	22.06.81	ES 5611
A39a	Liège	25.02.76	FS 8312
A39b	"	27.11.81	FS 8213
A40	Martilly	20.10.78	FR 6919
A41	Marvie	05.05.79	FR 9640
A42	Menufontaine	01.04.76	FR 9128
A43	Modave	été 76	FR 6390
A44	Ovifat	25.07.74	KA 9494
A45	Pesche	03.05.80	FR 0342
A46	Petit Han	20.03.80	FR 7378
A47	Pondrome	09.09.74	FR 4551
A48	Recogne (Bastogne)	05.05.79	FR 9548
A49	Rendeux-Bas	14.12.80	FR 7868
A50a	Reuland (Oberhausen)	11.75	KA 9560
A50b	" "	21.05.78	"

A51	Solwaster	12.09.74	GS 1001
A52	Sourbrodt	24.07.74	KA 9695
A53	Soye	05.80	FR 2290
A54	Veizin	07.73	FR 4295
A55	Villers dvt Orval	03.01.80	FQ 6899
A56	Villers St Ghislain	08.04.80	ER 7387
A57a	Wallerode	?	KA 9775
A57b	"	04.01.76	"
A58	Weveler	03.11.75	KA 9664
A59	Wiesme	11.75	FR 4157

N.B. Dans ce tableau, nous n'avons pas repris les analyses publiées dans les articles cités en référence du tableau 1a et qui ne nous ont pas servi dans l'analyse des correspondances.

Tableau 2.2. Liste des stations de récolte en Corse

<u>Station n°</u>	<u>Localité</u>	<u>Date</u>	<u>Latitude</u> ^(*)	<u>Longitude (E)</u>
1	Aïti	mars 1981	47,110	7,625
2	Aleria (Gare)	juin 1982	46,795	7,939
3	Aleria	juin 1982	46,796	7,918
4	Avapessa	juillet 1980	47,280	7,287
5	Barcaggio	juin 1982	47,780	7,850
6	Castifao	juin 1982	47,218	7,532
7	Cateri	juillet 1980	47,301	7,284
8	Corte		46,982	7,626
9	Cuttoli-Corticciato	mai 1981	46,655	7,304
10	Galeria	juillet 1976	47,207	7,055
11	Granaggiolo	juin 1982	47,754	7,835
12	La Canonica	mai 1981	47,266	7,954
13	Lucciana	juin 1982	47,278	7,872
14	Manso	juin 1982	47,087	7,157
15	Montemaggiore	juillet 1980	47,261	7,263
16	Murzu	mai 1981	46,855	7,212
17	Oletta	juin 1982	47,374	7,790
18	Olmeto	mars 1982	46,343	7,220
19	Olmi-Capella	juillet 1980	47,252	7,420
20	Pancheraccia	mars 1981	46,884	7,849
21	Patrimonio	juin 1982	47,445	7,804
22	Piana	mai 1981	46,935	7,000
23	Piediquerciu	juin 1982	46,630	7,810
24	"	juin 1982	46,630	7,793
25	Pino	juin 1982	47,676	7,793
26	Poggiale	juin 1982	46,134	7,510
27	Sant Antonio	nov. 1980	47,321	7,300
28	Santa Reparata	nov. 1980	47,337	7,324
29	Sarrola Carpopino	mai 1981	46,694	7,228
30	Sorio	nov. 1980	47,365	7,709
31	Sotta	juin 1982	46,131	7,577
32	Vico	mai 1981	46,852	7,182
33	Ville di Paraso	juillet 1980	47,295	7,391
34	Zilia	juillet 1980	47,256	7,293
35	Zonza (Fautea)	juin 1982	46,348	7,853

(*) en grades

Tableau 2.3. Liste des stations de récolte dans les Pyrénées Orientales

Station n°	Localité	date	latitude ^(*)	longitude (E)
1	Canet	1978	47,429	0,753
2	Claira	31.10.76	47,510	0,689
3	Corneilla del Vercol	07.06.77	47,361	0,682
4	Argelès sur Mer	13.09.80	47,273	0,762
5	Espira de l'Agly	24.10.76	47,532	0,555
6	Pezilla la Rivière	28.10.76	47,438	0,480
7	Sorède des Albères	11.06.77	47,256	0,685
8	Thuir	07.06.77	47,370	0,464
9	Saint Feliu d'Avall	28.10.76	47,424	0,444
10	Latour de France	08.06.77	47,520	0,351
11	Ille sur Têt	09.06.77	47,413	0,315
12	Caudiès	04.04.80	47,558	0,081
13	Oms	1978	47,271	0,400
14	Sournia	08.06.77	47,475	0,116
15	Montbolo	09.06.76	47,205	0,353
16	Mosset	27.10.76	47,400	0,030
17	Prats de Mollo	29.10.76	47,116	0,158
18	Rabouillet	03.04.80	47,477	0,033
19	Col d'Aussières	03.09.80	47,482	0,008 W
A	Baillestavy	10.06.77	47,294	0,206
B	Banyuls	04.80	47,184	0,817
C	Corneilla de Conflent	26.10.76	47,300	0,050
D	Millas	28.10.76	47,447	0,405
E	Montferrer	10.09.76	47,155	0,257
F	Prades	27.10.76	47,353	0,096
G	Rabouillet	08.06.77	47,485	0,084
H	St Cyprien	24.10.76	47,352	0,737
I	Serdinya	25.10.76	47,297	0,018 W
J	Sirach	09.06.77	47,339	0,073

(*) en grades

Tableau 2.4. Variations saisonnières et annuelles du régime de l'effraie

A. Variations saisonnières

Station n° 97			Station n° 109		
	été 79	hiver 79		printemps 78	été 76
S. "araneus"	243	31	S. "araneus"	34	60
S. minutus	13	2	S. minutus	3	5
M. arvalis	40	83	C. russula	18	5
M. agrestis	40	31	M. arvalis	105	37
A. sylvaticus	12	4	M. agrestis	13	6
Autres espèces	44	13	Pitymys + Arvicola + Talpa	5	6
	392	164	Autres espèces	7	40
$\chi^2 = 138,98$	***			185	159
			$\chi^2 = 71,88$	***	

Station n° A23		
	été 75	hiver 75-76
S. "araneus"	13	45
M. arvalis	67	19
Apodemus + Cl. glareolus	3	18
Autres espèces	7	27
	90	109
$\chi^2 = 65,71$	***	

NS : non significatif
 *** : différence significative à 0,01

B. Variations annuelles

Station n° 62			Station n° 92		
	1972	1973		1962	1973
S. "araneus"	107	107	S. "araneus"	640	85
S. minutus	6	5	S. minutus	26	2
Crocidura	159	62	M. agrestis	30	17
M. arvalis	206	127	M. arvalis	9	17
M. agrestis	142	52	+ P. subterraneus		
P. subterraneus	79	46	C. glareolus + Apodemus	22	12
Arvicola + Talpa	36	24	Autres espèces	3	4
Cl. glareolus + A. sylvaticus	157	53		730	137
M. minutus	8	12			
M. musculus	37	19	$\chi^2 = 93,03$	***	
Oiseaux	80	74			
Autres espèces	10	12			
	1027	593			
$\chi^2 = 60,78$	***				

Station n° A27

	<u>1974</u>	<u>1979</u>
S. "araneus"	34 }	24 }
S. minutus	4 }	- }
C. russula	32	11
M. arvalis	10	17
M. agrestis	13	7
Pitymys + Arvicola + Talpa	8	14
Clethrionomys + Apodemus	11	5
Autres espèces	<u>22</u>	<u>2</u>
	134	80

$$\chi^2 = 25,59 \quad ***$$

Station n° A50

	<u>1975</u>	<u>1978</u>
S. "araneus"	28	17
C. russula	7	12
M. arvalis	13	31
M. agrestis	8	13
Autres espèces	<u>11</u>	<u>20</u>
	67	93

$$\chi^2 = 11,24 \quad **$$

Station n° 114

	<u>1970</u>	<u>1979</u>
S. "araneus"	155 }	32 }
S. minutus	14 }	2 }
C. russula	77	96
M. arvalis	10	5
M. agrestis	120	61
Pitymys + Arvicola + Talpa	33	32
A. sylvaticus + C. glareolus	43	29
Autres espèces	<u>19</u>	<u>16</u>
	471	273

$$\chi^2 = 67,87 \quad ***$$

Tableau 2.5. Comparaison de lots de fraîcheur différente

Station n° 58	pelotes		Station n° 107	pelotes	
	anciennes	fraîches		anciennes	fraîches
S. "araneus"	151	45	S. "araneus"	186	58
S. minutus	4	9	S. minutus	8	-
C. russula	27	3	C. russula	173	263
M. arvalis	67	20	M. arvalis	104	73
M. agrestis	16	17	M. agrestis	71	32
Apodemus	16	6	Pitymys + Arvicola	32	12
Autres espèces	32	8	+ Talpa		
	313	108	Apodemus + Clethrionomys	55	3
$\chi^2 = 30,14$ ***			M. musculus	21	8
			Autres espèces	29	11
				679	460
			$\chi^2 = 145,07$ ***		

Station n° A15	pelotes		Station n° 124	pelotes	
	anciennes	fraîches		anciennes	fraîches
S. "araneus"	8	8	S. "araneus"	131	202
C. russula	12	20	S. minutus	16	15
M. arvalis	13	19	C. russula	9	6
M. agrestis	13	24	M. arvalis	35	95
P. subterraneus	8	4	M. agrestis	25	71
A. sylvaticus	14	19	Pitymys + Arvicola	7	30
Autres espèces	11	12	+ Talpa		
	79	106	Clethrionomys + Apodemus	20	79
$\chi^2 = 4,69$ NS			Autres espèces	12	44
				255	542
			$\chi^2 = 34,36$ ***		

Tableau 2.6. Comparaison de lots de type différent

Station n° 135	pelotes		$\chi^2 = 105,75$ ***
	adultes seuls	Jeunes+adultes	
S. "araneus"	249	118	
S. minutus	11	3	
C. russula	11	15	
M. arvalis	43	107	
M. agrestis	36	60	
Pitymys + Arvicola		30	
+ Talpa	26		
Clethrionomys + Apodemus	17	54	
Oiseaux	6	7	
Autres espèces	6	11	
	405	405	

Tableau 2.7. Comparaison de lots-contrôle

Station n° 72	1980	1981	Station n° 19 (Corse)	VII-80	XI-80
	S. "araneus"	84		137	C. suaveolens	182	112
C. russula	37	42	S. etruscus	44	28
M. arvalis	58	99	A. sylvaticus	469	274
M. agrestis	18	18	R. rattus	37	17
Pitymys + Arvicola	42	48	M. musculus	109	58
+ Talpa			Oiseaux	13	6
Clethrionomys + Apodemus	23	26	Autres espèces	17	9
Oiseaux	8	17		871	504
Autres espèces	22	33			
	292	420			
$\chi^2 = 6,97$ NS			$\chi^2 = 1,58$ +		

+ : lots significativement semblables au seuil 0,05

NS : différence non significative au seuil 0,05

Tableau 2.9. Détermination de la taille minimale de l'échantillon représentatif

A. En Belgique
 *** : échantillons significativement différents du total au seuil 0,95
 + : échantillons significativement semblables au seuil 0,05

Station n° 13

ss. éch. n°	1	2	3	T
S. "araneus"	59	46	202	273
S. minutus	11	3	8	20
M. arvalis	10	26	287	313
M. agrestis	8	4	38	50
A. terrestris	3 }	- }	3 }	6 }
P. subterraneus	3 }	2 }	15 }	18 }
C. glareolus	- }	1 }	9 }	9 }
Apodemus	7 }	17 }	43 }	51 }
Autres espèces	3	30	50	74
	104	129	655	814

$$\chi^2_1 = 60,4^{***}$$

$$\chi^2_2 = 39,2^{***}$$

$$\chi^2_3 = 7,58$$

Station n° 17

ss. éch. n°	1	2	T
S. "araneus"	134	121	248
S. minutus	17	5	21
C. glareolus	8	4	12
M. arvalis	113	138	243
M. agrestis	6	16	21
P. subterraneus	12	13	23
A. sylvaticus	17	17	33
Autres espèces	6	14	19
	313	328	620

$$\chi^2_1 = 6,02$$

$$\chi^2_2 = 6,62$$

Station n° 22

ss. éch. n°	1	2	3	4	T
S. "araneus"	34	50	62	159	305
S. minutus	7	6	10	25	45
Crocidura	8	10	13	54	82
C. glareolus	6	5	7	13	28
M. arvalis	18	23	36	91	161
M. agrestis	5	8	14	42	68
A. terrestris	2 }	3 }	3 }	5 }	10 }
P. subterraneus	3 }	3 }	6 }	6 }	18 }
Apodemus	14	18	23	27	77
Autres espèces	5	6	4	6	17
	102	132	178	428	811

$$\chi^2_1 = 9,67$$

$$\chi^2_2 = 7,20$$

$$\chi^2_3 = 4,37$$

$$\chi^2_4 = 7,53$$

Station n° 38

ss. éch. n°	1	2	3	4	T
S. "araneus"	35	41	69	71	216
S. minutus	2	8	6	4	20
M. arvalis	29	34	43	52	151
M. agrestis	15	16	15	16	57
A. terrestris	1 }	7 }	10 }	6 }	23 }
P. subterraneus	1 }	1 }	3 }	- }	5 }
C. glareolus	2 }	1 }	4 }	4 }	11 }
Apodemus	15 }	24 }	35 }	27 }	80 }
C. russula	1 }	3 }	3 }	11 }	17 }
Autres espèces	1 }	8 }	9 }	11 }	34 }
	102	139	197	202	614

$$\chi^2_1 = 14,00$$

$$\chi^2_2 = 1,69^+$$

Station n° 80

ss. éch. n°	1	2	T
S. "araneus"	50	238	286
S. minutus	5	13	17
C. russula	10	44	55
M. arvalis	34	87	121
M. agrestis	15	32	43
A. terrestris	2 }	6 }	8 }
P. subterraneus	5 }	12 }	17 }
C. glareolus	1 }	14 }	14 }
Apodemus	18 }	35 }	40 }
M. minutus	3 }	4 }	6 }
M. musculus	1 }	8 }	8 }
Autres espèces	9	11	16
	153	504	631

$$\chi^2_1 = 14,00$$

$$\chi^2_2 = 1,69^+$$

Station n° 81

ss. éch. n°	1	2	3	4	T	
S. "araneus"	107	115	134	169	525	$\chi^2_1 = 2,22^+$
S. minutus	8 }	2 }	7 }	13 }	25 }	
Batraciens	- }	5 }	2 }	6 }	12 }	$\chi^2_2 = 4,94$
Neomys	5	6	6	9	24	
Crocidura	8	15	11	13	44	$\chi^2_3 = 2,93^{(+)}$
M. arvalis	47	60	46	68	218	
M. agrestis	24	29	19	31	101	$\chi^2_4 = 3,82$
A. terrestris	- }	1 }	3 }	1 }	4 }	
P. subterraneus	10 }	10 }	10 }	12 }	39 }	
Apodemus	20	31	26	38	114	
Autres espèces	14	9	14	20	49	
	243	283	278	380	1155	

Station n° 89

ss. éch. n°	1	2	3	4	T	
S. "araneus"	33	27	21	66	145	$\chi^2_1 = 9,43$
C. russula	23	30	39	38	129	
M. arvalis	19	29	33	53	124	$\chi^2_2 = 5,49$
M. agrestis	15	29	38	37	119	
A. terrestris	5	7	5	8	24	$\chi^2_3 = 14,56$
P. subterraneus	18	23	15	31	84	
A. sylvaticus	11	9	17	28	62	$\chi^2_4 = 9,36$
M. musculus	5	12	15	25	50	
Oiseaux	11	21	13	49	93	
Autres espèces	7	20	17	30	72	
	147	207	213	365	902	

Station n° 115

ss. éch. n°	1	2	3	T	
S. "araneus"	36	36	53	121	$\chi^2_1 = 4,66$
S. minutus	6	3	7	16	
Crocidura	26	30	25	80	$\chi^2_2 = 4,28$
M. arvalis	51	70	76	194	
M. agrestis	12	14	20	44	$\chi^2_3 = 4,68$
A. terrestris	4 }	1 }	4 }	7 }	
P. subterraneus	3 }	2 }	5 }	7 }	
C. glareolus	2 }	5 }	2 }	8 }	
Apodemus	20 }	9 }	17 }	43	
Oiseaux	10	7	10	27	
Autres espèces	5	5	9	13	
	175	182	228	572	

Station n° 123

ss. éch.	1	2	T	
S. "araneus"	54	147	201	$\chi^2_1 = 9,46$
S. minutus	18	18	36	
C. glareolus	19	28	42	$\chi^2_2 = 3,26$
M. arvalis	21	48	73	
M. agrestis	45	71	110	
P. subterraneus	10	20	30	
Apodemus	11	39	47	
M. musculus	7	8	14	
Autres espèces	5	19	24	
	190	398	575	

Tableau 2.9. Détermination de la taille minimale de l'échantillon représentatif

B. En Corse

Station n° 3

ss. éch. n°	1	2	T	
C. suaveolens	17	35	50	$\chi_1^2 = 1,71^+$
S. etruscus	5	5	8	
A. sylvaticus	5	15	20	$\chi_2^2 = 0,50^+$
R. rattus	6	10	15	
M. musculus	52	93	144	
Oiseaux	6	12	15	
Batraciens	32	59	84	
Insectes	8	13	20	
	<u>131</u>	<u>242</u>	<u>356</u>	

Station n° 4

ss. éch. n°	1	2	T	
C. suaveolens	9	37	45	$\chi_1^2 = 2,08$
S. etruscus	5	7	12	
A. sylvaticus	20	89	109	$\chi_2^2 = 0,91$
M. musculus	17	70	85	
Autres espèces	6	20	30	
	<u>57</u>	<u>223</u>	<u>281</u>	

Station n° 5

ss. éch. n°	1	2	T	
C. suaveolens	15	46	60	$\chi_1^2 = 4,99$
S. etruscus	21	21	38	
A. sylvaticus	31	51	76	$\chi_2^2 = 1,62^+$
R. rattus + E. quercinus	7	15	20	
M. musculus	81	120	192	
Oiseaux + Reptiles	9	9	16	
Batraciens	7	13	18	
	<u>171</u>	<u>275</u>	<u>420</u>	

Station n° 7

ss. éch. n°	1	2	3	T	
C. suaveolens	37	34	43	105	$\chi_1^2 = 3,68$
S. etruscus	13	12	15	39	
A. sylvaticus	107	152	146	394	$\chi_2^2 = 4,15$
R. rattus	5	9	13	24	
M. musculus	42	45	61	139	$\chi_3^2 = 10,30$
Autres espèces	3	14	8	22	
	<u>207</u>	<u>266</u>	<u>286</u>	<u>723</u>	

Station n° 12

ss. éch. n°	1	2	T	
C. suaveolens	4	17	21	$\chi_1^2 = 1,90$
R. rattus	18	35	53	
M. musculus	78	108	202	$\chi_2^2 = 2,13$
Oiseaux	8	17	25	
Autres espèces	8	14	25	
	<u>116</u>	<u>191</u>	<u>326</u>	

Station n° 15

ss. éch. n°	1	2	3	4	5	6	7	T	
C. suaveolens	22	15	14	19	22	25	37	153	$\chi^2_1 = 11,70^*$
S. etruscus	14	9	11	12	15	19	26	106	$\chi^2_2 = 7,90$
A. sylvaticus	23	28	25	29	37	33	36	182	$\chi^2_3 = 1,55$
M. musculus	30	31	34	60	51	60	68	313	$\chi^2_4 = 5,94$
Autres espèces	3	14	14	14	18	21	23	130	$\chi^2_5 = 2,50$
	92	97	98	134	143	158	190	884	$\chi^2_6 = 0,61^+$
									$\chi^2_7 = 1,74$

Station n° 19

ss. éch. n°	1	2	3	4	5	T	
C. suaveolens	31	26	36	45	49	231	$\chi^2_1 = 1,67$
S. etruscus	8	11	8	14	9	53	$\chi^2_2 = 7,39$
A. sylvaticus	78	69	125	112	121	590	$\chi^2_3 = 4,44$
R. rattus	5	12	7	10	10	47	$\chi^2_4 = 0,90^+$
M. musculus	13	17	28	28	31	109	$\chi^2_5 = 0,76^+$
Autres espèces	6	6	4	7	7	30	
	141	141	208	216	227	871	

Station n° 20

ss. éch. n°	1	2	T	
C. suaveolens	21	23	44	$\chi^2_1 = 0,79^+$
S. etruscus	13	10	23	
A. sylvaticus	55	69	125	$\chi^2_2 = 0,72^+$
R. rattus	6	5	11	
M. musculus	45	44	86	
Autres espèces	6	8	12	
	146	159	301	

Station n° 33

ss. éch. n°	1	2	3	4	5	6	T	
C. suaveolens	38	43	40	41	36	51	236	$\chi^2_1 = 1,67$
S. etruscus	5	9	5	6	18	14	56	$\chi^2_2 = 2,72$
A. sylvaticus	46	38	43	49	62	61	291	$\chi^2_3 = 2,27$
M. musculus	12	11	14	16	23	16	85	$\chi^2_4 = 3,21$
Autres espèces	7	8	8	3	6	13	40	$\chi^2_5 = 7,55$
	108	109	110	115	145	155	708	$\chi^2_6 = 2,16$

Station n° 34

ss. éch. n°	1	2	T	
C. suaveolens	16	14	27	
A. sylvaticus	70	94	164	$\chi^2_1 = 2,44$
R. rattus	11	10	18	
M. musculus	27	23	50	$\chi^2_2 = 0,70^+$
Autres espèces	9	8	13	
	133	149	272	

C. Les Pyrénées Orientales

Station n° 2

ss. éch. n°	1	2	T
C. russula	9	33	42
Campagnols	6	22	28
Apodemus	6	6	12
Rattus	16	8	24
Mus	11	17	28
Oiseaux	32	35	67
Autres espèces	2	9	11
	82	130	212

$$\chi^2_1 = 9,60$$

$$\chi^2_2 = 5,38$$

Station n° 3

ss. éch. n°	1	2	T
C. russula	6	35	41
Campagnols	7	106	113
Apodemus	5	53	58
Mus	7	65	72
Oiseaux	28	47	75
Autres espèces	2	13	15
	55	319	374

$$\chi^2_1 = 26,73^{***}$$

$$\chi^2_2 = 3,51$$

Station n° 13

ss. éch. n°	1	2	3	T
C. russula	58	22	34	116
M. agrestis	9	8	6	23
Apodemus	58	44	93	203
Mus	11	5	10	30
Autres espèces	3	2	5	11
	139	81	148	383

$$\chi^2_1 = 6,83$$

$$\chi^2_2 = 2,02$$

$$\chi^2_3 = 4,87$$

Station n° 14

ss. éch. n°	1	2	T
C. russula	126	102	228
Sorex	11	24	35
Apodemus	57	103	160
Mus	9	12	21
Campagnols	10	31	41
Autres espèces	4	6	10
	217	278	495

$$\chi^2_1 = 14,87^{**}$$

$$\chi^2_2 = 6,99$$

Station n° 15

ss. éch. n°	1	2	T
C. russula	71	132	203
Campagnols	41	36	77
Apodemus	225	379	604
Mus	6	10	16
Autres espèces	4	9	13
	347	566	913

$$\chi^2_1 = 3,64$$

$$\chi^2_2 = 2,25$$

$$\chi^2_{1-2} = 8,82$$

Station n° 18

ss. éch. n°	1	2	3	T
C. russula	11	251	239	501
S. araneus	6	67	66	139
S. minutus	2	19	19	40
C. gloreolus	-	16	12	28
M. arvalis	3	15	13	31
M. agrestis	4	36	42	82
Apodemus	16	131	149	296
Autres espèces	-	10	15	25
	42	545	555	1142

$$\chi^2_1 = 6,93$$

$$\chi^2_2 = 1,65^+$$

$$\chi^2_3 = 1,34^+$$

LA PELOTE : UNE COMPOSITION ALEATOIRE ?

Afin de vérifier cette hypothèse, nous avons noté pour quelques lots la composition individuelle de chaque pelote et nous avons noté dans un tableau à double entrée le nombre d'occurrences simultanées de chaque espèce avec chaque autre. Si m représente le nombre de proies contenues dans une même pelote et k le nombre de pelotes, le nombre total d'occurrences T est égal à la somme des combinaisons de m proies (m variant ici de 2 à 12) prises deux à deux.

$$T = \sum_{i=1}^k m_i C_2$$

Le nombre théorique d'occurrences pour chacune des cases du tableau a été calculé suivant la formule :

$$\text{Effectif théorique} = 2P_x \cdot P_y \cdot T \text{ ou } P_x^2 T$$

ou $P_x = N_x/N =$ fréquence de l'espèce x dans le lot

et $P_y = N_y/N =$ fréquence de l'espèce y dans le lot

Enfin, effectifs théoriques et effectifs observés ont été comparés au moyen d'un test de χ^2 . Pour ce calcul, seules les cases dont l'effectif théorique dépasse 5 ont été retenues.

Tableau 2.11.

A	S. "araneus"	S. minutus	N. fodiens	C. russula	T. europaea	C. glareolus	M. arvalis	M. agrestis	P. subterraneus	E. quercinus	M. minutus	A. sylvaticus	M. musculus	Oiseaux	Batrachiens	n
S. "araneus"	41 30,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75
S. minutus	2 3,2	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
N. fodiens	-	0,8 0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
C. russula	12 10,5	4 0,6	-	22 0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
T. europaea	1 1,6	0,09	0,02	0,3	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
C. glareolus	10 6,5	4 0,3	1 0,09	1,1 0,2	1 0,3	1 0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
M. arvalis	60 75,1	4 4,0	-	2 13,0	7 2,0	66 8,0	46,6	-	-	-	-	-	-	-	-	93
M. agrestis	25 29,1	1 1,6	1 0,4	1 5,0	1 0,8	1 3,1	28 36,1	10 7	-	-	-	-	-	-	-	36
P. subterraneus	34 25,9	1 1,4	1 0,3	1 4,5	1 0,7	6 2,8	21 32,1	13 12,4	6 5,5	-	-	-	-	-	-	32
E. quercinus	-	0,8 0,04	-	0,1 0,1	0,02 0,02	0,09 0,09	1 1	0,4 0,4	0,3 0,3	-	-	-	-	-	-	1
M. minutus	10 4,0	-	-	0,7 0,1	0,1 0,1	2 0,4	5 5	1,9 1,9	1,7 1,7	0,05 0,05	1 0,1	-	-	-	-	5
A. sylvaticus	15 16,2	1 0,9	-	0,2 2,8	0,4 0,4	1 1,7	26 20,0	7 7,8	4 6,9	0,2 0,2	1 1,1	3 2,2	-	-	-	20
M. musculus	13 12,1	1 0,6	-	0,2 2,1	0,3 0,3	1 1,3	10 15,0	6 5,8	4 5,2	0,2 0,2	0,8 0,8	3 3,2	5 1,2	3 1,2	-	15
Oiseaux	3 4,1	0,2 0,2	0,05 0,05	0,7 0,7	0,1 0,1	0,4 0,4	5 5	1,9 1,9	1,7 1,7	0,05 0,05	0,3 0,3	1,1 1,1	0,8 0,8	1 0,1	-	5
Batrachiens	3 0,8	0,04 0,04	0,01 0,01	0,1 0,1	0,02 0,02	0,09 0,09	1 1	0,4 0,4	0,3 0,3	-	0,05 0,05	0,4 0,4	0,2 0,2	0,05 0,05	-	1
																T = 521 N = 311

Lot n° 30 (Fontenelle).

B											n	
	S. "araneus"	S. minutus	Neomys	C. russula	C. glareolus	M. arvalis	M. agrestis	P. subterraneus	A. terrestris	Apodemus		Rattus
S. "araneus"	307 219,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	130
S. minutus	20 13,5	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Neomys	6 6,8	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	2
C. russula	45 64,2	1 2	2 1	11 4,7	-	-	-	-	-	-	-	19
C. glareolus	14 10,1	2 0,3	- 0,2	1 1,5	0,1	-	-	-	-	-	-	3
M. arvalis	108 108,2	- 3,3	1 1,7	9 15,8	1 2,5	10 13,3	-	-	-	-	-	32
M. agrestis	34 47,3	3 1,5	2 0,7	11 6,9	1 1,1	8 11,6	3 2,6	-	-	-	-	14
P. subterraneus	14 1,7	- 0,4	- 0,2	- 2	- 0,3	5 3,3	- 1,5	1 0,2	-	-	-	4
A. terrestris	12 33,8	- 1	- 0,5	7 4,9	1 0,8	4 8,3	- 3,6	- 1	2 1,3	-	-	10
Apodemus	32 57,5	1 1,8	1 0,9	16 8,4	- 1,3	10 14,1	9 6,2	2 1,8	2 4,4	4 3,8	-	17
Rattus	- 3,4	- 0,1	- 0,05	- 0,5	1 0,1	1 0,8	- 0,4	- 0,1	- 0,3	- 0,4	0,01	1
											T = 724	236

$\chi^2 = 93,13^{***}$
ddl = 16

Lot n° 87 (Moircy).

C											n	
	S. "araneus"	Neomys	C. russula	C. glareolus	M. arvalis	M. agrestis	P. subterr.	A. terrestris	Apodemus	M. minutus		M. musculus
S. "araneus"	47 26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	93
Neomys	1 2,8	- 0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
C. russula	181 198,7	- 10,7	589 379,2	-	-	-	-	-	-	-	-	355
C. glareolus	2 0,6	- 0,03	- 2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
M. arvalis	59 59,3	1 3,2	114 226,5	- 0,6	62 33,8	-	-	-	-	-	-	106
M. agrestis	29 24,6	6 1,3	14 94	1 0,3	21 28,1	15 5,8	-	-	-	-	-	44
P. subterraneus	5 7,3	2 0,4	12 27,8	- 0,08	11 8,3	5 3,4	- 0,5	-	-	-	-	13
A. terrestris	2 0,6	- 0,03	2 2,1	-	1 0,6	1 0,3	1 0,08	-	-	-	-	1
Apodemus	2 4,5	- 0,2	8 17,1	- 0,05	10 5,1	1 2,1	- 0,6	- 0,05	- 0,2	-	-	8
M. minutus	- 1,7	- 0,1	4 6,4	- 0,02	4 1,9	1 0,8	1 0,2	- 0,02	- 0,1	- 0,03	-	3
M. musculus	8 6,2	- 0,3	6 23,5	- 0,06	4 7	3 2,9	1 0,9	- 0,06	- 0,5	- 0,2	2 0,4	11
Oiseau	- 2,2	- 0,1	3 8,6	- 0,02	3 2,6	2 1,1	2 0,3	- 0,02	- 0,2	- 0,07	- 0,3	4
											T = 1248	644 = N

$\chi^2 = 337,9^{***}$
ddl = 18

Lot n° 107 (Sart-lez-Spa).

Tableau 2.12. L'évaluation des paramètres longueurs

	n°	1		2		3		4		5		6		7	
		nc	l	nc	l	nc	l	nc	l	nc	l	nc	l	nc	l
Amonines	3	116	9,0	285	21,0	109	9,0	61	6,0	115	11,0	27	2,5	38	4,5
Aublain	6													79	10,0
Aye	7	44	2,5	306	26,5	29	3,0	25	3,0	118	10,0	18	2,0	49	5,5
Bergilers	11									162	19,5				
Bullange	18									212	21,5				
Damme	22			14	1,4										
Fagnolle	29													22	3,3
Fouron St M.	32	420	34,8			204	25,5					47	5,3		
Grandmenil	42	113	7,5	145	12,5	118	12,0	55	7,0	105	10,5				
Harsin	46							14	1,3						
Izier	54							98	9,5						
Jalhay	55									362	61,6				
Landenne	62					155	16,6	24	2,8	43	3,5				
Louveigné	72	142	11,5												
Lummen	73											100	12,5		
Machelen Leie	75	583	43,4	25	2,0	6	0,8					70	7,8	29	3,0
Melsele	84											155	17,8	119	18,8
Recht	98	60	6	94	9,5									72	9,6
Rochehaut	102	66	4,3	221	16,5			170	28	13	1,0	4	0,8	3	0,3
Sart lez Spa	107	11	0,9												
Sinaai	111	209	15,0	135	11,1	14	1,5	2	0,2	59	5,5	215	57,3	178	24,8
Soy	117	217	16,8												
Sugny	119													11	0,8
Ucimont	123	133	10,0	262	25,0	48	4,3	80	6,5	28	4,0				
Wonck	138			83	7,8	171	22	33	3,3					171	22,0
Xhoris	139									240	25,0				
Coeff. corrél.		0,996		0,982		0,982		0,954		0,955		0,914		0,993	
Coeff. angulaire		12,84		11,75		7,87		5,97		5,89		3,59		7,01	

nc = nombre de carrés; l = longueur mesurée au curvimètre (en km)

- 1 : Lisières entre milieux ouverts
- 2 : Lisières forestières
- 3 : talus en milieux ouverts
- 4 : talus en milieux fermés
- 5 : longueur des haies
- 6 : Longueur des rideaux d'arbres
- 7 : longueur des ruisseaux et rivières

Tableau 2.13. Calcul du coefficient d'Emberger

a. En Corse

Localités (+ n°)	Station météorologique		Q	m
	pluviomètre	thermomètre		
2. Aleria (gare) '	Aleria (Casabianda)	id	85,73	- 1,46
3. Aleria (Roi Théodore) '	Aleria (Casabianda + Teppe rosse)	id	83,25	- 1,50
4. Avapessa °	Muro	Corbara	73,63	- 0,38
5. Barcaggio +	Ersa	id	52,48	2,07
7. Cateri °	Corbara	id	64,85	- 0,38
8. Corti /	Corti	Poggio di Venaco	87,93	- 9,28
10. Galeria °	Calenzana (Capu a u Cavallu)	id	62,59	1,27
11. Granaggiolo +	Ersa	id	52,48	2,07
12. La Canonica -	Bastia (Poretta)	id	91,83	- 0,14
13. Lucciana -	Bastia (Poretta)	id	91,83	- 0,14
14. Manso '	Manso	id	86,74	- 1,60
15. Montemaggiore '	Calvi (aéroport)	id	63,16	- 1,52
17. Oletta /	St Florent (Aliso)	id	78,97	- 6,37
18. Olmeto '	Propriano	Ajaccio	49,07	- 2,16
19. Olmi Capella /	Olmi	Albertacce et Calacuccia	81,16	- 8,82
20. Pancheraccia '	Linguizzetta (2 ans) et Antisanti		79,71	- 1,02
24. Piediquerciu -	Solenzara et Prunelli di Fiumorbo		92,88	- 1,54
25. Pino °	Ersa et Luri	Ersa	68,23	2,07
26. Poggiale '	Figari	id	62,29	- 3,60
28. Santa Reparata °	Corbara	id	64,85	- 0,38
29. Sarrola Carcopino '	Calcatoggio	Ocana	58,59	- 1,74
31. Sotta /	Sotta	id	66,16	- 5,92
32. Vico -	Vico	Pietra di Verde	108,84	- 2,34
33. Ville di Paraso °	Belgodère	Corbara	66,60	- 0,38
34. Zilia '	Calvi (aéroport)	id	63,16	- 1,52
35. Zonza (Fautea) +	Porto Vecchio (Chiappa)	id	59,29	2,33

+ : climat de type semi aride

° : climat de type sbhumide à hiver frais

' : climat de type subhumide à hiver froid

/ : climat de type subhumide à hiver très froids

- : climat de type humide

b. Dans les Pyrénées Orientales

Localités (+ n°)	Station météorologique		Q	m
	pluviomètre	thermomètre		
1. Canet *	Canet-plage	Canet-plage	72,6	3,2
2. Claira +	St Laurent de la Sal.	St. Laurent de la	563,1	4,3
3. Corneilla del Vercol +	Villeneuve de la Raho	Canohès	61,0	3,8
4. Argelès sur Mer *	Argelès (Valmy, cap Bear)	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	Mauray	82,2	3,1
12. Caudiès de Fen. °	Caudiès (+ Isohyètes)	Mauray	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 Lau	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 frais

+ : climat de type semi-aride

* : climat subhumide à hiver tempéré

} Stations regroupées pour l'analyse des correspondances sous la dénomination "climat sec"

° : climat subhumide à hiver frais

- : climat humide

} Stations regroupées sous la dénomination "climat humide"

Tableau 3.1. Ecologie alimentaire de la Chouette effraie

a. En Belgique

n° station	H'	J'	LN	ajustement à la loi de Motomura			
				n	b	r	ajustement
Polders (2)							
1	2,878	0,737	0,322	15	- 0,14	0,987	R
22	2,906	0,763	0,371	14	- 0,17	0,987	R
38	2,653	0,740	0,374	12	- 0,21	0,991	R
60	2,634	0,692	0,294	14	- 0,18	0,994	R
63	2,615	0,687	0,218	14	- 0,15	0,984	S
84	2,674	0,668	0,240	16	- 0,15	0,994	R
125	2,102	0,568	0,163	13	- 0,16	0,937	-
Zone sablonneuse (3)							
14	2,068	0,598	0,209	11	- 0,26	0,994	R
25	2,453	0,613	0,197	16	- 0,16	0,982	S
27	3,005	0,752	0,317	16	- 0,12	0,979	S
35	2,367	0,640	0,254	13	- 0,19	0,964	A
44	2,500	0,697	0,282	12	- 0,16	0,951	A
73	2,238	0,573	0,163	15	- 0,17	0,974	A
75	2,535	0,707	0,297	12	- 0,20	0,969	A
82	1,959	0,566	0,189	11	- 0,23	0,962	A
95	2,230	0,586	0,179	13	- 0,24	0,989	R
111	2,842	0,768	0,295	13	- 0,14	0,967	A
129	2,538	0,650	0,214	15	- 0,14	0,971	A
136	2,139	0,578	0,225	12	- 0,24	0,989	R
141	2,245	0,626	0,181	12	- 0,16	0,964	A
142	2,260	0,593	0,151	13	- 0,16	0,977	S
Zone sablo limoneuse (4)							
36	2,740	0,720	0,317	14	- 0,17	0,990	R
59	2,799	0,735	0,274	14	- 0,16	0,966	A
103	2,112	0,555	0,153	14	- 0,17	0,970	A
112	1,982	0,521	0,128	14	- 0,17	0,961	A
113	2,674	0,684	0,264	15	- 0,17	0,994	R
131	2,431	0,622	0,169	15	- 0,16	0,986	R
140	3,260	0,856	0,537	14	- 0,11	0,980	S
Zone limoneuse (6)							
11	3,295	0,806	0,422	17	- 0,11	0,995	R
19	3,185	0,815	0,447	15	- 0,14	0,981	S
24	3,101	0,794	0,419	15	- 0,15	0,987	R
26	1,825	0,509	0,117	13	- 0,17	0,944	-
30	2,897	0,709	0,271	17	- 0,14	0,996	R
39	3,295	0,776	0,371	19	- 0,12	0,993	R
40	2,516	0,702	0,337	12	- 0,19	0,968	A
50	2,983	0,764	0,383	15	- 0,16	0,992	R
53	2,793	0,715	0,285	15	- 0,15	0,989	R
57	3,030	0,757	0,330	16	- 0,12	0,982	S
61	2,687	0,683	0,270	15	- 0,14	0,972	A
62	3,343	0,761	0,387	21	- 0,14	0,985	R
64	3,112	0,778	0,414	16	- 0,13	0,991	R
69	2,547	0,669	0,326	14	- 0,21	0,969	A
71	2,737	0,684	0,290	16	- 0,16	0,978	S
74	2,624	0,656	0,186	16	- 0,14	0,985	R
85	2,996	0,719	0,279	18	- 0,13	0,988	R

n° station	H'	J'	LN	n	b	r	ajustement
89	3,340	0,835	0,526	16	- 0,16	0,944	-
91	2,755	0,724	0,327	14	- 0,18	0,994	R
94	2,580	0,660	0,241	15	- 0,16	0,983	S
97	2,254	0,609	0,184	13	- 0,16	0,964	A
104	3,160	0,744	0,337	19	- 0,14	0,993	R
118	2,844	0,728	0,265	15	- 0,14	0,985	R
127	2,789	0,682	0,271	17	- 0,15	0,989	R
132	3,039	0,729	0,335	18	- 0,14	0,995	R
138	3,232	0,791	0,433	17	- 0,15	0,981	S
Zone sablo limoneuse mixte (5)							
114	2,689	0,727	0,359	13	- 0,16	0,986	R
Zone limoneuse mixte (7)							
9	3,093	0,812	0,180	15	- 0,15	0,989	R
13	3,022	0,774	0,339	15	- 0,14	0,979	S
28	2,810	0,738	0,358	14	- 0,20	0,989	R
43	2,935	0,734	0,307	17	- 0,13	0,991	R
51	3,122	0,799	0,438	15	- 0,15	0,980	S
78	2,965	0,711	0,279	18	- 0,14	0,988	R
99	2,818	0,652	0,219	20	- 0,15	0,971	A
Pays de Herve (8)							
31	2,808	0,702	0,278	16	- 0,16	0,988	R
32	3,093	0,694	0,302	22	- 0,14	0,993	R
33	2,474	0,669	0,271	13	- 0,17	0,966	A
Condroz (9)							
4	2,193	0,548	0,114	16	- 0,14	0,964	A
8	3,322	0,769	0,323	21	- 0,09	0,967	A
10	2,011	0,528	0,131	14	- 0,17	0,963	A
17	2,866	0,753	0,317	14	- 0,16	0,985	R
66	3,126	0,750	0,341	18	- 0,13	0,981	S
96	2,578	0,697	0,285	13	- 0,20	0,990	R
133	2,495	0,624	0,177	16	- 0,14	0,972	A
134	2,393	0,647	0,244	13	- 0,17	0,963	A
135	2,509	0,614	0,173	17	- 0,15	0,987	R
Fagne-Famenne (10)							
6	1,956	0,514	0,136	14	- 0,18	0,960	A
7	2,353	0,564	0,120	18	- 0,12	0,953	A
15	2,092	0,502	0,091	18	- 0,14	0,963	A
16	2,106	0,569	0,176	13	- 0,19	0,975	S
23	2,173	0,543	0,143	16	- 0,14	0,950	A
29	2,541	0,635	0,156	16	- 0,13	0,974	A
34	2,734	0,644	0,195	19	- 0,13	0,985	R
41	2,697	0,660	0,197	17	- 0,14	0,985	R
46	2,482	0,620	0,196	16	- 0,14	0,967	A
52	2,910	0,712	0,276	17	- 0,13	0,979	S
54	2,890	0,669	0,204	20	- 0,11	0,980	S
68	2,807	0,649	0,177	20	- 0,11	0,979	S
90	2,880	0,705	0,282	17	- 0,14	0,993	R
109	2,508	0,619	0,169	18	- 0,13	0,979	S
116	2,375	0,663	0,245	12	- 0,19	0,984	S
117	2,910	0,728	0,330	16	- 0,15	0,989	R
126	2,830	0,666	0,222	19	- 0,13	0,986	R
139	2,594	0,611	0,164	19	- 0,14	0,981	S

n° station	H'	J'	LN	n	loi de Motomura b r	ajustement
Ardenne (11)						
3	2,435	0,563	0,118	20	- 0,10	0,945 A
5	2,229	0,602	0,155	13	- 0,15	0,957 A
20	2,744	0,646	0,205	19	- 0,15	0,981 S
21	2,771	0,664	0,233	18	- 0,15	0,983 S
45	2,040	0,569	0,280	12	- 0,23	0,997 R
47	3,166	0,745	0,327	19	- 0,13	0,994 R
48	2,534	0,608	0,190	18	- 0,14	0,975 S
58	2,499	0,640	0,202	15	- 0,14	0,979 S
65	2,189	0,547	0,116	16	- 0,14	0,964 A
67	2,913	0,713	0,277	17	- 0,16	0,993 R
70	2,577	0,696	0,231	13	- 0,16	0,976 S
72	3,004	0,720	0,289	18	- 0,13	0,985 R
76	2,624	0,607	0,151	20	- 0,14	0,983 S
79	2,950	0,694	0,198	19	- 0,11	0,982 S
80	2,511	0,614	0,189	17	- 0,12	0,967 A
81	2,631	0,599	0,147	21	- 0,12	0,984 S
83	2,598	0,649	0,164	16	- 0,13	0,979 S
88	2,535	0,649	0,201	15	- 0,15	0,974 S
92	2,170	0,570	0,150	14	- 0,20	0,980 S
93	1,948	0,499	0,081	15	- 0,14	0,947 -
100	2,580	0,607	0,133	19	- 0,13	0,983 S
101	2,056	0,574	0,138	12	- 0,18	0,968 A
102	2,923	0,731	0,292	16	- 0,16	0,981 S
105	2,388	0,573	0,116	18	- 0,12	0,969 A
106	2,485	0,621	0,157	16	- 0,15	0,984 S
107	2,654	0,637	0,209	18	- 0,13	0,969 A
108	2,917	0,687	0,241	19	- 0,13	0,989 R
119	3,036	0,728	0,290	18	- 0,13	0,990 R
120	1,983	0,536	0,111	13	- 0,20	0,985 R
123	2,897	0,682	0,244	19	- 0,13	0,980 S
137	2,864	0,687	0,225	18	- 0,11	0,970 A

Haute Ardenne (12)

2	2,513	0,660	0,203	14	- 0,14	0,973 A
18	3,050	0,718	0,289	19	- 0,13	0,989 R
42	2,448	0,599	0,144	17	- 0,15	0,968 A
55	2,957	0,684	0,204	20	- 0,13	0,989 R
77	2,707	0,662	0,231	17	- 0,13	0,974 A
86	2,850	0,684	0,226	18	- 0,12	0,969 A
87	2,724	0,630	0,154	20	- 0,12	0,972 A
98	1,753	0,460	0,083	14	- 0,16	0,938 -
110	2,582	0,659	0,249	14	- 0,18	0,989 R
121	2,638	0,660	0,197	16	- 0,12	0,985 R

Gaume (13)

12	2,515	0,592	0,163	19	- 0,11	0,955 A
37	2,837	0,668	0,216	19	- 0,12	0,984 S
49	3,219	0,805	0,469	16	- 0,14	0,982 S
56	2,741	0,670	0,212	17	- 0,11	0,964 A
115	2,864	0,701	0,266	17	- 0,13	0,987 R
122	2,749	0,704	0,270	15	- 0,14	0,988 R
124	2,861	0,673	0,197	18	- 0,11	0,960 A
128	1,898	0,529	0,143	12	- 0,22	0,980 S
130	2,647	0,648	0,212	17	- 0,13	0,972 A

H' : indice de diversité de Shannon
 J' : indice d'équitabilité
 LN : largeur de la niche
 n : nombre de catégories alimentaires
 b : coefficient angulaire
 r : coefficient de corrélation

Ajustement
 R : rigoureux
 S : satisfaisant
 A : approximatif
 (d'après INAGAKI, 1967)

b. En Corse

n° station	H'	J'	LN	n	Loi de b	Motomura r	ajustement
2	2,38	0,79	0,504	8	- 0,23	0,961	A
3	2,43	0,77	0,382	9	- 0,20	0,967	A
4	2,18	0,68	0,322	10	- 0,20	0,971	A
5	2,41	0,73	0,315	10	- 0,21	0,959	A
7	1,93	0,61	0,223	9	- 0,31	0,991	R
8	2,00	0,60	0,208	10	- 0,27	0,991	R
10	2,31	0,70	0,299	10	- 0,25	0,964	A
11	2,29	0,72	0,300	9	- 0,20	0,981	S
12	1,82	0,57	0,171	9	- 0,26	0,986	R
13	2,08	0,74	0,364	7	- 0,30	0,922	-
14	2,45	0,74	0,339	10	- 0,21	0,978	S
15	2,55	0,74	0,361	11	- 0,23	0,973	A
17	2,31	0,77	0,436	8	- 0,26	0,971	A
18	2,00	0,71	0,316	7	- 0,29	0,936	-
19	1,97	0,59	0,203	10	- 0,28	0,993	R
20	2,15	0,72	0,362	8	- 0,25	0,991	R
24	2,43	0,73	0,338	10	- 0,20	0,989	R
25	2,02	0,64	0,246	9	- 0,27	0,998	R
26	2,34	0,70	0,285	10	- 0,22	0,987	R
28	1,86	0,66	0,266	7	- 0,28	0,996	R
29	2,26	0,75	0,430	8	- 0,26	0,974	A
31	2,55	0,81	0,458	9	- 0,20	0,946	A
32	1,99	0,63	0,275	9	- 0,31	0,989	R
33	2,06	0,62	0,257	10	- 0,30	0,995	R
34	1,75	0,53	0,178	9	- 0,24	0,993	R
35	2,23	0,70	0,293	9	- 0,23	0,970	A

c. Dans les Pyrénées Orientales

1	2,75	0,69	0,222	16	- 0,17	0,978	S
2	3,00	0,79	0,360	14	- 0,15	0,990	R
3	2,93	0,79	0,459	13	- 0,22	0,971	A
4	2,57	0,77	0,429	10	- 0,23	0,968	A
5	1,36	0,41	0,070	10	- 0,20	0,914	-
6	2,80	0,69	0,237	17	- 0,16	0,982	S
7	2,41	0,70	0,316	10	- 0,21	0,988	R
8	2,45	0,68	0,301	12	- 0,24	0,967	A
9	2,58	0,62	0,204	18	- 0,16	0,977	S
10	1,91	0,52	0,140	13	- 0,20	0,930	-
12	1,91	0,64	0,294	8	- 0,33	0,984	S
13	1,74	0,58	0,205	9	- 0,34	0,990	R
14	2,11	0,57	0,173	13	- 0,20	0,977	S
15	1,42	0,40	0,091	12	- 0,34	0,966	A
16	2,78	0,66	0,221	19	- 0,16	0,992	R
17	2,40	0,60	0,260	16	- 0,25	0,953	A
18	2,29	0,59	0,177	15	- 0,20	0,984	S
19	2,33	0,78	0,449	8	- 0,23	0,986	R

Tableau 3.10. Régime de l'effraie en Belgique : détail des analyses

Station n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Talpa europaea	1	3	1			2	1	3	7	2	1				1		2	8			3
Sorex "araneus"	88	196	249	274	234	252	298	85	65	495	46	273	159	67	312	248	123	326	44	802	307
Sorex minutus	2	6	44	3	15	13	7	7	5	22	7	20	16	1	13	21	6	16	1	34	45
Neomys fodiens	3	19	3	2	8	1	5	11	1	3	7	13	1		6	2	8	15		7	3
Neomys anomalus		12	3		3		2											8			
Crociodura leucodon	3		1	4			9								3					7	1
Crociodura russula	71	27	12	85	6	10	8	47	43	21	33	13	65	174	20	4	36	186	36	184	83
Chiroptères				1							1				1						1
Eliomys quercinus			2				2	2	1	2	2				2		1				5
Muscardinus avellanarius			1				1														4
Clethrionomys glareolus	4	4	3	4	7	7	7	6	4	8	2	9	6	9	4	12	10	4	3	26	28
Microtus arvalis	57	89	53	21	77	180	115	7	41	243	92	313	45	1	94	243	35	180	33	448	165
Microtus agrestis	14	36	47	19	32	7	36	3	78	17	17	50	57	63	24	21	32	86	36	199	69
Arvicola terrestris	3	11	5	3	9	1	8	2	1	6	2	6	7		1	1	2	34	6	7	10
Pitymys subterraneus	17	11	10	14	17	10	8	5	25	25	19	18	27	19	8	23	43	14	21	114	18
Microtidae indé.			2		25	33	17	3	19	27	19	27			40	40	11	10	85	17	17
Apodemus sylvaticus	7	4	9	24	13	27	36	2	34	59	75	27	35	6	30	33	21	18	14	235	35
Apodemus flavicollis			2				1				5						2				3
Apodemus sp.			4				31				19						9				39
Micromys minutus	2	3	3	1	1	2	5	20	1	5	1	6	6	6	1	2	2	2	1	33	2
Mus musculus	13	4	3	13	4	3	18	42	11	8	45	16	26	1	2	10	28	71	34		2
Rattus sp.	3			2		3	3			5	5	2			3	8	1		17		7
Autres mammifères						1									1						
Oiseaux	26	1	3	8		1	1	6	4	5	27	6	4	1		2	1	31	95	5	2
Amphibiens	?	?	7	?	?	5	8	34	?	?	20	20	?	?	?	?	?	104	2	3	4
Invertébrés	?	?	?	?	?	1	3	7	?	?	2	9	?	?	?	?	?	?	?	?	11
TOTAL PROIES	310	423	468	477	423	543	599	333	336	915	425	850	467	348	526	660	330	1088	398	2240	837

Tableau 3.10 (suite)

43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
Station n°																				
Talpa europaea	2		1		3				2	3	2	2	2	3	196	213	125	104	9	1
Sorex "araneus"	171	149	221	242	122	113	91	148	144	29	242	800	223	88	13	15	6	3	11	190
Sorex minutus	7	13	25	27	19	32	5	5	10	1	20	152	16	1	1	1	3	1	2	2
Sorex fodians	3		2	7	5	3	7		9		7	29	5	4	2	1	3	1	2	2
Neomys anomalus				1	1	1			1		1	1	3		2					
Crocifidura leucodon	3		2		1		3		1	2	4	44		6		11	1	10	12	3
Crocifidura russula	273	180	21	32	113	72	18	37	54	2	58	216	18	109	30	46	41	10	209	29
Chiroptères							5													
Eliomys quercinus				1			1			4				5				1	2	
Muscardinus avell.			3		3							4								
Clethrionomys gl.	23	11	12	29	19	12		4	3	1	7	85	10	3	45	1	1	5	13	
Microtus arvalis	63	13	107	232	19	123	60	74	87	19	171	88	132	23	87	24	77	5	333	31
Microtus agrestis	92	77	106	33	140	72	20	83	83	98	35	151	48	23	33	72	90	83	194	28
Arvicola terrestris	7		1	8	7	9	1	6	9	7	18	4	12	8	10	1	1	3	59	1
Pitymys subterraneus	29	8	6	11	44	13	63	53	22	22	18	16	5	37	5	32	9	26	125	13
Microtidae indé.	3		12	10	22	12	36	3	7	9	18	18	4	14	14	10	10	2	23	
Apodemus sylvaticus	63	19		21	16	21	36	45	13	26	31	65	16	53	17	33	10	11	197	18
Apodemus flavicollis			1	12	3	1					7	4	5		1					
Apodemus sp.			48	9	52	46					20	60	7		4					
Micromys minutus	4	13		8	3	4	5	13	7		1	5	2	4	5	11	4	4	20	11
Mus musculus	50	16	1	14	1	2	44	33	3	4	15	155	10	15	8	8	2	10	56	9
Rattus sp.	6			2	5	1	1	5		3	2						3	3	14	
Autres mammifères																				2
Oiseaux	35	3	3	25	2	28	3	109	6	64	7	24	5	6	2	2	24	106	154	67
Amphibiens	10	?	6	6	4	3	?	3	7	1	5	7	30	6	?	?	?	?	2	?
Invertébrés	?	?			1	1	?	?			3	11	3		?	?	?	?	26	?
TOTAL PROTIES	842	504	566	668	638	727	586	622	468	293	674	1943	553	388	435	514	394	381	1669	410

Tableau 3.10. (suite)

Station n°	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
Taipa europaea	1	1	3	3	1	1	3	1	2		2	15	2		1	3		2		1	3
Sorex "araneus"	174	200	101	334	163	154	142	192	99	139	690	131	175	118	106	211	116	120	92	214	450
Sorex minutus	$\frac{15}{4}$	9	$\frac{8}{1}$	$\frac{18}{3}$	3	$\frac{12}{13}$	4	$\frac{20}{3}$	5	5	58	3	12	$\frac{3}{3}$	1	20	20	4	4	$\frac{18}{44}$	
Neomys fodiens	4	3	1	3		13		3	1	2	18	3	3	3	2	2	1		2	11	7
Neomys anomalus																					3
Crocidura leucodon	47	9	61	320	31	4		6	15	83	289	111	60	95	19	1		2		22	94
Crocidura russula																					
Chiroptères	2			1								4			1			3		1	
Eliomys quercinus					2		1		1		3	1						4			
Muscardinus avellanar.																					
Clethrionomys glareolus	94	217	39	6	10	5	6	6	8	3	51	3	7	2	5	11	2	8	2	12	3
Microtus arvalis	84	$\frac{36}{1}$	56	147	$\frac{37}{8}$	30	325	49	$\frac{122}{46}$	287	394	11	191	1	28	151	58	127	69	114	67
Microtus agrestis	1	4	3		8	102	127	13	1	$\frac{102}{7}$	248	95	$\frac{27}{4}$	80	113	57	42	67	72	39	70
Arvicola terrestris	22	4	34	38	4	16	32	30	37	76	149	15	7	17	20	5	7	45	10	29	54
Pitymys subterraneus	3	16					6					12			10	10		17		24	25
Microtidae indéterm.	20	19	31	44		23	41	29	22	38	204	15	47	19	28	45	18	71	5	27	15
Apodemus sylvaticus											1					17					2
Apodemus flavicollis					30											34					16
Apodemus sp.	4	4	3	25		32	12	5	9	1	11		1	3	4	7		6	12	2	1
Micromys minutus	23	8	20	13	11	5	17	9	21	24	198	3	14	1	2	2	8	17	2	6	
Mus musculus	3	1	3	5		16	42	4	1	4	12	8			2		1	2		2	2
Rattus sp.																					
Autres mammifères											2										
Oiseaux	81	11	22	8	11	3	281	5	5	38	19	2	14	2	3	4	94	45	3	2	3
Amphibiens	?	1	?	?	?	?	?	1	2	?	?	?	1	?	?	3	?	40	?	11	7
Invertébrés			?	1		?	?	2		4	8	?	1	?	?	2	?	4	?	?	1
TOTAL PROIES	577	546	386	975	832	530	1208	380	397	815	2389	409	591	349	391	626	387	775	389	536	871

Tableau 3.10 (suite)

Station n°	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
Talpa europaea	1	1	1	1	1	1	4	4			2		1	1	1	1	2				
Sorex "araneus"	80	224	114	191	132	275	213	75	221	260	80	148	389	121	184	125	286	525	180	161	138
Sorex minutus	2	28	12	32	13	3	11	1	10	8	2	8	41	3	10	25	17	25	10	18	12
Neomys fodiens	3	7	2	1	1	2	14	1	11	1	2	4	3	5	2	3	3	16	1	6	8
Neomys anomalus					4		1				5		1	2		6	3	4			
Crocidura leucodon	24	9	124	40	8	4	47	45	79	81	207	720	31	49	160	15	55	40	178	18	55
Crocidura russula					1	1	1	1	1	1			1	1				2			1
Chiroptères					1	1	1	1	1	1			1	1				2			
Eliomys quercinus				9	1		2						4		1	1		1			
Muscardinus avell.	3	2	10	40	8	1	6		8	3	8		28	4	14	3	14	1	2	10	2
Clethrionomys gl.	28	54	64	54	87	115	65	120	157	11	41		124	31	52	45	121	20	2	32	206
Microtus arvalis	52	20	19	130	18	91	32	8	36	111	24	256	97	50	92	21	43	101	16	40	38
Microtus agrestis	6	2	2	5	3	2	15		13	1	2	8	5	4	13	5	8	4	15	2	4
Arvicola terrestris	48	6	15	21	16	131	32	23	77	40	9	60	74	11	12	13	17	39	3	1	
Pitymys subterraneus		4	8		7								3		4	4	27	13	4	4	
Microtidae indétt.	19	8	84	48	28	35	11	22	31	7	23	80	29	10	47	16	25	74	11	11	19
Apodemus sylvaticus		2							1					1			5	3			
Apodemus flavicollis		8							10					10			10	37			
Apodemus sp.		3	1	8	2	2	2	2	3	5	7	48	2	1	6	2	6	4	1	3	8
Micromys minutus	6	1	115	1	1	8	5	56	13	3	22	88	12	2	7	2	8	17	18	8	31
Mus musculus		4	4	1			4	4	3		1	86	2		9	1					6
Rattus sp.																					
Autres mammifères													1		1			1			
Oiseaux	33	1	14	8	5	3	2	1	25	1	13	744	3		48	3	5	3	2	1	16
Amphibiens	?	5	9	2	2	?	?	?	12	?	?	?	1	1	1	10	3	12	?	4	?
Invertébrés	?	1	1		3	?	?	?	1	?	?	?	?		2			1	?		?
TOTAL PROIES	312	383	614	587	349	766	454	365	719	539	448	2250	852	307	664	303	658	1168	434	324	544

Tableau 3.10 (suite)

Station n°	85	86	87	88	89	90	91	92a	92b	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
Talpa europaea	4	1	1	1		2	2			3		32	1			6	1		1	1	1
Sorex "araneus"	46	285	320	194	145	182	131	723	85	249	25	364	136	274	392	1249	366	262	262	177	81
Sorex minutus	5	17	19	12	11	11	4	19	2	29		1	10	15	9	144	32	41	19	8	1
Sorex fociens	1	5	9	16	1	1		2		1			5	5	6	15	3	2	1	1	1
Neomys fociens		6	12	4						4					8						
Neomys anomalus	1						4									44	6				2
Crocicidura leucodon	45	59	40	16	129	67	15	65	3	15	6	1895	126	13	88	932	28		40	22	110
Crocicidura russula																					
Chiroptères	1				1							1			2		1	3			
Eliomys quercinus					3	1	1	3													1
Muscardinus avell.	6	6	15	3	1	3		16	3	5	1	17	9		3	56	22	12	20	2	9
Clethrionomys gl.	184	132	134	117	124	137	98	155	12	16	138		24	123	15	142	73	17	132	5	55
Microtus arvalis	36	67	49	43	119	41	49	205	17	15	8	561	34	71	36	851	91	55	97	111	46
Microtus agrestis	7	11	22	7	24	13	2	4		2	5	14	1		3	47	7		28	4	6
Arvicola terrestris	38	5	9	18	84	30	59	44	5	3	7	274	25	20	3	154	18	18	23	21	31
Pitymys subterraneus	38	28	17		8	24					20	4		7			2	1	27	2	8
Microtidae indéf.	66	9	14	9	62	29	34		9	P	49	170	38	16	12	156	32	13	49	1	53
Apodemus sylvaticus		3	3			4				P									29		
Apodemus flavicollis		8	16			13		91		18									55		
Apodemus sp.	19	9	3	1	22	3	5	3		2	7			3	2	45	2		4	8	16
Micromys minutus	12	68	12	14	50	23	21	3		6	43	32		2	1	55	6	3		1	21
Mus musculus					33	3					3	8	2		6	21	2		1	4	2
Rattus sp.	3	2																			
Autres mammifères							1				1										
Oiseaux	48	24	9	1	93	6			1		137	276	1	3	4	89	23	2	8		136
Amphibiens	3	4	2	?			?			?	1	?	?	4	?	1	1	5		?	3
Invertébrés	3	1	?				?			?	2	?	?	6	?	10				?	1
TOTAL PROIES	563	750	710	456	910	593	426	1335	137	369	453	3649	412	563	582	4019	720	434	798	366	584

Tableau 3.10 (suite)

Station n°	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114a	114b	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	
<i>Talpa europaea</i>	2	1	1	1	2			2	1		2	2	2	2	2	2		3	1	1	1	2
<i>Sorex "araneus"</i>	242	331	244	296	645	138	206	240	129	155	32	121	185	182	198	193	262	237	113	201	333	
<i>Sorex minutus</i>	6	16	8	46	52	6	11	7	7	14	2	16	12	5	7	39	17	18	17	36	31	
<i>Neomys fodiens</i>	5	17	8	5	11	6	2	2				4	1	9	1	3	11	10	5	3	14	
<i>Neomys anomalus</i>	1	1	4			1								1				15			2	
<i>Crociodura leucodon</i>	28	43	436	16	43	56	3	19	64	77	96	5	3	10	69	38	5	20	2	4	15	
<i>Crociodura russula</i>																						
Chiroptères	1				5				1							1						
<i>Eliomys quercinus</i>				2						1												1
<i>Muscardinus avell.</i>				3												2						1
<i>Clethrionomys glareolus</i>	6	3	10	41	35	1	10	6	1	19	3	8	4	15	2	38	1	5	7	42	23	
<i>Microtus arvalis</i>	69	110	177	147	421	139	44		21	10	5	44	149	190	20	71	41	107	101	73	130	
<i>Microtus agrestis</i>	21	62	103	135	90	41	90	104	99	120	61	194	22	48	60	82	33	79	35	110	96	
<i>Arvicola terrestris</i>	2	17	12	6	8	1	1	1	1	3	3	7		3	3	1	3	9	8	2	25	
<i>Pitymys qubterraneus</i>	20	5	31	12	47	4	31	29	21	30	27	7	24	22	46	24	1	4	9	30	10	
Microtidae ind.		28	24	23	6						8	12		17	3	3	8				9	56
<i>Apodemus sylvaticus</i>	P	23	27			19	21	13	13	24	26	26	36	57	15	18	28	12	P	26	19	
<i>Apodemus flavicollis</i>	P		4									13		1		3			P	6	10	
<i>Apodemus sp.</i>	20		17	94	135							4		51		24			39	15	47	
<i>Micromys minutus</i>	3	5	4	10	7	3	13	3	2		2	2	2		10	12		3	1	1	4	
<i>Mus musculus</i>	10	17	29	6	7	12	23	1	4	6	7	3	9	48	20	3		17	11	14	9	
<i>Rattus sp.</i>	3			2	19		2	2	5	4	6			14	14	6	1			3	1	
Autres mammifères	1																					
Oiseaux	2	2	13	2	18	4	24	2	19	8	81	27		5	27	3	1	7	3	2	19	
Amphibiens	?	5	3	47	9	?	?	?	?	?		3	?	6	?	2	8	?	?	?	3	7
Invertébrés	?		4	3	?	?	?	?	?	?		1	?		?			?	?	?	1	
TOTAL PROIES	442	686	1159	897	1565	431	530	431	388	471	361	572	469	729	494	566	420	547	355	584	853	

Tableau 3.10 (suite)

Station n°	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	B	P
Talpa europaea	1	1	1	3	3	91	211	116	296	91	367	256	166	100	282	35	248	34	118	104
Sorex "araneus"	138	233	88	213	148	91	6	1	29	7	14	15	16	8	18	7	5	1	13817	17148
Sorex minutus	6	31	3	3	13	6	2	1	2	8	4	3	7	6	6	5			732	1506
Neomys fodiens	16	2	1	12	3	4	2	1	2	8	4	3	7	1	1	5			274	369
Neomys anomalus		3	4	1	5	4	1	1		3			3			6			49	75
Crocidura leucodon	10	60	93	1	147	13	54	91	29	162	26	192	10	130	49	63	62	14	8336	4527
Crocidura russula							1												20	31
Chiroptères	2							3			2			1					23	37
Eliomys quercinus						1			3				1						4	52
Muscardinus avellan.		6	2	7	3	10	1	2	12	4	5	1	20	8	7	9	4	1	442	920
Clethrionomys glareolus	225	145	148	98	17	186	55	20	190	110	150		138	127	105	50	6	37	5528	9082
Microtus arvalis	36	49	18	36	36	23	18	33	19	19	96	115	31	116	49	38	63	187	5771	4992
Microtus agrestis	2	2	5	2	15	7	5	5	7	5	7	1	5	23	4	2	4		307	677
Arvicola terrestris	3	23	28	7	15	7	7	63	6	7	48	19	4	40	49	3	16	17	2126	1844
Pitymys subterraneus	24								24		21	25	26	8	6	1			8	1106
Microtidae ind.	7	44	33	18	11	90	15	27	53	12	66	25	25	34	9	30	25	6	1934	2644
Apodemus sylvaticus											19				2				1	175
Apodemus flavicollis											39				18				198	1031
Apodemus sp.	2	7	1	1	4	9	5	8	1		5	4	2	3	1	6	6	7	424	362
Micromys minutus	6	10	20	1	7	3	21	65	11	2	2	5	7	44	5	55	6	6	1176	1364
Mus musculus		8	5		1		2	3	18		3		2	2	3	5	17	3	297	252
Rattus sp.																				
Autres mammifères						2								1					7	8
Oiseaux	6	6	6	33	3	24	11	9	1	13	1	1	7	129	1	18	11		2112	1782
Amphibiens	?	4	?	?	?	?	?	?	2	?	1	?	4	24	1	?	?	?	?	1
Invertébrés	?	1	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	1	?	?	?	?	?
TOTAL PROIES	460	661	456	379	431	467	419	454	711	431	831	637	531	800	618	330	460	329	94822	43907
																				50915

Tableau 3.11. Régime de l'effraie en Belgique : Détail des analyses : petits échantillons

Station n°	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21
<i>Talpa europaea</i>	3	1	3					1		3						1					
Sorex "araneus"	23	67	28			74	19	46	8	73		1	19	36	16	74	136	2	9	2	38
Sorex minutus		7	1			10	1			7				3	1	9	14	1		1	5
<i>Neomys fodiens</i>						1											1				
<i>Neomys anomalus</i>									1							5	1				
<i>Crocidura leucodon</i>	4	9	1	3	2	2	21	16	31	1	1	53	3	40	33	15	1		5		14
<i>Crocidura russula</i>																					
Chiroptères																					
<i>Eliomys quercinus</i>	2	4	1			11	1	1	1	5			1		1						
<i>Clethrionomys glareolus</i>	57	92	13	3	2	9	72	36	10	20	6	10	13	2	2	11	6				2
<i>Microtus arvalis</i>	29	15	6	1		17	1	15	12	10	10	4	17	100	32	61	8	1	1		141
<i>Microtus agrestis</i>	4	3	2			3	4	4	1	5		4	7	11	37	49	13				9
<i>Arvicola terrestris</i>	40	6	4			4	11	70	1	3	1	7	7	3	12	5	3		1	1	4
<i>Pitymys subterraneus</i>	6	10					9	15		1				6	7	2					13
Microtidae indéts.	17	8	6	3			37	54	8		7	7	7	15	33	12	5				5
<i>Apodemus sylvaticus</i>													3		15						
<i>Apodemus flavicollis</i>						7				9		15			9						
<i>Apodemus sp.</i>	2	4				2	18	1						2	5						1
<i>Micromys minutus</i>	14	10		1	1		39	1		1	2	1	2	3	6	1	1				2
<i>Mus musculus</i>	1						6	1							4						1
<i>Rattus sp.</i>	28	1	1	2		4	29	3	1	2	6	2	2		3		1	1			
Oiseaux						2	4	2		1											
Amphibiens						2	4	2													2
Invertébrés																					
TOTAL PROIES	230	241	71	13	3	147	274	267	74	143	33	73	97	222	193	280	193	6	16	4	235

Tableau 3.11 (suite)

Station n°	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31	A32	A33	A34	A35	A36	A37	A38	A39	A40	A41	A42
Taipa europaea	3															1					
Sorex "araneus"	81	58	69	55	1	58	2	94	12		38	5	5	1	1	45	98	5	98	62	6
Sorex minutus	9	10	6	2	2	4		6	1		2	1				12	2	1	6	2	
Neomys fodiens	2		1			3		9	2		1				1	1			6	4	
Neomys anomalus			4	1					2												
Crocidura leucodon				2						2						1					
Crocidura russula	8	2	5	25	2	43	26	52	5	108	8	3	3	3	1	1	28	184	11	17	
Chiroptères (Plecotus sp.)																					2
Eliomys quercinus	9	3				2	1	2		2						4	4	1	6		
Clethrionomys glareolus	35	86	17	226		27	28	9			11	23	1	7	7	84	14	37	46	58	1
Microtus arvalis	76	10	10	15	1	20	2	75	1		47	2	6	1	3	13	74	32	30	11	3
Microtus agrestis	34	5	6	2		19	3	3			12		1			5	3	8	2	25	
Arvicola terrestris	9	5	2			3	11					2	2			3	49	4	4	1	
Pitymys subterraneus	22				1	3	6						13			3	5	7	3	9	
Microtidae indétt.	15	18	2	4	5	9				1	5	1	1			7	6	7	3	9	
Apodemus sylvaticus	1			3		2															
Apodemus flavicollis	24			26		3		1	2					1					4		
Apodemus sp.	2						2	1							1			4	2	2	
Micromys minutus	2			3	1	9	2	2	2	1	7	1	1	1	1	1		8	4	5	1
Mus musculus	2	2					11				1					1	17	1			
Rattus sp.													3								
Oiseaux	1		4	1	1	12	4	1	1		15	1	3				2	18	1	18	
Amphibiens	2			2	1			1													1
Invertébrés	1		1																		
TOTAL PROIES	336	199	127	367	15	217	24	266	84	7	199	59	65	5	14	179	302	308	232	214	11

Tableau 3.11 (suite)

Station n°	A43	A44	A45	A46	A47	A48	A49	A50	A51	A52	A53	A54	A55	A56	A57	A58	A59	TOTAL
Talpa europaea																		
Sorex "araneus"	3	76	28	41	60	38	67	45	73	114	36	19	21	3	17	24	5	2
Sorex minutus		9	6	2	2		5	3	2	5	1	1	3		1		1	
Neomys fodiens		2	1	1	1	1	5	2	2	1								
Neomys anomalus		1					1	1	2						1	1		
Crocidura leucodon				1							4							
Crocidura russula	6		9	4	4	29	18	19	8	34	22	23	1	1	4	10	1	1
Chiroptères (Plecotus sp.)				1														
Eliomys quercinus		2		4	1		2	3	2		1	5	3		1	1		
Clethrionomys glareolus			14	3	131	125	67	44	47	24	12	1	22	5	32	4	9	
Microtus arvalis	1	17	9	9	10	10	20	21	70	33	5	34	7	3	18	2		
Microtus agrestis		2	1	2	2	10	6		14	3	1	2	1		4		2	
Arvicola terrestris		2		1	3	1	8	5	11	4	4	3		1		1		
Pitymys subterraneus		2	1	1	3	1	8	2	11	11	4	5	1	2	1	1	2	
Microtidae indéterminés		3	1	8	8	6	21	2	11	11		5	1	2	1	1	2	
Apodemus sylvaticus		8	5	2	9	17	14	7	7	3	4	10	6	3	7		1	
Apodemus flavicollis						9		1	4									
Apodemus sp.		5			7	6		4	14				3					
Micromys minutus					1	1	1	1	1			1	4	2				
Mus musculus		1	1	2	3	2	2	4	2	2	3	1		5				
Rattus sp.					4		2							1				
Oiseaux		1		1	2	1	2		4		2	3		5				
Amphibiens		1	1	1	4					7			1			1		
Invertébrés									1	2								
TOTAL PROJES	9	131	76	70	253	256	241	162	274	243	91	112	73	31	86	45	23	8221

Tableau 3.13. Modèles d'ajustement linéaire pour le régime de l'effraie au nord de la Belgique.

		R ²
T. europaea	$\log (TE + 1) = 0,26 + 0,31 \log ALT - 0,20 \log FLS$	0,192
S. "araneus"	$\log SA = 2,10 + 0,09 \log MAR - 0,005 RIV + 0,002 RO + 0,001 ECOT$	0,412
S. minutus	$\log SM = 0,001 + 0,17 \log CF + 0,03 JHIV + 0,002 CDE$	0,242
N. fodiens	$\log (NF + 1) = - 0,29 + 0,49 \log CH + 0,16 \log CF - 0,54 \log ALT + 0,004 TAL$	0,350
C. leucodon	$\log (CL + 1) = 6,36 - 0,54 \log PRE - 0,44 \log MJ + 0,28 \log CF - 0,33 \log ALT + 0,03 REL - 0,004 PP$	0,498
C. russula	$\log CR = 1,78 + 0,18 \log CF + 0,002 NCM$	0,243
E. quercinus	$\log (EQ + 1) = - 0,15 - 0,14 \log CF + 0,26 \log ALT$	0,270
C. glareolus	$\log CG = 0,11 + 0,01 REL + 0,36 \log BOIS$	0,305
M. arvalis	$\log MAV = 3,17 + 0,33 \log VG - 0,29 \log MAR - 0,002 LISO - 0,003 ECOT$	0,463
M. agrestis	$\log MAG = 3,94 - 0,54 \log CH - 0,001 RO - 0,04 JETE$	0,285
A. terrestris	$\log AT = - 2,67 + 0,41 \log VG + 0,88 \log PRE + 0,50 \log CH + 0,01 RIV - 0,001 LISO - 0,003 CDE$	0,468
P. subterraneus	$\log PS = 1,46 + 0,21 \log ALT - 0,002 NCM$	0,164
A. sylvaticus	$\log AS = 1,32 + 0,30 \log CH + 0,26 \log ALT - 0,02 JHIV - 0,001 LISO$	0,433
M. minutus	$\log (MM + 1) = 1,44 - 0,04 JETE$	0,095
M. musculus	$\log MMU = 2,73 + 0,56 \log ALT - 0,003 TAL - 0,001 LISO - 0,05 JHIV - 0,002 ECOT$	0,502
Rattus sp.	$\log RAT = - 0,69 + 0,76 \log PRE - 0,001 ECOT - 0,004 RDA$	0,160
Oiseaux	$\log OIS = 2,95 + 0,40 \log FLS - 0,06 JHIV - 0,004 ECOT$	0,349

Nomenclature des variables (t. 3.13 et 3.14)

ALT : Altitude
 BOIS : Superficie boisée
 CDE : Longueur cours d'eau
 CF : Superficie cōnifères
 CH : Superficie champs
 ECOT : Longueur lisières forestières + haies
 FLS : superficie feuillus
 HAI : Longueur des haies
 JETE : n. jours d'été ($t^{\circ} > 25^{\circ}$)
 JHIV : n. jours d'hiver ($t^{\circ} < 0^{\circ}$)
 LISO : Longueur lisières entre milieux ouverts
 MAR : superficie marais et prés humides
 MJ : Superficie maisons et jardins
 NCM : Nombre carrés occupés par maisons
 PP : Hauteur précipitations
 PRE : Superficie des prairies
 RDA : Longueur des rideaux d'arbres
 REL : Relief
 RF : Longueur des ruisseaux forestiers
 RIV : Longueur des rivières
 RO : Longueur des ruisseaux en milieux ouverts
 TAL : Longueur des talus en milieux ouverts
 VG : Superficie des vergers

Tableau 3.14. Modèles d'ajustement linéaire pour le régime de l'effraie au sud de la Belgique.

		R ²
T. europaea	AUCUNE CORRELATION SIGNIFICATIVE	-
S. "araneus"	log SA = 2,52 - 0,07 log VG + 0,07 log CF	0,198
S. minutus	log SM = 1,48 + 0,004 RF - 0,003 NCM	0,264
N. fodiens	log NF = 1,37 - 0,18 log MJ - 0,27 log FLS + 0,11 log MAR + 0,008 RIV + 0,001 ECOT	0,529
N. anomalus	log (NA + 1) = 5,69 - 0,14 log CH + 2,70 log ALT + 0,001 LISO + 0,01 REL - 0,001 PP + 0,004 CDE	0,552
C. leucodon	log (CL + 1) = 0,002 HAI - 0,007 REL - 0,02 JETE + 0,04 JHIVER	0,323
C. russula	log CR = 1,84 + 0,006 NCM - 0,007 CDE	0,333
E. quercinus	log (EQ + 1) = 1,04 - 0,38 log ALT	0,060
M. avellanarius	log (MA + 1) = 0,12 - 0,63 log PRE - 0,18 log CF + 0,87 log ALT + 0,001 HAI - 0,003 TAL	0,342
C. glareolus	log CG = 3,57 - 0,64 log PRE - 0,16 log CH - 0,005 RO - 0,01 REL	0,273
M. arvalis	log MAV = 0,41 + 0,62 log PRE + 0,18 log CH - 0,002 TAL	0,309
M. agrestis	log MAG = 1,70 - 0,34 log PRE + 0,11 log FLS + 0,12 log MAR + 0,001PP	0,441
A. terrestris	log AT = - 2,12 + 0,36 log MJ + 1,01 log ALT	0,181
P. subterraneus	log PS = 3,28 - 0,89 log ALT + 0,009 REL	0,257
Apodemus sp.	log AS = 1,71 + 0,07 log CH - 0,08 log CF + 0,10 log FLS - 0,004 RO	0,339
M. minutus	AUCUNE CORRELATION SIGNIFICATIVE	-
M. musculus	log (MMU + 1) = 0,17 - 0,01 RIV + 0,002 LISO + 0,001 ECOT	0,338
Rattus sp.	log (RAT + 1) = 3,46 - 1,30 log ALT + 0,006 RF	0,260
Oiseaux	AUCUNE CORRELATION SIGNIFICATIVE	-

N.B. - Dans les modèles, les variables n'ont été introduites que si leur coefficient de corrélation partiel était significatif au seuil $\alpha = 0,05$.

- Les proportions des différentes espèces et des différents types de milieu (surfaces) sont exprimées en %.
- Les transformations logarithmiques ont un but normalisateur (les % et les ‰ ne sont en effet jamais assimilables à des variables aléatoires normales).

Tableau 3.17. Modèles d'ajustement linéaire pour le régime de l'effraie dans les Pyrénées Orientales

		R ²
Crocidura russula	log C.R. = 2,276 + 0,0007 LIS - 0,218 log BOIS	0,531
Crocidura suaveolens	log C.S. = 0,403 - 0,078 ICH + 0,372 log VI + 0,0005 RO	0,670
Suncus etruscus	log S.E. = 1,759 + 0,230 log MQ + 0,258 log SMJ - 0,002 PP + 0,0005 ECOT - 0,0004 R	0,873
Microtus agrestis	log M.A. = 0,594 - 0,015 ICH + 0,0009 HAI + 0,0015 PP	0,790
Pitymys 12 costatus	log P.12 = 1,826 - 0,739 log ALT + 0,364 log VG - 0,0003 RTO	0,825
Apodemus	log Apo = 1,096 + 0,0006 LIS + 0,353 log CH + 0,0003 RTF	0,801
Mus musculus	log M.M. = 1,672 + 0,0007 RPO - 0,484 log ALT	0,585
Mus spretus	log M.S. = 0,868 - 0,398 log MQ - 0,367 log VG + 0,0554 log VI + 0,0006 ECOT	0,928
Rattus	log RAT = 1,174 - 0,516 log BOIS + 0,0005 RP	0,520
log MUS/APODEMUS + MUS	= 1,018 - 0,323 log ALT + 0,410 log VI + 0,0006 ECOT	0,877
OISEAUX	log OIS = 1,376 + 0,024 ICH - 0,006 EMB - 0,001 LIS + 0,0004 RP + 0,345 LVI	0,949

N.B. Les variables considérées dans les modèles ont un coefficient de corrélation partiel significatif au seuil 0,05 sauf pour les oiseaux où EMB entre au seuil 0,08. Les surfaces sont exprimées en ‰, de même que l'abondance relative des différentes proies.

ALT : Altitude
BOIS : superficie foixée
CH : superficie des champs
ECOT : longueur des écotones (lisières + haies)
EMB : coefficient d'Emberger (cfr. § 2.5.2.3.)
HAI : longueur des haies
ICH : indice de concentration de l'habitat (cfr. § 2.5.3.3.)
LIS : longueur des lisières
MQ : superficie des maquis
PP : précipitations (mm)
R : longueur des ruisseaux
RO : longueur des ruisseaux en milieu ouvert
RP : longueur des ruisseaux permanents
RPO : longueur des ruisseaux permanents en milieu ouvert
RTF : longueur des ruisseaux temporaires en milieu fermé
RTO : longueur des ruisseaux temporaires en milieu ouvert
SMJ : superficie des jardins et maisons
VG : superficie des vergers
VI : superficie des vignobles

Tableau 3.19. Modèles d'ajustement linéaire pour le régime de l'effraie en Corse

		R ²
C. suaveolens	log C.S. = 1,99 + 0,46 log ALT + 0,14 log (OL + 1) - 0,35 log MH + 0,18 log VI - 0,001 LIS	0,635
S. etruscus	log S.E. = 0,37 + 0,31 log MB + 0,004 RU	0,324
A. sylvaticus	log AS = 1,75 + 0,74 log ALT - 0,0005 PP - 0,28 log L	0,924
R. rattus	log RR = 1,51 + 0,18 log F	0,211
M. musculus	log MM = 2,64 - 0,56 log ALT - 0,02 T + 0,19 log CH + 0,001 PP + 0,16 log MB	0,768
Oiseaux	log OIS = 2,14 - 0,31 log ALT	0,260
Batraciens	log BAT = 3,97 - 0,63 log MB - 0,81 log CH - 0,74 log R + 0,003 LIS - 0,01 RU	0,664
Insectes	log INS = 1,52 - 0,005 RU + 0,21 log VI	0,384

N.B. Les variables considérées dans les modèles ont un coefficient de corrélation partiel significatif au seuil 0,05.

Les surfaces sont exprimées en ‰, de même que l'abondance relative des différentes proies.

ALT Altitude
CH Surface des champs
F Surface des forêts
L Surface des landes
LIS Longueur des lisières
MB Surface des maquis bas
MH Surface des maquis hauts
OL Surface des olivettes
PP Précipitations
R Surface des rochers
RU Longueur des ruisseaux
T Température minimum
VI Surface des vignes

Tableau 3.20. Résultat des piégeages effectués en Corse en 1900-81.

Stations	Espèces	C. suaveolens	Mustela niv.	F. quercinus	A. sylvaticus	R. rattus (*)	M. musculus	Total captures	Nuits-pièges	Type milieu(*)	Mots	Attitude
Calenzana		-	-	-	3	2	-	5	87	F	jl	513
Calvi		1	-	-	3	1	11	16	90	P	jl	210
"		5	1	1	1	3	15	26	90	P	nov	"
"		5	-	-	-	1	24	30	99	MB	nov	100
"		1	-	-	-	2	19	22	99	MH (+)	nov	220
"		3	-	-	-	-	28	31	99	MB (+)	nov	210
"		3	-	-	2	2	3	10	93	MB (+)	jl	12
"		1	-	-	1	-	8	10	99	MB (+)	jl	60
"		3	-	-	1	2	3	7	99	MB (+)	jl	40
"		8	-	-	-	2	5	15	96	F	jl	31
Evisa		-	-	-	1	-	1	2	25	P	mai	790
"		-	-	-	-	-	4	4	25	P	mai	870
"		-	-	-	6	1	-	7	177	F	mai	930
"		-	-	-	1	-	2	3	87	MH	mai	950
"		3	-	-	1	1	-	5	128	P	mai	1100
Montegrosso		-	-	-	-	-	5	5	96	P	jl	89
"		6	-	-	2	4	10	22	99	MB	jl	93
Murzu		-	1	-	-	-	-	1	40	F	mai	580
"		-	-	-	-	+	2	2	25	P	mai	330
Tiuccia		3	-	-	-	-	-	3	40	MB	mai	2
"		1	-	-	-	5	6	12	80	MB (+)	mai	30
"		1	1	-	1	5	2	10	80	F	mai	5
"		1	-	-	-	-	1	2	50	MB	mai	100
Trajonca		-	-	-	1	2	-	3	99	MH	mar	480
"		-	-	-	-	4	4	4	99	MB	mar	580
"		-	-	-	1	4	-	5	99	F	mar	480
"		-	-	-	1	+	1	2	96	P	mar	720
Vico		-	-	-	1	-	-	1	80	F	mai	410
TOTAL		45	3	1	27	35	154	265	2376			

(*) indiqué par + lorsque présent et non piégé

Tableau 4.1. Estimation des coefficients de compétition.

INITIALES DES ESPECES comme à la fig. 3.3 (Belgique)

. : coefficient non significatif au seuil $\alpha = 0,05$

r^2 : coefficient de détermination des modèles d'ajustement linéaire

r_1^2 : pour l'habitat : voir tab. 3.13 et 3.14 (Belgique),
3.17 (Pyrénées Orientales)
et 3.19 (Corse)

r_2^2 : pour l'habitat et la compétition interspécifique

a : espèces influençantes

b : espèces influencées

N.B. Les espèces qui n'en influençaient aucune autre ont été retirées des colonnes du tableau 4.1, celles qui n'étaient influencées par aucune autre, des lignes.

A. Nord de la Belgique

a \ b	S.A.	S.M.	C.L.	C.R.	L.Q.	C.G.	M.G.	P.S.	AP.	r_1^2	r_2^2
T.E.	.	.	.	.	-0,34	.	.	.	.	0,192	0,240
S.A.	-	0,20	.	.	.	.	.	0,11	-0,24	0,412	0,599
N.F.	0,50	.	.	.	.	.	.	.	.	0,202	0,262
C.L.	.	.	-	0,28	.	.	.	.	.	0,498	0,538
L.Q.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,38	0,270	0,368
M.V.	.	.	.	-0,43	.	.	.	.	.	0,463	0,504
P.S.	.	-0,22	0,17	.	.	-0,26	0,90	-	.	0,164	0,501

B. Sud de la Belgique

a \ b	S.A.	S.M.	N.A.	C.L.	C.R.	C.G.	M.V.	A.T.	AP.	M.M.	MUS	r_1^2	r_2^2
T.E.	.	.	0,17	.	.	.	.	.	.	.	.	-	0,089
S.M.	.	-	.	.	.	.	-0,33	.	.	.	.	0,264	0,367
N.A.	.	.	-	.	.	.	.	.	-0,36	.	.	0,552	0,580
C.R.	-1,45	.	.	.	-	-0,40	-0,46	.	.	.	.	0,333	0,512
L.Q.	.	.	.	.	.	.	-0,17	.	.	.	.	0,060	0,110
M.V.	-0,69	-0,32	.	.	.	-0,20	.	0,12	.	.	-0,12	0,309	0,559
M.G.	-0,63	.	.	.	.	.	.	.	-0,35	.	.	0,441	0,525
A.T.	-0,76	.	0,22	.	.	.	0,35	-	.	.	.	0,181	0,325
P.S.	.	.	.	.	.	0,31	.	.	-0,52	.	.	0,257	0,358
M.M.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,32	-	0,20	-	0,117
MUS	.	.	.	0,22	.	.	.	.	.	0,33	-	0,338	0,433
RAT	.	.	.	-0,25	.	.	.	.	.	.	.	0,260	0,315

C. Pyrénées Orientales

a \ b	C. suaveolens	S. etruscus	Apodemus	M. agrestis	Mus spretus	r_1^2	r_2^2
M. musculus	0,40	.	1	.	-0,44	0,585	0,903
Rattus sp.	.	-0,44	.	-1,07	.	0,520	0,785

D. Corse

a \ b	C. suaveolens	Mus musculus	r_1^2	r_2^2
C. suaveolens	---	-0,44	0,636	0,767
Mus musculus	(-0,33)*	---	0,768	0,845
Rattus rattus	-0,84	.	0,211	0,648

* significatif pour $\alpha = 0,065$

Tableau 4.2. Indices de diversité le long de deux gradients "phytosociologiques"

A. Pyrénées Orientales

Station	H' _α	H' _γ	H' _β
1	2,681	2,681	
2	2,883	2,787	0,003
3	2,618	2,864	0,136
6	2,478	2,771	0,086
9	2,325	2,571	0,017
8	2,325	2,581	0,030
5	2,521	2,585	0,010
4	2,365	2,588	0,063
7	2,355	2,588	0,080
10	1,784	2,538	0,183
12	1,807	2,561	0,040
13	1,671	2,541	0,023
15	1,375	2,492	0,027
14	2,060	2,501	0,010
16	2,721	2,594	0,256
18	2,276	2,628	0,149
17	2,359	2,747	0,126
19	2,352	2,771	0,056

B. Corse

Station	H' _α	H' _γ	H' _β
12	1,252	1,252	
18	1,418	1,375	0,040
3	1,628	1,505	0,063
2	1,648	1,628	0,047
26	1,608	1,654	0,140
5	1,973	1,774	0,083
10	1,973	1,860	0,003
31	2,083	1,890	0,013
35	1,694	1,887	0,047
11	1,977	1,917	0,100
24	1,820	1,937	0,007
25	1,850	1,970	0,017
20	1,990	1,983	0,047
14	1,983	2,010	0,076
13	1,864	2,020	0,056
15	2,053	2,043	0,143
17	2,143	2,056	0,007
7	1,807	2,046	0,017
29	1,867	2,050	0,047
28	1,531	2,043	0,100
32	1,747	2,043	0,123
34	1,624	2,036	0,053
4	1,943	2,036	0,037
8	1,814	2,026	0,013
19	1,754	2,030	0
33	1,897	2,040	0,003

N.B. Ces indices de diversité sont calculés sur les seuls mammifères !

$$H'_{\beta 1-2} = H'_{\alpha 12} - 0,5 (H'_{\alpha 1} + H'_{\alpha 2})$$

$$H'_{\gamma} = H'_{\alpha 123...n}$$

$$H'_{\alpha} = - \sum p_i \log_2 p_i$$