

INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE – EL HARRACH

THESE En vue de l'obtention du diplôme de magister en sciences agronomiques

Option : Ornithologie

***THEME Variations du régime alimentaire
de la Chouette effraie *Tyto alba* (Scopoli,
1759) (Aves, Tytonidae) aux abords du
barrage de Boughzoul***

Présenté par M. Adel HAMANI

Directeur de thèse : M. Salaheddine DOUMANDJI Professeur (INA)

Soutenue le 19 / 01 /2006

Devant le jury : Présidente : Mme. Bahia DOUMANDJI – MITICHE Professeur (INA) Co-Directeur
de thèse : **M. Belkacem BAZIZ** Maître de conférence (INA) Examineurs : M. Mohamed
BOUKHEMZA Maître de conférence (Univ. Tizi Ouzou) Invité :Mme. Samia DAOUDI-HACINIM.
Mansour AMROUNMaître de conférence (INA) Maître de conférence (Univ. Tizi Ouzou)

Table des matières

| | |
|--|----|
| Remerciements . . | 1 |
| ص غ لم . . | 3 |
| Résumé . . | 5 |
| Abstract . | 7 |
| Introduction générale . . | 9 |
| Chapitre I – Présentation du barrage de Boughzoul . . | 11 |
| 1.1. – Situation géographique du barrage de Boughzoul . | 11 |
| 1.2. – Caractéristiques édaphiques de la région d'étude . | 11 |
| 1.3. – Facteurs climatiques de la région d'étude . | 12 |
| 1.3.1. – Températures . | 13 |
| 1.3.2. – Précipitations . | 14 |
| 1.4 – Synthèse des données climatiques de la région d'étude . . | 15 |
| 1.4.1. – Diagramme ombrothermique de Gaussen du barrage de Boughzoul . . | 15 |
| 1.4.2. – Climagramme pluviothermique d'Emberger appliqué au niveau du barrage de Boughzoul . . | 17 |
| 1.5. – Données bibliographiques sur la végétation de la région d'étude . | 18 |
| 1.6. – Données bibliographiques sur la faune du barrage de Boughzoul . | 20 |
| 1.6.1. – Gastropoda . | 20 |
| 1.6.2. – Crustacea . | 20 |
| 1.6.3. – Insecta . | 21 |
| 1.6.4. – Reptilia . . | 22 |
| 1.6.5. – Aves . . | 23 |
| 1.6.6. – Mammalia . | 24 |
| Chapitre II – Matériel et méthodes . | 25 |
| 2.1. – Description de la station de collecte des pelotes . | 25 |
| 2.2. – Méthodes d'analyse des pelotes de rejection . | 25 |

| | |
|---|----|
| 2.3 – Identification et dénombrement des proies de la Chouette effraie . . | 26 |
| 2.3.1. – Identification des catégories de proies . | 28 |
| 2.3.2. – Identification des espèces-proies . . | 29 |
| 2.3.3. – Dénombrement des espèces-proies . . | 36 |
| 2.4 – Exploitation des résultats par différents indices et par des méthodes statistiques . | 37 |
| 2.4.1. – Qualité d'échantillonnage appliquée aux proies trouvées dans le régime alimentaire de la Chouette effraie . | 37 |
| 2.4.2. Utilisation d'indices écologiques de composition . | 37 |
| 2.4.3. - Utilisation d'indices écologiques de structure appliqués aux proies composant le régime alimentaire de la Chouette effraie . . | 38 |
| 2.4.4. – Représentation et fragmentation des éléments squelettiques retrouvés dans les pelotes de la Chouette effraie . . | 39 |
| 2.4.5 – Traitements statistiques des résultats . | 40 |
| Chapitre III – Résultats sur le régime alimentaire de la Chouette effraie <i>Tyto alba</i> près du barrage de Boughzoul . | 43 |
| 3.1. – Caractéristiques des pelotes de <i>Tyto alba</i> . . | 43 |
| 3.1.1. – Dimensions des pelotes de <i>Tyto alba</i> . . | 43 |
| 3.1.2. – Variations du nombre de proies par pelote . | 44 |
| 3.2. – Exploitation des valeurs obtenues grâce à l'analyse des pelotes de la Chouette effraie par différents indices . | 45 |
| 3.2.1. – Qualité de l'échantillonnage appliquée aux espèces-proies de <i>Tyto alba</i> . | 46 |
| 3.2.2. – Etude du régime alimentaire de la Chouette effraie par des indices écologiques . | 46 |
| 3.2.3. – Représentation et fragmentation des éléments squelettiques retrouvés dans les pelotes de rejection de <i>Tyto alba</i> . | 53 |
| 3.3. – Analyse du régime alimentaire de la Chouette effraie par des méthodes statistiques . | 59 |
| 3.3. 1.– Analyse du régime alimentaire de la Chouette effraie par des méthodes statistiques . . | 59 |
| 3.3.2. – Classification automatique appliquée au régime alimentaire de la chouette effraie selon les années d'étude . | 63 |
| Chapitre IV – Discussions sur le régime alimentaire de la Chouette effraie <i>Tyto alba</i> aux abords du barrage de Boughzoul . . | 67 |

| | |
|--|-----------|
| 4.1. – Caractéristiques des pelotes de <i>Tyto alba</i> . . | 67 |
| 4.1.1. – Dimensions des pelotes de <i>Tyto alba</i> . . | 68 |
| 4.1.2. – Variations du nombre de proies par pelote . | 69 |
| 4.2. – Discussion des résultats obtenus grâce à l'analyse effectuées par différents indices . | 70 |
| 4.2.1. – Qualité de l'échantillonnage appliquée aux espèces-proies de <i>Tyto alba</i> . | 70 |
| 4.2.2. – Etude du régime alimentaire de l'Effraie par les indices écologiques de composition . | 70 |
| 4.2.3. – Analyse des proies de la Chouette effraie avec des indices écologiques de structure . | 76 |
| 4.2.4. – Représentation et fragmentation des éléments squelettiques retrouvés dans les pelotes de rejection de <i>Tyto alba</i> . | 78 |
| 4.3. – Analyse du régime alimentaire de la Chouette effraie par des méthodes statistiques . | 83 |
| 4.3.1. – Analyse factorielle des correspondances appliquée aux proies de <i>Tyto alba</i> . | 83 |
| 4.3.2. – Classification automatique appliquée au régime alimentaire de la chouette effraie selon les années d'étude . | 86 |
| Conclusion . | 87 |
| Références bibliographiques . | 91 |
| Annexes . . | 99 |
| Annexes 1 . . | 99 |

Remerciements

Ma profonde gratitude est adressée à Madame le professeur DOUMANDJI- MITICHE Bahia pour avoir accepté de présider le jury de cette thèse. Toute ma gratitude va à Monsieur le professeur DOUMANDJI Salaheddine, pour m'avoir fait confiance et accepté de diriger ce modeste travail de Magister et pour m'avoir suivi et conseillé durant toute cette étude. Je tiens à remercier vivement Monsieur BAZIZ Belkacem Maître de conférence pour avoir accepté de diriger ce travail, pour ses conseils, pour avoir mis à ma disposition une riche documentation scientifique et technique et pour son aide efficace dans la réalisation de mes recherches aussi bien sur le terrain qu'au laboratoire (détermination de rongeurs et d'oiseaux).

Je ne saurais exprimer assez mes remerciements à Madame DAOUDI-HACINI Samia Maîtres de conférence à l'INA, à Monsieur BOUKHEMZA Mohamed et à Monsieur AMROUN Mansour Maîtres de conférence à l'université de Tizi Ouzou qui ont bien voulu accepter de faire partie de mon jury et de juger de ce travail.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à Mmes SAADA N. et BENZARA F. pour leur disponibilité au niveau de la bibliothèque du département.

Je tiens à remercier également toutes les personnes qui de près ou de loin ont contribué à ce travail notamment toute l'équipe des zoophytiatres du département de zoologie agricole et forestière de l'institut national agronomique d'El-Harrach.

ص خلم

دراسة تغيرات القسط الغذائي لطائر اجود (*Tyto alba* (Scopoli, 1759) (Aves, Tytonidae) تمت على ضفاف سد بوزغزول بين سنة 1995 و 1999 . و انشئت دراسة على تطيل 521 قفصة إطراح، تم تعريف من خلالها على 953 فريسة متنوعة على 5 أصناف . المحرمض (% 7,6)، الطيور (% 16,6) ، المشرات (% 11,3) ، أعفنت المشرات (% 4,4) والتمغضين (% 0,1) . تمبين (% 20,4) *Meriones shawi* : (% 13,1) *Mus spretus* ، (% 10,5) *Psammomys obesus* لأنوع الأكل إلهامنا من طرف طائر الحوم *Tyto alba* . سد لأنواع التي تدابجها يبلغ 56، أكثرها سجل في سنة 1998 (37 نوع) أو أقلها في سنة (12 1957 نوع) . قلع فيه المعدل H' 3,98 . و قدرته ب 3,3 سنة 1995، 3,1 سنة 1996، 3,7 سنة 1997، 3,7 سنة 1998 أو ب 3,5 سنة 1999 . قيمة المعدل E خلال كل سنوات الدراسة متبوع أو تهوى 0,65 . قلع قيمة معدل تليل (% PRO) عظم القفصت المسيرة % 86,8 و قدرته على كسر المنطاد (% PF) لها اقيمت ب % 34,2 .

علمت النتائج : القسا المائي ، بشر الحريم ، *Tyto alba* ، سد بوزغزول ، الهنكب العليا (الجزء من قفصة إطراح) ، *Meriones shawi* ، *Mus spretus* ، *Psammomys obesus* .

Résumé

L'étude du régime alimentaire de la Chouette effraie aux abords du barrage de Boughzoul entre 1995 et 1999 est basée sur l'analyse de 521 pelotes de rejection qui contiennent 958 proies. Les proies trouvées dans le menu trophique de *Tyto alba* sont des rongeurs (67,6 %), des oiseaux (16,6 %), des insectes (11,3 %), des insectivores (4,4 %) et des chiroptères (0,1 %). Les proies les plus abondantes sont *Meriones shawi* (20,4 %), *Mus spretus* (18,1 %) et *Psammomys obesus* (10,5 %). La richesse totale est de 56 espèces, le maximum est noté en 1998 (37 espèces) et le minimum en 1997 (12 espèces). La valeur de H' est de 3,98 bits. Elle est de 3,5 bits en 1995, 3,1 bits en 1996, 2,4 bits en 1997, 3,7 bits en 1998 et de 3,5 bits en 1999. La valeur de E durant chacune des 5 années d'étude, est supérieure ou égale à 0,65. Le pourcentage de représentation (PRO %) des ossements des micromammifères est de 86,8 % et leur taux de fragmentation (PF %) est égal à 34,2 %.

Mots clés : Régime alimentaire, Chouette effraie, *Tyto alba*, Hauts plateaux (Algérie), pelotes de rejection, *Meriones shawi*, Mérieone de Shaw, *Mus spretus*, Souris sauvage, *Psammomys obesus*, Rat des sables.

Abstract

The diet of barn owl was studied from 1995 to 1999 in surroundings of Boughzoul dam. The analysis of 521 pellets allowed the identification of 958 preys. The categories of preys found in the diet of *Tyto alba* are rodents (67.6 %), birds (16.6 %), insects (11.3 %), insectivorous (4.4 %) and bats (0.1 %). The most abundant preys are *Meriones shawi* (20.4 %), *Mus spretus* (18.1 %) and *Psammomys obesus* (10.5 %). 56 species were identified, the maximum is found in 1998 (37 species) and the minimum in 1997 (12 species). The value of H' is 3.98 bits. It is 3.5 bits in 1995, 3.1 bits in 1996, 2.4 bits in 1997, 3.7 bits in 1998 and 3.5 bits in 1999. The values of E during 5 years, are superior or equal to 0.65. The representation percentage (PRO %) of bones for micromammals are 86.8 % and the fragmentation percentage (PF %) are 34.2 %.

Key words : Diet, Barn owl, *Tyto alba*, High trays (Algeria), pellets, *Meriones shawi*, Shaw's jird, *Mus spretus*, algerian mouse, *Psammomys obesus*, fat sand rat.

Introduction générale

Largement répandue dans le monde la Chouette effraie *Tyto alba* (Scopoli, 1759) a fait l'objet de plusieurs études qui ont permis de mettre en évidence différents aspects de sa biologie comme les fluctuations de ses effectifs (MULLER, 1989), la stratégie de recherche de la nourriture (MICHELAT et GIRAUDOUX, 1992), la réussite de la reproduction (MULLER, 1991) et le choix des couples en période hivernale (ROULIN, 1998). Pour ce qui concerne l'étude du régime alimentaire, cet aspect a retenu l'attention des chercheurs dès le début du siècle dernier (GUERIN, 1928). Très tôt, les mammalogistes ont multiplié les recherches sur ce rapace en prenant en considération ses pelotes de rejection dont les contenus osseux constituent le matériel idéal pour faire l'inventaire de micromammifères (BAUDVIN et al., 1995). Parmi ces proies, les rongeurs sont considérés comme de redoutables ravageurs des parcelles agricoles. Selon BAZIZ et al. (2005) les dégâts dus aux rongeurs constituent l'une des préoccupations majeures de l'agriculture algérienne, lors de leurs pullulations périodiques. Les pertes concernent les cultures au champ, les produits récoltés et les denrées alimentaires. Certaines espèces parmi ces ravageurs peuvent être des vecteurs de maladies dangereuses pour l'homme et pour les animaux domestiques. D'après MADAGH (1996) les dégâts les plus spectaculaires sont ceux commis par *Meriones shawi* (Duvernoy, 1842) à la céréaliculture. Les pertes dues à cette espèce sur les céréales sont évaluées à 7 qtx/ha durant la campagne 1993-1994. Plusieurs auteurs mentionnent que la proportion de *Meriones shawi* dans le menu trophique de *Tyto alba* est importante. En effet elle correspond à 73,8 % à Benhar (KHEMICI, 1999), et 87 % à Mergueb (SEKOUR, 2005). Dans cette même région la Mérieone de Shaw représente 57 % du régime trophique du

Hibou grand-duc (SELLAMI et BELKACEMI, 1989) et 66,2 % chez le même rapace à Aïn Oussera, (BOUKHEMZA et *al.* 1994). La prédominance de *Meriones shawi* dans le régime alimentaire de ces rapaces montre l'importance de la pression qu'ils exercent sur ce déprédateur des céréales. Le régime alimentaire de la Chouette effraie a fait l'objet de plusieurs études dans la région méditerranéenne, notamment celles de SAINT GIRONS et THOUY (1978), d'AMAT et SORIGUER (1981), de LIBOIS et *al.* (1983) et de SALVATI et *al.* (2002). En Algérie, des études sont réalisées par OCHANDO (1983), ATMANI (1983), BOUKHEMZA (1986, 1989), DAHMANI (1990), BAZIZ (1991, 2002), HAMANI (1997), BENBOUZID (2000) et SEKOUR (2002, 2005). Très peu d'ornithologues se sont intéressés au suivi durant plusieurs années aux fluctuations du régime alimentaire de la Chouette effraie dans une même station. C'est cette lacune que nous essayerons de combler dans le présent travail par l'analyse des pelotes de rejection entre 1995 et 1999 aux abords du barrage de Boughzoul. Cette étude est accompagnée par la représentation et la fragmentation des éléments squelettiques qui permettent d'identifier le rapace prédateur responsable d'une accumulation de micromammifères-proies.

Dans la présente étude le premier chapitre est consacré aux données bibliographiques sur la région d'étude. Les différentes méthodes d'étude utilisées sur le terrain et au laboratoire sont regroupées dans le deuxième chapitre. Quant au troisième chapitre, il est consacré aux résultats obtenus sur le régime alimentaire de *Tyto alba*. Les discussions sont développées séparément dans le quatrième chapitre. Enfin ce travail est terminé par une conclusion générale assortie de perspectives.

Chapitre I – Présentation du barrage de Boughzoul

Pour mieux situer la Chouette effraie dans son biotope différents paramètres de la région d'étude sont développés tels que la situation géographique les facteurs climatiques et les caractéristiques de la faune et de la flore.

1.1. – Situation géographique du barrage de Boughzoul

Le barrage du Boughzoul est localisé à 174 km au Sud d'Alger et à 25 km au Sud de Ksar El-Boukhari à une altitude de 643 m (35° 45' N. ; 2° 47' E.) (Fig. 1). Le lac du barrage est situé sur les Hauts plateaux en milieu steppique sur l'Oued Chélif, sans relief marqué. Il est peu profond, légèrement salé et ses berges sont basses (LEDANT et VANDIJK, 1977).

1.2. – Caractéristiques édaphiques de la région

d'étude

Dans la zone du bassin versant du barrage de Boughzoul trois types de sols sont à noter (CHERBI, 1986) :

- Les sols calciques sont assez riches en calcaire lequel peut être remplacé par du gypse. Leur pH est toujours supérieur à 7, mais il n'atteint jamais 8. Ils ne contiennent pas de sels solubles mais ils renferment de 3 à 10 % de matières organiques.
- Les sols alluviaux sont acides et possèdent un pH inférieur à 7.
- Les sols salins se situent au Sud de Boghari, aux abords du lac Boughzoul. Ils sont caractérisés par la présence de sels solubles dont les plus importants sont des sels de sodium, de potassium et de magnésium à l'état de chlorures, de sulfates, de nitrates, carbonates ou bicarbonates.

1.3. – Facteurs climatiques de la région d'étude

Parmi les facteurs climatiques la température et les précipitations constituent les deux groupes de paramètres fondamentaux qui caractérisent les milieux continentaux (RAMADE, 1984).

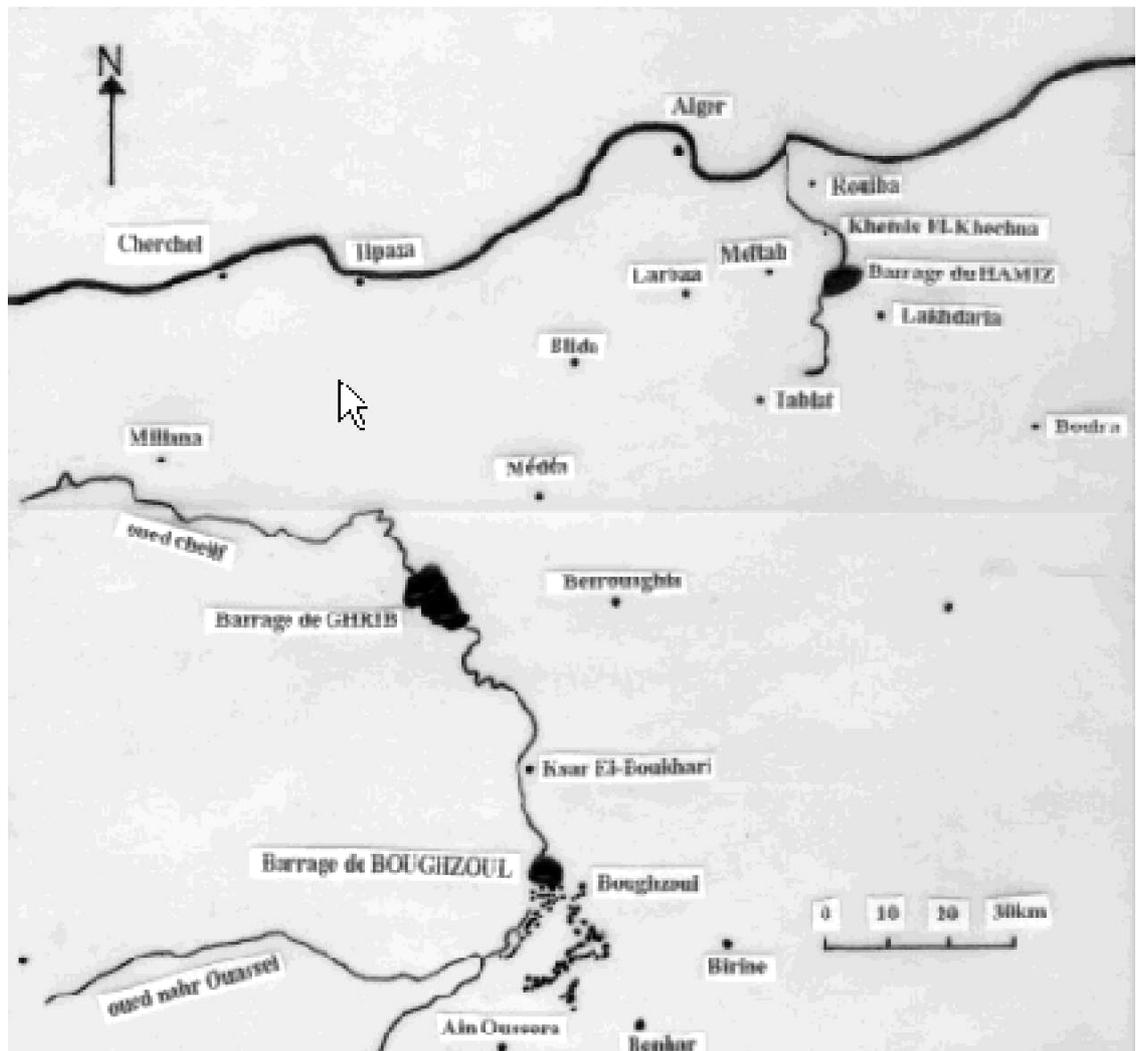


Fig. 1 – Situation géographique du barrage de Boughzoul

(CHERBI, 1986)

1.3.1. – Températures

La température est de tous les facteurs climatiques le plus important (DREUX, 1980). Elle agit sur l'activité et la répartition des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (DAJOZ, 1971; RAMADE, 1984). Le tableau 1 regroupe les températures moyennes des maxima et des minima du barrage de Boughzoul enregistrées depuis 1995 jusqu'en 1998. Il renferme aussi les données de l'année 2003 qui sont les plus récentes enregistrées dans la région d'étude.

| | | Mois | | | | | | | | | | | |
|------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| 1995 | M. | 9,9 | 16,3 | 15,6 | 19,5 | 27,9 | 30 | 36,3 | 33,9 | 28 | 22,7 | 18,3 | 13,2 |
| | m. | 1,2 | 3 | 5,2 | 7,1 | 15,3 | 19,2 | 23,7 | 21,5 | 16,1 | 12,1 | 8,4 | 4,4 |
| | (M+m)/2 | 5,6 | 9,7 | 10,4 | 13,3 | 21,6 | 24,6 | 30 | 27,7 | 22,1 | 17,4 | 13,4 | 8,8 |
| 1996 | M. | 13,9 | 9,9 | 16 | 20,7 | 24,4 | 28 | 33,8 | 34,5 | 27,6 | 24,5 | 18,6 | 13,1 |
| | m. | 4,5 | 3 | 5,7 | 9,8 | 14 | 18,3 | 22,9 | 22,6 | 15,7 | 12,6 | 6,2 | 3,2 |
| | (M+m)/2 | 9,2 | 6,5 | 10,9 | 15,3 | 19,2 | 23,2 | 28,4 | 28,6 | 21,7 | 18,6 | 12,4 | 8,2 |
| 1997 | M. | 12,2 | 15,7 | 19,1 | 20,2 | 27,2 | 30,4 | 35,4 | 33,2 | 28,6 | 25,6 | 16,7 | 12,9 |
| | m. | 2,4 | 4,9 | 5,3 | 8,7 | 17,1 | 18,8 | 22,1 | 20,6 | 17,5 | 14,8 | 8,3 | 4,3 |
| | (M+m)/2 | 7,3 | 10,3 | 12,2 | 14,5 | 22,2 | 24,6 | 28,8 | 26,9 | 23,1 | 20,2 | 12,5 | 8,6 |
| 1998 | M. | 11,6 | 14,1 | 18,7 | 18,9 | 21,3 | 31,4 | 38,6 | 34,3 | 30 | 20,3 | 16,6 | 9,8 |
| | m. | 1,9 | 3,9 | 5,3 | 8,2 | 11,2 | 18,8 | 22,9 | 21,3 | 10,5 | 11 | 7,4 | 0,9 |
| | (M+m)/2 | 6,8 | 9 | 12 | 13,6 | 16,3 | 25,1 | 30,8 | 27,8 | 20,3 | 15,7 | 12 | 5,4 |
| 2003 | M. | 12,4 | 12,1 | 16,6 | 22,0 | 28,7 | 36,0 | 39,2 | 37,6 | 31,0 | 22,0 | 16,1 | 11,5 |
| | m. | 3,6 | 3,2 | 4,4 | 10,1 | 13,0 | 21,6 | 25,2 | 24,0 | 16,9 | 10,3 | 7,1 | 2,9 |
| | (M+m)/2 | 8 | 7,7 | 10,5 | 16,1 | 20,9 | 28,8 | 32,2 | 30,8 | 24,0 | 16,2 | 11,6 | 7,2 |

Tableau 1 – Températures moyennes mensuelles, des maxima et des minima du barrage de Boughzoul obtenues de 1995 à 1998 et de l'année 2003

(O.N.M., Communication personnelle)

M est la moyenne mensuelle des températures maxima exprimée en °C.

m est la moyenne mensuelle des températures minima exprimée en °C.

(M+m) / 2 est la moyenne mensuelle des températures exprimée en °C.

Janvier est le mois le plus froid en 1995 et en 1997 avec des températures moyennes respectivement égales à 5,6 et 7,3 °C. (Tab. 1). En 1996 le mois le plus froid est février avec une température moyenne mensuelle égale à 6,5 °C. Par contre décembre apparaît le plus froid en

O.N.M. : Organisme national de Météorologie

1998 et en 2003 avec des moyennes mensuelles respectivement égales à 5,4 et 7,2 °C. Par ailleurs juillet apparaît le mois le plus chaud en 1995 (30 °C.), en 1997 (28,8 °C.), en 1998 (30,8 °C.) et en 2003 (32,2 °C). Par contre C'est août qui se montre le plus chaud en 1996 avec une moyenne de 28,6 °C.

1.3.2. – Précipitations

Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres et limniques (RAMADE, 1984). Le tableau 2 rassemble les hauteurs mensuelles des pluies tombées au niveau du barrage de Boughzoul de 1995 à 1999 et durant l'année 2003.

| Mois | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Totaux | |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|-------|
| P (mm) | 1995 | 36,2 | 3,6 | 47,2 | 6,2 | 1,3 | 33,3 | 0 | 6,2 | 41,8 | 40 | 4 | 16,5 | 236,3 |
| | 1996 | 24,4 | 50,1 | 38,9 | 33,8 | 27,9 | 46,8 | 6 | 3,9 | 18,7 | 25 | 12 | 18,3 | 305,8 |
| | 1997 | 23,6 | 11,2 | 0 | 40,8 | 15 | 3 | 0 | 23,1 | 56,4 | 15,7 | 30,2 | 8,7 | 227,7 |
| | 1998 | 9,1 | 20,9 | 1,3 | 23 | 95,9 | 14,9 | 3,5 | 0 | 11,3 | 16,5 | 5,2 | 3,4 | 205 |
| | 2003 | 55,3 | 34,2 | 3,4 | 18,5 | 0,2 | 5,3 | 4,5 | 0 | 41,5 | 61,9 | 56,7 | 65,6 | 347,1 |

Tableau 2 – Pluviométries mensuelles et annuelles enregistrées au niveau du barrage de Boughzoul de 1995 à 1999 et durant l'année 2003 exprimées en millimètres

(O.N.M., Communication personnelle)

P : Précipitations mensuelles exprimées en mm.

Les données portant sur les précipitations mensuelles enregistrées dans la station météorologique du barrage de Boughzoul pour les années allant de 1995 à 1998 et en 2003 montrent que l'année 2003 est la plus pluvieuse avec un total annuel de 347,1 mm (Tab. 2). Par contre l'année 1998 est la plus sèche avec une somme annuelle des précipitations de 205 mm. En 1995 le mois le plus pluvieux est mars avec un total de précipitation égale à 47,2 mm, alors que le mois le plus sec est juillet avec une absence totale des pluies. Le mois le plus pluvieux en 1996 est février avec 50,1 mm, en revanche le mois le plus sec est juillet avec 6 mm. Par ailleurs en 1997, le mois le plus pluvieux est septembre avec 56,4 mm de pluie par contre les mois les moins pluvieux sont mars et juillet avec une absence de précipitations. Pendant l'année 1998 le maximum des précipitations est enregistré en mai avec un total de 95,9 mm alors que le minimum est de 0 mm en août. En 2003 le mois le plus pluvieux est décembre avec un total de précipitation égale à 65,6 mm, alors que le mois le plus sec est août avec une absence totale des pluies (Tab. 2).

1.4 – Synthèse des données climatiques de la région d'étude

La synthèse des données climatiques est représentée par le diagramme ombrothermique de Gaussen et par le climagramme d'Emberger.

1.4.1. – Diagramme ombrothermique de Gaussen du barrage de Boughzoul

Le diagramme ombrothermique de Gaussen permet de présenter la répartition des périodes humide et sèche au cours de l'année prise en considération. Ce diagramme porte en abscisse les mois et en ordonnée à la fois les précipitations à droite et les températures à gauche avec pour échelle double tel que 1 °C. correspond à 2 mm de pluie (RAMADE, 1984). On admet qu'il y a une période sèche lorsque la courbe des précipitations passe au dessous de celle des températures. Et quand elle passe au

dessus de la courbe des températures, il s'établit la période humide (DREUX, 1980). Les diagrammes ombrothermiques de Gaussen établis pour le barrage de Boughzoul mettent en évidence une importante période sèche pour toutes les années d'étude (Fig. 2). En 1995 la durée de la période sèche est de 8 mois et demi. Elle commence du début d'avril jusqu'à la mi-décembre. Elle est entrecoupée par quelques semaines humides de la fin septembre et du début octobre. La période humide s'établit entre la fin de décembre et la fin de mars, entrecoupée en février par quelques semaines sèches. Egalement, en 1996 la période sèche est plus longue que la période humide. La première s'établit de la mi-avril jusqu'à la mi-décembre, soit 8 mois et la seconde de la mi-décembre jusqu'à la mi-avril. Durant l'année 1997, la période sèche s'étale sur presque toute l'année. Mais elle est entrecoupée par des semaines humides en janvier, en avril, en septembre et en novembre. Pour l'année 1998 la période sèche s'étale entre le début de juin et la mi-avril alors que la période humide dure de la mi-avril jusqu'au début de juin. En 2003, la période sèche dure 6 mois et demi de la fin de février jusqu'à la mi-septembre tandis que la période humide s'établit de la mi-septembre jusqu'à la fin de février, soit pendant 5 mois et demi.

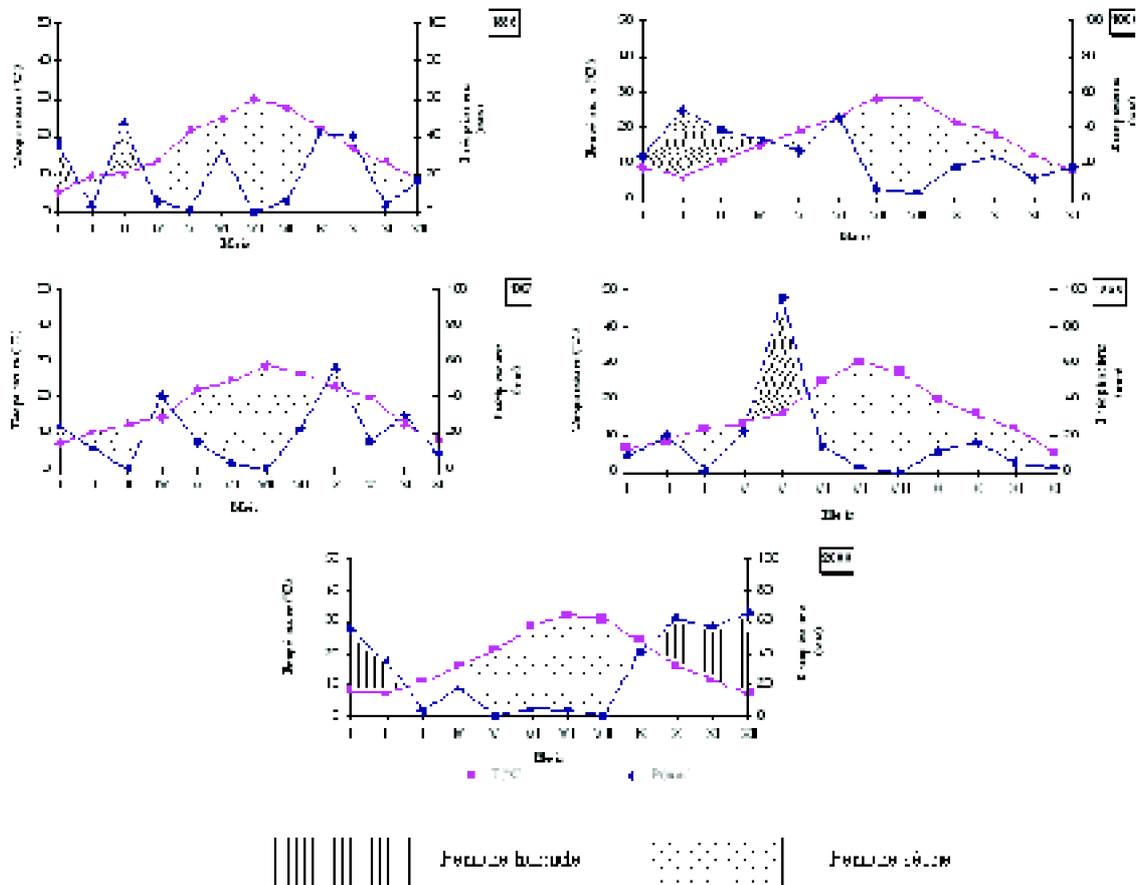


Fig. 2 – Diagramme ombrothermique de Gaussen du barrage de Boughzoul durant les années 1995, 1996, 1997, 1998 et 2003

1.4.2. – Climagramme pluviothermique d'Emberger appliqué au niveau du barrage de Boughzoul

Il permet de situer la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond (DAJOZ, 1971). Le quotient pluviométrique d'Emberger est déterminé selon la formule suivante (STEWART, 1969) :

$$Q = 3,43 \times \frac{P}{M - m}$$

Q est le quotient pluviométrique d'Emberger.

P est la pluviométrie annuelle exprimée en mm.

M est la moyenne des températures maxima du mois le plus chaud exprimée en °C.

m est la moyenne des températures minima du mois le plus froid exprimée en °C.

Au barrage de Boughzoul la valeur du quotient pluviométrique d'Emberger calculée pour une période de 12 ans allant de 1987 à 1998 est de 22,5. Cette valeur reportée sur le climagramme d'Emberger montre que la région de Boughzoul se situe dans l'étage bioclimatique aride à hiver frais (Fig. 3).

1.5. – Données bibliographiques sur la végétation de la région d'étude

Le barrage de Boughzoul se caractérise par une flore appartenant à différentes strates, arborescente, arbustive et herbacée (BAZIZ, 1991). La strate arborescente est formée par un groupement d'*Eucalyptus* sp., de *Pinus halepensis* et de *Cupressus sempervirens* (HAMANI, 1997). Dans la strate arbustive il est à noter la présence de *Tamarix gallica*, alors que la strate herbacée est dominée par *Phragmites communis* (BAZIZ, 1991). La liste des espèces végétales inventoriée aux alentours du barrage de Boughzoul comprend les espèces suivantes (Tab. 3).

Parmi les 15 familles présentes, celle des Chenopodiaceae est la mieux représentée avec 6 espèces, suivie par les Asteraceae avec 4 espèces et les Poaceae avec 4 espèces également (Tab. 3).

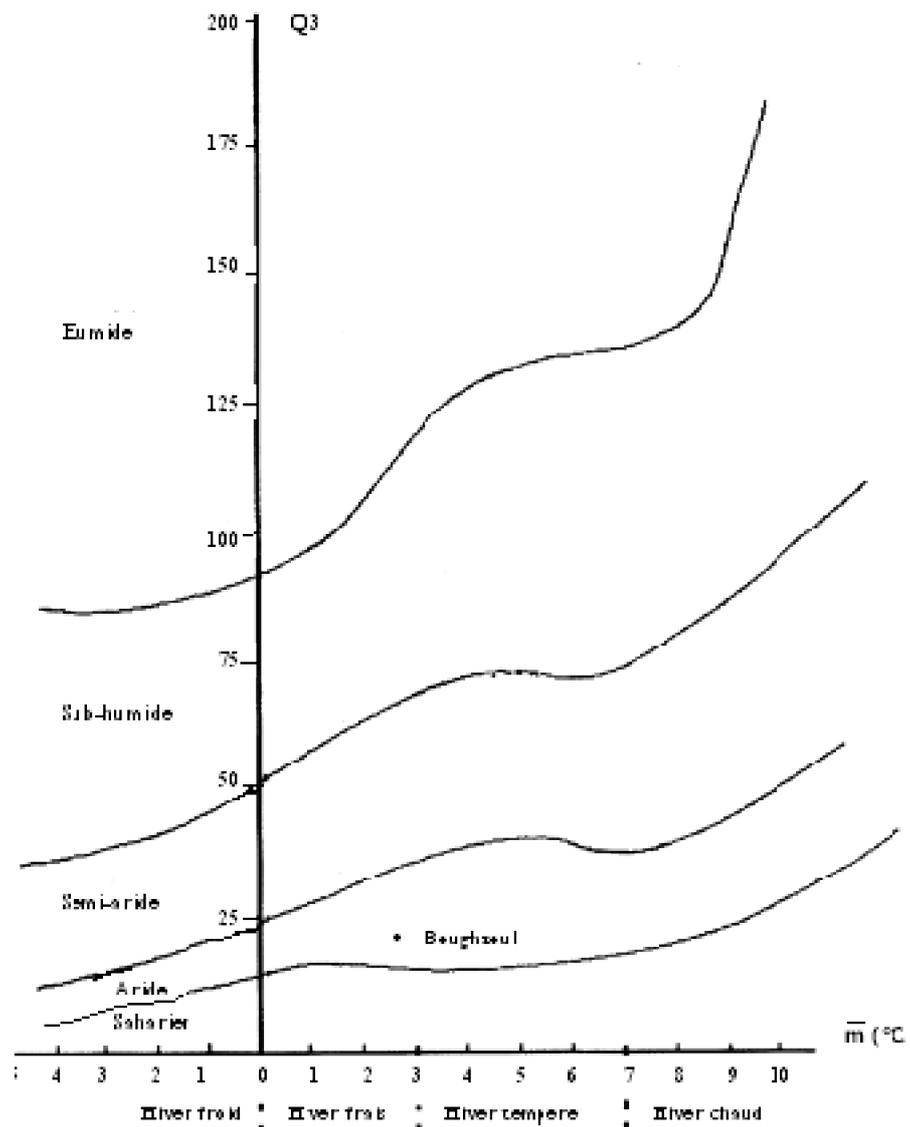


Fig.3 – Place du barrage de Boughzoul dans le climagramme d'Emberger (1987-19958)

Tableau 3 – Liste des espèces végétales inventoriées aux abords du barrage de Boughzoul

| Familles | Espèces |
|-----------------------|---|
| Pinaceae | <i>Pinus halepensis</i> Miller Snouber |
| Cupressaceae | <i>Cupressus sempervirens</i> Linné |
| Liliaceae | <i>Allium roseum</i> L. |
| Juncaceae | <i>Scirpus maritimus</i> <i>Juncus</i> sp. Linné |
| Poaceae | <i>Avena alba</i> Vahl. Khourtan <i>Oryzopsis miliacea</i> Linné Rouzberri <i>Phragmites communis</i> Trin. <i>Vulpa</i> sp. Gmel |
| Brassicaceae | <i>Draba</i> sp. <i>Eruca</i> sp. Adanson <i>Vella annua</i> L. |
| Zygophyllaceae | <i>Peganum harmala</i> |
| Frankeniaceae | <i>Frankenia pulverulenta</i> L. |
| Tamaricaceae | <i>Tamarix gallica</i> L. |
| Myrtaceae | <i>Eucalyptus</i> sp. El kina, kalitous |
| Apiaceae | <i>Ridolfia segetum</i> Moris <i>Thapsia garganica</i> L. Bou nafaâ |
| Gentianaceae | <i>Blackstonia perfoliata</i> L. <i>Centaurium pulchellum</i> (Sw.) |
| Asteraceae | <i>Atractylis cancellata</i> L. <i>Mantiscalca salmantica</i> Briq et Cavill <i>Poa bulbosa</i> L. <i>Scolymus hispanicus</i> L. |
| Plantaginaceae | <i>Plantago psyllium</i> L. |
| Chenopodiaceae | <i>Atriplex halimus</i> L. <i>Halocnemum strobilaceum</i> (Pall.) <i>Halogeton alopecuroides</i> (Del.) <i>Salicornia europea</i> L. <i>Salsola vermiculata</i> L. <i>Suaeda fruticosa</i> L. |

1.6. – Données bibliographiques sur la faune du barrage de Boughzoul

Dans ce paragraphe les différentes espèces animales inventoriées au niveau du barrage de Boughzoul sont regroupées en fonction des familles et des ordres.

1.6.1. – Gastropoda

D'après BAZIZ (1991), les Gastéropodes Pulmonés observés aux abords du barrage de Boughzoul sont représentés par deux espèces. La première est *Eobania vermiculata* Muller, 1774 appartenant à la famille des Helicidae. La seconde est *Rumina decollata* Linné, 1758 appartenant aux Stenogyridae (BAZIZ, 1991).

1.6.2. – Crustacea

Dans sa contribution à l'étude du peuplement zooplanctonique, CHERBI (1986) signale, dans les eaux du barrage de Boughzoul, 10 espèces de Crustacés réparties entre trois ordres, soit les Calanides, les Cyclopoïdes et les Cladocères.

O. 1 - Calanides *Arctodiaptomus wierzejskū* (Richard)

Arctodiaptomus salinus (Daday)

O. 2 - Cyclopoïdes *Cyclops strenuus* (Fischer)

O. 3 - Cladocères *Daphnia magna* (Straus)

Ceriodaphnia reticulata (Jurise)

Moina brachiata (Jurine)

Diaphanosoma brachyurum (Lievin)

Chydorus sphaericus (Muller)

Simocephalus exspinosus (Koch)

Macrothrix hirsuticornis (Norman et Brady)

1.6.3. – Insecta

Parmi les Orthoptères 3 espèces sont signalées par HAMDJ (1989). Ce sont *Pyrgomorpha conica* (Olivier, 1791), *Pyrgomorpha miniata* Bolivar, 1914 et *Sphingonotus coeruleus* (Linné, 1767). Aux abords immédiats du barrage de Boughzoul, 52 espèces d'insectes sont inventoriées, réparties entre 23 familles et 10 ordres. La diversité de ces insectes est en relation avec celle d'un grand nombre d'espèces végétales (BAZIZ, 1991). La prédominance des orthoptères est de 22 espèces dont 18 inventoriées par BAZIZ (1991). La liste des espèces d'insectes recensées aux abords du barrage de Boughzoul est la suivante (Tab. 4).

THEME Variations du régime alimentaire de la Chouette effraie *Tyto alba* (Scopoli, 1759) (Aves, Tytonidae) aux abords du barrage de Boughzoul

| Ordre | Famille | Spécies |
|--------------|----------------|--|
| COLEOPTERA | Carabidae | <i>Carabus auratus</i> (L.) <i>Carabus clivatus</i> (L.) <i>Carabus foveolatus</i> (L.) <i>Carabus italicus</i> (L.) <i>Carabus lucidus</i> (L.) <i>Carabus nemoralis</i> (L.) <i>Carabus violaceus</i> (L.) |
| | Curculionidae | <i>Curculio</i> sp. |
| DIPTERA | Muscidae | <i>Musca domestica</i> L. <i>Musca autumnalis</i> L. |
| | Syrphidae | <i>Syrphus</i> sp. |
| Hyménoptères | Formicidae | <i>Formica</i> sp. |
| | Chalcididae | <i>Chalcid</i> sp. |
| | Ichneumonidae | <i>Ichneumon</i> sp. |
| | Colletidae | <i>Colletes</i> sp. |
| | Halictidae | <i>Halictus</i> sp. |
| | Andrena | <i>Andrena</i> sp. |
| | Stenobothridae | <i>Stenobothrus</i> sp. |
| | Psyllidae | <i>Psylla</i> sp. |
| | Chalcididae | <i>Chalcid</i> sp. |
| | Ichneumonidae | <i>Ichneumon</i> sp. |
| COLEOPTERA | Carabidae | <i>Carabus</i> sp. |
| Hyménoptères | Formicidae | <i>Formica</i> sp. |
| | Chalcididae | <i>Chalcid</i> sp. |
| Diptera | Muscidae | <i>Musca</i> sp. |
| | Syrphidae | <i>Syrphus</i> sp. |
| | Chironomidae | <i>Chironomus</i> sp. |
| | Empididae | <i>Empid</i> sp. |
| | Stratiomyidae | <i>Stratiomya</i> sp. |
| Hyménoptères | Formicidae | <i>Formica</i> sp. |
| | Chalcididae | <i>Chalcid</i> sp. |
| Eq. Aptés | Formicidae | <i>Formica</i> sp. |
| Eq. I | Formicidae | <i>Formica</i> sp. |

Tableau 4 – Liste des espèces d'insectes recensées aux abords du barrage de Boughzoul (BAZIZ, 1991)

Par rapport au nombre de familles les Coleoptera arrivent au premier rang avec 7 familles suivis par les Orthoptera avec 5 familles. Du point de vue des espèces ce sont plutôt les Orthoptera qui occupent la première place avec 18 espèces, venant devant les Coleoptera qui totalisent 12 espèces (Tab. 4).

1.6.4. – Reptilia

BAZIZ (1991) signale trois familles de reptiles aux alentours du barrage de Boughzoul : les Lacertidae, les Geckonidae et les Testudinidae.

F.1 - Lacertidae *Lacerta lepida* Linné1758

F. 2 - Geckonidae *Tarentola mauritanica* Linné, 1758

F. 3 - Testudinidae *Testudo graeca* Linné1758

par les Charadriidae avec 6 espèces et les Ardeidae avec 5 espèces.

1.6.6. – Mammalia

Aux abords du barrage de Boughzoul, 10 espèces de Mammifères sont soit observées directement ou soit identifiées par les restes osseux trouvés dans les pelotes de la Chouette effraie ou grâce aux enquêtes réalisées auprès des riverains (BAZIZ, 1991). La liste des mammifères inventoriés près du barrage de Boughzoul se compose des espèces regroupées dans le tableau 6.

L'étude du régime alimentaire de *Tyto alba* près du barrage de Boughzoul par HAMANI (1997) a permis de faire ressortir d'autres espèces comme *Gerbilus pyramidum* Geoffroy, 1825, *Apodemus sylvaticus* (Linné, 1758), *Mus spretus* Lataste, 1883 et *Crocidura whitakeri* De Winton, 1898.

Tableau 6 – Liste des Mammifères inventoriés aux abords du barrage de Boughzoul (BAZIZ, 1991)

| Ordres | Familles | Espèces | Noms communs |
|-------------|------------------|--|---|
| Carnivora | Canidae | <i>Vulpes vulpes</i> (Linné, 1758) <i>Canis aureus</i> Linné, 1758 | Le Renard roux Le Chacal commun |
| Lagomorpha | Leporidae | <i>Lepus capensis</i> Linné, 1758 | Le Lièvre du cap |
| Insectivora | Erinaceidae | <i>Atelerix algirus</i> (Duvernoy et Lereboullet, 1842) | Le Hérisson d'Algérie |
| | Soricidae | <i>Crocidura russula</i> (Hermann, 1780) | La Musaraigne musette |
| Chiroptera | Vespertilionidae | <i>Pipistrellus kuhli</i> (Kuhl, 1817) | Pipistrelle de Kuhl |
| Rodentia | Hystricidae | <i>Hystrix cristata</i> Linné, 1758 | Porc-épic |
| | Muridae | <i>Meriones shawi</i> (Duvernoy, 1842) <i>Mus musculus</i> Linné, 1758 | La Mérione de Shaw La Souris domestique |
| | Dipodidae | <i>Jaculus orientalis</i> Erxleben, 1777 | La Grande gerboise |

Chapitre II – Matériel et méthodes

Le présent travail concerne l'étude du régime alimentaire de la Chouette effraie (Fig. 4a) aux abords du barrage de Boughzoul. D'abord il s'agit de la description de la station de collecte des pelotes. Ensuite les explications portant sur les méthodes utilisées au laboratoire pour l'analyse et l'identification du contenu des pelotes sont présentées. Enfin les différents indices notamment écologiques et les méthodes statistiques employés pour l'exploitation des résultats sont développés.

2.1. – Description de la station de collecte des pelotes

La station de collecte des pelotes de la Chouette effraie est située aux abords du barrage de Boughzoul (35° 45' N. ; 2° 47' E.). Les pelotes sont récoltées aux pieds des arbres formés d'un ensemble d'eucalyptus, de cyprès et de pins d'Alep, qui constituent autant de perchoirs pour ce rapace (Fig. 4b). Des sorties mensuelle entre 1995 et 1999 ont permis le ramassage de 521 pelotes. Chacune d'elles est conservée séparément dans un cornet en papier sur lequel la date et le lieu de la récolte sont mentionnés.

2.2. – Méthodes d'analyse des pelotes de rejection

La méthode d'analyse utilisée est celle de la voie humide qui consiste en la macération des pelotes dans l'eau pendant une dizaine de minutes. Cette opération facilite le décorticage qui se fait à l'aide d'une pince fine et d'une aiguille pour séparer et trier les restes alimentaires en différentes catégories. Une loupe binoculaire est indispensable pour les observations délicates des fragments des proies en vue de leur détermination, en particulier celle des parties des corps d'insectes (Fig. 5).

2.3 – Identification et dénombrement des proies de la Chouette effraie

La détermination des proies trouvées dans les pelotes de *Tyto alba* se fait en deux étapes. D'abord il est procédé à la reconnaissance des catégories tels que les classes, les ordres et les familles. Ensuite l'observateur passe à l'identification des espèces-proies. Une fois la détermination terminée, le dénombrement des individus de chaque espèce est effectué.



Fig. 4a La Chouette effraie *Tyto alba*

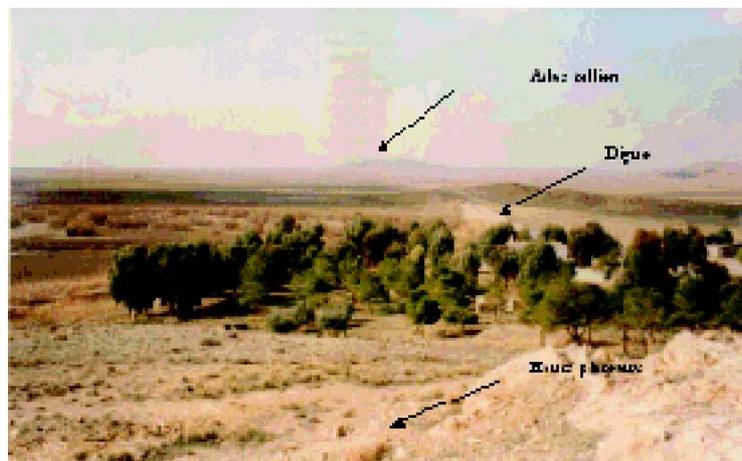


Fig. 4b Localisation de la station de collecte des pelotes
aux abords du barrage de Boughzoul

Fig.4a – La Chouette effraie Tyto alba Fig. 4b – Localisation de la station de collecte des pelotes aux abords du barrage de Boughzoul

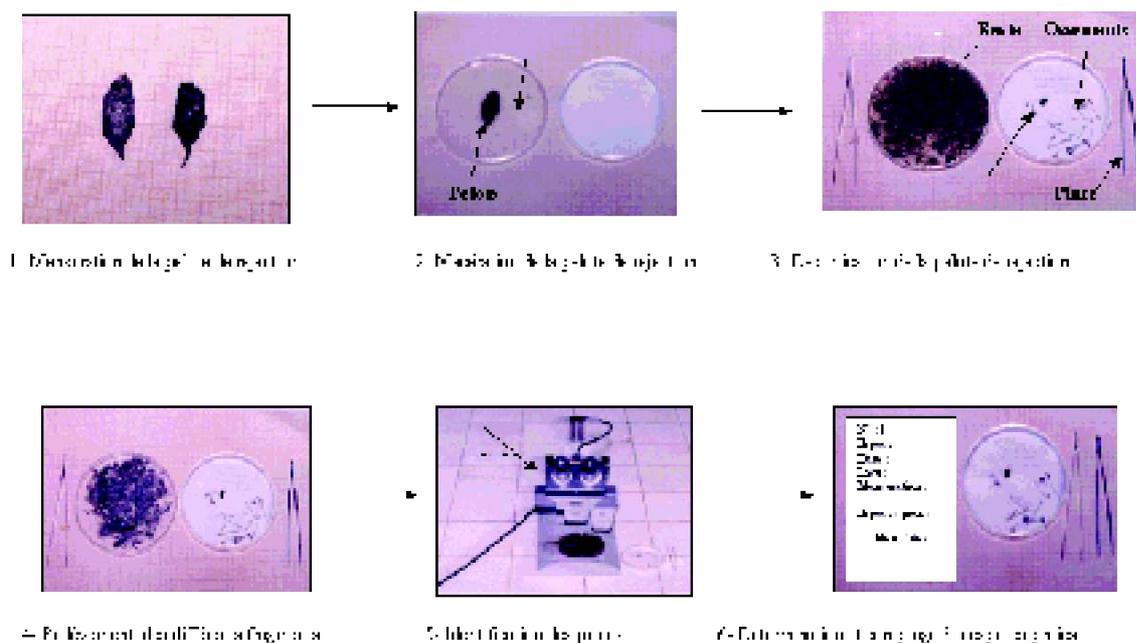


Fig. 5 – Etapes de décortication des pelotes de régurgitation de *Tyto alba*

(BAZIZ, 2002)

2.3.1. – Identification des catégories de proies

Les catégories de proies trouvées dans les pelotes de régurgitation de l'Effraie appartiennent à deux groupes ceux des Invertébrés et des Vertébrés.

2.3.1.1. – Reconnaissance des Invertébrés

L'identification des Invertébrés est basée sur la présence d'une ou de plusieurs pièces ou parties de leur corps dans les régurgitats. Ces Invertébrés sont représentés essentiellement par des Insecta dont leur présence est décelée par l'existence des pièces sclérotinisées tels que les thorax, les pattes, les têtes, les mandibules, les cerques et les ailes.

2.3.1.2. – Reconnaissance des catégories de Vertébrés

La consommation des Vertébrés par la Chouette effraie est mise en évidence par la présence des ossements d'une part et par la présence d'amas de plumes et de poils d'autre part. Les oiseaux sont facilement reconnaissables grâce à la forme de leur crâne qui porte un bec très différent de ceux des autres classes de Vertébrés (BROWN et al., 1995). En l'absence de crânes et de becs, l'identification s'appuie sur les os longs. Les Insectivores présentent un crâne caractérisé par un allongement très marqué de la partie antérieure, avec un aplatissement assez important de la boîte crânienne et avec une arcade zygomatique souvent incomplète (AULAGNIER et THEVENOT, 1986). Les Chiroptères se reconnaissent à la forme assez globuleuse de leur crâne qui porte une denture complète. Les doigts des membres antérieurs pouce excepté, sont

démesurément allongés. L'élargissement de la mandibule au niveau de la canine et son articulation avec la zone postérieure permet de distinguer les Chiroptères des insectivores et des rongeurs. (AULAGNIER et THEVENOT, 1986). Les rongeurs se distinguent par la présence au niveau de l'avant crâne de longues incisives recourbées, tranchantes taillées en biseau (DEJONGHE, 1983). L'absence des canines crée un espace vide entre les incisives et les dents jugales, ce qui est désigné par diastème (CHALINE et *al.*, 1974). Les dents présentent des variations dans leur aspect. Certaines possèdent une surface d'usure assez plane comme chez les Gerbillidae et les Dipodidae. D'autres dents montrent des tubercules comme chez les Muridae (BARREAU et *al.*, 1991).

2.3.2. – Identification des espèces-proies

Les espèces-proies potentielles de *Tyto alba* se répartissent en deux groupes, les Invertébrés et les Vertébrés (HAMANI, 1997).

2.3.2.1. – Reconnaissance des Invertébrés-proies

Les Invertébrés généralement trouvés dans les régurgitats analysés, appartiennent à la classe des Insecta (HAMANI, 1997). Les Hexapoda notés se répartissent entre deux catégories. La première et celle des Insecta consommés par les proies de la Chouette effraie. La seconde et celle des Hexapoda considérés comme proies de ce rapace et dont la taille est généralement supérieure à 15 mm. La détermination des espèces, genres, familles et ordres des Insecta est assurée par le professeur DOUMANDJI qui s'appuie sur des critères de reconnaissance des pièces morphologiques des Insecta tels que les élytres, les mandibules, les pronotums, les cerques et les têtes, sur les clefs de systématique de PERRIER (1927 ; 1932) de CHOPARD (1943) et sur les collections de l'insectarium du département de Zoologie agricole et forestière de l'Institut national agronomique d'El Harrach.

2.3.2.2. – Reconnaissance des espèces de Vertébrés-proies

Les Vertébrés trouvés dans les pelotes de rejection de la Chouette effraie appartiennent aux ordres de la classe des oiseaux, aux insectivores, aux chiroptères et aux rongeurs (HAMANI, 1997).

2.3.2.2.1. – Identification des Oiseaux

L'identification des oiseaux est basée sur l'examen morphologique de l'avant crâne et de la mandibule. La détermination est réalisée en s'appuyant sur une collection de référence et sur les travaux de MORENO (1986), de CUISIN (1989) et de BROWN et *al.* (1995). Pour chaque spécimen un pied à coulisse est utilisé pour effectuer plusieurs mensurations utiles pour les besoins d'identification de chaque espèce. BROWN et *al.* (1995) utilisent la forme du bec et le rapport entre la longueur totale du crâne et celle du bec pour classer les oiseaux dans différentes catégories (Tab. 7).

Tableau 7 – Différentes espèces d'oiseaux classées selon le rapport bec-crâne (BROWN et *al.*, 1995)

| Espèces d'oiseaux | Catégorie du bec | Rapport bec-crâne |
|--|---------------------------|---|
| Alouettes, Bergeronnettes, Mésanges, Fauvettes, Pouillots, Grives, Torcols, Merles, Rougegorges et Étourneaux, | Bec de type général petit | La longueur du bec est inférieure ou égale à celle du crâne |
| Bécasseaux, Bécassines, Guêpiers et Huppés | Bec grêle long | Le bec est généralement au moins deux fois plus long que le crâne |
| Pigeons, Tourterelles et divers petits Echassiers | Bec grêle moyen à petit | La longueur du bec égale ou à peine plus grande que celle du crâne |
| Pinsons, Verdiers, Serins, Bruants Chardonnerets et Moineaux | Bec de granivores | La longueur du bec est moins de 40 mm, elle est inférieure à celle du crâne |
| Hirondelles, Martinets et Beccroisés | Bec spécialisé | Sa forme est variable selon le type de nourriture |

2.3.2.2.2. – Identification des Insectivores

Les espèces de l'ordre des Insectivora en Algérie appartiennent à deux familles, à celles des Erinaceidae et des Soricidae. La première famille est représentée par une seule espèce, soit le Hérisson d'Algérie *Atelerix algirus*. En absence de l'avant crâne et de la mandibule l'identification peut être réalisée par la comparaison des éléments squelettiques trouvés dans les pelotes aux ossements d'un individu de collection. Les os longs montrent des parties proximales et distales plus robustes que celles remarquées chez les rongeurs. L'humérus est bien développé et présente une taille plus grande que le tibia. La deuxième famille des Insectivora est représentée en Algérie par trois espèces, la musaraigne musette *Crocidura russula*, la Musaraigne de Whitaker *Crocidura whitakeri* et le pachyure ou Musaraigne étrusque *Suncus etruscus* Ehrenberg, 1832. Selon AULAGNIER et THEVENOT (1986), leur crâne est très allongé et aplati. Il est reconnaissable à l'absence d'arcades zygomatiques. La première incisive supérieure a la forme d'un crochet. Elle est suivie par plusieurs dents unicuspidés ou prémolaires de tailles variables, une dent tricuspide volumineuse (P⁴) et trois molaires. La mandibule porte une première incisive très longue, deux unicuspidés et trois molaires. Vue latéralement la mâchoire supérieure montre que la 2^{ème} et la 3^{ème} unicuspidés de *Crocidura russula* ont la même taille. La 3^{ème} unicuspide est plus grande que le parastyle de la prémolaire (P⁴) (POITEVIN et al., 1986; LE BERRE, 1990). Par contre pour *Crocidura whitakeri* la 3^{ème} unicuspide est plus petite que la seconde. Elle est de taille inférieure à celle du parastyle de la prémolaire (P⁴) (AULAGNIER et THEVENOT, 1986; HUTTERER, 1986) (Fig. 6). D'après RZEBIK-KOWALSKA (1988) l'utilisation de caractères distinctifs au niveau de la mandibule permet aussi de faire la différence entre les deux espèces de *Crocidura* (Fig. 7). Chez *Suncus etruscus* il y a une quatrième unicuspide supplémentaire sur la rangée dentaire supérieure. Cette espèce présente un nombre total des dents égal à 30 (AULAGNIER et THEVENOT, 1986).

2.3.2.2.3. – Identification des chiroptères

Selon RODE (1947) toutes les espèces du genre *Myotis* possèdent la même formule dentaire suivante (2/3 I., 1/1 C., 3/3 P., 3/3 M.), soit au total 38 dents. L'identification de cette espèce peut être faite par la comparaison des mensurations prises sur le crâne complet, avec celles mentionnées dans les travaux d'AULAGNIER et THEVENOT (1986) et de KOWALSKI et RZEBIK-KOWALSKA (1991).

2.3.2.2.4. – Identification des rongeurs

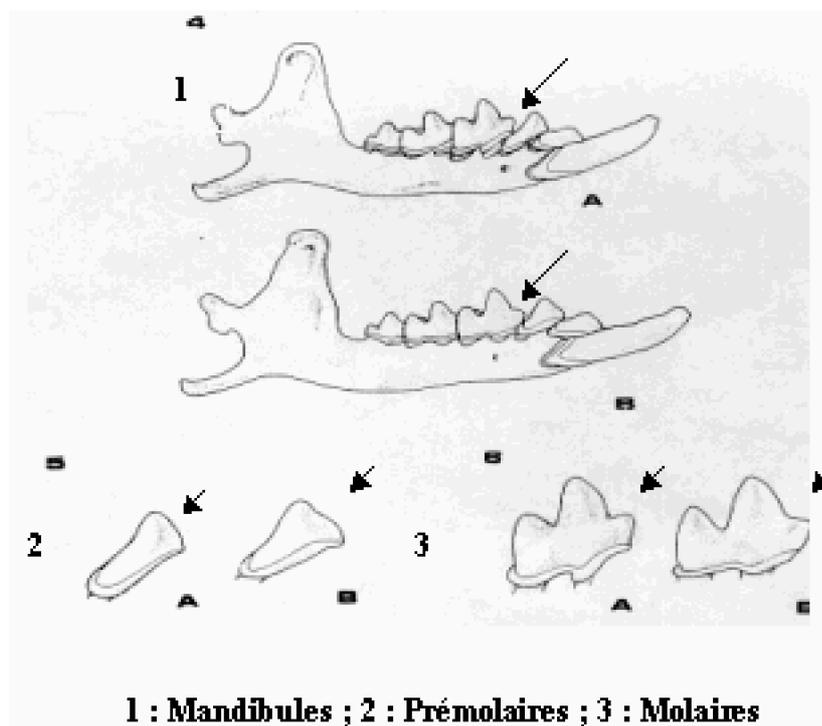
BARREAU et *al.* (1991) proposent un système de trois clés indépendantes pour l'identification des rongeurs. Celles-ci s'appuient sur les particularités des mandibules, du calvarium et des dents. Pour ce qui est de la mandibule, le principal critère est la forme de sa partie arrière qui comprend la branche montante et le processus articulaire et angulaire. Pour ce qui concerne le calvarium ou partie supérieure du crâne, ce sont la forme et l'extension de la plaque zygomatique qui sont les plus discriminantes. Au niveau des dents ce sont leurs tailles et leurs formes qui constituent d'excellents critères pour l'identification. En revanche le dessin de la surface d'usure des molaires est discriminant et il nécessite un examen attentif à la loupe binoculaire (Fig. 8, 9, 10). Dans la région d'étude les Dipodidae sont représentées par une seule espèce qui est la grande gerboise *Jaculus orientalis* (HAMANI, 1997). Le crâne de cette espèce est caractérisé par un arc zygomatique coudé à angle droit avec des bulles tympaniques moyennement ou très développées. Les membres postérieurs sont très allongés et les trois métatarsiens centraux sont soudés en un os canon long et grêle (GRASSE et DEKEYSER, 1955). La mandibule est allongée et peut atteindre 22 mm de long. Elle est marquée par la présence d'une fenêtre. La longueur de la rangée molaire supérieure est de 5,5 à 6,5 mm. (BARREAU et *al.*, 1991). Chez les Muridae la partie postérieure du crâne est étroite. Les incisives supérieures ne sont pas rayées et la surface d'usure de la première molaire inférieure



U₂ et U₃ : Unicuspide 2 et 3 ; P : Parastyle ; P₄ : prémolaire

Fig. 6 – Caractères distinctifs sur l'avant crâne de *Crocidura russula* (A) et *Crocidura whitakeri* (B) en vue latérale

HUTTERER (1986)



1 : Mandibules ; 2 : Prémolaires ; 3 : Molaires
Fig. 7 – Caractères distinctifs sur la mandibule de *Crocidura russula* (A) et *Crocidura whitakeri* (B)

RZEBIK-KOWALSKA (1988)

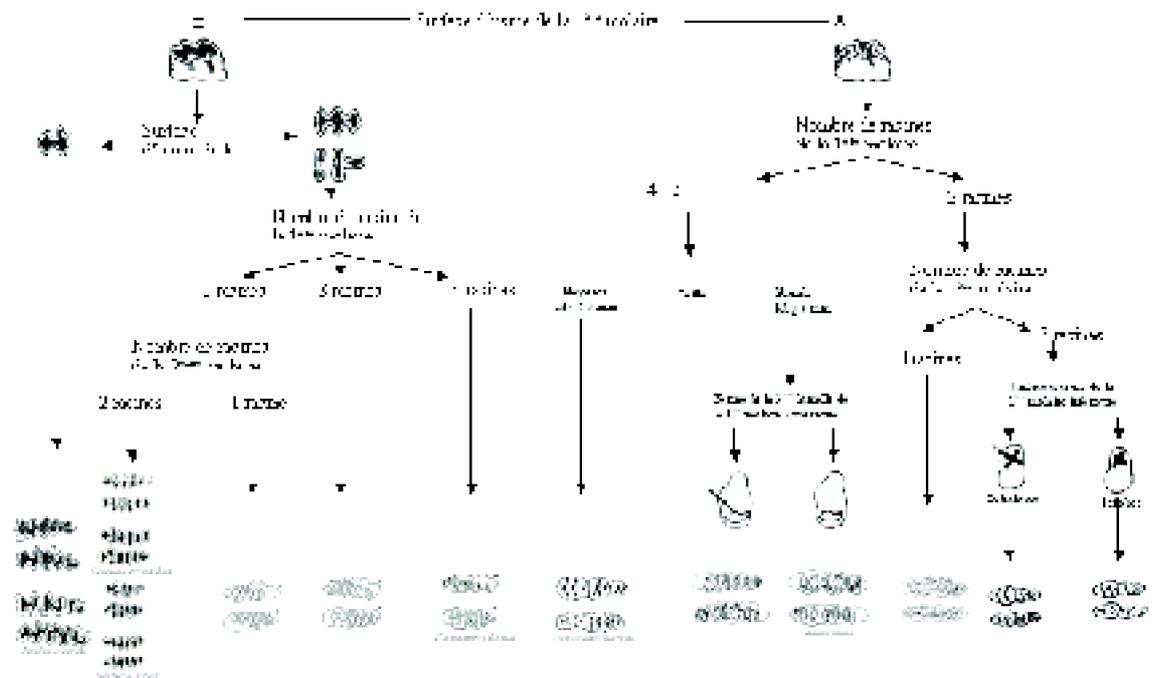


Fig. 10 – Identification des espèces de rongeurs à partir des dents

BARREAU et al.,(1991)

présente des tubercules (BARREAU et al., 1991). Selon AULAGNIER et THEVENOT (1986) le critère qui semble le plus fiable pour différencier *Mus musculus* par rapport à *Mus spretus* c'est le dessin de la surface d'usure de la 1^{ère} molaire inférieure. Il est trilobé chez *Mus musculus* et quadrilobé chez *Mus spretus*, avec le 4^{ème} lobe moins développé que les autres. Chez *Rattus norvegicus* la mandibule est de grande taille. Elle est égale ou supérieure à 30 mm. Le nombre de racines de la 1^{ère} molaire inférieure est de 4 et la longueur de la rangée dentaire supérieure varie entre 6,5 et 7,8 mm. (BARREAU et al., 1991). Le mulot sylvestre *Apodemus sylvaticus* présente au niveau de la 1^{ère} molaire supérieure quatre racines (BARREAU et al., 1991). La présence d'un 7^{ème} tubercule au niveau de la 1^{ère} molaire supérieure le distingue des souris (CHALINE et al. 1974). Selon AULAGNIER et THEVENOT (1986) le crâne des Gerbillidés porte des bulles tympaniques bien développées, parfois hypertrophiées. La surface d'usure des molaires est caractérisée par des lames d'émail transversales formant une couronne plane avec des

angles saillants et des angles rentrants des deux côtés. Les incisives supérieures sont cannelées et revêtues d'un émail jaune. Le nombre de racines de la 1^{ère} molaire inférieure est égal à 2 pour les genres *Gerbillus* et *Psammomys*, à 3 chez le genre *Meriones* et il est de 4 chez *Pachyuromys* (BARREAU et al., 1991). L'espèce *Pachyuromys duprasi* est caractérisée par des bulles tympaniques hypertrophiées et une arcade zygomatique fine. La taille de la mandibule varie entre 15 et 16 mm. et présente une branche montante étroite et redressée. Selon PETTER (1956) les molaires du genre *Meriones* sont à l'origine lamelleuses, et à lobes assez nettement losangique. Les incisives supérieures sont marquées par un sillon médian. La longueur de la mandibule de *Meriones shawi* est égale ou supérieure à 22 mm. La branche montante est large et inclinée, avec la présence de la protubérance de la racine de l'incisive (BARREAU et al., 1991). Par contre *Psammomys obesus* Cretzschmar, 1828 qui possède des molaires comparable à celles de *Meriones* ces incisives supérieures sont lisses (PETTER, 1959).

La longueur de sa mandibule est égale ou inférieure à 20 mm. La branche montante est assez large et redressée avec l'absence de la protubérance de la racine de l'incisive. D'après BARREAU et al.(1991) les espèces du genre *Gerbillus* présentent une arcade zygomatique à rétrécissement brusque. La mandibule est assez petite et sa taille varie entre 10 et 17 mm. La protubérance de la racine de l'incisive est présente au niveau de la partie montante. La longueur de la rangée dentaire supérieure fluctue entre 3 et 5 mm. Chez *Gerbillus pyramidum* Lataste, 1880 les dents sont grandes et massives. Par contre, chez *Gerbillus nanus* Blanford, 1875, elles sont de petite taille. En revanche *Gerbillus campestris* (LeVaillant, 1867)et *Gerbillus gerbillus* (Olivier, 1801) possèdent des dents de taille moyenne. Enfin *Dipodillus simoni* (Lataste, 1881) est caractérisée par des bulles tympaniques de petite taille. La longueur de la mandibule varie entre 14,3 et 15,2 mm et la taille de la rangée dentaire supérieure entre 3,2 et 3,7 mm (HARRISON, 1967).

2.3.3. – Dénombrement des espèces-proies

Le dénombrement des espèces-proies est la dernière étape de l'étude du régime alimentaire de la Chouette effraie. Le principe du dénombrement des invertébrés ainsi que des vertébrés est développé dans ce paragraphe.

2.3.3.1. – Dénombrement des Invertébrés-proies

Le dénombrement des Invertébrés est facilité par la présence de têtes, de mandibules, de thorax, de pattes, d'ailes et d'élytres. Afin de préciser si ces éléments appartiennent aux mêmes individus il est tenu compte dans ce cas des éléments droits et gauches, de leur aspect, de leur taille, de leur couleur, et de leur forme.

2.3.3.2. – Dénombrement des Vertébrés-proies

L'avant-crâne, la mandibule et la mâchoire sont souvent les pièces maîtresses les plus utilisées dans le dénombrement des Vertébrés. En l'absence de ces éléments, le chercheur doit se référer aux os longs tels que les humérus, les cubitus, les radius, les fémurs, les péronéotibius, les os de bassin et les omoplates chez les mammifères. S'il

s'agit d'un oiseau les fémurs, les radius, les tibias, les humérus, les cubitus, les tarsométatarses et les métacarpes sont pris en considération.

2.4. – Exploitation des résultats par différents indices et par des méthodes statistiques

L'exploitation des résultats est effectuée d'abord par la qualité de l'échantillonnage puis à l'aide d'indices écologiques de composition et de structure et enfin par les indices de la représentation et de la fragmentation des os de Vertébrés. L'emploi de méthodes statistiques est mis en évidence à la fin de paragraphe.

2.4.1. – Qualité d'échantillonnage appliquée aux proies trouvées dans le régime alimentaire de la Chouette effraie

Selon BLONDEL (1975), la qualité d'échantillonnage est donnée par la formule suivante:

a est le nombre des espèces de fréquence 1

N est le nombre de relevés.

Le rapport a/N permet de préciser si la qualité de l'échantillonnage est bonne. Plus ce rapport se rapproche de 0 plus la qualité du travail est grande (RAMADE, 1984). Dans ce cas l'effort d'échantillonnage est considéré comme suffisant.

2.4.2. Utilisation d'indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition appliqués aux proies composant le régime alimentaire de *Tyto alba* sont la richesse totale, la richesse moyenne, les abondances relatives et l'indice d'occurrence.

2.4.2.1. – Richesse totale des proies de la Chouette effraie

La richesse totale (S) est le nombre des espèces trouvées dans un échantillon (BLONDEL, 1975; RAMADE, 1984).

2.4.2.2. – Richesse moyenne des proies

La richesse moyenne (S_m) correspond au nombre moyen des espèces présentes dans N relevés (RAMADE, 1984).

2.4.2.3. – Abondances relatives

Les abondances relatives ($AR_i \%$) est le rapport du nombre des individus d'une catégorie de proies n_i au nombre total de proies capturées N (ZAIME et GAUTIER, 1989). Elle est

calculée selon la formule suivante:

$$AR_i \% = \frac{n_i \times 100}{N}$$

AR_i % est l'abondance relative.

n_i est le nombre des individus de l'espèce prise en considération.

N est le nombre total des individus, toutes espèces confondues.

2.4.2.4 – Fréquences d'occurrence et constances des espèces proies de la Chouette effraie

La fréquence d'occurrence d'une proie A est le rapport entre le nombre d'échantillons N_i contenant la proie A et le nombre total d'échantillons analysés (LEJEUNE, 1990):

C (%): Fréquence d'occurrence

N_i : Nombre de pelotes contenant la proie A

N_t : Nombre total des pelotes analysées

L'indice de Struge appliqué aux espèces ingérées par la Chouette effraie permet de calculer le nombre de classes de constances (SCHERRER, 1984 cité par BOUKHEMZA, 2001):

$$\text{Nombre de classes} = 1 + (3,3 \log n) = 1 + (3,3 \times 1,75) = 6,84$$

Cette valeur est arrondie à 7 classes. L'intervalle pour chaque classe est de 100 % / 7, soit 14,3 %. Les classes de constances obtenus sont les suivantes : Omniprésente (85,7 % < F.O. ≤ 100 %), constante (71,4 % < F.O. ≤ 85,7 %), régulière (57,1 % < F.O. ≤ 71,4 %), accessoire (42,9 % < F.O. ≤ 57,1 %), accidentelle (28,6 % < F.O. ≤ 42,9 %), rare (14,3 % < F.O. ≤ 28,6 %) et très rare (0 % < F.O. ≤ 14,3 %).

2.4.3. - Utilisation d'indices écologiques de structure appliqués aux proies composant le régime alimentaire de la Chouette effraie

Les indices écologiques de structure appliqués aux proies composant le régime alimentaire de *Tyto alba* sont l'indice de diversité de Shannon-Weaver, l'équitabilité et la biomasse.

2.4.3.1. – Indice de diversité de Shannon-Weaver

Selon RAMADE (1984), l'indice de diversité de Shannon-Weaver est donné par la formule suivante:

$$H' = - \sum_{n=1}^N q_i \log_2 q_i$$

H est l'indice de diversité exprimé en unité bits.

q_i est la fréquence relative de l'espèce i prise en considération.

2.4.3.2. – Indice d'équirépartition

L'indice d'équirépartition ou d'équitabilité est le rapport de la diversité observée H' à la diversité maximale $H' \text{ max.}$ (BLONDEL, 1979).

$$E = \frac{H'}{H' \text{ max.}}$$

La diversité maximale $H' \text{ max.}$ est représentée par la formule suivante :

$$H' \text{ max.} = \log_2 S$$

S est le nombre des espèces présentes (WEESIE et BELEMSOBGO, 1997)

Cet indice varie entre 0 et 1. Il tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par un même nombre d'individus (RAMADE, 1984).

2.4.3.3. – Biomasse relative

La biomasse relative ou le pourcentage en poids B (%) est le rapport entre le poids des individus d'une espèce-proie déterminée P_i et le poids total des diverses proies P (VIVIEN, 1973).

B (%) : biomasse relative

P_i : poids total des individus de l'espèce-proie i

P : poids total des diverses proies présentes

2.4.4. – Représentation et fragmentation des éléments squelettiques retrouvés dans les pelotes de la Chouette effraie

La méthode d'étude de la représentation et de la fragmentation des éléments squelettiques retrouvés dans les pelotes de l'Effraie est développée dans le présent sous-paragraphe.

2.4.4.1. – Représentation osseuse

Le pourcentage de représentation de chaque élément squelettique (PRO) est défini selon DODSON et WEXLAR, 1979 cités par DENYS (1985) comme le rapport suivant :

$$\text{PRO} = \frac{\text{FO}}{\text{FT} \times \text{NMI}} \times 100$$

PRO est le pourcentage de représentation osseux

FO (Fréquence observée) est le nombre de chaque élément squelettique présent dans les pelotes

FT (Fréquence théorique) est le nombre théorique de représentation de chaque élément squelettique estimé pour un individu type souris. Il comprend 1 crâne, 12 molaires, 4 incisives, 2 mandibules, 2 os longs (fémurs, humérus, radius, cubitus, péronotibius, os du bassin, omoplates), 2 astragales, 2 calcanéums, 1 sacrum, 20 métapodes, 24 côtes, 54 vertèbres et 56 phalanges.

NMI est le nombre minimal des individus calculé à partir de l'os le plus fréquemment retrouvé.

2.4.4.2. – Fragmentation

L'indice de fragmentation (PF %) calculé pour chaque type d'os, s'exprime par le rapport de la fréquence du nombre d'os fragmentés à la fréquence totale de représentation de cet os (DODSON et WEXLAR, 1979 cités par BRUDERER, 1996) :

$$\text{PF \%} = \frac{\text{NOF}}{\text{FO}} \times 100$$

PF est le pourcentage d'os fragmentés.

NOF est le nombre d'os fragmentés.

FO est le nombre total d'os.

2.4.5 – Traitements statistiques des résultats

Deux méthodes statistiques sont appliquées au régime alimentaire de la Chouette effraie. Ce sont l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) et la classification automatique.

2.4.5.1. – Analyse factorielle des correspondances (A.F.C.)

L'analyse factorielle des correspondances est une analyse multifactorielle qui traite de la même façon les variables et les individus, et qui aboutit à l'élaboration de graphiques de dispersion où les points des variables et des individus sont classés en fonction de leurs proximités réciproques (ROUSSEAU, 1983).

2.4.5.2. – Classification automatique

La classification automatique consiste à regrouper les individus en groupes homogènes, bien différenciés les uns des autres par rapport à certaines caractères, connus de ces individus. La classification automatique est utilisée lorsque on veut mettre en évidence des classes de caractères identiques (TROUDE et *al.*, 1993).

Chapitre III – Résultats sur le régime alimentaire de la Chouette effraie *Tyto alba* près du barrage de Boughzoul

Dans ce chapitre les résultats portant sur les caractéristiques des pelotes de *Tyto alba*, suivis par l'exploitation des valeurs obtenues à la suite de l'analyse des contenus des pelotes par différents indices et enfin par des méthodes statistiques sont présentés.

3.1. – Caractéristiques des pelotes de *Tyto alba*

Les résultats portant sur les dimensions des pelotes de la Chouette effraie et les variations des nombres de proies par pelote sont présentés.

3.1.1. – Dimensions des pelotes de *Tyto alba*

Les dimensions des pelotes de rejection de *Tyto alba* sont présentées dans le tableau 8.

THEME Variations du régime alimentaire de la Chouette effraie *Tyto alba* (Scopoli, 1759) (Aves, Tytonidae) aux abords du barrage de Boughzoul

| Nombre de pelotes 399 | Longueurs (mm) | | | Grands diamètres (mm) | | |
|-----------------------|----------------|------|---------------|-----------------------|------|-----------|
| | Max. | Min. | Moy. | Max. | Min. | Moy. |
| | 112 | 25 | 46,99 ± 13,02 | 52 | 17 | 30 ± 5,94 |

Max. : Maximum ; Min. : Minimum ; Moy. : Moyenne

Les longueurs des 399 pelotes de la Chouette effraie mesurées varient entre 25 et 112 mm. avec une moyenne de 46,99 ± 13,02 mm (Tab. 8). Pour le grand diamètre, ses mensurations varient entre 17 et 52 mm. La valeur moyenne est de 30 ± 5,94 mm.

3.1.2. – Variations du nombre de proies par pelote

Les résultats portant sur les pourcentages et les moyennes des nombres de proies par pelote de la Chouette effraie année par année sont mentionnés dans le tableau 9.

| Nombre de proies par pelote | 1995 | | 1996 | | 1997 | | 1998 | | 1999 | | Totals | |
|-----------------------------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
| | N | % | N | % | N | % | N | % | N | % | N | % |
| 1 | 15 | 31,51 | 13 | 18,31 | 7 | 33,33 | 105 | 55,24 | 52 | 72,63 | 291 | 55,05 |
| 2 | 16 | 31,57 | 14 | 21,13 | 4 | 18,51 | 74 | 39,74 | 9 | 12,68 | 115 | 21,69 |
| 3 | 12 | 27,66 | 20 | 28,17 | 8 | 38,10 | 17 | 9,11 | 8 | 11,37 | 68 | 13,05 |
| 4 | 6 | 12,77 | 13 | 18,31 | 3 | 14,29 | 7 | 3,71 | 1 | 1,41 | 30 | 5,70 |
| 5 | 2 | 4,27 | 4 | 5,63 | 1 | 4,76 | 3 | 1,57 | - | - | 10 | 1,92 |
| 6 | - | - | 4 | 5,63 | - | - | - | - | - | - | 4 | 0,77 |
| 7 | - | - | 1 | 1,41 | - | - | 1 | 0,52 | - | - | 1 | 0,19 |
| 8 | 1 | 2,12 | 1 | 1,41 | - | - | - | - | - | - | 2 | 0,38 |
| 13 | - | - | - | - | - | - | 1 | 0,52 | - | - | 1 | 0,19 |
| Totaux | 47 | 100 | 71 | 100 | 21 | 100 | 311 | 100 | 71 | 100 | 521 | 100 |
| Moyennes | 2,47 ± 1,43 | | 3,01 ± 1,57 | | 2,62 ± 1,12 | | 1,52 ± 1,07 | | 1,25 ± 0,75 | | 1,04 ± 0,29 | |

Tableau 9 – Variations des nombres de proies par pelote de *Tyto alba* recueillies près du barrage de Boughzoul d'une année à l'autre de 1995 à 1999

N : nombres de pelotes ; - : absence de pelotes

Le nombre de proies par pelote de la Chouette effraie aux abords du barrage de Boughzoul fluctue entre 1 et 13 proies (Tab. 9). En 1995 le nombre de proies par pelote varie entre 1 et 8 (2,47 ± 1,43 ; n = 47 pelotes). Les pelotes renfermant 1 proie correspondent au taux le plus élevé avec 31,9 %, suivies par les pelotes renfermant 3 proies avec 27,7 %. Les pelotes contenant 2 (21,3 %) et 4 proies (12,8 %) viennent en 3^{ème} et 4^{ème} position (Fig. 11a). Durant l'année 1996, le nombre de proies par pelote fluctue entre 1 et 8 (3,01 ± 1,57; n = 71 pelotes). Les pelotes contenant 3 proies possèdent le taux le plus élevé avec 28,2 %. En deuxième position les pelotes constituées par 2 proies interviennent avec 21,1 %. Celles composées de 1 et de 4 proies occupent la troisième position avec un pourcentage de 18,3 % (Fig. 11b). Le nombre de proies par pelote enregistré durant l'année 1997 varie entre 1 et 5 proies (2,62 ± 1,12; n = 21 pelotes). Les pelotes qui possèdent 3 proies correspondent au pourcentage le plus élevé qui est de 38,1 %. Elles sont suivies par les pelotes renfermant 2 proies (23,8 %) et 1 proie (19,1 %) (Fig. 11c). Les pelotes ramassées durant l'année 1998 représentent un nombre de proies par pelote fluctuant entre 1 et 13 (1,52 ± 1,07, n = 311). Les pelotes composées de 1 proie ont le pourcentage le plus fort avec 66,2 %, suivies par celles renfermant 2 proies (23,8 %), 3 proies (6,1 %), 4 proies (2,3 %) et 5 proies (1,0 %). Enfin le plus faible pourcentage (0,32 %) est noté pour 1 pelote renfermant 7 proies et une autre

composée de 13 proies (Fig. 11d). En 1999 le nombre de proies par pelote varie entre 1 et 4 ($1,39 \pm 0,75$; $n = 71$ pelotes). Les pelotes renfermant 1 proie correspondent presque aux trois quarts des pelotes (74,7 %), suivies par les pelotes contenant 2 proies (12,7 %) et 3 proies (11,3 %). Une seule pelote renferme 4 proies avec un pourcentage de 1,41 % (Fig. 11e).

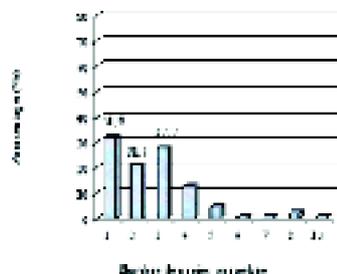


Fig. 11a – Nombre de proies par pelote de *Tyto alba* en 1995

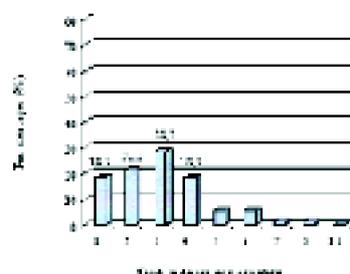


Fig. 11b – Nombre de proies par pelote de *Tyto alba* en 1996

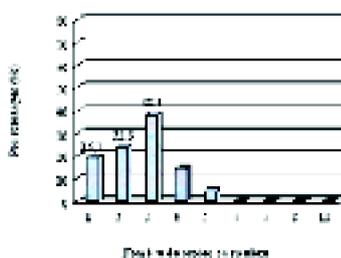


Fig. 11c – Nombre de proies par pelote de *Tyto alba* en 1997

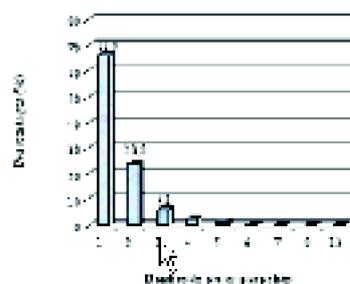


Fig. 11d – Nombre de proies par pelote de *Tyto alba* en 1998

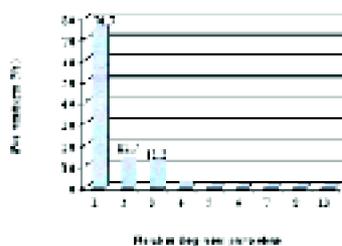


Fig. 11e – Nombre de proies par pelote de *Tyto alba* en 1999

Fig. 11 – Nombre de proies par pelote de *Tyto alba* aux abords du barrage de Boughzoul de 1995 à 1999

3.2. – Exploitation des valeurs obtenues grâce à l’analyse des pelotes de la Chouette effraie par différents indices

Les résultats du régime alimentaire de *Tyto alba* près du barrage de Boughzoul sont analysés par la qualité de l'échantillonnage et par des indices écologiques de composition et de structure et enfin par les indices de représentation et de fragmentation des os des vertébrés-proies.

3.2.1. – Qualité de l'échantillonnage appliquée aux espèces-proies de *Tyto alba*

Dans le tableau 10 les valeurs de la qualité de l'échantillonnage du régime alimentaire de la Chouette effraie sont mentionnées.

Tableau 10 – Valeurs de la qualité d'échantillonnage du régime alimentaire de la Chouette effraie de 1995 à 1999 aux abords du marais de Boughzoul.

| | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 1995-1999 |
|-----|------|------|------|------|------|-----------|
| a. | 9 | 9 | 7 | 12 | 5 | 17 |
| N | 47 | 71 | 21 | 311 | 71 | 521 |
| a/N | 0,19 | 0,13 | 0,33 | 0,04 | 0,07 | 0,03 |

a : Nombres d'espèces vues une seule fois en un seul exemplaire

N : Nombres de pelotes décortiquées

a/N : Qualité de l'échantillonnage

La valeur de la qualité d'échantillonnage du régime alimentaire de *Tyto alba* varie d'une année à l'autre (Tab. 10). Pendant l'année 1995 la valeur a/N est la plus élevée. Elle est de 0,2. Celles obtenues en 1997 est de 0,3 et en 1996 égale à 0,1. Les valeurs qui indiquent que l'échantillonnage a été fait avec beaucoup de précision sont enregistrées en 1998 (0,04) et en 1999 (0,07).

3.2.2. – Etude du régime alimentaire de la Chouette effraie par des indices écologiques

Les résultats portant sur le régime trophique de *Tyto alba* près du barrage de Boughzoul sont analysés par les indices écologiques de composition et de structure.

3.2.2.1. – Etude du régime alimentaire de la Chouette effraie grâce à des indices écologiques de composition

Les résultats obtenus suite à l'étude du régime alimentaire de la Chouette effraie sont analysés par des indices écologiques de composition comme les richesses totale et moyenne et les fréquences relatives et d'occurrence.

3.2.2.1.1. – Richesses totale et moyenne des proies dans les pelotes analysées

Les valeurs de la richesse totale et de la richesse moyenne du régime alimentaire de la Chouette effraie en espèces-proies près du barrage de Boughzoul sont mises dans le tableau 11.

Tableau 11 – Richesses totale et moyenne des espèces-proies contenues dans les pelotes de *Tyto alba* recueillies près du barrage de Boughzoul

| | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 1995-1999 |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Nombres de pelotes | 47 | 71 | 21 | 311 | 71 | 521 |
| Richesses totales | 23 | 28 | 12 | 37 | 19 | 56 |
| Richesses moyennes (s) | 1,83 ± 0,99 | 1,90 ± 0,81 | 1,76 ± 0,83 | 1,32 ± 0,58 | 1,30 ± 0,57 | 1,46 ± 0,71 |

La richesse totale des espèces-proies de la Chouette effraie durant toutes les années d'étude est de 56 avec une richesse moyenne de 1,46 ± 0,71 espèces (Tab. 11). La richesse totale varie d'une année à une autre dont le maximum est noté en 1998 avec 37 espèces-proies et le minimum en 1997 avec 12 espèces-proies. En 1995 (23), 1996 (28) et en 1999 (19) les nombres d'espèces-proies capturées fluctue. La richesse moyenne, elle aussi, varie d'une année à l'autre. Elle se situe entre 1,3 ± 0,6 en 1999 et 1,9 ± 0,8 espèces en 1996.

3.2.2.1.2. – Catégories de proies contenues dans les pelotes de la Chouette effraie

Les résultats de l'abondance relative des catégories (classes et ordres) de proies de *Tyto alba* sont signalés dans le tableau 12.

Tableau 12 – Catégories de proies (classes et ordres) trouvées dans les pelotes de *Tyto alba* près du barrage de Boughzoul pendant la période 1995-1999

| Paramètres Catégories | Ni | AR (%) |
|-----------------------|-----|--------|
| Insecta | 108 | 11,27 |
| Aves | 159 | 16,60 |
| Insectivora | 42 | 4,38 |
| Chiroptera | 1 | 0,10 |
| Rodentia | 648 | 67,64 |
| Totaux | 958 | 100 |

Ni : effectifs ; AR (%) : abondance relative

L'analyse de 521 pelotes de rejection récoltées près du barrage de Boughzoula permis d'identifier 5 catégories de proies. La catégorie qui présente le plus fort pourcentage d'abondance est celle des rongeurs avec 67,6 % (648 individus). Les oiseaux occupent la seconde place avec 16,6 %. Ils sont suivis par les insectes avec un taux de 11,3 % et par les insectivores avec 4,4 %. Les chiroptères sont représentés par un seul individu avec un taux de 0,1 % (Fig. 12).

3.2.2.1.3. – Abondance relative des espèces proies trouvées dans les pelotes

Les résultats de l'abondance relative, de la constance et de la biomasse des espèces-proies de la Chouette effraie près du barrage de Boughzoul sont mentionnés dans le tableau 13.

L'étude du régime alimentaire de la Chouette effraie près du barrage de Boughzoul entre 1995 et 1999 a permis de dénombrer 958 proies qui se rapportent en 5 catégories. Les proies identifiées se répartissent entre 20 espèces d'insectes, 18 espèces d'oiseaux, 4 espèces d'insectivores, une espèce de chiroptère et 13 espèces de rongeurs (Tab. 13). En abondance l'espèce la plus consommée par la Chouette effraie est la Mérieone de Shaw *Meriones shawi* avec un nombre de 195 individus soit une abondance relative de 20,3 %. En seconde position on retrouve *Mus spretus* avec 18,1 % qui est suivie par *Psammomys obesus* (10,5 %). *Mus musculus* (7,7 %) *Sturnus vulgaris* (7,7 %), *Dipodillus simoni* (4,8 %) et *Rhizotrogus* sp. (4,3 %). Les autres espèces présentent des fréquences variant entre 0,1 et 2,7 %.

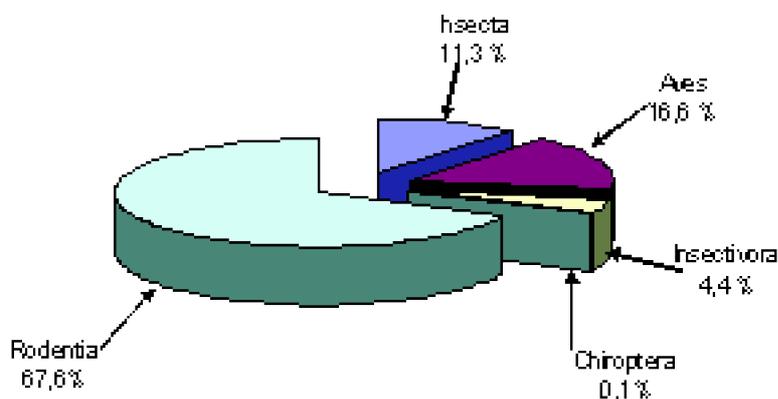


Fig. 12 – Spectre alimentaire de la Chouette effraie aux abords du barrage de Boughzoul de 1995 à 1999

| Catégorie | Espèces | ni. | AR% | C% | B% |
|-----------|-----------------------|-----|------|------|------|
| Insecta | Cyrtopogon sp. ind. | 1 | 0,11 | 0,19 | 0,00 |
| | Dolichopoda sp. ind. | 1 | 0,10 | 0,19 | 0,00 |
| | Yanthygona albifrons | 1 | 0,11 | 0,19 | 0,00 |
| | Mastopoda sp. | 1 | 0,10 | 0,19 | 0,00 |
| | Cryptus vivandus | 31 | 2,19 | 2,69 | 0,02 |
| | Cryptus sp. | 8 | 0,54 | 0,58 | 0,01 |
| | Cryptus sp. | 1 | 0,11 | 0,19 | 0,00 |
| | Cryptus sp. var. | 2 | 0,14 | 0,28 | 0,00 |
| | Zethenia rufipes | 1 | 0,10 | 0,19 | 0,00 |
| | Chalcidus sp. ind. | 3 | 0,21 | 0,30 | 0,00 |
| | Blasidellus sp. ind. | 3 | 0,22 | 0,30 | 0,01 |
| | Blasidellus sp. | 43 | 4,38 | 6,78 | 0,04 |
| | Pezomachus ind. | 2 | 0,14 | 0,28 | 0,01 |
| | Yngyris sp. | 3 | 0,21 | 0,30 | 0,00 |
| | Pezomachus sp. | 3 | 0,21 | 0,30 | 0,01 |
| | Deutonymphus sp. ind. | 1 | 0,10 | 0,19 | 0,00 |
| | Cryptus albus | 1 | 0,11 | 0,19 | 0,00 |
| | Phyllophaga albifrons | 1 | 0,10 | 0,19 | 0,00 |
| | Leptus sp. | 1 | 0,10 | 0,19 | 0,00 |
| | Neocryptus sp. ind. | 6 | 0,55 | 0,95 | 0,01 |
| Aves | Chalcidus rufipes | 3 | 0,21 | 0,30 | 0,04 |
| | Chalcidus rufipes | 16 | 1,57 | 2,60 | 0,08 |
| | Chalcidus rufipes | 1 | 0,10 | 0,19 | 0,00 |
| | Chalcidus rufipes | 1 | 0,10 | 0,19 | 0,03 |
| | Chalcidus rufipes | 1 | 0,10 | 0,19 | 0,03 |
| | Chalcidus rufipes | 7 | 0,68 | 0,91 | 0,04 |
| | Chalcidus rufipes | 1 | 0,10 | 0,19 | 0,04 |
| | Chalcidus rufipes | 3 | 0,21 | 0,30 | 0,01 |
| | Chalcidus rufipes | 3 | 0,21 | 0,30 | 0,03 |
| | Chalcidus rufipes | 13 | 1,25 | 1,92 | 0,13 |
| | Chalcidus rufipes | 3 | 0,21 | 0,30 | 0,00 |
| | Chalcidus rufipes | 1 | 0,10 | 0,19 | 0,02 |
| | Chalcidus rufipes | 3 | 0,21 | 0,30 | 0,01 |

Tableau 13 – Abondances relatives (AR %), constance (C %) et biomasse (B %) des espèces proies de la Chouette effraie au barrage de Boughzoul pendant la période 1995-1999

ni. : Nombres; AR % : Abondances relatives ; C % : Constance ; B % : Biomasse

3.2.2.1.4. – Fréquences d'occurrence et constances des espèces proies de la Chouette effraie

L'indice de Struge appliqué aux espèces ingérées par la Chouette effraie permet de calculer le nombre de classes de constances :

$$\text{Nombre de classes} = 1 + (3,3 \log n) = 1 + (3,3 \times 1,75) = 6,84$$

Cette valeur est arrondie à 7 classes. L'intervalle pour chaque classe est de 100 % / 7, soit 14,3 %. Il est à rappeler que les classes de constances obtenues sont les suivantes : Omniprésente (85,7 % < F.O. ≤ 100 %), constante (71,4 % < F.O. ≤ 85,7 %), régulière (57,1 % < F.O. ≤ 71,4 %), accessoire (42,9 % < F.O. ≤ 57,1 %), accidentelle

(28,6 % < F.O. ≤ 42,9 %), rare (14,3 % < F.O. ≤ 28,6 %) et très rare (0 % < F.O. ≤ 14,3 %). La mérione de Shaw *Meriones shawi* est l'espèce-proie qui possède le pourcentage de fréquence d'occurrence le plus fort (32,3 %). Cette dernière est qualifiée de proie accidentelle. Elle est suivie par d'autres espèces considérées comme rares. Ce sont *Psammomys obesus* (18,6 %) et *Mus spretus* (17,7 %). Les valeurs de la constance des autres espèces fluctuent entre 0,2 et 14,0 %. Elles sont qualifiées de proies très rares (Tab. 13).

3.2.2.1.5. – Variations du régime alimentaire de la Chouette effraie

Les variations du régime alimentaire de la Chouette effraie sont d'abord prises en considération en fonction des années puis en fonction des saisons.

3.2.2.1.5.1. – Variations annuelles du régime alimentaire de *Tyto alba*

Les résultats portant sur les fluctuations annuelles du régime alimentaire de *Tyto alba* aux abords du barrage de Boughzoul sont enregistrés dans le tableau 14.

Tableau 14 – Variations annuelles des pourcentages des catégories de proies de *Tyto alba* aux abords du barrage de Boughzoul de 1995 à 1999

| Catégories | 1995 | | 1996 | | 1997 | | 1998 | | 1999 | |
|-------------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | N | % | N | % | N | % | N | % | N | % |
| Insecta | 25 | 21,55 | 38 | 17,76 | 3 | 5,45 | 38 | 8,02 | 4 | 4,04 |
| Aves | 22 | 18,97 | 11 | 5,14 | 2 | 3,64 | 76 | 16,03 | 48 | 48,48 |
| Insectivora | 3 | 2,59 | 7 | 3,27 | 4 | 7,27 | 22 | 4,64 | 6 | 6,06 |
| Chiroptera | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1,01 |
| Rodentia | 66 | 56,90 | 158 | 73,83 | 46 | 83,64 | 338 | 71,31 | 40 | 40,40 |
| Totaux | 116 | 100 | 214 | 100 | 55 | 100 | 474 | 100 | 99 | 100 |

N : Effectifs; % : Pourcentages

Les variations annuelles du comportement trophique de la Chouette effraie montrent que le régime alimentaire de ce prédateur est dominé par les rongeurs durant les années 1995 (56,9 %), 1996 (73,8 %) ,1997 (83,6 %) et 1998 (71,3 %) (Tab. 14). Par contre au cours de l'année 1999 les oiseaux viennent en première position avec un pourcentage de 48,5 %, suivie par les rongeurs avec un taux de 40,4 %. La classe des insectes occupe la deuxième place pendant l'année 1995 (21,6 %) et 1996 (17,8 %). Elle est suivie par celle des oiseaux avec 19,0 % en 1995 et 5,1 % en 1996. Durant l'année 1997 la seconde place est occupée par les insectivores (7,2 %) suivie par les oiseaux (5,5 %). Par contre en 1998 les oiseaux (16,0 %) occupent la deuxième position, suivis par les insectes (8,0 %) (Fig. 13a).

3.2.2.1.5.2. – Variations saisonnières du régime alimentaire de *Tyto alba*

Les résultats portant sur les variations saisonnières du régime alimentaire de la Chouette effraie aux abords du barrage de Boughzoul sont installés dans le tableau 15.

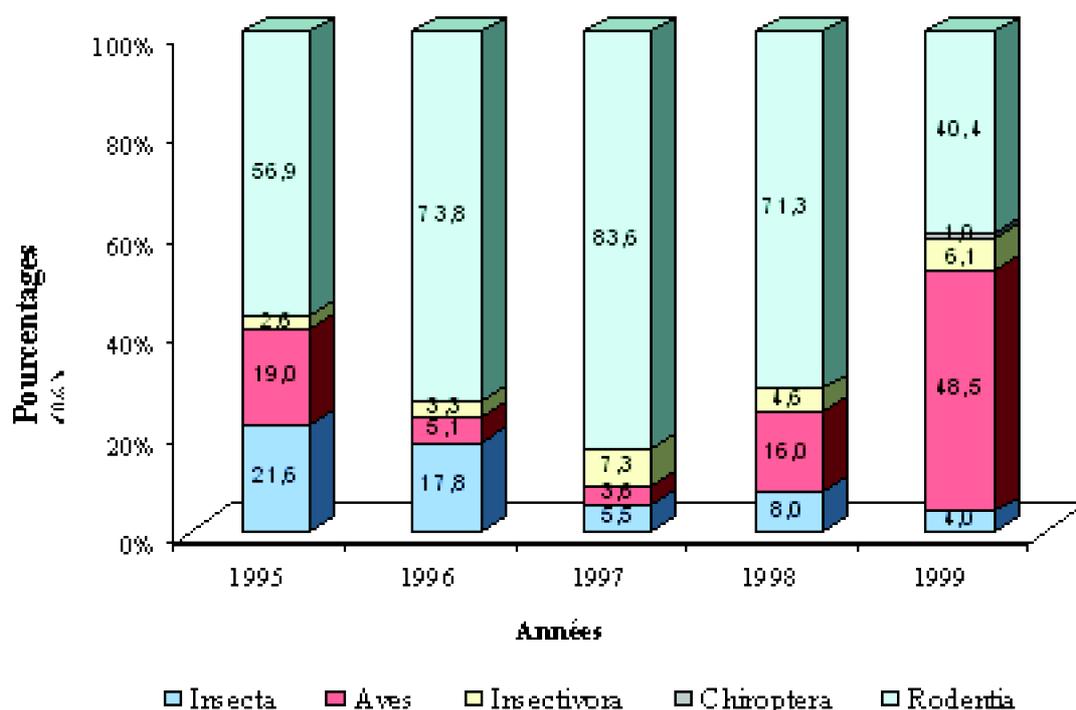


Fig. 13a – Variations annuelles des catégories des proies de *Tyto alba* aux abords du barrage de Boughzoul de 1995-1999

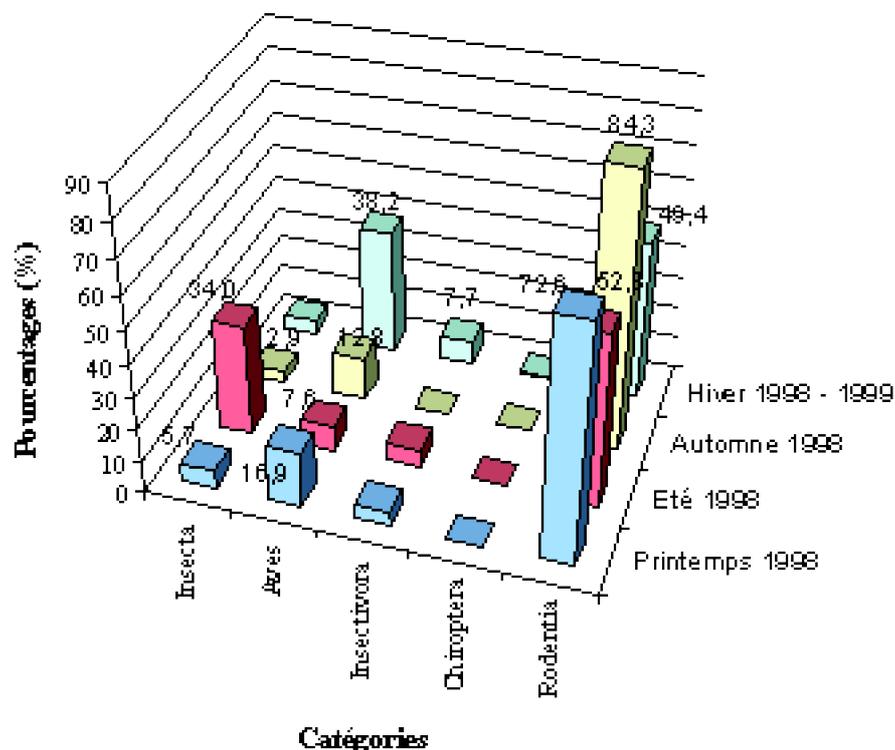


Fig. 13b – Variations saisonnières des catégories des proies de *Tyto alba* aux abords du barrage de Boughzoul durant l'année 1998-1999

Le régime alimentaire de la Chouette effraie au cours de l'année 1998 est dominé par

les rongeurs (Tab.15). Il est de 72,6 % au printemps, 52,8 % en été, 84,3 % en automne et 49,4 % en hiver. Les oiseaux-proies interviennent en seconde position au cours de trois saisons en printemps (16,9 %), en automne (12,8 %) et en hiver (38,2 %).

| Catégories | 1995 | | 1996 | | 1997 | | 1998 | | 1999 | |
|-------------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | N | % | N | % | N | % | N | % | N | % |
| Insecta | 25 | 21,55 | 38 | 17,76 | 3 | 5,45 | 38 | 8,02 | 4 | 4,04 |
| Aves | 22 | 18,97 | 11 | 5,14 | 2 | 3,64 | 76 | 16,03 | 48 | 48,48 |
| Insectivora | 3 | 2,59 | 7 | 3,27 | 4 | 7,27 | 22 | 4,64 | 6 | 6,06 |
| Chiroptera | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1,01 |
| Rodentia | 66 | 56,90 | 158 | 73,83 | 46 | 83,64 | 338 | 71,31 | 40 | 40,40 |
| Totaux | 116 | 100 | 214 | 100 | 55 | 100 | 474 | 100 | 99 | 100 |

Tableau 15 – Variations du régime alimentaire de *Tyto alba* en 1998 près du barrage de Boughzoul en fonction des saisons

N : Effectifs, % : Pourcentage

Par contre, en été ce sont les insectes qui occupent la seconde place avec 34,0 %. Au cours des autres saisons de l'année les pourcentages des insectes capturés sont inférieurs ou égales à 5,7 %. Les insectivores sont faiblement consommés toute au long de l'année et leurs taux varient entre 0,0 et 7,7 %. Les chiroptères sont représentés seulement par un seul individu consommé en hiver (Fig. 13b).

3.2.2.2. – Analyse des proies de la Chouette effraie à travers des indices écologiques de structure

Les indices écologiques de structure utilisés pour l'étude du régime alimentaire de la Chouette effraie sont l'indice de diversité de Shannon-Weaver, l'équirépartition et la biomasse.

3.2.2.2.1. – Diversité des espèces-proies de la Chouette effraie

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver et de l'équirépartition concernant les espèces-proies ingurgitées par la Chouette effraie sont rassemblées dans le tableau 16.

Globalement au cours des 5 années d'étude la valeur de l'indice de diversité de Shannon-Weaver près du barrage de Boughzoul est de 3,98 bits. Elle est de 3,5 bits en 1995, 3,1 bits en 1996, 2,4 bits en 1997, 3,7 bits en 1998 et de 3,5 bits durant l'année 1999.

Tableau 16 – Indice de diversité de Shannon-Weaver et équirépartition des espèces-proies de la Chouette effraie

| | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 1995-1999 |
|---------|------|------|------|------|------|-----------|
| H' | 3,46 | 3,12 | 2,43 | 3,73 | 3,49 | 3,98 |
| H' max. | 4,52 | 4,81 | 3,58 | 5,21 | 4,25 | 5,81 |
| E | 0,76 | 0,65 | 0,68 | 0,72 | 0,82 | 0,69 |

H' : Indice de diversité de Shannon-Weaver; H' max. : Diversité maximale ; E : Equitabilité

3.2.2.2. – Indice d'équirépartition appliqué aux espèces-proies de la Chouette effraie

Pour ce qui concerne les valeurs de l'indice d'équirépartition durant les 5 années d'étude, elles sont supérieures ou égales à 0,65 tendant de ce fait vers 1 (Tab. 16). E est de 0,76 en 1995, 0,65 en 1996, 0,68 en 1997, 0,72 en 1998 et 0,82 au court de l'année 1999.

3.2.2.3. – Biomasse relative des proies consommées par *Tyto alba*

Les résultats concernant la biomasse sont indiqués dans le tableau 13 précédent. Selon ce tableau la mérione de Shaw *Meriones shawi* constitue la proie la plus profitable en terme de biomasse par rapport aux autres espèces-proies capturées par la Chouette effraie. Elle participe avec un taux de 46,0 %. Elle est suivie par *Psammomys obesus* avec un pourcentage de 18,3 % de la biomasse totale. *Sturnus vulgaris* vient en troisième position avec un taux de 10,5 %. Les autres espèces correspondent à des taux qui varient entre 0,0 et 6,8 %.

3.2.3. – Représentation et fragmentation des éléments squelettiques retrouvés dans les pelotes de rejection de *Tyto alba*

Dans ce qui va suivre les résultats portant sur l'étude de la représentation et de la fragmentation des éléments squelettiques des Vertébrés retrouvés dans les pelotes de rejection de *Tyto alba* aux abords du barrage de Boughzoul sont présentés.

3.2.3.1. – Représentation des éléments squelettiques des micromammifères retrouvés dans les pelotes

Les valeurs de l'indice de représentation des éléments squelettiques des micromammifères retrouvés dans les pelotes de la Chouette effraie sont présentées dans le tableau 17.

Tableau 17 – Fréquences et pourcentages de représentation des éléments squelettiques des micromammifères retrouvés dans les pelotes de la Chouette effraie au barrage de Boughzoul

| Eléments squelettiques | FO | FT | FT × NMI | PRO |
|------------------------|-----|----|----------|------------------|
| Crânes | 94 | 1 | 94 | 100 |
| Mandibules | 174 | 2 | 188 | 92,6 |
| Maxillaire | 175 | 2 | 188 | 93,1 |
| Omoplates | 149 | 2 | 188 | 79,3 |
| Humérus | 167 | 2 | 188 | 88,8 |
| Cubitus | 164 | 2 | 188 | 87,2 |
| Radius | 157 | 2 | 188 | 83,5 |
| Os du bassin | 157 | 2 | 188 | 83,5 |
| Fémurs | 150 | 2 | 188 | 79,8 |
| Péronéotibius | 150 | 2 | 188 | 79,8 |
| | | | | Moyenne 86,76 |

FO : Fréquence observée de chaque élément squelettique présent dans les pelotes

FT : Fréquence théorique de représentation de chaque élément squelettique

NMI : Nombre minimal des individus

PRO : Pourcentages de représentation osseuse

Le pourcentage de représentation des éléments squelettiques des micromammifères retrouvés dans les pelotes de *Tyto alba* aux abords du barrage de Boughzoul est assez élevé avec une moyenne de 86,8 % (Tab. 17). L'élément le mieux représenté correspond au crâne (100 %). Par contre l'os le moins représenté est l'omoplate (79,3 %). Les autres éléments squelettiques possèdent des pourcentages de représentation élevés variant entre 79,8 et 93,1 %.

3.2.3.2. – Fragmentation des ossements des vertébrés retrouvés dans les régurgitats de *Tyto alba*

L'application de l'indice de fragmentation concerne dans un premier temps les ossements des micromammifères ensuite ceux des oiseaux trouvés dans les pelotes de la Chouette effraie.

3.2.3.2.1. – Fragmentation des ossements des micromammifères

Les pourcentages de fragmentation et de préservation des ossements des micromammifères extraits des pelotes de réjection de *Tyto alba* sont regroupés dans le tableau 18.

Tableau 18 – Pourcentages de fragmentation et de préservation des éléments osseux des micromammifères trouvés dans les pelotes de la Chouette effraie

| Éléments squelettiques | FO | Os intacts | PP % | Os brisés | PF % |
|------------------------|-----|------------|---------------|-----------|---------------|
| Crânes | 94 | 18 | 19,15 | 76 | 80,85 |
| Mandibules | 174 | 122 | 70,11 | 52 | 29,89 |
| Omoplates | 149 | 29 | 19,46 | 120 | 80,54 |
| Humérus | 167 | 159 | 95,21 | 8 | 4,79 |
| Cubitus | 164 | 152 | 92,68 | 12 | 7,32 |
| Radius | 157 | 150 | 95,54 | 7 | 4,46 |
| Os du bassin | 157 | 52 | 33,12 | 105 | 66,88 |
| Fémurs | 150 | 148 | 98,67 | 2 | 1,33 |
| Péronéotibius | 150 | 102 | 68 | 48 | 32 |
| | | | Moyenne 65,77 | | Moyenne 34,23 |

FO Fréquence observée pour chaque élément squelettique

PP % Pourcentage de préservation

PF % Pourcentage de fragmentation

En fonction des contenus des pelotes de la Chouette effraie recueillies près du barrage de Boughzoul le taux moyen de fragmentation des ossements des micromammifères est de 34,2 % (Tab. 18). Les éléments squelettiques les plus touchés par la fragmentation sont le crâne (80,6 %), l'omoplate (80,5 %) et l'os du bassin (66,9 %). La plupart des os longs sont peu fracturés et présentent des valeurs de fragmentation inférieures ou égales à 7,3 %. Seul le péronéotibius atteint un pourcentage de fragmentation de 32 %. Le fémur est l'élément squelettique le moins fragmenté avec un taux de 1,3 %.

3.2.3.2.2. – Fragmentation des ossements des oiseaux

Les ossements des oiseaux ingérés par la Chouette effraie présentent plusieurs types de fragmentation. Ces types concernent les éléments crâniens et post-crâniens comme le sternum, l'os du bassin et les os longs (Fig. 14, 15). Les résultats de cette étude sont mentionnés dans les tableaux 19 à 23. Dans le tableau 19 les données sur les types de fragmentation du crâne et du bec des oiseaux-proies trouvés dans les pelotes de la Chouette effraie aux abords du barrage de Boughzoul sont regroupés.

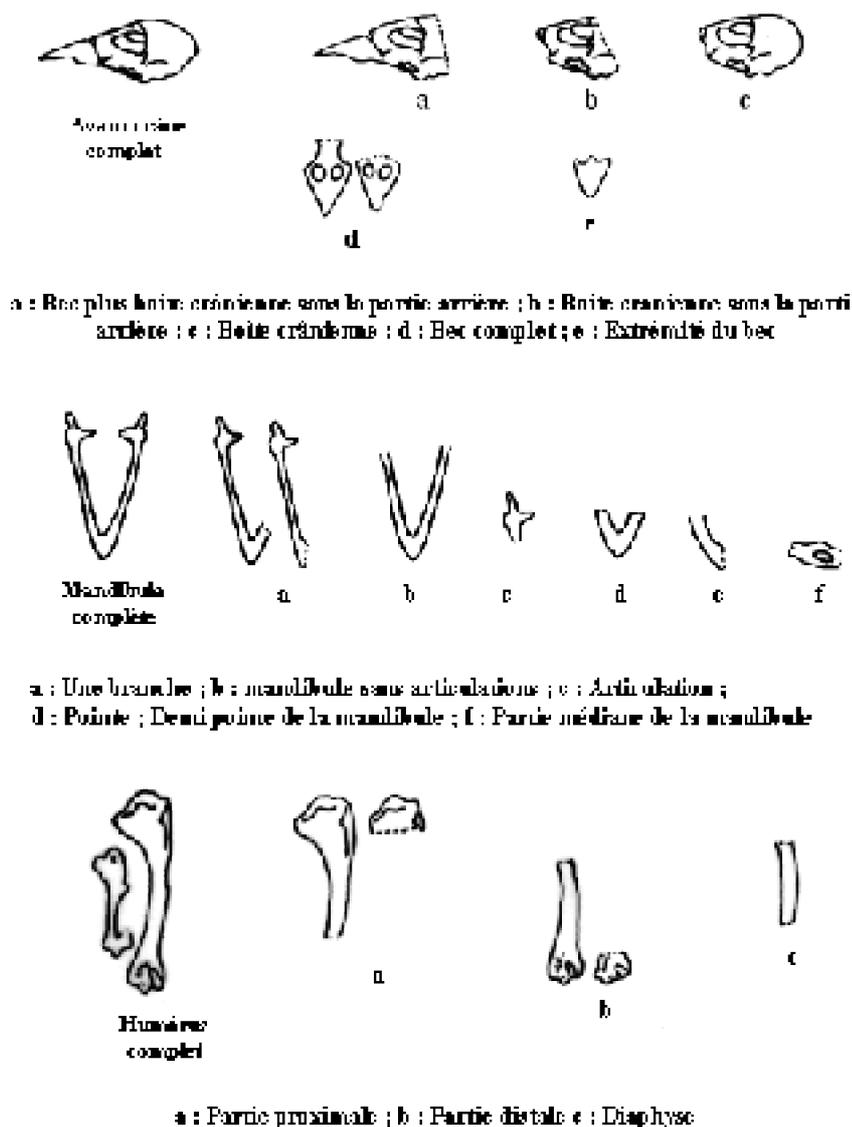
Tableau 19 – Fragmentation du crâne et du bec des oiseaux-proies trouvés dans les pelotes de *Tyto alba* près du barrage de Boughzoul

| Nombre total de fragments | Crânes complets | Crânes avec bec et boîte crânienne sans partie arrière | Boîtes crâniennes sans partie arrière et sans bec | Boîtes crâniennes sans bec | Becs complets | Extrémités de bec | Total des parties fragmentées |
|---------------------------|-----------------|--|---|----------------------------|---------------|-------------------|-------------------------------|
| N = 93 | 12 | 24 | 21 | 4 | 28 | 4 | 81 |
| % | 13 | 26 | 23 | 4 | 30 | 4 | 87 |

N : Nombres d'éléments ; % : Pourcentages

Le nombre total des fragments de crâne des oiseaux-proies trouvés dans les pelotes

de la Chouette effraie est de 93 éléments répartis entre 6 catégories. Les éléments trouvés fragmentés sont les plus nombreux. Ils sont au nombre de 81 (87 %). Le crâne complet est représenté par 12 éléments (13 %). Par contre le crâne fragmenté est remarqué par 49 éléments (53 %). La catégorie du bec est représentée par 32 éléments avec un pourcentage de 34 %. Les résultats sur les types de fragmentation de la mandibule des oiseaux-proies trouvés dans les pelotes de *Tyto alba* près du barrage de Boughzoul sont regroupés dans le tableau 20.



*Fig. 14 – Nature des fragmentations de l'avant crâne, de la mandibule et des os longs des oiseaux-proies trouvés dans les pelotes de *Tyto alba**

(BOUCHENSKI et al., 1993)

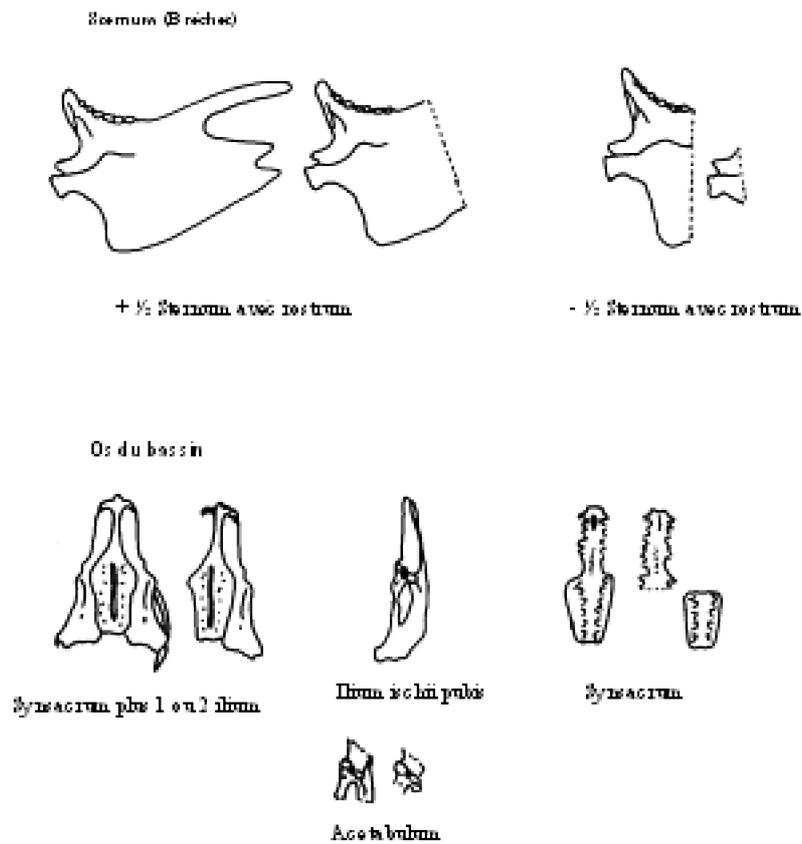


Fig. 15 – Nature des fragmentations du sternum et de l'os du bassin des oiseaux-proies trouvés dans les pelotes de *Tyto alba*

(BOUCHENSKI et al., 1993)

Tableau 20 – Fragmentation de la mandibule des oiseaux-proies trouvés dans les pelotes de *Tyto alba* aux abords du barrage de Boughzoul

| Nombre total des fragments | Mandibules complètes | Mandibules avec une branche | Parties articulaires de la mandibule | Pointes de la mandibule | Parties médianes de la branche | Total des parties brisées |
|----------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| N = 103 | 48 | 40 | 3 | 6 | 6 | 55 |
| % | 47 | 39 | 3 | 6 | 6 | 53 |

N : Nombres d'éléments, % : Pourcentages

Parmi 103 fragments de mandibules des oiseaux-proies trouvés dans les pelotes de *Tyto alba* aux abords du barrage de Boughzoul, 47 % correspondent à des mandibules complètes et 39 % représentent des mandibules avec une seule branche. Les autres fragments sont faiblement représentés (Tab. 20). Les résultats portant sur la nature des fragmentations du sternum des oiseaux-proies trouvés dans les pelotes de *Tyto alba* recueillies près du barrage de Boughzoul sont mentionnés dans le tableau 21.

Tableau 21 – Fragmentation du sternum des oiseaux-proies trouvés dans les pelotes de *Tyto alba* près du barrage de Boughzoul

THEME Variations du régime alimentaire de la Chouette effraie *Tyto alba* (Scopoli, 1759) (Aves, Tytonidae) aux abords du barrage de Boughzoul

| Nombre total des fragments | Plus ½ sternum avec rostrum | Moins ½ sternum avec rostrum | Fragments du sternum sans rostrum |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| N = 66 | 30 | 18 | 19 |
| % | 45 | 27 | 28 |

N : Nombres d'éléments ; % : Pourcentages

La nature de la fragmentation du sternum des oiseaux-proies trouvés dans les pelotes de *Tyto alba* près du barrage de Boughzoul est classée en trois catégories (Tab. 21). Le nombre total des fragments trouvés est de 66 éléments. La catégorie + ½ sternum avec rostrum est la mieux représentée avec un taux de 45 %, suivie par celle désignée par fragment du sternum sans rostrum avec 28 % et par la partie - ½ sternum avec rostrum avec 27 %. Le tableau 22 regroupe les résultats sur la nature de la fragmentation des os du bassin des oiseaux-proies trouvés dans les pelotes de la Chouette effraie près du barrage de Boughzoul.

Tableau 22 – Fragmentation des os du bassin des oiseaux-proies trouvés dans les pelotes de *Tyto alba* près du barrage de Boughzoul

| Nombre total de fragments | Synsacrum avec 1 ou 2 os ilium-ichii-pubis | L'os ilium-ichii-pubis | Synsacrum ou Région ilio-partiel | Région acetabulum |
|---------------------------|--|------------------------|----------------------------------|-------------------|
| N = 101 | 37 | 22 | 22 | 20 |
| % | 36 | 22 | 22 | 20 |

N : Nombres d'éléments ; % : Pourcentages

L'os du bassin des oiseaux-proies trouvés dans les pelotes de la Chouette effraie est représenté par 101 éléments. Le synsacrum occupe la première position avec 58 %. Il est suivi par l'os ilium-ichii-pubis (22 %) et de la région acetabulum (20 %). Les résultats sur la nature des fragmentations des os longs des oiseaux-proies trouvés dans les pelotes de la Chouette effraie aux abords du barrage de Boughzoul sont regroupés dans le tableau 23.

Tableau 23 – Nature des fragmentations des os longs des oiseaux-proies trouvés dans les pelotes de *Tyto alba* aux abords du barrage de Boughzoul

| Os longs (Nombre total des Fragments) | Ossements complets | | Partie Proximale | | Partie Distale | | Diaphyse | | Total des parties fragmentées | |
|---------------------------------------|--------------------|-------|------------------|-------|----------------|-------|----------|-------|-------------------------------|-------|
| | N | PP % | N | % | N | % | N | % | N | PF % |
| Omoplates (N=184) | 32 | 17,39 | 95 | 51,63 | - | - | 57 | 30,98 | 152 | 82,61 |
| Os coracoïde (N=160) | 95 | 59,38 | 26 | 16,25 | 36 | 22,50 | 3 | 1,88 | 65 | 40,63 |
| Humérus (N =144) | 138 | 95,83 | 3 | 2,08 | 3 | 2,08 | 0 | 0 | 6 | 4,17 |
| Cubitus (N=145) | 131 | 90,34 | 8 | 5,52 | 6 | 4,14 | 0 | 0 | 14 | 9,66 |
| Radius (N=142) | 112 | 78,87 | 23 | 16,20 | 6 | 4,23 | 1 | 0,70 | 30 | 21,13 |
| Métacarpe (N=133) | 119 | 89,47 | 5 | 3,76 | 9 | 6,77 | 0 | 0 | 14 | 10,53 |
| Phalanges alaires (N=94) | 91 | 96,81 | 3 | 3,19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3,19 |
| Fémurs (N=151) | 129 | 85,43 | 13 | 8,61 | 9 | 5,96 | 0 | 0 | 22 | 14,57 |
| Tibia (N=186) | 84 | 45,16 | 46 | 24,73 | 46 | 24,73 | 10 | 5,38 | 102 | 54,84 |
| Tarsométatarse (N=166) | 130 | 78,31 | 15 | 9,04 | 21 | 12,65 | 0 | 0 | 36 | 21,69 |
| Totaux (N= 1505) | 1061 | 73,70 | 237 | 14,10 | 136 | 8,31 | 71 | 3,89 | 444 | 26,30 |

N: Nombres d'éléments; PP% : Pourcentages de préservation; PF % : Pourcentages de fragmentation

Le nombre total d'éléments osseux trouvés est de 1.505 éléments. Le majorité des ossements sont complets est forment un taux de 73,7 % (Tab. 23). Le total des éléments fragmentés est de 26,3 % dont plus de la moitié appartiennent à la partie proximale (14,1 %), suivie par la partie distale (8,3 %) et par le Diaphyse (3,9 %). Les éléments squelettiques les plus touchés par la fracturation sont l'omoplate (82,6 %), le tibia (54,8 %) et l'os coracoïde (40,6 %). Par contre les moins fragmentées sont les phalanges alaires (3,2 %). Les taux de fragmentation des autres éléments squelettiques varient entre 4,2 et 21,7 %.

3.3. – Analyse du régime alimentaire de la Chouette effraie par des méthodes statistiques

Les méthodes statistiques utilisées pour l'étude du régime alimentaire de la Chouette effraie sont l'analyse factorielle des correspondances et la classification automatique.

3.3. 1.– Analyse du régime alimentaire de la Chouette effraie par des méthodes statistiques

L'application de l'analyse factorielle des correspondances aux espèces-proies de la Chouette effraie permet de connaître les différents groupements existant en fonction des années d'étude. Les proies qui constituent le menu de *Tyto alba* sont numérotées de 1 à 56.

Zygoptera sp.ind.

1.

THEME Variations du régime alimentaire de la Chouette effraie *Tyto alba* (Scopoli, 1759) (Aves, Tytonidae) aux abords du barrage de Boughzoul

| | |
|---------------------------|-----|
| Orthoptersp. Ind. | 2. |
| Tettigonia albifrons | 3. |
| Platycleis sp. | 4. |
| Gryllus bimaculatus | 5. |
| Gryllus sp. | 6. |
| Gryllulus sp. | 7. |
| Gryllidae ind. | 8. |
| Labidura riparia | 9. |
| Carabidae sp.ind. | 10. |
| Scarabeidae sp.ind. | 11. |
| Rhizotrogus sp. | 12. |
| Tenebrionidae sp.ind. | 13. |
| Tentyria sp. | 14. |
| Pimelia sp. | 15. |
| Cerambycidae sp.ind. | 16. |
| Ocypus olens | 17. |
| Plagiographus obliquus | 18. |
| Larinus sp. | 19. |
| Noctuidae sp.ind. | 20. |
| Charadrius hiaticula | 21. |
| Calidris minuta | 22. |
| Gallinago gallinago | 23. |
| Streptopelia sp. | 24. |
| Streptopelia senegalensis | 25. |
| Galerida cristata | 26. |
| Hirundo rustica | 27. |
| Delichon urbica | 28. |
| Motacilla alba | 29. |
| Sylviidae sp.ind. | 30. |
| Phylloscopus collybita | 31. |
| Turdidae sp.ind. | 32. |
| Parus major | 33. |
| Emberiza calandra | 34. |
| Emberiza schoeniclus | 35. |
| Acanthis cannabina | 36. |

| | |
|----------------------|-----|
| Passer sp. | 37. |
| Sturnus vulgaris | 38. |
| Atelerix algirus | 39. |
| Crocidura russula | 40. |
| Crocidura whitakeri | 41. |
| Suncus etruscus | 42. |
| Myotis blythi | 43. |
| Jaculus orientalis | 44. |
| Gerbillus gerbillus | 45. |
| Gerbillus campestris | 46. |
| Gerbillus nanus | 47. |
| Gerbillus pyramidum | 48. |
| Dipodillus simoni | 49. |
| Meriones shawi | 50. |
| Pachyuromys duprasi | 51. |
| Psammomys obesus | 52. |
| Apodemus sylvaticus | 53. |
| Mus musculus | 54. |
| Mus spretus | 55. |
| Rattus norvegicus | 56. |

La présence ou l'absence de chaque espèce-proie trouvée en fonction des années est enregistrée dans le tableau 24 en annexe 1. Les pourcentages d'inertie des deux axes pris en considération sont 33,2 % pour l'axe 1 et 27,8 % pour l'axe 2. La somme des contributions des deux axes est de 61 %. De ce fait les deux axes 1 et 2 suffisent pour interpréter les résultats obtenus par l'analyse factorielle des correspondances.

La participation des années à la formation des deux axes choisis est la suivante.

Axe 1 : L'année 1998 (N4) contribue fortement à la construction de cet axe avec 53,4 %, suivie par l'année 1996 (N2) avec 22,3 % et l'année 1995 (N1) avec 15,4 %.

Axe 2 : C'est l'année 1999 (N5) qui contribue le plus à la construction de l'axe 2 avec un taux de 66 %, suivie par l'année 1996 (N2) avec 17,8 % et l'année 1998 (N4) avec 13,6 %.

La contribution des différentes proies à la construction des axes 1 et 2 est la suivante.

Axe 1 : Les espèces-proies qui participent le plus à la formation de l'axe 1 sont Noctuidae sp.ind.(020) avec un taux de 4,9 %. Elle est suivie par Carabidae sp.ind. (010), Scarabeidae sp.ind. (011) et Tenebrionidae sp.ind. (013) chacune d'elles avec un taux égal à 3,7 %, puis par *Tettigonia albifrans* (003), *Platycleis* sp. (004), *Gryllulus* sp. (007), *Ocypus olens* (017), *Gallinago gallinago* (023), *Streptopelia* sp. (024) *Streptopelia*

senegalensis (025), *Hirundo rustica* (027), Sylviidae sp.ind. (030), Turdidae sp.ind. (032), *Parus major* (033), *Acanthis cannabina* (036) et *Gerbillus campestris* (046) avec un taux de 3,6 % chacune. Les autres espèces participent faiblement avec des taux qui ne dépassent pas 3,2 %.

Axe 2 : Les espèces-proies qui contribuent le plus à la formation de l'axe 2 sont *Emberiza schoeniclus* (035), *Atelerix algirus* (039), *Myotis blythi* (043) et *Rattus norvegicus* (056) chacune d'elles avec un taux égal à 10,4 %. Elles sont suivies par *Gryllus* sp. (006), *Emberiza calandra* (034), *Gerbillus pyramidum* (048) et *Pachyuromys duprasi* (051) avec un taux de 3,0 % chacune. Les autres espèces participent faiblement avec des taux fluctuant entre 0,0 et 2,4 %.

Les différentes années d'étude sont réparties entre les quatre quadrants. Dans le premier quadrant se situe l'année 1998 (N4), et dans le deuxième quadrant l'année 1996 (N2). Le troisième quadrant renferme les années 1995 (N1) et 1997 (N3). Quant à la dernière année 1999 (N5) elle est présente dans le quatrième quadrant (Fig. 16).

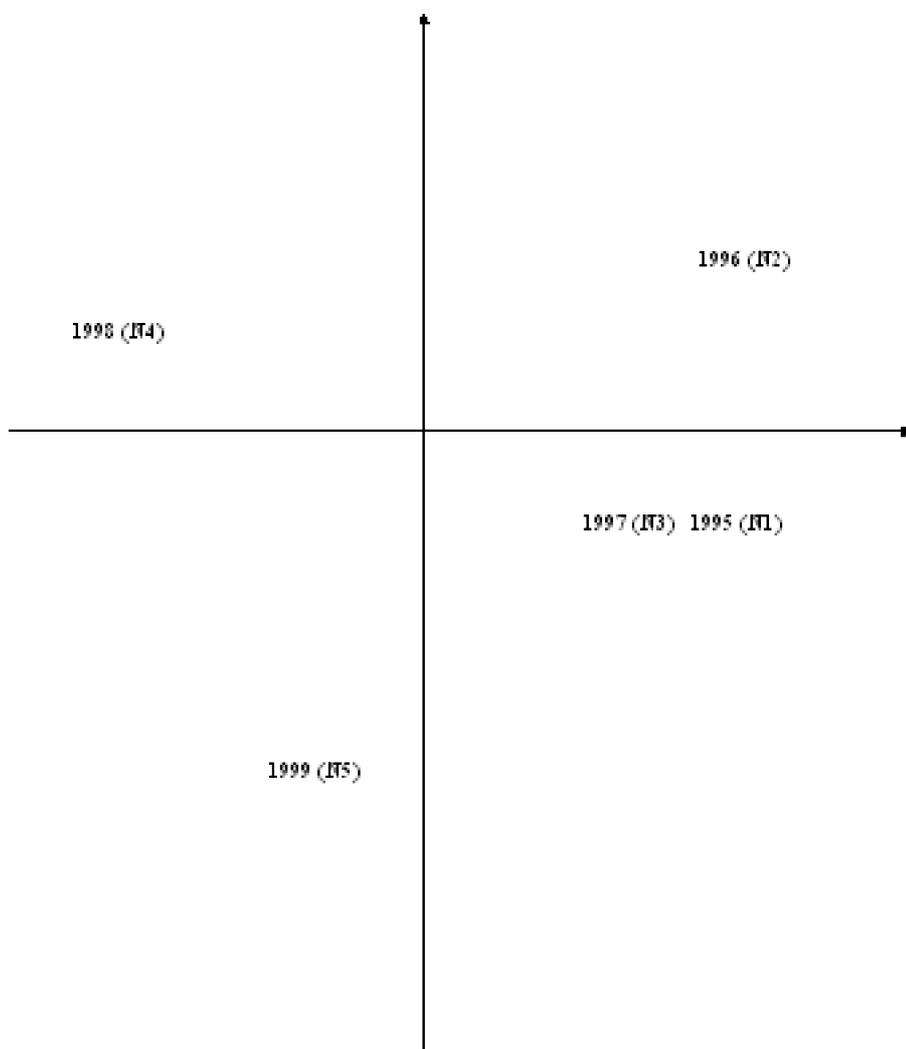


Fig. 16 – Carte factorielle des correspondances avec axes 1-2 des différentes années d'étude près du barrage de Boughzoul

Les espèces-proies sont réparties dans cinq groupements A, B, C, D, E (Fig. 17). Le groupement A est proche de l'intersection des deux axes, contient des espèces capturées par *Tyto alba* durant cinq années d'étude. Ces espèces sont *Sturnus vulgaris* (038), *Suncus etruscus* (042), *Dipodillus simoni* (049), *Meriones shawi* (050), *Psammomys obesus* (052), *Mus musculus* (054), et *Mus spretus* (055). Le groupement B contient des espèces consommées par la chouette effraie pendant l'année 1998 seulement (N4). Il est formé par *Tettigonia albifrons* (003), *Platycleis* sp. (004), *Gryllulus* sp. (007), *Ocypus olens* (017), *Gallinago gallinago* (023), *Streptopelia* sp. (024), *Streptopelia senegalensis* (025), *Hirundo rustica* (027), Sylviidae sp. ind. (030), Turdidae sp. ind. (032), *Parus major* (033), *Acanthis cannabina* (036) et *Gerbillus campestris* (046). Le groupement C est formé par les espèces-proies capturées particulièrement au cours de l'année 1996 (N2). Parmi celles-ci il y a un rongeur capturé *Apodemus sylvaticus* (053), accompagné par des insectes-proies comme Zygoterasp.ind. (001), *Labidura riparia* (009), *Tentyria* sp. (014), *Plagiographus obliquus* (018), et *Larinus* sp. (019). Le groupement D est formé seulement par trois proies consommées uniquement pendant l'année 1995 (N1). Ces espèces sont Orthopterasp. ind. (002), Cerambycidae sp.ind. (016) et *Delichon urbica* (028). Le dernier groupe E se compose des espèces-proies capturées seulement durant l'année 1999 (N5). Ce sont *Emberiza schoeniclus* (035), *Atelerix algirus* (039), *Myotis blythi* (043) et *Rattus norvegicus* (056).

3.3.2. – Classification automatique appliquée au régime alimentaire de la chouette effraie selon les années d'étude

Dans le tableau 25 figurent les distances des années d'étude selon leur composition en proies. Ces distances ont permis l'élaboration d'un dendrogramme (Fig. 18).

Tableau 25 – Matrice des distances des années d'étude au barrage de Boughzoul

| Années | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1996 | 14.632 | | | |
| 1997 | 15.472 | 16.964 | | |
| 1998 | 15.402 | 15.070 | 17.383 | |
| 1999 | 16.979 | 17.453 | 18.787 | 16.209 |

L'examen du tableau 25, montre que la distance la plus faible est enregistrée entre les années 1995 et 1996 avec 14.362. Ces deux années présentent une ressemblance dans la composition en

THEME Variations du régime alimentaire de la Chouette effraie *Tyto alba* (Scopoli, 1759) (Aves, Tytonidae) aux abords du barrage de Boughzoul

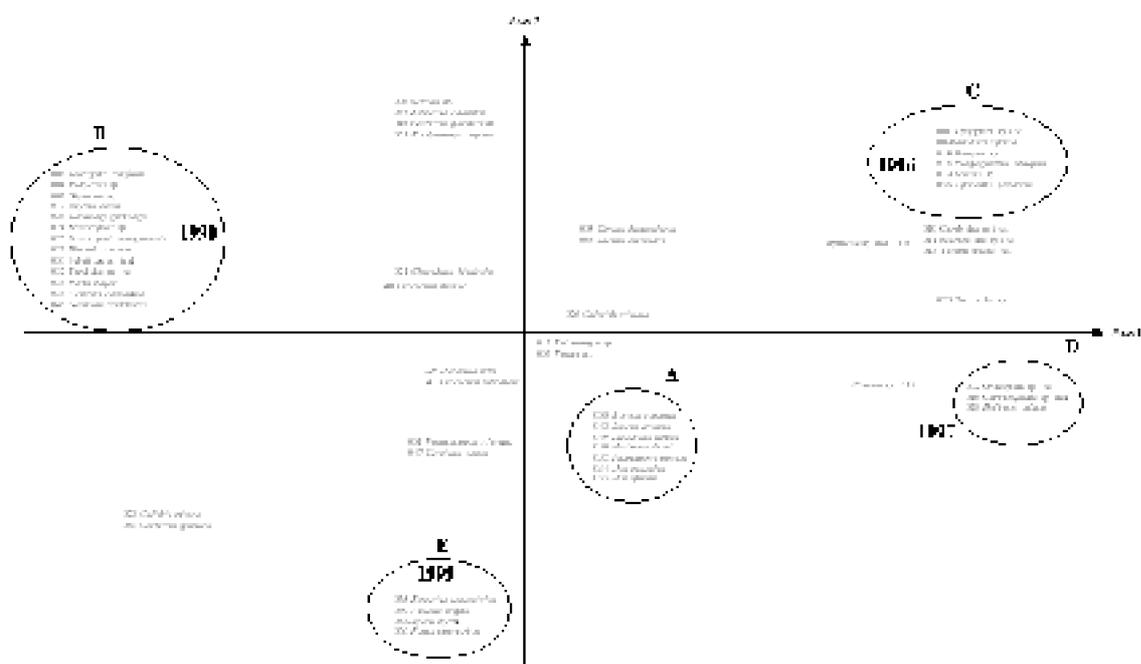


Fig. 17 – Carte factorielle des correspondances avec axes 1 – 2 des espèces-proies de *Tyto alba* près du barrage de Boughzoul

espèces-proies du régime trophique de la Chouette effraie. Par contre les années les plus dissemblables sont 1997 et 1999 avec une distance de 18.787.

La description des classes de la hiérarchie des années d'étude est mentionnée dans le tableau 26.

Tableau 26 – Description des classes de la hiérarchie

| Numéro de la classe | Effectifs | Description des classes |
|---------------------|-----------|-------------------------|
| 1 | 2 | 1995-1996 |
| 2 | 1 | 1997 |
| 3 | 1 | 1998 |
| 4 | 1 | 1999 |

D'après le tableau 26 les années d'étude sont regroupées dans 4 classes. La classe 1 renferme deux années 1995 et 1996. Le régime alimentaire *Tyto alba* présente une ressemblance entre ces deux années. Chacune des classes 2 (1997), 3 (1998) et 4 (1999), renferme une seule année.

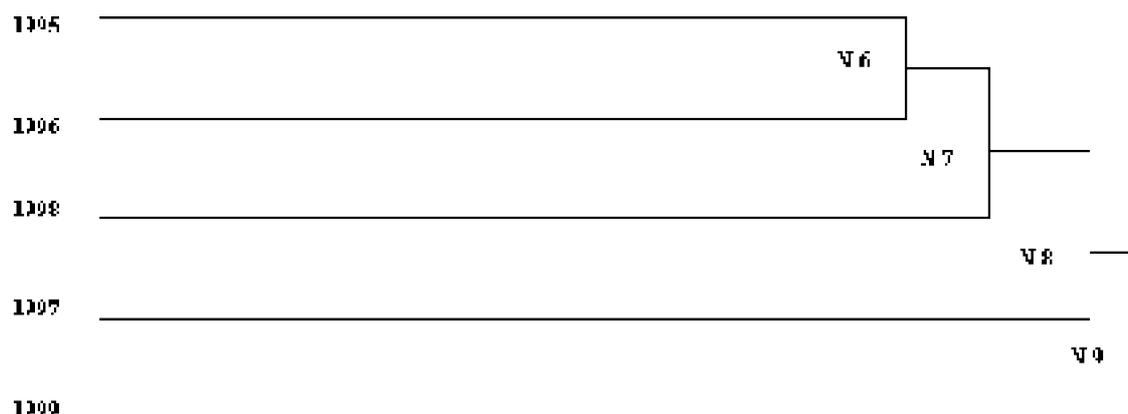


Fig. 18 – Dendrogramme des niveaux de similitude du régime **alimentaire de *Tyto alba*** selon les années d'étude

Chapitre IV – Discussions sur le régime alimentaire de la Chouette effraie *Tyto alba* aux abords du barrage de Boughzoul

Dans ce chapitre les résultats obtenus sont discutés. Ils concernent d'abord les caractéristiques des pelotes et la composition en proies du menu trophique de la Chouette effraie, ensuite la représentation et la fragmentation des éléments squelettiques des Vertébrés trouvés dans les pelotes et enfin l'analyse du régime alimentaire par des méthodes statistiques.

4.1. – Caractéristiques des pelotes de *Tyto alba*

Deux aspects qui caractérisent les pelotes de rejection de la Chouette effraie retiennent l'attention. Il s'agit d'une part des dimensions des pelotes et d'autre part du nombre de proies par pelote.

4.1.1. – Dimensions des pelotes de *Tyto alba*

Les pelotes de la Chouette effraie ramassées aux abords du barrage de Boughzoul (35° 45' N. ; 2° 47' E.) présentent des longueurs qui varient entre 25 et 112 mm. ($47,0 \pm 13,0$ mm) (Tab. 8). Les résultats obtenus dans la présente étude se rapprochent de ceux trouvés dans le Sud de l'Angleterre par MIKKOLA (1983) qui mentionne des longueurs comprises entre 29 et 74 mm (moy. = 50 mm). Cependant les valeurs notées dans la banlieue suburbaine d'Alger (36° 43' N. et 3° 08' E.) par BOUKHEMZA (1989) varient entre 25 et 75 mm (moy. = 37,4 mm), valeurs nettement inférieures à celles remarquées dans le présent travail. En fait, même BAZIZ et *al.* (1997) obtiennent une longueur moyenne assez basse égale à $37,9 \pm 8,9$ mm dans des jardins de la banlieue d'El Harrach, contre une moyenne de $43,3 \pm 10,3$ mm aux abords du Barrage de Boughzoul. Les résultats obtenus dans la présente étude confirment ceux de BAZIZ et *al.* (1997), de BENBOUZID (2000) et de SEKOUR (2005) et se rapprochent de ceux trouvés par PAILLEY et PAILLEY (2000) en Maine-et-Loire en France correspondant à des longueurs allant de 17 à 104 mm (moy. = 43,3 mm). D'ailleurs, BAZIZ (2002) souligne que les longueurs moyennes des régurgitats recueillis sur le Littoral (moy. = $37,1 \pm 9,9$ mm) sont plus faibles que celles des pelotes provenant des Hauts Plateaux (moy. = $46,1 \pm 12,4$ mm). De même BENBOUZID (2000) montre dans la réserve naturelle de Mergueb (Hauts plateaux) que les longueurs des pelotes fluctuent entre 30 et 84 mm (moy. = $47,9 \pm 10,2$ mm). Plus récemment, dans la même réserve naturelle de Mergueb SEKOUR (2005) signale que les régurgitats de la Chouette effraie présentent des longueurs comprises entre 27 et 77 mm ($48 \pm 10,6$ mm). Par contre sur le Littoral algérois, à Staouéli (2° 53' E.; 36° 54' N.) KHEMICI et *al.* (2003) recueillent des pelotes de longueurs assez faibles fluctuant entre 14,5 et 55 mm. Pour ce qui concerne les grands diamètres des pelotes ramassées près du barrage de Boughzoul entre 1995 et 1999, les valeurs fluctuent entre 17 et 52 mm ($30 \pm 5,9$ mm). A ce propos, en Bourgogne (France) DEJONGHE (1983) donne des valeurs à faibles fluctuations entre 25 et 35 mm. Les résultats de la présente étude s'éloignent de ceux de DEJONGHE (1983) car la fourchette des mesures est beaucoup plus grande près du Barrage de Boughzoul et même de ceux de MIKKOLA (1983) et de BOUKHEMZA (1989). En effet, dans le Sud de l'Angleterre MIKKOLA (1983) note pour les régurgitats de la Chouette effraie des mesures des grands diamètres comprises entre 17 et 28 mm (moy. = 22 mm). De même BOUKHEMZA (1989) obtient, près du Littoral algérois, une moyenne de 24,4 mm pour le grand diamètre, là encore valeurs nettement plus basses que celles obtenues près du barrage de Boughzoul. Par contre, les résultats du présent travail confirment ceux de BAZIZ et *al.* (1997) obtiennent près du barrage de Boughzoul, des mesures à peine plus faibles ($26,9 \pm 5,5$ mm). Ces auteurs montrent que les valeurs notées à proximité du Littoral dans la banlieue d'El Harrach ($25,7 \pm 8,9$ mm) sont plus basses. Apparemment plus on va vers le Nord, plus petites sont les pelotes rejetées par la Chouette effraie, exception faite pour les valeurs présentées par MIKKOLA (1983). En effet, PAILLEY et PAILLEY (2000) en Maine-et-Loire en France mentionnent des dimensions du grand diamètre des régurgitats de *Tyto alba* qui vont de 11 à 38 mm correspondant à une faible moyenne égale à 22,2 mm. Par contre dans la réserve naturelle de Mergueb (3° 57' à 4° 02' E.; 35° 34' à 35° 36' N.) sur les

Hauts plateaux deux auteurs ont obtenu pour les grands diamètres des mensurations plus importantes comprises entre 14 et 49 mm ($29,2 \pm 5,1$ mm) (BENBOUZID, 2000) et entre 19 et 47 mm ($29,3 \pm 6,5$ mm) (SEKOUR, 2005). En fait, les dimensions des pelotes de la Chouette effraie aux abords du barrage de Boughzoul semblent dépendre de la taille et du nombre de proies ingurgitées par ce prédateur. Au niveau de la région d'étude *Tyto alba* trouve davantage de proies de grandes tailles comme *Meriones shawi*, *Psammomys obesus* et *Jaculus orientalis* et quand ces proies se font rares le rapace s'attaque aux proies de tailles plus petites qui jouent le rôle de proies de remplacement comme les insectes, les oiseaux, les insectivores et de petits rongeurs. On aurait pu penser que dans le cas des pelotes de grandes tailles citées par MIKKOLA (1983) les proies ingérées seraient grosses. Cet auteur rapporte que les mammifères constituent entre 85,9 et 98,6 % du régime trophique de *Tyto alba*, dont 50,9 % de campagnols, 26,0 % de musaraignes et 17,2 % de souris.

4.1.2. – Variations du nombre de proies par pelote

Les nombres de proies trouvées par pelote de *Tyto alba* aux abords du barrage de Boughzoul varient entre 1 et 13 ($1,84 \pm 1,29$ proies ; n = 521 pelotes) et se rapprochent des résultats de BAUDVIN (1986). En effet de l'autre côté de la Méditerranée, en Côte d'Or en France, BAUDVIN (1986) obtient un nombre de proies par pelote fluctuant entre 1 et 13. Cependant la moyenne obtenue par cet auteur est élevée atteignant 3,4 proies par pelote. Au delà de la limite méridionale du Sahara, dans une région centrale du Mali, WILSON (1987) note que la Chouette effraie rejette en moyenne 0,9 proie par pelote. Selon cet auteur cette faible valeur résulte probablement de l'effondrement de la population de *Mastomys erythroleucus* considérée comme proie principale de *Tyto alba*. Ce n'est pas évident. *Tyto alba* peut manger moins de proies mais de plus gros individus, ce qui expliquerait la faible valeur citée (0,9 proie/pelote). BAZIZ et al. (1997) signalent une moyenne de 3,0 proies par pelote aux abords du Barrage de Boughzoul et de 3,5 proies par régurgitat dans la banlieue d'El Harrach. En Italie BON et al. (1997) ayant travaillé sur le menu trophique de *Tyto alba* dans 19 stations différentes mentionnent une moyenne de proies par pelote fluctuant entre 2,3 et 4. BAZIZ (2002) mentionne de 1 à 11 proies par pelote à Benhar ($2,4 \pm 1,7$ proies) et de 1 à 6 ($1,5 \pm 0,8$ proies) à Mergueb. Dans le présent travail les pelotes composées d'une seule proie correspondent au pourcentage le plus élevé, soit 55,6 %. Ce lot de pelotes est suivi par ceux renfermant 2 proies (21,7 %), 3 proies (13,1 %) et 4 proies (5,8 %). Les autres groupes de pelotes comprenant 5 proies (1,9 %), 6 proies (0,8 %), 7 proies (0,4 %), 8 proies (0,4 %) et 13 proies (0,2 %) sont faiblement représentés (Tab. 9). En Côte d'Or BAUDVIN (1983) mentionne que les pelotes renfermant 1 proie (10,3 %) viennent en 5^{ème} position après celles qui contiennent 3 proies (25,7 %), 2 proies (21,4 %), 4 proies (20,2 %) et 5 proies (11,4 %). Selon cet auteur quand la proportion des musaraignes, proies de petite taille dans les lots de pelotes correspond à moins de 20 %, le nombre de proies par pelote est de 3. Par contre quand ce pourcentage dépasse 80 %, les pelotes contiennent presque 1,5 proie de plus. Ces espèces plus petites que les autres représentent un apport nutritif moindre pour *Tyto alba* laquelle par compensation est amenée à en capturer davantage. Dans la banlieue suburbaine d'Alger BAZIZ et al. (1997) mentionnent que les pelotes de

la Chouette effraie qui renferment 2 proies viennent en 1^{ère} position (27,2 %) devant celles qui renferment une seule proie (20,9 %).

4.2. – Discussion des résultats obtenus grâce à l'analyse effectuées par différents indices

Dans cette partie plusieurs aspects vont être discutés. Il y a la qualité de l'échantillonnage ensuite l'étude le régime alimentaire par les indices écologiques de composition et de structure et enfin la représentation et la fragmentation des os des vertébrés trouvés dans les pelotes.

4.2.1. – Qualité de l'échantillonnage appliquée aux espèces-proies de *Tyto alba*

D'après RAMADE (1984), la qualité de l'échantillonnage est représentée par le rapport a/N. Plus a/N est petit plus la qualité de l'échantillonnage est grande. La valeur de la qualité d'échantillonnage appliquée aux espèces-proies de la chouette effraie aux abords du barrage de Boughzoul est de 0,03 (Tab. 10). Cette valeur tend vers zéro ce qui permet de dire que l'effort d'échantillonnage est suffisant. De l'autre côté de la Méditerranée, en France dans le Nord-Ouest du Doubs, PHARISAT (1995) analyse le contenu de 40 pelotes de *Tyto alba*, correspondant à une valeur de a/N égale 0,08. De son côté RIHANE (2003) a analysé 6.011 pelotes récoltées dans les plaines atlantiques semi-arides du Maroc avec une qualité d'échantillonnage de 0,003, valeur caractérisant un échantillonnage de grande qualité. Dans la réserve naturelle de Mergueb SEKOUR (2005) enregistre une valeur de a / N égale à 0,07. Dans tous les cas, aussi bien pour de petits effectifs que pour des nombres importants de pelotes décortiquées, a/N demeure faible. Tous les échantillonnages sont faits avec une précision suffisante. Selon BAZIZ (2002) pour les espèces-proies ingérées par des rapaces, a/N augmente s'éloignant de 0 quand la part des insectes s'élève. Chez *Athene noctua* les valeurs les plus basses de a/N appliqué aux espèces-proies sont notées dans les pelotes du Littoral (0,32 à 0,46) et de l'Atlas tellien (0,25) et les plus élevées correspondent aux Hauts Plateaux (0,5 à 1,46) et au Sahara (0,64). Par contre chez *Tyto alba* qui ingère surtout des Rodentia dont les mêmes espèces reviennent souvent et beaucoup moins d'insectes, le rapport a/N appliqué aux espèces-proies présentes dans les pelotes tend vers 0 et se situe entre 0,01 au Jardin d'essai du Hamma et 0,12 à Cap Djinet.

4.2.2. – Etude du régime alimentaire de l'Effraie par les indices écologiques de composition

Dans ce paragraphe, la discussion porte d'abord sur les richesses totale et moyenne des proies ingérées par *Tyto alba*, puis sur les variations du régime alimentaire en fonction

des catégories de proies contenues dans les pelotes et enfin sur les fréquences relatives et d'occurrence des espèces ingérées et reconnues dans les régurgitats.

4.2.2.1. – Richesses totale et moyenne des pelotes analysées

L'analyse de 521 pelotes de rejection de la Chouette effraie ramassées aux abords du barrage de Boughzoul révèle une richesse totale S égale à 56 espèces (Tab. 11). Le présent résultat confirme ceux de différents auteurs qui ont souligné la faiblesse relative de la richesse totale (S) des proies de *Tyto alba*. En effet, CUISIN et CUISIN (1979) dans l'Aube en France ne dénombrent que 43 espèces malgré le nombre élevé de pelotes décortiquées de la Chouette effraie ($n > 1.126$). Dans une autre région de France, à Marigné-Laillé BESNAULT (1980) signale une richesse totale égale à 11 espèces dans un faible nombre de pelotes ($n = 36$). Dans les deux cas précédemment cités les valeurs de S sont plus faibles que celle obtenue dans le présent travail laquelle, par contre, est tout à fait comparable à celle mentionnée par BAZIZ et *al.* (2002). Effectivement ces auteurs rapportent dans le menu trophique de la Chouette effraie une richesse totale de 54 espèces près du lac Tonga en Algérie ($n = 331$). Ils signalent aussi une valeur de S égale à 45 espèces aux abords du lac Ichkeul en Tunisie ($n = 88$). Par ailleurs BAZIZ (2002) remarque, sur les Hauts plateaux à Mergueb, une faible richesse totale avec une valeur de S égale à 20 espèces ($n = 267$). Dans la même station SEKOUR (2005) souligne la pauvreté en espèces présentes dans les pelotes de la Chouette effraie, notant 7 espèces seulement, certes dans un nombre de régurgitats assez faible ($n = 55$). Cette différence de richesse totale dépend de plusieurs facteurs notamment de la taille de l'échantillonnage. Mais elle dépend aussi des disponibilités trophiques. En cas de pénurie de rongeurs, principales proies de la Chouette effraie, ce rapace se retourne vers des proies plus petites, de remplacement ce qui a pour effet l'accroissement de la richesse totale. En fonction des années, la richesse totale des pelotes récoltées près du barrage de Boughzoul varie d'une année à une autre. En effet en 1998 la richesse totale est forte avec 37 espèces contenues dans 311 pelotes. En 1996, elle est égale à 28 espèces renfermées dans 71 pelotes décortiquées. Elle atteint 23 espèces en 1995 ($n = 47$) alors qu'en 1999 elle n'est que de 19 espèces ($n = 71$). La plus faible richesse totale est enregistrée en 1997 avec 12 espèces ($n = 21$). Là encore, il est à noter que la richesse totale annuelle est d'autant plus élevée que le nombre de pelotes est plus important. De même à Staouéli KHEMICI et *al.* (2003) obtiennent une richesse totale qui varie selon le nombre de pelotes trouvées. Ces auteurs soulignent que la valeur de S est de 17 espèces en 1998 ($n = 40$), 19 espèces en 1999 ($n = 44$) et 9 espèces en 2000 ($n = 7$).

Pour ce qui concerne la richesse moyenne trouvée dans les pelotes de rejection de la Chouette effraie ramassées près du barrage de Boughzoul, elle est de $1,46 \pm 0,71$ proies (Tab. 11). Cette valeur est plus basse que celles mentionnées par FARHI et MAZARI (1998) près du Lac Tonga. Ces auteurs remarquent que la richesse moyenne est variable d'un mois à un autre, soit 2,6 espèces en mai, 2,3 espèces en septembre, 2,0 espèces en décembre 1996 et de 2,1 espèces en juin 1997. Les fluctuations de la richesse moyenne sont également notées par BAZIZ (2002) d'une station à une autre, avec $3,06 \pm 1,24$ espèces dans le Bas-Sebaou, $1,86 \pm 1,03$ espèces à Benhar, $1,73 \pm 0,97$ espèces à Biskra, $1,42 \pm 0,65$ espèces au Jardin d'essai du Hamma (Alger) et $1,26 \pm 0,54$ espèce à

Mergueb. Dans la dernière station citée, SEKOUR (2005) obtient une richesse moyenne égale à 1,18 \square 0,47 proie plus faible que celle citée dans la présente étude.

4.2.2.2. – Variations du régime alimentaire de la Chouette effraie en fonction des catégories alimentaires contenues dans les pelotes

Dans la présente étude 5 catégories de proies sont identifiées dans le régime alimentaire de *Tyto alba*. Ce sont les rongeurs (67,6 %), les oiseaux (16,6 %), les insectes (11,3 %), les insectivores (4,4 %) et les chiroptères (0,1 %) (Tab. 12). Le nombre de catégories dans le régime alimentaire de la Chouette effraie est variable. En effet, il est de 2 catégories en Mauritanie avec 98 % de rongeurs et 2 % d'insectivores (POULET, 1974), 4 dans l'Ouest de l'Espagne avec une dominance des mammifères (72,7 %) suivis par les insectes (21,8 %), les oiseaux (5,1 %) et les amphibiens (0,4 %) (AMAT et SORIGUER, 1981), 5 catégories dans le Nord de la Jordanie où les rongeurs (85,2 %) viennent en tête suivis par les arthropodes (7,8 %), les insectivores (2,8 %), les oiseaux (2,8 %) et les reptiles (1,4 %) (RIFAI et al., 1998) et 11 catégories en Algérie avec les gastéropodes (0,02 %), les arachnides (15,0 %), les crustacés (0,04 %), les myriapodes (0,1 %), les insectes (15,0 %), les batraciens (11,3), les reptiles (1,4 %), les oiseaux (14,4 %), les rongeurs (48,3 %), les insectivores (5,9 %), et les chiroptères (0,5 %) (BAZIZ et al., 2001). L'analyse des pelotes de rejection de la Chouette effraie recueillies près du barrage de Boughzoul fait ressortir que les rongeurs participent comme proies principales dans le menu de ce prédateur avec un taux de 67,6 %. Plusieurs auteurs signalent la dominance des rongeurs dans le spectre alimentaire de *Tyto alba*. En effet, au Maroc elle correspond à 82,5 % du régime de la Chouette effraie (SAINT GIRONS et THOUY, 1978), 90 % en Afrique du Sud (PERRIN, 1981), 85,2 % en Jordanie (RIFAI et al., 1998), 75,6 % en France (PAILLEY et PAILLEY, 2000) et 87 % en Italie (SALVATI et al., 2002). L'importance des rongeurs est soulignée également en Algérie par HAMANI et al. (1998) qui insistent sur le rôle que joue cette catégorie de proies dans le spectre alimentaire de *Tyto alba* à Benhar, où les rongeurs atteignent le taux de 72,1 %. De même à Mergueb SEKOUR (2005) mentionne aussi que Rodentia dominent dans la nourriture de *Tyto alba* (89,6 %) devant les autres catégories trophiques comme les insectes (5,2 %) et les insectivores (5,2 %).

Les variations du menu trophique de la Chouette effraie peuvent être soit annuelles ou saisonnières. En fait entre 1995 et 1999 la catégorie des rongeurs participe avec des taux élevés tout en occupant le premier rang en 1995 (56,9 %), en 1996 (73,8 %), en 1997 (83,6 %) et en 1998 (71,3 %). Par contre, au cours de l'année 1999 ce sont les oiseaux (48,5 %) qui occupent la première place devant les rongeurs (40,4 %) (Tab. 14). A Saint-Aybert dans le Nord de la France GODIN (1975) mentionne que les Rodentia sont les proies dominantes dans le menu de *Tyto alba* pendant les années 1969 (51,9%) et 1973 (69,3 %), suivis par les insectivores avec un taux de 40 % en 1969 et de 27,6 % en 1973. Par contre dans la présente étude la deuxième place est partagée soit entre les insectes (1995 et 1996), les insectivores (1997), les oiseaux (1998) ou les rongeurs (1999). Selon WILSON (1987) la prédominance des rongeurs dans le régime alimentaire de *Tyto alba* est fréquente en Afrique. Cet auteur signale que deux espèces de rongeurs *Mastomys erythroleucus* et *Arvicanthis niloticus* constituent l'essentiel du menu trophique

de *Tyto alba* dans une région du centre du Mali entre les années 1980-1981 (89,8 %), 1981-1982 (90,4 %) et 1982-1983 (95,6 %).

En fonction des saisons le spectre alimentaire de la Chouette effraie durant l'année 1998 est dominé par Rodentia. Cette catégorie occupe le premier rang durant les quatre saisons soit 72,6 % au printemps, 52,8 % en été, 84,3 % en automne et 49,4 % en hiver (Tab. 15). Ces résultats sont comparables à ceux trouvés par HENNACHE (1981) dans l'Indre en France où la participation des rongeurs dans le menu trophique de *Tyto alba* demeure forte tout au long de l'année. Elle est de 78,6 % au printemps, 61,0 % en été, 81,9 % en automne et 89,3 % en hiver. Les insectivores viennent en seconde position avec des taux variant entre 10,7 % en hiver et 18,6 % en été. Selon cet auteur les insectes et les oiseaux représentent une très faible part du régime alimentaire de *Tyto alba* et ils ne sont capturés que pendant l'été et l'automne. Dans la présente étude les oiseaux interviennent en seconde position pendant trois saisons, le printemps (16,9 %), l'automne (12,8 %) et l'hiver (38,2 %). Par contre en été c'est les insectes qui dominent (34,0 %). Les insectivores sont faiblement consommés toute au long de l'année et leurs taux varient entre 0,0 % en automne et 7,7 % en hiver. Par cotre les chiroptères sont représentés par un seul individu capturé en hiver (0,6 %). Par ailleurs BAUDVIN (1983) en Côte d'Or en France, attire l'attention sur la dominasse des rongeurs (64,1 %) dans le régime alimentaire de *Tyto alba* durant toutes les saisons de l'année, avec 59,6 % au printemps, 66,7 % en été, 79,1 % en automne et 62,5 % en hiver. La seconde position en Côte d'Or revient aux insectivores que ce soit au printemps (35,7 %), en été (37,8 %), en automne (31,6 %) ou en hiver (19,4 %). Les autres proies comme les oiseaux, les insectes, les batraciens et les chiroptères sont très faiblement consommés.

4.2.2.3. – Abondance relative des espèces proies trouvées dans les pelotes

L'étude du régime alimentaire de la Chouette effraie aux abords du barrage de Boughzoul pendant la période 1995-1999 a permis d'identifier 958 proies. En abondance les rongeurs représentent 67,6 % des proies capturées (Tab. 13). Les plus abondants sont les Gerbillidae, principalement la Mérione de Shaw *Meriones shawi* (20,4 %) et le Rat de sable *Psammomys obesus* (10,5 %) D'après AULAGNIER et THEVENOT (1986) les Gerbillidae constituent un groupe d'espèces propres aux milieux steppiques, ce qui explique leur abondance dans le menu trophique de *Tyto alba*. La prédation de la Mérione de Shaw par la Chouette effraie sur les hauts plateaux est déjà connue. A Benhar KHEMICI (1999) mentionne que *Meriones shawi* est l'espèce la plus abondante avec 33,7 %. SEKOUR et al. 2005 à Mergueb signale que cette abondance est beaucoup plus élevée puisqu'elle atteint 87 % du spectre alimentaire. Dans cette même région la Mérione de Shaw représente 57 % du régime trophique du Hibou grand-duc (SELLAMI et BELKACEMI, 1989). Par contre à Aïn Oussera, ce taux s'élève à 66,2 % chez la même espèce (BOUKHEMZA et al. 1994). En seconde position chez les Gerbillidae on retrouve le Rat de sable *Psammomys obesus* (10,5 %). Selon LE BERRE (1990) le Rat des sables fréquente les biotopes à végétations abondantes relativement humides comme les lits d'oueds, les dépressions, les daïas et les sebkhas. Là il se nourrit essentiellement de tiges et de feuilles de Chenopodiaceae qui sont très riches en eau (AULAGNIER et THEVENOT, 1986). BAZIZ (2002) ne signale qu'un seul individu de *Psammomys obesus*

dans les régurgitats de *Tyto alba* que ce soit à Benhar ou à Biskra. Aux abords du barrage de Boughzoul, les Muridae sont également bien représentés surtout par des souris qui totalisent le quart des proies capturées (25,9 %), avec 18,2 % de *Mus spretus* et 7,7 % de *Mus musculus*. Cette famille de Rodentia fournit plus de proies à la Chouette effraie sur le Littoral algérois où OCHANDO (1983) a remarqué au début de l'hiver la forte présence de deux espèces *Mus spretus* et *Mus musculus* qui totalisent 36 % de l'ensemble des proies. L'abondance des souris dans le régime alimentaire de la Chouette effraie est signalée aussi par SAINT GIRONS et THOUY (1978), dans une région méditerranéenne du Maroc où 70,3 % des proies sont des *Mus spretus*. De même AULAGNIER et al. (1999) dans les plaines du Maroc Nord-atlantique soulignent que les souris (56,7 %) et en particulier *Mus spretus* (49,7 %) occupent une place prépondérante dans le régime trophique de *Tyto alba* loin devant les gerbilles (8,8 %) et les crocidures (6,5 %). A Staouéli KHEMICI et al. (2003) notent que *Mus spretus* est l'espèce la plus abondante en 1998 (56,5 %), en 1999 (60 %) et en 2000 (57,9 %). Dans les plaines atlantiques semi-arides du Maroc RIHANE (2003) mentionne que 22,2 % du menu sont constitués par des souris notamment *Mus spretus* (17,3 %). Avec 16,6 % des proies, les oiseaux sont bien représentés et occupent la seconde place après les rongeurs dans le régime alimentaire de la Chouette effraie près du barrage de Boughzoul. Au total 18 espèces sont consommées, essentiellement des oiseaux vivant en milieu ouvert et des oiseaux d'eau. L'Etourneau sansonnet *Sturnus vulgaris* est l'oiseau qui paie le plus lourd tribut au prédateur (7,7 %), suivis par *Passer* sp. (2,7 %). Ailleurs, dans des jardins suburbains d'El Harrach OCHANDO (1983) signale vers la fin de décembre et au début de janvier que les oiseaux viennent en tête dans le spectre alimentaire de la Chouette effraie avec 41 % des proies ingérées. Les moineaux *Passer* sp. au nombre de 15 sur 39 sont très fortement consommés. Les oiseaux sont plus capturés sur le Littoral que sur les Hauts plateaux. En effet KHEMICI (1999) signale à Benhar sur les Hauts plateaux un seul oiseau dans les pelotes de *Tyto alba* (0,8 %). Par contre à Biskra, en milieu urbain, le dernier auteur cité mentionne que la moitié des proies sont des oiseaux (50,6 %) avec une dominance du Moineau *Passer* sp. (31,3 %). Au Maroc, RIHANE (2003) mentionne que la consommation des oiseaux par la Chouette effraie est importante puisqu'elle correspond à 36,9 % des proies contre 39,8 % pour des rongeurs. Par contre en termes d'espèces, c'est le Moineau *Passer domesticus* qui constitue la proie-type de *Tyto alba* avec un taux de 26,3 % suivis par la souris *Mus spretus* avec 17,3 %. Quant aux insectes ils représentent 11,3 % des proies de *Tyto alba* aux abords du barrage de Boughzoul. Deux espèces sont abondantes, soit un coléoptère *Rhizotrogus* sp. avec 4,4 % (42 individus) et un orthoptère *Gryllus bimaculatus* avec 2,2 % (21 individus). Les autres espèces sont faiblement présentes et leurs taux ne dépassent pas 0,8 %. Dans la banlieue suburbaine d'Alger OCHANDO (1983) note au début de l'hiver que 15,3 % des proies de la Chouette effraie sont des Insectes. Selon BAZIZ et al. (2001) les insectes (15,0 %) sont les proies les plus abondantes après les rongeurs (48,3 %) dans le menu trophique de la Chouette effraie en Algérie. Parmi les espèces les plus consommées il y a *Gryllus bimaculatus* (2,6 %), une espèce indéterminée de Coleoptera (2,0 %) et *Rhizotrogus* sp. (1,9 %) (BAZIZ, 2002). Au Maroc RIHANE (2003) montre que les insectes fournissent 20,8 % des proies de *Tyto alba*. Ce sont les orthoptères (16,9 %) surtout le Grillon bimaculé *Gryllus bimaculatus* (11,1 %) et la Courtilière *Gryllotalpa gryllotalpa* (5,3 %) qui ont le plus fort pourcentage. Ces derniers sont capturés par la

Chouette effraie lorsque ils strident ou volent la nuit.

Près du barrage de Boughzoul les insectivores représentent seulement 4,4 % des proies capturées par *Tyto alba*. L'espèce la plus abondante est *Suncus etruscus* (2,3 %) suivis par *Crocidura russula* (1,4 %), *Crocidura whitakeri* (0,6 %) et *Atelerix algirus* (0,1 %). Dans des jardins d'El Harrach, OCHANDO (1983) signale que les insectivores avec *Crocidura russula*, seule espèce capturée occupent la quatrième place (7,7 %) dans des pelotes de la Chouette effraie ramassées entre le 20 décembre et le 3 janvier 1983. Près d'El Harrach, BOUKHEMZA (1989) mentionne que les insectivores forment 7,4 % de l'alimentation de *Tyto alba* dont 6,7 % de *Crocidura russula*. Comme les oiseaux, les insectivores peuvent jouer un rôle non négligeable dans le régime trophique de la Chouette effraie puisque des taux de captures beaucoup plus importants sont signalés ailleurs pour ce type de proies. En effet, ils représentent 32,3 % du régime trophique de *Tyto alba* dans les Vosges du Nord (MULLER, 1991), 36,6 % en Italie (BON et al., 1997) et 20,6 % en Maine-et-Loire (PAILLEY et PAILLEY, 2000). Dans la présente étude, les Chiroptères ne sont représentés que par un seul petit murin *Myotis blythi* (0,1 %). De ce fait, ils sont qualifiés de proies accidentelles. C'est le cas aussi dans plusieurs pays d'Europe où MIKKOLA (1983) mentionne des taux de chiroptères dans le menu de *Tyto alba* qui n'excèdent pas 1,0 %. En effet, ils correspondent à 0,02 % du spectre alimentaire de la Chouette effraie en France, 0,03 % en Angleterre, 0,04 % en Allemagne, 0,05 % en Italie, 0,12 % au Danemark et à 1,0 % en Espagne. D'après BERSUDER et KAYSER (1988) les Chauves-souris sont dotés d'un système de détection ultra-perfectionné et d'une rapidité de vol remarquable ce qui les rend moins accessibles aux rapaces nocturnes comme la Chouette effraie. Selon ces auteurs sur un ensemble de 111.497 proies examinées dans les pelotes de rejection de *Tyto alba* en Alsace, les chiroptères représentent 0,1 % des effectifs seulement. En Algérie BAZIZ et al. (2001) mentionnent aussi une très faible proportion de chiroptères correspondant à 0,5 % des proies consommées par la Chouette effraie.

4.2.2.4. – Fréquences d'occurrence et constances des espèces-proies de la Chouette effraie

L'indice de Struge appliqué aux espèces-proies ingérées par la Chouette effraie met en évidence 7 classes de constances. L'intervalle pour chaque classe est de 14,3 %. Dans la présente étude, *Meriones shawi* est l'espèce-proie qui possède la fréquence d'occurrence la plus élevée avec 32,3 %. Cette dernière est qualifiée de proie accidentelle. Dans des jardins suburbains d'El Harrach OCHANDO (1983) note que les oiseaux sont des proies omniprésentes dans les pelotes de *Tyto alba* avec une fréquence d'occurrence égale à 100 %. En revanche d'après ce même auteur les rongeurs sont considérés comme des proies constantes (75 %). Ces variations d'appartenance à telle ou telle classe de constance sont relevées par TORRE (1987). En effet, cet auteur constate, en Italie pendant l'année 1981, que les pourcentages de fréquence d'occurrence des proies de *Tyto alba* varient en fonction des saisons. Effectivement, *Mus musculus* est régulière en hiver (51,2 %) et au printemps (64,3 %) alors qu'elle devient constante en été (77 %) et accessoire en automne (41,0 %). Parallèlement au printemps (55,4 %) et en été (71,8 %), *Crocidura russula* est régulière et en automne, *Rattus* sp. avec 48,7 % est accessoire et

apparaît comme l'une des espèces qui possèdent les plus fortes fréquences d'occurrence. Dans la banlieue suburbaine d'Alger, BAZIZ et *al.* (1999a) mentionnent durant l'année 1991 que le Moineau hybride *Passer domesticus* x *P. hispaniolensis* est l'espèce-proie qui présente le plus fort taux de fréquence d'occurrence (42,7 %). Cette espèce est considérée comme accessoire. Par contre en 1995 c'est *Rattus norvegicus* qui vient en tête avec une fréquence d'occurrence de 50,5 %, qualifiée d'espèce régulière. Entre 1998 et 2000, KHEMICI et *al.* (2003) signalent sur le Littoral à Staouéli que *Mus spretus* est l'espèce qui a les plus forts taux de fréquence d'occurrence dans les pelotes de la Chouette effraie, avec 60 % en 1998, 79,6 % en 1999 et 71,4 % en 2000. Cette espèce, *Mus spretus* change de classe de constance d'une année à l'autre. Elle est constante en 1999 et par contre, régulière en 1998 et 2000. Sur les Hauts plateaux KHEMICI (1999) mentionne à Benhar que *Meriones shawi* est une espèce constante dans les pelotes de *Tyto alba* avec une fréquence d'occurrence de 75,4 %. Par contre SEKOUR (2005) signale dans la réserve naturelle de Mergueb, *Meriones shawi* en tant qu'espèce omniprésente (100 %). Les autres espèces aux abords du barrage de Boughzoul sont considérées comme proies rares. Ce sont *Psammomys obesus* (18,6 %) et *Mus spretus* (17,7 %). Les valeurs de la fréquence d'occurrence des autres espèces fluctuent entre 0,2 et 14,0 %. Elles sont qualifiées de proies très rares (Tab. 13).

4.2.3. – Analyse des proies de la Chouette effraie avec des indices écologiques de structure

Les résultats obtenus traités par des indices écologiques de structure sont discutés. Les indices écologiques de structure employés sont ceux de la diversité de Shannon-Weaver, de l'équirépartition et la biomasse relative.

4.2.3.1. – Indice de diversité de Shannon-Weaver et équirépartition appliqués aux espèces-proies de *Tyto alba*

La valeur de l'indice de diversité de Shannon-Weaver enregistrée pour les espèces-proies contenues dans les pelotes de la Chouette effraie aux abords du barrage de Boughzoul est de 3,98 bits. Elle est de 3,5 bits en 1995, 3,1 bits en 1996, 2,4 bits en 1997, 3,7 bits en 1998 et de 3,5 bits en 1999. Ces valeurs élevées reflètent la richesse en proies ingérées par le rapace. Elles apparaissent relativement élevées comparées à celles notées par des auteurs européens. En effet, HENRY (1982) mentionne que la diversité du régime alimentaire de *Tyto alba* évaluée par l'indice de Shannon-Weaver est de 2,2 bits à Beaugency en Grande Sologne et de 2,9 bits à Vierzon. Il en est de même en Italie, à l'Est de la plaine vénitienne, BON et *al.* (1997) ont trouvé dans les régurgitats de la Chouette effraie des indices de diversité de Shannon-Weaver assez bas variant entre 1,04 et 2,14 bits. Toujours en Italie SALVATI et *al.* (2002) dans trois milieux différents, notent que la diversité de Shannon-weaver est de 1,1 bits en milieu urbain, 1,4 bits en milieu suburbain et de 1,6 bits en milieu rural. En Algérie BAZIZ (2002) souligne que dans 11 stations sur 12, des valeurs de H' égales ou supérieures à 2,31 bits. La réserve de Mergueb est la seule région qui se détache des autres stations par le faible indice de diversité des proies contenues dans les pelotes (1,6 bits). En effet cette faible valeur de

diversité est enregistrée également dans les pelotes de *Tyto alba* récoltées par SEKOUR (2005) dans la même station de Mergueb. Le dernier auteur cité mentionne un indice de diversité de Shannon-Weaver égale à 0,86 bits, ce qui implique que les régurgitats de la Chouette effraie dans cette région sont pauvres du point de vue espèces-proies ($S = 7$).

Les valeurs d'équirépartition enregistrées pour les espèces-proies contenues dans les pelotes de la Chouette effraie de 1995 à 1999 sont toutes supérieures ou égales à 0,65. Elles tendent, de ce fait, vers 1 ce qui fait que les effectifs des proies ont tendance à être en équilibre entre eux. Les résultats du présent travail sont comparables à ceux de HENRY (1982) qui obtient en Grande Sologne en France des valeurs élevées de E dans la région de Beaugency (0,6) et de Vierzon (0,8), indiquant que le régime trophique de la Chouette effraie n'est spécialisé que sur une seule espèce proie et de ceux de BON et *al.* (1997). En effet, les derniers auteurs cités obtiennent dans la partie orientale de la plaine vénitienne (Italie) une valeur d'équirépartition qui se situe entre 0,58 et 0,87. En Algérie BAZIZ (2002) obtient dans 9 stations sur 12 fréquentées par la Chouette effraie des valeurs de E supérieurs à 0,5. Au niveau de ces 9 stations, les effectifs des espèces présentes tendent à être en équilibre entre eux. Cet auteur précédemment cité note que dans la réserve naturelle de Mergueb E est égal à 0,38 traduisant un déséquilibre entre les effectifs des différentes espèces-proies. Egalement dans la même réserve SEKOUR (2005) obtient une valeur d'équirépartition assez faible égale à 0,31. Ainsi dans la réserve de Mergueb, *Tyto alba* a tendance à se spécialiser dans l'ingestion de la Mérione de Shaw. Cette proie domine en nombre (87 %) par rapport aux effectifs des autres espèces de proies. Cette spécialisation sur certains types de proies et dans lieux de chasse particuliers peut être considérée comme un facteur d'optimisation du rendement de la collecte de la nourriture (HENRY, 1982).

4.2.3.2. – Biomasses relatives des espèces-proies consommées par *Tyto alba*

Aux abords du barrage de Boughzoul les micromammifères (85 %) occupent la première place en biomasse ingérée par *Tyto alba*. Parmi les micromammifères les rongeurs (83,7 %) sont bien représentés par rapport aux insectivores (1,3 %) et aux chiroptères (0,0 %). Au sein des rongeurs les espèces-proies les plus profitables en biomasse sont la Mérione de Shaw *Meriones shawi* (46,0 %) et le Rat de sable *Psammomys obesus* (18,3 %). Ces deux espèces possèdent des tailles comparables. En effet, *Psammomys obesus* pèse entre 146 et 200 g. et *Meriones s hawi* 250 g. (LE BERRE, 1990).

Dans la présente étude *Sturnus vulgaris* (10,5 %) arrive en troisième position, suivi par *Jaculus orientalis* (6,8 %) et *Mus spretus* (6,5 %). Les autres espèces-proies ont une biomasse négligeable. En terme d'abondance *Meriones shawi* (20,4 %) et *Mus spretus* (18,2 %) sont les proies les plus capturées par *Tyto alba* près du barrage de Boughzoul. Mais en biomasse la contribution de la Mérione de Shaw (46,0 %) est 7 fois plus élevée que celle de *Mus spretus* (6,5 %). Pour ce qui concerne la biomasse relative des Micromammifères consommés, obtenue dans le cadre de la présente étude, avec 85 % elle est comparable à celle égale à 87,7 % mentionnée dans La Roca de la Sierra près de Badajoz (Espagne occidentale) par AMAT et SORIGUER (1981). Dans La Roca de la Sierra, les Rodentia sont représentés le plus par le Mulot sylvestre *Apodemus sylvaticus*

(45,6 %) et par la Souris domestique *Mus musculus* (26,7 %). De même, en Italie BON et al. (1997) mentionnent que les rongeurs constituent dans le régime alimentaire de *Tyto alba* une part relativement importante égale à 77,2 %. Mais la proie la plus profitable est le Campagnol des champs *Microtus arvalis* (Pallas, 1779) (20,6 %), suivi par *Apodemus sylvaticus* (17,1 %). De ce côté de la Méditerranée, en milieu suburbain de l'Algérois, Les Muridae remplacent les Arvicolidae. En effet BAZIZ et al. (1999 a) signalent près du Littoral d'Alger *Rattus norvegicus* comme l'espèce la plus profitable en biomasse en 1991 (41,0 %) et en 1995 (68,0 %). Il en est de même dans un milieu agricole près de Staouéli où une autre espèce de Muridae domine en biomasse dans le menu de *Tyto alba* d'après KHEMICI et al. (2003) qui mentionnent *Mus spretus* avec 49,3 % en 1998, 59,8 % en 1999 et 58,5 % en 2000. Sur les Hauts plateaux *Tyto alba* ingère davantage de Gerbillidae et de Dipodidae. Justement à Mergueb sur les Hauts plateaux SEKOUR (2005) remarque qu'un Gerbillidae, la Mérione de Shaw correspond à la quasi-totalité de la biomasse ingérée par la Chouette effraie (99,1 %).

4.2.4 – Représentation et fragmentation des éléments squelettiques retrouvés dans les pelotes de rejection de *Tyto alba*

Dans le présent paragraphe deux aspects sont discutés. Ce sont la représentation et la fragmentation des éléments squelettiques des vertébrés retrouvés dans les pelotes de la Chouette effraie près du barrage de Boughzoul.

4.2.4.1. – Représentation des éléments squelettiques des micromammifères retrouvés dans les pelotes

Aux abords du barrage de Boughzoul la moyenne du pourcentage de représentation des éléments squelettiques (PRO) des micromammifères retrouvés dans les pelotes de *Tyto alba* est de 86,8 %. L'élément osseux le mieux représenté correspond au crâne avec PRO égale à 100 % (Tab. 17). Au Botswana en Afrique australe DENYS (1985) a obtenu une valeur plus basse (57,3 %) trouvée dans les pelotes d'un rapace nocturne indéterminé (*Tyto alba* ou *Tyto capensis*). Le fémur est l'élément osseux le mieux représenté (PRO = 100 %). Par ailleurs LASNE (1997) dans une étude comparative de trois lots de pelotes, dont le premier provient de France d'un rapace diurne (*Falco tinnunculus*), le deuxième de Tanzanie d'un rapace nocturne indéterminé (*Tyto alba* ou *Otus leucotis*) et le troisième de Burkina Faso d'un autre rapace nocturne indéterminé (*Tyto alba*, *Otus leucotis* ou *Bubo africanus*), mentionne que le pourcentage de représentation des éléments squelettiques est de 41,3 % pour le premier échantillon, 80,3 % pour le second et de 77,6 % pour le troisième. La faible valeur de PRO (41,3 %) enregistrée pour *Falco tinnunculus* s'explique par le fait que les rapaces diurnes, la plupart du temps déchiquettent et digèrent fortement les os de leurs proies plus que les rapaces nocturnes. En Mauritanie BRUDERER et DENYS (1999) ont obtenu un pourcentage de représentation (PRO) de 70,6 % à partir des os trouvés dans des pelotes de la Chouette effraie, récoltées dans un site de nidification. D'après ces mêmes auteurs, le maxillaire est l'élément osseux le mieux représenté avec PRO = 100 %. Egalement en Algérie, FARHI et al. (1999) signalent près du lac Tonga une valeur de PRO égale à 76,1 %. Le pourcentage de représentation établi

pour chaque os permet d'avoir un graphique appelé profil de représentation (Fig. 19). Ce dernier permet la visualisation directe des pics caractéristiques de sur- ou sous-représentation de chaque os. Dans la présente étude l'allure générale du profil ressemble à celle des autres rapaces cités par DENYS (1985), LASNE (1997) et BRUDERER et DENYS (1999). La courbe de *Tyto alba* près du barrage de Boughzoul présente une chute pour l'omoplate, un plateau pour les os longs et une différence sensible au niveau du crâne par rapport aux autres rapaces.

4.2.4.2. – Fragmentation des ossements des vertébrés retrouvés dans les régurgitats de *Tyto alba*

La discussion sur la fragmentation des ossements des vertébrés retrouvés dans les régurgitats de *Tyto alba*, concerne dans un premier paragraphe, la fracturation des os des micromammifères, puis dans une seconde partie celle des oiseaux.

4.2.4.2.1. – Fragmentation des ossements des micromammifères

La Chouette effraie près du barrage de Boughzoul montre un faible taux de fragmentation des éléments squelettiques des micromammifères retrouvés dans les pelotes, avec une moyenne de 34,2 %. Ce résultat est comparable à celui de DENYS (1985)

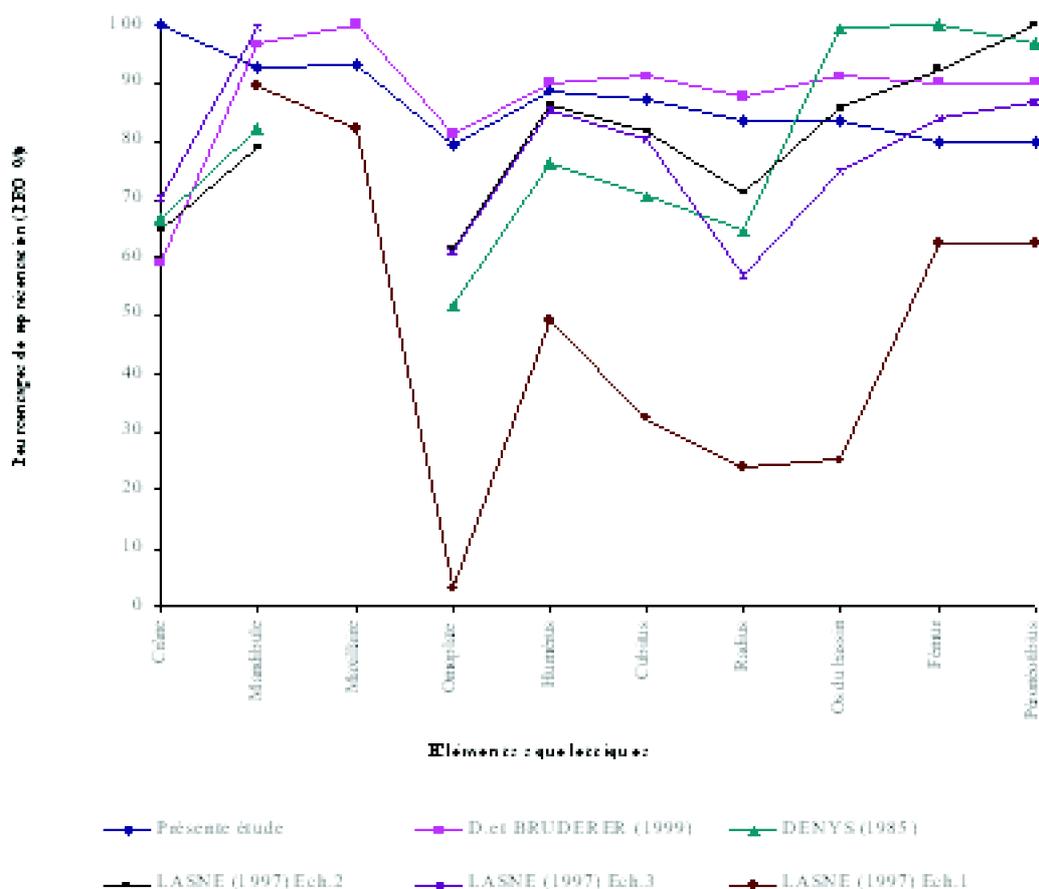


Fig.19-Profil de représentation des éléments squelettiques des proies micromammifères de *Tyto alba* au barrage de Boughzoul comparé à ceux de DENYS (1985), LASANE (1997) et

BRUDERER et DENYS (1999)

au Botswana, qui a obtenu une valeur de 34,4 % dans les pelotes d'un rapace nocturne indéterminé (*Tyto alba* ou *Tyto capensis*). Par contre BRUDERER (1996) en Mauritanie signale un taux un peu plus faible dans les pelotes de *Tyto alba* avec 26,6 % d'os fragmentés. La représentation graphique du profil des os fragmentés provenant des alentours du barrage de Boughzoul montre une très grande ressemblance avec celles des ossements brisés par le rapace au Botswana et en Mauritanie (Fig. 20). Les graphiques présentent des pics pour le crâne, l'omoplate et l'os du bassin qui sont les éléments les plus touchés par la fragmentation et montrent une chute pour les os longs qui sont les moins brisés comme la mandibule, l'humérus, le cubitus, le radius et le fémur. Par contre le péronéotibius possède un taux de fracture qui atteint 32 % pour la présente étude et 30,4 % au Botswana (DENYS, 1985). En Mauritanie BRUDERER (1996) observe que le péronéotibius avec le radius correspondent aux éléments les moins fragmentés avec un taux égal à 0,9 %. Par contre au barrage de Boughzoul et au Botswana ce sont respectivement le fémur (1,3 %) et le radius (2,7 %) qui sont les moins détériorés.

4.2.4.2.2. – Fragmentation des ossements des oiseaux

Très peu de travaux sont consacrés à l'étude de la fragmentation des ossements des oiseaux-proies retrouvés dans les pelotes de rapaces. La plupart des études faites concernent essentiellement les mammifères-proies. Selon BOCHENSKI et *al.*, (1993) la faiblesse des renseignements sur les restes de squelettes aviens est due à la fragilité des ossements des oiseaux. Il s'en suit leur faible abondance dans les accumulations de microvertébrés. Ces mêmes auteurs sont parmi les premiers à avoir fourni un travail détaillé sur les différents types de fragmentations que peuvent subir les ossements des oiseaux dans les pelotes de rapaces (Fig. 14, 15). En effet, BOCHENSKI et *al.*, (1993) dans la région de Krakow en Pologne ont comparé les fractures des os des oiseaux-proies de deux Strigidae *Strix aluco* et *Bubo bubo*. Toujours près de Krakow, sur le même type de recherche, quelques années plus tard une autre étude est faite sur le Hibou moyen-duc *Asio otus* par BOCHENSKI et TOMEK (1994). Elle est suivie par une autre, réalisée près de Zurich en Suisse sur le Harfang des neiges *Nyctea scandiaca* (BOCHENSKI, 1997). Pour ce qui concerne les rapaces diurnes deux travaux sont notés. Le premier concerne l'Aigle impérial *Aquila heliaca* dans le Sud des monts de l'Oural en Russie (BOCHENSKI et *al.*, 1997) et le deuxième en Finlande qui concerne le Faucon gerfaut *Falco rusticolus* (BOCHENSKI et *al.*, 1998).

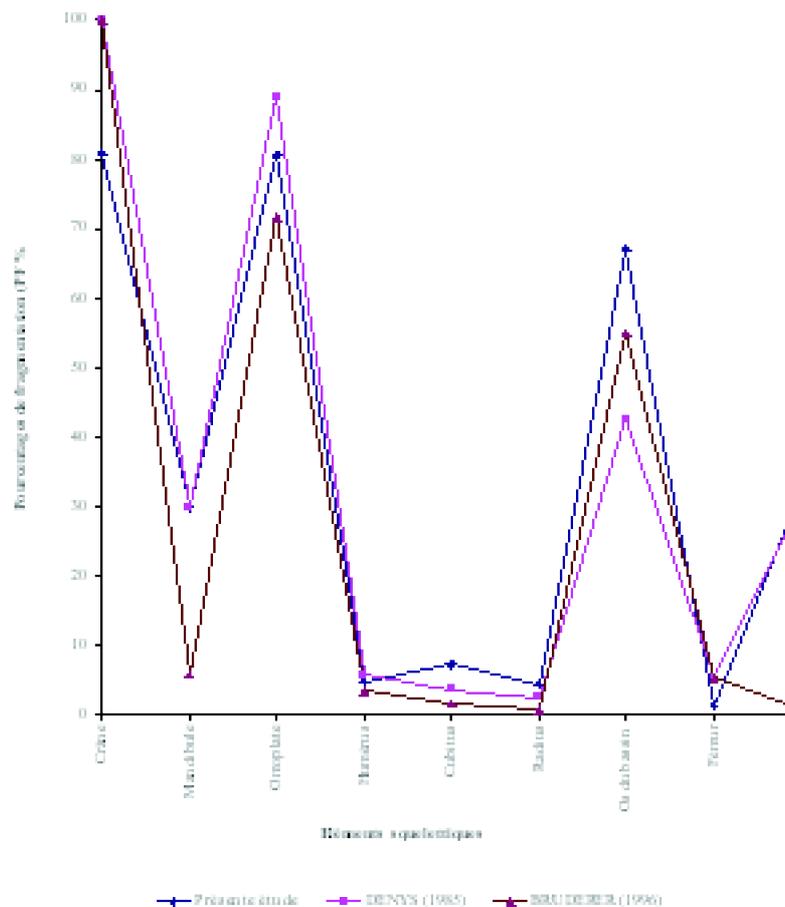


Fig.20 – Profil de fragmentation des éléments squelettiques des proies micromammifères de la Chouette effraie au barrage de Boughzoul comparé à ceux de DENYS (1985) et BRUDERER (1996)

Dans la présente étude le premier type de fragmentation des oiseaux-proies de *Tyto alba* concerne l'avant-crâne. Celui-ci est noté avec 93 éléments osseux trouvés dans les pelotes dont le crâne complet correspond à 13 % et le reste (87 %) sont des parties fragmentées. Par comparaison, la Chouette effraie près du barrage de Boughzoul préserve mieux le crâne des oiseaux-proies par rapport à d'autres rapaces existant en Algérie. En effet le crâne complet est totalement absent des pelotes de la Chouette hulotte *Strix aluco* (IDOUHAR-SAADI, 2002) et du Faucon crécerelle *Falco tinnunculus* (SOUTTOU, 2002). Il en est de même en Europe, où le crâne complet des oiseaux-proies est totalement absent dans les régurgitats d'*Asio otus* (BOCHENSKI et TOMEK, 1994), de *Nyctea scandiaca* (BOCHENSKI, 1997), d'*Aquila heliaca* (BOCHENSKI et al., 1997) et de *Falco rusticolus* (BOCHENSKI et al., 1998). Par contre, chez *Strix aluco* BOCHENSKI et al. (1993) notent que le crâne complet ne représente que 7 % des ossements de l'avant-crâne (n = 275).

Pour ce qui concerne la mandibule, 103 fragments sont dénombrés dans les pelotes de *Tyto alba*. La mandibule complète (47 %) est bien notée car elle totalise presque la moitié des éléments trouvés. La mandibule avec une seule branche vient en seconde position avec 39 %. Les autres types d'ossements sont faiblement observés. Aucune mandibule complète n'est présente dans les pelotes des rapaces diurnes tels que *Aquila*

heliaca (BOCHENSKI et al., 1997), *Falco rusticolus* (BOCHENSKI et al., 1998) et *Falco tinnunculus* (SOUTTOU, 2002). Par contre, dans les pelotes de rapaces nocturnes, ce taux est de 39 % pour *Strix aluco*, 2 % pour *Bubo bubo* (BOCHENSKI et al., 1993) et de 16 % pour *Asio otus* (BOCHENSKI et TOMEK, 1994).

Près du barrage de Boughzoul, 66 fragments du sternum d'oiseaux-proies sont retrouvés dans les pelotes de *Tyto alba*. La catégorie + ½ sternum avec rostrum est la plus abondante avec un taux de 45 %. Le sternum sans rostrum avec 28 % occupe le deuxième rang, accompagné par la partie - ½ sternum avec rostrum avec 27 %. Chez la Chouette hulotte BOCHENSKI et al. (1993) note que la partie - ½ sternum avec rostrum est la mieux représentée avec 65 % (n = 215), suivie par le sternum sans rostrum (18 %) et la partie + ½ sternum avec rostrum (16 %). Chez la même espèce, en Algérie IDOUHAR-SAADI (2002) mentionne seulement deux catégories de fragments dans les pelotes, soit 68,7 % pour la partie + ½ sternum avec rostrum et 31,3 % pour la partie - ½ sternum avec rostrum (n = 103).

Pour ce qui concerne l'os du bassin des oiseaux-proies de *Tyto alba* retrouvés dans les pelotes, 101 éléments sont dénombrés et répartis entre quatre catégories : le synsacrum avec 1 ou 2 os ilium-ischii-pubis (36 %), l'os ilium-ischia-pubis (22 %), le synsacrum complet ou partiel (22 %) et la région acetabulum (20 %). Chez *Asio otus* BOCHENSKI et TOMEK (1994) mentionnent 129 fragments d'os du bassin avec 41 % pour l'os ilium-ischia-pubis, 30 % pour le synsacrum avec 1 ou 2 os ilium-ischii-pubis, 23 % pour le synsacrum complet ou partiel et 6 % pour la région acetabulum.

Enfin les os longs des oiseaux-proies retrouvés dans les pelotes de *Tyto alba* aux abords du barrage de Boughzoul sont représentés par 1.505 éléments dont 73,7 % sont complets. Au sein des éléments fragmentés qui constituent le reste (26,3 %), la partie proximale correspond au fragment le plus abondant avec 14,1 %, suivie par la partie distale (8,3 %) et le diaphyse (3,9 %). L'omoplate (82,6 %), le tibia (54,8 %) et l'os coracoïde (40,6 %) sont les éléments squelettiques les plus touchés par la fragmentation. Par contre, les phalanges alaires sont les moins cassées (3,2 %). Le résultat obtenu dans la présente étude pour l'omoplate et les phalanges alaires est comparable à ceux obtenus par BOCHENSKI et al. (1993) pour les oiseaux-proies de *Strix aluco* et par BOCHENSKI (1997) pour ceux de *Nyctea scandiaca*. Ces auteurs mentionnent que l'omoplate est l'élément osseux le plus fragmenté avec un taux de 89 % pour *Strix aluco* et de 100 % pour *Nyctea scandiaca*. Par contre les phalanges alaires ne montrent aucune fracture pour ces deux rapaces (0 %). La représentation graphique des ossements fracturés fait apparaître que le profil de fragmentation de la Chouette effraie a la même allure générale que celui des autres rapaces cités par BOCHENSKI et al. (1993, 1998), BOCHENSKI et TOMEK (1994) et BOCHENSKI (1997) (Fig. 21). Les courbes comportent un pic pour l'omoplate qui est un site important de destruction avec des taux supérieurs à 80 % d'os brisés pour tous les rapaces. Ensuite on assiste à une chute jusqu'aux phalanges alaires qui sont considérées comme les éléments les moins touchés par la fragmentation et puis apparaît un autre pic pour le tibia qui présente des taux de fragmentations variant entre 55 % pour la présente étude et 100 % pour *Falco rusticolus* (BOCHENSKI et al., 1998).

La Chouette effraie est le rapace qui fracture le moins les os longs des oiseaux-proies, puisque sa courbe se trouve en dessous de celles des tous les autres

rapaces, suivis par les courbes des Strigidae comme *Asio otus*, *Strix aluco* et *Bubo bubo*. Plus haut les courbes des rapace diurnes avec *Aquila heliaca* et *Falco rusticolus* apparaissent (Fig. 21).

4.3. – Analyse du régime alimentaire de la Chouette effraie par des méthodes statistiques

Les discussions portent sur les résultats obtenus sur le régime alimentaire de *Tyto alba* traités par l'analyse factorielle des correspondances et par la classification automatique.

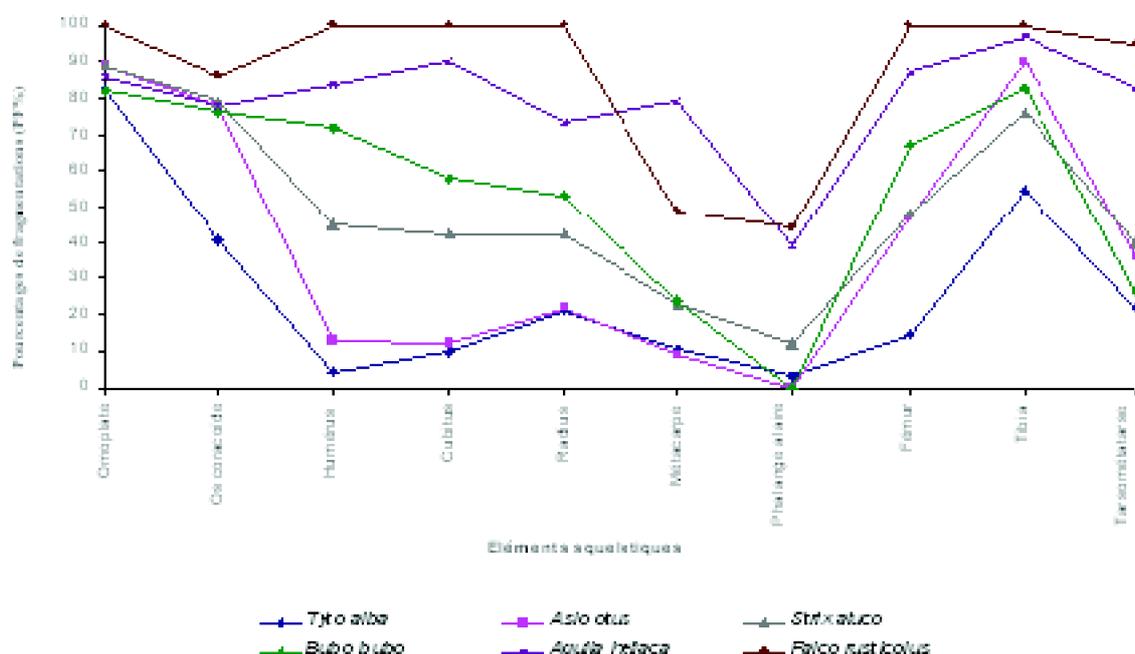


Fig. 21– Profil de fragmentation des os longs des oiseaux-proies de *Tyto alba* au barrage de Boughzoul comparé à ceux de BOCHENSKI et al. (1993), BOCHENSKI et TOMÉK (1994), BOCHENSKI et al. (1997) et BOCHENSKI et al. (1998)

4.3.1. – Analyse factorielle des correspondances appliquée aux proies de *Tyto alba*

La représentation graphique des axes 1 et 2 montre que les différentes années d'études sont réparties entre les quatre quadrants. L'année 1998 se situe dans le premier quadrant, et l'année 1996 dans le deuxième quadrant. Le troisième quadrant renferme les années 1995 et 1997. Quant à la dernière année 1999, elle est présente dans le quatrième quadrant (Fig. 16). Cette disposition indique les différences qui peuvent exister entre les régimes alimentaires d'une année à l'autre. Selon HENNACHE (1981) le régime alimentaire de *Tyto alba* étudié dans l'Indre (France) entre décembre 1974 et juillet 1977 présente des fluctuations liées à plusieurs facteurs notamment la répartition des biotopes,

la nidification du rapace, l'année d'étude, et l'époque de l'année. Cet auteur mentionne sur une période de 3 ans de 1975 à 1977 que la fréquence des captures de *Microtus arvalis* par *Tyto alba* suit les pullulations de cette espèce. Des forts taux de capture de *Microtus arvalis* sont enregistrés en 1975 au moment des pullulations, suivis par une baisse régulière jusqu'au milieu de 1977. En conséquence le niveau de présence des Soricidae dans les pelotes va suivre les fluctuations de la population de la proie. En effet, au cours de certaines années des maxima de captures de Soricidae sont signalés en avril et juillet, périodes durant lesquelles les campagnols des champs sont moins nombreux ou moins actifs. De ce côté de la Méditerranée, BAZIZ et al. (1999 a) enregistrent dans un milieu suburbain de la banlieue d'El Harrach en 1991 et en 1995 d'importantes variations dans les taux de captures de certaines catégories de proies de la Chouette effraie. Effectivement pendant l'année 1991, les batraciens apparaissent les proies les plus abondantes (34,4 %), alors que les arthropodes sont les moins capturés (1,1 %) et les reptiles totalement absents. Au contraire en 1995, d'après ces mêmes auteurs, les batraciens deviennent les proies les moins consommées (0,1 %) tandis que ce sont les reptiles (36,2 %) qui occupent le premier rang dans le menu trophique de *Tyto alba* avec 36,2 %. De même BAZIZ et al. (1999 a) soulignent que les arthropodes représentés seulement par 2 individus en 1991 (1,1 %), se montrent plus nombreux en 1995 avec 48 insectes (15,8 %). Dans un milieu agricole à Staouéli TALBI (1999) montre grâce à une application de l'A.F.C. en fonction des proies de la Chouette chevêche, de la Chouette effraie et du Hibou moyen-duc que chacune de ces espèces prédatrices se place dans un quadrant différent, montrant que les compositions de leurs régimes trophiques sont différentes. De son côté BENBOUZID (2000) dans la réserve de Mergueb, note lors de l'application de A.F.C. aux proies de *Tyto alba* en fonction de l'hiver, de l'automne et de l'été, que ces trois saisons se répartissent dans 3 quadrants différents impliquant que la composition en espèces-proies du menu du rapace varie d'une saison à l'autre. La dispersion des différentes espèces-proies recensées dans le régime alimentaire de la Chouette effraie près de barrage de Boughzoul, fait ressortir la présence de cinq groupements A, B, C, D et E (Fig. 17). KHEMICI (1999) mentionne 7 groupements de proies notées dans des pelotes de *Tyto alba* ramassées dans 3 stations à Benhar, à Biskra et près du lac Ichkeul (Tunisie). Sur le plan d'une A.F.C. formé par les axes 1 et 2, les espèces-proies sont regroupées dans des ensembles différents, particuliers à Benhar (quadrant 1), à Biskra (quadrant 3) et au Lac Ichkeul (quadrant 4) et un groupement d'espèces-proies communes. BENBOUZID (2000) remarque sur le plan constitué par les axes 1 et 2 d'une A.F.C. appliquée aux proies de *Tyto alba* dans la réserve de Mergueb en fonction des saisons, la présence de 7 groupements dont un ensemble de proies ingérées durant toutes les saisons; les autres nuages de points concernent chacune des saisons prises en considération. Au sein de la présente étude, le groupement A, proche de l'intersection des deux axes 1 et 2 contient des espèces capturées par *Tyto alba* durant les cinq années d'étude. Ces espèces appartiennent à la catégorie des oiseaux, des insectivores et des rongeurs (Gerbillidae et Muridae). Ce sont essentiellement *Sturnus vulgaris* (038), *Suncus etruscus* (042), *Dipodillus simoni* (049), *Meriones shawi* (050), *Psammomys obesus* (052), *Mus musculus* (054), et *Mus spretus* (055). Ces espèces caractérisent le menu trophique de *Tyto alba* par leurs importances numériques (71,6 %) et leurs biomasses relatives (85,6 %). Selon KHEMICI (1999) les espèces

présentes à la fois dans les trois stations d'étude, celles de Benhar, de Biskra et des abords du Lac Ichkeul, sont essentiellement *Mus spretus*, *Mus musculus* et Gryllidae sp. ind. De même TALBI (1999) montre sur le plan fait par les axes 1 et 2 d'une A.F.C. que les proies consommées par de la Chouette chevêche, la Chouette effraie et le Hibou moyen-duc forment un ensemble formé essentiellement de *Mus spretus*, *Mus musculus*, *Crocidura russula*, *Passer* sp. et *Forficula auricularia*. Dans la présente étude la proie la plus capturée parmi les oiseaux est *Sturnus vulgaris* avec 74 individus (7,7 %). En terme de biomasse cette proie vient en troisième position (10,5 %) après *Meriones shawi* (46 %) et *Psammomys obesus* (18,3 %). Près de lac Tonga, BAZIZ et al. (1999 b) signalent la présence de 65 *Sturnus vulgaris* (4,9 %) dans les pelotes de la Chouette effraie. Par contre dans le Jardin d'essai du Hamma ce taux s'élève à 16,6 % du total des proies (BAZIZ, 2002). Cet auteur mentionne que *Sturnus vulgaris* est une espèce-proie de *Tyto alba* capturée aussi bien sur le Littoral que sur les Hauts plateaux. Selon LEBERRE (1990) *Suncus etruscus* est une espèce qui fréquente des zones relativement humides où elle se nourrit d'insectes et d'araignées. Près du barrage de Boughzoul cette espèce est la proie la plus capturée (2,3 %) parmi les insectivores. Dans un verger, près de Staouéli TALBI (1999) note que *Suncus etruscus* est présente sur le plan (1-2) d'une A.F.C. dans un ensemble de proies capturées à la fois par la Chouette effraie et par le Hibou moyen-duc. En Algérie (BAZIZ, 2002) mentionne que les rongeurs représentent la part la plus importante (48,3 %) parmi les proies de *Tyto alba*, avec une dominance des Muridae (32,4 %) et des Gerbillidae (15,4 %). Cet auteur note que la dispersion des espèces-proies sur le plan formé par les axes 1 et 2 d'une A.F.C. que les Muridae sont pratiquement absents du groupement des espèces capturées au Sahara. Par contre ils sont bien représentés dans le groupement du Littoral et apparaissent rares dans le groupement des proies trouvées sur les Hauts plateaux. Les Muridae sont remplacés au Sahara et sur les Hauts plateaux par les Gerbillidae et les Dipodidae. Le groupement B contient des espèces consommées par la chouette effraie pendant l'année 1998 (N4) seulement. Les oiseaux sont la catégorie la mieux représentée avec 8 espèces accompagnées par 4 espèces d'insectes et un rongeur. Ce sont essentiellement *Gallinago gallinago* (023), *Streptopelia* sp. (024), *Tettigonia albifrons* (003), *Platycleis* sp. (004), et *Gerbillus campestris* (046). L'importance des oiseaux dans le menu trophique de *Tyto alba* est notée par KHEMICI (1999) à Biskra (50,6 %) où *Passer* sp. domine (31,3 %). Projetée sur le plan (1 – 2) d'une A.F.C. en fonction des proies ingérées dans trois stations, le Moineau se retrouve dans un ensemble de proies spécifique de la station de Biskra. Au Maroc SAINT GIRONS et THOUY (1978) signalent à Casablanca que 79,6 % des proies sont des oiseaux. Le groupement C est formé par les espèces-proies capturées particulièrement au cours de l'année 1996 (N2). Parmi celles-ci il y a un rongeur capturé *Apodemus sylvaticus* (053) et des insectes-proies comme Zygoterasp.ind. (001), *Labidura riparia* (009), *Tentyria* sp. (014), *Plagiographus obliquus* (018), et *Larinus* sp. (019). Dans les Ardennes COPPA (1993) note qu'*Apodemus sylvaticus* forme l'essentiel du régime alimentaire de *Tyto alba*. Cet auteur montre en projection des stations d'étude dans le plan (1 – 3) d'une A.F.C. que le Mulot sylvestre se trouve dans un sous-ensemble qui caractérise les stations à fort taux d'*Apodemus sylvaticus*. A Mergueb SEKOUR (2005) note dans une A.F.C. faite en fonction des proies de 4 rapaces nocturnes que les insectes se retrouvent dans un ensemble à part. En

Espagne AMAT et SORIGUER (1981) soulignent que les insectes (21,8 %) occupent la seconde position après les rongeurs (62,8 %). Les Tettigonidae dominent avec 17 % face aux autres proies de *Tyto alba*. Par contre en richesse totale on dénombre 9 espèces d'insectes contre 5 espèces de rongeurs. Le groupement D est formé seulement par trois proies consommées uniquement en 1995 (N1). Ces espèces sont Orthoptersp. ind. (002), Cerambycidae sp.ind. (016) et *Delichon urbica* (028). Dans les plaines atlantiques semi-arides du Maroc RIHANE (2003) mentionne que les insectes correspondent à 20,8 % des proies de la Chouette effraie et que les orthoptères sont les plus capturés (16,9 %). Le groupe E se compose des espèces-proies capturées seulement en 1999 (N5). Ce sont *Emberiza schoeniclus* (035), *Atelerix algirus* (039), *Myotis blythi* (043) et *Rattus norvegicus* (056). La part de ces espèces dans le régime trophique de *Tyto alba* est très négligeable et leur taux global égale 0,5 % seulement. Près du lac Tonga FARHI et MAZARI (1998) mentionnent un seul *Emberiza schoeniclus* (0,01 %) dans le menu trophique de *Tyto alba*. L'application de l'A.F.C. aux espèces proies de ce rapace en fonction des mois de l'année montre que cet oiseau se trouve dans un ensemble qui ne renferme que les espèces capturées en mai. Dans les plaines Nord-atlantiques du Maroc AULAGNIER et al. (1999) soulignent que *Myotis blythi* (0,03 %) et *Rattus norvegicus* (0,04 %) sont des proies rares avec l'absence d'*Atelerix algirus* pourtant bien répandu dans la région d'étude.

4.3.2. – Classification automatique appliquée au régime alimentaire de la chouette effraie selon les années d'étude

L'application de la classification automatique au régime alimentaire de la chouette effraie selon les années d'étude montre que la distance la plus faible est enregistrée entre les années 1995 et 1996 avec 14.362. Ces deux années présentent une ressemblance dans la composition en espèces-proies du régime trophique de la Chouette effraie. Par contre les années les plus dissemblables sont 1997 et 1999 avec une distance de 18.787. L'arbre hiérarchique des années d'étude est subdivisé en 4 classes. La classe 1 renferme deux années 1995 et 1996. Le régime alimentaire *Tyto alba* présente une ressemblance entre ces deux années. Chacune des classes 2 (1997), 3 (1998) et 4 (1999), renferme une seule année.

Conclusion

Dans la présente étude les pelotes de rejection de *Tyto alba* recueillies près du barrage de Boughzoul présentent des longueurs qui varient entre 25 et 112 mm. ($m = 46,99 \pm 13,02$ mm). Les mensurations du grand diamètre fluctuent entre 17 et 52 mm ($m = 30 \pm 5,94$ mm). Aux abords du barrage de Boughzoul le nombre de proies par pelote se situe entre 1 et 13 proies. En 1995, ce nombre fluctue entre 1 et 8 ($2,47 \pm 1,43$ proies; $n = 47$ pelotes). Et 31,9 % des pelotes renferment 1 proie suivies par celles qui contiennent 3 proies (27,7 %), par celles à 2 proies (21,3 %) et à 4 proies (12,8 %). En 1996, le nombre de proies par pelote fluctue entre 1 et 8 ($3,01 \pm 1,57$ proies; $n = 71$ pelotes). 28,2 % des pelotes renferment 3 proies, suivies par celles constituées par 2 proies (21,1 %), par celles composées de 1 proie (18,3 %) et de 4 proies (18,3 %). Le nombre de proies par pelote en 1997 varie entre 1 et 5 proies ($2,62 \pm 1,12$ proies; $n = 21$ pelotes). Les pelotes à 3 proies correspondent au taux de 38,1 %, suivies par celles à 2 proies (23,8 %) et à 1 proie (19,1 %). Le nombre de proies par pelote ramassée en 1998 varie entre 1 et 13 ($1,52 \pm 1,07$ proies ; $n = 311$). Les pelotes composées de 1 proie correspondent au taux de 66,2 %, suivies par celles à 2 proies (23,8 %), à 3 proies (6,1 %), à 4 proies (2,3 %) et à 5 proies (1,0 %). Enfin le plus faible pourcentage (0,32 %) est noté pour 1 pelote renfermant 7 proies et pour une autre composée à 13 proies.

En 1999 le nombre de proies par pelote varie entre 1 et 4 ($1,39 \pm 0,75$ proies; $n = 71$ pelotes). Les pelotes renfermant 1 proie correspondent presque aux trois quarts des pelotes (74,7 %), suivies par les pelotes à 2 proies (12,7 %), à 3 proies (11,3 %) et à 4 proies (1,41 %). La valeur de la qualité d'échantillonnage est de 0,03 pour les 5 années d'étude (0,19 en 1995, 0,13 en 1996, 0,33 en 1997, 0,04 en 1998 et de 0,07 en 1999). La

richesse totale au cours des 5 années d'étude est de 56 espèces ($m = 1,46 \pm 0,71$ espèces; en 1998 avec 37 espèces, en 1997 avec 12 espèces). La richesse moyenne se situe entre $1,3 \pm 0,6$ espèce en 1999 et $1,9 \pm 0,8$ espèces en 1996. Le menu de la Chouette effraie près du barrage de Boughzoul de 1995 à 1999 porte sur 958 proies réparties entre 5 catégories. Les rongeurs ont le plus fort taux (67,6 %), devant les oiseaux (16,6 %) les insectes (11,3 %), les insectivores (4,4 %) et les chiroptères (0,1 %). L'espèce la plus consommée par la Chouette effraie est *Meriones shawi* (20,3 %) suivie par *Mus spretus* (18,1 %), *Psammomys obesus* (10,5 %), *Mus musculus* (7,7 %) *Sturnus vulgaris* (7,7 %), *Dipodillus simoni* (4,8 %) et *Rhizotrogus* sp. (4,3 %). La mérione de Shaw est l'espèce-proie qui possède la fréquence d'occurrence la plus élevée (32,3 %) et appartient à la classe de constance accidentelle. Elle est suivie par d'autres espèces à constance rare. Ce sont *Psammomys obesus* (18,6 %) et *Mus spretus* (17,7 %). Les valeurs de la fréquence d'occurrence des autres espèces fluctuent entre 0,2 et 14,0 %. Elles sont qualifiées de proies très rares. En fonction des années le régime alimentaire de *Tyto alba* est dominé par les rongeurs en 1995 (56,9 %), en 1996 (73,8 %) , en 1997 (83,6 %) et en 1998 (71,3 %). Par contre en 1999 les oiseaux dominent (48,5 %) devant les rongeurs (40,4 %). En fonction des saisons le régime alimentaire de *Tyto alba* en 1998 est dominé par les rongeurs. Il est de 72,6 % au printemps, 52,8 % en été, 84,3 % en automne et 49,4 % en hiver. La valeur de l'indice de diversité de Shannon-Weaver est de 3,98 bits pour les 5 années ensemble (3,5 bits en 1995, 3,1 bits en 1996, 2,4 bits en 1997, 3,7 bits en 1998 et de 3,5 bits en 1999). Pour l'indice d'équirépartition il est de 0,76 en 1995, 0,65 en 1996, 0,68 en 1997, 0,72 en 1998 et 0,82 en 1999. *Meriones shawi* constitue la proie la plus profitable en terme de biomasse avec 46,0 %, suivie par *Psammomys obesus* (18,3 %) et *Sturnus vulgaris* (10,5 %). Le pourcentage de représentation (PRO %) des éléments squelettiques des micromammifères retrouvés dans les pelotes de *Tyto alba* est de 86,8 %. L'élément le mieux représenté correspond au crâne (100 %). Par contre l'os le moins représenté est l'omoplate (79,3 %). Le pourcentage de fragmentation (PF %) des ossements des micromammifères est de 34,2 %. Les éléments squelettiques les plus touchés par la fragmentation sont le crâne (80,6 %), l'omoplate (80,5 %) et l'os du bassin (66,9 %). Le fémur est l'élément squelettique le moins fragmenté (1,3 %). Le nombre total des fragments de crâne des oiseaux-proies trouvés dans les pelotes de la Chouette effraie est de 93 éléments. Le crâne complet est représenté par 12 éléments (13 %). Par contre 49 éléments (53 %) sont des fragments de crâne. La catégorie du bec est représentée par 32 éléments (34 %). Parmi 103 fragments de mandibules des oiseaux-proies trouvés dans les pelotes de *Tyto alba* 47 % correspondent à des mandibules complètes et 39 % représentent des mandibules avec une seule branche. Les autres fragments sont faiblement représentés. 66 fragments du sternum d'oiseaux-proies sont retrouvés dans les pelotes de *Tyto alba*. La catégorie + ½ sternum avec rostrum est la plus abondante avec un taux de 45 %. Le sternum sans rostrum avec 28 % occupe le deuxième rang, accompagné par la partie - ½ sternum avec rostrum avec 27 %. 101 éléments d'os du bassin d'oiseaux-proies sont dénombrés dans les pelotes de *Tyto alba*. Le synsacrum avec 1 ou 2 os ilium-ichii-pubis(36 %) occupe la première place, suivi par l'os ilium-ichii-pubis (22 %), le synsacrum complet ou partiel (22 %) et la région acetabulum (20 %). Les os longs des oiseaux-proies retrouvés dans les pelotes de *Tyto alba* sont représentés par 1.505 éléments dont 73,7 % sont complets. Au

sein des éléments fragmentés qui constituent le reste (26,3 %), la partie proximale correspond au fragment le plus abondant avec 14,1 %, suivie par la partie distale (8,3 %) et le diaphyse (3,9 %). L'omoplate (82,6 %), le tibia (54,8 %) et l'os coracoïde (40,6 %) sont les éléments squelettiques les plus touchés par la fragmentation. Par contre, les phalanges alaires sont les moins cassées (3,2 %).

L'analyse factorielle des correspondances appliquée pour les différentes années d'étude montre que ces derniers se localisent entre les quatre quadrants. L'année 1998 se situe dans le premier quadrant, et l'année 1996 dans le deuxième quadrant. Le troisième quadrant renferme les années 1995 et 1997. Quant à la dernière année 1999, elle est présente dans le quatrième quadrant. Cette disposition indique les différences qui peuvent exister entre les régimes alimentaires d'une année à l'autre. La dispersion des différentes espèces-proies recensées dans le régime alimentaire de la Chouette effraie fait ressortir la présence de cinq groupements particuliers, chacun d'eux concernant l'une des 5 années d'étude. L'application de la classification automatique au régime alimentaire de la chouette effraie selon les années d'étude montre que la distance la plus faible est enregistrée entre les années 1995 et 1996 avec 14.362, qui se ressemblent en composition en espèces-proies ingérées par le prédateur. Par contre les années les plus dissemblables sont 1997 et 1999 avec une distance de 18.787. L'arbre hiérarchique des années d'étude est subdivisé en 4 classes dont la classe 1 renferme 1995 et 1996, ce qui confirme leur ressemblance en termes de proies consommées. Chacune des classes 2 (1997), 3 (1998) et 4 (1999), renferme une seule année. Au terme de ce travail l'étude réalisée a permis de préciser le régime alimentaire de *Tyto alba* sur plusieurs années. L'importance de ce rapace vis à vis de l'agriculture se justifie par son action sur des proies nuisibles.

Perspectives

Il est à rappeler que jusqu'à présent sur les Hauts plateaux que ce soit dans la réserve de Mergueb, aux abords du barrage de Boughzoul ou que ce soit à Benhar, aucune étude du régime trophique de la Chouette effraie n'a comporté un volet portant sur les disponibilités alimentaires. Il faudra combler cette lacune dans différentes stations choisies sur les Hauts plateaux et de répéter l'étude durant plusieurs années consécutives. Il serait utile de mettre en évidence les relations entre les variations interannuelles climatiques avec celles des pullulations périodiques des rongeurs et avec les possibilités de sélection des proies par la Chouette effraie.

Références bibliographiques

- 1 - AMAT J. A. et SORIGUER R. C., 1981 – Analyse comparative des régimes alimentaires de l'Effraie *Tyto alba* et du Moyen-duc *Asio otus* dans l'Ouest de l'Espagne. *Alauda*, Vol.49 (2) : 112 – 120.
- 2 - ATMANI D., 1983 – Régime alimentaire de la Chouette effraie (*Tyto alba*) par analyse des pelotes de réjection. Dipl. ét. sup. (D.E.S.), Inst. sci. biol., Univ. Sétif, 47 p.
- 3 - AULAGNIER S. et THEVENOT M., 1986 – Catalogue des mammifères sauvages du Maroc. *Trav. Inst. sci. sér. zool.*, Rabat, 41 : 1 – 164.
- 4 - AULAGNIER S., THEVENOT M. et GOURVES J., 1999 – Régime alimentaire de la Chouette effraie, *Tyto alba*, dans les plaines et reliefs du Maroc Nord-Atlantique. *Alauda*, 67 (4) : 323 – 336.
- 5 - BARREAU D., ROCHE A. et AULAGNIER S., 1991 – *Eléments d'identification des crânes des rongeurs du Maroc*. Ed. Société française pour l'étude et la protection des mammifères, Puceul, 17 p.
- 6 - BAUDVIN H., 1983 – Le régime alimentaire de la Chouette effraie (*Tyto alba*). *Le Jean le Blanc*, T. 22 : 1 – 108.
- 7 - BAUDVIN H., 1986 – *La Chouette effraie Tyto alba*. Ed. Fond d'Intervention pour les Rapaces, fiche technique, Saint Apollinaire, 7 p.
- 8 - BAUDVIN H., GENOT J.-C. et MULLER Y., 1995 – *Les rapaces nocturnes*. Ed.

Sang de la terre, Paris, 301 p.

- 9 - BAZIZ B., 1991 – Approche bioécologique de la faune de Boughzoul. Régime alimentaire de quelques vertébrés supérieurs. Thèse Ing. agro., Inst. nati. agro., El Harrach, 63 p.
- 10 - BAZIZ B., 2002 – Bioécologie et régime alimentaire de quelques rapaces dans différentes localités en Algérie. Cas de Faucon crécerelle *Falco tinnunculus* Linné, 1758, de la Chouette effraie *Tyto alba* (Scopoli, 1759), de la Chouette hulotte *Strix aluco* Linné, 1758, de la Chouette chevêche *Athene noctua* (Scopoli, 1769), du Hibou moyen-duc *Asio otus* (Linné, 1758) et du Hibou grand-duc ascalaphe *Bubo ascalaphus* Savigny, 1809. Thèse Doctorat d'Etat sci. agro., Inst. nati. agro., El Harrach, 499 p.
- 11 - BAZIZ B., DOUMANDJI S. et MAMMERI B., 1997 – Quelques caractéristiques des pelotes et des proies de la Chouette effraie *Tyto alba* (Scopoli, 1759) (Aves, Tytonidae) dans un parc d'El Harrach et au barrage de Boughzoul. 2^{ème} Journée protection des végétaux, 15 – 17 mars 1997, Dép. zool. agr. for., Inst. nati. agro. El Harrach, p. 63.
- 12 - BAZIZ B., DOUMANDJI S. et MAMMERI B., 1999a – Prédation de la Chouette effraie *Tyto alba* (Aves, Tytonidae) dans la banlieue d'Alger. Proceedings of the International Union of Game Biologists, XXIVth Congress, Thessaloniki, Greece, 20 – 24 septembre 1999 : 217 – 227.
- 13 - BAZIZ B., DOUMANDJI S. et HAMANI A., 1999b – Adaptations trophiques de la Chouette effraie *Tyto alba* (Aves, Tytonidae) dans divers milieux en Algérie. Proceedings of the International Union of Game Biologists, XXIVth Congress, Thessaloniki, 20 – 24 septembre 1999 : 267 – 276.
- 14 - BAZIZ B., SEKOUR M., SOUTTOU K., HAMANI A. et DOUMANDJI S., 2005 – Place de la Mérione de Shaw *Meriones shawi* dans le régime alimentaire de la Chouette effraie *Tyto alba*. 9^{ème} Journée Ornithologie, 7 mars 2005, Dép. zool. agr. for., Inst. nati. agro., El Harrach, p. 40.
- 15 - BAZIZ B., DOUMANDJI S., DENYS C., KHEMICI M., BENBOUZID N. et HAMANI A., 2001 – Données sur la Chouette effraie *Tyto alba* (Scopoli, 1759) (Aves, Tytonidae) en Algérie. *Ornithologia algerica*, Vol. I, (2) : 22 – 32.
- 16 - BAZIZ B., DOUMANDJI S., DENYS C., MARNICHE F., FARHI Y., HAMANI A. et TELAILIA A., 2002 – Adaptations trophiques de la Chouette effraie *Tyto alba* (Aves, Tytonidae) dans diverses zones humides dans le Nord-Ouest de l'Afrique. *Ornithologia algerica*, Vol. II, (1) : 56 – 64.
- 17 - BENBOUZID N., 2000 – Place de la mérione de Shaw *Meriones shawi* trouessarti (Lataste, 1882) (Rodentia, Gerbillidae) dans le régime alimentaire de la Chouette effraie *Tyto alba* (Scopoli, 1759) (Aves, Tytonidae) dans la pineraie de la réserve naturelle de Mergueb. Mémoire Ing. agro., Inst. nati. agro., El Harrach, 98 p.
- 18 - BERSUDER D. et KAYSER Y., 1988 – La prédation des Chiroptères par la Chouette effraie (*Tyto alba*) en Alsace et dans les contrées limitrophes. *Ciconia* 12 (3) : 135 – 152.
- 19 - BESNAULT J., 1980 – Analyse des pelotes de rejection d'une Chouette effraie (*Tyto alba*). *Groupe Sarthois ornithologique, Bull.*(5) : 8 – 11.

-
- 20 - BLONDEL J., 1975 – L'analyse des peuplements d'oiseaux, éléments d'un diagnostic écologique. I – La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P.). *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, Vol. 29 (4) : 533 – 589.
- 21 - BLONDEL J., 1979 – *Biogéographie et écologie*. Ed. Masson, Paris, 173 p.
- 22 - BOCHENSKI Z.M., 1997 – Preliminary taphonomic studies on damage to bird bones by snowy owls *Nyctea scandiaca*, with comments on the survival of bones in palaeontological sites. *Acta. zool. cracov.*, 40 (2) : 279 – 292.
- 23 - BOCHENSKI Z.M. and TOMEK T., 1994 – Pattern of bird bone fragmentation in pellets of the long-eared owl *Asio otus* and its taphonomic implications. *Acta zool. cracov.*, 37 (1) : 177 – 190.
- 24 - BOCHENSKI Z.M., KOROVIN V.A., NEKRASOV A.E. and TOMEK T., 1997 – Fragmentation of bird bones in food remains of imperial eagles (*Aquila heliaca*). *Int. J. Osteoarchaeol.*, (7) : 165 – 171.
- 25 - BOCHENSKI Z.M., TOMEK T., BOEV Z. and MITEV I., 1993 – Patterns of bird bone fragmentation in pellets of the tawny owl (*Strix aluco*) and the eagle owl (*Bubo bubo*) and their taphonomic implications. *Acta zool. cracov.*, 36 (2) : 313 – 328.
- 26 - BOCHENSKI Z.M., HUHTALA K., JUSSILA P., PULLIAINEN E., TORNBERG R. and TUNKKARI P. S., 1998 – Damage to bird bones in pellets of gyrfalcon *Falco rusticolus*. *J. Archaeol. sci.*, (25) : 425 – 433.
- 27 - BON M., ROCCAFORTE P. e SIRNA G., 1997 – Ecologia trofica del barbagianni, *Tyto alba* (Scopoli, 1769), nella pianura veneta centro-orientale (Aves, Strigiformes). *Boll. Mus. civ. Sto. natu. Venezia*, (47) : 265 – 283.
- 28 - BOUKHEMZA M., 1986 – Contribution à l'étude de la Chouette effraie *Tyto alba* Scopoli. Régime alimentaire et prédation dans un milieu sub-urbain à El Harrach (Alger). Thèse Ing. agro., Inst. nati. agro., El Harrach, 45 p.
- 29 - BOUKHEMZA M., 1989 – Données sur le régime alimentaire de la Chouette effraie (*Tyto alba*) dans la banlieue suburbaine d'Alger. *Aves*, 26, (3-4) : 234 – 236.
- 30 - BOUKHEMZA M., 2001 – Etude bioécologique de la Cigogne blanche (*Ciconia ciconia* L., 1775) et du Héron garde-bœuf (*Bubulcus ibis* L., 1775) en Kabylie : analyse démographique, éthologique et essai d'interprétation des stratégies trophiques. Thèse Doctorat d'État sci. agro., Inst. nati. agro. El Harrach, 189 p.
- 31 - BOUKHEMZA M., HAMDINE W. et THEVENOT M., 1994 – Données sur le régime alimentaire du Grand-duc ascalaphe *Bubo bubo ascalaphus* en milieu steppique (Aïn Ouessera, Algérie). *Alauda*, 62 (2) : 150 – 152.
- 32 - BROWN R., FERGUSON J., LAWRENCE M. et LEES D., 1995 – *Reconnaître les plumes, les traces et les indices des oiseaux*. Ed. Bordas Nature, Paris, 232 p.
- 33 - BRUDERER C., 1996 – Analyse taphonomique et systématique des proies contenues dans les pelotes de rejection d'une Chouette effraie africaine (Mauritanie). Mém. maîtrise. biol. pop. éco., Univ. Pierre et Marie-Curie, Paris VI, 34 p.
- 34 - BRUDERER C. et DENYS C., 1999 – Inventaire taxonomique et taphonomique d'un assemblage de pelotes d'un site de nidification de *Tyto alba* de Mauritanie. *Bonn. zool. beitr.* 48 (3-4) : 245 – 257.
- 35 - CHALINE J., BAUDVIN A., JAMMOT D. et SAINT GIRONS M.S., 1974 – *Les*
-

- proies des rapaces, petits mammifères et leur environnement*. Ed. Doin, Paris, 141 p.
- 36 - CHERBI M., 1986 – Contribution à l'étude du peuplement zooplanctonique de trois lacs de barrage Hamiz, Ghrib et Boughzoul. Thèse Doctorat 3^{ème} cycle, Univ. Houari Boumediene, Bab Ezzouar, 143 p.
- 37 - CHOPARD L., 1943 – *Orthoptéroïdes de l'Afrique du Nord*. Ed. Librairie Larose, Paris, coll. « Faune de l'Empire français », T. I, 450 p.
- 38 - COPPA G., 1993 – Observations sur le régime alimentaire de la Chouette effraie (*Tyto alba*) et apports sur l'écologie des micromammifères du département des Ardennes. *Bull. Soc. hist. natu. Ardennes*, 83 : 35 – 41.
- 39 - CUISIN J., 1989 – *L'identification des crânes des passereaux (Passeriformes – Aves)* Dipl. Sup. étud. rech., Univ. Bourgogne, Dijon, 340 p.
- 40 - CUISIN J. et CUISIN M., 1979 – Le régime alimentaire de la Chouette effraie [*Tyto alba* (Scopoli, 1769)] dans le canton des Riceys (Aube) et ses environs immédiats. *L'Oiseau et R.F.O.*, 49 (2) : 81 – 89.
- 41 - DAHMANI F.-Z., 1990 – Données préliminaires sur le régime alimentaire de la Chouette effraie *Tyto alba* Scopoli dans la réserve naturelle de Mergheb (M'Sila). Thèse Ing. agro., Inst. nati. agro., El Harrach, 49 p.
- 42 - DAJOZ R., 1971– *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 434 p.
- 43 - DEJONGHE J.-F., 1983 – *Les oiseaux des villes et des villages*. Ed. Le Point vétérinaire, Paris, 296 p.
- 44 - DENYS C., 1985 – Nouveaux critères de reconnaissance des concentrations de microvertébrés d'après l'étude des pelotes de chouettes du Botswana (Afrique australe). *Bull. Mus. nati. Hist. natu., Paris*, 4^{ème} sér., section A,7 (4) : 879 – 933.
- 45 - DREUX P., 1980 – *Précis d'écologie*. Ed. Presse universitaire de France, Paris, 231 p.
- 46 - FARHI Y. et MAZARI H., 1998 – Contribution à l'étude du régime alimentaire et de la prédation de la Chouette effraie *Tyto alba* (Scopoli, 1759) dans le Lac Tonga, Parc national d'El Kala. Mém. Ing. agro., Inst. agro., Univ. Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, 112 p.
- 47 - FARHI Y., MAZARI H., BOUKHEMZA M., BAZIZ B. et DOUMANDJI S., 1999 – Représentation et fragmentation des éléments squelettiques des rongeurs dans les pelotes de rejection de la Chouette effraie dans le lac Tonga. 4^{ème} Journée Ornithologie, 16 mars 1999, Dép. zool. agri. for., Inst. nati. agro. El Harrach, p. 12.
- 48 - 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 (3) : 105 – 126.
- 49 - GRASSE P.-P. et DEKEYSER P.-L., 1955 – *Ordre des Rongeurs*, pp. 1321 – 1573 cités par GRASSE P.-P., *Traité de Zoologie, Mammifères*. Ed. Masson et Cie, Paris, T. XVII, fasc. 2, pp. 1172 – 2300.
- 50 - GUERIN G., 1928 – *La vie des chouettes. I – Régime et croissance de l'Effraie commune *Tyto alba alba* (L.) en Vendée*. Ed. Paul Lechevalier, Paris, coll. "Encycl. Ornithol.", Vol. IV, 157 p.
- 51 - HAMANI A., 1997 – Régime alimentaire de la Chouette effraie *Tyto alba* (Scopoli, 1759) (Aves, Tytonidae) près du barrage de Boughzoul et à Benhar (Aïn Oussera).

- Mémoire Ing. agro., Inst. nati. agro., El Harrach, 122 p.
- 52 - HAMANI A., BAZIZ B. et DOUMANDJI S., 1998 – Place des rongeurs dans le Régime alimentaire de la Chouette effraie *Tyto alba* (Aves, *Tytonidae*) au barrage de Boughzoul et à Aïn Oussera. 3^{ème} Journée Ornithologie, 17 mars 1998, *Dép. zool. agri. for., Inst. nati. agro., El Harrach*, 4.
- 53 - HAMDY M., 1989 – Contribution à l'étude bioécologique des peuplements orthoptérologiques de la région médio-septentrionale de l'Algérie et de la région de Gabès (Tunisie). Thèse Ing. agro., Inst. nati. agro., El Harrach, 127 p.
- 54 - HARRISON D. L., 1967 – Observations on some rodents from Tunisia, with the description of a new gerbil (Gerbillinae: Rodentia). *Mammalia*, 31 : 381-389.
- 55 - HENNACHE A., 1981– Fluctuations du régime alimentaire de la Chouette effraie (*Tyto alba*) dans la partie Nord-Est de la forêt de Preuilly-s / Claise (Indre). *L'Oiseau et R.F.O.*, 51 (2) : 127 – 138.
- 56 - 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. *Rev. Ecol. (Terre et vie)*, T. 36 : 421 – 434.
- 57 - HUTTERER R., 1986 – The species of *Crocidura* (Soricidae) in Morocco. *Mammalia*, 50 (4) : 521 – 534.
- 58 - IDOUHAR-SAADY H., 2002 – Ethologie et bioécologie en particulier reproduction et régime alimentaire de la Chouette hulotte *Strix aluco* Linné, 1758 (Aves, Strigidae) dans un milieu suburbain à El Harrach. Thèse Magister, Inst. nati., agro., El Harrach, 223 p.
- 59 - JACOB J.-P. et JACOB A., 1980 – Nouvelles données sur l'avifaune du lac de Boughzoul (Algérie). *Alauda*, 48 (4) : 209 – 219.
- 60 - KHEMICI M., 1999 – Régime alimentaire de la Chouette effraie *Tyto alba* (Scopoli, 1759) (Aves, *Tytonidae*) près du lac Ichkeul (Tunisie), à Benhar et à Biskra (Algérie). Mémoire Ing. agro., Inst. nati. agro., El Harrach, 175 p.
- 61 - KHEMICI M., BAZIZ B. et DOUMANDJI S., 2003 – Partages des ressources alimentaires entre la Chouette effraie *Tyto alba* et le Hibou moyen-duc *Asio otus* dans un agro-écosystème à Staoueli (Algérie). *Ornithologia algerica*, Vol. III, (1) : 42 - 52.
- 62 - KOWALSKI K. et RZEBIK-KOWALSKA B., 1991 – *Mammals of Algeria*. Ed. Ossolineum, Wroclaw, 353 p.
- 63 - LASNE L., 1997 – Etude de pelotes de rejection de rapaces. *Ecole nati. vet. d'Alfort, Stage au Mus. nati. Hist. natu.*, 21p.
- 64 - LE BERRE M., 1990 – *Faune du Sahara - Mammifères*. Ed. Lechevalier - R. Chabaud, Paris, coll. "Terres africaines", T. 2, 359 p.
- 65 - LEDANT J.-P. et VAN DIJK G., 1977 – Situation des zones humides algériennes et de leur avifaune. *Aves*, 14 : 217 – 232.
- 66 - LEJEUNE A., 1990 – Ecologie alimentaire de la loutre (*Hydrictis maculicollis*) au lac Muhazi, Rwanda. *Mammalia*, 54 (1) : 33 – 45.
- 67 - LIBOIS R.M., FONS R. et SAINT GIRONS M.-C., 1983 – Le régime alimentaire de

- la Chouette effraie, *Tyto alba*, dans les Pyrénées-orientales. Etude des variations écogéographiques. *Rev. ecol. (Terre et vie)*, Vol. 37 : 187 – 217.
- 68 - MADAGH A., 1996 – *Différentes espèces de rongeurs d'Algérie : Dégâts et lutte*. Ed. Institut nati. protec. vég., El Harrach, 10 p.
- 69 - MICHELAT D. et GIRAUDOUX P., 1992 – Activité nocturne et stratégie de recherche de nourriture de la Chouette effraie *Tyto alba* à partir du site de nidification. *Alauda*, Vol. 60, (1) : 3 – 8.
- 70 - MIKKOLA H., 1983 – *Owls of Europe*. Ed. Carlton, T. and A.D. Poyser, London, 397 p.
- 71 - MORENO E., 1986 – Clave osteologica para la identificación de los passeriformes ibericos. II. Hirundinidae, Prunellidae, Sittidae, Certhiidae, Troglodytidae, Cinclidae, Laniidae, Oriolidae, Corvidae, Sturnidae, Motacillidae. *Ardeola*, 33 (1 - 2) : 69 – 129.
- 72 - MULLER Y., 1989 – Fluctuations d'abondance de la Chouette effraie (*Tyto alba*) en Alsace-Lorraine (France) de 1977 à 1988. *Aves, Actes* : 133 – 141.
- 73 - MULLER Y., 1991 – La Chouette effraie (*Tyto alba*) dans la réserve de la biosphère des Vosges du Nord : fluctuations de populations, reproduction et régime alimentaire. *Ann. Sci rés. bios. Vosges du Nord*, (1) : 91 – 106.
- 74 - OCHANDO B., 1983 – Analyse de pelotes d'une Chouette effraie *Tyto alba*, récoltées sur le domaine de l'Institut national agronomique. *Bull. zool. agri., Inst. nati. agro., El Harrach*, (7) : 18 – 22.
- 75 - PAILLEY M. et PAILLEY P., 2000 – Le régime alimentaire de la Chouette effraie *Tyto alba* en Maine-et-Loire. *Crex*, (5) : 41 – 53.
- 76 - PERRIER R., 1927 – *La faune de la France illustrée. Coléoptères*. Ed. Delagrave, Paris, T. 5, 192 p.
- 77 - PERRIER R., 1932 – *La faune de la France illustrée. Coléoptères*. Ed. Delagrave, Paris, T. 6, 229 p.
- 78 - PERRIN M.-R., 1981 – Prey specificity of the barn owl, *Tyto alba*, in the great fish river valley of the eastern Cape province. *S. Afr. J. Wildl. Res.*, 12 (1) : 14 – 25.
- 79 - PETTER F., 1956 – Evolution du dessin de la surface d'usure des molaires de *Gerbillus*, *Meriones*, *Pachyuromys* et *Sekeetamys*. *Mammalia*, 20 (4) : 419 – 426.
- 80 - PETTER F., 1959 – Evolution du dessin de la surface d'usure des molaires des Gerbillidés. *Mammalia*, 23 (3) : 304 – 315.
- 81 - PHARISAT A., 1995 – Contenu des pelotes de régurgitation de la Chouette effraie (*Tyto alba*) à Vauboulon, près de Vertière (N.W. du département du Doubs). *Bull. Soc. Hist. Natu. Pays de Montbéliard* : 193 – 194.
- 82 - POITEVIN F., CATALAN J., FONTS R. et CROSET H. 1986 – Biologie évolutive des populations Ouest-européennes de crocidures. 1 – Critères d'identification et répartition biogéographique de *Crocidura russula* (Hermann, 1780) et *Crocidura suaveolens* (Pallas, 1811). *Rev. Ecol. (Terre et vie)*, T. 41 : 299 – 314.
- 83 - POULET A.R., 1974 – Rongeurs et Insectivores dans des pelotes d'Effraie en Mauritanie. *Mammalia*, T. 38 (1) : 145 – 146.
- 84 - RAMADE F., 1984 – *Eléments d'écologie – Ecologie fondamentale*. Ed. Mc Graw – Hill, Paris, 397 p.

-
- 85 - RIFAI L.B., AL-MELHIM W.N. and AMR Z.S., 1998 – On the diet of the barn owl, *Tyto alba*, in northern Jordan. *Zool. middle east*,(16) : 31 – 34.
- 86 - RIHANE A., 2003 – Contribution à l'étude du régime alimentaire de la Chouette effraie *Tyto alba* dans les plaines semi-arides du Maroc atlantique. *Alauda*, 71 (3) : 363 – 369.
- 87 - RODE P., 1947 – *Les chauves-souris de France*. Ed. N. Boubée et Cie, Paris, 69 p.
- 88 - ROULIN A., 1998 – Formation des couples en hiver chez l'Effraie des clochers *Tyto alba* en Suisse. *Nos Oiseaux*, (45) : 83 – 89.
- 89 - ROUSSEAU M., 1983 – Etude des *Arvicanthis* du Muséum de Paris par analyses factorielles (Rongeurs, Muridés). *Mammalia*, 47 (4) : 525 – 542.
- 90 - RZEBIK-KOWALSKA B., 1988 – Studies on the genus *Crocidura* (Insectivora, Mammalia) in Algeria. *Acta zool. cracov.*, 31(4) : 167 – 192.
- 91 - SAINT GIRONS M.-C. et THOUY P., 1978 – Fluctuations dans les populations de souris, *Mus spretus* Lataste, 1883, en région méditerranéenne. *Bull. Ecol.*, T. 9 (3) : 211 – 218.
- 92 - SALVATI L., MANGANARO A. and RANAZZI L., 2002 – Aspects of ecology of the Barn Owl *Tyto alba* breeding in a Mediterranean area. *Bird study*, 49 : 186 – 189.
- 93 - SEKOUR M., 2002 – Relations trophiques entre quelques espèces animales de la réserve naturelle de Mergueb. Mém. Ing. agro, Inst. nati. agro. El Harrach, 153 p.
- 94 - SEKOUR M., 2005 – Insectes, oiseaux et rongeurs, proies des rapaces nocturnes dans la réserve naturelle de Mergueb (M'Sila). Thèse Magister agro., Inst. nati. agro., El Harrach, 236 p.
- 95 - SEKOUR M., BAZIZ B., SOUTTOU K., SEKOUR M., DOUMANDJI S., AIT BELKACEM A., et GUEZOUL O., 2005 – Comportement trophique des rapaces nocturnes dans la réserve naturelle de Mergueb. 9^{ème} Journée Ornithologie, 7 mars 2005, *Dép. zool. agri. for., Inst. nati. agro.*, El Harrach, p. 41.
- 96 - SELLAMI M. et BELKACEMI H., 1989 – Le régime alimentaire du Hibou grand-duc *Bubo bubo* dans une réserve naturelle d'Algérie : le Mergueb. *L'Oiseau et R.F.O.*, 59 (4) : 329 – 332.
- 97 - SOUTTOU K., 2002 – Reproduction et régime alimentaire du Faucon crécerelle *Falco tinnunculus* Linné, 1758 (Aves, Falconidae) dans deux milieux l'un suburbain près d'El Harrach et l'autre agricole à Dergana. Thèse Magister sci. agro., Inst. nati. agro., El Harrach, 250 p.
- 98 - STEWART P., 1969 – Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Quelques réflexions. *Bull. Doc. Hist. natu. agro.* :24 – 25.
- 99 - TALBI L., 1999 – Etude comparative du régime alimentaire de la Chouette effraie *Tyto alba* (Scopoli, 1759) (Aves, Tytonidae) et du Hibou moyen-duc *Asio otus* (Linné, 1758) (Aves Tytonidae) dans un agro-écosystème à Staouéli. Mémoire Ing. agro., Inst. nati. agro., El Harrach, 153 p.
- 100 - TORRE A., 1987 – Variazioni stagionali dell'alimentazione del Barbagianni (*Tyto alba*) in una zona rurale della Sardegna Nord-Occidentale. *Atti del Quarto Colloquio Internazionale sui Rapaci Mediterranei, Sant Antiaco (Cagliari)*, 11 – 13 ottobre 1984, *Sapp. Alle. Ric. di Biol. Della Selvaggina, Vol. 12* : 265 – 279.
-

- 101 - TROUDE C., LENOIR R., et PASSOUANT M., 1993 – *Méthodes statistiques sous Lisa - Statistiques multivariées*. CIRAD-SAR, Paris, pp. 69 – 160.
- 102 - VIVIEN M.-L., 1973 – Régimes et comportements alimentaires de quelques poissons des récifs coralliens de Tuléar, Madagascar. *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, T. 27, (4) : 551 – 577.
- 103 - WEESIE D.-M. et BELEMSOBGO U., 1997 – Les rapaces diurnes du ranch de gibier de Nazinga (Burkina Faso) - Liste commentée, analyse du peuplement et cadre biogéographique. *Alauda*, 65 (3) : 263 – 278.
- 104 - WILSON T., 1987 – Le régime alimentaire de la Chouette effraie *Tyto alba* au Mali central. *L'Oiseau et R.F.O.*, 57 (3) : 194 – 200.
- 105 - ZAIME A. et GAUTIER J.-Y., 1989 – Comparaison des régimes alimentaires de trois espèces sympatriques de *Gerbillidae* en milieu saharien au Maroc. *Rev. Ecol. (Terre et vie)*, T. 44, (3) : 263 – 278.

Annexes

Annexes 1

Tableau 21 – Présence et absence des proies trouvées dans les pelotes de rejection de *Tyto alba* en fonction des années aux abords du barrage de Boughzoul.

THEME Variations du régime alimentaire de la Chouette effraie *Tyto alba* (Scopoli, 1759) (Aves, Tytonidae) aux abords du barrage de Boughzoul

| | Espèces proies | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|-----|----------------------------------|------|------|------|------|------|
| 001 | Zygoterasp.ind. | - | + | - | - | - |
| 002 | Orthopterasp. ind. | + | - | - | - | - |
| 003 | <i>Tettigonia albifrons</i> | - | - | - | + | - |
| 004 | <i>Platycleis</i> sp. | - | - | - | + | - |
| 005 | <i>Gryllus bimaculatus</i> | + | + | - | + | - |
| 006 | <i>Gryllus</i> sp. | - | + | - | + | - |
| 007 | <i>Gryllulus</i> sp. | - | - | - | + | - |
| 008 | Gryllidaesp. ind. | - | + | + | - | - |
| 009 | <i>Labidura riparia</i> | - | + | - | - | - |
| 010 | Carabidae sp.ind. | + | + | - | - | - |
| 011 | Scarabeidae sp.ind. | + | + | - | - | - |
| 012 | <i>Rhizotrogus</i> sp. | + | + | - | + | + |
| 013 | Tenebrionidaeind. | + | + | - | - | - |
| 014 | <i>Tentyria</i> sp. | - | + | - | - | - |
| 015 | <i>Pimelia</i> sp. | + | - | + | - | - |
| 016 | Cerambycidae sp.ind. | + | - | - | - | - |
| 017 | <i>Ocypus olens</i> | - | - | - | + | - |
| 018 | <i>Plagiographus obliquus</i> | - | + | - | - | - |
| 019 | <i>Larinus</i> sp. | - | + | - | - | - |
| 020 | Noctuidae sp.ind. | + | + | + | - | - |
| 021 | <i>Charadrius hiaticula</i> | + | - | - | + | - |
| 022 | <i>Calidris minuta</i> | - | - | - | + | + |
| 023 | <i>Gallinago gallinago</i> | - | - | - | + | - |
| 024 | <i>Streptopelia</i> sp. | - | - | - | + | - |
| 025 | <i>Streptopelia senegalensis</i> | - | - | - | + | - |
| 026 | <i>Galerida cristata</i> | + | - | + | + | - |
| 027 | <i>Hirundo rustica</i> | - | - | - | + | - |
| 028 | <i>Delichon urbica</i> | + | - | - | - | - |
| 029 | <i>Motacilla alba</i> | - | + | - | + | + |
| 030 | Sylviidae sp. ind. | - | - | - | + | - |
| 031 | <i>Phylloscopus collybita</i> | + | - | - | + | + |
| 032 | Turdidae sp.ind. | - | - | - | + | - |
| 033 | <i>Parus major</i> | - | - | - | + | - |
| 034 | <i>Emberiza calandra</i> | - | + | - | + | - |
| 035 | <i>Emberiza schoeniclus</i> | - | - | - | - | + |
| 036 | <i>Acanthis cannabina</i> | - | - | - | + | - |
| 037 | <i>Passer</i> sp. | + | + | - | + | + |
| 038 | <i>Sturnus vulgaris</i> | + | + | + | + | + |
| 039 | <i>Atelerix algirus</i> | - | - | - | - | + |
| 040 | <i>Crocidura russula</i> | - | - | + | + | - |
| 041 | <i>Crocidura whitakeri</i> | - | + | - | + | + |
| 042 | <i>Suncus etruscus</i> | + | + | + | + | + |
| 043 | <i>Myotis blythi</i> | - | - | - | - | + |
| 044 | <i>Jaculus orientalis</i> | + | + | - | + | - |

| | | | | | | |
|-----|-----------------------------|---|---|---|---|---|
| 045 | <i>Gerbillus gerbillus</i> | - | - | - | + | + |
| 046 | <i>Gerbillus campestris</i> | - | - | - | + | - |
| 047 | <i>Gerbillus nanus</i> | + | - | - | + | + |
| 048 | <i>Gerbillus pyramidum</i> | - | + | - | + | - |
| 049 | <i>Dipodillus simoni</i> | + | + | + | + | + |
| 050 | <i>Meriones shawi</i> | + | + | + | + | + |
| 051 | <i>Pachyuromys duprasi</i> | - | + | - | + | - |
| 052 | <i>Psammomys obesus</i> | + | + | + | + | + |
| 053 | <i>Apodemus sylvaticus</i> | - | + | - | - | - |
| 054 | <i>Mus musculus</i> | + | + | + | + | + |
| 055 | <i>Mus spretus</i> | + | + | + | + | + |
| 056 | <i>Rattus norvegicus</i> | - | - | - | - | + |