



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة باجي مختار - عنابة
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA



FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

THESE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT ES SCIENCES

Spécialité:
Biologie animale

Intitulée:

**Ecologie des hirondelles nicheuses dans la ville de Guelma et
impact sur la santé humaine**

Présentée par:
Mme. KHALED Assia

Membres de Jury:

| | | |
|------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Mme. ADJAMI Yasmine (MCA) | Présidente | Université d'Annaba |
| M. HOUHAMDI Moussa (Pr.) | Directeur de thèse | Université de Guelma |
| M. OUAKID Mohamed-Laid (Pr.) | Co-Directeur de thèse | Université d'Annaba |
| Mme. BOUAGUEL Leila (MCA) | Examinatrice | Université de Souk-Ahras |
| Mme. BOUAKKAZ Amel (MCA) | Examinatrice | Université de Khenchela |
| M. BOUKHEROUFA Mehdi (MCA) | Examinateur | Université d'Annaba |

Année Universitaire 2022/2023

Dédicaces

C'est avec profonde gratitude et sincères mots que je dédie ce modeste travail à mes chers parents, mon mari et mes deux filles Sofia et Inés, à ma sœur qui m'a toujours encouragé et mes deux frères samir et toufik.

Mme. Assia KHALED

Remerciements

A l'occasion de ma soutenance, je tiens à remercier vivement le DIEU, le tout puissant qui à éclairé mon chemin et pour la patience et la force qu'il ma donné afin de réaliser ce modeste travail. Mon respect s'adresse particulièrement à mes directeurs de thèse : Pr. HOUHAMDI Moussa (Université 8 Mai 1945 Guelma) et Pr. OUAKID Mohamed-Laid (Université Badji Mokhtar d'Annaba), pour la confiance qu'ils m'ont accordé en acceptant de diriger ce modeste travail, pour leurs multiples conseils judicieux, leurs soutiens, leurs encouragements, ainsi que leurs suivis tout au long de mon travail.

Je tiens aussi à remercier Dr. ADJAMI Yasmine (MCA, Université Badji Mokhtar d'Annaba), qui m'a fait l'honneur en acceptant de présider volontiers ce jury.

Mes remerciements vont également à tous les membres de jury, notamment Dr. BOUAGUEL Leila (MCA à l'Université Mohamed-Chérif Messaidia de Souk-Ahras), Dr. BOUAKKAZ Amel (MCA à l'Université Abbes Laghrour de Khenchela) et Dr. BOUKHEROUF Mehdi (MCA à l'Université Badji Mokhtar d'Annaba), d'avoir accepter de faire partie de ce jury et de me faire profiter de leurs expériences dans le domaine de l'écologie et la biologie animale.

Mes vifs remerciements vont également aux techniciennes de laboratoire Biologie, Eau et Environnement (LBEE), Université 8 Mai 1945 de Guelma et le laboratoire de Bactériologie de l'Hôpital Ibn Zohr de Guelma, notamment Pr. BARA mouslim, Dr. ROUAIGUIA Meriem, Dr. REGGAM Asma, Dr. FENGHOUR Hind et M. SELMI Amir.

Mes sincères remerciements et ma profonde gratitude vont à tous les enseignants de la Faculté SNV-STU de l'Université 8 Mai 1945 de Guelma, je les remercie d'avoir enrichi mes connaissances et de m'avoir guidé durant toutes ces années.

Mme. Assia KHALED

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.

- 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.
- ASR : Anaérobies Sulfito-Réducteurs
- D.O : Date d'éclosion
- DP : Date de ponte
- GN : Gélose Nutritif.
- GNA : Gélose nutritif à l'amidon
- Gr P : Grandeur de ponte
- JENV : Jeune envolée
- MH: Gélose Mueller Hinton
- OE: OEuf éclos
- OMS : Organisation Mondiale De La Santé
- Pr. P : Première Ponte.
- Q2 : Quotient pluviométrique.
- Se. P : Seconde Ponte.
- SE : Succès à l'éclosion
- SENV : Succès à l'envol
- SR: Succès de reproduction
- SS: Salmonella Shigella
- VF: Viande Foie

Liste des tableaux

| <i>Numéro</i> | <i>Titre</i> | <i>page</i> |
|--------------------|--|-------------|
| Tableau 1. | Classification des hirondelles (Adam <i>et al.</i> , 2015). | 07 |
| Tableau 2. | Coordonnées de la station météorologique de Guelma (ONM). | 30 |
| Tableau 3. | Température moyenne mensuelle la région de Guelma (1990-2020) (Station Guelma). | 31 |
| Tableau 4. | Répartition des précipitations moyennes mensuelles (Station Guelma). | 33 |
| Tableau 5. | Liste des antibiotiques utilisés | 67 |
| Tableau 6. | Nombre des nids de l'hirondelle de fenêtre au niveau de Guelma durant les années 2019 et 2020. | 68 |
| Tableau 7. | Caractéristiques des œufs | 71 |
| Tableau 8. | Mensurations des œufs | 73 |
| Tableau 9. | Matrice de corrélation entre les trois paramètres (Ponte 1) | 73 |
| Tableau 10. | Matrice de corrélation entre les trois paramètres (Ponte 2) | 73 |
| Tableau 11. | Le test T de Student | 74 |
| Tableau 12. | Test de Kolmogorov-Smirnov | 74 |
| Tableau 13. | Le test t de Student | 75 |
| Tableau 14. | Test de Kolmogorov-Smirnov | 76 |
| Tableau 15. | Le test T de Student | 76 |
| Tableau 16. | Test de Kolmogorov-Smirnov | 77 |
| Tableau 17. | Nombre des nids de l'hirondelle rustiques au niveau de Guelma durant les années 2019 et 2020. | 77 |

| | | |
|--------------------|--|-----|
| Tableau 18 | Date de ponte | 78 |
| Tableau 19. | Caractéristiques des œufs | 79 |
| Tableau 20. | Mensurations des œufs | 81 |
| Tableau 21. | Matrice de corrélation entre les trois paramètres (Ponte 1) | 82 |
| Tableau 22. | Test U de Mann-Whitney | 83 |
| Tableau 23. | Test de Kolmogorov-Smirnov | 83 |
| Tableau 24. | Test T de Student | 84 |
| Tableau 25. | Le test U de Mann-Whitney | 85 |
| Tableau 26. | Test de Kolmogorov-Smirnov | 86 |
| Tableau 27. | Le test t de Student | 86 |
| Tableau 28. | Le test U de Mann-Whitney | 87 |
| Tableau 29. | Test de Kolmogorov-Smirnov | 88 |
| Tableau 30. | Test t de Student | 88 |
| Tableau 31. | Caractères macroscopiques et microscopiques des colonies bactériennes isolées. | 96 |
| Tableau 32. | Résultats de l'identification biochimique des bactéries isolées | 100 |

| | | |
|--------------------|-------------------------------|-----|
| Tableau 33. | Résultats de l'antibiogramme. | 102 |
|--------------------|-------------------------------|-----|

Liste des figures

| <i>Numéro</i> | <i>Titre</i> | Page |
|--------------------|---|-------------|
| Figure 1. | Hirondelle rustique adulte mâle et femelle (Fenghour, 2016) | 08 |
| Figure 2. | Aire de répartition de l’Hirondelle rustique (Cramps et Perrins, 1994). | 10 |
| Figure 3. | Hirondelle rustique dans son habitat (Jean, 2006). | 13 |
| Figure 4. | Hirondelle de fenêtre (Gill et Donsker, 2017). | 17 |
| Figure 5. | Aire de répartition de l’Hirondelle de fenêtre (Cramps et Perrins, 1994). | 19 |
| Figure 6. | Construction du nid des hirondelles de fenêtre (Gill et Donsker, 2017). | 23 |
| Figure 7. | Les œufs de l’hirondelle de fenêtre (Gill et Donsker, 2017). | 25 |
| Figure 8. | Nourrissage des jeunes (Gill et Donsker, 2017). | 27 |
| Figure 9. | Situation géographique de la wilaya de Guelma (Rouaiguia, 2015) | 29 |
| Figure 10. | Carte d’Hydrographie de la wilaya de Guelma (URBACO, 2012). | 31 |
| Figure 11. | Diagramme pluviométrique saisonnier de la région de Guelma (1990-2020). | 35 |
| Figure 12. | Diagramme pluviothermique de la ville de Guelma (1990 - 2020). | 37 |
| Figure 13. | Situation de la ville de Guelma dans le climagramme d’Emberger (1990-2020). | 38 |
| Figure 14 . | Station d’étude Hopital El Hakim Okbiet le corse Guelma.Khaled.A,2023 | 41 |

| | | |
|--------------------|--|----|
| | Figure 15. Nids des Hirondelle de fenêtre. | 42 |
| Figure 16 . | Nids des Hirondelle rustique Khaled.A 2023. | 43 |
| Figure 17. | Organigramme du NPP (Labres <i>et al.</i> , 2008) | 48 |
| Figure 18. | Organigramme de dénombrement des Streptocoques fécaux en milieu liquide (Labres <i>et al.</i> , 2008) | 51 |
| Figure 19. | Recherche et dénombrement des anaérobies réducteurs (ASR) | 54 |
| Figure 20 . | La galerie API20E utilisée pour l'identification des entérobactéries isolées de la fiente des hirondelles (rustique et fenêtre). | 66 |
| Figure 21 | Le protocole d'application des disques d'antibiotiques. | 69 |
| Figure 22. | Variation saisonnière de la nidification des hirondelles au niveau de la ville de Guelma (2019 et 2020). | 70 |
| Figure 23. | Proportion de la grandeur de ponte chez les Hirondelles de fenêtres entre la première et la deuxième ponte (2019 et 2020). | 72 |
| Figure 24. | Corrélation entre la masse et la largeur durant la première ponte | 72 |
| Figure 25. | Boite à moustache représentant la comparaison de la longueur d'œuf entre les deux pontes | 74 |
| Figure 26. | Boite à moustache représentant la comparaison de la largeur d'œuf entre les deux pontes | 75 |
| Figure 27. | Boite à moustache représentant la comparaison de la masse d'œuf entre les deux pontes | 76 |
| Figure 28. | Variation saisonnière de la nidification des hirondelles au niveau de la ville de Guelma (2019 et 2020). | 79 |
| Figure 29. | Proportion de la grandeur de ponte chez les Hirondelles de fenêtres entre la première et la deuxième ponte (2019 et 2020). | 80 |
| Figure 30. | Corrélation entre la masse et la largeur durant la première ponte | 82 |

| | | |
|-------------------|--|-----|
| Figure 31. | Boite à moustache représentant la comparaison de la longueur d'œuf entre les deux pontes | 83 |
| Figure 32. | Boite à moustache représentant la comparaison de la largeur d'œuf entre les deux pontes | 85 |
| Figure 33. | Boite à moustache représentant la comparaison de la masse d'œuf entre les deux pontes | 87 |
| Figure 34. | Evolution du nombre des germes totaux | 90 |
| Figure 35. | Evolution du nombre de coliformes totaux. | 91 |
| Figure 36. | Evolution du nombre de coliformes fécaux. | 92 |
| Figure 37. | Evolution du nombre de streptocoques fécaux | 93 |
| Figure 38. | Aspect macroscopique sur gélose Hektoen. | 94 |
| Figure 39. | Aspect macroscopique sur gélose Chapman. | 95 |
| Figure 40. | Cocci Gram (+) | 95 |
| Figure 41. | Bâtonnets Gram (-) | 95 |
| Figure 42. | Résultat du test catalase (a : Positif. b : Négatif). | 97 |
| Figure 43. | Résultat du test oxydase (Négatif). | 97 |
| Figure 44. | Résultat du test coagulase (Positif). | 98 |
| Figure 45. | Profil biochimiques de quelques souches isolées | 99 |
| Figure 46. | Quelques photos des antibiogrammes | 104 |

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Résumés

| | |
|---|-----------|
| Introduction | 01 |
| Chapitre 1 | |
| 1. L'hirondelle rustique <i>Hirundo rustica</i> (Linnaeus, 1758) | 06 |
| 1.1. Morphologie de l'espèce | 06 |
| 2. Habitats et migration | 08 |
| 3. Biologie de reproduction | 11 |
| 3.1. Période d'arrivée | 12 |
| 3.2. Construction du nid | 13 |
| 3.3. Période de départ | 13 |
| 3.4. Reproduction | 13 |
| 3.4.1. La ponte | 13 |
| 3.4.2. La couvaison des œufs | 13 |
| 3.4.3. Ecllosion | 14 |
| 4. Régime alimentaire | 14 |
| 2. L'Hirondelle de fenêtre <i>Delichon urbica</i> (Linnaeus, 1758) | 16 |
| 2.1. Écologie de l'hirondelle de fenêtre | 17 |
| 2.2. Habitat et migration | 18 |
| 2.3. Biologie de reproduction | 21 |
| 2.3.1. Période d'arrivée | 21 |
| 2.3.2. Sélection du site de nidification | 21 |
| 2.3.3. Construction du nid | 22 |
| 2.3.4. Première nichée | 23 |
| 2.3.5. Deuxième nichée | 25 |
| 3. Régime alimentaire | 26 |

Chapitre 2

| | |
|---|-----------|
| 1. Situation géographique de la wilaya de Guelma | 28 |
| 2. Condition générales de la région d'étude | 29 |
| 2.1. Les Reliefs | 29 |
| 2.2. Hydrogéologie | 30 |
| 3. Cadre biotique | 31 |
| 3.1. La faune | 31 |
| Les mammifères | 31 |
| Les oiseaux | 32 |
| Les reptiles | 32 |
| 3.2. La flore | 32 |
| 4. Etude climatologique | 32 |
| 4.1. La température | 33 |
| 4.2. Précipitation | 34 |
| 4.3. Synthèse climatique | 36 |
| 4.3.1. Diagramme ombrothermique | 36 |
| 4.3.2. Climagramme d'Emberger | 37 |
| 5. Population de la wilaya de Guelma | 38 |
| 5.1. Agriculture et l'agronomie | 39 |

Chapitre 3

| | |
|--|-----------|
| 1. Biologie de la reproduction de l'hirondelle de fenêtre et rustique | 40 |
| 1.1 Station d'étude | 40 |
| 1.2. Caractéristiques des nids | 42 |
| 1.3. Paramètre démographique | 42 |
| 1.3.1. Paramètres de la reproduction | 43 |

| | |
|---|----|
| 1.3.2. Mensuration des œufs | 44 |
| 2. Microbiologie des fientes | 44 |
| 2.1. Prélèvement et préparation d'échantillon mère (suspension polymicrobienne) | 44 |
| 2.2. Dénombrement bactérien | 45 |
| 2.2.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et coliformes fécaux | 45 |
| Mode opératoire | 46 |
| a- Test de présomption | 46 |
| b- Test de confirmation (test de Mac Kenzie) | 47 |
| 2.2.2. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux (Enterococcus) | 49 |
| Mode opératoire | 49 |
| a- Test de présomption | 49 |
| b- Test de confirmation | 49 |
| 2.2.3. Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices (ASR) | 52 |
| 2.3. Recherche bactérienne et isolement | 55 |
| 2.3.1. Recherche des Salmonelles | 55 |
| 2.3.2. Recherche des Yersinia | 55 |
| 2.3.3. Recherche des Yersinia | 55 |
| 2.3.4. Recherche des Mycobacterium (Coloration de Ziehl-Neelsen) | 56 |
| 2.3.5. Recherche des Vibrio | 57 |
| 2.3.6. Recherche des levures | 58 |
| 2.4. L'identification | 58 |
| 2.4.1. Examen macroscopique | 58 |
| 2.4.2. Coloration de Gram | 59 |
| 2.4.3. Examen microscopique | 58 |
| 2.4.4. Examen liés aux caractères biochimiques | 59 |
| 2.4.5. Tests complémentaires | 60 |
| • Mise en évidence d'une catalase | 62 |
| • Recherche des cytochromes oxydases | 63 |
| • Recherche d'une staphylocoagulase | 63 |
| 2.5. Antibiogramme | 64 |
| ➤ Milieu | 65 |
| ➤ Inoculum | 65 |
| ➤ Ensemencement | 65 |

| | |
|---|-----------|
| ➤ Application des disques d'antibiotiques | 65 |
| ➤ Lecture | 66 |
| 3. Traitements statistiques | 67 |

Chapitre 4

| | |
|---|-----------|
| 1. Biologie de la reproduction des deux espèces d'hirondelles | 68 |
| 1.1. Hirondelle de fenetre | 68 |
| 1.1.1. date d'arriver | 68 |
| 1.1.2. Répartition des colonies | 68 |
| 1.1.3. Paramètres démographiques | 68 |
| 1.1.3.1. Date de ponte | 68 |
| 1.1.3.2. Grandeur de ponte | 69 |
| 1.1.3.2. Durée de l'incubation | 70 |
| 1.1.4. Analyses de corrélation | 73 |
| 1.2. Hirondelle rustique | 77 |
| 1.2.1. Date d'arrivé et chronologie d'occupation | 77 |
| 1.2.2. Date de ponte | 77 |
| 1.2.3. Grandeur de ponte | 78 |
| 1.2.4. Durée de l'incubation | 80 |
| 1.2.5. Test de Kolmogorov-Smirnov | 83 |
| 2. Microbiologie des fientes | 89 |
| 2.1. Résultats des dénombrements des microorganismes test de contamination fécale | 89 |
| 2.1.1. Germes totaux | 89 |
| 2.1.2. Coliformes totaux | 90 |
| 2.1.3. Coliformes fécaux | 91 |
| 2.1.4. Streptocoques fécaux | 92 |
| 2.1.5. Bactéries anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) | 93 |
| 2.2. Identification des souches bactériennes | 94 |
| 2.2. 1. Caractères cultureux et caractères microscopiques | 94 |
| 2.2.2. Identification biochimique | 96 |
| 2.2.2.1. Test de la catalase | 96 |
| 2.2.2.2. Test de l'oxydase | 97 |

| | |
|--|------------|
| 2.2.2.3. Test de la coagulase | 97 |
| 2.3. Résultats de l'identification biochimique | 98 |
| 2.4. Etude de la sensibilité et la résistance bactérienne | 101 |
| 2.5. Recherche des ASR | 104 |
| 2.6. Recherche des Yersinia et des Mycobacterium | 104 |
| 2.7. Recherche des levures | 104 |
| Discussion et conclusion | 105 |
| <i>Conclusion</i> | |
| <i>Références bibliographiques</i> | 111 |
| <i>Annexes</i> | 129 |

Résumé

L'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbicum* et L'Hirondelle rustique *Hirundo rustica* sont deux espèces migratrices nicheuses dans la région de Guelma en Algérie. Au niveau de la ville de Guelma, la première niche régulièrement sur les murailles de l'hôpital Hakim Okbi (un ancien bâtiment du centre-ville) où elle se reproduit en colonie de 352 nids et la deuxième niche aussi régulièrement dans les faubourgs de la ville et principalement dans la Cité Corse. Le suivi de la biologie de reproduction de ces deux passereaux a montré que les deux espèces nichent deux fois par an, en mars-mai et juin-juillet. Les caractéristiques des nids et des œufs sont similaires à celles enregistrées dans d'autres régions du pays. Le nombre d'œufs et leurs caractéristiques dans la première couvée sont supérieurs à ceux de la seconde. Ils sont souvent légèrement plus élevés durant la première ponte.

L'étude de la microbiologie des fientes des deux espèces (les dénombrements des germes test de contaminations fécales et les recherches des microorganismes pathogènes (bactéries et levures) qui jouent un rôle important dans l'évolution de certaines maladies a permis de montrer des taux très élevés pouvant atteindre 450 000 germes totaux, 300 000 Coliformes totaux, 270 000 Coliformes aérotolérants et 3 500 Streptocoques fécaux. Ce qui représente des taux assez élevés. Sous un autre angle, nous avons isolés et identifiés 53 espèces bactériennes dont la majorité appartient à la famille des Entérobacteriaceae. Certaines bactéries telles *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Citrobacter*, *Klebsella*, *Salmonella* et *Staphylococcus* sont très pathogènes pour l'homme et exhibent des résistances aux antibiotiques.

De ce fait, un plan de suivi est impératif pour le suivi des espèces nicheuses en milieu urbain afin de maintenir d'une part la dynamique de ces oiseaux et d'autre part éviter leurs conséquences souvent négligés.

Mots clés : Hirondelle de fenêtre, Hirondelle rustique, reproduction, microbiologie des fientes, dénombrement microbien, recherche bactérienne.

Abstract

The Window Swallow (*Delichon urbicum*) and the Barn Swallow (*Hirundo rustica*) are two migratory species nesting in the Guelma region of Algeria. In the city of Guelma, the Window Swallow nests regularly on the walls of Hakim Okbi Hospital (a former building in the city center), where it breeds in a colony of 352 nests. The Barn Swallow also nests regularly in the outskirts of the city, mainly in Corse city. Observations of the breeding biology of these two passerine species show that both species nest twice a year, in March-May and June-July. The nest and egg characteristics are similar to those recorded in other regions of the country. The number of eggs and their characteristics in the first clutch are higher than in the second, often slightly higher during the first laying.

The study of the microbiology of the droppings of both species, including germ counts, fecal contamination tests, and the search for pathogenic microorganisms (bacteria and yeast) that play a significant role in the development of certain diseases, revealed very high levels, reaching up to 450,000 total germs, 300,000 total coliforms, 270,000 aerotolerant coliforms, and 3,500 fecal streptococci. These levels are relatively high. Additionally, 53 bacterial species were isolated and identified, with the majority belonging to the Enterobacteriaceae family. Some bacteria, such as *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Salmonella*, and *Staphylococcus*, are highly pathogenic to humans and exhibit antibiotic resistance.

Therefore, an essential monitoring plan is required for the nesting species in urban areas to maintain the dynamics of these birds and avoid the often overlooked consequences.

Keywords: Window Swallow, Barn Swallow, reproduction, microbiology of droppings, microbial count, bacterial research.

ملخص

يعتبر طائر السنونو (الخطاف) بنوعيه أبيض البطن (*Delichon urbicum*) وطائر سنونو المداخن (*Hirundo rustica*)

من الطيور المهاجرة حيث نسجل قدومه بالجزائر في مدينة قالمة ، يعيش الأول بانتظام في مركز مدينة قالمة على جدران مستشفى الحكيم عقبي (يتكاثر في مستعمرة من 352 عشًا)، ويعشش الثاني بانتظام في ضواحي المدينة وبشكل رئيسي في حي الكورس.

أظهرت مراقبة بيولوجيا التكاثر أن كلا النوعين يعيشان مرتين في السنة، في الفترة الممتدة بين مارس وجويلية. وتتشابه خصائص العش والبيض مع تلك المسجلة في أجزاء أخرى من البلاد. عدد البيض وخصائصه مختلف بين الحضنة الأولى والثانية. عدد البيض وخصائصه في الحضنة الأولى أكبر من الثاني. غالبًا ما تكون أعلى قليلاً أثناء التبويض الأول.

أظهرت دراسة علم الاحياء المجهرية لفضلات النوعين (تعداد الكائنات الحية الدقيقة، واختبار التلوث البرازي والبحث عن الكائنات المسببة للأمراض) مستويات عالية جدا ما يصل إلى 450.000 مجموع الجراثيم، 300000 مجموع القولونيات، 270.000 القولونية الهوائية، و3500 العقدية البرازية، ومن زاوية أخرى، قمنا بعزل وتحديد 53 نوعًا من البكتيريا، ينتمي معظمها إلى عائلة Enterobacteriaceae، وبعض البكتيريا مثل Pseudomonas و Vibio و Citrobacter و Klebsella و Salmonella و Staphylococcus وهي من مسببات المرض للإنسان وتظهر مقاومة للمضادات الحيوية. تعد خطة المراقبة أمرًا ضروريًا لرصد أنواع التعشيش في المناطق الحضرية من أجل الحفاظ على ديناميكيات هذه الطيور من ناحية ومن ناحية أخرى لتجنب عواقبها التي غالبًا ما يتم إهمالها.

الكلمات المفتاحية:

السنونو أبيض البطن، سنونو المداخن، التكاثر، ميكروبيولوجيا الفضلات، العد الميكروبي، البحوث البكتيرية.



Introduction

La migration a une définition réussie qu'elle décrit comme "un mouvement saisonnier et régulier accompli entre deux régions distinctes par de nombreuses espèces animales et particulièrement des oiseaux". Ainsi, les oiseaux migrateurs commencent un parcours plus ou moins long depuis leur aire d'hivernage dont le but principal de cet itinéraire est d'établir leurs nids dans une zone riche en ressources (notamment alimentaires) leur permettant de se reproduire avec succès (Houhamdi, 2002). Après cela, ils commencent le voyage inverse, ils rentrent dans leur zone d'hivernage pour passer la mauvaise saison dans une région favorable d'un point de vue météorologique (Poitevin, 2010). De nombreux oiseaux meurent en chemin, souffrant de fatigue, de faim, de conditions climatiques, de prédation, de chasse ...etc. (Grosjean, 2007).

Les migrateurs bénéficient d'un cycle de vie annuel qui oriente et régule les principales étapes de leur vie. Les dates d'arrivée et de départ pour les migrateurs de longue durée sont peu variables d'une année à l'autre (Bejeck, 1989). En raison de leur alimentation, les oiseaux migrateurs dépendent de l'environnement dans lequel ils vivent (Paquet *et al.*, 2006).

Si nous regardons la définition du Dorst, la migration répond aux impératifs biologiques qui sont la survie et la reproduction des espèces (Dorst, 1955). L'équilibre de l'animal et de son environnement est loin d'être figé : il influence à chaque instant l'équilibre suivant (Société des périodiques Larouse, 1992). Les itinéraires migratoires et les périodes changent avec le temps, comme si le monde animal essayait de rester en équilibre dans un environnement changeant. De multiples variables influencent particulièrement les déplacements migratoires : Les conditions climatiques qui montrent des changements dans la température, les précipitations, la luminosité, la nourriture, à la recherche d'endroits offrant les meilleures ressources alimentaires, à la reproduction, en menant des recherches sur l'amélioration des sites de nidification des oiseaux migrateurs (Brisbois, 2009).

La recherche de nourriture, et par conséquent, d'énergie est évidemment essentielle à la survie des espèces animales. L'évasion du froid est essentielle pour les animaux qui ne sont pas en mesure de supporter les basses températures nordiques et aussi, pour d'autres, il est nécessaire d'échapper aux sécheresses saisonnières des régions tempérées ou tropicales (Felix, 1985).

Plusieurs hypothèses tiennent compte de la répartition des espèces par rapport aux conditions abiotiques, comme la dégradation du climat. D'autres affirment que la répartition des espèces est influencée par des facteurs biotiques comme la qualité de l'habitat, la formation de

la végétation, l'abondance alimentaire (Ashmol 1963, 1965) et les parasites (Mac Arthur, 1972) en relation avec l'hypothèse de l'allocation d'énergie.

L'abondance des aliments est illustrée par l'hypothèse Ashmole (1963, 1965), basée sur la saisonnalité des ressources alimentaires : L'abondance de la population est déterminée par la mortalité en hiver, qui dépend elle-même des ressources disponibles pour cette saison. Pendant cette période, l'énergie disponible pour la reproduction est déterminée par la différence alimentaire entre l'hiver et l'été (Adamou, 2011).

Les insectes constituent l'une des catégories d'animaux les plus prospères. On considère ce taxa comme la principale source de nourriture des oiseaux (Dorst, 1971). Une attention particulière devrait être accordée aux oiseaux insectivores qui jouent un rôle important dans la réduction des insectes nuisibles et qui contribuent de manière significative à l'équilibre de l'écosystème et sont donc des alliés de l'agriculture. Afin de prévenir la propagation rapide des groupes d'arthropodes. Parmi ces oiseaux, nous citons l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbicum* et l'Hirondelle rustique *Hirundo rustica* Linné, 1758 qui sont des oiseaux migrateurs qui installent leurs nids près des habitations très répandu en Eurasie, en Amérique du Nord et en Afrique du Nord (Møller, 1994). Selon les estimations, la population mondiale compte au moins 190.000.00 individus (Rich *et al.*, 2004). Elles apparaissent dès le début du mois de mars pour se reproduire avant de repartir à la fin du mois de septembre (Bamahammed, 2011). Mais ces admirables oiseaux demeurent fragiles face aux contraintes imposées par l'homme moderne à l'usage des pesticides, le bétonnage des espaces verts, la destruction directe des nids sont autant d'exemples qui ont provoqué une diminution alarmante des populations d'hirondelles (Mennessier, 1989).

À travers le monde, plusieurs auteurs ont étudié divers aspects de la bioécologie des Hirundinidae, notamment leur reproduction (Bryant et Westerterp 1980, Westerterp et Bryant, 1984; Schmid, 1995 ; Sakraoui 2003, Sakraoui *et al.*, 2005 ; Haddad *et al.*, 2015 ; Dadci *et al.*, 2022), leur vol (Bruderer *et al.*, 2001), leur pathologie (Sheldon et Winkler, 1999; Christe *et al.*, 2001; Park *et al.*, 2000) et leur régime alimentaire (Gunten, 1961 ; Bryant, 1973 ; 1979 ; Prodon, 1982 ; Kopij, 2000 et Chisamera et Manole, 2005, 2007, Rouaiguia *et al.*, 2015, Hamlaoui *et al.*, 2016, Fenghour *et al.*, 2018),

En Europe, l'Hirondelle rustique a suscité l'intérêt de nombreux scientifiques (Møller, 1994, 2004 ; Saino *et al.*, 2004 ; Ambrosini *et al.*, 2006, 2011 ; Turner, 2006 ; Ambrosini et Saino, 2010 ; Kopij et Polit, 2014). Elles ont servi à étudier les effets d'un parasitisme (Barclay, 1988 ; Møller, 2000), la sélection sexuelle (Kose *et al.*, 1999 ; Perrier *et al.*, 2002) et de biologie

de la reproduction (Thompson, 1961 ; Ramstack et al, 1998), en Amérique (Safran, 2004, 2006 ; García-Pérez *et al.*, 2014 ; Heagy *et al.*, 2014) et même en Asie (Hasegawa *et al.*, 2010, 2012, 2013, 2014). Il s'agit d'une bonne espèce modèle pour étudier les modèles temporels et géographiques de succès et de comportement de reproduction.

D'autre part en Algérie, très peu d'études sont consacrées à des hirondelles ; En Afrique du Nord, peu d'informations sont disponibles la biologie de reproduction (Cramp, 1988 ; Møller, 1994), quelques études ont été réalisées en Afrique du Nord sur la biologie reproductive de l'Hirondelle rustique (Lahlah 2011 ; Sakraoui *et al.*, 2005 ; Haddad *et al.*, 2015). Des travaux sur la bio-écologie des Hirundinidae sont menés dans plusieurs régions de notre pays, y compris les régions centrales et les régions du sud de l'Algérie 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-Arreidj Merzougui *et al.*, 2009 à Tamanrasset : Bamahammed *et al.*, 2011, à Tébassa : Fenghour, 2016) et à Annaba : Sakraoui 2003 ; Lahlah *et al.*, 2006.

Dans la région de Guelma, peu d'études ont été réalisées. Elles se sont intéresser uniquement au suivi de la biologie de reproduction et à l'étude du régime alimentaire des deux espèces d'hirondelles nicheuse dans la ville de Guelma (Rouaiguia *et al.*, 2015 ; Haddad *et al.*, 2015). A souligner aussi que le mode de reproduction colonial de ces oiseaux est un mode de vie social particulier dans lequel les individus se réunissent pendant la saison de reproduction et défendre les territoires qui contiennent uniquement le site de reproduction (Perrins and Birkhead, 1983). Elles peuvent être très sensibles aux conditions météorologiques changeantes (Ambrosini *et al.*, 2006 ; Møller, 2013) et à l'application des substances chimiques nocives (Cabello d'Alba, 2002) qui peuvent affeter négativement la microflore de leurs tubes digestifs. Cette flore microbienne importante et diversifiée et joue une importance primordiale, pour une digestion optimale des aliments et par conséquent la situation nutritionnelle des poussins (Hopper *et al.*, 1998). Toutefois, les bactéries pathogènes peuvent compromettre l'investissement de cette croissance et diminuer les chances de survie ou même tuer leurs hôtes (Nutall 1997, Poti *et al.*, 2002).

De ce fait, les oiseaux migrateurs sillonnent de nombreux pays et peuvent être à l'origine de l'introduction et de l'émergence de plusieurs maladies infectieuses, telles que la fièvre du Nil

occidental et l'influenza. Les modifications physiologiques de ces oiseaux avant et pendant la migration conduisent à un état de précarité sanitaire pouvant entraîner une infection par certains de ces pathogènes et leur expression clinique (Reed *et al.*, 2003). Depuis longtemps, diverses espèces d'oiseaux sont impliquées dans l'épidémiologie de certaines maladies humaines ou animales, soit en tant que diffuseurs, soit en tant qu'amplificateurs de maladies (Guiguen et Camin, 1997).

Plusieurs infections virales, bactériennes et fongiques sont susceptibles d'affecter les oiseaux, y compris les oiseaux migrateurs (Benskin, 2009). Notamment, le choléra causé par *Pasteurella multocida*, la tuberculose provoquée par *Mycobacterium avium*, la Salmonellose provoquée par les *Salmonella*, les chlamydioses provoquées par *Chlamydochila 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 Aspergilloses provoquées par inhalation des spores de *Aspergillus fumigatus* et *niger* (Thomas *et al.*, 2007).

La zoonose est toute maladie infectieuse et contagieuse fréquente pour les humains et les animaux. Ici, nous nous concentrerons plus spécifiquement sur la contamination des animaux à l'homme. La contamination se produit principalement à travers les voies respiratoires et le tractus digestif (contamination mains bouche, soit directement, faute d'hygiène, soit par de l'eau ou des aliments contaminés). Des infections peuvent également apparaître en raison de contacts cutanés (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, y compris l'intensité et la durée de l'exposition, l'endroit où les fientes sont déposées et la durée pendant laquelle elles ont été accumulées. A titre d'exemple, les fientes fraîches et anciennes séchées ne présentent pas le même potentiel infectieux : l'acidité des fientes nouvellement déposées empêchera la croissance des spores du sol pendant deux à trois ans. En revanche, les bactéries, virus et parasites excrétés par les pigeons peuvent survivre et se multiplier dans ce milieu acide (Hiller, 2004).

Les objectifs de cette présente étude réalisée sur les colonies d'hirondelles nicheuses régulièrement dans la ville de Guelma et principalement au niveau de l'hôpital Hakim Okbi (un ancien bâtiment du centre-ville) et cité le Corse sont d'enrichir d'une part nos connaissances sur la biologie de la reproduction de ces deux espèces d'hirondelles *Delichon urbicum* et *Hirundo rustica* tout en soulignant les caractéristiques des paramètres de reproduction (nids, œufs...etc.) et contribuer à isoler les microorganismes pathogènes des fientes fraîches afin d'estimer les

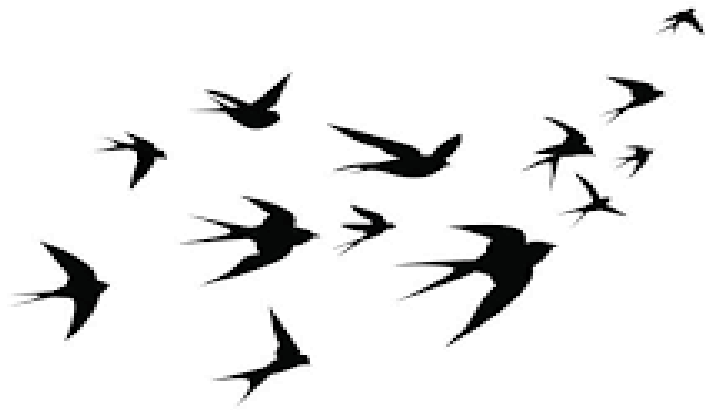
risques bactériens qu'ils peuvent engendrer. Dans cet objectif, nous nous sommes investis dans l'isolement, le comptage et l'identification de la microflore des fientes des deux espèces d'hirondelles et de rechercher les bactéries pathogènes. Cette thèse est structurée en deux parties interdépendantes :

La première réalisée sur un suivi de deux saisons de reproduction (2019/2020) est consacrée à l'étude de la biologie de la reproduction et qui concerne principalement la date de ponte, 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 urbicum* et *Hirundo rustica*) nicheuses dans la ville de Guelma située au nord Est Algérien.

La deuxième résumé l'étude et l'analyse microbiologique des nids et des fientes de ces deux espèces d'hirondelles nicheuses dans le but d'estimer la microflore pathogènes de ces bactéries isolées et déterminer les risques sanitaires que peuvent engendrer (risque de transmission de ces microorganismes pathogènes).

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

Une conclusion générale clôture cette thèse et fera la synthèse des résultats tirés des deux axes étudiés.



Chapitre 1 :

MODELES BIOLOGIQUES

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

L'hirondelle rustique (*Hirundo rustica*) est l'espèce d'hirondelle la plus répandue au monde. Elle est également connue sous le nom d'Hirondelle de cheminée ou d'Hirondelle des granges, car elle nichait autrefois dans les anciennes grandes cheminées-fumoirs, des granges, de ville, domestique.

L'Hirondelle rustique (*Hirundo rustica*) est une espèce migratrice de taille moyenne que l'on trouve dans les habitats en plein air. Elle niche à l'intérieur de nos maisons, dans nos cheminées, particulièrement là où il y a peu de mouvement et de bruit (Fig.1) (Adam *et al.*, 2015).

Les adultes montrent une très grande fidélité aux sites de reproduction, généralement avec plus de 99 retours d'adultes utilisant le même site et nombre d'entre eux retournent au même nid de façon consécutive années (Brown et Brown 1999a, Safran 2004, Turner 2004). Toutefois, l'hirondelle rustique les oisillons retournent rarement à leur lieu de naissance et rares sont ceux qui s'installent dans un rayon de 30 Km de leur site natal (, Balbontin *et al.*, 2009a, Brown et Brown 1999a Shields, 1984 ; Turner et Rose, 1989 ;).

Il s'agit d'un oiseau qui annonce la belle saison et qui en outre rend de véritables services à l'homme. Il semble en tout cas que ses services devraient assurer sa sécurité 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). C'est ainsi que les hirondelles délivrent les charançons et bien d'autres insectes destructeurs de nos jardins, de nos récoltes, de nos forêts, et que ces insectes se multiplient dans un pays, et nos pertes avec eux, dans la même mesure que le nombre d'hirondelles et d'autres insectivores y diminuent (Adam *et al.*, 2015).

1.1. Morphologie de l'espèce

L'Hirondelle rustique est un passereau de taille moyenne. Sa longueur est de 17 à 19 cm et son poids est de 18 à 20 grammes (Andrews 1984, Møller 1994). L'adulte possède un plumage contrasté. Le front et la gorge sont rouge foncé. Un collier bleu noir forme une bande pectorale qui tranche nettement avec la poitrine allant du blanchâtre au roussâtre (Turner, 2010).

L'Hirondelle rustique se caractérise par des ailes longues, triangulaires et effilées, un cou peu prononcé, une silhouette gracieuse et élancée et une queue nettement échancrée (creusée en

forme de V) (Ambrosini, 2000). Les parties supérieures des adultes sont de couleur bleu-noir uniforme aux reflets métalliques et les parties inférieures du corps va du blanchâtre au roussâtre. La queue nettement fourchue présente des rectrices externes très allongées appelées « filets » qui mesurent jusqu'à 106 mm chez le mâle et 84 mm au maximum chez la (Pyle 1997). Le dessus de la queue est marqué d'une rangée de petites taches blanches à proximité de l'échancrure. Le bec et les pattes de faible taille sont noirs. La femelle présente un plumage moins coloré aux reflets bleus moins prononcés que chez le mâle (Turner, 2010).

L'Hirondelle rustique fait partie de l'ordre des Passériformes, de la famille des Hirundinidés, du genre *Hirundo* et de l'espèce *rustica*. Le tableau ci-dessous illustre le classement de l'hirondelle rustique

Tableau 1. 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> |



Figure 1. Hirondelle rustique adulte mâle et femelle (Fenghour, 2016)

2. Habitats et migration

L'Hirondelle rustique est un oiseau qui aime les paysages ouverts et qui utilise généralement les constructions humaines pour confectionner son nid. Cette espèce vit en association avec l'homme qui la tolère dans les bâtiments car il la considère utile puisqu'elle se nourrit d'insectes perçus comme nuisibles (Vansteenwegen, 1988). Elle préfère des zones à végétation basse, comme les prairies, les bocages, les marais, les parcs et les jardins, notamment lorsqu'il y a une source d'eau à proximité, car elle s'abreuve en vol. Cette hirondelle évite les zones boisées, trop accidentées ou trop densément peuplées. Cette espèce évite les forêts denses et la très haute montagne. Elle dépend de la présence d'immeubles, maison et monuments pour nidifier.

C'est une espèce commensale de l'homme et la présence de constructions accessibles comme des granges ou des étables à construire son nid, et des endroits exposés tels que des fils, des branches nues ou des arêtes de toits est également importante pour l'hirondelle lors de son choix d'un site de reproduction. La présence de boue à proximité est nécessaire au moment de la construction du nid (Snow et Perrins, 1998).

La migration s'est faite dans le cadre de l'évolution des espèces et du changement climatique, dans le comportement de celles-ci. Cette fonction permet aux hirondelles, comme à d'autres insectivores, de s'adapter aux variations de l'abondance de leurs proies. Il faut donc

quitter la région froide en hiver pour rejoindre des territoires africains plus favorables. La migration de l'hirondelle est simplement le moment où les aliments commencent à se raréfier (Jean, 2006).

Son aire de répartition est vaste en Amérique du Nord et en Eurasie ; Son aire de reproduction inclut également le nord du continent africain. Elle échappe aux hautes montagnes et aux régions arides .Les effectifs sont en baisse dans la plupart des pays européens, à l'exception de l'Europe de l'Est (Fig.2).

La sous-espèce *Hirundo rustica rustica*, qui se reproduit en Europe et en Asie, entre le cercle polaire au nord, le nord de l'Afrique, le Moyen-Orient et le Sikkim au sud et le fleuve Ienisseï à l'est. (Cramp 1988 ; Møller 1994). En hiver, il se déplace vers l'Afrique, la péninsule arabe et le sous-continent indien. Les hirondelles qui hivernent en Afrique du Sud viennent de toute l'Eurasie depuis des longitudes pouvant atteindre 91 degrés de latitude et, et ont parcouru jusqu'à 11 660 km lors de leur migration (LPO, 2002 in Sakraoui 2012).

Dans l'ensemble, les oiseaux auront parcouru six cents kilomètres au-dessus des vagues avant d'atteindre les rivages africains. Leur parcours commence à peine. En fait, juste après la mer, ils vont faire face à l'épouvantable Sahara, tout aussi mortel. Mais pour ceux qui ont survécu à tous ces voyages, la destination finale sera facilement accessible (Regnier, 2006). Ils se trouvaient alors à 5800 kilomètres de leur étable natale. Elles profiteront de leur séjour en Afrique pour se refaire une beauté. A la mi-janvier, les hirondelles commencent le voyage dans le sens opposé, affrontant les mêmes dangers que sur leur chemin. À la mi-février, annonce du printemps qui s'en vient (Jean, 2006). L'aire de reproduction de l'Hirondelle rustique englobe toute l'Amérique du Nord, l'Eurasie, Une partie de l'Afrique du nord et du Moyen-Orient. Elle hiverne en Amérique du Sud, dans le sud de l'Asie, en Micronésie, en Indonésie, en Afrique ou en Australie, suivant son lieu de reproduction. On compte environ 190 millions d'Hirondelles rustiques dans le monde (Haddad *et al.*, 2015).

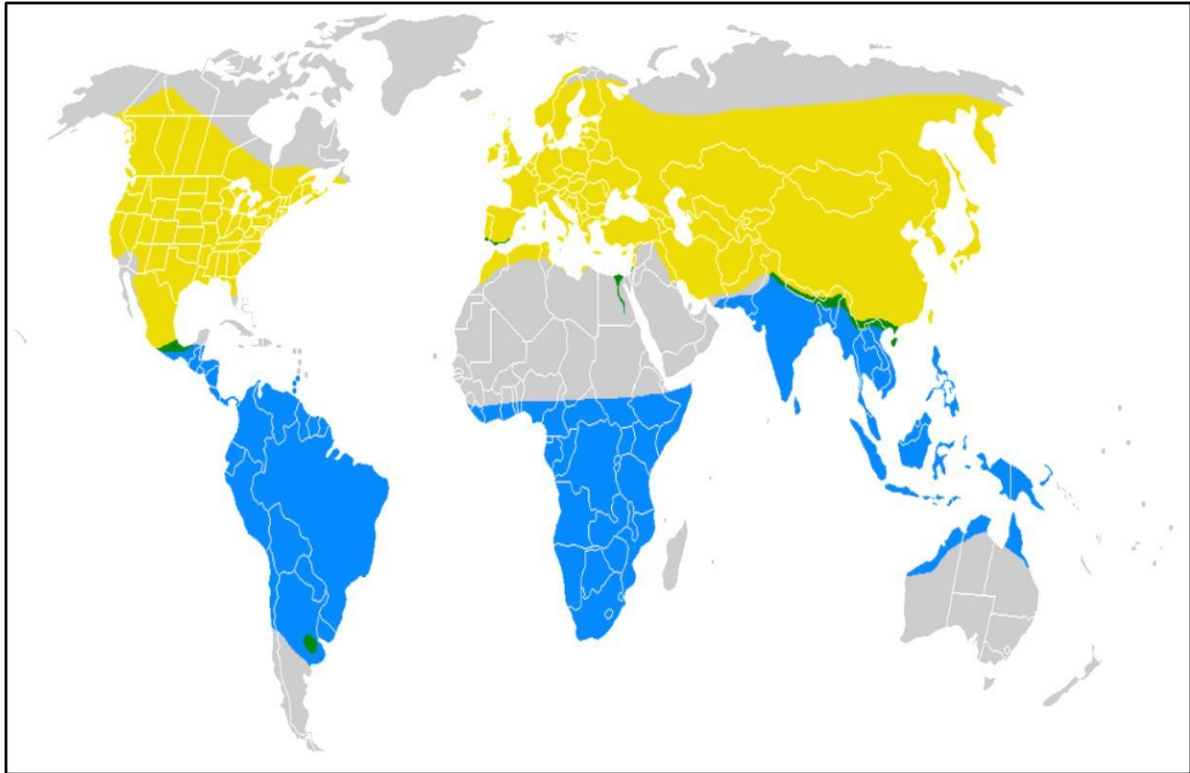


Figure 2. Aire de répartition de l’Hirondelle rustique (Cramps et Perrins, 1994).

Zone d’hivernage Zone de nidification Habitat permanent

Une hirondelle mâle, dès son retour d’Afrique, part en quête du meilleur nid pour l’année à venir. En effet, lors de leur migration vers l’Afrique, les hirondelles renoncent à leurs nids, à tel point que le premier revenant de la migration peut réserver les meilleurs nids (Fig.3). Il y a parfois des conflits pour la possession d’un ou de plusieurs nids (les hirondelles ont parfois plusieurs nids) (Jean, 2006). Une fois en possession du nid, le mâle procède à certaines modifications, la principale étant qu’il élève 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 chante une chanson agressive conçue pour éloigner les autres mâles. Lorsque son territoire est bien défini, le mâle peut s’engager dans un exercice beaucoup plus difficile : faire la cour à une femelle. Pour cela, il se pose sur l’un de ses perchoirs (fil, clou...) et chante de façon à séduire la première magnifique hirondelle à passer. (Isenmann, 2000).



Figure 3. Hirondelle rustique dans son habitat (Jean, 2006).

3. Biologie de reproduction :

Le cycle reproducteur de l'hirondelle rustique comprend la formation de couples, l'accouplement, la construction de nids, la formation d'œufs, la ponte, la couvaison et l'élevage de poussins (Møller 1985). Ces activités peuvent avoir une durée et un coût énergétique différents. (Ettinger et King, 1980).

3.1. Période d'arrivée

L'Hirondelle rustique est une espèce migratrice qui hiverne en Afrique centrale. La première arrivée au site de nidification se produit au cours du mois d'avril sur la plupart des aires de nidification (Møller, 1994). La période d'arrivée est variable selon les espèces ; le mois de Mars pour les Hirondelles rustiques. Cependant, il peut prendre plusieurs semaines pour une seule espèce : entre la mi-mars et avril dans la plupart des zones de nidification (Møller 1994). Ce sont les mâles qui arrivent en premier, lorsqu'ils conquièrent un nid ou un territoire, les femelles les rejoignent par la suite et les trouvent déjà prêts à se reproduire (Tompson 1992).

Des études sur les hirondelles ont démontré un lien entre la date d'arrivée et l'âge. L'étude réalisée par Thompson *et al.*, (1988) montre que les hirondelles plus âgées arrivent plus tôt que les jeunes couples, la date d'arrivée anticipée favorise une saison plus longue, un bon accès aux sites les plus propices et une bonne constitution de réserves avant l'initiation de la ponte et elle est significativement corrélée avec la date de ponte du premier œuf (Thompson *et al.*, 1988)

La date d'arrivée a également influé sur le succès de l'acquisition de l'accouplement et de la date de l'accouplement. Les femelles ont choisi les accouplements en utilisant la longueur de la queue comme repère. Le choix de la femelle n'a apparemment pas été affecté par la qualité du territoire. Les hirondelles femelles n'ont pas pu prédire l'intensité de l'accouplement ou l'étendue des soins paternels (intensité de l'alimentation de la progéniture) à partir de la date d'arrivée du mâle ou de la longueur de la queue du mâle (Moller, 1994).

3.2. Construction du nid :

L'hirondelle est une sorte d'oiseau migrateur qui s'installe dans nos régions à partir du printemps pour se reproduire. (Daoudi, 2005). Dès leur arrivée, lorsque les couples se seront formés, les individus travailleront à la construction des nids (Brugiere, 1996).

Les hirondelles retournent aux mêmes endroits pour pondre leurs œufs, et commencent immédiatement le travail. Ils construisent un nouveau nid, et l'installent au même endroit que le premier détruit ou renouvelle le nid préexistant (Thompson, 1992). Le choix du lieu de nidification dépend notamment de la proximité des plans d'eau mais également de la présence humaine. (Saeran, 2005). Le nid construit en priorité dans les étables, écuries, granges, l'idéal étant que le plafond a des poutres, peut être installé dans un garage, une cave, sous des ponts, à l'intérieur des maisons, sous ou sur une corniche, protégé contre la pluie (Regnier, 2006).

Le nid a la forme d'un hémisphère avec une ouverture circulaire vers le haut. La petite taille de cette entrée rend plus facile de défendre la maison, et est destinée à empêcher d'autres oiseaux d'entrer. Le nid est construit par les deux parents avec une boue fine qu'ils obtiennent dans les mares et au bord de l'étang ou de la rivière. Cette boue se lie plus facilement, mais comme elle ne se trouve pas en quantité suffisante jusqu'à ce qu'il pleuve, les hirondelles sont impatientes de tirer parti de cette circonstance. Ils se rencontrent souvent, unissent leurs efforts et construisent des nids pour plusieurs ménages, en profitant de matériaux précieux.

Les petites boules de terre sont mélangées avec de la salive qui scelle tout. Tandis qu'un grand nombre apportent les matériaux, la mère donne au nid sa forme, polit la boue détrempée et en frottant ses plumes, fait disparaître toutes les rugosités qui pourraient blesser les petits. La terre utilisée est fortifiée avec des brins de paille entrelacés à l'épaisseur des murs ; la couche intérieure est recouverte d'un nombre important de plumes (Regnier, 2006).

En Afrique du Nord, l'Hirondelle rustique privilégie l'habitat urbain ou infra-urbain à l'habitat rural (Sakraoui *et al.*, 2005). Ce n'est pas le cas dans la majeure partie de la zone de nidification de l'espèce où il niche sur les fermes et les granges, etc...(Amborsini *et al.*, 2002 Møller, 1983 ; Thompson, 1988).

3.3. Période de départ

Elle est plus étalée. Elle se déroule au mois de septembre pour la plupart des hirondelles rustiques. Pour la même espèce, il y a des oiseaux précoces et des oiseaux tardifs, l'hirondelle rustique voit les petits partir en juillet tandis que d'autres individus sont encore vus en novembre ! Le départ d'une population d'un village est souvent précédé par des «préparatifs» : vols, cris spéciaux (Isenmann, 2000).

3.4. Reproduction

Chez les hirondelles, l'accouplement survient dix jours avant l'amorce du frai (Møller, 1985) et la ponte débute en moyenne 16 jours après la constitution du couple (Møller, 1994).

3.4.1. La ponte

Quelques jours plus tard, à l'accouplement des hirondelles, la femelle pond son premier œuf. La femelle hirondelle pondra entre trois et cinq œufs autres, à raison d'un par jour tôt le matin. La grandeur de ponte varie entre 2 à 7 œufs blancs tachetés de roux par femelle (Cramp, 1988).

3.4.2. La couvaison des œufs

La femelle va incuber ses œufs pendant 15 jours, un peu moins par beau temps et un peu plus par temps froid. Le temps d'incubation est compris entre 11 et 21 jours (Perrins et Cuisin

1987). La femelle les laisse uniquement pour se nourrir, car le mâle ne les nourrit pas pendant toute la durée de l'incubation (Sakraoui, 2012).

3.4.3. Eclosion

Quinze jours plus tard, la femelle aura le plaisir de voir éclore ses œufs. Il y aura de chacun d'eux un petit poussin tout laid et ridé, sans la nuance d'une plume. Leur mère continuera de les couvrir comme s'ils n'avaient jamais éclos (Daoudi, 2005). Peu à peu, la mère couve de moins en moins les petits, tandis que le père fait des allers retours pour nourrir les petits affamés. Bientôt, la femelle l'accompagnera lors de ses allers et retours (Schmid, 1995). Les petits poussent et quittent le nid après vingt jours (Cramp, 1988).

Dès ce jour, de jeunes hirondelles sont nourries, toujours sur le bec, mais depuis un perchoir et non depuis le nid. Ils se mettent à chasser, mais la plus grande partie de leur nourriture provient toujours de leurs parents. Puis, tout d'un coup, ils chassent leurs enfants, ne leur permettant plus de s'approcher trop près du nid. Dès la mi-août, les premières hirondelles ont entrepris de quitter le pays (Brugiere, 1996).

Une deuxième ponte est effectuée chez les couples les plus précoces, rarement une troisième. Les jeunes des premières nichées effectuent leur erratisme juvénile dès le mois de juin et est rejoint par les adultes au bord des étangs qui servent de dortoirs durant le mois d'août avant leur migration (LPO, 2002 in Sakraoui 2012).

4. Régime alimentaire

L'Hirondelle rustique, comme tous les membres de la famille, est un insectivore exclusif qui se nourrit uniquement d'insectes capturés dans l'air. C'est un oiseau sociable qui se rassemble en un groupe de quelque 100 individus pour de longues expéditions. Il est capable de chasser jusqu'à 400 à 500 mètres autour de son nid (Ambrosini *et al.*, 2002 Møller, 1987 ;). Elle a une morphologie adaptée à cette fonction. La vision joue un rôle important dans la chasse. La population d'Hirondelles rustiques se classe parmi les oiseaux qui ont une grande importance écologique et économique en réglementant le nombre d'insectes nuisibles dans l'environnement, parce qu'un couvain requiert un minimum de 120 000 mouches par saison (Manco *et al.*, 2010). Ce régime varie en quantité et en espèces en fonction de la période de l'année (Turner, 2006)

qui change en fonction de la disponibilité des proies et des conditions climatiques journalières (Schulze Hagen, 1970 ; Turner, 1982 ; Turner, 2006). La composition spécifique du régime alimentaire en Afrique du Nord est essentiellement composée de Diptères, Hyménoptères, coléoptères, hémoptères, orthoptères et finalement odonates (Sakraoui *et al.*, 2012). Outre en 1988, Doumandji a fait une étude du régime alimentaire de l'hirondelle rustique à Borj El-Kifan et l'étude a montré 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)

L'Hirondelle de fenêtre est une petite hirondelle appartenant au genre *Delichon*, qui diffère considérablement du genre *Hirundo* auquel appartient l'Hirondelle rustique. Comme ces deux espèces coexistent volontairement sur une large partie de leur aire de répartition, on peut les comparer sur certains points si nécessaire. L'Hirondelle de fenêtre est plus petite et bicolore. Vue de dessus, elle apparaît noire avec une croupe blanche bien visible. Elle se distingue de l'hirondelle de cheminée par la croupe blanche, la queue est moins fourchue, non pourvue des filets. La tête, le dos, les ailes et la queue sont noirs bleus, le dessous est principalement blanche, les pattes et les pieds sont blancs. Le juvénile est parfois grisâtre sur les côtés de la poitrine (Snow et Perrins, 1998). Le juvénile est plus terne, plus brun, avec beaucoup moins de reflets bleutés. Une confusion est possible de loin avec l'Hirondelle de rivage si on ne voit pas le croupion blanc (Fig.4).

L'hirondelle de fenêtre est l'une des plus petites hirondelles dans notre secteur ; Elle mesure entre 13,5 et 15 cm de long (Singer 2008) et possède une envergure de 28 cm (Géroutet .1998). Il n'y a pas de dimorphisme sexuel chez cette espèce, mais on peut faire la différence entre les adultes et les juvéniles (Sériot et Alvès 2002, Peterson *et al.*, 2006). Les adultes ont une croupe blanche en même temps 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).

L'Hirondelle des fenêtres n'est pas aussi rapide et robuste que les autres Hirondelles, mais elle vole à des altitudes supérieures aux autres. Elle se déplace rarement au sol parce qu'il a de la difficulté à se déplacer (Géroudet, 1998).



Figure 4. Hirondelle de fenêtre (Gill et Donsker, 2017).

2.1. Écologie de l'hirondelle de fenêtre

L'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbicum* (L. 1758) est une espèce migratoire de l'ordre des Passeri form et des Hirundininae. (Sériot et Alvès, 2002). Le genre *Delichon* est constitué de trois espèces dont *urbicum* (Sériot et Alvès, 2002). C'est un oiseau insectivore. Il se nourrit d'insectes volants essentiellement de l'ordre des diptères et des hémiptères ainsi que des taons, des éphémères et des libellules (Géroudet, 1998). Il niche souvent, comme son nom l'indique, au-dessus d'une fenêtre ou dans les gîtes d'une charpente. En revanche, il préfère les villes et les villages où il construit son nid et, dans certains cas, à l'intérieur des bâtiments (Neuray 1982, Van Der Elst 1985).

La localisation d'une colonie dépend de l'éloignement des espaces verts ou des bois ainsi que la distance de la colonie au point d'eau (Walravens et Langhendries, 1985). Les deux caractéristiques sont importantes puisqu'elles permettent de déterminer la présence d'insectes en abondance quel que soit le temps (Walravens et Langhendries, 1985). Lorsqu'il pleut,

l'hirondelle chasse dans les étangs ou les ruisseaux où il y a plus d'insectes et au cours des périodes plus chaudes. Il chasse au-dessus des bois et à des altitudes plus élevées (Walravens et Langhendries, 1985). L'autre raison pour laquelle ces caractéristiques sont importantes est la présence de boues nécessaires à la construction d'un nid (Walravens et Langhendries, 1985).

La chasse s'effectue en groupes où le départ et le retour vers la colonie sont très synchronisés entre les individus.(Géroudet, 1998). Les hirondelles chassent à une hauteur moyenne de 21mètres. Cependant, dans de bonnes conditions météorologiques, ils peuvent atteindre plus de 100 mètres de haut (Sériot et Alvès, 2002) ; La chasse a lieu à une distance de 100 m à plusieurs kilomètres de leur nid, mais plus généralement à 500 m (Møller, 1994 ; Sériot et Alvès, 2002).

2.2. Habitat et migration

Les hirondelles sont des oiseaux migrateurs qui installent leurs nids près des habitations. La présence de zones de chasse est cruciale pour l'établissement de couples. Ces régions sont toutes des pâturages, des prés, 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 il est plus urbain et montagneux, avant que l'homme construise des bâtiments, l'hirondelle vivait volontiers à proximité des falaises. Elle nidifie en colonies dans les villes et les villages, mais aussi sur les murs rocheux des zones inhabitées.

Les hirondelles se regroupent en groupes de plusieurs milliers d'individus à l'automne avant de passer l'hiver au sud. Ce sont des migrants de longue durée, le plus souvent diurnes, capables de parcourir plus de 10000 km avec seulement quelques grammes de graisse. Les raisons pour lesquelles les hirondelles migrent dépendent principalement de la saisonnalité des ressources alimentaires. En été (hémisphère nord : juin à août / hémisphère sud : décembre à février) on trouve une abondance de nourriture (Fig.5) (Meedat Mnhn, 2001).

Parmi ces multiples obstacles, deux sont particulièrement redoutables :

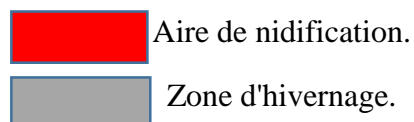
- La mer Méditerranée ; lorsqu'ils sont trop fatigués, ils atterrissent parfois sur des bateaux pour effectuer la traversée (Sériot, 2004).
- Le Sahara, qu'elles croisent sur un grand front. Afin de les franchir en une traite, il leur arrive de poursuivre leur vol la nuit (Schmid, 1995).

L'hirondelle est un oiseau migrateur qui se reproduit dans l'ensemble du Paléarctique ; auteur du bassin méditerranéen, Europe occidentale, Chypre, Palestine, Turquie et Grande Bretagne septentrionale. Elle niche sporadiquement en Afrique et dans le nord-ouest de la Namibie (Blanche et Perrins, 1998). Contrairement à sa cousine "rustique", l'hirondelle de fenêtre ne se trouve pas en Amérique.

Elle hiverne dans les régions afro-tropicales et orientales (Asie du Sud et du Sud-Est (Turner et Rose, 1989 ; Johnston, 1993). Les colonies d'hirondelles de fenêtre partent vers les sites de nidification en janvier. Toutefois, il y a eu un mouvement vers des quartiers plus nordiques en Europe se fait plus tard vers la deuxième moitié du mois d'avril et début du mois de mai (Snow et Perrins 1998).



Figure 5. Aire de répartition de l'Hirondelle de fenêtre (Cramps et Perrins, 1994).



En Algérie, les Hirondelles de fenêtre nichent en abondance dans les agglomérations du tell, au sud vers Ain Sefra, Biskra, Laghouat et Ghardaïa (Isenmman et Moali, 2000 ; Lahlah, 2010). D'autres colonies ont été observées dans certaines parties de l'atlas du Sahara, comme Aflou et El-Bayad, ainsi que dans certaines parties de l'Extrême-Ouest algérien (Isenmman et Moali, 2000 ; Lahlah, 2010).

Les premières hirondelles de fenêtre atteignent les sites de reproduction au début du printemps, de la fin mars à la fin avril en fonction de la température de février mars, qui est influencée par l'anticyclone des Açores (Allen et Nice, 1952 ; Vansteenwegen 1992 ; Sériot et Alvès, 2002). Plus la température moyenne est froide pendant cette période, ils retourneront ensuite aux sites de nidification (Allen et Nice, 1952). Les individus ne retournent pas tous en même temps dans la colonie, on observe un étalement des arrivées principalement en raison de la différence d'âge entre les individus ; une population d'hirondelles est constituée de 58% d'individus de un an, 18% de deux ans et 24 % de trois ans et plus et la durée de vie est en moyenne de cinq à six ans (Allen et Nice, 1952 ; Sériot et Alvès, 2002). En effet, les individus les plus âgés émigrent plus tôt que les individus plus jeunes. On observe une différence importante dans la date d'arrivée entre les individus de moins de deux ans et de plus de deux ans (Bryant, 1979).

Il est possible de diviser la phase de retour en cinq périodes spécifiques : les premiers retours, l'installation régulière, l'installation massive, l'installation régulière tardive et les derniers mouvements (Vansteenwegen, 1992). L'arrivée à la colonie se fait la nuit, si bien que les mâles arrivent en premier avec plus ou moins cinq jours de décalage par rapport aux femelles (Allen et Nice, 1952 ; Bryant, 1979).

Chaque année, les hirondelles retrouvent le lieu et le nid où elles nichaient l'an passé. Près de 65% reviennent à moins d'un kilomètre du nid utilisé l'année précédente, même les juvéniles (près de 95 %) (Walravens et Langhendries, 1985) reviennent près de leur lieu de naissance, ce qui limite leur dispersion. (Allen et Nice, 1952 ; Sériot et Alvès, 2002). Cette grande fidélité pourrait expliquer pourquoi certains sites propices à l'implantation d'une nouvelle colonie d'hirondelles ne sont pas utilisés par celle-ci (Sériot et Alvès, 2002).

2.3. Biologie de reproduction

2.3.1. Période d'arrivée

L'hirondelle de fenêtre nidifie souvent en groupes, et les nids peuvent être construits en coopération. Une colonie de moins de dix nids est traditionnelle. (Turner et Rose 1989)

D'après Lind : «Une colonie désigne tous les nids situés à moins de 50 mètres de la principale concentration de nids.» (Fouarge et Monmart, 1992), les colonies sont plus ou moins

denses selon la densité des habitations (Fouarge et Monmart, 1992). Dans les régions rurales, chaque colonie compte le plus grand nombre de nids. Mais au fur et à mesure que les bâtiments disponibles augmentent, plus les hirondelles ont tendance à construire leur nid de façon clairsemée dans la ville, ce qui provoque la diminution de la taille de la colonie (Fouarge et Monmart, 1992).

L'hirondelle effectue un ou deux nids par an selon que les conditions météorologiques sont favorables ou non mais également en fonction de la qualité des parents (Bryant, 1979).

La période de reproduction peut être partagée en sept phases, la deuxième nichée ne comprendra que certaines de ces phases (Allen et Nice, 1952). Lors de l'arrivée à la colonie, la première étape est d'établir le territoire ensuite les couples se forment et la période pré-nuptiale débute (Allen et Nice, 1952). Une fois les couples formés, ils entament la construction (ou rénovation) du nid, pondent les œufs, ceux-ci incubent, et la dernière étape est l'élevage des jeunes (Allen et Nice, 1952).

Ces sept étapes seront groupées en trois grandes phases : sélection des sites de nidification dans la colonie, la construction du nid, et enfin le déroulement des nichées. Nous décrirons également quelques paramètres qui peuvent empêcher la reproduction réussie du couple (Blangy, 2010).

2.3.2. Sélection du site de nidification

Les mâles arrivant en premier à la colonie, choisissent l'emplacement pour construire le nid ; ils peuvent visiter plusieurs endroits différents avant de décider. (Sériot&Alvès 2002). Le nid est construit sous les corniches ou les créneaux des bâtiments à au moins 2 mètres du sol et à l'abri du vent et des conditions météorologiques. 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 mâles 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 (Møller, 1994).

Cependant, il faut prendre en compte qu'en plus d'être fidèles à leur colonie d'origine, les hirondelles sont aussi fidèles à leur nid, presque 7% des adultes réutilisent le même nid. Chaque année, tandis que les autres se trouvent à moins de 35 mètres du nid de l'année

précédente (Møller 1984, Walravens & Langhendries 1985) ; dans le cas des juvéniles, la distance est de 75 mètres de l'endroit où ils sont nés (Walravens & Langhendries 1985).

Le premier élément qui conditionne l'occupation d'un nid est l'état de celui-ci. En effet, ceux qui arrivent en premier (adultes plus âgés) occupent d'abord les nids en bon état (entier ou faiblement cassé) car cela leur permet une économie d'énergie et de temps (Vansteenwegen, 1982 ; Sériot et Alvès, 2002). En ce qui concerne les autres caractéristiques abiotiques, l'hirondelle sélectionne les endroits où le nid sera à l'abri des intempéries car étant construit en boue, la pluie le fragiliserait et pourrait provoquer sa chute avec les jeunes (Verheyen, 1947 ; Weiserbs *et al.*, 2004). Selon plusieurs études, l'hirondelle n'a aucune préférence pour un certain type d'aplomb comme les corniches, les balcons ou les appuis de fenêtre ; elles utiliseraient uniquement ce qui se trouve dans la ville et profiteraient de possibilités locales. (Walravens et Langhendries, 1985). Les turbulences à proximité du nid auraient un impact sur l'emplacement du nid car elles empêcheraient l'hirondelle de rentrer dans son nid si elles sont trop importantes (Walravens et Langhendries, 1985). La turbulence dans les environs du nid aurait un impact sur l'emplacement du nid, car elle empêcherait l'hirondelle d'entrer dans le nid si celui-ci est trop important (Walravens et Langhendries, 1985).

2.3.3. Construction du nid

Après la sélection du site par le mâle, le mâle attire la femelle et l'entraîne vers l'emplacement du futur nid par une longue période de poursuite qui peut être au début très agressive (Géroudet, 1998). Le nid est construit par les deux partenaires avec des pellets de boue de limon et de graviers récoltés à moins de 200 mètres du futur nid dans des ornières ou des flaques d'eau ou sur des berges (Verheyen, 1947 ; Walravens et Langhendries, 1985). Il est d'un quart de sphère, ou d'un demi-hémisphère, (Verheyen, 1947) (Fig.6). Quand la récolte sera finie, le couple pétrit ces matériaux avec de la salive pour obtenir de petites boulettes qu'il déposera sur le mur, le nombre de boulettes nécessaire pour la construction du nid varie entre 690 à 2775 (Verheyen, 1947 ; Géroudet, 1998). La période de construction peut varier de trois jours à trois semaines en fonction des matériaux disponibles et des conditions météorologiques (Verheyen, 1947)

Le nid mesure de 12 à 15 cm de diamètre pour une hauteur de 9 à 13 cm (Fig.6). 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).



Figure 6. Construction du nid des hirondelles de fenêtre (Gill et Donsker, 2017).

2.3.4. Première nichée

La première nichée se déroule le plus souvent dans un ancien nid rénové, c'est également le cas pour d'autres espèces comme *Hirundo pyrrhonota* (Gauthier et Thomas, 1993). La ponte pour la première nichée commence entre fin mai et début juin avec une moyenne au 6 juin, la femelle pond un œuf par jour, mais dans des conditions météorologiques défavorables, la quantité d'insectes diminue et la femelle peut arrêter la ponte pendant quelques jours (Fig.7) (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 (Géroutet, 1998). Les œufs sont incubés par les deux parents, mais la

femelle passe plus de temps en incubation (Møller, 1994) car, contrairement au mâle, Il perd des plumes dans le ventre qui forment une plaque d'incubation qui réchauffe les œufs (Sériot et Alvès, 2002). L'incubation dure en moyenne 12 à 19 jours et l'éclosion des différents œufs est effectuée avec un délai de 1,14 jours (Géroutet, 1998 ; Sériot et Alvès, 2002).

L'élevages des juvéniles est effectuée par le mâle et la femelle et dure entre 19 et 25 jours. (Géroutet, 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 et Gardiner, 1979 ; Bryant et 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 parents pour la seconde nichée (Géroutet, 1998).



Figure 7. Les œufs de l'hirondelle de fenêtre (Gill et Donsker, 2017).

2.3.5. Deuxième nichée

Dans cette partie, nous allons simplement souligner les différences présentes avec la première nichée. Dans une colonie, entre 58% et 76,5% de couples auront une deuxième couvée qu'ils commenceront au début de juillet et au plus tard à la mi-août et qu'il n'y aura pas de nouvelles nichées après le 10 août (Bryant, 1979 ; Géroutet, 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 et Langhendries, 1985 ; De Lope *et al.*, 1998 ; Sériot et Alvès, 2002).

La seconde possibilité serait la plus probable, puisque les nids d'hirondelles de fenêtre sont infestés de parasites qui ont un effet significatif sur le développement des juvéniles (Møller *et al.*, 1994). Un des parasites étudiés est *Oeciacushirundinis*, 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).

Toutefois, le parasitisme peut prolonger l'intervalle entre la première et la seconde nichée (De Lope *et al.*, 1998). Pendant la deuxième nichée, les parents ne peuvent compenser cette perte, car l'abondance des insectes diminue pendant 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 et 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 aux jours plus courts et donc à la diminution du temps permis pour la chasse (Bryant et Westerterp, 1983).

En conclusion de ces deux couvées, les parents les plus reproductifs peuvent atteindre plus de neuf jeunes en une saison grâce à l'abondance de la nourriture et la seconde couvée est

possible parce que ces parents sont arrivés tôt et ils ont suffisamment de temps pour le réaliser (Bryant, 1979).

3. Régime alimentaire

Les hirondelles sont strictement insectivores. Il se nourrit principalement d'insectes aériens, en particulier des Diptères qu'il saisit en vol. Les deux parents chassent les insectes en vol et les collent dans leur bec avant de les livrer à leurs progénitures. Une becquée peut être composée d'une vingtaine d'insectes de tous types (fourmis volantes, tipules, syrphes, mouche, libellules, etc.) Les déplacements des parents peuvent être répétés environ 400 fois par jour. Au cours de l'élevage de ses petits, l'hirondelle amènera au nid jusqu'à 7g de nourriture par jour, représentant plus de 7000 insectes. Généralement, les vols de chasse sont observés depuis le sol ou l'eau jusqu'à sept à huit mètres de hauteur, mais dans les beaux jours, les vols de chasse sont également plus hauts, jusqu'à 200-300 m. Le régime alimentaire inclut aussi les Hémiptères, des Coléoptères, des Hyménoptères, des Lépidoptères et des Odonates. Par ailleurs, les chenilles, les araignées ou les fourmis se consomment au sol ou contre les murs (Fig.8).

La chasse s'effectue en groupes où le départ et le retour vers la colonie sont très synchronisés entre les individus. (Géroudet 1998). Les hirondelles chassent à une hauteur moyenne de 21 mètres ; cependant, en cas de bonnes conditions météorologiques, ils peuvent atteindre plus de 100 mètres de haut. (Sériot et Alvès, 2002) ; la chasse se déroule à 100 mètres à plusieurs kilomètres du nid, mais plus généralement à 500 mètres. (Møller 1994, Sériot et 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 Odonoptera, les Orthoptera, les Dermaptera et les Lipéoptera n'interviennent que très faiblement.



Figure 8. Nourrissage des jeunes (Gill et Donsker, 2017).



Chapitre 2 :

PRESENTATION GENERALE DE LA REGION D'ETUDE

1. Situation géographique de la wilaya de Guelma

La présente étude a été réalisée sur le territoire de la wilaya de Guelma qui est située au Nord-Est de l'Algérie «36° 46' N 7° 28' E» à 60 Km au sud de la Méditerranée. Elle est située à 279 mètres par rapport au niveau de la mer (DPAT, 2008). Du point de vue géographique, Elle est considérée comme une zone de transition entre les pôles industriels du Nord (Annaba et Skikda) et le centre d'échange dans le Sud (Oum El Bouaghi et Tébessa). Elle est donc localisée en plein cœur entre le Nord du pays, les Hauts plateaux et le Sud (A.N.D.I, 2013) (Fig.

9).

La Wilaya de Guelma a été créé en 1974. Elle comprend 34 communes et 10 daïras. La densité moyenne de cette population est de 132 Hab. /Km². Elle compte une population estimée à la fin 2010 à 120 850 habitants. Elle est limitée par les wilayas suivantes (Fig. 9)

-Au Nord, la wilaya d'Annaba : un pôle industriel assez important et une distante de 60 km. -
Au Nord-Ouest, la wilaya de Skikda : avec son port et son complexe pétrochimique, et une distance moins de 80 km.

-A l'Ouest, la wilaya de Constantine : avec ses potentialités de capitale de l'Est du pays et une distance de 100 km.

-Au Sud, la wilaya d'Oum-El-Bouaghi : constituant la porte des hauts plateaux et sur une distance de 100 km.

-A l'Est, la wilaya de Souk-Ahras : Région frontalière avec la Tunisie et une distance de 78 km.

-Au Nord-Est, la wilaya d'El-Tarf : qui est une wilaya agricole et touristique, avec la présence d'un port de pêche. Elle est frontalière aussi avec la Tunisie. Elle est distante de 115 km.

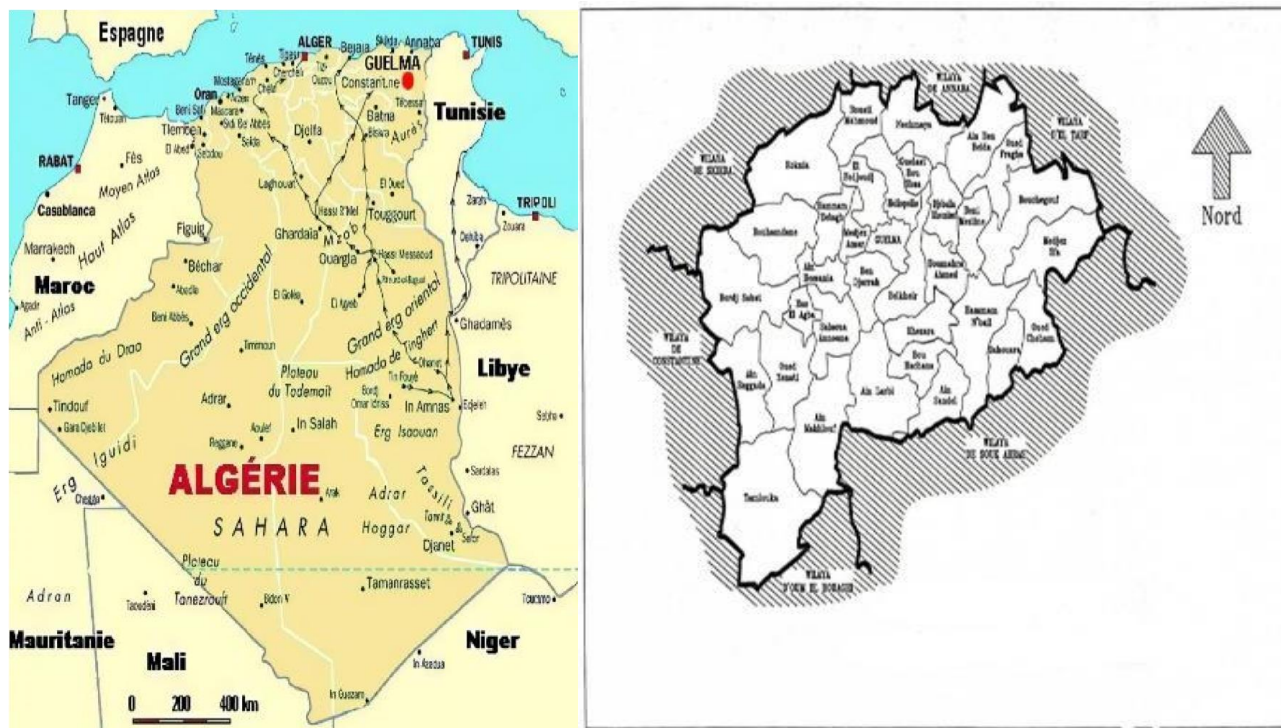


Figure 9 : Situation géographique de la région d'étude (Wilaya de Guelma).

2. Condition générales de la région d'étude

2.1. Les Reliefs

De point de vue géographique la wilaya de Guelma est caractérisée par un relief varié (Fig. 10) On observe principalement une importante couverture forestière et le passage de l'Oued Seybouse qui constitue le principal cours d'eau. Ce relief est subdivisé comme suit : Les montagnes : constituent le relief le plus important 37,87%. Les principales sont :

- Mahouna : avec une altitude de 1.411 m.
- Haoura : avec une altitude de 1.292 m.
- Taya : avec une altitude de 1.208 m.
- D'Bagh : avec une altitude de 1.060 m.

Les plaines et les plateaux : constituent 27,22% de la superficie de la wilaya.

Les collines et les piémonts qui constituent 26,29% de la superficie totale, plus autres types de relief constituant 8,62%.

La couverture forestière est aussi importante ; Elle couvre 10 5395 ha soit un taux de 28.59 % de la superficie totale de la wilaya un paysage discontinu et hétérogène, confiné discontinuellement dans les massifs répartis d'Ouest en Est. Les grands espaces de terrains sont à vocation forestière dans la partie Sud-Est (Zouaidia, 2006). Les forêts sont réparties selon la densité comme suit :

- Forêts denses : 19.459 ha.
- Forêts claires : 10.491 ha.
- Maquis et broussailles + parcours : 57.402 ha.
- Reboisements : 3.589 ha.
- Vides : 14.457 ha.

Les principales forêts sont :

- Forêts de Béni Salah : (12.745 ha).
- Forêt de la Mahouna : d'une vocation récréative s'étalant sur 1.035 ha. □ Forêt de Houara : avec une superficie de 2.374 ha.
- Forêt dense Beni Medjalel à Bouhamdane : 3.506 ha

2.2.Hydrogéologie

La wilaya de Guelma comporte un réseau hydrographique très dense (Fig.10). Elle est traversée par l'Oued Seybouse qui est considéré comme une des plus importants cours d'eau du pays (Djabri, 1996) ; C'est le second Oued d'Algérie après l'Oued Chéelif. La Seybouse présente un axe de drainage d'un bassin versant d'une superficie de 6471 Km (Debieche, 2002). Elle prend sa source au point de rencontre entre Oued Charef et Oued Bouhamdane au niveau de la commune de Medjez-Amar en traversant la plaine de Guelma Bouchegouf. Leur apport total est estimé à 408 millions m³/ans (Fig.10).

L'Oued Bouhamdane provient de l'Ouest de la wilaya au niveau de la commune de Bouhamdane avec un apport total estimé de 96 millions m³ /an, Oued Mellah qui provient du Sud-Est au niveau de la plaine de Tamlouka. Son apport total est apprécié de 151 millions m³/an et enfin Oued Charef qui prend sa source au Sud de la wilaya avec un apport total de 107 millions m³/an (Zouaidia, 2006).

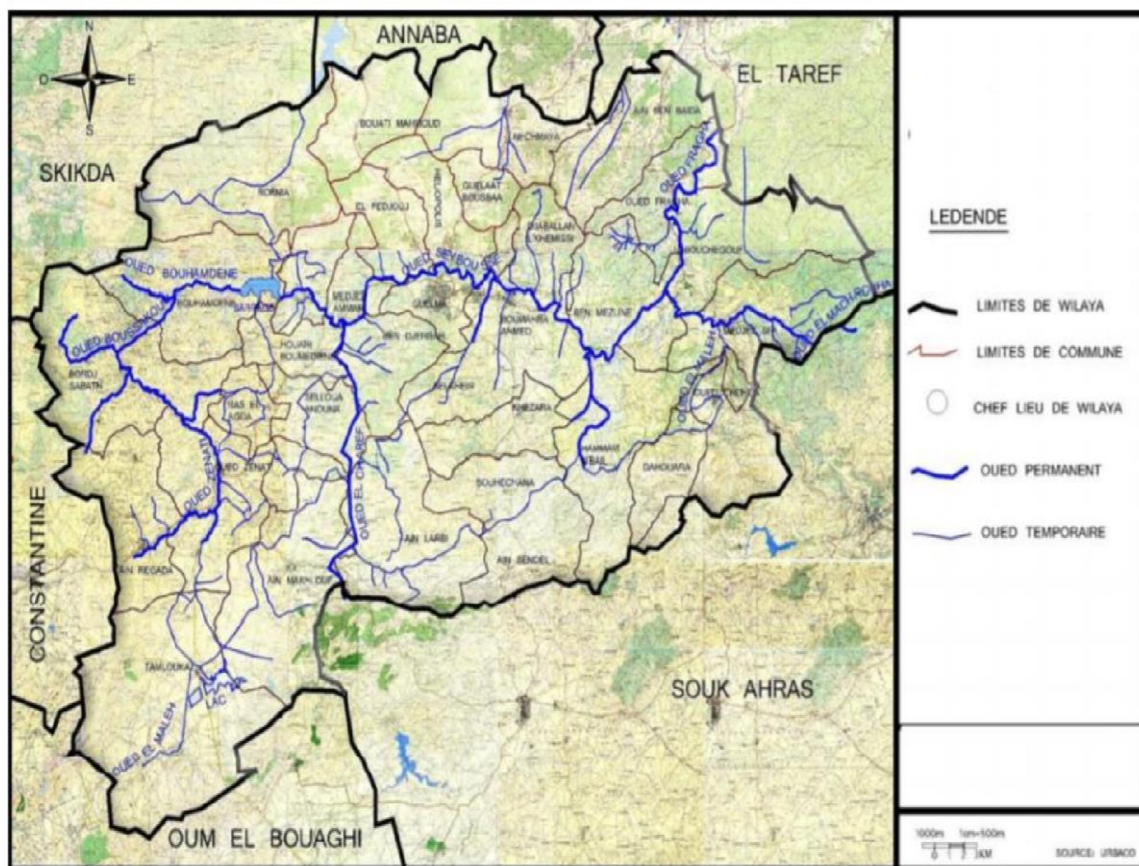


Figure 10. Carte d'Hydrographie de la wilaya de Guelma (URBACO, 2012).

3. Cadre biotique :

La région de Guelma contient différents écosystèmes (forêts, Oueds, couvert végétal...etc.), où les espèces végétales et animales sont regroupées en fonction de leurs affinités écologiques, en particulier en groupes organisés appelés (biocénoses).

3.1. La faune :

La région de Guelma abrite un grand nombre d'espèces animales, parmi les espèces existantes, nous pouvons citer :

Les mammifères : Le Cerf de Berberie qui est une espèce protégée (*Cervuselaphus barbarus*), le Porc épic (*Hystrix cristata*), le Sanglier (*Sus scrofa*), le Hérisson d'Algérie (*Erinaceus algirus*), le Chacal (*Canis aureus*), le Chat Sauvage (*Felis sylvestris*), l'Hyène (*Hyena hyena*), le Renard (*Vulpes vulpes*), la Mangouste (*Herpestes ichneuman*), la Belette (*Mustela nivalis*), le Lièvre (*Lepus capensis*), le Lapin (*Oryctologus cuniculus*), et la Genette (*Genetta genetta*) (URBACO, 2012).

Les oiseaux : L'avifaune de la région de Guelma est composée de 91 espèces structurées en 30 familles, dominées par les Turdidae, les Accipitridae, les Columbidae, les Motacillidae, les Sylviidae et les Fringillidae (Bensouilah, 2015). Nous comptons 47 espèces sédentaires nicheurs, soit 52.2% du peuplement, les principales sont la Tourterelle turque, la Tourterelle maillée, le Merle noir, le Verdier d'Europe, la Perdrix gabra, le Pic épeiche, le Cochevis de Thékla et le Grimpereau des jardins...etc. Nous observons régulièrement des espèces considérées comme en danger comme le Vautour pernoptère et le Vautour fauve. En plus, certaines espèces ont le statut de migrateur et d'estivant-nicheur tel le Tarier des prés, le Monticole bleue, la Tourterelle des bois, le Bruant zizi, l'Étourneau sansonnet et le Milan noir (Bensouilah, 2015).

Les reptiles : Nous observons la Tortue terrestre, les Lézards et les Couleuvres (URBACO, 2012)

3.2. La flore : Le couvert végétal est représenté par une domination des peuplements forestiers qui occupent une superficie de 107.704 hectares avec un pourcentage de 28% de la superficie de la wilaya. Cet important support végétal est représenté principalement par : le Chêne liège, le Chêne vert, l'Eucalyptus, le Cyprès, le Pin d'Alep, le Pin Maritime, le Bruyère, l'Arbousier, le Lentisque, le Filaire, le Myrte, le Genet, le Calicotum et le Ronce (DPAT, 2008).

4. Etude climatologique :

Le climat est certainement un facteur de grande importance dans l'environnement. Il exerce une influence directe sur la faune et sur la flore (Ozenda, 1982). Dans la région méditerranéenne, le climat est un facteur décisif parce qu'il a un impact direct sur l'organisation et la maintenance des écosystèmes.

L'Algérie est caractérisée par un climat méditerranéen (Rivas-Martinez, 2005) avec des précipitations abondantes pendant la saison pluvieuse et les mois froids et la sécheresse pendant l'été (Ozenda, 1982). La wilaya de Guelma est caractérisée par un climat sub-humide qui domine la région nordique, tandis que sa partie méridionale est caractérisée par un climat semiaride (Debieche 2002). Elle est caractérisée par une longue période estivale sèche et chaude et une saison hivernale humide et froide (Haddad, 2015). Les deux paramètres climatiques "température et précipitations" sont présentés ci-dessous pour une période de 30 ans (1990-2020). Ces données climatiques fournissent les caractéristiques générales de la climatologie locale. Ces données de la station ONM de Guelma sont synthétisées dans le tableau 2.

Tableau 2. Coordonnées de la station météorologique de Guelma (ONM).

| Altitude | Longitude | Latitude | Période d'observation |
|----------|-----------|----------|-----------------------|
| 227 m | 7°28' E | 36°28' N | 1990-2014 |

4.1.La température

La température représente le facteur le plus important (Drew, 1980). Elle influence directement le rythme de vie, l'abondance et la croissance des individus (Seltzer, 1946 ; Baljazia, 2009). Généralement, entre novembre et avril, la température moyenne mensuelle est en dessous de la moyenne annuelle avec les températures les plus faibles enregistrées pendant l'hiver, particulièrement pendant les mois de janvier et février. Le minimum est enregistré pendant le mois de janvier 9,04°C. Cette période est la plus froide. Alors que, la température mensuelle moyenne est plus élevée que la moyenne annuelle entre mai et octobre. Les températures les plus élevées sont enregistrées en particulier pendant la période d'été. Quinze durant les mois de juillet et d'août avec des valeurs égales à 29,54°C et 29,56°C respectivement (Tab.3).

Tableau 3. Température moyenne mensuelle la région de Guelma (1990-2020) (Station Guelma).

| Mois | Jan | Fev | Mar | Avr | Ma i | Jun | Jui | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
|------|-----|-----|------|-----|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| T °C | 8.8 | 9.5 | 13.1 | 16. | 21. | 25.9 | 29.6 | 29.6 | 24.5 | 20.2 | 14.1 | 10.1 |
|) | 3 | 3 | 9 | 5 | 1 | 5 | 7 | 6 | 5 | 3 | 1 | 3 |

La température peut affecter directement ou indirectement tous les organismes parce que les conditions thermiques affectent d'autres organismes auxquels un individu est écologiquement lié, même si ces relations sont parfois complexes (Timbre, 1993 ; Buse *et al.*, 1999). L'effet persistant de la température peut entraîner des processus de co-évolution où les populations évolueront en fonction de la reproduction et de la période de disponibilité maximale des aliments. (Perrins, 1991 ; Winkler et Walters, 1983 ; Korpimäki et Lagerström, 1988 ; van Noordwijk, Mc Cleery et Perrins, 1995). Chez les populations d'oiseaux tempérées aux latitudes boréales, la température a une incidence sur la période de reproduction (Robertson, 1995 ; Dunn

et Winkler, 1999), la taille des couvées (Brown et Brown, 1999 ;Meijer et al, 1999) et les taux d'éclosion des oeufs (Järvinen et Ylimaunu, 1986;Magrath, 1990; Järvinen, 1996; Williams et Cooch, 1996; Enemar , 1999 ; Veistola, Leikoinen et Eeva, 1997; chrétiens, 2002).

4.2. Précipitation

Les précipitations constituent un élément essentiel de l'écologie. La pluviométrie annuelle détermine la distribution des espèces dans les zones biogéographiques.(Ramade, 1984). Les précipitations sont régies par trois facteurs : l'altitude, la longitude (elle augmente d'Ouest en Est) et la distance avec la mer (Seltzer, 1946). Le couple latitude/altitude et le facteur vent influencent également les précipitations en Algérie, qui se distingue par deux types.

- Précipitations littorales : le littoral ralentit le débit d'air marin à sa base et le perturbe, ce qui entraîne d'importantes précipitations.
- Pluies orographiques (des reliefs) : les reliefs de montagne obligent l'air à remonter le long de leur pente et créent ainsi des mouvements ascendants favorables en altitude. Selon Meddour (2010), on constate que :
 - Les précipitations augmentent en fonction de l'altitude. Elle est plus abondante sur les reliefs qu'en plaine ; mais, elle est plus élevée sur les versants bien orientés face aux vents pluvieux du Nord-Ouest, que sur les autres.
 - Les précipitations sont plus fortes sur le littoral que dans les régions plus méridionales.
 - Les précipitations sont plus fortes dans l'Est que dans l'Ouest (par longitude) ; cette caractéristique est particulière à l'Algérie. L'extrémité nord-est de l'Algérie est l'une des plus arrosées (Raachi, 2007).

Les variations mensuelles des précipitations à la station météorologique de la wilaya de Guelma enregistrées pendant la période de 1990 à 2020 révèlent une chute de pluie plus importante pendant la période humide avec un maximum de 88,71mm enregistré au cours du mois de décembre puis une diminution jusqu'au mois de juillet : le mois le plus sec avec des précipitations moyennes de 4,67 mm (Tab.3). D'un point de vue saisonnier, l'année des pluies a été répartie en quatre saisons classiques. La saisonnalité de notre région d'étude pendant la période (1990-2020) est de type Hiver, Printemps, Automne, Eté. L'hiver est la période la plus pluvieuse avec une moyenne de 82,20mm/mois, ce qui produit une charge de la nappe, alors que l'été est sec avec une petite recharge de 10,63.mm/mois, produisant ainsi l'évaporation (Fig.11).

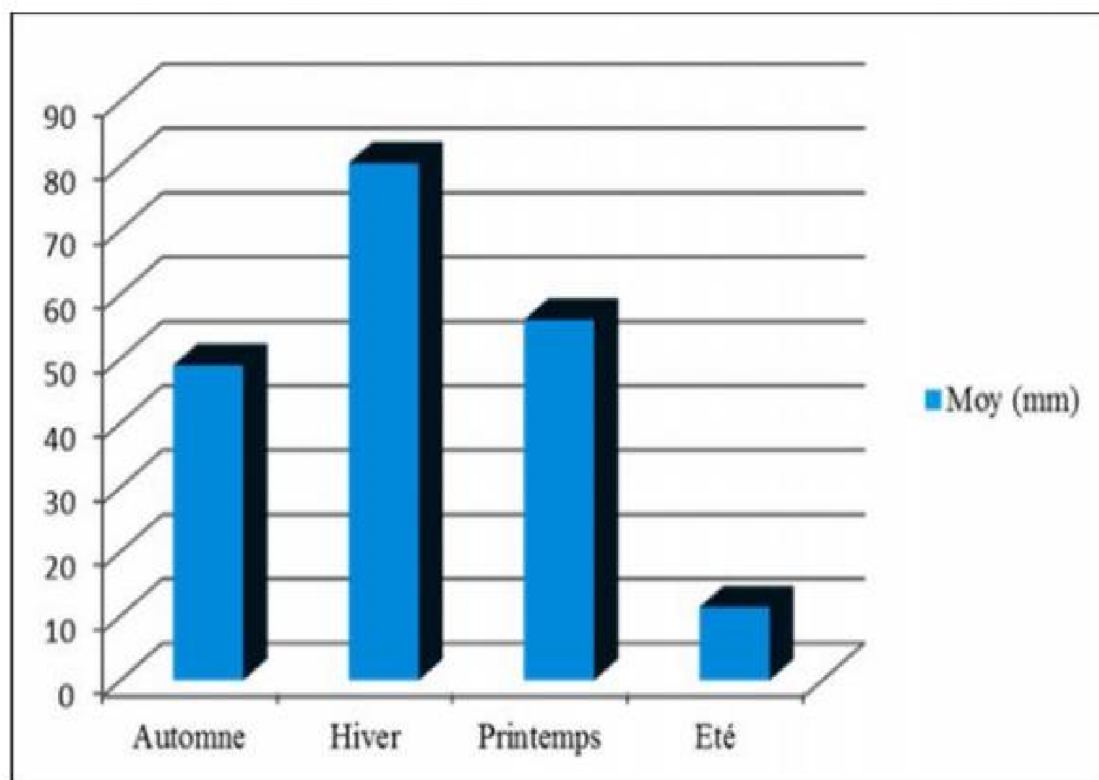


Figure 11. Diagramme pluviométrique saisonnier de la région de Guelma (1990-2020).

Les exigences des espèces animales en matière d'humidité sont très variables et peuvent varier d'un stade à l'autre selon les fonctions de la vie considérées (Dreux, 1980). Les oiseaux favorisent l'alternance des saisons sèches et pluvieuses. L'humidité affecte la longévité et le développement, la fécondité, le comportement, la distribution géographique, la distribution des biotopes et la densité de population (Dajoz, 1971). La majorité des oiseaux ne cherchent pas à éviter la pluie si elle est faible, mais quand elle devient forte et battante, ils cherchent un abri (Bourlière, 1950 ; Elkins, 1996). Les variations des quantités pluviométriques de la station météorologique de la wilaya de Guelma enregistrées durant la période allant de 1990 à 2020 révèlent une plus forte chute de pluie durant la période humide avec un maximum de 88,66mm au mois de décembre, puis une diminution jusqu'au mois de juillet, le mois le plus sec avec une précipitation moyenne de 4,28 mm (Tab.4).

Tableau 4. Répartition des précipitations moyennes mensuelles (Station Guelma).

| Mois | Jan | Fev | Mar | Avr | Mai | Jun | Jui | Aou t | Sep | Oct | Nov | Dec |
|------|------|------|------|------|------|------|-----|----------|------|------|------|------|
| T °C | 81.0 | 68.3 | 60.8 | 55.6 | 50.1 | 17.2 | 4.3 | 12.6 | 39.5 | 41.5 | 70.2 | 88.6 |
|) | 2 | 3 | 5 | 6 | 2 | 1 | 3 | 6 | 6 | 3 | 1 | 6 |

4.3. Synthèse climatique

La synthèse des facteurs climatiques, autrement dit, les précipitations et la température, implique l'étude des deux paramètres suivants :

- Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen
- Le quotient pluviométrique d'Emberger.

4.3.1. Diagramme ombrothermique:

Le diagramme ombrothermique de Gaussen sert à déterminer les périodes de sécheresse et de pluie de toutes les régions méditerranéennes en utilisant les données mensuelles sur les précipitations et la température moyenne mensuelle (Dajoz, 2003). Un mois est biologiquement sec lorsque le rapport précipitation (P) sur température (T) est inférieur à 2 ($P/T < 2$). Sur la base de l'équation $P=2T$, nous avons réalisé le diagramme ombrothermique de la région de Guelma (Figure 12).

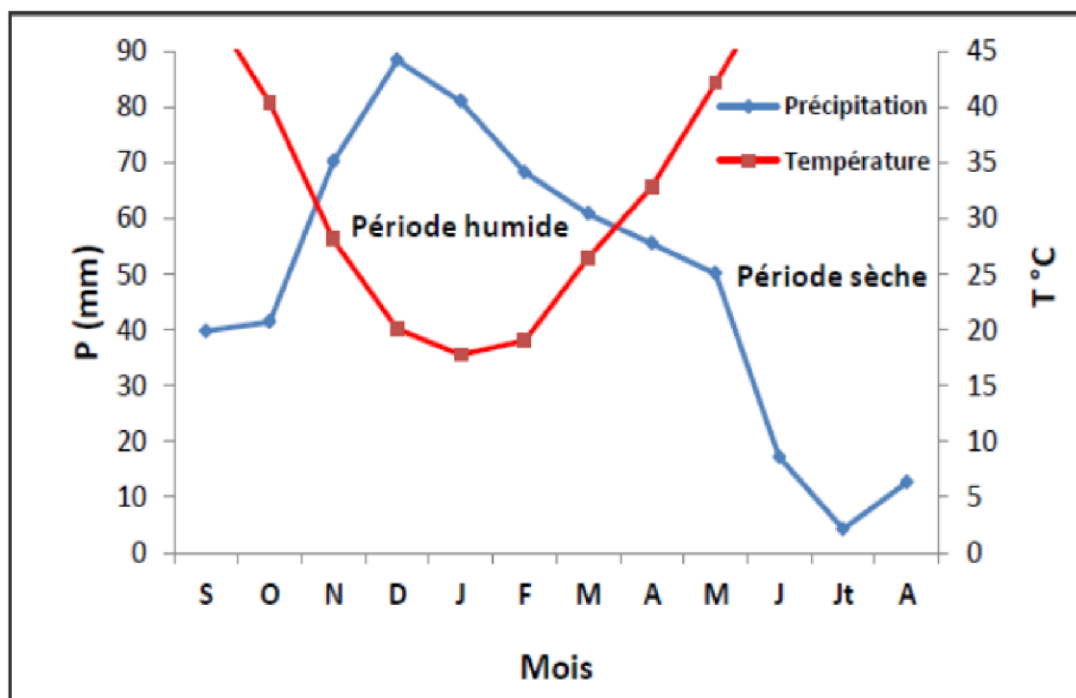


Figure 12. Diagramme pluviothermique de la ville de Guelma (1990 - 2020).

La représentation graphique de ce diagramme montre deux périodes, une période de chaleur et de sécheresse couvrant les mois d'avril à octobre et la froide et humide s'étale sur cinq mois du mois de novembre jusqu'au mois de mars (Fig.12).

4.3.2 Climagramme d'Emberger

Selon Emberger (1963), la région méditerranéenne est subdivisée en cinq étages bioclimatiques. Pour déterminer l'étage bioclimatique de la région d'étude, il faut procéder au calcul du quotient pluviométrique d'Emberger Q_2 . (Dajoz, 2000). Emberger (1952) a classé les climats méditerranéens en faisant intervenir deux facteurs essentiels : les précipitations et la température.

L'expression de ce quotient est la suivante :

$$Q_2 = 2000 * P/M^2 - m^2$$

Où

M : Température maximale du mois le plus chaud

m : Température minimale du mois le plus froid

P : Précipitation moyenne annuelle

Le Q_2 est l'indice pluviométrique qui se fonde sur les critères liés aux précipitations annuelles moyennes P (mm), à la moyenne des minima du mois le plus froid de l'année (m) et à la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M).

Pour la région de Guelma, nous enregistrons une valeur de Q_2 calculé à 65.10 et de ce fait la région est sous l'influence d'un climat hivernal semi-aride ou tempéré à hiver frais (Fig.13).

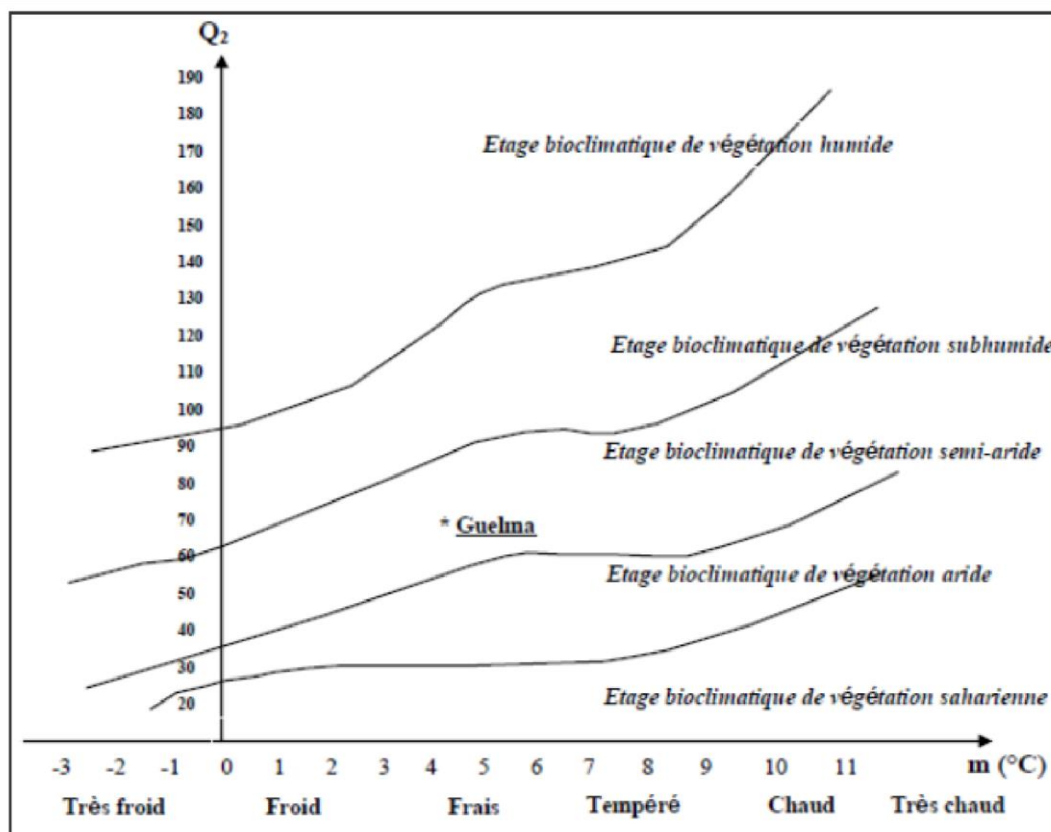


Figure 13. Situation de la ville de Guelma dans le climagramme d'Emberger (1990-2020).

5. Population de la wilaya de Guelma

La population de la wilaya de Guelma, représente moins de 1,5% de la population totale de l'Algérie et plus de 9,30% de la population totale de la région du Nord-Est (Haddad, 2015). Elle est estimée à 506.007 habitants avec une densité de 135 habitants/Km². La majorité de la population est jeune (< 15 ans). Elle représente 34 % de la population totale (O.N.S., 2008). La plus grande partie de cette population est concentrée dans les communes principales de la wilaya avec une densité de population de 75% de la population totale et les agglomérations

secondaires avec un taux d'agglomération de 11%. En revanche, le reste de la population se répartit dans les zones rurales.

5.1. Agriculture et l'agronomie

Dans la wilaya de Guelma, l'agriculture est très développée suite aux conditions climatiques favorables et à la richesse de ses sols. La répartition générale des terres au niveau de la wilaya de Guelma, au cours de la saison agricole 2010/2011, distingue l'importance de la surface agricole totale (SAT) qui représente une superficie totale de 264618ha ou 70,99% de la superficie totale wilaya, dont (70,80%). La superficie agricole utilisable (SAU) ou 187338ha. La production de céréales occupe la première place avec 85560ha (46%). Les terrains non productifs ne représentent que 7,08% ou 26405ha de la superficie totale de la wilaya (URBACO, 2012). L'agriculture de la wilaya de Guelma dépend en grande partie de la production céréalière qui représente plus de 65% de la SAU. Les légumineuses sont restreintes à 425ha, l'oignon est représenté par plus de 30ha et l'arboriculture est présentée sur 24197ha. L'agriculture des produits agro-industriels repose en premier lieu sur la plantation des tomates, des poivrons et des betteraves sucrières. La superficie disponible pour la plantation de tomates industrielle seulement est estimée à 5700ha durant l'année 2012. Elle est sans cesse en augmentation. De ce fait, la production de tomates est passée de 2 millions de quintaux en 2012 à un rendement de 600 quintaux par hectare (DSA, 2012).

Le développement de l'élevage résulte de l'extension progressive des grandes cultures. Tout cela s'explique par la recherche de compléments de revenu agricole. Pour les bovins 86700 têtes en 2011, les ovins 444500 têtes et les caprins 59400 têtes (URBACO, 2010).



Chapitre 3 :

MATERIEL ET METHODES

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 Guelma et la zone d'échantillon est l'hôpital Hakim Okbi (un ancien bâtiment du centre-ville), et citées le Corse pour les hirondelles rustique dans laquelle s'est déroulée la présente étude.

La population d'Hirondelles rustiques étudiée niche à la périphérie Est de la ville de Guelma (36°27'41.52" N ; 7°26'27.84" E) dans le complexe résidentiel "le corse" (Figure. 14). Au Nord, ce dernier est limitrophe de l'usine de production de sucre cristallisé, de l'usine de céramique et de l'usine de montage de pièces motos. À l'Ouest, il est entourée d'un jardin public et de la gare routière, alors qu'à l'Est et au Sud, les terres agricoles dominent [142 ha : cultures céréalières (45 ha) ; cultures fourragères (52 ha) ; multiplication des semences (38 ha) ; plantations fruitières (7 ha)]. Toutes ces terres sont utilisées, à but expérimental, par l'institut technologique agricole spécialisé et l'institut technique des grandes cultures de la ville de Guelma.

La population d'Hirondelles des fenêtres étudiée niche à l'hôpital Hakim Okbi, Hôpital El Hakim Okbi est située à proximité du commissariat de police Unité de sûreté urbaine et du bureau de gouvernement la commune de Guelma sur la route Ain al-Arbi, (36°27'22°. N ; 7°26'07E)

Les deux sites de reproduction se trouvaient à proximité d'une rivière dans la ville de Guelma, à côté de la rivière Seybouse. Les nids ont été construits à la périphérie de la zone urbaine dans les balcons sous les combles de l'école. Le choix de ce site se fait en fonction de l'accessibilité des nids avec un nombre très élevé.

Durant les deux années d'études (2019 et 2020), 352 nids nicheuse de l'hirondelle de fenêtre et 137 nids de l'hirondelle de rustique ont fait l'objet de notre étude. Ils sont localisés dans la cité Ain el Arbi et le course 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).

Tous les nids ont été enregistrés et étiquetés avec un code unique. Les visites hebdomadaires ont eu lieu de mars à août pour déterminer le commencement de la ponte.



Hopital El Hakim Okbi Guelma



Le course

Figure 14. Station d'étude Hôpital El Hakim Okbi et le corse Guelma. (Khaled, 2023)

Les couples des Hirondelles de fenêtre et les Hirondelles rustiques ont été repérés dès leur arrivée sur leurs sites de nidification. Les sites ont été choisis selon l'accessibilité et le regroupement des nids.

Durant deux années 2019 et 2020 d'étude des colonies composées de 352 nids d'hirondelles de fenêtre et 137 nids d'hirondelles rustiques localisés dans la ville de Guelma ont été suivis.

1.2 .Caractéristiques des nids :

Nous avons mesuré la hauteur des nids par rapport au sol, la longueur et la largeur du trou d'envol (Fig.15. 16).



Photo 15. Nids des Hirondelle de fenêtre.

1.3. Paramètre démographique :

Les dates d'arrivés des hirondelles de fenêtre ont été déterminées à partir des observations directes.

1.3.1. Paramètres de la reproduction :

Les visites régulières des nids nous ont permis de noter :

- La date de ponte représentée par la ponte du premier œuf, pour toutes les dates, le premier avril correspond au jour 1.
- La période de ponte représentée par 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 représentée par le nombre d'œufs qu'une femelle peut pondre.
- La durée de l'incubation représentée par le nombre de jours qu'une femelle passe à couvrir les œufs.
- Le succès moyen de l'éclosion représentée par le rapport du nombre d'œufs éclos sur la grandeur de ponte.
- Succès moyen à l'envol représenté par le rapport du nombre de poussins envolés sur le nombre d'œufs éclos.



Figure 16. Nids des Hirondelle rustique (Khaled. 2023).

1.3.2. Mesuration 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 150g (précision 0.1g).

- **Volume** : le volume est calculé 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).

Après la ponte du dernier œuf les nids ont été visités tous les deux jours pour déterminer la date d'éclosion dans chaque couvée. Ces données nous permettent de calculer la durée de l'incubation des œufs pour chaque couvée (la durée de l'incubation est le nombre de jours entre la ponte du dernier œuf et l'éclosion du premier).

2. Microbiologie des fientes :

Les oiseaux sont responsables de nombreuses zoonoses aviaires et de maladies infectieuses affectant l'être humain. L'objectif de cette étude consiste à identifier les bactéries pathogènes faisant partie de la microflore des fientes d'oiseaux et qui peuvent être pathogènes pour l'homme. Le présent travail a été réalisé au niveau de laboratoire de recherche Biologie, Eau et Environnement (LBEE), Université 8 Mai 1945 de Guelma.

2.1. Prélèvement et préparation d'échantillon mère (suspension poly microbienne) :

L'analyse bactériologique n'est valable que si elle est effectuée sur un échantillon correctement prélevé. La collecte des fientes a été réalisée en plaçant sous les nids une planche sur laquelle un sachet propre a été placé.

Trente nids de chaque espèce ont été étudiés où nous avons collectés les fientes fraîches qui sont récoltés à l'aide d'une pince stérile est transporté directement au laboratoire dans des flacons en verre stérile.

Le dénombrement, l'isolement et l'identification des microorganismes ont été réalisés dans les conditions d'asepsie rigoureuse sur une paillasse stérile et conforme à la réglementation

autour de la flamme d'un bec Bunsen afin d'éviter le risque de compromettre les résultats d'études.

Nous avons préparé une solution à 10% contient 1 gramme de fientes par 10 ml de bouillon TSE qu'est un diluant destiné à la préparation des suspensions mères, présente un avantage double ; assure la revivification des microorganismes d'une part et permet d'obtenir une solution isotonique d'autre part. Homogénéiser parfaitement, la solution mère était ainsi réalisée, puis l'ensemencement sur les différents milieux de culture (Hektoen, Mac Conkey, Chapman et GN).

Il y a des bactéries fragiles qui exigent des étapes antérieures de l'enrichissement tel que les salmonelles, vibrions, yersinias... C'est pourquoi des protocoles d'enrichissement spécifiques ont été élaborés pour la recherche et l'identification de ces bactéries.

2.2. Dénombrement bactérien

Les indicateurs de contamination fécale permettent d'apprécier, avec plus ou moins de sûreté ou de précocité, le risque d'une contamination par des matières fécales pouvant véhiculer des microorganismes pathogènes (Rodier *et al.*, 2009).

2.2.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et coliformes fécaux

Les coliformes sont des bacilles à Gram négatifs, aérobies ou anaérobies facultatif, non sporulés, ne possédant pas d'oxydase, capables de se multiplier en présence des sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acides et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 36 et 37°C (Carbonelle *et al.*, 1998 ; Camille, 2003).

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermo-tolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44°C. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est *Escherichia coli*, dans une moindre mesure, certaines espèces des genres *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella* (Roux, 2003). La bactérie *E. coli* représente toutefois 80 à 90% des coliformes fécaux détectés bien que la présence de ces derniers témoigne habituellement une contamination d'origine fécale (Carbonelle *et al.*, 1998 ; Camille, 2003 ; Archibald, 2003). (Fig.17).

Les *Escherichia coli* sont des coliformes thermo-tolérants ayant la particularité de produire de l'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu à une température voisine de 42 °C ± 2°C (Bourgeois et Leveau, 1980 ; Denis *et al.*, 2007).

Mode opératoire

La recherche et le dénombrement des coliformes et l'identification de *E. coli* ont été effectués par la méthode du nombre le plus probable (NPP) appelée aussi la colimétrie. Cette méthode est une estimation statistique du nombre de microorganismes supposés être disséminés dans l'eau de manière parfaitement aléatoire (lois de Poisson qui détermine la probabilité d'apparition aléatoire des événements rares) (Rejsek, 2002).

Cette technique se fait en deux étapes consécutives :

- Le test présomptif : Réservé à la recherche des coliformes ;
- Le test confirmatif : Réservé à la recherche des coliformes fécaux et *E. coli* (Lebres, 2002 ; Chaouch, 2007 ; Labres *et al.*, 2008).

a- Test de présomption

Il est effectué en utilisant le bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol à simple concentration (BCPL S/C). Tous les tubes sont munis d'une cloche de Durham pour déceler le dégagement éventuel de gaz dans le milieu (Mouffok, 2001; Lebres, 2002). Avant d'ensemencer les tubes, il faut vérifier qu'il n'y a pas de bulles d'air sous la cloche, pour éviter de fausser les résultats (Joffin et Joffin, 1999).

A partir de l'eau à analyser, il faut préparer de manière aseptisée :

- 50 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu BCPL D/C ;
- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C ;
- 5 fois 1 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C.

Chasser l'air éventuellement présent dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement de gaz (supérieur au 1/10ème de la hauteur de la cloche) ;
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

Ces deux caractères étant témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites (Labres *et al.*, 2008). La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP.

b- Test de confirmation (test de Mac Kenzie)

Le test de confirmation est basé sur la recherche de coliformes thermo-tolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia coli*.

Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des coliformes feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée dans un tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche de Durham. Chasser l'air éventuellement présent dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait cette fois-ci au bain Marie à 44°C pendant 24 heures (Labres *et al.*, 2008).

Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement gazeux et
- Un anneau rouge en surface, témoignant de la production d'indole par *Escherichia coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP en tenant compte du fait qu'*Escherichia coli* est à la fois productrice de gaz et d'indole à 44°C, pendant 24 heures (Labres *et al.*, 2008). Etant donné que les coliformes fécaux font partie des coliformes totaux, il est impossible de trouver plus de coliformes fécaux que de coliformes totaux. Les résultats sont exprimés en germes par 100 ml d'eau analysé (Labres *et al.*, 2008).

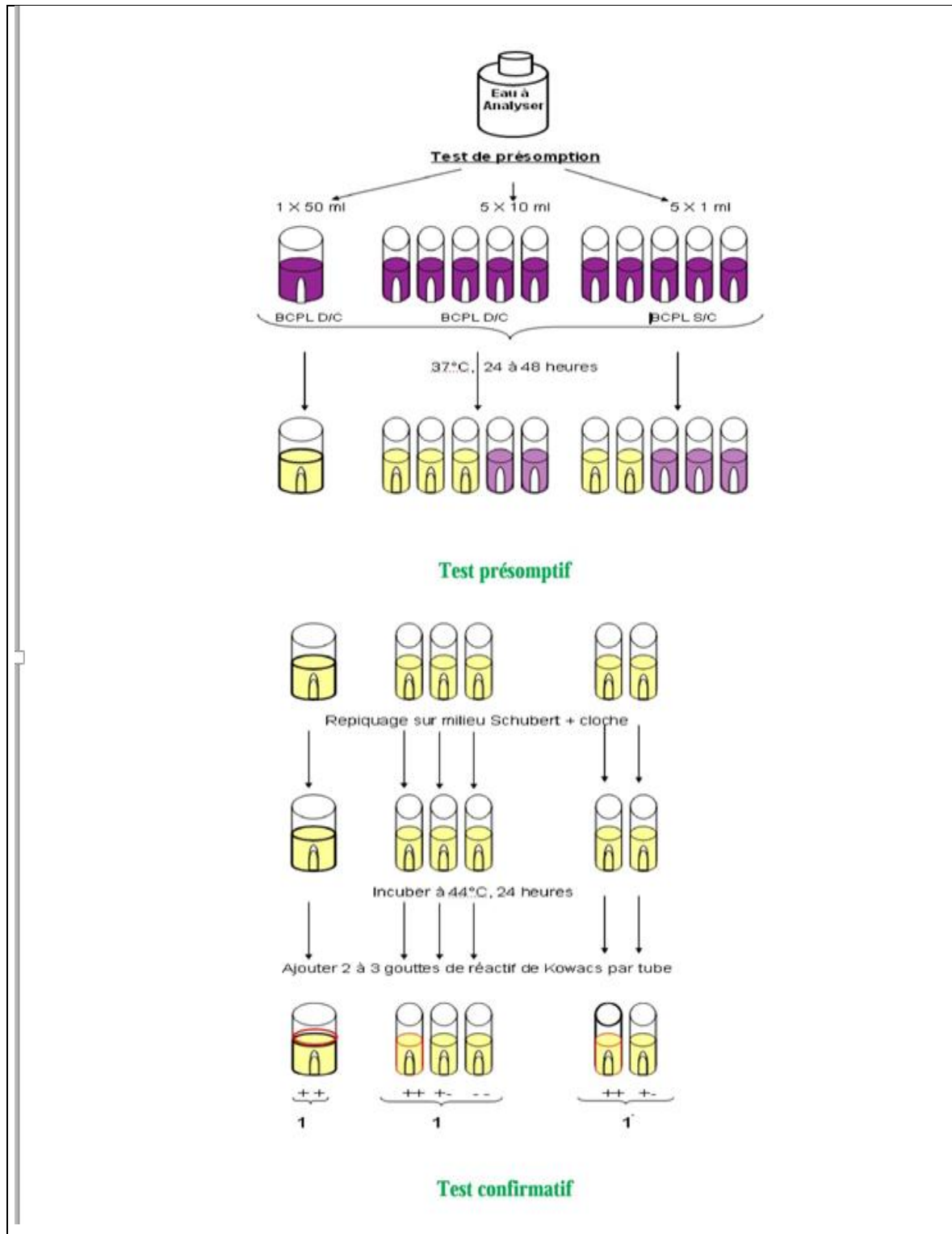


Figure 17. Organigramme du NPP (Labres *et al.*, 2008)

2.2.2. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux (*Enterococcus*)

Les streptocoques fécaux ou streptocoques du groupe «D» de la classification de Lancefield, sont considérés, d'une manière globale, comme étant des témoins de pollution fécale (Mouffok, 2001), du fait qu'ils ont tous un habitat fécal (Rodier *et al.*, 2009).

Mode opératoire

La recherche et le dénombrement des streptocoques fécaux dans les eaux, en milieu liquide par la technique du NPP, se fait en deux étapes consécutives :

- Le test présomptif : Réservé à la recherche présomptive des streptocoques ;
- Le test confirmatif : Réservé à la confirmation réelle des streptocoques fécaux à partir des tubes positifs du test de présomption (Chaouch, 2007).

a- Test de présomption

La recherche se fait en bouillon Rothe S/C (Bouillon à l'azide de sodium simple concentration) (Mouffok, 2001 ; Bricha *et al.*, 2007). A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- 50 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu Rothe D/C ;
- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe D/C ;
- 5 fois 1 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe S/C.

Bien mélanger le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures (Labres *et al.*, 2008). Seront considérés comme présomptifs les tubes présentant un trouble microbien (Fig.18).

b- Test de confirmation

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des streptocoques fécaux éventuellement présents dans le test de présomption (Lebres, 2002 ; Roux, 2003). Après agitation des tubes positifs, prélever sur chacun d'eux successivement 3 oses bouclés (de 3 mm de diamètre) ou quelques gouttes par une pipette Pasteur, et les reporter dans des tubes du milieu Eva Litsky à l'éthyl violet et azide de sodium (Rodier *et al.*, 2009). Bien mélanger le milieu et l'inoculum. Incuber à 37 °C pendant 24 à 48 heures (Lebres, 2002). Seront considérés positifs les tubes présentant :

- Un trouble dû au développement bactérien ;
- Une pastille violette (blanchâtre) au fond du tube (Lebres, 2002). Parfois, la culture s'agglomère au fond du tube en fixant le colorant et en formant une pastille violette (Rodier *et al.*, 2009).

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP qui figure en annexe (Lebres, 2002).

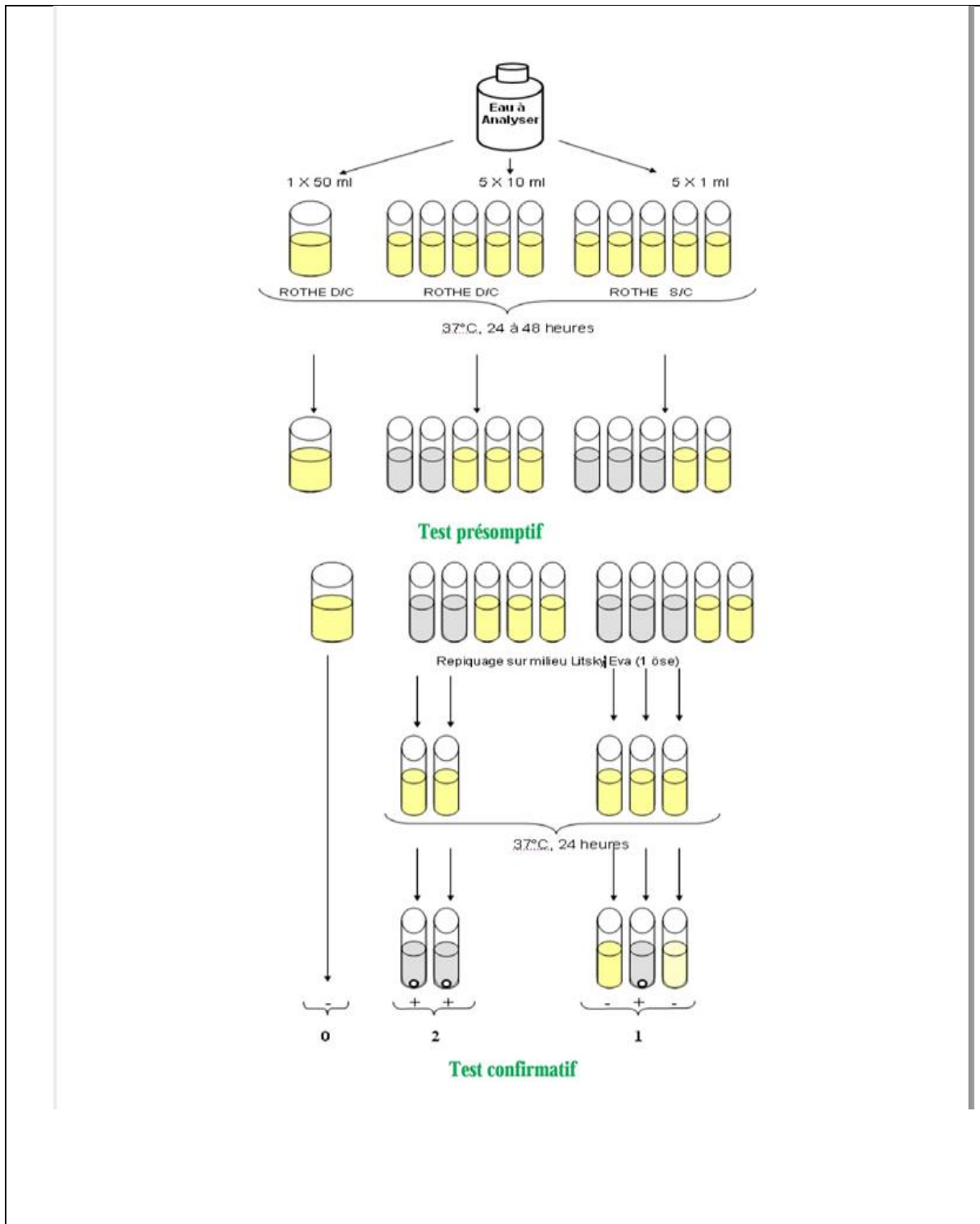


Figure 18. Organigramme de dénombrement des Streptocoques fécaux en milieu liquide (Labres *et al.*, 2008)

2.2.3. Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices (*Clostridium*)

Les anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) se présentent sous forme de bactéries Gram+, se développant en 24 à 48 heures sur une gélose Viande Foie (VF) en donnant des colonies typiques réduisant le sulfite de sodium en sulfure, provoquant avec le citrate ferrique un précipité noir de sulfure de fer autour des colonies (Rejsek, 2002).

Les *Clostridium* sulfito-réducteurs sont souvent considérés comme des témoins de pollution fécale. La forme spore, beaucoup plus résistante que les formes végétatives des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux, permettrait ainsi de détecter une pollution fécale ancienne ou intermittente (Rodier *et al.*, 2009).

La recherche et le dénombrement des spores des ASR dans l'eau se fait par la méthode d'incorporation en gélose en tubes profonds. A partir de l'eau à analyser (Fig.19) :

- Transférer environ 25 ml dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 75°C pendant 15 minutes, afin de détruire toutes les formes végétatives des bactéries anaérobies sulfito-réductrices éventuellement présentes. Un autre flacon rempli d'une autre eau servira de témoin de température ;
- Après chauffage, refroidir immédiatement le flacon destiné à l'analyse, sous l'eau de robinet. Répartir ensuite le contenu de ce tube, dans 4 tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube ;
- Ajouter environ 18 à 20 ml de gélose Tryptose Sulfite Cyclosérine ou Tryptose Sulfite Néomycine ou encore gélose Viande Foie, fondue puis refroidie à 47 °C ± 1°C, additionnée de leurs additifs spécifiques ;
- Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant d'introduire des bulles d'air et de l'oxygène
- Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes environ, puis incuber à 36 °C ± 2°C, pendant 44 ± 4 heures, dans le cas de la gélose Viande Foie (Labres *et al.*, 2008).

La première lecture doit être absolument faite à 16 heures car très souvent les spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices sont envahissantes sinon on se trouvera en face d'un tube complètement noir rendant ainsi l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse sera à refaire en utilisant des dilutions décimales de 10⁻¹ voire 10⁻². La deuxième lecture se fera à 24 heures. Dénombrer toutes colonies noires de 0,5 mm de diamètre, ayant poussé en masse et

rapporter le nombre total des colonies dans les quatre tubes à 20 ml d'eau à analyser (Labres *et al.*, 2008).

Considérer comme résultat positif d'une spore de bactérie anaérobie sulfite-réductrice toute colonie noire entourée d'un halo noir (Rejsek, 2002).

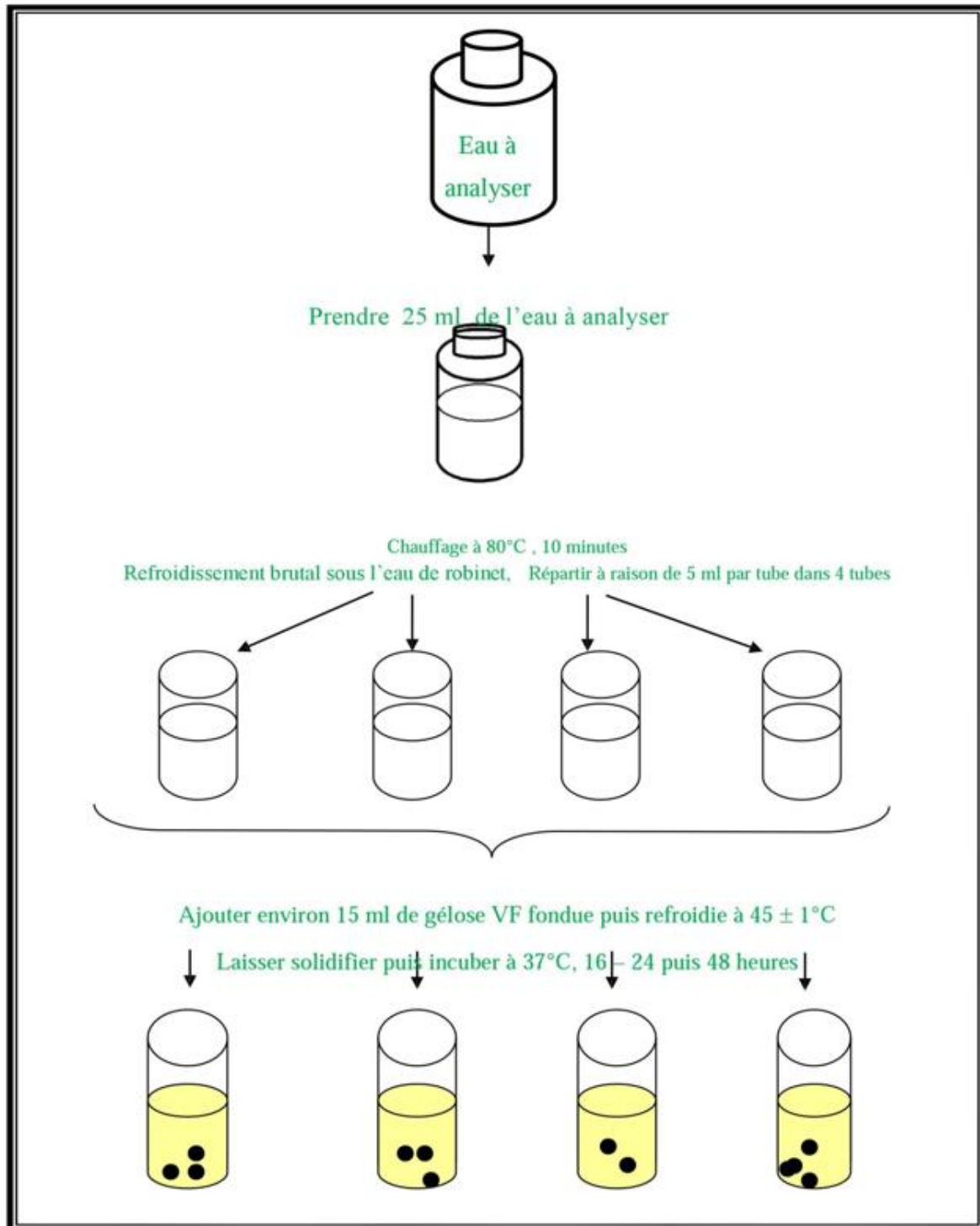


Figure 19. Recherche et dénombrement des anaérobies réducteurs (ASR).

2.3. Recherche bactérienne et isolement :

2.3.1. Recherche des Salmonelles :

Les Salmonella sont des entérobactéries qui se présentent sous forme de Bacilles Gram Négatifs (BGN), ne fermentant pas le lactose, mais fermentant le glucose avec production de gaz et de H₂S ; elles se divisent en deux grands groupes : les mineures et les majeures (hautement pathogènes).

Elles appartiennent au genre des entérobactéries Salmonella. Les salmonelles appartiennent au genre des entérobactéries Salmonella.

Les salmonelles sont présentes dans l'intestin des animaux qui peuvent contaminer l'environnement via leurs matières fécales.

La recherche des Salmonelles peut se réaliser en deux étapes :

➤ Enrichissement

C'est une étape cruciale en utilisant le bouillon de Rappaport-Vassiliadis qu'on lui ajoute 1ml de la suspension mère. Ensuite, c'est l'incubation à 37°C pendant 24 heures. L'étape est refaite pour la deuxième fois pour veiller à avoir une bonne sélectivité (Haemig et al., 2008).

➤ Isolement

L'isolement des Salmonelles s'effectue sur une gélose solide sélective généralement la gélose Hektoen (J-L. Avril et al, 1992). Après incubation du bouillon de Rappaport-Vassiliadis, tout virage de la couleur bleue vers le jaune indique qu'il y a une pousse et le tube qualifié positif, par la suite on prélève un échantillon de tube positif avec l'outil de l'ensemencement, on l'ensemence sur Hektoen suivie par une incubation à 37°C durant 24 heures (Haemig et al, 2008).

L'identification des Salmonelles commence par une première lecture des colonies sur la gélose Hektoen. Les colonies de Salmonella qui poussent sur Hektoen sont lisses, lac moins (Chouder, 2006). Puis une identification par la galerie biochimique API 20E.

Les colonies lactose négatif incolores, transparentes ou vert à bleu vert, avec ou sans centre noir sont des colonies présomptif de salmonelles et des shigelles.

2.3.2. Recherche des *Yersinia*

Yersinia est un genre de bacilles Gram négatifs de la famille des *Yersiniaceae*. Sont des bacilles Gram négatifs, immobiles, dépourvus de spores et de capsules.

La recherche de la yersinia peut se réaliser en deux étapes :

➤ Enrichissement

L'enrichissement de *Yersinia* se fait en milieu liquide ; le bouillon nutritif à basse Température +4°C pendant plusieurs jours (en occurrence : 14 jours). L'exemple de ces bactéries psychrophiles *Y. enterocolitica* et *Y. pseudo tuberculosis* qui peuvent se multiplier à des températures comprises entre + 4 et + 10°C (J-L. Avril et al, 1992).

➤ Isolement

La culture de *Yersinia* peut être envisagée sur la gélose Hektoen, mais dans le présent Travail on a utilisé la gélose Mac Conkey et Hektoen (Crenn, 2004), sur laquelle on ensemence un échantillon du tube de bouillon nutritif positif (apparition de trouble) et on incube à + 4°C pendant 8jours (Crenn, 2004). La culture des échantillons enrichis par froid de *Yersinia* a été effectuée sur le milieu Mac Conkey.

➤ Lecture macroscopique

Yersinia ne fermente pas le lactose, ses colonies sont circulaires convexes soit incolores, grises, ou rose pâles, à surface lisse, brillante et humide (Crenn, 2004).

2.3.3. Recherche des *Mycobacterium* (Coloration de Ziehl-Neelsen) :

Le genre *Mycobacterium* appartient à l'ordre des Actinomycétales et constitue le seul genre de la famille des *Mycobacteriaceae*. Les mycobactéries sont des bacilles droits ou légèrement incurvés de 1 à 10µm de long sur 0,2 à 0,6 µm de large assez longs et fins, immobiles, ne formant pas de spores, conidies, hyphes aériens ou capsules. Elles ne prennent pas la coloration de Gram mais sont acido alcool- résistantes.

Leur paroi présente une structure particulière, riche en cires (acides mycoliques) qui leur permet de retenir les colorants malgré l'action combinée d'acide dilué et d'alcool. Cette

paroi leur confère une grande résistance aux antiseptiques, à certains antibiotiques, aux macrophages. Ils sont dits « bacilles acido-alcool-résistants » ou BAAR.

Cette particularité de la paroi est utilisée pour les mettre en évidence lors d'examen microscopique par la coloration de Ziehl-Neelsen.

Cette coloration double sert essentiellement à la coloration des mycobactéries, elle permet la mise en évidence des bactéries acido-alcool-résistantes à partir de produit pathologique (Delarras, 2007).

- Préparer un frottis.
- Recouvrir le frottis de fuchsine de Ziehl pure.
- Chauffer sur une platine chauffante jusqu'à émission de vapeurs ; laisser les vapeurs se dissiper et recommencer l'opération trois fois au total, en rajoutant éventuellement de la fuchsine.
- La coloration doit durer 10 minutes environ et le colorant ne doit jamais bouillir.
- Puis laver à l'eau distillée.
- Décolorer pendant 2 minutes avec l'acide sulfurique.
- Laver de nouveau à l'eau distillée.
- Décolorer enfin par de l'alcool à 95° pendant 5 minutes et laver à l'eau distillée. A ce stade de la coloration, seules les mycobactéries restent colorées en rouge.
- Recolorer le fond de la préparation par le bleu de méthylène phéniqué, pendant 30 secondes.
- Laver et sécher.
- Examiner au microscope à l'objectif x100 à immersion (Delarras, 2007).

Les mycobactéries sont colorées en rouge sur le fond bleu de la préparation, alors que toutes les autres bactéries sont colorées en bleu (Delarras, 2007).

2.3.4 Recherche des *Vibrio*

Les *Vibrio* sont des bacilles à Gram négatif généralement isolés, droits ou incurvés, assez courts (1,5 à 3,0 μm), parfois franchement coccobacillaires. Les *Vibrio* n'ont pas d'exigence nutritive particulière : ils sont isolés sur milieux ordinaires. La croissance est abondante en milieux peptonés simples. Mais les espèces halophiles ont besoin de sodium pour une croissance optimale, à la différence des espèces halotolérantes ne nécessitant que de faibles concentrations en NaCl.

La recherche des *Vibrio* se fait de la technique suivante :

- Ensemencer 1 ml de milieu d'enrichissement eau peptoné alcaline.
- Incuber pendant 3 heures à 37 °C.
- Prélever 0.5 à 1 ml de milieu en surface, transférer dans un 2^{ème} milieu d'enrichissement.
- Incuber pendant 6 heures à 37 °C.
- Prélever une anse de milieu en surface du deuxième milieu d'enrichissement ; réisoler sur un milieu sélectif (GNAB).
- Incuber pendant 18 heures à 37 °C (Marchal et *al.*, 1982).

2.3.5. Recherche des levures :

Certaines levures et champignons pathogènes pour l'homme sont peut être isolé sur le milieu sélectif Sabouraud additionnée d'un ou plusieurs antibiotiques, ce milieu est disponible en tube avec pente (Delarras, 2007)

- Ensemencer le prélèvement polymicrobien sur la pente du milieu en tube.
- Incuber, capsule débloquée, à 37°C entre 24 heures à 5 jours.
- Repiquer les colonies développées sur gélose Sabouraud.

Pour les levures les colonies apparaissent crémeuses et blanchâtres, parfois pigmentés, épaisses, luisantes. Pour les champignons procéder à leur examen macroscopique et microscopique en vue de leur identification.

2.3. L'identification

2.3.1. Examen macroscopique

Pour les examens macroscopiques des bactéries communes, aérobies strictes et anaérobies facultatives, l'observation des colonies a été faite à l'œil nu ou à l'aide d'une loupe binoculaire. Ainsi, espèce bactérienne développe une colonie de taille, de forme, de couleur et de consistance caractéristiques (Singleton, 1999). L'aspect des colonies dépend du milieu utilisé, de la durée et de la température d'incubation. Pour chaque type des colonies distinctes nous avons noté les caractéristiques suivantes ; la taille, la forme, l'élévation, la transparence, l'aspect de surface, la consistance et la pigmentation.

2.3.2. 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.

2.3.3. Examen microscopique :

Au cours d'analyses microbiologiques, on peut observer des bactéries vivantes ou tuées et colorées, le plus souvent à l'aide d'un microscope optique. L'examen des bactéries fixées et colorées sur des frottis permet de mieux observer les détails morphologiques des cellules bactériennes et orienter l'identification (Delarras, 2007).

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

C'est la coloration de références en bactériologie (Denis et *al.*, 2007), elle permet de diviser le monde des bactéries en deux groupes distincts, mais certaines bactéries peuvent présenter un Gram variable, cette coloration permet en général d'apprécier la pureté des souches bactériennes avant toute identification (Delarras, 2007).

2.3.4. Examen liés aux caractères biochimiques :

L'identification biochimique des isolats est effectuée par la galerie API 20E (Biomérieux). Il s'agit d'une version miniaturisée et normalisée, 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).

L'API 20E : un système standardisé pour l'identification des Enterobacteriaceae (*E. coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*...) et autres bacilles à Gram négatif non fastidieux (Ex : *Vibrio*), comprenant 21 tests biochimiques miniaturisés, ainsi qu'une base de données (Biomérieux® SA, 07584J - FR - 2010/05, 01).

L'API NE : un système standardisé pour l'identification des bacilles Gram négatif non Entérobactéries et non fastidieux ayant l'oxydase positif (*Pseudomonas*, *Vibrio*, *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Moraxella*...) combinant 8 tests conventionnels, et 12 tests d'assimilation.

L'API 20C AUX : La galerie biochimique standardisée et miniaturisée Système pour les levures.

L'APIstaph : La galerie biochimique pour l'identification des *Staphylococcus*.

L'APIstrep : La galerie biochimique pour l'identification des *Streptococcus*.

L'APINH : La galerie biochimique APINH pour l'identification des *Lactobacillus*.

Principe

La galerie API 20E est constituée de 20 micro-tubes contenant des substrats sous forme déshydratée. Les essais sontensemencés d'une suspension bactérienne qui restaure le milieu. Les réactions produites au cours de la période d'incubation provoquent des plis de couleur spontanés ou se manifestent par l'ajout de réactifs. La lecture de ces réactions s'effectue au moyen du tableau de lecture et l'identification se fait au moyen du logiciel d'identification. (Marchal N., 1992).



Figure 20 : La galerie API20E utilisée pour l'identification des entérobactéries isolées de la fiente des hirondelles (rustique et fenêtre).

✚ Mode opératoire

- verser de l'eau dans la boîte d'incubation pour créer une atmosphère humide.
- Déposer stérilement la galerie dans la boîte d'incubation
- Prélever une seule colonie bien isolée sur milieu gélosé ;
- 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 ;
- Réaliser une suspension bactérienne faible de 18 à 24 h fait la comparé avec le milieu Mc Farland)
- 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 être effectuée par référence à la table de 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.

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.

2.3.5. Tests complémentaires

• **Teste catalase**

Principe

En présence d'oxygène moléculaire, certaines réactions métaboliques conduisent à la transformation d'eau oxygénée.

L'enzyme du catalase catalyse la réaction de la décomposition de peroxyde d'oxygène (H₂O₂ ou l'eau oxygénée) en eau (H₂O) et oxygène (O₂). Elle est indispensable pour les strictement anaérobies pour empêcher l'accumulation de l'H₂O₂ dans la bactérie et qui est toxique pour cette catégorie des bactéries. (Madian M., et al. 2007).

Technique

- Déposer sur une lame de verre propre et sèche une goutte d'eau oxygénée à 10 volume ;
- Prélever à l'aide de l'effilure d'une pipette pasteur un fragment de colonie et dissocier la culture dans l'eau oxygénée (Delarras, 2007).
- Bien mélanger la colonie avec la goutte
- Puis observer le dégagement ou non des bulles gazeuses.

Résultats

L'apparition de bulles de gaz sur la lame indique la présence de catalase et que la bactérie est positivement catalase, mais l'absence de bulles de gaz indique l'absence de catalase et en conséquence la bactérie est catalase négative.

- **Recherche des cytochromes oxydases**

La recherche de l'oxydase est une technique d'identification bactériologique concernant les bactéries gram négatives : la détection de l'enzyme oxydase permet d'orienter la recherche vers les genres *Pseudomonas* et vers la famille *Vibrionaceae*. Les bactéries possédant l'enzyme oxydase peuvent oxyder la N-diméthyl-paraphénylène diamine, ce qui donne des produits violacés.

Ce test met en évidence la présence de cytochrome c dans les chaînes respiratoires grâce à des réactifs ayant le même potentiel d'oxydo-réduction que le cytochrome c.

- ✚ **Technique**

- Déposer, sur la lame, un disque d'oxydase
 - Mettre une goutte d'eau distillée.
 - Prélever à l'aide d'une pipette Pasteur une colonie et y déposer sur le disque (Delarras, 2007).

- ✚ **Résultats**

- Coloration violette : oxydase positive.
 - Aucune coloration : oxydase négative.

- **Recherche d'une staphylocoagulase**

L'objectif de ce test est de détecter la présence de staphylocoque aureus et de confirmer leur pathogénicité en recherchant la présence de coagulase. Les staphylococcus aureus produisent deux types de coagulase : la coagulase libre extracellulaire qui réagit avec la prothrombine du plasma, et la coagulase liée, localisée sur la paroi bactérienne qui réagit avec le fibrinogène plasmatique pour produire un coagulum (NFV 08-057-1. 2007).

La coagulase libre (exo-enzyme) est une enzyme libérée dans le milieu au cours de la culture par *Staphylococcus aureus*. Sa mise en évidence permet seule, d'affirmer la présence de *S. aureus*. Cette enzyme est capable in vitro de coaguler le plasma de lapin.

- ✚ **Technique**

- Dans un tube à hémolyse stérile, introduire 0,5 ml de plasma oxalaté + 0,5 ml d'une culture de 18 h en bouillon cœur cervelle de la souche à étudier.
 - Ensemencer deux tubes pour chaque tube de cœur-cervellé ;

-Incuber la moitié des nombre des tubesensemencé à température ambiante et l'autre moitié à température de 37°C.

La lecture

Des lectures doivent être effectuée après 30 minutes, toutes les heures au moins pendant les cinq premières heures jusqu'à 24 heures (Delarras, 2007).

La présence de coagulase libre se manifeste par l'apparition d'un coagulum résulte après la coagulation du plasma dans les tubes incubé à 37° C, et la coagulase liée apparue par la formation d'un coagulum dans les tubes incubé 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*.

3.4. Antibiogramme

Des interactions entre les bactéries entraînent la formation de substances antibactériennes qui inhibent la croissance d'autres groupes. Cette inhibition conduit à l'ouverture d'une niche écologique et donc à établir un autre groupe de bactéries qui a l'affinité pour le même substrat mais n'est pas susceptible au composé antimicrobien. (Margie et al., 2003 ; lianhui , 1993 ; Blaut, 2000)

La nouvelle communauté de bactéries, composée de multiples espèces, formera un biofilm. La formation de biofilms nécessite l'existence d'un échange d'informations entre bactéries à travers la synthèse de molécules en tant que signaux produits dans l'environnement et pouvant être détectés par d'autres bactéries. Ces signaux peuvent influencer sur le comportement bactérien et les aptitudes métaboliques en modulant l'expression des gènes.

Nous avons utilisé la méthode de Kirby-Bauer (recommandée par l'OMS) qui est basée sur la diffusion de substances antibiotiques imprégnées sur des disques en papier préalablement séchés qui doivent être déposés à la surface de la gélose. Les disques appliqués sur l'agar absorbent une quantité d'eau suffisante pour dissoudre l'antibiotique qui diffuse ainsi progressivement dans le milieu, suivant les lois physiques de diffusion des molécules à travers un gel. Il se forme ainsi un gradient de concentration de l'antibiotique autour de chaque disque. Tandis que le mécanisme de diffusion se produit, la multiplication des germesensemencés à la surface de l'agar intervient. Au moment où se manifeste la phase logarithmique de croissance, les bactéries se multiplient plus rapidement que la diffusion de l'antibiotique ne peut progresser

et les cellules bactériennes non inhibées continuent à se multiplier jusqu'à ce que la culture puisse être visualisée (Delarras, 2007).

➤ **Milieu :**

- Gélose Mueller Hinton (MH), coulée en boîtes de Pétri sur une épaisseur de 4 mm.
- Les géloses sont séchées avant l'emploi (Rahal *et al.*, 2008).

➤ **Inoculum :**

- A partir d'une culture pure de 18 heures sur milieu d'isolement, racler à l'aide d'une anse de platine quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques.
- Bien décharger l'anse dans 5 à 10 ml d'eau physiologique stérile à 0,9 %.
- Bien homogénéiser la suspension bactérienne, son opacité doit être équivalente à 0,5 Mc Farland ou à une D.O de 0,08 à 0,10 lue à 625 nm.
- L'inoculum peut être ajusté en ajoutant, soit de la culture s'il est trop faible, ou bien de l'eau physiologique stérile s'il est trop fort.
- L'ensemencement doit se faire dans les 15 mn qui suivent la préparation de l'inoculum (Rahal *et al.*, 2008).

➤ **Ensemencement :**

- Tremper un écouvillon stérile dans la suspension bactérienne.
- L'essorer en le pressant fermement (en le tournant) sur la paroi interne du tube, afin de le décharger au maximum.
- Frotter l'écouvillon sur la totalité de la surface gélosée, sèche, de haut en bas, en stries serrées.
- Répéter l'opération deux fois, en tournant la boîte de 60° à chaque fois sans oublier de faire pivoter l'écouvillon sur lui-même. Finir l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la Périphérie de la gélose (Rahal *et al.*, 2008).

➤ **Application des disques d'antibiotiques :**

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.

- Il est préférable de ne pas mettre plus de 6 disques d'antibiotiques sur une boîte de 90 mm de diamètre. Les disques d'antibiotiques doivent être espacés de 24 mm, centre à centre. (Figure 21).

- Tester la liste des antibiotiques selon la bactérie isolée.
- Presser chaque disque d'antibiotique à l'aide de pinces stériles pour s'assurer de son application. Une fois appliqué, le disque ne doit pas être déplacé (Rahal et *al.*, 2008).
- L'incubation se fait à 35°C pendant 18 heures.

➤ **Lecture :**

- Mesurer avec précision les diamètres des zones d'inhibition à l'aide d'un pied à coulisse
- métallique, à l'extérieur de la boîte fermée (Rahal et *al.*, 2008)

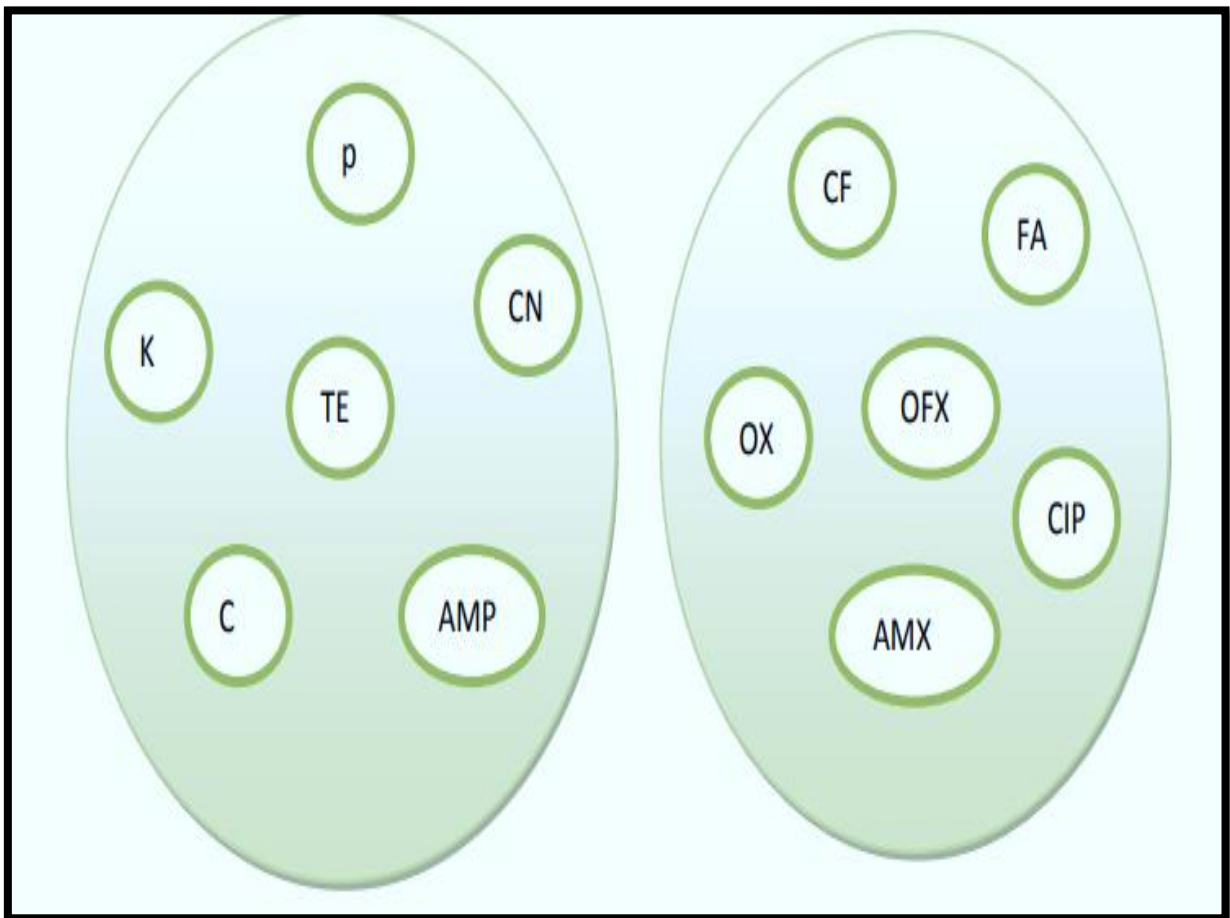


Figure 21 : Le protocole d'application des disques d'antibiotiques.

Choix des antibiotiques : Le choix des antibiotiques se fait en fonction de leurs activités sur les bactéries bacilles Gram négatifs (Tableau 05)

Tableau 05: Liste des antibiotiques utilisés

| Famille | Antibiotique | Sigle | Charge |
|---|-----------------|-------|--------|
| β-Lactamine | Ampicilline | AMP | 30µg |
| Aminosides | Gentamycine | GEN | 10 µg |
| Pénicillines | Penicilline G | P | 30µg |
| Glycopeptides | Vancomycine | VA | 30 µg |
| Phénicolés | Chloromphénicol | C | 30 µg |
| Pénicillines | | CTX | |
| Pénicillines | Oxacilline | OX | 05µg |
| Acide fusidique | Acide fusidique | FA | 10µg |
| β-Lactamine Aminopénicilline | Amoxicilline | AMX | 25µg |
| Tétracyclines | Tétracycline | TE | 30 UI |
| Céphalosporine 1ère G | Céfalotine | CF | 30µg |
| Macrolides | Erythromycine | E | Néant |

3. Traitements statistiques

Les moyennes et les écarts types pour les différents paramètres des œufs (longueur, largeur et le poids) et le calcul du coefficient de corrélation de Pearson qui permet de mettre en évidence les différentes liaisons entre ces paramètres ainsi que le test T de Student et le test de Kolmogorov-Smirnov pour étudier la variation des différents paramètres pendant les deux pontes ont été calculés par le logiciel *STATISTICA* version 6.



Chapitre 4 :

RESULTATS ET DISCUSSION

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

1.1 Hirondelle de fenêtre

1.1.1. Date d'arriver

Les premiers individus des Hirondelles de fenêtres *Delichon urbicum* sont arrivés dans la ville de Guelma au début du mois de février, et y sont restés jusqu'à la mi-octobre avant de migrer vers leurs quartiers d'hiver habituels. Nous avons observé que cette hirondelle domestique se reproduit deux fois par saison.

1.1.2. Répartition des colonies

Ces passereaux occupaient un site de reproduction habituel, composé de 352 nids construits sur le mur de l'hôpital Hakim Okbi dans le centre-ville de Guelma (la hauteur moyenne des nids était de 15 ± 4 m).

Les données sur la reproduction des hirondelles de fenêtre (en 2019 et 2020) montrent que les totaux des nids surveillés étaient respectivement de 334 et 348. Les couples tardifs des hirondelles commencent à construire de nouveaux nids à la fin du mois de mars. Le nombre de nids nouvellement construits était de 66 (31 en 2019 et 35 en 2020) (Tab.6).

Tableau 6. Nombre des nids de l'hirondelle de fenêtre au niveau de Guelma durant les années 2019 et 2020.

| Saison | Nids occupés | Nouveaux nids | Première couvée | Deuxième couvée |
|--------|--------------|---------------|-----------------|-----------------|
| 2019 | 334 | 31 | 30 | 30 |
| 2020 | 348 | 35 | 30 | 30 |

1.1.3. Paramètres démographiques

1.1.3.1. Date de ponte

La date moyenne de ponte a été enregistrée au cours de la première quinzaine de mai (09 mai 2019 et 05 mai 2020) (Fig.20). Les premières pontes du couple le plus précoce ont été déposées respectivement le 18 avril 2019 et le 15 avril 2020, et les plus tardives le 19 mai 2019 et le 09 mai 2020. Pour la deuxième tentative de ponte, la date moyenne est le 18 juin. Les premières pontes ont été déposées le 05 juin 2019 et le 02 juin 2020, et les dernières le 05 juillet

2019 et le 30 juin 2020, soit une période de ponte équivalente à 76 jours. Le maximum de ponte a été noté au début du mois de mai (durant la première semaine) (Fig.22).

1.1.3.2. Grandeur de ponte

La taille de la première ponte varie entre 3 et 6 œufs par couvée. Les plus fréquentes sont celles de 5 œufs avec un pourcentage de 68% (Fig.23). Lors de la deuxième ponte, les pontes les plus fréquentes sont celles de 4 œufs (44%) suivies de celles de 5 œufs avec un pourcentage de 42%. La taille des pontes varie de 1 à 5 œufs par nid (Fig.23).

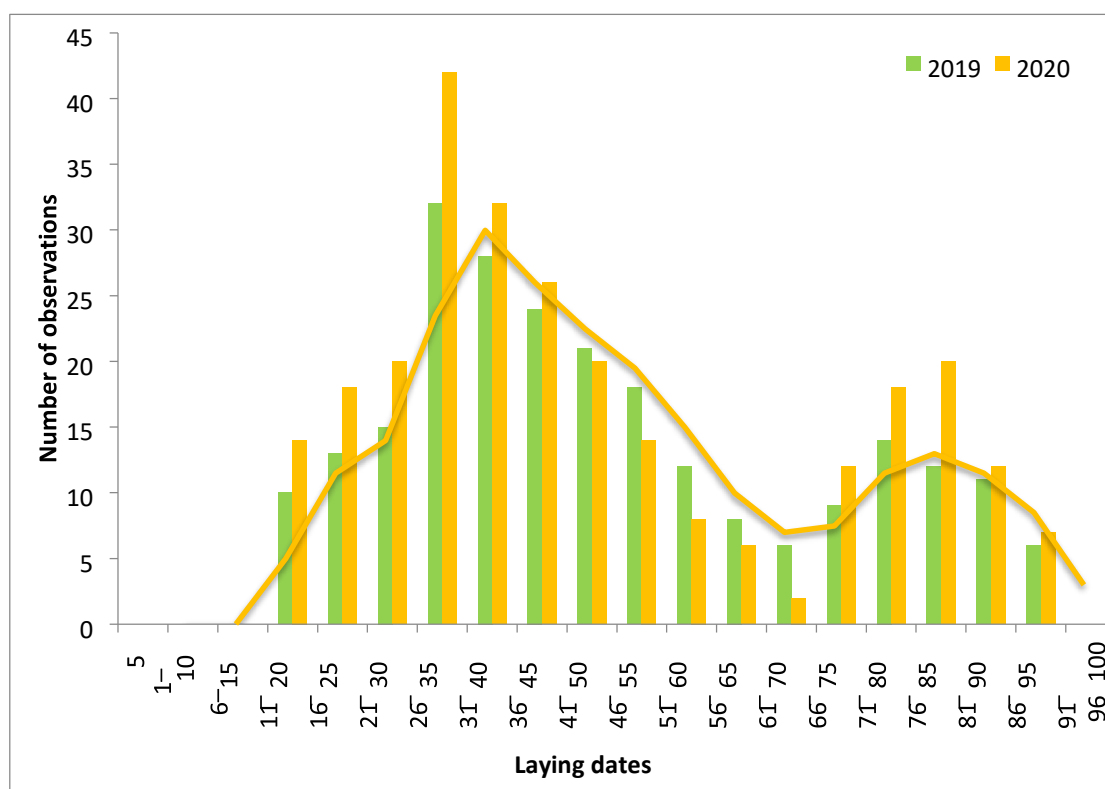


Figure 22. Variation saisonnière de la nidification des hirondelles au niveau de la ville de Guelma (2019 et 2020).

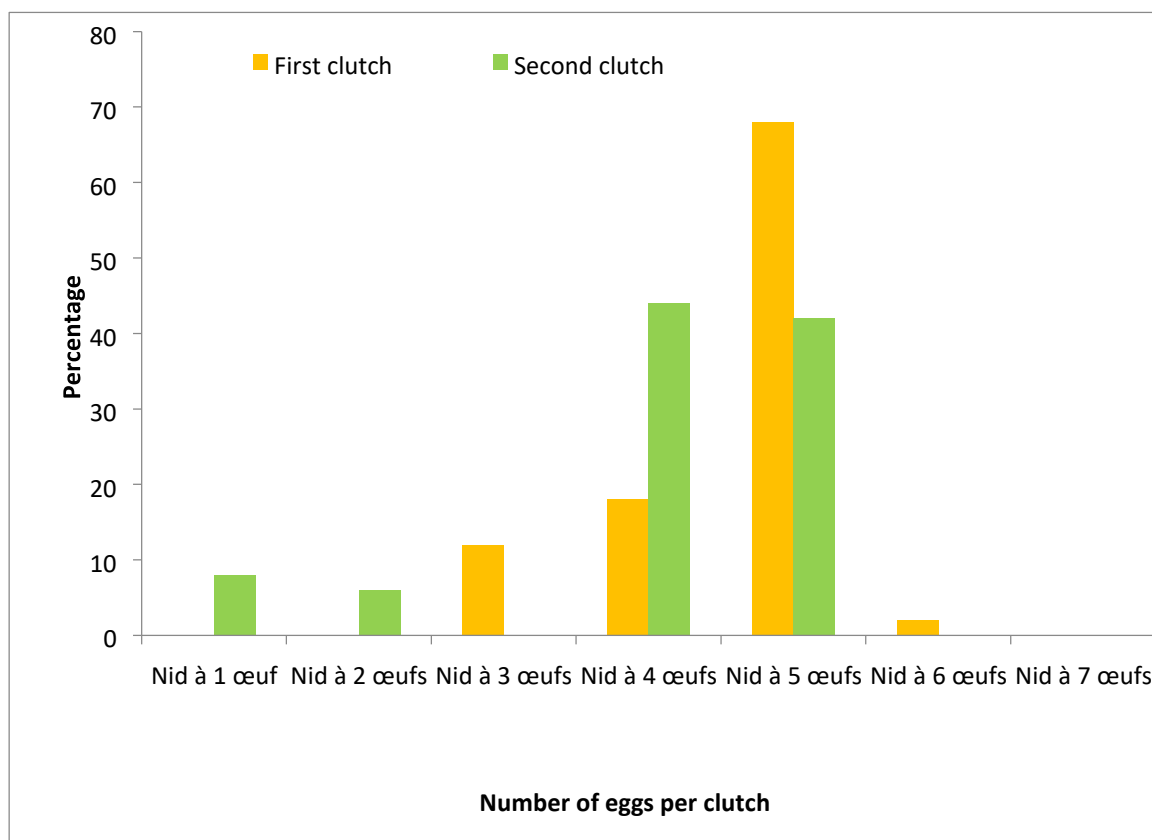


Figure 23. Proportion de la grandeur de ponte chez les Hirondelles de Fenêtres entre la première et la deuxième ponte (2019 et 2020).

1.1.3.2. Durée de l'incubation

La durée moyenne d'incubation est de 15 jours pour la première ponte. Elle varie entre 10 et 17 jours. Lors de la deuxième tentative de ponte, la durée moyenne d'incubation est de 13 jours. Elle varie entre 10 et 16 jours. Le nombre moyen d'oisillons pour la première couvée est de 3 poussins par couple avec des limites de 1 à 5 et il est de 1 pour la deuxième couvée avec des limites de 0 à 3 poussins. Le succès d'éclosion moyen est de 83% pour la première couvée et de 43% pour la deuxième couvée.

Les premiers arrivés individus d'hirondelle de fenêtre ont occupé les anciens nids de la saison de reproduction précédente (en raison de l'adaptabilité à la position et de la facilité d'accès). Le nombre de nids construits dépend principalement du nombre de couples nicheurs, de la disponibilité d'anciens nids et du nombre de nids détruits avant la saison de reproduction.

Tableau 7. Caractéristiques des œufs

| | | Longueur | Largeur | Poids | Volume |
|-------------------|------|-----------------|----------------|--------------|----------------------|
| Première ponte | 2019 | 18,54 mm | 12,68 mm | 1,51 g | 1,53 cm ³ |
| | 2020 | 18,61 mm | 12,73 mm | 1,59 g | 1,56 cm ³ |
| Deuxième ponte | 2019 | 18,42 mm | 12,51 mm | 1,46 g | 1,47 cm ³ |
| | 2020 | 18,38 mm | 12,49 mm | 1,42 g | 1,45 cm ³ |

La longueur moyenne des œufs est plus importante lors de la première tentative que lors de la seconde ($19,48 \pm 0,53$ mm et $17,98 \pm 0,33$ mm), respectivement. Le test T de Student montre une différence significative entre la première et la deuxième couvée, en ce qui concerne la longueur ($t = -13,13507$; $p = 0,000000$). Le test de Kolmogorov-Smirnov (tests significatifs marqués à $p < 0,05$) confirme également une différence significative entre la première et la deuxième couvée ($p < 0,001$).

La largeur moyenne des œufs est similaire lors des deux tentatives de ponte ($12,73 \pm 0,47$ et $12,15 \pm 0,16$ mm, respectivement). Cependant, le test T de Student montre une différence significative entre la première et la deuxième couvée, par rapport à la largeur ($t = 14,27940$; $p = 0,000000$). Même le test de Kolmogorov-Smirnov (tests significatifs marqués à $p < 0,05000$) confirme également une différence significative entre la première couvée et la deuxième couvée ($p < 0,001$).

Le poids moyen des œufs est également similaire ($1,63 \pm 0,03$ et $1,46 \pm 0,04$ mm, respectivement). Cependant, le test t de Student ($t = 15,44687$; $p = 0,000000$) et le test de Kolmogorov-Smirnov montrent à nouveau des différences significatives entre la première couvée et la deuxième couvée.

Une relation significative et positive est notée entre le poids et la largeur ($r = 0,47$, $p = 0,009$) pour la première couvée. Pour la seconde couvée, il n'y a pas de corrélation significative entre les paramètres mesurés (Fig.24).

Ces données sur la reproduction de l'Hirondelle de fenêtre illustrent l'importance de cette région pour le maintien de la population de cet oiseau migrateur. Plusieurs études sur la caractérisation de la nidification de cet oiseau ont été publiées ces dernières années (Rouaiguia *et al.*, 2015 ; Fenghour *et al.*, 2018). En revanche, aucune étude antérieure n'a rapporté une relation significative entre la taille des œufs et les variables reproductives sur deux couvées

successives. Les résultats obtenus indiquent la nécessité d'un futur suivi de l'espèce pour sa préservation. Il est impératif de mettre en place un réseau de suivi et de surveillance de cette espèce dans cette région de l'Algérie, afin de sauvegarder ses habitats.

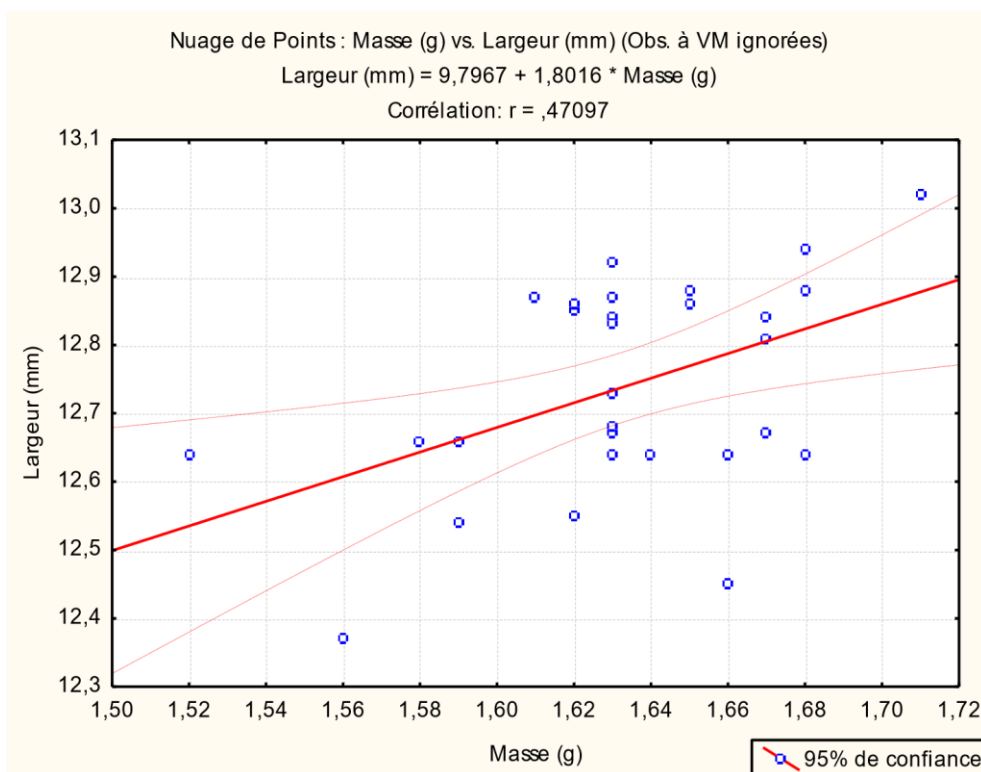


Figure 24. Corrélation entre la masse et la largeur durant la première ponte.

D'une manière générale, la longueur moyenne des œufs pour la première ponte est de 19.48 ± 0.53 avec une valeur maximale de 20.16 mm et une valeur minimale de 18.33 mm et concernant la deuxième ponte, la longueur moyenne des œufs est de 17.98 ± 0.33 , avec une valeur maximale de 18.64 mm et une valeur minimal de 17.52 mm.

La largeur moyenne des œufs pour la première ponte est de 12.73 ± 0.15 avec une valeur maximale de 13.02 mm et une valeur minimale de 12.37 mm et concernant la deuxième ponte, la largeur moyenne des œufs est de 12.15 ± 0.16 , avec une valeur maximale de 12.63 mm et une valeur minimal de 11.86 mm.

La masse moyenne des œufs pour la première ponte est de 1.63 ± 0.03 avec une valeur maximale de 1.71g et une valeur minimale de 1.52g et concernant la deuxième ponte, la masse moyenne des œufs est de 1.46 ± 0.04 , avec une valeur maximale de 1.55g et une valeur minimal de 1.39g (Tab.8).

Tableau 8. Mensurations des œufs

| | | Longueur (mm) | Largeur (mm) | Masse (g) |
|----------------|-------------------|---------------|--------------|-----------|
| Ponte 1 | N Actifs | 30 | 30 | 30 |
| | Moyenne | 19,48067 | 12,73700 | 1,63200 |
| | Minimum | 18,33000 | 12,37000 | 1,52000 |
| | Maximum | 20,16000 | 13,02000 | 1,71000 |
| | Ecart-type | 0,530789 | 0,152816 | 0,039948 |
| Ponte 2 | N Actifs | 30 | 30 | 30 |
| | Moyenne | 17,98033 | 12,15933 | 1,46733 |
| | Minimum | 17,52000 | 11,86000 | 1,39000 |
| | Maximum | 18,64000 | 12,63000 | 1,55000 |
| | Ecart-type | 0,331168 | 0,160451 | 0,042583 |

Analyses de corrélation

Tableau 9.Matrice de corrélation entre les trois paramètres (Ponte 1)

| | Longueur (mm) | Largeur (mm) | Masse (g) |
|---------------|---------------|--------------|-------------|
| Longueur (mm) | 1,00 | 0,09 | 0,24 |
| Largeur (mm) | | 1,00 | 0,47 |
| Masse (g) | | | 1,00 |

Concernant la deuxième ponte, il n'existe pas des corrélations significatives entre les paramètres mesurés.

Tableau 10. Matrice de corrélation entre les trois paramètres (Ponte2)

| | Longueur (mm) | Largeur (mm) | Masse (g) |
|---------------|---------------|--------------|-----------|
| Longueur (mm) | 1,00 | -0,13 | 0,33 |
| Largeur (mm) | | 1,00 | 0,16 |
| Masse (g) | | | 1,00 |

La longueur d'œuf moyenne était plus importante en première ponte qu'en deuxième ponte ($19,48 \pm 0,53$ mm et $17,98 \pm 0,33$ mm), respectivement (Fig.25). Le test T de Student montre une différence significative entre la 1^{ère} ponte et la 2^{ème} ponte, par rapport à la longueur ($t = -13,13507$; $p = 0,000000$) (Tab.9). Test de Kolmogorov-Smirnov (Tests significatifs marqués à $p < 0,05000$) confirme aussi une différence significative entre la 1^{ère} ponte et la deuxième ponte ($p < 0,001$) (Tab.10)

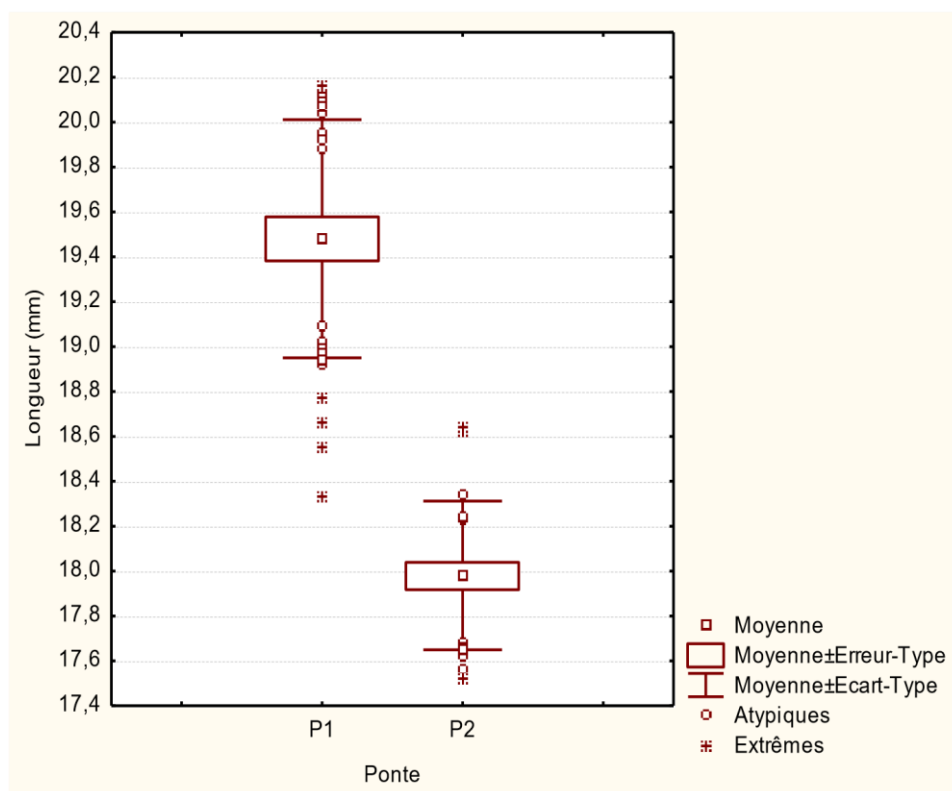


Figure 25. Boîte à moustache représentant la comparaison de la longueur d'œuf entre les deux Pontes.

Tableau 11. Le test T de Student

| | Moyenne P1 | Moyenne P2 | Valeur t | dl | p | N Actifs P1 | N Actifs P2 | Ecart-Type P1 | Ecart-Type P2 | Ratio F Variances | P Variances |
|----------------------|------------|------------|----------|----|----------|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------------|-------------|
| Longueur (mm) | 19,48067 | 17,98033 | 13,13507 | 58 | 0,000000 | 30 | 30 | 0,530789 | 0,331168 | 2,568903 | 0,013343 |

Tableau 12. Test de Kolmogorov-Smirnov

| | Max Négdifférence | Max Pos différence | niv. p | Moyenne P1 | Moyenne P2 | Ec-Type P1 | Ec-Type P2 | N Actif | N Actif |
|----------------------|-------------------|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------|---------|
| Longueur (mm) | 0,00 | 0,933333 | $p < .001$ | 19,48067 | 17,98033 | 0,530789 | 0,331168 | 30 | 30 |

La largeur moyenne d'œufs était similaire ($12,73 \pm 0,47$ et $12,15 \pm 0,16$ mm) en ponte 1 et ponte 2, respectivement (Fig. 26). Le test T de Student nous montre une différence significative entre les deux pontes ($t= 14,27940$; $p=0,000000$) (Tab.13).

Le test de Kolmogorov-Smirnov (Tests significatifs marqués à $p <,05000$) confirme aussi une différence significative entre la première ponte et la deuxième ($p<0.001$) (Tab. 14).

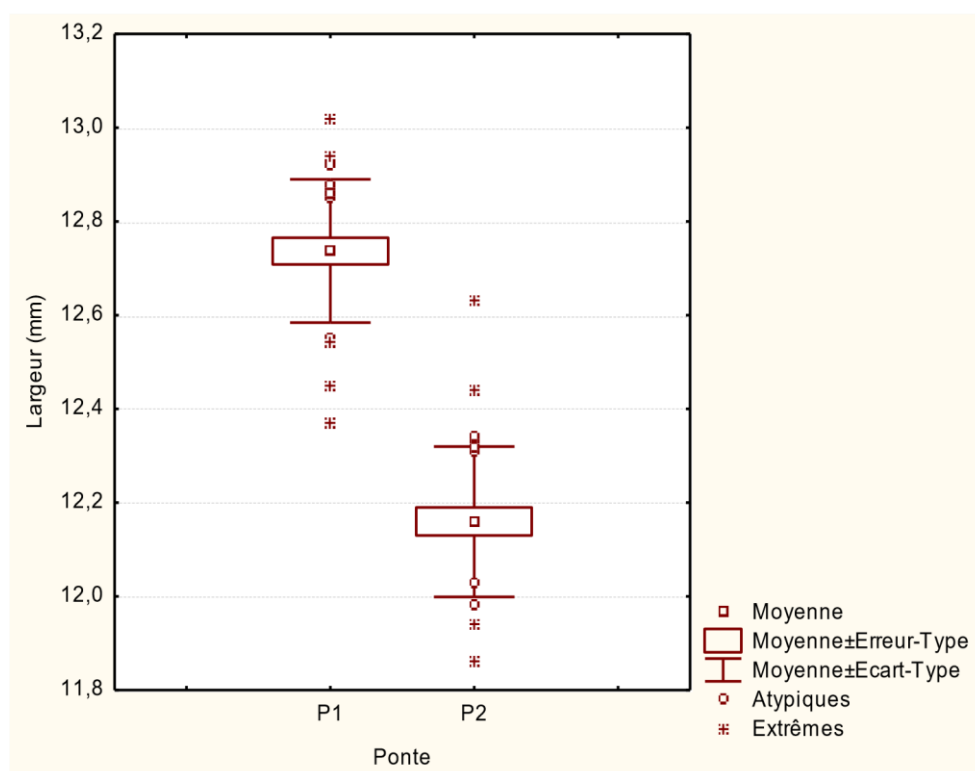


Figure 26. Boîte à moustache représentant la comparaison de la largeur d'œuf entre les deux pontes.

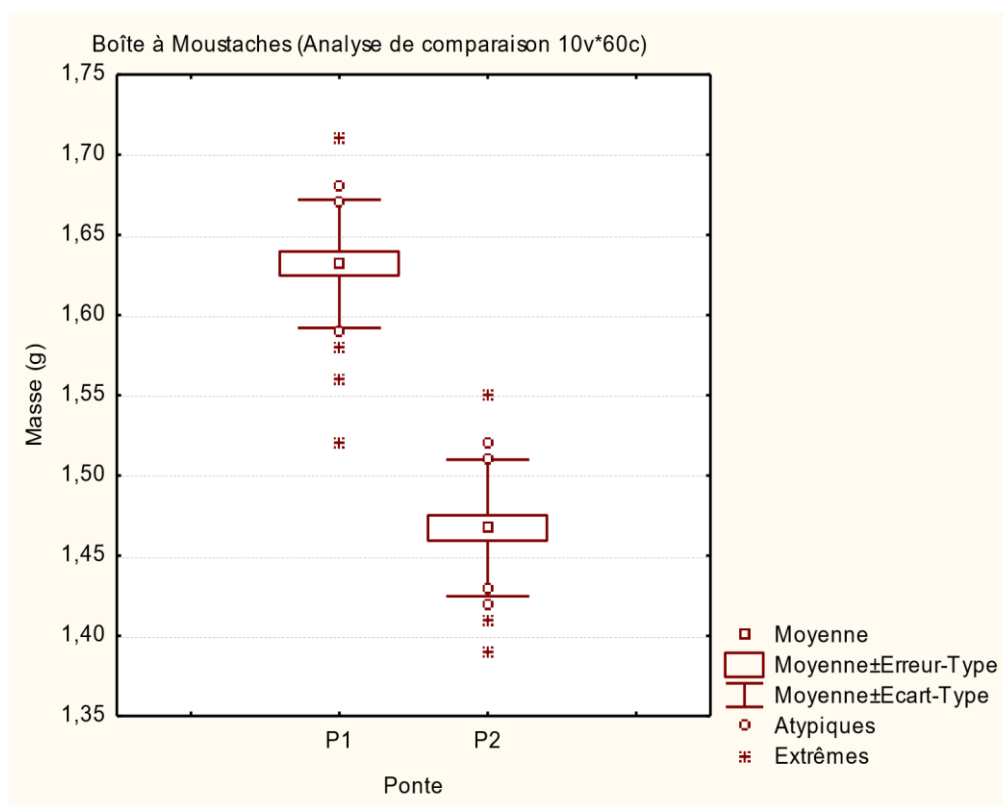
Tableau 13. Le test t de Student

| | Moyenne P1 | Moyenne P2 | Valeur t | dl | p | N Actifs P1 | N Actifs P2 | Ecart-Type P1 | Ecart-Type P2 | Ratio F Variances | P Variances |
|---------------------|------------|------------|----------|----|----------|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------------|-------------|
| Largeur (mm) | 12,73700 | 12,15933 | 14,27940 | 58 | 0,000000 | 30 | 30 | 0,152816 | 0,160451 | 1,102412 | 0,794690 |

Tableau 14. Test de Kolmogorov-Smirnov

| | Max Négdifférnce | Max Pos différence | niv. p | Moyenne P1 | Moyenne P2 | Ec-Type P2 | Ec-Type P2 | N Actif | N Actif |
|---------------------|------------------|--------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|---------|---------|
| Largeur (mm) | 0,00 | 0,933333 | p <.001 | 12,73700 | 12,15933 | 0,152816 | 0,160451 | 30 | 30 |

La masse moyenne d'œufs était similaire (1.63 ± 0.03 et 1.46 ± 0.04 mm) en ponte 1 et ponte 2, respectivement (Fig.27). Pour la masse d'œuf le test t de Student ($t= 15.44687$; $p=0,000000$) (Tab.14) et le test de Kolmogorov-Smirnov (Tab.15) nous montre des différences significatives entre la première ponte et la deuxième ponte.

**Figure 27.** Boite à moustache représentant la comparaison de la masse d'œuf entre les deux pontes.**Tableau 15.** Le test T de Student

| | Moyenne P1 | Moyenne P2 | Valeur t | dl | p | N Actifs P1 | N Actifs P2 | Ecart-Type P1 | Ecart-Type P1 | Ratio F Variances | P Variances |
|------------------|------------|------------|----------|----|----------|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------------|-------------|
| Masse (g) | 1,632000 | 1,467333 | 15,44687 | 58 | 0,000000 | 30 | 30 | 0,039948 | 0,042583 | 1,136272 | 0,733165 |

Tableau 16. Test de Kolmogorov-Smirnov

| | Max Négdifférnce | Max Pos différence | niv. p | Moyenne P1 | Moyenne P2 | Ec-Type P2 | Ec-Type P2 | N Actif | N Actif |
|------------------|------------------|--------------------|---------|------------|------------|------------|------------|---------|---------|
| Masse (g) | 0,00 | 0,966667 | p <.001 | 1,632000 | 1,467333 | 0,039948 | 0,042583 | 30 | 30 |

1.2. Hirondelle rustique

1.2.1. Date d'arrivé et chronologie d'occupation :

Idem que pour les Hirondelles de fenêtres, les premières Hirondelles rustiques *Hirundo rustica* ont commencés à coloniser la ville de Guelma dès le début du mois de février et ont demeurés jusqu'au début octobre. Deux nichées ont été aussi observées. Cette espèce préférant nicher à proximité des champs de cultures et dans les endroits ruraux (Haddad, 2015, Haddad *et al.*, 2015) ont construits des nids dans les faubourgs de la ville de Guelma et plus exactement dans la cité Corse, ou un total de 255 nids pendant la première année et 237 pendant la deuxième année. La hauteur moyenne des nids avoisine 3.56m. Elle varie entre 2.78 et 4.25m.

De la même manière, les couples les plus tardifs ont construit des nids nouveaux et ce vers la mi-mars. Le nombre de nids nouvellement construits était de 74 (53 en 2019 et 21 en 2020) (Tab.17).

Tableau 17. Nombre des nids de l'hirondelle rustiques au niveau de Guelma durant les années 2019 et 2020.

| Saison | Nids occupés | Nouveaux nids | Première couvée | Deuxième couvée |
|--------|--------------|---------------|-----------------|-----------------|
| 2019 | 255 | 53 | 30 | 30 |
| 2020 | 237 | 21 | 30 | 30 |

1.2.2. Date de ponte :

Les résultats obtenus pour cette espèce ne diffèrent pas beaucoup de sa congénère l'Hirondelle de fenêtre. La ponte a eu lieu au cours de la période allant du treize avril au le premier juillet (Tab.18,

Fig.28). La date moyenne de ponte est notée entre le six et le sept mai pour la première ponte et entre dix-huit et le dix-neuf juin pour la deuxième ponte.

1.2.3. Grandeur de ponte :

La grandeur de ponte moyenne de la première couvée est de 4,75. Elle varie entre deux et six œufs. Par contre, pour la deuxième couvée, elle est de 4 œufs et elle est de un à quatre œufs par nichée. La période d'incubation qui est souvent assurée par les deux parents avoisine les 21 jours et elle varie entre 13 et 23 jours et le succès moyen à l'éclosion pour la première ponte avoisine les 64%. Ce paramètre varie logiquement entre 0 et 100%. Il est cependant plus faible pendant la deuxième ponte (31%). De ce fait, nous avons enregistré un succès moyen à l'envol équivalent à 89% pour la première ponte. Il fluctue entre 0 et 100%. Par contre pour la deuxième ponte, ce taux est de 43%.

La taille de la première ponte varie entre 1 et 6 œufs par couvée. Les plus fréquentes sont celles de 5 œufs avec un pourcentage de 68% (Fig.28). Lors de la deuxième ponte, les pontes les plus fréquentes sont celles de 4 œufs (44%) suivies de celles de 5 œufs avec un pourcentage de 42%. La taille des pontes varie de 1 à 5 œufs par nid (Fig.28).

Tableau 18. Dates de ponte

| | | Moyenne des dates de ponte | Premier œuf pondu | dernier œuf pondu |
|----------------|------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Première ponte | 2019 | 06 mai | 13 avril | 10 juin |
| | 2020 | 07 mai | 11 avril | 08 juin |
| Deuxième ponte | 2019 | 19 juin | 01 juin | 01 juillet |
| | 2020 | 18 juin | 30 mai | 29 juin |

Les mensurations des œufs ont aussi données les mêmes constatations notées au pare avant par Haddad (2015). La masse moyenne des œufs issus de la première ponte est plus élevée que celle enregistrée pour la deuxième ponte (Tab.19). Elle est de 1.53-1.56g contre 1.42-1.46g pour la deuxième ponte.

Les longueurs moyennes des œufs sont plus ou moins similaires durant les deux pontes et il en est de même pour leurs largeurs, leurs poids et leurs volumes (Tab.19) avec des valeurs légèrement plus élevées enregistrées durant la première ponte, surtout observées pour le poids.

Tableau 19. Caractéristiques des œufs

| | | Longueur | Largeur | Poids | Volume |
|-------------------|------|-----------------|----------------|--------------|----------------------|
| Première ponte | 2019 | 18,54 mm | 13,68 mm | 1,81 g | 1,53 cm ³ |
| | 2020 | 18.61 mm | 13.73 mm | 1,92 g | 1,56 cm ³ |
| Deuxième ponte | 2019 | 18,42 mm | 13,51 mm | 1,46 g | 1,47 cm ³ |
| | 2020 | 18,38 mm | 13,49 mm | 1,42 g | 1,45 cm ³ |

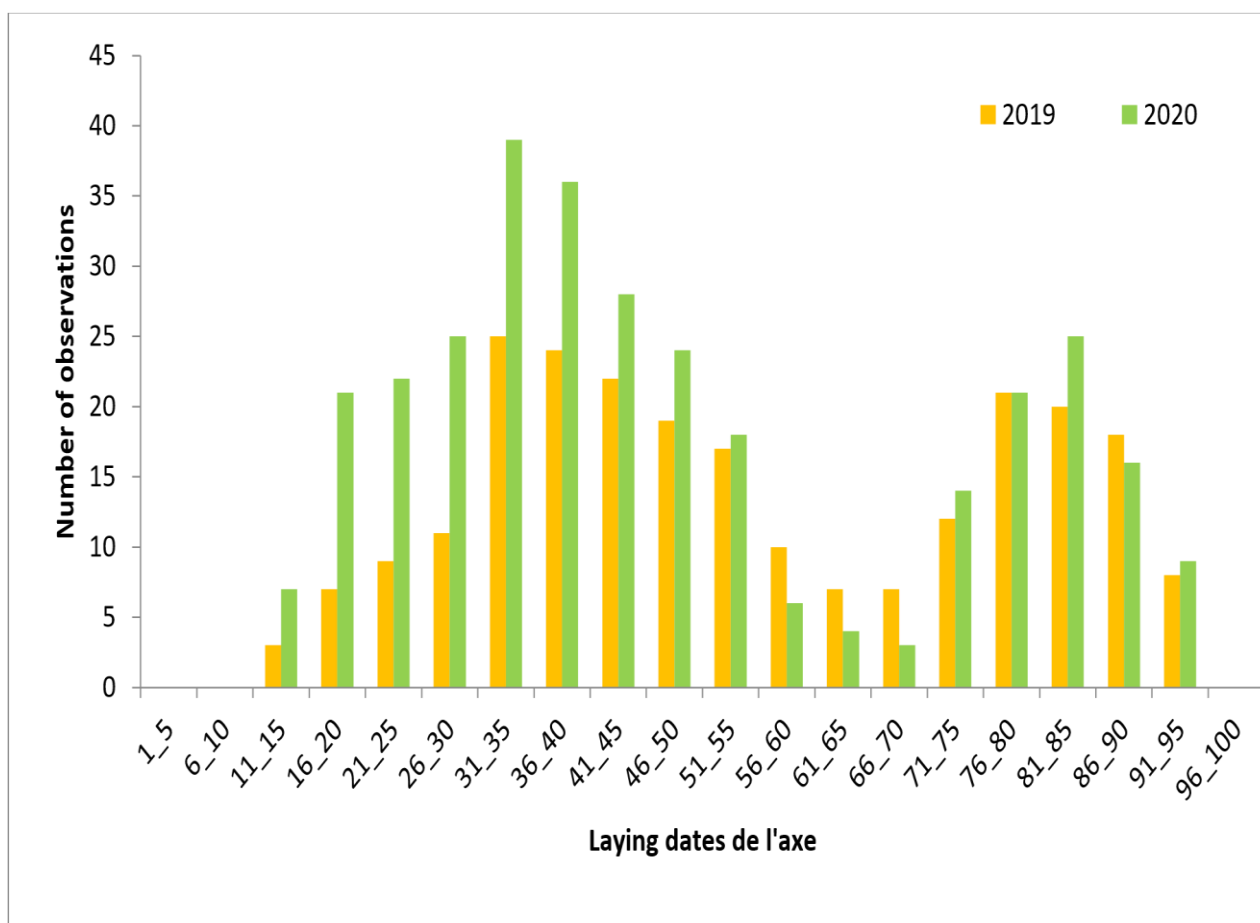


Figure 28. Variation saisonnière de la nidification des hirondelles au niveau de la ville de Guelma (2019 et 2020).

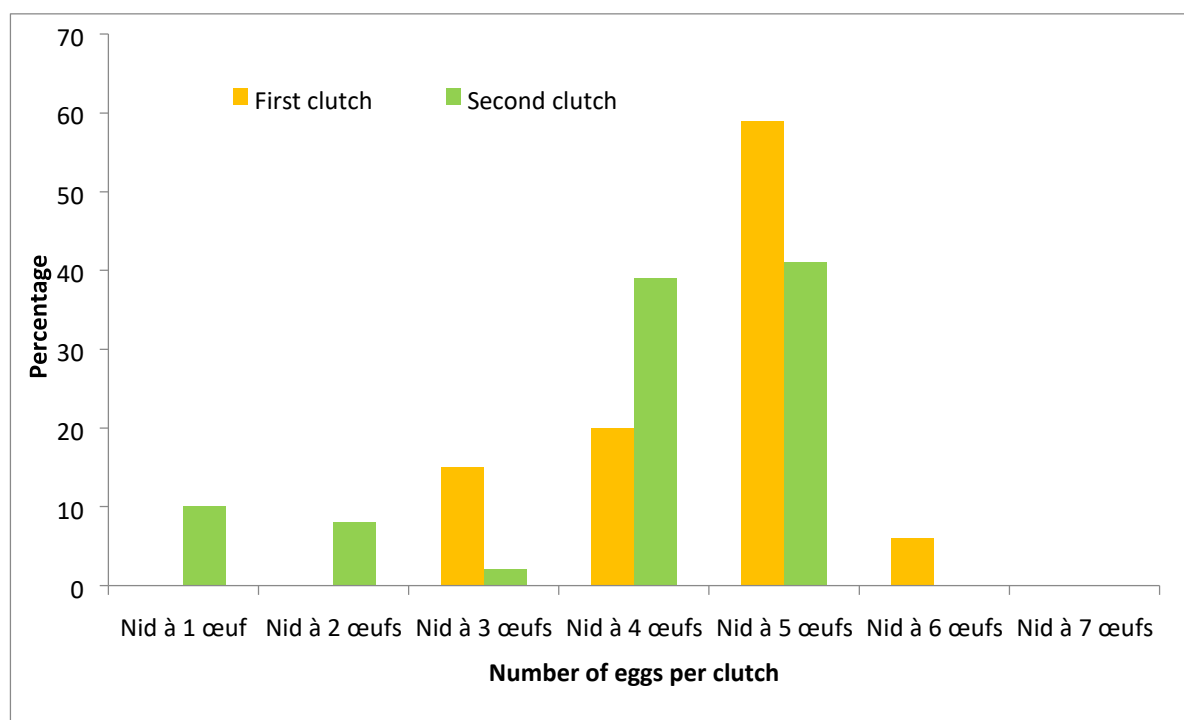


Figure 29. Proportion de la grandeur de ponte chez les Hirondelles de fenêtres entre la première et la deuxième ponte (2019 et 2020).

1.2.4. Durée de l'incubation

La durée moyenne d'incubation est de 16 jours pour la première ponte. Elle varie entre 10 et 17 jours. Lors de la deuxième tentative de ponte, la durée moyenne d'incubation est de 134 jours. Elle varie entre 10 et 16 jours. Le nombre moyen d'oisillons pour la première couvée est de 4 poussins par couple avec des limites de 1 à 5 et il est de 2 pour la deuxième couvée avec des limites de 0 à 3 poussins. Le succès d'éclosion moyen est de 78% pour la première couvée et de 52% pour la deuxième couvée.

Idem que pour l'Hirondelle de fenêtre et pour les mêmes raisons, les premiers arrivés individus des hirondelle rustiques ont occupé les anciens nids de la saison de reproduction précédente. Le nombre de nids construit dépend principalement du nombre de couples nicheurs, de la disponibilité d'anciens nids et du nombre de nids détruits avant la saison de reproduction.

La longueur moyenne des œufs pour la première ponte est de $19.40\text{mm} \pm 0.42$ avec une valeur maximale de 20.33mm et une valeur minimale de 18.66 mm. Pour la deuxième ponte, la longueur

moyenne des œufs est de $18.08\text{mm} \pm 0.36$, avec une valeur maximale de 18.85mm et une valeur minimal de 17.22mm .

La largeur moyenne pour la première ponte avoisine $12.98\text{mm} \pm 0.21$ avec une valeur maximale de 13.33 mm et une valeur minimale de 12.52 mm Pour la deuxième ponte, la largeur moyenne des œufs est de $13.21 \pm 0.35\text{mm}$, avec une valeur maximale de 14.12mm et une valeur minimal de 12.33mm .

La masse moyenne est de $1.72\text{g} \pm 0.12$ pour la première ponte. La valeur maximale est de 1.92g et la valeur minimale est de 1.52g . Pour la deuxième ponte, elle est de $1.26\text{g} \pm 0.07$, avec une valeur maximale de 1.37g et une valeur minimal de 1.08g (Tab.20).

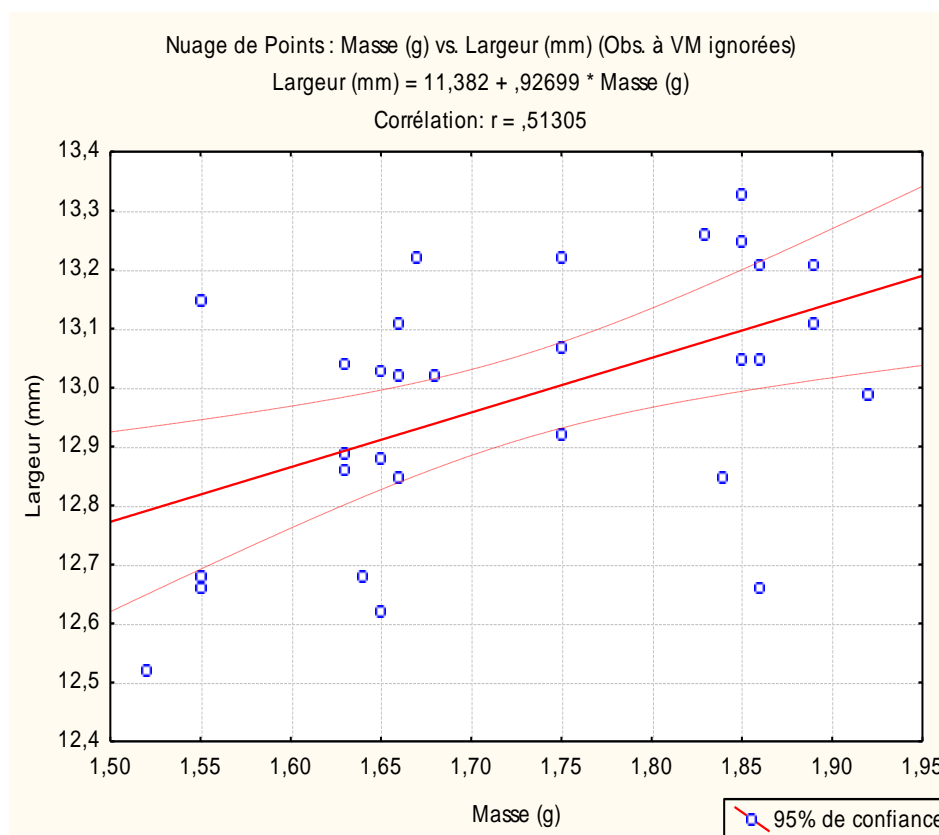
Tableau 20. Mensurations des œufs

| | | Longueur (mm) | Largeur (mm) | Masse (g) |
|----------------|-------------------|---------------|--------------|-----------|
| Ponte 1 | N Actifs | 30 | 30 | 30 |
| | Moyenne | 19,40200 | 12,98033 | 1,72433 |
| | Minimum | 18,66000 | 12,52000 | 1,52000 |
| | Maximum | 20,33000 | 13,33000 | 1,92000 |
| | Ecart-type | 0,426626 | 0,218198 | 0,120764 |
| Ponte 2 | N Actifs | 30 | 30 | 30 |
| | Moyenne | 18,08187 | 13,21200 | 1,26300 |
| | Minimum | 17,22000 | 12,33000 | 1,08000 |
| | Maximum | 18,85000 | 14,12000 | 1,37000 |
| | Ecart-type | 0,361786 | 0,353674 | 0,078352 |

Il est à signaler qu'une association significative et positive est observée entre la masse et la largeur ($r= 0.51$, $p=0,004$) (Fig.30)

Tableau 21. Matrice de corrélation entre les trois paramètres (ponté 1)

| | Longueur (mm) | Largeur (mm) | Masse (g) |
|---------------|---------------|--------------|-------------|
| Longueur (mm) | 1,00 | 0,10 | -0,24 |
| Largeur (mm) | | 1,00 | 0.51 |
| Masse (g) | | | 1,00 |

**Figure 30.** Corrélation entre la masse et la largeur durant la première ponte.

Il est aussi à signaler que la longueur d'œuf moyenne était plus importante en première ponte qu'en deuxième ponte ($19,40 \pm 0,42$ mm et $18,08 \pm 0,42$ mm), respectivement (Fig.31).

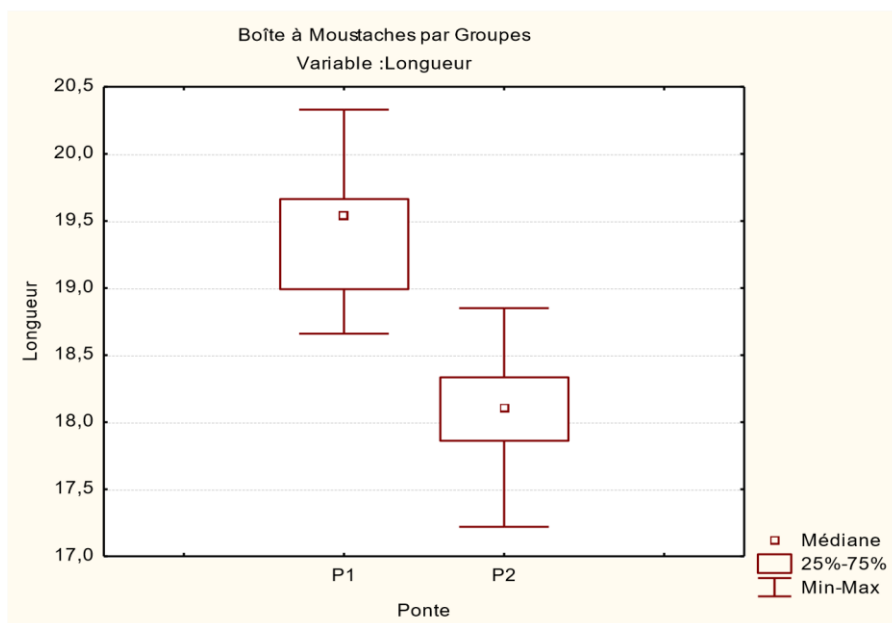


Figure 31. Boîte à moustache représentant la comparaison de la longueur d'œuf entre les deux pontes.

Le test U de Mann-Whitney nous expose une différence significative entre la première ponte et la deuxième ponte, par rapport à la longueur ($Z = 6,623423$; $p = 0,000000$) (Tab.22)

Tableau 22. Test U de Mann-Whitney

| | Somme Rgs P1 | Somme Rgs P2 | U | Z | Niv. p | Z ajusté | Niv. p | N Actif P1 | N Actif P2 | 2* (1-p) p exact |
|----------------------|--------------|--------------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------|------------|------------------|
| Longueur (mm) | 1363,000 | 467,0000 | 2,000000 | 6,623423 | 0,000000 | 6,624987 | 0,000000 | 30 | 30 | 0,000000 |

*** Test de Kolmogorov-Smirnov**

Le Test de Kolmogorov-Smirnov (Tests significatifs marqués à $p < 0,05000$) confirme aussi une différence significative entre la première ponte et la deuxième ponte ($p < 0,001$) (Tab.23)

Tableau 23. Test de Kolmogorov-Smirnov

| | Max Négdifférnce | Max Pos différence | niv. p | Moyenne P1 | Moyenne P2 | Ec-Type P2 | Ec-Type P2 | N Actif | N Actif |
|--|------------------|--------------------|--------|------------|------------|------------|------------|---------|---------|
| | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|---------------|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----|----|
| Longueur (mm) | 0,00 | 0,966667 | p < .001 | 19,40200 | 18,08187 | 0,426626 | 0,361786 | 30 | 30 |
|---------------|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----|----|

Le test T de Student montre une différence significative entre les deux pontes, par rapport à la longueur ($t= 12,92636$; $p=0,000000$) (Tab.24). Le teste de levene montre aussi une homogénéité entre les deux pontes ($P \text{ levene} = 0,151280 > \alpha 0.05$).

Tableau 24. Test T de Student

| | Longueur (mm) |
|------------|---------------|
| Moyenne P1 | 19,40200 |
| Moyenne P2 | 18,08187 |
| Valeur t | 12,92636 |
| Valeur t | 58 |
| Valeur t | 0,000000 |
| Valeur t | 30 |
| Valeur t | 30 |
| Valeur t | 0,426626 |
| Valeur t | 0,361786 |
| Valeur t | 1,390561 |
| Valeur t | 0,379845 |
| Valeur t | 2,114708 |
| Valeur t | 58 |
| Valeur t | 0,151280 |

La largeur moyenne d'œufs est aussi similaire ($12,98 \pm 0,21$ et $13,121 \pm 0,35$ mm) entre les deux pontes (Fig.32).

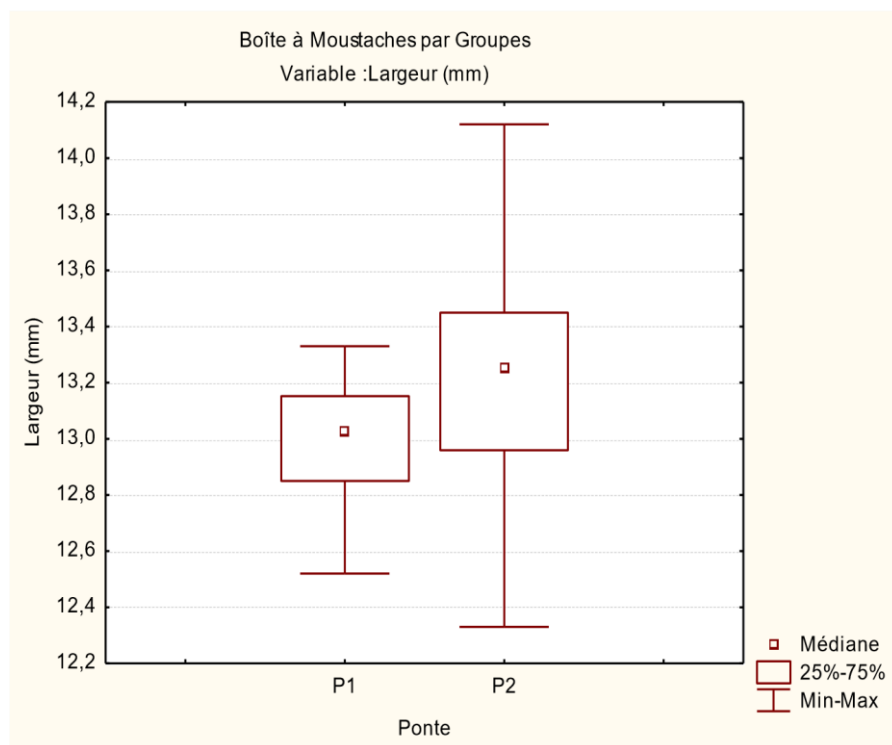


Figure 32. Boîte à moustache représentant la comparaison de la largeur d'œuf entre les deux pontes

Le test **U de Mann-Whitney** nous montre aussi une différence significative entre les deux pontes par rapport à la largeur ($Z = -2,95689$; $p = 0,003108$) (Tab.25)

Tableau 25. Le test U de Mann-Whitney

| | Somme Rgs P1 | Somme Rgs P2 | U | Z | Niv. p | Z ajusté | Niv. p | N Actif P1 | N Actif P2 | 2* (1-p) p exact |
|---------------------|--------------|--------------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------|------------|------------------|
| Largeur (mm) | 715,0000 | 1115,000 | 250,0000 | -2,95689 | 0,003108 | -2,95865 | 0,003090 | 30 | 30 | 0,002738 |

Le test de Kolmogorov-Smirnov (Tests significatifs marqués à $p < 0,05000$) confirme aussi une différence significative entre les deux pontes ($p < 0,001$) (Tab.26).

Tableau 26. Test de Kolmogorov-Smirnov

| | Max Négdifférnce | Max Pos différence | niv. p | Moyenne P1 | Moyenne P2 | Ec-Type P2 | Ec-Type P2 | N Actif | N Actif |
|---------------------|------------------|--------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|---------|---------|
| Largeur (mm) | -0,433333 | 0,033333 | p < .01 | 12,98033 | 13,21200 | 0,218198 | 0,353674 | 30 | 30 |

Pour le test T de Student nous montre aussi une différence significative entre les deux pontes par rapport à la largeur ($t = -3,05340$; $0,003413$) (Tab.27). Il existe une homogénéité entre les deux pontes ($P \text{ levene} = 0,061003 > 0,05$).

Tableau 27. Le test t de Student

| | Largeur (mm) |
|-------------------|---------------------|
| Moyenne P1 | 12,98033 |
| Moyenne P2 | 13,21200 |
| Valeur t | -3,05340 |
| dl | 58 |
| p | 0,003413 |
| N Actifs P1 | 30 |
| N Actifs P2 | 30 |
| Ecart-Type P1 | 0,218198 |
| Ecart-Type P2 | 0,353674 |
| Ratio F Variances | 2,627282 |
| P Variances | 0,011363 |
| Levene (F, 1 dl) | 3,650404 |
| Dl Levene | 58 |
| P levene | 0,061003 |

La masse moyenne des œufs est aussi différente ($1,72g \pm 0,12$ et $1,26g \pm 0,07$) entre les deux pontes (Fig.33). Elle est plus importante durant la première ponte.

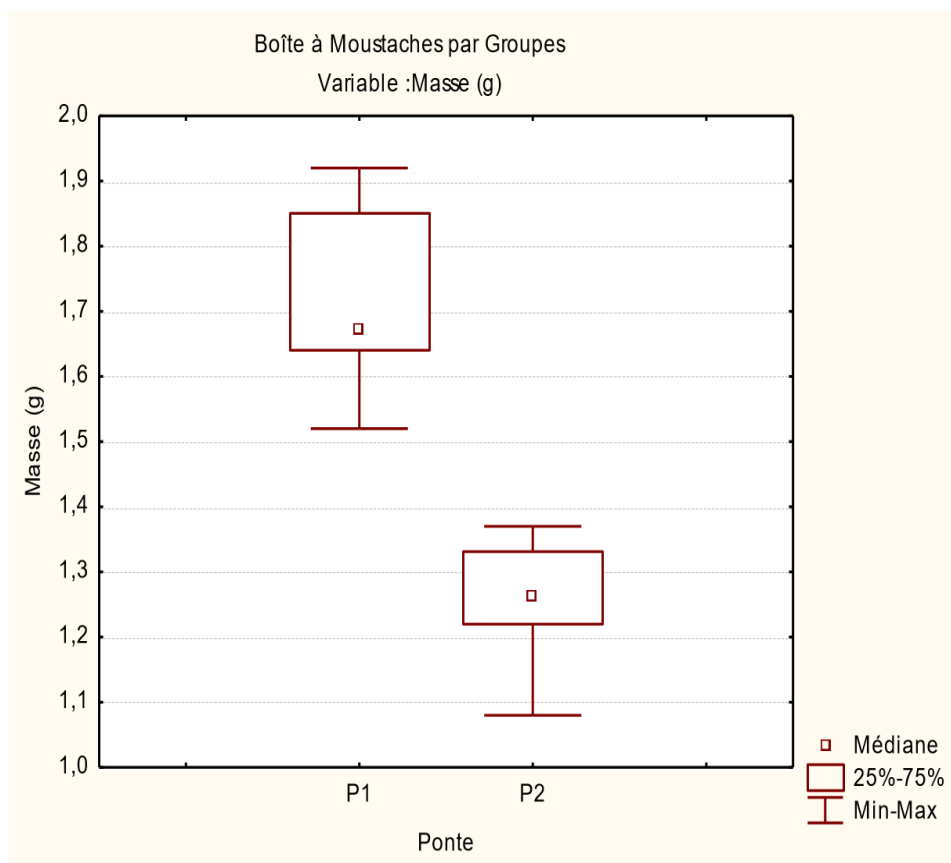


Figure 33. Boîte à moustache représentant la comparaison de la masse d'œuf entre les deux pontes

Par rapport à la masse, le test **U de Mann-Whitney** ($Z= 6,652991$; $p=0,000000$) montre aussi une différence significative entre la première et la deuxième ponte (Tab.28)

Tableau 28. Le test U de Mann-Whitney

| | Somme Rgs P1 | Somme Rgs P2 | U | Z | Niv. p | Z ajusté | Niv. p | N Actif P1 | N Actif P2 | 2* (1-p) p exact |
|------------------|--------------|--------------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------|------------|------------------|
| Masse (g) | 1365,000 | 465,0000 | 0,00 | 6,652991 | 0,000000 | 6,659564 | 0,000000 | 30 | 30 | 0,000000 |

Le test de Kolmogorov-Smirnov (Tab.29) nous montre aussi une différence significative entre la première ponte et la deuxième ponte ($P<0.05$).

Tableau 29. Test de Kolmogorov-Smirnov

| | Max Négdifférnce | Max Pos différence | niv. p | Moyenne P1 | Moyenne P2 | Ec-Type P2 | Ec-Type P2 | N Actif | N Actif |
|------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------|------------|------------|------------|---------|---------|
| Masse (g) | 0,00 | 1,000000 | p < .001 | 1,724333 | 1,263000 | 0,120764 | 0,078352 | 30 | 30 |

Le test T de Student nous montre aussi une différence significative entre les deux pontes ($t=17,55292$; $p=0,000000$) (Tab.30). Il existe aussi une homogénéité entre les deux pontes ($P \text{ levene} = 0,000809 > \alpha 0.05$).

Tableau 30. Test t de Student

| | Masse (g) |
|----------------------|-----------|
| Moyenne P1 | 1,724333 |
| Moyenne P2 | 1,263000 |
| Valeur t | 17,55292 |
| dl | 58 |
| p | 0,000000 |
| N Actifs P1 | 30 |
| N Actifs P2 | 30 |
| Ecart-Type P1 | 0,120764 |
| Ecart-Type P2 | 0,078352 |
| Ratio F Variances | 2,375648 |
| P Variances | 0,022874 |
| Levene (F, 1 dl) | 12,49554 |
| DI Levene | 58 |
| P levene | 0,000809 |

2. Microbiologie des fientes

Dans les fientes, les microorganismes tel que les bactéries, les moisissures, jouent un rôle important dans l'évolution de certaines maladies, en dehors de toute agression, leur nombre est naturellement faible, mais peut être modifié par plusieurs facteurs tels que la température, l'enrichissement du milieu en substances nutritivesetc. (Rejsek, 2002).

Les analyses bactériologiques de 30 fientes (15 des Hirondelles de fenêtre et 15 des Hirondelles rustiques) ont montrés une grande variation des effectifs de bactéries. Ces derniers dépassent les normes internationales admises. À fin de bien comprendre ces variations nous avons suivi l'évolution des germes ainsi que leur impact sur l'environnement et sur la santé publique.

2.1. Résultats des dénombrements des microorganismes test de contamination fécale

Les résultats des dénombrements des germes totaux (GT), coliformes totaux (CT), coliformes fécaux (CF), streptocoques fécaux (SF) et les anaérobies sulfito-réductrices (ASR) dans cette étude sont représentés graphiquement dans les figures ci-dessous.

2.1.1. Germes totaux

De point de vue microbiologie nos analyses nous montrent le nombre de germes totaux est élevé au début de l'étude et augmente progressivement jusqu'au mois de juillet autrement dit le nombre de bactéries augmente avec l'augmentation des températures. Cela se traduit par l'influence des conditions climatiques en faveur du développement et sur la croissance des microorganismes. A noter aussi que les nombres sont plus légèrement élevés chez l'Hirondelle de fenêtre que chez l'Hirondelle rustique mais d'une manière générale, tous les taux enregistrés pendant toute la période de l'étude sont supérieures aux normes admissibles (Fig.34).

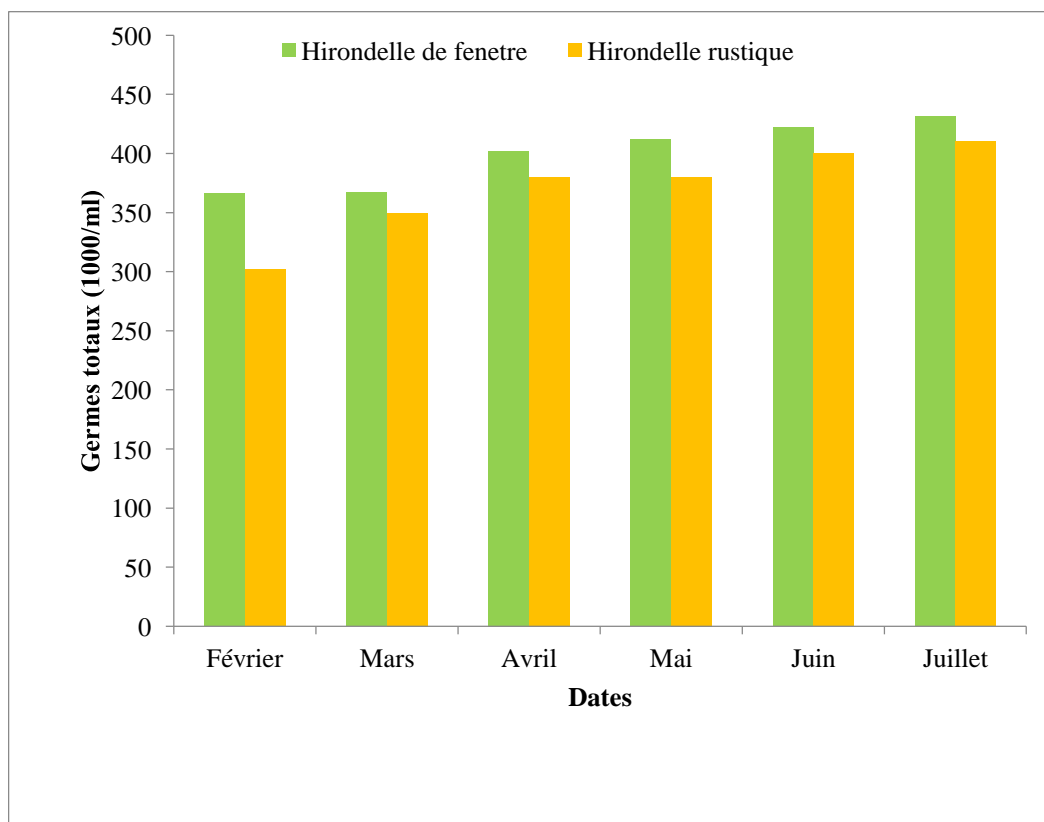


Figure 34. Evolution du nombre des germes totaux .

2.1.2. Coliformes totaux

La recherche des coliformes est primordiale du fait qu'un grand nombre d'entre eux vivent en abondance sur les matières fécales des animaux à sang chaud et de ce fait constituent des indicateurs de première importance (Delarras, 2007, Denis et *al.*, 2007).

L'examen de la figure 35 nous montre d'une part que la charge en coliformes en coliformes totaux enregistrée est toujours plus élevés chez l'Hirondelle de fenêtre que chez les Hirondelles rustiques et que ces nombres sont plus importants vers la fin de l'étude. L'évolution temporelle de la charge en coliformes totaux (CT) pendant la période de l'étude exhibe une légère stabilité entre 280 et 320 CT exhibant une légère hausse tendant vers la fin de l'étude.

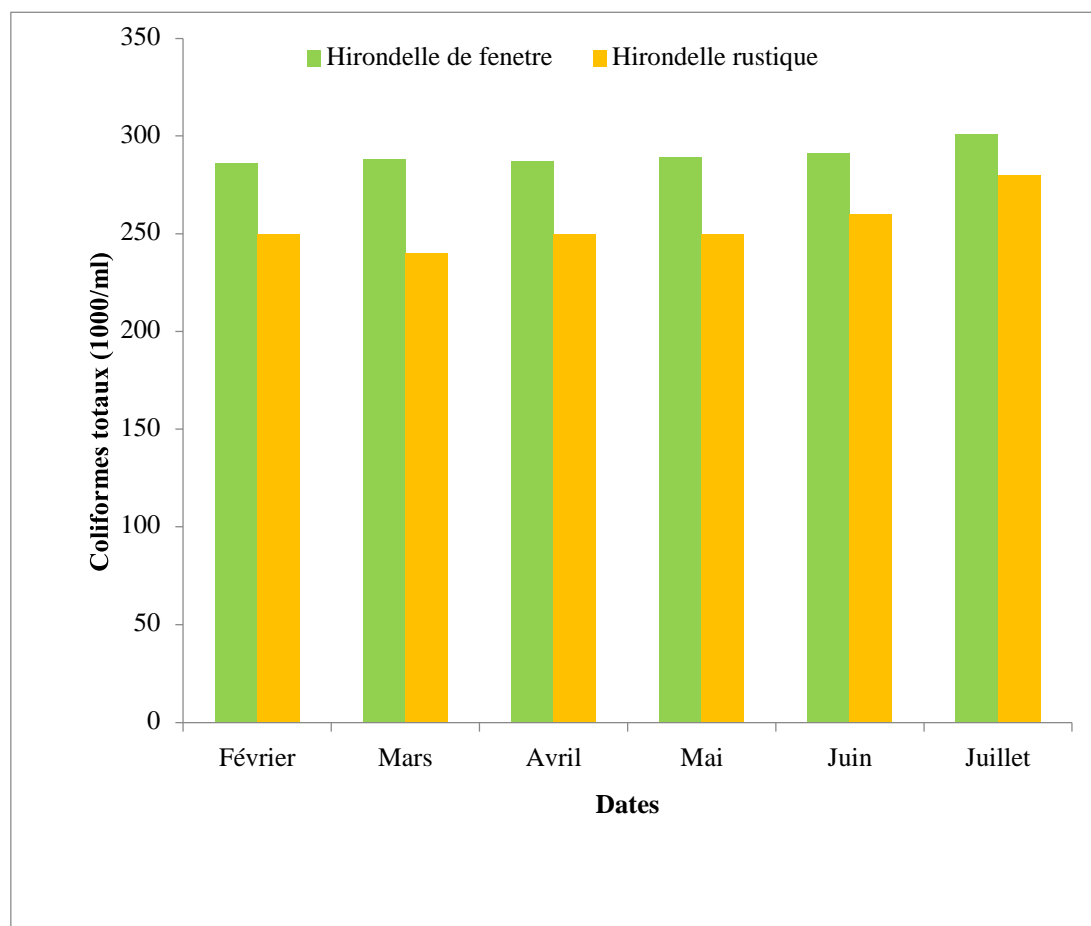


Figure 35. Evolution du nombre de coliformes totaux.

2.1.3. Coliformes fécaux

Escherichia coli est le type de coliformes à habitat fécal exclusif (Delarras, 2007). Il est admis que les coliformes fécaux indiquent une contamination ancienne d'un milieu. Leur recherche est donc d'une extrême importance. L'évolution du nombre de coliforme fécaux dans ces fientes est présentée dans la figure 36. Les effectifs sont peu abondants au début de l'étude et atteignent les valeurs maximales pendant le prélèvement les deux derniers mois (juin et juillet), soit pendant la deuxième ponte et ceux que ce soit pour l'Hirondelle de fenetre que pour l (Hirondelle rustique).

Les deux résultats exposés dans les graphes des coliformes totaux et le coliformes aérotolérants sont plus au moins similaires. Le nombre de coliformes totaux et naturellement plus important que celui des coliformes fécaux.

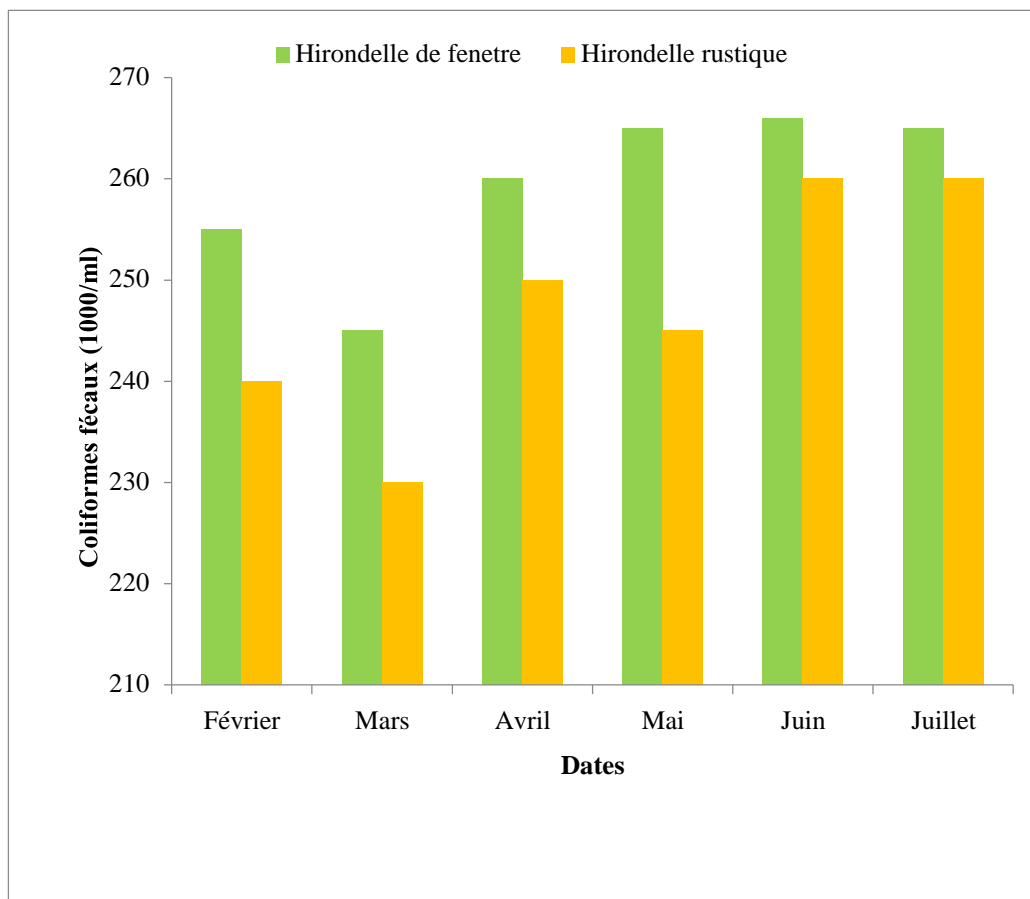


Figure 36. Evolution du nombre de coliformes fécaux.

2.1.4. Streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux ou plus exactement les entérocoques, sont des germes très sensibles aux variations physico-chimiques du milieu et ne résistent pas dans le milieu environnant (ils s'adaptent difficilement en dehors de leur milieu naturel qui est l'intestin) (Delarras, 2007, Denis et *al.*, 2007). Leur présence est directement liée à la qualité et la concentration de la matière fécale se trouvant dans le milieu externe. L'examen de la figure 37 nous montre que les concentrations de ces bactéries fécales sont extrêmement variables durant toute la période de l'étude et qui dans l'ensemble, sont supérieures à la valeur guide des milieux externes.

Les valeurs obtenus sont plus ou moins stables pour l'Hirondelle de fenêtre et tendent à diminuer vers la fin de l'étude, soit pendant le mois de juin alors qu'elles évoluent en U pour les fientes des Hirondelles rustiques, où les valeurs faibles sont enregistrées pendant le mois d'avril et les teneurs élevées sont observées au début et à la fin de l'étude.

D'une manière générale, que ça soit pour les taux des germes totaux que pour les coliformes et pour les streptocoques, tous les résultats obtenus indiquent une très mauvaise qualité microbiologique des fientes récoltés ce qui peut synonyme de présence d'une charge bactérienne susceptible de provoquer des maladies.

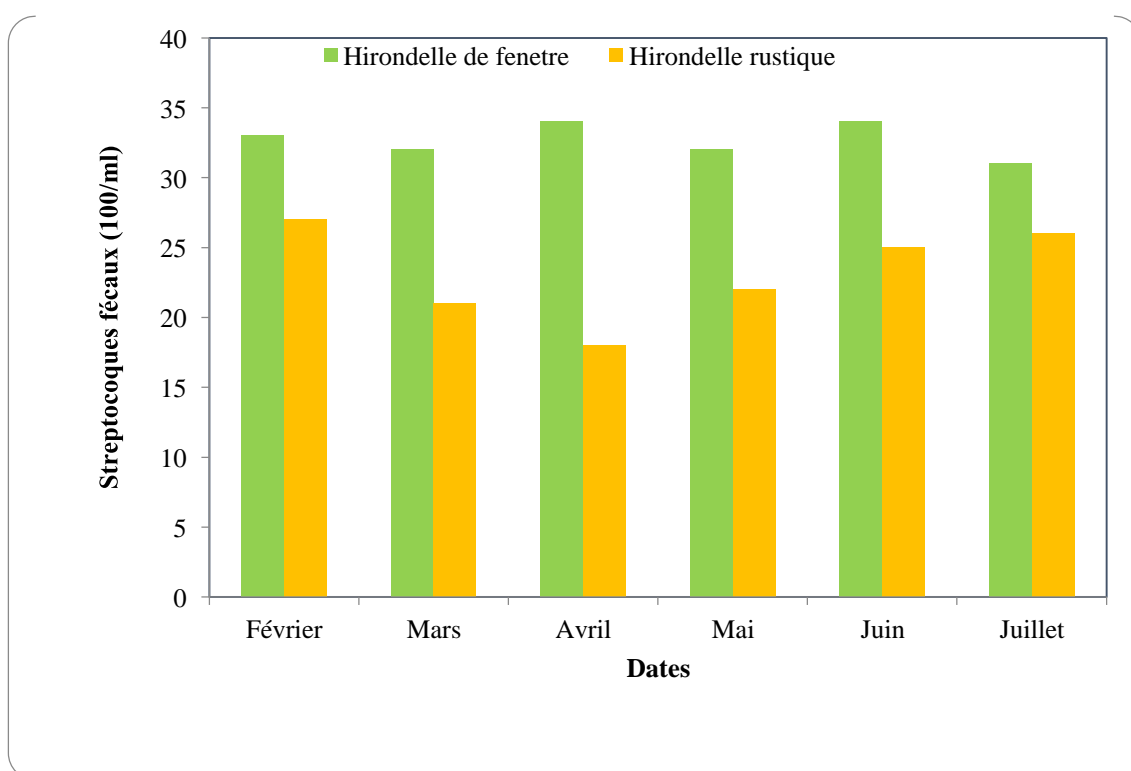


Figure 37. Evolution du nombre de streptocoques fécaux.

2.1.5. Bactéries anaérobies sulfito-réducteurs (ASR)

Les spores des ASR constituent généralement des indices de contamination ancienne. Les résultats négatifs déduisent l'absence de genres sulfito-réducteurs *Clostridium sp* responsables de botulisme et de tétanos (Marchal et *al.*, 1982, Singleton, 1999)

2.2. Identification des souches bactériennes

2.2.1. Caractères cultureux et caractères microscopiques

Le repiquage successif utilisé dans le seul but de purifier les souches nous a permis de distinguer les caractères de toutes les colonies sur leurs milieux préférentiels d'isolement. Ces données sont résumées dans le tableau 31.

Du point de vue microscopique, l'examen cytologique nous a révélé que les bâtonnets Gram (-) sont plus représentés par rapport aux cocci Gram (+) qui demeurent faiblement représentés.

(Figs.38, 39, 40 et 41). Ce qui est logique du fait que toutes les espèces appartenant à la famille des Enterobacteriaceae sont des bacilles à Gram (-).

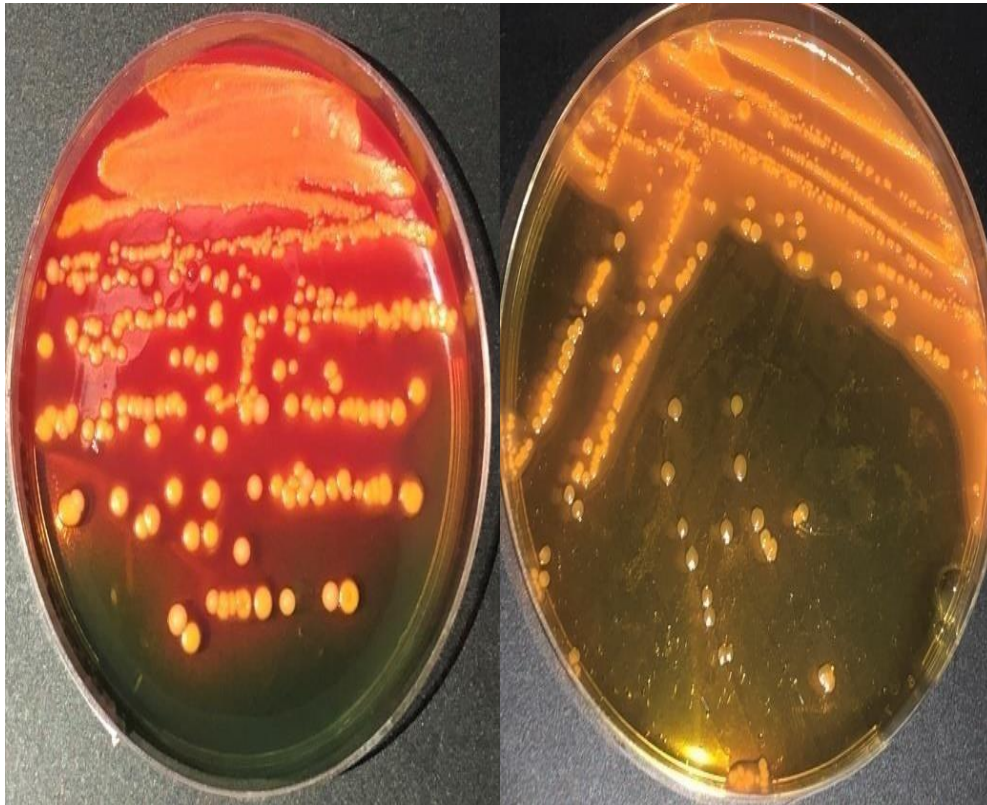


Figure 38. Aspect macroscopique sur gélose Hektoen.

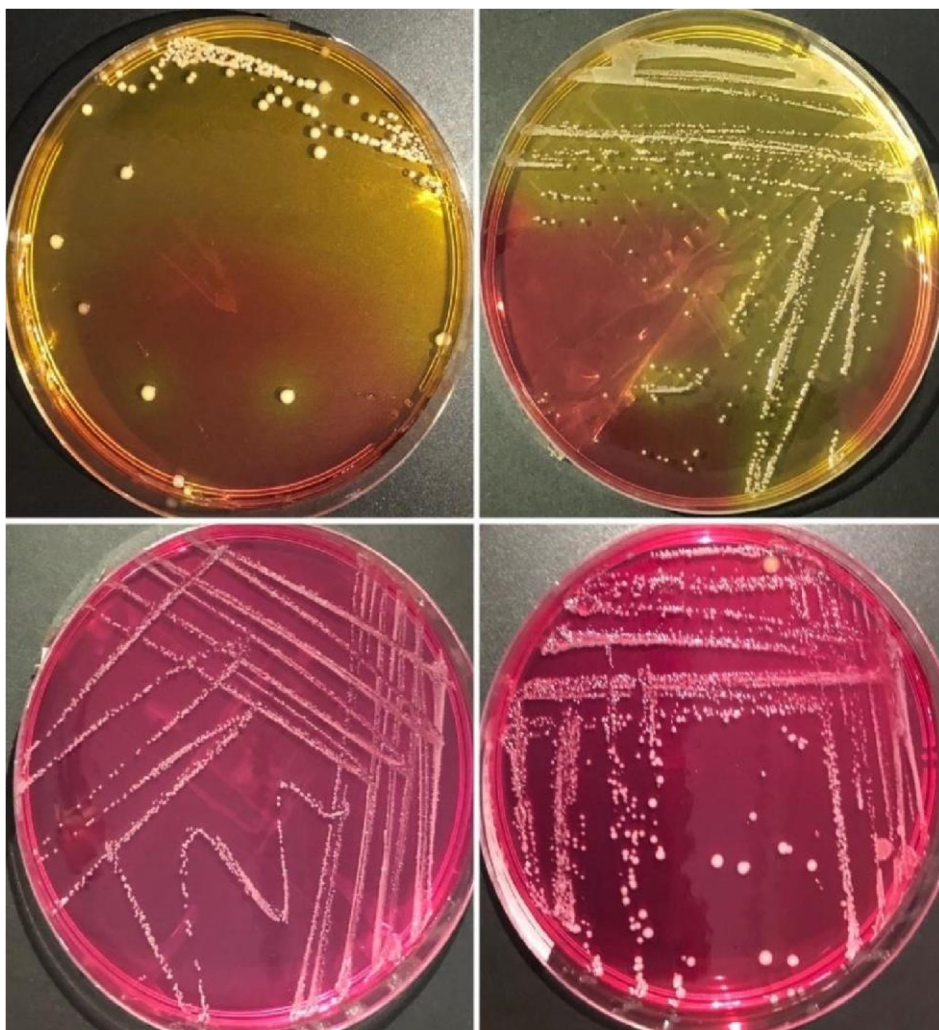


Figure 39. Aspect macroscopique sur gélose Chapman.

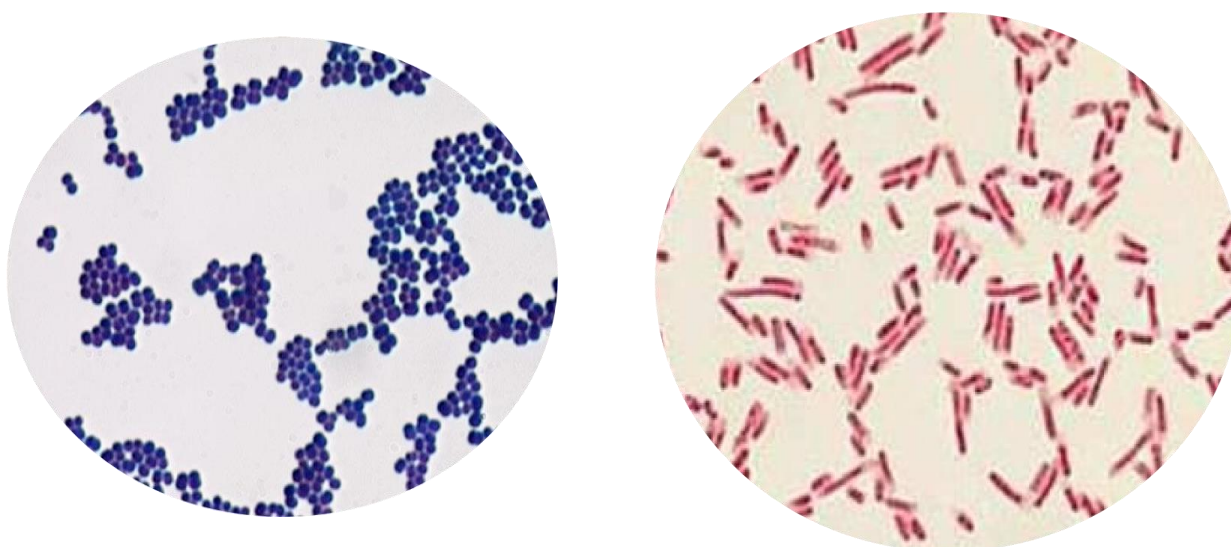


Figure 40. Cocci Gram (+)**Figure 41.** Bâtonnets Gram (-)**Tableau 31.** Caractères macroscopiques et microscopiques des colonies bactériennes isolées.

| Culture | Observation macroscopique des colonies | Observation microscopique des colonies |
|---|---|---|
| Gélose nutritive (GN) | -Circulaire, lisse, plate, brillante transparente, 2 mm de diamètre. - Irrégulière, lisse, plate, jaune, 1 mm de diamètre. -Bombée, lisse, brillante, à contour régulier, de couleur jaune. | -Bacilles isolées ou en chainettes, Gram négatif. -Bacilles isolés, Gram négatif. |
| Gélose Hektoen, Gélose Mac Conkey et Gélose SS | -Vertes ou bleuâtre, bossue, circulaire, ondulés, rigoureuse. -Transparente légèrement blanchâtre. - Jaune saumon, bombée, lisse, 1mm de diamètre. | -Bacilles isolés, Gram négative. -Bacilles isolés, Gram négative. |
| Milieu Chapman | -Petite, opaque, lisse, bombée, à contour régulier, de couleur blanche. -Bombée, lisse, à contour régulier, jaunâtre avec virage de couleur du milieu entourant les colonies au jaune brillant. | -Cocci groupées en amas, Gram positif. -Cocci, groupés en amas, en paires, Gram positif. |

2.2.2. Identification biochimique :

2.2.2.1. Test de la catalase :

Cet examen a permis de différencier les Staphylocoques des Streptocoques (et des Entérocoques). En effet, la réaction s'avérait positive pour 73% des isolats de cocci Gram positif ce qui conduit à estimer que ce sont des Staphylocoques alors que les 27% dépourvus de la catalase sont éventuellement des Streptocoques et/ou des Entérocoques (Fig.42).

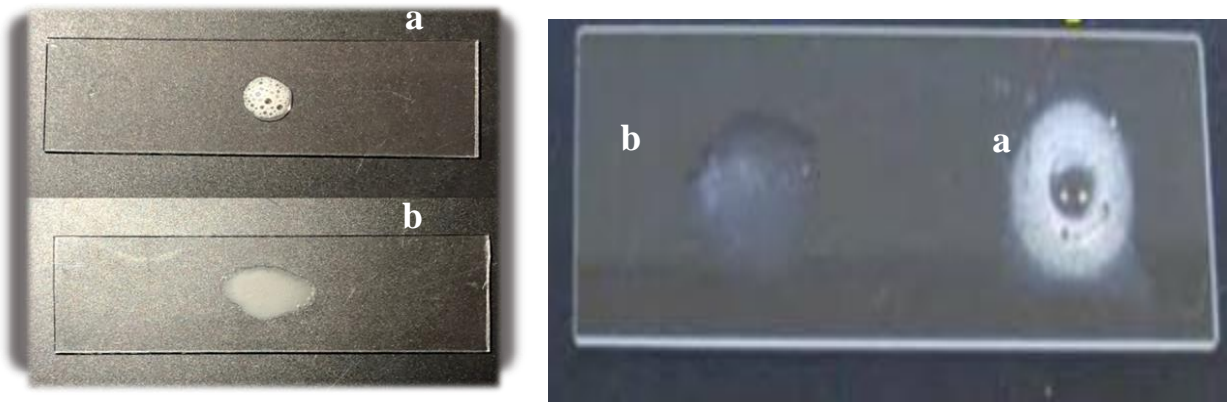


Figure 42. Résultat du test catalase (a : Positif. b : Négatif).

2.2.2.2. Test de l'oxydase :

La totalité des colonies isolées sur gélose Hektoen et Mac Conkey sont dépourvues de l'oxydase ; ce qui mène à présumer leur appartenance à la famille des *Entérobactériacées* (Fig.43).



Figure 43. Résultat du test Oxydase négatif.

2.2.2.3. Test de la coagulase :

Le test de la coagulase était positif pour 41% des colonies de staphylocoques testées, orientant ainsi vers une seule espèce : *Staphylococcus aureus* (Fig.44).



Figure 44. Résultat du test coagulase (Positif).

2.3. Résultats de l'identification biochimique

L'étude biochimique nous a permis d'identifier (53) espèces bactériennes dont la majorité appartiennent à la famille des Enterobacteriaceae avec une présence majoritaire de *E.coli* *Enterobacter cloacae*, *Klebseilla oxytoca*, *Pseudomonas auruginosa*, *Proteus mirabilis*, *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, dans la majorité des prélèvements. Les résultats de l'identification par les systèmes API (API 20E, API 20NE, API Staph et API Strept) sont indiqués dans le Tableau 32. Ci-joint quelques profils biochimiques et la liste des espèces bactériennes isolées.



Enterobacter cloacae



Staphylococcus xylosus



Pseudomonas flavescens



Enterobacter aerogenes



Staphylococcus sciuri



Vibrio natriegens

Figure 45. Profil biochimiques de quelques souches isolées.

Tableau 32. Résultats de l'identification biochimique des bactéries isolées

| | Familles | Hirondellede fenetre | Hirondelle rustique |
|----------|--------------------|---|--|
| Gram (-) | Enterobacteriaceae | <i>Escherichia noctuarii</i> <i>Escherichia oxytocus</i> <i>Escherichia vesiculosus</i> <i>Escherichia anata</i> <i>Escherichia aurescens</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Escherichia gastrica</i> <i>Proteus vulgaris</i> <i>Proteus mirabilis</i> <i>Proteus faecis</i> <i>Providencia rettgeri</i> <i>Klebseilla oxytoca</i> <i>Klebseilla. pneumoniae</i> <i>Enterobacter cloacae</i> <i>Enterobacter agglomerans</i> <i>Citrobacter freundii</i> <i>Morganella morgani</i> <i>Providencia alcalifaciens</i> <i>Citrobacter sp1</i> <i>Citrobacter sp2</i> <i>Hafnia sp1</i> <i>Hafnia sp2</i> <i>Erwinia amylovora</i> <i>Pantoea dispersa</i> <i>Pantoea punctata</i> <i>Pantoea stewartii</i> <i>Salmonella enterica</i> <i>Shigella dysenteriae</i> | <i>Escherichia coli</i> <i>Escherichia gastrica</i> <i>Escherichia oxytocus</i> <i>Escherichia anata</i> <i>Proteus vulgaris</i> <i>Proteus mirabilis</i> <i>Proteus faecis</i> <i>Morganella morgani</i> <i>Providencia alcalifaciens</i> <i>Providencia rettgeri</i> <i>Klebseilla oxytoca</i> <i>Enterobacter cloacae</i> <i>Citrobacter freundii</i> <i>Hafnia sp2</i> <i>Raoultella ornithinolytica</i> <i>Erwinia amylovora</i> <i>Pantoea dispersa</i> <i>Pantoea stewartii</i> <i>Salmonella enterica</i> <i>Shigella dysenteriae</i> |
| | Vibionaceae | <i>Vibrio parahæmolyticus</i> <i>Vibrio furnisii</i> <i>Vibrio marinus</i> <i>Vibrio metschnikovii</i> <i>Vibrio natriegens</i> <i>Vibrio sp</i> <i>Plesiomonas shigelloides</i> <i>Aeromonas sp1</i> <i>Aeromonas sp2</i> | <i>Vibrio marinus</i> <i>Vibrio metschnikovii</i> <i>Vibrio natriegens</i> <i>Plesiomonas shigelloides</i> <i>Aeromonas sp1</i> <i>Aeromonas sp2</i> |

| | | | |
|----------|-------------------|---|---|
| | Pseudomonadaceae | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| | | <i>Pseudomonas fluorescens</i> <i>Pseudomonas putida</i> <i>Pseudomonas flavescens</i> | <i>Pseudomonas fluorescens</i> <i>Pseudomonas flavescens</i> |
| Gram (+) | Staphylococcaceae | <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Staphylococcus epidermidis</i> <i>Staphylococcus nidemretnis</i> <i>Staphylococcus saprophyticus</i> <i>Staphylococcus pseudintermedius</i> | <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Staphylococcus epidermidis</i> <i>Staphylococcus nirmidemret</i> <i>Staphylococcus saprophyticus</i> <i>Staphylococcus pseudintermedius</i> <i>Staphylococcus heamoliticus</i> |
| | Streptococcaceae | <i>Streptococcus salivarius</i> <i>Streptococcus mitis</i> <i>Lactococcus fujiensis</i> <i>Lactococcus garvieae</i> | <i>Streptococcus mitis</i> <i>Lactococcus fujiensis</i> <i>Lactococcus garvieae</i> |

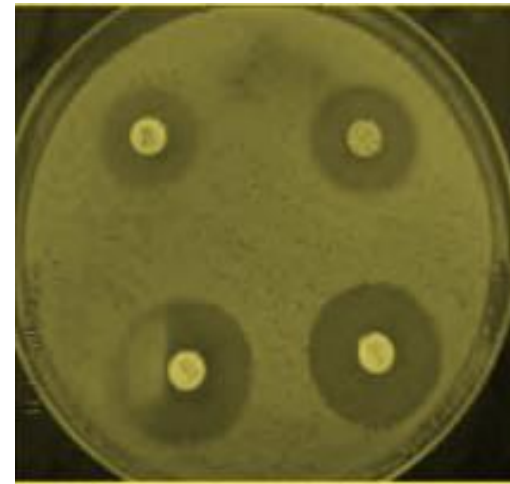
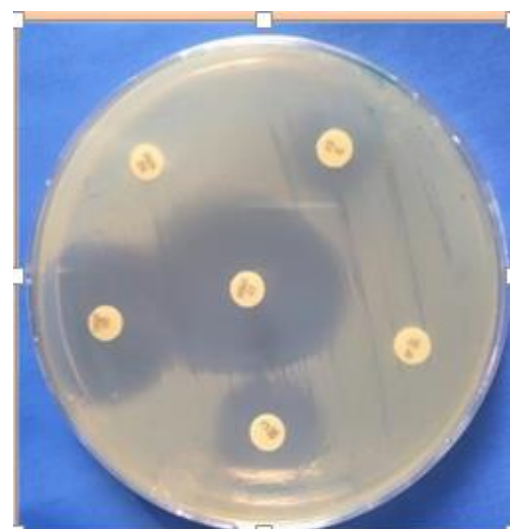
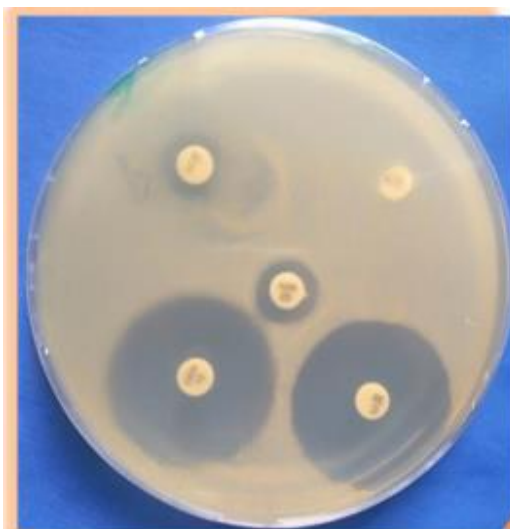
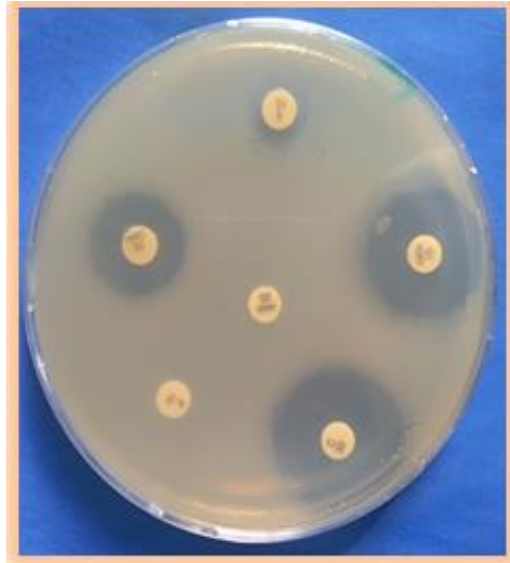
2.4. Etude de la sensibilité et la résistance bactérienne :

La sensibilité et la résistance des bactéries isolées ont été évaluées en fonction des résultats de l'antibiogramme. Cependant, seulement trois souches (*Staphylococcus nidemretnis*, *Citrobacter freundii*, *Escherichia oxytocus*, *Pseudomonas putida* et *Klebseilla. pneumoniae*) présentaient des résultats interprétables. Les diamètres d'inhibition des antibiotiques par rapport à chaque souche sont rapportés dans le tableau 33 et les bactéries sont classées en 3 catégories : résistante (R), intermédiaires (I) et sensible (S).

Il s'avère ainsi que les trois bactéries ne montrent aucune sensibilité pour la Céfotaxime ni pour la Pénicilline. Le Chloramphénicol et la Gentamicine étaient les plus actifs contre toutes les bactéries. *Staphylococcus nidemretnis* présente une sensibilité marquée par rapport à l'Erythromycine et la Vancomycine et intermédiaire par rapport à l'Amoxiciline. Tandis que ces deux derniers n'avaient aucun effet sur *Citrobacter freundii* ni sur *Escherichia oxytocus*, *Pseudomonas putida* et *Klebseilla. pneumoniae*.

Tableau 33. Résultats de l'antibiogramme.

| | E | CTX | C | AMX | P | GEN | VA |
|-----------------------------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|-----------|
| <i>Staphylococcus nidemretnis</i> | 33mm | 06mm | 31mm | 11mm | 06mm | 36mm | 26mm |
| <i>Citrobacter freundii</i> | 12mm | 06mm | 33mm | 06mm | 06mm | 28mm | 06mm |
| <i>Escherichia oxytocus</i> | 10mm | 06mm | 29mm | 06mm | 06mm | 27mm | 06mm |
| <i>Pseudomonas putida</i> | 09mm | 06mm | 29mm | 06mm | 06mm | 22mm | 06mm |
| <i>Klebseilla. pneumoniae</i> | 10mm | 07mm | 30mm | 08mm | 08mm | 25mm | 08mm |
| | | | | | | | |



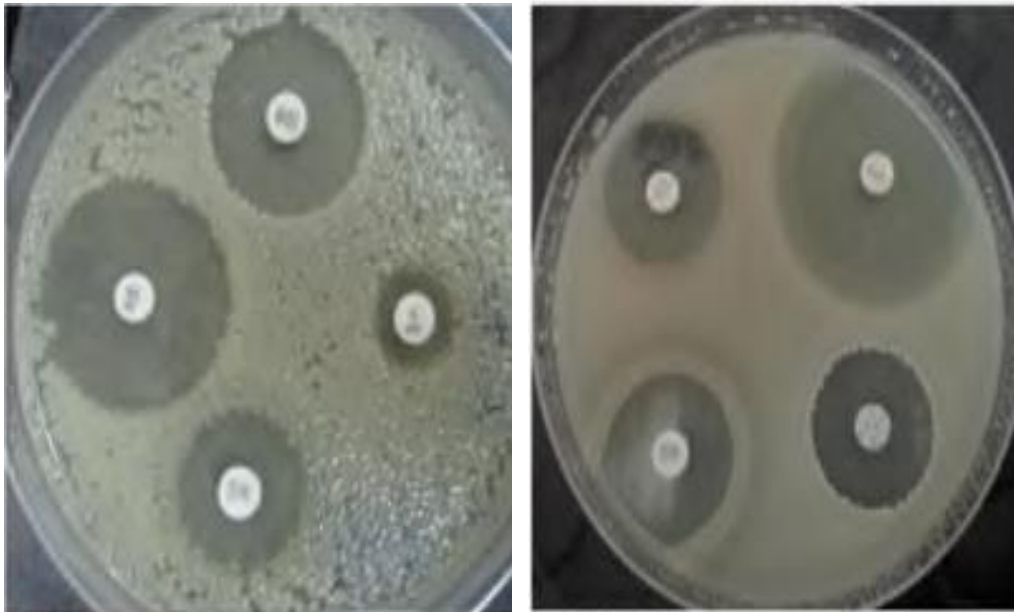


Figure 46. Quelques photos des antibiogrammes

Recherche des ASR

Toutes les recherches effectuées ont données des résultats négatifs. Donc, absence des Bactéries sulfite-réductrices

Recherche des *Yersinia* et des *Mycobacterium*

Toutes les cultures ont données des résultats négatifs. Aucune pousse de *Yersinia* et aucune *Mycobacterium*.

Recherche des levures

Toutes les cultures ont données des résultats négatifs. Aucune *Candida* n'a poussée sur ces milieux



DISCUSSION ET CONCLUSION

La position géographique de Guelma, Nord-Est de l'Algérie, entourée par les montagnes de l'Atlas tellien et où les conditions écologiques sont assez médiocres a permis l'installation de plusieurs populations d'oiseaux caractéristiques dans différents habitats urbains, dont le peuplement de passereaux nicheurs. La diversité des communautés d'oiseaux semble dépendre de la taille de la ville, de l'emplacement du site d'étude dans la ville, de la structure et de la qualité de l'habitat local (Kafi *et al.*, 2015, Zeraoula *et al.*, 2015).

Le présent travail, mené en milieu urbain dans la ville de Guelma a permis d'approfondir et d'enrichir les connaissances scientifiques sur la biologie, l'écologie de la reproduction et les impacts que peuvent engendrer sur la santé publique de deux espèces d'hirondelles communes et largement répandues dans la plupart des habitats de l'Algérie : l'Hirondelle de fenêtre et l'Hirondelle rustique.

Cette étude a permis d'approfondir nos connaissances sur les traits d'histoire de vie de ces deux populations nicheuses dans notre région et de donner un état des lieux actuel. Elle a aussi permis de présenter l'importance de la région pour la reproduction de ces passereaux.

Les modèles biologiques étudiés présentent des comportements reproductifs particuliers et souvent avec des densités très importantes. L'Hirondelle de fenêtre est une espèce nicheuse en plein centre-ville et l'Hirondelle rustique préfère les faubourgs et les milieux ruraux. Cette densité est souvent très importante par rapport à ses congénères du nord-africaines et européennes et même par rapport à d'autres espèces de passereaux nicheuses dans la même région. Cependant, cette densité diffère d'un habitat à l'autre selon les conditions qu'offre chaque milieu.

Du point de vue phénologie de reproduction, les hirondelles commencent à coloniser la ville de Guelma dès le mois de février. Ainsi, l'arrivée des Hirondelles de fenêtre dans notre site d'étude est précoce par rapport aux populations européennes. Elles commencent leurs pontes dès la mi-avril et se poursuit jusqu'à la fin juin. Le début de la saison de nidification semble être influencé par les variations des conditions climatiques (augmentation des températures et diminution des précipitations) et par la disponibilité des ressources alimentaires. Cette adaptation avec les conditions météorologiques est mentionnée précédemment dans des plusieurs modèles biologiques (Crick *et al.* 1993, 1997,1999; Dunn et Winkler, 2010 ; Bensouilah, 2015).

Les hirondelles nichent régulièrement deux fois par saison et les grandeurs de pontes enregistrées chez les populations étudiées semblent être similaires à celles notées chez les autres populations algériennes et mondiales. Les deux espèces ont aussi montré une grandeur de ponte plus élevée durant la première couvée que durant la deuxième. Cette variation est aussi largement observée et documentée chez les passereaux à couvés multiples (Bensouilah *et al.*, 2014, Bensouilah, 2015, Kafi, 2015, Zeraoula 2017, Zeraoula *et al.*, 2015, Brahmia *et al.*, 2015, Brahmia 2017) . La qualité des habitats de la région semble aussi influencer la variation de la grandeur de ponte (Lahlah 2011, Rouaiguia, 2015, Haddad 2015, Hamlaoui, 2018; Fenghour, 2019,)

La productivité des nids et le succès de la reproduction sont relativement importants pour la population d'Hirondelle de fenêtre par rapport à la population d'hirondelle rustique.

L'investissement des couples dans se maximise alors durant la période de post-éclosion.

Les résultats de la présente étude ne montre aucune différence du succès de reproduction entre les deux années de l'étude. Cela semble probablement due aux facteurs affectant la réussite de la reproduction tels que la capacité des individus à acquérir des ressources alimentaires durant les périodes d'incubation et d'élevage, l'effet des conditions météorologiques et la capacité des individus de s'adapter à ces conditions ainsi que la diversité des prédateurs dans la région d'étude et des dérangements principalement humain (Schmidt et Ostfeld, 2003).

Il est à noter que les grandeurs de pontes enregistrées des premières nichées sont les plus importantes dans notre région comparées à celles enregistrées dans d'autres régions de nidification. Les grandeurs de pontes des deuxièmes nichées sont aussi plus faibles. De ce fait, les nids précoces contiennent des pontes plus importantes que les nids tardifs, ce qui corrobore avec la diminution de la grandeur de ponte résultante de la détérioration des conditions du milieu sous l'influence des températures élevées en fin de la saison de reproduction.

La durée de l'incubation est stable à travers les saisons d'étude pour les deux espèces étudiées, par contre, elle varie entre les deux pontes. Au début de la saison de reproduction et pendant les périodes des précipitations et de froid, nous avons enregistré les plus longues périodes d'incubation.

Le succès à l'éclosion et le succès de la reproduction sont relativement importants par rapport à leurs congénères européennes. L'investissement des couples dans ce cas se maximise

durant la période post-éclosion, par l'alimentation des jeunes à travers une synchronisation de l'éclosion.

Les différents paramètres de la reproduction dépendent essentiellement des grandeurs de pontes, ceci a été mis en évidence par de nombreuses corrélations. La stérilité des œufs et la mort de l'embryon reste importante et conditionne en grande partie la réussite des nichées. Des études récentes ont montrés chez beaucoup d'espèces de passereaux que les poussins issus des premières pontes ont une masse positivement corrélée avec la date et la grandeur de ponte.

Du point de vue microbiologie, les oiseaux naissent avec un tube digestif stérile. Ce phénomène permet, sans artifice expérimental, de protéger l'environnement du jeune et d'élever des sujets axéniques, autrement dit n'abritant aucun microorganisme. De tels sujets sont utilisés pour l'étude du rôle de certaines souches ou espèces bactériennes. L'apparition de la flore intestinale dépend ainsi, essentiellement, de l'environnement et des particularités physiologiques de chaque espèce (Tournut, 1989).

Le tube digestif de la plupart des espèces animales est colonisé par une microflore endogène, constituée de microorganismes capables de se développer en anaérobiose. Chez les nouveau-nés, ils colonisent le tractus gastro-intestinal selon certaines séquences d'établissement. Chez l'adulte, ces séquences débouchent sur une situation d'équilibre. Ces populations microbiennes colonisent des habitats qui, selon l'espèce animale, peuvent se situer dans le tube digestif, à la surface épithéliale ou au fond des cryptes de Lieberkühn. Toute une série de facteurs déterminent les espèces microbiennes capables chez une espèce animale donnée de constituer des populations microbiennes dans les niches écologiques (Savage, 1989).

La flore de tube digestif des oiseaux a été considérée jusqu'à présent comme jouant un rôle mineur comparativement à celle du côlon des mammifères (Gabriel *et al.*, 2005, Fenghour *et al.*, 2022). La microflore varie en fonction des facteurs liés à l'hôte : l'âge de l'animal, son environnement, le stress et l'alimentation (Savage, 1989 ; Gabriel *et al.*, 2003) et d'autres sont imputables aux interactions entre les différentes espèces microbiennes. L'un des principaux facteurs est l'aptitude de ces microorganismes à coloniser les surfaces épithéliales (Marchal *et al.*, 1982, Savage, 1989). Elle entraîne des changements de la structure, du fonctionnement du tube digestif et des modifications de la digestion des aliments, ainsi qu'une augmentation des besoins énergétiques. La flore indigène a des conséquences sur la santé des oiseaux du fait de la production de différents métabolites. Ainsi, elle peut avoir un effet protecteur vis-à-vis des

microorganismes néfastes et pathogènes et elle est responsable en partie du développement du système immunitaire intestinal (Gabriel *et al.*, 2003).

Toutes les espèces aviennes sont fréquemment confrontées à des affections bactériennes. Très souvent, il s'agit simplement des bactéries habituelles du tube digestif, principalement les espèces appartenant à la famille des Enterobacteriaceae, qualifiées de marqueurs d'un déséquilibre intestinal qui dans des conditions de stress, mauvaise hygiène ou antibiothérapie anarchique, prolifèrent, deviennent virulentes et finissent par déstabiliser l'écosystème digestif (Chouder, 2006, Prescott *et al.*, 2003).

Notre étude a été réalisée sur de deux espèces d'hirondelles nicheuses dans la ville de Guelma (l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbicum*) et l'Hirondelle rustique *Hirundo rustica*). Elle se limite exclusivement au dénombrement des germes test de contamination fécale et à la recherche microorganismes procaryotes et eucaryotes présentes dans les fientes. Ces derniers contiennent sans aucun doute des parasites et des virus qui auraient des incidences sur les populations aviaires et sur la santé des humains.

En vue des moyens disponibles au laboratoire, nous avons dénombrés des taux de germes totaux, de coliformes totaux, de coliformes fécaux et de treptocoques fécaux très élevés indiquant un état de snaté fragile des poussins. la recherche et le dénombrement de ces bactéries indiquent des contaminations récentes et anciennes d'un milieu. D'autre part nous avons aussi identifiés plusieurs espèces bactériennes appartenant à la famille des Entérobactéries et les bacilles à Gram négatif non fermentaires qui peuvent présenter un intérêt médical et voir même être potentiellement pathogènes. Nous avons aussi isolés et identifier des espèces bactériennes cocci Gram positif.

Selon les espèces microbiennes, les Entérobactéries sont généralement des hôtes normaux ou potentiellement des pathogènes opportunistes du tube digestif de l'homme et des animaux. Ce caractère écologique n'est pas exclusif des Entérobacteriacées qui peuvent proliférer en abondance dans l'environnement (sol et eau) et participer aux grands cycles de dégradation des matières organiques (Singleton 1999, Rahal *et al.*, 2011).

Dans notre étude 53 espèces bactériennes ont été isolées, la majorité appartient à la famille des Entérobactériacées. Nous avons isolés des bactéries appartenants a quatre autres familles : les Vibrionacées, les Pseudomonadacées, les Staphylococcacées et les Streptococcacées et dont certaines espèces peuvent être pathogènes pour l'homme et pour les animaux.

L'étude de la sensibilité aux antibiotiques par la méthode de Kirby-Bauer (diffusion sur milieu solide) a révélé que la majorité des souches exhibent des résistances plus ou moins apparentes et acquises des souches isolées chez l'Hirondelle de fenêtre. Certaines souches isolées affichent aussi des sensibilités plus ou moins élevées aux différents antibiotiques appliqués et d'autres présentent une résistance intermédiaire.

Nous pouvons difficilement imaginer ce qu'un simple petit oiseau puisse transmettre à l'homme et c'est pourtant le cas. Ces souches sont responsables d'infection souvent sousestimées pouvant être graves, parfois mortelles et ne doivent donc pas être négligés car de nos jours, le problème essentiel et préoccupant est le phénomène des zoonoses qui présentent une menace majeure (des pandémies) pour l'homme.

Persepectives

Cette modeste étude nécessite plus d'investigations complémentaires. Le suivi écologique doit se prolonger pour établir les futures tendances d'évolution de ces oiseaux nicheurs via le suivi d'autres aspects :

- Etudier le régime alimentaire potentiel pour bien connaître le gain énergétique notamment durant la période nuptiale et la relation probable entre leur amplitude avec le début et la fin de la saison de reproduction ainsi que leurs succès.
- Suivre la dynamique de la population et comparée les résultats dans les petites communes et les fermes de la région.
- A long terme, nous recommandons la poursuite de l'étude sur l'évaluation de l'effet des conditions climatiques sur les paramètres de la reproduction de cette espèce.
- Réaliser d'autres études, plus détaillées, sur les caractéristiques du choix des sites et des habitats de nidification dans différents milieux et sur les variations des paramètres d'emplacement des nids qui sont primordiales pour améliorer notre compréhension sur les facteurs influençant le choix de l'emplacement des nids dans les villes et dans les terrains agricoles.
- Réaliser des cartographies des habitats favorables qui sont un préalable à la mise en place d'actions de protection des êtres vivants, en particulier en ce qui concerne les actions de restauration et de gestion de l'existant.

- La réalisation des études détaillées sur l'effet de la gestion des terrains agricoles sur le choix du site de nidification et sur le taux de la productivité.
- Utiliser des techniques plus modernes entre autre les PCR et les malditoff qui permettent une identification rationnelle et exacte des microorganismes (bactéries, virus et champignons) isolés des fientes.
- Appliquer ces memes techniques pour l'isolement et l'idntification des microorganismes dans les nids et dans le tractus gastro-intestinal des oisillons et ce depuis le premier jors de leur naissance.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

Adamou A. (2011). *Biologie des populations des oiseaux dans les Aurès et les oasis Septentrionales.* Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba.150p.

Adam V. (2015). Œuvres complètes de Buffon. *Université de Californie, Berkeley.* PP 337 : 627.

Allen Robert W. Nice Margaret M. A Study of the Breeding Biology of the Purple Martin (Progne subis) Vol. 47. No.3 (May 1952) pp. 606-665 (60 pages) Published By: *The University of Notre Dame*

Ambrosini R. et Saino N. (2010). Environmental effects at tow nested spatial scales on bird's Nests in Slovakia. *Biologia, Bratislava, 47:* 665-675.

Ambrosini R., Ferrari R.P., Martinelli R., Romano M., Saino N. (2006). Seasonal, Meteorological, and microhabitat effects on breeding success and offspring phenotype in the barn swallow, *Hirundo rustica.* *Eco science,* 13: 298–307

Ambrosini R., Saino N., Rubolini D., Møller A., (2011). Higher degree-days at the time of breeding predict size of second clutches in the barn swallow. *Climate Research,* 50 (1): 43-50

A.N.D.I, 2013., Agence Nationale de Développement de l'Investissement : Rapport interne, monographie de la wilaya de Guelma. 19p.

Andrews J. (1984). Les oiseaux de nos régions. Bordas. p. 78.

B

Balbontín. Javier, Anders Pape Møller, Ignacio G. Hermosell, Alfonso Marzal, Maribel Reviriego and Florentino de Lope. Individual Responses in Spring Arrival Date to Ecological Conditions during Winter and Migration in a Migratory Bird. Vol.78, No. 5 (Sep. 2009). *Journal of Animal Ecology.*

Ballesteros C. (2002). Bacteria divert resources from growth for magellanic penguin chicks. *Ecol. Lett.* 5: 709714.

Beldjazia (2009). *Etude écologique et cartographique de la végétation du massif de la Mahouna (Guelma).* Mémoire de Magister, Université Badji Mokhtar, Annaba.

Bamahammed Abdelghani M. (2011). *Caractérisation des espèces proies de l'hirondelle de fenêtre Delichon urbica Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans la région de Tamanrasset.*

Barclay R. M. R (1988). Variation in the costs, benefits, and frequency of nest reuse by Barn Swallows. *Auk*.105 : 53-60.

Bejcek Vladimir.(4 octobre 1989). Oiseaux migrateurs. *GRUND*. Page : 223.

Benchikh C. (2004). *Alimentation et nidification de l'Hirondelle de fenêtre Delichon urbica Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) au lieu- dit Les "Eucalyptus" (Mitidja- Alger).* Thèse Magister, TNA. El- Harrach, 298 p.

Benchikh C., Daoudi-Hacini S., Doumandji S., Farhi Y. et Sekour M. (2006). Evolution de la nidification de l'Hirondelle de fenêtre Delichon urbica Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) aux Eucalyptus (Mitidja) en 2000 à 2005. 10ème Journée d'Ornithologie, 6 mars 2006, Lab. Ornith., Dép. Zool. agri. for., Inst. nati. agaro., El-Harrach, p 23.

Benchikh. C.Daoudi – Hacini .S .Doumanji .S.Voisin .J.F.2005 Insectivorous of House Martin Delichon urbica Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) in Eucalyptus area (Mitidja, Algiers)

Benchikh. C.Daoudi – Hacini .S .Doumanji .S.Voisin .J.F.2007 Insectivorous of House Martin *Delichon urbica Linné, 1758*(Aves, Hirundinidae) in Eucalyptus area (Mitidja, Algiers), in; proceeding of international Day of Agricultural and Forest Zoology, 8-10 April2007, Departement of Agricultural and Forest Zoology, National Institute of Agronomy, El Harrach, 2007.

Benchikh.C. Daoudi-Hacini.S. Farhi.Y. Doumandji.S2003 Classe de tailles des proies consommées par l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica Linné, 1758*(Aves, Hirundinidae) au lieu-dit «les Eucalyptus» (Mitidja, Algiers)

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.

Bensouilah T. (2015). *Contribution à l'étude écologique des passereaux nicheurs dans le Nord-Est de l'Algérie.* Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar d'Annaba. 122p.

Bensouilah T., Brahmia H., Zeraoula A., Bouslama Z. et Houhamdi M. (2014). Breeding biology of the European Greenfinch *Chloris chloris* in the loquat orchards of Algeria (North Africa). *Zoology and Ecology* 4(2): 1-9.

- Blancher P.J. et Robertson R.J.** (1987). Effect of food supply on the breeding biology of Western Kingbirds. *Ecology* 68: 723- 732.
- Blangy S.** (2010). *Etude de paramètres influençant la sélection d'un nid par l'Hirondelle de fenêtre (Delichon urbica) dans la ville de Louvain-la-Neuve, Brabant Wallon, Belgique* Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master en Biologie des Organismes et Ecologie Université Catholique de Louvain Département de Biologie.
- Bourgeois C.M., et Leveau J.Y.** (1980). Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires. *Paris : Ed. Lavoisier-Tech et.Doc.* 454p
- Bourliere F,** 1950- Esquisse écologique, pp. 757-781 cité par GRASSE P. « Les oiseaux ». Ed. *Masson et Cie., Paris*, T. 15. 1164 p
- Brahmia H.** (2017). *Ecologie de la reproduction de la Tourterelle maillée Streptopelia senegalensis dans la région de Guelma (Nord-Est de l'Algérie)*. Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar d'Annaba. 145p.
- Brahmia H., Zeraoula A., Bensouilah T., Bouslama Z. et Houhamdi M.** (2015). Breeding biology of sympatric Laughing *Streptopelia senegalensis* and Turtle *Streptopelia turtur* Dove: a comparative study in northeast. *Zoology and Ecology* 25(3): 220-226.
- Brisbois L.** (2009). *Les migrations longue distance chez les oiseaux : phénologie et intérêt épidémiologique*. Thèse de doctorant en vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire de Lyon.
- Brown C.R. et Brown M.B.** (1999). First components association with laying date in the cliff Swallow. *The condor.* 01:230-245.
- Brugiere, D.** *Extension de l'Hirondelle de rochers (Ptyonoprogne rupestris) dans le nord du Massif Central,* (1996).
- Bryant D.M.** (1979). Reproductive cost in the House martin (*Delichon urbica*). *J. Anim. Ecol.* 48. p. 655-675.
- Bryant D.M.** (1979). Reproductive cost in the House martin (*Delichon urbica*). *J. Anim. Ecol.* 48. p. 655-675.
- Bryant D.M. et Gardiner A.** (1979). Energetics of growth in House Martins (*Delichon urbica*). *Journal of Zoology (London)*, 189 : 275-304.

Bryant D. M. et Westerterp K. R. (1983). Time and Energy Limits to Brood Size in House Martins (*Delichon urbica*). *The Journal of Animal Ecology*, 52: 905-925.

Bryant D. M. (1973). The factors influencing the selection of food by the house martin (*Delichon urbica* L.). *Journal of Animal Ecology*, 42, 539-564.



Carbannelle D., Kouyoumdjim S. (1998) .Bactériologie médicale technique usuelles. Med. Mal. Inf. 251p.

Christe P., De Lope F., González G., Saino N. et Møller A.P. (2001). The influence of environmental conditions on immune response, morphology and recapture probability of nestling house martin (*Delichon urbica*). *Oecologia*, 126 : 333-338.

Cramp S. (1988). Handbook of the birds of Europe, The middle East and North Africa. Vol. V. Oxford University. Press, Oxford.

Cramp S. et Ward J.H. (1934). A census of house martins and swallows near Manchester 1933. *Journal of animal ecology*, 31: 1-7.

Cramp S. et Perrins C. (1994). Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. Vol. V. Oxford University Press, Oxford.

Cabello de Alba F. (2002). Disminucion del exitoreproductor de la golondrina comun **Chabi Y.** (1998). *Biologie de la reproduction des mésanges bleue dans chênaies du Nord Est de l'Algérie*. Thèse doctorat. Badji Mokhtar. Annaba, 162p.

Chaouch R., (2007). *Identification et quantification des déchets solides encombrant les plages d'Annaba : aspect physico- chimique et bactériologique des eaux*. Mémoire de Magister. Université Badji- Mokhtar Annaba. 105p.

Chouder N. 2006. « Contribution à l'étude des flores intestinales des poulets conventionnels sain ». Thèse doctorat, Université Mentouri Constantine, 190 p.

Christe P., De Lope F., González G., Saino N. et Møller A.P. (2001). The influence of environmental conditions on immune response, morphology and recapture probability of nestling house martin (*Delichon urbica*). *Oecologia*, 126 : 333-338.

Cramp S. (ed.) (1988). The birds of Europe the Middle East and North Africa. Vol V.

Crick H.Q.P. & Sparks T.H. (1999). Climate change related to egg-laying trends. *Nature* 399: 423.

Crick H.Q.P., D.W. Gibbons et R.D. Magrath (1993). Seasonal changes in clutch size in British birds. *Journal of Animal Ecology* 62: 263-273.

Crick H.Q.P., Dudley C., Glue D.E. et Thomson D.L. (1997). UK birds are laying eggs earlier. *Nature* 388: 526.

D

Dajoz R. (2000). Précis d'écologie: Cours Et Exercices Résolus. 7^{ème} édition. Paris: Dunod.

Dajoz R. (1971). Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 434 p.

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.

Daoudi, S et al. (2005), 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, p.9.

Daoudi-Hacini S. Voisin J F. Doumandji S. Benchikh C. (2005). Caractéristiques physicochimiques des nids de l'Hirondelle de fenêtre (*Delichon urbica*) dans la Mitidja (Algérie). Page : 9- 12.

Daoudi S., J.F. Voisin, S. Doumandji (2002) Spectre alimentaire d'une colonie suburbaine de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) en Algérie *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 57

Daoudi, S, Y. Merzouki, S. Doumandji (2000) Study of behaviour trophic of House Martin *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) in Algiers area *Proceeding of 5th*

Day of Ornithology, 18 April 2000, Laboratory of Applied Ornithology. Department of Agricultural and Forest Zoology. National Institute of Agronomy, El Harrach (2000), p. 31

Debieche, T. H. (2002). *Evolution De La Qualité Des Eaux (Salinité, Azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle. Application à la Basse Plaine De La Seybouse Nord-est Algérien.* Thèse de Doctorat, Université de Constantine, 235pages. **Delarras C. (2007).** *Pratique en microbiologie de laboratoire : recherche de bactéries et de levures-moisissures.* Paris : Editions TEC et DOC, 772 p.

Denis F., Ploy M.C., Martin C., Bingen E. et Quentin R. (2007). *Bactériologie médicale*. Paris : Masson, 594 p.

Djabri L. (1996). *Mécanismes de la pollution et vulnérabilité des eaux de la Seybouse "Origine géologiques, industrielles, agricoles et urbaines"*. Thèse de doctorat, Université d'Annaba, 278 pages.

Dreux P. (1980). Précis d'écologie. Ed. *Presses universitaires de France, Paris*, 231p.

D.P.A.T. (2008). «Direction De La Planification Et De l'Aménagement Du Territoire ». Rapport Interne, Monographie De La wilaya De Guelma. 36 pages.

Dunn P.O. et Winkler D.W. (1999). Climate change has affected the breeding date of tree swallows throughout North America. *Proceedings of the Royal Society of London Series B – Biological Sciences 266: 2487–2490.*

Dunn P.O. et Winkler, D.W. (2010). Effects of climate change on timing of breeding and reproductive success in birds. *Effects of Climate Change on Birds* (eds A.P. Moller, W. Fiedler & P. Berthold), pp.113–128. *Oxford University Press, Oxford, UK.*

Doumandji, S. (1988). - *Quelques données sur la biologie, et en particulier le régime alimentaire de l'Hirondelle de cheminée Hirundo rustica*. P p. 1 - 12, in: Prem. Jour. Rech. Un. biol. agron. forest., 8 & 9 juin 1988 . Inst. biol. Tizi-Ouzou.

Dorst J. (1955). Les migrations des oiseaux. Paris : petite bibliothèque Payot, 109p.

Dorst J. (1971). La vie des oiseaux. Ed. Bordas, Paris, Vol.12 (II):391-76.

D.S.A, (2012). Statistiques agricoles de la wilaya de Guelma, Direction des Services Agricoles, Algérie, 40 pages.


E

Enemar A. et Arheimer O. (1999). Egg sizes of nine passerine bird species in a subalpine hirsch forest, Swedish Lapland. *Ornis Svecica* 9, 1-10.

Elkins N. (1994). Les Oiseaux de la météo, l'influence du temps sur leur comportement.

Emberger L. (1952). Sur le quotient pluviothermique. *Sciences* 234: 2508-2511. **F**

- Farhi Y.** (2002). *Bio-écologie de l'Hirondelle de fenêtre Delichon urbica Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) : régime alimentaire et reproduction*. Thèse Magister, INA. El-Harrach, 224 p.
- Farhi Y. Daoudi Hacini S., Benchikh C., Souttou K., Sekour M. et Doumandji S.** (2004) Place des fourmis dans le régime alimentaire de l'hirondelle de fenêtre Delichon urbica Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) à Tizi Ouzou. 8ème Journée Ornithologie, 8 Mars 2004, Lab. Ornith., Dép. Zool. agri. for. Inst. nati.agro. El-Harrach, p.47.
- Farhi Y. Doumandji S., Daoudi-Hacini S. et Benchikh C.** (2003b) ± Evolution de la nidification de l'Hirondelle de fenêtre Delichon urbica Linné, 1758 à Tizi Ouzou de 1999 à 2001. 7ème Journée Ornithologie, 10 Mars 2003, Lab. Ornith., Dép. Zool. agri. for. Inst. nati.agro. El-Harrach, p.20.
- Farhi Y., Amara S. et Boukhemza M.** (2005) – Régime alimentaire de l'hirondelle de fenêtre à Tizi Ouzou en 2004. 9ème Journée Ornithologie, 7 Mars 2005, Lab. Ornith., Dép. Zool. agri. for. Inst. nati. Agro., El-Harrach, p 9
- Farhi Y., Doumandji S., Daoudi Hacini S. et Benchikh C.** (2003a). 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.
- Felix J.** (1985). Les oiseaux d'Europe. Paris : Grud, 320p.
- Fenghour.Hind** 2016. *Ecologie des Hirondelles (Hirondelle de fenêtre Delichon urbica et Hirondelle rustique Hirundo rustica) dans la ville de Tébessa (Est algérien)*.
- Fenghour H., (2018).** *Ecologie des Hirondelles (Hirondelle de fenêtre Delichon urbica et Hirondelle rustique Hirundo rustica) dans la ville de Tébessa (Est algérien)* .Thèse Doctorat. Université Chadli Bendjedid , EL-Tarf.
- Fenghour H. (2019).** *Ecologie des Hirondelles (Hirondelle de fenêtre Delichon urbica et Hirondelle rustique Hirundo rustica) dans la ville de Tébessa (Est algérien)*. Thèse de doctorat, Université Chadli Bendjedid d'El-Tarf. 168p.
- Fenghour H., Bouabida H., Dris D. and Houhamdi M. (2022).** Contribution to the knowledge of ectoparasites of swallows in a semi arid region of Algeria. *Journal of Entomological Research* 46 (2) : 428-433. DOI : 10.5958/0974-4576.2022.00076.7.

Fouarge J. P. et Monmart A. (1992). L'Hirondelle de fenêtre (*Delichon urbica*) à Namur de 1982 à 1992, *Aves* 29/3-4 : 177-189. 

Gabriel I., Mallet S., Lessire M. 2003. « La microflore digestive ». INRA, station de Recherche Avicoles, 8 p.

Gauthier M. et Thomas D.W. (1993). Nest site selection and cost of nest building by cliff swallows (*Hirundo pyrrhonota*). *Can. J. Zool.* 71: 1120-1123.

García-Pérez B., Hobson K.A., Albrecht G., Cadman M.D., Salvadori A. (2014). Influence of climate on annual survival of Barn Swallows (*Hirundo rustica*) breeding in North America. *The Auk*, 131(3): 351-362.

Geroudet P. mise à jour par Cuisin M. (1998). Les passereaux d'Europe tome 1 des coucoux aux merles. Delachaux et Niestlé, Paris, France pp 199-207.

Guiguen C. et Camin A.M. (1997). Le rôle des oiseaux en pathologie humaine. Dans : Philippe Clergeau, coordonnateur. Oiseaux à risques en ville et en campagne. *Paris: INRA; 1997; 234*.

Gunten, K. VON (1961). Zur Ernlihrungs biologie der Mehlschwalbe. Die qualitative Zusammensetzung der Nahrung. *Om. Beob.* 58: 1 3-34.



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 à Bordj El-Kiffan région du Littoral algérois. *L'Entomologiste* 54:105-111.

Haddad S. (2015). *Analyse écologique de l'Hirondelle rustique Hirundo rustica dans le Nord-Est de l'Algérie*. Thèse de doctorat, Université 8 Mai 1945 de Guelma. 176.

Haddad S., Hanane S. et 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'Ecologie (Terre & vie)* 70(3/4): 280-290.

Hamlaoui B. (2018). *Inventaire et écologie des oiseaux nicheurs dans la ville de Guelma*

(Nord-Est de l'Algérie). Thèse de doctorat, Université Larbi Ben M'Hidi d'Oum El-Bouaghi. 168p.

Hamlaoui B., Rouaiguia M., Zebsa R., Kafi F., Haddad S., Lahlah N. & Houhamdi M., (2016) On the breeding ecology of House Martins *Delichon urbica* (Linnaeus 1758) in North east Algeria.

Hasegawa M., Arai E., Watanabe M., Nakamura M. (2010). Mating advantage of multiple male ornaments in the Barn Swallow *Hirundo rustica gutturalis*. *Ornithological Science*, 9 (2): 141-148

Hasegawa M., Arai E., Watanabe M., Nakamura M. (2012). Female mate choice based on territory quality in barn swallows. *Journal of Ethology*, 30 (1): 143-150.

Hasegawa M., Arai E., Watanabe M., Nakamura M. (2014). Male viability is positively related to multiple male ornaments in Asian Barn Swallows. *Journal of Ornithology*, 155 (2): 389-397.

Hasegawa M., et Arai E. (2013). Divergent tail and throat ornamentation in the barn swallow across the Japanese islands. *Journal of Ethology*, 31 (1): 79-83.

Heagy A., Badzinski D., Bradley D., Falconer M., McCracken J., Reid R.A., Richardson. K. (2014). Recovery Strategy for the Barn Swallow (*Hirundo rustica*) in Ontario. Ontario Recovery Strategy Series. Prepared for the Ontario Ministry of Natural Resources and Forestry, Peterborough, Ontario. *Vii + 64 pp.*

Hiller S. (2004). Fientes de pigeons et risques d'infection en milieu de travail au Québec problématique et mesures de prévention. *Le Médecin du Québec*, volume 39, numéro 1, janvier 2004.

Hooper L.V., Bry L., Falk P.G., Gordon J.I.. (1998). Host-microbial symbiosis in the mammalian intestine: *exploring an internal ecosystem*. *Bio Essays* 20: 336-343. *J*

Isenmann, P. 2000 L'adoption de sites artificiels de nidification par l'Hirondelle de rochers *Ptyonoprogne rupestris* se répand aussi en France. *Alauda* 68, p 27-33.

Isenmann P. et Moali A. (2000). Les oiseaux d'Algérie. Société d'études ornithologiques de France. p.p. 217-220. *J*

Jean, P. (2006). Quinze ans de suivi de l'Hirondelle de fenêtre (*Delichon urbicum*) dans les milieux ruraux, suburbains et urbains de l'entité de Namur.

Järvinen A. et Ylimaunu J. (1986). "Intraclutch egg-size variation in birds: physiological responses of individuals to fluctuations in environmental conditions." *The Auk* 235-237.

Johnston R. D. (1993). Effects of diet quality on the nestling growth of a wild insectivorous passerine, the House martin (*Delichon urbica*). *Avian Ecology. University of Stirling. Uk.* 7. p.p. 255-266.



Kafi F. (2015). *Structure et écologie des Tourterelles nicheuses dans l'extrême Nord-Est de l'Algérie*. Thèse de doctorat, Université 8 Mai 1945 de Guelma. 158p.

Kafi F., Hanane, S., Bensouilah, T., Zeraoula, A., Brahmia, H. et Houhamdi, M. (2015). Les facteurs déterminants le succès de reproduction de la Tourterelle des bois (*Streptopelia turtur*) dans un milieu agricole Nord-Africain. *Revu d'Ecologie : Terre et Vie*70: 271-279.

Kisserli O., Doumandji S. et Exbrayat J. M. (2011). Reproductive cycles in *Bufo mauritanicus* (Schlegel, 1841) of wet area of Beni-Belaïd (Jijel, Algeria). *Basic and Applied Herpetology*, 25, 65-71.

Kisserli O et Doumandji S. (2005). Spectre alimentaire de l'hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* L., 1 758 (Aves, Hirundinidae) dans la région de Jijel. *Rev. Ornithologia algirica*, V (1) :

36-40.

Kopij G. (2000). Birds of Maseru. *NUL Journal of Research*, 8, 104-151.

Kopij G., Polit M. (2014). Les variations saisonnières de la grandeur des pontes et de la réussite de la reproduction de l'Hirondelle rustique *Hirundo rustica*, en relation avec l'emplacement des colonies et le type de bâtiments agricoles occupés. *Alauda*, 82(1) : 63-69.

Kose M., Mand R., Møller A.P. (1999). Sexual selection for white tail spots in the barn swallow in relation to habitat choice by feather lice. *Anim. Behav.* 58:1201-1205.

Kopij G., Polit M. (2014). Les variations saisonnières de la grandeur des pontes et de la réussite de la reproduction de l'Hirondelle rustique *Hirundo rustica*, en relation avec l'emplacement des colonies et le type de bâtiments agricoles occupés. *Alauda*, 82(1) : 63-69.

Korpimäki E. et Wiehn J. (1998). Clutch size of Kestrels: seasonal decline and experimental evidence for food limitation under fluctuating food conditions. *Oikos* 83: 259-272.

L

Lahlah N. (2010). *Traits d'histoire de vie et régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtre (Delichon urbica meridionalis) dans le Nord-est Algérien.* Thèse Doctorat. Université BADJI Mokhtar. Annaba.

Lahlah N., Chabi Y., Bañbura M. et Bañbura J. (2006). Breeding Biology of the House Martin *Delichon urbica* in Algeria. *Acta Ornithologica*, 41(2):113-120.

Lebres E. (2006). *Manuel des travaux pratique : analyse des eaux.* Institut Pasteur d'Algérie.60p.

Lebres et Mouffok F. (2008). Le Cours D'hygiène Et De Microbiologie des eaux de boisson (Manuel De Travaux Pratiques des eaux). Institut Pasteur d'Algérie. 53p.

M

Mac Arthur (1972). *Geographical ecology. Patterns in the distribution of species.* Ed. Harper et Row. New York USA.

Marchal N., Bourdon J.L., Richard C. (1982). *Les milieux de cultures pour l'isolement et l'identification biochimique des bactéries.* Paris: Doin Editeurs, 482 p.

Magrath R. D. (1990). Hatching asynchrony in altricial birds *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 65: 587-622.

Meddour R. (2010). *Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie.* Thèse doctorat, Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou.

MEEDDAT- MNHN 2001 Cahiers d'Habitat « Oiseaux » Hirondelle rustique, *Hirundo rustica* (Linné, 1758)

Meijer T. et Drent R. (1999). Re-examination of the capital and income dichotomy in breeding birds. *Ibis* 141: 399-414.

Menessier.M, (1989). Les architectes ont oublié les hirondelles. *Science et vie*, (859)

:40±45. **Merzouki Y., Souttou K., Sekour M., Daoudi-Hacini S. et Doumandji S. (2013)**.

Iconographies supplémentaires de l'article : Prey selection by nesting House Martins *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves : Hirundinidae) in Algiers suburbs (Algeria).

Merzouki Y., Souttou K., Sekour M., Daoudi-Hacini S. et Doumandji S. (2014). Prey selection by nesting House Martins *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves: Hirundinidae) in Algiers suburbs (Algeria). *Compte Rendue Biologie*. 337:53-61.

Møller 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.

Møller H., Berkes F., Lyver P. O. B. et Kislalioglu M. (2004). Combining science and traditional ecological knowledge: monitoring populations for co-management. *Ecology and Society*, 9(3), 2.

Møller A P (2000). Survival and reproductive rate of mites in relation to resistance of their barn swallow hosts. *Oecologia*, 124:351-357.

Møller A.P. (2013). - Long-term trends in wind speed, insect abundance and ecology of an insectivorous bird. *Ecosphere*, 4(1):6.

Merzouki Y. (2009). *Etude du comportement trophique et de la nidification de Delichon urbica Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans un milieu sub urbain dans l'Algérois*. Thèse en vue dans l'obtention du Diplôme de Magistère en science agronomique. Ecole nationale supérieure agronomique El Harrach. Alger.



Neuray P. (1982). Une colonie d'Hirondelles de fenêtre (*Delichon urbica*) dans une étable, Neuve. *Aves*, 22/1 : 35.

Nutall P. A. (1997). Viruses, bacteria and fungi of birds. In: Clayton, D. H. and Moore, J. (Eds). *Host-parasite evolution. General principles and avian models*. Oxford University Press, Oxford.

O

O.N.S., (2008), Office National des Statistiques : Quelques statistiques et indicateurs sociaux. Données 2008

Ozenda P. (1982). Les végétaux dans la biosphère. Doin. Paris, 431pages.

P

Pashley D N, Rosenberg K V, Rustay C M, Wendt J S, Will T C (2004). Partners in flight: North American landbird conservation plan. *Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY*.

Park K.J., EVANS M. R. and BUCHANAN K. L. (2000) ±Assessing the aerodynamic effects of tail elongations in the House martin (*Delichon urbica*): implication for the initial selection pressures in hirundines. *Behav. Ecol. Social*, 48 (5): 364-372.

Perrier C, de Lope F, Møller A P, Ninni P (2002). Structural coloration and sexual selection in the barn swallow *Hirundo rustica*. *Behav. Ecol.*, 13:728-736.

Perrins C. M. et Birkhead T. R. (1983). Avian ecology. Glasgow: Blackie

Perrins C. et Cuisin M. (1987). Les oiseaux d'Europe. Delachaux et Niestlé eds, Neuchâtel. 320p.

Peterson R. (2006). Guide p des oiseaux de france et d'europe. Édition : Delachaux et Niestlé, paris, France.

Potti J., Moreno J., Yorio P., Briones V., Garcia-Borboroglu P.,Villar, S. and Pyle P, (1997). - Identification Guide to North American Birds, Part1 : Columbidae to Ploceidae. Slate Creek Press, Bolinas (California).

Potti J., Moreno J., Yorio P., Briones V., Garcia-Borboroglu P.,Villar, S. and Prescott L., Harley J., Klein D. 2003. Microbiologie. Paris : De Boeck, 1164 p.

Presscott L. ,Harley J., Klein D. 2003. Microbiologie.Paris ;De Boeck, 1164p.

R

- Raachi M. (2007).** *Étude préalable pour une gestion intégrée des ressources du bassin versant du lac Tonga au Nord-Est Algérien.* Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en géographie. Université du Québec à Montréal. 154 pages.
- Rahal K., Benslimani A., Tali-Maamar H., Missoum M., Abdoun A., Ammari H. 2011.** *Standardisation de l'antibiogramme à l'échelle nationale selon les recommandations de L'OMS (Médecine Humaine et Vétérinaire).* 6^{ème} édition. Alger, 195 p.
- Rahal K., Benslimani A., Tali-Maamar H., Missoum M., Abdoun A., Ammari H. (2008).** *Standardisation de l'antibiogramme à l'échelle nationale selon les recommandations de l'OMS.* 5^{ème} édition. Alger, 109 p.
- Ramade F. (1994).** *Eléments d'écologie - Ecologie fondamentale,* 2^{ème} édition. Ediscience internationale, Paris.
- Ramstack J M, Murphy M T, Palmer M R (1998).** Comparative reproductive biology of three species of swallows in a common environment. *Wilson Bull.* 110:233-243.
- Reed K., Meece J., Henkel J., Shukla S. (2003).** Bird migration and emerging zoonoses: West Nile virus, Lyme disease, influenza A and Enteropathogens. *Clinical medical and research, 1:* 5-12.
- Rejsek F. (2002).** *Analyse des eaux ; aspects règlementaires et techniques.* Sceran. Paris.360p.
- Regnier, D. 2006.** Première nidification de l'Hirondelle de rochers *Ptyonoprogne rupestris* en Bourgogne. *Alauda* 67, p156.
- Rich T D, Beardmore C J, Berlanga H, Blancher PJ, Bradstreet MSW, Butcher G S, Demarest D W, Dunn E H, Hunter W C, Inigo-Elias E E, Martell A M, Panjabi A O, Rouaiguia M. (2015).** *Contribution à l'étude écologique de l'Hirondelle de fenêtre Delichon urbica dans le Nord-Est de l'Algérie.* Thèse de doctorat, Université 8 Mai 1945 de Guelma. 188p.
- Rouaiguia M., Lahlah N., Bensaci E. and 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.
- Rivas-Martínez S. (2005).** *Avances en Geobotánica. Discurso de Apertura del Curso Académico de la Real Academia Nacional de Farmacia del año*

- RODIER J. et al. (2009).** L'analyse de l'eau, 9e édition. DUNOD (éditeur), Paris, France. 1579 p.
- Roux M. (1987).** Office International De L'eau: L'analyse Biologique De L'eau. TEC& DOC. Paris. 229p.

S

- Safran R.J. (2004).** Adaptive site selection rules and variation in-group size of barn Swallows: individual decisions predict population patterns. *The American Naturalist*, 164(2): 121-131.
- Safran R.J. (2006).** Nest site selection in the barn swallow *Hirundo rustica*: What predicts seasonal reproductive success? *Canadian Journal of Zoology*, 84: 1533-1539.
- Saino N., Romano M., Ambrosini R., Ferrari R.P. & Møller A.P. (2004).** Timing of reproduction and egg quality covary with temperature in the insectivorous barn swallow, *Hirundo rustica*. *Functl Ecol*, 18: 50–57.
- Sakraoui R. (2003).** *Biologie de la reproduction des populations de l'Hirondelle rustique (Hirundo rustica rustica) dans le Nord-Est algérien.* Mémoire de magister. Univ. Badji Mokhtar Annaba.
- Sakraoui R. (2012).** « *Impact du régime alimentaire et du parasitisme sur la reproduction des populations de l'Hirondelle de Cheminée (Hirundo rustica rustica) dans le Nord-Est algérien* ». Thèse de doctorat. 151 Université Badji Mokhtar. Annaba.
- Sakraoui R., Dacsi W., Chabi Y. & Bañbura J. (2005).** Breeding biology of Barn Swallows *Hirundo rustica* in Algeria, North Africa. *OrnisFennica*, 82: 33–43.
- Savage D.C. 1989.** « L'écosystème digestif et sa colonisation ». Revue science technologie, organisation internationale des épizooties, Vol. 8 : N°2, p.275-290.
- Schmid H. 1995.** Hirondelles et Martinets Station ornithologique suisse, Sempach.
- Schmidt, K.A. et Ostfeld, R. S. (2003).** Songbird populations in fluctuating environments: predator responses to pulsed resources. *Ecology* 84, 406–415.
- Shields W. M. (1984).** Factors affecting nest and site fidelity in Adirondack barn swallows (*Hirundo rustica*) *The Auk*, 101: 780-789.
- Seltzer P. (1946).** Le climat de l'Algerie. Imp. La typo litho et J. Carbonel, algiers.
- Sheldon. B. C, (1993).** - Sexually transmitted disease in birds: occurrence and evolutionary significance. *Philos Trans Biol Sci*, 339:491–497.

Schulze-Hagen, K. 1970. Ein Beitrag zur Ernährung der Rauchschnalbe (*Hirundo rustica*). *Charadrius*. 6 : 81-90.

Sériot J., Loïc Marion, François Dorigny. 6 avril 2004. Le Héron cendré Broché. 72 P
Sériot J., Alvès D (2002). Les Hirondelles : biologie, moeurs, mythologie, cohabitation, protection... (Delachaux et Niestlé ed.). Paris.

Singer D. (2008). Quel est donc cet oiseau ? Nathan, Paris, France.

Singleton P. (1999). *Bactériologie*. 4ième édition. Paris: Dunod, 415 p.

Snow D. W. et Perrins C. M. (1998). The Birds of the Western Palearctic, Passerines, New York.

Société des périodiques Larousse (1992). Les animaux sauvages. Les migrations. Paris.

Stokke B.G., Moller A. P., Saether B-E., Rheinwald G. et Gutscher H. (2005). Weather in the breeding area and during migration affects the demography of a small long-distance passerine migrant. *The Auk*, 122 : 637-647. *J*

Thompson M C (1961). Observations on the nesting success of the Barn Swallow in SouthCentral Kansas. *Kansas Orn. Soc. Bull.* 13(2):9-11.

Thompson M.L.P. (1992). Reproductive success and survival of swallows (*Hirundo rustica*). Effect of age and breeding conditions. Ph.D. thesis, *University of Stirling, Stirling*.

Tournut J. 1989. « Les probiotiques en élevage ». *Revue science technologie, organisation internationale des épizooties*, Vol. 8 : N°2, p. 533-549.

Turner A. (2006). The Barn Swallow. T & AD Poyser, London.

Turner, A.K. 1982. Timing of laying by Swallows (*Hirundo rustica*) and Sand Martins (*Riparia riparia*). *J. Anim. Ecol.* 51: 29-46

Turner. A. (2004). - Family Hirundinidae (swallows and martins) In: Del Hoyo J, Elliott A, Christie D, editors. The birds of the World. vol. 9. *Lynx Edicions; Barcelona, Spain: pp. 602–685.*

Turner, A. (2006). The barn swallow. T & AD Poyser, London

Turner A. et Rose C. (1989). Swallows and Martins of the World. Christopher Helm. London.

U

URBACO (2012). Plan d'aménagement du territoire de la wilaya de Guelma. Direction de programmation et de suivi budgétaire de la wilaya de Guelma. 187 pages.

URBACO, (2010). - Plan d'aménagement du territoire de la Wilaya de Guelma, direction

V

Van Der Elst D. et Monmart A. (1985). Sur l'Hirondelle de fenêtre (*Delichon urbica*) à Namur. *Aves* 22/1 : 36-40.

Vansteenwegen C. (1992). Etude du passage et des retours de l'Hirondelle de cheminée (*Hirundo rustica*) en Belgique, *Aves* : 29/3-4 : 155-176.

Vansteenwegen, C. 1988 Choix de l'habitat, fidélité et répartition spatiale chez l'Hirondelle de cheminée. *Alauda* 56, 1988, p 350-364

Van Noordwijk A.J. (1994). The interaction of inbreeding depression and environmental stochasticity in the risk of extinction of small populations. In: Loeschcke, V., Tomiuk, J., Jain, S.K. (Eds.), *Conservation Genetics*. Birkhäuser, Basel, pp. 131-146.

Verheyen.R.K. 1947. Notes sur la faune ornithologique de l'Afrique centrale. VIII. Relevé systématique d'une collection d'oiseaux réunie à la frontière Congo belge - Rhodésie du Nord et description d'un nouveau Plocéidé. *Bulletin Du Musée Royal D'Histoire Naturelle de Belgique* 23(10): 1-4.

W

Walravens M. et Langhendries R. (1985). *Nidification de l'Hirondelle de fenêtre (Delichon urbica) dans le sud et l'est de la région bruxelloise.* *Aves*, 22/1 : 3-34.

Weiserbs A., Ninanne M. et Jacob J.P. (2004). Evolution de la population d'Hirondelle de fenêtre (*Delichon urbicum*) à Bruxelles. *Aves*, 41/3-4: 223-234.

Williams, G.C. (1966). Natural selection, the cost of reproduction and the refinement of Lack's principle. *Am. Nat.* 100: 687-692.

Z

- Zeraoula A. (2017).** *Ecologie de la reproduction du Merle noir Turdus merula dans la région de Guelma (Nord-Est de l'Algérie)*. Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar d'Annaba. 162p.
- Zeraoula A., Bensouilah T., Brahmia H., Bouslama Z., Houhamdi M. and KERFOUF A. (2015).** Breeding biology of the European Blackbird *Turdus merula* in orange orchards. *Journal of King Saud University - Sciences*. 28: 300-307.
- Zouaidia H. (2006) :** *Bilan des incendies de forêts dans l'Est Algérien*. Cas de Mila, Constantine, Guelma et Souk Ahras. Mémoire de magister, Université de Constantine, Algérie. 126 p.



ANNEXES

Les milieux de culture

I. Les milieux solides

1. 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 biliaires..... | 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.

2. Viande-foie (Biokar) Peptone viande

| Composition | g/l |
|--------------------------------|------|
| 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.

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 121°C pendant 15 mn ; - PH final 6,8 ± 0,1.

4. Géluse SS (Salmonella/ Shigella) Peptone pancréatique de

| Composition | g/l |
|----------------------------------|---------|
| 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 |

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.

5. 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 |

Préparation

- Suspandre 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.

6 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 |

Préparation

- 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

1. 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. Sabouraud (Biokar)

| Composition | g/l |
|----------------------------------|------------|
| Peptone pepsique de viande | 10,0 |
| Glucose..... | 20,0 |
| Chloramphénicol | 0,5 |
| Agar agar bactériologique..... | 15,0 |

Preparation

- 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.

Logiciel de l'API 20 E (Microsoft Excel)

The screenshot displays a Microsoft Excel spreadsheet titled 'API - Copie (2) [Mode de compatibilité] - Microsoft Excel'. The spreadsheet is organized into columns labeled A through AH and rows numbered 1 to 25. The data is as follows:

| API 20E | Taxon le plus probable | probabilité |
|----------------------|------------------------|-------------|
| Serratia odorifera 1 | TB Id | 0.997 |
| T | 0.60 | |
| ONPG + | | |
| ADEH - | | |
| LDC + | | |
| ODC + | | |
| CIT - | | |
| HIS - | | |
| URE - | | |
| TDA + | | |
| IND + | | |
| VP + | | |
| GEL + | | |
| GEL + | | |
| MAN + | | |
| INO + | | |
| SOR + | | |
| RELA + | | |
| SAC + | | |
| MEL + | | |
| AMT + | | |
| ARA + | | |
| OXI - | | |

Callouts and annotations include:

- Test de l'identification en fonction de l'indice de typicité**: Points to the 'probabilité' column.
- Rappel de la valeur de l'indice de typicité**: Points to the '0.60' value in row 3.
- Rappel de la probabilité du taxon**: Points to the '0.997' value in row 2.
- Zone d'introduction des données**: Points to the list of taxa in column A.
- Classement en fonction de la probabilité calculée (1 = le plus probable, 2 = le ...)**: Points to the 'nombre class' column.
- Calcul de la probabilité du profil le plus typique pour la taxon**: Points to the 'probabilité' column.
- Affichage du nom du taxon le plus probable**: Points to the 'Taxon le plus probable' column.
- Calcul de l'indice de typicité**: Points to the '0.60' value.
- Calcul du nombre d'incompatibilités (cas C % et caractère + ou 100 % et caractère -)**: Points to the 'nombre class' column.
- La probabilité est normalisée pour que la somme des probabilités soit de 1**: Points to the 'probabilité' column.
- Calcul de la "probabilité brute" (les 0 et 100% sont remplacés, si nécessaire, par " et 99 %)**: Points to the 'probabilité' column.

The bottom of the spreadsheet shows a row with 'Pctax', 'Pctbus', and 'nombre class'.

Table de lecture de l'API 20 E

| Tests | Substrat | Caractère recherché | Résultats | |
|-----------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------|---------------------------|
| | | | Négatif | Positif |
| ONPG | Ortho-nitro-phenyl-Galactosidase | Beta- galactosidase | Incolore (1) | Jaune |
| ADH | L-arginine | Arginine dihydrolase | Jaune (2) | Rouge/Orangé |
| LDC | L-lysine | Lysine décarboxylase | Jaune (2) | Orangé |
| ODC | L-ornithine | Ornithine décarboxylase | Jaune (2) | Rouge/Orangé |
| CIT | Citrate de sodium | Utilisation du citrate | Vert pâle/jaune(3) | Bleu-vert/Vert |
| H₂S | Thiosulfate de sodium | Production d'H ₂ S | Incolore/ grisâtre | Dépôt noir/fin liseré |
| URE | Urée | Uréase | Jaune | Rouge/Orangé |
| TDA | L-tryptophane | Tryptophane désaminase | TDA / immédiat | |
| | | | Jaune | Marron foncé |
| IND | L-tryptophane | Production d'indole | James/ 2 mn | |
| | | | Jaune | Anneau rouge |
| VP | Pyruvate de sodium | Production d'acétoïne | VP 1 + VP 2/ 10mn | |
| | | | Incolore (4) | Rosé-Rouge |
| GEL | Gélatine de kohn | Gélatinase | Non diffusion | Diffusion du pigment noir |
| GLU | D-glucose | Fermentation/oxydation | Bleu/bleu-vert (5) | Jaune |
| MAN | D-mannitol | Fermentation/oxydation | Bleu/bleu-vert(5) | Jaune |
| INO | Inositol | Fermentation/oxydation | Bleu/bleu-vert(5) | Jaune |
| SOR | D-sorbitol | Fermentation/oxydation | Bleu/bleu-vert(5) | Jaune |

Tables de Mac Grady

| 2 tubes par dilution | | 3 tubes par dilution | | | | | |
|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| Nombre caractéristique | Nombre de cellules | Nombre caractéristique | Nombre de cellules | Nombre caractéristique | Nombre de cellules | Nombre caractéristique | Nombre de cellules |
| 000 | 0.0 | 000 | 0.0 | 201 | 1.4 | 302 | 6.5 |
| 001 | 0.5 | 001 | 0.3 | 202 | 2.0 | 310 | 4.5 |
| 010 | 0.5 | 010 | 0.3 | 210 | 1.5 | 311 | 7.5 |
| 011 | 0.9 | 011 | 0.6 | 211 | 2.0 | 312 | 11.5 |
| 020 | 0.9 | 020 | 0.6 | 212 | 3.0 | 313 | 16.0 |
| 100 | 0.6 | 100 | 0.4 | 220 | 2.0 | 320 | 9.5 |
| 101 | 1.2 | 101 | 0.7 | 221 | 3.0 | 321 | 15.0 |
| 110 | 1.3 | 102 | 1.1 | 222 | 3.5 | 322 | 20.0 |
| 111 | 2.0 | 110 | 0.7 | 223 | 4.0 | 323 | 30.0 |
| 120 | 2.0 | 111 | 1.1 | 230 | 3.0 | 330 | 25.0 |
| 121 | 3.0 | 120 | 1.1 | 231 | 3.5 | 331 | 45.0 |
| 200 | 2.5 | 121 | 1.5 | 232 | 4.0 | 332 | 110.0 |
| 201 | 5.0 | 130 | 1.6 | 300 | 2.5 | 333 | 140.0 |
| 210 | 6.0 | 200 | 0.9 | 301 | 4.0 | | |
| 211 | 13.0 | | | | | | |
| 212 | 20.0 | | | | | | |
| 220 | 25.0 | | | | | | |
| 221 | 70.0 | | | | | | |
| 222 | 110.0 | | | | | | |

| 5 tubes par dilution | | | | | | | |
|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| Nombre caractéristique | Nombre de cellules | Nombre caractéristique | Nombre de cellules | Nombre caractéristique | Nombre de cellules | Nombre caractéristique | Nombre de cellules |
| 000 | 0.0 | 203 | 1.2 | 400 | 1.3 | 513 | 8.5 |
| 001 | 0.2 | 210 | 0.7 | 401 | 1.7 | 520 | 5.0 |
| 002 | 0.4 | 211 | 0.9 | 402 | 2.0 | 521 | 7.0 |
| 010 | 0.2 | 212 | 1.2 | 403 | 2.5 | 522 | 9.5 |
| 011 | 0.4 | 220 | 0.9 | 410 | 1.7 | 523 | 12.0 |
| 012 | 0.6 | 221 | 1.2 | 411 | 2.0 | 524 | 15.0 |
| 020 | 0.4 | 222 | 1.4 | 412 | 2.5 | 525 | 17.5 |
| 021 | 0.6 | 230 | 1.2 | 420 | 2.0 | 530 | 8.0 |
| 030 | 0.6 | 231 | 1.4 | 421 | 2.5 | 531 | 11.0 |
| 100 | 0.2 | 240 | 1.4 | 422 | 3.0 | 532 | 14.0 |
| 101 | 0.4 | 300 | 0.8 | 430 | 2.5 | 533 | 17.5 |
| 102 | 0.6 | 301 | 1.1 | 431 | 3.0 | 534 | 20.0 |
| 103 | 0.8 | 302 | 1.4 | 432 | 4.0 | 535 | 25.0 |
| 110 | 0.4 | 310 | 1.1 | 440 | 3.5 | 540 | 13.0 |
| 111 | 0.6 | 311 | 1.4 | 441 | 4.0 | 541 | 17.0 |
| 112 | 0.8 | 312 | 1.7 | 450 | 4.0 | 542 | 25.0 |
| 120 | 0.6 | 313 | 2.0 | 451 | 5.0 | 543 | 30.0 |
| 121 | 0.8 | 320 | 1.4 | 500 | 2.5 | 544 | 35.0 |
| 122 | 1.0 | 321 | 1.7 | 501 | 3.0 | 545 | 45.0 |
| 130 | 0.8 | 322 | 2.0 | 502 | 4.0 | 550 | 25.0 |
| 131 | 1.0 | 330 | 1.7 | 503 | 6.0 | 551 | 35.0 |
| 140 | 1.1 | 331 | 2.0 | 504 | 7.5 | 552 | 60.0 |
| 200 | 0.5 | 340 | 2.0 | 510 | 3.5 | 553 | 90.0 |
| 201 | 0.7 | 341 | 2.5 | 511 | 4.5 | 554 | 160.0 |
| 202 | 0.9 | 350 | 2.5 | 512 | 6.0 | 555 | 180.0 |



Bulletin de la Société Zoologique de France

2021, volume 146 (3), pages 123 à 127

ISSN : 0037-962X

<http://societe-zoologique.fr/>



On the breeding phenology of the common housemartin *Delichon urbicum* in Guelma city (northeast of Algeria)

Assia KHALED¹, Hind FENGHOUR^{2,3}, Mouslim BARA², Sadek ATOUSSI², Meriem ROUAIGUIA², Asma REGGAM^{2,4}, Ines HOUHAMDI², Mohamed-Laid OUAQID¹ and Moussa HOUHAMDI²

1. Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Badji Mokhtar d'Annaba, Algérie.

2. Laboratoire Biologie, Eau et Environnement (LBEE), Faculté SNV-STU, Université 8 Mai 1945 Guelma. BP. 401 24000 Guelma, Algérie.

3. Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Larbi Tébessi de Tébessa, Algérie.

4. Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université M'Hamed Bougara de Boumerdes (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 et houhamdi.moussa@univ-guelma.dz

Manuscrit reçu le 24/06/2021, accepté le 12/08/2021, mis en ligne le 19/10/2021

Abstract The common house martin *Delichon urbicum* is a nesting migratory species in Algeria. In Guelma, it nests regularly in Hakim Okbi Hospital (an old building in the city center) with a colony of 352 nests. Monitoring the breeding biology of this passerine here showed that the species nests twice per year, in March-May and June-July. The characteristics of nests and eggs are similar to those recorded in other parts of the country. The number of eggs and their characteristics in the first brood are greater than the second (e.g. length was 19.48 mm in first brood then decreasing to 12.73 mm in the second). The weight and width were respectively 1.63 g and 17.98 mm in the first brood, versus 1.46 g and 12.15 mm in the second. A monitoring plan is imperative for this species in Algeria in order to sustain a dynamic population of martins.

Keywords Common House Martin, breeding, Guelma, Algeria.

Sur la phénologie de reproduction de l'hirondelle de fenêtre *Delichon urbicum* au niveau de la ville de Guelma (Nord-Est de l'Algérie)

Résumé L'hirondelle de fenêtre *Delichon urbicum* est une espèce migratrice nicheuse en Algérie. À Guelma, elle niche régulièrement à l'hôpital Hakim Okbi (un ancien bâtiment du centre-ville) où elle se reproduit en colonie de 352 nids. Le suivi de la biologie de reproduction de ce passereau y a montré que l'espèce niche deux fois par an, en mars-mai et juin-juillet. Les caractéristiques des nids et des œufs sont similaires à celles enregistrées dans d'autres régions du pays. Le nombre d'œufs et leurs caractéristiques dans la première couvée sont supérieurs à ceux de la seconde (la longueur, qui est de 19,48 mm dans la première couvée, diminue à 12,73 mm pendant la deuxième). Le poids et la largeur sont respectivement de 1,63 g et 17,98 mm dans la première couvée, contre 1,46 g et 12,15 mm dans la seconde. Un plan de suivi est impératif pour cette espèce en Algérie, afin de maintenir la dynamique de la population d'hirondelles.

Mots-clés Hirondelle de fenêtre, reproduction, Guelma, Algérie.

Introduction

The common house martin *Delichon urbicum* (Linné, 1758) is a migratory bird nesting in North Africa and mainly in the majority of Algerian cities (ROUAIGUIA, 2015; FENGHOUR, 2019; FENGHOUR et al., 2018). This bird colonized domestic buildings and windows from March till September/October each year (MERZOUKI et al., 2014; ROUAIGUIA et al., 2015). It nests in colonies (DAOUDI-

HACINI, 2004; HAMLAOUI, 2018). This particular mode of social and life-history trait where individuals defend their breeding territories concerns 13% of bird species (BRYANT, 1973; BRYANT, 1979; PIERSMA & van der VELDE, 2012). The coloniality is an advantage over a solitary life due to limitation of predation impact through the development of defensive behaviors such as harassment of predators and synchronization of broods (SCHMID, 1995; HADDAD et al., 2015).

This paper describes a first inventory of one of the largest colonies of nesting common house martin in north-eastern Algeria (an attached colony to the outer wall of the Hakim Okbi hospital - city of Guelma). The study was carried out during two consecutive breeding seasons (2019 and 2020), where we monitored the breeding parameters (first and second brood), namely the date, the size of brood and the traits of the eggs (length, width, weight and density).

Material and methods

Study area

The main study was carried out in the city of Guelma located in the North-East of Algeria about 60 km from the Mediterranean (07°28'E, 36°28' and an altitude of 290 m) (Figure 1). It is limited in the north by Houara mountains (peak of 932 m), in the north-west by Djebel Debagh (peak of 1 408 m) and in the east by Beni-Mezline and Beni Salah mountains (peak at 900 m) (ROUAIGUIA, 2015; HADDAD *et al.*, 2015; BOUKHEDIM *et al.*, 2018). The region has a semi-arid climate characterized by a cool or cold and humid winter (from October to May) and a hot and wet summer from June to September.

Sampling method

Regular monitoring of breeding was carried out during two successive breeding seasons (2019 and 2020). About a hundred nests were tracked. The parameters measured during our study were: (1) location of the nests in relation to the ground using a decameter, and (2) demographic parameters of the two broods from March until August. The occupied nests were visited twice a week after the initiation of the laying (laying date) which represents the date on which the first egg is laid per nest, until the success of the laying.

After the first brood, the nests were revisited according to the criteria illustrated by MÖLLER (1989) where a second brood is recorded as at least two newly laid eggs per nest after the completion of the first brood. In case of a single egg per nest, the second brood was discounted due to possible "egg-abandonment" (HAMPLAOUI *et al.*, 2016; HAMPLAOUI, 2018). If a second brood is confirmed, the same monitoring protocol was followed.

Results and discussion

First individuals of *Delichon* arrived in Guelma city in early February, and remained there till mid-October before



Figure 1
Geographical situation of the study area (Guelma, northeast Algeria).
Situation géographique de la zone d'étude (Guelma, Nord-Est de l'Algérie).

Table I

Nest numbers of common house martins in Guelma during 2019 and 2020.
 Nombre des nids de l'hirondelle de fenêtre au niveau de Guelma durant les années 2019 et 2020.

| Breeding season | Occupied nests | New nests | First brood | Second brood |
|-----------------|----------------|-----------|-------------|--------------|
| 2019 | 334 | 31 | 30 | 30 |
| 2020 | 348 | 35 | 30 | 30 |

migrating to their usual winter quarters. We observed that this house martin breeds twice per season.

These passerines occupied a usual breeding site, consisting of 352 nests built on the wall of the Hakim Okbi hospital in the city center of Guelma (mean height of nests was 15 ± 4 m). Data on breeding house martins (in 2019 and 2020) show that totals of nests monitored were 334 and 348, respectively. Late pairs of martins start construction of new nests at the end of March. The number of newly constructed nests was 66 (31 in 2019 and 35 in 2020) (Table I).

The mean laying date was recorded during the first fortnight of May (May 09, 2019 and May 05, 2020) (Figure 2). The earliest pair's first eggs were laid on April 18, 2019 and April 15, 2020, respectively, and the latest on May 19, 2019, and May 09, 2020. For the second laying attempt, the mean date is June 18. The first eggs were laid on June 05, 2019 and June 02, 2020, and the latest on July 05, 2019, and June 30, 2020, which amounts to a laying period equivalent to 76 days. The maximum laying was noted in early May (in the first week) (Figure 2).

The size of the first clutch varied between 3 and 6 eggs per brood. The most frequent are those of 5 eggs with a percentage of 68% (Figure 3). During the second laying, the most frequent clutch sizes are those of 4 eggs (44%) followed by those of 5 eggs with a percentage of 42%. The clutch size varies from 1 to 5 eggs per nest (Figure 3).

The mean incubation time lasted 15 days for the first laying attempt. It varied between 10 and 17 days. During the second laying attempt the mean incubation time is 13 days. It varies between 10 and 16 days. The mean number of fledglings for the first brood is 3 chicks per pair with limits of 1 to 5 and it is 1 for the second brood with limits of 0 to 3 chicks. Mean hatching success was 83% for the first brood and 43% for the second brood.

The first house martin individuals to arrive occupied the old nests of previous breeding season (due to adaptability to position and easy access). The number of nests built depends mainly on the number of nesting pairs, the availability of old nests and the number of nests destroyed before the breeding season.

Mean egg length is greater during the first attempt compared to second one (19.48 ± 0.53 mm and $17.98 \pm$

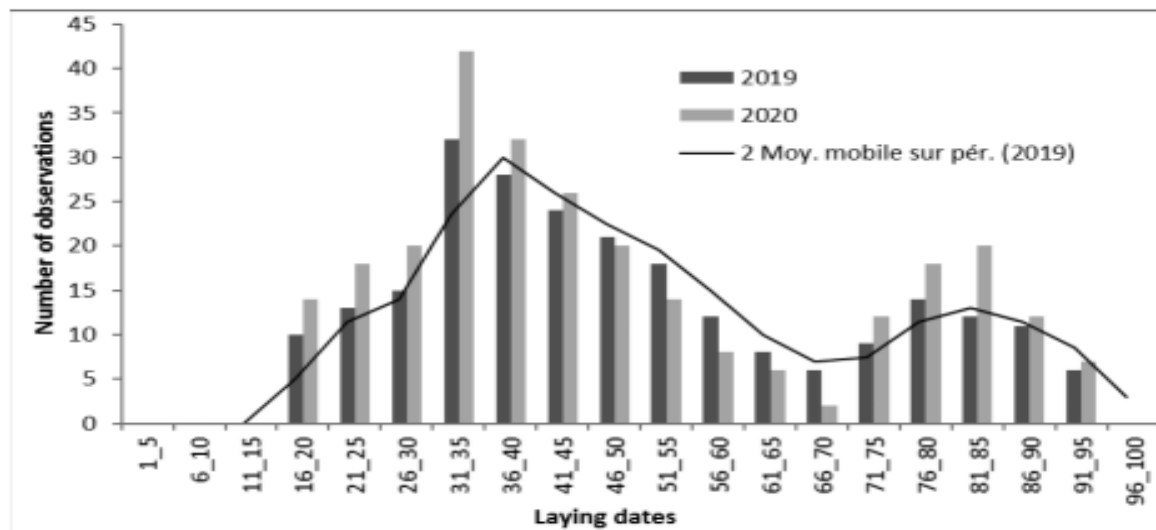


Figure 2

Seasonal nesting trend of house martins in Guelma (2019 and 2020).
 Variation saisonnière de la nidification des hirondelles au niveau de la ville de Guelma (2019 et 2020).

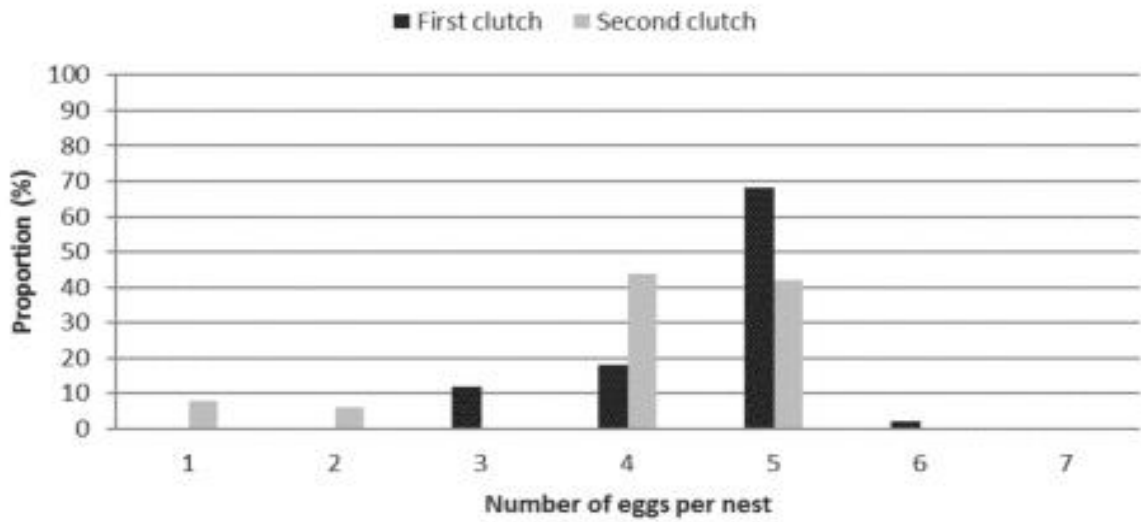


Figure 3

House martin clutch size proportions between first and second brood (2019 and 2020).
 Proportion de la grandeur de ponte chez les hirondelles de fenêtres entre la première et la deuxième ponte (2019 et 2020).

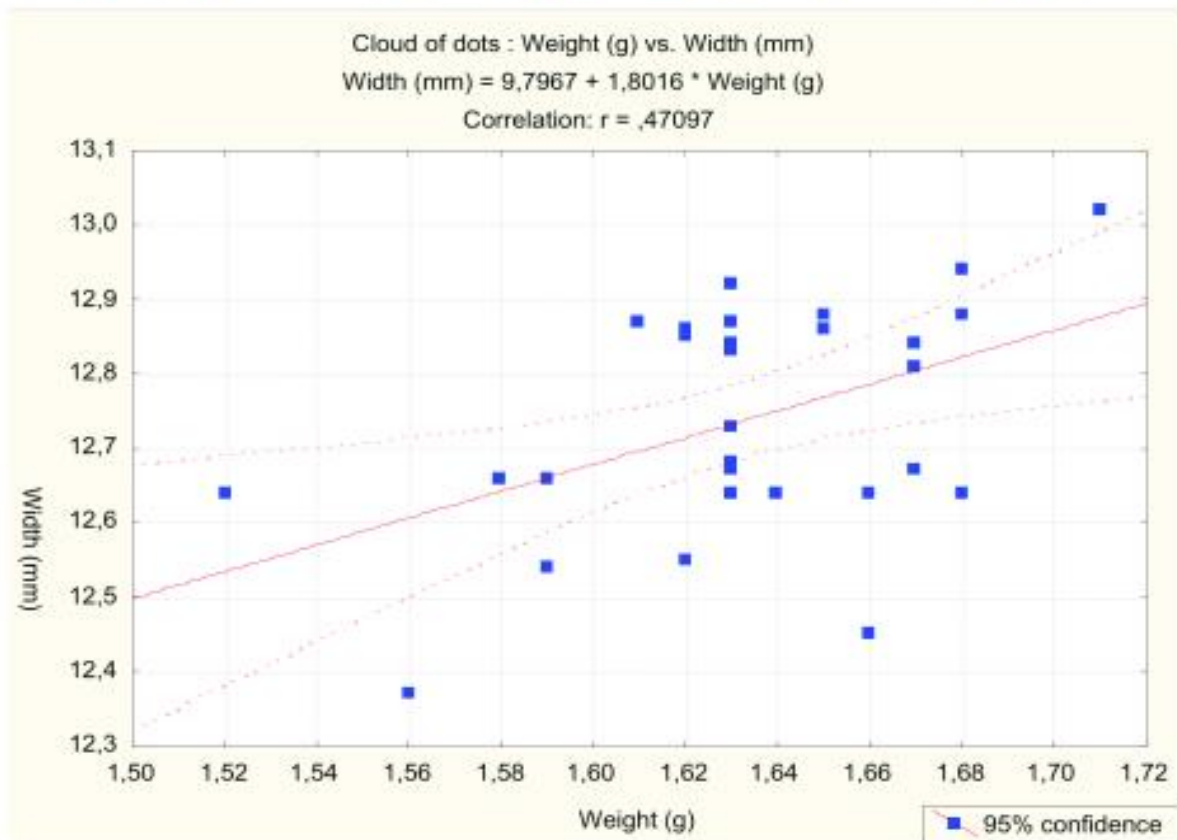


Figure 4

Weight/width correlation of common house martin eggs for the first brood.
 Corrélation poids/largeur des œufs chez les hirondelles de fenêtre durant la première ponte.

0.33 mm), respectively. Student's t test shows a significant difference between the first and the second brood, with respect to the length ($t = -13.13507$; $p = 0.000000$). The Kolmogorov-Smirnov test (Significant tests marked at $p < 0.05$) also confirms a significant difference between the first and the second broods ($p < 0.001$).

The mean egg width is similar during the two laying attempts (12.73 ± 0.47 and 12.15 ± 0.16 mm, respectively). However, Student's t test shows a significant difference between the first brood and the second brood, compared to the width ($t = 14.27940$; $p = 0.000000$). Even the Kolmogorov-Smirnov test (Significant tests marked at $p < 0.05000$) also confirms a significant difference between the first brood and the second brood ($p < 0.001$).

The mean egg weight is also similar (1.63 ± 0.03 and 1.46 ± 0.04 mm, respectively). However again, Student's t-test ($t = 15.44687$; $p = 0.000000$) and the Kolmogorov-Smirnov test show significant differences between the first brood and the second brood.

A significant and positive relationship is noted between weight and width ($r = 0.47$, $p = 0.009$) for the first brood. Regarding the second brood, there are no significant correlations between any of the parameters measured (Figure 4).

These data on common house martin breeding illustrate a key significance of this region for the maintenance of this migratory bird's population. Several studies on the characterization of the nesting of this bird have been published in recent years (ROUAIGUIA et al., 2015; FENGHOUR et al., 2018). In contrast, no previous study has reported a significant relationship between egg size and reproductive variables over two successive broods. The results obtained indicate the need for future monitoring of the species for preservation. It is imperative to set up a monitoring and surveillance network for this species in this region of Algeria, in order to safeguard its habitats.

Références

- BOUKHEDIM, A., BARA, M., CHAGRA, A., ROUAIGUIA, M., BOUAGUEL, L. & HOUHAMDI, M. (2018).- Étude de l'effet du type d'habitat sur quelques aspects de la reproduction chez la mésange bleue *Cyanistes caeruleus* au niveau de la forêt de Béni-Salah (Boucheouf, Nord-Est de l'Algérie). *Bulletin de la Société zoologique de France*, **143** (3), 187-198.
- BRYANT, D.M. (1973).- The factors influencing the selection of food by the house martin. *Journal of Animal Ecology*, **42** (5), 39-564.
- BRYANT, D.M. (1979).- Reproductive cost in the house martin (*Delichon urbica*). *Journal of Animal Ecology*, **48**, 655-675.
- DAOUDI-HACINI, S. (2004).- Bioécologie de deux espèces d'hirondelle, l'hirondelle de cheminée *Hirundo rustica* Linné 1758 et l'hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné 1758 (aves, Hirundinidae) dans différents biotopes d'Algérie. Thèse Doctorat en Sciences Agronomiques. Institut national Agronomique, El-Harrach, 348 p.
- FENGHOUR, H. (2019).- Écologie des hirondelles (hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* et hirondelle rustique *Hirundo rustica*) dans la ville de Tébessa (Est Algérien). Thèse de Doctorat, Université Chadli Bendjedid d'El-Tarf, Algérie. 17 p.
- FENGHOUR, H., LAZLI, A., CHAGRA, A., ROUAIGUIA, M., BOUAGUEL, L., BOUGUËSSA, L., BOUGUËSSA, S. & HOUHAMDI, M. (2018).- Menu trophique de deux espèces d'hirondelles (passereaux) nicheuses dans la ville de Tébessa (Est de l'Algérie). *Bulletin de la Société zoologique de France*, **143** (3), 171-185.
- 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. (2018).- Inventaire et écologie des oiseaux nicheurs dans la ville de Guelma (nord-est de l'Algérie). Thèse De Doctorat, Université Larbi Ben M'Hidi D'Oum El-Bouaghi, Algérie, 162 p.
- 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), 1-8.
- MERZOUKI, Y., SOUTTOU, K., SEKOUR, M., DAOUDI-HACINI, S. & DOUMANDJI, S. (2014).- Prey selection by nesting house martins *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves: Hirundinidae) in Algiers suburbs (Algeria). *Comptes Rendus Biologie*, **337**, 53-61.
- MØLLER, A.P. (1989).- Population-dynamics of a declining swallow *Hirundo rustica* population. *Journal of Applied Ecology*, **58**, 1051-1063.
- PIERSMA, T. & Van der VELDE, M. (2012).- Dutch house martins *Delichon urbicum* gain blood parasite infections over their lifetime, but do not seem to suffer. *Journal of Field Ornithology*, **153**, 907-912.
- ROUAIGUIA, M. (2015).- Contribution à l'étude écologique de l'hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* dans le nord-est de l'Algérie. Thèse de Doctorat, Université 8 Mai 1945, Guelma, Algérie, 180 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.

Tables de Mac Grady

| 2 tubes par dilution | | 3 tubes par dilution | | | | | |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| Nombre caractéristique | Nombre de cellules | Nombre caractéristique | Nombre de cellules | Nombre caractéristique | Nombre de cellules | Nombre caractéristique | Nombre de cellules |
| 000 | 0.0 | 000 | 0.0 | 201 | 1.4 | 302 | 6.5 |
| 001 | 0.5 | 001 | 0.3 | 202 | 2.0 | 310 | 4.5 |
| 010 | 0.5 | 010 | 0.3 | 210 | 1.5 | 311 | 7.5 |
| 011 | 0.9 | 011 | 0.6 | 211 | 2.0 | 312 | 11.5 |
| 020 | 0.9 | 020 | 0.6 | 212 | 3.0 | 313 | 16.0 |
| 100 | 0.6 | 100 | 0.4 | 220 | 2.0 | 320 | 9.5 |
| 101 | 1.2 | 101 | 0.7 | 221 | 3.0 | 321 | 15.0 |
| 110 | 1.3 | 102 | 1.1 | 222 | 3.5 | 322 | 20.0 |
| 111 | 2.0 | 110 | 0.7 | 223 | 4.0 | 323 | 30.0 |
| 120 | 2.0 | 111 | 1.1 | 230 | 3.0 | 330 | 25.0 |
| 121 | 3.0 | 120 | 1.1 | 231 | 3.5 | 331 | 45.0 |
| 200 | 2.5 | 121 | 1.5 | 232 | 4.0 | 332 | 110.0 |
| 201 | 5.0 | 130 | 1.6 | 300 | 2.5 | 333 | 140.0 |
| 210 | 6.0 | 200 | 0.9 | 301 | 4.0 | | |
| 211 | 13.0 | | | | | | |
| 212 | 20.0 | | | | | | |
| 220 | 25.0 | | | | | | |
| 221 | 70.0 | | | | | | |
| 222 | 110.0 | | | | | | |

| 5 tubes par dilution | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| Nombre caractéristique | Nombre de cellules | Nombre caractéristique | Nombre de cellules | Nombre caractéristique | Nombre de cellules | Nombre caractéristique | Nombre de cellules |
| 000 | 0.0 | 203 | 1.2 | 400 | 1.3 | 513 | 8.5 |
| 001 | 0.2 | 210 | 0.7 | 401 | 1.7 | 520 | 5.0 |
| 002 | 0.4 | 211 | 0.9 | 402 | 2.0 | 521 | 7.0 |
| 010 | 0.2 | 212 | 1.2 | 403 | 2.5 | 522 | 9.5 |
| 011 | 0.4 | 220 | 0.9 | 410 | 1.7 | 523 | 12.0 |
| 012 | 0.6 | 221 | 1.2 | 411 | 2.0 | 524 | 15.0 |
| 020 | 0.4 | 222 | 1.4 | 412 | 2.5 | 525 | 17.5 |
| 021 | 0.6 | 230 | 1.2 | 420 | 2.0 | 530 | 8.0 |
| 030 | 0.6 | 231 | 1.4 | 421 | 2.5 | 531 | 11.0 |
| 100 | 0.2 | 240 | 1.4 | 422 | 3.0 | 532 | 14.0 |
| 101 | 0.4 | 300 | 0.8 | 430 | 2.5 | 533 | 17.5 |
| 102 | 0.6 | 301 | 1.1 | 431 | 3.0 | 534 | 20.0 |
| 103 | 0.8 | 302 | 1.4 | 432 | 4.0 | 535 | 25.0 |
| 110 | 0.4 | 310 | 1.1 | 440 | 3.5 | 540 | 13.0 |
| 111 | 0.6 | 311 | 1.4 | 441 | 4.0 | 541 | 17.0 |
| 112 | 0.8 | 312 | 1.7 | 450 | 4.0 | 542 | 25.0 |
| 120 | 0.6 | 313 | 2.0 | 451 | 5.0 | 543 | 30.0 |
| 121 | 0.8 | 320 | 1.4 | 500 | 2.5 | 544 | 35.0 |
| 122 | 1.0 | 321 | 1.7 | 501 | 3.0 | 545 | 45.0 |
| 130 | 0.8 | 322 | 2.0 | 502 | 4.0 | 550 | 25.0 |
| 131 | 1.0 | 330 | 1.7 | 503 | 6.0 | 551 | 35.0 |
| 140 | 1.1 | 331 | 2.0 | 504 | 7.5 | 552 | 60.0 |
| 200 | 0.5 | 340 | 2.0 | 510 | 3.5 | 553 | 90.0 |
| 201 | 0.7 | 341 | 2.5 | 511 | 4.5 | 554 | 160.0 |
| 202 | 0.9 | 350 | 2.5 | 512 | 6.0 | 555 | 180.0 |

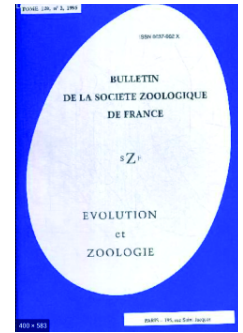


Bulletin de la Société Zoologique de France

2021, volume 146 (3), pages 123 à 127

ISSN : 0037-962X

<http://societe-zoologique.fr/>



On the breeding phenology of the common housemartin *Delichon urbicum* in Guelma city (northeast of Algeria)

Assia KHALED¹, Hind FENGHOUR^{2,3}, Mouslim BARA², Sadek ATOUSSI², Meriem ROUAIGUIA², Asma REGGAM^{2,4}, Ines HOUHAMDI², Mohamed-Laid OUKID¹ and Moussa HOUHAMDI²

1. Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Badji Mokhtar d'Annaba, Algérie.

2. Laboratoire Biologie, Eau et Environnement (LBEE), Faculté SNV-STU, Université 8 Mai 1945 Guelma. BP. 401 24000 Guelma, Algérie.

3. Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Larbi Tébessi de Tébessa, Algérie.

4. Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université M'Hamed Bougara de Boumerdes (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 et houhamdi.moussa@univ-guelma.dz

Manuscrit reçu le 24/06/2021, accepté le 12/08/2021, mis en ligne le 19/10/2021

Abstract The common house martin *Delichon urbicum* is a nesting migratory species in Algeria. In Guelma, it nests regularly in Hakim Okbi Hospital (an old building in the city center) with a colony of 352 nests. Monitoring the breeding biology of this passerine here showed that the species nests twice per year, in March-May and June-July. The characteristics of nests and eggs are similar to those recorded in other parts of the country. The number of eggs and their characteristics in the first brood are greater than the second (e.g. length was 19.48 mm in first brood then decreasing to 12.73 mm in the second). The weight and width were respectively 1.63 g and 17.98 mm in the first brood, versus 1.46 g and 12.15 mm in the second. A monitoring plan is imperative for this species in Algeria in order to sustain a dynamic population of martins.

Keywords Common House Martin, breeding, Guelma, Algeria.

Sur la phénologie de reproduction de l'hirondelle de fenêtre *Delichon urbicum* au niveau de la ville de Guelma (Nord-Est de l'Algérie)

Résumé L'hirondelle de fenêtre *Delichon urbicum* est une espèce migratrice nicheuse en Algérie. À Guelma, elle niche régulièrement à l'hôpital Hakim Okbi (un ancien bâtiment du centre-ville) où elle se reproduit en colonie de 352 nids. Le suivi de la biologie de reproduction de ce passereau y a montré que l'espèce niche deux fois par an, en mars-mai et juin-juillet. Les caractéristiques des nids et des œufs sont similaires à celles enregistrées dans d'autres régions du pays. Le nombre d'œufs et leurs caractéristiques dans la première couvée sont supérieurs à ceux de la seconde (la longueur, qui est de 19,48 mm dans la première couvée, diminue à 12,73 mm pendant la deuxième). Le poids et la largeur sont respectivement de 1,63 g et 17,98 mm dans la première couvée, contre 1,46 g et 12,15 mm dans la seconde. Un plan de suivi est impératif pour cette espèce en Algérie, afin de maintenir la dynamique de la population d'hirondelles.

Mots-clés Hirondelle de fenêtre, reproduction, Guelma, Algérie.

Introduction

The common house martin *Delichon urbicum* (Linné, 1758) is a migratory bird nesting in North Africa and mainly in the majority of Algerian cities (ROUAIGUIA, 2015; FENGHOUR, 2019, FENGHOUR *et al.*, 2018). This bird colonized domestic buildings and windows from March till September/October each year (MERZOUKI *et al.*, 2014; ROUAIGUIA *et al.*, 2015). It nests in colonies (DAOUDI-

HACINI, 2004; HAMLAOUI, 2018). This particular mode of social and life-history trait where individuals defend their breeding territories concerns 13% of bird species (BRYANT, 1973; BRYANT, 1979; PIERSMA & van der VELDE, 2012). The coloniality is an advantage over a solitary life due to limitation of predation impact through the development of defensive behaviors such as harassment of predators and synchronization of broods (SCHMID, 1995; HADDAD *et al.*, 2015).

This paper describes a first inventory of one of the largest colonies of nesting common house martin in north-eastern Algeria (an attached colony to the outer wall of the Hakim Okbi hospital - city of Guelma). The study was carried out during two consecutive breeding seasons (2019 and 2020), where we monitored the breeding parameters (first and second brood), namely the date, the size of brood and the traits of the eggs (length, width, weight and density).

Material and methods

Study area

The main study was carried out in the city of Guelma located in the North-East of Algeria about 60 km from the Mediterranean (07°28'E, 36°28' and an altitude of 290 m) (Figure 1). It is limited in the north by Houara mountains (peak of 932 m), in the north-west by Djebel Debagh (peak of 1 408 m) and in the east by Beni-Mezline and Beni Salah mountains (peak at 900 m) (ROUAIGUIA, 2015; HADDAD *et al.*, 2015; BOUKHEDIM *et al.*, 2018). The region has a semi-arid climate characterized by a cool or cold and humid winter (from October to May) and a hot and wet summer from June to September.

Sampling method

Regular monitoring of breeding was carried out during two successive breeding seasons (2019 and 2020). About a hundred nests were tracked. The parameters measured during our study were: (1) location of the nests in relation to the ground using a decameter, and (2) demographic parameters of the two broods from March until August. The occupied nests were visited twice a week after the initiation of the laying (laying date) which represents the date on which the first egg is laid per nest, until the success of the laying.

After the first brood, the nests were revisited according to the criteria illustrated by MØLLER (1989) where a second brood is recorded as at least two newly laid eggs per nest after the completion of the first brood. In case of a single egg per nest, the second brood was discounted due to possible "egg-abandonment" (HAMLAOUI *et al.*, 2016; HAMLAOUI, 2018). If a second brood is confirmed, the same monitoring protocol was followed.

Results and discussion

First individuals of *Delichon* arrived in Guelma city in early February, and remained there till mid-October before

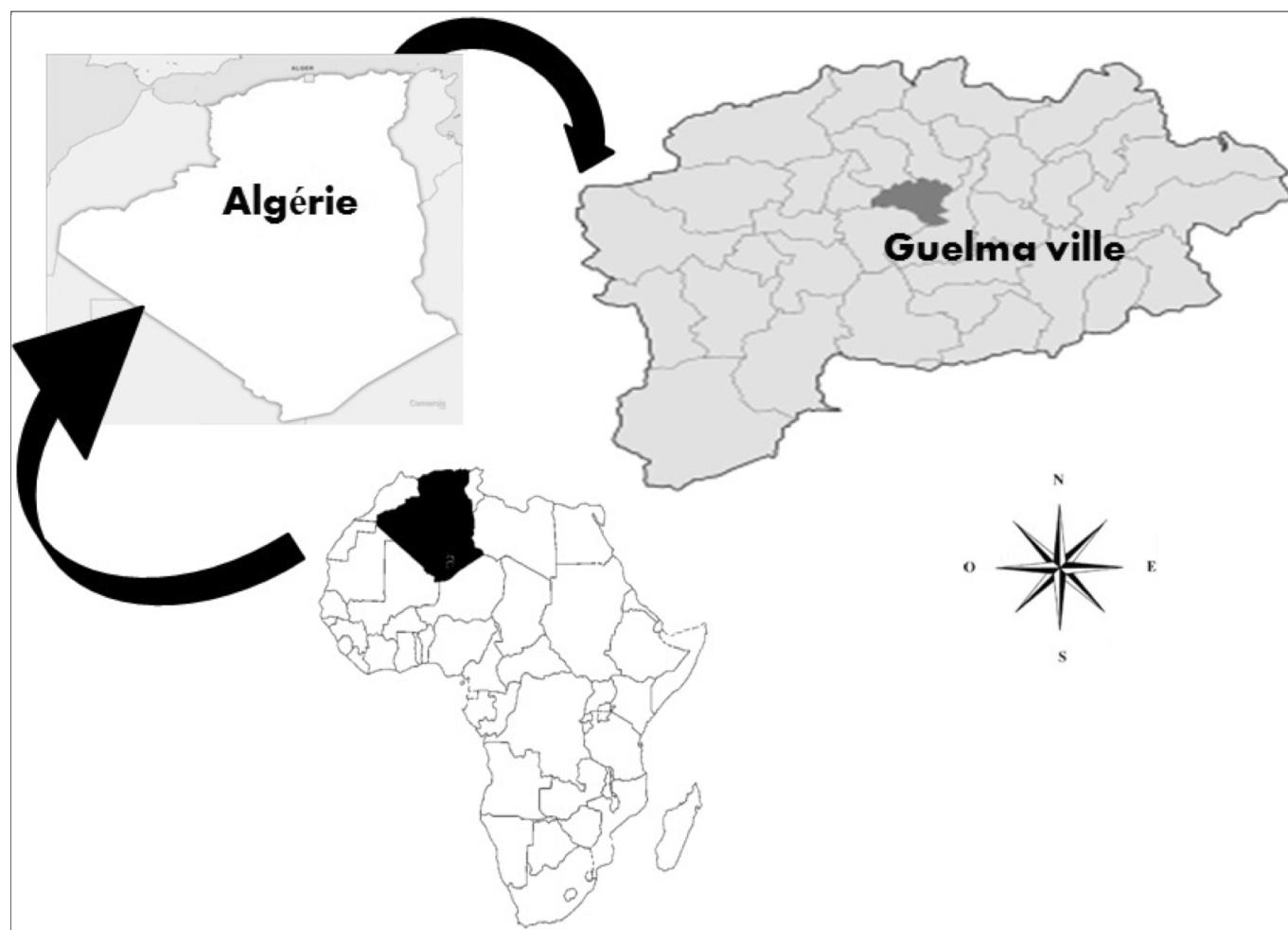


Figure 1

Geographical situation of the study area (Guelma, northeast Algeria).
Situation géographique de la zone d'étude (Guelma, Nord-Est de l'Algérie).

Table I

Nest numbers of common house martins in Guelma during 2019 and 2020.

Nombre des nids de l'hirondelle de fenêtre au niveau de Guelma durant les années 2019 et 2020.

| Breeding season | Occupied nests | New nests | First brood | Second brood |
|-----------------|----------------|-----------|-------------|--------------|
| 2019 | 334 | 31 | 30 | 30 |
| 2020 | 348 | 35 | 30 | 30 |

migrating to their usual winter quarters. We observed that this house martin breeds twice per season.

These passerines occupied a usual breeding site, consisting of 352 nests built on the wall of the Hakim Okbi hospital in the city center of Guelma (mean height of nests was 15 ± 4 m). Data on breeding house martins (in 2019 and 2020) show that totals of nests monitored were 334 and 348, respectively. Late pairs of martins start construction of new nests at the end of March. The number of newly constructed nests was 66 (31 in 2019 and 35 in 2020) (Table I).

The mean laying date was recorded during the first fortnight of May (May 09, 2019 and May 05, 2020) (Figure 2). The earliest pair's first eggs were laid on April 18, 2019 and April 15, 2020, respectively, and the latest on May 19, 2019, and May 09, 2020. For the second laying attempt, the mean date is June 18. The first eggs were laid on June 05, 2019 and June 02, 2020, and the latest on July 05, 2019, and June 30, 2020, which amounts to a laying period equivalent to 76 days. The maximum laying was noted in early May (in the first week) (Figure 2).

The size of the first clutch varied between 3 and 6 eggs per brood. The most frequent are those of 5 eggs with a percentage of 68% (Figure 3). During the second laying, the most frequent clutch sizes are those of 4 eggs (44%) followed by those of 5 eggs with a percentage of 42%. The clutch size varies from 1 to 5 eggs per nest (Figure 3).

The mean incubation time lasted 15 days for the first laying attempt. It varied between 10 and 17 days. During the second laying attempt the mean incubation time is 13 days. It varies between 10 and 16 days. The mean number of fledglings for the first brood is 3 chicks per pair with limits of 1 to 5 and it is 1 for the second brood with limits of 0 to 3 chicks. Mean hatching success was 83% for the first brood and 43% for the second brood.

The first house martin individuals to arrive occupied the old nests of previous breeding season (due to adaptability to position and easy access). The number of nests built depends mainly on the number of nesting pairs, the availability of old nests and the number of nests destroyed before the breeding season.

Mean egg length is greater during the first attempt compared to second one (19.48 ± 0.53 mm and $17.98 \pm$

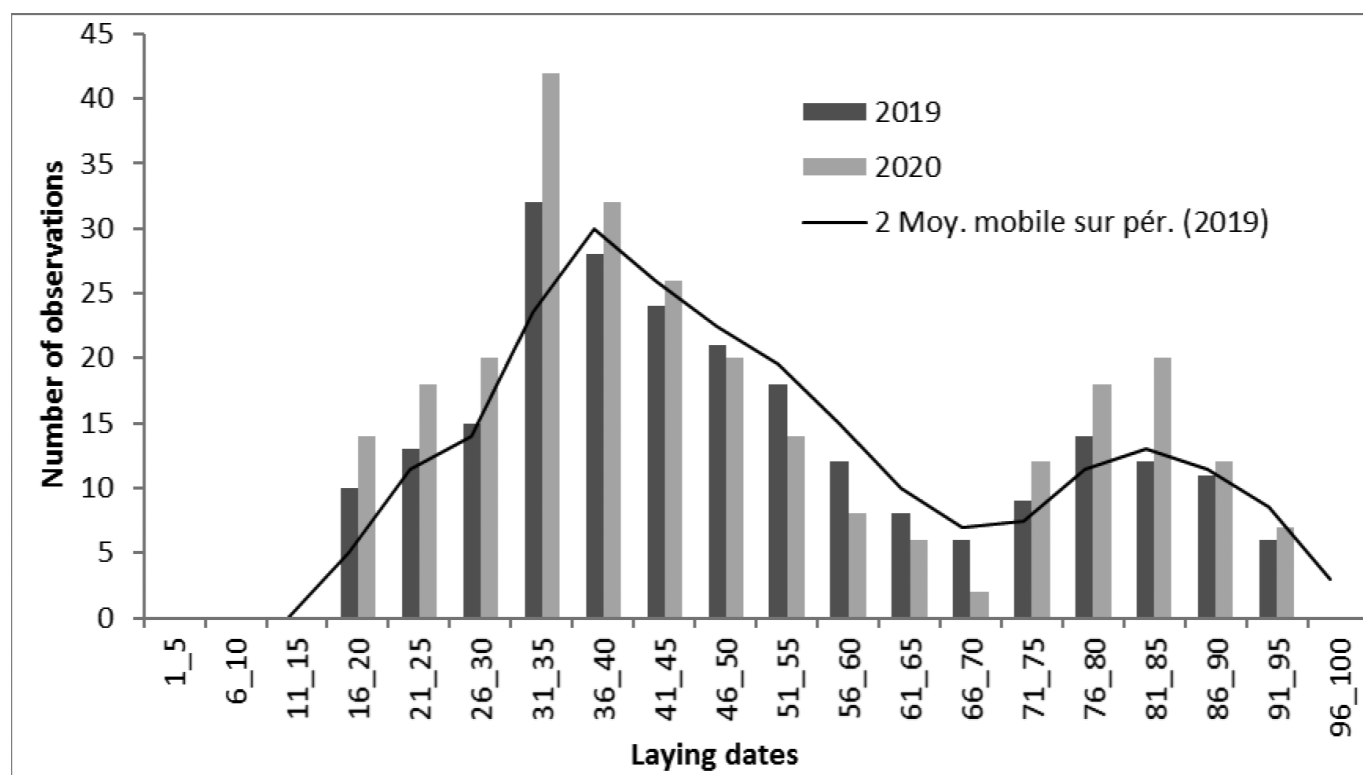


Figure 2

Seasonal nesting trend of house martins in Guelma (2019 and 2020).

Variation saisonnière de la nidification des hirondelles au niveau de la ville de Guelma (2019 et 2020).

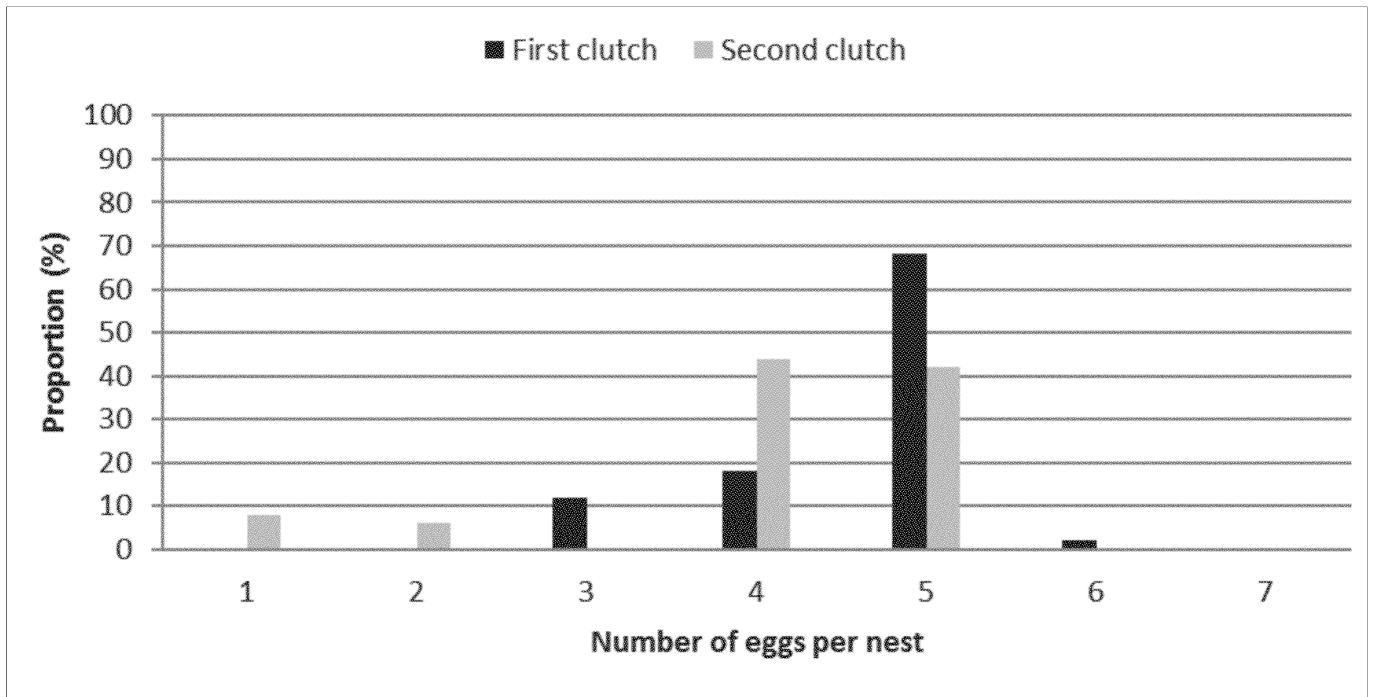


Figure 3

House martin clutch size proportions between first and second brood (2019 and 2020).
Proportion de la grandeur de ponte chez les hirondelles de fenêtres entre la première et la deuxième ponte (2019 et 2020).

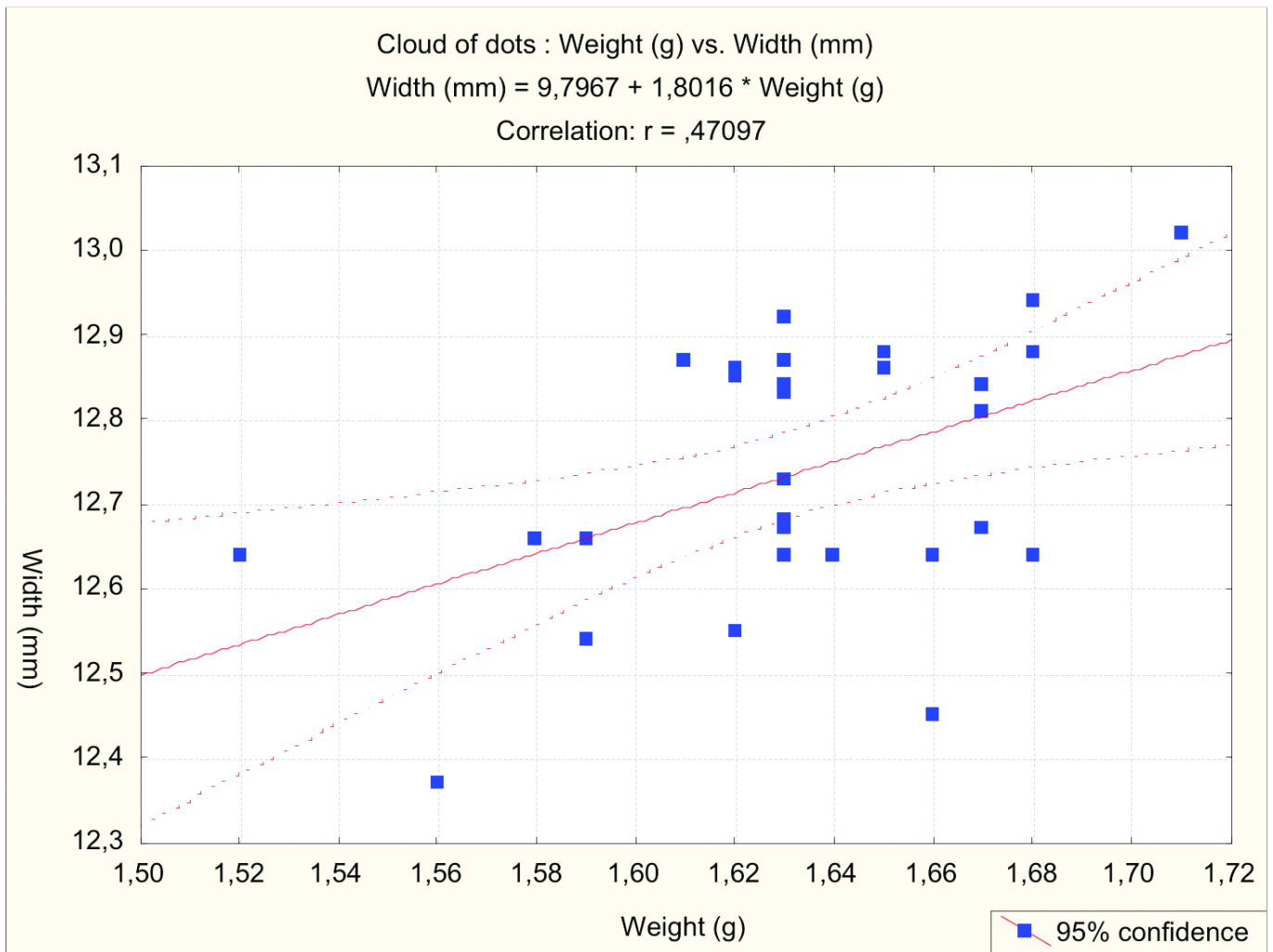


Figure 4

Weight/width correlation of common house martin eggs for the first brood.
Corrélation poids/largueur des œufs chez les hirondelles de fenêtre durant la première ponte.

0.33 mm), respectively. Student's t test shows a significant difference between the first and the second brood, with respect to the length ($t = -13.13507$; $p = 0.000000$). The Kolmogorov-Smirnov test (Significant tests marked at $p < 0.05$) also confirms a significant difference between the first and the second broods ($p < 0.001$).

The mean egg width is similar during the two laying attempts (12.73 ± 0.47 and 12.15 ± 0.16 mm, respectively). However, Student's t test shows a significant difference between the first brood and the second brood, compared to the width ($t = 14.27940$; $p = 0.000000$). Even the Kolmogorov-Smirnov test (Significant tests marked at $p < 0.05000$) also confirms a significant difference between the first brood and the second brood ($p < 0.001$).

The mean egg weight is also similar (1.63 ± 0.03 and 1.46 ± 0.04 mm, respectively). However again, Student's t-test ($t = 15.44687$; $p = 0.000000$) and the Kolmogorov-Smirnov test show significant differences between the first brood and the second brood.

A significant and positive relationship is noted between weight and width ($r = 0.47$, $p = 0.009$) for the first brood. Regarding the second brood, there are no significant correlations between any of the parameters measured (Figure 4).

These data on common house martin breeding illustrate a key significance of this region for the maintenance of this migratory bird's population. Several studies on the characterization of the nesting of this bird have been published in recent years (ROUAIGUIA *et al.*, 2015; FENGHOUR *et al.*, 2018). In contrast, no previous study has reported a significant relationship between egg size and reproductive variables over two successive broods. The results obtained indicate the need for future monitoring of the species for preservation. It is imperative to set up a monitoring and surveillance network for this species in this region of Algeria, in order to safeguard its habitats.

Références

- BOUKHEDIM, A., BARA, M., CHAGRA, A., ROUAIGUIA, M., BOUAGUEL, L. & HOUHAMDI, M. (2018).- Étude de l'effet du type d'habitat sur quelques aspects de la reproduction chez la mésange bleue *Cyanistes caeruleus* au niveau de la forêt de Béni-Salah (Boucheougouf, Nord-Est de l'Algérie). *Bulletin de la Société zoologique de France*, **143** (3), 187-198.
- BRYANT, D.M. (1973).- The factors influencing the selection of food by the house martin. *Journal of Animal Ecology*, **42** (5), 39-564.
- BRYANT, D.M. (1979).- Reproductive cost in the house martin (*Delichon urbica*). *Journal of Animal Ecology*, **48**, 655-675.
- DAOUDI-HACINI, S. (2004).- *Bioécologie de deux espèces d'hirondelle, l'hirondelle de cheminée Hirundo rustica Linné 1758 et l'hirondelle de fenêtre Delichon urbica Linné 1758 (aves, Hirundinidae) dans différents biotopes d'Algérie*. Thèse Doctorat en Sciences Agronomiques. Institut national Agronomique, El-Harrach, 348 p.
- FENGHOUR, H. (2019).- *Écologie des hirondelles (hirondelle de fenêtre Delichon urbica et hirondelle rustique Hirundo rustica) dans la ville de Tébessa (Est Algérien)*. Thèse de Doctorat, Université Chadli Bendjedid d'El-Tarf, Algérie, 17 p.
- FENGHOUR, H., LAZLI, A., CHAGRA, A., ROUAIGUIA, M., BOUAGUEL, L., BOUGUessa, L., BOUGUessa, S. & HOUHAMDI, M. (2018).- Menu trophique de deux espèces d'hirondelles (passereaux) nicheuses dans la ville de Tébessa (Est de l'Algérie). *Bulletin de la Société zoologique de France*, **143** (3), 171-185.
- 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. (2018).- *Inventaire et écologie des oiseaux nicheurs dans la ville de Guelma (nord-est de l'Algérie)*. Thèse De Doctorat, Université Larbi Ben M'Hidi D'Oum El-Bouaghi, Algérie, 162 p.
- HAMLAOUI, B., ROUAIGUIA, M., ZEBSA, 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), 1-8.
- MERZOUKI, Y., SOUTTOU, K., SEKOUR, M., DAOUDI-HACINI, S. & DOUMANDJI, S. (2014).- Prey selection by nesting house martins *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves: Hirundinidae) in Algiers suburbs (Algeria). *Comptes Rendus Biologie*, **337**, 53-61.
- MØLLER, A.P. (1989).- Population-dynamics of a declining swallow *Hirundo rustica* population. *Journal of Applied Ecology*, **58**, 1051-1063.
- PIERSMA, T. & Van der VELDE, M. (2012).- Dutch house martins *Delichon urbicum* gain blood parasite infections over their lifetime, but do not seem to suffer. *Journal of Field Ornithology*, **153**, 907-912.
- ROUAIGUIA, M. (2015).- *Contribution à l'étude écologique de l'hirondelle de fenêtre Delichon urbica dans le nord-est de l'Algérie*. Thèse de Doctorat, Université 8 Mai 1945, Guelma, Algérie, 180 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.