

Ecole Nationale Supérieure Agronomique – El Harrach - Alger
Thèse en vue de l'obtention du diplôme de Magister en sciences agronomiques
Département : Zoologie agricole et forestière
Spécialité : Protection des végétaux – Zoophytatrie Option : Zoophytatrie

Etude du comportement trophique et de la nidification de *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans un milieu sub urbain dans l'algérois

Présenté par :

Mr MERZOUKI Youcef

Directeur de thèse M^{me}. DAOUDI-HACINI Samia Maître de conférence (E.N.S.A)
Soutenu le 17/11/2009

Devant le jury : Présidente : M^{me}. DOUMANDJI – MITICHE Bahia Professeur (E.N.S.A)

Examineurs : M^r. DOUMANDJI Salaheddine Professeur (E.N.S.A) M^r. BAZIZ Belkacem Maître de conférence (E.N.S.A) M^r. BENCHIKH Chafie Chargé de cours (Univ.Laghouat)

Table des matières

Remerciements . .	6
Résumé . .	7
Abstract . .	8
ص خ لم . .	9
Introduction générale . .	10
Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude . .	12
1.1. – Situation géographique du Sahel algérois . .	12
1.2. – Facteurs abiotiques . .	12
1.2.1. – Facteurs édaphiques . .	12
1.2.2. – Facteurs climatiques . .	14
1.2.3. – Synthèse des données climatiques . .	16
1.3 – Facteurs biotiques . .	18
1.3 1. – Données bibliographiques sur la végétation du Sahel algérois . .	18
1.3 2. – Données bibliographiques sur la faune du Sahel algérois . .	19
Chapitre 2 : Méthodologie utilisée pour l'étude des disponibilités alimentaires, du régime alimentaire et de la nidification de l'Hirondelle de fenêtre aux Pins maritimes. . .	20
2.1. – Choix et description de la station d'étude . .	20
2.2. – Choix du modèle biologique : l'Hirondelle de fenêtre . .	20
2.3. – Méthodes utilisées pour l'étude du régime alimentaire . .	21
2.3.1. – Collecte des fientes de <i>Delichon urbica</i> . .	22
2.3.2. – Méthode de trituration des fientes . .	22
2.3.3. – Détermination des espèces-proies . .	23
2.3.4 – Dénombrement des espèces proies consommées par <i>Delichon urbica</i> . .	25
2.3.5. – Estimation de la taille des espèces-proies potentielles ou consommées . .	25
2.4. – Echantillonnage des disponibilités trophiques en proies du milieu . .	29
2.4.1. – Station d'échantillonnage des disponibilités en proies potentielles . .	29
2.4.2. – Méthode du fauchage à l'aide d'un filet fauchoir . .	30
2.5. – Méthode de l'étude de la nidification de l'Hirondelle de fenêtre dans la station des pins maritimes de 2007 à 2009 . .	33
2.5.1 – Recensement des nids de <i>Delichon urbica</i> dans la station des pins maritimes . .	33
2.5.2 – Evolution de la nidification de l'Hirondelle de fenêtre <i>Delichon urbica</i> dans la station des pins maritimes de 2007 à 2009 . .	33
2.5.3 – Distribution des nids de l'Hirondelle de fenêtre selon l'exposition des façades hébergeant les nids . .	33
2.6. – Méthodes d'exploitation des résultats . .	33
2.6.1. – Qualité de l'échantillonnage des espèces-proies potentielles ou consommées . .	34
2.6.2. – Exploitation des résultats par les indices écologiques . .	34
2.6.3. – Utilisation d'autres indices . .	37

2.6.4. – Exploitation des résultats par une méthode statistique : Analyse factorielle des correspondances . . .	38
Chapitre 3 : Résultats sur la bioécologie et le régime alimentaire de l’Hirondelle de fenêtre <i>Delichon urbica</i> dans la station des pins maritimes . . .	39
3.1. - Disponibilités alimentaires de <i>Delichon urbica</i> dans la station des pins maritimes . . .	39
3.1.1. - Qualité de l’échantillonnage des espèces d’invertébrés inventoriées grâce au filet fauchoir dans la station des pins maritimes . . .	39
3.1.2. - Exploitation des résultats par des indices écologiques . . .	40
3.1.3. - Variations mensuelles des tailles des espèces d’invertébrés inventoriées grâce au filet fauchoir aux pins maritimes . . .	45
3.2. - Résultats sur le régime alimentaire de <i>Delichon urbica</i> dans la station des pins maritimes en 2007 . . .	46
3.2.1. - Qualité de l’échantillonnage des espèces-proies trouvées dans les fientes de <i>Delichon urbica</i> dans la station des pins maritimes . . .	46
3.2.2. - Variations de nombres de proies par fiente de <i>Delichon urbica</i> dans la station des pins maritimes . . .	48
3.2.3. - Exploitation des résultats par des indices écologiques . . .	48
3.2.4. - Exploitation des résultats par d’autres indices . . .	58
3.2.5 - Exploitation des résultats par l’analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) . . .	66
3.3. - Etude de la nidification de l’Hirondelle de fenêtre dans la station des pins maritimes . . .	68
3.3.1 - Recensement des nids de <i>Delichon urbica</i> dans la station des pins maritimes . . .	68
3.3.2 - Evolution de la nidification de <i>Delichon urbica</i> dans la station d’étude . . .	69
3.3.3 - Distribution des nids de l’Hirondelle de fenêtre selon les expositions de façades hébergeant les nids . . .	70
Chapitre 4 : Discussions sur les disponibilités trophiques et le régime alimentaire de l’Hirondelle de fenêtre aux pins maritimes . . .	72
4.1. – Discussions sur les disponibilités trophiques obtenues grâce au filet fauchoir . . .	72
4.1.1. – Qualité de l’échantillonnage . . .	72
4.1.2. – Discussions sur les indices écologiques appliqués aux disponibilités trophiques . . .	72
4.1.3. – Discussions sur les classes de tailles des espèces d’invertébrés inventoriées grâce au filet fauchoir . . .	76
4.2. – Régime alimentaire de l’Hirondelle de fenêtre . . .	76
4.2.1. – Qualité de l’échantillonnage . . .	76
4.2.2. – Nombre de proies par fientes de l’Hirondelle de fenêtre . . .	77
4.2.3. – Etude du régime alimentaire de l’Hirondelle de fenêtre à travers des indices écologiques . . .	77
4.2.4. – Exploitation des résultats par d’autres indices . . .	84
4.2.5 – Exploitation des résultats par la méthode statistique . . .	88
4.3. – Nidification de l’Hirondelle de fenêtre dans la station des pins maritimes . . .	89
4.3.1 – Nombre de nids construits dans la colonie installée aux pins maritimes . . .	89

4.3.2 – Evolution de la nidification de <i>Delichon urbica</i> dans la station d'étude de 2007 jusqu'à 2009 . .	90
4.3.3 – Distribution des nids de l'Hirondelle de fenêtre selon les expositions de façades hébergeant les nids . .	90
Conclusion générale . .	92
Références bibliographiques . .	94
Annexes . .	103
Annexe 1: Aperçu sur la flore du Sahel algérois . .	103
Annexe 2: Aperçu sur la faune du Sahel algérois . .	103
Annexe 3 . .	104
Annexe 4 . .	105
Annexe 5 . .	109

Remerciements

Tout d'abord, je remercie Dieu qui m'a permis de mener à bien ce travail. Par la suite, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à M^{me} DAOUDI-HACINI Samia maitre de conférences à l'institut national agronomique d'El-Harrach pour avoir accepté de diriger ce travail et m'avoir fait bénéficier de son expérience. Sa gentillesse et sa disponibilité m'ont beaucoup facilité le travail.

Mes remerciements vont à M^{me} DOUMANDJI-MITICHE Bahia professeur à l'institut national agronomique d'El-Harrach pour avoir accepté de présider le jury de cette thèse.

Mes remerciements vont également à M^r DOUMANDJI Salaheddine, professeur à l'institut national agronomique d'El-Harrach pour son aide, ses précieux conseils et de bien vouloir mettre son savoir et son expérience au service des étudiants. Je le remercie encore une fois d'avoir accepté de juger ce travail.

Il me faut vivement remercier M^r BAZIZ Belkacem maitre de conférences à l'institut national agronomique d'El-Harrach et M^r BENCHIKH Chafie chargé de cours à l'Université de Laghouat pour avoir accepté de juger le présent travail.

Par ailleurs je tiens à remercier vivement encore une fois M^r BAZIZ Belkacem pour avoir mis à ma disposition une riche documentation et pour m'avoir orienté vers la station des Pins maritimes.

Je tiens à remercier M^r SEKOUR Makhoulf et M^r SOUTTOU Karim pour leur aide lors des sorties sur le terrain, leurs précieux conseils et de m'avoir fait bénéficier de leur expérience.

Je tiens à exprimer mes profondes reconnaissances à M^{mes} SAADA Nassima et BENZARA Faiza pour leur disponibilité au niveau de la bibliothèque du département.

Mes remerciements s'adressent également à toutes les personnes qui de près ou de loin ont contribué à ce travail notamment toute l'équipe du département de zoologie agricole et forestière de l'institut national agronomique d'El-Harrach.

Résumé

Etude du comportement trophique et de la nidification de *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans un milieu sub urbain dans l'algérois.

Dans la présente étude, deux aspects bioécologiques de l'Hirondelle de fenêtre retiennent l'attention, en l'occurrence la stratégie trophique et la nidification. Elle s'est déroulée dans la station des pins maritimes (Sahel algérois) durant l'intervalle 2007.

L'étude des disponibilités alimentaires de la station d'étude montre que les hyménoptères (31,7 %), les homoptères (24,1 %) et les acariens (21,3 %) sont les taxons les plus disponibles sur le terrain.

Alors que l'analyse de 120 fientes nous a permis de dénombrer 8425 proies consommées par *Delichon urbica* réparties en 382 espèces. Les arthropodes les plus consommés sont les Hymenoptera (56,8 %) dont les Formicidae (53,3 %) sont les plus recherchés. En outre, l'Hirondelle de fenêtre se comporte comme un prédateur insectivore généraliste ($E = 0,6$) dans la station des pins maritimes.

Pour ce qui concerne la nidification, les résultats montrent que le nombre de nids connaît une nette régression au cours des années d'étude (2007 /2009). Alors que l'exposition des nids sur les façades par rapport aux points cardinaux ne montre aucune différence significative.

Mots clés : *Delichon urbica*, disponibilités alimentaires, régime alimentaire, fiente, nidification

Abstract

Study of the trophic behavior and the nesting of *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) in an urban sub medium in the inhabitant of Algiers.

In the present study, two aspects bioecologic of the House martin hold the attention, in fact the trophic strategy and the nesting. It was held in the station of the pines maritime (Algiers Sahel) during the interval 2007. The study of the food availabilities of the station of study shows that the Hymenoptera (31. 7%), Homoptera (24. 1%) and the Acari (21. 3%) are tax them most available on the ground. Whereas the analysis of 120 droppings enabled us to count 8425 preys consumed by *Delichon urbica* divided into 382 species. The most consumed arthropods are Hymenoptera (56.8%) whose Formicidae (53.3%) are most required. Moreover, the House martin this comprises like an insectivorous predator general practitioner ($E = 0.6$) in the station of the pines maritime. As regards concerns the nesting, the results show that the number of nests knows a clear regression during the years of study (2007/2009). Whereas the exposure of the nests on the frontages compared to the cardinal points does not show any significant difference.

Key words: House martin, availabilities food, food mode, droppings, nesting.

ص خ لم

دراسة النمط الغذائي و التحشيشي لطائر سنونو النافذة *Delichon urbica* Linné, 1758

بمنطقة شبه حضرية في الجزائر (Aves, Hirundinidae)

إن ما جلب الانتباه في الدراسة الحالية جانبيين بيواكولوجية لسنونو النافذة و هما الإستراتيجية الغذائية و التحشيشية لطائر السنونو في منطقة السنونير البحري خلال المدة الممتدة بين 2007-2009. إن دراسة المخزون الغذائي في منطقة السنونير البحر بينت انه من بين مفصليات الأرجل الأكثر تواجدا في المنطقة هم غسائيات الأجنحة بنسبة 31.7%، متساوية الأجنحة بنسبة 24.1% والقمل بنسبة 21.3%. كذلك إن دراسة النمط الغذائي لطائر سنونو النافذة بمنطقة السنونير البحري قد تم عن طريق تحليل 120 جلة بطريقة الكحول السائل، 20 جلة كل شهر، عندها استدلنا أن الحشرات تكون الأغلبية الساحقة في تركيب غذاء هذا الطائر، أين تم إحصاء 8425 فريسة موزعة على 382 نوع، من بين مفصليات الأرجل الأكثر استهلاكها نجد غسائيات الأجنحة بنسبة 56.8% وبالخصوص القمل بنسبة 53.3% من مجموع الفرائس المستهلكة فمن هذا كله تبين لنا بان طائر سنونو النافذة بعد حاشر عام أو انتهازية.

فيما يخص تحشيش طائر سنونو النافذة بمنطقة السنونير البحري بينت الدراسة تراجع ملموس في عدد الأعشاش، إن تطور التحشيش وفقا لاتجاه الوجيهات إلى الجهات الأصلية ، بينت انه لا وجود لأي فرق بين عدد الأعشاش المتواجدة في مختلف الوجيهات بنسبة لسنة 2007 و 2008.

كلمات المفتاح:

Delichon urbica طائر سنونو، تحشيش، النمط الغذائي، المخزون الغذائي، الجلة.

Introduction générale

Depuis que l'homme a développé la culture intensive dans le domaine de l'agriculture moderne, plusieurs problèmes furent créés à la suite de ce développement, qui a fait augmenter le rendement tout en fragilisant la plante cultivée (A.I.E.A., 2004). Cette dernière est devenue une cible parfaite que ce soit pour les maladies, que pour les ravageurs, dont les insectes participent inégalement. Les insectes nuisibles constituent une grave menace pour le domaine agricole. En effet, ils peuvent dévaster des cultures entières et transmettre des maladies tant aux plantes cultivées qu'au bétail (A.I.E.A., 2004). D'après des estimations prudentes, les pertes alimentaires causées par ces insectes sont de l'ordre de 25 à 35 % (A.I.E.A., 2004). Alors ici apparaît le rôle positif des prédateurs notamment à régime alimentaire insectivore.

La prédation constitue un processus écologique essentiel dans le contrôle de la taille des populations de proies (RAMADE, 1984). Les insectes sont parmi les classes animales les plus prospères. Ces derniers se reproduisent en grand nombre et ils constituent par conséquent, l'une des principales sources d'alimentation pour les oiseaux (DORST, 1971). De ce fait, pour empêcher la pullulation rapide des populations d'Arthropodes on devrait accorder une attention particulière aux oiseaux insectivores qui jouent un rôle important dans la limitation des insectes nuisibles et contribuent dans une large mesure à la sauvegarde de l'équilibre de l'écosystème et sont donc des alliés de l'agriculture. Parmi ces oiseaux, nous citons l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica*. Cette dernière est une espèce très commune dans les villes du Nord en Algérie durant le printemps et l'été. Elle arrive dans la partie septentrionale du pays en avril et repart au cours du mois de septembre (KONIG, 1968 et HEINZEL et al., 1992). Ces oiseaux sont qualifiés de visiteurs d'été par YEATMAN (1976). *Delichon urbica* de par son régime alimentaire constitué strictement d'insectes demeure un allié certain de l'agriculteur car elle joue un rôle de régulateur des espèces nuisibles vis à vis des cultures parmi lesquelles on peut citer des Formicidae, des Pentatomidae et Scutelleridae et des Aphidae. Mais ces admirables oiseaux restent bien fragiles devant les contraintes imposées par l'homme moderne avec l'utilisation des pesticides, le bétonnage des espaces verts, la destruction directe des nids sont là quelques exemples qui ont induit une régression alarmante des populations d'hirondelles (MENNESSIER, 1989). Dans le monde plusieurs auteurs se sont penchés sur différents aspects de la bioécologie des Hirundinidae, notamment sur leur régime alimentaire (GUNTEN, 1961; BRYANT, 1973; 1979; WAUGH, 1979; KOZENA, 1975, 1979, 1980 et 1983; PRODON, 1982; KOPIJ, 2000 et CHISAMERA et MANOLE, 2005, 2007), leur reproduction (BRYANT et WESTERTERP, 1980; WESTERTERP et BRYANT, 1984; SCHMID, 1995), leur vol (BRUDERER et al., 2001) et leur pathologie (SHELDON et WINKLER, 1999; CHRISTE et al., 2001; PARK et al., 2000). Par contre en Algérie très peu d'études sont consacrées aux hirondelles. Les premières données bioécologiques sur l'Hirondelle de fenêtre sont fournies par HEIM de BALSAC, 1924, 1926; HEIM de BALSAC et MAYAUD, 1962; ETCHECOPAR et HUE, 1964; LEDANT et al., 1981). Cependant au cours de la dernière décennie, des travaux sont entrepris sur la bioécologie des Hirundinidae (DOUMANDJI, 1988; HACINI et DOUMANDJI, 1998; DAOUDI- HACINI et al., 1999, 2000; BENCHIKH et al., 2002; DAOUDI et al., 2002; FARHI et al., 2002; BENCHIKH et al., 2003; FARHI et al., 2003 a; FARHI et al., 2003 b; BENCHIKH et al., 2004; FARHI et al., 2004;

KISSERLI et DOUMANDJI, 2005; BENCHIKH et *al.*, 2005 a; BENCHIKH et *al.*, 2005 b; FARHI et *al.*, 2005; BENCHIKH et *al.*, 2006; DAOUDI - HACINI et *al.*, 2006 et BENCHIKH et *al.*, 2007). D'autres travaux sont effectués au sein du laboratoire d'Ornithologie du département de zoologie agricole et forestière dans le cadre de la préparation de mémoires d'ingénieurs ou de thèses de magisters (HACINI, 1995; LAYAIDA, 1996; ZAIDI, 1996; HADJ HENNI, 1997; KISSERLI, 1997; HAMADACHE, 1999; MERZOUKI, 2000; ALLOUCHE, 2000; BENCHIKH, 2001 et 2004; FARHI, 2002 et DAOUDI - HACINI, 2004).

Nous visons par cette étude d'enrichir les études déjà effectuées dans le même cadre et d'apporter un plus pour une meilleure compréhension du régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre.

Dans la présente étude, le premier chapitre traite les caractéristiques du milieu d'étude choisi et sa situation géographique. Les diverses méthodes employées sur terrain et au laboratoire ainsi que les techniques utilisées pour exploiter les résultats sont regroupées dans le deuxième chapitre. Quant au troisième chapitre il est consacré aux résultats obtenus sur les disponibilités trophiques et le régime alimentaire de *Delichon urbica* ainsi que la nidification de l'Hirondelle de fenêtre. En fin les résultats sont discutés avec d'autres travaux effectués dans le monde et sont regroupés dans le quatrième chapitre. Une conclusion générale assortie de perspectives clôture ce travail.

Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude

Pour mieux situer notre milieu d'étude, nous allons étudier les caractéristiques de la région du Sahel algérois, tels que la situation géographique, les paramètres édaphiques, les composantes climatiques, l'analyse climatique, et en fin les facteurs biotiques représentés par la flore et la faune.

1.1. – Situation géographique du Sahel algérois

Le présent travail s'est déroulé dans un milieu sub urbain aux pins maritimes qui se situe dans le Sahel algérois, région de faible altitude située autour d'Alger et limitée au Nord par la mer Méditerranée, à l'Ouest par le mont Chenoua, au Sud par la plaine de la Mitidja et à l'Est par l'Oued Hamiz (36° 39' à 36° 49' N.; 2° 24' à 3° 20' E.) (Fig. 1).

1.2. – Facteurs abiotiques

Les facteurs abiotiques qui retiennent l'attention sont d'ordres édaphiques et climatiques.

1.2.1. – Facteurs édaphiques

Les facteurs édaphiques si importants pour les plantes et les animaux n'interviennent que d'une façon indirecte sur les oiseaux par l'intermédiaire de la végétation (LAMOTTE et BOURLIERE, 1969). Les facteurs édaphiques comprennent toutes les propriétés physiques et chimiques du sol qui ont une action écologique sur les êtres vivants (DREUX, 1980). Les sols constituent l'élément essentiel des biotopes propres aux écosystèmes continentaux. La nature du sol et l'importance de sa couverture végétale joue un rôle fondamental au niveau microclimatique (RAMADE, 1984). Selon MUTIN (1977) et HADDAB et ABIB (1995), dans le Sahel, nous distinguons trois classes de sols, les sols peu évolués, les sols à sesquioxydes de fer et les sols carbonatés (calcimagnésiques).



Echelle : 1/1.500.000 Km

Fig. 1 - Situation géographique du Sahel algérois d'étude (MUTIN, 1977, modifié)

1.2.1.1 – Sols peu évolués

Selon MUTIN (1977) et DUCHAUFOR (1976), la totalité des sols peu évolués sont d'apport alluvial. Ils sont peu épais et recouvert souvent d'anciens sols rouges et bruns méditerranéens fossiles. Ces sols ont un pH proche de 8 et contiennent relativement peu de calcaire. Ils portent essentiellement des cultures annuelles comme les céréales, les fourrages et la vigne.

1.2.1.2 – Sols à sesquioxydes de fer

Selon MUTIN (1977), ces sols sont mentionnés au pied du Sahel. Se sont des sols à texture argilo-limoneuse, de couleur rouge, leur teneur en calcaire est importante se situant entre 16 et 20 %. Ils conviennent parfaitement à la culture de la vigne, ainsi qu'aux cultures annuelles et maraîchères. DUCHAUFOR (1983) note que sur le plan écologique ces sols caractérisent les régions à climat suffisamment humide pour permettre le développement de formations ligneuses. Les sols riches en sesquioxydes de fer se retrouvent dans les zones intertropicales, partout où les précipitations sont suffisantes pour permettre le développement de forêts ou autre formations végétales comportant des plantes ligneuses (RAMADE, 1984).

1.2.1.3. – Sols carbonatés (calcimagnésiques)

Ce type de sols est présent au pied du Sahel ou bien à l'extrémité orientale de la plaine. Ils sont développés sur des alluvions limono-argileuses calcaires. Ces sols conviennent à la vigne, aux cultures annuelles et maraîchères (MUTIN, 1977). DUCHAUFOR (1983) quand le carbonate de calcium est particulièrement abondant dans une roche et libéré sous une forme active, il provoque une évolution directe du sol. Selon ce même auteur la nature et

la composition des matériaux calcaires constituent le facteur écologique fondamental qui conditionne la formation et l'évolution des sols calcimagnésiques.

1.2.2. – Facteurs climatiques

Pour la présente étude, les facteurs climatiques les plus importants du point de vue leur action sur les être vivants sont la température, la pluviométrie, l'humidité relative et le vent. En effet, ces facteurs climatiques agissent à tous les stades du développement de l'oiseau en limitant l'habitat de l'espèce (BOURLIERE, 1950). Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution des êtres vivants (FAURIE et al., 1980). Le climat du Sahel algérois est de type méditerranéen, il se caractérise par un hiver doux et pluvieux et par un été sec et chaud. Comme il n'existe pas de station météorologique dans la station des pins maritimes, les données climatiques adoptées proviennent de celle de Dar-El-Beida, située à 20 Km au sud-est d'Alger.

1.2.2.1. – Températures

La température est le facteur climatique le plus important. En effet chaque espèce ne peut vivre que dans certain intervalle de température (DREUX, 1980). Selon RAMADE (1984) la température représente un facteur limitant car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère. La température est un facteur climatique dont le rôle est déterminant dans la vie des oiseaux, son action se manifeste de l'œuf jusqu'à l'adulte (BOURLIERE, 1950). Les valeurs des températures enregistrées à Dar el Beida de 2007 et 2008 sont mentionnées dans le tableau 1.

Tableau 1 – Températures moyennes mensuelles, maxima et minima de Dar El Beida en 2007 et 2008

Années	Températures	Mois											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2007	M °C.	18,3	19,4	18,6	20,3	26,3	28,2	31,4	32,7	28,6	24,5	19,4	17
	m. °C.	4,9	7,7	7,2	11,3	12,1	16,5	18,3	19,9	17,3	14,3	8,3	6,4
	(M + m)/2	11,6	13,6	12,9	15,8	19,2	22,4	24,9	26,3	23,0	19,4	13,9	11,7
2008	M °C.	18	18,9	19,8	23,2	24,1	28,3	32,2	32,2	29,6	25,9	19,5	16,3
	m. °C.	4,7	6,3	6,8	8,8	13,5	15,5	20,4	19,4	18,6	14,6	8,6	5,6
	(M + m)/2	11,4	12,6	13,3	16	18,8	21,9	26,3	25,8	24,1	20,3	14,1	11,0

(O.N.M., 2007 et 2008)

- M : est la moyenne mensuelle de températures maxima.
- m : est la moyenne mensuelle de températures minima.
- (M + m) / 2 : Moyenne mensuelle des températures

D'après le tableau 1, en 2007, le mois le plus froid est janvier avec une température moyenne égale à 11,6 °C. Par contre le mois le plus chaud est août avec une température moyenne de 26,6°C. Pour l'année 2008, le mois le plus froid est décembre avec une température moyenne égale à 11,0 C. Par contre le mois le plus chaud est juillet avec une température moyenne de 26,3°C.

1.2.2.2. – Pluviométries

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres. (RAMADE, 1984). L'eau est essentielle dans la vie, elle exerce son influence sur la vitesse de développement des animaux, sur leurs répartitions dans les biotopes et sur la densité de leurs populations (DAJOZ, 1971). La répartition annuelle des précipitations ou bien son rythme sont plus importants que sa valeur volumique absolue (RAMADE, 1984). Dans les pays méditerranéens la presque totalité des pluies tombent pendant la période de végétation, depuis l'automne jusqu'au printemps, l'été étant sec (EMBERGER, 1971). Cette pluviométrie influe en premier lieu sur la flore et agit également sur le comportement alimentaire, sur la reproduction des oiseaux et sur la biologie des autres espèces animales (MUTIN, 1977). Les pluies ordinaires ne mouillent pas de façon dangereuse le plumage des oiseaux. Mais lors d'orages très violents, les plumes peuvent être mouillées à un point tel que la mort s'ensuit (BOURLIERE, 1950). Les valeurs des précipitations mensuelles obtenues à Dar El Beida pour l'année 2007 et 2008 exprimées en mm sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2 – Précipitations mensuelles obtenues à Dar El Beida pour l'année 2007 et 2008 exprimées en mm

Années	Mois												Totaux
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2007	5,1	55,6	148,1	60,7	16,3	9,9	2,0	10,9	37,1	50,8	269,8	80	746,3
2008	19,6	3,6	56,4	18,8	74,2	2,6	9,2	0	22,4	69,3	122,7	101,9	500,7

(O.N.M., 2007 et 2008)

P : Précipitations mensuelles exprimées en millimètres

D'après le tableau 2, durant l'année 2007 on constate une irrégularité en volume et en répartition du régime pluviométrique. Le mois le plus pluvieux est novembre où on a enregistré 269,8 mm de pluies, alors que le mois le plus sec est juillet correspondant à 2 mm. Le total des précipitations notées est égal à 746,3 mm. De même en 2008, le mois le plus pluvieux est novembre pendant lequel 122,7 mm de pluie sont enregistrés alors que le mois le plus sec est août correspondant à 0 mm. La hauteur annuelle des précipitations en 2008 est 500,7mm.

1.2.2.3. – Humidité relative de l'air

Selon DREUX (1980) l'humidité n'en est pas moins un facteur écologique fondamental, elle est définie comme le rapport en pourcentage de la pression réelle de vapeur d'eau à la pression de la vapeur saturante à la même température. FAURIE et *al.* (1980) précisent que l'humidité relative de l'air dépend de plusieurs facteurs notamment de la quantité d'eau tombée, du nombre de jours de pluie, de la température des vents et la morphologie de la station considérée. Selon DAJOZ (1971), l'humidité relative agit sur la densité des populations en provoquant une diminution du nombre d'individus lorsque les conditions hygrométriques sont défavorables.

1.2.2.4. – Vents

Le vent constitue dans certains biotopes un facteur écologique limitant (RAMADE, 1984). Le Sahel algérois connaît le long de l'année des vents de direction et d'intensité variable. Le type le plus redoutable est le sirocco qui est un vent sec et chaud qui souffle du sud pendant une durée de plusieurs heures (SELTZER, 1946). Il souffle en toutes saisons, avec

une légère prédominante printanière et estivale (MUTIN, 1977). Les vents forts ralentissent les migrations ou même les arrêtent, s'ils sont surpris en route, ils risquent l'épuisement, la mort ou bien sont entraînés loin de leur itinéraire (LINDAHL, 1980).

1.2.3. – Synthèse des données climatiques

La Synthèse climatique est basée sur le diagramme ombrothermique de Gaussen et le Climagramme pluviométrique d'Emberger.

1.2.3.1. – Diagramme ombrothermique de Gaussen

Le diagramme ombrothermique de Gaussen permet de définir les mois secs (MUTIN, 1977). Gaussen considère que la sécheresse s'établit lorsque les précipitations totales exprimées en mm sont inférieures au double de la température exprimée en degrés Celsius ($P \leq 2T$) (DAJOZ, 1971). Ainsi le climat est sec quand la courbe des températures descend au dessous de celle des précipitations et il est humide dans le cas contraire (BAGNOULS et GAUSSEN, 1953; DREUX, 1980). Le diagramme ombrothermique de la région de Dar El-Beida pour l'année 2007 montre la présence de deux périodes bien distinctes l'une sèche et chaude s'étalant depuis la fin de mai jusqu'à la mi-novembre et l'autre humide et froide allant de la mi-novembre jusqu'à la fin mai. Cependant il est à signaler que la période humide est entrecoupée en janvier par près de deux semaines de sécheresse. En 2008 la période sèche s'étale sur 4 mois. Elle va de la troisième décade de mai jusqu'au début d'octobre. Quant à la période humide, elle dure 8 mois. Elle commence au début d'octobre et s'arrête à la fin de mai. Il est à remarquer la présence de deux accidents climatiques qui durent quelques jours à quelques semaines, l'un se situant entre la fin de janvier et le début de mars et le second en avril (Fig. 2).

1.2.3.2. – Climagramme pluviométrique d'Emberger

Emberger a défini un quotient pluviométrique qui permet de faire la distinction entre les différentes nuances du climat méditerranées (DREUX, 1980). D'après STEWART, (1969), le quotient pluviométrique est calculé par la formule suivante :

$$Q_3 = 3,43 \times P / (M-m)$$

- Q_3 : est le quotient pluviométrique d'Emberger
- P : est la pluviométrie moyenne annuelle exprimée en mm
- M : est la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud exprimée en °C.

Selon DAJOZ (1971) ce quotient nous permet de situer la région d'étude dans l'étage climatique qui lui correspond, le quotient pluviométrique (Q_3) calculé sur une période de 13 ans allant de 1995 à 2007 est de 74,02. En rapportant cette valeur sur le Climagramme d'Emberger, il apparaît que la région de Dar El-Beida appartient à l'étage bioclimatique sub-humide à hiver doux à hiver doux correspondant à une moyenne des minima du mois le plus froid égale à 4,5 C (Fig. 3).

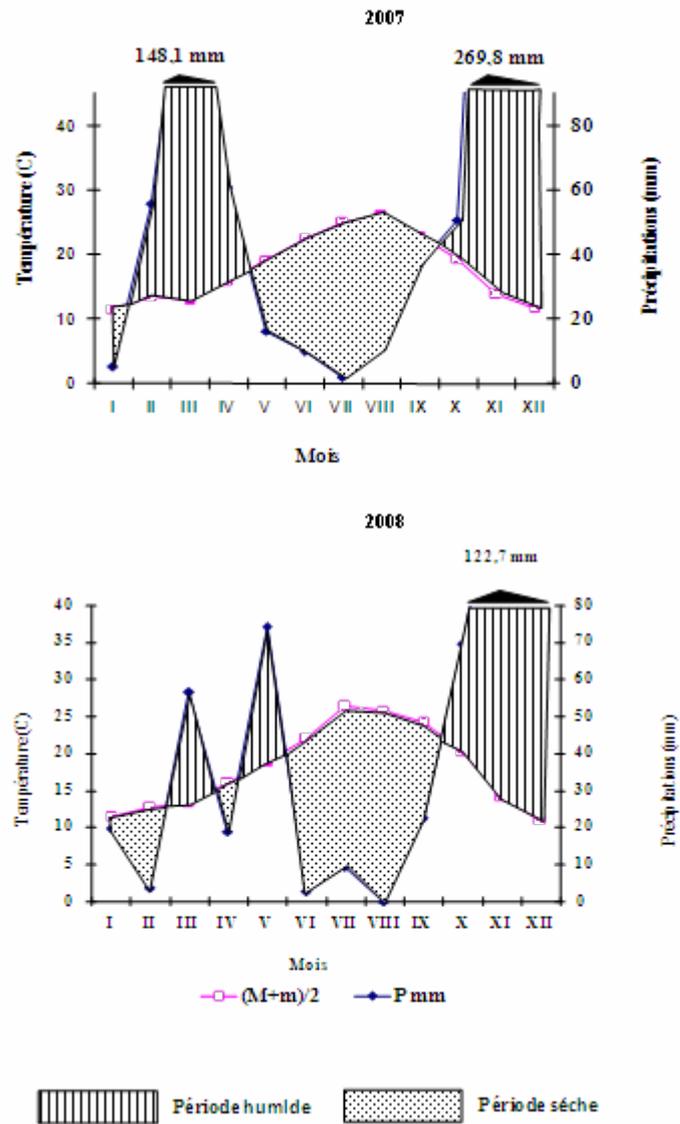


Fig. 2 - Diagramme ombrothermique de la région de Dar El Beida en 2007 et 2008

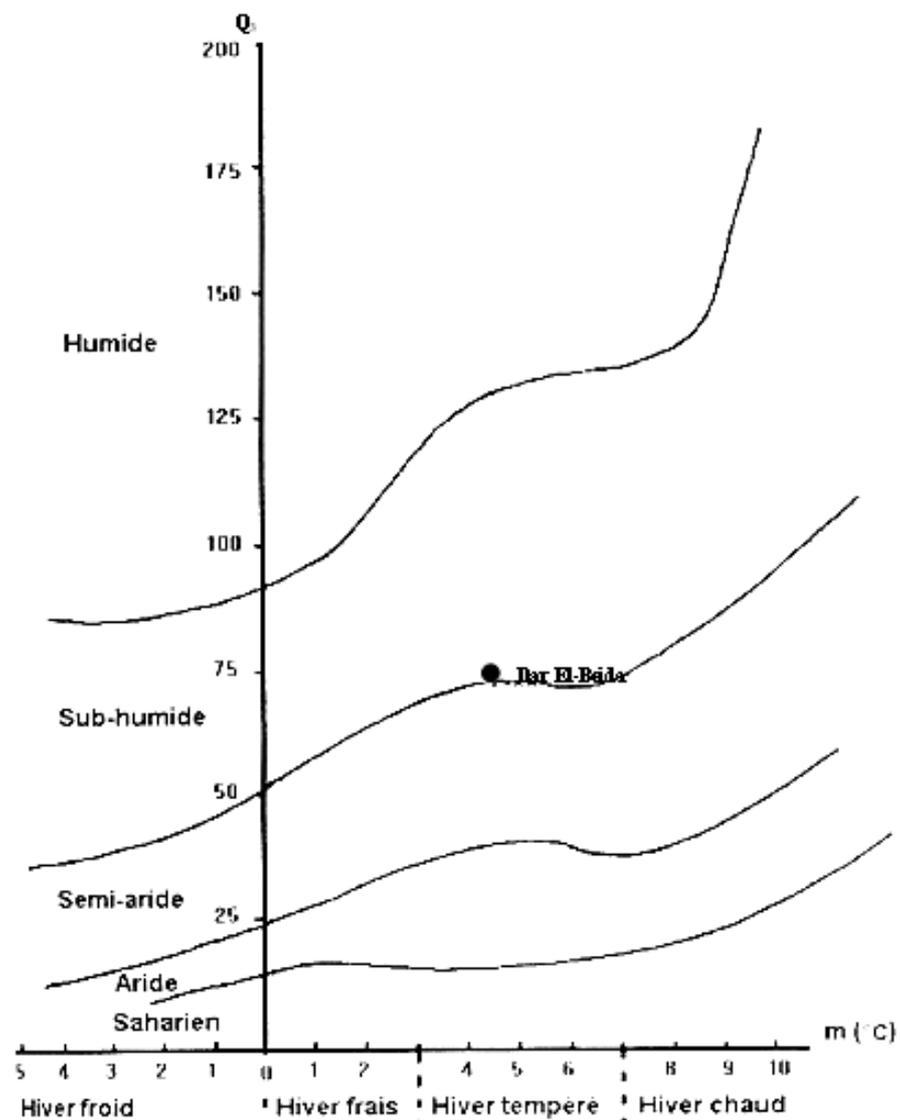


Fig. 3 – Place de la région d'étude dans le climagramme d'Emberger

1.3 – Facteurs biotiques

Les facteurs biotiques sont représentés par la végétation et la faune de la région d'étude.

1.3 1. – Données bibliographiques sur la végétation du Sahel algérois

La nature des espèces végétales a une influence importante sur la composition de la faune, la densité végétale par sa richesse en espèces induit l'augmentation des niches écologiques (ROCHER, 1982). Le Sahel algérois héberge une flore très riche en espèces appartenant à diverses familles botaniques. Les plantes constituent souvent le meilleur réactif aux conditions du milieu (faurie et al., 1980).

Selon MILLA et *al.* (2005 a), MILLA et *al.* (2005 b), SOUTTOU (2002) et OULD RABAH (2004), la végétation du Sahel se constitue de Ptérydophytes et de Spermatophytes. Parmi ces derniers, on trouve des Gymnospermes et des Angiospermes. Il existe trois strates végétales dont la première est arborescente représentée essentiellement par des Pinaceae, des Cupressaceae, des Myrtaceae et des Casuarinaceae. La seconde strate est arbustive, elle comprend notamment les Pittosporaceae, les Rhamnaceae et les Fabaceae. La troisième est herbacée et se compose par les Poacées, les Astéracées et les Apiacées. Les espèces végétales représentatives du Sahel sont citées dans l'annexe 1.

1.3 2. – Données bibliographiques sur la faune du Sahel algérois

La faune du Sahel algérois est formée par deux grands embranchements les Invertébrés et les Vertébrés. Les invertébrés renferment des Annélides Oligochètes (TALBI-BERRA, 1998; BAHA et BERRA, 2001 et OMODEO et *al.* 2003), des Gastéropodes pulmonés (BENZARA, 1981), et des Arthropodes. Parmi ces derniers on trouve des orthoptères (BELHADJ et NOUASRI, 1995), des acariens (GUESSOUM, 1981, HAMADI, 1994 et BOULFEKHAR-RAMDANI, 1998), des coccinelles (SAHARAOUI et GOURREAU, 1998), des Curculionidae (YAHIA-CHERIF, 2005) et des fourmis (DEHINA, 2009). Pour ce qui concerne des Vertébrés, elle renferme cinq classes distinctes, celles des batraciens (OCHANDO – BLEDA, 1978), des reptiles (ARAB, 1997), des oiseaux (MILLA, 2008) et des mammifères (OCHANDO – BLEDA, 1978) (Annexe 2).

Chapitre 2 : Méthodologie utilisée pour l'étude des disponibilités alimentaires, du régime alimentaire et de la nidification de l'Hirondelle de fenêtre aux Pins maritimes.

Dans ce chapitre sont traités le choix et la description de la station d'étude, les méthodes utilisées pour l'étude du régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre, celle pour l'échantillonnage des disponibilités en espèces-proies du milieu d'étude, celle portant sur l'étude de la nidification de *Delichon urbica* et enfin les méthodes d'exploitation des résultats.

2.1. – Choix et description de la station d'étude

La station d'étude est celle des Pins maritimes, c'est un milieu sub-urbain qui se trouve à 12 km sur la côte orientale d'Alger. Les coordonnées géographiques de cette station sont 36°43' de latitude Nord et 3°09' de longitude Est. La station se situe à 23 mètres au dessus du niveau de la mer. Elle est limitée au Nord par la mer Méditerranée, à l'Ouest par Oued El-Harrach, au Sud par le Marais de Réghaia et à l'Est par le barrage du Hamiz. (Fig. 4). Cette station renferme des jardins avec une végétation diversifiée, véritable collection botanique et des blocs administratifs. La flore est diversifiée composée par des arbres ornementaux et par des brise-vents et une strate herbacée. Cette stratification végétale et la diversité des plantes favorisent l'installation de diverses espèces d'insectes. La plupart de ces espèces constituent autant de proies potentielles pour les oiseaux insectivores. *Delichon urbica* est l'une de ces prédateurs à s'être installés dans la station des Pins maritimes.

2.2. – Choix du modèle biologique : l'Hirondelle de fenêtre

L'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 est classé dans l'ordre des passeriformes, au sous-ordre des oscines et à la famille des Hirundinidae, qui constitue un ensemble homogène et très caractérisé. Tout le dessus est noir bleuté, sauf le croupion qui est blanc pur, comme le dessous. La queue est courte et fourchue sans brins allongés (etcheopar et hue, 1964). La tête et le croupion apparaît à peine moins volumineux (cramp et al., 1988). Les pattes couvertes de fines plumes blanches. Les deux sexes sont identiques (dejonghe, 1984). L'adulte mesure de 12 à 13 cm de longueur et pèse de 16 à 25 g. Il mesure

entre 26 et 29 cm d'envergure (bologna, 1980; CRAMP et al., 1988). Sa longévité peut atteindre les 14 ans si les conditions de vie sont très favorables (Dejonghe, 1985). Les adultes ont une espérance de vie moyenne de 2,1 ans (schmid, 1995) (Fig. 5)



Echelle : 1/1.000.000 Km

Fig. 4 -. Situation de la station d'étude

D'après dejonghe (1984) le dessus des jeunes est brun-noir foncé avec très peu de reflets métalliques; la gorge est teinte de brunâtre et la nuque est souvent marquée de blanc. Par ailleurs la queue présente des taches blanches (CRAMP et al., 1988). Selon HOEHER (1989), le jeune de l'Hirondelle de fenêtre ne peut être confondu avec aucun autre jeune appartenant à n'importe quelle espèce d'Hirundinidae à cause de la couleur blanche de son croupion et de sa partie ventrale. L'hirondelle de fenêtre a un vol moins rapide et souvent plus voltigeant que l'hirondelle de cheminée (peterson et al., 1986 et cramp et al., 1988). Cette espèce possède un vol papillonnant entre coupé de longues glissades. D'après lindahl (1980), leur vol paraît capricieux et bien moins directe que celui des autres passereaux. Ceci vient du fait qu'elles chassent des insectes sans interrompre leur long voyage vers l'Afrique. Ils sont capables de grandes variations de vitesse.

2.3. – Méthodes utilisées pour l'étude du régime alimentaire

Dans cette partie, cinq volets sont traités en premier le déroulement de la collecte des fientes est exposé, suivi de la méthode de trituration des fientes au laboratoire et celle de la détermination, du dénombrement et de l'estimation de la taille des espèces proies trouvées dans les fientes de cet Hirundinidae.

2.3.1. – Collecte des fientes de *Delichon urbica*

Dans la station de pins maritimes nous avons récolté les fientes de *Delichon urbica* au-dessous des nids installés sur un mur d'un bâtiment (Fig. 6). Les visites ont été faites chaque semaine durant la période qui s'étale entre avril jusqu'à la fin de septembre 2007. Chacune des fientes est mise à part dans un petit cornet en papier sur lequel la date et le lieu sont indiqués, le nombre de fientes prises en considération est de 20 par mois. L'échantillonnage fait au hasard permet d'avoir un aperçu général de la stratégie alimentaire de la colonie et non pas celle d'un seul individu (BRYANT, 1973).

2.3.2. – Méthode de trituration des fientes

L'étude du régime alimentaire est effectuée par l'analyse du contenu des fientes de l'Hirondelle de fenêtre. Ces fientes collectées sous les nids sont en grande partie ceux des jeunes qui commencent à rejeter des sacs fécaux en dehors des nids à partir du cinquième jour. L'étude du régime alimentaire est possible par l'analyse des fientes car les parties



DUBOIS et al, 1988

Fig. 5 – Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* nourrissant ses jeunes



Fig. 6 – Lieu de la collecte des fientes de *Delichon urbica*

Sclérotinisées des arthropodes consommés par *Delichon urbica* passent à travers le tube digestif pour être rejetés dans les fientes sans être dégradés par les sucs gastriques. Les fragments de cuticule fournissent des indices suffisants pour estimer la qualité et la quantité des différents items qui composent le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre (BRYANT, 1973, CHISAMERA et MANOLE, 2007). Pour cette étape de travail qui consiste en la phase essentielle de la présente étude, au laboratoire, chacune des fientes est mise séparément dans une boîte de Pétri dont le fond est quadrillé à l'aide d'un stylographe marqueur et dont le couvercle porte un numéro, la date et le lieu de la collecte. La préparation des fientes se fait par imprégnation humide alcoolique le principe de cette méthode consiste à faire tremper la fiente dans de l'alcool à 70 % durant une dizaine de minutes. Cette manipulation permet de ramollir l'agglomérat de pièces sclérotinisées et du contenu inorganique, et ainsi pour faciliter la séparation des différents fragments. A l'aide de fines pincettes sous la loupe binoculaire nous triturons la fiente en prenant soin de faire très attention à ne pas augmenter la fragmentation des pièces constituant l'agglomérat. Une fois cette étape terminée on étale le contenu du sac fécal sur tout le fond de la boîte de Pétri, sans oublié d'indiquer le Nord de la boîte pour nous orienter. Dans la mesure du possible les différents fragments sont regroupés par affinité systématique en vue d'être déterminés et dénombrés après le séchage à l'air libre (Fig. 7).

2.3.3. – Détermination des espèces-proies

Il faut signaler d'abord que cette étape est la plus délicate de notre travail. Pour la détermination des espèces-proies consommées par *Delichon urbica* comme pour la reconnaissance taxinomique des invertébrés représentant les disponibilités alimentaires nous avons utilisé la collection d'insectes du département de zoologie agricole et forestière de l'Institut national agronomique El-Harrach, et quelques ouvrages, notamment pour les Heteroptera (PERRIER, 1927 a), les Coleoptera (PERRIER, 1927 b, PERRIER, 1927 c et PERRIER, 1982) et les Orthoptera (CHOPARD, 1943). Le professeur DOUMANDJI a assuré la détermination de tous arthropodes confondus dans notre échantillonnage.

L'identification des proies consommées par *Delichon urbica* se base sur plusieurs caractères morphologiques. Partant sur ce principe, la présence des arachnides est trahie par des céphalothorax, à leurs tibias tubuleux et des chélicères. La classe des gastéropodes est reconnue grâce à la présence des fragments de coquilles. Quant à l'identification des proies de la classe des insectes est possible jusqu'à la famille ou le genre, exceptionnellement jusqu'à l'espèce, en s'appuyant sur la forme, l'aspect, les ornements de la cuticule, la couleur, la brillance et la taille des pièces importantes les têtes (Fig.8, 9 et 10), les antennes, les mandibules, les thorax, les abdomens, les crèques, les éléments des pattes (coxas, fémurs, tibias, tarsi), les élytres (Fig. 11), les ailes, les écailles, les soies, et les ensembles des sternites et des tergites,... etc. Pour la même famille ou le même ordre les espèces différentes les unes des autres sont désignées par sp₁, sp₂, sp₃,...sp_n. Les Lepidoptera se trahissent par la présence d'écailles de diverses formes.

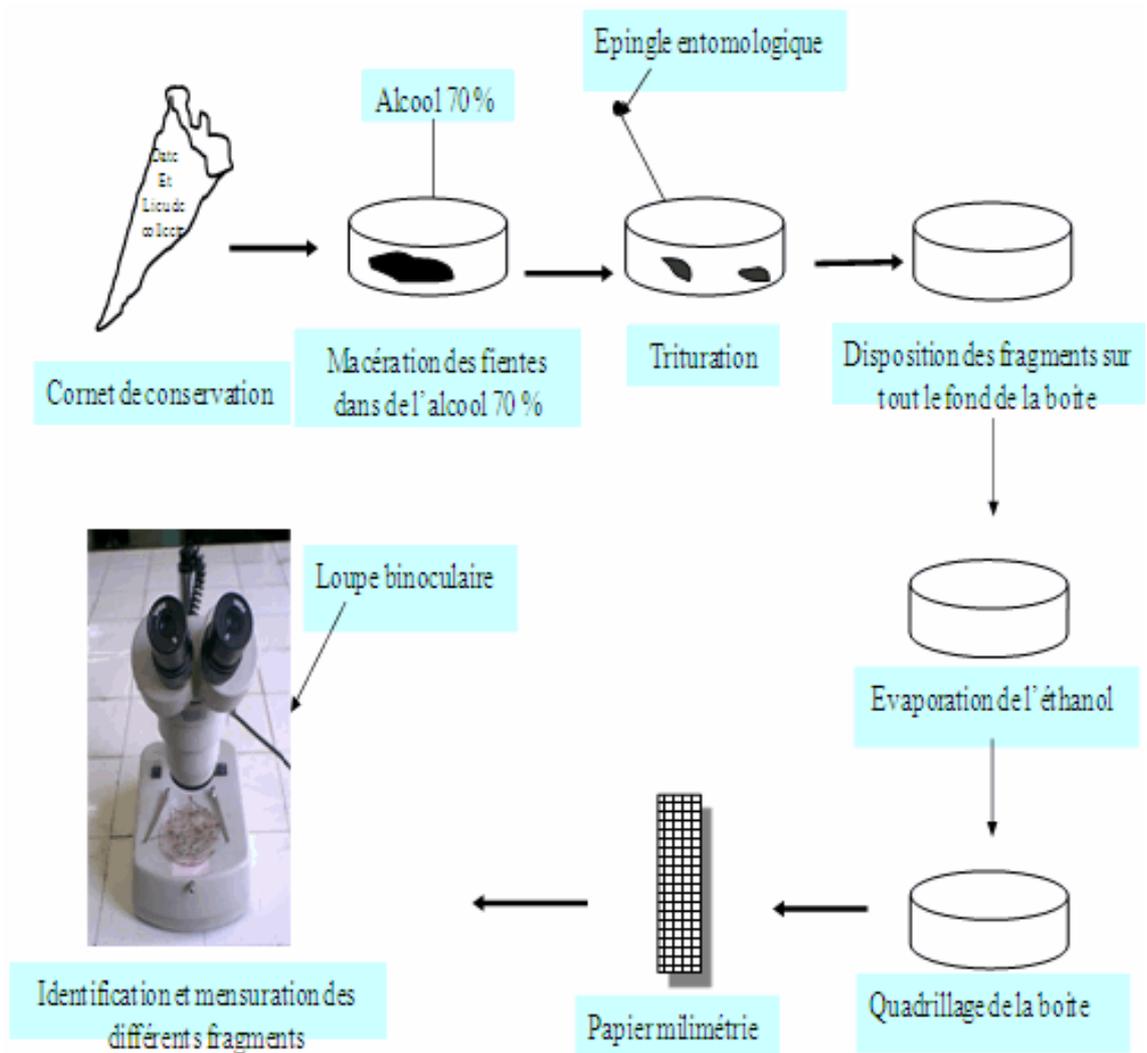


Fig.7- Méthode de la trituration des fientes de l'Hirondelle de fenetre par la voie humide alcoolique

2.3.4 – Dénombrement des espèces proies consommées par *Delichon urbica*

Le dénombrement des proies consommées par l'Hirondelle de fenêtre s'effectue espèce par espèce, en se basant sur le nombre de pièces de même type et ayant les mêmes dimensions. Ainsi un individu correspond à une tête, un thorax, un abdomen, un scutellum ou bien à deux cerques, deux élytres, deux ailes membraneuses, deux antennes de même dimension l'une étant droite et l'autre gauche ou bien encore à six pattes de mêmes dimensions trois étant gauches et trois droites. L'élément le plus dominant en nombre est celui qui représente l'espèce-proie prise en considération. Systématiquement nous mesurons la pièce sclérotinisée dans le but d'estimer la taille de la proie, ainsi les éléments sclérotinisés d'insectes trouvés dans les fientes de *Delichon urbica* sont séparés en deux groupes, le premier rassemblant les pièces brisées ou incomplètes considérées comme fragmentées et le deuxième les pièces entières qualifiées d'intactes dans le but d'étudier la fragmentation.

2.3.5. – Estimation de la taille des espèces-proies potentielles ou consommées

A partir des éléments sclérotinisés d'insectes trouvés dans les fientes de *Delichon urbica*, nous avons effectué des mensurations notamment des têtes, des thorax, des prothorax, des abdomens, des mandibules, des ailes et des pattes à l'aide d'un petit ruban de papier millimétré. A chaque fois la taille de l'insecte entier est soit déterminée par comparaison avec les échantillons des collections d'insectes de l'insectarium du département de zoologie agricole et forestière, soit estimée sachant que la tête correspond généralement entre le 1/5^{ème} et le 1/8^{ème} de la longueur totale du corps de l'insecte selon qu'on ait à faire à un Coleoptera ou à un Hymenoptera. Le thorax mesure environ le 1/3 et l'abdomen 1/2 de la taille totale de la proie. L'estimation de la longueur du corps de la proie est représentée par l'abréviation E.T.P. (BENCHIKH et al., 2003).

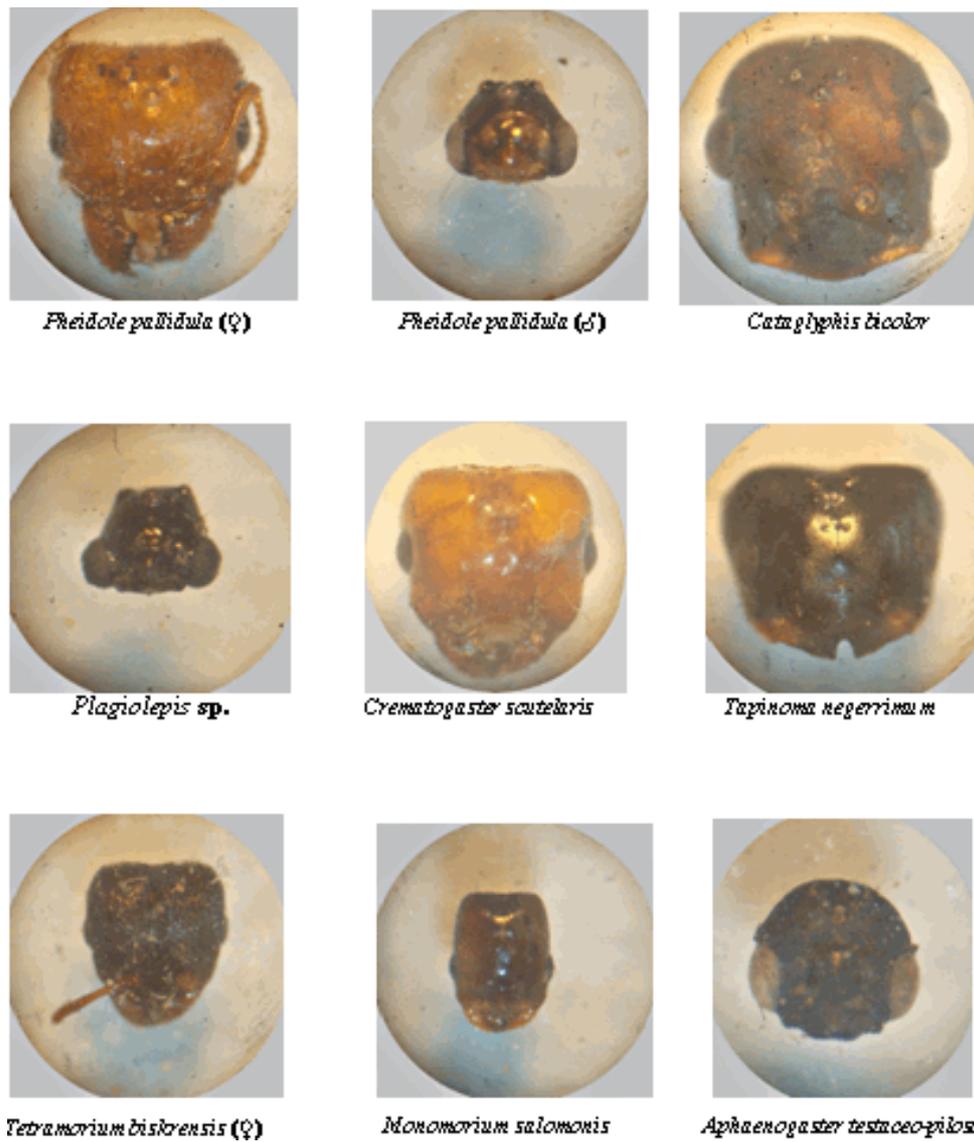


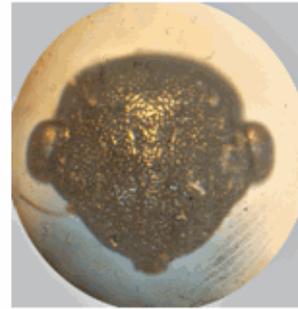
Fig. 8 - Photos de quelques têtes de fourmis ingérées par *Delichon urbica* (Originale)



Lygaeus militaris



Corysius sp.



Odontoscelis sp.



Ophthalmicus sp.



Pentatominea sp. ind.



Lygaeidae sp. ind.



Jassidae sp. ind.

Fig. 9 - Photos de quelques têtes d'Hétéroptères et d'Homoptères ingérées par elichon urbica (Originale)

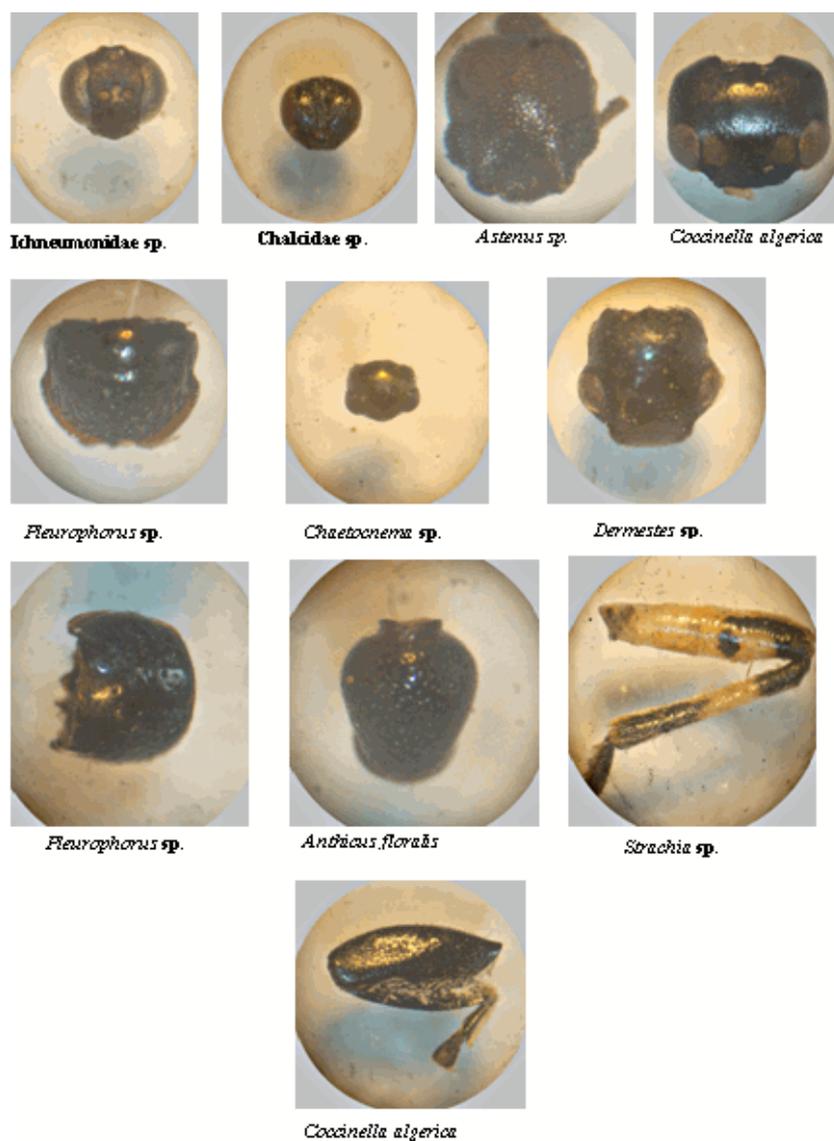


Fig. 10 - Fragments de quelques espèces d'insectes ingérées par *Delichon urbica* (Originale)



Fig. 11 - Photos de quelques élytres ingérées par *Delichon urbica* (Originale)

2.4. – Echantillonnage des disponibilités trophiques en proies du milieu

L'échantillonnage de l'entomofaune du milieu est effectué grâce à l'utilisation du filet fauchoir. Il permet de récolter les insectes peu mobiles, cantonnés dans les herbes et les buissons. L'échantillonnage a pour but d'avoir une idée générale sur l'ensemble des arthropodes existant dans le milieu.

2.4.1. – Station d'échantillonnage des disponibilités en proies potentielles

La station choisie pour effectuer l'estimation des disponibilités alimentaires du milieu en proies potentielles est une friche (Fig. 12). Elle est distante d'environ 100 m de l'emplacement de la colonie de reproduction. Cette station constitue une des zones de gagnage non seulement pour l'Hirondelle de fenêtre mais aussi pour l'Hirondelle de cheminée et du Martinet pâle.

2.4.2. – Méthode du fauchage à l'aide d'un filet fauchoir

Après la description de cette méthode, les avantages et les inconvénients notés lors de sa mise en œuvre sont exposés.

2.4.2.1. – Description de la technique du fauchage à l'aide du filet fauchoir

Selon BENKHELIL (1992), le filet fauchoir permet de récolter les insectes peu mobiles contenus dans les herbes ou buissons. Il est composé d'un cerceau de fer de 30 à 40 cm de diamètre, d'une poche de toile résistante à mailles serrées d'une profondeur moins égale à celle du cerceau et d'un manche de 1 m de longueur (LAMOTTE et BOURLIÈRE, 1969). (Fig. 13) Cette méthode consiste à animer le filet par des mouvements de va et vient proche de l'horizontale tout en maintenant le plan perpendiculaire au sol. La rapidité du passage est un facteur important de la réussite du fauchage (LUCZAK, 1958 cité par LAMOTTE et *al.*, 1969). Les arthropodes attrapés après dix coups de fauchage sont recueillis dans de petits sacs en papier, en vue de leur conservation au sec. Le filet doit toujours être manié par la même personne et de la même façon (LAMOTTE et BOURLIÈRE, 1969). Dans la présente étude nous avons réalisé le fauchage avec sept séries de dix coups de filet fauchoir durant les trois mois juillet, août et septembre de l'année 2007.



Fig. 12 - Station d'échantillonnage des disponibilités en proies potentielles



Fig. 13 - Utilisation du filet fauchoir

2.4.2.2. – Avantages de la méthode du filet fauchoir

D'après BENKHLIL (1992), c'est une méthode peu coûteuse. Par ailleurs c'est une technique de récolte qui permet de connaître la qualité des espèces vivantes dans le milieu étudié. La technique de son maniement est facile et permet aisément la capture d'insectes aussi bien ailés au vol que ceux exposés sur la végétation basse.

2.4.2.3. – Inconvénients de la méthode du filet fauchoir

L'utilisation du filet fauchoir exige de bonnes conditions climatiques, il ne peut être employé dans une végétation mouillée car les insectes recueillis se collent sur la toile et sont irrécupérables (LAMOTTE et *al.*, 1969). D'après BENKHELIL (1992), cette méthode permet de récolter que des insectes qui vivent à découvert, et comme méthode d'échantillonnage, le fauchage fournit des indications plutôt que des données précises qui varient selon

l'utilisateur, l'activité des insectes et les conditions atmosphériques au moment de son emploi.

2.5. – Méthode de l'étude de la nidification de l'Hirondelle de fenêtre dans la station des pins maritimes de 2007 à 2009

Le suivi de la nidification de l'Hirondelle de fenêtre effectué dans la station des pins maritimes comprend d'abord le recensement des différents nids de *Delichon urbica*, ensuite le suivi de l'évolution de cette colonie durant trois années consécutives 2007, 2008 et 2009 et en fin la distribution des nids selon l'exposition des façades hébergeant les nids.

2.5.1 – Recensement des nids de *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes

Aux pins maritimes après avoir localisé le site de reproduction de l'Hirondelle de fenêtre, tous les nids installés sont recensés en 2007 et en 2009, en précisant l'état de chacun d'eux en les qualifiant d'intacts ou d'endommagés ou encore de parasité lorsqu'ils sont occupés par une autre espèce. Les nids endommagés correspondent aux nids soit partiellement et soit totalement détériorés. Il faut rappeler que le recensement des nids est effectué en pleine période de reproduction. Ceci permet de prendre en compte les nids endommagés et reconstruits.

2.5.2 – Evolution de la nidification de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes de 2007 à 2009

Le suivi de l'évolution de la nidification de l'Hirondelle de fenêtre au niveau du site de reproduction est mené durant trois années consécutives de 2007 à 2009. Le recensement des nids est effectué en pleine période de reproduction. Ceci permet de prendre en considération les nids endommagés et reconstruits. L'emplacement des nids est reporté sur des schémas pour distinguer les différents changements de l'emplacement de la nidification d'une année à l'autre.

2.5.3 – Distribution des nids de l'Hirondelle de fenêtre selon l'exposition des façades hébergeant les nids

Aux pins maritimes, l'étude de la distribution des nids de *Delichon urbica* dans le site de reproduction est effectuée selon l'exposition des façades qui hébergent des nids en tenant compte de leurs orientations selon l'exposition des façades aux quatre points cardinaux.

2.6. – Méthodes d'exploitation des résultats

Les résultats obtenus dans le cadre du présent travail sont traités d'abord par la qualité de l'échantillonnage, puis par des indices écologiques de composition et de structure, d'autres indices et d'une méthode statistique.

2.6.1. – Qualité de l'échantillonnage des espèces-proies potentielles ou consommées

Selon BLONDEL (1979), la qualité de l'échantillonnage est représentée par le rapport du nombre d'espèces vue une seule fois en un seul exemplaire (a) sur le nombre de relevés (N). Lorsque N est suffisamment grand, ce quotient tend généralement vers 0 si a/N est très petit on peut dire que l'inventaire qualitatif est réalisé avec une précision suffisante. Le fait que a/N soit voisin de 0 caractérise les peuplements d'oiseaux. Par contre, l'étude de l'entomofaune dans un milieu pris en considération ou dans une fiente risque de donner a/N supérieur à 1. De ce fait pour l'appréciation de la qualité de l'échantillonnage il faut changer d'échelle. La valeur 1 dans ce cas peut être considérée comme bonne.

2.6.2. – Exploitation des résultats par les indices écologiques

Les indices écologiques utilisés englobent des indices de composition et des indices de structure.

2.6.2.1. – Utilisation des indices écologiques de composition

Ces indices sont représentés par la richesse totale et moyenne, la fréquence centésimale et la fréquence d'occurrence ou la constance.

2.6.2.1.1. – Richesse totale des espèces-proies potentielles ou consommées

Selon RAMADE (2003) la richesse totale représente en définitive un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement. Il s'agit de la mesure la plus fréquemment utilisée dans la biodiversité, elle correspond au nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné. La richesse totale d'une biocénose correspond à la totalité des espèces qui la composent. Dans le cadre du présent travail, la richesse totale est le nombre d'espèces-proies notées dans l'ensemble des fientes analysées ou celles capturée par le filet fauchoir.

2.6.2.1.2. – Richesse moyenne des espèces-proies potentielles ou consommées

La richesse moyenne correspond au nombre moyen d'espèces contactées à chaque relevé (BLONDEL, 1979). Dans ce cas chaque fiente est assimilée à un relevé. Elle permet de calculer l'homogénéité du peuplement (MARTIN, 1982). La richesse moyenne S_m est calculée comme suit :

$$S_m = \frac{S_i}{N_r}$$

- S_i : nombre moyen observé à chacun des relevés.
- S_m : richesse moyenne d'un peuplement donné.
- N_r : nombre de relevés.

Dans notre cas la richesse moyenne S_m est le nombre moyen des individus par espèce présents dans un lot de fiente ou relevé.

2.6.2.1.3. – Abondance relative ou Fréquence centésimale des espèces-proies potentielles ou consommées

Selon DAJOZ (1971), la fréquence centésimale est le rapport entre le nombre d'individus d'une espèce au nombre total des individus de toutes espèces confondues exprimées en pourcent. Elle est calculée selon la formule suivante :

$$F = \frac{n_i \times 100}{N}$$

- n_i est le nombre des individus de l'espèce prise en considération.
- N est le nombre total des individus de toutes espèces confondues.

2.6.2.1.4. – Fréquence d'occurrence ou la constance des espèces-proies consommées par *Delichon urbica*

Selon DAJOZ (1971), la fréquence d'occurrence est le rapport exprimé sous la forme de pourcentage du nombre de relevés P_i contenant l'espèce i prise en considération au nombre total de relevés P :

$$F.O.\% = \frac{P_i}{P} \times 100$$

- F.O. % est la fréquence d'occurrence.
- P_i est le nombre de fientes contenant l'espèce i .
- P est le nombre total de fientes analysées.

En fonction de la valeur de F.O. %, nous pouvons placer les espèces dans l'une des classes de constance. Dans ce cas il est nécessaire d'appliquer l'indice de Sturge aux espèces-proies consommées par l'Hirondelle de fenêtre pour calculer le nombre de classes de constances, puis l'intervalle de chacune d'elles (scherrer, 1984 cité par diomande et al., 2001) :

$$NC = 1 + (3,3 \log_{10} N)$$

- NC : nombre de classes.
- N : nombre total des individus examinés.

2.6.2.2. – Utilisation des indices écologiques de structure

Ces indices sont représentés par la diversité de Shannon-Weaver, la diversité maximale et l'équitabilité.

2.6.2.2.1. – Indice de diversité de Shannon-Weaver des espèces-proies potentielles ou consommées

Selon DAGET (1976), l'indice de diversité de Shannon-weaver est une quantité d'information apportée par un échantillon sur la structure du peuplement dont provient l'échantillon et sur la façon dont les individus y sont répartis entre diverses espèces. Cet

indice est actuellement considéré comme le meilleur moyen pour traduire la diversité d'un peuplement (BLONDEL et *al.*, 1973). L'indice de diversité de Shannon-Weaver est calculé par la formule ci-dessous (RAMADE, 1984 et BARBAULT, 1974) :

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

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

q_i est la fréquence relative de l'abondance de l'espèce i :

$$q_i = n_i/N$$

n_i est le nombre d'individu de l'espèce i

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

\log_2 est le logarithme à base 2.

Les valeurs que prend l'indice de diversité dépendent à la fois de la richesse spécifique S et de la répartition des effectifs entre les diverses espèces. Des peuplements à physionomies très différentes peuvent ainsi avoir la même diversité (BARBAULT, 2003). Une communauté sera d'autant plus diversifiée que l'indice H' sera plus grand (BLONDEL, 1979). Les valeurs de diversité de Shannon-Weaver se logent dans un intervalle compris entre 0 (une seule espèce) et $\log_2 S$ (lorsque toutes les espèces ont la même abondance). Dans le présent travail cet indice renseigne sur l'importance de la diversité des espèces-proies potentielles ou consommées.

2.6.2.2.2. – Diversité maximale des espèces-proies potentielles ou consommées

D'après MULLER, (1985), la diversité maximale correspond à la valeur la plus élevée possible qu'elle peut avoir dans un peuplement. Elle se calcule par la formule suivante :

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

- $H' \text{ max.}$ est la diversité maximale (en bits)
- S est la richesse totale.

2.6.2.2.3. – Equitabilité ou L'équirépartition des espèces-proies potentielles ou consommées

Selon RAMADE (1981), l'indice d'équirépartition ou l'équitabilité est le rapport entre la diversité effective de la communauté (H') et la diversité théorique maximale (H'_{max}). Il est calculé par la formule suivante :

$$E = \frac{H'_{\text{observé}}}{H'_{\text{max}}}$$

- H' est la diversité observée.
- H'_{max} est la diversité maximale.

L'équirépartition E varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasitotalité des effectifs correspondent à une seule espèce du peuplement, celui-ci est en déséquilibre. Elle tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus. Les populations en présence sont équilibrées entre elles (RAMADE, 2003).

2.6.3. – Utilisation d'autres indices

Ces indices sont représentés par les classes de tailles, l'indice de sélection d'Ivlev et l'indice de fragmentation.

2.6.3.1. – Indice de sélection d'Ivlev des espèces-proies potentielles ou consommées

Selon JACOBS (1974) l'indice d'Ivlev (I_i) permet de comparer l'abondance relative des proies disponible dans le milieu avec celle des items alimentaires. Il s'exprime par la formule suivante :

$$I_i = \frac{(N_a - N_b)}{(N_a + N_b)}$$

- N_a : est l'abondance d'un l'item i dans le régime trophique de l'Hirondelle.
- N_b : est l'abondance d'un l'item i dans le milieu pris en considération.

Les valeurs de l'indice de sélection d'Ivlev varient entre -1 et 0 pour les proies les moins sélectionnées et de 0 à $+1$ pour les proies les plus sélectionnées (JOHNSON, 1980). Dans notre cas, cet indice permet de faire la comparaison entre les abondances relatives des espèces-proies disponible dans le milieu et celle des espèces-proies trouvée dans les fientes de *Delichon urbica*.

2.6.3.2. – Indice de fragmentation des espèces-proies consommées par *Delichon urbica*

On a étudié la fragmentation des éléments sclérotinisés en utilisant le même principe et la même formule utilisée par DODSON et WEXLAR (1979) cité par BRUDERER (1996) pour l'étude de la fragmentation des éléments osseux. Ceci à été proposé par le professeur DOUMANDJI. Sa formule est la suivante :

$$P.F.\% = \frac{N.E.B}{(N.E.I + N.E.B)} \times 100$$

- P.F% : Taux d'éléments sclérotinisés fragmentés.
- N.E.B : Nombre d'éléments sclérotinisés brisés.
- N.E.I : Nombre d'éléments sclérotinisés intacts.

Dans ce sens les éléments sclérotinisés d'insectes trouvés dans les fientes de *Delichon urbica* sont séparés en deux groupes, le premier rassemblant les pièces brisées ou incomplètes considérées comme fragmentées et le deuxième les pièces entières qualifiées d'intactes. Ces éléments sont représentés par des têtes, des thorax, des élytres, des ailes membraneuses, des fémurs, des tibias, des sternites thoraciques et abdominaux, des abdomens et des articles antennaires. Dans le présent travail l'étude de la fragmentation des éléments sclérotinisés s'est limitée aux ordres d'insectes-proies les plus recherchés par le prédateur et les mieux représentés en espèces et en nombres d'individus dans les fientes. Dans la présente étude il est tenu compte des critères quantitatifs tels que les taux de fragmentation et de préservation des éléments sclérotinisés.

2.6.4. – Exploitation des résultats par une méthode statistique : Analyse factorielle des correspondances

L'analyse factorielle des correspondances permet de préciser les normes du partage d'un univers écologique où de nombreuses espèces interfèrent. Elle justifie largement la représentation simultanée des espèces (blondel, 1979). Selon DELAGARDE (1983) et MULLER (1985), l'analyse factorielle des correspondances est une méthode d'analyse multivariable permettant d'extraire à partir de la matrice des données, des fonctions numériques successives, non corrélées d'importances décroissantes qui traduisent les liaisons statistiques existant dans un espace multidimensionnel entre les mois recensés et les espèces proies consommées. Cette technique est basée sur la construction de nuages de points représentant des ensembles de correspondance dans un espace de grandes dimensions. Elle vise à ressembler en un ou plusieurs graphes la plus grande partie possible de l'information contenue dans un tableau (DELAGARDE, 1983). L'analyse factorielle des correspondances peut sur différents types de données, décrire la dépendance ou la correspondance entre deux ensembles de caractères (DERVIN, 1992).

Chapitre 3 : Résultats sur la bioécologie et le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes

Dans ce troisième chapitre, les résultats sont répartis entre trois volets. En premier lieu, l'étude de la composition et de la structure des disponibilités alimentaires du milieu en proies potentielles de l'Hirondelle de fenêtre. Elles sont suivies par le régime alimentaire de ce même oiseau, positionné en dixième lieu. Et à la fin, par l'étude de la nidification.

3.1. - Disponibilités alimentaires de *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes

Après avoir examiné la qualité de l'échantillonnage des espèces d'invertébrés inventoriées grâce au filet fauchoir, les résultats sont exploités avec des indices écologiques et par la classe de tailles.

3.1.1. - Qualité de l'échantillonnage des espèces d'invertébrés inventoriées grâce au filet fauchoir dans la station des pins maritimes

Les valeurs des variations mensuelles de la qualité d'échantillonnage obtenues durant la période allant de juillet à septembre 2007 pour la station des pins maritimes, sont mentionnées dans le tableau 3.

Tableau 3 – Variations mensuelles des valeurs de la qualité de l'échantillonnage des espèces d'invertébrés inventoriées grâce au filet fauchoir aux pins maritimes

Paramètres	Mois			□mois
	VII	VIII	IX	
A	30	29	25	50
N	7	7	7	21
a/N	4,28	4,14	3,57	2,38

a : Nombres d'espèces vues une seule fois et en un seul exemplaire ; **N** : Nombres des relevés; **a/N** : Qualité de l'échantillonnage.

Il ressort du tableau 3 que les valeurs de la qualité de l'échantillonnage des espèces potentielles capturées par le filet fauchoir varient d'un mois à l'autre. Ces dernières varient entre 3,6 espèces en septembre et 4,3 espèces en juillet avec un global égal à 2,4. Ces

hausses valeurs impliquent que l'effort de l'échantillonnage est insuffisant. Par conséquent il aurait fallu augmenter le nombre de relevés. Les espèces potentielles de fréquences 1 sont très recensées dans la station d'études (Annexe 3, Tab. 4).

3.1.2. - Exploitation des résultats par des indices écologiques

Les résultats portant sur les arthropodes échantillonnés grâce au filet fauchoir sont exploités par des indices écologiques de composition et de structures.

3.1.2.1. - Exploitation des résultats par des indices écologiques de composition

Dans ce qui va suivre, les résultats sont exploités grâce à des indices écologiques de compositions qui sont la richesse totale (S) et moyenne (Sm) et l'abondance relative (A.R. %).

3.1.2.1.1. - Richesses totales (S) et moyennes (Sm) des invertébrés obtenus à l'aide du filet fauchoir

Les valeurs concernant les richesses totales et moyennes des arthropodes échantillonnés grâce au filet fauchoir aux pins maritimes de juillet jusqu'au septembre 2007, sont placées au sein du tableau 5

Tableau 5 – Richesses totales et moyennes des espèces d'invertébrés inventoriées grâce au filet fauchoir aux pins maritimes

Paramètres	Mois			
	VII	VIII	IX	□ mois
S	52	56	68	125
Sm	11,10	11,86	19	14
Ecar-type	5,11	3,80	3,65	5,42
N	501	161	703	1366

S : richesse totale ; Sm : richesse moyenne ; N : nombre d'individus des arthropodes échantillonnés.

L'analyse du contenu de 21 relevés effectués grâce au filet fauchoir, répartis sur trois mois d'étude, c'est-à-dire, 7 relevés en juillet, de même pour le mois d'août et septembre, a permis de mettre en évidence une richesse totale de 125 espèces (Sm = 14 ± 5,4 espèces) (Tab. 5). En effet la richesse totale la plus élevée est notée durant le mois de septembre (S = 68 ; Sm = 19 ± 3,7 espèces), alors que la plus faible est enregistrée en juillet (S = 52 ; Sm = 11,1 ± 5,1 espèces).

3.1.2.1.2. - Abondances relatives des espèces d'invertébrés inventoriées grâce au filet fauchoir

Les valeurs concernant les abondances relatives des espèces d'invertébrés inventoriées grâce au filet fauchoir dans la zone de gagnage de *Delichon urbica* sont mises dans le tableau 6.

En termes d'abondance des espèces-proies potentielles de *Delichon urbica*, la classe la plus abondante dans le milieu est celle des insectes avec 1.167 individus soit une abondance de 85,5 %. En deuxième position on retrouve les Arachnida avec 178 individus (13,0 %) suivis par les Gastropoda avec 19 individus (1,4 %) et par les Crustacea avec un seul individu (0,1 %) (Fig. 14). L'ordre le plus abondant dans les échantillons des disponibilités alimentaires du milieu est celui des Hymenoptera avec 433 individus (31,7 %), suivis par les Homoptera avec 329 individus (24,1 %). L'ordre des Acari vient en troisième position avec 152 individus (11,1 %), suivi par celui des Collembola 147 individus (10,8 %), les Diptera avec 86 individus (6,3 %), les Heteroptera avec 55 individus (4,0 %), les Thysanoptera avec 42 individus (3,1 %), les Coleoptera avec 33 individus (2,4 %), les Aranea avec 27 individus (2,0 %), les Pulmonea avec 19 individus (1,4 %), les autres ordres ayant des abondances inférieures ou égal à 0,2 % (Fig. 15). Parmi l'ensemble des espèces-proies potentielles de *Delichon urbica*, la famille des Formicidae est la mieux représentée avec un taux de 27,1% suivi par les Jassidae avec un taux de 11,9 %, les Aphidae avec 11 %, les sminthuridae avec 10,5 % et les Oribatidae avec 9,82%. Les autres familles sont faiblement représentées avec des valeurs qui varient entre 3, 5% et 0,1%. Concernent les espèces-proies sur 1.365 individus capturés à l'aide de filet fauchoir il y a 316 *Tapinoma negerrimum* (23,2 %), 137 *Sminthurus* sp. 1 (10,0 %), 134 *Oribates* sp. (9,8 %), 98 Jassidae sp.6 ind. (7,8 %) et 95 Aphidae sp.2 ind. (7%). Les autres espèces-proies recensés ont des taux compris entre 0,07 % et 4 %.

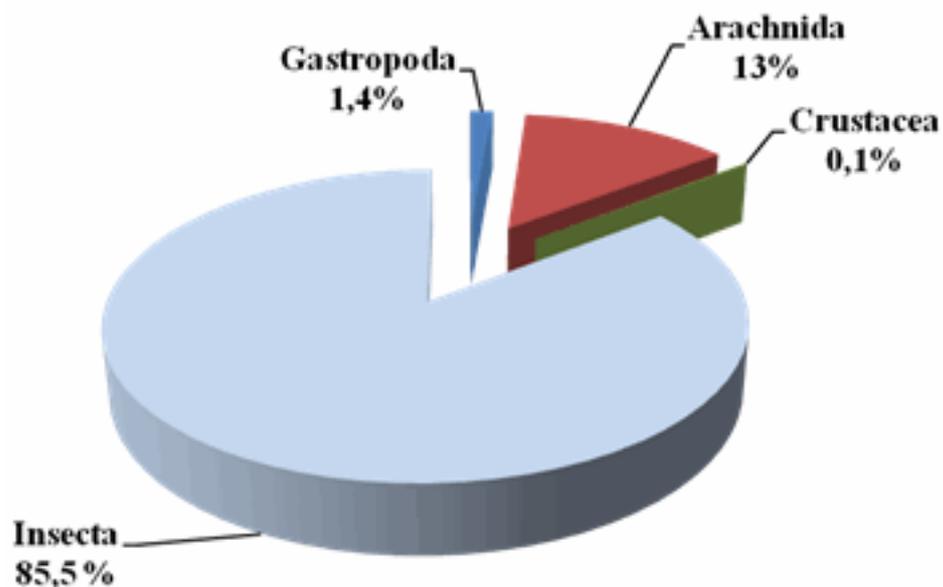


Fig. 14 : Spectre des disponibilités trophiques de la station des pins maritimes en 2007

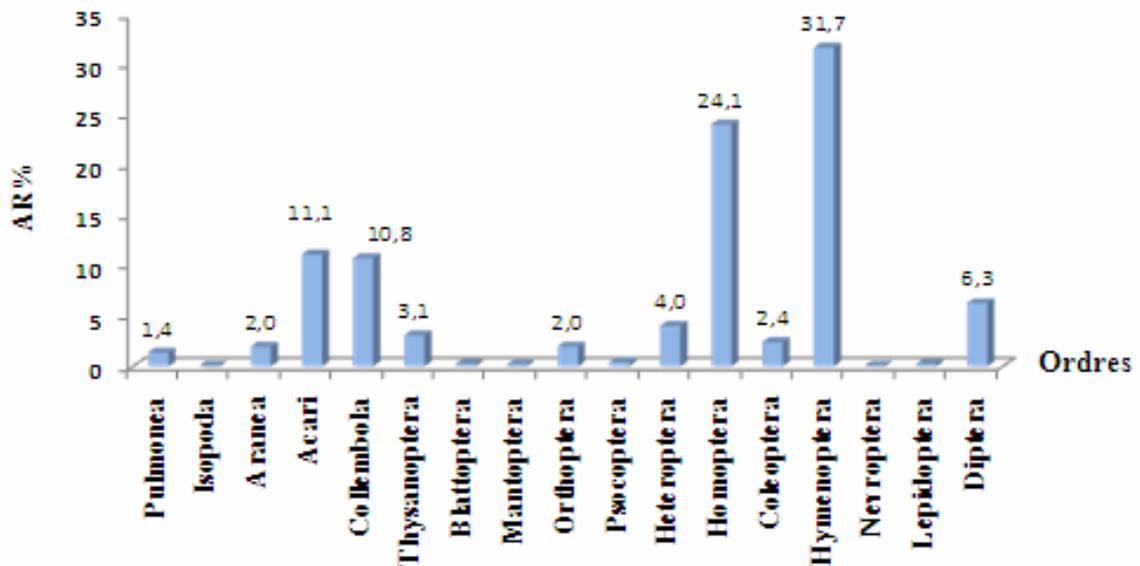


Fig. 15 : Abondances relatives des ordres d'invertébrés inventoriées grâce au filet fauchoir dans la station des pins maritimes en 2007

3.1.2.1.3. - Fluctuation des disponibilités alimentaire du milieu aux pins maritimes en 2007

Les abondances relatives mensuelles des ordres d'invertébrés inventoriés grâce au filet fauchoir aux pins maritimes, de juillet jusqu'à septembre 2007, sont enregistrées dans le tableau 7.

Tableau 7 - Abondances relatives mensuelles des ordres d'invertébrés inventoriées grâce au filet fauchoir

Ordres	Mois							
	VII		VIII		IX		□ mois	
	N	AR%	N	AR%	N	AR%	N	AR%
Pulmonea	-	-	6	3,73	13	1,85	19	1,39
Isopoda	1	0,2	-	-	-	-	1	0,07
Aranea	2	0,4	10	6,21	15	2,13	27	1,98
Acari	-	-	2	1,24	150	21,34	152	11,14
Collembola	-	-	11	6,83	136	19,35	147	10,77
Thysanoptera	2	0,4	2	1,24	38	5,41	42	3,08
Blattoptera	-	-	3	1,86	-	-	3	0,22
Mantoptera	2	0,4	-	-	-	-	2	0,15
Orthoptera	4	0,8	10	6,21	13	1,85	27	1,98
Psocoptera	1	0,2	3	1,86	1	0,14	5	0,37
Heteroptera	-	-	5	3,11	50	7,11	55	4,03
Homoptera	179	35,73	44	27,33	106	15,08	329	24,10
Coleoptera	8	1,6	3	1,86	22	3,13	33	2,42
Hymenoptera	266	53,09	44	27,33	123	17,5	433	31,72
Nevroptera	-	-	1	0,62	-	-	1	0,07
Lepidoptera	-	-	2	1,24	1	0,14	3	0,22
Diptera	36	7,19	15	9,32	35	4,98	86	6,30
Totaux	501	100	161	100	703	100	1365	100

- : catégories absente ; N : nombre d'individus ; A.R. %: abondances relatives des ordres d'invertébrés échantillonnés.

Les ordres représentant les différentes espèces potentielles de l'Hirondelle de fenêtre dans la station des pins maritimes présentent des fluctuations mensuelles (Tab. 7). En effet, l'ordre des hyménoptères est le mieux représenté en juillet (A.R. = 53,1 %) et en août (A.R. = 27,3 %). Par contre en septembre, c'est les acariens qui occupent le premier rang (A.R. = 21,3 %). En termes global, la plus part des espèces inventoriées par le filet fauchoir sont des hyménoptères (A.R. = 31,7 %), des homoptères (A.R. = 24,1 %) et des acariens (A.R. = 21,3 %) (Fig. 16).

3.1.2.2. - Exploitation des résultats des disponibilités alimentaires de l'Hirondelle des fenêtres par des indices écologiques de structure

Dans cette partie, les résultats sont exploités grâce à des indices écologiques de structures avec l'indice de diversité de Shannon Weaver (H'), la diversité maximale et l'équitabilité (E).

3.1.2.2.1.- Indice de diversité de Shannon Weaver (H'), diversité maximale (H'max) et équitabilité (E) appliqués aux espèces d'invertébrés inventoriées grâce au filet fauchoir

Les résultats de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H'), de la diversité maximale (Hmax) et de l'équitabilité (E), appliqués aux espèces d'invertébrés inventoriées grâce au filet fauchoir, sont enregistrés dans le tableau 8

Tableau 8 - Indice de diversité de Shannon-Weaver (H'), diversité maximale (Hmax) et équitabilité (E) appliqués aux espèces d'invertébrés inventoriées grâce au filet fauchoir

Paramètres	Mois			
	VII	VIII	IX	□ mois
H' (bits)	2,97	5,06	4,35	4,72
H' max (bits)	5,7	5,81	6,09	6,97
E	0,52	0,87	0,71	0,68

H' : Indice de diversité de Shannon-Weaver ; H' max : valeur maximale de l'indice de diversité ; E : indice d'équitabilité.

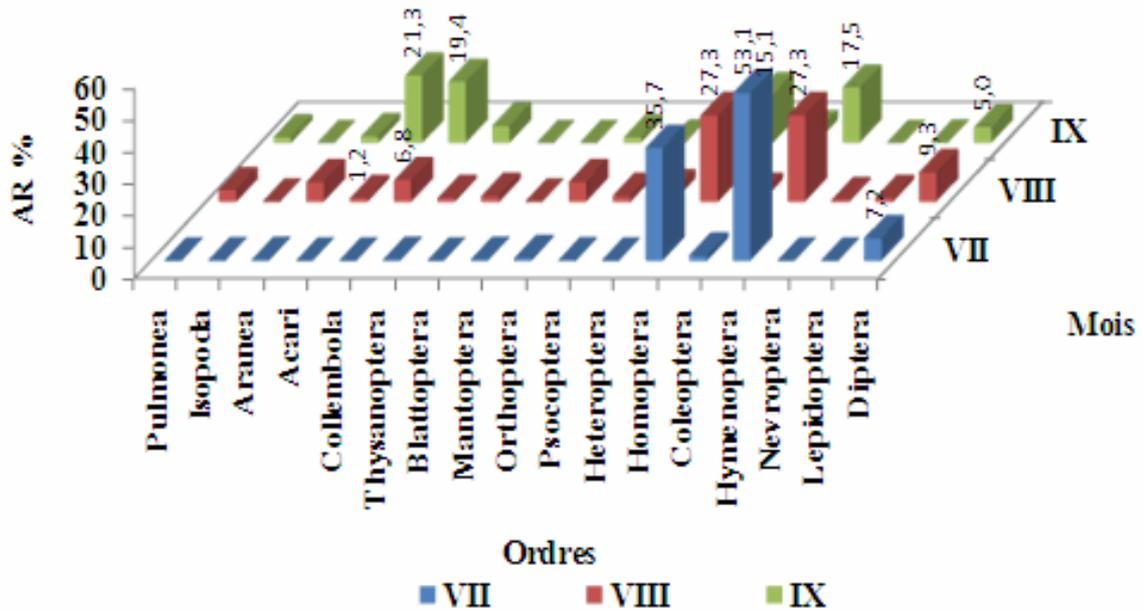


Fig. 16 : Fluctuation des ordres d'invertébrés inventoriés grâce au filet fauchoir dans la station des pins maritimes

Le tableau 8 montre que l'indice de diversité de Shannon-Weaver varie d'un mois à un autre. Il fluctue entre 2,97 bits en juillet et 5,06 bits en août, avec un global égal à 4,72 bits. Concernant la diversité maximale, elle varie entre 5,7 (juillet) et 6,09 bits (septembre) avec un global de 6,97 bits. Pour ce qui est des valeurs de l'équitabilité, elles tendent vers 1. Ce qui veut dire que les effectifs des populations échantillonnées tendent à être en équilibre entre eux.

3.1.3. - Variations mensuelles des tailles des espèces d'invertébrés inventoriées grâce au filet fauchoir aux pins maritimes

Les résultats concernant les variations mensuelles des tailles des espèces d'invertébrés inventoriées grâce au filet fauchoir dans la station des pins maritimes, de juillet jusqu'au septembre 2007, sont misent dans le tableau 9.

Tableau 9 -Variations mensuelles des tailles des espèces d'invertébrés inventoriées grâce au filet fauchoir aux pins maritimes

Paramètres Classes	Mois							
	VII		VIII		IX		□ mois	
	Ni	AR%	Ni	AR%	Ni	AR%	Ni	AR%
1	105	20,92	28	17,39	412	58,69	545	39,93
2	63	12,55	26	16,15	68	9,69	157	11,53
3	288	57,37	63	39,13	176	25,07	527	38,53
4	8	1,59	26	16,15	22	3,13	56	4,1
5	27	5,38	5	3,11	4	0,57	37	2,71
6	3	0,6	-	-	4	0,57	7	0,51
7	1	0,2	-	-	-	0,14	1	0,07
8	-	-	2	1,24	1	0,28	3	0,22
9	1	0,2	-	-	2	-	3	0,22
10	1	0,2	-	-	-	-	1	0,07
11	1	0,2	-	-	-	-	1	0,07
12	1	0,2	2	1,24	-	-	3	0,22
16	-	-	2	1,24	-	-	2	0,15
25	1	0,2	7	4,35	12	1,71	20	1,47
52	2	0,4	-	-	1	0,14	3	0,22
	502	100	161	100	702	100	1365	100

- : classe absente; Ni : nombre d'individu de la classe i; A.R. % : abondance relative de la classe i .

Dans la station des pins maritimes, les classes de tailles des espèces potentielles sont comprises entre 1 et 52 mm. (Tab. 9). La classe de taille de 1mm est la plus fréquente avec 39,9 %, elle est représentée par *Sminthurus* sp. 1, par *Oribates* sp. et par Aphidae sp.2 ind. La classe de 3 mm occupe la deuxième place avec 38,5 %, ce qui correspond essentiellement à *Tapinoma negerrimum*, à Jassidae sp.6 ind. et à *Plagiolepis* sp. Les classes allant de 1 à 5 mm correspondent à 96,8 %. Les autres classes sont représentées par des pourcentages plus faibles, variant entre 0,1 % à 1,47 %.

En fonction des mois, il est à noter que la classe de 3 mm est la mieux représentée en juillet (57,4 %), en août (39,1 %) et en septembre (25,1 %). Elle est suivie par la classe de 1 mm en juillet (20,9 %), en août (17,4 %) et en septembre (58,7 %) (Fig. 17).

3.2. - Résultats sur le régime alimentaire de *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes en 2007

Après avoir examiné la qualité de l'échantillonnage des espèces-proies consommées par *Delichon urbica* et le nombre de proies par fientes, les résultats sont exploités par des indices écologiques et d'autres indices ainsi qu'une méthode statistique.

3.2.1. - Qualité de l'échantillonnage des espèces-proies trouvées dans les fientes de *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes

Les résultats concernant les variations mensuelles des valeurs de la qualité de l'échantillonnage des espèces-proies de l'Hirondelle de fenêtré dans la station des pins maritimes, sont mentionnées dans le tableau 10.

Tableau 10 – Variations mensuelles des valeurs de la qualité de l'échantillonnage des espèces-proies trouvés dans les fientes de *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes d'avril jusqu'au septembre 2007

Paramètres	Mois						□ mois
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
A	56	54	66	48	54	42	132
N	20	20	20	20	20	20	120
a/N	2,8	2,7	3,3	2,4	2,7	2,1	1,1

a : Nombres d'espèces vues une seule fois en un seul exemplaire ; **N** : Nombres de relevés ; **a/N** : Qualité de l'échantillonnage.

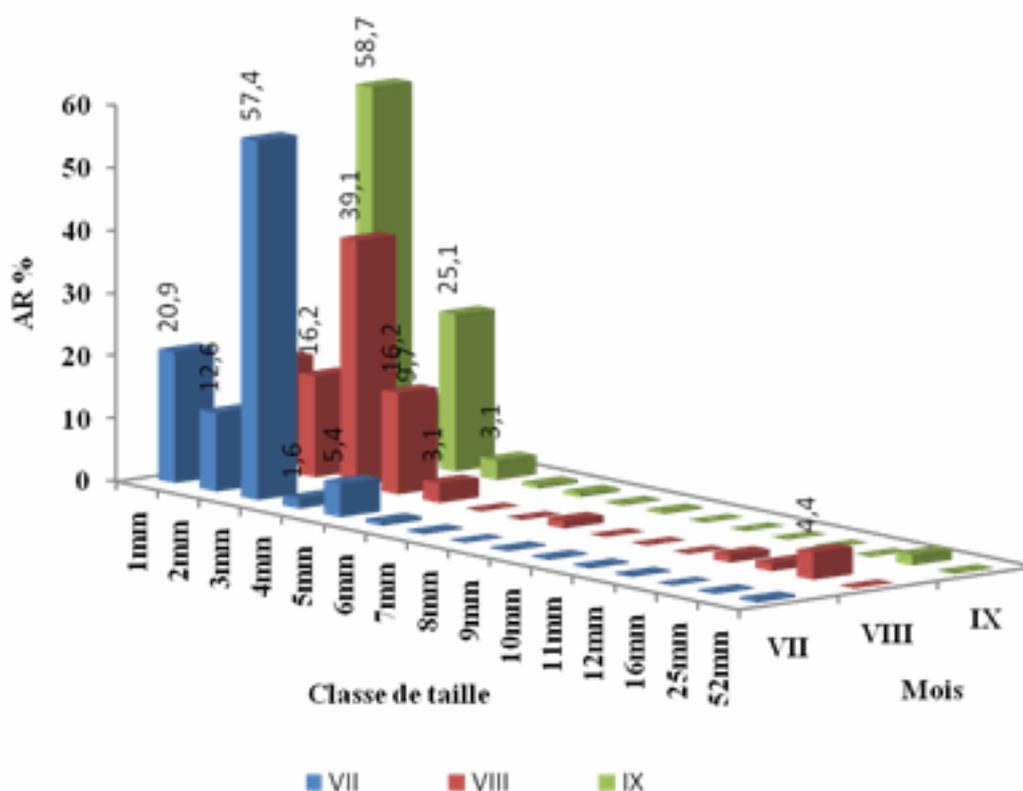


Fig. 17 : Variations mensuelles des tailles des espèces d'invertébrés inventoriées grâce au filet fauchoir aux pins maritimes

Il ressort du tableau 10, que les valeurs de la qualité de l'échantillonnage des espèces-proies trouvés dans les fientes de *Delichon urbica* varient d'un mois à un autre. La valeur la plus faible est enregistrée en septembre (a/N = 2,1), et la plus élevée appartient à avril (a/N = 2,8), avec un global du rapport a/N égal à 1,1. Dans tous les cas l'effort d'échantillonnage semble suffisant. Les valeurs de la qualité de l'échantillonnage obtenues sont plus fortes, ce qui pourra être justifié par l'importance de la diversité des proies de *Delichon urbica*, qui appartiennent à une grande gamme d'espèces-proies. Pour avoir des valeurs de a/N

traduisant une meilleure qualité de l'échantillonnage il faudrait augmenter le nombre de fientes à analyser.

3.2.2. - Variations de nombres de proies par fiente de *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes

Les variations de nombres de proies par fiente de l'Hirondelle de fenêtré dans la station des pins maritimes d'avril jusqu'à septembre 2007 sont placées dans le tableau 11.

Tableau 11 - Nombre de proies par fiente de l'Hirondelle de fenêtré dans la station des pins maritimes d'avril jusqu'à septembre 2007

Paramètres	Mois						□ mois
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Max.	520	107	173	240	187	117	520
Min.	11	22	22	9	10	6	6
Moy.	85,6	59,75	78,85	68,25	84,95	43,85	70,2
Ecar-type	75,38	14,55	30,37	32,60	49,06	21,52	39,6

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

Le nombre de proies par fiente de *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes fluctue entre 6 et 520 proies par fientes (moy = $70,2 \pm 39,6$ proies / fiente) (Tab. 11). Mais on remarque des variations de nombres de proies d'un mois à un autre. En effet le maximum de proies est consommées durant le mois d'avril avec 520 individus (min = 11 ; moy = $85,6 \pm 75,4$ proies / fiente). Par contre le mois de septembre présente la valeur la plus faible de nombre de proies par fiente avec seulement 6 individus (max = 117 ; moy = $43,9 \pm 21,5$ proies / fiente).

3.2.3. - Exploitation des résultats par des indices écologiques

Les résultats obtenus sur le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtré sont exploités aussi bien par des indices écologiques de composition que de structure.

3.2.3.1. - Exploitation des résultats par des indices écologiques de composition

Dans ce qui va suivre les résultats sont exploités par des indices écologiques de composition qui sont la richesse totale (S) et moyenne (Sm), l'abondance relative (A.R. %) et la fréquence d'occurrence (F.O. %).

3.2.3.1.1. - Richesses totales et moyennes des proies recensées dans les fientes de l'Hirondelle de fenêtré dans la station des pins maritimes

Les valeurs de la richesse totale et moyenne enregistrées dans les fientes de *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes d'avril jusqu'à septembre 2007 sont mentionnées dans le tableau 12.

Tableau 12 – Richesses totales et moyennes en espèces-proies recensées dans les fientes de l'Hirondelle de fenêtré aux pins maritimes

Paramètres	Mois							□ mois
	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
Nombre de proies (N)	1712	1195	1577	1365	1699	877	8425	
Richesses totales (S)	130	125	151	127	126	78	382	
Richesses moyennes (Sm)	14,05	15,65	17,65	16,9	15,25	7,55	14,51	
Ecart types	5,55	4,36	6,99	8,94	7,30	5,48	7,28	

L'analyse de 120 fientes a permis de mettre en évidence une richesse totale de 382 espèces avec une moyenne de $14,5 \pm 7,3$ espèces / fiente (Tab.12). En fonction des mois, la richesse totale la plus élevée est notée pour juin avec 151 espèces ($Sm = 17,7 \pm 7,0$ espèces-proies) tandis que la richesse la plus faible notée en septembre avec 78 espèces ($Sm = 7,6 \pm 5,5$ espèces-proies).

3.2.3.1.2. - Fréquences centésimales appliquées aux classes d'invertébrés retrouvés dans le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre dans la station d'étude

Les résultats concernant les fréquences centésimales appliquées aux classes d'invertébrés du *Delichon urbica* sont placés dans le tableau 13.

Tableau 13 - Fréquences centésimales appliquées aux classes d'invertébrés retrouvés du *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes

Paramètres Classes	Ni	AR%	Nature des proies
Gastropoda	3	0,04	Proies non ailées
Arachnida	9	0,11	
Insecta	8413	99,86	Proies ailées
Totaux	8425	100	2

Ni : nombre des individus ; AR% : abondance relative.

Les insectes constituent la classe la plus recherchée par *Delichon urbica* avec un taux de 99,9 %. Ils sont suivis de loin par les arachnides (A.R. = 0,1 %) et par les gasteropodes (A.R. = 0,04 %) (Fig. 18). Dans la station d'étude, on a recensé 8.425 individus répartis en 3 classes (Tab. 13). Parmi elles, on compte 8.413 proies ailées soit 99,9 % des proies consommées, et le reste des proies non ailées (A.R. = 0,1 %) (Fig. 19).

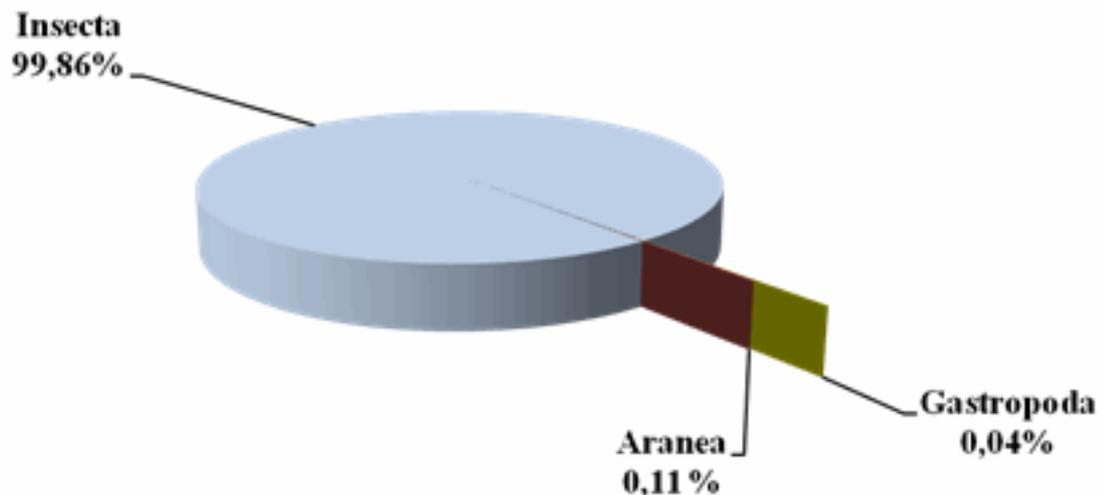


Fig. 18 : Spectre alimentaire de *Delichon urbica* en fonction des classes dans la station des pins maritimes en 2007

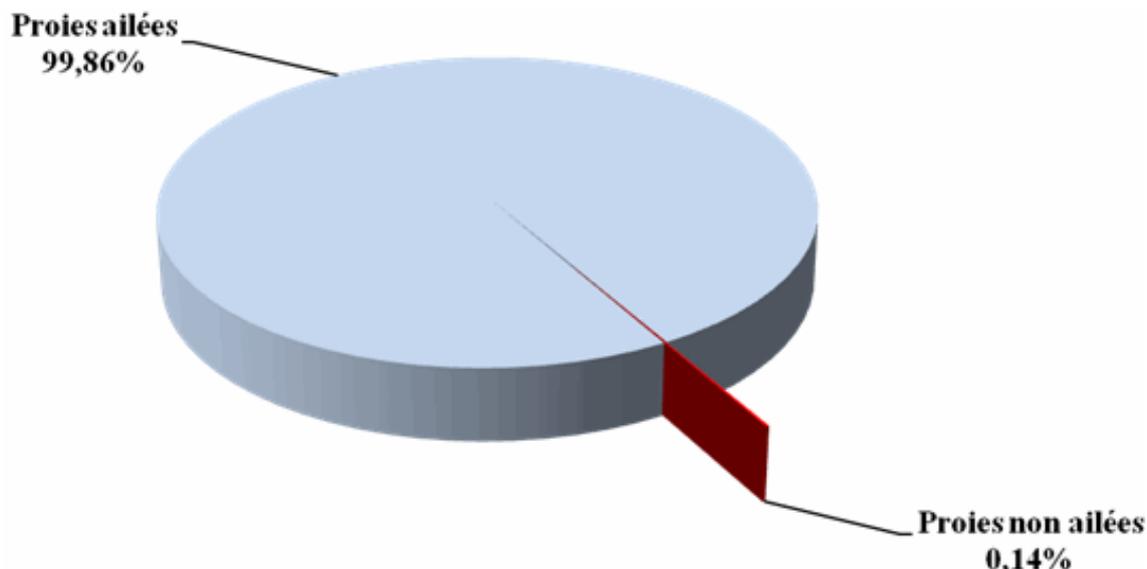


Fig. 19 : Place des proies ailées dans le régime alimentaire de *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes en 2007

3.2.3.1.3. – Fréquences centésimales appliquées aux ordres d'insectes retrouvés dans le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre dans la station des pins maritimes

Les résultats portant sur les fréquences centésimales appliquées aux ordres d'insectes du *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes sont notés dans le tableau 14.

Tableau 14 - Fréquences centésimales appliquées aux ordres d'insectes du *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes

Ordres	Ni	AR%
Isoptera	26	0,31
Mantoptera	1	0,01
Orthoptera	1	0,01
Dermaptera	2	0,02
Embioptera	2	0,02
Heteroptera	457	5,43
Homoptera	1193	14,18
Coleoptera	1689	20,08
Hymenoptera	4780	56,82
Lepidoptera	2	0,02
Diptera	260	3,09
Totaux	8413	100 %

Il ressort du tableau 14 que l'ordre le plus abondant dans le régime alimentaire de *Delichon urbica* est celui des Hymenoptera avec 4780 individus (A.R. = 56,8 %), suivis par les Coleoptera avec 1689 individus (A.R. = 20,9 %), les Homoptera avec 1131 individus

(14,18 %) et les Heteroptera avec 457 individus (5,4 %). Les autres ordres ne dépassent pas les 3,1 % (Fig. 20).

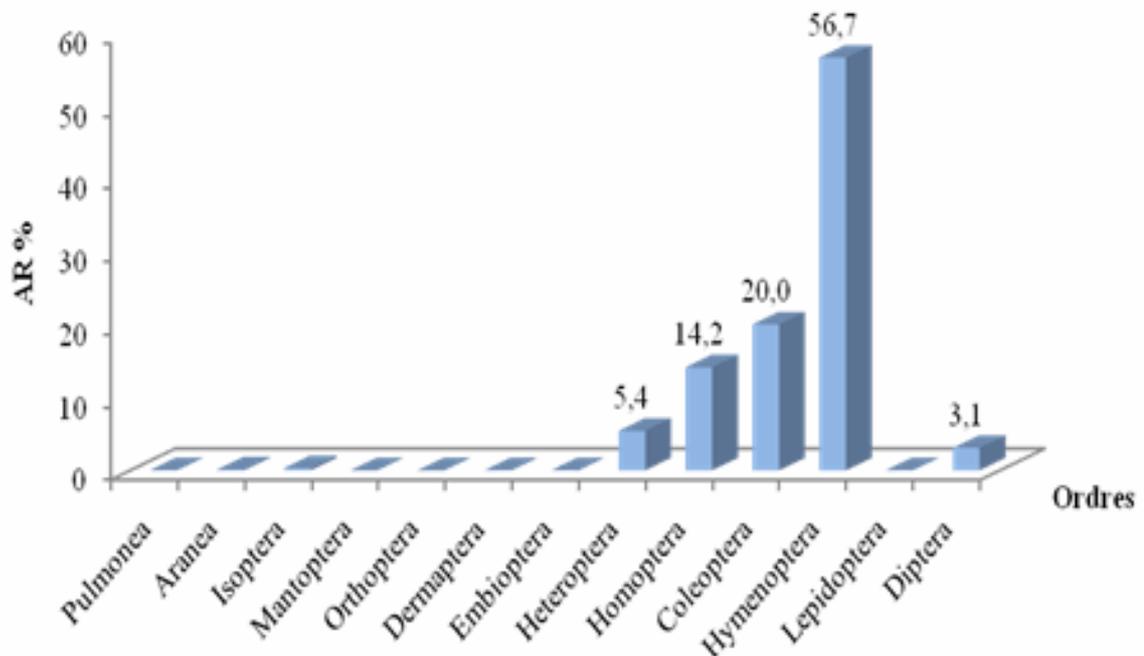


Fig. 20 : Fréquences centésimales appliquées aux ordres d'insectes retrouvés dans le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre dans la station des pins maritimes

3.2.3.1.4. - Fluctuation des ordres d'insectes-proies consommés par l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* dans la station d'étude

Les résultats concernant les fluctuations mensuelles des ordres d'insectes-proies consommées par l'Hirondelle de fenêtre aux pins maritimes sont présentés dans le tableau 15.

Tableau 15 - Fluctuations mensuelles des ordres d'insectes-proies consommées par l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes

Ordres	IV		V		VI		VII		VIII		IX	
	Ni	A.R. %	Ni	A.R. %								
Isoptera	-	-	12	1,01	-	-	-	-	-	-	-	1,6
Mantoptera	-	-	-	-	-	-	1	0,07	-	-	-	-
Orthoptera	-	-	-	-	-	-	1	0,07	-	-	-	-
Dermaptera	1	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Embioptera	0	-	2	0,17	-	-	-	-	-	-	1	0,11
Heteroptera	35	2,04	33	2,78	95	6,04	136	9,96	139	8,19	19	2,17
Homoptera	1090	63,7	55	4,63	40	2,54	5	0,37	2	0,12	1	0,11
Coleoptera	255	14,9	423	35,6	250	15,89	204	14,95	458	26,99	99	11,3
Hymenoptera	112	6,54	654	55	1164	74	1013	74,21	1096	64,58	741	84,5
Lepidoptera	-	-	0	-	2	0,13	-	-	-	-	-	-
Diptera	219	12,8	10	0,84	22	1,39	5	0,37	2	0,118	2	0,23
Totaux	1712	100	1169	100	1573	100	1365	100	1697	100	877	100

- : Ordres absente; N : nombre des individus; A.R. % : abondance relative.

En fonction des mois, le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre présente des fluctuations. En effet, durant le mois d'avril, cet oiseau se base beaucoup plus sur les homoptères avec une abondance de 63,7 %. Par contre pour les autres mois d'études, les hyménoptères sont fortement recherchés notamment en mai (A.R. = 55 %), en juin (A.R. = 74 %), en juillet (A.R. = 74,2 %), en août (A.R. = 64,6 %) et en septembre (A.R. = 84,5 %) (Fig. 21).

3.2.3.1.5. - Fréquences centésimales des espèces-proies retrouvés dans le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre dans la station des pins maritimes

Les fréquences centésimales des espèces-proies qui font partie du régime trophique de l'Hirondelle de fenêtre dans la station d'étude sont mentionnées dans le tableau 16.

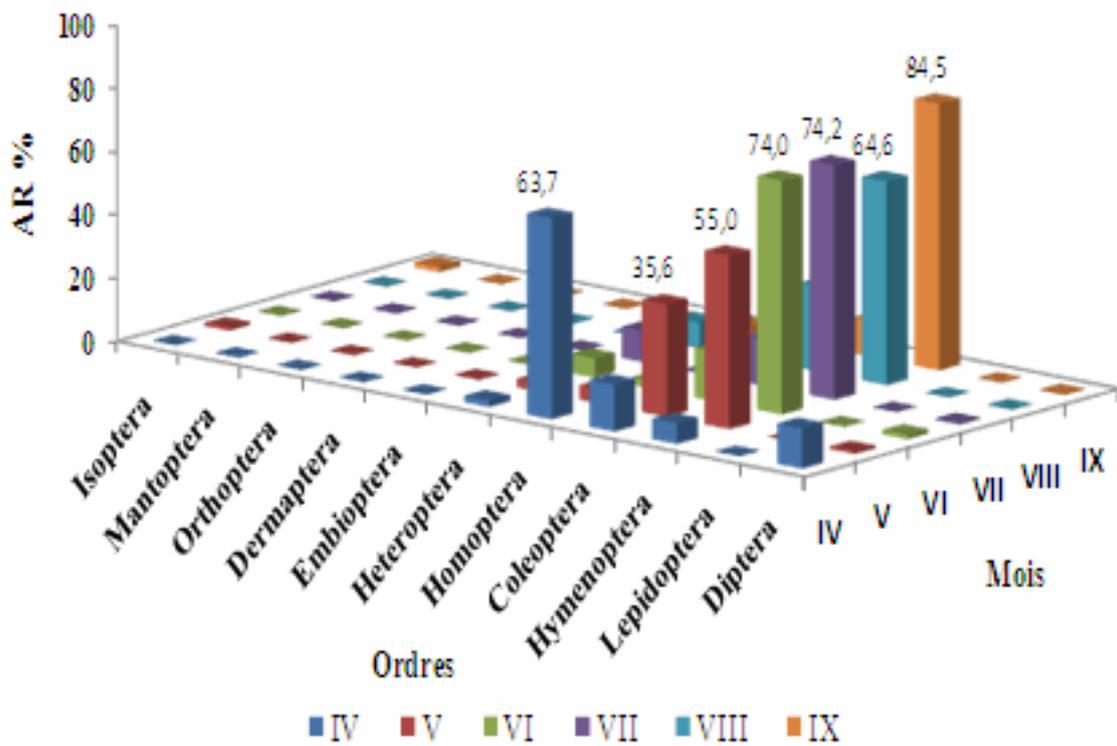


Fig. 21 : Fluctuations mensuelles des ordres d'insectes-proies consommées par l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes

Tableau 16 - Fréquences centésimales des espèces-proies composant le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre dans la station d'étude en 2007

Ni : nombre d'individu de l'espèce i ; A.R. % : abondance relative de l'espèce i; AR% fam ; abondance relative des familles ; AR% Ord : abondance relative des ordres; Nbr Esp : nombre d'espèce.

Parmi l'ensemble des espèces-proies consommées par *Delichon urbica*, la famille des Formicidae est la mieux représentée avec un taux de 53,3 %, l'espèce *Tertramorium biskrensis* est la plus fréquemment consommée avec un pourcentage de 18,4 %, devant *Monomorium salomonis* (A.R. = 13,1 %) et *Crematogaster scutellaris* (A.R. = 6,7 %). Les Formicidae sont suivis par les Aphidae avec un taux de 13,4 %, représentées le plus par *Aphidae sp.* (A.R. = 13,9 %). Les espèces-proies appartenant aux Lygaeidae (A.R. = 3,4 %), aux Coccinellidae (A.R. = 3,4 %), aux Cyclorrhapha (A.R. = 2,8 %), aux Anthicidae (A.R. = 2,6 %) et aux Curculionidae (A.R. = 2,3 %) sont moins recherchées par *Delichon urbica* (Tab.16). Pour ce qui est des espèces les plus consommées, *Tertramorium biskrensis* occupe le premier rang avec 1553 individus (AR% = 18,4 %). Elle est suivie par *Aphidae sp. ind.* (AR

% = 13,4 %), par *Monomorium salomonis* (AR% = 13,1%) et par *Crematogaster scutellaris* (AR% = 6,8 %). Les autres espèces sont faiblement consommées.

3.2.3.1.6. - Fréquences d'occurrence (F.O. %) des espèces-proies trouvés dans les fientes de *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes

Les résultats concernant les fréquences d'occurrence (F.O. %) des espèces-proies trouvés dans les fientes de *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes d'avril jusqu'à septembre 2007 sont regroupés dans le tableau 17.

Tableau 17 - Fréquences d'occurrence (F.O. %) des espèces-proies trouvés dans les fientes de *Delichon urbica* dans la station d'étude

Na : nombres d'apparition; F.O. % : Fréquence d'occurrence.

L'indice de Sturge appliqué aux espèces-proies trouvés dans les fientes de *Delichon urbica* permet de calculer le nombre de classes de constances :

$$\text{Nombre de classes} = 1 + (3,3 \log N) = 1 + (3,3 \log 383) = 9,52$$

Cette valeur est arrondie à 10 classes. Si on divise le total de 100 % par le nombre de classe qui est de 10, on aura un intervalle pour chaque classe de 10%.

Il est à rappeler que les classes de constance obtenues sont les suivantes :

- 0 % < F.O.% ≤ 10 % pour les espèces très rares : représentée par 351 espèces;
- 10 % < F.O.% ≤ 20 % pour les espèces rares : représentée par 20 espèces;
- 20 % < F.O.% ≤ 30 % pour les espèces assez rares : représentée par 6 espèces;
- 30 % < F.O.% ≤ 40 % pour les espèces accidentelles : représentée par 3 espèces;
- 40 % < F.O.% ≤ 50 % pour les espèces accessoires : représentée par 1 espèce;
- 50 % < F.O.% ≤ 60% pour les espèces régulières : représentée par 1 espèce;
- 60 % < F.O.% ≤ 70 % pour les espèces très régulières : aucune espèce;
- 70 % < F.O.% ≤ 80 % pour les espèces constantes : aucune espèce;
- 80 % < F.O.% ≤ 90 % pour les espèces fortement constantes : aucune espèce;
- 90 % < F.O. % ≤ 100 % pour les espèces omniprésente : aucune espèce.

Tetramorium biskrensis est l'espèce-proie qui possède le pourcentage de fréquence d'occurrence le plus fort (F.O. = 59,2 %). Cette dernière est qualifiée de proie régulière. La seule espèce accessoire est *Coccinella algerica* (F.O. = 49,2 %). La catégorie des espèces très accidentelles est constituée par *Adonia variegata* (F.O. = 35 %), par *Pheidole pallidula* (F.O. = 33,3 %) et par *Pleurophorus* sp. (F.O. = 33,3 %). Elle est suivie par d'autres espèces considérées comme proies assez rares, ce sont *Lygaeus militaris* (F.O. = 29,2 %), *Crematogaster scutellaris* (F.O. = 27,5 %) et *Monomorium salomonis* (F.O. = 27,5 %), *Apion* sp.1 (F.O. = 24,2 %), *Coccotrypes dactyliperda* (F.O. = 20,8 %) et *Chaetocnema* sp.2 (F.O. = 20,8 %). Les valeurs de la constance des autres espèces fluctuent entre 0,8 et 20 %. Elles sont qualifiées de proies rares ou très rares (Tab.17).

3.2.3.2 - Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

Nous avons aussi utilisé des indices de structures comme l'indice de diversité de Shannon-Weaver, la diversité maximale et l'équitabilité.

3.2.3.2.1 - Indice de diversité de Shannon-Weaver, diversité maximale et l'équitabilité appliqués aux espèces-proies du *Delichon urbica*

Les résultats concernant l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H'), la diversité maximale (H'max) et l'équitabilité sont notés dans le tableau 18.

**Chapitre 3 : Résultats sur la bioécologie et le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre
Delichon urbica dans la station des pins maritimes**

Avril																					
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Tot.
N	11	39	20	12	14	22	22	39	35	38	138	21	222	15	520	88	87	205	93	71	1712
S	5	16	14	6	7	15	15	19	23	24	9	11	14	13	12	25	13	15	15	10	130
H'	1,67	3,57	3,54	2,28	2,50	3,62	3,79	3,87	4,04	4,34	0,49	2,96	0,79	3,64	1,20	3,01	1,77	1,42	2,10	1,42	2,93
Hmx	2,32	4,00	3,81	2,58	2,81	3,91	3,91	4,25	4,52	4,58	3,17	3,46	3,81	3,70	3,58	4,64	3,70	3,91	3,91	3,32	7,02
E	0,72	0,89	0,93	0,88	0,89	0,93	0,97	0,91	0,89	0,95	0,16	0,86	0,21	0,98	0,33	0,65	0,48	0,36	0,54	0,43	0,42
Mai																					
n°	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Tot.
N	63	61	69	81	67	30	40	57	48	22	72	59	72	107	53	38	88	63	46	59	1195
S	11	15	16	11	17	15	21	15	23	14	15	7	15	10	13	15	23	22	20	15	125
H'	2,02	2,19	2,39	2,14	2,63	3,31	3,78	2,80	4,00	3,38	2,17	2,08	2,32	1,09	2,22	3,27	3,53	3,71	3,65	3,28	4,37
Hmx	3,46	3,91	4,00	3,46	4,09	3,91	4,39	3,91	4,52	3,81	3,91	2,81	3,91	3,32	3,70	3,91	4,52	4,46	4,32	3,91	6,97
E	0,58	0,56	0,60	0,62	0,64	0,85	0,86	0,72	0,88	0,89	0,56	0,74	0,59	0,33	0,60	0,84	0,78	0,83	0,85	0,84	0,63
Juin																					
n°	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	Tot.
N	123	82	45	27	28	76	98	127	22	173	68	83	110	82	89	27	112	77	92	36	1577
S	14	16	14	16	19	11	10	33	11	16	22	27	26	7	18	17	16	10	30	20	151
H'	0,93	2,28	2,62	3,60	4,04	1,49	1,49	3,55	2,84	1,17	3,68	3,98	3,45	1,37	2,30	3,84	1,90	1,72	3,36	3,87	4,13
Hmx	3,81	4,00	3,81	4,00	4,25	3,46	3,32	5,04	3,46	4,00	4,46	4,75	4,70	2,81	4,17	4,09	4,00	3,32	4,91	4,32	7,24
E	0,24	0,57	0,69	0,90	0,95	0,43	0,45	0,70	0,82	0,29	0,83	0,84	0,73	0,49	0,55	0,94	0,48	0,52	0,68	0,89	0,57
Juillet																					
n°	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	Tot.
N	76	89	50	9	62	47	15	21	77	240	153	51	63	83	75	66	79	28	56	25	1365
S	6	7	16	9	16	16	12	14	34	21	13	19	25	38	26	22	8	6	20	10	127
H'	1,83	0,53	2,74	3,17	2,64	2,58	3,37	3,59	4,11	1,11	1,48	3,13	3,30	4,31	3,86	3,67	1,59	1,09	3,86	2,77	4,26
Hmx	2,58	2,81	4,00	3,17	4,00	4,00	3,58	3,81	5,09	4,39	3,70	4,25	4,64	5,25	4,70	4,46	3,00	2,58	4,32	3,32	6,99
E	0,71	0,19	0,69	1,00	0,66	0,64	0,94	0,94	0,81	0,25	0,40	0,74	0,71	0,82	0,82	0,82	0,53	0,42	0,89	0,83	0,61
Août																					
n°	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	Tot.
N	87	142	151	61	187	61	59	22	10	21	100	122	48	165	46	170	99	15	16	117	1699
S	9	25	14	8	24	26	13	8	6	11	19	21	8	27	14	10	26	8	10	18	126
H'	1,79	2,58	1,78	1,92	2,59	4,11	1,77	1,80	2,16	3,10	3,04	2,53	1,29	3,38	2,47	1,04	3,60	2,46	3,16	2,97	4,54
Hmx	3,17	4,64	3,81	3,00	4,58	4,70	3,70	3,00	2,58	3,46	4,25	4,39	3,00	4,75	3,81	3,32	4,70	3,00	3,32	4,17	6,98
E	0,56	0,56	0,47	0,64	0,56	0,88	0,48	0,60	0,84	0,89	0,71	0,58	0,43	0,71	0,65	0,31	0,77	0,82	0,95	0,71	0,65
Septembre																					
n	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	Tot.
N	41	75	39	15	39	34	44	19	56	42	24	49	65	54	13	16	23	117	6	106	877
S	2	2	12	5	3	7	12	5	4	7	10	10	5	6	4	3	9	25	5	15	78

Tableau 18 – Valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver et la diversité maximale des espèces-proies trouvées dans les fientes de *Delichon urbica* aux pins maritimes

N : nombre d'individus; S: Richesse totale; H' : Indice de diversité de Shannon Weaver exprimé en bits ; H' max : Diversité maximale; E : Equitabilité.

Pour l'ensemble des 120 fientes analysées la diversité est égale à 5,2 bits correspondants à 8.425 individus faisant partie de 382 espèces. Parallèlement la valeur de la diversité maximale H'max est de 8,6 bits. Les valeurs de la diversité de Shannon-Weaver et la diversité maximale varient en fonction des mois et des fientes (Tab. 18). Elles fluctuent entre 0,1 et 4,34 bits. La valeur la plus élevée est signalée en avril pour la fiente 10 qui participe avec 38 individus et 24 espèces (H'= 4,34 bits) et la plus basse pour la fiente 102 en septembre avec 75 individus appartenant à 2 espèces-proies (H'= 0,1 bits).

L'équitabilité calculée pour l'ensemble des 120 fientes est égale à 0,6. Dans ce cas les espèces-proies présentent dans le menu de *Delichon urbica* ont tendance à être en équilibre entre elles. De même les valeurs de l'équitabilité (E) appliquées aux espèces-

proies retrouvées dans les fientes de *Delichon urbica* sont variables d'une fiente à une autre et d'un mois à un autre (Tab. 18). Parmi les 120 fientes analysées, 26 ont des valeurs de E inférieur à 0,5. Dans ce cas précis certains espèces-proies ont tendance à dominer les autres espèces-proies par leurs nombres. Pour celles notées au mois d'avril, 6 fientes ont des valeurs de E inférieur à 0,5, ce qui implique que des espèces en présence ont tendance à être en déséquilibre entre eux. Ce déséquilibre est provoqué par la dominance des Aphidae sp ind dans chacun des 6 fientes. Pour le mois de septembre sur les 20 fientes analysées 8 fientes ont des valeurs de E se rapprochent du zéro. Ce déséquilibre est dû à la dominance d'une espèce dans chacune des fientes correspondantes. Dans les fientes 101, 102 et 105, c'est *Crematagastre scutellaris* qui domine. Par ailleurs, c'est *Teteramorium biskrensis* qui est l'espèce la plus représentée avec 60 sur 65 individus dans la fiente 113, avec 46 sur 54 individus dans la fiente 114 et avec 84 sur 106 individus dans la fiente 120. Les autres valeurs de l'Equitabilité calculées pour 94 fientes sont égales ou tendent vers 1.

3.2.4. - Exploitation des résultats par d'autres indices

Les résultats sont exploités par les classes de tailles, l'indice d'lvlev et l'indice de fragmentation.

3.2.4.1. - Variations mensuelles des tailles des espèces-proies consommées par l'Hirondelle de fenêtre

Les résultats concernant les variations mensuelles des tailles des espèces-proies consommées par *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes sont regroupés dans le tableau 19.

Paramètres	Mois													
	IV		V		VI		VII		VIII		IX		Total	
Classes	Ni	AR%	Ni	AR%	Ni	AR%								
1	-	-	1	0,17	-	-	1	0,07	3	0,18	-	-	6	0,07
2	1169	68,28	152	12,72	77	4,88	125	9,16	235	13,83	45	5,13	1819	21,59
3	169	9,87	334	27,95	661	41,92	814	59,63	970	57,09	393	44,81	3555	42,20
4	47	2,75	240	20,08	375	23,78	127	9,3	210	12,36	12	1,37	1066	12,65
5	58	3,33	392	32,80	305	19,34	191	13,99	141	8,30	383	43,67	1184	14,05
6	11	0,64	30	2,51	15	0,95	19	1,39	13	0,77	21	2,39	109	1,29
7	203	11,86	21	1,76	35	2,22	22	1,61	14	0,82	8	0,91	303	3,60
8	51	2,98	18	1,51	56	3,55	32	2,34	44	2,59	7	0,80	208	2,47
9	2	0,12	3	0,25	12	0,76	7	0,51	43	2,53	6	0,68	73	0,87
10	3	0,18	2	0,17	6	0,38	4	0,29	2	0,12	1	0,11	18	0,21
11	-	-	-	-	4	0,25	-	-	1	0,06	1	0,11	6	0,07
12	-	-	1	0,08	4	0,25	1	0,07	2	0,12	-	-	8	0,09
13	-	-	-	-	26	1,65	20	1,47	21	1,24	-	-	67	0,80
15	-	-	-	-	1	0,06	1	0,07	-	-	-	-	2	0,02
32	-	-	-	-	-	-	1	0,07	-	-	-	-	1	0,01
Totaux	1712	100	1195	100	1577	100	1365	100	1699	100	877	100	8425	100

Tableau 19 - Variations mensuelles des tailles des espèces-proies consommées par *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes d'avril jusqu'à septembre 2007

-: absence de classe

Pour ce qui est des classes de taille des proies consommées par *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes en 2007, celles-ci sont généralement comprises entre 1 et 15 mm tout en notant la présence d'une proie de 32 mm qui n'est qu'un fait accidentel (Tab. 19). La classe de 3 mm est la mieux représentée avec 3.555 individus (42,2 %). Cette

classe de taille est représentée essentiellement par *Monomorium salomonis* mâle (23,8 %), *Tetramorium biskrensis* mâle (23,6 %), *Crematogaster scutellaris* mâle (8,0 %), *Anthicus floralis* (5,8 %), *Pheidole pallidula* mâle (4,9 %) et *Plagiolepis* sp. femelle (2,8 %). La classe de 2 mm occupe la deuxième place avec 1.819 individus (21,6 %). Elle est représentée le plus par Aphidae sp. (62,2 %), par *Monomorium salomonis* mâle (14,0 %) et par *Plagiolepis* sp. mâle (5,5 %). En troisième place vient la classe de 5 mm avec 1.184 individus (14,0 %) où il se loge *Crematogaster scutellaris* femelle (24,1%), *Tapinoma negerrimum* (23,8%) et *Pheidole pallidula* femelle (16,5%). Puis vient la classe de 4 mm en quatrième place avec 1.066 individus (12,6 %). Elle est représentée le plus par *Tetramorium biskrensis* femelle (67,0 %) et Staphylinidae sp.15 (5,1 %). En d'autres termes et d'une manière générale, les espèces-proies qui présentent des tailles variante entre 2 et 5mm sont les plus recherchées (90,5 %) par l'Hirondelle de fenêtre. Les autres classes sont représentées par des taux plus faible variant entre 0,01 % et 3,6 %. En fonction des mois, on note que les proies dont les tailles sont comprises dans la fourchette allant de 2 à 5 mm sont les plus recherchées par l'Hirondelle que ce soit en avril (84,2 %), en mai (93,6 %), en juin (89,9 %), en juillet (92,1 %), en août (91,6 %) et qu'en septembre (95,0 %). Cette dernière gamme de proie est assurée le plus par des Hymenoptera, des Coleoptera et des Homoptera (Fig. 22).

3.2.4.2 - Indice de sélection ou l'indice d'Ivlev

Pour mieux connaître la relation qui existe entre les abondances des espèces-proies consommées par *Delichon urbica* et celles des espèces-proies capturées avec le filet fauchoir, nous avons utilisé l'indice de sélection ou l'indice d'Ivlev. Ce dernier indice a pour objectif de comparé le régime avec les disponibilité durant les trois mois d'étude des disponibilités à savoir juillet, août et septembre. Les résultats portant sur cette sélection sont mentionnés dans le tableau 20.

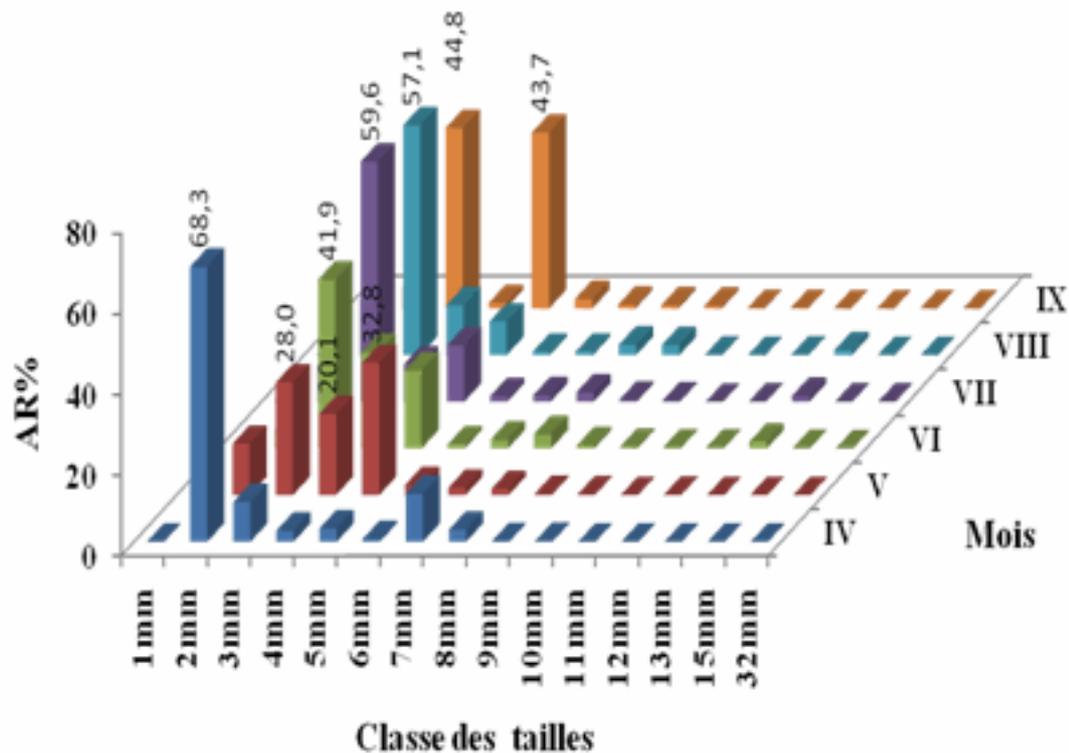


Fig. 22 : Variations mensuelles des tailles des espèces-proies consommées par *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes d'avril jusqu'à septembre 2007

Tableau 20 – Valeurs de l'indice d'Ivlev appliqué aux espèces-proies consommée par *Delichon urbica* et aux espèces d'invertébrés inventoriées grâce au filet fauchoir

-: Catégorie absente; AR_1 % : Abondance relative des espèces-proies trouvées dans le régime alimentaire de *Delichon urbica*; AR_2 % : Abondance

relative des espèces-proies capturées par le filet fauchoir; Ni_1 : nombre des espèces-proies consommées; Ni_2 : nombre des espèces-proies capturées; Ii : indice de sélection d'Ivlev

La relation entre le régime alimentaire et les disponibilités en proies exprimées grâce à l'indice d'Ivlev (Ii), montre qu'il existe 4 classes (Tab.20). Il est à rappeler que les classes obtenues sont classées selon les espèces les moins recherchées vers les plus recherchées par le prédateur. Ces classes sont les suivantes :

$Ii = -1$: ce sont des espèces présentes sur le terrain mais qui ne sont pas consommées par *Delichon urbica*. Cette classe compte 89 espèces qui sont pas recherchées par le

prédateur, c'est le cas par exemple de *Oribates* sp., *Sminthurus* sp. 1, Aphidae sp. 1 ind. et Thysanoptera sp. 1 ind.

-1 < li < 0 : ce sont des espèces peu consommées mais présentes en grand nombre sur le terrain. Cette classe compte 25 espèces qui sont peu recherchées par le prédateur, c'est le cas de *Aranea* sp.2 ind. (li = -0,49), *Pezotettix giornai* (li = -0,79), Heteroptera sp.2 ind. (li = -0,98), *Ophthalmicus* sp.1. (li = -0,37), Jassidae sp.1 ind. (li = -0,32), *Parmulus* sp. (li = -0,95) et *Lucilia* sp. (li = -0,28).

0 < li < 1 : ce sont des espèces les mieux représentées dans le régime alimentaire par rapport au milieu exploité par l'Hirondelle de fenêtre. Cette classe compte 11 espèces qui sont très recherchées par le prédateur, parmi lesquelles on cite *Corysius* sp.1 (li = 0,66), Chalcidae sp. 2 ind.(li = 0,42), *Tetramorium biskrensis* (li = 0,96) et *Crematogaster scutellaris* (li = 0,98).

li = 1 : ce sont des espèces présentes dans le régime alimentaire mais qui ne sont pas recensées sur le terrain. Cette classe renferme 186 espèces, c'est le cas des *Odontoscelis* sp., *Nysius* sp.1, *Anthicus floralis*, *Coccotrypes dactyliperda* et *Monomorium salomonis* et d'autres.

3.2.4.3 - Etude de fragmentation des éléments sclérotinisés des insectes-proies trouvés dans les fientes de *Delichon urbica* aux pins maritimes

L'indice de fragmentation des espèces-proies consommées par l'Hirondelle de fenêtre est appliqué pour celles qui sont les plus fréquentes dans le régime alimentaire de ce prédateur. Cela laisse apparaître d'une part les Hymenoptera (A.R. = 56,7 %) dont les Formicidae occupe la première place (A.R. = 53,3 %), représentée le plus par *Tetramorium biskrensis* (A.R. = 18,4 %) et *Monomorium salomonis* (A.R. = 13,1 %), et d'une autre part les Coleoptera (A.R. = 20,1 %) où on note une dominance pour les Coccinellidae (A.R. = 3,5 %) et les Anthicidae (A.R. = 2,6 %). Les détails concernant la fragmentation des pièces sclérotinisés des catégories et des espèces proies citées sont mis dans les tableaux 20, 21, 22, 23, 24, 25 et 26.

Les résultats concernent les nombres et les pourcentages de fragmentation et de préservation des éléments sclérotinisés des hyménoptères-proies de *Delichon urbica* sont regroupés dans le tableau 21.

Tableau 21 - Nombres et pourcentages de fragmentation et de préservation des éléments sclérotinisés des hyménoptères-proies de *Delichon urbica*

Eléments sclérotinisés	Totaux	N.E.I.	E. I. %	N.E.f.	E. f. %
Têtes	4570	3842	84,07	728	15,93
Thorax	4183	50	1,20	4133	98,80
A ₁	5874	26	0,44	5848	99,56
A ₂	3311	3	0,09	3308	99,91
Fémurs	26697	26684	99,95	13	0,05
Tibias	26676	26664	99,96	12	0,04
Tergites abdominaux	4420	4	0,09	4416	99,91
Sternites abdominaux	4417	4	0,09	4413	99,91
Coxa	2	2	100	-	-
Mandibules	10	10	100	-	-
Totaux	80160	57289	71,47	22871	28,53

Etude du comportement trophique et de la nidification de *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans un milieu sub urbain dans l'algérois

N.E.I. : nombre des pièces sclérotinisés intactes ; E. I. % : pourcentages de préservation ;

N.E.f : nombre des pièces sclérotinisés fragmentées ;E. f. % : pourcentages de fragmentation; A₁ : Ailes membraneuses 1 ; A₂ Ailes membraneuses 2.

L'analyse des fientes de l'Hirondelle de fenêtre, nous a permis de recenser 80.160 éléments sclérotinisés appartenant à l'ordre des Hymenoptera. Parmi ces derniers, 22.871 éléments (28,5 %) représentent les pièces sclérotinisés fragmentées et 57.289 éléments (71,6%) représentent les pièces sclérotinisés intactes (Tab. 21). Les éléments sclérotinisés les plus fragmentés sont les ailes membraneuses (99,9 %), les tergites abdominaux (99,9 %), les sternites abdominaux (99,9 %) les élytres (99,6 %) et les thorax (98,8 %). Les éléments sclérotinisés les moins fragmentés sont les tibias (0,04 %), les fémurs (0,05 %) et les têtes (15,9 %). Pour ce qui est des éléments intacts, les coxa et les mandibules sont totalement préservés. Ils sont suivis par les tibias, les fémurs et les têtes avec respectivement 99,96 %, 99,95 % et 84 % de préservation (Annexe 4, Fig.23).

Les résultats portant sur les nombres et les pourcentages, de fragmentation et de préservation, des éléments sclérotinisés, des Formicidae proies de *Delichon urbica*, sont rassemblés dans le tableau 22.

Tableau 22 - Nombres et pourcentages de fragmentation et de préservation des éléments sclérotinisés des Formicidae mentionnés dans les fientes de *Delichon urbica*

Eléments sclérotinisés	Totaux	N.E.I.	E. I. %	N.E.f.	E. f. %
Têtes	4711	3920	83,21	791	16,79
Thorax	4131	53	1,28	4078	98,72
A ₁	5793	26	0,45	5767	99,55
A ₂	3232	3	0,09	3229	99,91
Fémurs	26401	26386	99,94	15	0,06
Tibias	26363	26351	99,95	12	0,05
Tergites abdominaux	4340	5	0,12	4335	99,88
Sternites abdominaux	4337	5	0,12	4332	99,88
Coxa	3	3	100	-	-
Mandibules	10	10	100	-	-
Totaux	79321	56762	71,56	22559	28,44

N.E.I. : nombre des pièces sclérotinisés intactes ; E. I. % : pourcentages de préservation ;

N.E.f : nombre des pièces sclérotinisés fragmentées ;E. f. % : pourcentages de fragmentation; A₁ : Ailes membraneuses 1 ; A₂ Ailes membraneuses 2.

Parmi les 80.160 fragments des Hymenoptera trouvés dans les fientes de *Delichon urbica*, 79.321 appartiennent à la famille de Formicidae (Tab. 22). Le nombre des éléments fragmentés est de 22.559 éléments soit (28,4 %) alors que ceux représentant les éléments sclérotinisés intactes sont au nombre 56.762. Les éléments sclérotinisés les plus brisés sont les ailes membraneuses (99,9 %), les tergites abdominaux (99,9 %), les sternites abdominaux (99,9 %), les élytres (99,6 %) et les thorax (98,7 %). Pour ce qui est des éléments intacts, les coxa et les Mandibules sont préservés à 100 %. Ils sont suivis par les tibias, les fémurs et les têtes avec respectivement 99,95 %, 99,9 % et 83,2 % (Annexe 4, Fig. 24).

**Chapitre 3 : Résultats sur la bioécologie et le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre
Delichon urbica dans la station des pins maritimes**

Les résultats traitant les nombres et les pourcentages de fragmentation et de préservation des éléments sclérotinisés des *Tetramorium biskrensis* observés dans les fientes de *Delichon urbica*, sont regroupés dans le tableau 23

Tableau 23 - Nombres et pourcentages de fragmentation et de préservation des éléments sclérotinisés des *Tetramorium biskrensis* mentionnés dans les fientes de l'Hirondelle de fenêtre

Eléments sclérotinisés	Totaux	N.E.I.	E. I. %	N.E.f.	E. f. %
Têtes	1438	1237	86,02	201	13,98
Thorax	1342	35	2,61	1307	97,39
A ₁	1746	-	-	1746	100
A ₂	1010	-	-	1010	100
Fémurs	8592	8592	100	-	-
Tibias	8581	8581	100	-	-
Tergites abdominaux	1380	-	-	1380	100
Sternites abdominaux	1380	-	-	1380	100
Totaux	25469	18445	72,42	7024	27,58

N.E.I. : nombre des pièces sclérotinisés intacts ; E. I. % : pourcentages de préservation ;

N.E.f : nombre des pièces sclérotinisés fragmentées ;E. f. % : pourcentages de fragmentation; A₁ : Ailes membraneuses 1 ; A₂ Ailes membraneuses 2.

Les éléments sclérotinisés de *Tetramorium biskrensis* trouvés dans les fientes de *Delichon urbica* sont représentés par 25.469 éléments dont 7.024 sont brisées (E. f. = 27,6 %) et 18.445 sont intacts (E. I = 72,4 %) (Tab. 23). Certaines parties sont trop fragmentées c'est le cas des A1 (E. f = 100 %), les A2 (E. f = 100 %), les tergites abdominaux (100%), les sternites abdominaux (100%), et les thorax (97,4 %), alors que d'autres sont préservés comme les fémurs (E. I = 100 %) et les tibias (E.I = 100 %) (Annexe 4, Fig. 25).

Les nombres et les pourcentages de fragmentation et de préservation des éléments sclérotinisés des *Monomorium salomonis* trouvés dans les fientes de *Delichon urbica* sont rassemblés dans le tableau 24.

Tableau 24 - Nombres et pourcentages de fragmentation et de préservation des éléments sclérotinisés des *Monomorium salomonis* trouvés dans les fientes de *Delichon urbica*

Eléments sclérotinisés	Totaux	N.E.I.	E. I. %	N.E.f.	E. f. %
Têtes	1105	911	82,44	194	17,56
Thorax	1105	13	1,18	1092	98,82
A ₁	1686	-	-	1686	100
A ₂	966	-	-	966	100
Fémurs	6630	6630	100	-	-
Tibias	6630	6630	100	-	-
Tergites abdominaux	1105	3	0,27	1102	99,73
Sternites abdominaux	1105	3	0,27	1102	99,73
Totaux	20332	14190	69,79	6142	30,21

N.E.I. : nombre des pièces sclérotinisés intacts ; E. I. % : pourcentages de préservation ;

N.E.f : nombre des pièces sclérotinisés fragmentées ;E. f. % : pourcentages de fragmentation; A₁ : Ailes membraneuses 1 ; A₂ Ailes membraneuses 2.

Parmi 79.321 fragments de Formicidae-proies de l'Hirondelle de fenêtre, *Monomorium salomonis* totalise 20.332 éléments sclérotinisés (Tab. 24). Les éléments fragmentés (E. f. = 30,2 %) appartenant à cette espèce-proie sont moins représentés que les éléments préservés (E. I. = 69,8 %). Les A1 et les A2 sont totalement fragmentés. Ils sont suivis par les tergites abdominaux (E. f. = 99,7 %), les sternites abdominaux (E. f. = 99,7 %) et les thorax (E. f. = 98,8 %). Pour ce qui est des éléments intacts, les fémurs et les tibias sont préservés à 100 %. Ils sont suivis par les têtes avec un taux de 82,4 % (Annexe 4, Fig. 26).

Les résultats des nombres et des pourcentages de fragmentation et de préservation des éléments sclérotinisés des Coleoptera proies de l'Hirondelle de fenêtre, sont regroupés dans le tableau 25

Tableau 25 - Nombres et pourcentages de fragmentation et de préservation des éléments sclérotinisés des Coleoptera proies du *Delichon urbica*

Eléments sclérotinisés	Totaux	N.E.I.	E. I. %	N.E.f.	E. f. %
Têtes	1015	848	83,55	167	16,45
Thorax	712	487	68,40	225	31,60
Elytres	1208	528	43,71	680	56,29
Ailes membraneuses	8	2	25,00	6	75
Fémurs	1432	1316	91,90	116	8,10
Tibias	1292	1240	95,98	52	4,02
Tergites abdominaux	136	25	18,38	111	81,62
Tergites th	1	-	-	1	100
Sternites abdominaux	136	26	19,12	110	80,88
Coxa	551	527	95,64	24	4,36
Tarses	71	61	85,92	10	14,08
Mandibules	4	4	100	-	-
Totaux	6566	5064	77,12	1502	22,88

N.E.I. : nombre des pièces sclérotinisés intacts ; E. I. % : pourcentages de préservation ;

N.E.f : nombre des pièces sclérotinisés fragmentées ; E. f. % : pourcentages de fragmentation.

Les pièces sclérotinisés des coleoptères de l'Hirondelle de fenêtre sont représentées par 6.566 pièces dont 1502 soit (E. f. = 22,9 %) sont brisées et 5.064 soit (E. I. = 77,1 %) sont intacts (Tab.25). Les éléments sclérotinisés les plus fragmentés sont tergites thoraciques (E. f = 100 %), suivis par les tergites abdominaux (E. f. = 81,6 %), les sternites abdominaux (E. f. = 80,9 %) et les ailes membraneuses (E. f. = 75 %). Pour ce qui est des éléments fragiles, il y a les mandibules qui sont totalement préservées (E. I = 100 % de préservation ou E. f. = 0 %), suivis par les tibias (E. I = 96 %), les coxa (E. I = 95,6 %, les fémurs (E. I = 91,9 %), les tarses avec (E. I = 85,9 %), les têtes avec (E. I = 83,6 %) et les thorax (E. I = 69,4 %) (Annexe 4, Fig. 27).

Les résultats portant sur les pourcentages de fragmentation et de préservation des éléments sclérotinisés des Coccinellidae proies de *Delichon urbica*, sont signalés dans le tableau 26

**Chapitre 3 : Résultats sur la bioécologie et le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre
Delichon urbica dans la station des pins maritimes**

Tableau 26 - Nombres et pourcentages de fragmentation et de préservation des éléments sclérotinisés des Coccinellidae proies de l'Hirondelle de fenêtre

Eléments sclérotinisés	Totaux	N.E.I.	E. I. %	N.E.f.	E. f. %
Têtes	159	82	51,57	77	48,43
Thorax	150	33	22,00	117	78,00
Elytres	177	10	5,65	167	94,35
Ailes membraneuses	4	-	-	4	100,00
Fémurs	672	566	84,23	106	15,77
Tibias	709	668	94,22	41	5,78
Tergites abdominaux	48	1	2,08	47	97,92
Sternites abdominaux	48	3	6,25	45	93,75
Coxa	173	149	86,13	24	13,87
Tarses	9	8	88,89	1	11,11
Mandibules	5	5	100,00	-	-
Totaux	2154	1525	70,80	629	29,20

N.E.I. : nombre des pièces sclérotinisés intactes; E. I. % : pourcentages de préservation;

N.E.f : nombre des pièces sclérotinisés fragmentées; E. f. % : pourcentages de fragmentation; - : Absence d'élément sclérotinisé.

Parmi 6.566 fragments de Coleoptera trouvés dans les fientes de *Delichon urbica*, 2.154 appartiennent à la famille de Coccinellidae (Tab. 26). Le taux de fragmentation (E. f. = 29,2 %) est faible par rapport au taux de préservation (E. I. = 70,8 %). Les éléments sclérotinisés les plus fragmentés sont les ailes membraneuses (E. f. = 100 %), les tergites abdominaux (E. f. = 97,9 %), les élytres (E. f. = 94,4 %) et les sternites abdominaux (E. f. = 93,8 %). Les éléments sclérotinisés les moins fragmentés sont les fémurs (E. f. = 15,8 %), les coxa (E. f. = 13,9 %), les tarses (E. f. = 11,1 %) et les tibias (E. f. = 5,8 %) (Annexe 4, Fig. 28).

Les résultats qui mettent en évidence les nombres, les pourcentages de fragmentation, et de préservation, des éléments sclérotinisés des Anthicidae proies de *Delichon urbica*, sont regroupés dans le tableau 27.

Tableau 27 - Nombres et pourcentages de fragmentation et de préservation des éléments sclérotinisés des Anthicidae proies de l'Hirondelle de fenêtre

Eléments sclérotinisés	Totaux	N.E.I.	E. I. %	N.E.f.	E. f. %
Têtes	196	182	92,86	14	7,14
Thorax	189	186	98,41	3	1,59
Elytres	38	7	18,42	31	81,58
Fémurs	29	29	100	-	-
Tibias	27	27	100	-	-
Tergites abdominaux	2	-	-	2	100
Sternites abdominaux	2	-	-	2	100
Coxa	12	12	100	-	-
Tarses	2	2	100	-	-
Totaux	497	445	89,54	52	10,46

N.E.I. : nombre des pièces sclérotinisés intactes; E. I. % : pourcentages de préservation ;

N.E.f : nombre des pièces sclérotinisés fragmentées; E. f. % : pourcentages de fragmentation.

Les éléments sclérotinisés de Anthicidae trouvés dans les fientes de *Delichon urbica* sont représentés par 497 pièces sont brisées (E. f. = 10,5 %) et 445 sont intacts (E. f. = 89,5 %) (Tab. 27). Les éléments sclérotinisés les plus fragmentés sont les tergites abdominaux (E. f. = 100%) et les sternites abdominaux (E. f. = 100%). Les éléments sclérotinisés les moins fragmentés sont les têtes (E. f. = 7,1 %) et les thorax (E. f. = 1,6 %) (Annexe 4, Fig. 29).

3.2.5 - Exploitation des résultats par l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C.)

La répartition spatiale des familles-proies consommés en fonction des mois est mise en évidence par l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C.). Cette dernière est appliquée en présence-absence des différentes familles-proies ingérées par le prédateur durant les 6 mois d'étude. Ces dernières familles sont représentées dans une liste codées avec des numéros allant de 001 à 073 (Annexe 5, Tab. 28).

Les pourcentages d'inertie globale des deux axes pris en considération expriment les taux de participation sont les suivants:

Axe 1 : 25,8 % ;

Axe 2 : 25,3 %.

La somme des contributions des deux axes est de 51,1 %. Ainsi le plan formé par les axes 1 et 2 renferme le maximum des informations utiles pour interpréter les résultats.

Les contributions des différents mois à la construction des deux axes sont les suivantes :

Pour l'axe 1, les mois qui contribuent fortement à sa constitution sont les mois d'avril et juillet avec respectivement 62,5 % et 36,0 %. Les autres mois contribuent avec des pourcentages inférieurs à 0,6 %. Par contre les mois de septembre et de mai participent le plus à la formation de l'axe 2 avec des taux respectivement de 76,3 % et 14,4 %. Les autres mois contribuent avec des taux inférieurs à 4,6 %.

Les contributions des différentes familles à la construction des deux axes sont les suivantes :

Axe 1 : les familles qui contribuent le plus à sa formation sont les Labiidae, les Homoptera, les Ptinidae, les Cerambycidae, les Chrysidae, et les Sphegidae avec un taux de 8,4 % pour chacune. Les Caraboidea et les Heteroptera ont des pourcentages respectifs de 3,8 % et 3,6 %, les autres familles contribuent faiblement avec des taux allant de 0,01 à 2,5%.

Axe 2 : les familles qui participent le plus à la formation de cet axe sont les Calotermitidae, les Anthocoridae et les Nitidulidae avec un taux de 9,7% pour chacune. Les Elateridae avec un pourcentage de 4,6%. Suivies par les Rhinotermitidae, les Capsidae et les Oedemeridae avec 4,3% pour chacune. D'autres familles interviennent faiblement avec des taux qui ne dépassent pas 4,2%.

La répartition des mois en fonction des quadrants est la suivante :

D'après la figure 30, les 6 mois d'étude sont répartis dans 3 quadrants. Les mois qui se trouvent dans le premier quadrant sont : mai (V) et août (VIII), ce qui signifie que ces deux mois se ressemblent par leurs compositions en espèces proies. Le deuxième quadrant

contient uniquement le mois d'avril (IV). Dans le quatrième quadrant, le mois de juin (VI), juillet (VII) et septembre (IX) se positionnent.

Pour ce qui est de la repartition des familles en fonction des quadrants, il est à remarquer la formation de 6 groupements qui sont désignés par A, B, C, D, E, et F.

Le groupement A renferme les familles omniprésentes lesquelles sont notées dans les six mois d'étude. Pour ces familles il y a Pentatomidae (012), Lygaeidae (015), Jassidae (023), Coleoptera fam. ind. (024), Scarabeidae (027), Staphylinidae (035), Anthicidae (037), Carpophilidae (039), Coccinellidae (043), Chrysomelidae (044), Curculionidae (046), Scolytidae (047), Apionidae (054), Chalcidae (056), Ichneumonidae (059), Formicidae (063) et Cyclorrapha (070). Le groupement B renferme les familles présentes uniquement au mois d'avril. Ce sont notamment Labiidae (008), Homoptera fam. ind. (020), Ptinidae (034), Cerambycidae (048), Sphegidae (066) et Chrysidae (068). Le groupement C ne renferme que les familles présentes au mois de mai. Ce sont Rhinotermitidae (005), Capsidae (017) et Oedemeridae (038). Le groupement D regroupe les familles signalées seulement au mois de juin. Il s'agit des Helicidae (001), Alleculidae (036), Lepidopterafam. ind. (069) et Syrphidae (072). Le groupement E est caractérisé par des familles consommées durant le mois de juillet. Il est formé par les Mantidae (006), les Acridae (007) et les Bethylidae (065). Le groupement F situé à l'extrême gauche de l'axe 2 est formé des familles consommées durant le mois de septembre. Ces familles sont Calotermitidae (004), Anthocoridae (018) et Nitidulidae (041). Il faut dire que cette répartition implique les variations mensuelles du régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre. Ce qui va nuancer l'identité des composantes trophique de chaque mois, ce qui pourra aider à comprendre le comportement du prédateur vis-à-vis ces proies

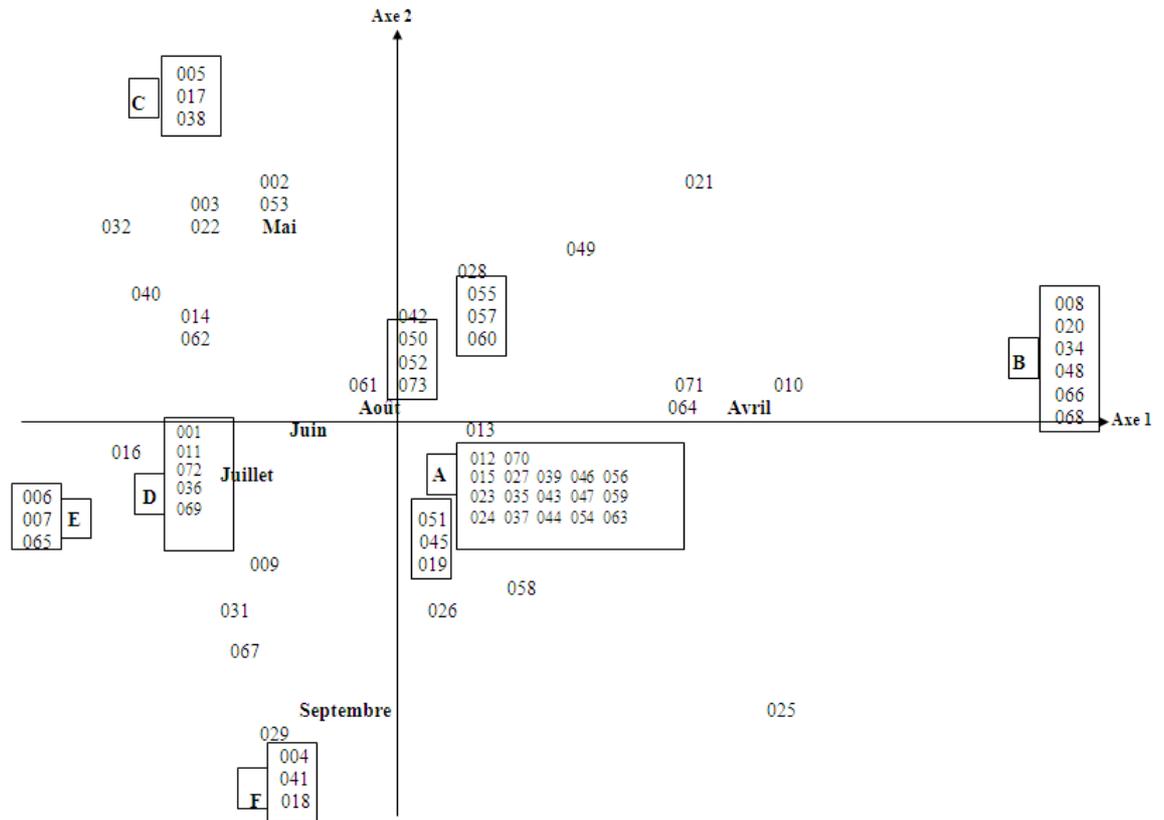


Fig. 30 – Carte factorielle des mois d'études et des familles-proies de l'Hirondelle de fenêtre dans la station des pins maritimes

3.3. - Etude de la nidification de l'Hirondelle de fenêtre dans la station des pins maritimes

Le suivi de la nidification de l'Hirondelle de fenêtre effectué dans la station des pins maritimes comprend d'abord le recensement des nids d'une part et d'autre part la distribution des nids selon l'exposition des façades hébergeant les nids.

3.3.1 - Recensement des nids de *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes

Le nombre de nids intacts, nids endommagés, nids parasités, de la colonie de la station des pins maritimes sont indiqués dans le tableau 29.

Tableau 29 - Nombres de nids construits dans la colonie installée aux pins maritimes durant les trois années de 2007 à 2009

Paramètres	Années						
	2007		2008		2009		
	Nids intacts	Nids endommagés	Nids intacts	Nids endommagés	Nids intacts	Nids endommagés	Nids parasités
Façade 1	287	22	170	135	154	0	0
Façade 2	53	11	41	17	55	0	0
Façade 3	63	8	41	15	24	0	3
Façade 4	23	7	12	12	20	0	0
Totaux	426	48	264	179	253	0	3

Le recensement des nids de *Delichon urbica* montre l'existence de 474 nids en 2007 dont 426 nids intacts (89,9 %) et 48 nids endommagés (10,1 %) (Tab. 29). Pour l'année 2008 ya eu une petite régression dont 443 nids sont recensés. Les nids intacts (59,6%) sont plus élevés que les nids endommagés (40,4 %). Tandis qu'en 2009, la régression est nettement visible avec seulement 256 dont la plus part sont intacts (98,83 %) et 3 nids sont parasités par le moineau(1,17 %).

3.3.2 - Evolution de la nidification de *Delichon urbica* dans la station d'étude

Les résultats du recensement des nids intacts construits la colonie installée dans la station des pins maritimes sont notés dans le tableau30.

Tableau 30 - Nombres de nids intacts dans la colonie installée aux pins maritimes durant les trois années de 2007 à 2009

Années	Façade 1		Façade 2		Façade 3		Façade 4		Total
	N	A.R. (%)	N						
2007	287	67,4	53	12,4	63	14,8	23	5,4	426
2008	170	64,4	41	15,5	41	15,5	12	4,5	264
2009	154	60,86	55	21,73	24	9,48	20	7,90	253

N :le nombre de nids intacts; **A.R. (%)** : est le taux des nids intacts.

Etude de l'évolution de la nidification de l'Hirondelle de fenêtre au niveau du site de reproduction situé aux pins maritimes durant la période comprise entre l'année 2007 et 2009, montre que le nombre de nids connaît une nette régression (Tab. 30). Leur nombre passe de 426 nids en 2007 à 264 nids en 2008 alors qu'en 2009 on ne recense que 253 nids. Il est à rappeler qu'entre 2007 et 2009 tous les nids ont été détruits par l'homme suite aux travaux de rénovation. La colonie réinstallée au niveau de ce site n'a permis la construction que de 253 nids. Il y a de ce fait une perte par soustraction de 173 nids soit 40,61 % par rapport au nombre des nids existant en 2007 (Fig. 31).

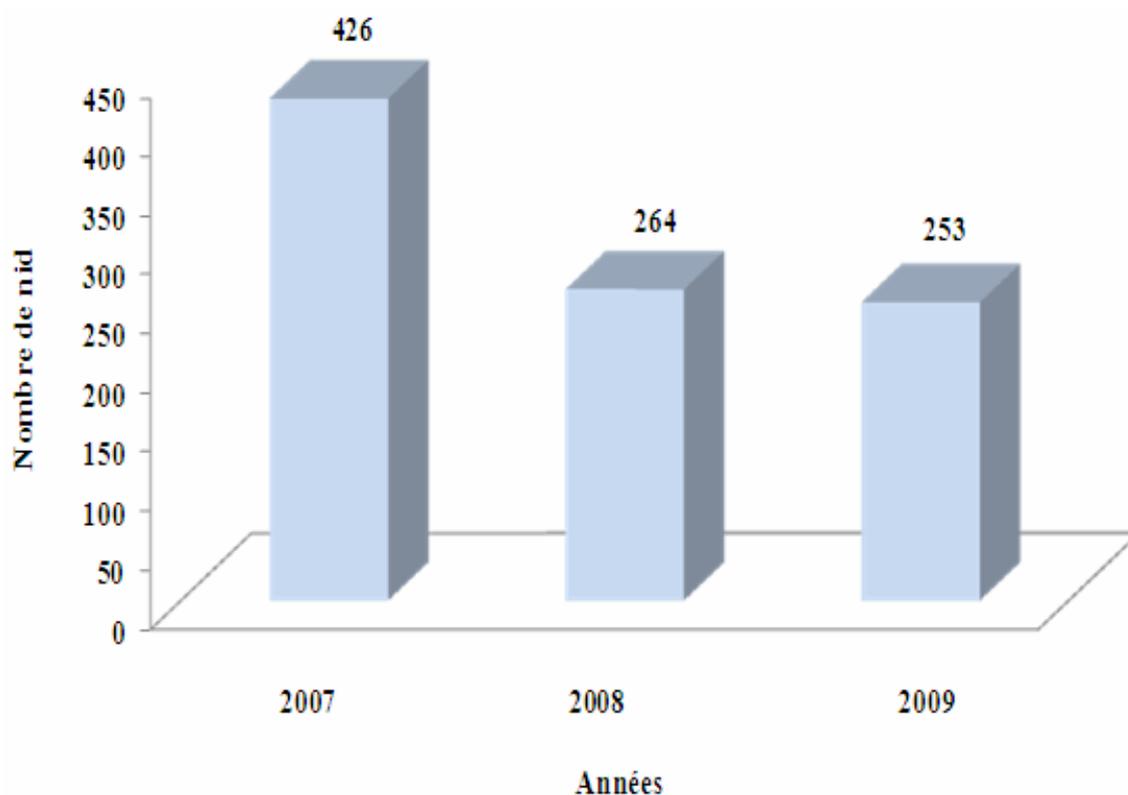


Fig. 31: Evolution de la nidification de l'Hirondelle de fenêtre au niveau du site de reproduction situé aux pins maritimes

3.3.3 - Distribution des nids de l'Hirondelle de fenêtre selon les expositions de façades hébergeant les nids

La distribution des nids de *Delichon urbica* dans le site de reproduction effectuée selon les expositions des façades par rapport aux quatre points cardinaux est présentée dans le tableau 31.

Tableau 31 - Distribution des nids de la colonie installée aux pins maritimes selon les expositions des façades aux quatre points cardinaux au cours des trois années de 2007 à 2009

Orientations	Années					
	2007		2008		2009	
	N	A.R. (%)	N	A.R. (%)	N	A.R. (%)
Est	134	31,4	87	32,9	64	25,29
Ouest	77	18,1	37	14,0	77	30,43
Sud	110	25,8	72	27,3	58	22,92
Nord	105	24,6	68	25,8	54	21,34
Totaux	426	100	264	100	253	100

N:le nombre de nids orientées; **A.R. (%)**:pourcentage de nids orientées

Selon l'exposition des façades aux points cardinaux, le nombre de nids fluctue durant les trois années d'étude (Tab. 31). En 2007 les façades à l'exposition Est hébergent le plus grand nombre de nids (31,4 %). Elles sont suivies par les façades Nord avec 110 nids puis

les façades Sud avec 105 nids et enfin les façades Ouest avec 77 nids. De même en 2008 le nombre de nid orienté vers l'Est est le plus élevé avec 87 nids, suivi par l'effectif des nids orientés vers le Sud avec 72 nids. La partie de la colonie tournée vers le Nord ne comporte que 68 nids et enfin celle orientée vers l'Ouest ne présente que 37 nids seulement. Par contre en 2009 les façades à l'exposition Ouest hébergent le plus grand nombre de nids avec 77 nids. Elles sont suivies par les façades Est avec 64 nids puis les façades Sud avec 58 nids et enfin les façades Nord avec 54 nid (Fig. 32).

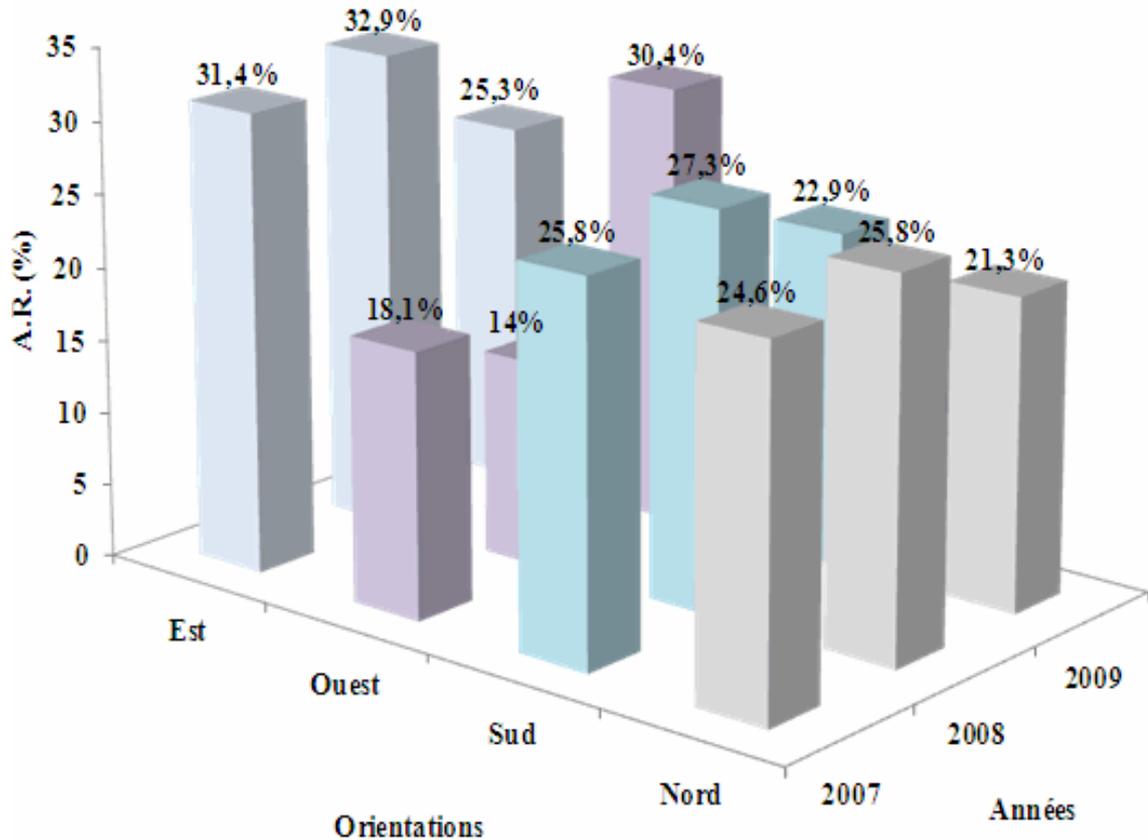


Fig. 32 – Evolution de la nidification de l'Hirondelle de fenêtre selon les expositions des façades aux quatre points cardinaux au cours des trois années de 2007 à 2009

Chapitre 4 : Discussions sur les disponibilités trophiques et le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre aux pins maritimes

Dans ce chapitre sont développées les discussions sur les invertébrés capturés grâce au filet fauchoir aux pins maritimes, sur le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre et sur sa nidification.

4.1. – Discussions sur les disponibilités trophiques obtenues grâce au filet fauchoir

Dans cette partie sont développées les discussions sur la qualité d'échantillonnage et sur les indices écologiques appliqués aux résultats des disponibilités trophiques obtenues grâce au filet fauchoir.

4.1.1. – Qualité de l'échantillonnage

D'abord il faut noter que les auteurs qui se sont penchés sur la disponibilité alimentaire du *Delichon urbica* comme ALLOUCHE (2000), FARHI (2002) et BENCHIKH (2004) ne se sont pas intéressés à la qualité de l'échantillonnage des espèces-proies potentielles. Dans la présente étude, les valeurs de la qualité de l'échantillonnage des espèces potentielles capturées par le filet fauchoir sont égales à 4,28 espèces en juillet, 4,14 espèces en août et 3,57 espèces en septembre (Tab.3). Pour ce qui concerne la qualité de l'échantillonnage durant les trois mois d'étude elle est de 2,4. Plus N est petit plus la qualité de l'échantillonnage est grande (RAMADE, 1984). On estime que a/N étant voisin à 0, correspond à une bonne qualité de l'échantillonnage lorsque cet indice est appliqué aux populations aviennes (BLONDEL, 1979). Mais dans le présent travail cet indice est appliqué aux espèces d'invertébrés capturées à l'aide du filet fauchoir. De ce fait pour l'appréciation de la qualité de l'échantillonnage il faut changer d'échelle, la valeur 1 dans ce cas peut être considérée comme bonne. On serait tenté de dire que ces valeurs ne sont pas de bonne qualité dans ce cas il aurait fallu augmenter le nombre de relevés. Mais il est fort possible qu'on trouve d'autres espèces vues en un seul exemplaire.

4.1.2. – Discussions sur les indices écologiques appliqués aux disponibilités trophiques

Dans ce qui va suivre sont développées les discussions concernant les disponibilités potentielles traitées grâce aux indices écologiques de compositions et de structures.

4.1.2.1. – Discussions sur les résultats obtenus par les indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition comprennent la richesse totale, la richesse moyenne et les fréquences centésimales.

4.1.2.1.1 – Richesse totale (S) et richesse moyenne (Sm) des invertébrées obtenue à l'aide de filet fauchoir

La richesse totale est de 125 espèces pour l'ensemble des trois mois. Quant à la richesse moyenne, elle est de 14 espèces (Tab.5). BENCHIKH (2004) dans la station des Eucalyptus trouve une richesse totale de 155 espèces en utilisant à la fois le filet fauchoir et les pots Barber. La valeur de la richesse totale trouvée par Cet auteur est supérieure à celle obtenue dans la présente étude. Il est possible d'expliquer cette différence par le fait que BENCHIKH (2004) a utilisé deux méthodes de piégeage celle des pots Barber et du fauchage. En fonction des mois les richesses totales et moyennes connaissent des variations. En effet, la richesse totale au mois de juillet est de 52 espèces. Elle augmente pour atteindre un maximum en septembre avec 68 espèces. Cela peut être dû aux fluctuations des facteurs climatiques comme le signalent plusieurs auteurs (DREUX, 1980; DAJOZ, 1971 et 1975; DOUMANDJI et DOUMANDJI, 1988). FARHI (2002) a obtenu des valeurs de la richesse totale qui varient entre 25 espèces en août et 156 espèces en avril.

4.1.2.1.2. – Inventaire des espèces d'invertébrées capturées grâce au filet fauchoir

Dans la station des pins maritimes, 125 espèces ont été identifiées, avec 1365 individus répartis entre quatre classes, 17 ordres et 55 familles (Tab. 6). En particulier la classe des insectes domine avec 111 espèces réparties entre 50 familles et 13 ordres. Au sein des insectes les Hymenoptera sont les plus recensés avec 28 espèces, suivis respectivement par les Diptera (25 espèces), les Homoptera (21 espèces), les Coleoptera (13 espèces) et les Heteroptera (7 espèces). Au sein des Arachnida deux ordres sont à signaler, les Aranea avec 8 espèces et les Acari avec 3 espèces. Quant à la classe des Gastropoda elle est mentionnée par 2 espèces appartenant à l'ordre des Pulmonea et à la famille des Helicellidae. FARHI (2002) en étudiant les disponibilités trophiques du milieu en proies potentielles pour l'Hirondelle de fenêtre dans une friche à Tizi Ouzou, a recensé 251 espèces qui se répartissent entre quatre classes, la plus importante étant celle des Insecta avec 233 espèces, suivie par les Arachnida avec 12 espèces, les Gastropoda avec 5 espèces et enfin la classe des Crustacea avec une seule espèce. Dans la présente étude la classe la plus abondante dans le milieu est celle des Insecta avec 1.167 individus (85,5 %). En deuxième position on retrouve les Arachnida avec 178 individus (13,0 %), suivis par les Gastropoda avec 19 individus (1,4 %) et par les Crustacea avec un seul individu (0,1 %). De même FARHI (2002) dans une friche à Tizi Ouzou a dénombré 2.642 individus. Selon ce même auteur, la classe la plus importante est celle des insectes avec 1.954 individus (74 %), elle est suivie par celle des Gastropoda avec 609 individus (23 %), des Arachnida avec 78 individus (3 %) et enfin les Crustacea sont notés avec un seul individu (0,04 %). Là encore BENCHIKH (2001) en étudiant les disponibilités trophiques du milieu en proies potentielles pour l'Hirondelle de fenêtre dans la région des Eucalyptus, a dénombré 155 espèces appartenant à 4 classes. La classe de proies potentielles la plus importante

est celle des Insecta représentant 92,6 % du total des proies disponibles dans le milieu, suivie par les Aranea (3,5 %), les Podurata (2,3 %) et les Isopoda (1,6 %). L'ordre le plus abondant dans les échantillons des disponibilités alimentaires du milieu est celui des Hymenoptera avec 433 individus (31,7 %), suivis par les Homoptera avec 329 individus (24,1 %). L'ordre des Acari vient en troisième position avec 152 individus (11,1 %), suivi par celui des Collembola avec 147 individus (10,8 %). Le taux des autres ordres est inférieur à 10 %. Parmi l'ensemble des espèces-proies potentielles de *Delichon urbica*, la famille des Formicidae est la mieux représentée avec un taux de 27,1 %, suivie par les Jassidae avec un taux de 11,9 %, les Aphidae avec 11 %, les Sminthuridae avec 10,5 % et les Oribatidae avec 9,82 %. Les autres familles sont faiblement représentées avec des valeurs qui varient entre 3,5 % et 0,07 %. L'abondance des Hymenoptera est confirmée par BENCHIKH (2001) aux Eucalyptus. Ce dernier a noté un taux de 44,6 % pour cet ordre. Il est suivi par celui des Coleoptera (13,7 %), des Araneidae (12,5 %), des Orthoptera (8,4 %), des Heteroptera (7,5 %) et des Homoptera (7,2 %). Par contre FARHI (2002) dans une friche à Tizi Ouzou a trouvé que l'ordre des Coleoptera avec 880 individus (33,3 %) est le mieux recensé. Il est suivi par les pulmonés (23 %), les Hymenoptera (10,9 %) et les Heteroptera (10,5 %). En Europe BRYANT (1973) en étudiant les disponibilités en proies potentielles pour l'Hirondelle de fenêtre depuis mai jusqu'en septembre à l'aide d'une technique originale appelée "the aerofoil insect suction trap" a noté qu'en moyenne les Aphidae (Homoptera) avec une abondance de 28 % constituent la catégorie de proies potentielles la plus abondante dans le milieu, suivie par les Bibionidae (Diptera) avec 19,9 % et les Chironomidae (Diptera) avec 12,8 %. Par contre les Hymenoptera ne correspondent qu'à 6,8 % et les Coleoptera à 3,1 %. Le faible taux de captures des individus appartenant à la dernière catégorie citée est dû à la hauteur du filet piège qui est de 12,2 m ce qui exclut beaucoup d'espèces de capacités volières modestes. Les Formicidae correspondent à un taux très faible de l'ordre de 0,8 %. En réalité les Formicidae ne sont présents que durant les deux mois de l'échantillonnage soit en juillet avec 0,3 % et en août avec 3,8 %. Mais en termes de biomasse au mois d'août ils représentent 12,2 % de la biomasse totale disponible. Cette présence périodique des Formicidae est limitée aux moments des essaimages (BRYANT, 1973).

4.1.2.1.3. – Fluctuation des disponibilités alimentaire du milieu aux pinsmaritimes en 2007

Les disponibilités en espèces potentielles connaissent des fluctuations. Ces variations concernent les abondances des différentes catégories recueillies sur le terrain. En effet L'ordre des Hymenoptera est le mieux noté en juillet (53,1 %), devant les Homoptera (35,7 %) et les Diptera (7,2 %) alors que les Coleoptera occupent la quatrième position (1,6 %). En août la première place est partagée entre les Hymenoptera et les Homoptera (27,3 %) chacun, devant les Diptera (9,3 %) et les Collembola (6,8 %). En septembre ce sont les Acari qui apparaissent les plus abondants dans le milieu (21,3 %), devant les Collembola (19,4 %), les Hymenoptera (17,5 %), les Homoptera (15,1 %). alors que les Heteroptera occupent la cinquième position (7,1 %) (Tab. 7). BENCHIKH (2001), dans la Mitidja en étudiant dans le milieu les disponibilités en proies potentielles pour l'Hirondelle de fenêtre signale la dominance des Coleoptera en juin (47,2 %), suivis par les Hymenoptera (18,6 %) alors qu'en août ce sont les Hymenoptera (44,5 %) qui sont les plus disponibles. FARHI (2002) à Tizi Ouzou en étudiant dans le milieu les disponibilités en proies potentielles pour l'Hirondelle de fenêtre signale la dominance des Coleoptera en mars (36,9 %) ainsi qu'en avril (44,3 %) alors qu'en mai il arrive en deuxième position (24,2 %) après celui des pulmonés (30,3 %). En juin les Coleoptera reprennent la première place avec un taux de 21,7 %, suivis par les Orthoptera (17,2 %), les Hymenoptera (16,5 %) et les pulmonés (16,2 %). En juillet ce sont

les Orthoptera qui viennent en premier rang (38,9 %), suivis par les pulmonea (21 %), les Hymenoptera (16,2 %), les Heteroptera (12,2 %) et les Coleoptera (10,8 %). De même en août ce sont les Orthoptera qui sont les plus disponibles (38,9 %), suivis par les pulmonea (17,6 %), les Hymenoptera (15,7 %) et les Coleoptera (13,9 %). Selon CHATENET (1986), les Coleoptera se trouvent pendant toute l'année dans divers endroits. Mais ils sont plus importants durant la belle saison, notamment de mai à juin. Selon CHOPARD (1938), dans les pays tempérés, pour la plupart des Orthoptera les œufs éclosent vers la fin du printemps. Leurs développements s'effectuent pendant la saison estivale. Les adultes de nombreuses espèces disparaissent avec les premiers froids. En Europe BRYANT (1973) dans le Sud de l'Angleterre note une variation du contenu du piège utilisé pour estimer les disponibilités alimentaires de l'Hirondelle de fenêtre. En mai ce sont les Bibionidae avec une abondance de 32 % qui constituent la catégorie de proies la plus abondante dans le milieu. Ils sont suivis par les Mycetophilidae (32,2 %), les Aphidae (12,9 %), les Chironomidae (9 %), les Coleoptera (6,8 %) et les Hymenoptera autres que les Formicidae (6 %). En juin ce sont les Aphidae qui représentent les proies les plus disponibles avec une abondance de 49 % alors que les Bibionidae deviennent plus rares (3,9 %), contrairement aux Mycetophilidae qui se maintiennent avec 12,4 %. Quant aux Coleoptera ils ne sont représentés seulement que par 0,6 % et les Hymenoptera non Formicidae par 5,3 %. En juillet ce sont toujours les Aphidae qui sont les plus abondants (50 %), suivis par les Empididae (10,8 %) et les Scatopsidae (10,8 %). Les Bibionidae ont totalement disparu alors que les Mycetophilidae correspondent à peine à 6 % et les Coleoptera à 2,9 %. Les Hymenoptera avec 6,4 % renferment peu de Formicidae (0,1 %). En août les Bibionidae reprennent la première place (34,5 %) devant les Aphidae (13,3 %). Les Hymenoptera non Formicidae représentent 7,4 % alors que les Formicidae atteignent au maximum 3,8 %.

4.1.2.2. – Discussions des résultats sur les espèces piégées dans le filet fauchoir et exploitées par des indices écologiques de structure

Dans ce qui va suivre, nous allons discuter les résultats sur les espèces piégées dans le filet fauchoir par les indices de Shannon - Weaver et de l'équitabilité.

4.1.2.2.1 – Indice de diversité de Shannon - Weaver (H'), diversité maximale (H'_{max}) et équitabilité (E) appliqués aux espèces d'invertébrés inventoriées grâce au filet fauchoir

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver H' varient d'un mois à l'autre. Il est de 2,97 bits en juillet, 5,06 bits en août et 4,35 bits en septembre (Tab.8). Ces valeurs sont assez élevées, ceci s'explique par une grande activité de l'entomofaune. Elle reflète aussi un milieu riche qui permet l'installation de plusieurs espèces (BOURLIERE, 1979). Selon BIGOT et BODOT (1973 a) une valeur élevée de la diversité caractérise un milieu favorable où le nombre des espèces sera élevé et le nombre des individus relativement limité. La diversité est de 3,9 bits en juillet et de 5,2 bits en août. Egalement FARHI (2002) à Tizi Ouzou note que la diversité de Shannon-Weaver est de 5,2 bits en mars, de 5,3 bits en avril, de 4,6 bits en mai, de 5,3 bits en juin, de 4,6 bits en juillet et de 3,9 bits en août. Ces valeurs sont considérées comme très élevées. De son côté BENCHIKH (2004) note que la diversité de Shannon-Weaver en 2000 est de 4,8 bits en juillet et 5,2 bits en août. En 2002 la diversité est de 3,9 bits en juin, de 4,3 bits en juillet et de 4,4 bits en août. Quant à l'équitabilité, les valeurs fluctuent entre 0,5 en juillet et 0,9 en août. Ces valeurs de E sont supérieures à 0,5 impliquant que les effectifs des populations d'arthropodes ont tendance à être en équilibre entre eux. FARHI (2002) avec la même technique d'échantillonnage à

Tizi Ouzou mentionne des valeurs de E égales ou supérieures à 0,7. De même BENCHIKH (2001) note que l'équitabilité appliquée aux disponibilités trophiques dans la région des Eucalyptus dans la plaine de la Mitidja est de 0,8 aussi bien en juillet qu'en août.

4.1.3. – Discussions sur les classes de tailles des espèces d'invertébrés inventoriées grâce au filet fauchoir

D'abord il faut noter que les auteurs qui se sont penchés sur la disponibilité alimentaire du *Delichon urbica* comme ALLOUCHE (2000), FARHI (2002) et BENCHIKH (2004) ne se sont pas intéressés aux classes de tailles auxquelles appartiennent les espèces-proies potentielles. Dans la présente étude, les classes de tailles des espèces proies potentielles sont comprises entre 1 et 52 mm (Tab.9). La classe 1 mm est la plus fréquente avec 39,9 %, elle est représentée par *Sminthurus* sp. 1, Oribatessp. et Aphidae sp.2. La classe 3 mm occupe la deuxième place avec 38,5%, ce qui correspond essentiellement à *Tapinoma negerrimum*, à Jassidae sp. et à *Plagiolepis* sp. Celles allant de 1 à 5 mm correspondent à 96,8 %. Les autres classes sont représentées par des pourcentages plus faibles, variant de 0,1 % à 1,47 %. En fonction des mois il est à noter que la classe de 3 mm est la mieux représentée en juillet (57,4 %), en août (39,1 %) et en septembre (25,1 %). Elle est suivie par la classe de 1 mm en juillet (20,9 %), en août (17,4 %) et en septembre (58,7 %).

4.2. – Régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre

Dans ce paragraphe, les discussions portant d'abord sur les résultats de la qualité de l'échantillonnage, puis sur le nombre de proies par fientes de l'hirondelle de fenêtre et enfin sur les résultats obtenus exploités par des indices écologiques, d'autres indices et une méthode statistique.

4.2.1. – Qualité de l'échantillonnage

Avant d'entamer la discussion des résultats obtenus nous tenons à préciser deux aspects importants des erreurs peuvent survenir dans l'appréciation de l'abondance relative réelle des différents types de proies, du fait que dans ce type d'échantillonnage le comptage s'effectue à l'aide d'une loupe binoculaire impliquant ainsi des difficultés de détermination. (BRYANT, 1973; BARBAULT, 1974). L'indice a/N est usuellement utilisé pour les populations aviennes. Si la valeur de a/N est proche de 0, la qualité d'échantillonnage sera jugée bonne. Mais si le même indice est utilisé dans une population d'insectes, il doit être interprété avec précaution. A titre d'exemple dans un même milieu on peut trouver 100 espèces d'oiseaux, tandis qu'on note l'existence de 10.000 espèces d'insectes. Les valeurs de la qualité de l'échantillonnage des espèces-proies trouvées dans les fientes de *Delichon urbica* varient d'un mois à l'autre, elle est de 2,8 espèces en avril, de 2,7 espèces en mai, de 3,3 en juin, de 2,4 espèces en juillet, de 2,7 espèces en août et de 2,1 espèces en septembre. Pour ce qui concerne la qualité de l'échantillonnage durant les six mois d'étude elle est de 1,1 espèces (Tab.10). Dans tous les cas l'effort d'échantillonnage semble suffisant. Les valeurs de a/N sont plus fortes à cause du fait que les proies de *Delichon urbica* appartiennent à une plus grande gamme d'espèces-proies. Ce n'est certes pas le seul facteur à mettre en cause. Les variations climatiques jouent également un rôle. Pour avoir des valeurs de

a/N traduisant une meilleure qualité de l'échantillonnage il faudrait augmenter le nombre de fientes à analyser mais il est fort possible qu'on trouve d'autres espèces vues en un seul exemplaire. KISSERLI (1997) à Jijel a obtenu des valeurs semblables atteignant 1,5 en 1994 et 1,6 en 1995. Par ailleurs FARHI (2002) a trouvé une valeur de 1,2 dans le régime alimentaire de *Delichon urbica* dans la région de Tizi Ouzou. Pour ces auteurs l'échantillonnage est qualifié de bon. BENCHIKH (2004) a obtenu des valeurs atteignant 4,3 en 2000, 1,6 en 2001 et 1,9 en 2002. Cet auteur estime que les deux dernières années sont considérées comme bonnes.

4.2.2. – Nombre de proies par fientes de l'Hirondelle de fenêtre

Comme il est annoncé précédemment le nombre de proies par fiente de *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes fluctue entre 6 et 520 individus avec une moyenne de $70,2 \pm 39,6$ (Tab.11). Mais on remarque des variations des nombres des proies d'un mois à l'autre. En effet le maximum de proies consommées est noté en avril avec 520 proies et un minimum de 11 proies ($85,6 \pm 75,4$). Tandis qu'en juillet le nombre de proies par fiente varie entre 9 et 240 proies ($68,3 \pm 32,6$). Pour ce qui concerne le mois d'août le nombre de proies par fiente fluctue entre 10 et 187 proies ($85 \pm 49,1$). Alors qu'en juin le nombre de proies par fiente est compris entre 22 et 173 proies ($78,9 \pm 30,4$). En septembre il fluctue entre 6 et 117 proies ($43,9 \pm 21,5$). Enfin en mai le nombre de proie par fiente varie entre 22 et 107 proies ($59,8 \pm 14,6$). FARHI (2002) en étudiant le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre en 1999 à Tizi Ouzou trouve que le nombre de proies par fiente varie entre 19 et 165 proies avec une moyenne de $63,5 \pm 36,3$ proies par fiente analysée. BENCHIKH (2004) en étudiant le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre aux Eucalyptus en 2000, 2001 et 2002 souligne que le nombre de proies par fiente en 2000 varie entre 17 et 361 proies ($106,73 \pm 73,53$). En 2001, il fluctue entre 12 et 203 proies ($77,57 \pm 45,07$). De même en 2002, il varie entre 10 et 354 proies ($98,23 \pm 65,89$). CHISAMERA et TRAIAN (2006) en étudiant le régime alimentaire de l'Hirondelle rousseline, grâce à l'analyse du contenu stomacal de 7 adultes en Roumanie et de 2 hirondeaux en Turquie notent que le nombre de proies identifiées dans la nourriture des adultes varie entre 8 et 51, tandis que celui de la nourriture des hirondeaux il fluctue entre 37 et 82 proies/individu.

4.2.3. – Etude du régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre à travers des indices écologiques

Dans ce qui suit nous discutons les résultats de l'étude de régime alimentaire de *Delichon urbica* grâce à des indices écologiques de composition et de structure.

4.2.3.1. – Résultats exploités par des indices écologiques de composition

Ces discussions portant sur des résultats exploités grâce à des indices écologiques de composition comme la richesse totale et moyenne, l'abondance relative et la fréquence d'occurrence.

4.2.3.1.1. – Richesses totales et moyennes des proies recensées dans les fientes de l'Hirondelle de fenêtre dans la station des pins maritimes

L'analyse de 120 fientes a permis de mettre en évidence une richesse totale de 382 espèces et une richesse moyenne de $14,5 \pm 7,3$ (Tab. 12). Mais on remarque des variations

mensuelles des richesses totales et moyennes. En effet la richesse totale la plus élevée est notée pour le mois de juin avec 151 espèces tandis que la richesse la plus faible est enregistrée en septembre avec 78 espèces. Il en est de même pour la richesse moyenne, elle est égale à 17,7 espèces par fiente en juin et 7,6 espèces par fiente en septembre. Les valeurs maximales des nombres d'individus consommés et des richesses totale et moyenne coïncident avec la période de ponte et du nourrissage des jeunes durant laquelle l'oiseau est en pleine activité. Tandis que les valeurs minimales enregistrées coïncident avec la période de migration. Ceci se traduit par une baisse d'activité par rapport aux autres mois. A Amizour MERZOUKI (2000) souligne que les valeurs maximales d'individus toutes espèces confondues consommés par *Delichon urbica* ont été enregistrées en août et avril, avec respectivement 427 et 696 individus. De même pour la richesse totale qui atteint son maximum en avril et août avec des valeurs respectives de 79 et 65 espèces. Pour la richesse moyenne, avril et août marquent les valeurs les plus élevées avec respectivement 7,9 et 6,5. KISSERLI et DOUMANDJI (2005) en étudiant le régime alimentaire de *Delichon urbica* à Jijel en 1994 et en 1995 soulignent que la valeur la plus élevée de la richesse totale est notée en mai 1994 avec 188 espèces, celle la plus faible est enregistrée en juillet avec 129 espèces. Quant à la richesse moyenne, la valeur la plus élevée est enregistrée en juillet avec 15,3 espèces par fiente et la valeur la plus faible est enregistrée en mai avec 8,7 espèces par fiente. Selon le même auteur, la richesse totale la plus élevée en 1995 est notée en avril avec 82 espèces, la valeur la plus faible est enregistrée en mai avec 73 espèces. Les richesses moyennes varient entre 4,7 espèces par fiente en avril et 5,4 espèces par fiente en juin.

4.2.3.1.2. – Fréquences centésimales appliquées aux classes d'invertébrés retrouvés dans le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre dans la station des pins maritimes

En terme d'abondance des espèces-proies consommées par *Delichon urbica*, la classe la plus abondante est celle des Insecta avec 8.413 individus (99,9 %), suivis par les Arachnida avec 9 individus (A.R. = 0,1 %) et par les Gastropoda avec 3 individus (A.R. = 0,04 %) (Tab. 13). La dominance des Insecta est confirmée par plusieurs auteurs. En effet ils constituent 99,8 % du régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre dans la banlieue algéroise (DAOUDI et al., 2002), 99,2 à Krkonoše en Pologne (KOZENA, 1975), 99,7 % à Tizi Ouzou (FARHI et al., 2005) et 99,8 % à Jijel (KISSERLI et DOUMANDJI, 2005).

Dans la station des pins maritimes, on a recensé 8.425 individus qui se répartissent entre 3 classes (Tab. 13). Parmi elles on compte 8.413 proies ailées soit 99,9 % des proies consommées et 12 proies non ailées (0,2 %). Il faut rappeler que les hirondelles se nourrissent exclusivement d'arthropodes qu'ils les capturent au vol, l'altitude de chasse varie suivant les conditions météorologiques. par beau temps ils peuvent chasser très haut dans le ciel alors que durant les jours pluvieux on les voit voler bas au ras du sol ou de l'eau. Les différentes proies que nous avons pu déterminer sont en quasi-totalité des proies ailées se déplaçant facilement au vol. Ce fait explique leurs présences dans les régurgitas car ils sont capturées par les hirondelles de fenêtre au vol. A Dar El Beida DAOUDI et al. (2000) notent que sur les 1.504 proies identifier, 1.490 proies sont ailées (99,1 %) et 14 proies sont aptères (0,9 %). De même à Amizour MERZOUKI (2000) souligne que sur 2.059 proies recensées, 2.050 proies sont ailées (99,7 %) et 9 proies sont aptères (0,3 %). La dominance des proies ailées est confirmée aussi par BENCHIKH et al. (2007) en étudiant le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre aux Eucalyptus entre 2000 et 2002. Ces auteurs remarquent que pendant l'année 2000, sur un total de 3.202 proies identifier, 3.183

proies sont ailées (99,4 %) et 19 proies sont aptères (0,6 %). Pour l'année 2001, les 2.327 proies consommées par *Delichon urbica*, se répartissent entre 2.318 proies ailées (99,6 %) et 9 proies aptères (0,4 %). En 2002, parmi les 2.947 proies consommées par l'Hirondelle de fenêtre 2.938 proies sont ailées (99,7 %) et 9 proies sont aptères (0,3 %). Là encore FARHI et al. (2005) en analysant 50 fientes de l'Hirondelle de fenêtre à Tizi Ouzou notent la présence de 3.746 proies ailées (99,7 %) et 12 proies aptères (0,3 %). De même à Jijel, KISSERLI et DOUMANDJ. (2005) notent la dominance des proies ailées entre 1994 et 1995. En 1994 parmi les 5.200 proies identifier, 5.187 proies sont ailées (99,8 %) et 13 proies sont aptères (0,2 %). Pour l'année 1995, sur les 1.160 proies consommées par *Delichon urbica*, 1.158 proies sont ailées (99,8 %) et 2 proies sont aptères (0,2 %).

Un problème se pose en ce qui concerne les Aranea et les Gastropoda. On peut se demander comment les hirondelles de fenêtre peuvent récolter ces Arthropodes. En Europe beaucoup d'auteurs ont noté la présence des espèces-proies non ailées tels que les Aranea signalés par GUNTEN (1961) et KOZENA (1975, 1983). Tous les auteurs s'accordent à dire que la présence des Aranea dans le régime alimentaire de ces espèces est due au fait que les Aranea sont susceptible d'être véhiculées par dérive aérienne. KOZENA (1975) pense aussi qu'elles peuvent être capturées au sol ou sur des murs, quand les hirondelles vont boire ou chercher du gril ou de la boue pour réparer leurs nids. Les parents donnent aussi aux jeunes des petits escargots et des morceaux de coquille d'œuf qui peut aider à briser le couvert externe dur des insectes et prévoient quelque calcium de plus pour leurs croissances. Cette hypothèse pourrait être avancée pour expliquer la capture des Gastropoda par *Delichon urbica*.

4.2.3.1.3. – Fréquences centésimales appliquées aux ordres d'insectes retrouvés dans le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre dans la station des pins maritimes

Il est à rappeler que le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre aux pins maritimes est caractérisé par la dominance des insectes avec 373 espèces qui se répartissent entre 11 ordres et 70 familles (Tab. 14). L'ordre le plus riche en termes d'espèces est celui des Coleoptera avec 191 espèces, suivi par les Hymenoptera avec 77 espèces, les Heteroptera avec 65 espèces, les Diptera avec 13 espèces et les Homoptera avec 14 espèces. Nos résultats sont similaires avec ceux signalés par FARHI et al. (2005) à Tizi ouzou qui mentionnent la dominance des Coleoptera avec 159 espèces, suivi par celui des Hymenoptera avec 45 espèces, des Heteroptera avec 42 espèces, des Homoptera avec 17 espèces et des Diptera avec 15 espèces. De même DAOUDI et al. (2002) dans la banlieue algéroise notent la dominance des Coleoptera avec 26 espèces, suivi par celui des Hymenoptera avec 17 espèces, des Heteroptera avec 15 espèces et des Diptera avec 5 espèces. Là encore KISSERLI et DOUMANDJI (2005) en étudiant le régime alimentaire de *Delichon urbica* à Jijel en 1994 et en 1995 notent la dominance des Coleoptera avec 167 espèces, suivi par celui des Hymenoptera avec 44 espèces, des Heteroptera avec 37 espèces, des Homoptera avec 14 espèces et des Diptera avec 9 espèces. Ces mêmes auteurs soulignent qu'en 1995 les Coleoptera interviennent avec 80 espèces, suivis par les Hymenoptera avec 29 espèces, les Heteroptera avec 16 espèces, les Homoptera avec 7 espèces et les Diptera avec 6 espèces.

En termes d'abondance des espèces-proies consommées par *Delichon urbica*, l'ordre le plus abondant est celui des Hymenoptera avec 4.780 individus (56,8 %), suivis par les Coleoptera avec 1.689 individus (20,9 %), les Homoptera avec 1.131 individus (14,18 %) et les Heteroptera 457 individus (5,4 %) (Tab. 16). Nos résultats se rapprochent avec ceux

de BENCHIKH et al. (2005 b) qui soulignent en 2001 la dominance des Hymenoptera avec un taux de 61,8 %, suivis par les Coleoptera avec 29,9 % et les Heteroptera viennent en troisième position avec un taux de 6,9 %. Egalement DAOUDI et al. (2002), dans l'Algérois montrent que les Hymenoptera représentent une abondance de 85,7 % dont 94,5 % de Formicidaesoit 82,7 % par rapport au total des arthropodes retrouvés dans les fientes de l'Hirondelle de fenêtre. Ils sont suivis par les Coleoptera(8,7 %) et les Heteroptera (4,7 %). Là encore FARHI et al. (2004) à Tizi Ouzou soulignent que les Hymenoptera correspondent à 69,0 % des proies consommées, suivies par les Coleoptera (21,8 %), les Heteroptera (5,1 %), les Diptera (2,4 %) et les Homoptera (1,2 %). De même MERZOUKI (2000) à Amizour souligne que les Hymenoptera correspondent à 53,1 % des proies consommées, suivis par les Coleoptera (29,5 %), les Heteroptera (8,4 %) et les Diptera (6,4 %). KISSERLI et DOUMANDJI (2005) notent que l'ordre des Hymenoptera en 1994 renferme les espèces les plus fréquemment capturées par l'Hirondelle de fenêtre avec 2.964 individus (57,1 %), suivis par les Coleoptera avec 1.825 individus (35,2 %) et les Heteroptera avec 320 individus (5,8 %). Par contre en 1995 les Coleoptera interviennent avec un taux plus élevé avec 669 individus (57,8 %), suivis par les Hymenoptera avec 340 individus (29,4 %), les Heteroptera avec 88 individus (7,6 %) et les Diptera avec 38 individus (3,3 %). DOUMANDJI (1988) fait le même constat pour le régime alimentaire de l'Hirondelle de cheminée à Bordj El Kiffan où il note que les Hymenoptera représentent l'item le plus abondant dans le menu avec un taux de 57,4 %, suivis par les Coleoptera avec 32,3 %, les Heteroptera (6,6 %) et les Diptera(3,6 %). HACINI et DOUMANDJI (1998) en étudiant le régime alimentaire de l'Hirondelle de cheminée à Bordj-El-Kiffan en 1993 notent que les Hymenoptera représentent l'item le plus abondant dans le menu avec un taux de 34,6 %, suivis par les Diptera(32,1 %) et les Coleoptera (30,4 %).

Nos résultats confirment ceux obtenus par ces auteurs déjà cités du fait que les Hymenoptera et les Coleoptera constituent les catégories alimentaires les plus représentatives d'une part par le nombre d'espèces et d'autre part par le nombre d'individus toutes espèces confondues. Par ailleurs en Suisse GUNTEN VON (1961) a recensé dans les bols alimentaires des jeunes de *Delichon urbica* beaucoup plus les Diptera qui constituent l'item le plus abondant avec 54,4 %, suivis par les Aphidae (Homoptera) avec 33,1 %. Les Hymenoptera correspondent à 2,6 % seulement et les Coleoptera à 1,6 %. KOZENA (1975) en étudiant le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre dans la région de Krkonoše en Pologne, note l'importance des Homoptera qui représentent 55,7 % des proies ingérées suivies par les Diptera (32,7 %), les Coleoptera (4,3 %), les Hymenoptera (2,9 %) et les Plecoptera (2,2 %). Dans le Sud de l'Angleterre, BRYANT (1973) signale que l'item le plus important dans les fientes de *Delichon urbica* sont les Diptera (59,5 %) suivies par les Homoptera (17,8 %), les Hymenoptera (10,6 %) et les Coleoptera (5 %). Les Formicidae correspondent à un taux de 2,7 %.

4.2.3.1.4. – Fluctuation mensuelles des ordres d'insectes-proies consommés par l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes

Aux pins maritimes le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre connaît des fluctuations mensuelles. Ces variations concernent les abondances des différents ordres d'insectes consommés par *Delichon urbica*. En effet pour le mois d'avril, l'ordre des Homoptera est le mieux représenté avec une abondance de 63,7 %, suivi par les Coleoptera avec 14,9 % et les Diptera avec 12,8 %. Les Hymenoptera viennent en quatrième position avec 6,5 %. En mai l'ordre des Hymenoptera avec 55 % vient en première position, suivi par les Coleoptera

avec 35,6 %. Pour ce qui concerne les autres mois, les proies appartenant à l'ordre des Hymenoptera sont les plus abondantes avec 74 % en juin, 74,2 % en juillet, 64,6 % en août et 84,5 % en septembre. Ils sont suivis par les proies appartenant à l'ordre des Coleoptera avec 15,9 % en juin, 14,9 % en juillet, 27 % en août et 11,3 % en septembre. En troisième position on trouve les proies appartenant à l'ordre des Heteroptera avec 74 % en juin, 74,2 % en juillet, 64,6 % en août et 84,5 % en septembre. Les autres ordres tels que les Homoptera, les Diptera, les Isoptera, les Mantoptera, les Orthoptera, les Dermaptera, les Embioptera et les Lepidoptera sont faiblement représentés avec des taux qui fluctuent entre 0,1 % et 2,5 % (Tab. 15) A Tizi Ouzou FARHI (2002) en étudiant le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre souligne que les insectes proies les plus recherchées par *Delichon urbica* durant la période de mars à août 1999 appartiennent aux ordres des Hymenoptera, des Coleoptera et des Heteroptera. Les Hymenoptera sont représentés avec une abondance relative qui varie entre 35,6 % en mars et 82,2 % en août. L'abondance des Coleoptera fluctue entre 13,8 % en août et 33,9 % en mars. Celle des Heteroptera elle varie entre 2,5 % en mai et 6,5 % en avril. Pour le mois de mars cet ordre vient en quatrième position avec une abondance de 11 % derrière l'ordre des Diptera qui est représenté avec une abondance relative égale à 18,1 % en mars, mais pour les autres mois ils sont faiblement représentés ou absents. Dans le Sud de l'Angleterre BRYANT (1973) note que *Delichon urbica* en mai se nourrit surtout aux dépens des Aphidae (45,8 %), des Schizophoridae (8,6 %), des Chironomidae (8,3 %), des Mycetophilidae (7,5 %) et des Bibionidae (4 %). Par contre en juin ce sont les Schizophoridae qui occupent la première place avec 29,4 %, suivie par les Aphidae (21,8 %), les Formicidae (10,9 %), les Hymenoptera non Formicidae (8 %) et les Bibionidae (5,9 %). En juillet ce sont toujours les Schizophoridae qui occupent la première place avec une abondance de 37,2 % suivis par les Aphidae (12,9 %), les Stratiomyidae et les Bibionidae avec 6,5 % chacun. En août les Bibionidae sont les plus consommés correspondant à 46,6 % de l'ensemble des proies capturées, suivies par les Schizophoridae (13,7 %) alors que les Aphidae ne représentent plus que 4,5 %. KOZENA (1975) en étudiant le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre dans la région de Krkonoše en Pologne, note l'importance des Homoptera qui représentent 57,3 % des proies ingérées en juillet et de 24,7 % en août, suivis par les Diptera avec 31,9 % en juillet et 48,4 % en août. Les Coleoptera viennent en troisième position avec 4,3 %, puis les Hymenoptera avec 2,9 %. Les autres ordres tels que les Lepidoptera, les Heteroptera et les Trichoptera sont représentés par de faibles fréquences.

4.2.3.1.5. – Abondance des différentes espèces-proies consommées par *Delichon urbica* aux pins maritimes

Parmi l'ensemble des espèces-proies consommées par *Delichon urbica*, la famille des Formicidae est la mieux représentée avec un taux de 53,3 %, l'espèce *Tetramorium biskrensis* étant la plus fréquemment consommée avec un pourcentage de 18,4 %, devant *Monomorium salomonis* (13,1 %) et *Crematogaster scutellaris* (6,7 %). Les Formicidae sont suivis par les Aphidae avec un taux de 13,4 % et une nette préférence pour *Aphidae* sp. ind. avec 13,9 %. Les espèces-proies appartenant aux Lygaeidae, aux Coccinellidae, aux Cyclorrhapha, aux Anthicidae et aux Curculionidae sont moins présentes dans le menu de *Delichon urbica*, on les retrouve avec des taux respectifs de 3,4 %, de 3,4 %, de 2,8 %, de 2,6 % et de 2,3 %. Les autres familles sont très faiblement représentées (Tab. 16). La dominance des espèces-proies appartenant aux Formicidae est confirmée par FARHI (2002) dans la région de Tizi Ouzou où l'espèce la plus consommée est *Tetramorium biskrensis* avec 701 individus soit un taux de 18,4 %, suivie par *Monomorium salomonis* avec 689 individus (18,2 %), *Tapinoma simrothi* avec 320 individus (8,4 %), *Plagiolepis barbara* avec 277 individus

(7,3 %), *Pheidole pallidula* avec 249 individus (6,6 %) et *Tetramorium* sp. 1 avec 91 individus (2,3 %). Ces six espèces de fourmis sont les arthropodes les plus abondants dans le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre. A elles seules ces six espèces correspondent à 61,1 % des proies capturées alors que les autres 290 espèces restant totalisent seulement 38,9 %. Cette différence montre l'importance des Formicidae dans le régime alimentaire de *Delichon urbica*. Là encore BENCHIKH (2004) aux Eucalyptus note la dominance des espèces de Formicidae dans le comportement trophique de *Delichon urbica*. Cet auteur souligne qu'en 2000 la fourmi *Monomorium salomonis* avec 1.069 individus (33,4 %) est la plus consommée par ce Hirundinidae, elle est suivie par *Pheidole pallidula* avec 510 individus (15,9 %), *Tetramorium biskrensis* avec 412 individus (12,9 %), *Tetramorium* sp.1 avec 112 individus (3,5 %), *Plagiolepis barbara* avec 68 individus (2,1 %) et *Aphaenogaster testaceo pilosa* avec 65 individus (2 %). Ces six espèces de fourmis sont les arthropodes les plus abondants dans le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre aux Eucalyptus. A elles seules ces six espèces correspondent à 69,9 % des proies capturées alors que les autres 266 espèces restant totalisent seulement 30,1 %. Cette différence montre l'importance des Formicidae dans le régime alimentaire de *Delichon urbica*. Selon ce même auteur l'espèce la plus consommée en 2001 est *Tetramorium biskrensis* avec 581 individus (25 %), suivie par *Monomorium salomonis* avec 330 individus (14,2 %), *Aphaenogaster testaceo pilosa* avec 167 individus (7,2 %), *Pheidole pallidula* avec 148 individus (6,4 %) et *Tetramorium* sp.1 avec 72 individus (3,1 %). Ces cinq espèces de fourmis sont les arthropodes les plus abondants dans le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre. A elles seules ces cinq espèces correspondent à 55,9 % des proies capturées alors que les autres 180 espèces restant totalisent seulement 44,1 %. Dans la même station BENCHIKH (2004) attire l'attention sur la dominance des espèces de fourmis dans le régime alimentaire de *Delichon urbica* en 2002. L'espèce la plus consommée est *Monomorium salomonis* avec 1.128 individus (38,3 %), suivie par *Pheidole pallidula* avec 474 individus (16,1 %), *Aphaenogaster testaceo pilosa* avec 394 individus (13,4 %), *Tetramorium biskrensis* avec 156 individus (5,3 %) et *Tetramorium* sp.1 avec 115 individus (3,9 %). Ces cinq espèces sont les arthropodes les plus ingurgités par l'Hirondelle de fenêtre. A elles seules ces cinq espèces correspondent à 77 % des proies capturées alors que les autres 144 espèces restant totalisent seulement 33 %.

4.2.3.1.6. – Fréquences d'occurrence (F.O. %) des espèces-proies trouvés dans les fientes de *Delichon urbica* dans la station des pins maritimes

Dans la station des pins maritimes 10 classes de constance sont déterminées. *Tetramorium Biskrensis* est l'espèce-proie qui possède le pourcentage de fréquence d'occurrence le plus fort (59,2 %). Cette dernière est qualifiée de proie régulière. La seule espèce accessoire est *Coccinella algerica* (49,2 %). La catégorie des espèces très accidentelles est constituée par *Adonia variegata* (35 %), *Pheidole pallidula* (33,3 %) et *Pleurophorus* sp. (33,3 %). Elle est suivie par d'autres espèces considérées comme proies assez rares, ce sont *Lygaeus militaris* (29,2%), *Crematogaster scutellaris* (27,5%), *Monomorium salomonis* (27,5%), *Apion* sp.1 (24,2%), *Coccotrypes dactyliperda* (20,8%) et *Chaetocnema* sp. 2 (20,8%). Les valeurs de la constance des autres espèces fluctuent entre 0,8 et 20 %. Elles sont qualifiées de proies rares ou très rares (Tab. 17). Il est à noter que plusieurs auteurs qui se sont penchés sur le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre comme KISSERLI (1997), MERZOUKI (2000), FARHI (2002), BENCHIKH (2004) et DAOUDI (2004) n'ont pas classer les différentes espèces de proies dans des classes de constance.

4.2.3.2. – Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

Dans cette partie, nous allons discuter des résultats sur les espèces-proies de *Delichon urbica* par les indices de diversité de Shannon-Weaver et de l'équitabilité.

4.2.3.2.1 – Indice de diversité de Shannon-Weaver et la diversité maximale appliqués aux espèces-proies du *Delichon urbica*.

Pour l'ensemble des 120 fientes analysées la diversité est égale à 5,2 bits correspondants à 8.425 individus faisant partie de 382 espèces. Parallèlement la valeur de la diversité maximale H'_{max} est de 8,6 bits. Dans la présente étude, les valeurs de la diversité de Shannon-Weaver et la diversité maximale varient en fonction des mois et des fientes (Tab. 18). Elles fluctuent entre 0,1 et 4,34 bits. La valeur la plus élevée est signalée en avril pour la fiente 10 qui participe avec 38 individus et 24 espèces ($H' = 4,34$ bits) et la plus basse pour la fiente 102 en septembre avec 75 individus appartenant à 2 espèces-proies ($H' = 0,1$ bits). Les résultats obtenus sont considérés comme assez élevés. Ceci s'explique par la présence d'une grande activité des Arthropodes, favorisée par de bonnes conditions climatiques d'une part et d'autre part cette période de l'année coïncide avec la période de couvaison chez l'hirondelle de fenêtre. De ce fait, cette espèce présente une grande activité pour la recherche des espèces-proies surtout au moment du nourrissage des jeunes et l'accumulation de réserves en vue de la longue traversée qui les mèneront vers les quartiers d'hivernage. Les résultats obtenus par cette étude sont similaires à ceux obtenus par KISSERLI (1997) à Jijel où il note que la diversité dans le régime alimentaire de *Delichon urbica* en 1994, varie entre 4,3 en juin et 4,9 bits en mai, alors qu'en 1995 la diversité est comprise entre 5,1 bits en juin et 5,3 bits en mai et juillet. De même FARHI (2002) à Tizi Ouzou mentionne que la valeur de la diversité de Shannon-Weaver varie entre 3,5 bits en août et 5,1 bits en mars. Egalement KOZENA (1980) signale pour l'Hirondelle de cheminée un indice de diversité égale à 3,7 bits en juin, à 3,4 bits en juillet et 2,8 bits en août. Selon ce même auteur, les valeurs élevées de la diversité en juin et en juillet sont dues au nombre très important des espèces d'arthropodes présentes pendant cette période de l'année. D'autre part HACINI et DOUMANDJI (1998) signalent que les périodes printanières et estivales connaissent une activité intense de l'entomofaune, les valeurs obtenues par ces auteurs varient entre 2,5 bits en octobre et 3,5 bits en juillet 1992 et elles sont comprises entre 1,95 bits en mars et 4,5 bits en avril 1993.

4.2.3.2.2 – Indice d'Equitabilité appliqués aux espèces- proies du *Delichon urbica*

L'équitabilité calculée pour l'ensemble des 120 fientes est égale à 0,6. Dans ce cas les espèces-proies présentent dans le menu trophique de *Delichon urbica* ont tendance à être en équilibre entre elles. De même il est à constater que les valeurs de l'équitabilité sont variables d'une fiente à une autre et d'un mois à un autre (Tab. 18). Parmi les 120 fientes analysées, 26 ont des valeurs de E inférieures à 0,5. Dans ce cas précis certains espèces-proies ont tendance à dominer les autres espèces-proies par leurs nombres. Les autres valeurs de l'équitabilité calculées pour 94 fientes sont égales ou tendent vers 1. KISSERLI (1997), à Jijel note que l'équitabilité varie entre 0,6 en juillet et 0,7 en mai 1994 et entre 0,8 en juin et 0,9 en juillet en 1995. FARHI (2002) à Tizi Ouzou mentionne que les valeurs de l'équitabilité varient entre 0,6 en juin et 0,8 en mars. KOZENA (1979) ayant travaillé sur le régime alimentaire de l'Hirondelle de cheminée à Krkońose en Pologne, note des valeurs de l'équitépartition élevées avec E égale à 0,7 en juin, en juillet et en août. D'après ce même auteur *Hirundo rustica* semble ne pas choisir sa proie. Il y a une tendance vers un équilibre entre les effectifs des espèces-proies ingérées.

4.2.4. – Exploitation des résultats par d'autres indices

Dans ce paragraphe, trois volets sont discutés. Le premier concerne les variations mensuelles des tailles des espèces-proies consommées par *Delichon urbica*. Le deuxième porte sur l'indice de sélection d'Ivlev appliqué aux espèces-proies consommées par l'Hirondelle de fenêtre et celles des espèces potentielles capturées par le filet fauchoir. Le troisième volet traite de la fragmentation des éléments sclérotinisés des insectes trouvés dans les fientes du *Delichon urbica*.

4.2.4.1. – Variations mensuelles des tailles des espèces-proies consommées par *Delichon urbica*

Les résultats concernant les variations mensuelles des tailles des espèces-proies consommées par *Delichon urbica* montrent que les tailles des proies sont comprises entre 1 et 15 mm tout en notant la présence d'une proie de 32 mm qui n'est qu'un fait accidentel (Tab. 19). En Europe KOZENA (1975), à Krkonose en Pologne, signale que chez les jeunes de *Delichon urbica* la taille des proies consommées est comprise entre 1 et 13 mm. Par contre chez les adultes les tailles des proies sont comprises entre 1 et 15 mm. Ainsi KOZENA (1979) note que dans le menu de l'Hirondelle de cheminée à Krkonose, les tailles des proies consommées se situent entre 1,5 et 18 mm. BENCHIKH et al. (2003) montrent que les tailles des proies consommées sont comprises entre 1 et 18 mm. MERZOUKI (2000) note que la taille des proies ingérées par *Delichon urbica* à Amizour est comprise entre 1 et 18 mm.

Dans le présent travail, la classe 3 mm la mieux représentée avec 3.555 individus (42,2 %), ce qui correspond essentiellement à *Monomorium salomonis* mâle (23,8 %), *Tetramorium biskrensis* mâle (23,6 %), *Crematogaster scutellaris* mâle (8,0 %), *Anthicus floralis* (5,8 %), *Pheidole pallidula* mâle (4,9 %) et *Plagiolepis* sp. femelle (2,8 %). La classe 2 mm occupe la deuxième place avec 1.819 individus (21,6 %), elle est représentée par Aphidae sp (62,2 %), *Monomorium salomonis* mâle (14,0 %) et *Plagiolepis* sp. mâle (5,5 %). En quatrième position vient la classe des 5 mm avec 1.184 individus (14,0 %) comprenant *Crematogaster scutellaris* femelle (24,1 %), *Tapinoma negerrimum* (23,8 %) et *Pheidole pallidula* femelle (16,5 %). Enfin la classe 4 mm occupe la quatrième place avec 1.066 individus (12,6 %), elle est représentée par *Tetramorium biskrensis* femelle (67,0 %) et Staphylinidae sp. 1 (5,1 %). KOZENA (1979) note que la classe de tailles de 3 mm renferme le plus grand nombre de proies avec 1.590 individus (34,6 %), suivie par celles de 2 mm avec 1.027 proies (22,3 %), de 4 mm avec 632 individus (13,7 %), de 5 mm soit 422 proies (9,2 %) et de 6 mm avec 223 individus (4,8 %). Les autres classes de tailles sont faiblement mentionnées. Le même auteur en 1983 en comparant le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre et celui de l'Hirondelle de cheminée, met en évidence les différences de niches trophiques de ces deux espèces du point de vue tailles des proies attrapées. En effet, les proies consommées par *Delichon urbica* sont plus petites que celles ingurgitées par *Hirundo rustica*. En moyenne, l'Hirondelle de cheminée se nourrit de proies ayant une moyenne de 4,94 mm alors que l'Hirondelle de fenêtre capture des proies de 3,1 mm. A Amizour MERZOUKI (2000) remarque que le plus grand effectif est noté pour la classe de 3 mm avec 936 individus (45,5 %), suivie par celle de 2 mm comptant 345 individus (16,8 %), de 5 mm avec 305 proies (14,8 %), de 4 mm avec 163 individus (7,9 %) et de 6 mm avec 133 individus (6,5 %). A Jijel KISSERLI (1997) signale également la dominance de la classe 3 mm avec 361 individus ce qui correspond à 31,1 %, suivie par celle de 4 mm avec un taux de 24,2 %. BENCHIKH et al. (2002) notent que la classe de taille 5 mm est la plus importante en effectifs correspondant à un taux de 31,8 % par rapport à l'ensemble des proies ingurgitées. Elle est suivie par les classes de taille 3 mm (28,8 %), 4 mm (23,8

%), 6 mm (6,8 %) et 2 mm (5,9 %). Les autres classes allant jusqu'à 18 mm correspondent à des taux plus faibles allant de 0,03 % à 1,0 %. Selon ces mêmes auteurs parmi 1.019 individus ayant une taille de 5 mm, 342 appartiennent à *Pheidole pallidula* (33,6 %) et 228 à *Tetramorium biskrensis* (22,4 %). Parmi 763 proies de la classe de taille 4 mm 627 font partie de l'espèce *Monomorium salomonis* (82,2 %). La classe de taille 3 mm est représentée par *Plagiolepis barbara* (7,4 %), par *Tapinoma simrothi* (2,9 %) et par des espèces appartenant aux familles de coléoptères telles que les Carphophilidae (7,5 %), les Anthicidae (6,8 %) et les Chrysomelidae (5,8 %).

Dans la présente étude, d'une manière générale 7.624 individus appartenant aux classes de 2 à 5 mm (90,5 %). Les autres classes sont représentées par des taux plus faibles, variant de 0,01 % à 3,6 %. KOZENA (1975), dans la région de Krkonoše en Pologne note que 82,3 % des proies capturées par l'Hirondelle de fenêtre ont une taille inférieure à 4 mm. FARHI (2002) note que les proies dont leurs tailles sont comprises dans la fourchette allant de 1 à 5 mm sont les plus abondantes dans les fientes de l'hirondelle de fenêtre à Tizi Ouzou. Ils représentent 83,7 % des arthropodes consommés. BENCHIKH et al. (2003), montrent que les proies dont la taille varie entre 2 et 6 mm correspondent à 97,1 % des proies consommées par *Delichon urbica*. A Amizour MERZOUKI (2000) note que 97,9 % des proies consommées appartiennent aux classes comprises entre 2 et 7 mm. En fonction des mois, on note que les proies dont les tailles sont comprises dans la fourchette allant de 2 à 5 mm totalisent un pourcentage égal à 84,2 % en avril, 93,6 % en mai, 89,9 % en juin, 92,1 % en juillet, 91,6 % en août et 95,0 % en septembre. De ce fait il est à remarquer que les proies les plus consommées appartiennent à l'ordre des Hymenoptera, des Coleoptera et des Homoptera.

4.2.4.2 – Indice de sélection d'Ivlev

Selon JACOBS (1974) cet indice est le mieux approprié pour l'étude de la corrélation pouvant exister entre l'abondance des proies dans le milieu et la sélection des items alimentaires. Dans la présente étude, les valeurs de I.i, montre qu'il existe 4 classes (Tab. 20). La première classe est formée par les proies qui sont présentes sur terrain et ne sont pas consommées par l'Hirondelle de fenêtre telle que *Sminthurus* sp. 1 (I.i = -1). La deuxième représente les proies qui sont faiblement consommées comme *Pezotettix giornai* (I.i = -0,79). La troisième constitue les proies les mieux représentées dans le régime alimentaire par rapport au milieu exploité par l'Hirondelle de fenêtre c'est le cas de *Tetramorium biskrensis* (I.i = + 0,96). Alors que la dernière classe représente les proies qui sont présentes dans le régime alimentaire mais absentes sur le terrain notamment *Nysius* sp.1 (I.i = 1).

Par ailleurs, DAOUDI-HACINI et al. (2006) dans l'étude comparative entre le régime alimentaire de *Delichon urbica* et les disponibilités alimentaires du milieu d'échantillonnage aux Eucalyptus notent en 2000 des valeurs positives de l'indice de sélection d'Ivlev pour les proies appartenant à l'ordre des Hymenoptera (+ 0,31) et des Coleoptera (+ 0,03). Au sein des Hymenoptera, la valeur positive est notée pour la famille des Formicidae (+ 0,36) rassemblant à elle seule plus de la moitié des proies consommées par l'Hirondelle de fenêtre. Pour l'année 2002, les valeurs positives de l'indice sont notées pour les proies appartenant à l'ordre des Heteroptera (+ 0,78) et des Hymenoptera (+ 0,1). La seule valeur positive est notée au sein des Hymenoptera pour la famille des Formicidae (+ 0,1) rassemblant à elle seule plus de la moitié des proies consommées par *Delichon urbica*.

FARHI et al. (2002 et 2003 b) à Tizi Ouzou trouvent que seules les proies appartenant aux ordres des Hymenoptera et des Zygoptera présentent des valeurs positives de l'indice de sélection d'Ivlev, soit une valeur de + 0,7 pour les Hymenoptera et + 0,11 pour les Zygoptera.

Tous les autres ordres montrent des valeurs de l'indice de sélection négatives. Les proies les moins sélectionnées sont celles qui appartiennent aux Gastropoda (Pulmonés) (- 0,99), aux Orthoptera (- 0,97), aux Lepidoptera (- 0,9), aux Aranea (- 0,8), aux Homoptera (- 0,6), aux Neuroptera (- 0,5), aux Diptera (- 0,4), aux Heteroptera(-0,3) et à un degré moindre aux Coleoptera (- 0,2). L'importance de la famille des Formicidae dans le régime alimentaire fait ressortir une sélection accrue de cette catégorie confirmée par un indice de sélection élevé. Ces auteurs affirment que ce ne sont pas toutes les familles appartenant à l'ordre des Hymenoptera qui possèdent un indice de sélection positif. En effet, celles des Formicidae montrent les plus forts indices de sélection avec + 0,89, des Chalcidae (+ 0,4), et des Ichneumonidae (+ 0,3). Les autres familles faisant partie de ce même ordre ont des indices de sélection de valeur négative. Ce sont les Apoidea (- 0,07), les Braconidae (- 0,5), les Aphelinidae (- 0,7), les Anthophoridae (- 0,7) et les Halictidae(- 0,96). Au sein des Coleoptera, les familles les plus importantes en termes d'abondance présentent des indices de sélection de valeur positive comme c'est le cas des Bostrychidae(+ 0,9), des Silvanidae(+ 0,8), des Curculionidae(+ 0,6), des Scarabeidae (+0,4), des Coccinellidae(+ 0,3) et des Carppophilidae(+0,3).

BRYANT (1973) a étudié les facteurs influençant le comportement trophique de l'Hirondelle de fenêtre en Angleterre en utilisant l'indice de sélection I_s qui donne des résultats comparables à ceux obtenus par l'indice de sélection d'Ivlev. Ce même auteur note qu'en juin *Delichon urbica* exerce une sélection positive sur les Formicidae (Hymenoptera) et les *Schizophora* (Diptera) avec une valeur moyenne de $+ 0,38 \pm 0,2$. Par contre pour les autres mois les items dont la sélection est positive sont les Aphidoidea en mai avec une valeur de $+ 0,47 \pm 0,17$. En juillet ce sont les proies appartenant aux Bibionidae ou faisant partie des *Schizophora* et des Aphidoidea qui sont les plus sélectionnées avec une valeur de $+ 0,33 \pm 0,18$. En août ce sont seulement les Bibionidae qui sont sélectionnés avec une valeur $+ 0,62 \pm 0,18$.

4.2.4.3 – Etude de Fragmentation des éléments sclérotinisés des insectes trouvés dans les fientes du *Delichon urbica* aux pins maritimes en 2007

Dans le présent travail l'étude de la fragmentation des éléments sclérotinisés s'est limitée aux ordres d'insectes-proies les plus recherchés par le prédateur et les mieux représentés en espèces et en nombres d'individus dans les fientes. Ce sont les Hymenoptera qui constituent les proies fréquemment chassées avec un taux de 56,7 %, suivies par les Coleoptera avec un taux de 20,1 %. Au sein des Hymenoptera, la famille de Formicidae occupe la première place avec un taux 53,3 % dont *Tetramorium Biskrensis* 18,4 %, suivi par *Monomorium Salomonis* 13,1 %. Pour ce qui concerne les Coleoptera, nous notons une dominance pour les Coccinellidae avec un taux de 3,4 %, suivi par les Anthicidae avec 2,6 %. Les Hymenoptera renferment surtout des fourmis comme *Tetramorium biskrensis* et *Monomorium salomonis*. Les Coleoptera comprennent notamment des Coccinellidae et d'Anthicidae.

Chez les Hymenoptera les éléments sclérotinisés les plus fragmentés sont les ailes membraneuses (99,9 %), les tergites abdominaux (99,9 %), les sternites abdominaux (99,9 %) les élytres (99,6 %) et les thorax (98,8 %). Les éléments sclérotinisés les moins fragmentés sont les tibias (0,04 %), les fémurs (0,05 %) et les têtes (15,9 %) (Tab. 21). Le pourcentage de fragmentation moyen de tous les éléments confondus appartenant aux Hymenoptera est de 28,53 %. Il y a par conséquent plus d'éléments intacts que de pièces fragmentées. BENCHIKH et al. (2004 b) dans son étude sur la fragmentation des éléments sclérotinisés des insectes trouvés dans les fientes du *Delichon urbica* aux Eucalyptus notent

que le pourcentage de fragmentation des Hymenoptera est de 45,6 % remarquablement supérieur à celui noté dans la présente étude. Cet auteur montre que les éléments les plus fragmentés chez les Hymenoptera sont les tergites (100 %), les articles antennaires (100 %), les thorax (98,8 %), les ailes membraneuses (98,4 %) et les abdomens (98,2 %).

Parmi les 80.160 fragments des Hymenoptera trouvés dans les fientes de *Delichon urbica*, 79.321 appartiennent à la famille de Formicidae. Le nombre des éléments fragmentés est de 22.559 éléments soit (28,4 %) alors que ceux représentant les éléments sclérotinisés intacts sont au nombre 56.762. Les éléments sclérotinisés les plus brisés sont les ailes membraneuses (99,9 %), les tergites abdominaux (99,9 %), les sternites abdominaux (99,9 %), les élytres (99,6 %) et les thorax (98,7 %). Pour ce qui est des éléments intacts, les coxa et les mandibules sont préservés à 100 %. Ils sont suivis par les tibias (99,95 %), les fémurs (99,9 %) et les têtes (83,2 %) (Tab. 22). BENCHIKH et al. (2004 b) mentionnent que les éléments les plus fragmentés chez les Formicidae dans la station des Eucalyptus sont les tergites abdominaux (100 %), les sternites abdominaux (100 %) et les articles antennaires (100 %), suivis par les thorax (99,5 %), les élytres (98,8 %) et les ailes membraneuses (98,4 %). Les éléments sclérotinisés les moins fragmentés sont les têtes (27,1 %), les tibias (24 %) et les fémurs (6,4 %).

Parmi les 79.321 fragments de Formicidae trouvés dans les fientes de *Delichon urbica*, 20.332 appartiennent à l'espèce *Monomorium salomonis*. Le nombre des éléments fragmentés est de 6.142 éléments soit 30,2 %, par contre ceux qui représentent les éléments sclérotinisés intacts sont au nombre de 14.190 soit 69,8 %. Les A1 et les A2 sont totalement fragmentés. Ils sont suivis par les tergites abdominaux (99,7 %), les sternites abdominaux (99,7 %) et les thorax (98,8 %). Pour ce qui est des éléments intacts, les fémurs et les tibias sont préservés à 100 %. Ils sont suivis par les têtes avec un taux de 82,4 % (Tab. 23). BENCHIKH et al. (2004 b) remarquent parmi les Formicidae ingérées par *Delichon urbica* que les *Monomorium salomonis* dominant, chez lesquels les ensembles de tergites et sternites abdominaux, les thorax, les élytres, les ailes membraneuses, et les articles antennaires sont totalement brisés. Au contraire les pièces les plus préservées sont les têtes (60,4 %).

Les éléments sclérotinisés de *Tetramorium biskrensis* trouvés dans les fientes de *Delichon urbica* sont représentés par 25.469 éléments dont 7.024 (27,6 %) sont brisés et 18.445 (72,4 %) sont intacts. Les éléments sclérotinisés les plus fragmentés, sont les A1 (100 %), les A2 (100 %), les tergites abdominaux (100 %), les sternites abdominaux (100 %), et les thorax (97,4 %). Pour ce qui est des éléments intacts, les fémurs et les tibias sont préservés à 100 %. Ils sont suivis par les têtes avec 86 % (Tab. 24). BENCHIKH et al. (2004 b) notent qu'au sein des éléments fragmentés des *Tetramorium biskrensis*, les ensembles de tergites et sternites abdominaux et les articles antennaires sont totalement brisés. Par contre les pièces les plus préservées sont les têtes avec 82,6 %.

Concernant l'ordre des Coleoptera les pièces sclérotinisées trouvées dans les fientes de *Delichon urbica* sont représentées par 6.566 pièces dont 1.502 (22,9 %) sont brisées et 5.064 (77,1 %) sont intacts. Les éléments sclérotinisés les plus fragmentés sont les tergites thoraciques (100 %), suivis par les tergites abdominaux (81,6 %), les sternites abdominaux (80,9 %), les ailes membraneuses (75 %) et les élytres (56,29 %). Pour ce qui est des éléments intacts, les mandibules sont préservées totalement, suivis par les tibias avec un pourcentage de 96 %, les coxa avec 95,6 %, les fémurs avec 91,9 %, les tarsi avec 85,9 %, les têtes avec 83,6 % et les thorax avec 69,4 % (Tab. 25). BENCHIKH et al. (2004 b) dans la région des Eucalyptus montre que le pourcentage de fragmentation moyen de tous les éléments des Coleoptera est égal à 40,2 %, ce pourcentage est plus élevé que

celui noté dans la présente étude (22,9 %). Les articles les plus fragmentés sont les ailes membraneuses et les antennes (100 %). Par contre les articles les moins fragmentés sont les tibias (15,5 %).

Parmi 6.566 fragments de Coleoptera trouvés dans les fientes de *Delichon urbica*, 2.154 appartiennent à la famille de Coccinellidae. Le nombre des éléments fragmentés est de 629 éléments (29,2 %), alors que ceux représentés les éléments sclérotinisés intacts sont au nombre de 1.525 (70,8 %). Les éléments sclérotinisés les plus fragmentés sont les ailes membraneuses (100 %), suivis par les tergites abdominaux (97,9 %), les élytres (94,4 %), les sternites abdominaux (93,8 %) et les thorax (78 %). Les éléments sclérotinisés les moins fragmentés sont les têtes avec un pourcentage de 48,4 %, les fémurs avec 15,8 %, les coxa avec 13,9 %, les tarse avec 11,1 % et les tibias avec 5,8 % (Tab. 26). BENCHIKH et al. (2004 b) soulignent que chez les Coccinellidae, les ensembles de sternites thoraciques sont totalement brisés alors que les mieux préservés sont les fémurs (72,7 %).

Au sein des Coleoptera, les éléments sclérotinisés des Anthicidae les plus fragmentés sont les tergites abdominaux (100 %), les sternites abdominaux (100 %) et les élytres (81,6 %). Les éléments sclérotinisés les moins fragmentés sont les têtes avec un pourcentage de 7,1 % et les thorax avec 1,6 % (Tab. 27).

4.2.5 – Exploitation des résultats par la méthode statistique

La représentation graphique des résultats de l'A.F.C. durant l'année 2007 aux pins maritimes montre que le régime alimentaire de *Delichon urbica* est différent entre les mois par la composition en espèces-proies. Ceci s'explique par le fait que les six mois d'étude se localisent indifféremment dans les quadrants. Par contre les mois qui se ressemblent sont regroupés dans un même quadrant. On remarque que le quadrant I renferme les mois de mai et août, le quadrant II renferme le mois d'avril alors que le quadrant IV regroupe les mois de juin, juillet et septembre. Concernant la représentation graphique des familles-proies, plusieurs groupements de nuages apparaissent. Le groupe A se rapprochant de l'origine formé par les deux axes, contient des familles omniprésentes consommées durant toute la période d'étude, elles sont 17 familles au total appartenant aux 5 catégories alimentaires les plus représentatives qui sont les Hymenoptera, les Coleoptera, les Heteroptera, les Homoptera et les Diptera. Parmi les Hymenoptera il y a les Formicidae (063), les Ichneumonidae (059) et les Chalcidae (056). Parmi les Coleoptera il y a les Scarabeidae (027), les Staphylinidae (035), les Carpophilidae (039), les Chrysomelidae (044), les Curculionidae (046), les Scolytidae (047) et les Apionidae (054). Parmi les Heteroptera il y a les Pentatomidae (012) et les Lygaeidae (015). Parmi les Homoptera il y a les Jassidae (023). Enfin parmi les Diptera nous avons les Cyclorapha (070). Les groupements B, C, D, E, F et G sont particuliers par rapport aux autres groupements. En effet, le groupement B situé dans la partie positive de l'axe 1 renferme des familles présentes au mois d'avril seulement. Il s'agit de Labiidae (008), Homoptera F.ind. (020), Ptinidae (034), Cerambycidae (048), Sphegidae (066) et Chysidae (068). Le groupe C situé dans la partie positive de l'axe 2 se compose des familles consommées au mois de mai uniquement, il est formé de Rhinotermitidae (005), Capsidae (017) et Oedemeridae (038). Par contre, le groupement D renferme des familles qui ne sont ingurgitées qu'en juin. Ce sont essentiellement les Helicellidae (001), les Scutelleridae (011), les Lepidoptera (069) et les Syrphidae (072). Le groupement E situé à l'extrême gauche de l'axe 1 est formé par des Familles consommées durant le mois de juillet seulement. Ces Familles sont les Mantidae (006), les Acrididae (007) et les Bethyidae (065). Le groupement F ne concerne qu'une seule famille consommée

en août uniquement, c'est la famille des Apoïdea. Et enfin le groupement G contient des familles consommées au mois de septembre, ce sont notamment Calotermitidae (004), les Anthocoridae (018) et les Nitidulidae (041). Les différents groupements réalisés à partir de la carte factorielle des différentes Familles-proies consommées par l'Hirondelle de fenêtre présentent une différence dans la composition durant les 6 mois d'étude. KISSERLI (1997), MERZOUKI (2000), FARHI (2002) et BENCHIKH (2004) confirment que le régime alimentaire de *Delichon urbica* en fonction des espèces-proies est différent d'un mois à un autre.

4.3. – Nidification de l'Hirondelle de fenêtre dans la station des pins maritimes

La discussion porte d'abord sur le nombre de nids construits sur un immeuble durant trois années consécutives 2007, 2008 et 2009, puis sur l'évolution de la nidification, enfin sur la distribution des nids selon l'exposition des façades hébergeant les nids.

4.3.1 – Nombre de nids construits dans la colonie installée aux pins maritimes

Comme il est annoncé précédemment le recensement des nids de *Delichon urbica* montre l'existence de 474 nids en 2007 dont 426 nids intacts (89,9 %) et 48 nids endommagés (10,1 %) (Tab. 29). Pour l'année 2008 y a eu une petite régression dont 443 nids sont recensés. Les nids intacts (59,6 %) sont plus élevés que les nids endommagés (40,4 %). Tandis qu'en 2009, la régression est nettement remarquable avec seulement 256 dont la plus part sont intacts (98,8 %) et 3 nids sont parasités par le moineau (1,2 %). A Tizi Ouzou FARHI et al. (2003 b) trouvent que le nombre de nids construits au sein de sept colonies toutes confondues est de 1398 nids dont 1148 intacts (82,1 %) du total des nids de *Delichon urbica* existant dans la ville de Tizi Ouzou, 247 nids sont endommagés (17,7 %) et 3 parasités et occupés par d'autres espèces d'oiseaux. Aux Eucalyptus BENCHIKH et al. (2006), trouvent que le nombre de nids construits durant les six années d'étude de 2000 à 2005 est de 176 nids en 2000 dont 94 nids intacts (53,4 %) et 82 nids endommagés (46,6 %). Pour l'année 2001, dans ce même site 171 nids ont été recensés dont 89 nids intacts (52,1%) et 82 nids endommagés (47,9%). Mais en 2002, le nombre de nids intacts est de 32 nids, ces nids sont tous intacts et sont occupés par les hirondelles de fenêtre. Pour les années qui suivent le nombre de nids a augmenté, soit 38 nids en 2003, 54 nids en 2004 et 67 nids en 2005 tous intacts. DONNERBAUM et WICHMAN (2000) ont dénombré 87 colonies à Wien en Suisse dont 77 d'entre elles sont constituées de moins de 5 nids. Les autres soit 16 colonies sont composées de 6 à 10 nids, 1 colonie de 14 nids, 2 colonies de 16 à 20 nids, et une colonie de 34 nids. Sur les 1008 nids construits dans ces colonies 580 sont intacts, 132 détériorés, 151 sont aux deux tiers dégradés et 145 à moitié détruits. Dans les parties Est et Sud de Bruxelles en Belgique WAHAVENS et LANGHENDIRIES (1999) ont compté 750 nids intacts et 357 nids détruits ou sous forme de traces ce qui correspond à environ 500 couples de l'Hirondelle de fenêtre. Ils signalent néanmoins que *Delichon urbica* déserte peu à peu le centre de la ville pour se réinstaller à la périphérie. En Wallonie toujours en Belgique, PAQUET et MONMART (2000) notent aussi que le centre de Namur connaît une régression de 503 à 219 nids soit 56,4 % de l'effectif initial. Nous remarquons une régression

des nids intacts d'une année à l'autre. Il faut souligner qu'aux pins maritimes chaque année les nids ont été totalement détruits. Au retour des hirondelles vers ce site en 2009, 256 nids seulement ont été construits. Ces nids sont tous intacts et sont occupés par les hirondelles de fenêtre.

4.3.2 – Evolution de la nidification de *Delichon urbica* dans la station d'étude de 2007 jusqu'à 2009

L'étude de l'évolution de la nidification de l'Hirondelle de fenêtre au niveau du site de reproduction situé aux pins maritimes durant la période comprise entre l'année 2007 et 2009, montre que le nombre de nids connaît une nette régression (Tab. 30). Leur nombre passe de 426 nids en 2007 à 264 nids en 2008 alors qu'en 2009 on ne recense que 253 nids. Il est à rappeler qu'entre 2007 et 2009 tous les nids ont été détruits par l'homme suite aux travaux de rénovation. La colonie réinstallée au niveau de ce site n'a permis la construction que de 253 nids. Il y a de ce fait une perte par soustraction de 173 nids soit 40,6 % par rapport au nombre des nids existant en 2007. A Tizi Ouzou FARHI et *al.* (2003 b) en étudiant la nidification de l'Hirondelle de fenêtre dans le site de reproduction installé au niveau de l'hôpital Nedir notent que le nombre de nids intacts de *Delichon urbica* connaît une régression durant les trois années d'étude de 1999 à 2001. Ce nombre est de 892 nids en 1999, de 824 nids en 2000 et de 808 nids en 2001. Ils trouvent que durant la période allant de 1999 à 2001, 84 nids sont endommagés et non reconstruits au niveau de cette colonie soit 9,4 % du total des nids existant en 1999. DULPHY (1986) dans le cadre du programme national d'étude de l'Hirondelle de cheminée dans le Puy-de-Dôme en France signale que sur les 261 individus, 221 oiseaux n'ont pas changé de site. Cet auteur indique que les jeunes hirondelles sont très peu fidèles à leur site de naissance et que parmi eux les femelles s'éloignent plus que les mâles, par contre les adultes sont très fidèles et, d'une année sur l'autre, aucun mâle ne s'est déplacé. Quelques femelles se sont déplacées, mais très peu. En Forez, COQUILLART (S.D.) a suivi l'évolution de la nidification de l'Hirondelle de cheminée de l'année 1978 à 1983, il trouve que cette espèce avienne est étroitement dépendante de l'homme soit directement pour le site de nid, ou indirectement par les modifications du milieu rural. Dans l'étude qu'il a effectué sur l'évolution des effectifs des hirondelles de cheminée nicheurs de 1977 à 1991, dans la région de Metz (France), MEGUIN (1991) trouve parmi les causes de leur diminution, d'une part la modification ou la restauration des bâtiments, qui n'offrent plus aux oiseaux que peu de possibilités pour s'installer et d'autre part l'influence néfaste des facteurs climatiques qui réduisent le taux de reproduction et qui suscitent une mortalité anormale soit durant la migration ou dans les quartiers d'hiver. De même, la modification des sites de chasse de l'oiseau joue un rôle important pour sa survie, influant entre autres sur l'abondance des espèces-proies. RIBAUT (1982) en étudiant la biologie de la reproduction de quelques populations de *Hirundo rustica* en Alsace de 1973 à 1980 trouve que parmi les causes d'abandon des nids il y a lieu de citer la mauvaise construction ou plutôt l'insuffisance de la consolidation du nid. Dans certains cas, en effet, il suffit d'une perturbation minimum pour qu'un nid fragile se disloque complètement et tombe à terre.

4.3.3 – Distribution des nids de l'Hirondelle de fenêtre selon les expositions de façades hébergeant les nids

Selon l'exposition des façades aux points cardinaux, le nombre de nids fluctue durant les trois années d'étude (Tab. 31). En 2007 les façades à l'exposition Est hébergent le plus grand nombre de nids (31,4 %). Elles sont suivies par les façades Nord avec 110 nids puis les façades Sud avec 105 nids et enfin les façades Ouest avec 77 nids. De même en 2008, le nombre de nid orienté vers l'Est est le plus élevé avec 87 nids, suivi par l'effectif des nids orientés vers le Sud avec 72 nids. La partie de la colonie exposée vers le Nord ne comporte que 68 nids et enfin celle orientée vers l'Ouest ne présente que 37 nids seulement. Par contre en 2009 les façades à l'exposition Ouest hébergent le plus grand nombre de nids avec 77 nids. Elles sont suivies par les façades Est avec 64 nids puis les façades Sud avec 58 nids et enfin les façades Nord avec 54 nid. A Tizi Ouzou FARHI et *al.* (2003 b) notent qu'en 1999 l'exposition des façades la plus recherchée pour la construction des nids se situe à l'Est avec 243 ouvrages. Elle est suivie par les façades orientées vers l'Ouest avec 171 nids, celles exposées vers le Nord avec 99 nids et enfin celles orientées vers le Sud avec à peine 49 nids. Aux Eucalyptus BENCHIKH et *al.* (2006) montrent que selon l'exposition des façades aux points cardinaux, le nombre de nids fluctue durant les six années d'étude. En 2000, le nombre de nids installés sur le côté Est atteint 33, suivi par le nombre de nids installés à l'Ouest avec 31 nids alors que la partie exposée vers le Sud ne comporte que 17 nids. Enfin celle orientée vers le Nord est la moins choisie. Elle ne comporte que 13 nids. Cet ordre ne connaît pas de modification durant les années qui suivent, sauf en 2005, où le nombre des nids installés sur le côté Est atteint 23, suivi par ceux construits sur le côté Sud avec 16 nids, le côté Ouest avec 15 nids et à peine 13 nids pour l'orientation Nord. En Europe, DAROLOVA (1997) signale que dans le Sud-Ouest de la Slovaquie, l'orientation des nids de l'Hirondelle de fenêtre par rapport aux points cardinaux n'est pas un facteur important du choix de l'emplacement des nids car l'essentiel est la disponibilité des structures qui permettent leur construction. En France CARELIN (1924) mentionne que les hirondelles de fenêtre évitent d'exposer leurs nids vers le Sud pour soustraire leurs ouvrages aux effets de l'air sec vis à vis des matériaux ayant servi à l'élaboration du nid. De même cette espèce préfère ne pas installer ses constructions sur les façades tournées vers le Nord pour échapper aux effets de l'humidité qui peuvent nuire aux jeunes. Par contre en Suisse dans la région de Wien DONNERBAUM et WICHMAN (2000) montrent que les nids orientés vers le Nord sont au nombre de 427 et ceux exposés au Sud sont moins nombreux avec un effectif de 294. Les nids orientés vers le Nord-Est sont au nombre de 237 nids, ceux exposés vers le Sud-Ouest sont représentés par 205 nids, ceux dirigés vers l'Ouest sont au nombre de 145 nids et vers le Nord-Ouest totalisent 75 nids seulement.

Conclusion générale

Aux termes de ce travail, qui porte sur quelques aspects bioécologiques de l'Hirondelle de fenêtre dans un milieu suburbain aux pins maritimes, notamment les disponibilités alimentaires, le menu trophique et la nidification, il est à constater que :

- L'échantillonnage à l'aide d'un filet fauchoir dans une friche exploitée par l'Hirondelle de fenêtre révèle, dans 21 relevés effectués durant les trois mois d'étude, la présence de 125 espèces d'arthropodes ($Sm = 14 \pm 5,4$ espèces). En effet, cette faune est plus riche en espèces durant le mois de septembre ($S = 68$; $Sm = 19 \pm 3,7$ espèces), alors qu'elle est relativement faible en juillet ($S = 52$; $Sm = 11,1 \pm 5,1$ espèces).
- La taille du peuplement faunistique inventoriée par le filet fauchoir compte 1365 individus d'arthropodes, répartis en 4 classes, 17 ordres et 55 familles. Cependant, les insectes dominent en nombre avec 1167 individus, réparties entre 111 espèces, 50 familles et 13 ordres. Au sein de cette classe, les hyménoptères (AR = 31,7 %), les homoptères (AR = 24,1 %) et les acariens (AR = 21,3 %) sont les plus inventoriés. Parmi les espèces, il est à citer *Tapinoma negerrimum* (23,2 %), *Sminthurus* sp. 1 (10,0 %), *Oribates* sp. (9,8 %), Jassidae sp. 6 ind. (7,8 %) et Aphidae sp. 2 ind. (7%).
- Le peuplement entomofaunistique recensé dans la zone de gagnage de l'Hirondelle est caractérisé par une diversité relativement importante ($H' = 4,72$ bits), avec une tendance vers l'équilibre qui règne sur les effectifs ($E = 0,68$).
- L'étude du régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre effectuée à travers l'analyse de 120 fientes, montre que le nombre de proies fluctue entre 6 et 520 proies par fientes (moy = $70,2 \pm 39,6$ proies / fiente).
- La richesse totale qui caractérise ces fientes est de 382 espèces-proies ($Sm = 14,5 \pm 7,3$ espèces / fiente), où le max est égal à 151 espèces ($Sm = 17,7 \pm 7,0$ espèces-proies) notées en juin et le min 78 espèces ($Sm = 7,6 \pm 5,5$ espèces-proies) comptées en septembre. Ces fluctuations sont en corrélées avec la période de ponte et du nourrissage des jeunes de l'Hirondelle durant laquelle les adultes sont très actifs.
- Cette étude montre que *Delichon urbica* est strictement insectivore (AR = 99,9 % d'insectes). Ce prédateur consomme beaucoup plus des Hymenoptera (AR = 56,8 %), des Coleoptera (AR = 20,9 %), des Homoptera (14,18 %) et des Heteroptera (5,4 %). Ces fractions varient en fonctions des mois, où les hyménoptères sont fortement recherchés notamment en mai (AR = 55 %), en juin (AR = 74 %), en juillet (AR = 74,2 %), en août (AR = 64,6 %) et en septembre (AR = 84,5 %).
- Parmi l'ensemble des familles-proies, les Formicidae (AR = 53,3 %) et les Aphidae (AR = 13,4 %) sont les plus consommées par l'Hirondelle de fenêtre. Au sein des Formicidae-proies, *Tetramorium biskrensis* est la plus fréquemment consommée (AR = 18,4 %), devant *Monomorium salomonis* (AR = 13,1 %) et *Crematogaster scutellaris* (AR = 6,7 %). Il est à signaler que *Tetramorium biskrensis* est considéré comme une proie régulière (F.O. = 59,2 %).
- Pour l'ensemble des 120 fientes analysées, la diversité de Shannon-Weaver est égale à 5,2 bits correspondante à 8425 individus faisant partie de 382 espèces.

Parallèlement la valeur de la diversité maximale H'_{max} est égale à 8,6 bits. Ces hausses valeurs reflètent l'image d'un terrain de chasse qui est très diversifié. Ce qui met en évidence l'importance de l'activité entomofaunistique dans le milieu exploité par l'Hirondelle, ce qui lui offre des bonnes occasions de captures de proies.

- D'autres parts, l'Hirondelle chasse une gamme de proies plus ou moins équilibré, justifié par la tendance des effectifs, proies notés dans les fientes, vers l'équilibre ($E = 0,6$).
- La taille des proies consommées par *Delichon urbica* est généralement comprise entre 1 et 15 mm tout en notant la présence d'une proie de 32 mm qui n'est qu'un fait accidentel. D'une manière générale, les espèces-proies de tailles variantes entre 2 et 5mm sont les plus recherchées (90,5 %), notamment *Odontoscelis* sp. (li = +1), *Nysius* sp.1 (li = +1), Staphylinidae sp.15 ind. (li = +1), *Anthicus floralis* (li = +1), *Coccotrypes dactyliperda* (li = +1) et *Monomorium salomonis* (li = +1).
- L'étude de la fragmentation des insectes-proies trouvées dans les fientes de *Delichon urbica* réalisée pour les proies les plus consommées tels que les Hymenoptera et les Coleoptera, montre que pour les Hymenoptera, les éléments sclérotinisés les plus fragmentés sont les ailes membraneuses (99,9 %), les tergites abdominaux (99,9 %), les sternites abdominaux (99,9 %) les élytres (99,6 %) et les thorax (98,8 %). Alors que pour les Coleoptera, c'est les tergites thoraciques (100 %), les tergites abdominaux (81,6 %), les sternites abdominaux (80,9 %) et les ailes membraneuses (75 %).
- Les différents groupements réalisés à partir de la carte factorielle des différentes Familles-proies consommées par l'Hirondelle de fenêtre présentent une différence dans la composition durant les 6 mois d'étude. Cela est nuancé par la position de ces groupements en fonction des axes factoriels. Cette différence revient sûrement au spectre alimentaire du prédateur qui est dépendant de l'activité et la disponibilité des espèces-proies.
- La nidification de l'Hirondelle de fenêtre au niveau du site de reproduction situé aux pins maritimes durant la période comprise entre l'année 2007 et 2009, connaît une nette régression. Cela est justifié par le nombre des nids qui passent de 426 nids en 2007 à 264 nids en 2008 alors qu'en 2009 on ne recense que 253 nids, à cause des travaux de rénovation.
- Selon l'exposition des façades aux points cardinaux, les façades à l'exposition Est hébergent le plus grand nombre de nids en 2007 (31,4 %) et en 2008 (32,9%). Par contre en 2009 les façades à l'exposition Ouest hébergent le plus grand nombre de nids (30,43%).

Afin de compléter la présente étude, il serait intéressant que d'autres travaux soient faits dans divers milieux agricoles situés sur les différents étages bioclimatiques. Il serait utile de suivre leur comportement trophique plus au Sud où il y aurait une pauvreté en espèces-proies. Pour ce qui est des disponibilités alimentaires nous préconisons l'utilisation d'autres méthodes pour compléter celles du fauchage par le filet fauchoir pour mieux estimer les disponibilités trophiques du milieu. Il faut essayer de stimuler l'installation des hirondelles dans des milieux agricoles qui souffrent des problèmes d'insectes ravageurs, tout en leur réunissant les conditions les plus favorables telle que l'installation des nids artificiels.

Références bibliographiques

- A.I.E.A., 2004 - Agence Internationale de l'Énergie Atomique, Amélioration de la productivité agricole. *Collection Documents d'information de l'Agence internationale de l'énergie atomique*, 2p.
- ALLOUCHE K., 2000 - *Quelques aspects sur la bioécologie en particulier le régime alimentaire de deux espèces d'hirondelles *Hirundo rustica* Linné, 1758 et *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans la région de Bir-Mourad-Raïs (Alger)*. Mémoire Ing. agro., Inst. nati. agro., El-Harrach, 143 p.
- ARAB K., 1997 - *Place de la Tarente de Mauritanie *Tarentola mauritanica* Linnaeus, 1758 (Reptila, Geckonidae) dans le réseau trophique d'un écosystème sub-urbain*. Thèse Magister, Inst. nati. agro., El-Harrach, 251 p.
- BAGNOULS F. et GAUSSEN H., 1953 - Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. soc. hist. nat.*, Toulouse, p.p.193 - 239.
- BAHA M. et BERRA S., 2001 - *Prosellodrilus doumandjii* n. sp., a new Lumbricid from Algeria. *Tropical Zoology* 14 : 87 – 93.
- BARBAULT R., 1974 - Le régime alimentaire des amphibiens de la savane de Lamato, Côte d'Ivoire. *Bull. Inst. fond. Afr. noire (I.F.A.N.)*, T.XXXVI, série A, (4) : 952 - 972.
- BARBAULT R., 2003- *Ecologie générale. Structure et fonctionnement de la biosphère*.Ed.Dunod, Paris, 326 p.
- BELHADJ H. et NOUASRI H., 1995 – *Contribution à l'étude bioécologique des Orthoptères de la région de Bordj El-Kiffan*. Mémoire Ing. agro., Inst. nati. agro., El-Harrach, 73 p.
- BENCHIKH C., 2001 - *Bioécologie de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) en particulier, le régime alimentaire dans la région des Eucalyptus (Mitidja)*. Mémoire Ing. agro., Inst. nati. agro., El-Harrach, 144 p.
- BENCHIKH C., 2004 - *Alimentation et nidification de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) au lieu- dit Les "Eucalyptus" (Mitidja- Alger)*. Thèse Magister, Inst. nati. agro., El- Harrach, 298 p.
- BENCHIKH C., DAOUDI-HACINI S., FARHI Y. et DOUMANDJI S., 2002 – Classe de tailles des proies consommées par l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) au lieu-dit les Eucalyptus (Mitidja). 6^{ème} Journée d'Ornithologie, 11 mars 2002, Lab. Ornith., Dép. Zool. agri. for., Inst. nati. agro., El-Harrach, p.21.
- BENCHIKH C., DAOUDI-HACINI S., FARHI Y. et DOUMANDJI S., 2003 – Classe de tailles des proies consommées par l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) au lieu-dit "Les Eucalyptus" (Mitidja). *Rev. Ornithologia algerica*, III (1) : 6 – 11.

- BENCHIKH C., DAOUDI-HACINI S., DOUMANDJI S. et FARHI Y., 2004 a – Suivi de l'évolution de la nidification de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) au lieu-dit "Les Eucalyptus" (Mitidja) de 2000 à 2002. 8^{ème} Journée d'Ornithologie, 8 mars 2004, Lab. Ornith., Dép. Zool. agri. for., Inst. nati. agro., El-Harrach, p 20.
- BENCHIKH C., DAOUDI-HACINI S., DOUMANDJI S. et FARHI Y., 2004 b – Fragmentation des insectes-proies trouvés dans les fientes de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) récoltées aux Eucalyptus. *Rev. Ornithologia algerica*, IV (1) : 25-35.
- 15 des fourmis dans le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans la région des Eucalyptus de 2000 à 2002. 9^{ème} Journée d'Ornithologie, 7 mars 2005, Lab. Ornith., Dép. Zool. agri. for., Inst. nati. agro., El-Harrach, p 53.
- BENCHIKH C., DAOUDI-HACINI S., DOUMANDJI Set VOISIN J.F., 2005 b – Place des insectes dans le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans la région des Eucalyptus (Mitidja, Algérie). 9^{ème} Journée d'Ornithologie, 7 mars 2005, Lab. Ornith., Dép. Zool. agri. for., Inst. nati. agro., El-Harrach, p 18.
- BENCHIKH C., DAOUDI-HACINI S., DOUMANDJI Set VOISIN J.F., 2007 – Insectivore de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans la région des Eucalyptus (Mitidja, Alger). *Journées Inter. Zool. agri. Forest.*, 8-10 avril 2007, Dép. Zool. agro. for., Inst. nati. agro., El-Harrach, p.91.
- BENCHIKH C., DAOUDI-HACINI S., DOUMANDJI S., FARHI Y. et SEKOUR M., 2006 – Evolution de la nidification de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) aux Eucalyptus (Mitidja) en 2000 – 2005. 10^{ème} Journée d'Ornithologie, 6 mars 2006, Lab. Ornith., Dép. Zool. agri. for., Inst. nati. agro., El-Harrach, p 23.
- BENKHELIL M.A., 1992 - *Les techniques de récoltes et de piègeages utilisées en entomologie terrestre*. Ed. Off. Pub. Univ., Alger, 68 p.
- BENZARA A., 1981 - La faune malacologique de la Mitidja. *Bull. Zool. agro., Inst. nati. agro., El-Harrach*, (1) : 22 - 26.
- BIGOT L. et BODOT P., 1973 – Contribution à l'étude biocénotique de la garrigue à *Quercus coccifera*. I. – Etude descriptive de l'habitat et de la faune des invertébrés. *Vie et milieu*, 23 : 15 – 43.
- BLONDEL J., 1979 - *Biogéographie et écologie*. Ed. Masson, Paris, 173 p.
- BOLOGNA G., 1980 - *Les oiseaux du monde*. Ed. Solar, Paris, Coll. «Guide vert», 510
- BLONDEL J., FERRY C. et FROCHOT B., 1973 – Avifaune et végétation, essai d'analyse de la diversité. *Alauda*, 41(1-2): 63-84.
- BOULFEKHAR – RAMDANI H., 1998 – Inventaire des acariens des Citrus en Mitidja. *Ann. Inst. nati. agro El-Harrach.*, Vol. 19, (1 – 2) : 30 – 39.

- BOURLIERE F., 1950 – *Esquisse écologique*, pp 757-791 cité par GRASSE P.P., *traité de zoologie, les oiseaux*. Ed. Masson et Cie., Paris, T.XV, 1164 p.
- BRUDERER C., 1996 – *Analyse taphonomique et systématique des proies continues dans les pelotes de rejection d'une chouette effraie africaine (Mauritanie)*. Mémoire Maîtrise. Biol., Univ. Pierre et Marie-Curie, Paris VI, 34p.
- BRYANT D. M., 1973 - The factors influencing the selection of food by the House Martin *Delichon urbica* (L.). *J. Anim. Ecol.*, (42): 539 - 564.
- BRYANT D. M., 1979 - Reproductive costs in the House martin (*Delichon urbica*). *J. anim. Ecol.*, (48): 655 - 675.
- BRYANT D. M. and WESTERTEP K. R., 1980 - The energy budget of the House martin (*Delichon urbica*). *Ardea*, (68) : 91 - 102.
- CARELIN F., 1924 - *Le nid de l'oiseau*. Ed. Librairie Delagrave, Paris, 220 p.
- CHATENET (du) G., 1986 – *Guide des coléoptères d'Europe*. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 479 p.
- CHISAMERA G. et MANOLE T., 2005 – Contributions to the knowledge of the food structure of red rumped swallow (*Hirunda daurica rufula* Temm, 1835) (Passeriformes: Hirundinidae) in Romania and Turkey. *Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle «Grigore Antipa»*, Vol. L, pp. 463–477.
- CHISAMERA G. et MANOLE T., 2007 – Preliminary data on the food structure of the sand martin nestlings (*Riparia riparia*, Linné, 1758) (Aves: Hirundinidae) in southern Romania. *Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle «Grigore Antipa»*, Vol. XLVIII, pp. 383–394.
- CHOPARD L., 1938 – *Biologie des Orthoptères*. Ed. P. Lechevalier, Paris, coll. "Encycl. Pédag.", 511 p.
- CHOPARD L., 1943 - *Orthoptéroïdes de l'Afrique du Nord*. Ed. Librairie Larose, Coll. "Faune de l'empire français", T. I, Paris, 450 p.
- CHRISTE P., DE LOPE F., GONZALES G., SAINO N. and Møller A. P., 2001 - The influence of environmental conditions on immune responses, morphology and recapture probability of nestling House martins (*Delichon urbica*). *Oecologia*, 126 (3): 333 - 338.
- COQUILLART H., S.D. - L'Hirondelle de cheminée (*Hirundo rustica*) en Forez. Une espèce étroitement dépendante de l'agriculture. *Cent. Etudes foresiennes*, Saint-Etienne, pp. 279 – 292.
- CRAMP S., BROOKS D.J., DUNN E., GILLMOR R., CRAGGS J.H., HOLLOW P.A.D., NICHOLSON E.M., OGILVIE M.A., ROSELAAR C. S., SELLAR P.J., SIMMONS K.E.L., VOOUS K.H., WALLACE D.I.M. and WILSON M.G., 1988- *Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. The birds of the Western palearctic*. Ed. Oxford University press, New York, Vol. V, 1063 p.
- DAGET J., 1976- *Les modèles mathématiques en écologie*. Ed. Masson, Paris, 172p.
- DAJOZ R., 1971- *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 434p
- DAJOZ R., 1975 - *Précis d'écologie*. Ed. Gauthier - Villars, Paris, 549 p.

- DAOUDI-HACINI S., 2004 -Bioécologie de deux espèces d'Hirondelle l'Hirondelle de cheminée *Hirundo rustica* Linné 1758 et l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans différents biotopes d'Algérie. Thèse doctorat agro., Inst. nati. agro., El-Harrach, 348 p.
- DAOUDI-HACINI S., MERZOUKI Y. et DOUMANDJI S., 1999 - Régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans une station suburbaine à Dar El Beïda près d'Alger. 4^{ème} Journée d'Ornithologie, 16 mars 1999, Lab. Ornith., Dép. Zool. agri. for., Inst. nati. agro., El-Harrach, p. 24.
- DAOUDI-HACINI S., MERZOUKI Y. et DOUMANDJI S., 2000 - Etude du comportement trophique de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans une région d'Algérie. 5^{ème} Journée Ornithologie, 18 avril 2000, Lab. Ornith., Dép. Zool. agri. for., Inst. nati. agro., El-Harrach, p. 31.
- DAOUDI S., VOISIN J.F. et DOUMANDJI S., 2002 – Spectre alimentaire d'une colonie suburbaine de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) en Algérie. Rev. Ecol. (Terre et Vie), 57 (1) : 83 - 89.
- DAOUDI-HACINI S., BENCHIKH C., DOUMANDJI S. et SEKOUR M., 2006 – Comparaison entre le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre (*Delichon urbica*) et les disponibilités alimentaires du milieu dans la partie centrale de la Mitidja (Les Eucalyptus). 10^{ème} Journée Ornithologie, 6 Mars 2006, Lab. Ornith., Dép. Zool. agri. for., Inst. nati. agro., El-Harrach, p. 28.
- DAROLOVA K., 1997 - Number and placement of House martin (*Delichon urbica*) nests in south-western Slovakia. *Biologia*, 28 (52): 669 - 676.
- DEHINA N., 2009 – Systématique et essaimage de quelques espèces de fourmis (Hymenoptera, Formicidae) dans deux régions de l'Algérois. Thèse Magister, Inst. nati. agro., El-Harrach, 82 p.
- DEJONGHE J.F., 1984 - Les oiseaux de montagne. Ed. Du Point vétérinaire, Paris, 310 p.
- DEJONGHE J.F., 1985 – Connaître, reconnaître et protéger les oiseaux du jardin. Ed. Loisirs, Paris, 79 p.
- DELAGARDE J., 1983 – *Initiation à l'analyse des données*. Ed. Dunod, Paris, 157 p.
- DERVIN C., 1992 – Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des correspondances ? Ed.I.T.C.F., Paris, 72 p.
- DIOMANDE D., GOURENE G. et TITO DE MORAIS L., 2001 – Stratégies alimentaires de *Synodontis bastiani* (Siluriformes : Mochokidae) dans le complexe fluvio-lacustre de la Bia, Côte d'Ivoire. *Cybium*, 25 (1): 7 – 21.
- DONNERBAUM K. and WICHMAN G., 2000 - Die verbreitung der mehlenschwalbe (*Delichon urbica*) in Wien. Ergebnisse der Kartierung im Wiener Stadtgebiet 2000 und vorschläge für ein artenschutzprogramm, Wien, 18 p.
- DORST J., 1971 - *La vie des oiseaux*. Ed. Bordas, Paris, T. I, Vol. 11, 383 p
- DOUMANDJI S., 1988- *Quelques données sur la biologie et en particulier le régime alimentaire de l'hirondelle de cheminée *Hirundo rustica**. Premières journées de

- recherches de l'unité de biologie et agro-forestière de l'institut de biologie de Tizi-Ouzou, 8 et 9 juin 1988, 12p.
- DOUMANDJI S. et DOUMANDJI A., 1988 – Note sur l'écologie de *Crabro quinquenotatus* Jurine (Hymenoptera, Sphecidae) prédateur de la fourmi des agrumes *Tapinoma simrothi* Krausse (Hymenoptera, Formicidae) près d'Alger. *Ann. Inst. nati. agro., El-Harrach, Vol. 12, (n sp.): 101 – 118.*
- DREUX P., 1980 - *Précis d'écologie*. Ed. Presse universitaire de France, Paris, 231 p.
- DUBOIS P.J., LOUINEAU J.F. et ALVES D., 1988 - L'oiseau. *Rev. Lig. Franc. Protection des oiseaux*, n°3, 8 p.
- DULPHY J. P., 1986 - Etude d'une population d'Hirondelles de cheminée (*Hirundo rustica*) de 1977 à 1985 : Structure et comportement de la population adulte. *Rev. Le Grand Duc*, 28 : 3 - 5.
- EMBERGER L., 1971 - *Travaux de botanique et d'écologie*. Ed. Masson et Cie., Paris, 250 p.
- ETCHECOPAR R.D. et HÜE F., 1964 - *Les oiseaux du Nord de l'Afrique*, Ed. N. Boubée et Cie., Paris, 605 p.
- FARHI Y., 2002 - Bio-écologie de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) : régime alimentaire et reproduction. Thèse Magister, Inst. nati. agro., El-Harrach, 224 p.
- FARHI Y., AMARA S. et BOUKHEMZA M., 2005 - Régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre à Tizi Ouzou en 2004. 9^{ème} *Journée Ornithologie, 7 Mars 2005, Lab. Ornith., Dép. Zool. agri. for., Inst. nati. agro., El-Harrach*, p 9.
- FARHI Y., DAOUDI-HACINI S., BENCHIKH C. et DOUMANDJI S., 2002 - Etude comparative entre le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre (*Delichon urbica*) est les disponibilités alimentaires du milieu en proies potentielles. 6^{ème} *Journée Ornithologie, 11 Mars 2002, Lab. Ornith., Dép. Zool. agri. for., Inst. nati. agro., El-Harrach*, p.19.
- FARHI Y. DOUMANDJI S., DAOUDI-HACINI S. et BENCHIKH C., 2003a - Comparaison entre régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre (*Delichon urbica*) est les disponibilités alimentaires du milieu dans la région de Tizi Ouzou. *Rev. Ornithologia algerica*, III (1) : 12-17.
- FARHI Y. DOUMANDJI S., DAOUDI-HACINI S. et BENCHIKH C., 2003b - Evolution de la nidification de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 à Tizi Ouzou de 1999 à 2001. 7^{ème} *Journée Ornithologie, 10 Mars 2003, Lab. Ornith., Dép. Zool. agri. for., Inst. nati. agro., El-Harrach*, p.20.
- FARHI Y., DAOUDI-HACINI S., BENCHIKH C., SOUTTOU K., SEKOUR M. et DOUMANDJI S., 2004 - Place des fourmis dans le régime alimentaire del'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) à Tizi Ouzou. 8^{ème} *Journée Ornithologie, 8 Mars 2004, Lab. Ornith., Dép. Zool. agri. for., Inst. nati. agro., El-Harrach*, p.47.
- FAURIE C., FERRA C. et MEDORI P., 1980 - *Ecologie*. Ed. Baillière, Paris, 168p.

- GUESSOUM M., 1981 - Etude des acariens des Rosacées cultivées en Mitidja et contribution à l'étude d'une lutte chimique vis-à-vis de *Panonychus ulmi* (Koch) (Acarina - Tetranychidae) sur pommier. Thèse Ingénieur, Inst. nati. agro., El-Harrach, 105 p.
- GUNTEN VON K., 1961 - Zur ernährungsbiologie der Mehlschwalbe, *Delichon urbica* : die qualitative zusammensetzung der Nahrung. *Ornith. Beob.*, (58) : 13 - 34.
- JACOBS J. 1974 - Quantitative measurement of food selection. *Ecologia*, Berlin 14: 413 - 417.
- JOHNSON D. H., 1980 - The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology*, 61 (1): 65 - 71.
- HACINI S., 1995 - Place des insectes dans le régime alimentaire de l'Hirondelle de cheminée *Hirundo rustica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans un milieu agricole près de Bordj El Kiffan (Alger). Thèse Magister, Inst. nati. agro., El-Harrach, 126 p.
- HACINI S. et DOUMANDJI S., 1998 - Place des insectes dans le régime alimentaire de l'hirondelle de cheminée *Hirundo rustica* Linné, 1758 (Aves, *Hirundinidae*) dans un milieu agricole près de Bordj El Kiffan, région du littoral algérois. *Rev. L'entomologiste*, 54 (3) :105 -111.
- HADDAD H. et ABIB F., 1995- *Cartographie des sols de la ferme expérimentale de l'institut national agronomique* - Alger. Mémoire Ing. agro., Inst. nati. agro., El-Harrach, 91 p.
- HADJ-HENNI N., 1997 - Bioécologie de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans une région agricole du Littoral de Aïn Taya. Thèse Ing. agro., Inst. nati. agro., El-Harrach, 79 p.
- HAMADACHE S., 1999 - Quelques aspects sur la bioécologie de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) en particulier le régime alimentaire à Dar-El-Beïda près d'Alger. Thèse Ing. agro., Inst. nati. agro., El-Harrach, 88 p.
- HAMADI K., 1994 – *Etude de l'Acarofaune des Citrus en Mitidja*. Mémoire Ing. agro. Inst. nati. agro., El-Harrach, 77 p.
- HEIM de BALSAC H., 1924 - Contribution à l'ornithologie du Sahara septentrional en Algérie et en Tunisie. *Rev. franç. ornith.*, T. VIII, 1 - 116.
- HEIM de BALSAC H., 1926 - Contribution à l'ornithologie du Sahara central et du Sud algérien. *Mém. Soc. his. nat. Afr. N.*, (1) : 1 - 127.
- HEIM de BALSAC H. et MAYAUD N., 1962 - *Les oiseaux du Nord-Ouest de l'Afrique*. Ed. Lechevalier, Paris, Coll. 'Encyclo. ornith.', T.X, 486 p.
- HEINZEL H., FITTER R. et PARSLOW J., 1972 - *Oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen Orient*. Ed. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, 319 p.
- HOEHER S., 1989 - *Guide des oisillons, des poussins et oiseaux d'Europe*. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 344 p.
- KISSERLI O., 1997 - Place des insectes dans le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) à Jijel. Thèse Magister, Inst. nati. agro., El-Harrach, 157 p.

- KISSERLI O et DOUMANDJI S., 2005 - Spectre alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans la région de Jijel. *Rev. Ornithologia algerica*, V(1) :36 - 40.
- KONIG C., 1968 - *Oiseaux d'Europe*. Ed. Hatier, Paris, 256 p.
- KOPIJ, G., 2000 - Diet of swifts (Apodidae) and swallows (Hirundinidae) during the breeding season in South African grassland. *Acta Ornithologica*, 35 (2): 203-206.
- KOZENA I., 1975 - The food of yong house martins (*Delichon urbica*) in the Krkonose mountains. *Zoologicke listy*,24 (2): 149-162.
- KOZENA I., 1979 - A study of the qualificative composition of the diet of young swallows (*Hirundo rustica*) in an agricultural farm. *Folia Zool.*, 28 (4): 337 – 346.
- KOZENA I., 1980 - Dominance of items and diversity of the diet of young swallows (*Hirundo rustica*). *Folia Zool.*, 29 (2): 143 - 156.
- KOZENA I., 1983 - Comparison of the diets of young swallows (*Hirundo rustica*) and house martins (*Delichon urbica*).*Folia, Zool.*, 32 (1): 41-50.
- LAMOTTE M. et BOURLIERE F., 1969 - Problème d'écologie : L'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres. Ed. Masson et Cie, Paris, 303 p.
- LAMOTTE M., GILLON D., GILLON Y. et RICOU G., 1969 - L'échantillonnage quantitatif des peuplements d'invertébrés en milieu herbacéspp. 7 - 54, cité par LAMOTTE M. et BOURLIERE F., Problème d'écologie : L'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres. Ed. Masson et Cie, Paris, 303 p.
- LAYAÏDA N., 1996 - Paramètres trophiques de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) près de Dar El Beïda. Mémoire Ing. agro., Inst. nati. agro., El-Harrach, 124 p.
- LEDANT J.-P., JACOB J.-P., JACOBS P., MALHER F., OCHANDO B. et ROCHE J., 1981- Mise à jour de l'avifaune algérienne. *Rev. Le Gerfaut – De Giervalk, Bruxelles*, (71): 295 - 398.
- LINDAHL K.C., 1980 - *Les oiseaux migrants à travers mer et terre*. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 241p.
- MARTIN J. I., 1982 - Mise en place d'un réseau de collecte et d'analyse des données ornithologiques dans les parcs et réserves. *Rapp. Min. étud. Et rech. min. env.*, 91 p.
- MEGUIN J., 1991 - Les Hirondelles rustiques (*Hirundo rustica*) de Boulogny commune d'Arraincourt (Moselle) - Les couples nicheurs. *Polycopie*, Stat. Ornith. de Boulogny, Metz, 15p.
- MENNESSIER M., 1989 - Les architectes ont oublié les hirondelles. *Science et vie*, (859) : 40 - 45.
- MERZOUKI Y., 2000 - Etude du comportement trophique de l'hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans deux régions d'algérie Dar-El-Beïda (Alger) et Amizour (Béjaïa). *Mém. Ing. agro., Inst. nati. agro., El-Harrach*, 155 p.
- MILLA A., 2008 – *L'Ornithochorie dans différents milieux du Sahel et du Littoral algérois*. Thèse doctorat agro., Inst. nati. agro., El-Harrach, 331 p.

- MILLA A., DOUMANDJI S. et VOISIN J.-F., 2005a – Comportement journalier du Bulbul des jardins (*Pycnonotus barbatus*) dans deux milieux suburbains du Sahel algérois (Algérie). *Aves*, 42(1/2) : 156 – 162.
- MILLA A., DOUMANDJI S., VOISIN J.-F. et BAZIZ B., 2005b – Régime alimentaire du Bulbul des jardins *Pycnonotus barbatus* (Aves, Pycnonotidae) dans le Sahel algérois (Algérie). *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 60(4) : 369 – 380.
- MULLER, Y. 1985 - L'avifaune nicheuse des Vosges du Nord, sa place dans le contexte médio-européen. Thèse Doc. Sci., Univ. Dijon., 318 p.
- MUTIN G., 1977 - La Mitidja- Décolonisation et espace géographique. Ed. O.P.U., Alger, 607 p.
- OCHANDO – BLEDA B., 1978 – Les vertébrés d'Algérie et leurs milieux. Cours Poly., Inst. nati. agro. El-Harrach, Alger, 39p.
- O.N.M., 2007 – *Bulletin d'information climatique et agronomique*. Ed. Office nati. météo., cent. Clim., Dar El Beida, 18p.
- O.N.M., 2008 - *Bulletin d'information climatique et agronomique*. Ed. Office nati. météo., cent. Clim., Dar El Beida, 18p
- OMODEO P., ROTA E. And BAHHA M., 2003 - The megadrile fauna (Annelida: Oligochaeta) of Maghreb: a biogeographical and ecological characterization. *Pedobiologia* 47: 458 – 465.
- OULD RABAH I., 2004 – Biologie en milieu agricole et suburbain du Verdier *Carduelis chloris* (Linné, 1758) (Aves, Frangillidae) dynamique des populations et régime alimentaire. Thèse Magister, Inst. nati. agro., El-Harrach, 213 p.
- PAQUET J. Y., MONMART A. et Aves-Namur, 2000 - Evolution de la population d'Hirondelle de fenêtre (*Delichon urbica*) dans la région namuroise : bilan de dix années de suivi. *Rev. Aves*, 37 (3-4) : 92 – 93.
- PARK K. J., EVANS M. R. and BUCHANAN K. L., 2000 - Assessing the aerodynamic effects of tail elongations in the House martin (*Delichon urbica*): implication for the initial selection pressures in hirundines. *Behav. Ecol. Sociol.*, 48 (5) : 364 – 372.
- PERRIER R., 1927 a- La faune de la France - Hémiptères Anoploures, Mallophages, Lepidoptères. Ed. Librairie Delagrave, Paris, Fasc. 4, 243 p.
- PERRIER R., 1927 b - La faune de la France - Coléoptères (Première partie). Ed. Librairie Delagrave, Paris, Fasc. 5, 192 p.
- PERRIER R., 1927c - La faune de la France - Coléoptères (Deuxième partie). Ed. Librairie Delagrave, Paris, Fasc. 6, 229 p.
- PERRIER R., 1982 - La faune de la France, les coléoptères 2^{ème} partie. Ed. Delagrave, Paris, 229 p.
- PETERSON R., MOUNTFORT G., HOLLAND P.A.D. et GEROUDET P., 1986 – *Guide des oiseaux d'Europe*. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 460 p.
- PRODON R., 1982 - Sur la nidification, le régime alimentaire et les vocalisations de l'Hirondelle rousseline en France (*Hirundo daurica rufula* Temm.). *Alauda*, 50 (2): 176 -190.

- RAMADE F., 1981 - *Ecologie des ressources naturelles*. Ed. Masson, Paris, 322 p.
- RAMADE F., 1984 - *Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale*. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 379 p.
- RAMADE F., 2003 - *Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale*. Ed. Dunod, Paris, 690 p.
- RIBAUT J.-P., 1982 - Biologie de reproduction de quelques populations d'Hirondelles (*Hirundo rustica*) en Alsace de 1973 à 1980. *Ciconia*, 6 (1) : 23 - 52.
- ROCHER Y., 1982 - *Mieux vivre par les plantes*. Ed. Hachette, Paris, 319 p.
- SAHARAOU L. et GOURREAU J.M., 1998 – les coccinelles d'Algérie: inventaire préliminaire et régime alimentaire (Coleoptera, Coccinellidae). *Bull. Soc. Entomol., France*, 103 (3) : 213 – 224.
- SCHMID H., 1995 - *Hirondelles et martinets*. Ed. Station ornith. suisse, Sempach, 37 p.
- SELTZER P., 1946 - *Climat de l'Algérie*. Ed. Inst. météo. Phy., Globe de l'Algérie, Alger, 219 p.
- SHELDON F. H. and WINKLER D. W., 1999 - Nest architecture and avian systematics. *J. The Auk*, 116 (4) : 337 - 356.
- 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, Inst. nati. agro., El-Harrach, 250 p.
- STEWART P., 1969 - Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. *Bull. soc. hist. nat. agro.* :24 - 25.
- TALBI-BERRA S., 1998 – Contribution à l'étude biosystématique des Oligochètes des régions d'El-Harrach, du Hamma et de Birtouta. Thèse Magister, Inst. nati. agro., El-Harrach, 250 p.
- WALRAVENS M. and LANGHENDRIES R., 1985 - Nesting of the House Martin (*Delichon urbica*) in the South and East of the Brussels region. *Aves*, (1): 3 - 34.
- WAUGH, D. R., 1979 - The diet of Sand Martins during the breeding season. *Bird Study*, 26 (2):123-128.
- WESTERTEP K. R. and BRYANT D. M., 1984 - Energetics of free existence in swallows and martins (*Hirundinidae*) during breeding: a comparative study using doubly labeled water. *Oecologia*, 62: 376 - 381.
- YAHIA-CHERIF-SADAOU S., 2005 – Biosystématique et bioécologie des Curculionides dans deux stations du littoral algérois, le parc de l'institut national agronomique d'El-Harrach et l'institut technique d'Oued Smar. Thèse Magister, Inst. nati. agro., El-Harrach, 126 p.
- YEATMAN L., 1976 - *Atlas des oiseaux nicheurs de France*. Ed. Société franç. ornith., Paris, 283 p.
- ZAÏDI S.F., 1996 - Insectivorie de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans la région de Dar El Beïda. Mémoire Ing. agro., Inst. nati. agro., El-Harrach, 162 p.

Inventaire bibliographique des espèces animales les plus importants du Sahel algérois

Annexe 3

Espèces	VII	VIII	IX	Σ mois
<i>Helicella</i> sp.	-	-	1	1
<i>Epodidae</i> sp. ind.	1	-	-	1
<i>Aranea</i> sp. 1 ind.	-	1	-	1
<i>Aranea</i> sp. 2 ind.	1	-	-	1
<i>Aranea</i> sp. 4 ind.	-	1	-	1
<i>Aranea</i> sp. 5 ind.	-	-	1	1
<i>Aranea</i> sp. 7 ind.	-	-	1	1
<i>Aranea</i> sp. 8 ind.	-	1	-	1
<i>Acaei</i> sp. 1 ind.	-	1	-	1
<i>Oribionei</i> sp.	-	1	-	1
<i>Entomobryidae</i> sp. ind.	-	-	1	1
<i>Thysanoptera</i> sp. 1 ind.	1	1	-	2
<i>Thysanoptera</i> sp. 2 ind.	1	1	-	2
<i>Uris oratoria</i>	1	-	-	1
<i>Spidromonopsis viridis</i>	1	-	-	1
<i>Alolopus thalictus</i>	1	-	-	1
<i>Asteria hirsuta</i>	-	-	1	1
<i>Pezomachus glomus</i>	1	-	-	1
<i>Alolopus stragans</i>	-	1	-	1
<i>Pezomachus</i> sp. ind.	1	-	1	2
<i>Berytidae</i> sp. ind.	-	-	1	1
<i>Opisthomeris</i> sp.	-	1	-	1
<i>Coryzia</i> sp.	-	-	1	1
<i>Reduviidae</i> sp. ind.	-	-	1	1
<i>Dichoneta crassicornis</i>	-	1	1	2
<i>Jassidae</i> sp. 1 ind.	-	-	-	-
<i>Jassidae</i> sp. 2 ind.	-	1	-	1
<i>Jassidae</i> sp. 4 ind.	1	-	-	1
<i>Jassidae</i> sp. 5 ind.	1	-	-	1
<i>Jassidae</i> sp. 6 ind.	-	1	-	1
<i>Jassidae</i> sp. 9 ind.	-	1	-	1
<i>Jassidae</i> sp. 11 ind.	-	-	1	1
<i>Jassidae</i> sp. 12 ind.	-	-	1	1
<i>Phygadeuon</i> sp.	1	-	-	1
<i>Aphidae</i> sp. 3 ind.	1	-	-	1
<i>Psyllidae</i> sp. ind.	-	1	-	1
<i>Lygaeidae</i> sp. ind.	-	-	1	1
<i>Attagenus</i> sp.	1	-	-	1
<i>Formicomyza</i> sp.	-	-	1	1
<i>Agrion</i> sp.	1	-	-	1
<i>Chalcidae</i> sp. 3 ind.	1	-	-	1
<i>Coccinellidae</i> sp. ind.	-	1	-	1
<i>Chrysomelinae</i> sp.	-	-	1	1
<i>Agrion</i> sp.	1	-	-	1
<i>Orizaspilus surinamensis</i>	1	-	-	1
<i>Agathidium</i> sp.	1	-	-	1
<i>Chalcidae</i> sp. 1 ind.	-	-	1	1
<i>Chalcidae</i> sp. 2 ind.	-	-	1	1
<i>Chalcidae</i> sp. 3 ind.	-	-	1	1
<i>Chalcidae</i> sp. 4 ind.	-	-	1	1
<i>Chalcidae</i> sp. 6 ind.	1	-	-	1
<i>Chalcidae</i> sp. 7 ind.	1	-	-	1
<i>Brachynidae</i> sp.	-	1	-	1
<i>Ichneumonidae</i> sp. ind.	1	-	-	1
<i>Aphelinidae</i> sp. 3 ind.	1	-	-	1
<i>Aphelinidae</i> sp. 4 ind.	-	-	1	1
<i>Lasioleptum</i> sp.	-	-	1	1
<i>Crematogaster scutellaris</i>	1	1	-	2
<i>Bethylidae</i> sp. ind.	-	1	1	2
<i>Enlepidae</i> sp. ind.	-	1	-	1
<i>Miridae</i> sp. ind.	-	1	-	1
<i>Aleuropteryx lutea</i>	-	1	-	1
<i>Psyllidae</i> sp. ind.	-	-	1	1
<i>Cyclorhapha</i> sp. 1 ind.	1	1	-	2
<i>Cyclorhapha</i> sp. 2 ind.	-	1	-	1
<i>Cyclorhapha</i> sp. 4 ind.	1	1	-	2
<i>Cyclorhapha</i> sp. 6 ind.	-	1	-	1
<i>Cyclorhapha</i> sp. 7 ind.	-	1	-	1
<i>Drosophilidae</i> sp. 2 ind.	-	1	-	1
<i>Drosophilidae</i> sp. 5 ind.	-	1	-	1
<i>Nematocera</i> sp. 1 ind.	-	-	1	1
<i>Calliphoridae</i> sp. ind.	1	-	-	1
<i>Lucilia</i> sp.	-	-	1	1
<i>Sarcophagidae</i> sp. 1 ind.	1	-	-	1
<i>Cecidomyiidae</i> sp. ind.	-	-	1	1
<i>Spininiidae</i> sp. - no.	1	-	-	1
<i>Lasioleptum</i> sp.	-	-	1	1
<i>Crematogaster scutellaris</i>	1	1	-	2
<i>Bethylidae</i> sp. ind.	-	1	1	2
<i>Enlepidae</i> sp. ind.	-	1	-	1
<i>Miridae</i> sp. ind.	-	1	-	1
<i>Aleuropteryx lutea</i>	-	1	-	1
<i>Psyllidae</i> sp. ind.	-	-	1	1
<i>Cyclorhapha</i> sp. 1 ind.	1	1	-	2
<i>Cyclorhapha</i> sp. 2 ind.	-	1	-	1
<i>Cyclorhapha</i> sp. 4 ind.	1	1	-	2
<i>Cyclorhapha</i> sp. 6 ind.	-	1	-	1
<i>Cyclorhapha</i> sp. 7 ind.	-	1	-	1
<i>Drosophilidae</i> sp. 2 ind.	-	1	-	1
<i>Drosophilidae</i> sp. 5 ind.	-	1	-	1
<i>Nematocera</i> sp. 1 ind.	-	-	1	1
<i>Calliphoridae</i> sp. ind.	1	-	-	1
<i>Lucilia</i> sp.	-	-	1	1
<i>Sarcophagidae</i> sp. 1 ind.	1	-	-	1
<i>Cecidomyiidae</i> sp. ind.	-	-	1	1
<i>Segnis</i> sp. 2	1	-	-	1
<i>Psychoda</i> sp.	-	1	-	1
A	30	29	25	50

Tableau 4 : Liste des espèces vues une seule fois capturées grâce au filet fauchoir dans la station des Pins maritimes

- : valeur absente ; Nombres d'espèces vues une seule fois et en un seul exemplaire

Annexe 4

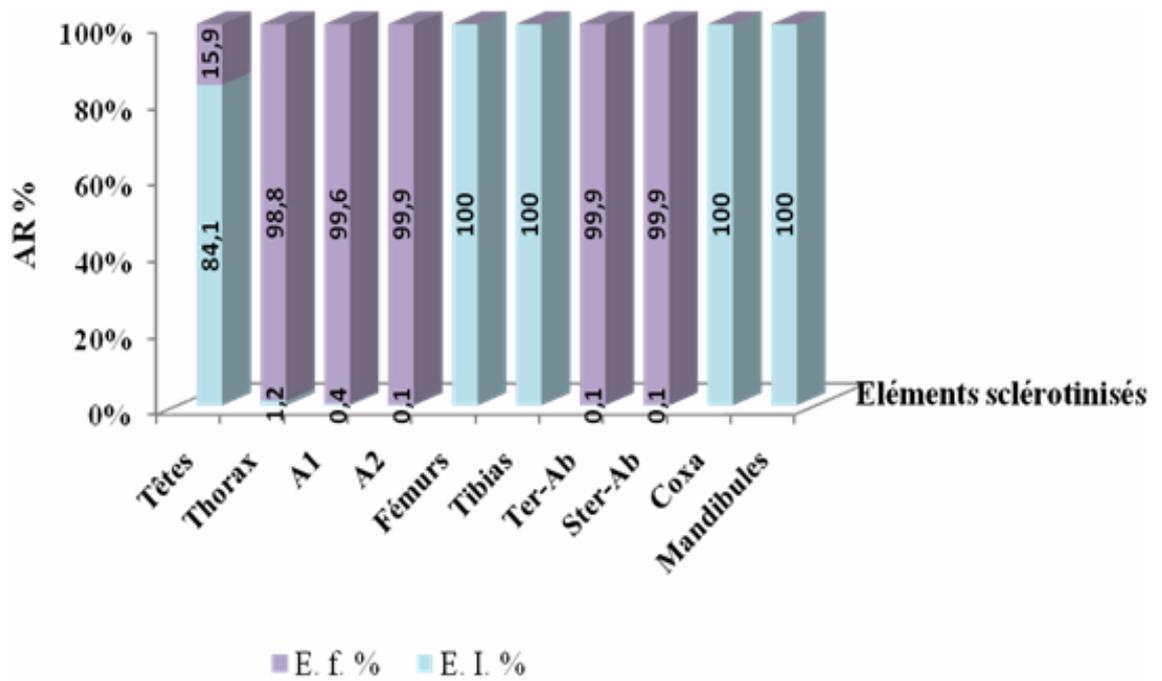


Fig. 23: Nombres et pourcentages de fragmentation et de préservation des éléments sclérotisés des hyménoptères-proies de *Delichon urbica*

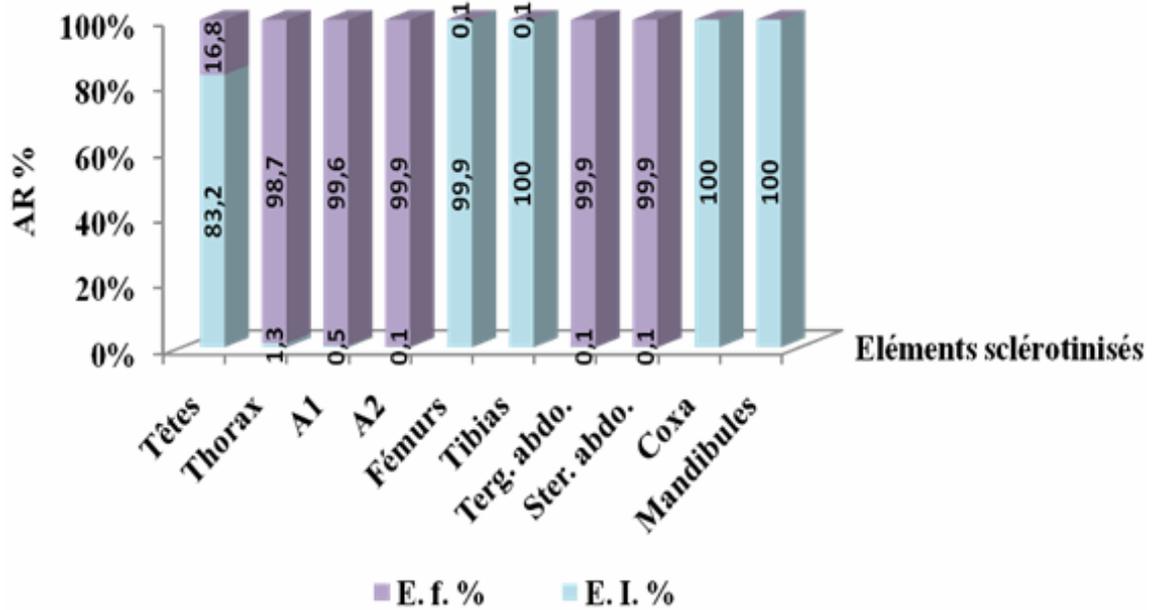


Fig. 24: Nombres et pourcentages de fragmentation et de préservation des éléments sclérotisés des Formicidae mentionnés dans les fientes de *Delichon urbica*

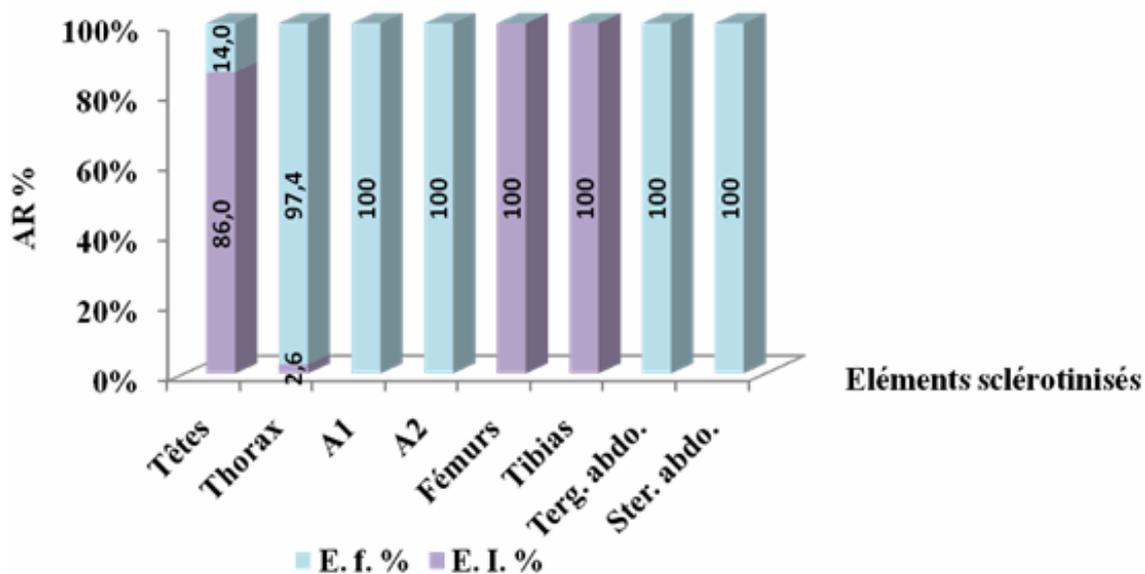


Fig. 25: Nombres et pourcentages de fragmentation et de préservation des éléments sclérotinisés des *Tetramorium biskrensis* mentionnés dans les fientes de l'Hirondelle de fenêtre

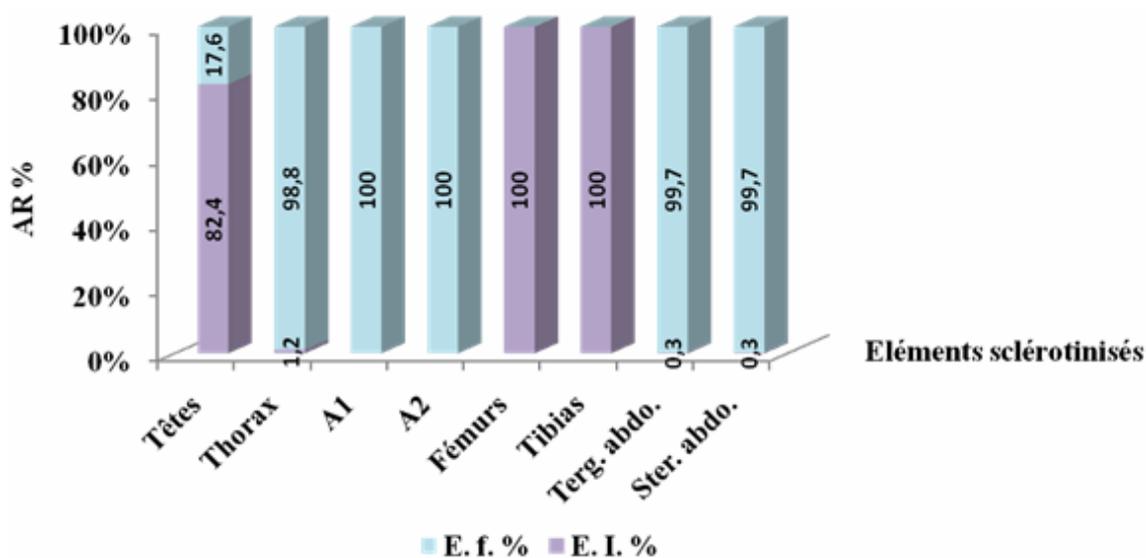


Fig. 26: Nombres et pourcentages de fragmentation et de préservation des éléments sclérotinisés des *Monomorium salomonis* trouvés dans les fientes de *Delichon urbica*

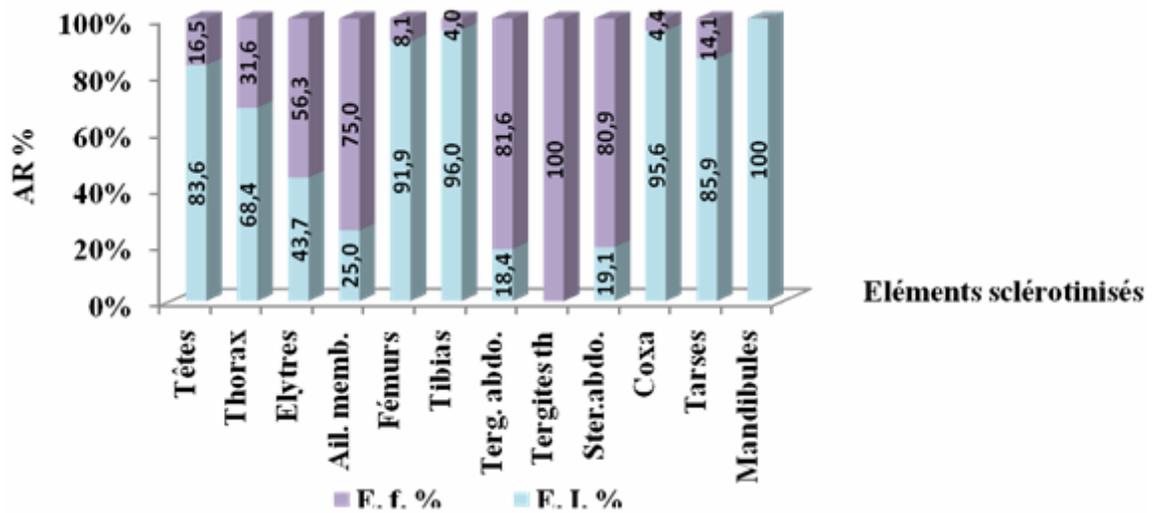


Fig. 27: Nombres et pourcentages de fragmentation et de préservation des éléments sclérotisés des Coleoptera proies du *Delichon urbica*

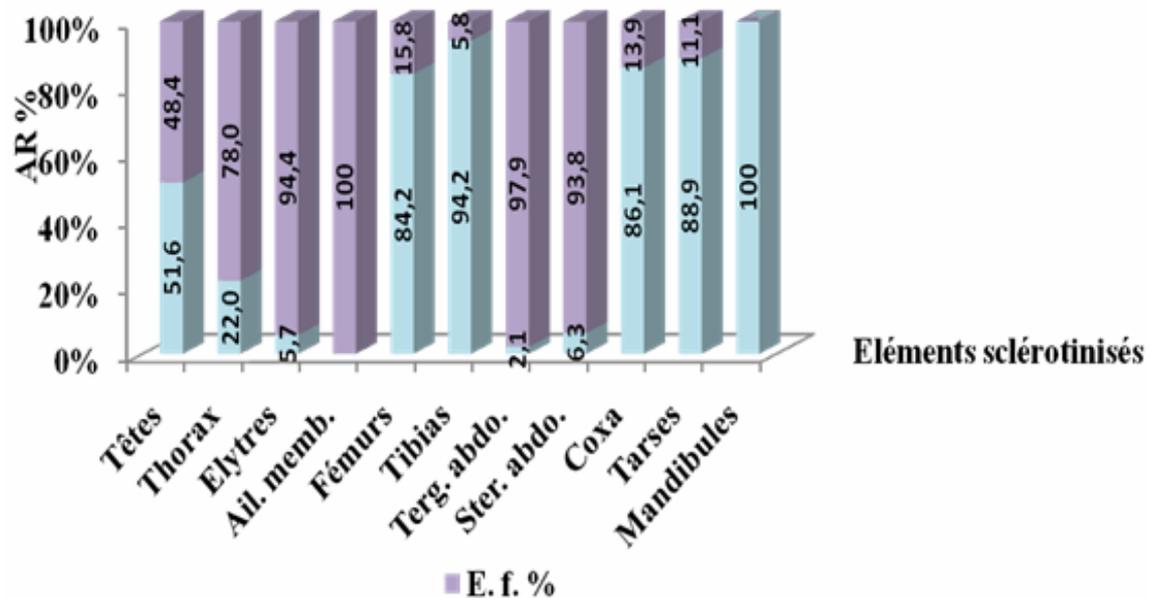


Fig. 28: Nombres et pourcentages de fragmentation et de préservation des éléments sclérotisés des Coccinellidae proies de l'Hirondelle de fenêtre

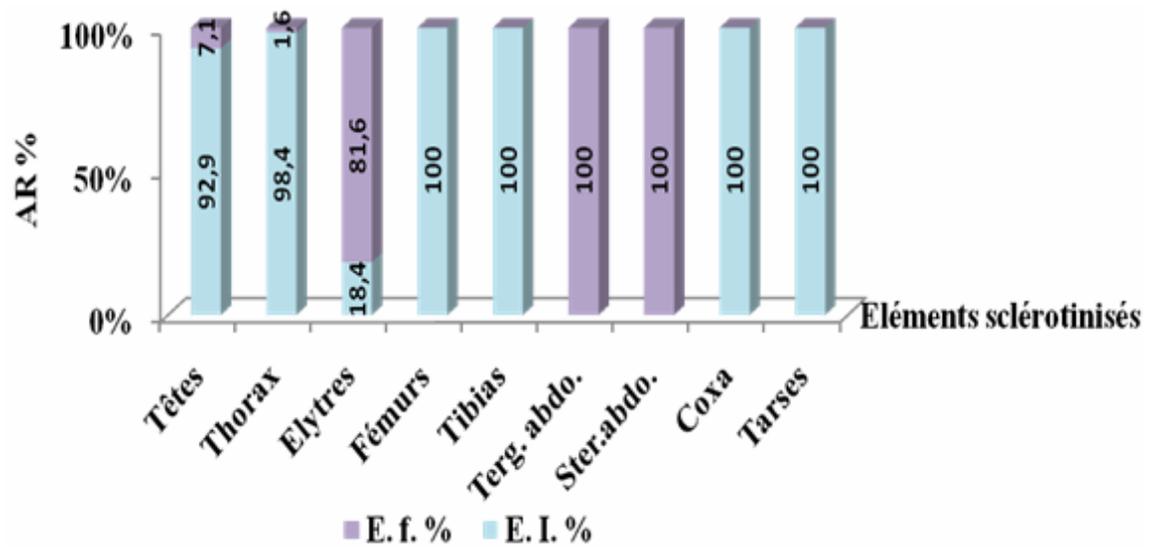


Fig. 29: Nombres et pourcentages de fragmentation et de préservation des éléments sclérotinisés des Anthicidae proies de l'Hirondelle de fenêtre

Annexe 5

Etude du comportement trophique et de la nidification de *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans un milieu sub urbain dans l'algérois

Familles	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Helicellidae 001	-	-	+	-	-	-
Aranea F.ind. 002	-	+	-	-	+	-
Dysderidae 003	-	+	+	-	-	-
Calotermitidae 004	-	-	-	-	-	+
Rhinotermitidae 005	-	+	-	-	-	-
Mantidae 006	-	-	-	+	-	-
Acrididae 007	-	-	-	+	-	-
Labidae 008	+	-	-	-	-	-
Embioptera 009	-	+	-	-	-	+
Heteroptera 010	+	-	-	-	-	-
Scutelleridae 011	-	-	+	-	-	-
Pentatomidae 012	+	-	+	-	-	-
Coreidae 013	+	-	+	-	-	-
Beritidae 014	-	+	+	-	-	-
Lygaeidae 015	+	+	+	-	-	+
Pyrrhocoridae 016	-	-	+	-	-	-
Capsidae 017	-	+	-	-	-	-
Anthocoridae 018	-	-	-	-	-	+
Reduviidae 019	+	-	+	-	-	+
Homoptera 020	+	-	-	-	-	-
Aphidae 021	+	+	-	-	-	-
Fulgoroidea 022	-	+	+	-	-	-
Jassidae 023	+	-	-	-	-	+
Coleoptera F.ind. 024	+	+	+	-	-	+
Caraboidea 025	+	-	-	-	-	+
Carabidae 026	+	-	+	-	-	+
Scarabeidae 027	+	+	+	-	-	+
Lebiidae 028	+	+	-	-	-	-
Elateridae 029	-	-	+	-	-	+
Dermostidae 030	-	+	+	-	-	+
Histeridae 031	-	-	+	-	-	+
Cantharidae 032	-	+	-	-	-	-
Tenebrionidae 033	-	-	+	+	-	-
Ptinidae 034	+	-	-	-	-	-
Staphylinidae 035	+	-	+	-	-	+
Alleculidae 036	-	-	-	-	-	-
Anthicidae 037	+	+	+	-	-	+
Oedemeridae 038	-	+	-	-	-	-
Carpophilidae 039	+	-	+	-	-	+
Corylophidae 040	-	+	+	-	-	-
Nitidulidae 041	-	-	-	-	-	+
Buprestidae 042	+	+	+	-	-	-
Coccinellidae 043	+	+	+	-	-	+
Chrysomelidae 044	+	+	+	-	-	+
Bruchidae 045	+	-	+	-	-	+
Curculionidae 046	+	+	+	-	-	+
Scolytidae 047	+	+	+	-	-	+
Cerambycidae 048	+	-	-	-	-	-
Dytiscidae 049	+	+	-	-	-	-
Phalacridae 050	+	+	+	-	-	-
Bostrychidae 051	+	-	+	-	-	+
Trigomidae 052	+	+	+	-	-	-
Silvanidae 053	-	+	-	-	-	-
Apionidae 054	+	+	+	-	-	+
Hymenoptera 055	+	+	+	-	-	-
Chalcidae 056	+	+	+	-	-	+
Braconidae 057	+	+	+	-	-	-
Ichneumonidae 058	+	+	+	-	-	+
Ichneumonidae 059	+	+	+	-	-	+
Aphelinidae 060	+	+	+	-	-	-
Apoidea 061	-	-	-	-	-	-
Halicidae 062	-	+	+	-	-	-
Formicidae 063	+	+	+	-	-	+
Vespoidea 064	+	-	+	-	-	-
Bethylidae 065	-	-	-	-	-	-
Sphingidae 066	+	-	-	-	-	-
Betteloidae 067	-	-	-	-	-	+
Chrysidae 068	+	-	-	-	-	-
Lepidoptera 069	-	-	+	-	-	-
Cyclorhapha 070	+	+	+	-	-	+
Drosophilidae 071	+	-	-	-	-	-
Syrphidae 072	-	-	+	-	-	-
Calliphoridae 073	+	-	+	-	-	-

Tableau 28 : Présence-absence des familles-proies consommées par *Delichon urbica* dans la station des Pins maritimes en 2007.

(+) présence, (-) absence