

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE BLIDA1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DES BIOTHECHNOLOGIES

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention

Du diplôme de Master académique

Spécialité : Phytoprotection durable

Thème

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DU REGIME ALIMENTAIRE
D'UN INSECTIVORE DANS UNE OLIVERAIE EN MITIDJA**

Présenté par : OUATTARA Abdoulaye

Devant le jury composé de :

Mme DJEMMAI I.	MAB	U. Blida 1	Présidente
Dr. OULD RABAH I.	MCB	U. Blida 1	Examineur
Dr. BERRAÏ H.	MCB	U. Blida 1	Promotrice
Mme DJENNAS-MERRAR K.	MAA	U. Blida 1	Co-Promotrice

ANNEE UNIVERSITAIRE 2015/2016

SOMMAIRE

Introduction	1
 Chapitre I : Données bibliographiques sur l'Étourneau sansonnet	 3
I.1. Origine et description de l'Étourneau sansonnet	3
I.2. Répartition géographique de l'Étourneau sansonnet	5
I.2.1. Dans le Monde	5
I.2.2. En Afrique du Nord	5
I.2.3. En Algérie	5
I.3. Migration de l'Étourneau sansonnet	6
I.4. Régime alimentaire de l'étourneau sansonnet	6
I.5. Dégâts et pertes dus à l'étourneau sansonnet	7
 Chapitre II : Méthodologie	 10
II.1. Techniques employées au laboratoire	10
II.2. Techniques de l'exploitation des résultats	12
II.2.1. Détermination de la qualité de l'échantillonnage	12
II.2.2. Indices écologiques de composition appliqués aux composantes des fientes de l'Étourneau sansonnet	13
II.2.2.1. Détermination de la richesse des proies contenues dans les fientes	13
II.2.2.1.1. Richesse totale (S)	13
II.2.2.1.2. Richesse moyenne (Sm)	13
II.2.2.2. - Fréquence centésimale ou abondance relative des espèces- Proies	14
II.2.3. Indices écologiques de structure appliqués aux composantes des fientes de <i>Sturnus vulgaris</i>	14
II.2.3.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver	14
II.2.3.2. Diversité maximale	15
II.2.3.3. Indice d'équitabilité ou équirépartition	15

Chapitre III : Résultats et discussions	17
III.1. Composition du menu trophique de l'étourneau	17
III.2. Qualité d'échantillonnage	21
III.3. Exploitation des résultats par les indices écologiques	22
III.3.1. Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition	22
III.3.1.1. Richesses totales et moyennes des espèces rencontrées dans les fientes de l'Étourneau sansonnet durant la présente étude	22
III.3.1.2. Abondances relatives des espèces capturées durant la présente étude	23
III.3.2. Exploitation des résultats par les indices écologiques de structure	25
Conclusion	28
Références bibliographiques	31

Résumé

L'analyse du contenu des fientes de *Sturnus vulgaris* capturés dans le jardin d'essai du Hamma fait ressortir l'importance des espèces animales ingurgitées. Ainsi 27 espèces ingérées par l'étourneau sansonnet sont réparties en 5 classes, 13 ordres et 21 familles. Les classes recensées sont celles des Gastropoda, des Arachnida, des Chilopoda, des Malacostraca et celle des Insecta. Ces derniers renferment 8 ordres. Il s'agit des Blattodea, Orthoptera, Dermaptera, Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Thysanoptera et les Diptera. Celui dont les représentants sont les plus sollicités par l'Étourneau sansonnet concerne les Hymenoptera suivi par les les Coleoptera et les Aranea.

Le mois le plus riche en espèces est celui d'octobre avec 16 espèces, suivi par le mois de novembre avec 14 espèces et celui de mois de janvier avec 13 espèces. Seulement 9 espèces sont recensées durant le mois de décembre.

Durant toute la période d'étude, les familles les plus abondantes sont les Formicidae (AR% = 40,4%) suivies par les Curculionidae (AR% = 17,9%) et les Tenebrionidae (AR% = 9,6%). La valeur de la diversité de Shannon-Weaver calculée pour les espèces ingérées par *Sturnus vulgaris* est assez élevée avec 3,03 bits. Celle de l'équitabilité tend vers 1.

Mots clés : Etourneau sansonnet, *Sturnus vulgaris*, Fientes, Régime alimentaire, Formicidae

Abstract

Content analysis of droppings *Sturnus vulgaris* captured in the test garden Hamma highlights the importance of ingested animal species. 27 species eaten by starlings are divided into 5 classes, 13 orders and 21 families. The classes listed are those of the Gastropoda, the Arachnida, the Chilopoda, the Malacostraca and that of Insecta. These contain 8 orders. These are Blattodea, Orthoptera, Dermaptera, Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Thysanoptera and Diptera. The one whose representatives are the most sought by Starling concerns Hymenoptera followed by Coleoptera and the Aranea.

The richest month in cash is that of October, with 16 species, followed by November with 14 species and that of January with 13 species. Only 9 species are recorded during the month of December.

Throughout the study period, the most abundant families are Formicidae (AR% = 40.4%) followed by the Curculionidae (AR% = 17.9%) and Tenebrionidae (AR% = 9.6%). The value of Shannon-Weaver diversity calculated for the ingested species *Sturnus vulgaris* is quite high with 3.03 bits. That of equitability approaches 1.

Keywords: Common Starling, *Sturnus vulgaris*, droppings, Diet, Formicidae

Introduction

La présente étude cherche à compléter les travaux antérieurs notamment pour ce qui concerne le régime alimentaire de *Sturnus vulgaris*. Le but visé est d'infirmier ou de confirmer les observations faites par différents chercheurs entre autres sur la bioécologie de l'étourneau sansonnet.

Le régime alimentaire de l'étourneau tantôt insectivore tantôt frugivore a suscité l'intérêt de beaucoup de chercheurs, aussi bien dans son aire de reproduction (BERTHOLD, 1976 ; BLAGOSKLONOV, 1987 ; MAUXION, 1990 ; GUSTAMANTE, 1991) que dans celle de l'hivernation (STASTNY, 1992). Du fait qu'il est considéré comme utile par les uns et nuisible par les autres, l'intérêt des ornithologues s'est porté vers sa reproduction et sa nidification (VAN BALEN et al., 1982; WESTERTERP et al., 1982; LUNDBERG, 1987; EENS et PINXTEN, 1995; SURMACKI et TRYJANOWSKI, 1999; PILZ et al., 2002). La nuisibilité de *Sturnus vulgaris* a retenu l'attention de GRAMET et DE LA ROCHE (1979). D'autres encore lui attribuent le phénomène de l'ornithochorie (FERGUSON et DRAKE, 1999; MILLA, 2008). Différents aspects de l'éthologie de *Sturnus vulgaris* sont étudiés, notamment son comportement alimentaire dans l'Oxfordshire du Sud de l'Angleterre (BARNEA et al., 1993), près de Bristol au Royaume-Uni (DALL et al., (1997), à Skanie en Suède (OLSSON et al., 2002), à Schiermonnikoog au Nord de Netherland en Allemagne (TINBERGEN, 1976) et dans le vallée de la Vistule en Pologne (ROMANOWSKI et ZMIHORSKI, 2008).

Il faut rappeler que dans certains pays du Nord de l'Europe les agriculteurs considèrent l'étourneau sansonnet comme un auxiliaire et installent même pour lui des nichoirs pour favoriser sa reproduction. La qualification de cette espèce aviaire en tant qu'espèce nuisible ou utile est d'une grande complexité.

La présente étude effectuée sur le régime alimentaire de *Sturnus vulgaris* s'articule autour de trois chapitres. Il est question de la présentation du modèle biologique dans le premier chapitre. Le deuxième chapitre est consacré au matériel utilisé et aux méthodes. Il renferme la description des techniques utilisées au laboratoire pour la détermination des composantes du menu trophique de *Sturnus vulgaris* ainsi que pour l'exploitation des résultats par des indices écologiques. Le troisième chapitre regroupe l'ensemble des résultats obtenus discutés avec ceux d'autres auteurs. Le travail se termine par une conclusion et par des perspectives.

Chapitre I : Données bibliographiques sur l'Etourneau sansonnet

I.1. Origine et description de l'Etourneau sansonnet

L'Etourneau sansonnet appartient à la classe des Oiseaux, à l'ordre des Passériformes, à la famille des Sturnidae et au genre *Sturnus* (BERLIOZ, 1950). L'étymologie de sansonnet n'est pas universelle, voir même incertaine (CERNY et DRCHAL, 1993). ce terme pourrait dériver de Samsonou de *sansonnet* « crible », l'oiseau étant criblé de petites taches (CLERGEAU, 1995). Cette espèce est désignée communément par les anglais sous les noms de 'European starling, Common starling et English starling'' (MASTERSON, 2007).

Il est remarqué dans les terres basses et jamais dans les terrains montagneux (CHOW, 2000). Il est connu pour son éthologie migratrice qui le différencie d'une autre espèce, l'Etourneau unicolore (*Sturnus unicolor*) (LAVAUDEN, 1924 ; ETCHECOPAR et HÜE, 1964). Bien que ces deux espèces possèdent entre elles une grande similarité morphologique (PASCUAL et PERIS, 1992).

L'Etourneau sansonnet en plumage nuptial a des plumes noires irisées. On peut voir des plumes brillantes violettes et vertes sur tout son corps (Fig. 1a et b). Il ressemble à un Merle noir, mais il a une queue courte et carrée, et des ailes pointues et triangulaires. Les ailes et la queue sont noires. Le bec est jaune avec la base gris-bleu chez le mâle, et rosâtre chez la femelle. En plumage d'automne, les plumes sont ourlées de blanc et de chamois, donnant à l'oiseau un plumage tacheté. Le bec devient gris foncé ou noir. Les yeux sont brun foncé. Les pattes et les doigts sont brun-roux. Les deux sexes sont semblables, mais la femelle apparaît plus tachetée que le mâle et a les yeux plus clairs. Le mâle a aussi les plumes plus longues sur la gorge. Le juvénile est gris-brun plus terne (HEINZEL *et al.*, 1996).



Fig. 1a - *Sturnus vulgaris* dans son aire d'hivernation (BERRAI et DOUMANDJI, 2014)



Fig. 1b - *Sturnus vulgaris* dans son aire de reproduction (BROWN, 1981)

I.2. Répartition géographique de l'Étourneau sansonnet

I.2.1. Dans le Monde

Du point de vue écologique, l'étourneau a fait l'objet de plusieurs études notamment sur son expansion qui s'est accentuée considérablement au cours du dernier demi-siècle tant par l'évolution de son aire de répartition que par l'augmentation locale de ses effectifs (MASSA, 2006). Cette croissance numérique de ses populations peut être due à la raréfaction des rapaces et à l'emploi des niochirs en Allemagne et en Russie où il est insectivore (YEATMAN, 1976). DORST (1956) signale la présence de l'étourneau en Europe. RICHARD (1968) présente l'étourneau des Îles Britanniques et d'Europe occidentale comme un oiseau erratique. D'après DUBAILLE (1982) sa répartition s'étend sur la majeure partie de l'Europe, exceptées les zones les plus méridionales et les plus nordiques qui en sont dépourvues. Selon BROWN *et al.* (1995) l'étourneau sansonnet manque en Corse et dans une partie du Midi. La dynamique des populations de l'étourneau a fait l'objet de nombreuses études notamment en Europe, dans les Vosges du Nord (MULLER, 1990), dans le centre et le Nord de la France (YEATMAN-BERTHELOT et JARRY, 1995), en Alsace (SAMTMANN, 1996), en Finlande (SOLOMONEN *et al.*, 1991 ; VIRKKALA *et al.*, 1994) et en Grande Bretagne (ROBINSON *et al.*, 2002; 2006; ZEISSET et BEEBEE, 2003), en Amérique comme aux Etats-Unis (DAVIS, 1950), en région australasienne en Nouvelle Zélande (FLUX et FLUX, 1981) et en Asie à Hong Kong (WEBSTER, 1972).

I.2.2. En Afrique du Nord

En Afrique du Nord, il est considéré comme hivernant régulier à effectifs variables (HEIM de BALSAC et MAYAUD, 1962; ETCHECOPAR et HÜE, 1964; PINEAU et GIRAUD, 1976). L'étourneau est signalé au Maroc (BEDE, 1926; DEJUANA et SANTOS, 1981). Il fait l'objet d'une première signalisation en Algérie par LETOURNEUX (1871) dans le Djurdjura.

I.2.3. En Algérie

Plusieurs observations concernant l'Étourneau sansonnet en Algérie sont faites notamment par SEFRAOUI (1981) et BELLATRECHE (1983) en Mitidja, par LEDANT *et al.* (1981)

dans les oasis septentrionales au Sahara, par MADAGH (1985) et METREF (1994) à Cap-Djinet et par MOULAI et DOUMADJI (1996), MERRAR (2002), MILLA (2008) à Alger, BERRAI et DOUMANDJI (2014) dans la partie orientale de la Mitidja et BERRAI (2015) dans la région d'Alger.

I.3. Migration de l'Étourneau sansonnet

CURRY-LINDHAL (1980) et LOYER (1998) qualifient l'Étourneau sansonnet de grand migrateur. Certains auteurs ont même suivi ses trajectoires que ce soit au Nebraska (FEARE et *al.*, 1992), à Moravia en République tchèque (HUBALEK, 2004) et dans une péninsule en Espagne (MORENO-RUEDA et PIZARRO, 2008). Les départs ainsi que les arrivées de l'étourneau dans la partie orientale de la Mitidja confirment son statut de migrateur hivernant (BERRAI, 2015).

I.4. Régime alimentaire de l'étourneau sansonnet

L'étourneau sansonnet est une espèce omnivore. Selon DEJONGHE (1985) l'étourneau est surtout insectivore. Il devient omnivore en hiver. Il consomme notamment des lombrics, des escargots, des araignées et des fruits. D'autres auteurs soulignent à juste titre que la nourriture de l'étourneau sansonnet est aussi bien d'origine animale que végétale tout au long de l'année avec une prédominance de la partie animale durant le printemps et surtout pendant le nourrissage des petits (CRAMP et PERRINS, 1994 ; STARCK, 1999). Selon ces mêmes auteurs, la partie végétale prend de grandes proportions dans le régime de l'étourneau en automne et en hiver.

Selon plusieurs auteurs l'étourneau sansonnet peut s'alimenter de différentes baies et de fruits de plantes cultivées telles que les tomates, les fraises, les myrtilles, les pêches, les pommes, les poires, les figues, les raisins et les cerises et de plantes d'ornement comme les baies de sureau et les mûres (BROWN 1981; FEARE et *al.*, 1992 ; CLERGEAU, 1995 ; CHOW, 2000; MASTERSON, 2007). Par temps de grand froid l'étourneau sansonnet complète son alimentation par des graines molles qu'il va chercher dans les ensilages de maïs-fourrage destiné aux bovins ou bien dans les parcelles récemment plantées en céréales d'hiver où il prélève la graine qui vient juste de germer (CLERGEAU, 2000). En milieu forestier, l'étourneau sansonnet semble être attiré par le podocarpe de *Cordyline australis* (Liliaceae) et

Fuchsia excorticata (Onagraceae) mais plus spécialement par *Solanum nigrum* (WILLIAM et BRIAN, 1996). Il est fort probable que dans son aire de reproduction, *Sturnus vulgaris* recherche davantage les fruits riches en glucides complexes et en sucres simples alors que dans son aire d'hivernation il se rabat sur les diaspores contenant de fortes quantités de lipides.

I.5. Dégâts et pertes dus à l'étourneau sansonnet

Les dégâts provoqués par les oiseaux le sont par la grive musicienne, le moineau espagnol, le merle noir, probablement la grive litorne, la grive mauvis, l'étourneau sansonnet et l'étourneau unicolore (BORTOLI, 1970). Selon GRAMET (1978), SEFRAOUI (1981), CHOUBANE (1984), MADAGH (1985), DE LA BLANCHERE (1990), METREF (1994) et BERRAI (1998) le principal oiseau ravageur de l'olivier en Algérie est l'étourneau sansonnet. De nombreuses plaintes contre lui s'élèvent au milieu des agriculteurs notamment les oléiculteurs (YEATMAN, 1971; GEROUDET, 1972; DE LA BLANCHERE, 1990). En effet, d'après MÜLLER cité par BALACHOWSKY (1959) les étourneaux causent des pertes aussi importantes en Algérie qu'en Tunisie sur les oliviers. Déjà en 1946 BONNET rapporte qu'en 1923 pour les seules régions de Guelma et de Béjaïa les dégâts s'élèvent à 5 millions de francs, ce qui correspondrait aujourd'hui à au moins 50 millions de dinars algériens. En Tunisie, DAJOZ (1963) estime que 15 à 20 millions d'étourneaux, séjournent d'octobre à mars et consomment 15.000 à 20.000 tonnes d'olives. Ces remarques sont confirmées plus tard par MAHDJOUB (1975). En Kabylie, 15 à 20 % de la récolte en olives est perdue du fait des étourneaux durant la seule période de septembre à décembre (AMIROUCHE, 1976). BELLATRECHE (1983) estime les pertes dues à une population hivernante d'étourneaux entre 50.000 et 250.000 kilogrammes par jour, soit 75 tonnes par mois ou à 225 tonnes durant la période critique de la récolte des olives. CHOUBANE (1984) évalue à près de 80 % la partie de la récolte d'olives qui est perdue par la faute des étourneaux pendant la campagne agricole 1983-1984 dans la région de Tizi-Ouzou. Par ailleurs BERRAI (1998) note presque le même pourcentage de pertes causées par l'étourneau sansonnet dans une oliveraie de variété Chemlal à Tazmalt près de Béjaïa soit 87,6 %. La quantité totale d'olives perdues par hectare est de 3.643 kg, soit une perte de 173 litres d'huile par hectare dont 151,5 litres d'huile sont perdus à la suite des ravages commis par l'étourneau alors qu'à peine 3,2 litres d'huile font partie du manque à gagner à cause des insectes. Les autres oiseaux engendrent une perte

moindre correspondant à 0,3 litre d'huile. Convertis en dinars les pertes sont estimées à 37.875 D.A. par hectare, compte tenu de 250 D.A. prix d'un litre d'huile d'olive en 1998. Les étourneaux peuvent s'attaquer aussi aux céréales. En France, en 1988 une diminution du rendement est notée au niveau des parcelles de céréales variant de 26 à 73 % (DOUVILLE DE FRANSSU et *al.*, 1991).. Selon ces mêmes auteurs, en arboriculture, selon un cerisiculteur, une bande de 1.000 étourneaux peut endommager 50 kilogrammes de cerises par minute. En viticulture, les paysans estiment qu'une bande d'un millier d'oiseaux engloutit 200 à 300 kilogrammes de raisins en une seule visite. Les étourneaux deviennent souvent indésirables en raison de leur nombre, car ils salissent les monuments et causent la rupture de câbles électriques (BURTON, 1995). Le rejet d'une quantité considérable de fientes riches en acide urique, brûle la végétation sous-jacente des dortoirs et peut même compromettre la survie des arbres (GRAMET, 1978).

Chapitre II - Méthodologie

Dans le second chapitre, les techniques employées au laboratoire afin de déterminer les espèces consommées par l'Étourneau sansonnet sont présentées ainsi que les indices écologiques pour l'exploitation des résultats.

II.1. Techniques employées au laboratoire

L'étude du régime alimentaire de *Sturnus vulgaris* comporte trois étapes, récolter, déterminer puis compter. D'abord, la collecte des fientes de l'Étourneau sansonnet s'étale sur quatre mois, soit du mois d'octobre 2015 au mois de janvier 2016. Ainsi, 30 fientes sont récoltées chaque mois au niveau du jardin d'essai du Hamma qui est considéré comme un dortoir important pour les étourneaux. Ces fientes sont mises dans des cornets en papier, sur lequel sont mentionnés date et lieu de récolte. Ces fientes sont ensuite décortiquées en les mouillant dans une solution alcoolisée et les constituants de chaque fiente sont ainsi séparés (Fig. 2). On procède ensuite sous loupe binoculaire à la détermination des fragments tels que les têtes, les thorax, les fémurs, les tibias, les mandibules, les élytres, les trochanters, les valves, les cerques et les ensembles de sternites et tergites (Fig. 3).

Ensuite à l'aide de clés de détermination telles que celles des Coleoptera (PERRIER et DELPHY, 1932 ; PERRIER et al., 1935), des Hymenoptera (BERLAND, 1940), des Orthopteroïdea (CHOPARD, 1943). Ainsi Dr. MARNICHE essaye d'arriver jusqu'à l'ordre ou la famille ou même à l'espèce. Enfin il est procédé à l'estimation de la taille de chaque individu et l'état de chaque élément mentionné est précisé selon qu'il est intact ou fragmenté. Plusieurs catégories de proies sont ingérées par l'étourneau sansonnet telles que des gastéropodes, des arachnides, des crustacés, des myriapodes et des insectes. Ce sont surtout les familles des Helicidae et des Helicellidae qui sont représentées. Leur présence est remarquée par celle de fragments de coquille de couleur blanchâtre. L'ingestion d'Arachnides par l'étourneau sansonnet est trahie par des restes de céphalothorax et par des pattes portant des soies éparses. Les pattes antérieures ou pattes-mâchoires sont armées d'une série de petites épines alignées et d'un crochet venimeux. Ce qui indique l'ingurgitation de crustacés par le prédateur, c'est l'existence de fragments de segments de couleur cendrée ainsi que de traces de calcaire, de têtes ayant des yeux composés en forme de morula et de mandibules grises à pointe effilée, tridentée en triangle et sclérotinisée. Les myriapodes sont trahis par

l'existence d'un ensemble de segments cylindriques partiellement striés pour le genre *Iulus* ou bosselés pour le genre *Polydesmus*. Les traces d'insectes dominant dans le régime alimentaire de l'étourneau sansonnet. Leur présence est trahie par des têtes de différentes formes, couleurs et tailles, par des élytres, hémélytres et ailes, par des prothorax et thorax, des appendices, pattes et cerques et même par des mandibules et des maxilles.

Une fois la détermination effectuée, il est procédé au comptage des proies espèce par espèce afin de préciser le nombre total des individus ingérés au cours de la journée. Le dénombrement se fait en comptant le nombre de têtes, de mandibules, de céphalothorax, d'ailes, de pattes, de thorax et de cerques d'une espèce d'Arthropode. Même, il est tenu compte des petits fragments qui peuvent indiquer la présence d'un individu.

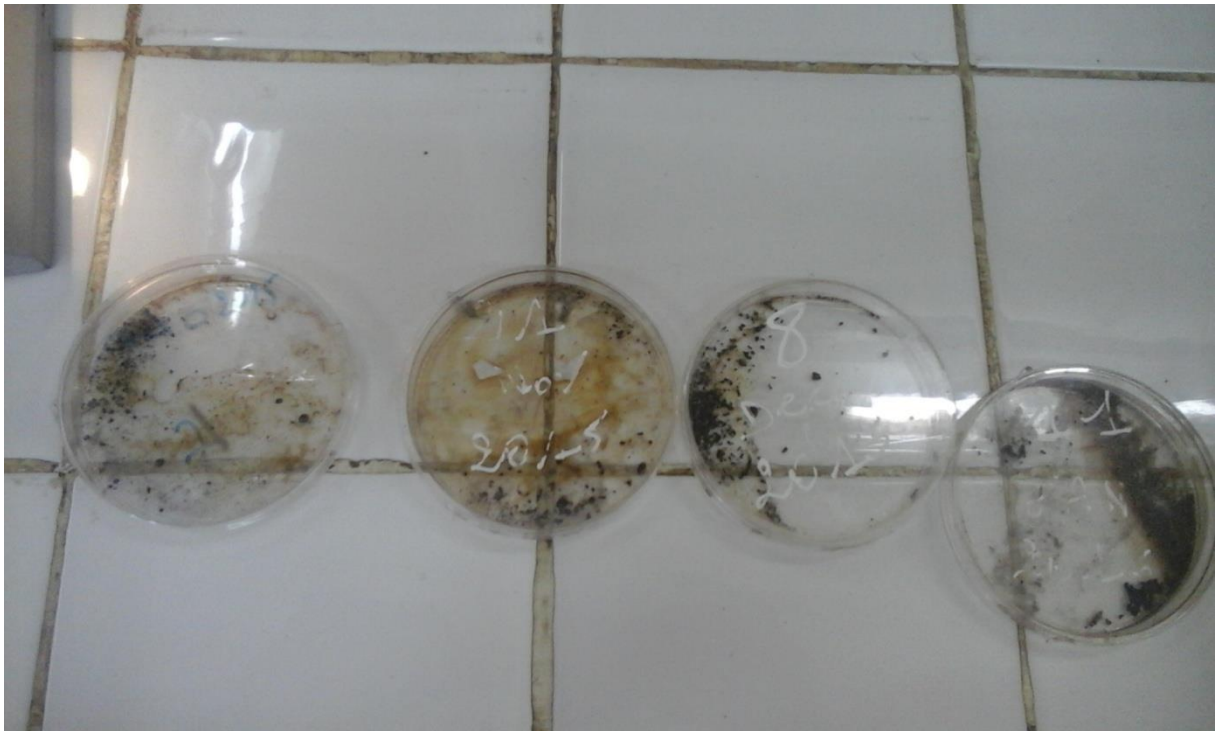


Fig. 2 – Fientes de l'Étourneau sansonnet mouillées et décortiquées (Original)

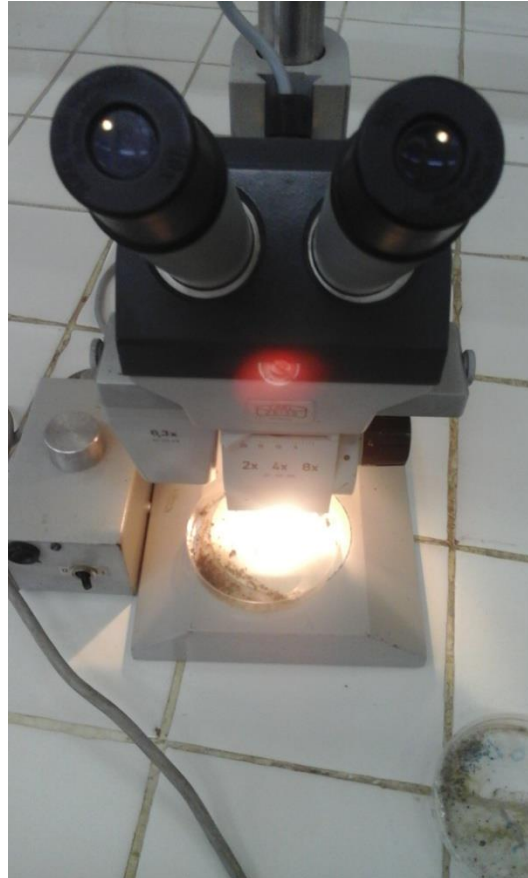


Fig. 3 – Détermination des espèces animales sous loupe binoculaire (Original)

II.2. Techniques de l'exploitation des résultats

Après l'examen de la qualité de l'échantillonnage, les résultats portant sur le régime alimentaire de l'étourneau sansonnet sont exploités par des indices écologiques de composition et de structure.

II.2.1. Détermination de la qualité de l'échantillonnage

La qualité d'un échantillonnage permet d'estimer l'homogénéité d'un peuplement. Elle est déterminée par le calcul de a/N grâce à la formule suivante (BLONDEL, 1979) :

$$Q.e. = a/N$$

N est le nombre total des fientes au cours de l'expérimentation.

a est le nombre des espèces trouvées une seule fois.

Dans le présent travail, les espèces d'Arthropodes vues une seule fois dans les fientes de l'Étourneau sansonnet sont prises en considération pour pouvoir calculer a / N . Plus a / N est petit, plus la qualité est grande.

II.2.2. Indices écologiques de composition appliqués aux composantes des fientes de l'Étourneau sansonnet

Il s'agit des richesses totale et moyenne des espèces ainsi que de l'abondance relative des familles recensées.

II.2.2.1. Détermination de la richesse des proies contenues dans les fientes

La richesse est l'un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement (RAMADE, 1984). Elle est composée de la richesse totale et de la richesse moyenne.

II.2.2.1.1. Richesse totale (S)

D'après BARBAULT (2003), la richesse totale est le nombre des espèces qui composent un peuplement. C'est aussi le nombre des espèces contactées au moins une fois au terme de N relevés (BLONDEL, 1975). Dans le cas présent la richesse totale correspond au nombre des espèces retrouvées dans les fientes de l'étourneau.

II.2.2.1.2. Richesse moyenne (Sm)

La richesse moyenne est le nombre moyen des espèces présentes dans un échantillon du biotope dont la surface a été fixée arbitrairement (RAMADE, 1984). D'après BLONDEL (1979), c'est le nombre moyen des espèces contactées à chaque relevé. Dans la présente étude elle correspond au nombre moyen des espèces notées par fiente.

II.2.2.2. - Fréquence centésimale ou abondance relative des espèces-proies

FAURIE et *al.* (1984) signalent que l'abondance relative (A.R. %) s'exprime en pourcentage (%) par la formule suivante :

$$\text{A.R. \%} = \frac{n}{N} \times 100$$

n : Nombre total des individus d'une espèce *i* prise en considération

N : Nombre total des individus de toutes les espèces présentes

Dans le cas présent *n* correspond à l'effectif d'une espèce notée dans les fientes alors que *N* représente l'ensemble des insectes, arthropodes ou invertébrés trouvés dans ces fientes.

II.2.3. Indices écologiques de structure appliqués aux composantes des fientes de *Sturnus vulgaris*

Les deux indices écologiques de structure utilisés pour exploiter les résultats portant sur la composition des fientes de l'Etourneau sansonnet sont la diversité de Shannon-Weaver et l'équitabilité.

II.2.3.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver

L'indice de diversité Shannon-Weaver est considéré comme le meilleur moyen de traduire la diversité (BLONDEL et *al.*, 1973). D'après RAMADE (1984), il est exprimé par la formule suivante :

$$H' \text{ (bits)} = - \sum (n_i / N) \text{Log}_2 (n_i / N)$$

n_i est le nombre d'individus de l'espèce *i*

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

D'après BLONDEL (1979), plus *H'* est grand, plus forte est la compétition interspécifique potentielle. Une communauté sera d'autant plus diversifiée que l'indice *H'* sera plus grand, et il l'est davantage pour un peuplement ayant une même richesse mais dont les espèces sont représentées par des effectifs égaux.

II.2.3.2. Diversité maximale

La valeur de la diversité maximale intervient dans le calcul de l'équitabilité. BLONDEL (1979) exprime la diversité maximale par la formule suivante :

$$H' \text{ max.} = \text{Log}_2 S$$

H' max. correspond à la valeur maximale de la diversité.

S est la richesse totale.

II.2.3.3. Indice d'équitabilité ou équirépartition

Selon WEESIE et BELEMSOBGO (1997), l'indice d'équitabilité ou d'équirépartition correspond au rapport de la diversité observée (H') à la diversité maximale ($H' \text{ max.}$).

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

E : équitabilité

H' : Indice de diversité de Shannon-Weaver

H' max. : Diversité maximale

S : Richesse totale exprimée en nombre d'espèces.

Chapitre III : Résultats et discussions

L'étude du régime alimentaire de l'Étourneau sansonnet est faite en fonction de l'exploitation des contenus de ses fientes ramassées dans un dortoir à Alger.

En premier lieu, les espèces animales rencontrées sont présentées regroupées en classes, en ordres et en familles. Les résultats sont ensuite exploités par la qualité d'échantillonnage, par des indices écologiques de composition, ceux de structure et par une méthode statistique.

III.1. Composition du menu trophique de l'étourneau

Les espèces observées appartiennent à différentes classes animales. Ces classes renferment différents ordres et familles (Tab. 1).

Tableau 1: Répartition des espèces observées dans les fientes de l'étourneau durant la présente étude

Classe	Ordre	Famille
Gastropoda	Stylommatophora	Helicidae
Arachnida	Aranaea	Nephilidae
	Opiliones	Opiliones F. ind.
Chilopoda	Scolopendromorpha	Scolopendridae
	Isopoda	Isopoda F. ind.
Malacostraca	Decapoda	Lithodidae
Insecta	Blattodea	Blattidae
	Orthoptera	Acrididae
	Dermaptera	Forficulidae
	Coleoptera	Staphylinidae
		Curculionidae
		Tenebrionidae
		Carabidae
		Elateridae
Silphidae		

		Chrysomelidae
		Apionidae
		Cetoniidae
		Buprestidae
	Hymenoptera	Formicidae
		Pampilidae
		Lycodae
		Pentatomidae
	Lepidoptera	Lepidoptera F. ind.
	Thysanoptera	Thysanoptera F. ind.
	Diptera	Tabanidae

30 fientes sont récoltées par mois et ce durant les quatre mois d'expérimentation au niveau du jardin d'Essai du Hamma. Les espèces rencontrées sont réparties en 5 classes, 13 ordres et 21 familles (Tab.1). Les classes recensées sont celles des Gastropoda, des Arachnida, des Chilopoda, des Malacostraca et celle des Insecta.

DOUMANDJI et MERRAR (1999) soulignent, dans le Jardin d'Essai du Hamma en automne 1996 et en hiver 1997 et au Palais du Peuple à Alger en automne 1997, la présence de représentants de 5 classes animales dans les fientes de *Sturnus vulgaris*. Ce sont les Gastropoda, les Arachnida, les Myriapoda, les Crustacea et les Insecta. MERRAR (2002) durant l'automne 1996 et l'hiver 1997 dans le Jardin d'Essai du Hamma recense dans les tubes digestifs des étourneaux des espèces faisant partie de 6 classes animales, soit celles des Gastropoda, des Arachnida, des Myriapoda, des Crustacea, des Insecta et d'une classe d'Arthropde indéterminée (Arthropoda Cl. ind.). De même, les proies recensées dans les tubes digestifs de l'Étourneau sansonnet appartiennent à 5 classes, celles des Gastropoda, des Arachnida, des Myriapoda, des Crustacea et des Insecta (BERRAI et DOUMANDJI, 2014).

Dans l'aire de reproduction de l'étourneau, plusieurs auteurs mettent en évidence la grande diversité des proies ingérées par *Sturnus vulgaris*. En effet déjà en 1931, RASPAÏL qualifie l'étourneau de destructeur permanent de limaces et d'insectes notamment de sauterelles. Dans le même sens DELAVEAUD (1946) attire l'attention sur le fait que *Sturnus vulgaris* se nourrit d'insectes parasites de bœufs et de moutons ainsi que de fruits et de baies diverses.

Parmi les classes recensées, celle des Insecta est la plus dominante avec 90,6%, suivie par les Gastropoda avec 4,8% et les Arachnida avec 3,7% (Fig. 4). Les Chilopoda arrivent en 4^{ème} position (0,5%).

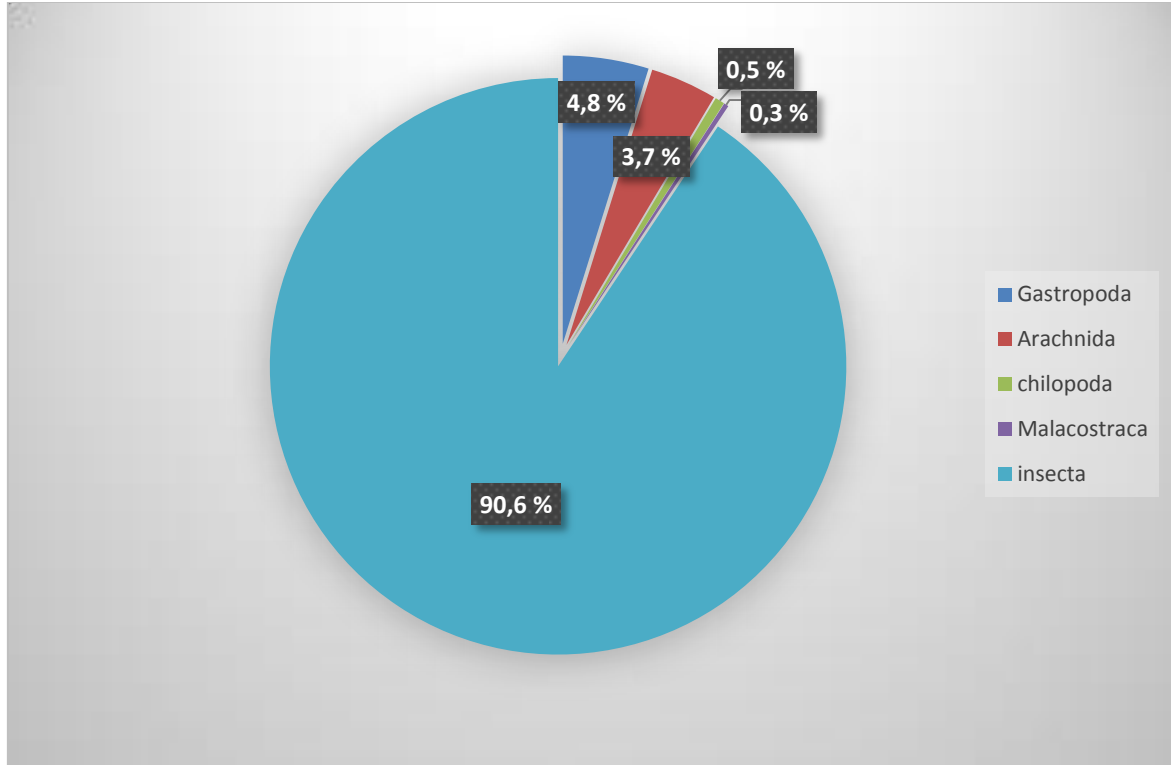


Fig. 4 – Répartition des espèces animales en fonction des classes

La grande importance des insectes est signalée dans les fientes de l'étourneau sansonnet ramassées dans le Jardin d'essai du Hamma durant l'automne 1996 et l'hiver 1997 par DOUMANDJI et MERRAR (1999). Ces auteurs dénombrent 841 insectes sur un total de 1.153 composants alimentaires. Ils retrouvent en automne 1997 dans des fientes ramassées au Palais du Peuple à Alger les insectes au premier rang avec 337 individus parmi 507 éléments trophiques. Selon BERRAI et DOUMANDJI (2014), la classe dont les représentants sont les plus sollicités par l'Étourneau sansonnet est celle des Insecta avec un total de 849 insectes parmi 1.123 éléments trophiques. Dans l'aire de reproduction de cet oiseau, TROTTA (2001) note une présence de 84,1 % d'insectes dans le régime alimentaire des adultes de *Sturnus vulgaris* et de 80,1 % chez les jeunes. Selon le même auteur, le pourcentage d'insectes présents dans le régime alimentaire de jeunes étourneaux au nid est de 78,7 % alors que celui des jeunes étourneaux envolés est de 84,1 %. Aussi

FEARE (1993) cité par C.E.A.E.Q. (2005) présente les insectes comme la principale source de nourriture de l'étourneau sansonnet.

Les insectes récoltés durant la présente étude appartiennent à 8 ordres (Fig. 5). Il s'agit des Blattodea, Orthoptera, Dermaptera, Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Thysanoptera et les Diptera.

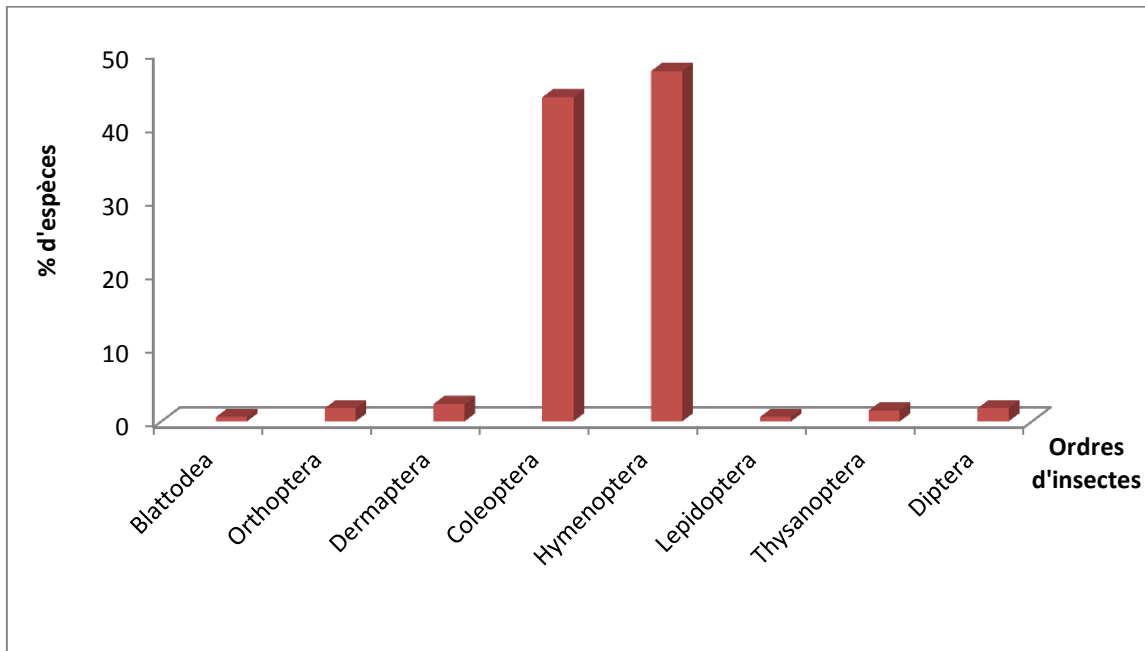


Fig. 5 – Répartition des insectes en fonction des ordres

D'après DOUMANDJI et MERRAR (1999), les insectes recensés dans le menu trophique de l'Étourneau sansonnet durant la présente étude appartiennent à 9 ordres, soit celui des Blattodea, des Orthoptera, des Dermaptera, des Mallophaga, des Heteroptera, des Homoptera, des Coleoptera, des Hymenoptera et des Diptera. Cette remarque est confirmée par celle de MERRAR (2002) qui recense 10 ordres d'Insecta, soit les Orthoptera, les Dermaptera, les Mallophaga, les Heteroptera, les Homoptera, les Coleoptera, les Nevroptera les Hymenoptera, les Diptera et un ordre indéterminé d'Insecta. Il en est de même pour MILLA (2008). Cet auteur note 8 ordres d'Insecta dans le régime alimentaire de *Sturnus vulgaris* soit les Orthoptera, les Mantoptera, les Dermaptera, les Heteroptera, les Coleoptera, les Hymenoptera, les Lepidoptera et les Diptera.

L'ordre le plus important durant la présente étude est celui des Hymenoptera suivi par les Coleoptera et les Aranea. De même, les Hymenoptera prennent la première place dans le régime alimentaire de l'étourneau avec 470 individus (55,9 %) dans des fientes ramassées au Jardin d'essai du Hamma et 172 individus (51 %) dans celles ramassées au Palais du Peuple (DOUMANDJI et MERRAR, 1999). Ils sont suivis par les Coleoptera avec 296 individus (35,2 %) dans les fientes de l'étourneau sansonnet ramassées dans le Jardin d'essai du Hamma et 121 individus (35,9 %) dans celles retrouvées dans le Palais du Peuple. Par contre, selon BERRAI et DOUMANDJI (2014) le nombre le plus important d'insectes retrouvés dans les tubes digestifs de *Sturnus vulgaris* est celui des Coleoptera avec 401 individus (47,1 %). Ils sont suivis par les Hymenoptera avec 351 individus (41,3 %). Dans le Nord de Havelock dans l'île septentrionale de la Nouvelle Zélande, MOEED (1975) retrouve 8 ordres d'Insecta dans 19 gésiers d'étourneaux collectés en décembre 1974 au niveau des niochirs. Il cite des Odonata, des Orthoptera, Dermaptera, des Heteroptera, des Coleoptera, des Hymenoptera, des Lepidoptera et des Diptera. Dans le même pays, soit en Nouvelle Zélande COLEMAN (1977) ne recense quant à lui que 4 ordres d'insectes avec les Heteroptera, les Coleoptera, les Lepidoptera et les Diptera.

III.2. Qualité d'échantillonnage

Les valeurs de la qualité d'échantillonnage calculées pour les 120 fientes collectées durant la présente étude sont regroupées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des espèces rencontrées dans les fientes de l'étourneau

Paramètres	Nombre
a (Nombre d'espèces de fréquence 1)	8
N (Nombre de fientes)	120
a/N	0,07

La valeur de la qualité d'échantillonnage pour l'étude du régime alimentaire de l'Etourneau sansonnet à partir du contenu des fientes est 0,07. Cette valeur se rapproche

de 0, ce qui caractérise un bon échantillonnage. En conséquence, l'effort d'échantillonnage est suffisant.

A partir des fientes de *Sturnus vulgaris*, DOUMANDJI et MERRAR (1999) notent pour la qualité d'échantillonnage une valeur égale à 0,47 au Jardin d'essai du Hamma et à 0,83 au Palais du Peuple. Le nombre de fientes ramassées au Jardin d'essai du Hamma est de 120 alors que celui du Palais du Peuple atteint 60. MERRAR (2002) dans le Jardin d'essai du Hamma, par rapport à 48 tubes digestifs d'étourneaux sansonnets disséqués, trouve une valeur de a/N égale à 0,77. Une valeur de a/N égale à 1,1 est rapportée par MILLA (2008) à Baïnem en prenant en considération les contenus de 30 fientes de l'étourneau sansonnet. Compte tenu du fait que l'étourneau sansonnet possède un régime alimentaire très varié constitué notamment d'Invertébrés il apparaît évident qu'une valeur de a/N égale à 1,1 doit être considérée comme suffisante.

III.3. Exploitation des résultats par les indices écologiques

Les résultats obtenus durant la présente étude sont exploités par des indices écologiques de composition et de structure.

III.3.1. Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition

Parmi ces indices le choix s'est porté sur les richesses totales et moyennes ainsi que l'abondance relative.

III.3.1.1. Richesses totales et moyennes des espèces rencontrées dans les fientes de l'Étourneau sansonnet durant la présente étude

Les valeurs de la richesse totale et moyenne des espèces dénombrées dans les fientes de l'étourneau dans le jardin d'essai du Hamma sont présentées dans le tableau 3.

Tableau 3 : Valeurs des richesses totales S et moyenne Sm des espèces recensées

Mois	X	XI	XII	I	Total
Richesse totale S	16	14	9	13	27
Richesse moyenne Sm	2,83	2,83	2,75	2,08	0,9

X : octobre; XI : novembre; XII : décembre ; I : janvier

Le mois le plus riche en espèces est celui d'octobre avec 16 espèces, suivi par le mois de novembre avec 14 espèces et celui de mois de janvier avec 13 espèces. Seulement 9 espèces sont recensées durant le mois de décembre.

La richesse totale obtenue à partir de contenus digestifs des étourneaux morts au Jardin d'essai du Hamma est de 90 espèces (MERRAR, 2002). Selon MILLA (2008) la richesse totale des espèces retrouvées dans les fientes de *Sturnus vulgaris* à Bâinem est de 70. La richesse totale à Larbaâ est de 138 espèces, suivie par celle de Rouiba avec 82 espèces et de El Alia avec 64 espèces (BERRAI et DOUMANDJI, 2014). Dans l'aire de reproduction de l'étourneau sansonnet le régime alimentaire de ce dernier semble moins diversifié. En effet dans une ferme à Turkew en Pologne, GROMADZKI (1969) recense 71 espèces dans 85 tubes digestifs de *Sturnus vulgaris*. De même, dans le Nord de Havelock dans l'île septentrionale de la Nouvelle Zélande où l'étourneau niche, MOEED (1975) note 35 espèces dans 19 gésiers d'étourneaux. Dans ce même pays, à Canterbury durant la période allant de 1968 à 1971, COLEMAN (1977) note 65 espèces dans 406 gésiers d'étourneaux sansonnets. Ceci confirme la faible diversité du régime alimentaire de *Sturnus vulgaris* dans son aire de reproduction. Selon CLERGEAU (1995) cet oiseau grégaire montre un opportunisme alimentaire qui explique en partie son succès et sa survie hivernale.

III.3.1.2. Abondances relatives des espèces capturées durant la présente étude

Cet indice est calculé pour chaque mois d'étude et durant toute l'expérimentation. Les valeurs de l'abondance relative des familles consommées par l'Étourneau sansonnet en octobre, en novembre, en décembre 2015 et en janvier 2016 sont regroupées dans le tableau 4.

Tableau 4 - Effectifs et abondances relatives des familles consommées par l'Etourneau
sansonnet au jardin d'essai du Hamma

Mois	Octobre		Novembre		Décembre		Janvier		Toute la période	
	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%
Helicidae	18	14,4		0,0		0,0		0,0	18	4,8
Nephilidae	9	7,2		0,0		0,0		0,0	9	2,4
Opiliones F. ind.	2	1,6	3	3,6		0,0		0,0	5	1,3
Scolopendridae		0	1	1,2		0,0		0,0	1	0,3
Isopoda F. ind.		0		0,0		0,0	1	1,5	1	0,3
Lithodidae		0	1	1,2		0,0		0,0	1	0,3
Blattidae	2	1,6		0,0		0,0		0,0	2	0,5
Acrididae	3	2,4		0,0	3	3,1		0,0	6	1,6
Forficulidae		0	6	7,1	2	2,0		0,0	8	2,1
Staphylinidae	1	0,8	1	1,2		0,0		0,0	2	0,5
Curculonidae	14	11,2	11	13,1	27	27,6	15	22,4	67	17,9
Tenebrionidae	4	3,2	15	17,9	8	8,2	9	13,4	36	9,6
Carabidae	4	3,2	2	2,4	2	2,0	3	4,5	11	2,9
Elateridae		0	1	1,2	2	2,0	1	1,5	4	1,1
Silphidae		0	1	1,2		0,0		0,0	1	0,3
Chrysomelidae	4	3,2	6	7,1	6	6,1	6	9,0	22	5,9
Apionidae		0		0,0		0,0	1	1,5	1	0,3
Cetoniidae		0		0,0		0,0	2	3,0	2	0,5
Buprestidae	3	2,4		0,0		0,0		0,0	3	0,8
Formicidae	51	40,8	34	40,5	45	45,9	25	37,3	155	41,4
Pampilidae		0		0,0		0,0	1	1,5	1	0,3
Lycodae		0		0,0		0,0	1	1,5	1	0,3
Pentatomidae	3	2,4		0,0		0,0	1	1,5	4	1,1
Lepidoptera F. ind.	2	1,6		0,0		0,0		0,0	2	0,5
Thysanoptera F. ind.	1	0,8		0,0	3	3,1	1	1,5	5	1,3
Tabanidae	4	3,2	2	2,4		0,0		0,0	6	1,6
Total	125	100	84	100,0	98	100,0	67	100,0	374	100,0

Les familles les plus abondantes en octobre sont les Fourmicidae (AR% = 40,8 %) suivies par les Helicidae (AR% = 14,4 %) et les Curculionidae avec 11,2 %. En novembre, les Fourmicidae occupe la première place (AR% = 40,5 %) suivis par les Tenebrionidae (AR% = 17,9 %) et les Curculionidae (AR% = 13,1%). En décembre, les Fourmicidae sont toujours en première position avec (AR% = 45,9%) suivies par les Curculionidae (AR% = 27,6%) et les Tenebrionidae (AR% = 8,2%). De même, en janvier, les Fourmicidae sont les plus abondants avec AR% = 37,3% suivies par les Curculionidae (AR% = 22,4%) et les Tenebrionidae (AR% = 13,4%). Enfin, durant toute la période d'étude, les familles les plus abondantes sont les Fourmicidae (AR% = 40,4%) suivies par les Curculionidae (AR% = 17,9%) et les Tenebrionidae (AR% = 9,6%). MERRAR (2002) signale dans les tubes digestifs de *Sturnus vulgaris* durant la période allant d'octobre à janvier au Jardin d'essai du Hamma que c'est *Messor barbarus* qui domine parmi les espèces animales avec 325 individus (57,1%) suivie par *Larinus* sp. avec 19 individus soit (3,3%). Dans 19 contenus stomacaux de l'Étourneau sansonnet collectés en décembre en Nouvelle Zélande où l'étourneau sansonnet nidifie, MOEED (1975) note l'abondance des Coleoptera avec 61,3% dont *Graphognathus leucoloma* (18%) suivis par les Lepidoptera avec 11,3% représentés par l'espèce la plus abondante une espèce de chenille de Noctuidae indéterminée (1 %) et les Heteroptera avec également 11,3% dont *Rhodopsalta* sp. est la plus représentée (12 %). Selon BERRAI (2015), l'étourneau sansonnet semble avoir une préférence pour les fruits de l'olivier et du pistachier-lentisque ainsi que pour les Hymenoptera comme *Messor barbara* et les coléoptères.

III.3.2. Exploitation des résultats par les indices écologiques de structure

Les résultats obtenus durant la présente étude sont exploités par l'indice de diversité de Shannon-Weaver et par l'indice d'équitabilité. Les valeurs de la diversité de Shannon-Weaver, la diversité maximale et l'équitabilité obtenues sont regroupées dans le tableau 5.

Tableau 5 : Valeurs de la diversité de Shannon-Weaver, de la diversité maximale et de l'indice d'équitabilité des espèces recensées dans les fientes

N (individus)	S (espèces)	H' (bits)	H' max (bits)	E
374	27	3,03	4,75	0,64

N.: Nombres d'individus; S.: Richesse totale; H': indice de Shannon-Weaver; H.' max.: diversité maximale; E.: indice d'équitabilité.

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon- Weaver H' durant la période d'étude calculé est de 3,03 bits. La diversité maximale est signalée avec une valeur de 4,75 bits. Ces résultats montrent la diversité des espèces ingérées par *Sturnus vulgaris* est assez élevée.

La valeur de l'équitabilité tend vers 1. De ce fait les effectifs des espèces animales contenues dans les fientes des étourneaux sansonnets ont tendance à être en équilibre entre eux.

Selon DOUMANDJI et MERRAR (1999) les valeurs de la diversité fluctuent selon les fientes entre 0,58 bits et 3,17 bits. MILLA (2008) note une diversité de 4,99 bits dans le régime alimentaire de *Sturnus vulgaris* étudié à partir des contenus des fientes.

DOUMANDJI et MERRAR (1999) remarquent que les valeurs de l'équitabilité trouvées pour la partie animale fluctuent entre 0,09 et 0,55.

MERRAR (2002) trouve une équitabilité égale à 0,21. Ces valeurs sont proches de 0, ce qui indique que les effectifs des espèces animales consommées par l'étourneau sansonnet sont en déséquilibre eux. MILLA (2008) note à partir des éléments composant le régime alimentaire de *Sturnus vulgaris* une équitabilité égale à 0,81.

Ces différents résultats montrent que *Sturnus vulgaris* est un opportuniste, c'est à dire qu'il s'adapte selon les disponibilités du milieu. Du moment que son régime trophique est équilibré, il est permis de dire que c'est une espèce opportuniste.

Conclusion

L'analyse du contenu des fientes de *Sturnus vulgaris* capturés dans le jardin d'essai du Hamma fait ressortir l'importance des espèces animales ingurgitées. Ainsi 27 espèces ingérées par l'étourneau sansonnet sont réparties en 5 classes, 13 ordres et 21 familles. Les classes recensées sont celles des Gastropoda, des Arachnida, des Chilopoda, des Malacostraca et celle des Insecta. Ces derniers renferment 8 ordres. Il s'agit des Blattodea, Orthoptera, Dermaptera, Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Thysanoptera et les Diptera. Celui dont les représentants sont les plus sollicités par l'Étourneau sansonnet concerne les Hymenoptera suivi par les les Coleoptera et les Aranea.

Le mois le plus riche en espèces est celui d'octobre avec 16 espèces, suivi par le mois de novembre avec 14 espèces et celui de mois de janvier avec 13 espèces. Seulement 9 espèces sont recensées durant le mois de décembre. Cette faiblesse de la richesse traduit les difficultés rencontrées par l'étourneau pour diversifier son alimentation durant la période la plus froide. En effet lorsque la température chute les insectes se réfugient sous les écorces des arbres ou sous les pierres. Certains entrent en diapause ou bien ne sont plus représentés dans la nature que par des formes cryptiques, œufs, larves et nymphes. Durant la première moitié de l'hiver la consommation des éléments trophiques par les étourneaux semble faible notamment en décembre. Il est possible que *Sturnus vulgaris* se montre plus actif dans la recherche de ses aliments en janvier dans le but de reconstituer ses réserves en vue de sa migration vers l'Europe.

Durant toute la période d'étude, les familles les plus abondantes sont les Formicidae (AR% = 40,4%) suivies par les Curculionidae (AR% = 17,9%) et les Tenebrionidae (AR% = 9,6%). L'Étourneau sansonnet présente une forte ingestion des insectes sociaux comme les Formicidae ce qui nécessite peu d'effort et qui procure beaucoup de protéines.

La valeur de la diversité de Shannon-Weaver calculée pour les espèces ingérées par *Sturnus vulgaris* est assez élevée avec 3,03 bits. Celle de l'équitabilité tend vers 1. De ce fait les effectifs des espèces animales contenues dans les fientes des étourneaux sansonnets ont tendance à être en équilibre entre eux.

Perspectives

Dans un autre cadre de travail, il serait intéressant d'approfondir les travaux portant sur le comportement trophique de l'Etourneau sansonnet *Sturnus vulgaris* dans différentes régions en Algérie, notamment en fonction des étages bioclimatiques afin de confirmer son nouveau statut d'insectivore ou de l'infirmier. Il serait utile de développer d'autres volets telle que l'analyse biochimique des espèces-proies potentielles de *Sturnus vulgaris* afin d'en connaître la valeur énergétique. Par ailleurs sur le plan économique il serait utile d'estimer les dégâts dus à cet oiseau au niveau des oliveraies à travers le pays afin d'établir un plan de lutte au moment opportun. Parallèlement il serait important de connaître les axes de migration de l'Etourneau sansonnet en fonction des fluctuations climatiques afin de faire des prévisions efficaces quant au niveau des risques.

Références bibliographiques

1. AMIROUCHE M., 1976 - *Essai sur la détermination et le comportement des principales variétés d'oliviers cultivées en Kabylie*. Thèse Ingénieur, Inst. nati. agro., El Harrach, 69 p.
2. BALACHOWSKY A.S., 1959 - La Tunisie vient de gagner sa guerre contre les étourneaux, des millions d'oiseaux anéantis en quelques jours. Mais ne manquent-ils pas en Europe ? *Le Figaro littéraire*, 14 mars, 2 p.
3. BARBAULT R., 2003 - *Ecologie générale. Structure et fonctionnement de la biosphère*. Ed. Dunod, Paris, 326 p.
4. BARNEA A., HARBORNE J.B. and PANNELL C., 1993 - What parts of fleshy fruits contain secondary compounds toxic to birds and why ? *Biochemical Systematics and Ecology*, Vol. 21, (4) : 421 - 429.
5. BEDE P., 1926 - Notes sur l'ornithologie du Maroc. *Mém. Soc. sci. nat. Maroc*, (16) : 25 - 138.
6. BELLATRECHE M., 1983 - *Contribution à l'étude des oiseaux des écosystèmes de la Mitidja, une attention particulière étant portée à ceux du genre Passer Brisson : biologie, écoéthologie, impacts agronomique et économique, examen critique des techniques de lutte*. Thèse Magister, Inst. nati. agro., El Harrach, 53 p.
7. BERLAND L., 1940 - La faune de la France, Hyménoptères in *PERRIER R. Ed. Librairie Delagrave, Paris, T. 7, 211 p.*
8. BERLIOZ J., 1950 – *Systématique*, pp. 845 – 1055 in GRASSE P.P. *Traité de Zoologie, les oiseaux*. Ed. Masson et Cie., Paris, T. XI, 1164 p.
9. BERRAI H., 1998 - *Bioécologie de l'avifaune de quelques oliveraies de la région de Béjaia et estimation des dégâts dus à l'Etourneau sansonnet *Sturnus vulgaris* Linné, 1758 (Aves, *Sturnidae*)*. Thèse Ingénieur, Inst. nati. agro., El Harrach, 225 p.
10. BERRAI H., 2015 - *Ethologie de l'Etourneau sansonnet *Sturnus vulgaris* Linné, 1758 dans la région d'Alger*. Thèse Doctorat en Sciences agronomiques. Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach,
11. BERRAI H. and DOUMANDJI S., 2014 - What does the European starling eat (*Sturnus vulgaris*) in Algeria, region of its wintering area?. *International Journal agric. sci. res. (IJASR)*, Vol. 4 (3) : 45 - 56.
12. BERTHOLD P., 1976 - The control and significance of animal and vegetable nutrition in omnivorous songbirds. *Ardea*, Vol. 64 : 1 - 154.

13. BLAGOSKLONOV K., 1987 - *Guide de protection des oiseaux*. Ed. Mir, Moscou, 232 p.
14. BLONDEL J., 1975 - L'analyse des peuplements d'oiseaux - éléments d'un diagnostic écologique : la méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P.). *Rev. Ecol. Terre et vie*, Vol. 29, (4) : 533 - 589.
15. BLONDEL J., 1979 - *Biogéographie et écologie*. Ed. Masson, Paris, 173 p.
16. BLONDEL J., FERRY C. et FROCHOT B., 1973 - Avifaune et végétation, essai d'analyse de la diversité. *Alauda*, 41 (1 - 2) : 63 - 84.
17. BONNET J.P., 1946 - *L'olivier huilerie d'olive et de graines*. *Encyclopédie des connaissances agricoles*. Ed. Hachette, Paris, 96 p.
18. BORTOLI L., 1970 - *L'avifaune de l'olivette tunisienne*. Doc. polyc., Ecol. nati. sup. agro. Tunis, 6 p.
19. BROWN C.R., 1981 - All about Starling. *American Birds, Sialis*, Vol. 35 (3) : 266 : 268.
20. BURTON R., 1995 - *L'ami des oiseaux*. Ed. Bordas, Milan, 192 p.
21. C.E.A.E.Q., 2005 - *Paramètres d'exposition chez les oiseaux – Etourneau sansonnet*. Fiche descriptive. Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec, Ministère du développement durable, de l'environnement et des Parcs du Québec, 16 p.
22. CERNY W. et DRCHAL K., 1993 - *Quel est donc cet oiseau ?* Ed. Nathan, Paris, 349 p.
23. CHOPARD L. 1943 - *Orthoptéroïdes de l'Afrique du Nord*. Ed. Larose, Paris, Coll. Faune de l'empire français, I, 450 p.
24. CHOUBANE D., 1984 - *Etude préliminaire de la bioécologie de l'étourneau sansonnet (Sturnus vulgaris L.) hivernant en Algérie. Importance économique et migration*. Thèse Ingénieur, Inst. nati. agro., El Harrach, 87 p.
25. CHOW J., 2000 - *Sturnus vulgaris*. *Animal diversity, University of Michigan, Museum of Zoology*, 5 p.
26. CLERGEAU Ph., 1995 - *Etourneau sansonnet, Sturnus vulgaris*. pp. 670-673. in YEATMAN-BERTHELOT D. et JARRY G., 1995 - *Nouvel Atlas des oiseaux nicheurs de France 1985-1989*. Ed. Société Ornithol. France, Paris, 775 p.
27. CLERGEAU Ph., 2000 - Le contrôle des oiseaux ravageurs des cultures : de la destruction à la gestion. *Ibex J. Mr. Ecol.* (5) : 219 - 227.
28. COLEMAN J.D., 1977 - The foods and feeding of starlings in Canterbury. *Proceeding of the New Zealand Ecological Society*, Vol. 24, 94 - 109.

29. CRAMP S. and PERRINS C.M. (eds.), 1994 - Handbook of the birds of Europe the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palearctic. *Oxford University Press.*, Vol. 8 : 238 - 254.
30. CURRY-LINDAHL K., 1980 - *Les oiseaux migrants à travers mer et terre*. Ed. Delachaux et Niestle, Neuchâtel, Paris, 241 p.
31. DAJOZ R., 1963 - *Les animaux nuisibles*. Ed. La Farandole, Paris, 123 p.
32. DALL S.R.X., CUTHILL I.C., COOK N. and MORPHET M., 1997 - Learning about food : starlings, skinner boxes, and earthworms. *J. experim. analysis behav.*, 67 : 181 - 192.
33. DAVIS D.E., 1950 - The growth of starling, *Sturnus vulgaris*, populations. *Auk. Oct.*, Vol. 67: 460 - 465.
34. DEJONGHE J.F., 1985 - *Connaître, reconnaître, protéger les oiseaux du jardin*. Ed. C. I. L., Paris, 79 p.
35. DEJUANA E. et SANTOS T., 1981 - Observations sur l'hivernage des oiseaux dans le Haut Atlas (Maroc). *Rev. Alauda*, 49 (1): 1 - 12.
36. DE LA BLANCHERE P., 1990 - *Les oiseaux utiles et les oiseaux nuisibles aux champs, jardins, forêts, plantations et vignes*. Ed. Bastion, Paris, 387 p.
37. DELAVEAUD C., 1946 - *Oiseaux de notre pays*. Ed. Susse, Paris, coll. " Toute la nature ", 135 p.
38. DORST J., 1956 - *Les migrations des oiseaux*. Ed. Payot, Paris, 430 p.
39. DOUMANDJI S. et MERRAR K., 1999 - Etude du régime alimentaire de *Sturnus vulgaris* (Linné, 1758) (Aves, Sturnidae) à travers le contenu des fientes dans un milieu sub-urbain, le jardin d'essai du Hamma. 4^{ème} Journée Ornithologie, 16 mars 1999, *Dép. Zool. agri. for., Inst. nati. agro., El Harrach*, p. 3.
40. DOUVILLE DE FRANSSU P., GRAMET P. et SUCH A., 1991 - Les Etourneaux. *Bull.*
41. DUBAILLE E., 1982 - *Les populations européennes d'Etourneaux sansonnets (Sturnus vulgaris L.) hivernant sur la façade maritime Ouest. Analyse des données du baguage, influence des conditions climatiques et agronomiques, évolution en cours*. Mémoire D.E.A., écol., Univ. Paris, 101 p.
42. EENS M. and PINXTEN R., 1995 - Inter-sexual conflicts over copulations in the European starling: evidence for the female mate-guarding hypothesis. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 36 : 71 - 81.
43. ETCHECOPAR R. D. et HUE F., 1964 - *Les oiseaux du Nord de l'Afrique*. Ed. N. Boubée et Cie, Paris, 606 p.

44. FAURIE C., FERRA C. et MEDORI P., 1984 - *Ecologie*. Ed. Baillière, Paris, 162p.
45. FEARE C.J., DOUVILLE DE FRANSSU P. and PERIS S.J., 1992 - *The Starling in Europe : Multiple approaches to a problem species. Proceedings of the 15th Vertebrate Pest Conference 1992. University of Nebraska, Lincoln* : 83 - 88.
46. FERGUSON R.N. and DRAKE D.R., 1999 - Influence of vegetation structure on spatial patterns of seed deposition by birds. *New Zealand J. botany, Vol. 37*: 671 - 677.
47. FLUX J.E. and FLUX M.M., 1981 - Population dynamics and age structure of starlings (*Sturnus vulgaris*) in New Zealand. *New Zealand J. ecol., Vol. 4* : 65 - 72.
48. GEROUDET P., 1972 - *Les passereaux des pouillots aux moineaux*. Ed. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, T. III, 283 p.
49. GRAMET P., 1978 - *L'Étourneau sansonnet en France*. Inst. nati. rech. agro., Jouy-en-Josas, 59 p.
50. GRAMET Ph. et DE LA ROCHE SAINT ANDRE G., 1979 - Volière piège pour étourneaux : une technique simple à promouvoir. *Rev. La défense des végétaux, (200)*:1 - 250.
51. GROMADZKI M., 1969 - Composition of food of the Starling, *Sturnus vulgaris* L., in agroecosystems. *Ekologia Polska – Seria A, T. XVII, (16)*: 287 - 311.
52. GUSTAMANTE L.L., 1991 - Estornells vulgars *Sturnus vulgaris* menjant insectes dels cotxes aparcats. *Butll. GCA, 8* : 25.
53. HEIM de BALSAC H. et MAYAUD N., 1962 - *Les oiseaux du Nord-Ouest de l'Afrique*. Ed. P. Lechevalier, Paris, Coll. "Encycl. Ornithol.", T. 10, 486 p.
54. HEINZEL H., FITTER R. et PARSLOW J., 1996 - *Les oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen – Orient*. Ed. Delachaux et Niestlé, Lausanne, 384 p.
55. HUBALEK Z., 2004 - Global weather variability affects avian phenology : a long-term analysis, 1881 - 2001. *Folia Zool., Vol. 53 (3)* : 227 - 236.
56. LAVAUDEN L., 1924 - *Résultats scientifiques Oiseaux. Voyage de M. Guy Babaut en Tunisie*. Imp. Blondel, La Rougery, Paris, 279 p.
57. LEDANT J.P., JACOB J.P., JACOBS P., MALHER F., OCHANDO F. et ROCHE J., 1981 - Mise à jour de l'avifaune algérienne. *Rev. Le Gerfault-De Giervalk, (71)* : 295 –398.
58. LETOURNEUX A., 1871 - *Etude zoologique sur la Kabylie du Jurjura*. Ed. Imprimerie nationale, Paris, 96 p.
59. LOYER B., 1998 - *Cap sur les migrations d'oiseaux*. Ed. Nathan, Paris, 127 p.
60. LUNDBERG P., 1987 - Breeding seasons of north scandinavian starlings (*Sturnus vulgaris*) : constrained by food or time ? *J. animal ecology, Vol. 56* : 847 - 855.

61. MADAGH M., 1985 - *Estimation des dégâts dans une oliveraie dus à l'étourneau, Sturnus vulgaris L. (Passériformes, Sturnidae) dans la région de Cap Djinet (W. de Boumerdes)*. Thèse Ingénieur, Inst. nati. agro., El Harrach, 63 p.
62. MAHDJOUB N., 1975 - *Importances des dégâts causés à l'agriculture tunisienne par les étourneaux et les moineaux. Méthode de lutte appliquée*. Doc. polyc. Food alim. org., Com. reg. Anti-acrid., El Harrach, 6 p.
63. MASSA B., 2006 - Biological significance and conservation of biogeographical bird populations as shown by selected Mediterranean species. *Avocetta*, Vol. 30 (1) : 5 - 14.
64. MASTERSON J., 2007 - *Sturnus vulgaris*. Ed. Smithsonian marine stat.at Fort Pierce, 5 p.
65. MAUXION A., 1990 - *Découvrir les oiseaux*. Ed. Ouest-France, Paris, 127 p.
66. MERRAR K., 2002 - *Place, régime alimentaire et biométrie de l'étourneau sansonnet Sturnu vulgaris (Linné, 1758) (Aves, Sturnidae) dans le Jardin d'essai du Hamma (Alger)*. Thèse Magister, Inst. nati. agro., El Harrach, 188 p.
67. METREF S., 1994 - *Contribution à l'étude bioécologique de l'avifaune (Aves) d'une oliveraie à Boumlih (Cap-Djinet). Relations trophiques de quelques espèces de vertébrés*. Mémoire Ingénieur, Inst. nati. agro., El Harrach, 233 p.
68. MILLA A., 2008 - *L'Ornithochorie dans différents milieux du Sahel et du littoral algérois*. Thèse Doctorat, Inst. nati. agro., El Harrach, 305 p.
69. MOEED A., 1975 - Diets of nestling starlings and mynas at havelock north, hawke's bay. *Notornis* (22) : 291 - 294
70. MORENO-RUEDA G. and PIZARRO M., 2008 - Temperature differentially mediates species richness of birds of different biogeographic types. *Ardea*, Vol. 96 (1) : 115 – 120.
71. MOULAI R. et DOUMANDJI S., 1996 - Essai d'estimation des populations d'étourneaux sansonnet *Sturnus vulgaris* Linné,1758 (Aves, Sturnidae) dans leurs dortoirs dans le Jardin d'essai du Hamma. II^{èmes} Journée Ornithologie, 19 mars 1996, Dép. Zool. agri. for., Inst. nati. agro., El Harrach : 10 - 11.
72. MULLER Y., 1990 - Dénombrements des oiseaux nicheurs en milieu urbain : l'avifaune d'un parc et d'un quartier résidentiel de Bitche (Moselle). *Ciconia*, Vol. 14 (3) : 121 - 140.
73. OLSSON O., BROWN J.S. and SMITH H.G., 2002 - Long- and short-term state-dependent foraging under predation risk: an indication of habitat quality. *Animal behaviour*, (63): 1 - 9.
74. PASCUAL J.A. and PERIS J. S., 1992 - Nestling body mass and nestling mortality associated with the application of ligature method in the spotless Starling (*Sturnus vulgaris*).

Journ. Ornithol., 133 : 381 - 387.

75. PERRIER R. et DELPHY J., 1932 - *La faune de la France – Coléoptères (deuxième partie)*. Ed. Librairie Delagrave, Paris, fasc. 6, 229 p.

76. PERRIER R., BERTIN L. et GAUMONT L., 1935 - *La faune de la France - Hémiptères, Anoploures, Mallophages, Lépidoptères*. Ed. Librairie Delagrave, Paris, 243 p.

77. PILZ K.M., SMITH H.G., SANDELL M.I. and SCHWABL H., 2003 - Interfemale variation in egg yolk androgen allocation in the European starling: do high-quality females invest more?. *Animal behaviour*, Vol. 65: 841 - 850.

78. PINEAU J. et GIRAUD A.M., 1976 - Notes sur les oiseaux hivernants dans l'extrême Nord-Ouest du Maroc et sur leurs mouvements. *Alauda*, 44 (1): 1 - 73.

79. RAMADE F., 1984 - *Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale*. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.

80. RASPAIL X., 1931 - *Œuvres ornithologiques. Encycl. ornithol.* Ed. Paul Le Chevalier, Paris, coll. 'Encycl. ornithol.', V, 447 p.

81. RICHARD M., 1968 - *Les migrations animales*. Ed. Robert Laffont, Paris, pp. 50 - 188.

82. ROBINSON R.A., SIRIWARDENA G.M. and CRICK H.Q.P., 2002 - Status and population trends of the starling *Sturnus vulgaris* in Great Britain. *Research report*, 290: 32 p.

83. ROBINSON R.A., SIRIWARDENA G.M. and CRICK H.Q.P., 2006 - The population decline of the starling, *Sturnus vulgaris*, in Great Britain : patterns and causes. *Acta Zoologica sinica*, Vol. 52: 550 - 553.

84. ROMANOWSKI J. and ZMIHORSKI M., 2008 - Selection of foraging habitat by grassland birds: effect of prey abundance or availability ?. *Pol.J. Ecol.*, Vol. 56 (2): 365 - 370.

85. SAMTMANN S., 1996 - Analyse des reprises d'étourneaux sansonnets (*Sturnus vulgaris*) bagués ou contrôlés en Alsace. *Ciconia*, Vol. 20 (3): 139 - 148.

86. SEFRAOUI M., 1981 - *Etude de quelques aspects de la biologie des principales espèces d'oiseaux nuisibles aux cultures dans la Mitidja*. Thèse Ingénieur, Inst. nati. agro., El-Harrach, 74 p.

87. SOLONEN T., TIAINEN J., KORPIMÄKI E. and SAUROLA P., 1991 - Dynamics of finnish starling *Sturnus vulgaris* populations in recent decades. *Ornis Fennica*, Vol. 68: 158 - 169.

88. STARCK J.M., 1999 - Structural flexibility of the gastro-intestinal tract of Vertebrates – Implications for evolutionary morphology. *Zool. Anz.*, 238 : 87 - 101.

89. STASTNY K., 1992 - *La grande encyclopédie des oiseaux*. Ed. Gründ, Paris, 494 p.

90. SURMACKI A. and TRYJANOWSKI P., 1999 - Efficiency of line transect and point count methods in agricultural landscape of western Poland. *Vogelwelt*, 120: 201 - 203.
91. TINBERGEN J.M., 1976 - How starlings (*Sturnus vulgaris* L.) apportion their foraging time in a virtual single-prey situation on a meadow. *Ardea*, Vol. 64: 155 - 170.
92. TROTTA M., 2001 - Alimentazione e comportamento di cura parentale dello storno, *Sturnus vulgaris*, in ambiente suburbano. *Riv. ital. orn.*, Milano, 71 (1) : 55 - 61.
93. VAN BALEN J.H., BOOY C.J.H., VAN FRANEKER J.A. and OSIECK E.R., 1982 - Studies on hole-nesting birds in natural nest sites. *Ardea*, Vol. 70: 1 - 24.
94. VIRKKALA R., RAJASÄRKKÄ A., VÄISÄNEN R.A., VICKHOLM M. and VIROLAINEN E., 1994 - The significance of protected areas for the land birds of southern Finland. *Conservation biology*, 8 (2): 532 - 544.
95. WEBSTER M.A., 1972 - Possible extension of the winter range of the European starling *Sturnus vulgaris* to Hong Kong. *Bull. British ornithologists' club*, 92 (3 - 4) : 96.
96. WEESIE P.-D.-M. et BELEMSOBGO U., 1997 - Les rapaces diurnes du Ranch de gibier de Nazinga (Burkina Faso). *Alauda* (65) 3 : 263 - 278.
97. WESTERTERP K., GORTMAKER W. and WIJNGAARDEN H., 1982 - An energetic optimum in brood-raising in the starling *Sturnus vulgaris* : an experimental study. *Ardea*, Vol. 70 : 153 - 162.
98. WILLIAM P.A. and BRIAN J.K., 1996 - Fleshy fruits of indigenous and adventive plants in the diet of birds in forest remnants, Nelson, New Zealand. *New Zealand J. Ecol.*, 20 (2): 127 - 145.
99. YEATMAN L., 1971 - *Histoire des oiseaux d'Europe*. Ed. Bordas, Paris, 366 p.
100. YEATMAN L., 1976 - *Atlas des oiseaux nicheurs de France de 1970 à 1975*. Ed. Société ornithol. France, Paris, 281 p.
101. YEATMAN-BERTHELOT D. et JARRY G., 1995 - *Nouvel Atlas des oiseaux nicheurs de France 1985 - 1989*. Ed. Soc. Ornithol. France, Paris, 673 p.
102. ZEISSET I. and BEEBEE T.J.C., 2003 - Population genetics of a successful invader : the marsh frog *Rana ridibunda* in Britain. *Molecular ecology*, Vol. 12 : 639 - 646.