



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université CHADLI BENDJID, EL-TARF
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie

THESE :

Présentée en vue de l'obtention du diplôme
de Doctorat en Sciences biologiques

Option: Ecologie et environnement

Ecologie des Hironnelles (Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* et Hirondelle rustique *Hirundo rustica*) dans la ville de Tébessa (Est algérien)

Présenté par:

Mme. FENGHOUR Hind

Devant le jury:

Présidente:	TADJINE Aicha (Prof)	Université d'El-Tarf
Directeur de thèse:	HOUHAMDI Moussa (Prof)	Université de Guelma
Co-encadreur:	LAZLI Amel (M.C.A.)	Université d'El-Tarf
Examineur:	OUAKID Mohamed-Laid (Prof.)	Université d'Annaba
Examineur:	NOURI Nada (M.C.A)	Université d'El-Tarf
Examineur:	BOUCHEKEUR Abdelnour (M.C.A.)	Université de Tébessa
Examineur:	BARA Mouslim (M.C.A.)	Université de Bouira

Année Universitaire 2017/2018

Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma profonde gratitude, avant tout à Dieu le tout puissant qui m'a aidé et m'a donné le courage pour mener à terme ce modeste travail.

Je tiens à remercier en cette heureuse circonstance, mon promoteur le professeur **Dr. HOUHAMDI.MOUSSA** (université de Guelma, Président du laboratoire LBEE) pour les orientations pédagogiques et documentaires et l'aide logistique ; pour sa grande patience ; son soutien ; ses précieux conseils et ses encouragements pendant toute la réalisation de ce travail. Ce fut pour moi un réel plaisir d'être dirigée par un tel promoteur. Grâce à toi, j'ai pu réaliser ce travail et j'espère avoir été à la hauteur de tes attentes. Merci d'avoir en toutes occasions pris le temps de m'écouter et de me comprendre. Pour tout cela et encore bien d'autres choses, Merci. Je te souhaite la meilleure des vies possible car c'est le strict minimum qui te revient de droit.

Mes vifs remerciements à l'ensemble des membres du jury Professeur et maîtres de conférence qui ont accepté de faire partie du jury de soutenance : Docteur **TADJINE Aicha** (professeur, université d'El Taref) d'avoir accepté de présider le jury, mes vifs remerciements vont à **Docteur OUAKID Mohamed-Laid** (professeur, Université d'Annaba), **Docteur NOURI Nada** (M.C.A., Université d'El-Tarf), **Docteur BOUCHEKEUR Abdelnour** (M.C.A., Université de Tébessa), **Docteur BARA Mouslim** (M.C.A., Université de Bouira) de m'avoir fait l'honneur de juger ce travail.

Je tiens à remercier **Dr. Bougeussa-Cheriak Linda**, maître de conférences B à l'université de Tébessa, amie et femme extraordinaire, pour son accueil chaleureux à chaque fois que j'ai sollicité son aide qui était très précieuse. Merci pour l'encouragement, et le soutien moral. Tu fus pour moi un soutien certain pendant ces années, Merci infiniment pour ton aide, tes conseils et le temps que tu m'as réservé.

Mes remerciements vont également à **Mr Bouguessa Slim** (Maître-assistant « A », université de Tébessa) pour son aide précieuse, pour le traitement statistique de mes données et pour le temps qu'il m'a réservé.

Je tiens à remercier mon frère **Nadir** qui m'a beaucoup encouragé, Tu as toujours été là pour me soutenir et m'aider. Je suis très reconnaissante.

Je profite de l'occasion pour remercier tous les membres de ma famille de sang ou de coeur qui m'ont soutenue tout au long de ces études. En particulier, **ma mère** adorée qui est une conseillère de choix et une aide exceptionnelle dans les bons comme dans les moins bons moments. Ton courage face aux épreuves de la vie force l'admiration. Je voudrais remercier également mon père qui m'a donné le goût aux études et dont sa fierté me donne des ailes. Merci pour ton soutien et tes encouragements quotidiens.

J'adresse ma plus profonde reconnaissance à ceux qui forment mon cercle familial : Sihem, Foued et Radouane mon beau frère Mahmoud et mes belles sœurs Lynda, Meriem et Asma. Vous avez chacun participé à me façonner telle que je suis, chacun de vous est essentiel à mon équilibre.

Je tiens également à remercier mes enfants : Iyed ,Razane et Seif, le soleil de ma vie d'avoir supporté mon absence et m'encourager à soutenir mon doctorat.

Ces remerciements seraient incomplets si je n'en adressais pas aux techniciens des laboratoires du département de Biologie de l'université de Tébessa et mes étudiants de Master option microbiologie appliquée en particulier Diab chahra, Berghich Warda , Chorfi imen, Fares roufaida et Zoghلامي Takei qui m'ont beaucoup aidé sur terrain .j'aimerais leur dire merci. Egalement, je tiens à remercier faycal et Radouane qui m'ont beaucoup aidé dans l'impression de ma thèse.

Merci à tous

Liste des abréviations

- - : Absence.
- % : Pourcentage
- °C : Degré Celsius.
- + : Présence.
- T° : Température.
- **AMX** : Amoxicilline
- **AMP** : Ampicilline.
- **B.C.P.L** : Bouillon lactose au pourpre de Bromcrésol.
- **C** : Chloramphénicol
- **CF** : Céfalotine.
- **(CF)** : Coliformes fécaux.
- **CIP** : Ciprofloxacine.
- **CNF** : Coliformes non fécaux.
- **CN** : Gentamicine
- **CP** : Culture positive.
- **CT** : Coliformes totaux.
- **D/C** : Double concentration.
- **EMB** : Eosine Bleu de Méthylène.
- **FA** : Acide fusidique.
- **FMAT** : Flore mésophile aérobie totale.
- **h** : Heure.
- **I** : Intermédiaire.
- **K** : Kanamycine.
- **g** : Gramme.
- **L** : Litre.
- **ml** : Millilitre.
- **mn** : Minute.
- **M-M**: Milieu mannitol mobilité
- **OX** : Oxacilline
- **OFX** : Ofloxacine.
- **NPP** : Nombre plus probable.

- **Na Cl:** Chlorure de Sodium
- **P :** Pénicilline
- **PCA :** Plate Count Agar
- **PH:** Potentiel d'Hydrogène
- **R:** Résistante
- **S:** Sensible
- **TE :** Tétracycline.
- **S/C :** Simple concentration.
- **UFC :** Unité formant colonie.
- **UFT :** Unité formant trouble.

Liste des figures

Figures N°	Titre	Page
01	Les nids de l'hirondelle rustique de la colonie Mouldi Achouri Tébessa	06
02	L'hirondelle rustique adulte mâle et femelle	08
03	L'Hirondelle rustique dans son habitat	09
04	Le nid des hirondelles rustiques après sa construction	11
05	Le premier œuf pondu par l'hirondelle rustique	12
06	L'incubation des œufs	12
07	L'éclosion des œufs et observation des oisillons	13
08	Le nourrissage des poussins hirondelles	13
09	Les oisillons de l'hirondelle rustique pendant le nourrissage	13
10	Les petits poussins de l'hirondelle rustique	14
11	L'hirondelle de fenêtre	16
12	L'aire de répartition de l'hirondelle de fenêtre	18
13	La construction du nid des hirondelles de fenêtre	20
14	Les œufs de l'hirondelle de fenêtre	21
15	Le nourrissage des jeunes	24
16	La situation géographique de la wilaya de Tébessa	25
17	Le réseau hydrographique de la région d'étude	27
18	Le diagramme Ombro-thermique de la région de Tébessa (période 1972-2014)	30
19	Le climagramme d'Emberger de la région d'étude	31
20	La situation géographique de la cité Mouldi Achouri(Tébessa- Algérie)	32
21	Les immeubles de nidification	33
22	L'emplacement des nids :la cage d'escalier et dans les balcons et le sommet des portes	33
23	Le nid contenant le premier œuf pondu et les 5œufs de <i>Hurindo rustica</i> dans la colonie Mouldi Achouri	35
24	La détermination de la masse, longueur et largeur des œufs des deux espèces d'hirondelle	36
25	Les étapes de préparation de la terre fine à partir des nids des hirondelles du site d'étude	37
26	Les nids des hirondelles de la colonie Mouldi Achouri	42
27	La galerie API20E utilisée dans l'identification des entérobactéries isolées du nid des hirondelles	52
28	Les réactifs de l'API 20E	53
29	Le dépôt à l'aide d'une pince stérile du disque d'antibiotique	54
30	Les nids des hirondelles de fenêtre et rustiques de la colonie Mouldi Achouri Tébessa	56
31	La galerie API20E utilisée pour l'identification des entérobactéries isolées de la fiente des hirondelles	58
32	Le protocole d'application des disques d'antibiotiques	60
33	Le matériel utilisé dans l'identification des espèces proies dans la fiente des deux espèces d'hirondelles	63

34	Distribution des nids de <i>Delichon urbica</i> au niveau de la colonie Mouldi Achouri pendant les deux années d'étude	68
35	Distribution des nids de <i>Hurindo rustica</i> au niveau de la cité Mouldi Achouri pendant les deux années d'étude	69
36	Hauteur des nids occupés pour l'hirondelle de fenêtre de la colonie Mouldi Achouri à Tébessa	70
37	Hauteur des nids de l'hirondelle rustique de la colonie Mouldi Achouri à Tébessa	70
38	Cycle biologique de <i>Delichon urbica</i> durant la saison de reproduction 2015 dans la colonie Mouldi Achouri	71
39	Cycle biologique de <i>Delichon urbica</i> durant la saison de reproduction 2016 dans la colonie Mouldi Achouri	72
40	Cycle biologique de <i>Hurindo rustica</i> durant la saison de reproduction 2015 dans la colonie Mouldi Achouri	72
41	Cycle biologique de <i>Hurindo rustica</i> durant la saison de reproduction 2016 dans la colonie Mouldi Achouri	73
42	Répartition saisonnière des pontes durant l'année 2015 pour l'hirondelle de fenêtre de la colonie Mouldi Achouri	74
43	Répartition saisonnière des pontes durant l'année 2016 pour l'hirondelle de fenêtre de la colonie Mouldi Achouri	75
44	Variation des dates de ponte de l'hirondelle de fenêtre durant les saisons d'étude (Première ponte) année 2015-2016	75
45	Variation des dates de ponte de l'hirondelle de fenêtre durant les saisons d'étude (seconde ponte) année 2015-2016	76
46	Répartition saisonnière des pontes durant l'année 2015 pour l'hirondelle rustique de la colonie Mouldi Achouri	77
47	Répartition saisonnière des pontes durant l'année 2016 pour l'hirondelle rustique de la colonie Mouldi Achouri	78
48	Variation des dates de ponte de l'hirondelle rustique durant les saisons d'étude (Première ponte) année 2015-2016	78
49	Variation des dates de ponte de l'hirondelle rustique durant les saisons d'étude (seconde ponte) année 2015-2016	79
50	Pourcentage de la grandeur de ponte pour la première et la seconde ponte pour l'hirondelle de fenêtre durant la saison 2015	80
51	Pourcentage de la grandeur de ponte pour la première et la seconde ponte pour l'hirondelle de fenêtre durant la saison 2016	81
52	Pourcentage de la grandeur de ponte pour la première et la seconde ponte pour l'hirondelle rustique durant la saison 2015	82
53	Pourcentage de la grandeur de ponte pour la première et la seconde ponte pour l'hirondelle rustique durant la saison 2016	82
54	Variation de la durée d'incubation des œufs pour l'hirondelle de fenêtre entre la première et la seconde ponte en 2015	83
55	Variation de la durée d'incubation des œufs pour l'hirondelle de fenêtre entre la première et la seconde ponte en 2016	83
56	Corrélation entre date de ponte et durée d'incubation pour l'hirondelle de fenêtre en 2015	84
57	Variation de la durée d'incubation des œufs pour l'hirondelle rustique entre la première et la seconde ponte en 2015	84

58	Variation de la durée d'incubation des œufs pour l'hirondelle rustique entre la première et la seconde ponte en 2016	85
59	Variation du nombre des œufs éclos de l'hirondelle de fenêtre entre la première et la seconde ponte en 2015	86
60	Variation du nombre des œufs éclos de l'hirondelle de fenêtre entre la première et la seconde ponte en 2016	87
61	Variation du nombre des œufs éclos de l'hirondelle rustique entre la première et la seconde ponte en 2015.	88
62	Variation du nombre des œufs éclos de l'hirondelle rustique entre la première et la seconde ponte en 2016	89
63	Evolution des valeurs moyennes de la longueur des œufs de l'hirondelle de fenêtre(Tébessa)	94
64	Evolution des valeurs moyennes de la largeur des œufs de l'hirondelle de fenêtre(Tébessa)	94
65	Evolution des valeurs moyennes du volume des œufs de l'hirondelle de fenêtre(Tébessa)	95
66	Evolution des valeurs moyennes de la masse des œufs de l'hirondelle de fenêtre(Tébessa)	95
67	Evolution des valeurs moyennes de la longueur des œufs de l'hirondelle rustique (Tébessa)	96
68	Evolution des valeurs moyennes de la largeur des œufs de l'hirondelle rustique(Tébessa)	97
69	Evolution des valeurs moyennes du volume des œufs de l'hirondelle rustique (Tébessa)	97
70	Evolution des valeurs moyennes de la masse des œufs de l'hirondelle rustique (Tébessa)	98
71	les nids de <i>Hurindo rustica</i> de la cité Mouldi Achouri	108
72	Texture granulométrique des nids de <i>Hurindo rustica</i> de la colonie Mouldi Achouri	109
73	Texture granulométrique des nids de <i>Delichon urbica</i> de la colonie Mouldi Achouri	110
74	Texture granulométrique de l'échantillon du sol à 300 m de la colonie des hirondelles de la colonie Mouldi achouri	112
75	Texture granulométrique de l'échantillon du sol à 500 m de la colonie des hirondelles de la colonie Mouldi achouri	112
76	Texture granulométrique de l'échantillon du sol à 1000 m de la colonie des hirondelles de la colonie Mouldi achouri	113
77	Texture granulométrique de l'échantillon du sol à 2000 m de la colonie des hirondelles de la colonie Mouldi achouri	113
78	Les germes isolés du nid des deux espèces d'hirondelles	121
79	Les espèces bactériennes d'entérobactéries les plus dominantes dans les nids des hirondelles de fenêtre	123
80	Les espèces bactériennes d'entérobactéries les plus dominantes dans les nids des hirondelles rustiques	123
81	Profil de résistance des entérobactéries et les non Entérobactéries (<i>Aeromonas</i> , <i>Chryseomonas</i> , <i>Pasteurella</i> , <i>Stenotrophomonas</i>) aux antibiotiques testés	124
82	Profil de résistances des <i>Staphylococcus sp</i> aux antibiotiques testés	126

83	Profil de résistance des <i>Streptococcus fécaux sp</i> aux antibiotiques testés	127
84	Profil de résistance aux antibiotiques d'un isolat de <i>Pseudomonas sp.</i>	128
85	Effet des antibiotiques sur les bactéries isolées du nid des hirondelles	129
86	La flore bactérienne de la fiente des deux espèces d' Hirundinidae	132
87	Principaux aspects macroscopiques sur VRBG	134
88	Principaux aspects macroscopiques sur MC	134
89	Aspect microscopique de quelques isolats après coloration de Gram Au grossissement(X 100) du microscope optique	134
90	Photographie de l'Api 20E de la souche. (<i>Serratia.liquefaciens</i>)	138
91	Photographie de l'Api 20E de la souche.. (<i>Klebsiella oxytoca</i>)	138
92	Photographie de l'Api 20E de la souche (<i>Bulkholderia cepaciae</i>)	138
93	Photographie de l'Api 20E de la souche.. (<i>K. ornithinolytica</i>)	139
94	Photographie de l'Api 20E de la souche.. (<i>Proteus.mirabilis</i>)	139
95	Photographie de l'Api 20E de la souche. (<i>Klebsiella sakazakii</i>)	139
96	Photographie de l'Api 20E de la souche.. (<i>Serratia.odorifera 1</i>)	139
97	Photographie de l'Api 20E de la souche. (<i>Kluyvera.sp</i>)	139
98	Photographie de l'Api 20E de la souche (<i>E.coli.</i>)	139
99	Photographie de l'Api 20E de la souche (<i>Aeromonas hydrophilz</i>)	139
100	Photographie de l'Api 20E de la souche (<i>Serratia odorifera</i>)	140
101	Photographie de l'Api 20E de la souche (<i>Enterobacter sakazakii</i>)	140
102	Photographie de l'Api 20E de la souche. (<i>Proteus.vulgaris</i>)	140
103	Photographie de l'Api 20E de la souche. (<i>Serratia.marcescens</i>)	140
104	Photographie de l'Api 20E de la souche.(<i>Enterobacter.cloacae</i>)	140
105	Photographie de l'Api 20E de la souche. (<i>Enterobacter.asburia</i>)	140
106	Profil de sensibilité de quelques isolats aux antibiotiques testés	145
107	Effet des disques d'antibiotiques sur les isolats bactériens de la fiente des hirondelles	145
108	Mensurations moyennes (A) et poids sec moyen (B) des fientes de <i>Hurindo rustica</i> et <i>Delichon urbica</i> de la colonie Mouldi Achouri de la ville de Tébessa	150
109	Les catégories de proies globales identifiées dans le régime alimentaire de <i>Hurindo rustica</i> pendant la période d'étude	152
110	Les catégories de proies globales identifiées dans le régime alimentaire de <i>Delichon urbica</i> pendant la période d'étude	153
111	Ordres d'insectes proies identifiés dans le régime alimentaire de <i>Hurindo rustica</i> de la colonie Mouldi Achouri pendant la période d'étude	155
112	Ordres d'insectes proies identifiés dans le régime alimentaire de <i>Delichon urbica</i> de la colonie Mouldi Achouri pendant la période d'étude	156
113	Les familles d'insectes proies les plus importantes identifiées dans le régime alimentaire de <i>Delichon urbica</i> de la colonie Mouldi Achouri pendant la période d'étude	158
114	Les familles d'insectes proies les plus importantes identifiées dans le régime alimentaire de <i>Hurindo rustica</i> de la colonie Mouldi Achouri pendant la période d'étude	161

Liste des tableaux

Tableau N°	Titre	Page
01	Classification des hirondelles.	7
02	Températures mensuelles maximales (M), minimales (m) et moyennes en °C de la région de Tébessa pour la période 1972- 2012	28
03	Hauteurs mensuelles des précipitations exprimées en (mm) dans la région de Tébessa pour la période 1972-2012	28
04	Moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air (H.R.) exprimée en (%) pour la période 1972-2012	29
05	Moyenne de la vitesse du vent (m/s) avec leur direction dominante (1972/2012)	29
06	Echelle du pH des sols (Baize et Jabiol,1995)	39
07	Echelle de texture des sols(Anonyme, 1975).	42
08	Protocole de lecture du test mannitol mobilité	58
09	Liste des antibiotiques utilisés	59
10	Nombre des nids suivi pour chaque saison de la colonie Mouldi Achouri à Tébessa	66
11	Moyennes des effectifs des colonies recensées dans la ville de Tébessa en 2015-2016	67
12	Distribution des nids de <i>Delichon urbica</i> au niveau de la colonie Mouldi Achouri Tébessa	67
13	Distribution des nids de <i>Hurindo rustica</i> de la colonie Mouldi Achouri à Tébessa	68
14	Succès à l'éclosion pour l'hirondelle de fenêtre durant les deux pontes et les deux saisons de reproduction 2015 et 2016.	90
15	Succès à l'éclosion pour l'hirondelle rustique durant les deux pontes et les deux saisons de reproduction 2015 et 2016.	90
16	Nombre des jeunes à l'envol pour l'hirondelle de fenêtre durant les deux pontes et les deux saisons de reproduction 2015/2016	91
17	Nombre des jeunes à l'envol pour l'hirondelle de fenêtre durant les deux pontes et les deux saisons de reproduction 2015/2016	92
18	Succès à l'envol pour l'hirondelle de fenêtre durant les deux pontes et les deux saisons de reproduction 2015 et 2016	92
19	Succès à l'envol pour l'hirondelle rustique durant les deux pontes et les deux saisons de reproduction 2015 et 2016	93

20	Mensuration des œufs de l'Hirondelle de fenêtrés durant les deux saisons de reproduction (moyenne des deux pontes).	94
21	Mensuration des œufs de l'Hirondelle rustique durant les deux saisons de reproduction (moyenne des deux pontes).	96
22	Caractéristiques granulométrique de la terre utilisée pour la construction des nids de <i>Hirundo rustica</i> de la colonie Mouldi Achouri de la ville de Tébessa	108
23	Caractéristique physicochimique de la terre utilisée pour la construction des nids de <i>Hirundo rustica</i> de la colonie Mouldi Achouri	109
24	Caractéristiques granulométrique de la terre utilisée pour la construction des nids de <i>Delichon urbica</i> de la colonie Mouldi achouri de la ville de Tébessa	110
25	Caractéristique physicochimique de la terre utilisée pour la construction des nids de <i>Delichon urbica</i> de la colonie Mouldi Achouri	111
26	Caractéristiques granulométrique moyenne des échantillons du sol	111
27	Caractéristiques physicochimique moyenne des échantillons du sol	114
28	Caractéristique phénotypiques et biochimiques des germes isolés du nid des hirondelles	115
29	Nombre de germes isolés du nids des hirondelles	121
30	Espèces d'entérobactéries isolées du nid des deux espèces d'hirondelles	122
31	Résistance relative des isolats identifiés aux antibiotiques testés.	125
32	Technique et résultat du test catalase effectué sur les isolats (<i>Staphylococcus sp</i> et <i>Pseudomonas sp</i>) provenant de la fiente des hirondelles	135
33	Résultats du test mannitol mobilité de deux isolats (<i>Staphylococcus sp</i> et <i>Pseudomonas sp</i>).	136
34	Aspect morphologique de quelque espèce bactérienne isolée de la fiente des hirondelles	137
35	Abondance relative (AR%) des espèces bactériennes isolées de la fiente des deux espèces d'hirondelle	141
36	Indices de diversité des espèces bactériennes identifiées dans la fiente des deux espèces d'hirondelles	143
37	Résultat de la résistance et la sensibilité de quelques isolats bactériens aux antibiotiques utilisés	144
38	Indication du type dominant de proies pris par les hirondelles selon la couleur des pelotes récoltées	148
39	Mensurations et pesées des fientes des <i>Hurindorustica</i> de la	149

	colonie Mouldi Achouri	
40	Mensurations et pesées des fientes des <i>Delichon urbica</i> de la cité Mouldi Achouri	149
41	Importance des différentes catégories de proies identifiées dans le régime alimentaire de <i>Hurindo rustica</i> pendant la période d'étude.	151
42	Importance des différentes catégories de proies identifiées dans le régime alimentaire de <i>Delichon urbica</i> pendant la période d'étude.	152
43	Importance des différents ordres d'insectes proies identifiés dans le régime alimentaire de <i>Hurindo rustica</i> de la cité Mouldi Achouri pendant la période d'étude	154
44	Ordres d'insectes proies les plus importants identifiés dans le régime alimentaire de <i>Hurindo rustica</i> de la cité Mouldi Achouri pendant la période d'étude	154
45	Importance des différents ordres d'insectes proies identifiés dans le régime alimentaire de <i>Delichon urbica</i> de la colonie Mouldi Achouri pendant la période d'étude.	155
46	Ordres d'insectes proies les plus importants identifiés dans le régime alimentaire de <i>Delichon urbica</i> de la colonie Mouldi Achouri pendant la période d'étude.	156
47	Importance de différentes familles d'insectes proies identifiées dans le régime alimentaire de <i>Delichon urbica</i> pendant la période d'étude.	157
48	Importance des familles d'insectes proies les plus consommées et identifiées dans le régime alimentaire de <i>Delichon urbica</i> pendant la période d'étude.	158
49	Importance de différentes familles d'insectes proies identifiées dans le régime alimentaire de <i>Hurindo rustica</i> pendant la période d'étude	159
50	Importance des familles d'insectes proies les plus consommées et identifiées dans le régime alimentaire de <i>Hurindo rustica</i> pendant la période d'étude.	160
51	Excréments (tête, élytres, thorax, abdomen et patte) des insectes proies isolées et identifiées de la fiente des hirondelles	162

Sommaire

Introduction	01
Chapitre I : Modèle biologique l'hirondelle rustique et l'hirondelle de fenêtre L'hirondelle rustique <i>Hirundo rustica</i> (Linnaeus, 1758)	06
1. La morphologie de l'espèce	07
2. Habitats et migration	08
3. Biologie de reproduction	09
3.1. La période d'arrivée	10
3.2. La construction du nid	10
3.3. La période de départ	11
3.4. Reproduction	11
3.4.1. La ponte des femelles hirondelles	11
3.4.2. La couve des œufs	12
3.4.3. L'éclosion	12
4. Régime alimentaire	14
L'hirondelle de fenêtre <i>Delichon urbica</i> (Linnaeus, 1758)	16
1. La morphologie de l'espèce	16
2. Habitat et migration	17
3. Biologie de reproduction	19
3.1. La période d'arrivée	19
3.2. La construction du nid	19
3.3. La période de départ	20
3.4. La reproduction	20
3.4.1. Première Nichée	20
3.4.2. Deuxième nichée	22
4. Régime alimentaire	23
Chapitre II : Présentation générale de la région d'étude	25
1. Situation géographique de la wilaya de Tébessa	25
2. Facteurs abiotiques	25
2.1 Relief	25
2.2 Pédologie	26
2.3. Contexte Hydrographique	26
2.4. Climat	27
2.4.1. La température	27
2.4.2. La précipitation	28
2.4.3. Humidité relative de l'air	28
2.4.4. Vents	29
2.4. 5. Synthèse climatique	29
2.4.5.1. Diagramme Pluvio-thermique	29
2.4.5.2. Climagramme d'Emberger	30
Chapitre III : MATERIEL ET METHODES	32
1. Biologie de la reproduction de l'hirondelle de fenêtre et rustique	32
1.1. Station d'étude	32
2.2. Méthode d'échantillonnage	33
1.2.1. Caractéristiques et emplacement des nids	33
1.2.2. Les paramètres démographiques	34
1.2.3. Paramètres de la reproduction	35
1.2.4. Mensuration des œufs	36

1.3. Analyses statistiques	36
2. Analyse granulométrique du nid des hirondelles	37
2.1. Prélèvements et analyses du sol	37
2.1.1. Échantillonnage du sol	37
2.1.2. Méthode d'analyse physico-chimique des sols et du nid	38
2.1.2.1. Détermination du pH	38
2.1.2.2. Détermination de la salinité	39
2.1.2.3. Détermination de la conductivité	39
2.1.2.4. Taux de calcaire total	40
2.1.2.5. La texture	41
3. Analyse microbiologique du nid des hirondelles	43
3.1. Prélèvement et analyse du nid	43
3.1.1. Echantillonnage	43
3.1.2.. Préparation de la suspension du sol et les dilutions	43
3.2. Méthodes d'analyse microbiologique	44
3.2.1. Recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile totale	44
3.2.2. La recherche des Entérobactéries	44
3.2.3. La recherche des Salmonelles et des Shigelles	45
3.2.4. La recherche des Staphylocoques	45
3.2.5. La recherche des <i>Staphylococcus aureus</i>	46
3.2.6. La recherche des <i>Pseudomonas</i>	46
3.2.7. La recherche des Coliformes totaux et les Coliformes fécaux	46
3.2.8. La recherche des Streptocoques fécaux	47
3.2.9. La recherche des <i>Clostridium</i> sulfite réducteurs	47
3.2.10. La recherche des levures et des champignons	48
3.3. Purification, conservation et identification des isolats	48
3.3.1. Purification et conservation des isolats	48
3.3.2. Identification des isolats	49
3.3.2.1. Teste préliminaires	49
3.3.2.2. Identification des entérobactéries par l'API 20 E	51
3.4. Teste d'antibiogramme	53
4. Analyse bactériologique de la fiente des hirondelles	55
4.1. Les milieux de cultures	55
4.2. Matériel biologique	56
4.3. Prélèvement des échantillons	56
4.4. Isolement	57
4.5. Purification	57
4.6. Conservation des isolats	57
4.7. Identification	57
4.7.1. Tests préliminaires	57
4.7.2. Identification par API 20 E	58
4.8. Tests de sensibilité aux antibiotiques	58
4.9. Analyse statistique	60
5. Etude du régime alimentaire de l'hirondelle de fenêtre et rustique	62
5.1. Méthodologie et l'objectif général	62
5.2. Sur le terrain	62
5.2.1. Déshydratation des fientes	63
5.2.2. Caractérisation et conservation des fientes	63
5.2.3. Macération des fientes, trituration et séparation des items	63
5.3. Détermination du type et du nombre des proies consommées	64

5.4. Dénombrement des espèces- proies	65
5.5. Traitement des données	65
Chapitre IV : RESULTATS ET DISCUSSION	
1. Biologie de la reproduction des deux espèces d'hirondelles	66
1.1. Nidification de l'hirondelle de fenêtre et rustique dans la ville de Tébéssa	66
1.1.1. Répartition des colonies	66
1.1.2. Paramètres de structure du site des nids	67
1.2. Caractéristique des nids	69
1.3. Cycle biologique de deux espèces d'hirondelles	71
1.4. Paramètres démographiques	73
1.4.1. Date de ponte	73
1.4.2. Grandeur de ponte	79
1.4.3. Durée de l'incubation	83
1.4.4. Nombre d'œufs éclos	86
1.4.5. Succès à l'éclosion	89
1.4.6. Jeune à l'envol	91
1.4.7. Succès à l'envol	92
1.4.8. Biométries des œufs	93
1.5. Discussion	99
2. Analyse granulométrique du nid des hirondelles de la colonie Mouldi Achouri Tébéssa	108
2.1. Texture granulométrique des nids de <i>Hirundo rustica</i> de la colonie Mouldi Achouri	108
2.2. Caractéristique physicochimique de la terre utilisée pour la construction des nids	109
2.3. Texture granulométrique des nids de <i>Delichon urbica</i> de la colonie Mouldi Achouri	110
2.4. Caractéristique physicochimique de la terre utilisée pour la construction des nids	111
2.5. Texture granulométrique moyenne des échantillons du sol	111
2.6. Caractéristiques physicochimique moyenne des échantillons du sol	113
3. Analyse microbiologique du nid	115
3.1. Identification des isolats	115
3.2. Abondance relative des isolats microbiens	120
3.3. Germes isolés du nid des hirondelles	121
3.4. Identification des entérobactéries du nid des hirondelles	122
3.5. Profil de résistance aux antibiotiques des isolats bactériens	124
3.5.1. Profil de résistance aux antibiotiques des entérobactéries et les non Entérobactéries	124
3.5.2. Profil de résistance aux antibiotiques des isolats des <i>Staphylococcus sp</i>	126
3.5.3. Profil de résistance aux antibiotiques des isolats des <i>Streptocoques fécaux</i>	127
3.5.4. Profil de résistance aux antibiotiques d'un isolat de <i>Pseudomonas sp</i>	128
3.6. Discussion	129
4. Analyse bactériologique de la fiente des hirondelles	132
4.1. Isolement et identification des isolats de la fiente des hirondelles	132
4.2. Détermination des caractères morphologiques	133
4.3. Tests biochimiques classiques d'identification	135
4.4. Abondance relative des espèces bactériennes isolées de la fiente des deux espèces d'hirondelles	141
4.5. Analyse statistique	143
4.6. La diversité des espèces bactériennes	143
4.7. Résultats de la résistance et la sensibilité de quelques isolats prélevés de la fiente des deux espèces d'hirondelles	144
4.8. Discussion	146

5. Etude du régime alimentaire des deux espèces d'hirondelles	148
5.1. Caractérisation des pelotes de rejection des hirondelles de la ville de Tébessa	148
5.1.1. Coloration des fientes	148
5.1.2. Morphométrie des fientes	149
5.2. Analyse qualitative du régime alimentaire de <i>Hirundo rustica</i> et <i>Delichon urbica</i> de la colonie Mouldi Achouri de la ville de Tébessa	151
5.2.1. Catégories de proies globales identifiées dans le régime alimentaire de l'hirondelle durant la période d'étude	151
5.2.2. Ordres d'insectes proies identifiés dans le régime alimentaire de <i>Hirundo rustica</i> du site A pendant la période d'étude	153
5.2.3. Les familles d'insectes proies identifiées dans le régime alimentaire de <i>Hirundo rustica</i> pendant la période d'étude	158
Conclusion	173
Références bibliographiques	180
Résumé	



Introduction



La migration est un phénomène qui caractérise la biologie de nombreuses espèces animales et particulièrement des oiseaux. Elle est absolument indispensable à la survie et à la pérennité des espèces concernées car elle permet, par exemple, de trouver les ressources alimentaires. Les migrateurs ont un cycle annuel biologique qui dirige et règle les principales étapes de leur vie. Les dates d'arrivée et de départ ne varient guère, pour les migrateurs au long cours, d'une année à l'autre (Bejeck, 1989). Elles sont innées, tout comme la direction de vol et la distance approximative à parcourir. Le régime alimentaire des oiseaux migrateurs les rend dépendants des milieux où ils vivent (Paquet et al, 2006). Les insectivores sont de grands migrateurs, leur retour dans les régions tempérées pour se reproduire s'explique par la présence moindre de prédateurs et une moindre concurrence avec les autres espèces lors de la collecte de la nourriture (Bandelj, 2014). Ils se déplacent souvent pour la reproduction et pour suivre la température plus favorable quand l'hiver arrive. Leur voyage, qui se déroule souvent sur des milliers de kilomètres, implique un retour régulier dans la région de départ, la région de reproduction (Poitevin, 2010). Beaucoup d'oiseaux périssent en cours de route, victimes de la fatigue, de la faim, des conditions météorologiques, de la prédation, de la chasse, etc. (Grosjean, 2007).

Le mode de reproduction colonial est un mode particulier de vie sociale où les individus se rassemblent durant la période de reproduction et défendent des territoires qui ne contiennent que le site de reproduction (Perrins and Birkhead, 1983). Ces colonies sont caractérisées par une densité des individus plus ou moins élevée, allant de couples espacés de quelques centaines de mètres à des individus espacés de quelques mètres. Ce mode de vie colonial caractérise 13% des espèces des oiseaux (Lack, 1968). Au sein même des oiseaux, la distribution de ce mode de reproduction, appelé la colonialité, est asymétrique, caractéristique de 95% des oiseaux marins, et seulement de quelques espèces de passereaux (16% des sous-familles contiennent une espèce coloniale selon (Rolland et al. 1998). Chez les oiseaux de nombreuses espèces soulèvent une seule couvée et d'autres soulèvent plusieurs couvées par saison de reproduction (Ogden et Stutchbury, 1996, Verhulst et al, 1997), ils sont limités par les conditions environnementales appropriées qui est souvent liée à l'abondance et la disponibilité de la nourriture pendant la saison de reproduction (Morrison, 1998).

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 infatigablement. Alors ici apparaît le rôle positif des prédateurs notamment à régime alimentaire insectivores. 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* et l'Hirondelle rustique *Hirundo rustica* Linné, 1758. Elles font leur apparition dès le début de mois de mars pour se reproduire avant de partir vers la fin du mois de septembre (Bamahammed, 2011). *Delichon urbica* et *Hirundo rustica* de par leur régime alimentaire constitué d'insectes, demeurent un allier certain de l'agriculteur car elle joue un rôle de régulateur des espèces nuisibles vis-à-vis des cultures parmi lesquelles on peut citer les Formicidae, les Pentatomidae et Scutelleridae et les Aphidae (Merzouki, 2009). 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; 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). En Europe, les hirondelles rustiques ont été utilisées pour étudier les effets du parasitisme (Barclay, 1988; Møller, 2000), la sélection sexuelle (Kose *et al.*, 1999; Perrier *et al.*, 2002), et la biologie de la reproduction (Thompson, 1961; Ramstack *et al.*, 1998).

Par contre en Algérie très peu d'études sont consacrées aux hirondelles ; En Afrique du Nord, il y a peu d'informations sur la biologie de reproduction (Cramp, 1988; Møller, 1994), quelque étude ont vu le jour en Afrique du Nord sur la biologie de reproduction de l'hirondelle rustique (Sakraoui *et al.*, 2005) (Haddad *et al.* 2015), ce qui constitue l'une des



données les plus importantes pour explorer la limite méridionale de la zone de reproduction des espèces. Les travaux sur la bio écologie des Hirundinidae sont entrepris dans plusieurs régions d'Algérie notamment les régions centrales et les régions du sud algérien en particulier : dans l'algérois Doumandji, 1988; Hacini et Doumandji, 1998; Daoudi- Hacini et *al.*, 1999, 2000; Daoudi - Hacini et *al.*, 2006 dans la Mitidja Benchikh et *al.*, 2002; Benchikh et *al.*, 2003 ; Benchikh et *al.*, 2004; Benchikh et *al.*, 2005 a,b ; Benchikh et *al.*, 2006; Benchikh et *al.*, 2007 ; Daoudi et *al.*, 2002; en Kabylie Farhi et *al.*, 2002; Farhi et *al.*, 2003 a; Farhi et *al.*, 2003 b; Farhi et *al.*, 2004; Farhi et *al.*, 2005 ; à Jijel Kisserli et Doumandji, 2005; à Bordj-Bou-Argeridj Merzougui *al.*,2009 à Tamanrasset Bamahammed et *al.*, 2011 et à Guelma Rouaiguia et *al.*,2015 ainsi que Haddad et *al.*,2015 et à Annaba Lahlah et *al.*,2006. De tous ces auteurs aucuns n'ont traité la bioécologie des Hirundinidae dans la région de Tébessa. Pour cela nous visons par cette étude à enrichir nos connaissances de la biologie de la reproduction de deux espèces d'hirondelles (*Delichon urbica* et *Hurindo rustica*) nicheuses dans les régions semi arides de l'algérie en particulier, la région de Tébessa en mettant en évidence la variation temporelle des paramètres de reproduction et la taille des couvées, des œufs et les caractéristiques de nidification, l'éclosion et le succès d'envol.

Les oiseaux migrateurs traversent de nombreux pays, ils peuvent être à l'origine de l'introduction et de l'émergence de plusieurs maladies infectieuses, telles que la fièvre West Nile et l'influenza. Les changements dans la physiologie de ces oiseaux avant et pendant la migration conduisent à un état de précarité sanitaire qui pourrait favoriser l'infection par certains de ces agents pathogènes et leur expression clinique (Reed et *al.*, 2003). Depuis longtemps, différentes espèces d'oiseaux ont été incriminées dans l'épidémiologie de certaines maladies humaines et animales soit à titre de disséminateurs, soit à titre d'amplificateurs de maladies (Guiguen.C et Camin AM. 1997).

Plusieurs infections d'origine virale, bactérienne et fongiques peuvent touchées les oiseaux notamment les oiseaux migrateurs(Benskin ,2009) En particulier, le cholera provoqué par *Pasteurella multocida*, la Salmonellose provoquée par les Salmonelles, la tuberculose provoquée par *Mycobacterium avium*, les chlamydioses provoquées par *Chlamydophila psittaci*, les Mycoplasmoses provoquées par *Mycoplasma*, l'erysipelas provoqué par une bactérie du genre *Erysipelathrix*, la Borrelia provoquée par *Borrelia*, la Tularemia causée par une bactérie Gram négative *Francisella tularensis* et enfin les Aspergillooses provoquées par inhalation des spores d'*Aspergillus fumigatus* et *niger* (Thomas et al,2007).



On appelle zoonose toute maladie infectieuse et contagieuse commune à l'homme et à l'animal. Nous nous intéresserons plus précisément ici aux contaminations de l'animal vers l'homme. La contamination se fait principalement par les voies respiratoires et par la voie digestive (contamination mains bouche, soit directement, faute d'hygiène, soit par de l'eau ou des aliments contaminés). Il pourrait aussi arriver que des infections se développent à la suite de contacts cutanéomuqueux (infection secondaire d'une plaie non protégée ou infection par un champignon de type *Candida albicans*, responsable de la moniliose buccale, génitale ou cutanée) (Hiller. 2004).

La contamination dépend de plusieurs facteurs, dont l'intensité et la durée de l'exposition, l'endroit où les fientes sont déposées et le temps écoulé depuis qu'elles s'accumulent. Par exemple, les fientes fraîches et les fientes plus anciennes, desséchées, n'ont pas le même potentiel infectieux : l'acidité des fientes fraîchement déposées préviendra la prolifération des spores présentes au sol pendant deux ou trois ans. Par contre, les bactéries, les virus et les parasites excrétés par les pigeons peuvent survivre et se multiplier dans ce milieu acide (Hiller. 2004). Dans cet objectif, nous nous sommes investis dans l'isolement, le dénombrement et l'identification de la microflore de la fiente des deux espèces d'hirondelles ainsi que de leur nid et de rechercher les bactéries pathogènes.

Le travail présenté dans cette thèse repose sur les axes de recherche suivant:

Le premier axe comprends l'étude de la biologie de la reproduction qui concerne la date et la grandeur de ponte, la durée d'incubation, le succès d'éclosion, les jeunes à l'envol, le succès à l'envol et enfin les traits des œufs (masse, longueur, largeur et volume) des deux espèces d'hirondelles (*Delichon urbica* et *Hurindo rustica*) nichant dans la région de Tébessa située au nord Est Algérien. Un suivi de deux saisons de reproduction (2015/2016) nous a permis de mettre en évidence les différences interannuelles des paramètres de la reproduction de ces deux espèces. Cette partie a été suivie par l'analyse granulométrique du nid afin de déterminer sa texture et les matières de construction du nid des hirondelles de la ville de Tébessa.

Le deuxième axe sur l'analyse microbiologique du nid et de la fiente des deux espèces d'hirondelles nicheuses dans la ville de Tébessa, pour évaluer le risque de transmission des germes pathogènes. En effet, à Tébessa aucune étude ne s'est consacrée sur l'analyse microbiologique du nid et de la fiente des hirondelles.



Le troisième axe abordé est l'étude de la composition du régime alimentaire des hirondelles de fenêtre *Delichon urbica* et rustiques *Hurindo rustica* nicheuses dans la région de Tébessa (Nord-est de l'Algérie).

Les résultats sont suivis d'une discussion dans laquelle nous essayerons d'interpréter nos résultats et de les comparer avec des études réalisées dans d'autres régions de l'aire de nidification des deux espèces étudiées.

Une conclusion générale fera la synthèse des résultats tirés de l'ensemble des axes étudiés.



Chapitre I : Modèle Biologique l'hirondelle rustique et l'hirondelle de fenêtre



1. L'hirondelle rustique *Hirundo rustica* (Linnaeus, 1758)

Les hirondelles rustiques sont dénommées comme des oiseaux de passage, de l'ordre des passereaux, qui apparaissent ordinairement au printemps, elles sont des oiseaux fidèles au territoire qui les a vues naître ou nidifier l'année précédente, un même couple peut rester attaché à son nid. La fidélité est la règle chez les hirondelles comme chez beaucoup d'oiseaux, mais le veuvage est important, compte tenu de la mortalité élevée qui affecte ces espèces migratrices. Les hirondelles sont plus ou moins grégaires. Certains couples d'hirondelles rustiques restent isolés, mais on peut voir des véritables colonies allant jusqu'à une vingtaine de nids dans le même bâtiment, chez d'autres espèces, comme les hirondelles de fenêtre, les colonies comptent parfois plus de cent couples (Vansteenwegen, 1988) (Figure1).

C'est un oiseau qui annonce la belle saison et qui d'ailleurs rend des services réels l'homme. Il semble au moins que ses services devraient faire sa sureté personnelle, et cela a lieu l'égard de plus grand nombre des hommes qui le protègent mais ils font trop souvent un amusement inhumain de le tuer au de le détruire son nid (Adam *et al.*, 2015).

Par cela les hirondelles nous délivrent des charançons et de plusieurs autres insectes destructeurs de nos potagers, de nos moissons, de nos forêts, et que ces insectes se multiplient dans un pays, et nos pertes avec eux, en même proportion que le nombre des hirondelles et autres insectivores y diminuent (Adam *et al.*, 2015).



Figure 01 : Les nids de l'hirondelles rustique de la cité Mouldi Achouri. Tébessa (Fenghour, 2016)



1. La morphologie de l'espèce :

L'Hirondelle rustique appartient à l'ordre des passériformes, à la famille des hirundinidés, au genre *Hirundo* et à l'espèce *rustica*. Elle est également connue sous le nom de l'hirondelle de cheminée ou l'hirondelle des granges.

Le tableau suivant représente la classification des hirondelles rustiques.

Tableau 01: La classification des hirondelles (Adam *et al.*, 2015).

Règne :	Animalia
Sous rgne	Metazoa
Division	Bilateria
Sous division	Deuterostomia
Embranchement	Vertebrata
Sous embranchement	Gnathostomata
Classe	Aves
Sous classe	Neornithes
Ordre	Passeriformes
Famille	Hirundinidae
Genre	<i>Hirundo</i>
Espèce	<i>Rustica</i>

Elle se caractérise par une silhouette gracieuse et élancée de 19 cm de long pour

Un Poids de 20 g (Andrews 1984, Møller 1994), des ailes longues, triangulaires et effilées, un cou peu prononcé et une queue nettement échancrée (creusée en forme de V), (Ambrosini, 2000).

L'adulte possède un plumage contrasté, le dessus est bleu-noir uniforme aux reflets métalliques et le dessous du corps va du blanchâtre au roussâtre. Le front et la gorge sont



rouge foncé avec un collier bleu noir forme une bande pectorale qui tranche nettement avec la poitrine allant du blanchâtre au roussâtre (Turner, 2010).

La queue présente des rectrices externes très allongées appelées « filets » qui mesurent jusqu'à 106 mm chez le mâle et 84 mm au maximum chez la femelle (Pyle 1997), le dessus de la queue est marqué d'une rangée de petites taches blanches à proximité de l'échancrure, bien visibles lorsque l'oiseau étale ses rectrices. Le bec et les pattes de faible taille sont noirs (Figure. 02) (Turner,2010).



Figure 02 : L'hirondelle rustique adulte mâle et femelle (Fenghour, 2016)

2-Habitats et migration:

L'hirondelle rustique est hébergée près de l'homme, la présence de zone de chasse est primordiale dans l'installation des couples. Elles nichent en colonies dans les milieux urbains ou dans les bourgs, construisant leurs nids sphériques sous les toits, une corniche ou un balcon (Vansteenwegen, 1988). Mais il y a d'autres espèces fréquentant principalement les milieux ruraux, elles construisent leurs nids à l'intérieur des bâtiments agricoles, granges, hangars..., (Saeran, 2005).

La migration s'est inscrite au cours de l'évolution des espèces et en fonction de l'évolution du climat, dans le comportement de celles-ci. C'est une fonction pour les hirondelles comme pour d'autre insectivores, de s'adapter aux variations d'abondance de leurs proies. Elles doivent donc quitter la région froide pendant l'hiver pour rejoindre des territoires africains plus propices. La migration des hirondelles se fait tout simplement lorsque la nourriture va commencer à se faire rare (Jean, 2006).



En tout, les oiseaux auront couvert six cents kilomètres au-dessus des vagues avant d'atteindre les côtes africaines. Mais leur périple ne fait que commencer. En effet, juste après la mer, elles affronteront le terrible Sahara, tout aussi meurtrier. Mais pour celles qui auront survécu à tous ces périples, la destination finale sera facile à atteindre (Regnier, 2006). Elles se trouvent alors à 5800 kilomètres de leur étable natale. Elles profiteront de leur séjour en Afrique pour se refaire une beauté. Dès la mi-janvier, les hirondelles refont le trajet en sens inverse, affrontant les mêmes dangers qu'à l'aller. Et à la mi-février, annonciatrice du printemps qui revient (Jean, 2006).

Une hirondelle mâle, dès qu'elle est de retour d'Afrique, se met à la recherche du meilleur nid pour l'année à venir. En effet, lorsqu'elles migrent en Afrique, les hirondelles abandonnent leur nid, tant et si bien que les premières de retour de la migration peuvent ainsi se réserver les meilleurs nids. Parfois, des disputes éclatent pour la possession d'un ou plusieurs nids (Les hirondelles ont parfois plusieurs nids) (Jean, 2006). Une fois en possession du nid, le mâle y apporte quelques modifications, la principale étant qu'il rehausse le bord du nid à l'aide de boue. Puis il se rend aussi maître de plusieurs perchoirs disséminés partout aux alentours. Pour marquer son territoire, il entonne un chant agressif destiné à éloigner les autres mâles. Une fois son territoire bien délimité, le mâle peut se livrer à un exercice bien plus difficile: faire la cour à une femelle. Pour cela, il se pose sur l'un de ses perchoirs (fil, clou...) et chante de manière à charmer la première belle hirondelle qui passera (Isenmann,2000).



Figure 03 : L'Hirondelle rustique dans son habitat (Jean, 2006).

3. Biologie de reproduction :

Le cycle de reproduction de l'hirondelle comprend la formation du couple, l'accouplement, la construction du nid, la formation de l'œuf, la ponte, la couvaison et



l'élevage des oisillons (Møller 1985) ces activités peuvent différer dans leur durée et leur coût énergétique (Ettinger et King, 1980).

3.1. La période d'arrivée :

La période d'arrivée varie selon l'espèce ; Mars pour les Hirondelles rustiques. Mais elle peut s'étendre sur plusieurs semaines pour une même espèce : de mi-mars à au mois d'avril dans la plupart des aires de nidification (Møller 1994). Ce sont les mâles qui arrivent les premiers, à la conquête d'un nid ou d'un territoire les femelles les rejoignent plus tard et les trouvent déjà prêts pour la reproduction (Tompson 1992).

3.2 La construction du nid :

L'hirondelle est une espèce migratrice qui s'installe dans nos régions à partir du printemps pour se reproduire (Daoudi,2005). Dès leur arrivée, une fois les couples formés, les individus vont s'affairer à la construction des nids(Brugiere,1996). Le choix du site de nidification dépend entre autre de la proximité de plans d'eau mais aussi de la présence humaine (Saeran, 2005). Le nid construit en priorité dans les étables, écuries, granges, l'idéal étant que le plafond comporte des solives, peut être installé dans un garage, cave, sous les ponts, intérieur des maisons, sous ou sur une corniche, protégé de la pluie, est garni intérieurement d'une couche plus ou moins épaisse de plumes(Regnier,2006).

Le nid est de forme hémisphérique avec une ouverture circulaire placée vers la partie supérieure. L'exiguïté de cette entrée permet plus facilement la défense du domicile, et a pour but d'empêcher les autres oiseaux de s'introduire.

Le nid est maçonné par les deux parents avec une fine boue qu'ils se procurent dans les mares et sur les rives d'étang ou de rivière. Cette boue se lie plus facilement, mais comme on ne la trouve en assez grande quantité que lorsqu'il pleut, les hirondelles s'empressent de profiter de cette circonstance. Elles se réunissent souvent, mettent leurs efforts en commun, et façonnent des nids pour plusieurs ménages, profitant ainsi des matériaux précieux.

Les petites boules de boue sont mélangées avec de la salive qui cimente le tout. Pendant que plusieurs apportent les matériaux, la mère donne au nid sa forme, polit la boue détrempee et par le frottement de ses plumes, fait disparaître toutes les aspérités qui pourraient blesser les petits. La terre employée est fortifiée de brins de paille entremêlés dans l'épaisseur des parois ; la couche intérieure est garnie d'une grande quantité de plumes (Regnier,2006).



Figure 04: Le nid des hirondelles rustiques après sa construction (fenghour,2016).

3.2. La période de départ :

Est plus étalée. Elle a lieu, en septembre pour la plupart des hirondelles rustiques. Pour une même espèce, il y a des oiseaux précoces et des retardataires, l'hirondelle rustique voit des jeunes partir dès juillet tandis que d'autres individus sont encore aperçus en novembre ! Le départ d'une population d'un village est souvent précédé de « préparatifs » : vols et cris particuliers (Isenmann ,2000).

3.3. La reproduction :

Chez les hirondelles, l'accouplement a lieu dix jours avant l'initiation de la ponte (Møller, 1985), et la ponte commence en moyenne 16 jours après les formations du couple (Møller, 1994).

3.3.1. La ponte des femelles hirondelles :

Quelques jours plus tard du couplement des hirondelles, la femelle pond un premier œuf. Elle en pondra entre trois et cinq autres, à raison d'un par jour. Elle attendra d'avoir pondu le dernier œuf avant de commencer à couvrir. La grandeur de ponte varie entre 2 à 7 œufs blancs tachetés de roux par femelle (Cramp, 1988) (Figure.05).



Figure 05 : Le premier œuf pondu par l'hirondelle rustique (Fenghour, 2016)

3.3.2. La couve des œufs :

La femelle couvera ses œufs 15 jours durant, un peu moins s'il fait beau et un peu plus si le temps est froid. La durée d'incubation varie entre 11 à 21 jours (Perrins et Cuisin 1987), la femelle ne les quittant que pour aller s'alimenter, car le mâle ne la nourrit pas pendant la durée de l'incubation (Sakraoui, 2012).



Figure 06 : L'incubation des œufs (Fenghour, 2016)

3.3.3. L'éclosion :

Deux semaines plus tard, la femelle de l'hirondelle aura le bonheur d'assister à l'éclosion de ses œufs. Il sortira de chacun d'eux un petit poussin tout laid et tout fripé, sans l'ombre d'une plume. Leur mère continuera de les couvrir comme s'ils n'avaient jamais éclos (Figure 7) (Daoudi, 2005).

Petit à petit, la mère couve de moins en moins ses petits, pendant que le père fait la navette pour donner la becquée aux petits affamés. Bientôt, la femelle le rejoindra dans ses allers et



retours (Schmid, 1995) (Figure8, 9). Les pullis grandissent et quittent le nid au bout de 20 jours (Cramp, 1988)



Figure 07: L'éclosion des œufs et observation des oisillons (Fenghour, 2016).



Figure 08: Le nourrissage des poussins hirondelles (Fenghour,2016)



Figure 09: Les oisillons de l'hirondelle rustique pendant le nourrissage



A partir de ce jour, les jeunes hirondelles sont nourries, toujours à la becquée, mais depuis un perchoir et non depuis le nid (Figure10). Elles commencent à chasser, mais le gros de leur nourriture est toujours fourni par leurs parents. Puis, soudainement, le couple chasse ses enfants, ne les laissant plus approcher trop près du nid. Dès le milieu du mois d'août, les premières hirondelles commencent à quitter le pays (Brugiere, 1996).



Figure 10 : Les petits poussins de l'hirondelle rustique (Fenghour, 2016).

4. Régime alimentaire :

L'hirondelle rustique est un oiseau sociable qui se réunit en groupe composé d'une centaine d'individus pour des longues expéditions. Elle passe beaucoup de temps à voler à la recherche des insectes pour se nourrir. Pour y parvenir, elle a besoin de zones dégagées afin de pouvoir chasser ses proies et trouver des points d'eau pour s'abreuver. Elle se rend par conséquent dans les prairies, près des cours d'eau, dans les parcs et jardins afin d'y trouver une source suffisante des insectes.

La population des Hirondelles rustiques se classe parmi les oiseaux qui ont une grande importance écologique et économique par leur régulation du nombre d'insectes nocifs dans le milieu, car une nichée nécessite environ 120000 mouches au minimum par saison (Manco *et al.*, 2010).

Ce régime alimentaire varie en nombre et en espèce selon la période de l'année (Turner, 2006) qui change selon la disponibilité des proies et selon les conditions environnementales et les conditions climatiques journalières (Schulze Hagen, 1970 ; Turner, 1982 ; Turner, 2006).



La composition spécifique du régime alimentaire dans le nord-africain et selon Sakraoui *et al.*, (2012) et essentiellement de Diptères, d'Hyménoptères, des coléoptères, des hémiptères, des orthoptères et enfin des odonates.

Une étude du régime alimentaire de l'hirondelle rustique faite par Doumandji en 1988 à Bordj el Kiffan révèle que cette espèce mange des insectes composés de 57,4% d'Hymenoptera, 32.3% de Coleoptera, 6,6% d'Homoptera , 3,6% de Diptera et 0,1% regroupes les odonates, Orthoptera et Lipedoptera.



2. L'hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* (Linnaeus, 1758)

2.1. La morphologie de l'espèce

L'hirondelle de fenêtre Légèrement plus petite que sa cousine rustique mesure de 12 à 13 cm pour une envergure de 26 à 29 cm et un poids de 15 à 21 g.

Elle se distingue de l'hirondelle de cheminée par le croupion blanc pur, la queue est moins fourchue, pas pourvue de filets. La tête, le dos, les ailes et la queue sont noir-bleu, le dessous est essentiellement blanc, les pattes et les pieds sont emplumés de blanc. Le juvénile est parfois grisâtre sur les côtés de la poitrine (Snow et Perrins.1998)

L'hirondelle de fenêtre est l'une des plus petites hirondelles de nos régions ; elle mesure entre 13,5 et 15 cm de long (Singer 2008) et possède une envergure de 28 cm (Géroutet .1998). Il n'existe pas de dimorphisme sexuel chez cette espèce mais il est possible de différencier les adultes, des juvéniles (Sériot & Alvès 2002, Peterson et al. 2006).

Les adultes possèdent un croupion blanc ainsi que le ventre, le haut de la poitrine et les pattes ; le dos, les ailes et la queue sont noirs avec des reflets bleus (Peterson et al. 2006, Singer 2008). La queue est courte et échancrée mais sans filet (Peterson et al. 2006). Les juvéniles contrairement aux adultes ont le dos brun-noir sans reflet bleu (Peterson et al. 2006, Singer 2008).



Figure11 : L'hirondelle de fenêtre (Gill et Donsker, 2017).



2.2. Habitat et migration

L'hirondelle est commensale de l'homme. La présence de zones de chasse est primordiale dans l'installation des couples. Ces zones sont tous les pâturages, prairies, bocages, marais, étangs, cours d'eau, parcs et jardins qui sont propices à la présence d'insectes. Elle a le même type d'habitat que l'hirondelle rustique, mais elle est plus citadine et montagnarde, avant que l'homme ne construise des édifices, l'hirondelle de fenêtre vivait volontiers à proximité des falaises. Elle niche en colonies dans les villes et villages, mais aussi sur les parois rocheuses des régions inhabitées.

En dehors de la période de reproduction, les hirondelles de fenêtre se rassemblent en dortoir dans les arbres, et non dans les roselières comme l'hirondelle rustique. Contrairement à sa cousine "rustique", l'hirondelle de fenêtre ne se trouve pas en Amérique. Elle peuple toute l'Europe, l'Afrique du Nord-Ouest, l'Asie centrale, toute la moitié Nord de l'Asie excepté l'extrême nord de la Sibérie (Ipo, 2013).

Les hirondelles se rassemblent en groupes pouvant parfois compter plusieurs milliers d'individus à l'automne avant de partir hiverner vers le sud. Ce sont des migratrices au long cours, le plus souvent diurnes, capable de faire plus de 10000 Km avec seul carburant quelques grammes de graisses. Les raisons qui poussent les hirondelles à migrer sont essentiellement liées à la saisonnalité des ressources alimentaires. En effet en été (hémisphère nord : juin à août / hémisphère sud : décembre à février) il y a abondance de nourriture (MeedatMnhn, 2001).

Parmi les nombreux obstacles, deux sont particulièrement redoutables :

- La mer Méditerranée ; lorsqu'elles sont trop épuisées il arrive qu'elles se posent sur des bateaux pour effectuer la traversée (Sériot J, 2004).

- Le Sahara, qu'elles traversent sur un large front. Afin de les franchir en une traite, il leur arrive de poursuivre leur vol la nuit (Schmid H, 1995).

En Algérie, les Hirondelles de fenêtre nichent abondamment dans les agglomérations du tell, au sud jusqu'à Ain Sefra, Biskra, Laghouat, et Ghardaïa (Isenmman et Moali, 2000 in Lahlah 2010). D'autre colonies ont été observées dans certaines régions de l'atlas saharien, tel que Aflou et El-Bayad et même dans des régions de l'extrême ouest de l'Algérie (Isenmman et Moali, 2000 in Lahlah 2010).



L'hirondelle de fenêtre est un oiseau migrateur qui niche dans tout le paléarctique ; autour du bassin méditerranéen, à l'ouest de l'Europe, Chypre, Palestine, La Turquie et le Nord de la Grande Bretagne. Elle est également présente à travers l'Asie centrale et Nordique, l'Iran méridional, l'Himalaya, et la Chine méridionale. Elle se reproduit sporadiquement en Afrique et en Namibie du nord-ouest (Snow & Perrins 1998). L'Hirondelle de fenêtre n'est pas observée sur le continent Américain (Géroutet 1998).

Cette espèce hiverne dans les zones afro tropicales et les régions orientales (Sud et le Sud-est de l'Asie (Turner & rose 1989, Johnston 1993) fig. 01.

Le départ des colonies d'hirondelle de fenêtre vers sites de nidification se produit en janvier, cependant le mouvement vers les quartiers situés plus au nord en Europe se fait plus tard vers la deuxième moitié du mois d'avril et début du mois de mai (Snow & Perrins 1998).

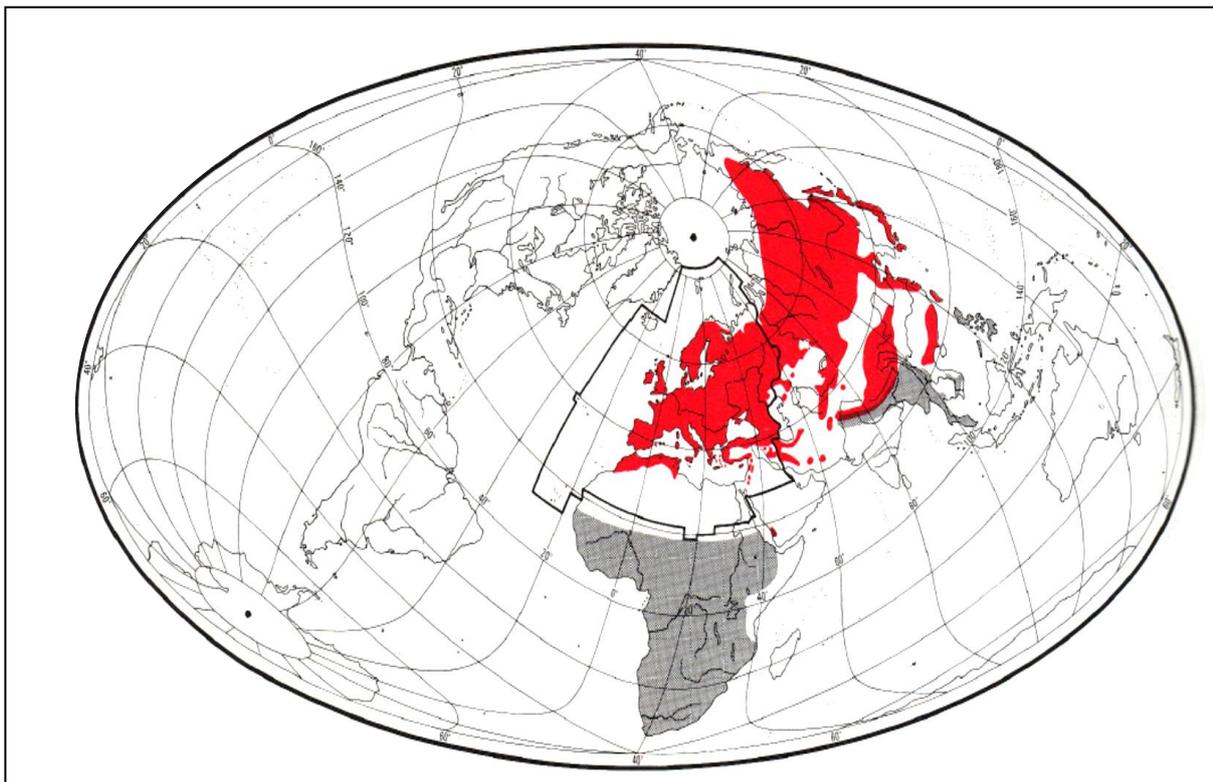


Figure.12 : L'aire de répartition de l'hirondelle de fenêtre d'après Cramps & Perrins(1994).

 Aire de nidification.  Zone d'hivernage.



2.3. Biologie de reproduction

2.3.1. La période d'arrivée

Les males arrivant les premiers à la colonie, sélectionnent le site pour construire le nid ; ils peuvent visiter plusieurs endroits différents avant de se décider (Sériot & Alvès 2002). Toutefois, ils peuvent également occuper un nid déjà construit car la structure du nid de l'hirondelle lui permet de subsister plusieurs années, de 4 à 10 ans selon qu'il soit bien situé ou non (Cramp & Ward 1934, Géroutet 1998). Les males les plus précoces ont la possibilité d'obtenir un territoire de plus haute qualité et cette qualité dépendra seulement de la situation du nid dans la colonie (Møller1994).

Toutefois, il faut tenir compte qu'en plus d'être fidèles à leur colonie d'origine, les hirondelles sont également fidèles à leur nid, près de 7% des adultes réutilisent le même nid chaque année et les autres occupent un emplacement à moins de 35 mètres du nid de l'année précédente (Møller1984, Walravens & Langhendries 1985) ; pour les juvéniles, la distance est de 75 mètres par rapport à leur lieu de naissance (Walravens & Langhendries 1985). Cette fidélité influence fortement la sélection du site de nidification car il restreint l'offre aux alentours du lieu de naissance pour la majorité des hirondelles. Néanmoins, nous allons décrire les paramètres abiotiques et biotiques qui influenceraient cette sélection.

2.3.2. La construction du nid

Le nid est une coupe convexe nettement fermée fixée au-dessous d'un rebord approprié, avec une ouverture étroite dans sa partie supérieure. Il est construit par les deux partenaires avec des boulettes de boue recueillies dans leurs becs, et il est tapissé d'herbes, des cheveux ou d'autres matériaux moelleux. La boue, ajoutée en couches successives, est prélevée à proximité au bord d'étangs, de ruisseaux ou de flaques. L'intérieur est lissé de toute aspérité, les parois fortifiées avec des morceaux de paille¹⁰. La construction prend de 10 à 18 jours ; le nid mesure de 12 à 15 cm de diamètre pour une hauteur de 9 à 13 cm. L'Hirondelle de fenêtre niche souvent en groupes, et les nids peuvent être construits en coopération. Une colonie de moins de dix nids est classique, mais il a été enregistré des colonies comptant des milliers de nids (Marc walravens, 1985). Contrairement à l'hirondelle de cheminée, celle de fenêtre possède un nid complètement fermé, donc le monitoring par d'autres individus est



plus difficile ce qui suggérerait que la visibilité du nid aurait moins d'impact (Fujita & Higuchi 2007).



Figure 13 : La construction du nid des hirondelles de fenêtre (Gill et Donsker, 2017).

2.3.3. La période de départ

En ce qui concerne le départ du site de nidification, les jeunes peuvent commencer la migration à la mi-juillet mais la majorité des individus partent dès la seconde quinzaine de septembre jusqu'à octobre voire novembre pour les plus tardifs (Géroutet 1998). La longueur du trajet varie de 6000 à 10000 kilomètres ; cependant, le lieu exact d'hivernage est mal connu pour les hirondelles de fenêtre nichant chez nous. La région des grands lacs en Afrique (Kenya, Zambie, Ouganda) est avancée comme quartier d'hiver (Géroutet 1998).

2.4. La reproduction

La saison de reproduction varie selon la distribution. Cette espèce peut produire deux couvées.

2.4.1. Première Nichée

La première nichée se déroule le plus souvent dans un ancien nid rénové La ponte pour la première nichée débute entre fin mai et début juin avec une moyenne au six juin, la femelle pond un œuf par jour mais si des conditions météo sont défavorables, la quantité d'insectes diminue et la femelle peut interrompre de pondre durant quelques jours (Bryant 1979, Géroutet 1998).



L'impact de cette interruption est non négligeable car si elle dure plus de deux, trois jours, cela peut impliquer une diminution du nombre de jeunes dans la portée mais aussi compromettre les chances de réaliser une seconde nichée ; 60% des parents ne feront pas de deuxième nichée si l'interruption est trop longue (Bryant 1979). En règle générale, le nombre d'œufs pondus pour la première nichée est de quatre à cinq œufs de couleur blanche (Géroudet 1998). L'incubation des œufs est réalisée par les deux parents mais la femelle y consacre plus de temps (Møller 1994) car contrairement au male, elle perd des plumes au niveau du ventre qui forme une plaque incubatrice tenant les œufs plus au chaud (Sériot & Alvès 2002). L'incubation dure en moyenne 12 à 19 jours et l'éclosion des différents œufs se fait avec un décalage de 1,14 jours (Géroudet 1998, Sériot & Alvès 2002).

L'élevage des jeunes est accompli par le male et la femelle et dure entre 19 et 25 jours (Géroudet 1998) ; la fréquence de nourrissage des jeunes varie entre 134 fois à 405 fois par jour selon la taille de la nichée, celle-ci a tendance à diminuer quand la nichée est plus petite (Bryant & Gardiner 1979, Bryant & Westerterp 1983). Le nombre de jeunes à l'envol dépendra de la durée de jour disponible par jeune pour le nourrissage, de la disponibilité en nourriture qui est directement liée aux conditions météo et de la température ; une température inférieure à 10°C a un effet sur la survie des jeunes (Stokke et al. 2005). Une fois les jeunes sevrés, ils se joignent à d'autres groupes pour chasser et dorment dans un nid même loin de leur lieu de naissance ou bien ils restent près de leur nid natal et peuvent aider leur parent pour la seconde nichée (Géroudet 1998).



Figure 14 : Les œufs de l'hirondelle de fenêtre (Gill et Donsker, 2017).



4.2. Deuxième nichée :

Dans cette partie, nous mettrons seulement en avant les différences présentes avec la première nichée. Dans une colonie, entre 58% et 76,5 % des couples réaliseront une deuxième nichée qu'ils entameront début juillet et au plus tard mi-août et il n'y aurait plus de nouvelle nichée après le 10 août (Bryant 1979, Géroudet 1998, De Lope et al. 1998). Cette deuxième nichée peut se dérouler soit dans le même nid que la première nichée ou bien dans un nouveau, 21 à 38 % des couples changeraient de nids entre les deux nichées (Walravens & Langhendries 1985, De Lope et al. 1998, Sériot & Alvès 2002).

La deuxième possibilité serait la plus probable car les nids de l'hirondelle de fenêtre sont infestés de parasites qui ont un effet non négligeable sur le développement des jeunes (Møller et al. 1994). Un des parasites étudiés est *Oeciacus hirundinis*, il se développe dès la première nichée mais il a moins d'impact à cette période car les insectes sont plus abondants et les parents peuvent compenser la perte due aux parasites par une augmentation de la fréquence de nourrissage (Møller et al. 1994).

Néanmoins, le parasitisme peut augmenter l'intervalle de temps entre la première et la deuxième nichée (De Lope et al. 1998). Lors de la seconde nichée, les parents ne peuvent pas compenser cette perte car il y a une diminution de l'abondance des insectes au cours de la saison (Møller et al. 1994).

L'effet majeur des parasites est la diminution de la croissance et de la survie des jeunes, les jeunes parasités ont un poids plus faible que les non parasités, plus de 8%, et une corrélation est présente entre le nombre de parasites et la diminution de poids (Møller et al. 1994). Donc le parasitisme accroît le coût de la reproduction pour les parents tout en diminuant le succès reproducteur de ceux-ci car le nombre de jeunes à l'envol est plus faible (Møller et al. 1994). C'est pour cette raison qu'il serait préférable pour les parents de changer de nid entre les deux couvées car lors de la construction d'un nouveau nid, le délai avant l'installation des parasites est de près de deux semaines impliquant une densité plus faible de parasites quand les jeunes seront là (Gauthier & Thomas 1993).

La deuxième couvée est significativement plus petite que la première, de trois à quatre œufs (Bryant 1979, Christe et al. 2001). Bryant et Westerterp ont déterminé que cette plus



petite taille serait une adaptation au jour plus court et donc à la diminution du temps permis pour la chasse (Bryant & Westerterp 1983).

Pour conclure ces deux nichées, les parents les plus reproductifs peuvent atteindre plus de 9 jeunes en une saison grâce à l'abondance de nourriture et la seconde nichée est possible car ces parents sont arrivés tôt et il leur reste assez de temps pour la réaliser (Bryant 1979).

5. Régime alimentaire

L'Hirondelle est strictement insectivore. Elle se nourrit essentiellement d'insectes aériens, en particulier des Diptères qu'elle capture en vol. Les deux parents chassent en vol des insectes qu'ils agglutinent dans leur bec avant de les livrer à leur progéniture. Une becquée peut être composée d'une vingtaine d'insectes de tous types (fourmis volantes, tipules, syrphes, mouche, libellules, etc.) Les allées et venues des parents peuvent se répéter près de 400 fois par jour. Durant l'élevage de ses jeunes, l'hirondelle de fenêtre apportera au nid jusqu'à 7 g de nourriture par jour, ce qui représente plus de 7000 insectes.

En général, les vols de chasse sont observés du ras du sol ou de l'eau jusqu'à sept à huit mètres de hauteur, mais par beau temps, les vols de chasse se font aussi plus haut, jusqu'à 200-300 m. Le régime alimentaire comprend également des Hémiptères, des Coléoptères, des Hyménoptères, des Lépidoptères et des Odonates. Accessoirement des chenilles, des araignées ou des fourmis sont consommées à terre ou contre des murs.

La chasse se déroule en groupe où le départ et le retour à la colonie sont très synchronisés entre les individus (Géroutet 1998). Les hirondelles chassent à une altitude moyenne de 21 mètres ; cependant par beau temps, elles peuvent atteindre plus de 100 mètres de haut (Sériot & Alvès 2002) ; la chasse se déroule à une distance de 100 mètres à plusieurs kilomètres de leur nid mais plus généralement à 500 mètres (Møller 1994, Sériot & Alvès 2002).

En Algérie, Kisserli (1997) mentionne que dans les fientes de *Delichon urbica*, les proies les plus fréquemment capturées par l'hirondelle de fenêtre appartiennent aux Hyménoptera avec un taux de 57,1 % suivis par les Coleoptera avec 35,2%, les Heteroptera



avec 5,8%, les Homoptera avec 1,0% et les Diptera avec 0,7%. Les autres catégories alimentaires tels que les odanoptera, les Orthoptera, les Dermapterra et les Lipedoptera n'interviennent que très faiblement.



Figure15 : Le nourrissage des jeunes (Gill et Donsker, 2017).



Chapitre II : Description du site



Chapitre II : Présentation générale de la région d'étude

1. Situation géographique de la wilaya de Tébessa

Notre étude est réalisée sur le territoire de la wilaya de Tébessa qui est située au Nord-est de l'Algérie « 35° 24 N, 8° 6 E », avec ses 13,878 km² (13.87800 ha) et compte une population estimée à la fin 2015 à 730.306 habitants (Sbiki, 2016). La wilaya de Tébessa est située au Nord-est de l'Algérie avec ses 13 878 km² se rattache naturellement à l'immense étendue steppique du pays, elle est limitée : au Nord par la wilaya de Souk-Ahras, à l'Ouest par les wilayas d'Oum El-Bouaghi et Khenchela, au Sud par la wilaya d'El-Oued, à l'Est, sur 300 km de frontières, par la Tunisie (Anonyme, 2001). La configuration territoriale et l'organisation administrative ont subi depuis 1974, date de promotion de Tébessa au rang de wilaya, des restructurations et des corrections successives portant à 28 le nombre de communes, encadrées par 12 daïras (Fig.16).



Figure 16 : La situation géographique de la wilaya de Tébessa (Anonyme, 2001)

2. Facteurs abiotiques

2.1 Relief

Par sa situation géographique, la Wilaya de Tébessa chevauche sur des domaines physiques différents (Anonyme, 2011a) :

- **Au Nord**, le domaine Atlasique à structure plissée, constitué par : Les Monts de Tébessa dont les sommets culminent au-dessus de 1500 m (Djebel Osmor), 1472 m (Djebel Dyr), 1277 m (Djebel Kmakem) et 1358 m (Djebel Onk).

* Les Hauts plateaux qui offrent des paysages couverts d'une végétation steppique à base d'Alfa (*Stipa tenacissima*) et d'Armoise (*Artemisia sp.*) (Plateau de Darmoun, Saf-Saf-El-Ouesra, Berzguen).

* Les Hautes plaines encaissées et encadrées par les reliefs décrits précédemment. On note



ainsi les plaines de Tébessa, de Morsott, de Mchental et de Bhiret-Larneb.

- **Au Sud**, le domaine saharien à structure tabulaire constitué par le plateau saharien qui prend naissance au-delà de la flexure méridionale de l'Atlas Saharien (Sud du Djebel Onk Djebel Abiod) (Sbiki, 2016).

2.2 Pédologie

La région de Tébessa est estimée en bordure de la zone montagneuse constituant le rebord sud des Hautes plaines. C'est une zone plissée et faillée, où dominent des sédiments d'âge secondaire et tertiaire : calcaire, dolomie, marnes, parmi lesquels se trouvent de roches salines (Trias) (ANONYME, 1985). Trois caractères essentiels rendent compte de la nature des sols de la région de l'étude :

✚ **Texture argileuse** : La texture argileuse prédomine dans tous les sols profonds du périmètre, à quelques exceptions près. Les teneurs en argile varient de 40% à 60% qui occupent au total plus de 30 000 ha.

✚ **Le calcaire** : Le matériau pédologique est extrêmement riche en calcaire. Les teneurs les plus faibles (sols bruns steppiques) ne descendent pas au-dessous de 15% ; les teneurs les plus élevées (sols peu élevées ; sols salins) atteignent 50 à 60%.

✚ **La salure** : la présence de roches salées dans les reliefs entourant le périmètre est responsable de la salure des sols. Les sels, mis en solution dans les eaux de ruissellement ou de drainage profond (nappes phréatiques), sont déposés par le mouvement ascensionnel de l'eau aux points bas. Tous les sols de la partie centrale de la plaine sont salés ; ils occupent au total près de 24 000 ha .

2.3-Contexte Hydrographique:

La Wilaya de Tébessa, chevauche sur deux grands systèmes hydrographiques (Anonyme, 2011b): le Bassin versant de l'Oued Medjerda, lui-même subdivisé en 04 sous Bassins couvrant la partie Nord de la Wilaya. L'écoulement y est exoréique assuré par une multitude de cours d'eau dont les plus importants sont : Oued Mellague, Oued Chabro, Oued Serdies, Oued Kébir et le Bassin versant de l'Oued Melghir, qui couvre la partie Sud de La wilaya. L'écoulement y est endoréique, il est drainé par Oued Chéria, Oued Helail, Oued Mechra, Oued Saf-Saf, Oued Gheznet, Oued Djarech, Oued Serdiess, qui aboutissent et alimentent les zones d'épandage situées au Sud (Fig.16) (Sbiki, 2016) .

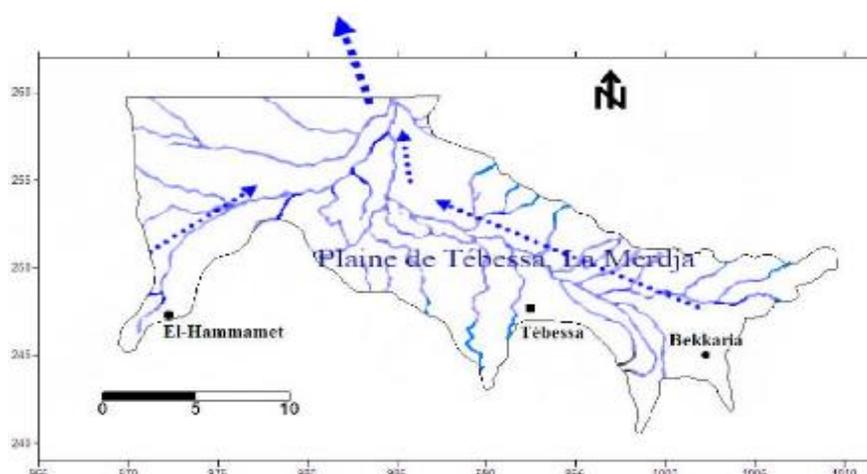


Figure 17: Le réseau hydrographique de la région d'étude (Anonyme, 2001)

2.4. Climat

D'après les données climatiques recueillies au niveau de la station météorologique de Tébessa (latitude : 35°28 Nord ; longitude : 08°07 Est ; altitude : 820 m). La région de Tébessa étant une zone de transition météorologique est considérée comme une zone agropastorale avec une présence d'un nombre important de phénomènes de gelée, de grêle, de crue et de vents violents).

La wilaya de Tébessa se distingue par quatre étages bioclimatiques qui se succèdent du nord au sud :

- ✚ **Le Subhumide (400 à 500 mm/an)** très peu étendu, il ne couvre que quelques îlots limités aux sommets de quelques reliefs (Djebel Serdies et Djebel Bouroumane)
- ✚ **Le Semi-aride (300 à 400 mm/an)** représenté par les sous-étages frais et froids et couvre toute la partie Nord de la Wilaya
- ✚ **Le Sub-aride (200 à 300 mm/an)** couvre les plateaux steppiques de Oum Ali, Saf Saf El Ouesra , Thlidjene et Bir El Ater.
- ✚ **L'Arde ou saharien doux (-200 mm/an)** commence et s'étend au-delà de l'Atlas saharien et couvre les plateaux de Négrine et Ferkane (SBIKI,2016).

2.4.1. La température

Représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'être vivants dans la biosphère (RAMADE, 2003).

Sur une période s'étendant de 1972 à 2012, le mois de janvier est le mois le plus froid avec une température moyenne de 7,46 °C. Le mois le plus chaud est celui de juillet avec une Température moyenne de 25,82 °C (Tab.02).



Tableau 02 : Températures mensuelles maximales (M), minimales (m) et moyennes en °C de la région de Tébessa pour la période 1972- 2012

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jun.	Juil.	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
m (°C)	-3,92	-3,25	-2,68	0,55	4,03	8,84	12,50	12,47	8,80	4,22	-0,21	-3,08
M (°C)	18,83	20,80	24,24	27,70	32,68	37,88	39,14	39,00	35,16	29,28	23,63	19,76
\bar{M} (°C)	7,46	8,78	10,78	14,13	18,36	23,36	25,82	25,74	21,98	16,75	11,71	8,34

Source : Station météorologique de Tébessa

2.4.2. La précipitation

Constituent un facteur écologique d'importance fondamentale, non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres, mais aussi pour certains écosystèmes limnétiques tels que les mares et les lacs temporaires, et les lagunes saumâtres soumises à des périodes d'assèchement (RAMADE, 2003).

Les taux de précipitation dans la région de Tébessa connaissent de grandes variations d'un mois à un autre et d'une année à une autre, où les valeurs les plus élevées sont notées durant les saisons printanière et automnale. Le mois le moins arrosé coïncide généralement avec juillet, où la moyenne des précipitations est égale à 13,81 mm, C'est en septembre que la région reçoit les plus importantes précipitations avec 42,12 mm (Tab.03).

Tableau 03 : Hauteurs mensuelles des précipitations exprimées en (mm) dans la région de Tébessa pour la période 1972-2012

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jun.	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
P (mm)	28,93	25,73	39,86	36,60	38,56	26,93	13,81	27,70	42,12	32,61	34,00	29,05	375,91

Source : Station météorologique de Tébessa

2.4.3. Humidité relative de l'air

Dans la région d'étude, l'humidité relative de l'air connaît de grandes fluctuations, d'une année à une autre et au cours des mois d'une même année. Elle fluctue entre 45,12 et 72,22% (Tableau 3). Les valeurs les plus élevées sont enregistrées durant la période hivernale, et correspondent notamment aux mois de janvier et de décembre où l'humidité relative dépasse les 70%. La sécheresse de l'air s'établit en été, surtout au cours des mois de juin, juillet et août où le pourcentage d'humidité ne dépasse pas les 45% (Tab.04) (SBIKI, 2016)



Tableau 04: Moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air (H.R.) exprimée en (%) pour la période 1972-2012.

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jun.	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy.
H.R. (%)	71,02	67,28	64,03	60,69	54,87	47,79	47,51	45,12	58,85	62,46	69,6	72,22	59,62

Source: Station météorologique de Tébessa

2.4.4. Vents

Sur les 41 ans (1972-2012), les vents dominants sont de direction Ouest-Nord-Ouest (WNW) au cours de tous les mois sauf le mois de juillet, août et décembre ; qui sont caractérisés par des vents dominants de direction Nord-Ouest (NW), seul le mois de septembre est caractérisé par des vents dominants de direction Ouest (W) (Tab.05) (SBIKI,2016).

Tableau 05: Moyenne de la vitesse du vent (m/s) avec leur direction dominante (1972/2012)

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jun.	Juil.	Août.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Vitesse du vent (m/s)	2,91	3,25	3,23	3,49	3,15	2,96	2,98	2,64	2,53	2,40	3,03	2,92
Direction du vent	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW	NW	NW	W	WNW	WNW	NW

Source: Station météorologique de Tébessa

2.4.5. Synthèse climatique

A la fin de la caractériser d'une manière objective le climat de zone d'étude, nous avons élaboré le diagramme Pluvio-thermique de Gaussen et le climagramme d'Emberge.

2.4.5.1. Diagramme Pluvio-thermique

Le diagramme pluviaux-thermique permet d'estimer les éléments du climat d'une région du point de vue précipitations et températures pendant une période donnée et permet également de préciser les périodes sèches et humides la sécheresse s'établit lorsque la pluviosité mensuelle (P) exprimée en (mm) est inférieure au double de la température moyenne exprimé en degrés Celsius ($P \text{ (mm)} < 2 T \text{ (c}^\circ\text{)}$) (Fig.18) (DAJOZ ,1985).

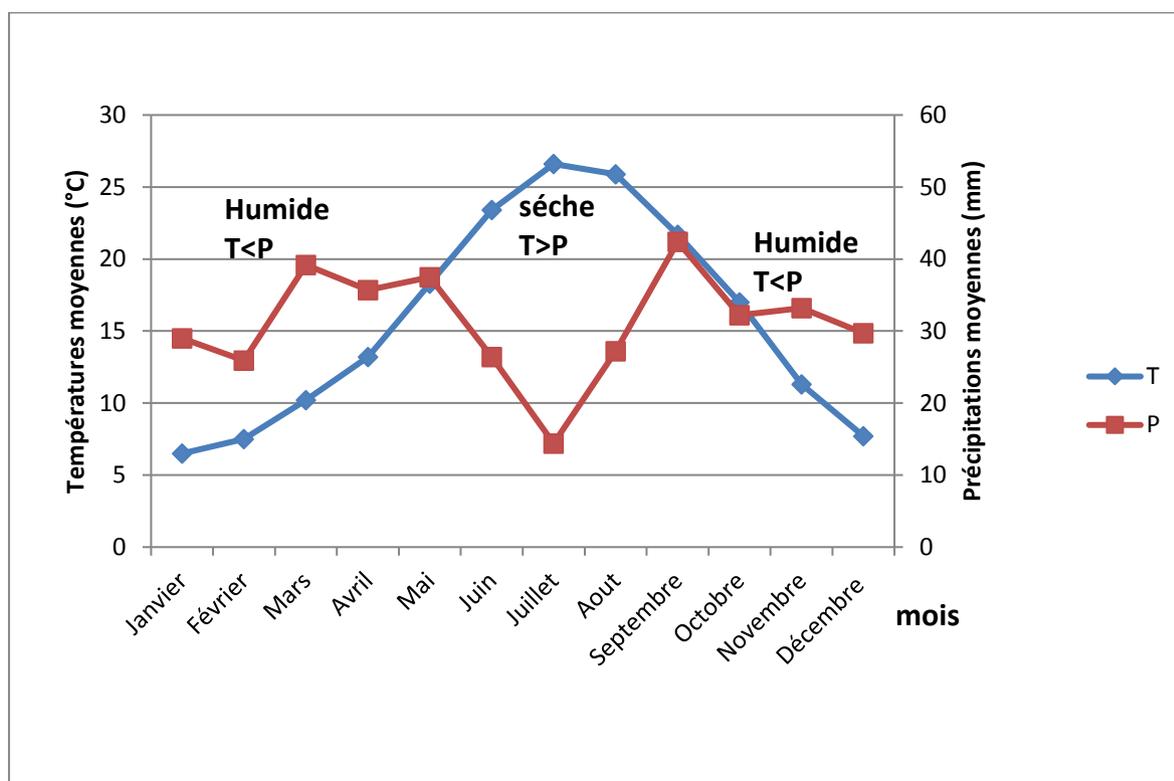


Figure 18 : Le diagramme Ombro-thermique de la région de Tébessa (période 1972-2014)

D'après le diagramme établi à partir des données des températures et des précipitations fournies par la station météorologique de Tébessa, portant sur la période allant du mois de janvier jusqu'en décembre (1972-2014), deux périodes se distinguent (S.M.T., 2015) (Fig. 7).

* La première, froide et humide s'étale sur 8 mois, allant de la mi-septembre jusqu'à la mi-mai.

* La seconde, chaude et sèche se déroule sur 4 mois, depuis la mi-mai jusqu'à la mi-septembre.

2.4.5.2. Climagramme d'Emberger

Selon (EMBERGER, 1971), la région méditerranéenne est subdivisée en cinq étages bioclimatiques. Pour déterminer l'étage bioclimatique de la zone d'étude (Tébessa), il faut procéder au calcul du quotient pluviométrique d'Emberger (Q2).

$$Q2 = (M+m2) \times (M-m) \times 1000$$

D'où M : Température maximale du mois le plus chaud ($M = 36,15^{\circ}\text{C} = 309,15 \text{ K}$).

m : Température minimale du mois le plus froid ($m = 2,15^{\circ}\text{C} = 286,05 \text{ K}$).

P : Précipitation moyenne annuelle $P = 446,96 \text{ mm}$.



Notre région (Tébessa) présente un $Q2 = 138$
 ce qui la classe dans l'étage bioclimatique à végétation semi-aride à hiver froid. (Fig .19).

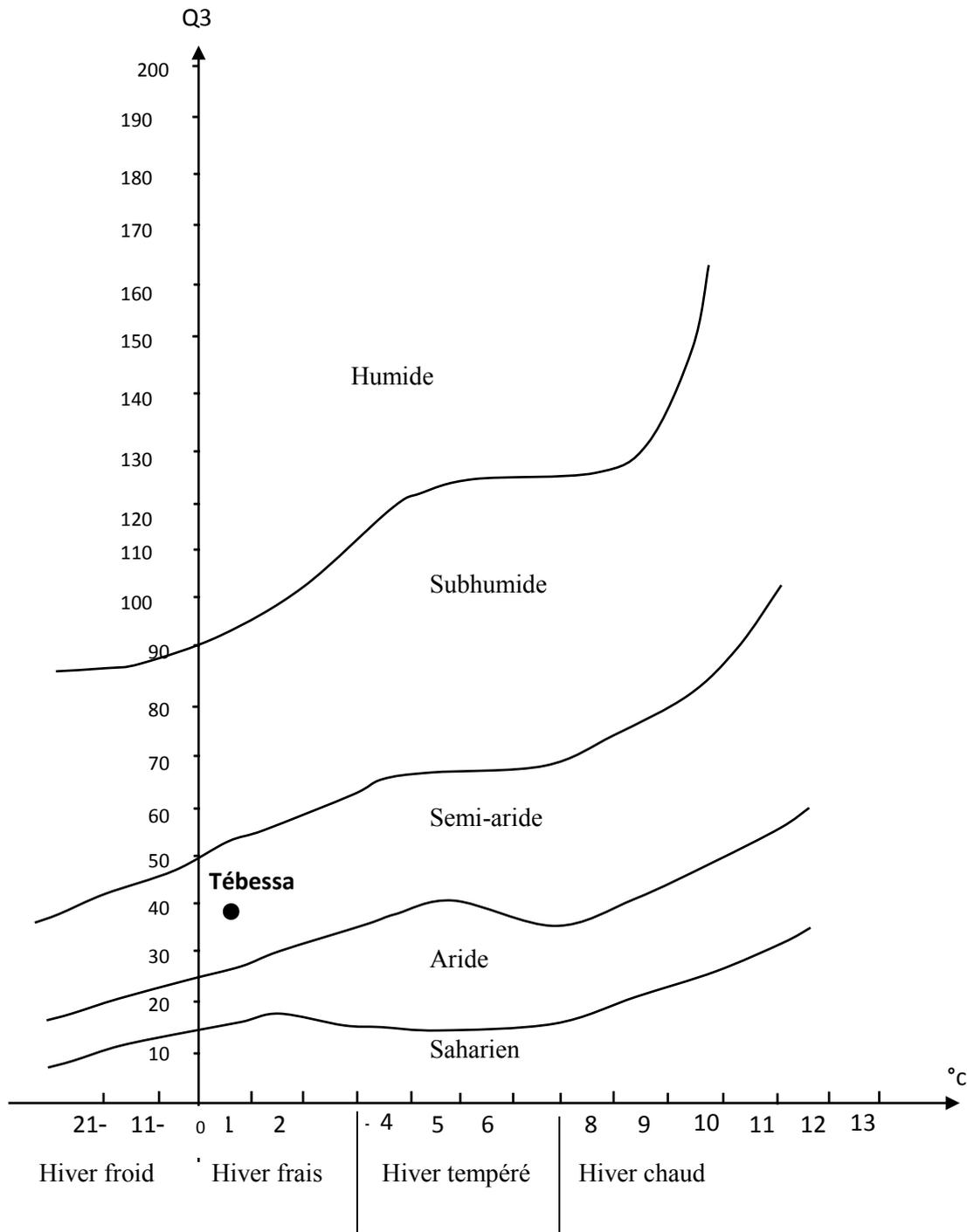


Figure 19 : Le Climagramme d'Emberger de la région d'étude



Chapitre III : Matériel et méthodes



III. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Biologie de la reproduction de l'hirondelle de fenêtre et rustique

1.1 Station d'étude:

Le cadre d'étude est la région de Tébessa et la zone d'échantillon est la cité Mouldi Achouri, dans laquelle s'est déroulée la présente étude.

La cité Mouldi Achouri est située à l'Est de la wilaya de Tébessa bordée au Nord du café jet d'eau et le complexe Mehaya palace au Sud du stade 4 mars et à l'Est par la cité 1^{er} novembre à l'Ouest la cité 4 mars (Fig.20).



Figure 20: La situation géographique de la colonie Mouldi Achouri (Tébessa-Algérie)

Durant les deux années d'études (2015 et 2016), 184 nids de l'hirondelle rustique et 147 nids de l'hirondelle de fenêtre ont fait l'objet de notre étude. Ils sont localisés dans la cité Mouldi Achouri, les nids sont régulièrement construits dans les cages d'escalier des bâtiments, sur le sommet des portes d'accès aux appartements et dans les balcons. Ce site a été choisi pour l'accessibilité des nids. (Figure 21, 22).



Figure 21: Les immeubles de nidification (Fenghour,2016)



Figure 22: L'emplacement des nids :la cage d'escalier et dans les balcons et le sommet des portes(Fenghour,2016).

1.2 Méthodes d'échantillonnage

1.2.1 Caractéristiques et emplacement des nids

Les nids sont construits juste à l'encoignure des portes d'entrée des appartements. Dans chaque étage on peut trouver un certain nombre de nids construits et la plupart des nids sont occupés. La mensuration des hauteurs des nids par rapport au sol et faite par un décimètre.



1.2.2 Les paramètres démographiques

Cette étude a été réalisée par un suivi régulier dès le début de mars jusqu'à la fin d'août pendant deux années successives 2015 et 2016. Une recherche systématique a été réalisée dans tous les immeubles pour localiser les nids, qui ont ensuite été vérifiés au moins trois fois par semaine jusqu'à l'initiation de la ponte afin de repérer les nids occupés (les nids là où il n'y a aucune ponte sont exclus de notre travail).

Les nids occupés ont été visités régulièrement pendant les deux années 2 fois par semaine après l'initiation de la ponte (date de ponte) qui représente la date à laquelle le premier œuf est pondu par nid, jusqu'à ce que le succès de la nidification ait été déterminé : une reproduction réussie (au moins un jeune envolé du nid).

Au cours des suivis on note : le nombre d'œufs pondus par femelle en sachant qu'elle pond un œuf par jour, la date d'éclosion qui est la date où minimum un œuf était éclos, le nombre d'œufs éclos, le nombre de poussins envolés par nid et enfin on note la période d'incubation qui représente le nombre de jours qu'une femelle passe à couvrir les œufs donc la durée en jours entre l'achèvement de la ponte et le début d'éclosion dans chaque nid, le succès moyen à l'éclosion qui correspond au nombre d'œufs éclos sur le nombre total d'œufs pondus, le succès moyen à l'envol qui représente le rapport du nombre de poussins envolés sur le nombre d'œufs éclos, et le succès moyen de la reproduction qui correspond au rapport du nombre de poussins envolés sur le nombre total d'œufs pondus.

Après que les premières couvées sont achevées, les nids ont été suivis pour la recherche d'une seconde ponte, selon les critères illustrés par Møller en 1989 une deuxième ponte a été définie comme au moins deux œufs nouvellement pondus par nid après l'achèvement de la première ponte dans les nids suivis, la présence d'un seul œuf était insuffisante en raison de la possibilité "d'œuf-abandon".

Dès que la deuxième ponte est initiée le suivi des nids est établi par la même méthode de suivi des premières pontes, et les mêmes paramètres de reproduction ont été notés.



1.2.3. Paramètres de la reproduction

Les visites régulières des nids nous ont permis d'effectuer :

- La date de ponte : représente la ponte du premier œuf, pour toutes les dates, le premier avril correspond au jour 1.
- La période de ponte : représente la durée entre la ponte du premier œuf du couple le plus précoce et la ponte du premier œuf du couple le plus tardif.
- La grandeur de ponte : représente le nombre d'œufs qu'une femelle peut pondre.
- La durée de l'incubation : représente le nombre de jours qu'une femelle passe à couvrir les œufs.
- Le succès moyen de l'éclosion : représente le rapport du nombre d'œufs éclos sur la grandeur de ponte.
- Succès moyen à l'envol : représente le rapport du nombre de poussins envolés sur le nombre d'œufs éclos.
- Le succès moyen à la reproduction : représente le nombre de poussins envolés sur le nombre d'œufs pondus (Fig.23) (Chabi, 1998).



Figure 23 : Le nid contenant le premier œuf pondu et les 5 œufs de *Hurindo rustica* dans la colonie Mouldi Achouri (Fenghour, 2016).



1.2.4. Mensuration des œufs :

Chaque œuf a été mesuré à l'aide d'un pied à coulisse (précision 0.01 mm) et pesé en utilisant un peson de 150 g (précision 0.1 g) (Fig.24).



Figure 24 : La détermination de la masse, longueur et largeur des œufs des deux espèces d'hirondelle (Fenghour, 2016)

- **Volume** : Nous avons ensuite calculé le volume en utilisant la formule développée par Manning (1979) :

$$\text{Volume de l'œuf (cm}^3\text{)} V = 0.51 LB^2$$

Où : L : longueur de l'œuf (cm).

B : largeur de l'œuf (cm).

1.3. Analyses statistiques :

Nous avons calculé les moyennes et les écarts types pour les différents paramètres étudiés. Nous avons procédé au test de Student pour étudier la variation des différents paramètres durant toute la période d'étude. Pour tous ces calculs deux logiciels statistiques ont été utilisés ; Minitab 2010 et Excel 2010.



2. Analyse physico chimique et granulométrique du nid des hirondelles

2.1. Prélèvements et analyses du sol

2.1.1. Échantillonnage du sol

Nous avons réalisé un échantillonnage composite pour le sol et les nids. Nous avons analysé d'une part les nids de l'hirondelle de fenêtre (*Delichon urbica*) et les nids de l'hirondelle rustique (*Hirundo rustica*) colonisant la cité Mouldi Achouri de Tébessa et d'autre part 4 échantillons de sol prélevés à des distances respectives d'environ 300,500,1000 et 2000m de la colonie. Leurs couleurs respectifs étaient gris brun, gris foncé, gris peu foncé et gris clair(Fig.25), Les nids qui ont fait l'objet de l'analyse sont prélevés au hasard dans la colonie en 2017 (6 nids de *Delichon urbica* et 6 nids de *Hirundo rustica*) Les prélèvements récoltés sont ensuite déposés dans des sacs stériles et transporter au laboratoire pour effectuer les analyses physicochimiques. Chaque prélèvement a fait l'objet d'une mesure du pH et de la teneur en calcaire, puis d'une analyse granulométrique. Cette analyse implique la dissociation complète du matériau jusqu'à l'état de particules et donc la destruction totale des agrégats et fragments d'agrégats.



Figure 25 : Etapes de préparation de la terre fine à partir des nids des hirondelles du site d'étude



2.1.2. Méthode d'analyse physico-chimique du nid et des sols

But :

Réaliser une analyse physicochimique, d'une part de la terre séchée dont sont constitués les nids des hirondelles de fenêtre échantillonnés, d'autre part des sols relativement proches du site de reproduction. Il s'agit de vérifier si les hirondelles recherchent un type particulier de sol pour façonner leurs nids ou si, elles montrent un certain éclectisme dans le choix du matériau de base de la construction.

Une analyse de la granulométrie, du pH, de la conductivité, de la salinité et du taux de calcaire a été effectuée sur des échantillons des nids et sur des échantillons de sols prélevés à des distances croissantes de la colonie des hirondelles.

2.1.2.1. Détermination du pH :

La mesure de pH est réalisée à l'aide d'un pH-mètre de marque Consort multi paramètre analyser C3030 (Mathieu et Pieltain, 2003).

Avant d'entreprendre les mesures, l'électrode de pH mètre est nettoyer dans de l'eau de robinet puis rincé à l'eau distillée et séché avec papier buvard.

l'opération débute par l'étalonnage de l'appareil à l'aide de 2 solutions de pH 4 et 10. Le p H est mesuré par l'immersion au bout l'électrode dans le bécher contenant dix (10) g de terre fine, à laquelle sont ajoutées 50 ml d'eau distillée. Puis agiter pendant 2 minutes par un agitateur magnétique. Enfin ; laisser le mélange reposer 30minutes. La lecture se fait au niveau du surnageant et les valeurs s'affichent immédiatement sur l'écran du pH mètre.

La mesure du pH de la solution du sol est effectuée sur l'extrait au 1/5 (Soil Survey Division Staff,1993)



Tableau 6 : Echelle du pH des sols (Baize et Jabiol,1995)

pH	Degree de pH	Classe
Hyper acide	<3.3	1
Très acide	3.5-4.2	2
Acide	4.2-5	3
Faiblement acide	5-6.5	4
Neutre	6.5-7.5	5
Basique	7.5-8.7	6
Très basique	>8.7	7

2.1.2.2. Détermination de la conductivité

La conductivité électrique consiste à déterminer les ions inorganiques présent à l'état dissous dans l'échantillon. Ce paramètre est mesuré à l'aide d'un conductimètre de marque Consort multi paramètre analyser C3030 dans le même bécher contenant le mélange décrit précédemment. La lecture se fait au niveau du surnageant et les valeurs s'affichent immédiatement sur l'écran du conductimètre.

2.1.2.3. Détermination de la salinité

Ces mesures ont été obtenues selon la méthode décrite ci-dessus en utilisant le même appareil consort multi paramètre analyser C3030 (**Mathieu et Pielain, 2003**).

Selon l'échelle de salinité des sols in Mathieu et al (2003), on a 04 classes :

- Classe 1 : sols non salés, la CE varie entre 0.17 à 0.35dS/m.
- Classe 2 : sols salés, la CE est 1.5dS/m.
- Classe 3 : sols très salés, la CE varie de 2.23 à 3.17dS/m.
- Classe 4 : sols extrêmement salés, la CE varie entre 4.23 et 12.52dS/m.



2.1.2.4. Taux de calcaire total

a-Principe :

On décompose le calcaire = carbonate de Ca + CaCO_3 de poids moléculaire 100 par un acide fort (acide chlorhydrique). On mesure le volume du CO_2 (PM : 44) obtenu et on calcule le poids. (Dermech et al. 1982)



100g de CaCO_3 dégage 44g de CO_2

b-Réactif :

HCl dilué : 1/3 : 1ml HCl + 3ml d'eau distillée

N.B : Verser toujours l'acide sur l'eau

c-Mode opératoire :

-Prendre 10ml d'HCl dilué dans un bécher de 50ml

-Peser le bécher avec l'acide = p1

-Prendre 10g de terre fine, verser la terre petite à petit dans le bécher contenant l'HCl=P1

-Agiter le bécher et laisser reposer quelques minutes puis réagiter une demi-heure.

-Peser le bécher avec son contenu, agité, laisser reposer quelques minutes, puis reposer quelques minutes, puis reposer. Noter le poids après la stabilisation=P2

d-Calcul :

Poids du CO_2 dégager = Poids du bécher + acide + sol (avant la réaction) - Poids du bécher + acide + sol (après réaction)

% CaCO_3 = Poids du CO_2 dégager x 2,274 x 100/poids du sol

% CaCO_3 = Poids du CO_2 x 227,4/ Poids du sol



Selon les normes de **Baize (2000)** concernant les teneurs en calcaire on a :

- Classe 1 : <1% horizon non calcaire.
- Classe 2 : Sol peu calcaire ; avec un taux de calcaire de 1% à 5%.
- Classe 3 : Sol modérément calcaire, le taux oscille entre 5% et 25%
- Classe 4 : Sol fortement calcaire, le taux oscille entre 25 et 50%.
- Classe 5 : Sol très fortement calcaire, le taux oscille entre 50 et 80%.
- Classe 6 : Sol excessivement calcaire >80%

2.1.2.5. La texture :

a-But :

Détermination de la texture par l'humidité de saturation.

b-Principe :

Elle consiste à mesurer le % d'humidité du sol (Y) et le comparer à une échelle qui détermine la texture qui lui est correspondante. Sachant que plus une terre est lourde, plus elle retient davantage l'eau. (**Allouche et al, 2000**)

c-Mode opératoire :

- Peser 50g de sol
- Imbiber d'eau goutte à goutte en mélangeant jusqu'à l'obtention d'une pâte qui devient luisante et glissante lorsqu'on incline le récipient, et lorsqu'on fait passer la spatule, elle ne colle pas à la surface.
- Laisser reposer 1heure de temps : si l'eau s'accumule à la surface, ajouter de la terre et reprendre à 0, mais l'échantillon se rétracte et devient sec, ajouter de l'eau.

P_1 = Poids du bécher vide



P_2 = Poids de la pâte mouillée + Le bécher

P_3 = Poids du bécher + la terre sèche à la sortie de l'étuve

d-Calcul :

$X_1 = P_2 - P_3$ = Poids de l'humidité

$X_2 = P_3 - P_1$ = Poids du sol sec

Le % d'humidité serait égal

X_1 X_2 g de sol sec

Y 100g de sol sec

Tableau 7: Echelle de texture des sols (Anonyme, 1975).

% d'humidité	Texture
<23%	Sableuse
23-29%	Sablo-limoneuse
29-38% :	Limono-sableuse
38-45%	Limon-argileuse
45-60%	Argilo-limoneuse
>60%	Argileuse

3. Analyse microbiologique du nid des hirondelles

3.1. Prélèvement et analyse du nid

3.1.1. Echantillonnage

Le nid de l'hirondelle a été prélevé du site d'étude parmi plusieurs nids qui forment les colonies d'hirondelles.

Le nid est déposé dans un sac stérile et transporté au laboratoire pour effectuer les analyses microbiologiques.



3.1.2. Préparation de la suspension du sol et les dilutions

Premièrement, le broyage du nid a été effectué jusqu'à l'obtention d'une terre fine puis passé la terre dans un tamis de 0.25 mm de diamètre pour éliminer toutes les débris notamment, les plumesetc.

Puis, 10 g de terre fine ont été déposés dans un bécher stérile et 100 ml d'eau physiologique stérile ont été rajoutés et puis laissés décanter pour procéder ensuite à des dilutions jusqu'à l'ordre de 10^{-3} .



Figure 26 : Les nids des hirondelles de la colonie Mouldi Achouri (Fenghour, 2016)

➤ Préparation des dilutions

Pour l'échantillon du sol, il convient de pratiquer plusieurs dilutions. Ainsi, après une homogénéisation de la solution par l'agitateur pendant une minute. Les dilutions allant de 10^{-1} jusqu'à 10^{-3} sont préparées avec l'eau physiologique stérile qui est distribuée stérilement dans les tubes à raison de 9 ml par tube.

A l'aide d'une pipette graduée stérile de 1 ml, on prélève 1ml de la suspension mère et l'introduit dans le premier tube;

A partir de cette dilution 10^{-1} , prélevée par une autre pipette graduée stérile 1 ml de la dilution et déposée dans le deuxième tube qui représente la dilution 10^{-2} et on fait la même chose pour le troisième tube pour obtenir la dilution 10^{-3} .

Enfin, ces dilutions vont servir pour l'ensemencement des différents milieux de cultures qu'ils soient sélectifs ou non, solide ou liquide.



3.2. Méthodes d'analyse microbiologique

Les analyses microbiologiques effectués sur l'échantillon du sol a pour but d'isoler et dénombrer les germes totaux, coliformes fécaux, Entérobactéries, coliformes totaux, streptocoques fécaux, *Clostridium* sulfito-réducteurs, les Staphylocoques, les *Pseudomonas*, les salmonelles et les shigelles, les levures et les champignons microscopiques.

En effet, l'analyse bactériologique n'est pas seulement qualitative mais aussi quantitative par le calcul du nombre d'unité formant colonie (UFC) et des unités formant trouble(UFT) dans le cas des Streptocoques.

3.2.1. Recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile totale

▪ L'ensemencement

- Prélever par pipette graduée ou la micropipette 1 ml de la suspension mère et de chaque dilution et la déposer dans les boites de Pétri correspondantes à raison de 2 boites par dilution;
- Verser 15 ml de la gélose PCA en surfusion dans les boites de Pétri;
- Faire des mouvements de rotation ou de forme de 8 pour homogénéiser la gélose avec l'inoculum;
- Incuber les boites ensemencées dans l'étuve réglée à 30°C pendant 24 heures à 48 heures.

▪ La lecture

Le dénombrement de colonies apparut dans les boites de Pétri après incubation est multiplié par l'inverse du rapport de la dilution choisis pour les calculs.

Le nombre de germes totaux retenu est la moyenne arithmétique des nombres de germes trouvés pour les différentes dilutions. Les résultats sont exprimés en nombre d'unités formant colonies (U.F.C) par millilitre.

3.2.2. La recherche des entérobactéries

▪ L'ensemencement

- Prélever par la pipette 0,1 ml de la suspension et des dilutions et l'étaler à la surface des milieux Mac Conkey, EMB, préalablement couler dans les boites de Pétri,



-Incuber les boîtes 24 h à 48 h à température 37°C.

- **La lecture**

-Le dénombrement des colonies s'effectue sur celles apparues sur les milieux de cultures,

-Sur milieu EMB ou Mac Conkey la fermentation du lactose se traduit par le virage du pourpre de Bromocrésol au jaune ; les colonies lactose + sont jaunes alors que les colonies lactose – sont bleues violacées.

3.2.3. La recherche des Salmonelles et des Shigelles

- **L'ensemencement**

-Se fait par ensemencement à la surface du milieu SS et Hektoen et incubation 24h à 48 h à température 37°C.

- **La lecture**

Les *Salmonella* qui ne fermentent pas le lactose présentent des colonies incolores, transparentes, avec ou sans centre noir dû à la production d'H₂S.

Les *Shigella* sont incolores. Les coliformes se présentent sous forme des colonies rouges ou rosées

3.2.4. La recherche des staphylocoques

- **L'ensemencement**

A partir des dilutions préalablement préparées et ensemencé le milieu de Chapman à la surface à raison de 2 boîtes par dilution et incubé à 37°C pendant 24h à 48h.

- **La lecture**

Après incubation repérer les colonies suspectes : les *Staphylocoques* se présentent sur milieu Chapman sous forme de colonie de taille moyenne, et souvent entourée d'un halo jaune dû à l'utilisation du mannitol.



3.2.5. La recherche des *Staphylococcus aureus*

- **L'ensemencement**

La recherche et le dénombrement de *S.aureus* sur le milieu gélosé de Baird Parker dans la masse par l'inoculation de 1 ml des dilutions.

- **La lecture**

Les *staphylococcus aureus* sont caractérisés par la formation de colonies grises stable et bien visible ou noires entourées d'un halo opaque due à l'utilisation de tellurite de potassium.

3.2.6. La recherche des *Pseudomonas*

- **L'ensemencement**

0,1 ml des dilutions est étalé à la surface du milieu cétrimide préalablement couler dans les boites de Pétri puis incubé 24 à 48 heures à température 37°C.

- **La lecture**

Les colonies de *Pseudomonas* ont un diamètre de 1,5 à 2 mm, un contour circulaire, une surface lisse et brillante, une couleur blanc crème ou plus ou moins jaunâtre, un aspect muqueux et sont parfois déjà accompagnées d'une production de pigment bleu-vert.

3.2.7. La recherche des Coliformes totaux et les Coliformes fécaux

- **L'ensemencement**

Le milieu sélectif VRBL pour l'isolement des coliformes totaux et fécaux est ensemencé dans la masse par l'introduction dans les boites de pétri de 1 ml de chaque dilution. Pour chaque dilution 4 boites du milieu sont ensemencées.

Puis verser le milieu préalablement fondu et refroidit à 45°C sur l'inoculum et homogénéiser.

-Laisser refroidir puis incubé 6 boites de Pétri à température de 37°C pour les coliformes totaux et les autres 6 boites sont incubées à température 44°C pour les coliformes fécaux.



- **La lecture**

Sont considérées comme caractéristiques, les colonies rouges de diamètre égal ou supérieur à 0,5 mm, après 24 heures d'incubation

3.2.8. La recherche des Streptocoques fécaux

- **L'ensemencement**

La recherche de ces germes est basée sur l'ensemencement d'un milieu liquide qui est le bouillon de Roth par l'introduction dans des tubes contenant 10 ml de bouillon Rothe de 1 ml de dilution. Ce milieu représente un teste présomptif qui sera suivie par un teste confirmatif sur le bouillon de litsky. Incuber les tubes à 37°C pendant 24 à 48 heures.

- **La lecture**

Les tubes positifs présentant un trouble seront par la suite, soumis à un teste confirmatif sur bouillon Litsky à raison de trois tubes de Litsky pour chaque tube positif de Rothe. Incuber 24 à 48 heures à 37°C.

La présence des streptocoques fécaux signifiés par la turbidité du milieu avec ou sans des précipitations violettes au fond des tubes.

3.2.9. La recherche des *Clostridium* sulfite réducteurs

- **L'ensemencement**

La recherche des *Clostridium* sulfite réducteurs s'effectuée sur la gélose VF (viande-fois) ensemencée dans la masse par 1 ml des dilutions dans des tubes remplis au deux tiers par le milieu puis introduire l'inoculum enfin 0,2 ml d'alun de fer et 0,5 ml de sulfite de sodium sont ajoutés dans chaque tube.

Bien homogénéiser les tubes avant leur solidification et laisser refroidir sur une surface froide et plate.

Incuber à 37°C pendant 24 à 48 heures.



- **La lecture**

Les colonies de *Clostridium sulfito réducteur* donc les spores apparaissent sous formes de colonies noir entourés ou non d'un halo clair dans les tubes.

3.2.10. La recherche des levures et des champignons

- **L'ensemencement**

La recherche des levures et des mycètes se fait sur le milieu de Sabouraud préalablement couler et refroidit puis ensemencés à la surface par l'étalement de 0,1 ml de chaque dilution et à raison de 2 boîtes par dilution.

Incuber à la température ambiante de 20 à 25°C pendant 7 jours.

- **La lecture**

L'apparition des colonies de levures et des champignons sur le milieu sous différentes aspects et couleurs fait appel à la présence de ces derniers dans la terre fine du nid.

3.3. Purification, conservation et identification des isolats

3.3.1. Purification et conservation des isolats

A pour but de l'obtention d'une culture contient des colonies pure et identiques sur le plan macroscopiques et morphologique (même couleur, taille, aspect...) et aussi même aspect microscopiques (formes des cellules identiques et même type de *Gram*) (Figarella. J *et al* .2007)

On fait la purification par le repiquage des colonies désiré à identifier sur le même milieu de première culture après avoir fait une coloration de Gram pour conformer le type des colonies à prendre (Figarella. J *et al* .2007)

Après une incubation on obtient une culture similaire de la colonie repiquée et contient des colonies bien isolées et un de ces colonies va subir à une autre coloration de Gram puis ensemencer sur une gélose nutritive sous forme inclinée dans un tube à essais, incuber 24 h à 37° C puis conserver au réfrigérateur à -4 ° C (Delarras. C .2007)

Les isolats conserver dans les tubes qui portent des étiquettes (date et numéro de chaque colonie) vont utiliser pour l'identification des isolats et l'application du teste de l'antibiogramme (Delarras. C .2007)



3.3.2. Identification des isolats

L'identification des isolats se déroule en deux étapes premièrement on fait des tests préliminaires qui vont nous permettre de connaître les caractères généraux des bactéries isolées puis l'identification proprement dit par l'API spécifiques à chaque type de bactéries (API 20 E pour les entérobactéries, API staph, API strepto, ...) (Tortora J., *et al* .2003)

3.3.2.1. Teste préliminaires

➤ Coloration de Gram

✚ Principe

Le principe de la coloration de Gram repose sur les différences de composition chimique de la paroi des bactéries (1 à 2.5 % des lipides chez les bactéries à Gram positif, 10 à 22% chez Gram négatif) (Tortora J., *et al* .2003)

✚ Technique

- On dépose sur une lame propre une goutte d'une suspension bactérienne;
- Faire sécher la lame par passage sur la flamme du bec benzène (fait un frotti);
- Déposer la lame sur le support au-dessus de L'évier;
- Poser des gouttes du colorant violet de Gentiane sur le frotti, laisser agir pendant 1 minute, puis rincer la lame parfaitement par l'eau;
- Recouvrir la lame une autre fois par le lugol et laisser agir une minute puis rincer à l'eau;
- Tenir la lame inclinée et faire couler pendant 30 secondes de l'alcool à 95° jusqu'à écoulement incolore, rincer immédiatement à l'eau;
- Recolorer avec de la fuchsine pendant 1 minutes ; rincer à l'eau et égoutter ;
- Egoutter entre 2 morceaux de papier buvard et laisser sécher;
- Observez avec une goutte d'huile à immersion à l'objectif X 100.



Observation sous microscope

Sous microscope on peut observer deux types de colorant, celui de couleur rose représente les bactéries de Gram négatives et qui sont de couleur violet sont de Gram positive. Mais on observe des cellules bactériennes de différentes formes (bacille, cocobacille, cocci, diplocoques,).

➤ **Test catalase**

Principe

L'enzyme de la catalase catalyse la réaction de la décomposition de peroxyde d'oxygène (H_2O_2 ou l'eau oxygénée) en eau (H_2O) et oxygène (O_2). Elle est indispensable pour les strictement anaérobies pour empêcher l'accumulation de l' H_2O_2 dans la bactérie et qui est toxique pour cette catégorie des bactéries. (Madian M., *et al.* 2007).

Technique

- Déposer sur une lame propre et sèche une goutte d'eau oxygénée à 10 volume;
- On ajoute à l'aide d'une pipette pasteur une colonie bactérienne sur la goutte de l' H_2O_2 ;
- Bien mélanger la colonie avec la goutte
- Puis observer le dégagement ou non des bulles gazeuses.

Résultats

L'apparition des bulles gazeuses sur la lame signe la présence de la catalase et que la bactérie est catalase positif, mais l'absence des bulles gazeuses signe l'absence de la catalase et donc la bactérie est catalase négatif.

➤ **Teste coagulase**

Principe

La réalisation de cette teste a pour but de détecter la présence des *Staphylococcus aureus* et de confirmer leur pathogénicité par la recherche de la présence du coagulase.

Les *Staphylococcus aureus* produise deux types de coagulase : la coagulase libre extracellulaire qui réagit avec la prothrombine du plasma, et la coagulase liée, localisé sur la



paroi bactérienne qui réagit avec le fibrinogène plasmatique pour produire un coagulum (NFV 08-057-1. 2007)

Technique

- Dans des tubes stériles déposer 0.5 ml du plasma de lapin;
- Ajouter 0.5 ml d'une culture bactérienne jeune précédemment ensemencer sur bouillon cœur-cervellé et incubé 24 h à 37°C;
- Ensemencer deux tubes pour chaque tube de cœur-cervellé;
- Incuber la moitié des nombres des tubes ensemencés à température ambiante et l'autre moitié à température de 37°C.

La lecture

La lecture se commence après 30 minutes, 3 heures et jusqu'à 24 heures, la présence de coagulase libre se manifeste par l'apparition d'un coagulum résulte après la coagulation du plasma dans les tubes incubés à 37° C, et la coagulase liée apparue par la formation d'un coagulum dans les tubes incubés à température ambiante et on dit que les isolats sont des *Staphylococcus aureus*.

L'absence du coagulum signe l'absence de l'enzyme coagulase et donc les isolats ne sont pas des *Staphylococcus aureus*.

3.3.2. Identification des entérobactéries par l'API 20 E

L'identification biochimique des isolats est réalisée par la galerie API 20 E (Biomérieux). C'est une version miniaturisée et standardisée, elle se présente sous forme de cupule prête à l'emploi contenant de substrat lyophilisé nécessaire aux différents tests biochimiques et destinée à l'identification des différentes espèces apparentant au groupe des entérobactéries. (Géraldine P., Delphine R. 2003)

Principe

La galerie API 20E comporte 20 microtubes contenant des substrats sous forme déshydratée. Les tests sont inoculés avec une suspension bactérienne qui reconstitue les



milieux. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs.

La lecture de ces réactions se fait à l'aide du tableau (voir Annexe) de lecture et l'identification est obtenue à l'aide du logiciel d'identification. (Marchal N., 1992).



Figure 27 : La galerie API20E utilisée pour l'identification des entérobactéries isolées du nid des hirondelles (Fenghour,2016)

Mode opératoire

- Remplir par l'eau distillée stérile les alvéoles du support ;
- Préparer une suspension bactérienne dense dans 5ml d'eau physiologique stérile à partir d'une culture pure et jeune de 18 à 24 h sur un milieu non sélectif;
- Introduire la suspension bactérienne dans chaque tube à l'aide d'une pipette Pasteur stérile, puis appuyée à l'intérieur et sur le côté pour éviter la formation de bulles d'air ;
- Pour les caractères soulignés ADH, LDC, ODC et H2S, ensemercer le tubule par la suspension et la cupule par le vaseline de paraffine stérile ;
- Pour les caractères encadrés ce qui est le cas des

CIT	VP	GEL
-----	----	-----

 tests : ensemercer le tubule et la cupule par la suspension ;
- Pour les caractères non encadrés, non soulignés ensemercer uniquement le tubule par la suspension ;
- Refermer la boîte d'incubation et la placer à 37°C pendant 18 à 24 heures.



✚ La lecture

La lecture de la galerie API doit se faire en se référant au tableau de la lecture (voir annexe)

-**Test TDA** : ajouter une goutte de réactif TDA. Une couleur marron-rougeâtre indique une réaction positive à noter sur la fiche de résultats.

-**Test IND** : ajouter une goutte de réactif JAMES (Kovacs). Un halo de couleur rose apparue à la surface de la cupule indique une réaction positive à noter sur la fiche de résultats.

-**Test V P** : ajouter une goutte de réactif VP1 et VP2. Attendre au minimum 10 minutes. Une couleur rose ou rouge indique une réaction positive à noter sur la fiche de résultats. Une faible coloration rose apparaissant après 10 minutes doit être considérée négative.



Figure 28 : Les réactifs de l'API 20E

✚ Logiciels d'identification

Il est présenté sous la forme d'une feuille de calcul fonctionnant sous Windows avec Microsoft Excel (voir Annexe). Cette feuille de calcul est basée sur des tableaux de pourcentages, en particulier ceux fournis par bio Mérieux. Elle calcule en fonction du profil de caractères introduit (positive + ou négative -), la probabilité de chaque taxon.

3.4. Teste d'antibiogramme

✚ Principe

La méthode des disques consiste à déposer à la surface de la gélose Mueller-Hinton préalablement ensemencées par écouvillonnage avec une suspension bactérienne de 0.5 Mc Farland



des disques imprégnés d'une dose connue des différents antibiotiques. Chaque diffuse au sein de la gélose à partir de disque et y détermine des concentrations inversement proportionnelles à la distance du disque. (Burnichon N., Texier A. 2003).

Après incubation à 37°C pendant 24 heures, chaque disque est entouré d'une zone d'inhibition de la croissance bactérienne. La multiplication des bactéries s'arrête là où existe dans la gélose, une concentration d'antibiotique égale à la concentration minimale inhibitrice (CMI). Les caractéristiques de sensibilité ou de résistance de la souche en seront déduites selon le diamètre mesuré de la zone sur boîte. (SFM. 2010).

Mode opératoire

La technique par écouvillonnage consiste à :

- Préparer une suspension bactérienne homogène à partir d'une seule colonie pure et jeune ;
- Tremper l'écouvillon dans la suspension et l'essorer sur les bords du tube à essai puis ensemercer les boîtes de façon à croiser les striés (3 répétitions) ;
- Laisser la boîte sécher pendant 10 minutes;
- Les disques des antibiotiques à tester, sont déposés à la surface de la boîte ensemercée. Dès l'application des disques, les antibiotiques diffusent de manière uniforme si bien que leurs concentrations sont inversement proportionnelles à la distance du disque.
- Après incubation à 37 C° pendant 18 heures, les disques s'entourent ou non de zone d'inhibition circulaire correspondant à une absence de culture.
- Lorsque la technique est parfaitement standardisée, les diamètres des zones d'inhibition dépendent uniquement de la sensibilité du germe. (SFM. 2010).

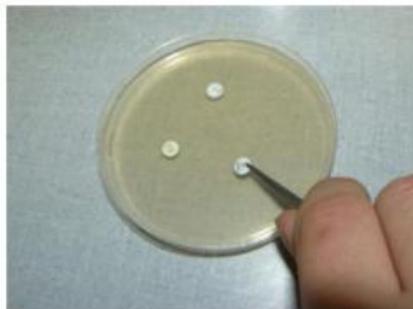


Figure 29 : Le dépôt à l'aide d'une pince stérile du disque d'antibiotique



Lecture

L'interprétation des isolats (sensibles, intermédiaires ou résistants) se fait selon les diamètres critiques. Chaque disque a une concentration minimale inhibitrice, caractérisé par un diamètre d'inhibition, la comparaison des diamètres mesurés autour des disques disposés et celle recommandés permettra de détecter le phénotype sensible (S), intermédiaire (I), et résistant (R) :

- Diamètre d'inhibition supérieur ou égal le diamètre de la concentration critique inférieure, la souche est dite sensible (S) ;
- Diamètre d'inhibition compris entre les deux diamètres des concentrations critiques, la souche est dite intermédiaire (I) ;
- Diamètre d'inhibition inférieur ou égal au diamètre de la concentration critique supérieure, la souche est donc dite résistante (R). (SFM. 2010).

4. Analyse bactériologique de la fiente des deux espèces d'hirondelles

Les oiseaux sont responsables de nombreuses zoonoses aviaires et de maladies infectieuses affectant l'être humain.

L'objectif consiste à isoler et identifier les bactéries de la fiente des deux espèces d'hirondelles. L'analyse microbiologique effectuée sur les échantillons de la fiente comprend plusieurs étapes : bactériologique, description morphologique macroscopique et microscopique. Ce dernier est associé à un antibiogramme qui permet de préciser la sensibilité ou la résistance des isolats identifiés aux antibiotiques.

4.1. Milieux de cultures

Des géloses sélectives ont été utilisées pour l'isolement et l'identification de différents isolats bactériens de la fiente des hirondelles. (Annexe A)

- ❖ La gélose Chapman –Mannitol Salt Agar : est un milieu sélectif pour l'isolement et la numération des Staphylocoque, il permet également de différencier les espèces fermentant le mannitol de celles qui ne le fermentent pas.
- ❖ La gélose Mac conkey : est un milieu sélectif utilisé pour l'isolement des entérobactéries dans les eaux, les produits alimentaires et les biologies d'origine humaine ou animale.



- ❖ La gélose cétrimide, est un milieu sélectif destiné pour la l'isolement et le dénombrement de *Pseudomonas* dans les déférents produits d'origine animale au d'autre.
- ❖ Le milieu EMB, est un milieu sélectif pour le dénombrement et l'isolement des bactéries Gram -
- ❖ La gélose PCA :(Plate Count Agar), est préconisée pour le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale.
- ❖ La gélose sabouraud : est recommandé pour l'isolement des levures et moisissures.
- ❖ Le milieu Mueller Hinton : est reconnue comme étant le milieu de référence pour l'étude de la sensibilité des germes aux antibiotiques.

4.2. Matériel biologique :

La fiente des hirondelles de fenêtre et rustique de la cité Mouldi Achouri(Fig.30).

4.3. Prélèvement des échantillons :

L'analyse bactériologique ne peut être valablement interprétée que s'il est effectué sur un échantillon correctement prélevé.

La collecte de la fiente a été effectuée, en plaçant au-dessous des nids une planche sur laquelle un sachet propre a été déposé. La fiente a été transmise dans des sachets en plastiques étiquetés, sans retard au laboratoire en vue de leur analyse ultérieure, il est important de procéder à l'analyse bactériologique dans un délai très court ne dépassant pas 8 heures.

En effet, l'analyse bactériologique n'est pas seulement qualitative mais aussi quantitative par le calcul du nombre d'unité formant colonie(UFC).

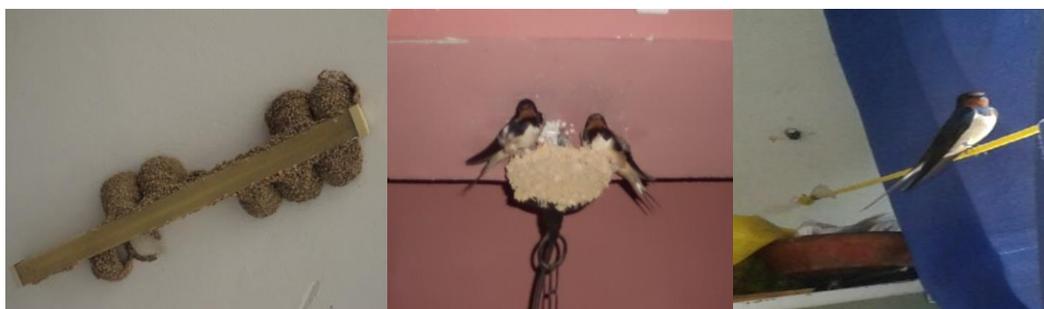


Figure 30 : Les nids des hirondelles de fenêtre et rustiques de la colonie Mouldi Achouri Tébessa (Fenghour,2016).



4.4. Isolement :

Les différentes colonies sont isolées dans différents milieux de cultures à savoir : Gélose nutritive, Mac conkey, EMB, PCA, Cétrimide ,Roth,VRBL et Chapman.

L'ensemencement se fait par l'anse de platine, en faisant des stries éloignées, les boîtes sont ensuite incubées à 37°C pendant 24 à 48 heures.

4.5. Purification :

Se fait par repiquage successif sur le même type de milieu jusqu'à l'obtention de la culture pure présentant les mêmes caractéristiques que celle obtenue en premier isolement. La dernière culture doit être ensemencée sur gélose nutritive pour faire l'objet d'une étude complète (tests préliminaires d'identification, identification biochimique et conservation) .

4.6. Conservation des isolats :

La conservation des isolats purifiés s'effectue par ensemencement sur gélose nutritive inclinée en tube par l'anse de platine ou pipette Pasteur. Tous les isolats seront datés et numérotés. Après incubation à 37°C pendant 24heures, les isolats sont conservés au réfrigérateur à - 4°C.

4.5. Identification :

4.5.1. Tests préliminaires :

Après purification des isolats, nous Avons effectué la coloration de Gram, le test mannitol mobilité, rechercher la catalase et la coagulase chez les isolats du genre *Staphylococcus*. Nous allons détailler seulement le test mannitol mobilité les autres tests ont été décrits précédemment dans l'analyse microbiologique du nid.

Mannitol mobilité

Principe :

Le mannitol est un produit de réduction du mannose.

La dégradation en anaérobiose du mannitol conduit à la formation de fructose dont l'attaque conduit elle-même à la formation d'acides à chaînes courtes.

Les bactéries très mobiles peuvent se déplacer dans la gélose molle : étude de la mobilité.

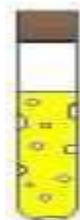


Technique :

Inoculer par piqûre centrale à l'aide d'un fil droit. Incuber 24 h à 37° C.

Lecture du mannitol :

Tableau 08: Protocole de lecture du test mannitol mobilité.

Mobilité		Utilisation du mannitol		
				
Culture dans tout le milieu souche mobile	Culture dans le milieu souche immobile	Milieu rouge: mannitol -	Dégradation du mannitol avec Production de gaz	Milieu devenu jaune : souche mannitol +

4.7. Identification des entérobactéries par API 20 E :

L'identification biochimique des isolats est réalisée par la galerie API 20E (bioMérieux), destinés à l'identification des différentes espèces appartenant au groupe des *Entérobactéries*. L'emploi de ces galeries permet de gagner du temps et de la place à l'étuve.



Figure 31: La galerie API20E utilisée pour l'identification des entérobactéries isolées de la fiente des hirondelles (Fenghour,2017).



4.8. Test de sensibilité aux antibiotiques :

Le principe du test est le même décrit précédemment ainsi que la technique et la lecture des résultats de l'antibiogramme.

Choix des antibiotiques : Le choix des antibiotiques se fait en fonction de leurs activités sur les bactéries bacilles Gram négatifs (Tableau 02)

Tableau 09: Liste des antibiotiques utilisés

Famille	Antibiotique	Sigle	Charge	Diamètre critique	
				R	I S
β-Lactamine Aminopénicilline	Amoxicilline	AMX	25µg	14	21
Aminoside	Gentamicine	CN	10µg	14	16
Aminoside	Kanamycine	K	30 µg	15	17
Quinolones 2 ^{ème} G	Ofloxacin	OFX	5µg	16	22
Quinolones 2 ^{ème} G	Ciprofloxacine	CIP	5µg	19	22
Phénicolés	Chloramphénicol	C	30µg	19	23
Tétracyclines	Tétracycline	TE	30 UI	17	19
Céphalosporine 1 ^{ère} G	Céfaloine	CF	30µg	15	18
Pénicillines	Oxacilline	OX	05µg	14	16
Pénicillines	Penicilline G	P	30µg	12	18
β-Lactamine	Ampicilline	AMP	30µg	12	18
Acide fusidique	Acide fusidique	FA	10µg	12	18

1^{ère} G : Génération , 2^{ème} G : Génération.



Application des disques :

Appliquer les disques d'antibiotiques sur la gélose Muller-Hinton en appuyant légèrement à l'aide d'une pince stérile à la flamme du bec Bensen. Les disques doivent être parfaitement appliqués à plat sans glissement. Une distance minimale de 15 mm doit séparer un disque périphérique du bord de la boîte, et chaque disque doit être éloigné au minimum 30 mm des autres. Les disques d'antibiotiques sont répartis sur deux boîtes de Pétri selon la figure 32. Les boîtes sont ensuite portées à l'étuve à 37°C à partir de 18 heures, couvercle en bas.

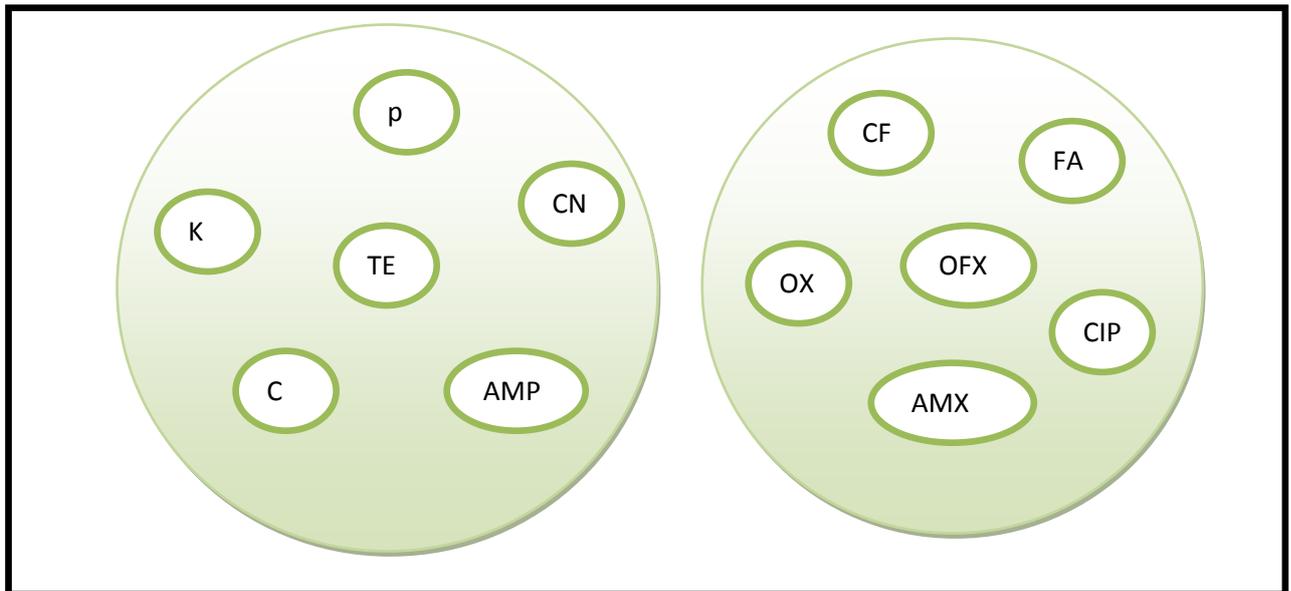


Figure 32: Le protocole d'application des disques d'antibiotiques.

4.9. Analyse statistique:

4.9.1. Application d'indices de diversité des peuplements

La diversité biologique apparaît comme un concept direct pouvant être d'une manière rapide et facilement compréhensible. La diversité des peuplements est un élément essentiel de la description de la structure d'un peuplement, elle s'exprime généralement par le calcul de la richesse spécifique totale, l'indice de diversité de Shannon et l'indice d'équirépartition.



➤ **La richesse spécifique totale**

Par définition, la richesse spécifique totale est le nombre total d'espèces que compte un peuplement considéré dans un écosystème donné (Ramade, 2008).

➤ **Indice de diversité de Shannon**

Indice de diversité de Shannon dérive d'une fonction établie par Shannon et Weaver qui est devenu l'indice de diversité de Shannon. Cet indice symbolisé par la lettre H' fait appel à la théorie de l'information. La diversité est fonction de la probabilité de présence de chaque espèce dans un ensemble d'individus. La valeur de H' représentée en unités binaires d'information ou bits et donnée par la formule suivante (Djoz, 2006 ; Magurran, 2004) :

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i$$

Où P_i : représente le nombre d'individus de l'espèce i par rapport au nombre total d'individus recensés (N) $P_i = n_i/N$.

Cet indice renseigne sur la diversité des espèces d'un milieu étudié. Lorsque tous les individus appartiennent à la même espèce, l'indice de diversité est égal à 0 bits. Cet indice est indépendant de la taille de l'échantillon et tient compte de la distribution du nombre d'individus par espèces (Dajoz, 2003).

➤ **Indice d'équirépartition des populations (équitabilité)**

L'indice d'équitabilité ou équirépartition (E) est le rapport entre la diversité calculée (H') et la diversité théorique maximale (H'_{\max}) qui est représentée par le \log_2 de la richesse totale (S) (Ramade, 2008).

$$E = H'/H'_{\max}$$

Où H' est indice de Shannon, $H'_{\max} = \log_2 S$

Cet indice varie de Zéro à un. Lorsqu'il tend vers zéro ($E < 0,5$), cela signifie que la quasi-totalité des effectifs tend à être concentrée sur une seule espèce. Il est égal à 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance (Barbault, 1981).



4.9.2. Analyses Statistiques

La richesse spécifique et l'abondance des espèces bactériennes isolées à partir de la fiente des deux espèces d'hirondelles a été comparée à l'aide du test ANOVA à 2 facteurs. Pour étudier l'effet de « Bactérie », « Hirondelle » ; le test Anova à deux facteurs contrôlé a été utilisé et la comparaison deux à deux de Tukey pour comparer le nombre de bactéries isolées de la fiente des deux espèces d'hirondelles.

Nous avons calculé les moyennes et les écarts types pour les différents paramètres étudiés. Nous avons procédé au test de t student pour étudier la variation des différents paramètres. Pour tous ces calculs le logiciel d'analyse et de traitements statistique des données, MINITAB version 2010 a été utilisé.

5. Etude du régime alimentaire de l'hirondelle de fenêtre et rustique

5.1. Méthodologie et l'objectif général :

La majorité des études réalisées sur le régime alimentaire de l'hirondelle ont été basées sur l'analyse des fientes, notamment, pour la facilité de l'obtention de ces dernières ainsi que pour la simplicité de l'emploi de cette méthode.

Cette méthode s'avère judicieuse pour l'étude de la composition du régime alimentaire de l'espèce tant dans son aspect descriptif que dans l'évaluation quantitative des besoins alimentaires, des variations de la diète et des éventuelles des préférences alimentaires (**Si Bachir, 2005**).

Pour ces raisons et d'autre nous avons opté pour le choix de la même méthode dont le travail se déroula entre le terrain et le laboratoire.

5.2. Sur le terrain :

La collecte de la fiente a été réalisée sous les nids de la cité Mouldi Achouri entre la période allant de Juin à Septembre 2016 et la période allant de Février à Mai 2017. Nous avons récolté à l'aide de gants de protection, le maximum de fientes fraîches de façon régulière à la fin de chaque mois. Chacune des fientes est mise à part dans un petit cornet en papier sur lequel la date et le lieu sont indiqués. 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).



Le travail au laboratoire est réalisé selon les étapes suivantes:

5.2.1. Déshydratation de la fiente:

Toutes les pelotes récoltées sont déshydratées à 110°C pendant 24 h. dans une étuve afin d'éviter l'effet des moisissures qui gênerait l'analyse ainsi que d'éviter tout risque d'infection.

5.2.2. Caractérisation et conservation des fientes:

Les fientes séchées choisies d'une façon aléatoire sont soumises à des mensurations, des pesées et une description globale (couleur et forme). Ce sont des mensurations de la longueur et de largeur de la pelote réalisées grâce à un pied à coulisse (± 0.1 mm de précision) et leur poids secs est pris à l'aide d'une balance de précision.

Ces fientes sont placées dans des petits sacs sur lequel on mentionne la date et le numéro de chacune. 56 fientes au totale ont été ramassées.



Figure33 : Le Matériel utilisé dans l'identification des espèces proies dans la fiente des deux espèces d'hirondelles (Fenghour, 2017)

5.2.3. Macération des fientes, trituration et séparation des items :

- Pour cette étape de travail qui consiste en la phase essentielle de la présente étude, chacune des fientes est mise séparément dans une boîte de Pétri 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 oublier 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.
- Avec des pinces à pointes fines, on procède à sa décortication afin de recueillir tous les fragments non digérés, ces derniers sont ensuite placés dans une autre boîte de pétri tapissée de papier absorbant afin de les sécher.
- A l'aide de deux pinces et sous une loupe binoculaire, on procède à un tri de tous les fragments que contient la pelote triturée (tête, thorax, élytres, fémurs, mandibules, écailles, pattes, agglomérats de poils, ossement...etc.). puis on rassemble les pièces qui se ressemblent afin de les comptabiliser et les peser.

5.3. Détermination du type et du nombre des proies consommées :

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* et *Hurindo rustica* comme pour la reconnaissance taxinomique des invertébrés représentant les disponibilités alimentaires .

L'identification des proies consommées par *Delichon urbica* et *Hurindo rustica* est faite d'après les particularités des pièces sclérotinisées présentes dans les excréments telles que les capsules céphaliques, les élytres, les thorax et les pattes par Mme Bouguessa Lynda (Enseignante chercheuse au département de Biologie de l'université de Tébessa) en s'appuyant sur des ouvrages de détermination classiques ainsi que sur les collections d'insectes du laboratoire de zoologie.

L'identification des proies de la classe des insectes est possible jusqu'à la famille ou l'ordre et dans le meilleur des cas jusqu'au genre et très rarement 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, les antennes, les mandibules, les thorax, les abdomens, les crèques, les éléments des pattes, les élytres lisse ou grenu à grains fin ou grossiers de taille égale ou variées, les ailes, les écailles, ... etc. En effet, l'observation des différents fragments est faite à l'aide d'une loupe binoculaire de marque Optika /P6180

Pour la même famille ou le même ordre les espèces différentes les unes des autres sont désignées par sp1, sp2, sp3, ... spn.

Bien que l'identification des fragments d'invertébrés soit très délicate du fait que les parties chitineuses observées sont souvent incomplètes ou dénaturées, nous avons poussé la détermination systématique des items jusqu'à l'ordre et à la famille. Une fois les fragments sont déterminés, nous passant au comptage du nombre de proies consommées par catégories.

5.4. Dénombrement des espèces- proies

Le dénombrement des proies consommées par les hirondelles et présente dans les fientes se fait espèce par espèce. Ainsi un individu correspond à une tête, un thorax, un abdomen, un scutellum, deux élytres, deux ailes, deux antennes, ou six pattes de mêmes dimensions dont trois sont droites et trois sont gauches.

5.5. Traitement des données :

Il est d'une importance capitale de préciser le sens à accorder lors de l'exploitation de nos données. Etant donné que notre étude vise à évaluer qualitativement le régime alimentaire de l'hirondelle nous allons traiter nos données selon un plan qualitatif.

L'exploitation des données sur ce plan comprend une présentation de différentes classes qui composent le régime alimentaire de l'hirondelle, par la suite les différents ordres composant ces classes et enfin les différentes familles des proies appartenant à ces ordres.

Ces résultats sont interprétés sous forme de pourcentages pour chacune de ces catégories de proies pour une étude globale du régime alimentaire des deux espèces de la colonie Mouldi Achouri.



Chapitre IV : Résultats et discussion



RESULTATS

I. Biologie de la reproduction des deux espèces d'hirondelles

1.1. Nidification de l'hirondelle de fenêtre et rustique dans la ville de Tébessa

Bien que l'hirondelle de fenêtre et rustique soient largement répandue en Afrique du nord, aucun travail n'a été consacré dans cette région. C'est pourquoi nous avons entrepris ce travail, qui vise à mettre en lumière l'évolution des populations de ces deux espèces dans la ville de Tébessa. Ce travail a consisté en un recensement des sites de reproduction des deux espèces d'hirondelles *Delichon urbica* et *Hurindo rustica* de Tébessa où nous avons suivi la nidification pendant 2 années consécutives en 2015 et en 2016.

1.1. 1. Répartition des colonies

Selon les résultats obtenus suite au recensement réalisé dans la ville de Tébessa durant la Période 2015 -2016 des nids des deux espèces d'hirondelles où le nombre de couples nicheurs est l'ordre de 80 nids en 2015 et 104 nids en 2016 pour l'hirondelle rustique et 60 nids en 2015 et 87 nids pour l'hirondelle de fenêtre. Ces nids sont répartis sur l'ensemble des 7 colonies. Les colonies sont présentées par quartier définies avec leurs effectifs respectifs et sont rapportées dans le Tableau 1

Tableau10 : Nombre des nids suivis pour chaque saison de la colonie Mouldi Achouri à Tébessa

Saison d'étude	Nombre de nids de L'hirondelle rustique			Nombre de nids de l'hirondelle de fenêtre			Total des nids
	Première ponte	Seconde ponte	Total	Première ponte	Seconde ponte	Total	
2015	45	35	80	36	24	60	140
2016	63	41	104	54	33	87	191



Tableau 11 : Moyennes des effectifs des colonies recensées dans la ville de Tébessa en 2015-2016

Numéro	Colonie	Moyenne des effectifs de colonies
1	La cité Mouldi Achouri	81,33±22,03
2	La cité 1 ^{er} Novembre	43,33±2,51
3	La Faculté des langues et lettre	32,33±4,50
4	La faculté de Biologie	21± 4,58
5	La basilique	9,66 ±2,51
6	La gare	0.25±0,23

Notre résultat montre que la plus importante colonie dans la ville de Tébessa est notée dans la colonie Mouldi Achouri avec une moyenne de 81,33± 22,03 de nids occupés suivi par les colonies de la cité 1^{er} Novembre avec une moyenne 43,33±2,51 nids occupés puis les colonies de la faculté des langues et lettre avec une moyenne 32,33± 4,50nids occupé et la plus faible moyenne est noté dans les colonie de la gare avec 0.25±0,23 nids occupés.

1.1.2. Paramètres de structure du site des nids

L'étude de la distribution des nids de *Delichon urbica* et *Hurindo rustica* dans le site de reproduction a été effectuée selon la nature de la structure du support qui héberge les nids tels que les balcons et les façades. Les résultats sont mentionnés dans les tableaux 2 et 3 et illustré par les figure 34 et 35.

Tableau 12 : Distribution des nids de *Delichon urbica* au niveau de la colonie Mouldi Achouri. Tébessa

	Au niveau des balcons		Sur les façades des bâtiments		Total	Total Pourcentage
	Nombre de nids	% de nids	Nombre de nids	% de nids	Nombre	
2015	45	75%	15	25%	60	100%
2016	47	54 ,02%	40	45 ,97%	87	99,99%



Tableau 13 : Distribution des nids de *Hurindo rustica* de la colonie Mouldi achouri à Tébessa

	Au niveau des balcons		Sur les façades des bâtiments		Total	Total Pourcentage
	Nombre de nids	% de nids	Nombre de nids	% de nids	Nombre	
2015	56	70	24	30	80	100
2016	63	60,57	41	39,42	104	99,99

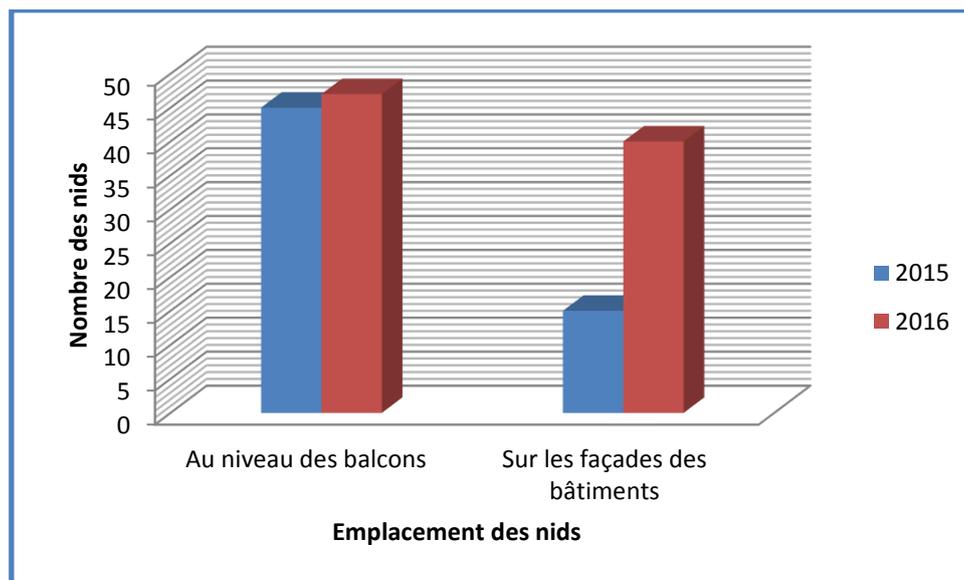


Figure 34 : Distribution des nids de *Delichon urbica* au niveau de la colonie Mouldi Achouri pendant les deux années d'étude

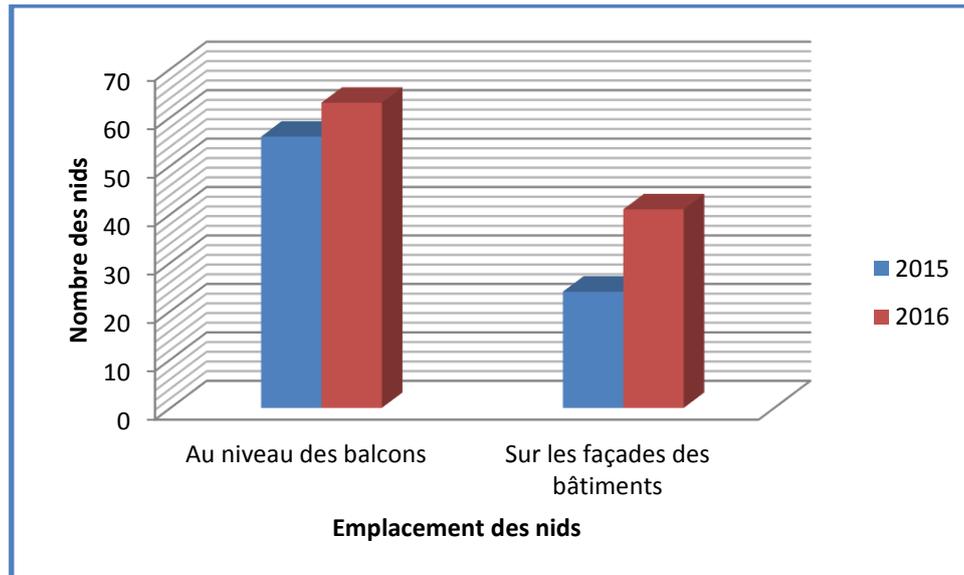


Figure 35: Distribution des nids de *Hurindo rustica* au niveau de la cité Mouldi Achouri pendant les deux années d'étude.

Le nombre des nids construits chaque saison de reproduction dépend essentiellement du nombre de couples nicheurs et de la disponibilité d'anciens nids.

1.2. Caractéristique des nids

La plupart des couples d'hirondelles rustique et de fenêtre occupent ou renouvellent les anciens nids, la construction d'un nouveau nid est rare.

Les nids sont construits à différentes hauteurs pouvant aller jusqu'à 13.51 mètres par rapport au sol. Ils sont bâtis à des hauteurs allant de 4,83m à 13,51 m du niveau du sol, les nids les plus fréquents sont à des hauteurs de $(8,54\text{m} \pm 0,15 \text{ m})$, tandis qu'aucun nid n'est construits à des hauteurs de 2.81 m.

L'analyse de la répartition verticale de nids occupés a été basée sur 60 et 87 nids en 2015 et 2016 respectivement pour l'hirondelle de fenêtre et 80 et 104 nids en 2015 et 2016 respectivement pour l'hirondelle rustique.

Les nids occupés ont été construits à la hauteur moyenne de $8.54 \pm 0.15 \text{ m}$ pour l'hirondelle de fenêtre et rustique. La hauteur varie de 5.23 à 13.51 m pour l'hirondelle de fenêtre et de 4,83 à 13,5 pour l'hirondelle rustique pour les deux couvées.

La distribution verticale des nids dans les bâtiments a montré que la majorité des nids occupés étaient à la hauteur entre 8,53m et 13,51 m en 2015 et 2016 aussi bien pour l'hirondelle de fenêtre que rustique (fig.35,36).

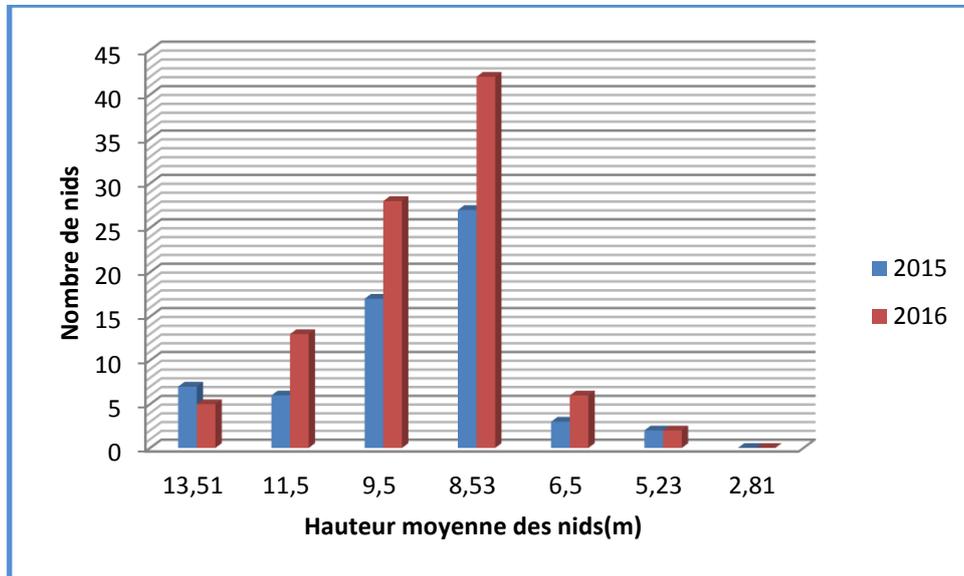


Figure 36 : Hauteur des nids occupés pour l’hirondelle de fenêtre de la colonie s Mouldi Achouri à Tébessa

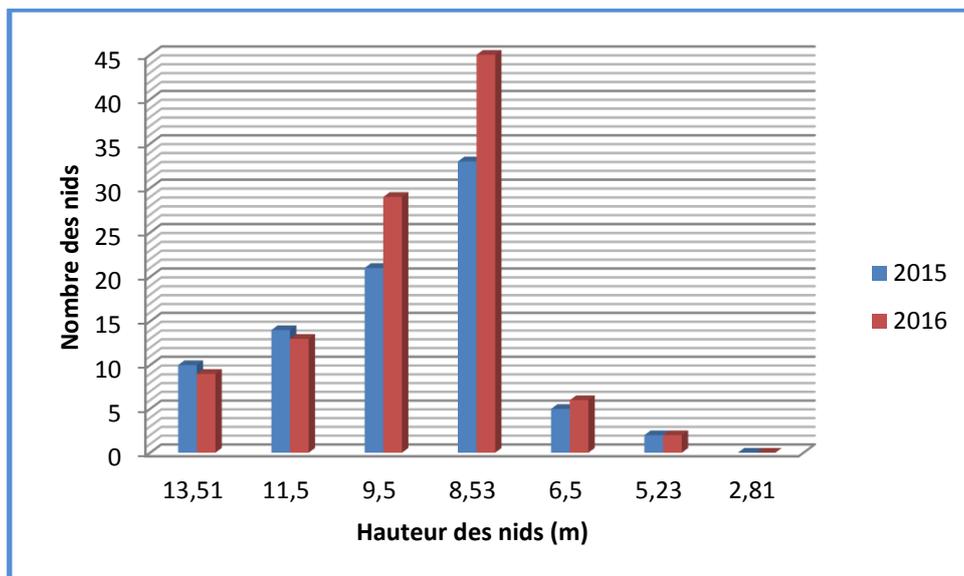


Figure 37 : Hauteur des nids de l’hirondelle rustique de la colonie Mouldi Achouri à Tébessa



1.3. Cycle biologique des deux espèces d'hirondelles

Les sorties que nous avons réalisées dans la colonie Mouldi Achouri durant toute la période d'étude ont permis de noter les périodes concernant les dates d'arrivée, de la première formation du couple, de la première observation d'œufs, de la première éclosion, de la première observation de poussins à l'envol et du départ. Ceci nous a permis de former le cycle biologique de l'hirondelle (fig.38, 39,40 et 41)

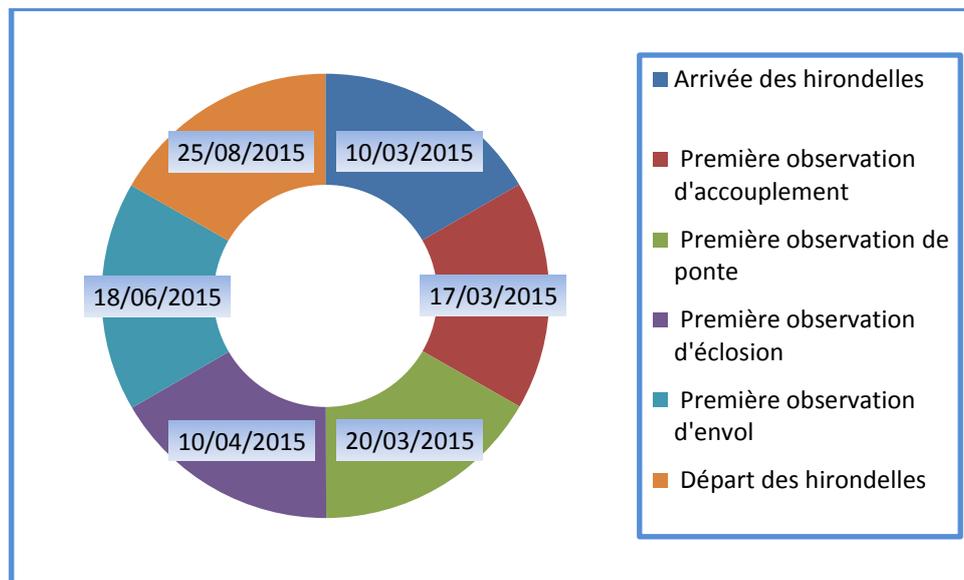


Figure 38 : Cycle biologique de *Delichon urbica* durant la saison de reproduction 2015 dans la colonie Mouldi Achouri

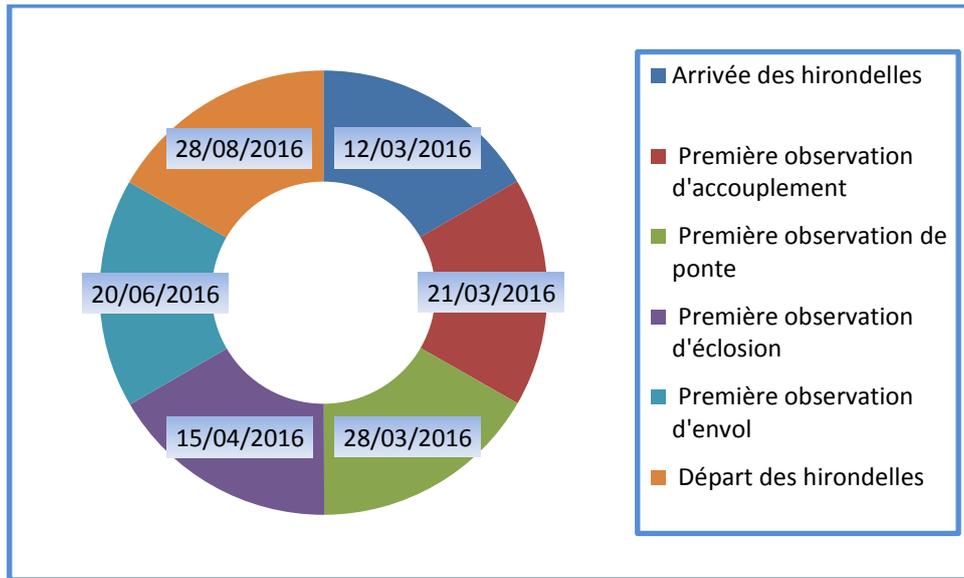


Figure 39: Cycle biologique de *Delichon urbica* durant la saison de reproduction 2016 dans la colonie Mouldi Achouri

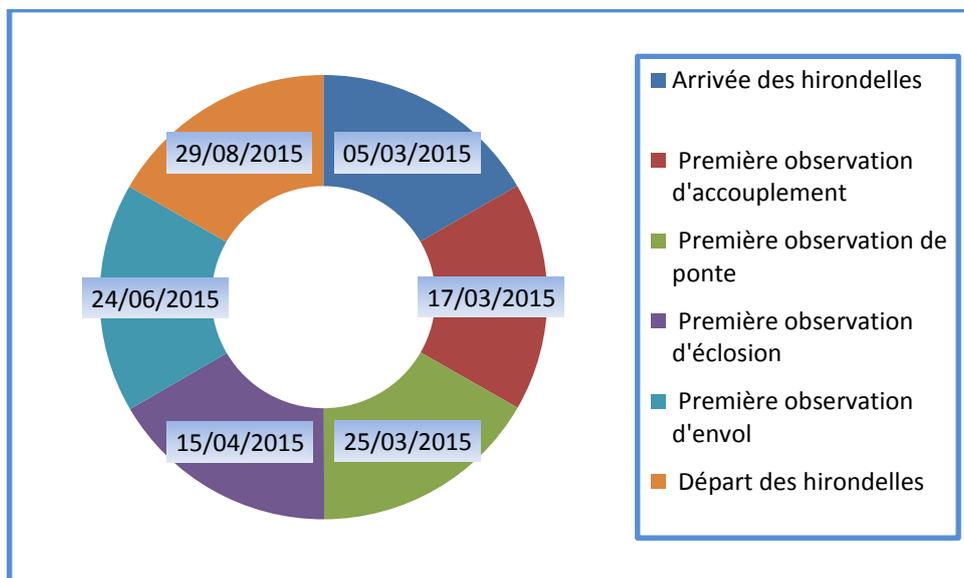


Figure 40: Cycle biologique de *Hurindo rustica* durant la saison de reproduction 2015 dans la colonie Mouldi Achouri

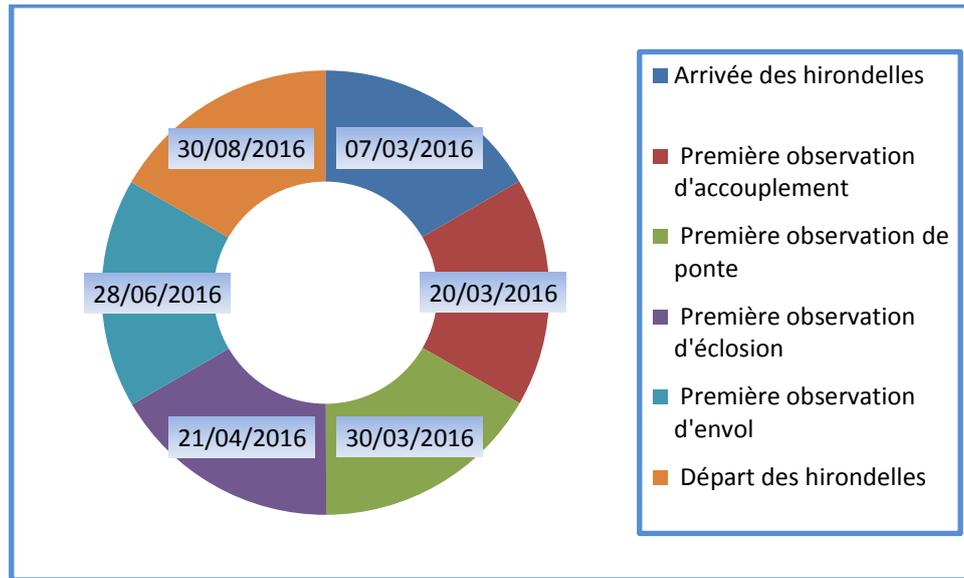


Figure 41 : Cycle biologique de *Hurindo rustica* durant la saison de reproduction 2016 dans la colonie Mouldi Achouri

1.4. Paramètres démographiques

1.4.1. Date de ponte

➤ Pour l'hirondelle de fenêtre

Durant la saison 2015 :

Première ponte :

- La date de ponte moyenne est le 05 mai 2015
- Le premier œuf du couple a été pondu le 15 Avril 2015
- L'œuf le plus tardif est le 9 juin 2015

Seconde ponte :

- La date de ponte moyenne est le 18 juin 2015
- Le premier œuf du couple a été pondu le 2 juin 2015
- L'œuf le plus tardif est le 30 juin 2015

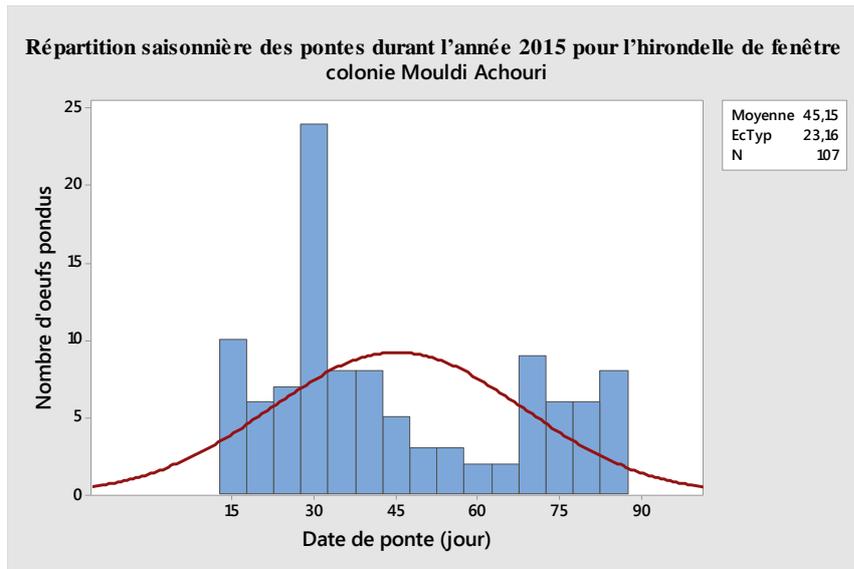


Figure 42 : Répartition saisonnière des pontes durant l'année 2015 pour l'hirondelle de fenêtre de la colonie Mouldi Achouri

La durée de ponte est de 76 jours :91j-15j

Le maximum de ponte a été enregistré durant La première semaine du mois de mai (5 mai-10 mai) et la deuxième semaine du mois de juin (15juin-20juin) pour la seconde ponte (fig.42)

Durant la saison 2016 :

Première ponte :

- La date de ponte moyenne est le 14 mai 2016
- Le premier œuf du couple a été pondu le 18 Avril 2016
- L'œuf le plus tardif est le 26 juin 2016

Seconde ponte :

- La date de ponte moyenne est le 17 juin 2016
- Le premier œuf du couple a été pondu le 7 juin 2016
- L'œuf le plus tardif est le 5 juillet 2016

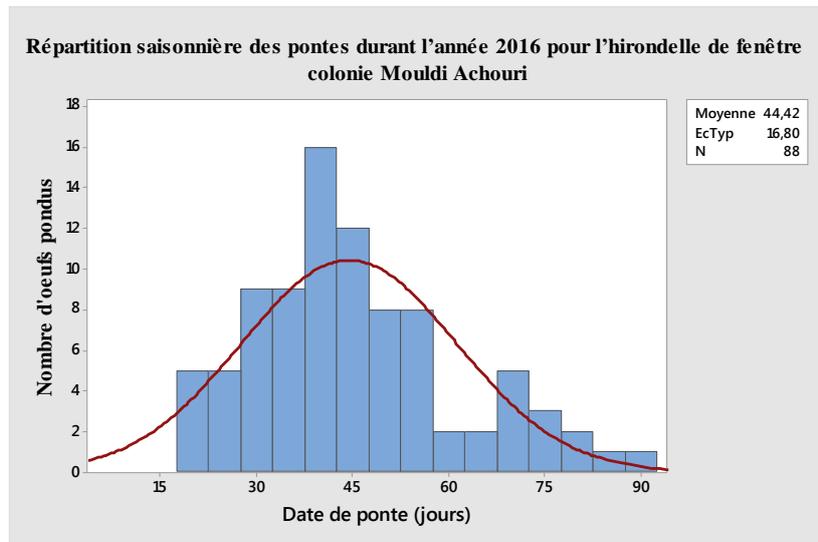


Figure 43: Répartition saisonnière des pontes durant l'année 2016 pour l'hirondelle de fenêtre de la colonie Mouldi Achouri

La durée de ponte est de 76 jours :96-18

Le maximum de ponte a été enregistré durant La deuxième semaine du mois de mai (12 mai-17mai) pour la première ponte et la troisième semaine du mois de juin(17juin-22juin) pour la seconde ponte (Fig.43).

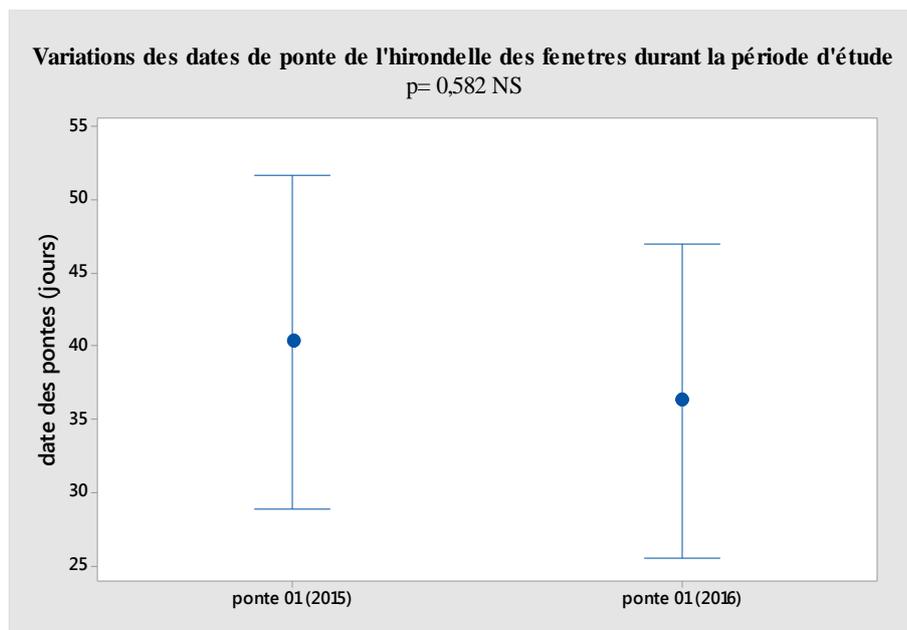


Figure 44 : Variation des dates de ponte de l'hirondelle de fenêtre durant les saisons d'étude (Première ponte) année 2015-2016.

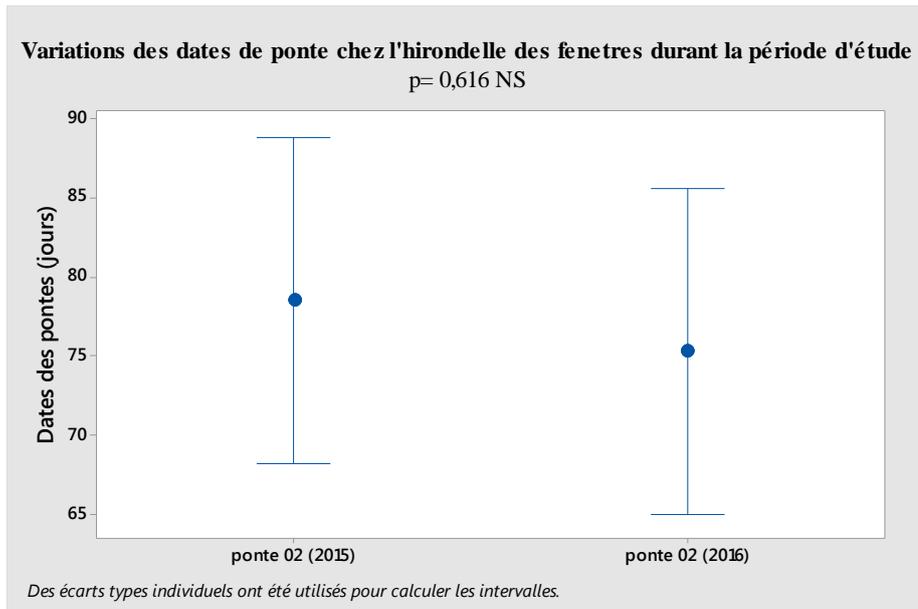


Figure 45: Variation des dates de ponte de l'hirondelle de fenêtre durant les saisons d'étude (seconde ponte) année 2015-2016.

➤ **Pour l'hirondelle rustique**

Durant la saison 2015 :

Première ponte :

- La date de ponte moyenne est le 06 mai 2015
- Le premier œuf du couple a été pondu le 20 Avril 2015
- L'œuf le plus tardif est le 11 juin 2015

Seconde ponte :

- La date de ponte moyenne est le 26 juin 2015
- Le premier œuf du couple a été pondu le 16 juin 2015
- L'œuf le plus tardif est le 22 juillet 2015

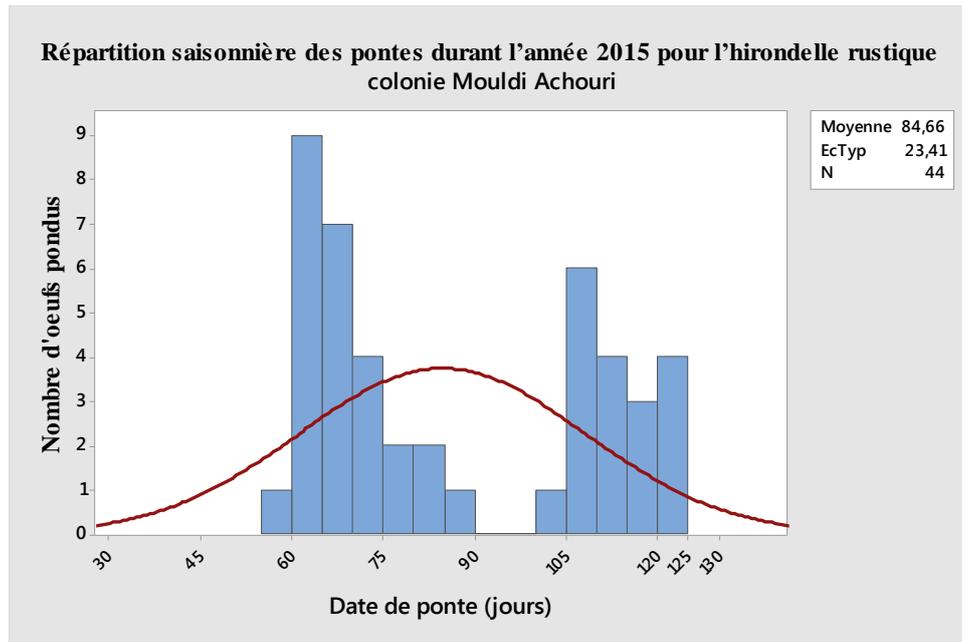


Figure 46: Répartition saisonnière des pontes durant l'année 2015 pour l'hirondelle rustique de la colonie Mouldi Achouri

Le maximum de ponte a été enregistré durant la quatrième (la dernière) semaine du mois d'avril (28avril-2mai) pour la première ponte, et la quatrième semaine du mois de juin (21juin-26juin) pour la seconde ponte (fig.46).

Durant la saison 2016 :

Première ponte :

- La date de ponte moyenne est le 16 avril 2016
- Le premier œuf du couple a été pondu le 03 Avril 2016
- L'œuf le plus tardif est le 5 mai 2016

Seconde ponte :

- La date de ponte moyenne est le 10 juin 2016
- Le premier œuf du couple a été pondu le 25 mai 2016
- L'œuf le plus tardif est le 3 juillet 2016

La durée de la 1^{ère} ponte est de 35 jours (fig.47).

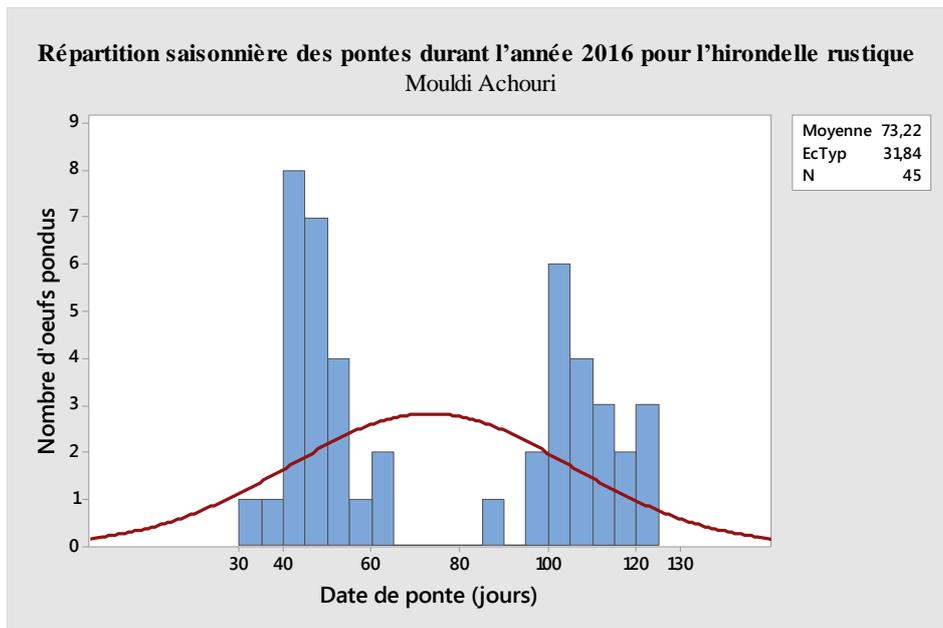


Figure 47: Répartition saisonnière des pontes durant l'année 2016 pour l'hirondelle rustique de la colonie Mouldi Achouri

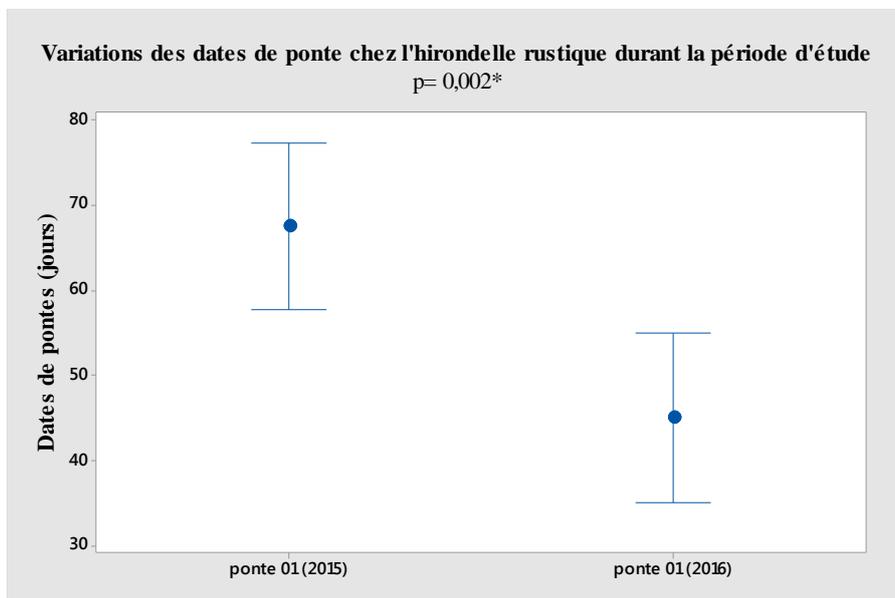


Figure 48 : Variation des dates de ponte de l'hirondelle rustique durant les saisons d'étude (Première ponte) année 2015-2016.

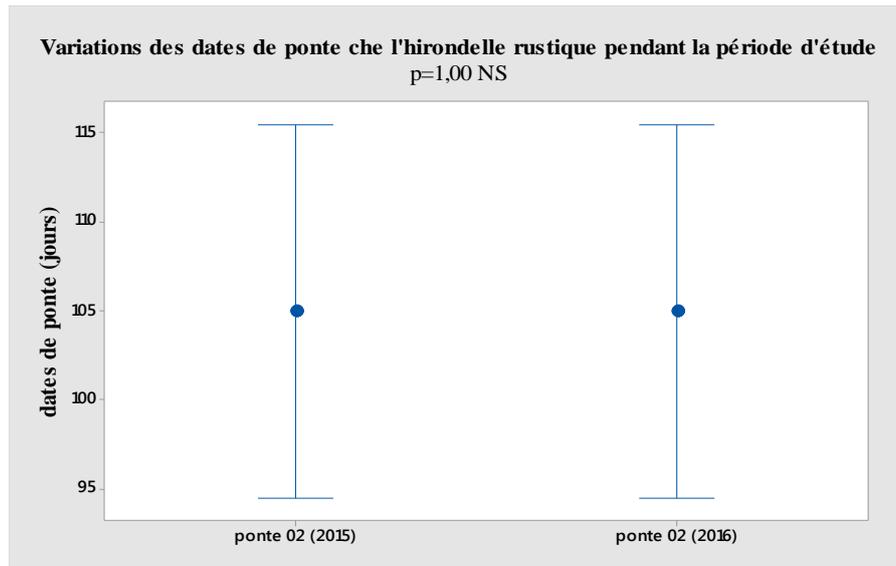


Figure 49 : Variation des dates de ponte de l'hirondelle rustique durant les saisons d'étude (seconde ponte) année 2015-2016.

1.4.2. Grandeur de ponte:

➤ Pour l'hirondelle de fenêtre

• Durant la saison 2015:

La grandeur de ponte moyenne de la première couvée est de 4,53 œufs. Elle varie entre 2 et 6 œufs par nichée pour la colonie de l'hirondelle de fenêtre située à la cité Mouldi Achouri. Pour la seconde couvée elle est de 3,22 œufs, avec 1 à 5 œufs par nichée. Durant cette saison de reproduction les pontes les plus fréquentes au cours de la première ponte sont de 5 œufs avec un pourcentage de 63.88 %. Pour la seconde ponte, les grandeurs de ponte les plus fréquentes sont de 4 œufs avec un pourcentage de 41.66%(fig.50).

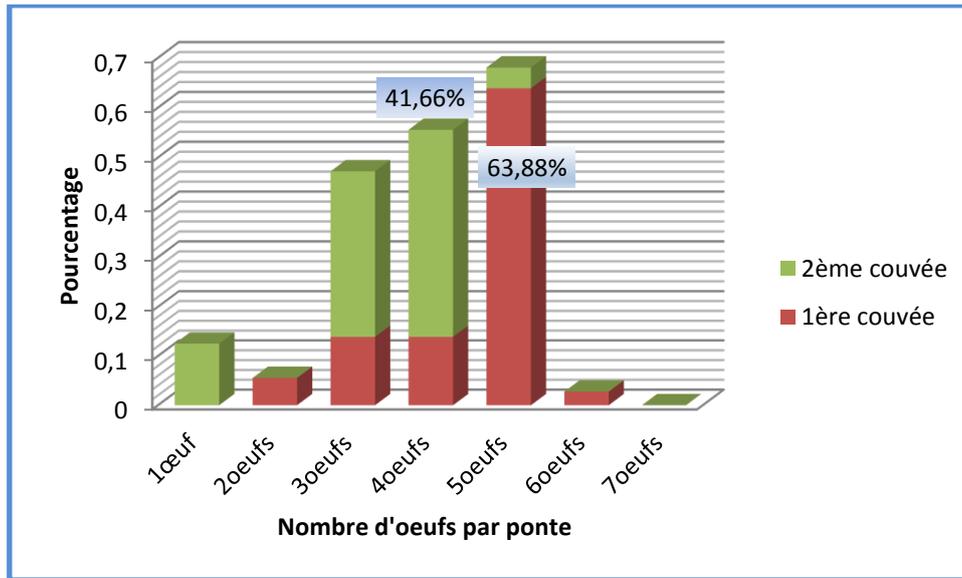


Figure 50 : Pourcentage de la grandeur de ponte pour la première et la seconde ponte pour l'hirondelle de fenêtre durant la saison 2015

Durant la saison de reproduction 2016 :

La grandeur de ponte moyenne de la première couvée est de 4,33œufs, avec 1 à 7 œufs par nichée pour la colonie de l'hirondelle de fenêtre situé à la cité Mouldi Achouri Tébéssa. Pour la seconde couvée elle est de 2,77œufs, avec 1 à 4 œufs par nichée.

Durant cette saison de reproduction les pontes les plus fréquentes au cours de la première ponte sont de 5 œufs avec un pourcentage de 51.85 %. Pour la seconde ponte, les grandeurs de ponte les plus fréquentes sont de 3 œufs avec un pourcentage de 63.63%.

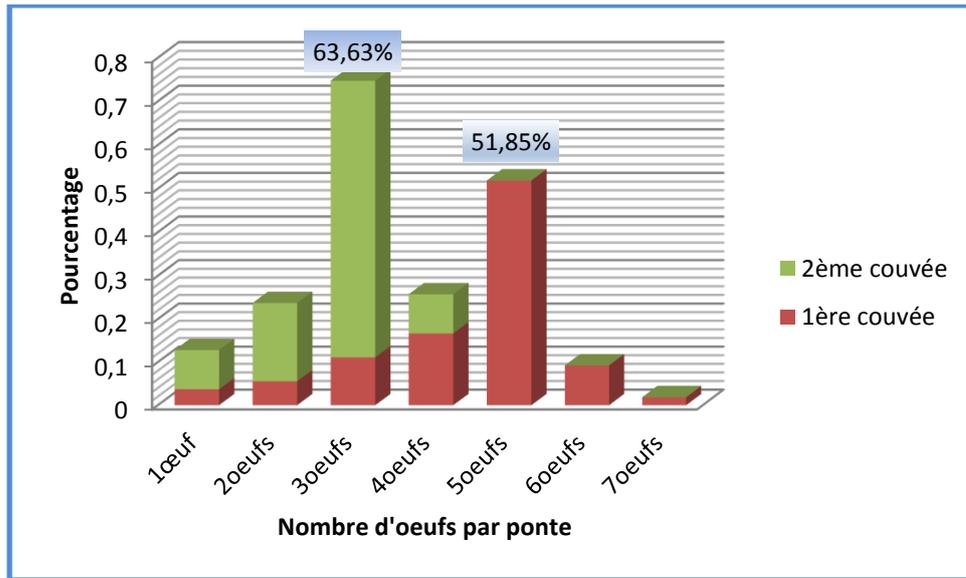


Figure 51 : Pourcentage de la grandeur de ponte pour la première et la seconde ponte pour l'hirondelle de fenêtre durant la saison 2016

➤ **Pour l'hirondelle rustique**

• **Durant la saison 2015 pour l'hirondelle rustique :**

Durant la saison de reproduction 2015 la grandeur moyenne de ponte de la première couvée est de $4,87 \pm 1,12$ œufs avec 01 à 05 œufs par femelle. Les pontes les plus fréquentes sont de 04 œufs avec un pourcentage de 40 %.

Pour la seconde ponte, la grandeur moyenne de ponte est de $4,14 \pm 0,91$ œufs avec 03 à 07 œufs par femelle. Les pontes les plus fréquentes sont aussi de 4 œufs avec un pourcentage de 54.28% (Fig.52).

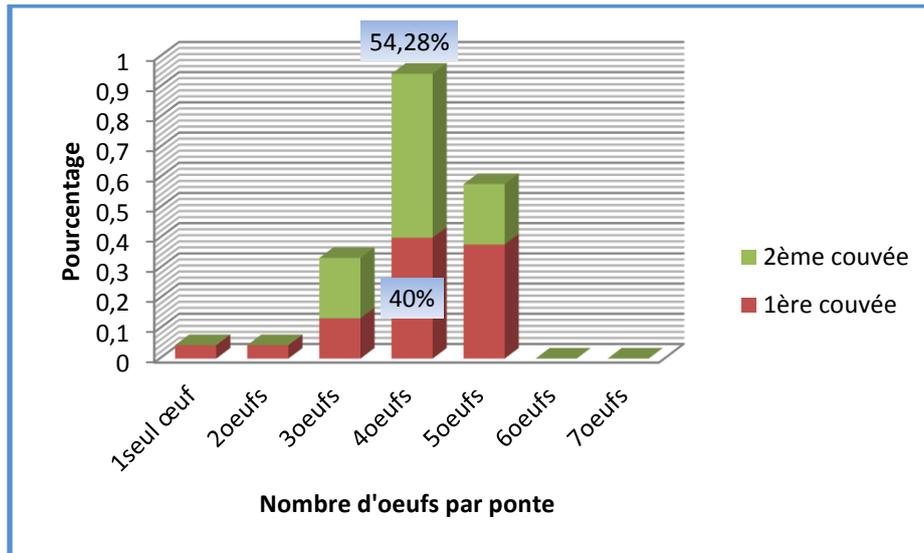


Figure 52 : Pourcentage de la grandeur de ponte pour la première et la seconde ponte pour l’hirondelle rustique durant la saison 2015

• **Durant la saison 2016 :**

Durant la saison de reproduction 2015 la grandeur moyenne de ponte de la première couvée est de $4,87 \pm 1,12$ œufs avec 01 à 06 œufs par femelle. Les pontes les plus fréquentes sont de 06 œufs avec un pourcentage de 55.55%. Pour la seconde ponte, la grandeur moyenne de ponte est de $4,14 \pm 0,91$ œufs avec 01 à 05 œufs par femelle. Les pontes les plus fréquentes sont aussi de 4 œufs avec un pourcentage de 51.21% (Fig.53)

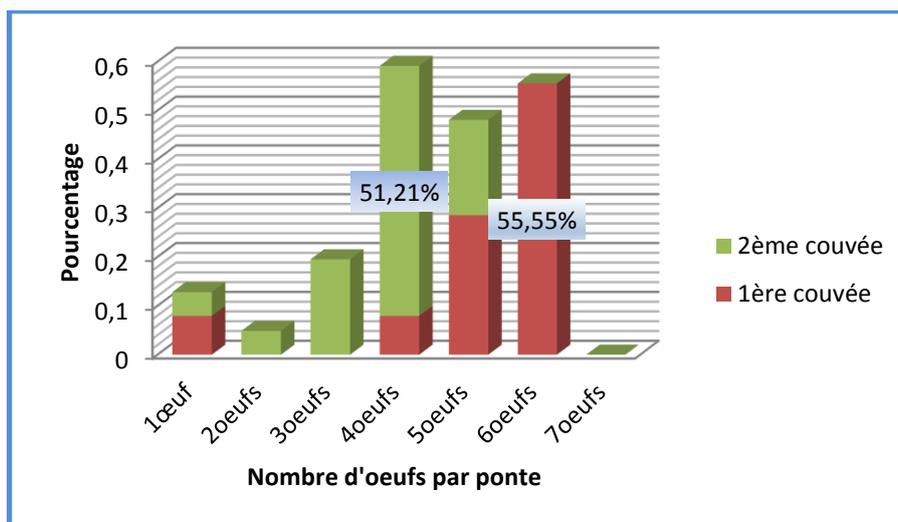


Figure 53 : Pourcentage de la grandeur de ponte pour la première et la seconde ponte pour l’hirondelle rustique durant la saison 2016



1.4.3. Durée d'incubation :

➤ Pour l'hirondelle de fenêtre

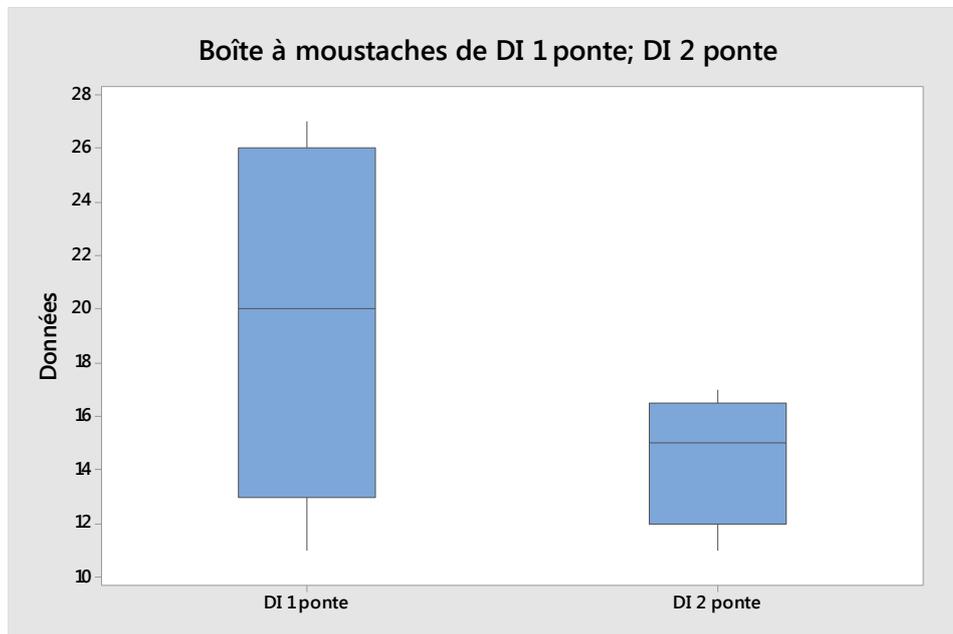


Figure 54 : Variation de la durée d'incubation des œufs pour l'hirondelle de fenêtre entre la première et la seconde ponte en 2015.

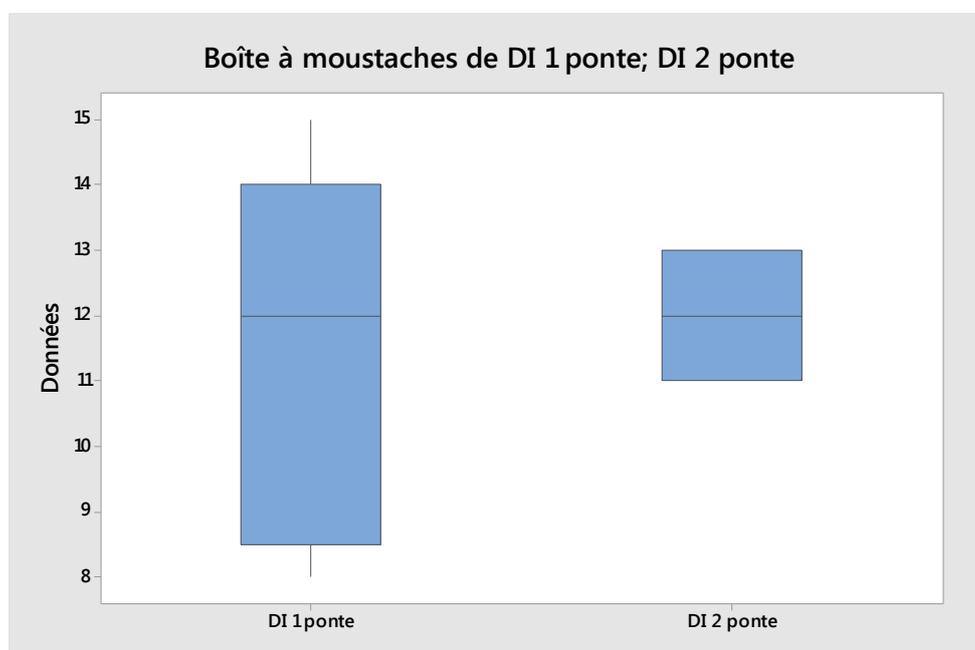


Figure 55 : Variation de la durée d'incubation des œufs pour l'hirondelle de fenêtre entre la première et la seconde ponte en 2016.

DI : Durée d'incubation

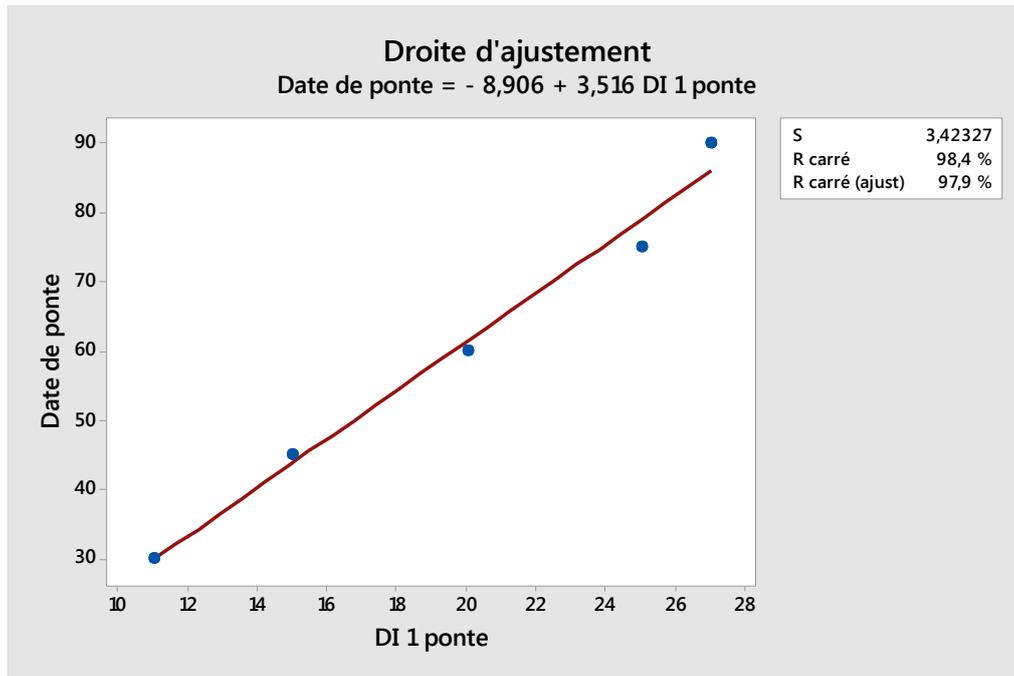


Figure 56 : Corrélation entre date de ponte et durée d’incubation pour l’hirondelle de fenêtre en 2015

➤ **Pour l’hirondelle rustique**

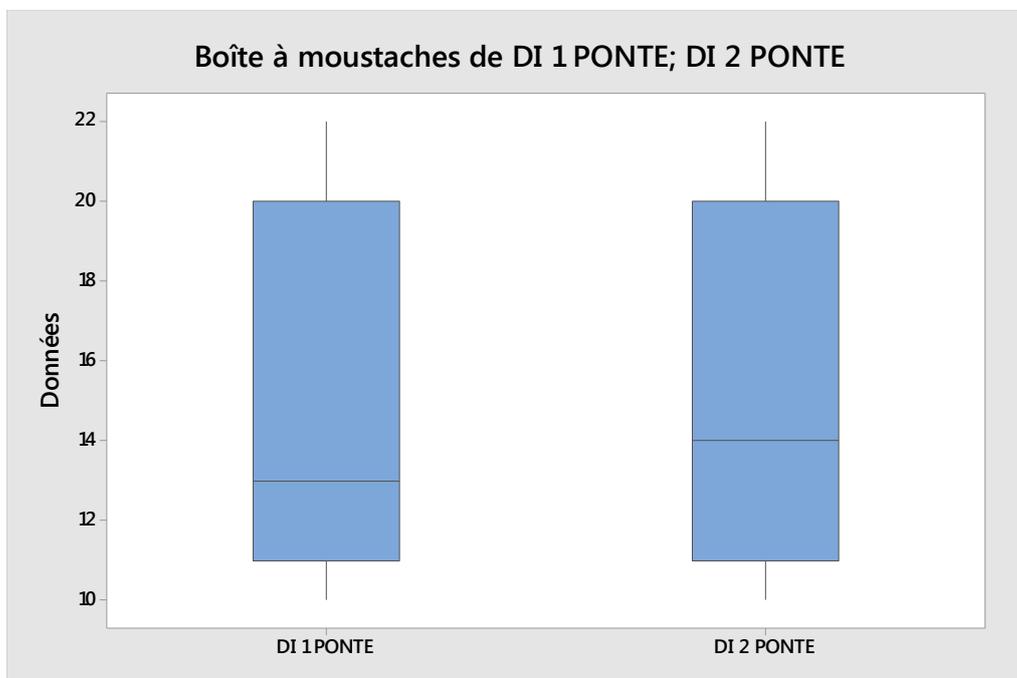


Figure 57: Variation de la durée d’incubation des œufs pour l’hirondelle rustique entre la première et la seconde ponte en 2015.

DI : Durée d’incubation

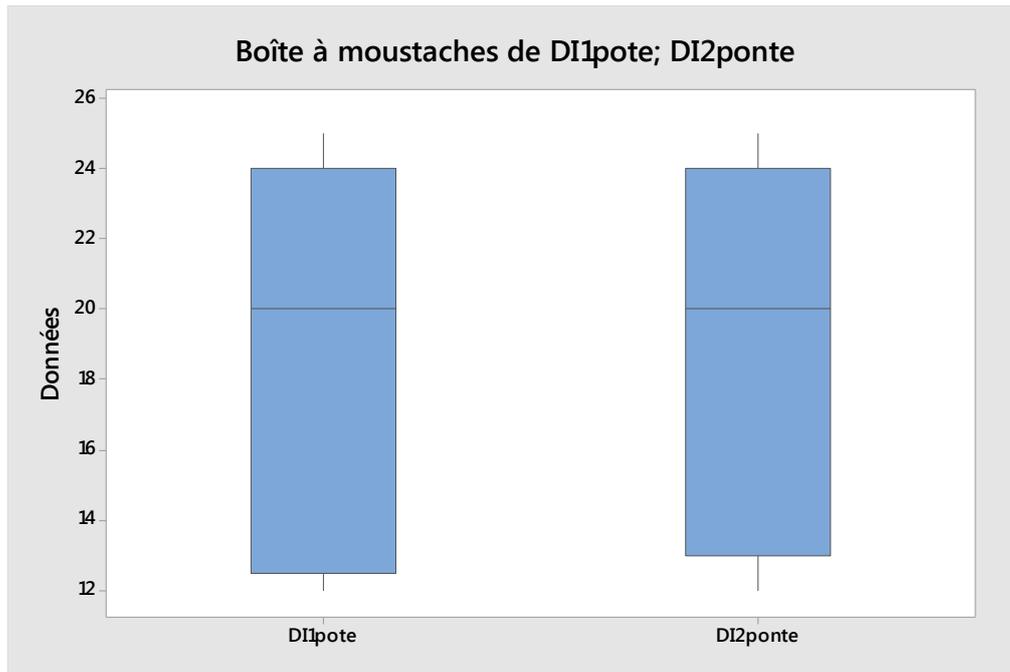


Figure 58 : Variation de la durée d'incubation des œufs pour l'hirondelle rustique entre la première et la seconde ponte en 2016.

DI : Durée d'incubation

Le test t de Student à 2 échantillons a montré qu'il n'y a pas une différence significative dans la date d'incubation des œufs pour la première et la seconde ponte entre les deux espèces d'hirondelles et durant les deux années d'étude 2015 et 2016 (Première ponte $T = -0,49$ et $p = 0,634$) (Seconde ponte $T = -2,10$ et $p = 0,059$) (Annexe).

Le test t de Student a montré qu'il n'y a pas une différence significative dans la date d'incubation entre les deux espèces d'hirondelles, en 2015 durant la première ponte ($T = 1,24$ et $p = 0,250$) et la seconde ponte ($T = -0,33$ et $p = 0,748$) (Annexe). Par contre, il y a une différence significative dans la durée d'incubation entre les deux espèces d'hirondelles, en 2016 durant la première ponte ($T = -2,47$ et $p = 0,039$) et la seconde ponte ($T = -2,66$ et $p = 0,029$) (Annexe).



1.4.4. Nombre d'œufs éclos

➤ Pour l'hirondelle de fenêtre

Pour l'année 2015, le nombre moyen d'œufs éclos de la première ponte est de 3,80 avec des limites de 2 à 5 œufs. Pour la seconde ponte la moyenne est de 2,75 avec des limites de 1 à 4 œufs. Sur un total de 232 œufs pondus, 12(5.17%) n'ont pas éclos en 2015.

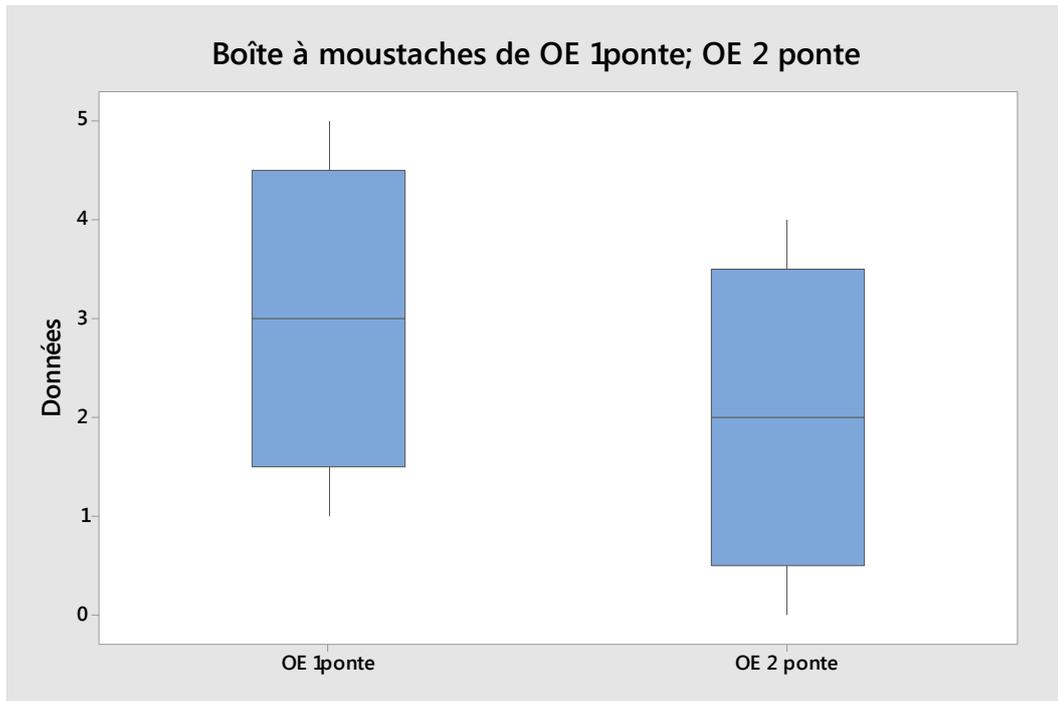


Figure 59: Variation du nombre des œufs éclos de l'hirondelle de fenêtre entre la première et la seconde ponte en 2015.



Pour l'année 2016, le nombre moyen d'œufs éclos de la première ponte est de 3,42 avec des limites de 1 à 6 œufs. Pour la seconde ponte la moyenne est de 2.50 avec des limites de 1 à 4 œufs. Sur un total de 329 œufs pondus, 40(12.15%) n'ont pas éclos en 2016.

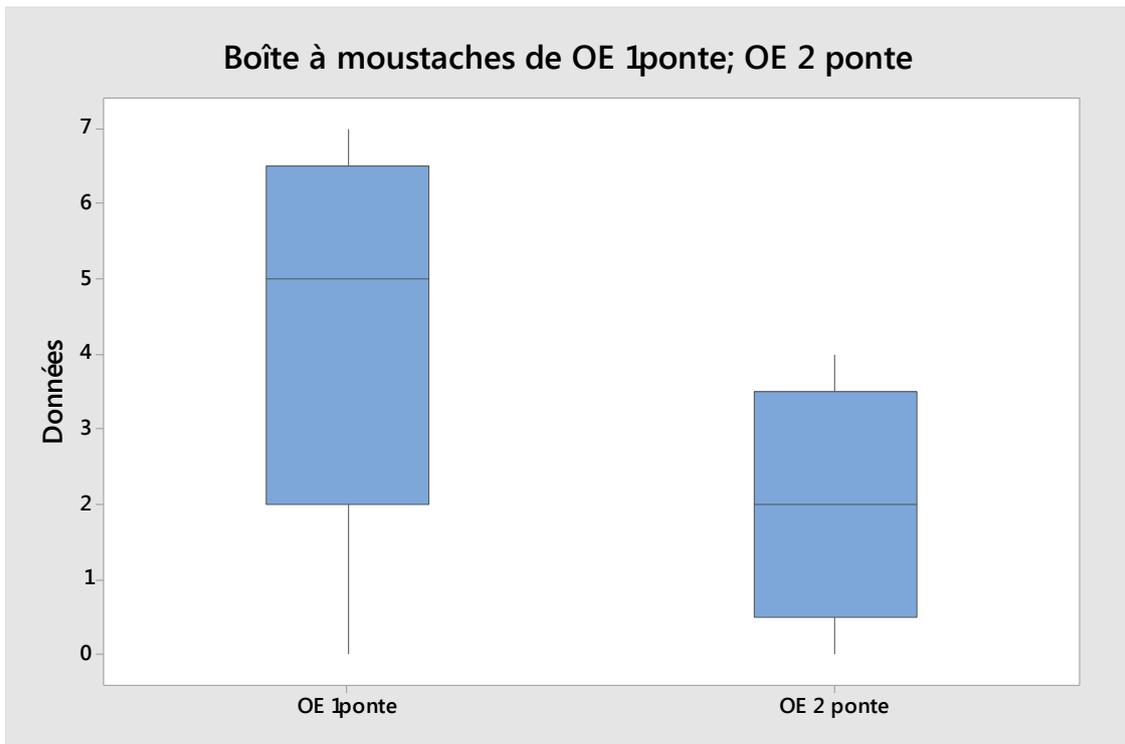


Figure 60 : Variation du nombre des œufs éclos de l'hirondelle de fenêtre entre la première et la seconde ponte en 2016.

OE : Œufs éclos



➤ **Pour l'hirondelle rustique**

Pour l'année 2015, le nombre moyen d'œufs éclos de la première ponte est de 2,60 avec des limites de 1 à 5 œufs. Pour la seconde ponte la moyenne est de 3,66 avec des limites de 3 à 4 œufs. Sur un total de 318 œufs pondus, 32(10.06%) n'ont pas éclos.

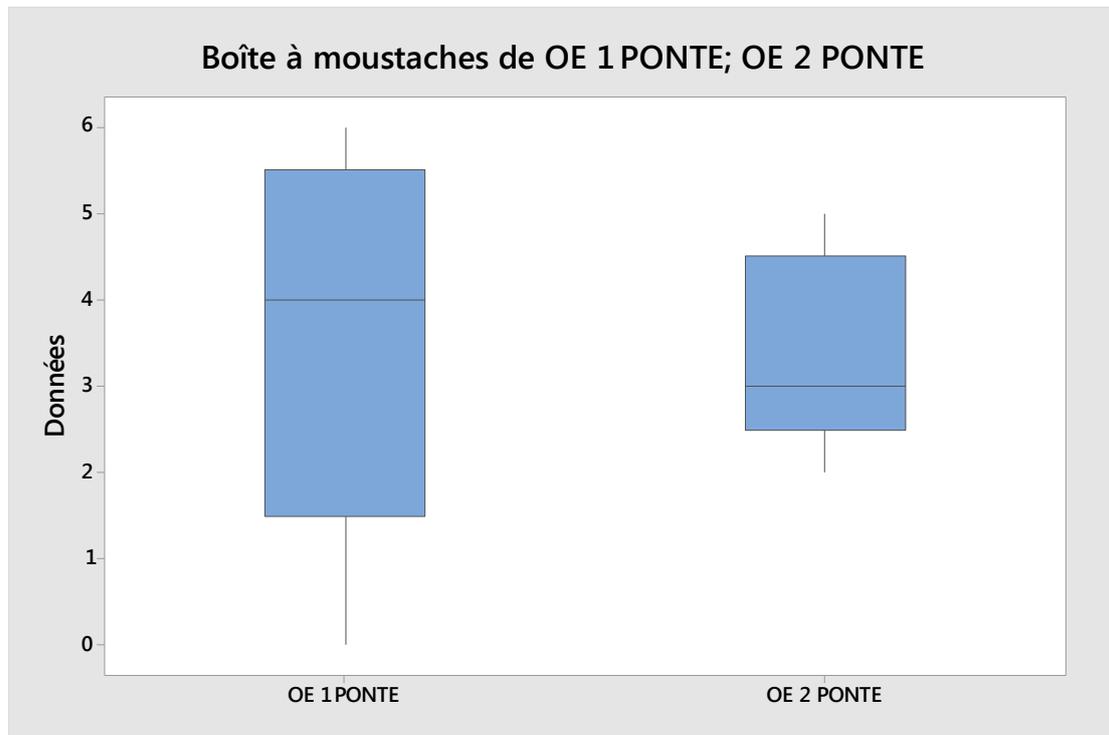


Figure 61 : Variation du nombre des œufs éclos de l'hirondelle rustique entre la première et la seconde ponte en 2015.

OE : Œufs éclos.

Pour l'année 2016, le nombre moyen d'œufs éclos de la première ponte est de 3,50 avec des limites de 1 à 5 œufs. Pour la seconde ponte la moyenne est de 2,80 avec des limites de 0 à 5 œufs. Sur un total de 479 d'œufs pondus, 55 (12,97 %) n'ont pas éclos en 2016.

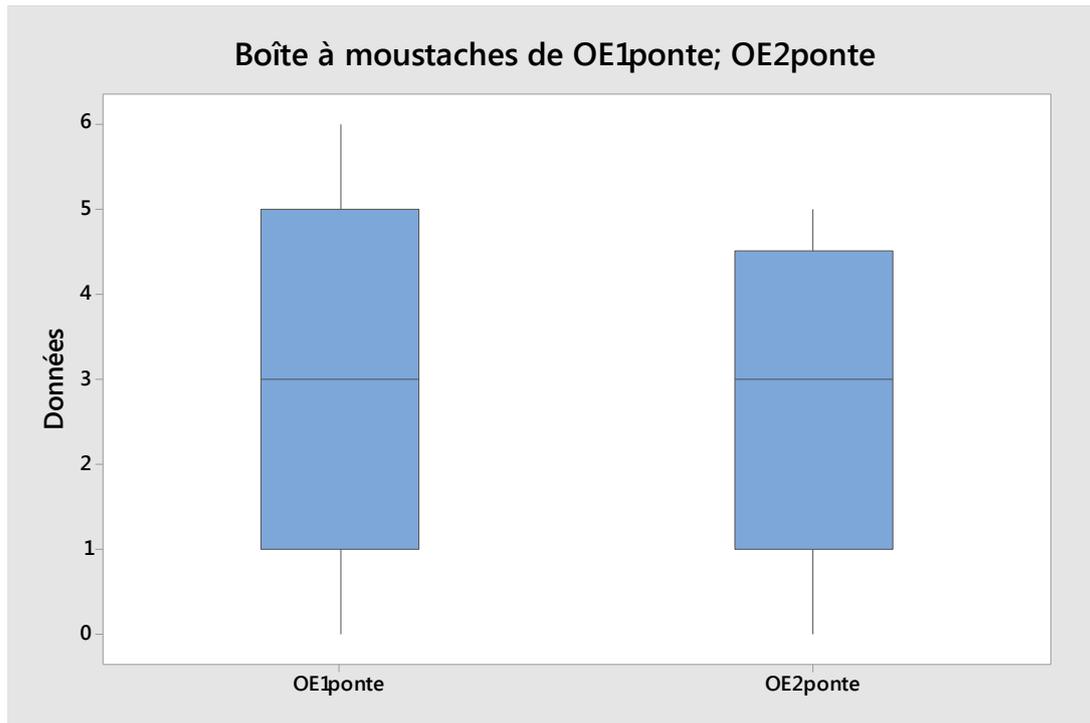


Figure 62 : Variation du nombre des œufs éclos de l’hirondelle rustique entre la première et la seconde ponte en 2016.

Le test t de Student à 2 échantillons a montré qu’il n’y a pas une différence significative dans le nombre des œufs éclos pour la première ponte ($T = 0,41$ et $p = 0,688$) et la seconde ponte ($T = -1,63$ et $p = 0,120$) (Annexe) entre les deux espèces d’hirondelles et durant les deux années d’étude 2015 et 2016.

Le test t de Student a montré qu’il n’y a pas une différence significative dans le nombre des œufs éclos entre les deux espèces d’hirondelles, en 2015 et en 2016 respectivement durant la première ponte ($T = -0,48$ et $p = 0,644$) ($T = 0,89$ et $p = 0,398$) et la seconde ponte ($T = -1,61$ et $p = 0,147$) ($T = -0,72$ et $p = 0,493$) (Annexe).

1.4.5. Succès à l’éclosion

➤ Pour l’hirondelle de fenêtre

Le succès à l’éclosion durant l’année d’étude 2015, varie entre 75 % et 100% avec une moyenne de 96,66 % pour la première ponte et 88,75 % pour la seconde ponte. Le succès à l’éclosion durant l’année d’étude 2016, varie entre 66,66 % et 100% avec une moyenne de 87,95% pour la première ponte et 100 % pour la seconde ponte (tab.14).



Tableau14 : Succès à l'éclosion pour l'hirondelle de fenêtre durant les deux pontes et les deux saisons de reproduction 2015 et 2016.

Les nids	Saison de reproduction 2015		Saison de reproduction 2016	
	1 ^{ère} ponte (jours)	2 ^{ème} ponte (jours)	1 ^{ère} ponte (jours)	2 ^{ème} ponte (jours)
1	100%	100%	100%	100%
2	100%	100%	100%	100%
3	100%	75%	66,66%	100%
4	100%	0%	100%	100%
5	83,33%	0%	80%	0%
Moyenne±SD	96 ,66±5,33	55±51,23	89,33±15,35	80±40,72

➤ **Pour l'hirondelle rustique**

Le succès à l'éclosion durant l'année d'étude 2015, varie entre 66,66 % et 100% avec une moyenne de 88,33 % pour la première ponte et 93,33 % pour la seconde ponte.

Le succès à l'éclosion durant l'année d'étude 2016, varie entre 0 % et 100% avec une moyenne de 90,83 % pour la première ponte et 80 % pour la seconde ponte.

Tableau15 : Succès à l'éclosion pour l'hirondelle rustique durant les deux pontes et les deux saisons de reproduction 2015 et 2016.

Les nids	Saison de reproduction 2015		Saison de reproduction 2016	
	1 ^{ère} ponte (jours)	2 ^{ème} ponte (jours)	1 ^{ère} ponte (jours)	2 ^{ème} ponte (jours)
1	100%	100%	100%	0%
2	100%	100%	100%	100%
3	66,66%	80%	80%	100%
4	75%	0%	83,33%	100%
5	100%	0%	0%	100%
Moyenne±SD	88,33±16,25	56±51,77	72 ,66±41,66	80±44,72

Le test t de Student à 2 échantillons a montré qu'il n'y a pas une différence significative dans le succès d'éclosion pour la première ponte ($T= 1,19$ et $p= 0,249$) et la seconde ponte ($T= -0,02$ et $p= 0,981$) entre les deux espèces d'hirondelles et durant les deux années d'étude 2015 et 2016 (Annexe).



Le test t de Student a montré qu'il n'y a pas une différence significative dans le succès d'éclosion entre les deux espèces d'hirondelles, en 2015 et en 2016 respectivement durant la première ponte ($T= 1,04$ et $p= 0,328$) ($T= 0,84$ et $p= 0,426$) et la seconde ponte ($T = -0,03$ et $p = 0,976$) ($T= 0,000$ et $p= 1,000$) (Annexe).

1.4.6. Jeunes à l'envol

➤ Pour l'hirondelle de fenêtre

Le nombre moyen des jeunes à l'envol pour 2015 est de 3,2 par couple avec des limites de 2 à 5 pour la première ponte. En revanche pour la seconde ponte la moyenne est de 1,7 avec des limites de 0 à 3 oisillons.

Le nombre moyen des jeunes à l'envol pour 2016 est de 3,6 par couple avec des limites de 0 à 6 pour la première ponte. En revanche pour la seconde ponte la moyenne est de 1,4 avec des limites de 0 à 3 oisillons (tab.16).

Tableau16 : Le nombre des jeunes à l'envol pour l'hirondelle de fenêtre durant les deux pontes et les deux saisons de reproduction 2015/2016

Les nids	Saison de reproduction 2015		Saison de reproduction 2016	
	1 ^{ère} ponte (oisillons)	2 ^{ème} ponte (oisillons)	1 ^{ère} ponte (oisillons)	2 ^{ème} ponte (oisillons)
1	2	0	0	0
2	4	1	3	2
3	3	3	2	1
4	4	2	4	3
5	5	1	6	3
Limites d'oisillons	2-5	0-3	0-6	0-3

➤ Pour l'hirondelle rustique

Le nombre moyen des jeunes à l'envol pour 2015 est de 2,9 par couple avec des limites de 0 à 6 pour la première ponte. En revanche pour la seconde ponte la moyenne est de 2,8 avec des limites de 1 à 5 oisillons. Le nombre moyen des jeunes à l'envol pour 2016 est de 3,1 par couple avec des limites de 0 à 6 pour la première ponte. En revanche pour la seconde ponte la moyenne est de 2,6 avec des limites de 0 à 3 oisillons



Tableau 17 : Le nombre des jeunes à l'envol pour l'hirondelle rustique durant les deux pontes et les deux saisons de reproduction 2015/2016.

Les nids	Saison de reproduction 2015		Saison de reproduction 2016	
	1 ^{ère} ponte (oisillons)	2 ^{ème} ponte (oisillons)	1 ^{ère} ponte (oisillons)	2 ^{ème} ponte (oisillons)
1	0	1	0	0
2	1	2	1	2
3	2	4	3	4
4	3	3	4	3
5	6	5	6	5
Limites d'oisillons	0-6	1-5	0-6	0-5

Le test t de Student à 2 échantillons a montré qu'il n'y a pas une différence significative dans le nombre de jeunes à l'envol pour la première ponte ($T= 0,79$ et $p= 0,439$) et la seconde ponte ($T= -2,02$ et $p= 0,059$) entre les deux espèces d'hirondelles et durant les deux années d'étude 2015 et 2016 (Annexe).

Le test t de Student a montré qu'il n'y a pas une différence significative dans le nombre de jeunes à l'envol entre les deux espèces d'hirondelles, en 2015 et en 2016 respectivement durant la première ponte ($T= 1,04$ et $p= 0,327$) ($T= 0,14$ et $p= 0,895$) et la seconde ponte ($T = 1,04$ et $p = 0,327$) ($T= -0,96$ et $p= 0,364$) (Annexe).

1.4.7. Succès à l'envol

➤ Pour l'hirondelle de fenêtre

Le succès d'envol était 87% et 80 % pour la première couvée en 2015 et 2016, respectivement, alors que c'était 85,41 % et 71,11% pour la deuxième couvée (tab.18).

Tableau 18: Succès à l'envol pour l'hirondelle de fenêtre durant les deux pontes et les deux saisons de reproduction 2015 et 2016.

Les nids	Saison de reproduction 2015		Saison de reproduction 2016	
	1 ^{ère} ponte (jours)	2 ^{ème} ponte (jours)	1 ^{ère} ponte (jours)	2 ^{ème} ponte (jours)
1	0%	100%	0%	0%
2	0%	100%	100%	100%
3	100%	100%	100%	100%
4	100%	0%	100%	100%
5	100%	0%	100%	0%
Moyenne±SD	60±54,77	60±54,77	80±44,72	60±54,77



➤ **Pour l'hirondelle rustique**

Le succès d'envol était 60 % et 80 % pour la première couvée en 2015 et 2016, respectivement, alors que c'était 91,66 % et 75 % pour la deuxième couvée (tab.19).

Tableau 19 : Succès à l'envol pour l'hirondelle rustique durant les deux pontes et les deux saisons de reproduction 2015 et 2016.

Les nids	Saison de reproduction 2015		Saison de reproduction 2016	
	1 ^{ère} ponte (jours)	2 ^{ème} ponte (jours)	1 ^{ère} ponte (jours)	2 ^{ème} ponte (jours)
1	100%	100%	0%	60%
2	100%	100%	100%	66,66%
3	75%	66,66%	100%	0%
4	100%	75%	100%	100%
5	60%	0%	100%	100%
Moyenne±SD	87±18,57	68,33±40,99	80±44,72	71,11±40,93

Le test t de Student à 2 échantillons a montré qu'il n'y a pas une différence significative dans le succès à l'envol pour la première ponte ($T = -0,73$ et $p = 0,473$) et la seconde ponte ($T = -0,33$ et $p = 0,742$) entre les deux espèces d'hirondelles et durant les deux années d'étude 2015 et 2016 (Annexe).

Le test t de Student a montré qu'il n'y a pas une différence significative dans le succès à l'envol entre les deux espèces d'hirondelles, en 2015 et en 2016 respectivement durant la première ponte ($T = -1,04$ et $p = 0,327$) ($T = -0,27$ et $p = 0,792$) et la seconde ponte ($T = 0,00$ et $p = 1,000$) ($T = -0,17$ et $p = 0,866$) (Annexe).

1.4.8. Biométrie des œufs

- Durant les deux saisons de suivi nous avons pu mesurer 501 œufs dont 339 œufs issus des premières pontes et 162 œufs des secondes pontes pour l'hirondelle de fenêtre et 797 œufs dont 506 œufs issus des premières pontes et 291 œufs des secondes pontes pour l'hirondelle rustique. Trois paramètres sont mesurés pour les œufs de chaque saison à savoir; la longueur, la largeur et la masse afin de pouvoir calculer le volume de ces derniers.



➤ **Pour l'hirondelle de fenêtre :**

Saison de reproduction 2015

Les résultats montrent que pour l'année 2015, la masse moyenne des œufs issus de la première ponte est 1,58 g et celle de la seconde ponte est de 1,60g. La longueur moyenne des œufs durant cette année est de 18,23 mm pour la première ponte, elle est de l'ordre de 18,78 mm pour ceux issus de la seconde ponte. La largeur moyenne est 12,94 mm pour la première ponte et 12,81 mm pour la seconde ponte. La valeur moyenne du volume des œufs est de 1,6 cm³ pour les premières pontes et 1,58 cm³ pour ceux issus de la seconde ponte (tab.20) (fig 63,64).

Saison de reproduction 2016

Les résultats montrent que pour l'année 2016, la masse moyenne des œufs issus de la première ponte est 1,60 g et celle de la seconde ponte est de 1,58g. La longueur moyenne des œufs durant cette année est de 18,78 mm pour la première ponte, elle est de l'ordre de 18,26 mm pour ceux issus de la seconde ponte. La largeur moyenne est 12,81 mm pour la première ponte et 13,08 mm pour la seconde ponte. La valeur moyenne du volume des œufs est de 1,58 cm³ pour les premières pontes et 1,60 cm³ pour ceux issus de la seconde ponte. (tab.20) (fig 65,66).

➤ **Pour l'hirondelle rustique :**

Saison de reproduction 2015

Les résultats montrent que pour l'année 2015, la masse moyenne des œufs issus de la première ponte est 1,87 g et celle de la seconde ponte est de 1,60g. La longueur moyenne des œufs durant cette année est de 18,89 mm pour la première ponte, elle est de l'ordre de 18,75 mm pour ceux issus de la seconde ponte. La largeur moyenne est 13,51 mm pour la première ponte et 14,13 mm pour la seconde ponte. La valeur moyenne du volume des œufs est de 1,82 cm³ pour les premières pontes et 1,91 cm³ pour ceux issus de la seconde ponte. (tab.21) (fig 67,68).



Saison de reproduction 2016

Les résultats montrent que pour l'année 2016, la masse moyenne des œufs issus de la première ponte est 1,91 g et celle de la seconde ponte est de 1,76g. La longueur moyenne des œufs durant cette année est de 19,12 mm pour la première ponte, elle est de l'ordre de 19,58 mm pour ceux issus de la seconde ponte. La largeur moyenne est 13,68 mm pour la première ponte et 13,64 mm pour la seconde ponte. La valeur moyenne du volume des œufs est de 1,82 cm³ pour les premières pontes et 1,86 cm³ pour ceux issus de la seconde ponte (tab.21) (fig 69,70).

Tableau 20 : Mensuration des œufs de l'Hirondelle de fenêtres durant les deux saisons de reproduction (moyenne des deux pontes).

	Saison de reproduction	
	2015	2016
1^{ère} ponte (Moy ± écartype)	N = 160 œufs	N = 239œufs
Longueur (mm)	18,23 ± 0,71	18,78 ± 0,16
Largeur (mm)	12,94 ± 0,35	12,81 ± 0,32
Volume (cm ³)	1,6 ± 0,13	1,58 ± 0,15
Masse (g)	1,58 ± 0,16	1,60 ± 0,17
2^{ème} ponte (Moy ± écart type)	N = 72 œufs	N = 90œufs
Longueur (mm)	18,43 ± 0,85	18,26 ± 0,65
Largeur (mm)	12,84 ± 0,35	13,08 ± 0,17
Volume (cm ³)	1,56 ± 0,12	1,60 ± 0,08
Masse (g)	1,58 ± 0,13	1,58 ± 0,09

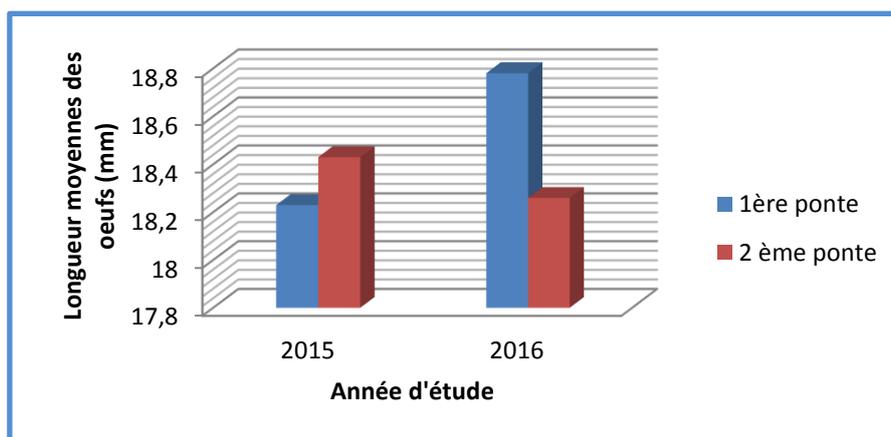


Figure 63 : Evolution des valeurs moyennes de la longueur des œufs de l'hirondelle de fenêtre(Tébessa)

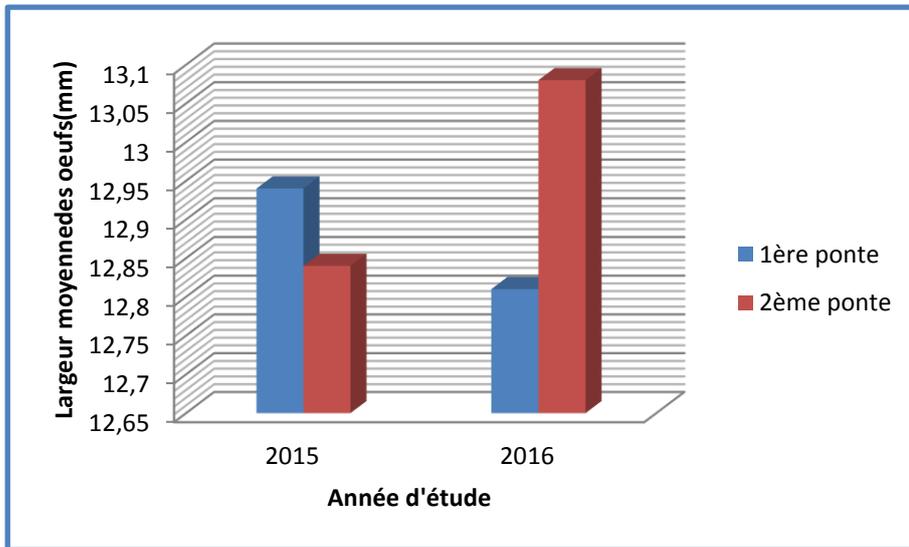


Figure 64 : Evolution des valeurs moyennes de la largeur des œufs de l’hirondelle de fenêtre(Tébessa)

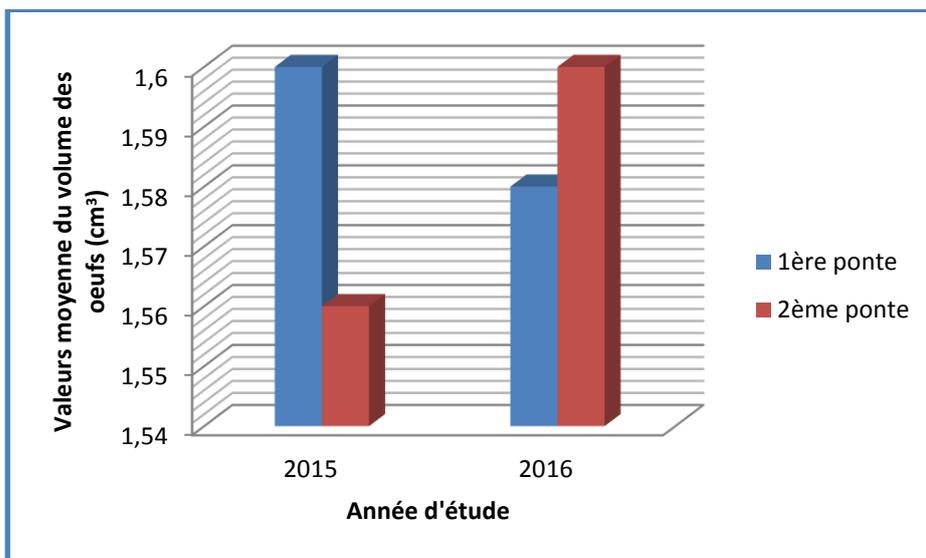


Figure 65 : Evolution des valeurs moyennes du volume des œufs de l’hirondelle de fenêtre(Tébessa)

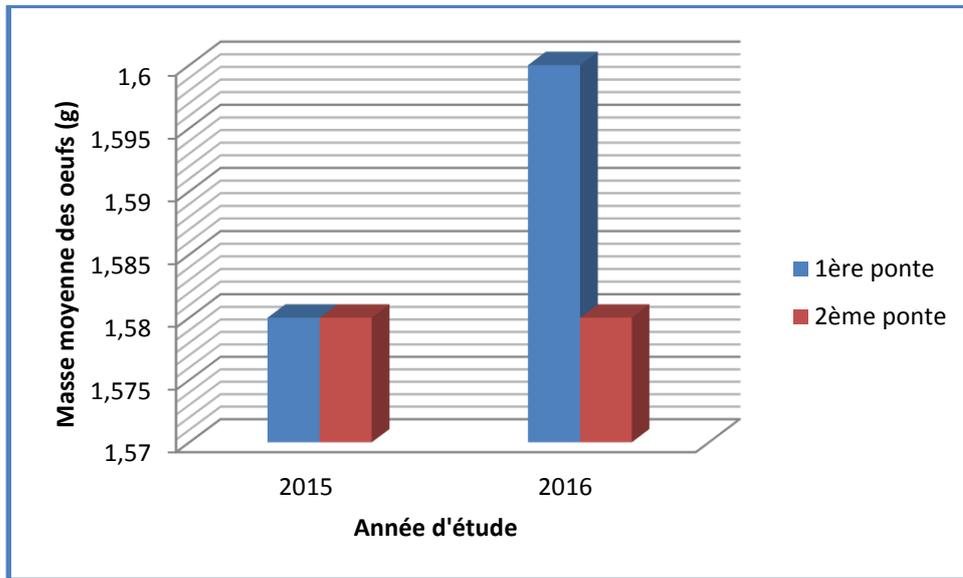


Figure 66 : Evolution des valeurs moyennes de la masse des œufs de l'hirondelle de fenêtre(Tébessa)

Tableau 21 : Mensuration des œufs de l'Hirondelle rustique durant les deux saisons de reproduction (moyenne des deux pontes).

	Saison de reproduction	
	2015	2016
1ère ponte (Moy ± écart type)	N = 181 œufs	N = 325 œufs
Longueur (mm)	18,89 ± 0,85	19,12 ± 0,68
Largeur (mm)	13,51 ± 0,54	13,68 ± 0,55
Volume (cm ³)	1,82 ± 0,18	1,82 ± 0,15
Masse (g)	1,87 ± 0,21	1,91 ± 0,22
2ème ponte (Moy ± écart type)	N = 137œufs	N = 154 œufs
Longueur (mm)	18,75 ± 1,16	19,58 ± 1,01
Largeur (mm)	14,13 ± 0,45	13,64 ± 0,42
Volume (cm ³)	1,91 ± 0,19	1,86 ± 0,18
Masse (g)	1,60 ± 0,13	1,76 ± 0,35

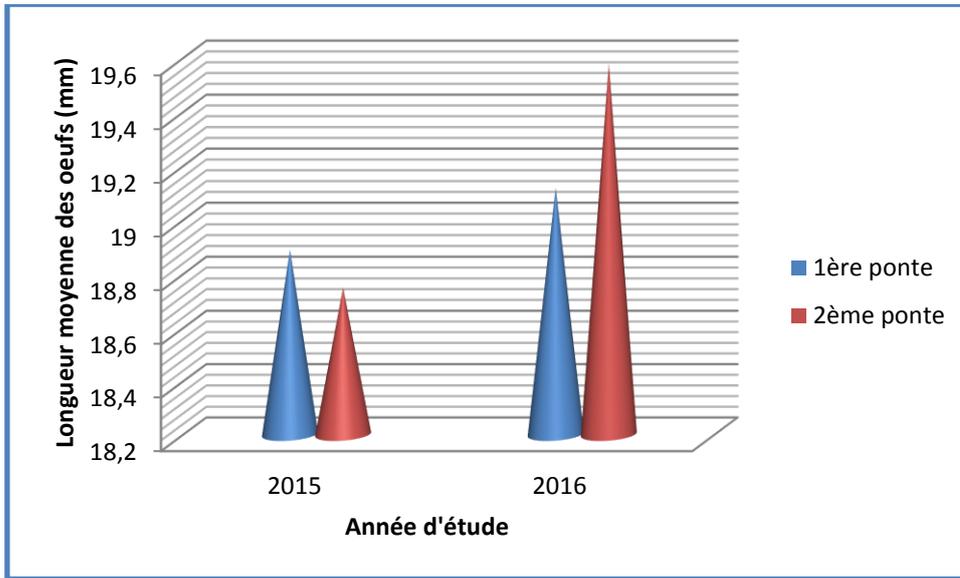


Figure 67: Evolution des valeurs moyennes de la longueur des œufs de l'hirondelle rustique (Tébessa)

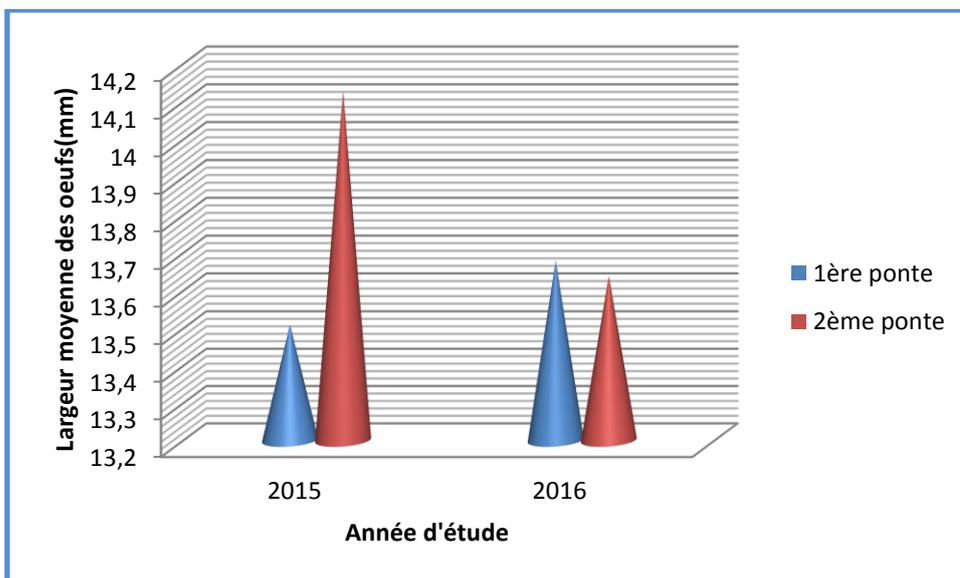


Figure 68 : Evolution des valeurs moyennes de la largeur des œufs de l'hirondelle rustique (Tébessa)

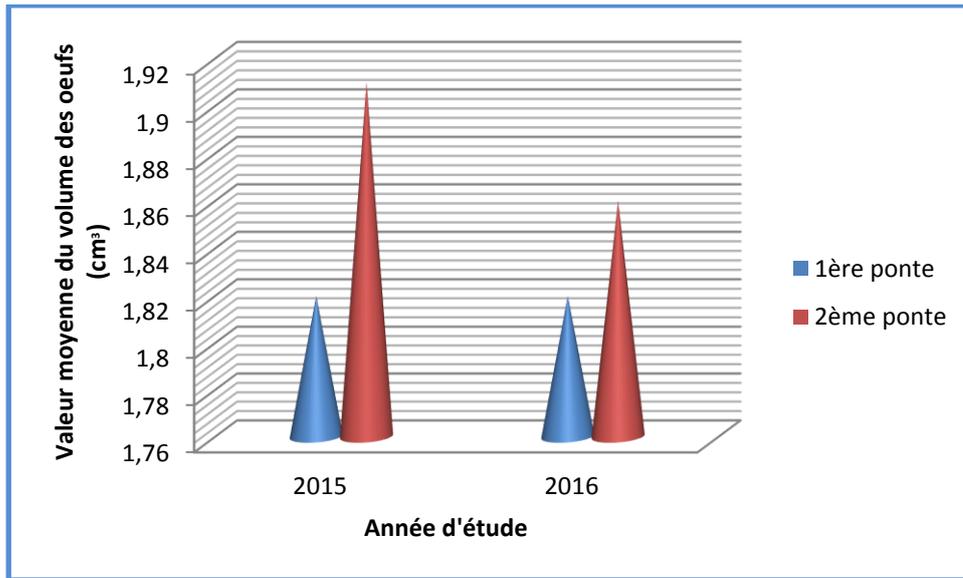


Figure 69 : Evolution des valeurs moyennes du volume des œufs de l'hirondelle rustique (Tébessa)

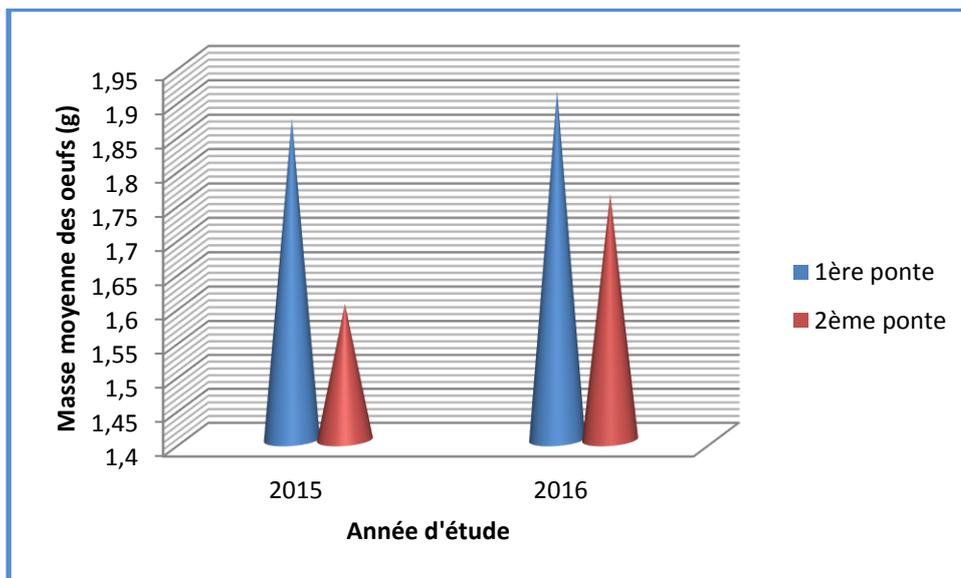


Figure 70: Evolution des valeurs moyennes de la masse des œufs de l'hirondelle rustique (Tébessa)

Discussion

Nous avons étudié pendant deux années successives 2015 et 2016 les différents paramètres de la reproduction des Hirondelles de fenêtre et rustique nichant dans la colonie Mouldi Achouri de la ville de Tébessa.

Selon les observations directes de l'hirondelle de fenêtre durant les deux saisons d'étude, nous avons constaté que les dates d'arrivé dans notre région d'étude se fait à partir du



début du mois de mars, ce qui peut être jugé très précoce par rapport aux autres régions de nidification. Ces résultats sont similaires à ceux de la colonie d'Annaba (Lahlah, 2010) et de Guelma (Haddad, 2015) (Rouaiguia, 2016). En Allemagne les Hirondelles de fenêtre sont observées au début du mois d'Avril (Oelke, 2003).

La date d'arrivée et la date de ponte sont liées dans le cas des deux espèces d'hirondelles de la ville de Tébessa, ce qui reflète que ces espèces arrivent plus tôt non pas pour obtenir le meilleur site de reproduction ; car elles sont très fidèles pour leurs nids qui sont dans la majorité des cas préexistant et réutiliser pour plusieurs années, mais pour accumuler de bonnes réserves et choisir le bon partenaire ce qui prédisait la qualité et la multiple tentative de reproduction dans la saison (Perrins, 1965 ; Møller, 1988 ; Kirkpatrick et al., 1990 ; Dring et al., 1992).

Nos résultats comparés aux dates enregistrées dans différentes régions de l'aire de nidification de cette espèce, confirment l'hypothèse selon laquelle, la date d'arrivée de cet oiseau aux sites de reproduction influence les dates de ponte, de façon que les populations qui arrivent en avance aux sites de nidification se reproduisent plus tôt que les populations tardives nichant au Nord de l'aire de nidification (Goetz 1979, Bryant 1978, De Iope et al. 1993, Lyuleeva 1974, Hund & Prinzing 1979, Rheinwald 1979, Pikula & Beklova 1987, Cramp 1988, Kamiński & Wołoskiuk 1995, Górska 2001). Cette hypothèse explique en effet le décalage important des dates de ponte enregistrées dans notre région par rapport aux régions Nordiques. L'arrivée précoce des chaleurs dans les régions méditerranéennes, hâtant ainsi le réveil biologique serait la cause principale de ce décalage et reconforte par conséquent la théorie d'ajustement des dates de ponte avec l'abondance de la nourriture dans le milieu (Lahlah 2010).

Une étude menée en France montre que l'arrivée de cette espèce dans la ville de Louvain-la-Neuve le 7 Avril de l'année 2009 (Blangy, 2010). En Espagne cette espèce arrive vers le mi du mois de Février (De Iope et al. 1993). En Türkiye l'hirondelle de fenêtre sont également observées dès le début du mois d'Avril (Fulya et al. 2006). Les dates d'arrivées varient selon les espèces, mais aussi selon l'âge et le sexe des individus (Sakraoui, 2012). Dans chaque groupe, les mâles précèdent les femelles (Moller et al, 2004 a).

Certaines espèces d'hirondelles sont caractérisées par une structure sociale complexe pouvant aboutir à la création d'importantes colonies regroupant plus de 200 couples (Turner,



2006). La plupart des études montrent que la taille de la colonie dépend essentiellement de la disponibilité des emplacements (Snapp, 1976). L'hirondelle de fenêtre est caractérisée également par une fidélité dans le couple et envers le site de nidification (Turner, 2006).

Chez les oiseaux, le bon choix de l'habitat de nidification doit être adapté physiquement (habitats les plus sûrs et les plus inaccessibles) (Nilsson, 1984), et riche en ressources alimentaires. L'hirondelle de fenêtre place le nid dans les balcons à l'extérieur sous les avant-toits dans la périphérie de la ville de Tébessa (la cité Mouldi Achouri). Ce choix des habitats plus près d'une ressource importante pour les espèces (disponibilité alimentaire et de la boue) permet de minimiser le coût de l'énergie investis dans la recherche de nourriture et de la construction du nid. Dans les villes algériennes, les hirondelles installent leurs nids très souvent sur différentes structures externes de blocs d'appartements ainsi que sur d'autres bâtiments (Lahlah et al., 2006).

La colonie étudiée est installée dans la cité Mouldi Achouri à Tébessa, où le nombre des nids est 60 nids pour l'année 2015 et 87 pour l'année 2016. Chaque année les adultes reproducteurs ont installé leurs nids accrochés aux plafonds. Les nids sont construits à différentes hauteurs réparties sur les différents étages avec une moyenne de 8,53 m en 2015 et en 2016. Les nids occupés, 45% en 2015 et 48,27% en 2016 à la cité Mouldi Achouri, étaient à la hauteur de 8,53 m de hauteur relativement semblable à ceux de la Pologne (76,8%), qui variait de 7,6 à 16,5 (Indykiewicz et al., 2001).

Les Hirondelles de fenêtre et rustique de la ville de Tébessa placent le nid près du plafond sur les murs, et la hauteur des nids dépend de la hauteur des bâtiments, semblables à de nombreuses autres études (Dolenec, 2002; Pikula 1987 ; Beklova 1987). La gamme de distribution verticale et la hauteur moyenne des nids observés à la colonie Mouldi Achouri sont supérieures à ceux rapportés dans la littérature (Dolenec, 2002 ; Sakraoui et al., 2005; Al-Rawy et George, 1966 ; Pikula 1987 ; Beklova 1987). La hauteur moyenne ne différait pas entre les années ou les couvées, elles sont semblables à celle de Guelma, d'Annaba et cela s'explique par la stratégie de l'espèce de la réutilisation de vieux nids (Sakraoui et al., 2005) (Haddada et al., 2015).

La plupart des nids présents sur ce site d'étude sont anciens ayant servis plusieurs saisons. Les nouveaux nids sont construits à côté des autres ou bien isolés mais non loin de la colonie. Le principal avantage à réutiliser les vieux nids, est que cela permet aux couples en



début de saison non seulement d'économiser une partie de leur énergie mais également d'entamer des pontes plus tôt par rapport au reste des individus qui construisent de nouveaux nids (Safran 2010). Cependant, le principal inconvénient de cette stratégie est le risque d'infestation par les ectoparasites qui se trouve encore dans les nids et qui sont issus des précédentes reproductions (Safran 2010).

Le nombre des nids reconstruits dans le site d'étude est augmenté chaque année, 60 en 2015 et 87 en 2016 pour l'hirondelle de fenêtre alors qu'il est de 80 en 2015 et 104 en 2016 pour l'hirondelle rustique. Cela peut être expliqué par la présence des matériaux pour la construction des nids.

Les nids sont construits selon une distribution spatiale spécifique qui dépend de la forme du support. Dans la présente étude les nids sont regroupés en six, cinq, quatre, trois, deux ou même un seul nid. La construction des nouveaux nids commence après l'occupation de tous les anciens nids. La construction se fait par les deux partenaires même après que les couples précoces déclenchent la ponte. La forme des nids est généralement sphérique avec un trou d'entrée situé en haut du nid d'environ 3 centimètres de diamètre.

Nous avons constaté que l'Hirondelle de fenêtre de la cité Mouldi Achouri commence à pondre en Avril, et le premier œuf a été posé en deuxième semaine d'avril en 2015 et en 2016 pour la première ponte. Alors que le premier œuf pondu au cours de la deuxième ponte a été posé la première semaine de Juin en 2015 et en 2016. En général, la moyenne établissant dates de la première et de deuxième ponte au cours des deux années d'étude était similaire à ceux de Annaba Nord-Algérie (Lahlah et al., 2006) et à ceux de Guelma (Haddad, 2015) et (Rouiguia, 2016), ce qui est plus tôt que la date de ponte pour une population à l'Europe centrale comme l'Allemagne (Hund et Prinzinger, 1979), la Pologne (Górska, 2001), ainsi que l'Europe du Nord (Cramp, 1988), mais plus tard par rapport à celles de l'Espagne (de Lope et al., 1993). Cette différence est probablement due à une variation dans des conditions climatiques de l'extrême nord à la pointe sud de l'espèce. La période de ponte correspond à l'intervalle compris entre la date de ponte du premier œuf de la première ponte et la date du ponte du dernier œuf de la seconde ponte (Lahlah 2010). Elle dépend de l'abondance trophique qui constitue un facteur ultime et proximal conditionnant le nombre de pontes (Sakraoui 2012).



A Tébessa, cette période s'étale du mois d'avril jusqu'à Juillet avec des valeurs qui varient d'une année à l'autre. Il est évident et à cause des dates de pontes précoces, que la période de ponte varie également dans les régions de reproduction situées plus au Nord (Lahlah 2010). En Turquie les premiers œufs sont trouvés aux nids vers le 30 avril (Fulya S. & Nuri Y. 2006) et en France la date moyenne de ponte enregistrée est 15 mai (Poulin et al. 2006). les périodes de ponte est probablement un ajustement à des périodes d'abondance de nourritures précoces et courtes par rapport à celles des régions nordiques (Lahlah 2010). Si les dates de ponte sont en relation avec l'apparition des ressources trophiques, la grandeur de ponte quant à elle, reflète l'abondance de ceux-ci (Lahlah 2010).

A Tébessa, l'hirondelle de fenêtre réalise deux pontes par année comme la population d'Europe (Pajuelo et al., 1992; Górska, 2001). La période sèche durant l'été limite la population de l'hirondelle de fenêtre de l'Afrique du nord de se produire plus de deux ponte par année.

On sait que les Hirondelles rustiques commencent la ponte le mois de mars en Afrique du Nord (Turner, 1994). Nous avons enregistré le premier œuf pondu la troisième semaine d'avril en 2015 et la première semaine d'avril en 2016. La date de ponte était beaucoup plus tôt pour la première couvée en 2015. Les dates de pontes d'hirondelles rustiques sont fortement variables en Afrique du Nord comme a été observé à Annaba (Sakraoui et al., 2005) et à Guelma (Haddad et al., 2015). Plusieurs études ont montré que beaucoup de facteurs pourraient affecter la date de ponte à savoir l'âge de parents, la disponibilité alimentaire et les conditions physiques des femelles durant la saison de reproduction (Klomp, 1970 ; Perrins, 1970 ; Milne, 1974 ; Sockman et al., 2006). Dans le nord-est de l'Algérie les Hirondelles rustiques préfèrent la périphérie des milieux urbains et sub urbain par rapport aux milieux ruraux ceci est aussi observé par Sakraoui et al., (2005) et Haddad et al., 2015.

Plusieurs études ont montré que chez les oiseaux, la taille des couvées varie avec les années (Perrins, 1969), date de ponte (par exemple Hill, 1984), la disponibilité des aliments (par exemple Boekelhdeide et Ainley, 1989) et l'âge des femelles (par exemple Desrochers et McGrath, 1993).

Nous avons constaté que la grandeur de ponte était faible à Tébessa (4,53 à 3,22), et elle est inférieure à celles d'Annaba (4,7) (Lahlah et al., 2006), l'Espagne (4,6), et au sein de



la gamme des populations d'Europe centrale (4,2 à 4,7) (Rheinwald, 1979; Hund et Prinzing, 1979) (de Lope et al., 1993), mais supérieur à celui de l'Angleterre (Bryant, 1975).

Cependant, la taille de la couvée dans la deuxième ponte dans les deux années d'étude était plus petite que dans la première ponte, et c'est le cas de toutes les populations étudiées dans différentes parties de l'Europe et de l'Afrique du Nord (Bryant, 1975; Cramp, 1988; et Pajuelo al., 1992; Lahlah et al., 2006). Toutefois, dans notre étude la taille des couvées diminué de manière significative dans la seconde couvée.

La baisse de la taille des couvées de l'hirondelle de fenêtre a également été signalée en Afrique du Nord (Lahlah et al., 2006). Ce type de tendance est dû à plusieurs facteurs notamment les parasites, la date de ponte (Blum et al., 2002; Sockman et al., 2006; Møller, 1990), et d'autres facteurs saisonniers.

Plusieurs études ont montré que chez les oiseaux, la grandeur de ponte varie avec les variations de saison (Coulson, 1963), la date de ponte (Colline, 1984), la disponibilité alimentaire (Boekelheide et al., 1989), les conditions physiques des femelles (Horaket al., 1995) et d'autres facteurs. D'habitude les Hirondelles rustiques pondent deux couvées par an; une observation faite dans la présente étude, et à Annaba (Sakraoui et al., 2005), En Irak (M. Al-Rawy et d'autres., 1966) et en la Pologne (Banbura et al., 1998) . Cependant en Allemagne (Losk, 1989) il est enregistré trois couvées par an. Alors que les populations nord-africaines font face au problème de sécheresse pendant l'été et cela limite la production de plus que deux couvées par saison.

Nous avons constaté que la grandeur de ponte de la première couvée était semblable au cours des deux ans (4.87-4.88), valeur élevée que celle d'Annaba (4.60-4.85), la Pologne Centrale (4.86) (Banbura, 1998) et plus bas que la Burgenland (l'Autriche) (4.9) (Fally, 1989), tandis que, la grandeur de ponte moyenne dans la deuxième couvée dans les deux ans (4.14-4.03), était inférieure que l'Extremadura au sud-ouest de l'Espagne (4.52) (De Lope 1983), la Pologne Centrale (4.47) (Banbura et al., 1998) et aux Adirondacks nord-est de New York (4.2) (Shields et al., 1987).

Pendant la saison de la reproduction entière nous avons trouvé seulement un nid avec sept œufs comme en Croatie (Zdravko, 2002). Les facteurs saisonniers et les parasites influencent la taille de couvée; en fait, (Møller, 1990; 1994), a montré que l'ectoparasite peut affecter la taille de couvée et peut expliquer les petites couvées chez les oiseaux.



Le déclin saisonnier dans la grandeur de ponte présentée dans cette étude pendant les deux saisons reproductrices était semblable à ceux notés en Afrique du Nord et toutes les populations Paléarctique Occidental (Haddad et al., 2015) (Sakraoui et al., 2005; Mc Ginn et al., 1978; Banbura., 1998). Les couples précoces souvent pondent plus d'œufs que les couples tardifs (DeBlum et al., 2002 ; Sockman et al., 2006), ce type de tendance est dépendant aux conditions de femelles, la qualité de territoires (Rowe et al., 1994; Sockman et al., 2006) et d'autres facteurs comme le temps d'arrivée d'oiseaux migrateurs aux sites de reproduction.

En ce qui concerne la population étudiée dans la région de Tébessa, les pontes les plus fréquentes pour la première nichée sont celles à 5 œufs (63,88%), et pour la seconde ponte sont celles de 4 œufs (41, 66%). Nos résultats sont similaires à ceux observés dans la région d'Annaba (Lahlah 2010). Une telle situation implique que l'énergie économisée par la réduction du nombre de jeunes produits, soit réinvestie dans d'autres activités, notamment dans l'aptitude à une meilleure survie des adultes qui entament une migration de retour vers les sites d'hivernage juste après l'envol des poussins de la seconde ponte (Blondel et al., 1993). On peut dire que les hirondelles s'investissent dans la réalisation de grandes pontes avec un maximum de poussins en début de saison de reproduction, alors que durant les secondes pontes et à cause de la détérioration des conditions climatiques et par conséquent trophiques, les adultes réduisent leurs effort reproducteur en réalisant de petites pontes ou en se contentant d'une seule ou lieu de s'investir dans l'élevage d'une nichée souvent vouée à l'échec (Lahlah 2010).

Sur l'ensemble des œufs, 5,17 % n'ont pas éclos en 2015 et 12,15% n'ont pas éclos en 2016 pour l'hirondelle de fenêtre. La stérilité des œufs peut être provoquée par des facteurs endogènes provoquant ainsi l'échec des pontes et la réduction du succès de la reproduction des couples (Lahlah 2010).

En règle générale, l'éclosion des nichées est échelonnée sur un jour, mais elle peut s'étaler sur deux ou trois jours (Ribaut, 1982), ceci veut dire que le dernier n'est pas souvent sacrifié dès les premiers jours de son existence, surtout lorsque les conditions météorologiques sont défavorables (Ribaut, 1983). Dans notre étude, le nombre d'œufs éclos pour la première ponte est plus important que celui observé dans d'autres régions de l'aire de nidification (Irak, Danemark) (Al-Rawyet Georg, 1966 ; Hemery et al., 1979 ; Bańbura et Zieliński, 2000), mais il est relativement faible pour la seconde ponte. Nos résultats sont semblables à ceux de Haddada, 2015.



La réduction du nombre de jeunes peut également avoir lieu après l'éclosion (réduction de la nichée). Chez certaines espèces, le poussin le plus jeune meurt souvent de faim car il est moins compétitif que ses aînés dans la lutte pour la nourriture (Drummond 2001). de nombreuses études empiriques et expérimentales ont démontré que les conditions environnementales ou la quantité de nourriture délivrée aux poussins jouaient effectivement un rôle dans la réduction de la nichée (Drummond 2001, Forbes et al. 2001).

Lorsque les conditions environnementales sont mauvaises, la reproduction actuelle d'un individu de faible qualité pourrait lui être trop coûteuse et celui-ci devrait alors être moins disposé à augmenter son effort parental, qu'un individu de bonne qualité (Erikstad et al., 1997, Tveraa et al., 1998, Velando & Alonso-Alvarez 2003). Ainsi, nous suggérons que la réduction de la nichée pourrait avant tout avoir lieu dans les couvées dont un ou les deux parents sont de faible qualité, soit car ceux-ci sont incapables de nourrir correctement leurs poussins, soit car ils diminuent leur investissement de façon adaptative.

Le nombre de nouveau-nés et de jeunes envolées a diminué pendant la saison de reproduction. Ce type de tendance a été signalé dans de nombreuses études sur les hirondelles de fenêtre (Lahlah et al., 2006; Zhou et al., 2012), et d'autres espèces de d'Hirondelle tel que l'hirondelle rustique (Sakraoui et al., 2005). La proportion de l'éclosion et le succès d'envol à Tébessa étaient semblables à ceux d'Annaba et à ceux de Guelma (Haddad, 2015 ; Rouiguia, 2016) mais inférieurs à ceux rapportés dans le centre et le Sud de l'Europe (Lahlah et al., 2006 ; de Lope et al., 1993 ; Górska 2001 ; Pajuelo et al., 1992).

Les résultats montrent que le nombre de jeune à l'envol pour l'hirondelle rustique ne présente pas de différence significative entre les deux pontes. Les valeurs observées pour la première ponte sont similaires à celles obtenues par Al-Rawy et Georg (1966) ; Hémary et al., 1979 ; Jarry, 1980 et Bañbura et al., 1998. Pour la seconde ponte, elles sont relativement basses par rapport aux valeurs obtenues dans la majorité des régions d'étude sauf pour celles obtenus à Guelma (Haddada ,2015). Le faible nombre de jeunes à l'envol surtout pour la deuxième ponte est dû probablement aux caractéristiques de notre région qui se trouve au sud de l'aire de nidification de l'espèce; ce qui engendre des conditions de nidification plus difficiles

Nos valeurs présentent également un déclin au cours de la saison de reproduction. Ce paramètre démographique semble être affecté par les températures moyennes mensuelles



durant la saison de reproduction. En effet, la température affecte l'abondance des insectes ce qui agit directement sur le poids des adultes (Bryant 1979), ces derniers dépensent plus d'énergie à la capture des proies lorsque l'abondance de celles-ci diminue, par conséquent l'énergie dépensée au nourrissage des poussins est beaucoup plus importante au cours de la seconde ponte (Hails 1977).

Le succès à la reproduction et à l'envol est dans plusieurs études systématiquement plus élevés pour la seconde ponte (Jarry, 1980; Ribaut, 1983) ce qui n'est pas le cas dans notre étude. Les valeurs sont plus importantes en Europe, car les conditions climatiques sont plus favorables en juillet et août (Ribaut, 1983).

Nous pouvons conclure que la réduction du succès de la reproduction vers la fin de la saison de reproduction peut être une stratégie adaptative des adultes afin de pouvoir préserver leurs conditions physiologiques qui vont être mises à rudes épreuves durant la migration de retour vers les lieux d'hivernage.

La taille des œufs est une des composantes importantes de l'effort parental chez les oiseaux. Les grands œufs peuvent améliorer la progéniture et augmentent la probabilité de survie (Anderson et al., 2002; Rutkowska et al., 2005). Nous avons trouvé une similitude dans la taille des œufs de l'hirondelle rustique, le volume et le poids avec d'autres études en Europe et en Afrique du Nord (Niethammer, 1937; Verheyen, 1967; Cramp et al., 1988; Dolenc, 2002; Sakraoui et al., 2005; Haddad, 2015; Rouaiguia 2015), ce qui suggère qu'il y n'a pas de répartition géographique claire.

A Tébessa, les œufs de l'hirondelle de fenêtre mesurent en moyenne 18,33 mm de longueur et 12,98 mm de largeur. Ces valeurs sont proches de celles rapportées par la bibliographie. En effet, dans le Nord et le centre de l'Europe, les œufs de l'hirondelle de fenêtre mesurent en moyenne 19 mm de longueur et 13,1 mm de largeur (Hund & Prinzing 1979). Pour les populations de l'Ouest de la méditerranée la moyenne de la longueur des œufs est de 17,9 mm et celle de la largeur est de 12,7 mm (Makatsh 1976).

La légère différence de volume des œufs et de poids entre les deux couvées dans les deux ans pourrait donc être expliquée par la disponibilité de la nourriture (Boekelheide, 1989), les variations saisonnières (Coulson, 1963), et la variation de la taille des femelles (Schrader et Travis, 2009) ont montré que les grandes femelles pondent de gros œufs qui permettent une meilleure survie pour les poussins.



2. Analyse physico chimique et granulométrique du nid des hirondelles de la colonie Mouldi Achouri Tébessa

2.1. Texture granulométrique des nids de *Hurindo rustica* de la colonie Mouldi achouri

Nous avons analysé d'une part les nids de *Hurindo rustica* (fig.71) et d'autre part 4 échantillons de sol prélevés dans des stations relativement proches du site de reproduction. Chaque échantillon a fait l'objet d'une analyse granulométrique et d'une analyse chimique notamment la mesure du pH et la teneur en calcaire. Les résultats de l'analyse granulométrique sont représentés dans le tableau 22.



Figure 71 : les nids de *Hurindo rustica* de la cité Mouldi Achouri (Fenghour,2016)

Tableau 22 : Caractéristiques granulométrique de la terre utilisée pour la construction des nids de *Hurindo rustica* de la cité Mouldi Achouri de la ville de Tébessa

La terre des nids analysée	Argile%	Limon fin%	Limon grossier%	Sable fin%	Sable grossier%
Nid 1	05.32	21.45	13.51	20.80	38.92
Nid 2	05.34	25.32	11.20	17.61	40.53
Nid 3	08.51	40.59	10.47	15.03	25.40
Nid 4	02.78	38.13	07.03	11.04	41.02
Nid 5	08.65	26.41	13.02	16.41	35.51
Nid 6	05.39	22.40	08.41	17.50	46.30
Moyenne	05.99	29.05	10.60	16.43	37.94

L'analyse granulométrique de 6 nids de *Hurindo rustica* a montré que le pourcentage le plus élevé est celui du sable grossier avec une moyenne de 37.94 %, suivi par le limon fin (29.05%), sable fin (16.43%), le limon grossier (10.60%) et enfin l'argile 05.99%. Ces valeurs nous conduit à déduire que la texture de la terre utilisée pour la construction des nids est **limono sableuse**. En effet, les nids de *Hurindo rustica* sont construits uniquement de boue et de petits graviers et sont garnis par les plumes(fig.72).

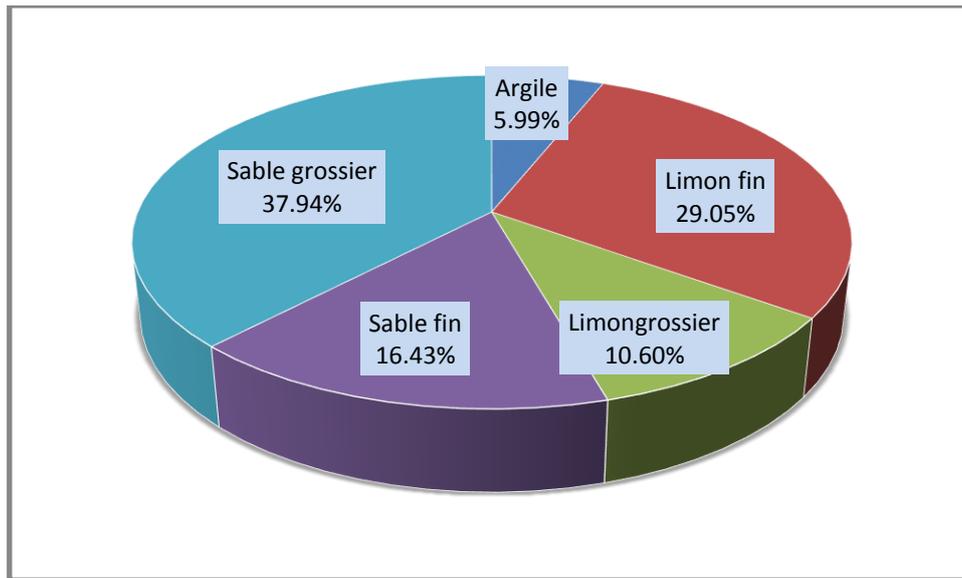


Figure 72 : Texture granulométrique des nids de *Hurindo rustica* de la colonie Mouldi Achouri

2.2. Caractéristique physicochimique de la terre utilisée pour la construction des nids

L'analyse chimique de la terre utilisée pour la construction des nids de *Hurindo rustica* de la cité Mouldi Achouri de la ville de Tébessa révèle que le pH des 6 nids est basique, la terre des nids est non salée et le taux de calcaire est élevé de 21.31 % en moyenne (Tab 23).

Tableau 23 : Caractéristique physicochimique de la terre utilisée pour la construction des nids de *Hurindo rustica* de la colonie Mouldi achouri

La terre des nids analysée	pH	Taux de calcaire%	Conductivité dS/m.
Nid 1	7.91	17.39	0.17
Nid 2	7.93	22.17	0.18
Nid 3	7.90	23.36	0.30
Nid 4	8.41	21.52	0.32
Nid 5	8.43	20.65	0.35
Nid 6	8.50	22.82	0.16
Moyenne	08.16	21.31	0.24



2.3. Texture granulométrique des nids de *Delichon urbica* de la cité Mouldi achouri

L'analyse granulométrique de 6 nids de *Delichon urbica* a montré que le sable grossier constitue le part essentiel des matériaux avec une moyenne de 41.29%, suivi par le limon fin 25.87%, le limon grossier 17.52%, le sable fin 13.04% et l'argile 8.26%. La texture peut être qualifiée de limono-sableuse (Tab 24) (fig 73).

Tableau 24 : Caractéristiques granulométrique de la terre utilisée pour la construction des nids de *Delichon urbica* de la colonie Mouldi achouri de la ville de Tébessa

La terre des nids analysée	Argile%	Limon fin%	Limon grossier%	Sable fin%	Sable grossier%
Nid 1	05.5	18.25	15.21	10.29	35.4
Nid 2	08.74	23.25	17.37	2.92	47.47
Nid 3	01.5	20.75	20.3	9.47	25.40
Nid 4	02.78	22.25	11.04	12.83	45.48
Nid 5	15.65	35.25	19.25	20.44	49.31
Nid 6	15.39	35.50	22	22.29	44.71
Moyenne	8.26	25.875	17.52	13.04	41.295

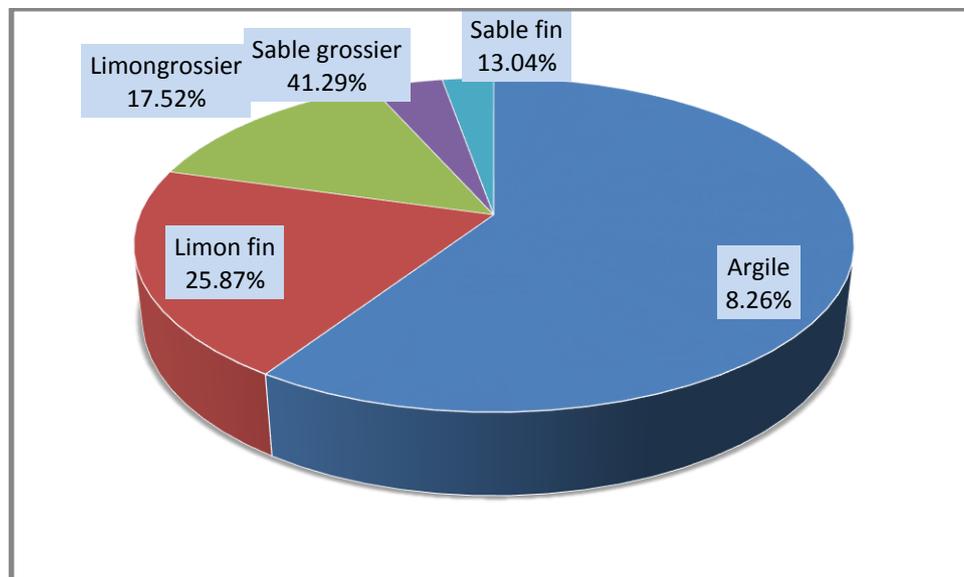


Figure 73 : Texture granulométrique des nids de *Delichon urbica* de la colonie Mouldi Achouri



2.4. Caractéristique physicochimique de la terre utilisée pour la construction des nids

L'analyse chimique de la terre utilisée pour la construction des nids de *Delichon urbica* de la cité Mouldi achouri de la ville de Tébessa révèle que le pH des 6 nids est basique variant entre 8.3 et 8.79, la terre des nids est non salée et le taux de calcaire est élevé, variant entre 15.4% et 22.94%. (Tab 25).

Tableau 25 : Caractéristique physicochimique de la terre utilisée pour la construction des nids de *Delichon urbica* de la colonie Mouldi achouri

La terre des nids analysée	pH	Taux de calcaire%	ConductivitéS/m.
Nid 1	8.3	15.4	0.32
Nid 2	8.6	18.23	0.19
Nid 3	8.22	18.71	0.17
Nid 4	7.94	22.94	0.16
Nid 5	8.73	19.8	0.31
Nid 6	8.79	21.5	0.34
Moyenne	8.43	19.43	0.248

2.5. Texture granulométrique moyenne des échantillons du sol

Un échantillon de sol a été prélevé à environ 300m du site de la colonie. c'est un endroit très fréquenté par les deux espèces d'hirondelles .le sol est de couleur gris clair .l'analyse révèle que le pourcentage le plus élevé est celui du sable grossier avec une moyenne de (**28.4** %), suivi par le limon fin (**21.5%**), sable fin (**15.6%**), le limon grossier (**11.5%**) et enfin l'argile (**8.5%**).Par contre, l'analyse d'échantillons de sol prélevés dans trois zones différentes, de plus en plus éloignés de la colonies, offrent des résultats différentes et leur texture et argilo-limoneuse(Tab 26) (fig. 74,75,76,77).

Tableau 26 : Caractéristiques granulométrique moyenne des échantillons du sol

Le sol analysé	Argile%	Limon fin%	Limon grossier%	Sable fin%	Sable grossier%	Texture du sol
300m	8.5	21.5	11.5	15.6	28.4	A : Liminosableuse
500m	28	25	16.2	6.8	4.5	B :Argilo-limoneuse
1000m	36	28.5	18.5	7.5	3.2	C :Argilolimoneuse
2000m	54	18.5	12.7	3.5	2.5	D :Argilolimoneuse

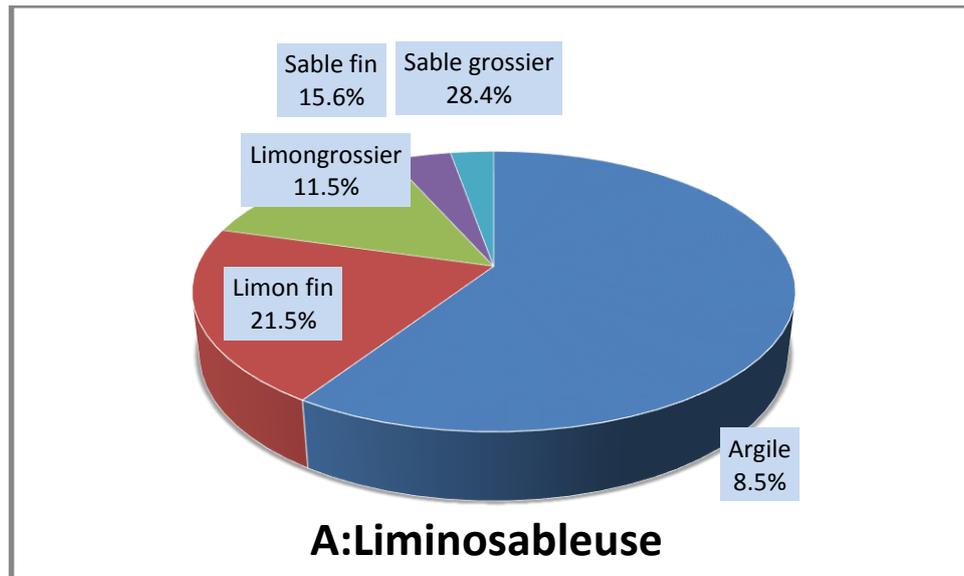


Figure 74 : Texture granulométrique de l'échantillon du sol à 300 m de la colonie des hirondelles de la cité Mouldi achouri

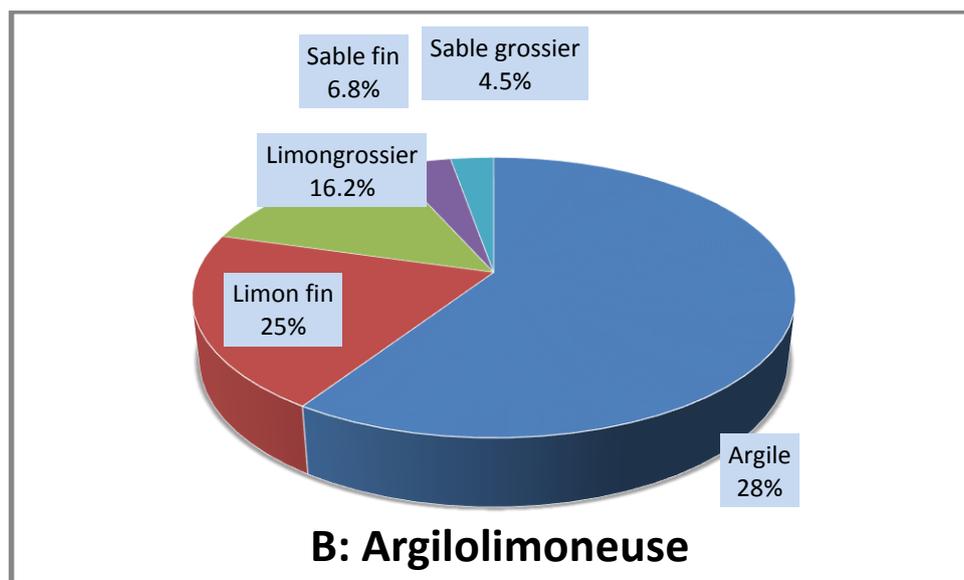


Figure 75 : Texture granulométrique de l'échantillon du sol à 500 m de la colonie des hirondelles de la cité Mouldi achouri

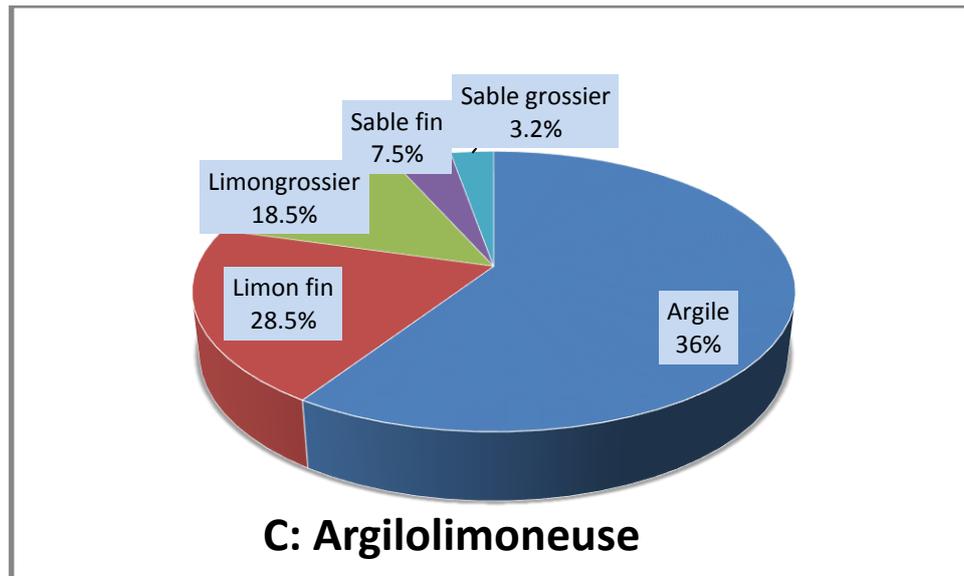


Figure 76 : Texture granulométrique de l'échantillon du sol à 1000 m de la colonie des hirondelles de la cité Mouldi achouri

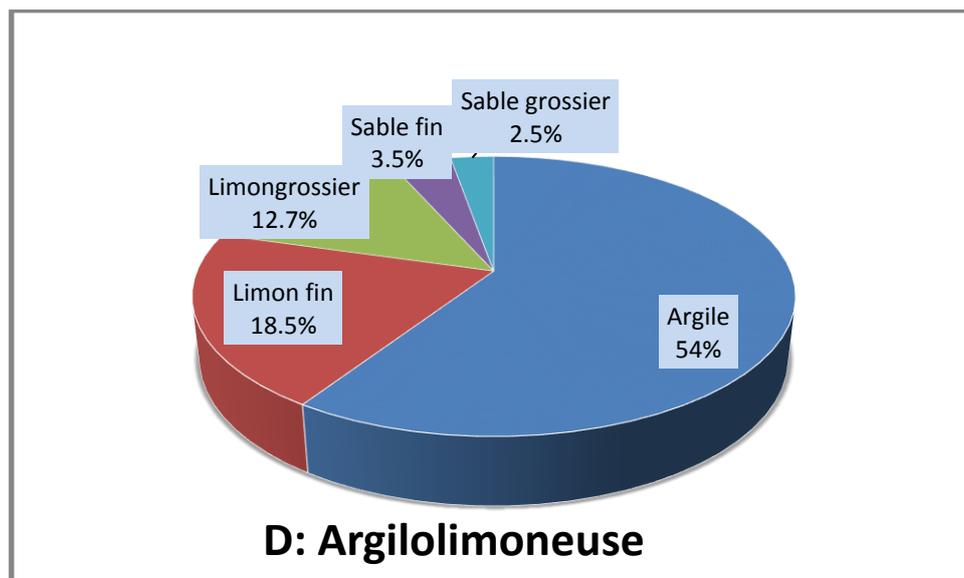


Figure 77 : Texture granulométrique de l'échantillon du sol à 2000 m de la colonie des hirondelles de la cité Mouldi achouri

2.6. : Caractéristiques physicochimique moyenne des échantillons du sol

La comparaison des analyses physicochimiques, d'une part de la terre dont sont construits les nids des hirondelles échantillonnés, d'autre part des sols relativement proches du site de la colonie, montre une différence avec les sols les plus éloignés. En effet, le pH du sol prélevé à 300m est basique, non salé et le taux de calcaire est relativement élevé comme celui de la terre du nid des deux espèces d'hirondelles. Cela, a permis de conclure que les hirondelles de cette colonie s'approvisionnent très probablement en matériaux de construction



dans un site très proche d'environ 300 m de la colonie. Dans la littérature, Cramp (1988) cite en effet une distance de 50 à 150m, et Teixeira (in Walravens& Langhendries1985) de 50 à 200m, pour la récolte de matériaux de construction des nids (Tab 27).

Tableau 27 : Caractéristiques physicochimique moyenne des échantillons du sol

La terre des nids analysée	pH	Taux de calcaire%	Conductivité
300m	8.10	14.97	0.17
500m	7.01	10.13	0.18
1000m	7.09	8.95	0.32
2000m	6.92	6.52	0.35



3. Analyse microbiologique du nid

3.1. Identification des isolats

Les isolats obtenus sont identifiés à partir des caractères biochimiques après une identification primaire de leurs caractères morphologiques (macro et microscopique).

*Sur le plan morphologique

L'identification des isolats repose sur des critères macroscopiques des colonies par la détermination de la forme des colonies (ronde, irrégulières, envahissante, bombée, plate...), la taille (petite colonie, moyenne, grosse colonies...), la surface (lisse, rugueuses...), la couleur, et autre critères comme l'opacité, consistance, l'odeur...etc. (Prescott L *et al.* 2003). Les résultats d'identification sont représentés dans le tableau 1.

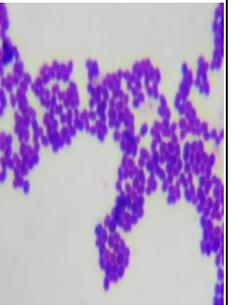
Tableau 28 : Caractéristique phénotypiques et biochimiques des germes isolés du nid des hirondelles

Milieu de culture	Photo de l'aspect des colonies sur boîte de Pétri	Aspect macroscopique des colonies	Aspect microscopique des colonies après coloration de Gram	Identification par l'API 20 E
Entérobactéries				
Mac conkey		Des colonies rondes, lisses et plates muqueuses de couleur rose, violet, orangé	Des bacilles Gram négative 	<i>Serratia odorifera</i> 1 <i>Klebsiella oxytoca</i> <i>k. terrigena</i> <i>Stenotrophomona maltophilia</i>

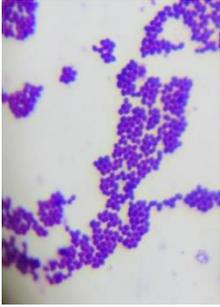
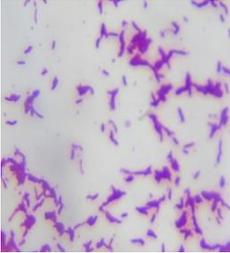
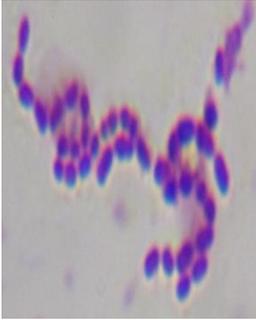


<p>EMB</p>		<p>Des colonies rondes, irréguliers, bombées, de couleur vert ou violet et lisses.</p> <p>Colonies rondes plates, régulier, lisses, violet et blanche au centre noir ou orangé.</p>	<p>Bacilles Gram négatif</p>	<p><i>Enterobacter cloacae</i></p> <p><i>E.aerogenes</i></p> <p><i>E.amnigenus</i></p> <p><i>Proteus vulgaris</i></p> <p><i>Cedacea lapagie</i></p> <p><i>Aeromonas salmonicida</i></p> <p><i>Pasteurella pneumotropica</i></p> <p><i>Chryseomonas luteola</i></p>
<p>Hektoen</p>		<p>Des colonies plates irréguliers, rugueuses, de couleur orangé et verdâtre.</p>	<p>Bacille G –</p>	<p><i>Citrobacter freundii</i></p> <p><i>Klebsiella ornithinolytica</i></p>

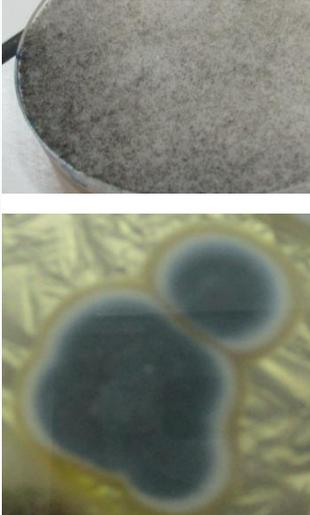
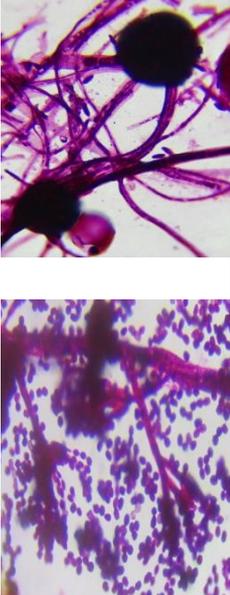


<p>SS. (<i>Salmonella</i> <i>/ shigella</i>)</p>		<p>Des colonies bombés, rondes, réguliers, lisses de couleur rose ou rose pale.</p>	<p>Bacille G -</p> 	<p><i>Escherichia coli</i> <i>Klebsiella ornithinolytica</i></p>
<p><i>Staphylococcus sp</i></p>				
<p>Chapman</p>		<p>Des petites colonies bombés, ronde et réguliers, lisses, de couleur différentes: orangé, rose, blanc, jaune.</p>	<p>Cocci G +</p> 	<p>Teste catalase</p> <p>07 isolats Staphylococcus sp sont catalase + 4 sont catalase -</p>
<p><i>Staphylococcus aureus</i></p>				
			<p>Cocci G +</p>	<p>Teste coagulase</p>

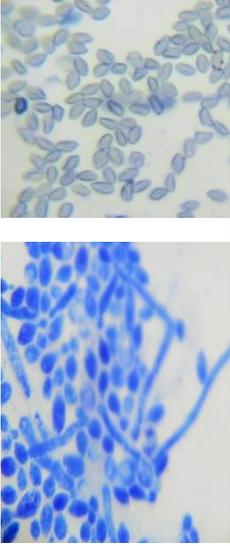


Baird Parker		Des colonies bombés, réguliers, rugueuses, de petite taille noir et entourés d'un halo claire.		Les 2 colonies sont coagulase négative.
<i>Pseudomonas</i>				
Cétrimide		Colonies plates, crémeuses, lisses, blanchâtre, avec l'odeur de jasmin	Bacille G – 	
Streptocoques fécaux				
Rothe et litsky		Milieu trouble avec des précipitations violettes	Cocci G + 	
Coliformes totaux et fécaux				



<p>VRBL</p>		<p>Colonies bombés, de petite taille, lisses et réguliers, rose ou rouge.</p>		
<p><i>Clostridium</i> sulfite réducteurs</p>				
<p>Viande foie (VF)</p>		<p>Colonies plates réguliers blanche avec centre noir.</p>		
<p>Levures et moisissures</p>				
<p>Sabouraud</p>		<p>Une tapie des filaments cotonneux, avec des spores noires, des champignons au centre vert et un contour blanc avec des exsudats.</p>		<ul style="list-style-type: none"> -<i>Mucor recemonsus</i> -<i>Aspergillus flavus</i> -<i>A. fumigatus</i> -<i>Aspergillus sp</i> -<i>Microsporium sp</i>



		<p>Une colonie blanchâtre, crémeuse, irrégulière et rugueuse.</p>		<p><i>Candida albicans</i> <i>Kluyveromyces sp</i></p>
--	---	---	--	--

3.2. Abondance relative des isolats microbiens

L'analyse du nid des hirondelles a révélé que les *Streptococcus fécaux* sont les plus dominantes avec une abondance relative de 55,5% et 58%, suivie dans l'ordre par les Entérobactéries, avec une abondance relative de 33,38% et 35%, puis les levures et les moisissures 6,05% et 6,32%, la flore mésophile aérobie totale 3,27% et 3,56%, les *Staphylococcus sp* 1,54% et 1,62%, et enfin les *Clostridium* sulfite réducteurs 0,20% et 0,32%. Par contre les *Pseudomonas sp* sont les moins abondantes avec une abondance relative de 0,06% et 0,05% pour l'hirondelles de fenêtre et rustique respectivement.

**Tableau29** : Nombre de germes isolés du nid des hirondelles

Isolats	Le nombre des isolats UFC ou UFT/ g	L'abondance relative %
Entérobactéries	66.2 X 10 ³	33.38
<i>Staphylococcus. Sp</i>	30.5 X 10 ²	1.54
Streptocoques fécaux	110 X 10 ³	55.5
FMAT	65 X 10 ²	3.27
<i>Pseudomonas sp</i>	12 X 10 ¹	0.06
<i>Clostridium sulfitoréducteurs</i>	40 X 10 ¹	0.20
Les levures et champignons	12 X 10 ³	6.05
TOTAL	1.982 X 10⁵	100%

3.3. Germes isolés du nid des deux espèces d'hirondelles

Les différents germes isolés du nid des hirondelles sont représentés dans la (fig .78)

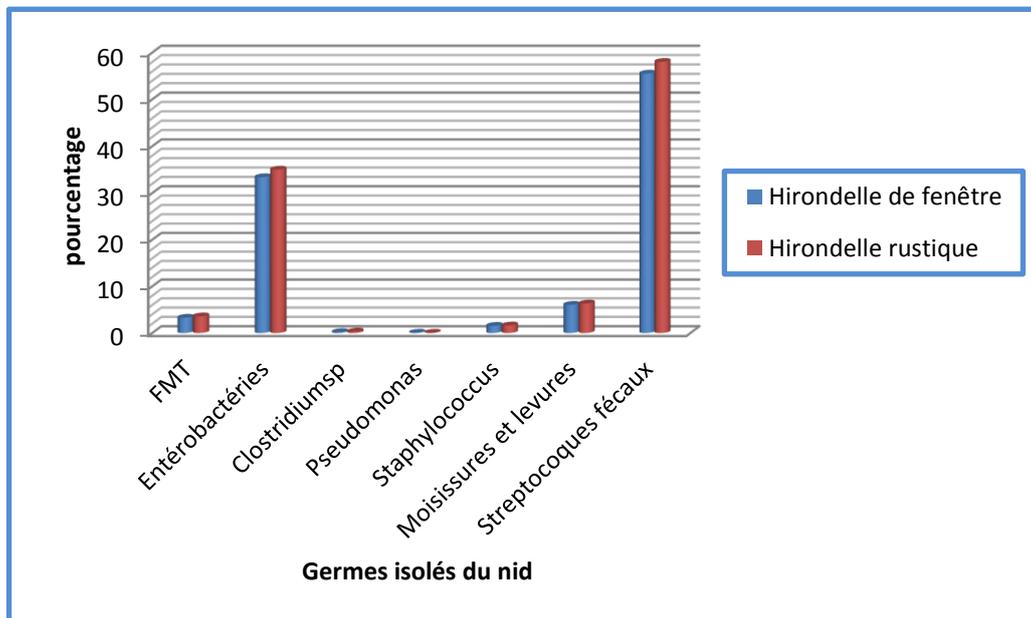


Figure 78 : Pourcentage des germes isolés du nid des hirondelles



3.4. Identification des entérobactéries du nid des hirondelles

Les pourcentages des espèces bactériennes isolées du nid des hirondelles sont rapportés dans le tableau 30.

Tableau 30 : Les espèces d'entérobactéries isolées du nid des deux espèces d'hirondelles

Espèces d'entérobactéries isolées du nid	Hirondelle de fenêtre		Hirondelle rustique	
	Nombre d'espèces d'entérobactéries	Abondance relative (%)	Nombre d'espèces d'entérobactéries	Abondance relative (%)
<i>Serratia odorifera</i>	1	18,75	1	19,35
<i>Enterobacter cloacae</i>	4	15,62	4	15,37
<i>Enterobacter amnigenus</i>		6,12		6,24
<i>Enterobacter aerogenes</i>		5,25		5,12
<i>Enterobacter sakazakii</i>		5,23		5,34
<i>Klebsiella terrigena</i>	3	6,12	3	6,16
<i>Klebsiella oxytoca</i>		5,43		6,92
<i>Klebsiella ornithinolytica</i>		5,13		6,14
<i>Escherichia coli</i>	1	5,14	1	6,12
<i>Proteus vulgris</i>	1	5,22	1	6,25
<i>Citrobacter freundii</i>	1	5,21	0	0
<i>Cedacea lapagei</i>	1	4,20	1	4,23
<i>Aeromonas sp</i>	1	3,42	1	4,42
<i>Chryseomonas sp</i>	1	3,03	1	4,12
<i>Pasteurella sp</i>	1	3,09	1	4,18
<i>Stenotrophomonas sp</i>	1	3,04	0	0

Les résultats d'identification des isolats du nid des deux espèces d'hirondelles, ont montré la présence de 12 espèces d'entérobactéries appartenant à 07 genres différents pour les nids des hirondelles de fenêtre : *Serratia odorifera* 1, *Klebsiella oxytoca*, *Klebsiella terrigena*, *Klebsiella ornithinolytica*, *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter sakazakii*, *Enterobacter amnigenus*, *citrobacter freundii*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgris*, *Cedacea lapagei*.

L'espèce *Serratia odorifera* 1, est la plus dominante avec une abondance de 18.75 % et 19,35% dans le nid de l'hirondelle de fenêtre et rustique respectivement, suivie d'*Enterobacter cloacae* avec une abondance relative de 15.62 % et 15,37% dans le nid de



l'hirondelle de fenêtre et rustique respectivement (Tableau 30). Ces espèces peuvent provoquées chez les oiseaux migrateurs des infections notamment des septicémies (Stenkat J.,*et al.*2013).Par ailleurs, le genre *Enterobacter* est le plus dominant par le nombre d'espèce par rapport aux autres genres. En effet, nous avons isolé à partir du nid des deux espèces d'hirondelles 4 espèces d'*Enterobacter* et 3 espèces de *Klebsiella*, Alors que les autres genres n'ont présenté qu'une seule espèce (Fig 79)

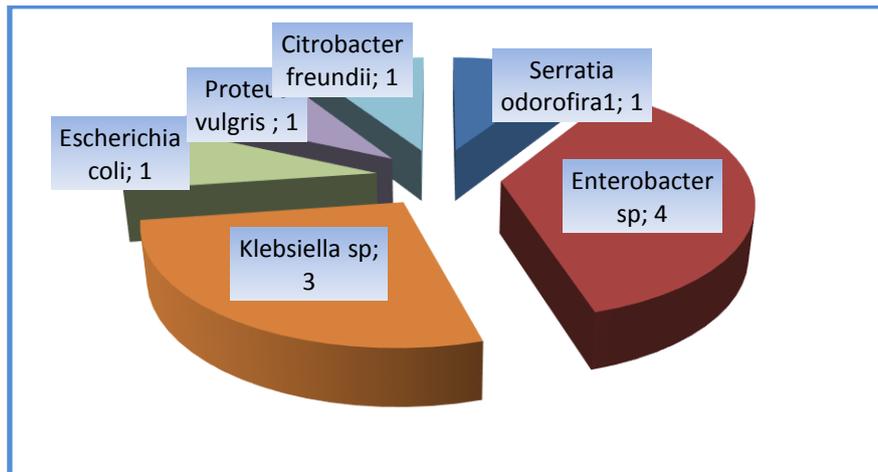


Figure 79 : Les espèces bactériennes d'entérobactéries les plus dominantes dans les nids des hirondelles de fenêtre

L'analyse du nid des hirondelles rustique a révélé la présence de 10 espèces d'entérobactéries appartenant aux mêmes genres identifiés dans le cas des nids de l'hirondelle de fenêtre sauf nous avons marqué l'absence de deux espèces notamment *Citrobacter freundii* *Stenotrophomonas sp.* (Fig 80).

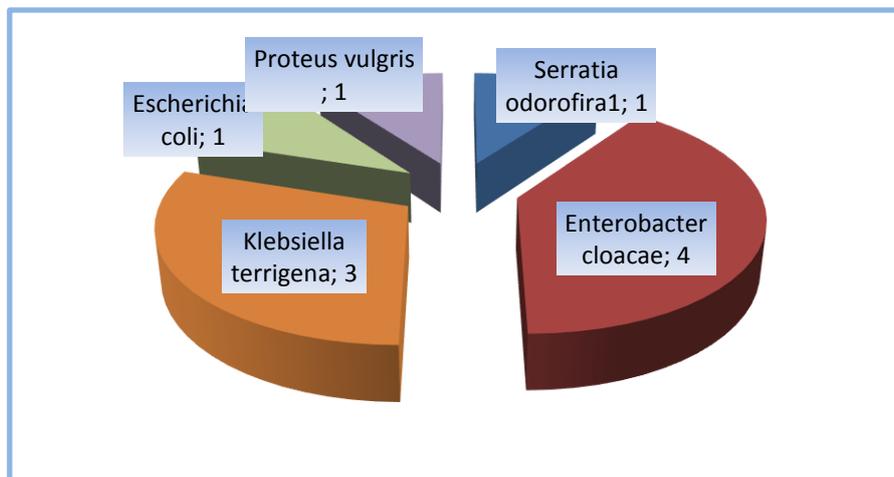


Figure 80 : Les espèces bactériennes d'entérobactéries les plus dominantes dans les nids des hirondelles rustique



3.5. Profil de résistance aux antibiotiques des isolats bactériens

3.5.1. Profil de résistance aux antibiotiques des entérobactéries et les non Entérobactéries

Les résultats de l'antibiogramme des entérobactéries et les non entérobactéries (*Aeromonas*, *Chryseomonas*, *Pasteurella*, *Stenotrophomonas*), sont représentés dans la figure 81.

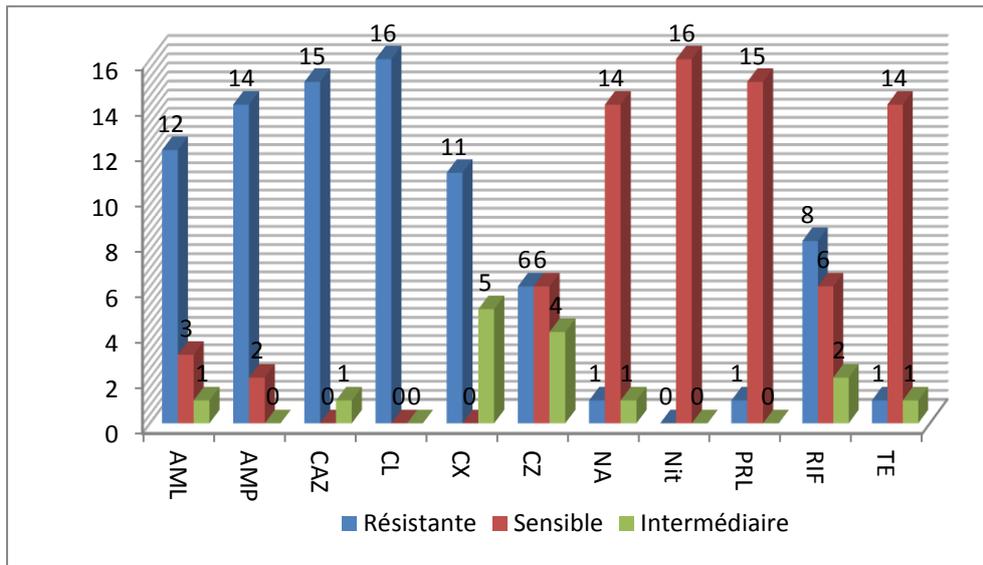


Figure 81 : Profil de résistance des des entérobactéries et les non Entérobactéries (*Aeromonas*, *Chryseomonas*, *Pasteurella*, *Stenotrophomonas*) aux antibiotiques testés.

AML: Amoxiciline, **AMP**: Ampicilline, **CAZ**: Ceftazidime, **CL**: Colistine, **CX**: Céfoxitine, **CZ**: Cefazoline, **NA**: acide nalidixique, **Nit**: Nitrofurantoïne, **PRL**: Piperacilline, **RIF**: Rifampicine, **TE**: Tétracycline

Les isolats ont montré une résistance vis-à-vis de colistine, alors que pour la ceftazidime, l'amoxiciline, l'ampicilline et céfoxitine un nombre moindre d'isolats a montré une résistance vis-à-vis de ces antibiotiques par rapport à la colistine.

Alors que pour la piperacilline, acide nalidixique, tetracycline, rifampicine et cefazoline un nombre moindre d'isolats a marqué une sensibilité vis-à-vis de ces antibiotiques pour la piperacilline (15 isolatats), pour l'acide nalidixique et la tetracycline (14 isolats). par rapport à la nitrofurantoïne (16 isolats) (SFM. 2010), (Burnichon N., Texier A. 2003).



Les cas intermédiaires ont été marqués dans le cas de l'amoxiciline, cefazoline, céfoxitine, cefazoline, acide nalidixique, rifampicine et tetracycline avec des diamètres d'intermédiaire allant de 09 mm à 20 mm (SFM. 2010), (Burnichon N., Texier A. 2003).

Tableau 31 : La résistance relative des isolats identifiés aux antibiotiques testés.

ATB Isolat	AML	AMP	CAZ	CL	CX	CZ	NA	NIT	PRL	RIF	TE
<i>Cedacea lapagei</i>	R	R	R	R	R	I	S	S	S	S	S
<i>Citrobacter freundii</i>	R	R	R	R	R	S	S	S	S	S	S
<i>Enterobacter aerogenes</i>	R	R	R	R	I	S	S	S	S	R	S
<i>Enterobacter amnigenus</i>	S	S	R	R	I	S	S	S	S	R	S
<i>Enterobacter cloacae</i>	R	R	R	R	R	R	S	S	S	R	S
<i>Enterobacter sakazakii</i>	R	R	R	R	R	R	S	S	S	R	S
<i>Escherichia coli</i>	R	R	I	R	R	R	S	S	R	R	R
<i>Klebsiella ornithinolitica</i>	R	R	R	R	R	R	S	S	S	R	S
<i>Klebsiella oxytoca</i>	R	R	R	R	R	S	S	S	S	S	S
<i>Klebsiella terrigena</i>	I	R	R	R	I	I	S	S	S	S	S
<i>Proteus vulgaris</i>	R	R	R	R	R	R	S	S	S	R	S
<i>Serratia odorifera</i>	R	R	R	R	I	S	S	S	S	R	S
<i>Aeromonas salmonicida</i>	R	R	R	R	R	I	S	S	S	I	S



<i>Chryseomonas euteola</i>	S	R	R	R	R	R	R	S	S	S	S
<i>Pasteurella pnotropica</i>	S	S	R	R	I	S	I	S	S	S	S
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	R	R	R	R	R	I	S	S	S	I	S
Prévalence de résistance aux antibiotiques	75%	87.5%	93.75%	100%	68.75%	37.5%	6.25%	0%	6.25%	50%	6.25%

L'analyse du tableau a montré que 100% des isolats sont résistantes à la colistine (CL), et à la nitrofurantoïne (Nit). Également 93.75% des isolats sont résistantes à la ceftazidime (CAZ), 87.5% sont résistantes à l'ampicilline (AMP), 75% sont résistantes à l'amoxicilline (AML), 68.75 % sont résistantes à la céfoxitine (CX /FOX), 50% des isolats sont résistantes à la rifampicine (RIF) et 37.5% sont résistantes à la céfazoline (CZ). Par contre, seulement 6.25% des isolats ont marquées une résistance vis-à-vis de l'acide nalidixique (NA) et la piperacilline (PRL/ PIP) (SFM. 2010), (Burnichon N., Texier A. 2003).

3.5.2. Profil de résistance aux antibiotiques des isolats des *Staphylococcus sp*

Les résultats de l'antibiogramme réalisé pour les isolats des *Staphylococcus sp* sont rapportés dans la figure 82.

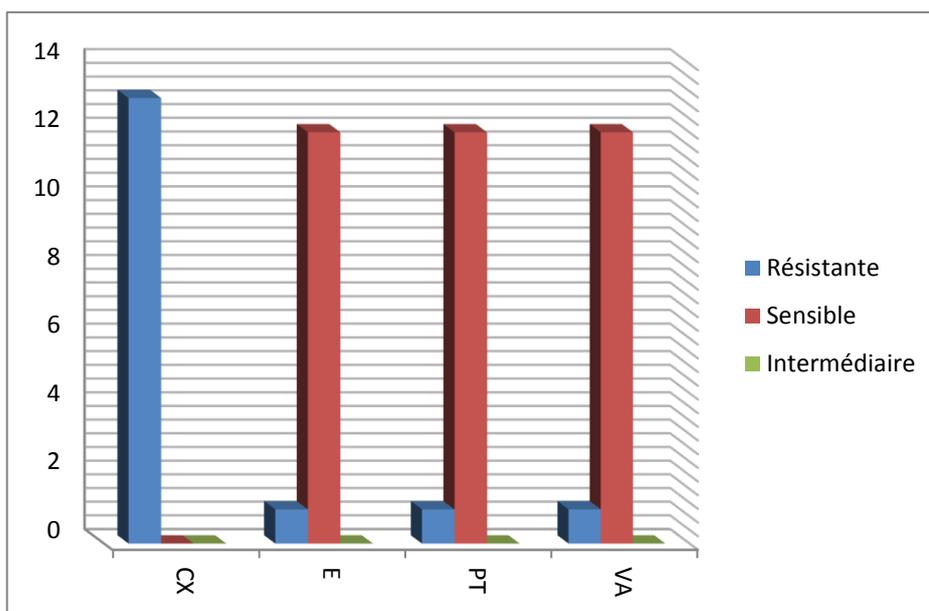




Figure 82 : Profil de résistances des *Staphylococcus sp* aux antibiotiques testés **CX:** Céfoxitine, **E:** Erythromycine, **PT:** Pristinamycine, **VA:** Vancomycine.

La résistance des isolats des Staphylocoques coagulase négative a été signalée vis-à-vis de l'antibiotique céfoxitine (CX/FOX). Par contre, elle a montré une sensibilité vis-à-vis des autres Antibiotiques testés notamment Erythromycine (E), Pipéracilline (PIP/PRL) et Vancomycine (VA) avec des diamètres d'inhibition variant entre 23 mm et 33 mm pour l'Erythromycine, 22 mm et 26 mm pour le Pipéracilline et enfin 20 mm et 22 mm pour le Vancomycine. De plus, aucun cas intermédiaire n'est signalé (voir Figure.14)(SFM. 2010), (Burnichon N., Texier A. 2003).

3.5.3. Profil de résistance aux antibiotiques des isolats des *Streptocoques fécaux*

Le profil de résistance aux antibiotiques testés est représenté dans la figure.83.

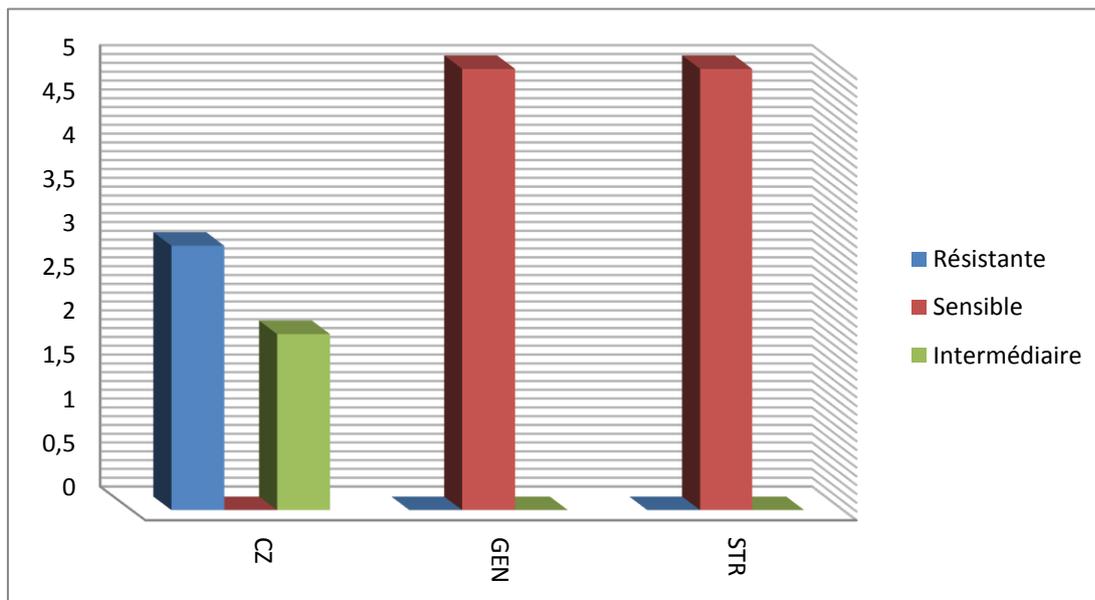


Figure 83 : Profil de résistance des *Streptococcus fécaux sp* aux antibiotiques testés.

CZ: céfazoline, **GEN:** Gentamycine, **STR:** Streptomycine.

Le profil de sensibilité aux antibiotiques des 5 souches des Streptocoques sp a révélé une grande sensibilité vis-à-vis de Streptomycine (STR) et Gentamycine (GEN) avec des diamètres des zones d'inhibition variant entre 20 mm et 24 mm pour le Streptomycine varier entre 18 mm et 22 mm pour Gentamycine (SFM. 2010), (Burnichon N., Texier A. 2003).



Par contre, trois souches des *Streptococcus fécaux sp* ont montrés une résistance vis-à-vis de Céfazoline (CZ). Egalement, une faible activité antibactérienne (état intermédiaire) a été noté pour l'antibiotique céfazoline vis-à-vis de deux souches seulement des Streptocoques sp avec des zones d'inhibition de 10 mm et 15 mm de diamètre (SFM. 2010), (Burnichon N., Texier A. 2003).

3.5.4. Profil de résistance aux antibiotiques d'un isolat de *Pseudomonas sp*

Le profil de sensibilité aux antibiotiques de *Pseudomonas sp* est résumé dans le tableau.31, et (fig.84).

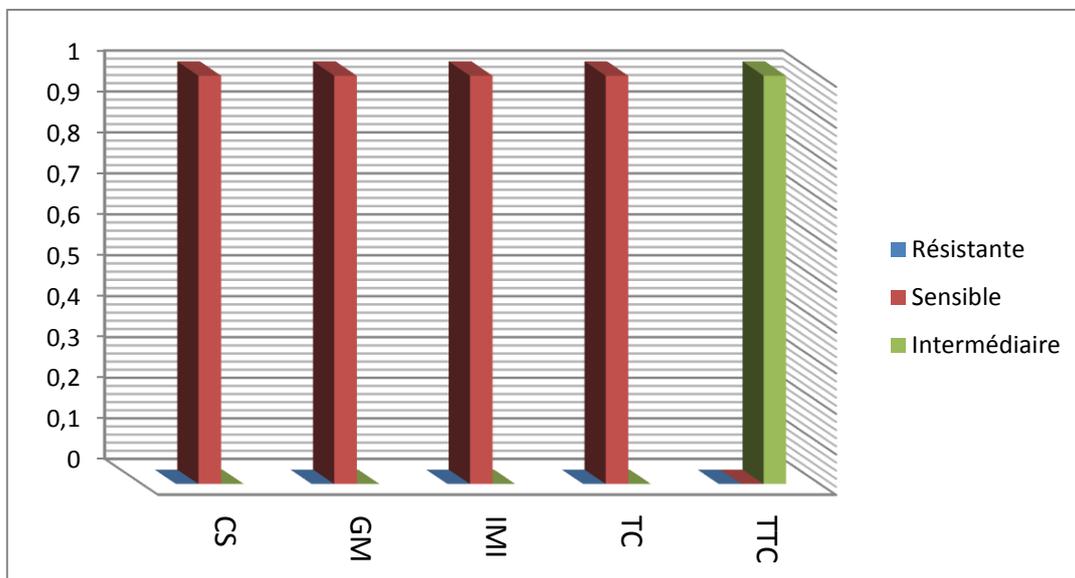


Figure 84 : Profil de résistance aux antibiotiques d'un isolat de *Pseudomonas sp*.

CS: Colistine, **GM:** Gentamycine, **IMI:** Imipénème, **TC:** Ticarcylone, **TTC:** Ticarcilline acide clavulanique.

Les résultats de l'antibiogramme ont indiqués que *Pseudomonassp* est sensible aux quatre antibiotiques testés: Ticarcilline (TC), Colistine (CS), Gentamycine (GM) et Imipénème (IPM)(fig 85)..

Seulement un seul antibiotique a présenté une faible activité antibactérienne (cas intermédiaire) qui est le Ticarcilline acide clavulanique avec une zone d'inhibition de 35 mm (SFM. 2010), (Burnichon N., Texier A. 2003).

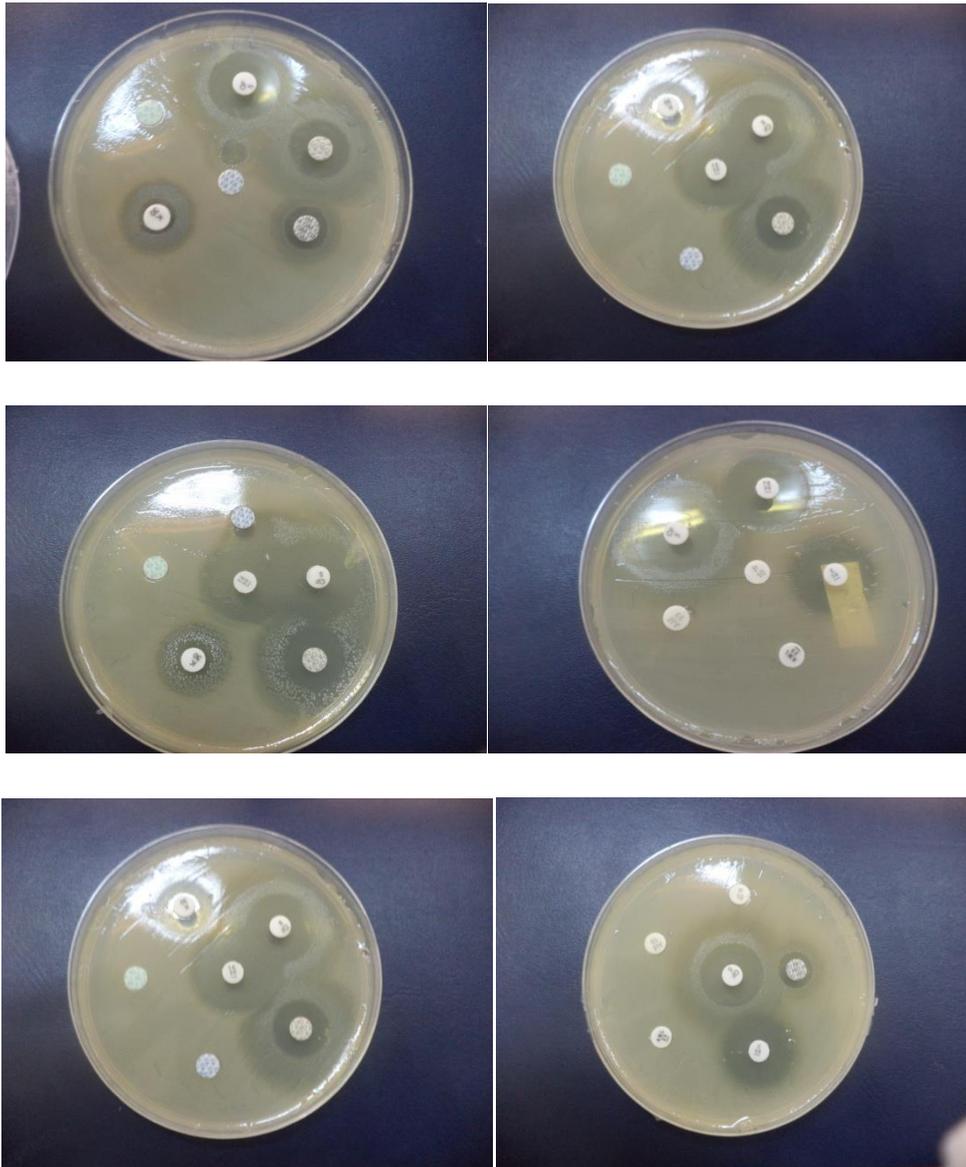


Figure 85: Effet des antibiotiques sur les bactéries isolées du nid des hirondelles

3.6. Discussion

Le présent travail est la première contribution qui a été effectuée en Algérie pour réaliser l'analyse microbiologique du nid des hirondelles de fenêtre.

Cependant, cette analyse du nid de la colonie Mouldi Achouri à Tébessa a permis d'isoler 12 espèces d'entérobactéries appartenant à 7 genres différents *Enterobacter*, *Serratia*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Cedacea*, *Proteus*, *Eschirichia*.

En effet, *Serratia odorifera 1* est la plus dominante avec une abondance de 18.75% suivie d'*Enterobacter cloacea*, avec une prévalence relative de 15.62%.



Les *Enterobacter* sont les plus dominantes par le nombre d'espèces (04 espèces), suivie de *Klebsiella* (03 espèces), alors que les autres genres d'isolats n'ont présenter qu'une seule espèce. Egalement, nous avons isolé du nid analysé 13isolats appartenant aux genres *Staphylococcus* et 5 isolats appartenant au genre *Streptococcus* et un seul isolat du genre *Pseudomonas*, 5 espèces de moisissures et 2 espèces de levures.

L'étude de l'antibiogramme de bactéries identifiées a montré que 100% des isolats sont résistantes à la Colistine et à la Nitrofurantoïne. 93.75% des isolats sont résistants à la Céftazidime, 87.5% sont résistantes à l'Ampicilline, 75% sont résistant à l'Amoxicilline, 50% sont résistante à la Rifampicine et 37.5% sont résistants à la Céfazoline. Par contre, seulement 6.25% des isolats ont marquées une résistance vis-à-vis de l'Acide nalidixique et la Pipéracilline.

La résistance des Staphylocoques à coagulase négative a été signalée vis-à-vis de l'antibiotique Céfoxitine. Par contre, elle a montré une sensibilité vis-à-vis des autres antibiotiques testés notamment Erythromycine, Piperacilline et Vancomycine.

Le profil de sensibilité aux antibiotiques testés de 5 isolats de Streptocoques fécaux a révélé une grande sensibilité vis-à-vis de Streptomycine et Gentamycine. Par contre, 3 isolats de *Streptococcus sp* ont montré une résistance vis-à-vis de Céfazoline. Une faible activité antibactérienne a été noté seulement pour la Céfazoline vis-à-vis de deux isolats de Streptocoque.

Les résultats de l'antibiogramme ont indiqué que *Pseudomonas sp* est sensible aux 5 antibiotiques testés: Ticarcilline, Ticarcilline acide clavulanique, Imipenème. Un seul antibiotique a présenté une faible activité antibactérienne vis-à-vis de la Ticarcilline acide clavulanique.

La présence de certains germes notamment *E coli*, Streptocoque, *Pseudomonas*, *Pasteurella* peut provoquer chez les hirondelles de fenêtre en particulier les oisillons des maladies plus ou moins grave tel que le cholera provoqué par *Pasteurella maltocida* et les Aspergilloses provoqués par *Aspergillus fumigatus* et *Aspergillus flavus* et *Mucor racemosus* qui causent la pneumonie granulomateuse. (Stenkat J., et al., 2013).

Les bactéries qui se développent dans les nids des hirondelles n'affectent pas la réussite des nichées, cependant en induisant des pertes de poids et des asymétries des ailes, ils réduisent la



survie des jeunes, l'asymétrie des ailes gêne considérablement le vol qui constitue une aptitude critique pour la survie des oiseaux insectivores aériens comme l'hirondelle de fenêtre, ces asymétries sont dues à des espèces telles que *Escherichia coli*, *Salmonella sp* et *Shigella sp*. (Daoudi-hacini S., 2004).



4. Analyse microbiologique de la fiente des hirondelles

4.1. Isolement et identification des isolats de la fiente des hirondelles

➤ Isolement

Parmi les 700 isolats obtenus après l'analyse bactériologique de la fiente des deux espèces d'hirondelles et après repiquage, nous avons sélectionné 615 isolats en vue de les identifier. Ce choix est basé sur leur aspect morphologique, la facilité d'isolement sur milieu sélectif et sur le nombre d'API 20E disponible.

Dans le site d'étude, nous avons récolté la fiente des deux espèces d'Hirundinidae au-dessous des nids installés sur un mur des habitations (Figure 86).

L'analyse de 10g de fiente nous a permis d'isoler et dénombrer la FMT, les coliformes, les *Pseudomonas*, les Staphylocoques et enfin les Streptocoques. En effet, dans la fiente de *Hurindo rustica* les streptocoques fécaux et les coliformes sont les plus dominants, suivis de la flore totale mésophile alors que les staphylocoques et les *Pseudomonas* sont les moins abondants. Par contre, dans la fiente de *Delichon urbica* la flore Total et les coliformes sont les plus dominants suivi dans l'ordre par *Staphylococcus* sp, *Pseudomonas* sp et enfin *Streptococcus* sp. (Fig 86).

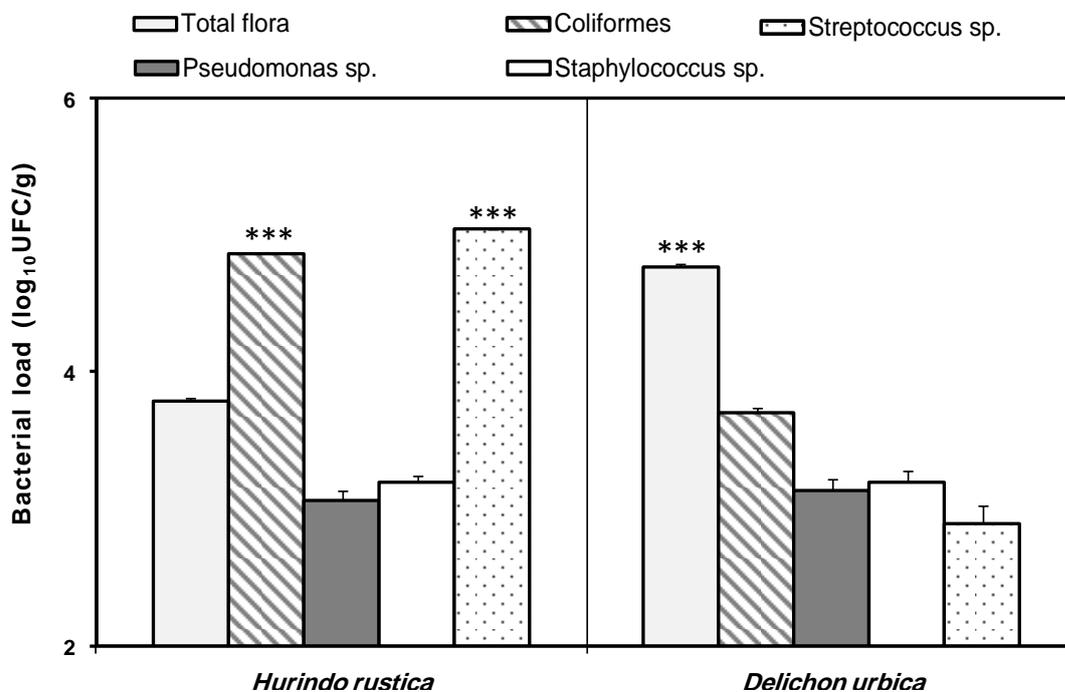


Figure 86 : La flore bactérienne de la fiente des deux espèces d' Hirundinidae



Le test t de Student a montré qu'il y a une différence très hautement significative ($p < 0.001$) entre les deux espèces d'hirondelles dans le cas de la flore totale mésophile (Valeur de $T = -19,95$ $P = 0,000$ $DL = 4$), les coliformes (Valeur de $T = 45,51$ $P = 0,000$ $DL = 2$) et les Streptocoques (Valeur de $T = 20,63$ $P = 0,002$ $DL = 2$) alors qu'elle n'est pas significative dans le cas des *Pseudomonas* (Valeur de $T = -0,92$ $P = 0,426$ $DL = 3$) et les Staphylocoques (Valeur de $T = -0,13$ $P = 0,904$ $DL = 3$).

La comparaison deux à deux de Tukey a montré que dans le cas de *Hirundo rustica* il n'y a pas une différence significative dans le nombre des bactéries dans les cas suivants: *Pseudomonas* et Staphylocoques, *Pseudomonas* et la flore totale de la fiente de l'hirondelle rustique. (le nombre ou la moyenne des bactéries est la même pour les deux germes) alors que dans le cas de *Delichon urbica*, il n'y a pas une différence significative dans le nombre des bactéries dans les cas suivants: *Pseudomonas* et coliformes, Staphylo et coliforme, Strepto et coliformes *Pseudomonas* et Staphylocoques, *Pseudomonas* et Streptocoques, Staphylo et Strepto de la fiente de l'hirondelle de fenêtre. (le nombre ou la moyenne des bactéries est la même pour les deux germes) .

➤ **Identification des isolats microbiens :**

Après isolement et purification, les isolats sont identifiés selon deux critères : morphologique et biochimique.

4.2. Détermination des caractères morphologiques

L'identification préliminaire des bactéries et levures repose sur l'étude des caractères morphologiques des colonies basées sur la forme, la couleur, la taille et l'aspect. L'examen des colonies isolée à l'état frais sur les différents milieux gélosés a permis de réaliser le tableau 34 qui représente l'ensemble des observations macroscopiques et microscopiques des isolats.



a-Aspects macroscopique:

Les colonies de différentes bactéries et levures cultivées sur les géloses sélectionnées apparaissent sous plusieurs formes et couleurs (figure 87 ,88).



Figure 87 : Principaux aspects macroscopiques sur VRBG.

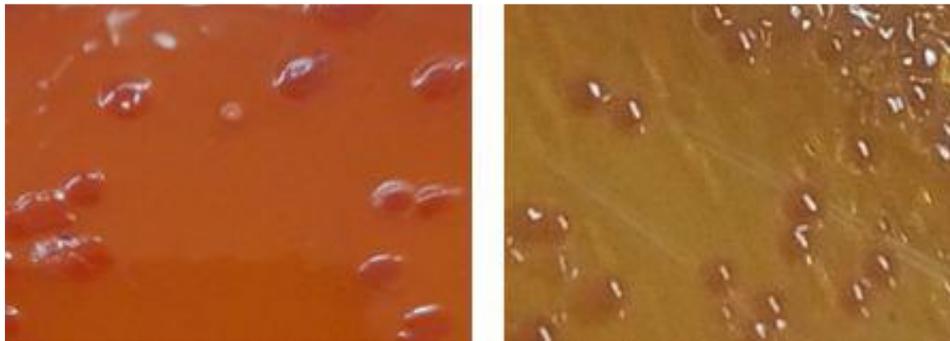


Figure 88 : Principaux aspects macroscopiques sur MC.

b-Aspect microscopique :

Les résultats des observations microscopiques à l'état frais et après coloration de Gram pour les bactéries permet de détecter la présence des bacilles à Gram négatifs droits, courts, moyens ou longs, épais ou fins, isolés ou regroupés en paires, ou en chainettes de longueur variable, ou bien des coccobacilles Gram négatifs isolés ou regroupés en paires(Fig 89).



Bourkholderia cepacia

Staphylococcus sp

Pseudomonas aeruginosa

Figure 89 : Aspect microscopique de quelques isolats après coloration de Gram
Au grossissement (X 100) du microscope optique.



4.3. Tests biochimiques classiques d'identification:

a-Test catalase :

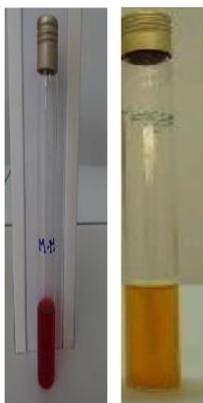
La catalase est une enzyme qui intervient dans la dégradation de l'eau oxygéné selon la réaction suivante : $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

La technique et les résultats obtenus sont décrits dans le tableau 32.

Tableau 32 : Technique et résultat du test catalase effectué sur les isolats (*Staphylococcus sp* et *Pseudomonas sp*) provenant de la fiente des hirondelles.

Aspect du test négatif	Aspect du test positif	Techniques	Caractères recherchés	Résultats
 <i>Pseudomonas sp</i>	 <i>Staphylococcus sp</i>	<p>Sur une lame propre et sèche déposer une goutte eau oxygénée à 10 volumes,</p> <p>A l'aide d'une pipette Pasteur boutonnée, ajouter l'inoculum bactérien Observer immédiatement. Au contact d'une colonie isolée ou sur la pente d'une culture en gélose, déposer une goutte d'eau oxygénée Observer immédiatement.</p>	<p>- La catalase</p>	<p>- Apparition de bulles, dégagement gazeux de dioxygène : catalase +</p> <p>- Pas de bulles : catalase –</p>


b-Test mannitol mobilité :
Tableau 33: Résultats du test mannitol mobilité de deux isolats (*Staphylococcus sp* et *Pseudomonas sp*).

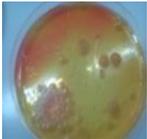
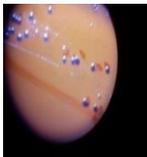
Aspect du milieu avant utilisation	Aspect du milieu après utilisation	Mode d'ensemencement	Caractères recherchés	Résultats
	 -A- -B-	Ensemencer par piqûre centrale à l'aide d'un fil droit. Incuber 24 h à T° optimale.	Mannitol Mobilité	- Caractère mannitol - milieu jaune : Mannitol + - milieu rouge : Mannitol – - La mobilité : Les bactéries très mobiles peuvent se déplacer dans la gélose.

-A- : *Staphylococcus sp*.

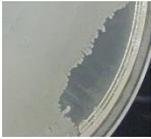
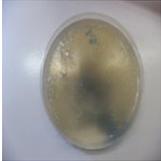
-B- : *Pseudomonas sp*.



Tableau 34 : Aspect morphologique de quelque espèce bactérienne isolée de la fiente des hirondelles

Milieux	Aspect macroscopique	Aspect microscopique	Cat	M.M	Identification par test classique/API 20 E.
Chapman 	Colonie en amas réguliers de 0,7 à 1 µm de diamètre de couleur blanche bombé, lisse.	Cocci Gram positif	+	-	<i>Staphylococcus.sp</i>
EMB 	des colonies rondes bombées, plus ou moins muqueux. violette	Bacilles à Gram-	+	+	<i>Klebsiella oxytoca</i>
Cétrimide 	Colonies blanche de 2 mm de diamètre, semi bombée.	Bacille Gram négatif	+	+	<i>Pseudomonas sp.</i>
EMB 	des colonies circulaire, d'aspect irrégulière et taille moyenne , de couleur blanc-opaque	Gram négatif	+	-	<i>E.coli</i>
Mac conkey 	Colonies grosses de 4 à 6 mm, bombées muqueuses de centre gris marron.	Bacilles à Gram-	+	-	<i>Klebsiella ornithiolytica</i>



<p>EMB</p> 	Des colonies rouge foncé semi bombé	Cocci Gram négative	-	+	<i>Entérobacter Cloace</i>
Milieux	Aspect macroscopique	Aspect microscopique	Cat	M.M	Identification par test classique/API 20 E.
<p>PCA</p> 	Envahir la gélose et à y former un tapis uniforme	Bacilles à Gram-	-	+	<i>Proteus vulgaris</i>
	Envahir la gélose et à y former un tapis uniforme de couleur bleu verte	/	/	/	<i>Candida albicans</i>

-M.M : Mannitol mobilité.

-Cat : Catalase.

Quelques exemples d'API 20E de différents isolats, sont représentés dans les figures 90 à 105.



Figure 90 : Photographie de l'Api 20E de la souche (*Serratia liquefaciens*).



Figure 91 : Photographie de l'Api 20E de la souche (*Klebsiella oxytoca*).



Figure 92 : Photographie de l'Api 20E de la souche (*Bulkhorderia cepaciae*).



Figure 93 : Photographie de l'Api 20E de la souche (*K. ornithinolytica*).



Figure 94 : Photographie de l'Api 20E de la souche (*Proteus mirabilis*).



Figure 95 : Photographie de l'Api 20E de la souche (*Klebsiella sakazakii*).



Figure 96 : Photographie de l'Api 20E de la souche (*Serratia odorifera 1*).



Figure 97 : Photographie de l'Api 20E de la souche (*Kluyvera sp.*).



Figure 98 : Photographie de l'Api 20E de la souche (*E.coli*).



Figure 99 : Photographie de l'Api 20E de la souche (*Aeromonas hydrophilz*).



Figure 100: Photographie de l'Api 20E de la souche (*Serratia odorifera*).



Figure 101 : Photographie de l'Api 20E de la souche (*Enterobacter sakazakii*).



Figure 102 : Photographie de l'Api 20E de la souche (*Proteus vulgaris*).



Figure 103 : Photographie de l'Api 20E de la souche (*Serratia marcescens*).



Figure 104 : Photographie de l'Api 20E de la souche (*Enterobacter cloacae*).



Figure 105 : Photographie de l'Api 20E de la souche (*Enterobacter asburia*).



4.4. Abondance relative des espèces bactériennes isolées de la fiente des deux espèces d'hirondelles

Les résultats du nombre d'espèces bactériennes ainsi que leur abondance relative sont représentés dans le tableau 35

Tableau 35 : Abondance relative (AR%) des espèces bactériennes isolées de la fiente des deux espèces d'hirondelle

Bactéries	Nombre d'isolats (AR%)		Total
	<i>Delichon urbica</i>	<i>Hurindo rustica</i>	
	(46 Nids)	(58 Nids)	
<i>Acetobactersp.</i>	4 (1.41)	6 (1.67)	10 (1.55)
<i>Aeromonashydrophila</i>	4 (1.41)	8 (2.22)	12 (1.86)
<i>Aeromonassalmonicida</i>	3 (1.06)	6 (1.67)	9 (1.39)
<i>Bulkhorderiacepaciae</i>	11 (3.87)	12 (3.34)	23 (3.57)
<i>Citobacterbraakii</i>	13 (4.58)	15 (4.17)	28 (4.35)
<i>Citobacterfreundii.</i>	13 (4.58)	16 (4.45)	29 (4.51)
<i>Enterobacter sakazakii</i>	13 (4.58)	14 (4.89)	27 (4.19)
<i>Enterobacter aerogenas</i>	13 (4.58)	14 (4.89)	27 (4.19)
<i>Enterobacter amnigenus</i>	10 (3.52)	11 (3.06)	21 (3.26)
<i>Enterobacter asburia</i>	12 (4.23)	15 (4.17)	27 (4.19)
<i>Enterobacter cloacae</i>	12 (4.23)	13 (3.62)	25 (3.88)
<i>Escherichia coli</i>	14 (4.93)	17 (4.73)	31 (4.82)
<i>Flavimonas horyzihabitans</i>	7 (2.46)	9 (2.50)	16 (2.48)
<i>Klebsiella pneumonia</i>	14 (4.93)	16 (4.45)	30 (4.66)
<i>Klebsiella ornithionolytica</i>	11 (3.87)	13 (3.62)	24 (3.73)
<i>Klebsiella oxytoca</i>	12 (4.23)	14 (3.89)	26 (4.04)
<i>Klebsiella sakazakii</i>	11 (3.87)	14 (3.89)	25 (3.88)
<i>Kluyverasp.</i>	8 (2.82)	10 (2.78)	18 (2.79)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5 (1.76)	9(2.50)	14(2.17)
<i>Pseudomonas sp.</i>	11 (3.87)	14 (3.89)	25 (3.88)
<i>Staphylococcus aureus</i>	7 (2.46)	9 (2.50)	16 (2.48)
<i>Staphylococussp non pathogène</i>	6 (2.11)	8 (2.22)	14 (2.17)
<i>Proteus mirabilis</i>	0	8(2.22)	8(1.24)
<i>Proteus vulgaris</i>	0	9(2.50)	9(1.39)
<i>Serratia fonticola</i>	9 (3.17)	10 (2.78)	19 (2.95)
<i>Serratiali quefaciens</i>	12 (4.23)	13 (3.62)	25 (3.88)
<i>Serratia odorifera</i>	11 (3.87)	12 (3.34)	23 (3.57)
<i>Streptococcus sp.</i>	15 (5.28)	17 (4.73)	32 (4.97)
<i>Yersinia sp.</i>	10 (3.52)	12 (3.34)	22 (3.42)
Total	271(100)	344(100)	615(100)



A partir de 615 bactéries isolées de la fiente des 2 espèces d'hirondelles, 39(RA=6.05%) appartiennent au groupe de bactéries Gram négative du genre *Pseudomonas*. Un large nombre de cette bactérie a été retrouvé dans la fiente de *Hurindo rustica* (RA=23/39). La souche *P. aeruginosa* présente un groupe mineur avec seulement 14 différentes espèces avec une abondance relative RA=2.17 %. La majorité des *P. aeruginosa* a été isolé de la fiente de l'hirondelle *Hurindo rustica*. Le groupe des *Pseudomonas* sont les plus dominants parmi les bactéries isolées de la fiente des 2 espèces d'hirondelles avec un total de 39.

Le groupe des Streptocoques vient en seconde position avec un total de 32 espèces et une abondance relative AR= 5.28% dans la fiente de *Delichon urbica* et une AR=4.73% dans la fiente de *Hurindo rustica* (table1)

Le groupe des Staphylocoque est en troisième position avec 30 espèces. L'espèce dominante est *Staphylococcus aureus* avec 16 souches et une fréquence de 2.48% suivie par *Staphylococcus* à coagulase négative avec 14souches et une AR= 2.17%.

La fiente de l'hirondelle *Hurindo rustica* contient le nombre le plus élevé d'entérobactéries avec un total de 273 espèces et une AR= 55.37% comparer au nombre total des entérobactéries isolés (493) alors que *Delichon urbica* contient 44.62% d'espèces d'entérobactéries.

11 (onze) genres de bacilles Gram négatif appartiennent au groupe des entérobactéries ont été identifiés: *Acetobacter* sp.(1.55%) , *Bulkhorderia cepaciae* (3.57%).La présence de *Bulkhorderia cepaciae* dans la fiente des hirondelles indique que ces oiseaux peuvent être des vecteurs de maladies car cette espèce est un agent pathogène pour l'Homme provoquant le plus souvent des pneumonies chez les patients immunodéprimés ou ayant une maladie pulmonaire sous-jacente (Avril,1997), *Citobacter frundii*(4.51%) , *Enterobacter sakazakii*(4.19%), *Escherichia coli*(4.82%) en effet, ce sont les espèces les plus communes dans la flore commensale des oiseaux(Jean ,2006) *Flavimonas horyzihabitans*(2.48%), *Klebsiella pneumonia*(4.66%), *Kluyvera* sp.(2.79%), *Proteus vulgaris*(1.39%), *Serratia liquefaciens*(3.88%), *Yersinia* sp.(3.42%).Par ailleurs, deux espèces d'entérobactéries *Proteus mirabilis* et *Proteus vulgaris* ont marqué leur présence seulement dans la fiente de *Hurindo rustica*(Table1).En effet, *Proteus* sp. est un germe commensal du tube digestif des oiseaux, ce



germe est impliqué dans des infections urinaires, et dans des infections nosocomiales diverses (Avril, 1997).

6 espèces bactériennes isolées de la fiente des 2 espèces d'hirondelle sont gravement pathogènes : *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Citobacterfreundii*, *Enterobactercloacae* et *Escherichia coli*. Alors que les espèces d'*Enterobacter*, *Aeromonas* et *Serratia* sont potentiellement pathogène (Nancy, 2007).

4.5. Analyse statistique

Le test Anova à deux facteurs contrôlés (n en fonction de l'hirondelle et bactéries isolées de la fiente) a montré qu'il y a une différence très hautement significative entre les deux espèces d'hirondelles (F=208.44, P=0.000) et une différence très hautement significative entre les bactéries isolées de la fiente des deux espèces d'hirondelle (F=271.65, P=0.000).

Il y a également une interaction (Hirondelle X bactéries) par rapport au nombre (F=301.77, P=0.000).

Il y a une différence très hautement significative entre les bactéries de la fiente de l'hirondelle rustique (F= 407.82 et p=0.000) également entre

les bactéries de la fiente de l'hirondelle de fenêtre (F= 452.33 et p=0.000).

4.6. La diversité des espèces bactériennes

Dans le but de caractériser la diversité spécifique des espèces bactériennes isolées de la fiente des deux espèces d'hirondelles, nous avons calculé quelques paramètres : la richesse spécifiques, l'indice de diversité de SHANNON (H') et la valeur de l'équitabilité (E)(Tab.36)

Tableau 36: Diversity indices of bacterial species identified in two shallow droppings (N, number of bacterial isolates; S: species richness; H: Shannon's index; E: evenness)

Swallow species	N	S	S/N	H/S	H'	E
<i>Delichon urbica</i>	271	27	0.041	0.939	3.233	0.981
<i>Hirundo rustica</i>	344	29	0.036	0.964	3.331	0.989
Overall	615	56	0.077	1.903	6.564	1.970

Pour l'analyse de la fiente des deux espèces d'hirondelles, la diversité la plus élevée est notée dans la fiente de *Hirundo rustica* avec une valeur de 12.38 suivi par celle de *Delichon urbica* avec une valeur de 10.52. En effet, les valeurs de diversité sont pratiquement plus rapprochées



les unes des autres. D'ailleurs, une communauté est d'autant plus diversifiée lorsque l'indice de diversité de SHANNON (H') est plus grand (Blondel, 1979). Cet indice montre que la fiente de *Hirundo rustica* abrite les espèces bactériennes les plus diversifiées avec une valeur de ($H'=3.331$ bits, $E=0.964$) suivi par celle de *Delichon urbica* avec une valeur de ($H'=3.233$ bits, $E=0.981$).

Les valeurs de l'équitabilité sont à 0.9 dans les échantillons de fiente analysée des deux espèces d'hirondelles. Ces valeurs sont assez proches ce qui indique que l'abondance des espèces bactériennes isolées de la fiente sont assez bien équilibrés (Table 36).

Les résultats montrent qu'il n'y a pas une différence significative dans le nombre des bactéries de la fiente des deux espèces d'hirondelles de la ville de Tébessa. Ceci est du probablement à ce que l'environnement local et en particulier la nutrition des hirondelle est presque la même pour les deux espèces d'hirondelles.

4.7. Résultats de la résistance et la sensibilité de quelques isolats prélevés de la fiente des deux espèces d'hirondelles

L'étude du profil de sensibilité aux antibiotiques des isolats sélectionnés montre que la majorité sont pratiquement sensibles aux antibiotiques testés notamment *Burkholderia cepacia*, qui a montré sa sensibilité envers 5 antibiotiques parmi 12 antibiotiques testés. *Citrobacter braakii* et *Klebsiella ornithionolytica*, ont marqué une sensibilité vis-à-vis de 7 antibiotiques alors que *Proteus vulgaris* est sensible à 8 antibiotiques. D'ailleurs cette espèce est la plus sensible et elle est rarement pathogène. Par ailleurs les 9 autres isolats ont montré une résistance remarquable vis-à-vis de Amoxiciline, Pénicilline, Oxaciline, Acide fusidique et Ampicilline (Tableau 37) (fig 106,107).



Tableau 37 : Résultat de la résistance et la sensibilité de quelques isolats bactériens aux antibiotiques utilisés

Isolats	CIP	TE	AMX	P	C	OX	K	CN	OFX	FA	CF	AMP
<i>Burkholderia cepacia</i>	S	S	R	R	S	R	S	R	I	R	S	R
<i>E. sakazaki</i>	S	S	R	R	S	R	S	S	S	R	S	R
<i>E. cloace</i>	S	S	R	R	S	R	R	I	S	R	S	R
<i>Serratia.odorifera</i>	S	S	R	R	S	R	R	S	S	R	S	R
<i>Citrobacter.braakii</i>	S	S	R	R	I	R	I	I	R	R	S	R
<i>Proteus vulgaris</i>	S	S	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R
<i>Klebsiella ornithionolytica</i>	S	S	R	R	S	R	R	R	R	R	S	R
<i>Klebsielle oxytoca</i>	S	S	R	R	S	R	S	S	R	R	S	R
<i>E. coli</i>	S	S	R	R	S	R	S	R	S	R	S	R

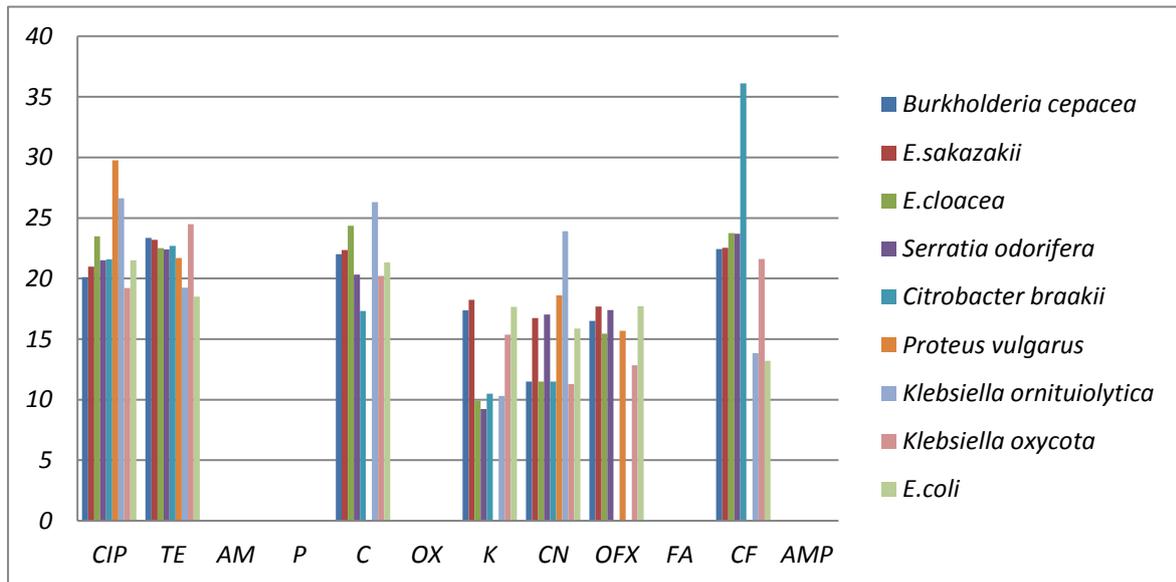


Figure 106 : Profil de sensibilité de quelques isolats aux antibiotiques testés.

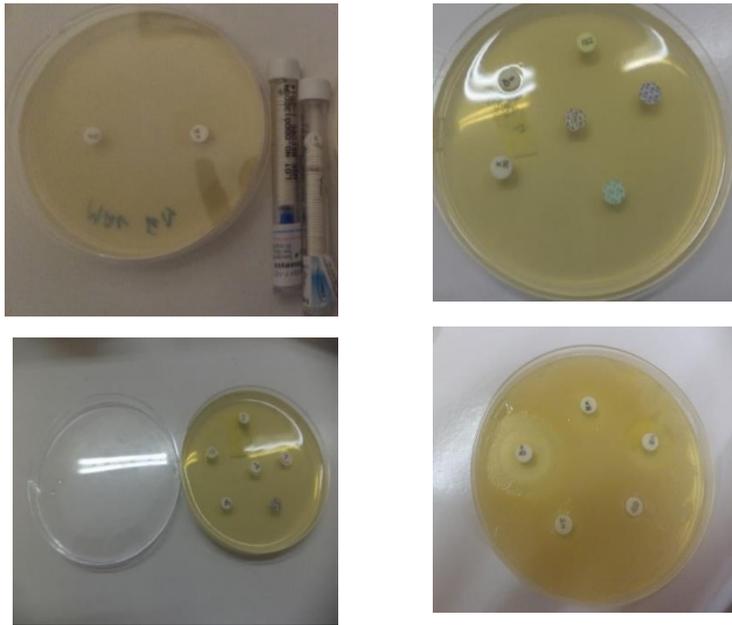


Figure107 : Effet des disques d'antibiotiques sur les isolats bactériens de la fiente des hirondelles

4.8. Discussion

Les résultats de la présente étude ont confirmé que la fiente des deux espèces d'hirondelles est riche en bactéries. Certains sont pathogènes et peuvent causer des maladies infectieuses. En effet, les oiseaux migrateurs voyagent deux fois par an entre les continents et sont responsables de la transmission de plusieurs germes pathogènes (Hubalek, 2004) et / ou d'un vecteur de maladie infectieuse (Fudge, 2001).

Dans cette étude, 643 bactéries isolées des deux espèces d'hirondelles appartenant à 15 genres différents. Certaines espèces bactériennes sont connues comme *Pseudomonas aeruginosa*, *taphylococcus aureus* et *Klebsiella pneumoniae*.

La prévalence des bactéries chez les oiseaux sains vivant en liberté des espèces incluses dans cette étude est influencée par des facteurs environnementaux et alimentaires.

La présence de microorganismes liés à une maladie aviaire comme *Aeromonas hydrophila*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Ecoli* chez des individus apparemment en bonne santé indique que les oiseaux sauvages des espèces examinées semblent héberger des micro-organismes potentiellement pathogènes sous-cliniques.

Ces espèces bactériennes sont aussi des agents pathogènes opportunistes chez l'homme. Ceci doit être considéré par les personnes qui sont en contact étroit avec les oiseaux sauvages, comme le personnel vétérinaire, les rééducateurs ou les ornithologues (Stankat et al, 2014).



Pseudomonas aeruginosa est considéré comme un pathogène aviaire commun. La sauvagine en liberté semble être très sensible à ses effets (Korbel et Kusters, 1989).

C'est aussi un agent pathogène opportunistique pour les humains et une cause fréquente d'infections nosocomiales. La plupart des autres *Pseudomonadaceae* sont saprophytes sans signification clinique rare (Fudge 2001). Tel est le cas de *Pseudomonas fluorescens*, qui est commun dans le sol et l'eau. à la maladie aviaire: il a été trouvé dans le foie d'oiseaux psittacinés atteints de nécrose hépatique (Jackson et Philips, 1996).

Cependant, il s'avère être l'une des bactéries dominantes dans les nids de mésange, sans affecter le succès reproducteur des oiseaux dans les nids desquels il était présent (Goodenough et Stallwood, 2010). Les bactéries prédominantes isolées de la fiente des deux espèces d'hirondelles sont les entérobactéries.

La plupart des entérobactéries isolées proviennent probablement de l'environnement des oiseaux examinés, car ils sont omniprésents dans le sol, l'eau ou la matière végétale et peuvent agir comme des transitoires. Cependant, certains sont connus pour être des pathogènes aviaires et / ou humains potentiels. le cas de *Klebsiella pneumoniae*, capable d'évoquer la maladie chez les oiseaux ainsi que chez l'homme en tant que pathogène primaire ou opportuniste (Gerlach 1994).

Le présent de *Klebsiella pneumoniae* pourrait s'expliquer par le fait que les hirondelles femelles utilisent pour nicher dans des étables et se nourrir d'insectes ariel (Bauer et al, 2005).

En outre, *Klebsiella sp* est commun dans les fèces des mammifères domestiques comme la vache, et les hirondelles des étables entrent en contact étroit avec le bétail en raison de leur comportement de nidification.

Par conséquent, ils peuvent avoir acquis *Klebsiella sp* de leur environnement et de leur régime alimentaire (Munoz et al, 2006).

Comme d'autres entérobactéries potentiellement pathogènes, *Citrobacter freundii* n'a été isolé que chez les cormorans noirs. Il est considéré comme un pathogène aviaire opportuniste, en particulier chez les passereaux (Fudge, 2001).



5. Etude du régime alimentaire des deux espèces d'hirondelles

5.1. Caractérisation des fientes des deux espèces d'hirondelles de la colonie Mouldi Achouri (Tébessa):

Les fientes de l'hirondelle sont généralement de forme cylindrique, de taille et de couleur très variable. Ces pelotes contiennent des fragments d'insectes, des poiles, des plumes et des graines végétales.

5.1.1. Coloration des fientes :

Les fientes des hirondelles récoltées dans la colonie Mouldi Achouri ont pris plusieurs couleurs (noire, beige, marron et blanc) ; ces colorations variables reflètent le contenu de la pelote en proies. Dans le tableau 38 sont consignés quelques indices spécifiques indiquant les types des proies dominant pris par les hirondelles selon la couleur :

Tableau 38 : Indication du type dominant de proies pris par les hirondelles selon la couleur des pelotes récoltées (Sbiki, 2008).

Couleur	Indice	Dominance
<ul style="list-style-type: none"> • Noire ou marron foncée • Marron taché en noire • Beige taché en noire 	Présence des coléoptères	Coléoptères
<ul style="list-style-type: none"> • Marron/beige 	Présence d'Orthoptères et des plumes d'oiseaux	Orthoptères
<ul style="list-style-type: none"> • Vert/blanc 	Présence de plumes, des ossements d'oiseaux mélangés avec la végétation	Oiseaux

D'après notre étude sur les fientes de l'hirondelle, nous remarquons que la couleur la plus dominante durant toute la période d'étude est le marron en particulier le marron foncé ou taché en noire suivi par le beige taché en noire.

Durant la période de pré-reproduction, le beige taché en noire est la couleur la plus rencontrée alors que pendant la période de reproduction et élevage des jeunes c'est le marron foncé taché en noire qui domine cette période.

En se basant sur l'indice de coloration, les coléoptères sont les composants essentiels de l'alimentation de l'hirondelle en période pré-reproductrice. Alors que pendant la période de reproduction et élevage des jeunes un mélange de Coléoptères et d'Orthoptères a caractérisé la composition alimentaire des hirondelles.



5.1.2. Morphométrie des fientes :

Les résultats relatifs à la caractérisation physique de 56 fientes des hirondelles de la colonie d'étude (taille, poids) sont rapportés dans le tableau suivant :

Tableau 39 : Mensurations et pesées des fientes des *Hurindorustica* de la cité Mouldi Achouri (N = 56 pelotes).

Période d'étude	Mensurations et pesées des fientes de l'hirondelle pendant la période d'étude		
	Maximum	Minimum	Moyenne
Longueur (mm)	15.25	12.23	12.23± 0.18
Largeur (mm)	0.50	0.30	0.36± 0.08
Poids sec (gr)	0.045	0.024	0.034 ± 0.01

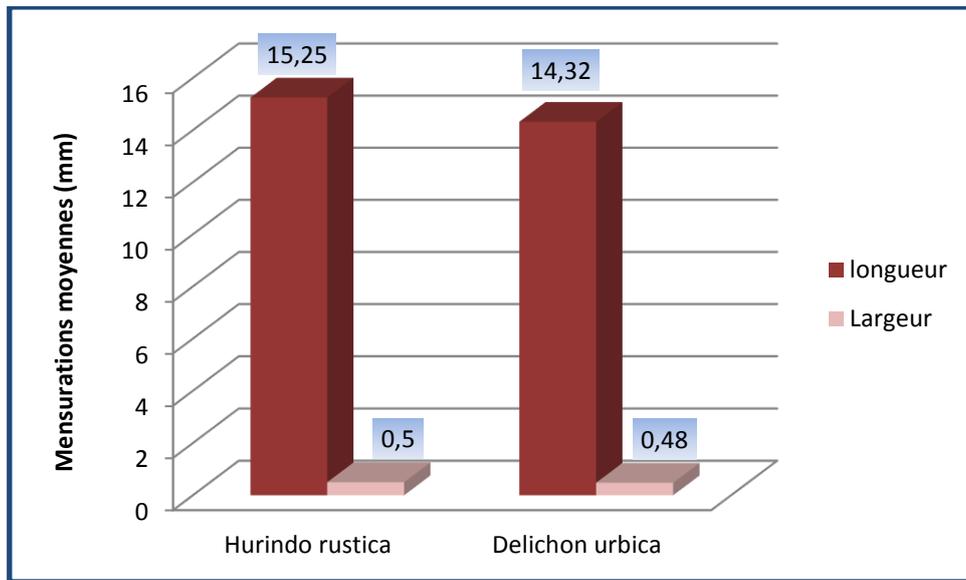
Les fientes de l'hirondelle *Hurindo rustica* dans la région de Tébessa sont caractérisées par une longueur moyenne de 12.23± 0.18 mm, un diamètre moyen de 0.36± 0.08 mm et un poids sec de 0.034 ± 0.008 gr.

Tableau 40 : Mensurations et pesées des fientes des *Delichon urbica* de la cité Mouldi Achouri (N = 56 pelotes).

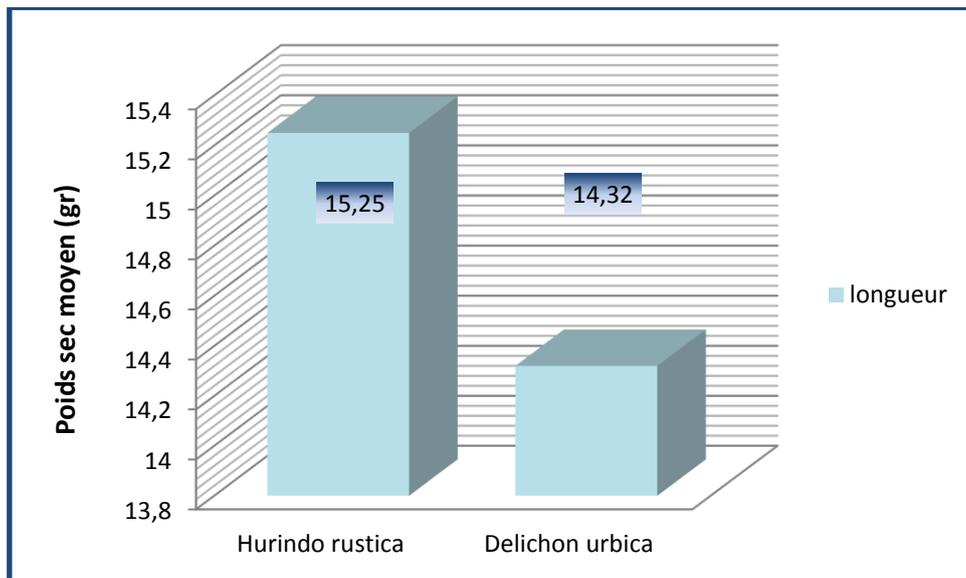
Période d'étude	Mensurations et pesées des fientes de l'hirondelle pendant la période d'étude		
	Maximum	Minimum	Moyenne
Longueur (mm)	14.32	10.54	12.42 ± 1.54
Largeur (mm)	0.48	0.32	0.4 ± 0.07
Poids sec (gr)	0.046	0.026	0.037 ± 0.01

Les fientes de l'hirondelle *Delichon urbica* dans la région de Tébessa sont caractérisées par une longueur moyenne de 12.42 ± 1.54 mm, un diamètre moyen de 0.4 ± 0.07 mm et un poids 0.037 ± 0.008 sec gr.

A partir de ces données, nous ne remarquons pas des intervalles très vaste entre les valeurs maximales et minimales pour les deux espèces d'hirondelles tant pour la longueur (différence de 3.78 mm pour *Hurindo rustica* et 3.02mm pour *Delichon urbica*) que pour la largeur et le poids sec (différence de 0.16 mm et 0.02 gr respectivement pour *Hurindo rustica* et différence de 0.2 mm et 0.021 gr respectivement pour *Delichon urbica*). Ces variations peuvent être expliquées par le type et le nombre de proies ingérées, ainsi que par leurs biomasses, ce qui est également en relation avec les périodes du cycle biologique et la région d'étude. (Fig108).



(A)



(B)

Figure 108 : Mensurations moyennes (A) et poids sec moyen (B) des fientes de *Hurindo rustica* et *Delichon urbica* de la colonie Mouldi Achouri de la ville de Tébessa.



5.2. Analyse qualitative du régime alimentaire de *Hurindo rustica* et *Delichon urbica* de la colonie Mouldi Achouri de la ville de Tébessa

- **Spectre alimentaire globale de l'hirondelle de la région d'étude :**

L'hirondelle est une espèce à large spectre alimentaire, l'analyse des fientes récoltées dans la colonie Mouldi Achouri (Tébessa) pendant la période Juin-septembre 2016 et pendant la période Février-Mai 2017 nous a permis de déterminer les espèces proies composants le régime alimentaire des deux espèces d'hirondelles.

En plus des espèces proies consommées, nous avons trouvé :

- Des graines végétales pendant la période de reproduction et élevage des jeunes.

5.2.1. Catégories de proies globales identifiées dans le régime alimentaire de l'hirondelle durant la période d'étude :

Durant huit mois et dans un ensemble de 1633 items pour *Hurindorustica*, nous avons recensé un total de 9 ordres répartie en 27 familles et appartenant à 3 classes (Insecta, Arachnida et Gastropoda) et un ensemble de 1226 items pour *Delichon urbica*, nous avons recensé un total de 7 ordres répartie en 25 familles.

Dans les tableaux 41,42 sont consignées les différentes catégories de proies globales consommées durant la période d'étude.

Tableau 41 : Importance des différentes catégories de proies identifiées dans le régime alimentaire de *Hurindorustica* pendant la période d'étude.

Catégories de proies globales identifiées dans le régime alimentaire de l'hirondelle			
Catégorie de proies		Nombre de proies	Pourcentage d'importance (%)
Proies invertébrées	Insecta	2167	98,72
	Arachnida	22	1,002
	Gastropoda	6	0,27
Total		2195	99,99



Tableau 42 : Importance des différentes catégories de proies identifiées dans le régime alimentaire de *Delichon urbica* pendant la période d'étude.

Catégories de proies globales identifiées dans le régime alimentaire de l'hirondelle			
Catégorie de proies		Nombre de proies	Pourcentage d'importance (%)
Proies invertébrées	Insecta	1828	99,02
	Arachnida	15	0,81
	Gastropoda	3	0,16
Total		1846	99.99

A partir des résultats des tableaux, nous constatons que le régime alimentaire de l'hirondelle est composé de 3 classes d'importance différente.

Son alimentation est composée exclusivement par des proies d'invertébrées. Les proies invertébrées représentent la majorité des espèces consommées avec 22195 chez *Hurindorustica* et 1846 proies chez *Delichon urbica*.

Sur l'ensemble des catégories de proies consommées, chez, *Hurindo rustica*, les insectes dominant avec un pourcentage d'importance de 98.72 % soit 2195 individus (figure109). Les Gastropodes ne sont présent qu'avec le plus faible pourcentage (0.27%) suivit par les Arachnides (1.002%) alors que chez *Delichon urbica*, les Gastropodes sont à 0.16 % et les insectes dominant avec un pourcentage d'importance de 99.02% soit 1846 individus (fig110).

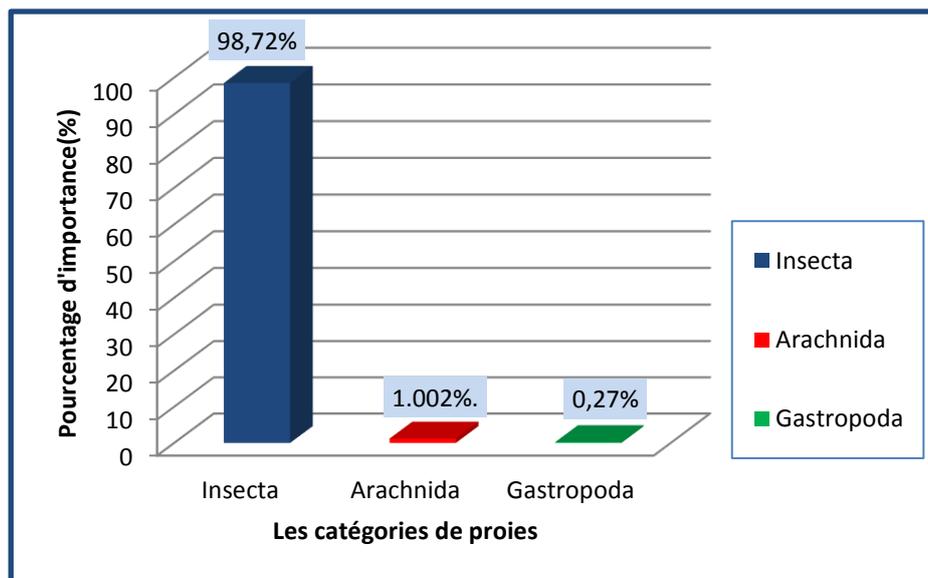


Figure 109 : Les catégories de proies globales identifiées dans le régime alimentaire de *Hurindorustica* pendant la période d'étude.

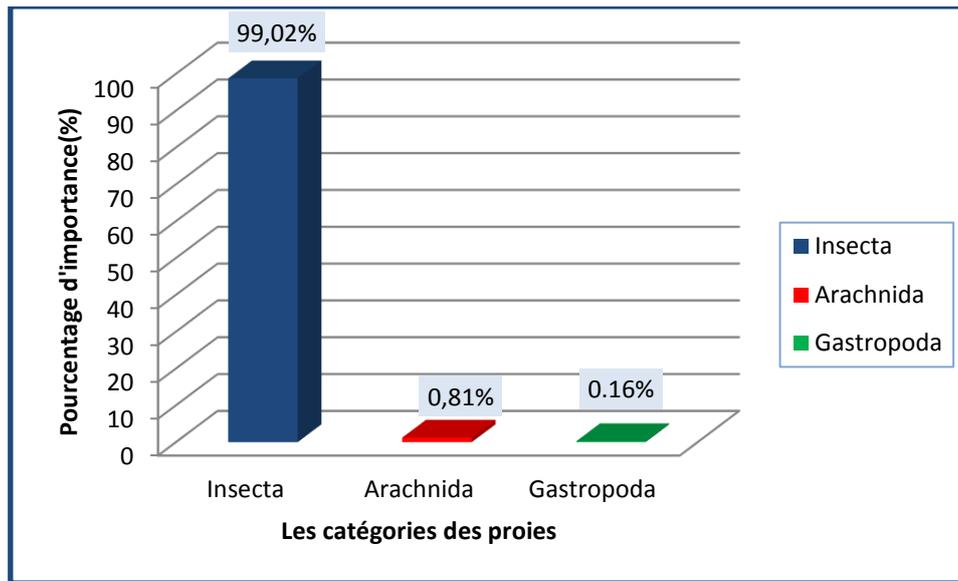


Figure 110 : Les catégories de proies globales identifiées dans le régime alimentaire de *Delichonurbica* pendant la période d'étude.

Les résultats concernant le spectre alimentaire global de l'hirondelle montrent que cet oiseau est un insectivore par excellence rejoignant ainsi la majorité des travaux réalisés en Algérie et dans le monde.

5.2.2. Ordres d'insectes proies identifiés dans le régime alimentaire de *Hurindorustica* du site A pendant la période d'étude :

En raison de la dominance de la classe des insectes en nombre 2167 parmi 2195 individus pour *Hurindo rustica* et 1828 parmi 1846 individus pour *Delichon urbica*. ainsi qu'en pourcentage (98,72% pour *Hurindo rustica* et 99,02% pour *Delichon urbica*) le travail sera dirigé vers cette classe et sa composition. Les différents ordres constituant cette classe sont enregistrés dans le tableau 43.

Chez *Hurindo rustica*, la classe des insectes regroupe neuf ordres d'importance différente. Les Coleoptera sont numériquement les plus importants (76,09%) soit 1649 individus suivis par les Hymenoptera qui représentent 14,76% du total des proies consommées suivis par l'ordre des Diptera qui représentent respectivement 8,49 % du total des proies consommées (tab.44)(fig.111)

L'ordre des Homoptera a représenté un pourcentage d'importance de 0,36% soit 8 individus et celui des Orthoptera a représenté 0,09% soit 2 individus. Les ordres restants ne représentent qu'un faible pourcentage (0,046%).



Tableau 43 : Importance des différents ordres d'insectes proies identifiés dans le régime alimentaire de *Hurindorustica* de la cité Mouldi Achouri pendant la période d'étude.

Insecta	Ordres d'insectes proies	Nombre de proies	Pourcentage d'importance (%)
	Coleoptera	1649	76,09
	Hymenoptera	320	14,76
	Diptera	184	8,490
	Heteroptera	1	0,046
	Orthoptera	2	0,092
	Homoptera	8	0,369
	Odonatoptera	1	0,046
	Dermaptera	1	0,046
	Lepidoptera	1	0,046
	Total	2167	99.99

Tableau 44 : Ordres d'insectes proies les plus importants identifiés dans le régime alimentaire de *Hurindo rustica* de la cité Mouldi Achouri pendant la période d'étude

Insecta	Ordres d'insectes proies	Nombre de proies	Pourcentage d'importance (%)
	Coleoptera	1649	76,59
	Hymenoptera	320	14,86
	Diptera	184	8,54
	Total	2153	99.99

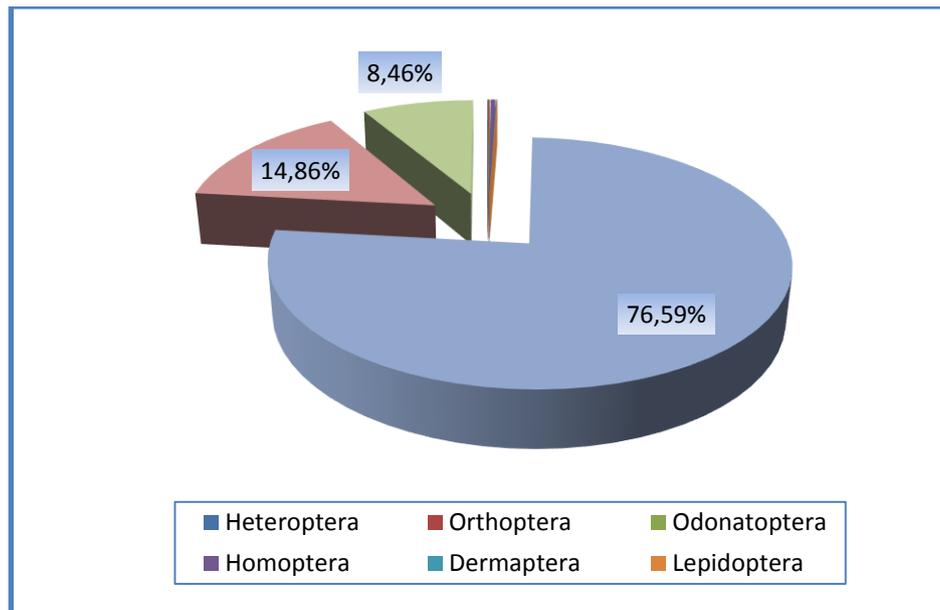


Figure 111 : Ordres d'insectes proies identifiés dans le régime alimentaire de *Hurindo rustica* de la colonie Mouldi Achouri pendant la période d'étude.

Chez *Delichon urbica*, la classe des insectes regroupe huit ordres d'importance différente. Les Coléoptères sont numériquement les plus importants (71,01%) soit 1311 individus suivis par deux ordres, ce sont les Hyménoptères et les Diptères qui représentent respectivement 17,44 % et 9,91 % du total des proies consommées (**tab.45**)

L'ordre des Orthoptères a représenté un pourcentage d'importance de 0,21% soit 4 individus et celui des Homoptères a représenté 0,16% soit 3 individus. Les ordres restants ne représentent qu'un faible pourcentage (**tab.46**) (**fig. 112**).

Tableau 45 : Importance des différents ordres d'insectes proies identifiés dans le régime alimentaire de *Delichon urbica* de la cité Mouldi Achouri pendant la période d'étude.

Insecta	Ordres d'insectes proies	Nombre de proies	Pourcentage d'importance (%)
	Coleoptera	1311	71,01
	Diptera	183	9,91
	Hymenoptera	322	17,44
	Heteroptera	2	0,10
	Lepidoptera	1	0,05
	Orthoptera	4	0,21
	Homoptera	3	0,16
	Dermaptera	2	0,10
	Total	1846	99,99



Tableau 46 : Ordres d'insectes proies les plus importants identifiés dans le régime alimentaire de *Delichon urbica* de la cité Mouldi Achouri pendant la période d'étude.

Insecta	Ordres d'insectes proies	Nombre de proies	Pourcentage d'importance (%)
	Coleoptera	1311	72,19
	Diptera	183	10,07
	Hymenoptera	322	17,73
	Total	1816	99,99

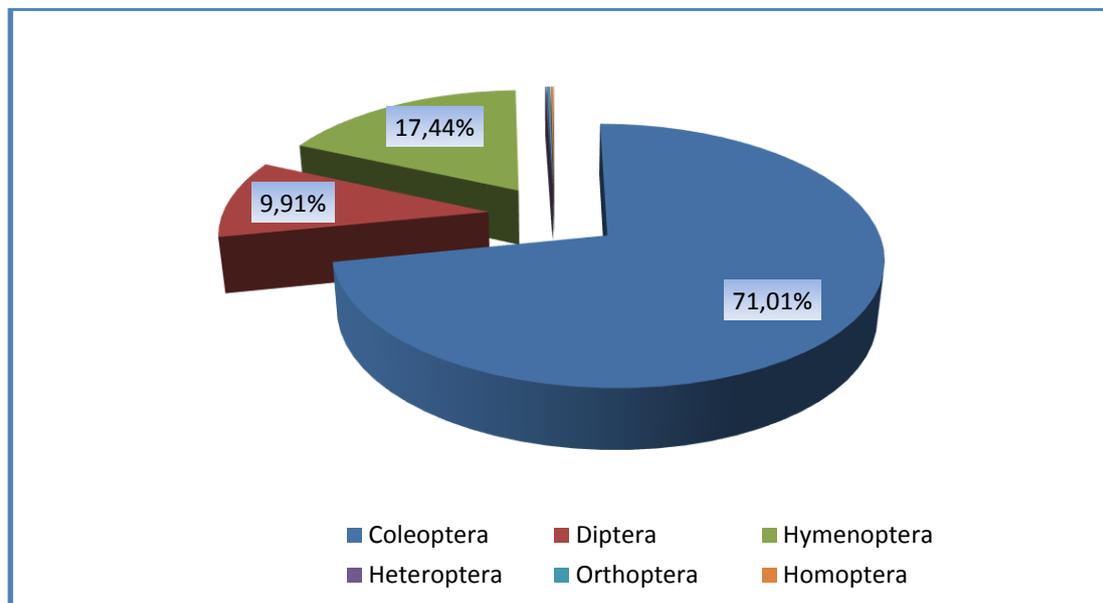


Figure 112 : Ordres d'insectes proies identifiés dans le régime alimentaire de *Delichon urbica* de la colonie Mouldi Achouri pendant la période d'étude.

Dans un total de 8 ordres d'insectes proies nous avons identifié 24 familles d'insectes dans le régime alimentaire de *Delichon urbica* regroupées dans le tableau 47.



Tableau 47 : Importance de différentes familles d'insectes proies identifiées dans le régime alimentaire de *Delichon urbica* pendant la période d'étude.

Ordre	N	Les familles d'insectes	Nombre (N)	AR%
Coleoptera	1311	Pterostichidae	19	1,02
		Staphylinidae	128	6,93
		Dermastidae	45	2,43
		Tenebrionidae	13	0,70
		Pentatomidae	1	0,05
		Scarabaeidae	119	6,44
		Carabidae	143	7,74
		Cetoniidae	124	6,71
		Silphidae	314	17,0
		Curculionidae	326	17,65
		Elateridae	2	0,10
		Histeridae	2	0,10
Buprestidae	75	4,06		
Diptera	183	Calliphoridae	108	6,39
		Muscidae	74	4,00
		Phoridae	1	0,05
Hymenoptera	322	Formicidae	320	17,33
		Apidae	2	0,10
Homoptera	3	Cicadidae	3	0,16
Orthoptera	4	Acrididae	2	0,10
		Gryllidae	2	0,10
Heteroptera	2	Gerridae	2	0,10
Lepidoptera	1	Lycaenidae	1	0,05
Dermaptera	2	Carcinophoridae	2	0,10
n=8	1846	24	1846	100

Les résultats ont révélé :

Un nombre important de famille d'insectes proies dans la fiente de *Delichon urbica* qui ne représentent qu'un faible pourcentage d'importance :

- Il y a celles qui ne figurent, dans le régime alimentaire de l'hirondelle, que dans une seule pelote de fiente parmi les 56 fientes analysées, ce sont les familles : Pentatomidae, Phoridae et Lycaenidae avec un pourcentage d'importance identique 0,05%.
- Il y celles qui présentent un pourcentage d'importance de 0.10% soit 2 individus parmi 1981(Elateridae, Apidae, Acrididae, Gryllidae et Gerridae).
- Certaines familles figurent dans le régime alimentaire de l'hirondelle avec un nombre qui ne dépasse pas 25 individus.
- Pour ces raisons, nous avons pris en considération seules les familles qui présentent un nombre de proies dépassant 50 individus.



Tableau 48 : Importance des familles d'insectes proies les plus consommées et identifiées dans le régime alimentaire de *Delichon urbica* pendant la période d'étude.

Familles de proies les plus consommées	Nombre de proies	Pourcentage d'importance (%)
Staphylinidae	128	6,93
Scarabaeidae	119	6,44
Carabidae	143	7,74
Cetonidae	124	6,71
Silphidae	314	17,0
Curculionidae	326	17,65
Buprestidae	75	4,06
Calliphoridae	108	6,39
Formicidae	320	17,33
Total	1657	99,99

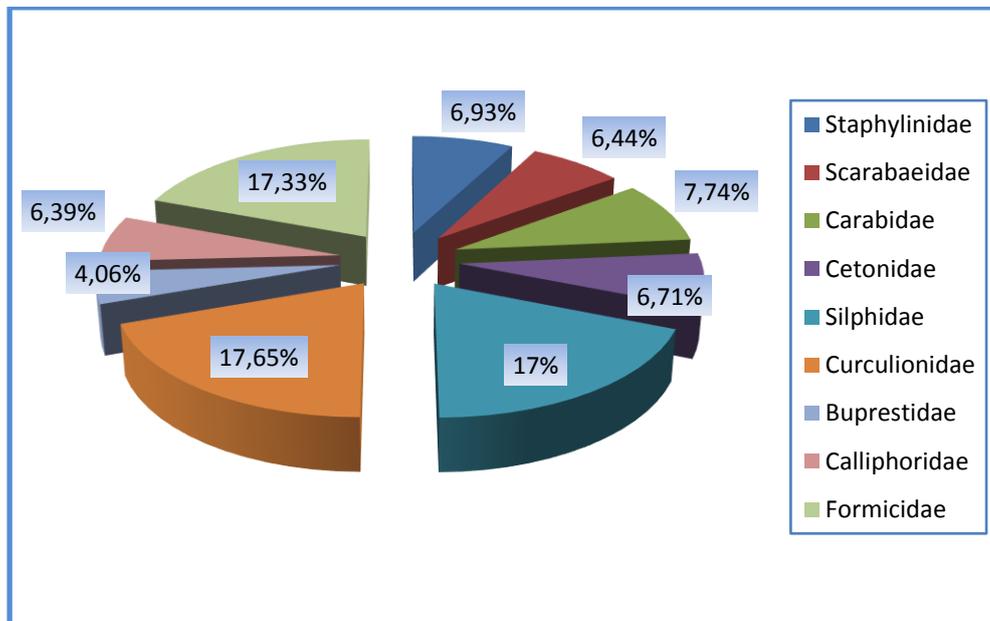


Figure 113: Les familles d'insectes proies les plus importantes identifiées dans le régime alimentaire de *Delichon urbica* de la colonie Mouldi Achouri pendant la période d'étude

5.2.3. Les familles d'insectes proies identifiées dans le régime alimentaire de *Hurindo rustica* pendant la période d'étude :

Dans un total de 9 ordres d'insectes proies nous avons identifié 26 familles d'insectes regroupées dans le tableau 49. Parmi les 25 familles d'insectes proies retrouvées dans 56 pelotes de réjection, 11 familles constituent les proies les plus consommées chez *Delichon urbica*.



Les résultats de ce tableau montrent que la famille Curculionidae (ordre Coleoptera) représente la famille la plus importante, elle correspond au pourcentage de 17.30% soit 326 individus suivit dans l'ordre par la famille des Formicidae (ordre Hymenoptera) avec un pourcentage de 16.93% et la famille des Silphidae avec un pourcentage de 16.66%.

Une différence de 4 individus entre la famille Staphylinidae et la famille Cetonidae permet au pourcentage d'importance de ces dernières d'être très rapprochés à savoir : 6.79% et 6.58% respectivement (fig 114). La même remarque pour la famille Chrysomelidae et la famille Scarabaeidae où on note une différence d'un seul individu.

On signale aussi que la famille Calliphoridae (ordre Diptera) représente la famille la moins importante parmi les familles les plus consommées dans le régime alimentaire de l'hirondelle, estimé par un pourcentage de 3.39% soit 64 individus.

Tableau 49 : Importance de différentes familles d'insectes proies identifiées dans le régime alimentaire de *Hurindo rustica* pendant la période d'étude.

Ordre	N	Les familles d'insectes	Nombre (N)	AR%
Coleoptera	1649	Pterostichidae	39	1,77
		Staphylinidae	128	5,83
		Dermastidae	4	0,18
		Tenebrionidae	13	0,59
		Pentatomidae	1	0,04
		Scarabaeidae	229	10,43
		Carabidae	253	11,52
		Cetonidae	104	4,73
		Silphidae	324	14,76
		Curculionidae	357	16,26
		Elateridae	2	0,09
		Histeridae	2	0,09
		Buprestidae	75	3,41
Diptera	184	Calliphoridae	118	5,37
		Muscidae	64	2,91
		Asilidae	2	0,09
Hymenoptera	320	Formicidae	319	14,53
		Apidae	1	0,04
Homoptera	8	Cicadidae	8	0,36
Orthoptera	2	Acrididae	1	0,04
		Gryllidae	1	0,04
Heteroptera	1	Gerridae	1	0,04
Odonoptera	1	Famille indéterminée	1	0,04
Lipoptera	1	Lycaenidae	1	0,04
Dermaptera	1	Carcinophoridae	1	0,04
n= 9	2167	26	2167	100



Les résultats de ce tableau montrent que la famille Curculionidae (ordre Coleoptera) représente la famille la plus importante, elle correspond au pourcentage de 17.68 % soit 384 individus suivit par la famille Silphidae qui appartient aussi au même ordre avec un pourcentage de 16.44 %. En troisième position vient la famille des Formicidae (Ordre des Hymenoptera) avec un pourcentage de 15.89% soit 345 individus.

Une différence minimale d'individus entre la famille Scarabaeidae et la famille Carabidae permet au pourcentage d'importance de ces dernières d'être très rapprochés à savoir : 10.54% et 11.65% respectivement (**figure 113**). La même remarque pour la famille Staphylinidae , la famille Chrysomelidae et la famille Carcinophoridae où on note des pourcentage très rapprochés 5.89% ,5.43% et 5.25%.

On signale aussi que la famille Calliphoridae (ordre Diptera) représente la famille la moins importante parmi les familles les plus consommées dans le régime alimentaire de l'hirondelle rustique, estimé par un pourcentage de 2.94 % soit 64 individus

Tableau 50 : Importance des familles d'insectes proies les plus consommées et identifiées dans le régime alimentaire de *Hurindo rustica* pendant la période d'étude.

Familles de proies les plus consommées	Nombre de proies	Pourcentage d'importance (%)
Staphylinidae	128	6,49
Calliphoridae	118	5,98
Scarabaeidae	229	11,61
Carabidae	253	12,83
Cetonidae	104	5,27
Silphidae	324	16,43
Curculionidae	357	18,11
Formicidae	319	16,18
Buprestidae	75	3,80
Muscidae	64	3,24
Total	1971	99,99

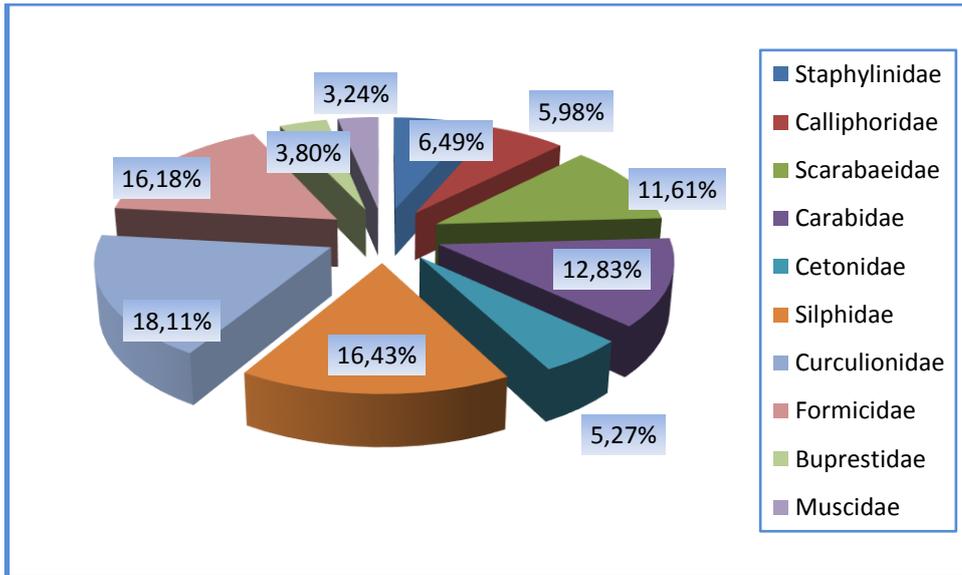
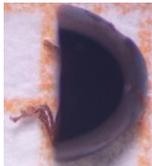
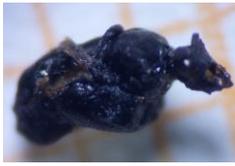


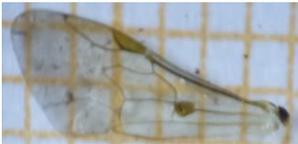
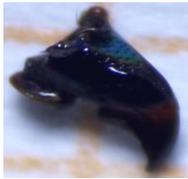
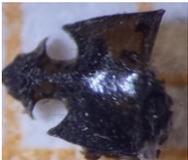
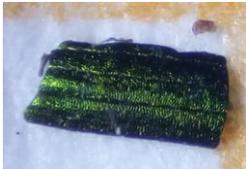
Figure 114 : Les familles d'insectes proies les plus importantes identifiées dans le régime alimentaire de *Hurindo rustica* de la colonie Mouldi Achouri pendant la période d'étude



Tableau 51: Les excréments (tête, élytres, thorax, abdomen et patte) des insectes proies isolées et identifiées de la fiente des deux espèces d'hirondelles

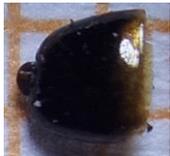
						
Coleoptera :Chrysomilida		Nd	Abdomen Coleoptera	Diptera	Hemipterapentatomidae	Coleoptera :Histeridae
						
Hymenoptera			Coleoptera : Curculionidae			
						
Curculionidae patte	Carabidae patte	Buprestidae patte	ColeopteraBuprestida fémur	ColeopteraCarabidae (patte)	Hymenopteraeorthoptera	Coleoptera : Scarabaeida patte



						
Hemiptera	Aile de Diptera	Aile d'Hymenoptera	Mandibule de coleoptera	Diptera balancier	Mandibules coleoptera	Fragment sans information précise
						
Coleoptera: Carabida sp. (élytre)	Coleopterachrysomélida (élytre)	Fragment d'un élytre Chrysomelidae	Chrysomelidae fragment d'élytre	Coleoptera Carabidae élytre	Chrysomelidae fragment d'élytre	Silphidae



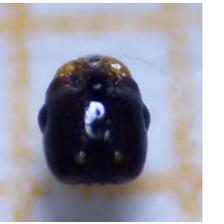
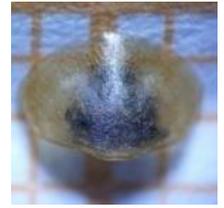
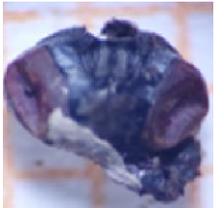
Parties du corps des insectes proies isolées de la fiente de l'hirondelle de fenêtre et rustique

							
Nd	Nd	Curculionidae	Nd	Coleoptera	Nd	Curculionidae : Extrémité abdominale	
							
Nd	Nd	Nd	Nd	Histeridae sp1 élytre	Histeridae sp2 élytre	Pentatomidae Heteroptera	Tête d'un Diptera

Nd : Non déterminé

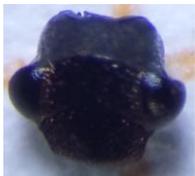
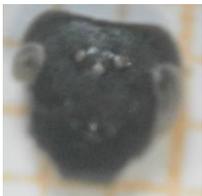


Têtes d'insectes proies isolées de la fiente de l'hirondelle de fenêtre et rustique.

							
Hymenoptera : Formicidae.							
							
Coleopterasilphidaepronotumet		Coleoptera : Curculionidae				ColeopteraScarabi dae	Muscidae:diptera



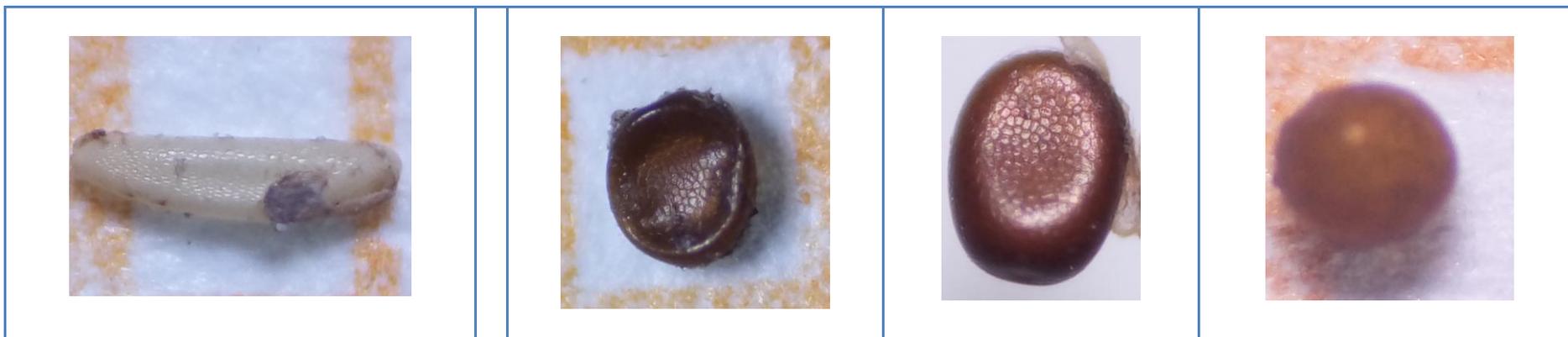
Têtes d'insectes proies isolés de la fiente de l'hirondelle de fenêtre et rustique.

							
Hymenoptera	Buprestidae sp1 ,sp2		Diptera		Chrysomelidae	Nd	Heteroptera
							
Nd	Curculionidae		Hymenoptera	Diptera sp1, sp2		Diptera	Diptera

Nd : Non déterminé



Graines isolées de la fiente de l'hirondelle de fenêtre et rustique.



Nd : Non déterminé



Conclusion



CONCLUSION

Au terme de cette étude, le recensement des populations des deux espèces d'hirondelles dans la région de Tébessa a fait état du dénombrement de 80 nids en 2015, 104 nids en 2016 pour l'hirondelle rustique, 60 nid en 2015 et 87 nids en 2016 pour l'hirondelle de fenêtre. Ces nids sont localisés au niveau de la cité Mouldi Achouri.

Les nids des deux espèces d'hirondelles sont installés en premier lieu au niveau des balcons avec des taux de 75% , 70% nids en 2015 et 54,02% 60,57 % nids en 2016 suivi par l'implantation sur les façades des bâtiments 25% , 30% nids en 2015 et 45, 97% , 39 , 42% nids en 2016, pour l'hirondelle de fenêtre et l'hirondelle rustique respectivement.

La hauteur des nids par rapport au sol des deux espèces d'hirondelles dans la région de Tébessa varie de 4 à 13 mètres avec une moyenne de $13,51 \pm 0,15$ m à $5,23 \pm 0,15$ m pour l'hirondelle de fenêtre et $13,51 \pm 0,53$ m à $4, 83 \pm 0,76$ m . Les hauteurs les plus recherchées par l'hirondelle pour construire son nid, se situent entre 8 à 13,50 mètres durant toute la période d'étude.

La durée de ponte est de 76 jours :91j-15j en 2015 pour l'hirondelle de fenêtre

Le maximum de ponte a été enregistré durant La première semaine du mois de mai (5 mai-10mai) et la deuxième semaine du mois de juin (15juin-20juin) pour la seconde ponte.

La durée de ponte est de 76 jours :96-18 en 2016 pour l'hirondelle de fenêtre.

Le maximum de ponte a été enregistré durant La deuxième semaine du mois de mai (12 mai-17mai) pour la première ponte et la troisième semaine du mois de juin(17juin-22juin) pour la seconde ponte. Le maximum de ponte pour l'hirondelle rustique en 2015 a été enregistré durant La quatrième (la dernière) semaine du mois d'avril (28avril-2mai) pour la première ponte, et la quatrième semaine du mois de juin (21juin-26juin) pour la seconde ponte

La grandeur de ponte moyenne de la première couvée est de 4,53 œufs. Elle varie entre 2et6 œufs par nichée pour la colonie de l'hirondelle de fenêtre située à la cité Mouldi Achouri. Pour la seconde couvée elle est de 3,22œufs, avec 1 à 5 œufs par nichée.

Durant cette saison de reproduction les pontes les plus fréquentes au cours de la première ponte sont de 5 œufs avec un pourcentage de 63.88 %. Pour la seconde ponte, les grandeurs de ponte les plus fréquentes sont de 4 œufs avec un pourcentage de 41.66%.

La grandeur de ponte moyenne de la première couvée est de 4,33œufs, avec 1 à 7 œufs par nichée pour la colonie de l'hirondelle de fenêtre situé à la cité Mouldi Achouri Tébessa.



Pour la seconde couvée elle est de 2,77œufs, avec 1 à 4 œufs par nichée. Durant cette saison de reproduction les pontes les plus fréquentes au cours de la première ponte sont de 5 œufs avec un pourcentage de 51.85 %. Pour la seconde ponte, les grandeurs de ponte les plus fréquentes sont de 3 œufs avec un pourcentage de 63.63 %.

Pour l'hirondelle rustique, Durant la saison de reproduction 2015 la grandeur moyenne de ponte de la première couvée est de $4,87 \pm 1,12$ œufs avec 01 à 05 œufs par femelle. Les pontes les plus fréquentes sont de 04 œufs avec un pourcentage de 40 %. Pour la seconde ponte, la grandeur moyenne de ponte est de $4,14 \pm 0,91$ œufs avec 03 à 07 œufs par femelle. Les pontes les plus fréquentes sont aussi de 4 œufs avec un pourcentage de 54.28%

Pour l'hirondelle de fenêtre, durant l'année 2015, le nombre moyen d'œufs éclos de la première ponte est de 3,80 avec des limites de 2 à 5 œufs. Pour la seconde ponte la moyenne est de 2,75 avec des limites de 1 à 4 œufs. Sur un total de 232 œufs pondus, 12(5.17%) n'ont pas éclos en 2015. Pour l'année 2016, le nombre moyen d'œufs éclos de la première ponte est de 3,42 avec des limites de 1 à 6 œufs. Pour la seconde ponte la moyenne est de 2.50 avec des limites de 1 à 4 œufs. Sur un total de 329 œufs pondus, 40(12.15%) n'ont pas éclos en 2016.

Pour l'hirondelle rustique, durant l'année 2015, le nombre moyen d'œufs éclos de la première ponte est de 2,60 avec des limites de 1 à 5 œufs. Pour la seconde ponte la moyenne est de 3,66 avec des limites de 3 à 4 œufs. Sur un total de 318 œufs pondus, 32(10.06%) n'ont pas éclos. Pour l'année 2016, le nombre moyen d'œufs éclos de la première ponte est de 3,50 avec des limites de 1 à 5 œufs. Pour la seconde ponte la moyenne est de 2,80 avec des limites de 0 à 5 œufs. Sur un total de 479 d'œufs pondus, 55 (12,97 %) n'ont pas éclos en 2016

Pour l'hirondelle de fenêtre, Le succès à l'éclosion durant l'année d'étude 2015, varie entre 75 % et 100% avec une moyenne de 96 ,66 % pour la première ponte et 88,75 % pour la seconde ponte. Le succès à l'éclosion durant l'année d'étude 2016, varie entre 66,66 % et 100% avec une moyenne de 87.95% pour la première ponte et 100 % pour la seconde ponte.

Pour l'hirondelle rustique, Le succès à l'éclosion durant l'année d'étude 2015, varie entre 66,66 % et 100% avec une moyenne de 88,33 % pour la première ponte et 93,33 % pour la seconde ponte. Le succès à l'éclosion durant l'année d'étude 2016, varie entre 0 % et 100% avec une moyenne de 90,83 % pour la première ponte et 80 % pour la seconde ponte.



Pour l'hirondelle de fenêtre, Le nombre moyen des jeunes à l'envol pour 2015 est de 3,2 par couple avec des limites de 2 à 5 pour la première ponte. En revanche pour la seconde ponte la moyenne est de 1,7 avec des limites de 0 à 3 oisillons. Le nombre moyen des jeunes à l'envol pour 2016 est de 3,6 par couple avec des limites de 0 à 6 pour la première ponte. En revanche pour la seconde ponte la moyenne est de 1,4 avec des limites de 0 à 3 oisillons.

Pour l'hirondelle rustique, Le nombre moyen des jeunes à l'envol pour 2015 est de 2,9 par couple avec des limites de 0 à 6 pour la première ponte. En revanche pour la seconde ponte la moyenne est de 2,8 avec des limites de 1 à 5 oisillons. Le nombre moyen des jeunes à l'envol pour 2016 est de 3,1 par couple avec des limites de 0 à 6 pour la première ponte. En revanche pour la seconde ponte la moyenne est de 2,6 avec des limites de 0 à 3 oisillons.

Pour l'hirondelle de fenêtre, Le succès d'envol était 87% et 80 % pour la première couvée en 2015 et 2016, respectivement, alors que c'était 85,41 % et 71,11% pour la deuxième couvée. Pour l'hirondelle rustique, Le succès d'envol était 60 % et 80 % pour la première couvée en 2015 et 2016, respectivement, alors que c'était 91,66 % et 75 % pour la deuxième couvée.

Pour l'hirondelle de fenêtre, durant la saison de reproduction 2015, Les résultats montrent que pour l'année 2015, la masse moyenne des œufs issus de la première ponte est 1,58 g et celle de la seconde ponte est de 1,60g. La longueur moyenne des œufs durant cette année est de 18,23 mm pour la première ponte, elle est de l'ordre de 18,78 mm pour ceux issus de la seconde ponte. La largeur moyenne est 12,94 mm pour la première ponte et 12,81 mm pour la seconde ponte. La valeur moyenne du volume des œufs est de 1,6 cm³ pour les premières pontes et 1,58 cm³ pour ceux issus de la seconde ponte .

Durant la saison de reproduction 2016, Les résultats montrent que pour l'année 2016, la masse moyenne des œufs issus de la première ponte est 1,60 g et celle de la seconde ponte est de 1,58g. La longueur moyenne des œufs durant cette année est de 18,78 mm pour la première ponte, elle est de l'ordre de 18,26 mm pour ceux issus de la seconde ponte. La largeur moyenne est 12,81 mm pour la première ponte et 13,08 mm pour la seconde ponte. La valeur moyenne du volume des œufs est de 1,58 cm³ pour les premières pontes et 1,60 cm³ pour ceux issus de la seconde ponte

Pour l'hirondelle rustique durant la saison de reproduction 2015, les résultats montrent que pour l'année 2015, la masse moyenne des œufs issus de la première ponte est 1,87 g et celle de la seconde ponte est de 1,60g. La longueur moyenne des œufs durant cette année est de



18,89 mm pour la première ponte, elle est de l'ordre de 18,75 mm pour ceux issus de la seconde ponte. La largeur moyenne est 13,51 mm pour la première ponte et 14,13 mm pour la seconde ponte. La valeur moyenne du volume des œufs est de 1,82 cm³ pour les premières pontes et 1,91 cm³ pour ceux issus de la seconde ponte. Durant la saison de reproduction 2016, les résultats montrent que pour l'année 2016, la masse moyenne des œufs issus de la première ponte est 1,91 g et celle de la seconde ponte est de 1,76 g. La longueur moyenne des œufs durant cette année est de 19,12 mm pour la première ponte, elle est de l'ordre de 19,58 mm pour ceux issus de la seconde ponte. La largeur moyenne est 13,68 mm pour la première ponte et 13,64 mm pour la seconde ponte. La valeur moyenne du volume des œufs est de 1,82 cm³ pour les premières pontes et 1,86 cm³ pour ceux issus de la seconde ponte.

L'analyse du nid présent est la première contribution qui a été effectuée en Algérie pour réaliser l'analyse microbiologique du nid des hirondelles. Cependant, cette analyse a permis d'isoler 12 espèces d'entérobactéries appartenant à 7 genres différents *Enterobacter*, *Serratia*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Cedacea*, *Proteus*, *Escherichia*.

En effet, *Serratia odorifera* 1 est la plus dominante avec une abondance de 18.75% suivie d'*Enterobacter cloacea*, avec une prévalence relative de 15.62%.

Les *Enterobacter* sont les plus dominantes par le nombre d'espèces (04 espèces), suivie de *Klebsiella* (03 espèces), alors que les autres genres d'isolats n'ont présenté qu'une seule espèce. Également, nous avons isolé du nid analysé 13 isolats appartenant aux genres *Staphylococcus* et 5 isolats appartenant au genre *Streptococcus* et un seul isolat du genre *Pseudomonas*, 5 espèces de moisissures et 2 espèces de levures.

L'étude de l'antibiogramme de bactéries identifiées a montré que 100% des isolats sont résistantes à la Colistine et à la Nitrofurantoïne. 93.75% des isolats sont résistants à la Céfotaxime, 87.5% sont résistants à l'Ampicilline, 75% sont résistants à l'Amoxicilline, 50% sont résistants à la Rifampicine et 37.5% sont résistants à la Céfazoline. Par contre, seulement 6.25% des isolats ont marquées une résistance vis-à-vis de l'Acide nalidixique et la Pipéracilline.

La résistance des Staphylocoques à coagulase négative a été signalée vis-à-vis de l'antibiotique Céfoxitine. Par contre, elle a montré une sensibilité vis-à-vis des autres antibiotiques testés notamment Erythromycine, Pipéracilline et Vancomycine.



Le profil de sensibilité aux antibiotiques testés de 5 isolats de Streptocoques fécaux a révélé une grande sensibilité vis-à-vis de Streptomycine et Gentamycine. Par contre, 3 isolats de *Streptococcus sp* ont montré une résistance vis-à-vis de Céfazoline. Une faible activité antibactérienne a été noté seulement pour la Céfazoline vis-à-vis de deux isolats de Streptocoque.

Les résultats de l'antibiogramme ont indiqué que *Pseudomonas sp* est sensible aux 5 antibiotiques testés: Ticarcilline, Ticarcilline acide clavulanique, Imipenème. Un seul antibiotique a présenté une faible activité antibactérienne vis-à-vis de la Ticarcilline acide clavulanique.

La présence de certains germes notamment *E coli*, Streptocoque, *Pseudomonas*, *Pasteurella* peut provoquer chez les hirondelles de fenêtre en particulier les oisillons des maladies plus ou moins grave tel que le cholera provoqué par *Pasteurella maltocida* et les Aspergillose provoqués par *Aspergillus fumigatus* et *Aspergillus flavus* et *Mucor racemosus* qui causent la pneumonie granulomateuse. (Stenkat J.,et al., 2013).

Les bactéries qui se développent dans les nids des hirondelles de fenêtre n'affectent pas la réussite des nichées, cependant en induisant des pertes de poids et des asymétries des ailes, ils réduisent la survie des jeunes, l'asymétrie des ailes gêne considérablement le vol qui constitue une aptitude critique pour la survie des oiseaux insectivores aériens comme l'hirondelle de fenêtre, ces asymétries sont dues à des espèces telles que *Escherichia coli*, *Salmonella sp* et *Shigella sp*. (Daoudi-hacini S., 2004)

En perspective, il serait intéressant de pousser l'identification des Staphylocoques à coagulase négative, les Streptocoques fécaux et les Pseudomonas à l'espèce et de faire l'analyse du nid des hirondelles de fenêtre nicheurs dans d'autre cités de la ville de Tébessa et enfin analyser le nid des hirondelles rustique qui sont très abondant dans la ville de Tébessa.

Les résultats rapportés dans l'analyse de la fiente des deux espèces d'hirondelles ont confirmés la présence de germes pathogènes au niveau de la fiente en particulier les *Pseudomonas* et les *Staphylococcus* qui sont connus d'être impliqués dans des infections humaines et animales graves.Ce qui pose un risque sérieux sur la santé humaine.

Aussi bien dans la fiente de *Delichon urbica* que *Hurindo rustica*, les entérobactéries ont présenté une grande diversité avec un nombre important en espèces bactériennes.



Dans la région de Tébessa, les Hironnelles de fenêtre *Delichonurbica* et les Hironnelles rustiques *Hurindorustica* nicheuses ont exercé un véritable choix de leurs proies. Ils sélectionnent principalement les Coléoptères notamment les Curculionidae et les Hyménoptères en particulier les Formicidae et choisissent peu les autres groupes taxonomiques, comme les Diptères. Les fourmis constituent un bon aliment pour les jeunes à cause de leur cuticule chitineuse mince. Les fourmis sont aussi relativement faciles à capturer à cause de leur vol lent et elles sont en général d'assez bonne taille. Toutes ces caractéristiques en font des proies énergétiquement rentables (DAOUDI, 2002). La faible représentation ou l'absence d'autres proies de petite taille, comme certains Diptères et Homoptères peut s'expliquer aussi par le faible rendement énergétique de leur chasse, comparée à celle d'espèces plus grosses comme justement les fourmis ailées (FRY, 1992, HAYAKAWA & TERAYAMA, 1993). De ce fait, le régime alimentaire de ces deux espèces d'hirondelles est largement opportuniste et dépend essentiellement de la biodisponibilité des ressources (BRYANT, 1973) selon le lieu, l'époque de l'année, et le moment de la journée où elle capture les insectes volants les plus disponibles, par leur abondance et la facilité de leur capture, à l'heure où elles chassent (KOZENA, 1975). Cet opportunisme rend aussi compte de la plupart des différences dans le régime alimentaire de cette espèce en Algérie et en Europe.

Idem, les Formicidae et les Curculionidae constituent également un élément très important dans le régime alimentaire de ces deux passereaux dans la région de Tébessa. Les Coléoptères et les Hyménoptères sont des proies omniprésentes dans leurs régimes alimentaires respectifs qui semblent être une caractéristique générale de l'écologie et de la biologie trophique de ces deux espèces en Algérie.



Les résultats de la présente étude mériteraient d'être complétés et approfondis en réalisant d'autres recherches :

- Le suivi de la biologie de la reproduction des deux espèces étudiées, sur tout le territoire de la wilaya de Tébessa. La biologie de reproduction devrait être étudiée en fonction de nouveaux sites d'occupation et montrer l'influence de la variation du climat et des activités humaines sur le succès de reproduction ;
- Le contrôle régulier et le recensement des colonies de nidifications des deux espèces d'hirondelles afin de pouvoir statuer sur l'évolution des populations ;
- L'étude du régime alimentaire de deux espèces pour évaluer d'une façon plus approfondie, les chevauchements trophiques possibles, notamment en se penchant sur l'alimentation des poussins et sur l'impact trophique des deux espèces d'hirondelles dans les écosystèmes agricoles ;
- Faire une étude sur la microbiologie de la fiente des oisillons des deux espèces d'hirondelles et la comparer avec celle des adultes
- Le criblage et l'identification des ectoparasites au niveau du nid des hirondelles qui peuvent influencé considérablement sur la croissance de ses oiseaux.

**A**

Anonyme. Fiche signalétiques de la wilaya de Tébessa. Dir. Sev.Agr. Wilaya Tébessa.2012

Anonyme, 1975. Institut agronomique de Mostaganem. Méthodes d'analyses physiques et chimiques du sol. AntibioGramme par diffusion en milieu gélosé pour les souches de *Pseudomonas aerogénosa* , polycopies dactylographie,277p.

ADAMOU A. D. (06.07.2006). Contribution à l'étude de l'avifaune de la région d'Ouargla: Phénologie de la reproduction de l'Echasse Blanche (*Himantopus himantopus* Linné, 1758) dans le chott Ain El Beida. Mémoire de magistère en Agronomie Saharienne. Université KASDI MERBAH- OUARGLA. Page: 1- 117.

Anonyme.(Juin 2011).Etude des hirondelles sur le territoire communal de Saint Rémy. Page: 1- 13.

Amhisw, W., et al. test de sensibilité utiles au traitement antibiotique Médecine du Maghreb ,n° 91, 2001,P 22-25 .

Ankourao Kalla Z., Thèse de doctorat en pharmacie, Université de Bamako, Mali, 2005.

Anonyme. Fiche signalétiques de la wilaya de Tébessa Dir,Sev,Agr.wilaya de Tébessa,2007.

Anonyme, Fiche n°= 824, Les mécanismes de résistance des bactéries aux antibiotiques, *Med. Qual.*, 2012, P 1-9.

Anonyme, Les bactéries de l'extrême, *Int. J. Syst, Evol. Microbiol*, 1991, 33, 18653.

Avril J. L., Nouveau dictionnaire de Bactériologies clinique, 1997, Paris

B

BAMAHAMMED Abdelghani M. (2011). Caractérisation des espèces proies de l'hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans la région de Tamanrasset.



Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en science agronomiques. Université KASDI MERBAH – OUARGLA. Page: 1- 118.

Bandelj P., Trilar T., Balgus R., Ocepek M., Rousseau J., Weese J S., Vengust M. (2014). Prevalence and molecular characterization of *Clostridium difficile* isolated from European Barn Swallows (*Hirundo rustica*) during migration. BMC Veterinary Research. Page: 4.

Bejcek Vladimir. (4 octobre 1989). Oiseaux migrateurs. GRUND. Page: 223.

Benskin C H., Kenneth W., Jones K., Hartley I R. (2009). Bacterial pathogens in wild birds: a review of the frequency and effects of infection. Biological Reviews: Cambridge Philosophical Society. Page: 349–373.

Bernard J-M., Runolfsson O.*et al.*(2013). Des hirondelles au coin de ma fenêtre. Cahier de prescriptions techniques. Page: 28.

Bonnedahl J., Jarhult J D. (2014). Antibiotic resistance in wild birds. Journal of Medical Sciences. Uppsala University, Sweden. Page 113-116.

Brochet A L. (2012) Les guetteurs d'Hirondelles. EPOB. Page: 25.

Brown, Charles R., Bomberger Brown., Mary. (1986). "ECTOPARASITISM AS A COST OF COLONIALITY IN CLIFF SWALLOWS (*HIRUNDO PYRRHONOTA*).Papers in Natural Resources. Page: 470.

Builles S. (2004). Pré-étude des Prés Salés Ouest de la-teste-de-Buch. Page: 1- 97.

Burnichon N., Texier A. (20 juin 2003). L'antibiogramme: la détermination des sensibilités aux antibiotiques. Page: 29.

Benarfa N. Thèse de Magister, Université Mentouri, Constantine, 2004.

Bernet, H. les hirondelles de la mort, 2006,15p.



Biomerieux API, Api web. La galerie de référence : l'interprétation automatisé simplifié à la portée de tous .polycopies dactylographie,8p.

Baize,D. 2000. Guide des analyses en pédologie.2^{ème} édition revue et augmentée. INRA.Paris, 257p

Bourgeois M., Mescle J. F., Zucca J., Microbiologie Alimentaire: Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments, Tech & Doc, 1, New York, 1996, 672 P.

Brugiere, D. Extension de l'Hirondelle de rochers (*Ptyonoprogne rupestris*) dans le nord du Massif Central, (1996).

BALBONTÍN, J., HERMOSELL, I.G., MARZAL, A., REVIRIEGO, M., DE LOPE, F. & MØLLER, A.P. (2007).- Age-related change in breeding performance in early life is associated with an increase in competence in the migratory barn swallow *Hirundo rustica*. *Journal of Animal Ecology* **76**: 915-925.

C

Caillet Emmanuel. (2013).Cahier technique Hirondelles et martinets (en ligne). Page: 1- 40.

Cambon Y., *et al.* (Avril 2014). Les hirondelles et les martinets (Préserver la biodiversité dans le Grand Lyon). Page: 1- 16.

Cramp,S(1988) :Handbook of the birth of europe, the Middle East and North Africa.The birds of the Western palearctic, Vol.V.Oxford University PRESS,Oxford

Christe P., De lope F., Saino N., Moller A P. (2001). The influence of environmental conditions on immune responses, morphology and recapture probability of nestling house martins (*Delichon urbica*). Springer-verlage. Page: 333- 338.

Christe P., Moller A P., Guillermo G., De Lope F L. (2002). Intraseasonal variation in immune defense, body mass and hematocrit in adult house martins *Delichon urbica*. *Journal of avian biology*. Page: 321- 325.



Christe P., Moller A P., Saino N., De Lope F. (2000). Genetic and environmental components of phenotypic variation in immune response and body size of a colonial bird, *Delichon urbica* (the house martin). *Heredity*. Page: 75- 83.

Couvreur J M., Jacob J P. (1996). Poursuite du déclin de la population bruxelloise d'Hirondelle de fenêtre (*Delichon urbica*). *Centrale Ornithologique*. Page: 11- 19.

Czirjak G A., Moller P A., Mousseau T A., Heeb P. (2010). Microorganisms Associated with Feathers of Barn Swallows in Radioactively Contaminated Areas Around Chernobyl. Page: 373-380. *Carip, Microbiologie hygiène: Bases microbiologiques de la diététique*, Lavoisier. Tec & Doc, 2008 Comité de l'antibiogramme de la société française de microbiologie

D

Daoudi, S et al. Constitution et caractéristiques physico-chimiques du nid de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, *Lab. Ornith., Dép. Zool. agri. for., Inst. nati. agro. El Harrach*, 2005, p.9.

Daoudi-hacini S. Voisin J F. Doumandji S. Benchikh C. (2005). Caractéristiques physico-chimiques des nids de l'Hirondelle de fenêtre (*Delichon urbica*) dans la Mitidja (Algérie). Page: 9- 12.

Daoudi-hacini. (2004). Biologie de deux espèces d'hirondelles (hirondelle de cheminée et hirondelle de fenêtre) dans différents biotopes d'Algérie. Thèse de doctorat. Agro Alharache. Page: 348.

DEBIN M., (2007). La fièvre Q en Guyane française actualités et recherche d'un réservoir animal. THÈSE pour obtenir le grade de DOCTEUR VÉTÉRINAIRE. Université Paul-Sabatier de Toulouse. Page: 1- 180.

Delarras. C. (2007). Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire, TEC & DOC et EM inter et Lavoisier. France. Page: 476.



Daoudi, S et al. Constitution et caractéristiques physico-chimiques du nid de l'Hirondelle de fenêtre *Delichonurbica* Linné, *Lab. Ornith.,Dép. Zool. agri. for., Inst. nati. agro. El Harrach*, 2005, p.9.

Delarras .C. Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyses ou de contrôle sanitaire, TEC & DOC et EM inter et Lavoisier, France, 2007, p 476.

DULPHY, J.P. (1986).- Etude d'une population d'Hirondelle de cheminée (*Hirundorustica*) de 1977 à 1985 : structure etcomportement d'une population adulte. *Le Grand-duc* 28: 3-50

David Snow et Christopher Perrins, *The Birdsof the Western Palearctic*concie edition (2 volumes), Oxford, Oxford UniversityPress, 1998 (ISBN 978-0-19-854099-1, LCCN 97022461), p. 1061–1064

E

Englert S, *et al.* Décembre 2014. Rapport des activités et des résultats réalisés par Bebirds - centre belge de baguage - en 2014. Page: 1

Eyquem J., Alouf, Montanier L., *Mise à jour de traité de la microbiologie clinique*, PICCIN,Italie, 2000, P 25-26.

F

Figurella J., Leyral J., Terret. (2007). *Microbiologie : générale et appliquée*, Editions Jacques Lanore. France. Page: 496-498.

Fouarge J P., Monnart A. (1992). L'Hirondelle de fenêtre (*Delichon urbica*) à Namur de 1982-1992. Page : 177-189.

Farhi. Y et Belhamra. M. (Avril 2012). Typologie et structure de l'avifaune desZiban (Biskra, Algérie). Université Mohamed Khider – Biskra. Page 127-136.



Figarella, J., Leyral, J. Terret, Microbiologie : générale et appliquée, Éditions Jacques Lanore, France, .2007, p 496-498, 533.

Fournier J., Bonnot-Courtois C., Paris R., Voldoire O., Le Vot M., 2012. Analyses granulométriques, principes et méthodes. CNRS, Dinard, 99 p.

G

Gilles Huet. (2005). Eau et rivières. Vol n° 133-3. Page: 1- 28.

Gourlay P., Decors A., Moinet M., Lambert O., Lawson B., Beaudeau F., Assié S., (2014). The potential capacity of French wildlife rescue centres for wild bird disease surveillance. Page: 865-873.

Guerin J L., Boissieue C. (2008). Les colibacilloses ou infections à *Escherichia coli* [en ligne]. Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse. Page: 3.

Gustafsson L., Nordling D., Andersson M.S., Sheldon B.C., Qvarnstrom A., (1994). Infectious Diseases, Reproductive Effort and the Cost of Reproduction in Birds. Department of Zoology, Uppsala University, Sweden. Page: 323-331.

Guiraud J .P, Microbiologie alimentaire, DUNOD, France, 2003, p 652.

Guiraud J. P., Rosec. P. Pratique des normes en microbiologie alimentaire, AFNOR, France, 2004, p 300.

H

Hatimi et S. Tahrouch 2007 : Caractérisations chimique, botanique et microbiologique du sol des dunes littorales du Souss- Massa *Biomatec Echo*, Vol 2, (5) pp 85-97

Habib Ben Hassine; Direction des sols, minist~re de l'Agriculture et des Ressources hydrauliques, 2080 Ariana, Tunisie (2006) : Nature minéralogique et rôle nutritionnel des argiles de sols céréaliers en région subhumide à semi-aride (Tunisie).

**I**

Ibanez- Alano J D., Ruiz- Rodriguez M., Jose Soler J. (2014). The mucous covering of fecal sacs prevents birds from infection with enteric bacteria. *Journal of Avian Biology*. Page: 354–358.

Isenmann, P. L'adoption de sites artificiels de nidification par l'Hirondelle de rochers *Ptyonoprogne rupestris* se répand aussi en France. *Alauda* **68**,2000,p 27-33.

J

J. von Hirschheydt. (2004). Aidons l'hirondelle de fenêtre. Page: 1- 2.

Jiguet F. (2012). La découverte des oiseaux. DUNOD. France. Page 125.

Jean, P. Quinze ans de suivi de l'Hirondelle de fenêtre (*Delichon urbicum*) dans les milieux ruraux, suburbains et urbains de l'entité de Namur (2006).

JARRY, G. (1982).- Rôle de l'âge des Hirondelles rustiques, *Hirundorustica*, dans leur biologie de la reproduction. InPrincipes et applications de quelques méthodes de captures, recaptures. Rapport CRBPO-Laboratoire dBiométrie / Université deLyon. 41-49

JARRY, G. (1980).- Dynamique d'une population d'Hirondelles rustiques *Hirundorustica* L. dans l'est de la région parisienne. *L'Oiseau et la Revue Française d'Ornithologie* 50: 277-294.

L

Lalubin F., Delédevant A., Glaizot O., Christe P. (2013). Temporal changes in mosquito abundance (*Culex pipiens*), avian malaria prevalence and lineage composition. *Parasites & Vectors*. Page: 8.



Lallemant J.J. Hironnelle de rochers *Ptyonoprogne rupestris* in LPO Auvergne *Atlas des oiseaux nicheurs d'Auvergne*. Delachaux et Niestlé, Paris, 2012, p 280-281

Larpent J. P. (2000). Introduction à la nouvelle classification bactérienne (les principes groupes bactériens). 2^{ème} édition. Tec & Doc. Paris. Page: 280.

Laurent. D. (20/02/2013). Pas de Printemps sans Ailes. Page: 3.

Laurent. D. (5/01/11). Pas de Printemps sans Ailes. (En ligne). Page: 3.

Lucien Grillet. (1988). causes de mortalités des oiseaux sauvages. Vol n° 8. Page: 43-48.

M

Madian M., Martinko J. (2007). Brock : biologie des microorganismes 11^{ème} éd, Pearson. Paris. Page: 1047 .

Marc. B, Dany. G, Fanie. P. (2013). Journal agriculteurs 2013. Page: 1- 4.

Marc. B, Dany. G, Fanie. P. (2014). Journal agriculteurs 2014. Page: 1- 4.

Marc. B, Dany. G, Fanie. P. (2015). Journal agriculteurs 2015. Page: 1- 5.

Marchal N. (1992). Initiation à la microbiologie. DUNOD. France. Page: 119-128.

Merino S., Martinez J., Barbosa A., Müller P., De Lope F., Pérez J., Rodriguez Caabiero F. (1998). Increase in a heat-shock protein from blood cells in response of nestling house martins (*Delichon urbica*) to parasitism: an experimental approach. Springer -Verlage. Page: 343- 347.

Mamba mpele, Xavier mpon, Jeanne laura , Boutchueng kenmogne. novembre 2007 étude d'une méthode d'analyse granulométrique rapide. study of a fast method for grain size analysis 14eme cra msg, yaounde



Merzouki Y. Daoudi-hacini S. Souttou K. Sekour M. et Doumandji S.(1 juin 2013). Etude de la nidification de *Delichon urbica* linne 1758 (aves, hirundinidae) dans un milieu sub urbain dans l'Algérois. Revue des Bioressources Vol N ° 3. Page: 50-57.

Michael D., Samuel, Richard G., Botzler, Gary A., Wobeser. (2007). Avian Cholera. In: Nancy Thomas. Hunter. B. Alkinson T. C. Infectious diseases of wild Birds. Blackwell. USA. Page: 239- 269: 484.

Moller P. A., De Lope F., Moreno. J., Gonzalez G., Pétez J. J. (1994). Ectoparasites and host energetics: house martin bugs and house martin nestlings. Springer Verlag. Page: 263-268.

Moller P A., Czirjak G A., Heeb P. (2009). Feather micro-organisms and uropygial antimicrobial defences in a colonial passerine bird. British Ecological Society, Functional Ecology. Page: 1097–1102.

Musampa K E., (2010). Cognition et métaphores dans le radiojournal en kiswahili. Cas de radio okapi. Journal of Language, Technology & Entrepreneurship in Africa. Page:91- 116.

Madian M., J. Martinko, Brock: biologie des Microorganismes 11ème éd., Pearson, Paris,2007, P 1047.

Marchal, N. Initiation à la microbiologie, DUNOD, France, 1992, p 119-128.

Mathieu,C. et Pieltain, F.2003.Analyse chimique du sol: Méthodes choisies. Tec & Doc,Paris, 388p.

N

NFV 08- 057- 1. Janvier 2004. Microbiologie des aliments. Méthode de routine pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive (staphylococcus aureus et autres espèces). Partie 3: Recherche et méthode NPP pour les faibles nombres.



Nougairède A., (2012). Pandémie grippale A/H1N1 2009/2010 : Diagnostic et épidémiologie au laboratoire hospitalier de microbiologie clinique à Marseille. Thèse de doctorat : Maladies transmissibles et pathologies tropicales. Faculté de médecine de Marseille. Page: 155.

O

Orros M.E., Thomas R.L., Holloway G.J., Fellowes M.D.E., (2015). Supplementary feeding of wild birds indirectly affects ground beetle populations in suburban gardens. Central Archive at the University of Reading. Page: 18.

P

Peirsmas T., Veld M. (2012). Dutch House Martins *Delichon urbicum* gain blood parasite infections over their lifetime, but do not seem to suffer. Journal of Field Ornithology. Page: 907-912.

Peralta-Sanchez J M., Moller P A., Martin-Platero M A., Soler J J. (2010). Number and colour composition of nest lining feathers predict eggshell bacterial community in barn swallow nests: an experimental study. British Ecological Society, Functional Ecology. Page : 426–433.

Pigeon G., (2012). Éco-immunologie de l'Hirondelle Bicolore (*Tachycineta bicolor*) en milieu agricole. Mémoire de maitre ès sciences. Faculté des sciences : Université de Sherbrooke, Québec, Canada. Page 98.

Prescott L. M., Harley, D. A. Klein, Microbiologie, 2ème éd., Paris, 2002, P 1-1137.-Poulin.

B. Lefebvre. G et Paz. L. (2010). Red flag for green spray: adverse trophic effects of BTi on breeding birds. Journal of Applied Ecology. Page: 47. Prescott L., Harley J., Klein D.,

Willey., Sherwood., Woolvertio. (2010). Microbiologie. 3^{ème} Edition : de Boek. Bruxelles. Page:1088.

**R**

Regnier, D. Première nidification de l'Hirondelle de rochers *Ptyonoprogne rupestris* en Bourgogne. *Alauda* **67**,2006, p156.

Roland DALLARD. Veau florien. (07.01.2014). Etude et sauvegarde de l'Hirondelle de fenêtre (*Delichon urbicum*) en Ardèche. Page: 2- 57.

Rybarikova J., Dolejska M., Materna D., Literak I., Cizek A. (2010). Phenotypic and genotypic characteristics of antimicrobial resistant *Escherichia coli* isolated from symbiotic flies, cattle and sympatric insectivorous house martins from a farm in the Czech Republic (2006–2007). Elsevier. Page: 179- 183.

RIBAUT, J.P. (1982).- Biologie de la reproduction de quelques populations d'hirondelles (*Hirundorustica*) en Alsace de 1973à 1980. *Ciconia* 6: 23-52.

ROUAIGUIA M., LAHLAH N., BENSACI E. and HOUHAMDI M. (2015).Feeding behaviour and the role of insects in the diet of Northern House-Martin (*Delichonurbicameridionalis*) nestlings in northeast Algeria.*African Entomology* 23(2): 329-341.

S

Soil Survey Division Staff.1993.Soil Survey Manual. United States Department of Agriculture Handbook NO.18.Washington, DC. 437pp.

SALOY L. Marie, Francine, Nicole. (2014). L'avifaune sauvage sur le campus de l'école vétérinaire de Toulouse : évolution en 30 ans, protocole reproductible d'observations et mesures d'accroissement de la biodiversité. Thèse de doctorat en VETERINAIRE. Université de Paul-Sabatier Toulouse. Page: 137.

SFM. (2010). Comités de l'antibiogramme de la société Française de Microbiologie. Page: 50



Smith.B.,Tomforhrde K .M.,Rhodendl .,Balowsa. API système:Amultitude Micromethod for identification of Entérbactériaceae. Applied Microbiol.1972, n°24,p. 449-452.

Saeran, RN est-site selection in the barn swallow, *Hirundo rustica* : What predicts seasonal reproductive success, *Canadian Journal of Zoology* **84**(11): 1533-1539.

Schmid H. Hirondelles et Martinets Station ornithologique suisse, Sempach, 1995.

Schaechter, Medoff, Eisenstein, Microbiologie et pharmacologie infectieuse, 2ème ed.,DeBoek université, Paris, 1999, P 190.

Selmane , A.memoire de Mgister.structure de l'étude ecologique des Heron grande bœufs dans la région de Tébéssa (est algérie en 13 juin 2012).

Sigma, Aldanich,In : coloration de Gram. Protocole N°HT90-FR. Polycopies dactylographié.2p.

Soler J J., Peralta- Sanchez J M., Martinez- Bueno M M., Martin-Vivaldi M., Martin-Galvez D., Vela A I., Briones V., Perez- Contreras T. (2011). Brood parasitism is associated with increased bacterial contamination of host eggs: bacterial loads of host and parasitic eggs. *Biological Journal of the Linnean Society of London*. Page: 836–848.

Stenkat J., Krautwald-Junghanns M E., Ornes A S., Eilers A.,V. Schmidt V. (2014). Aerobic cloacal and pharyngeal bacterial flora in six species of free-living birds. *Journal of Applied Microbiology*. Page: 1564-1571.

Stenkat J., Krautwald-Junghanns M.E., Schmidt V. (2013). Causes of Morbidity and Mortality in Free-Living Birds in an Urban Environment in Germany. *Eco Health*. Page: 352-365.

Stephanie M., Shona R., Jael H., Apolloni N., Reto S. (2015). Rencensement des hirondelles de fenêtre 2012– 2014. Page: 1- 37.

Svenson L., Multarney K., Zetterstron D. (Aout 2016). Le guide ornitho. Italie. Page: 258-261.

SAFRAN, R. (2006).- Nest-site selection in the barn swallow, *Hirundorustica* : Whatpredictsseasonal reproductive success?Canadian Journal of Zoology 84(11): 1533-1539



T

Thorez I-P. Aren. (2007). Hirondelles et compagnie. Vol n° 49. Page: 1- 4.

Tortora.J, et al, Introduction à la microbiologie, 2°, ERPI (Edition Du Renouveau Pédagogique INC), Canada, 2003, p 338-344, 836.

Tortora J., et al.(2003). Introduction à la microbiologie, 2e,ERPI (Edition Du Renouveau Pédagogique INC). Canada.Page: 338-344.

Trécul M. A. (1855). Note Sur Les Nids De L'hirondelle Dite Salangane Ou Algyon, Bulletin de la Société Botanique de France. Page: 679-983.

Turner A, Rose C. (1989).Swallows and Martins of the world. Christopher Helm edition. London. Page: 267.

V

Veck C M., Velck D., Palacios M G. (2011). Evolutionary ecology of senescence: a case study using Tree Swallows, *Tachycineta bicolor*. Department of Ecology, Evolution and Organismal Biology, Iowa State University, Ames, USA. Page: 203-211.

Vansteenwegen, C.Choix de l'habitat, fidélité et répartition spatiale chez l'Hirondelle de cheminée. *Alauda* **56**, 1988, p 350-364

VANSTEENWEGEN, C. (1988). - Choix de l'habitat, fidélité et répartition spatiale chez l'Hirondelle de cheminée. *Alauda* **56**(4): 350-364.

W

Won Young L., Ki-hyun L., Jongsik C., Choe J C., Jongsik C., Sang-im L. (2013). Comparison of a culture-based and a PCR-based method for estimating bacterial abundance



on eggshells, with comments on statistical analyses. Journal of Field Ornithology. Page: 304-315.

Walravens,M.& Langhendries,R. 1985 :Nidification de l'hirondelle de fenêtre (*Delichonurbica*) dans le sud et l'est de la région bruxelloise. Aves,22 :3-34.

γ

Yaokokore- Beibro H K., N'Guessan A M., Odoukpe G K., Zouzou E J., N'douba V., Kouassi K P. (2010). Premières données sur les oiseaux de la zone humide d'importance internationale de Grand-Bassam (Côte d'Ivoire). International Journal of Biological and Chemical Sciences. Page : 2169-2180.

Résumé

La présente étude vise à étudier pendant deux années successives, les paramètres de la reproduction des hirondelles de fenêtre et rustique nichant dans la colonie Mouldi Achouri de la ville de Tébessa. En effet, la comparaison des différents paramètres n'a pas montré une différence significative entre les deux espèces d'hirondelles.

L'analyse granulométrique du nid de *Hirundo rustica* et *Delichon urbica* a montré que la terre utilisée pour la construction du nid est limono sableuse et les deux espèces d'hirondelles s'approvisionnent en matériaux de construction de leur nid d'un site très proche de la colonie Mouldi achouri.

L'analyse microbiologique du nid des hirondelles a révélé que ces nids sont moyennement chargés en flore aérobie mésophile totale, riche en Entérobactéries : *Aeromonas hydrophila*, *Klebsiella pneumoniae*, *E coli* et en *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Clostridium* sulfitoréducteurs, moisissures et levures.

L'analyse microbiologique de la fiente des hirondelles a révélé la richesse de la fiente en germes en particulier les entérobactéries, les *Pseudomonas* et les *Staphylococcus*. La levure *candida sp.* a marqué également sa présence. Certaines bactéries sont pathogènes et peuvent être à l'origine de plusieurs types d'infections.

L'étude réalisée sur le régime alimentaire de l'hirondelle a été basée sur l'analyse de la fiente. L'analyse du régime alimentaire a montré que la classe des insectes regroupe huit ordres d'importance différente pour *Delichon urbica* et neuf ordre d'insectes pour *Hirundo rustica*. Les Coléoptères sont numériquement les plus important.

Mots clés : *Delichon urbica*, *Hirundo rustica*, reproduction, nid, fiente, régime alimentaire, les coléoptères, Tébessa, la colonie Mouldi achouri.

summary

The present study aims to study for two successive years, the breeding parameters of window and rustic swallows nesting in the Mouldi Achouri colony of the city of Tebessa. Indeed, the comparison of the different parameters did not show a significant difference between the two species of swallows.

The granulometric analysis of the nest of *Hirundo rustica* and *Delichon urbica* showed that the land used for nest building is sandy loam and the two species of swallows get their nest building materials from a site very close to the Moldi achouri colony.

The microbiological analysis of swallow nest revealed that these nests are moderately loaded with total mesophilic aerobic flora, rich in Enterobacteria: *Aeromonas hydrophila*, *Klebsiella pneumoniae*, *E coli* and *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Clostridium* sulphito-reducing, molds and yeasts.

Microbiological analysis of swallow droppings revealed the richness of droppings, especially Enterobacteriaceae, *Pseudomonas* and *Staphylococci*. Yeast candida sp. also marked his presence. Some bacteria are pathogenic and can cause many types of infections.

The swallow diet study was based on the analysis of the droppings. The diet analysis showed that the insect class includes eight different orders of importance for *Delichon urbica* and nine insect orders for *Hirundo rustica*. Coleoptera are numerically the most important.

Key words: *Delichon urbica*, *Hirundo rustica*, breeding, nest, droppings, diet, beetles, Tebessa, Moldi achouri colony.

ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل لمدة عامين متتاليين، عوامل التكاثر لطيور السنونو *Hirundo rustica* و *Delichon urbica* التي تعشش في مستعمرة عاشوري المولدي في مدينة تبسة. في الواقع، أظهرت المقارنة بين المعايير المختلفة لا يوجد فرق كبير بين هذين النوعين من طيور السنونو.

وأظهر تحليل حجم الجسيمات من عش هذين الطائرين *Hirundo rustica* و *Delichon urbica* أن التربة المستخدمة لبناء العش هي من النوع الرملية الطمية و يجلبان مواد البناء الخاصة لبناء العش من موقع قريب من مستعمرة مولدي عاشوري.

وكشف التحليل الميكروبيولوجي لعش السنونو أن هذه الأعشاش محملة بشكل معتدل من مجتمع ميكروبي هوائي وهي غنية بالبكتيريا المعوية: *Aeromonas hydrophila* و *Klebsiella pneumoniae* و *E coli* و *Pseudomonas* و *Staphylococcus* و *Clostridium* والفطريات والخمائر..

وكشف التحليل الميكروبيولوجي لروث طيور السنونو بأنه غني بالجراثيم و خاصة المعوية، *Pseudomonas* و *Staphylococcus*. و خميرة *candida sp*, بعض هذه البكتيريا مسببة للأمراض ويمكن أن تسبب العديد من أنواع العدوى.

دراسة النظام الغذائي لطيور السنونو من خلال تحليل الروث . أظهرت أن طبقة الحشرات تشمل ثمانية أقسام ذات نسب مختلفة بالنسبة لـ *Delichon urbica* و تسعة أقسام ذات نسب مختلفة لـ *Hirundo rustica* . وتشكل الخنافس العدد الأكبر في الحالتين.

كلمات المفتاحية: *Hirundo rustica* و *Delichon urbica* تربة، عش، الروث، النظام الغذائي، لخنافس تبسة، المستعمرة عاشوري المولدي.

ANNEXE

Les milieux de culture

I. Les milieux solides

1. PCA (Plate Count Agar)(Biokar)

Composition	g/l
Digéré enzymatique de caséine.....	5,0
Extrait de levure.....	2.5
Glucose.....	1,0
Agar.....	15,0

Préparation

- Dissoudre 23,5 g de milieu de base déshydraté dans 1 litre d'eau distillée ou déminéralisée;
- Porter lentement le milieu à ébullition sous agitation et température constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution (recouvrir le bicher par un papier aluminium pour éviter l'évaporation de la suspension);
 - Répartir en tubes (où chaque tube contient 12 ml de notre milieu liquide);
 - Auto-claver à 121 °C pendant 15 minutes.

2. Mac CONKEY (Flukar)

Composition	g/l
Peptone.....	20,0
Lactose.....	10,0
Cristal violet.....	0,001
Rouge neutre.....	0,05
Chlorure de sodium.....	5,0
Sels biliaries.....	15,0
Agar.....	15,0

Préparation

Mettre en suspension 52 g de milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillée ou déminéralisée;

- Porter lentement le milieu à ébullition sous agitation et une température constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution (Recouvrir le bicher par un papier aluminium pour éviter l'évaporation de la suspension);
- Répartir en tubes ou en flacons;
- Stériliser a l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes.

3. EMB (éosine bleu de méthylène)

Composition	g/l
Peptone.....	10,0
Lactose.....	10,0
Eosine.....	0,4
Bleu de méthylène.....	5,0
Hydrogénophosphate de potassium.....	2,0
Agar.....	15,0

Préparation

- Mettre en suspension 37,5 g du milieu dans un litre d'eau distillée ;
- Bien mélanger ;
- Auto-claver à 121C° pendant 15 mn ;
- PH final 6,8 ± 0,1.

4. Viande-foie (Biokar)

Composition	g/l
Peptone viande foie.....	30,0
Glucose.....	2,0
Amidon soluble.....	2,0
Sulfite de sodium.....	2,5
Citrate de fer ammoniacal.....	0,5
Agar agar bactériologique.....	11,0

Préparation

- Mettre en suspension 48,0 g de milieu déshydraté (BK157) dans 1 litre d'eau distillée;
- Porter lentement le milieu à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution ;
- Répartir en tubes, à raison de 15 ml par tube ;
- Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes.

5. VRBL (Agar de violet cristallisé rouge neutre bile)(Flukar)

Composition	g/l
Peptone	07,0
Extrait de levure.....	03,0
Lactose.....	10,0
Chlorure de sodium.....	05,0
Mélange sel biliaire.....	01,5
Cristal violet.....	0,002
Rouge neutre.....	0,03
Agar agar.....	15,0

Préparation

- Mettre en suspension 38.5 g de milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillée ;
- Porter lentement le milieu à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution.
- Puis autoclaver le milieu pendant 15 minutes à 121 °C.

6. Cétrimide

Composition	g/l
Peptone de gélatine.....	16,0
Peptone de casiéne.....	10,0
Bromure de tétradonium (cétrimide).....	0,2
Acide nalidixique.....	15,0 mg
Sulfate de potassium.....	10,0
Chlorure de magnésium.....	1,4
Agar.....	10,0

Préparation

- Dissoudre 45,3 g de milieu de base déshydraté dans 1 litre d'eau distillée ou déminéralisée;

- Porter lentement le milieu à ébullition sous agitation et température constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution (recouvrir le bicher par un papier aluminium pour éviter l'évaporation de la suspension);
- Répartir dans les flacons;
- Stériliser a l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes.

7. Gélose nutritive

Composition	g/l
Extrait de viande.....	1,0
Extrait de levure.....	2,5
Peptone.....	5,0
Chlorure de sodium.....	5,0
Agar.....	15,0

Préparation

- Dissoudre 25 g de poudre de gélose nutritif dans un litre d'eau distillée ;
- Auto-claver à 121 C° pendant 15 minutes ;
- Répartir dans des tubes stériles;
- PH final 7,4 ± 0,2.

8. Gélose SS (Salmonella/ Shigella)

Composition	g/l
Peptone pancréatique de viande.....	5,0
Lactose.....	10,0
Citrate de sodium.....	10,0
Citrate ferrique ammoniacal.....	1,0
Vert brillant.....	0,33 mg
Extrait de viande.....	5,0
Sels biliaires.....	8,5
Thiosulfate de sodium.....	8, 5
Rouge neutre.....	25,0 mg
Agar agar bactériologique.....	15,0

Préparation

- Mettre en suspension 63,0 g de milieu déshydraté (BK022) dans 1 litre d'eau distillée ;

- Porter lentement le milieu à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution ;
- Ne pas autoclaver;
- toute les étapes de préparation il faut faire au prés de bec benzène.

9. Hektoen

Composition	g/l
Protéose peptone.....	12
Extrait de levure.....	3
Chlorure de sodium.....	5
Thiosulfate de sodium.....	5
Sels biliaires.....	9
Citrate de fer et d'ammonium.....	1,5
Salicine.....	2
Lactose.....	12
Saccharose	12
Fuschine acide.....	0,1
Bleu de bromothymol.....	0,065
Agar.....	14
Eau distillée.....	1L

Préparation

- Suspendre 75,1 g de milieu déshydraté (BK067) dans 1 litre d'eau distillée ou déminéralisée ;
- Porter lentement à ébullition, en remuant avec une agitation constante jusqu'à dissolution complète ;
- Maintenir l'ébullition pendant 2 minutes ;
- Ne pas stériliser.

10. Baird Parker

Composition	g/ 900 ml de milieu de base
Tryptone.....	10,0 g
Extrait de viande.....	5,0 g
Extrait autolytique de levure.....	1,0 g
Pyruvate de sodium.....	10,0 g
Glycine.....	12,0 g
Chlorure de lithium.....	5,0 g
Agar agar bactériologique.....	15,0 g

Préparation

- Mettre en suspension 54,9 g de milieu de base déshydraté (BK055) dans 900 ml d'eau distillée ;
- Porter à ébullition lentement, en agitant jusqu'à dissolution complète ;
- Répartir en flacons, à raison de 100 mL par flacon ;
- Auto-clavé à 121 C° pendant 15 min.
- Lors de l'utilisation on ajoute 10 ml de tellurite de potassium et 50 ml d'une solution de jaune d'œuf (35 ml d'eau distillé mélangé avec 15 ml de jaune d'œuf) ;

11. Chapman

Composition	g/l
Peptone.....	10,0
Extrait de viande bœuf.....	1,0
Chlorure de sodium.....	75,0
Mannitol.....	10,0
Rouge de phénol.....	0,025
Agar.....	15,0

- Mettre en suspension 111,0 g de milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillée ;
- Porter lentement le milieu à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution ;
- Répartir le milieu dans des flacons ;
- Stériliser à l'autoclave à 121 °C pendant 15 minutes

12. Moeller-Hinton

Composition	g/l
Infusion de viande de bœuf.....	300,0 ml
peptone de caséine.....	17,5
amidon de maïs.....	1,5
agar.....	17,0

Préparation

- Pour préparer ce milieu il faut peser 38g de poudre et la mélanger dans 1L d'eau.
- Faire une homogénéiser puis chauffer en agitant. Il faut porter à ébullition pendant environ une minute.
- Ensuite on stérilise la gélose à l'autoclave durant 15 minutes à 121,1°C.
- pH = 7,4

13. Sabouraud (Biokar)

Composition	g/l
Peptone pepsique de viande	10,0
Glucose.....	20,0
Chloramphénicol	0,5
Agar agar bactériologique.....	15,0

Préparation

- Mettre en suspension 45,5 g de milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillée ou déminéralisée.
 - Porter lentement le milieu à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution.
 - Répartir en flacons.
 - Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes.
- pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : $5,7 \pm 0,2$.

II. Les milieux liquides (bouillons)

II.1. Bouillon nutritif

Composition	g/l
Extrait de viande.....	1,0
Extrait de levure.....	2,5
Peptone.....	5,0
Chlorure de sodium.....	5,0

Préparation

- Dissoudre 25 g de poudre de gélose nutritif dans un litre d'eau distillée ;
- Auto-claver à 121 C° pendant 15 minutes ;
- Répartir dans des tubes stériles;
- PH final $7,4 \pm 0,2$.

II.2. Milieu Rothe (Biokar)

Composition	g/l
Tryptose.....	15,0
Chlorure de sodium.....	7,50
Azide de sodium.....	0,20
Extrait de bœuf.....	4,50
Glucose.....	7,50

Préparation

- Mettre en suspension 34,8 grammes dans 1 litre d'eau pure ;
- Agiter jusqu'à dissolution complète ;
- Répartir 10 ml par tubes ;
- Auto-claver à 121°C pendant 15 minutes ;
- pH final à 25°C : 7,2 -/+ 0,2.

II.3. Milieu litsky (Biokar)

Composition	g/l
Peptone de viande.....	10,0
Peptone de caséine.....	10,0
Glucose.....	5,00
Phosphate dipotassique.....	2,70
Phosphate monopotassique.....	2,70
Chlorure de sodium.....	5,00
Azide de sodium.....	0,30
Ethyl violet.....	0,0005

Préparation

- Mettre en solution 35,7 g de milieu déshydraté (BK061) dans 1 litre d'eau distillée ;
- Agiter lentement jusqu'à dissolution complète ;
- pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 6,8 ± 0,2. Ajusté le ph de milieu ;
- Répartir en tubes à raison de 10 ml par tube ;
- Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes.

II.4. Milieu cœur-cervellé (Biokar)

Composition	g/l
Protéose-peptone.....	10,0
Infusion de cervelle de veau.....	12,5
Infusion de cœur de bœuf.....	5,0
Glucose.....	2,0
Chlorure de sodium.....	5,0
Hydrogénophosphate de sodium.....	2,5

Préparation

- Dissoudre 37 g de poudre de bouillon cœur-cervellé dans un litre d'eau distillée ;
- Bien agiter le milieu avec une température;
- Auto-claver à 121 C° pendant 15 minutes ;
- Répartir dans des tubes stériles;
- pH Final = 7,4

Les réactifs et les produits chimiques

Réactifs et colorants	Compositions
Cristal violet	Solution 1 -Cristal violet.....20g Ethanol0,95200 Solution 2 : -Oxalate d'ammonium...20g Eau distillée.....800 cm ³
Eau oxygénée (H₂O₂)	Solution de peroxyde d'hydrogène à 10 volumes, soit 0,95 mol.dm ⁻³ .
Fuchine	Fuchine basique.....10g Phénol.....50g Ethanol à 0,95100..... cm ³ Eau distillée.....1dm ³
Kovacs	-P-diméthylamino-benzaldéhyde..... 5 g - Alcool amylique75 ml - HCl pur..... 25 ml 800
Lugol	-Iode..... 1 g -Iodure de potassium..... 2g -Eau distillée qsp..... 1dm ³
NIT 1 (5 ml)	-Acide sulfurique..... 0.4 g -Acide acétique..... 30 g -H ₂ O..... 70 ml
NIT 2 (5 ml)	-N,N-dimethyl-1 -naphthylamine ...0.6 g -Acide acétique..... 30 g -H ₂ O70 ml
VP 1 (5 ml)	-Potassium hydroxide40 g

	-H2O100 ml
VP 2 (5 ml)	- α -naphthol..... 6 g -Ethanol100 ml
TDA (5 ml)	Ferric chloride (iron content)3.4 g H2O100 ml



Etuve d'incubation à 37°C



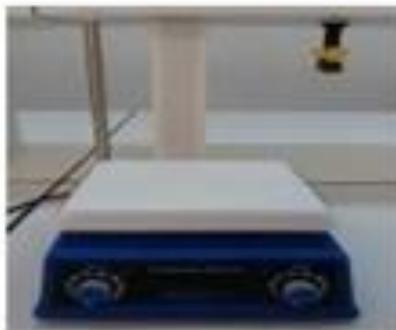
Etuve d'incubation à 44°C



Bain Marie



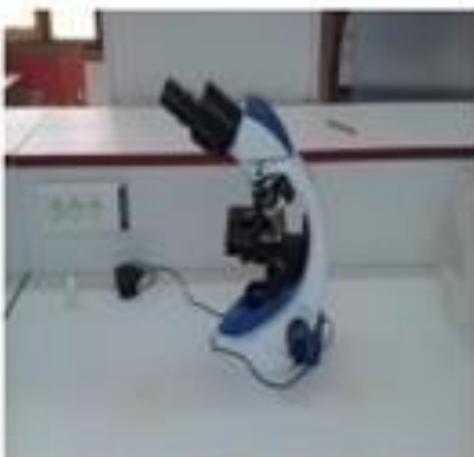
Plaque chauffante



Agitateur



Balance analytique



Microscope binoculaire



Centrifugeuse

Ornithologie

MENU TROPHIQUE DE DEUX ESPÈCES D'HIRONDELLES (PASSEREAUX) NICHEUSES DANS LA VILLE DE TEBESSA (EST DE L'ALGÉRIE)

par

Hind FENGHOUR^{1,2}, Amel LAZLI¹, Ali CHAGRA³,
Meriem ROUAIGUIA⁴, Leila BOUAGUEL^{4,5}, Linda BOUGUESSA²,
Slim BOUGUESSA² et Moussa HOUHAMDI⁴

L'étude du régime alimentaire de deux espèces d'hirondelles (l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* et l'Hirondelle rustique *Hirundo rustica*) strictement insectivores nicheuses dans la région de Tébessa (Est de l'Algérie) a été conduite par l'identification des restes des insectes-proies trouvés dans les fientes. Au cours de la période allant de mars à septembre 2016, nous avons collecté 56 fientes de manière aléatoire sous les nids des colonies installées sur les murs des habitations. Les proies ingérées ont été identifiées à partir de la reconnaissance simultanée de plusieurs fragments chitineux retrouvés dans les excréments tels les capsules céphaliques, les thorax, les élytres, les pattes, les fémurs, les tibias et les mandibules. Il en ressort que le menu de l'Hirondelle des fenêtres est composé exclusivement de huit ordres d'insectes cités selon leur importance numérique décroissante : les Coleoptera, les Hymenoptera, les Diptera, les Dermaptera, les Homoptera, les Orthoptera et enfin les Heteroptera et Lepidoptera.

1. Département de Biologie, Université Chadli Bendjedid, El-Tarf Algérie).

2. Département de Biologie, Université Larbi Tébessi, Tébessa (Algérie).

3. Département de Biologie, Université Badji Mokhtar, Annaba (Algérie).

4. Laboratoire Biologie, Eau et Environnement (LBEE), Faculté SNV-STU, Université 8 Mai 1945, BP 401, 24000 Guelma (Algérie).

5. Département de Biologie, Centre Universitaire Abdelahafid Boussouf de Mila (Algérie).

Auteur correspondant : Moussa HOUHAMDI, Laboratoire Biologie, Eau et Environnement(LBEE), Faculté SNV-STU, Université 8 mai 1945, Guelma, BP 401, 24000 Guelma (Algérie).

Mails : houhamdimoussa@yahoo.fr ethouhamdi.moussa@univ-guelma.dz

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (3)

Le régime alimentaire de l'Hirondelle rustique est composé uniquement de neuf ordres et les Coleoptera sont numériquement les plus importants ainsi que les Hymenoptera, les Dermaptera et les Diptera, les Heteroptera, les Orthoptera, les Homoptera, les Odonoptera et les Lepidoptera. Les cinq derniers sont faiblement représentés.

Mots-clés : Régime alimentaire, *Delichon urbica*, *Hirundo rustica*, Algérie, semi-aride, Coleoptera, Hymenoptera.

Diets of two species of swallows (passerines) nesting in the city of Tebessa (eastern Algeria)

The Window Swallow *Delichon urbica*, and the Barn Swallow, *Hirundo rustica*, are strictly insectivorous. The swallow diet was studied based on droppings analysis. Dropping collections were carried out under nests installed on house walls of the Mouldi Achouri colony of the city of Tebessa, between March to September 2016. In total, 56 droppings were recovered randomly. Prey identification was based on chitinous fragments found in the excrement, such as cephalic capsules, thorax, elytra, femur, tibiae and mandibles. Analysis of the diet of *Delichon urbica* showed that it included insects of the following eight orders of in decreasing order of importance: Coleoptera, Hymenoptera, Diptera, Dermaptera, Homoptera, Orthoptera, Heteroptera and Lepidoptera. Analysis of the diet of *Hirundo rustica* showed that it includes the following nine orders of insects in decreasing order of importance: Coleoptera, Hymenoptera, Dermaptera, Diptera, Heteroptera, Orthoptera, Homoptera, Odonoptera, and Lepidoptera.

Keywords: Diet, *Delichon urbica*, *Hirundo rustica*, Algeria, semi-arid, Coleoptera, Hymenoptera.

Introduction

Le régime alimentaire des oiseaux migrateurs les rend dépendants des milieux où ils vivent. Ainsi, durant la mauvaise saison, ils sont contraints de chercher ailleurs, pour des raisons de survie, la nourriture qui n'est plus disponible dans leur région de reproduction (PAQUET *et al.*, 2006). Les insectivores, notamment les hirondelles, sont de grands migrateurs et d'importants alliés de l'agriculture, contribuant dans une large mesure à la sauvegarde de l'équilibre de l'écosystème bien qu'ils restent fortement soumis aux contraintes imposées par l'homme moderne : l'utilisation des pesticides, le bétonnage des espaces verts et la destruction directe des nids sont quelques exemples qui ont induit une régression alarmante des populations d'hirondelles (MENNESSIER, 1989).

En Algérie, l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* (Linné, 1758) et l'Hirondelle rustique *Hirundo rustica* (Linné, 1758) font leur apparition dès le début du mois de mars pour se reproduire avant de repartir vers la fin du mois de septembre (BAMAHAMMED, 2011). Ces passereaux sont ainsi qualifiés de visiteurs d'été par YEATMAN (1976). La première est signalée sur presque tout le territoire algérien, et la deuxième est très fréquente sur le littoral, sur l'Atlas et sur les Hauts plateaux (DAOUDI-HACINI, 2004). Elles sont très anthropophiles (DAOUDI-HACINI, 2002 ; ROUAIGUIA *et al.*, 2015 ; HADDAD *et al.*, 2015 ; HAMLAOUI *et al.*, 2016).

Régime alimentaire des hirondelles à Tébessa (Algérie)

Plusieurs auteurs se sont penchés sur différents aspects de la bioécologie des Hirundinidae dans le monde, notamment sur leur régime alimentaire (GUNTEN, 1961 ; BRYANT, 1973 ; 1979 ; PRODON, 1982 ; KOPIJ, 2000 et CHISAMERA & MANOLE, 2005, 2007), leur reproduction (BRYANT & WESTERTERP, 1980 ; WESTERTERP & BRYANT, 1984 ; SCHMID, 1995), leur vol (BRUDERER *et al.*, 2001) et leurs pathologies (SHELDON & WINKLER, 1999 ; CHRISTE *et al.*, 2001 ; PARK *et al.*, 2000).

Des travaux sur la bioécologie des Hirundinidae ont été entrepris dans plusieurs régions d'Algérie, notamment les régions centrales et du sud algérien, en particulier dans l'algérois : DOUMANDJI, 1988 ; HACINI & DOUMANDJI, 1998 ; DAOUDI-HACINI *et al.*, 1999, 2000 ; DAOUDI-HACINI *et al.*, 2006 ; dans la Mitidja : BENCHIKH *et al.*, 2002 ; BENCHIKH *et al.*, 2003 ; BENCHIKH *et al.*, 2004 ; BENCHIKH *et al.*, 2005a, 2005b, 2006, 2007 ; DAOUDI *et al.*, 2002 ; en Kabylie : FARHI *et al.*, 2002, 2003a, 2003b, 2004, 2005 ; à Jijel : KISSERLI & DOUMANDJI, 2005 ; à Bordj-Bou-Arreidj : MERZOUGUI *et al.*, 2009 ; et à Tamanrasset au sud du pays : BAMAHAMMED, 2011.

De ce fait, la composition de leur régime alimentaire a été très bien détaillée mais aucune étude n'y a été consacrée dans l'extrême Est de l'Algérie, dans la région frontalière avec la Tunisie (région de Tébessa). Cette contribution vient d'une part, enrichir les données déjà récoltées et, d'autre part, elle détermine la composition alimentaire de ces deux espèces dans une région (Tébessa) dominée par un climat semi-aride à hiver très froid.

Matériel et méthodes

Site d'étude

La wilaya de Tébessa (35° 28' N, 08° 07' E), frontalière avec la Tunisie, est située dans l'extrême Est des hauts plateaux algériens (Figure 1). Elle s'étend sur une superficie de 13 878 km² et elle s'élève à environ 960 m par rapport au niveau de la Méditerranée. L'étude a été réalisée sur des colonies dans une citée urbaine (la citée Mouldi Achouri) où les deux espèces nichent régulièrement sur des lieux séparés et qui renferme le nombre de nids le plus élevé de la ville de Tébessa : 46 nids d'Hirondelles de fenêtre et 58 nids d'Hirondelles rustiques.

Collecte de fientes

Les colonies d'hirondelles sont visitées tous les jours pendant toute la période de reproduction et les fientes des deux espèces sont récupérées de manière aléatoire et directement sous les nids les plus accessibles. L'échantillonnage a été réalisé au hasard afin de permettre d'obtenir un aperçu général sur la composition alimentaire de la colonie et non pas d'un seul individu (BRYANT, 1973). Chacune des fientes est mise à part dans un petit cornet en papier sur lequel nous notons l'espèce et la date.

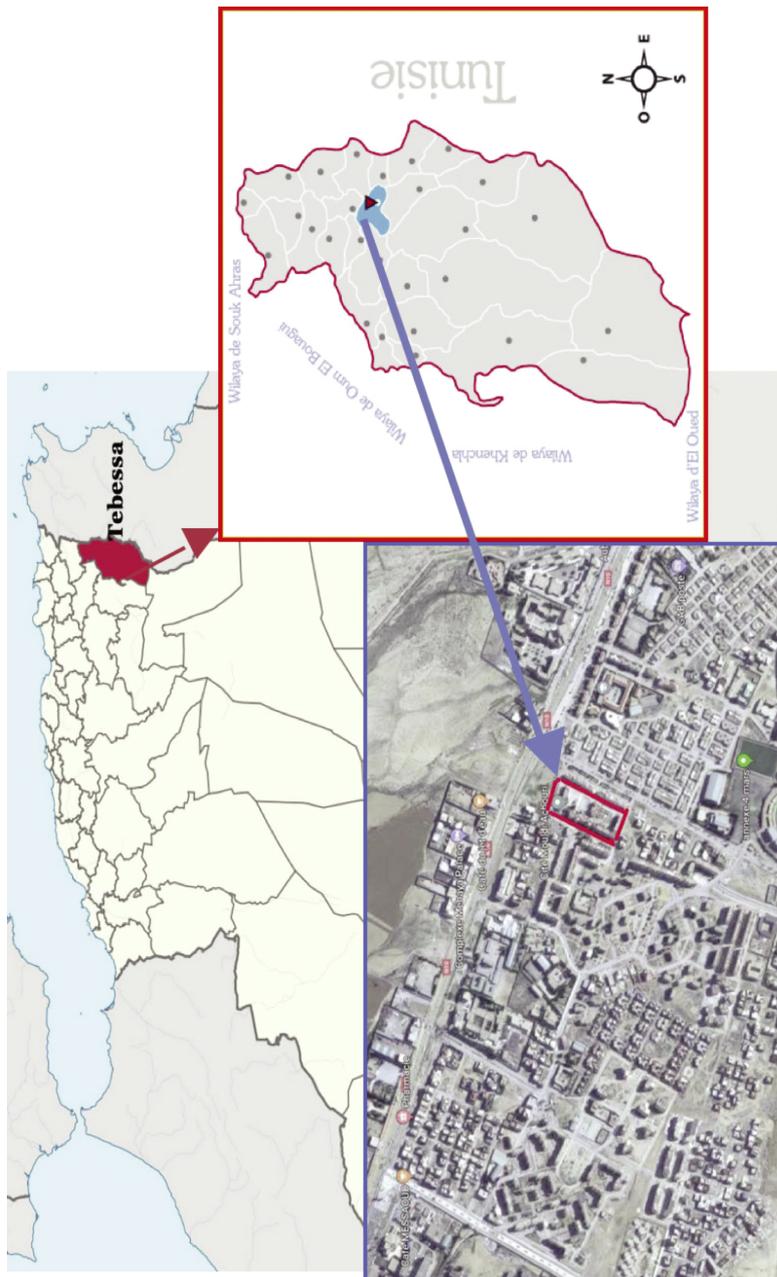


Figure 1
Localisation géographique du site d'étude (Tébessa, Algérie).
Geographical position of the study site (Mouldi Achouri estate, Tébessa, Algeria).

Régime alimentaire des hirondelles à Tébessa (Algérie)

Au laboratoire, les fientes sont placées séparément dans une boîte de Pétri dont le couvercle porte un numéro et la date de la collecte. Sur chaque excrément, on verse trois gouttes d'éthanol à 70°, ce qui permet d'aseptiser le matériel biologique, puis le tout est inondé d'eau distillée. C'est le principe de la méthode de la voie humide alcoolique, qui consiste en une macération de quelques dizaines de minutes dans l'alcool, ce qui permet ensuite de trier facilement les restes sclérotinisés. Cette méthode présente l'avantage de permettre de retrouver des éléments petits et fragiles, comme des ailes des petits insectes que l'on arrive à déplier si la fiente n'est pas trop vieille (DAOUDI-HACINI, 2002).

L'identification des proies est faite d'après les particularités des pièces sclérotinisées présentes dans les excréments telles que les capsules céphaliques, les élytres, les thorax et les pattes en s'appuyant sur des ouvrages de détermination classiques ainsi que sur les collections présentes au laboratoire de Zoologie de l'Université Larbi Tébessi de Tébessa. Les confirmations des proies sont assurées par Dr. Linda BOUGUESSA, enseignante-chercheur au département de Biologie de la même Université. La détermination des proies ingurgitées va jusqu'à l'ordre et la famille.

Le dénombrement des proies présentes dans les fientes s'effectue en tenant compte du nombre de pièces appartenant au même type. Ainsi, un individu correspond à une tête, un thorax, un abdomen, un scutellum, deux élytres, deux ailes, deux antennes ou six pattes de mêmes dimensions dont trois sont droites et trois sont gauches.

Les résultats sont présentés par le nombre de taxons (**n**), l'abondance absolue (**N**), l'abondance relative (**AR**) des espèces proies consommées qui est le rapport entre le nombre d'individus d'une espèce au nombre total des individus de toutes espèces confondues exprimées en pourcentage (DAJOZ, 1971) et l'indice écologique utilisé est représenté par la richesse totale (**S**) qui correspond à la totalité des espèces qui composent une biocénose (RAMADE, 2003).

Résultats et discussion

Durant la période allant de mars à septembre 2016 (Tableaux 1 et 2) et dans un ensemble de 2 185 items pour l'Hirondelle de fenêtre, nous avons recensé un total de 10 ordres répartis en 29 familles et, dans un ensemble de 2 195 items pour l'Hirondelle rustique, nous avons recensé un total de 11 ordres répartis en 30 familles et appartenant à 3 classes (Insecta, Arachnida et Gastropoda).

Le régime alimentaire des deux espèces d'hirondelles est composé de trois classes d'importance différente. Les Arachnida et les Gastropoda sont faiblement représentés par rapport aux insectes aussi bien chez l'Hirondelle de fenêtre que chez l'Hirondelle rustique. Les taux respectifs sont de l'ordre de 0,9 % et 0,3 %. En effet, chez la première espèce d'hirondelle, ils sont respectivement de 0,81 % et 0,16 % alors que chez la deuxième, les pourcentages sont 1,00 % et 0,27 %. La classe des

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (3)

insectes domine en nombre et en pourcentage, soit 2 176 parmi 2 195 individus pour la première espèce (98,72 %) et 1 828 parmi 1 846 individus pour la deuxième (99,02 %). Les familles de cette classe les plus consommées par l'Hirondelle de fenêtre sont les Curculionidae (17,65 %), les Formicidae (17,28 %), les Silphidae (17,0 %), les Carabidae (7,74 %), les Staphylinidae (6,93 %), les Cetonidae (6,71 %) et les Scarabaeidae (6,44 %) et par l'Hirondelle rustique les Curculionidae (16,26 %), les Silphidae (14,76 %), les Formicidae (14,53 %), les Carabidae (11,52 %) et les Scarabaeidae (10,43 %).

Tableau 1

Détail des proies consommées par l'Hirondelle rustique *Hirundo rustica* nicheuse dans la cité Mouldi Achouri à Tébessa (de mars à septembre 2016)

(N : abondance absolue, AR% : abondance relative, n : nombre de taxons).

Detail of prey consumed by Barn Swallow (Hirundo rustica) nesting in the Mouldi Achouri estate in Tébessa (March-September, 2016)

(N: absolute abundance, AR%: relative abundance, n: number of taxa).

Classes	Ordres	N	AR%	Familles	N	AR%			
Arachnida	Acari	22	1,00	Fam. ind.	22	1,00			
Gastropoda	Stylommatophora	6	0,27	Helicidae	6	0,27			
Insecta	Coleoptera	1649	75,12	Pterostichidae	39	1,77			
				Staphylinidae	128	5,83			
				Dermastidae	4	0,18			
				Tenebrionidae	13	0,59			
				Pentatomidae	1	0,04			
				Scarabaeidae	229	10,43			
				Carabidae	253	11,52			
				Cetonidae	104	4,73			
				Silphidae	324	14,76			
				Curculionidae	357	16,26			
				Elateridae	2	0,09			
				Histeridae	2	0,09			
				Buprestidae	75	3,41			
	Chrysomelidae	118	5,37						
	Diptera	184	8,38	Calliphoridae	118	5,37			
				Muscidae	64	2,91			
				Asilidae	2	0,09			
				Hymenoptera	320	14,57	Formicidae	319	14,53
							Apidae	1	0,04
				Homoptera	8	0,36	Cicadidae	8	0,36
Orthoptera				2	0,09	Acrididae	1	0,04	
						Gryllidae	1	0,04	
Heteroptera	1	0,04	Gerridae	1	0,04				
Odonoptera	1	0,04	Famille indéterminée	1	0,04				
Lepidoptera	1	0,04	Lycaenidae	1	0,04				
Dermaptera	1	0,04	Carcinophoridae	1	0,04				

Régime alimentaire des hirondelles à Tébessa (Algérie)

Ceci corrobore la majorité des résultats trouvés en Algérie et dans le monde, qui ont montré que les Hirondelles rustiques se nourrissent généralement en vol et donc presque exclusivement d'insectes volants (ALLOUCHE, 2000 ; HADDAD *et al.*, 2015). Ces oiseaux se nourrissent aussi d'insectes dispersés par les animaux des fermes et les chiens. L'espèce se pose occasionnellement pour se nourrir d'insectes morts et recueillir des insectes sur les plantes ou à la surface des eaux (SCHMID, 1995). De même, l'Hirondelle de fenêtre se comporte aussi comme un prédateur insectivore généraliste (MERZOUKI, 2009 ; ROUAIGUIA *et al.*, 2015).

Tableau 2

Détail des proies consommées par l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* nicheuse dans la cité Mouldi Achouri à Tébessa (de mars à septembre 2016)
(N : abondance absolue, AR% : abondance relative, n : nombre de taxons)
Details of prey consumed by the Window Swallow (Delichon urbica) nesting in the Mouldi Achouri estate in Tébessa (March–September, 2016)
(N: absolute abundance, AR%: relative abundance, n: number of taxa)

Classes	Ordres	N	AR%	Familles	N	AR%			
Arachnida	Araneae	15	0,81	Araneafam.ind,	15	0,81			
Gastropoda	Stylommatophora	3	0,16	Helicidae	3	0,16			
Insecta	Coleoptera	1311	71,01	Pterostichidae	19	1,02			
				Staphylinidae	128	6,93			
				Dermastidae	45	2,43			
				Tenebrionidae	13	0,70			
				Pentatomidae	1	0,05			
				Scarabaeidae	119	6,44			
				Carabidae	143	7,74			
				Cetoniidae	124	6,71			
				Silphidae	314	17,0			
				Curculionidae	326	17,65			
				Elateridae	2	0,10			
				Histeridae	2	0,10			
	Buprestidae	75	4,06						
	Diptera	183	9,90	Calliphoridae	108	6,39			
				Muscidae	74	4,00			
				Phoridae	1	0,05			
				Hymenoptera	322	17,43	Formicidae	320	17,33
							Apidae	2	0,10
	Homoptera	3	0,16	Cicadidae	3	0,16			
	Orthoptera	4	0,22	Acrididae	2	0,10			
Gryllidae				2	0,10				
Heteroptera	2	0,10	Gerridae	2	0,10				
Lepidoptera	1	0,05	Lycaenidae	1	0,05				
Dermaptera	2	0,10	Carcinophoridae	2	0,10				

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (3)

Comparaison du régime alimentaire des deux espèces d'hirondelles

Si l'on considère les unités systématiques, l'ordre le mieux représenté chez l'Hirondelle de fenêtre est celui des Coleoptera, suivi par les Hymenoptera, les Diptera, les Homoptera et les Dermaptera qui sont représentés respectivement par 17,33 %, 9,96 %, 0,43 % et 0,05 %. Chez l'Hirondelle rustique, l'ordre le mieux représenté est celui des Coleoptera avec 75,12 %, suivi par les Hymenoptera avec 14,57 %. Les Diptera, les Homoptera et les Orthoptera sont représentés respectivement par 8,38 %, 0,36 % et 0,09 %. L'ordre des Odonoptera est complètement absent dans le régime de l'Hirondelle de fenêtre et il est faiblement représenté (0,04 %) chez l'Hirondelle rustique (Tableaux 1 et 2).

La famille la plus importante pour les deux espèces est celle des Curculionidae (Ordre des Coleoptera), soit 326 individus pour l'Hirondelle de fenêtre et 357 individus pour l'Hirondelle rustique. Elle est suivie de près par la famille des Silphidae qui appartient aussi au même ordre avec 314 individus pour l'Hirondelle de fenêtre et 324 individus pour l'Hirondelle rustique à égalité avec la famille des Formicidae (ordre des Hymenoptera), avec 319/320 individus chez les deux espèces. Les autres familles d'insectes ne sont que faiblement représentées (Tableaux 1 et 2).

Comparaison du régime alimentaire de *Delichon urbica* dans plusieurs localités en Algérie

Les résultats de la composition du régime alimentaire de *Delichon urbica* de la ville de Tébessa avec celui des Hirondelles de fenêtre de plusieurs localités dans le territoire algérien (Guelma, Tamanrasset, Dar El-Baida, Ain Taya et Jijel) sont reportés sur le Tableau 3.

Le régime alimentaire étudié dans différentes régions du territoire algérien a montré une richesse proche en type de proies, à Jijel (S=10), suivie dans l'ordre par Ain Taya et Tamanrasset (S= 9) puis Tébessa et Guelma (S=8) et enfin Dar El-Baida (S=7).

À Tébessa, le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre montre une dominance importante des insectes où les Coléoptères sont les plus abondants avec 71,01 % enregistrant ainsi des résultats semblables à ceux obtenus pour celles nicheuses dans la région de Jijel, bien que les proportions des Hyménoptères soient plus faibles à Tébessa et celles des Coléoptères à Jijel. Par contre, à Tamanrasset, à Dar El-Baida et à Ain Taya, les Hyménoptères sont dominants et à Guelma les Homoptères sont les plus abondants (Tableau 3).

Les Hémiptères sont totalement absents dans le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre nicheuse dans la région de Tébessa, à Guelma et dans l'extrême sud du Sahara algérien (région de Tamanrasset) alors qu'ils sont abondants dans l'Algérois et à Jijel. Les Diptères ont présenté un pourcentage important (9,96 %) aussi bien à Tébessa qu'à Guelma (17,63 %) par rapport aux autres régions du pays. Les Hétéroptères sont présents mais très faiblement représentés à Tébessa (0,05 %)

Régime alimentaire des hirondelles à Tébessa (Algérie)

Tableau 3

Régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* pendant la période de reproduction dans différentes régions d'Algérie (exprimé en pourcentage du nombre d'individus **AR%**) (**S**, richesse ordinale).
Diet of Window Swallow Delichon urbica during the reproductive period in different regions Algeria (expressed in percentage of individuals, AR%) (S, ordinal richness).

Types de proies (%)	Localités					
	Tébessa (présente étude)	Guelma (ROUAIGUIA <i>et al.</i> , 2015)	Tamanrasset (BAMAHAMMED, 2011)	Dar El-Beida (DAOUDI, 2002)	Aïn-Taya (HADJ- HENNI, 1997)	Jijel (KISSERLI 1997)
Araneae	----	8,31	41,2	0,17	----	----
Odonata	----	0,36	1,9	----	0,01	0,09
Orthoptera	0,10	----	3,8	----	0,07	0,09
Dermaptera	0,05	----	1,1	0,26	0,40	----
Psocoptera	----	----	----	----	----	0,09
Hemiptera	----	----	----	4,71	0,24	7,60
Homoptera	0,43	49,25	----	0,17	0,80	1,55
Coleoptera	71,01	14,21	15,4	8,65	35,93	57,77
Hymenoptera	17,33	6,26	28,5	85,53	51,29	28,36
Neuroptera	----	0,07	----	----	----	0,09
Lepidoptera	0,05	----	1,8	----	0,83	0,09
Diptera	9,96	17,63	2,2	0,51	1,43	3,28
Heteroptera	0,05	3,91	----	----	----	----
Isopoda	----	----	2,7	----	----	----
S	8	8	9	7	9	10

et à Guelma (3,91 %) alors qu'ils sont totalement absents dans les autres régions d'étude (Tableau 3).

Nos résultats sont similaires à ceux signalés par MERZOUKI (2009) dans l'Algérois qui souligne la dominance des Coleoptera avec 191 individus, suivis par les Hymenoptera avec 77 individus, les Heteroptera avec 65 individus, les Diptera avec 13 individus et les Homoptera avec 14 individus. En Kabylie, FARHI *et al.* (2005) ont mentionné la dominance des Coleoptera avec 159 individus, suivis par les Hymenoptera avec 45 individus, les Heteroptera avec 42 individus, les Homoptera avec 17 individus et les Diptera avec 15 individus.

Dans la banlieue algéroise, DAOUDI-HACINI *et al.* (2002) ont également noté la dominance des Coleoptera avec 26 individus, suivis par les Hymenoptera avec 17 individus, les Heteroptera avec 15 individus et les Diptera avec 5 individus. Il en est de même pour la région de Jijel où KISSERLI & DOUMANDJI (2005) ont noté la dominance des Coleoptera (167 individus), suivi des Hymenoptera (44 individus), des Heteroptera (37 individus), des Homoptera (14 individus) et des Diptera (9 individus).

En Europe, les Hirondelles de fenêtre consomment des espèces appartenant à différents groupes systématiques, essentiellement les Homoptères : 55,7 % à Monts des géants (Tchéquie), 33,1 % au Lac de Thun (Suisse) et 35,8 % au sud de

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (3)

Tableau 4

Régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre dans trois régions d'Europe,
en pourcentage du nombre d'individus (AR%).
*Diet of Window Swallow in the present study and in three regions of Europe,
expressed in percentage of individuals (AR %).*

Types de Proie	Localités			
	Tébessa (présente étude)	Sud de l'Angleterre (BRYANT, 1973)	Lac de Thun (Suisse) (VON GUNTEN, 1961)	Monts des géants (Tchéquie) (KOZENA, 1975)
Diptera	9,96	58,3	45,4	32,7
Homoptera	0,43	35,8	33,1	55,7
Hemiptera	----	0,2	7,2	0,3
dont Aphidae	----	17,8	----	42,5
Hymenoptera	17,33	15,7	2,6	2,9
dont Formicidae	7,28	2,4	----	0,3
Coleoptera	71,01	2,5	1,6	3,4
Autres ordres	0,36	7,7	10,1	4,1

Tableau 5

? Régime alimentaire de *Hirundo rustica* pendant la période de reproduction dans trois régions d'Algérie
(en pourcentage du nombre d'individus AR%) (S richesse ordinale).
*Diet of Barn Swallow during the reproductive period in three regions of Algeria
(expressed in percentage of the number of individuals, AR %) (S ordinal richness).*

Types de proies (%)	Localités		
	Tébessa (présente étude)	Bordj El-Kiffan (DOUMANDJI, 1988)	Bir Mourad Rais (DAOUDI-HACINI, 1999)
Gastropoda	0,27	----	----
Araneae	1,00	----	0,07
Acari	----	----	----
Orthoptera	0,09	----	----
Dermaptera	0,04	----	----
Heteroptera	0,04	6,89	3,29
Homoptera	0,36	0,30	0,07
Coleoptera	75,12	23,79	29,22
Hymenoptera	14,57	57,63	67,42
Lepidoptera	0,04	0,10	----
Diptera	8,38	12,03	0,07
Odonatoptera	0,04	----	----
S	11	6	6

l'Angleterre contrairement à Tébessa où les Homoptères ont présenté un très faible pourcentage (0,43 %), et les Diptères 58,3 % au sud de l'Angleterre, 45,4 % au Lac de Thun (Suisse) et 32,7 % à Monts des géants (Tchéquie) alors qu'à Tébessa ils sont représentés avec seulement 9,96 % du contenu alimentaire (Tableau 4).

Le régime alimentaire de l'hirondelle rustique, étudié dans trois régions du territoire algérien, a montré une différence dans la richesse en type de proies entre les

Régime alimentaire des hirondelles à Tébessa (Algérie)

régions. Les proies sont plus diversifiées à Tébessa (S=11) par rapport à Bordj El Kiffan et Bir Mourad Rais (S=6). Dans la région de Tébessa, les Gastropoda (0,27 %), les Orthoptera (0,09 %), les Dermaptera (0,04 %) et les Odonatoptera (0,04 %) sont faiblement présents dans son régime alimentaire. Par contre, ils sont totalement absents à Bordj El-Kiffan et à Bir Mourad Rais (Tableau 5).

Les Coléoptères (75,12 %) viennent également en première position dans le régime alimentaire de ce passereau à Tébessa. Ils sont suivis par les Hyménoptères (14,57 %), contrairement à celui de Bordj El-Kiffan et de Bir Mourad Rais où les Hyménoptères (57,63 % et 67,42 % respectivement) viennent en première position avant les Coléoptères qui sont trouvés avec respectivement 23,79 % et 29,22 %.

À Bordj El-Kiffan, seuls les Insectes sont présents dans le régime trophique de l'hirondelle rustique. La première position revient aux Hyménoptera (57,63 %) suivis par les Coleoptera (23,8 %), les Diptera (12 %) et les Heteroptera (6,9 %). Les proies appartenant aux autres ordres sont peu notées ; les Homoptera et les Lepidoptera sont rencontrés respectivement avec 0,1 % et 0,3 % (DAOUDI-HACINI, 2004). Dans la même région, DOUMANDJI (1988) a montré que cette espèce dont l'alimentation est comparable à celle de l'Hirondelle de fenêtre, se nourrissait aussi beaucoup de fourmis, qui constituaient 20,2 % de ses proies. Son régime alimentaire fondé sur les Hyménoptères, et plus spécialement les fourmis, ainsi que sur les Coléoptères semble être une caractéristique générale de la biologie de l'Hirondelle rustique en Algérie. Il se rapproche plus du régime alimentaire d'hirondelles rustiques vivant dans les régions tropicales que de celui d'hirondelles des régions tempérées (FRY, 1992).

À Bir Mourad Rais, les Insectes sont présents avec plusieurs ordres dont les Hyménoptera (67,42 %), les Coleoptera (29,2 %) et les Heteroptera (3,29 %). Les autres ordres sont faiblement notés. Les Homoptera et les Diptera sont trouvés avec 0,07 % chacune. Après les insectes, la classe des Aranea vient avec 0,07 % de l'ensemble des proies consommées (DAOUDI, 2004). Les mêmes constatations ont été signalées par DOUMANDJI (1988) dans le régime alimentaire de ce passereau au niveau de Bordj El-Kiffan, où il a noté la dominance des Hyménoptera (57,4 %), suivis par les Coleoptera (32,3 %), les Heteroptera (6,6 %) et les Diptera (3,6 %). HACINI & DOUMANDJI (1998) ont aussi noté en 1993 que les Hyménoptera sont les plus consommés (34,6 %) et sont suivis par les Diptera (32,1 %) puis les Coleoptera (30,4 %). Selon MERZOUKI (2015), l'étude du régime alimentaire de *Delichon urbica* dans la station de Bordj Bou Arreridj a montré que les arthropodes les plus consommés sont les Hyménoptera (66,5 %) dont les Formicidae (62,4 %) sont les plus recherchés. Ces deux espèces, de par leur régime alimentaire constitué strictement d'insectes, demeurent des alliés certains de l'agriculteur, car elles jouent un rôle de régulateur des espèces nuisibles vis-à-vis des cultures, parmi lesquelles on peut citer des Formicidae, des Pentatomidae, des Scutelleridae et des Aphidae (MERZOUKI, 2009).

Enfin, EVANS *et al.* (2007) ont aussi montré que l'Hirondelle rustique est strictement insectivore et elle se nourrit essentiellement d'insectes aériens, en parti-

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (3)

culier les Diptères qu'elle capture en vol. Son régime alimentaire comprend également des Hémiptères, des Coléoptères, des Hyménoptères, des Lépidoptères et des Odonates et accessoirement les chenilles, les araignées et les fourmis sont consommées à terre ou contre les murs. Nos résultats corroborent ceux obtenus par la majorité de la littérature scientifique du fait que les Coleoptera et les Hymenoptera constituent les catégories alimentaires les plus représentatives par la richesse en espèces et par leurs représentativités individuelles.

Conclusion

Dans la région de Tébessa, les Hirondelles de fenêtre *Delichon urbica* et les Hirondelles rustiques *Hirundo rustica* nicheuses se montrent de véritables opportunistes et leurs menus trophiques sont composés principalement de Coléoptères, notamment les Curculionidae et les Hyménoptères en particulier les Formicidae, et sélectionnent peu les autres groupes taxonomiques comme les Diptères. Les fourmis constituent un bon aliment pour les jeunes à cause de leur cuticule chitineuse mince. Les fourmis sont aussi relativement faciles à capturer à cause de leur vol lent, et elles sont en général d'assez bonne taille. Toutes ces caractéristiques en font des proies énergétiquement rentables (DAOUDI, 2002). La faible représentation ou l'absence d'autres proies de petite taille, comme certains Diptères et Homoptères, peut s'expliquer aussi par le faible rendement énergétique de leur chasse, comparée à celle d'espèces plus grosses comme justement les fourmis ailées (FRY, 1992, HAYAKAWA & TERAYAMA, 1993). De ce fait, le régime alimentaire de ces deux espèces d'hirondelles est largement opportuniste et dépend essentiellement de la biodisponibilité des ressources (BRYANT, 1973) selon le lieu, l'époque de l'année et le moment de la journée où elles capturent les insectes volants les plus disponibles, par leur abondance et la facilité de leur capture, à l'heure où elles chassent (KOZENA, 1975). Cet opportunisme rend aussi compte de la plupart des différences dans le régime alimentaire de cette espèce en Algérie et en Europe.

De la même façon, les Formicidae et les Curculionidae constituent également un élément très important dans le régime alimentaire de ces deux passereaux dans la région de Tébessa. Les Coléoptères et les Hyménoptères sont des proies omniprésentes dans leurs régimes alimentaires respectifs qui semblent être une caractéristique générale de l'écologie et de la biologie trophique de ces deux espèces en Algérie.

RÉFÉRENCES

- 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-Rais (Alger). Mémoire d'Ingéniorat en sciences agronomiques. Inst. Nat. Agro., El Harrach, 143 p.
- BAMAHAMMED, A.M. (2011).- *Caractérisation des espèces proies de l'hirondelle de fenêtre* *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans la région de Tamanrasset. Mémoire d'ingéniorat en sciences agronomiques. Université KASDI MERBAH, Ouargla, 118 p.

Régime alimentaire des hirondelles à Tébessa (Algérie)

- 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 de Magister. Inst. Nat. Agro., El- Harrach, 298 p.
- BENCHIKH, C., DAOUDI-HACINI, S., DOUMANDJI, S & VOISIN, J.-F. (2005 a).- 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^e 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, S. & 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^e 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, S. & 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. Nat. Agro., El-Harrach, p. 91.
- BENCHIKH, C., DAOUDI-HACINI, S., DOUMANDJI, S., FARHI, Y. & SEKOUR, M. (2006).- Évolution de la nidification de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) aux Eucalyptus (Mitidja) en 2000-2005. 10^e Journée d'Ornithologie, 6 mars 2006, Lab. Ornith., Dép. Zool. Agri. For., Inst. Nat. Agro., El-Harrach, p. 23.
- BENCHIKH, C., DAOUDI-HACINI, S., FARHI, Y. & 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^e Journée d'Ornithologie, 11 mars 2002, Lab. Ornith., Dép. Zool. Agri. For., Inst. Nat. Agro., El-Harrach, p. 21.
- BRYANT, D.M. (1973).- The factors influencing the selection of food by the House Martin. *J. Animal Ecol.*, **42** (5), 39-564.
- BRYANT, D.M. (1979).- Reproductive cost in the House martin (*Delichon urbica*). *J. Anim. Ecol.*, **48**, 655-675.
- CHRISTE, P., DE LOPE, F., GONZALES, G., SAINO, N. & MOLLER, 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.
- DAJOZ, R. (1971).- *Précis d'écologie*. Paris, Éd. Dunod, 434 p.
- DAOUDI-HACINI, S. (2004).- *Bioécologie de deux espèces d'Hirondelle, l'Hirondelle de cheminé Hirundo rustica Linné 1758 et l'Hirondelle de fenêtre Delichon urbica Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans différents biotopes d'Algérie*. Thèse doctorat en sciences agronomiques. Inst. Nat. Agro., El-Harrach, 348 p.
- DAOUDI-HACINI, S., BENCHIKH, C., DOUMANDJI, S. & 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^e journée d'Ornithologique, 6 mars 2006, Lab. Ornith., Dép. Zool. Agri. For. Inst. Nat. Agro, El Harrach, p. 28.
- DAOUDI-HACINI, S., MERZOUKI, Y. & DOUMANDJI, S. (1999).- Régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans une station suburbaine à Dar El Baida près d'Alger. 4^e journée d'ornithologie, 16 mars 1999, Lab. Ornith., Dép. Zool. Agri. For., Inst. Nat. Agro., El Harrach, p. 24.
- DAOUDI, S., VOISIN, J.-F. & DOUMANDJI, S. (2002).- Spectre alimentaire d'une colonie suburbaine de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) en Algérie. *Rev. Écol. (Terre et Vie)*, **57** (1), 83-89.

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (3)

- DOUMANDJI, S. (1988).- Quelques données sur la biologie, et en particulier le régime alimentaire de l'Hirondelle de cheminée *Hirundo rustica*. p. 1-12 in : *Prem. Jour. Rech. Un. Biol. Agron. Forest.*, 8 & 9 juin 1988, Inst. Biol. Tizi-Ouzou.
- EVANS, K.L., WILSON, J.D. & BRADBURY, R.B. (2007).- Effects of crop type and aerial invertebrate abundance on foraging barn swallows *Hirundo rustica*. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **122** (2), 267-273.
- FARHI, Y., DOUMANDJI, S., DAOUDI-HACINI, S. & BENCHIKH, C. (2003).- Évolution de la nidification de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 à Tizi-Ouzou de 1999 à 2001. *7^e Journée Ornithologie*, 10 mars 2003, Lab. Ornith., Dép. Zool. Agri. For., Inst. Nat. Agro., El-Harrach, p. 20.
- FARHI, Y., AMARA, S. & BOUKHEMZA, M. (2005).- Régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre à Tizi-Ouzou en 2004. *9^e Journée Ornithologie*, 7 mars 2005, Lab. Ornith., Dép. Zool. Agri. For., Inst. Nat. Agro., El-Harrach, p. 9.
- FARHI, Y., DAOUDI-HACINI, S., BENCHIKH, C. & DOUMANDJI, S. (2002).- Étude comparative entre le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre (*Delichon urbica*) et les disponibilités alimentaires du milieu en proies potentielles. *6^e Journée Ornithologie*, 11 mars 2002, Lab. Ornith., Dép. Zool. Agri. For., Inst. Nat. Agro., El-Harrach, p.19.
- FARHI, Y., DAOUDI-HACINI, S., BENCHIKH, C., SOUTTOU, K., SEKOUR, M. & DOUMANDJI, S. (2004).- Place des fourmis dans le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) à Tizi Ouzou. *8^e Journée Ornithologie*, 8 mars 2004, Lab. Ornith., Dép. Zool. Agri. For., Inst. Nat. Agro., El-Harrach, p. 47.
- FARHI, Y., DOUMANDJI, S., DAOUDI-HACINI, S. & BENCHIKH, C. (2003).- Comparaison entre régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre (*Delichon urbica*) et les disponibilités alimentaires du milieu dans la région de Tizi Ouzou. *Rev. Ornithologia algerica*, **III** (1), 12-17.
- FRY, C.H. (1992).- Myrmecophagy by *Pseudochelidon eurystomina* and other African birds. *Bull. Brit. Om. Club.*, **112** (suppl.), 87-96.
- GUNTEN, K. VON (1961).- Zur Ernährungs Biologie der Mehlschwalbe, *Delichon urbica*: Die qualitative Zusammensetzung der Nahrung. *Om. Beob.*, **58**, 13-34.
- HACINI, S. & 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, S., HANANE, S. & HOUHAMDI, M. (2015).- La reproduction de l'Hirondelle rustique (*Hirundo rustica*) dans un milieu urbain Nord-Africain : quel impact des conditions climatiques et de l'application des insecticides ? *Revue d'Écologie (Terre & Vie)*, **70** (3-4), 280-290.
- HAMLAOUI, B., ROUAIGUIA, M., ZEBBA, R., KAFI, F., HADDAD, S., LAHLAH, N. & HOUHAMDI, M. (2016).- On the breeding ecology of House Martins *Delichon urbica* (Linnaeus 1758) in Northeast Algeria. *Zoology and Ecology*, **26** (2), 77-84.
- HAYAKAWA, M. & TERAYAMA, M. (1993).- Daily changes in the occurrence of winged ants in the swallow's feces. *Strix*, **12**, 209-213.
- KISSERLI, O & DOUMANDJI, S. (2005).- Spectre alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* L. 1758 (Aves, Hirundinidae) dans la région de Jijel. *Rev. Ornithologia algerica*, **V** (1), 36-40.
- KISSERLI, O. (1997).- *Place des insectes dans le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre Delichon urbica L. 1758 (Aves, Hirundinidae) à Jijel*. Thèse de Magistère. Institut National Agronomique, El-Harrach, 157 p.
- KOPIJ, G. (2000).- Birds of Maseru. *NUL Journal of Research*, **8**, 104-151.
- KOZENA, I. (1975).- The food of young House Martins (*Delichon urbica*) in the Karkonosze Mountains. *Zoologické Listy*, **24**, 149-162.

Régime alimentaire des hirondelles à Tébessa (Algérie)

- MENNESSIER, M. (1989).- Les architectes ont oublié les hirondelles. *Science et Vie*, 859, 40-45.
- MERZOUGUI, Y. (2009).- *Étude du comportement trophique et de la nidification de Delichon urbica Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans un milieu suburbain dans l'algérois*. Thèse de Magister en sciences agronomiques. École nationale supérieure agronomique, El Harrach, Alger. 88 p.
- MERZOUGUI, Y., BENTAIBA, I., KHERIEF R., AMROUCHE, A., DAOUDI-HACINI, S. & DOUMANDJI, S. (2015).- Insectivorie de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans la région de Bordj-Bou-Arreidj. 2^e séminaire international. *Biodiversité Faunistique en zones arides et semi-arides*.
- PARK, K.J., EVANS, M.R. & 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. Social.*, **48** (5), 364-372.
- RAMADE, F. (2003).- *Éléments d'écologie. Écologie fondamentale*. Paris, Éd. Dunod, 690 p.
- ROUAIGUIA, M., LAHLAH, N., BENSACI, E. & HOUHAMDI, M. (2015).- Feeding behaviour and the role of insects in the diet of Northern House-Martin (*Delichon urbica meridionalis*) nestlings in northeast Algeria. *African Entomology*, **23** (2), 329-341.
- SCHMID, H. (1995).- *Hirondelles et martinets*. Éd. N Station ornith. Suisse, Sempach, 37 p.
- SHELDON, F.H. & WINKLER, D.W. (1999).- Nest architecture and avian systematics. *The Auk*, **116** (4), 337-356.
- YEATMAN, L. (1976).- *Atlas des oiseaux nicheurs de France*. Éd. Société franç. ornith., Paris, 283 p.

(reçu le 25/03/2018 ; accepté le 29/04/2018)



Bulletin de la Societe Zoologique de France

Country [France](#)

Subject Area and Category [Agricultural and Biological Sciences](#)
[Animal Science and Zoology](#)
[Ecology, Evolution, Behavior and Systematics](#)

Publisher [Societe Zoologique de France](#)

Publication type Journals

ISSN 0037962X, 0037962

Coverage 1977, 1981-1982, 1996-2012, 2014

11

H Index