



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

N° d'ordre :

N° de série :

Université de Ghardaïa

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des
Sciences de la Terre

Département de Biologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine: Sciences de la nature et de la vie

Filière: Ecologie et environnement

Spécialité: Ecologie

Par: MOULAY LAKHDER Marwa
MORSLI Anfal

Thème

**Composition chimique des nids des hirondelles
nicheuses dans le Nord- Est algérien, étude
comparative: hirondelles rustiques et hirondelles de
fenêtres**

Soutenu publiquement le:

Devant le jury:

M. BOUNAB Choayb

Maître de Conférences B Univ. Ghardaïa

Président

M. KHELLAF Khoudir

Maître de Conférences B Univ. Ghardaïa

Encadreur

M^{me}. HADDAD Soumia

Maître de Conférences B Univ. Ghardaïa

Co-Encadreur

Mme. MEBAREK OUDINA
ASMAHANE

Maître Assistant A Univ. Ghardaïa

Examinatrice

Année universitaire: 2019/2020

Remerciements

Louanges à Dieu, grand et miséricordieux de nous avoir donné la patience, le courage et la volonté pour réaliser ce travail.

Nos vifs remerciements et notre profonde gratitude s'adressent à notre promoteur Mr. KHELLAF Khoudir Maitre de Conférences B. à l'Université de Ghardaïa, qui a accepté de nous encadrer. Nous le remercions infiniment pour son aide, ses orientations sa patience et sa correction sérieuse de ce travail.

Nos vifs remerciements vont également à notre co-promoteur Mme. HADDAD Soumia Maitre de Conférences B. à l'Université de Ghardaïa, pour ses conseils, sa compétence, son enthousiasme et son attention qu'elle a portée pour la réalisation de ce mémoire.

Nos respects et notre reconnaissance vont au Mr. BOUNAB Choayb, Maitre de Conférences B. à l'Université de Ghardaïa, pour avoir accepté de présider ce jury.

Nous tenons à remercier Mme. MEBAREK OUDINA Asmahane Maitre-assistant A. à l'Université de Ghardaïa, d'avoir accepté d'examiner ce travail. Nos sincères remerciements sont adressés en particuliers à Mr. CHIKHI Faredj, Doctorant à l'Université de Ghardaïa qui nous ont fourni les outils nécessaires à la réussite de ce travail et pour toutes ses aides et ses conseils précieux lors des travaux au laboratoire et durant toute la période d'étude.

Nos remerciements vont également aux :

Mr. KRAIMAT Mohammed Maitre de Conférences B. à l'Université de Ghardaïa et responsable des laboratoires à l'université de Ghardaïa ;

Mr. BENGALID Yacine, Doctorant à l'Université de Guelma ;

Les laborantins Bachir et Hicham et l'ingénieur de laboratoire Abderrahmane ;

La promotion 2019/2020 de master II en écologie à l'Université de Ghardaïa.

N'oublions pas de remercier l'ensemble des professeurs et des enseignants qui nous ont formés et qui nous ont permis de poursuivre notre cursus universitaire.

Enfin nous remercions tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A ma source de tendresse l'être la plus chère dans le monde la femme la plus patiente Ma très chère mère. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Mon idéal, l'être le plus généreux,

Mon très chère père, Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Tous leurs sacrifices qu'ils trouvent ici ma reconnaissance éternelle et ma profonde gratitude, mon grand respect et amour.

A l'âme de ma très chère sœur Imane.

A mes très chères sœurs: Rekaia, Safa et Soumia .En témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je porte pour vous. Tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

A mon neveu et mes nièces : Adam, Roufaïda, Farah

A mon beau-frère: Abdelhamid

A mes chères amies : Anfal et Ikram Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des sœurs sur qui je peux compter. En témoignage de l'amitié qui nous uni et des souvenirs de tous les moments que nous avons passé ensemble.

A tous les membres de ma famille, Moulay lakhdar et Braihmat Veuillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection

A tous les membres de ma promotion

Et a tous mes amis avec lesquels j'ai partagé mes moments de joie et de bonheur Que toute personne m'ayant aidé de près ou de loin, trouve ici l'expression de ma reconnaissance.



Marwa

Dédicace

Je dédie ce travail:

À la femme que j'aime trop, qui a été et qui est toujours pour moi le modèle et mon soutien numéro un tout au long de ma vie. À la femme qui a sacrifiée sa vie pour ma réussite et m'a toujours encouragé avec une inéluctable patience pendant mes longues études. À la femme la plus extraordinaire:

Ma chère mère, j'exprime mon profond amour.

À mes chers frères Nouredine, Mohammed et Abdelmounim pour leurs encouragements et leurs soutiens, que Dieu les protège.

À ma grande mère Zohra, mes tantes et mes oncles.

À mon neveu, le petit Zakaria.

À ma chère amie et compagnon de ma vie Marwa pour ses encouragements et ses aides tout au long de ma vie et de mes années d'étude au cours des douze dernières années.

Et j'aime aussi le dédie à les meilleures copines Ikram et Bouchra et tous mes amis(es) avec lesquelles j'ai partagé mes meilleurs années d'étude.

À toute la famille MORSLI et MAROUF.

À tous les autres que je n'ai pas cités mais à qui je pense aussi et à tous ceux qui m'ont apporté d'aide de près ou de loin.



Anfal

الملخص

يرتكز هذا العمل على تحليل تربة أعشاش طائر الخطاف و طائر السنونو في شمال شرق الجزائر و بالخصوص في منطقة ميله، و قالمة و خنشلة. هذه الطيور تستخدم مواد مختلفة لبناء أعشاشها، أين تكون التربة هي المكون الرئيسي و التي يحملها من محيطه القريب. الهدف من هذه الدراسة هو محاولة فهم التمايز في اختيار مكونات التربة لأعشاش السنونو و الخطاف. و لتحقيق هذا الهدف أجرينا تحليل الوزن الكيميائي لتربة الأعشاش وفقاً لطريقة Bouyoucos و تحليل بيئي على نموذج Student و الارتباط بين وزن المكونات الثلاثة للعش (الطين و الطمي و الرمل). أظهرت نتائج تحليل الوزن الكيميائي لعينات أعشاش طيور السنونو التي تميز منطقة قالمة وجود طمي طيني و طمي رملي، أما عينات أعشاش طيور الخطاف التي تعيش السنونو في منطقة قالمة فأعطت طمي و غرين طيني، و في منطقة خنشلة، طمي طيني رملي و منطقة ميله طمي طيني رملي. تظهر نتائج اختبار Student بشكل عام أنه لا يوجد فرق كبير بين متوسطي الطين و من ناحية أخرى، هناك فرق كبير بين متوسطي الطمي و الرمل. هذا يؤكد عدم وجود فرق كبير بين متوسطي الصلصال في الاختيار النوعي لمواد بناء العش. أما نتائج الارتباط بين وزن المكونات الثلاثة فأظهرت أن هنا كعلاقة ارتباط موجبة و معنوية بين الطين و الطمي و علاقة ارتباط سلبية و معنوية بين الطين و الرمل و علاقة ارتباط معنوية و سالبة بين الطمي و الرمل. لذلك، فإن عدم وجود فرق كبير بين متوسطي الطين يؤكد الاختيار النوعي لمواد بناء العش، و يشير الارتباط بين الأوزان إلى أن نوعي السنونو يختاران نفس نوعا لتربة ل بنائهما أعشاش.

الكلمات المفتاحية: الخطاف، السنونو، العش، تحليل الوزن الكيميائي، التحليل البيئي، تحليل حجم الجسيمات، شمال شرق الجزائر.

Résumé

Ce travail consiste à analyser le sol des nids des hirondelles rustiques (*hirundo rustica*) et des hirondelles de fenêtres (*Delichon urbica*) nichent dans le Nord-Est de l'Algérie (Mila, Guelma et Khenchela). Ces oiseaux utilisent des différents matériaux pour construire leurs nids dont la composante principale est le sol existant de prés. Cette étude a pour objectif de connaître la différenciation du choix des composants du sol des nids de ces deux espèces. De ce fait, nous avons possédé une analyse chimico-pondérale du sol des nids selon la méthode de Bouyoucos, une analyse écologique par le test STUDENT et le test de corrélation. La représentation des résultats obtenus, d'analyse chimico-pondérale, sur le triangle de classification des sols ont montré pour les nids des hirondelles de fenêtres nichée dans la région de Guelma des limons argileux et des limons sableux et pour les échantillons des nids de l'hirondelle rustique, nichée dans la région de Guelma, des limons argileux et des limons, pour les échantillons prélevés de la région de Khenchela ont donné des limons argilo-sableux et pour la région de Mila, des limons argilo-sableux. Le test STUDENT montre l'absence d'une différence significative entre les deux moyennes de l'argile, par contre il y a une différence significative entre les deux moyennes de limon et de sable. La corrélation entre le poids des trois composants montre une corrélation positive et significative entre l'argile et limon, une corrélation négative et significative entre l'argile et le sable et une corrélation négative et significative entre le limon et le sable. Donc, l'absence d'une différence significative entre les deux moyennes d'argile confirme le choix qualitatif des matériaux de construction de nid et la corrélation entre les poids indique que les deux espèces d'hirondelles choisissent le même type de sol pour bâtissent leurs nids.

Mots clés : Hirondelles rustiques, hirondelles des fenêtres, nid, analyse chimico-pondérale, analyse écologique, granulométrie, Nord-Est algérien.

Liste des tableaux

Tableau N°	Titre	Page
01	Echantillonnage par région.	19
02	Résultats d'analyse chimico-pondérale de sols examinés des nids d'hirondelle de fenêtres.	28
03	Résultats d'analyse chimico-pondérale de sols examinés des nids d'hirondelle rustique.	28
04	Variation de taux des composants de nids des deux espèces étudiées.	32
05	Corrélation entre l'Argile, limon et Sable.	35

Liste des figures

Figure N°	Titre	Page
01	Hirondelle rustique (<i>Hirundo rustica</i>).	07
02	Aire de répartition de l'Hirondelle rustique.	08
03	Récolte de matériaux et construction du nid.	09
04	Œufs pondus de l'hirondelle rustique.	10
05	Caractéristiques morphologiques d'un juvénile à gauche et d'un adulte à droite.	11
06	Aire de répartition de l'Hirondelle de fenêtres.	12
07	Nid de l'hirondelle de fenêtres.	13
08	Carte de localisation des régions d'échantillonnage.	17
09	Nid de l'hirondelle rustique.	19
10	Nid de l'hirondelle de fenêtres.	19
11	Préparation des échantillons aux analyses.	20
12	Méthode d'élimination de la matière organique.	23
13	Préparation de la solution dispersante.	24
14	Etapas de mesure de la densité de liquide par le densimètre de Bouyoucos.	25

15	Représentation des résultats sur le triangle de classification de sols: nids d'hirondelle fenêtres (région de Guelma).	29
16	Représentation des résultats sur le triangle de classification de sols: nids d'hirondelle rustique (région de Guelma).	29
17	Représentation des résultats sur le triangle de classification de sols: nids d'hirondelle rustique (région de Khenchela).	30
18	Représentation des résultats sur le triangle de classification de sols: nids d'hirondelle rustique (région de Mila).	30
19	Représentation graphique des pourcentages d'argile pour les deux espèces étudiées à l'aide de test STUDENT.	32
20	Représentation graphique des pourcentages de limon pour les deux espèces étudiées à l'aide de test STUDENT.	32
21	Représentation graphique des pourcentages de sable pour les deux espèces étudiées à l'aide de test STUDENT.	33
22	Corrélation entre l'argile et le limon.	35
23	Corrélation entre le sable et l'argile.	26
24	Corrélation entre le sable et le limon.	36

Liste des symboles et des abréviations

% : Pourcent

° : Degré

°C : Degré Celsius

B : Hirondelle rustique dans la région de Guelma

C : Hirondelle rustique dans la région de Guelma

CaCl₂ : Chlorure de calcium

CaCO₃ : Carbonate de calcium

cm : Centimètre

CO₂ : Dioxyde de carbone

CO₃ : Trioxyde de carbone

D : Hirondelle rustique dans la région de Guelma

d : Mesure du densimètre

d' : Mesure du densimètre deux heures après

E : Est

g : Gramme

H₂O : Molécule d'eau

H₂O₂ : Eau oxygénée

HCl : Chlorure d'hydrogène

K₁ : Hirondelle rustique dans la région de Khenchela

kg : Kilogramme

km : Kilomètre

km² : Kilomètre carrée

m : Mètre

M₁ : Hirondelle rustique dans la région de Mila

M₂ : Hirondelle rustique dans la région de Mila

Min : Minute

ml : Millilitre

Na₂CO₃ : Carbonate de sodium

Na₆O₁₈P₆ :Héxamétaphosphate de sodium

P : Prise de Terre (poids)

t : Température en degrés centigrades de la dispersion

t' : Température en degrés centigrades de la dispersion deux heures après

V : Volume dégagé

x : Pourcentage de calcaire total

X₁ =Hirondelle rustique dans la région de Guelma

X₂ : Hirondelle rustique dans la région de Guelma

X₃ : Hirondelle de fenêtres dans la région de Guelma

X₄ : Hirondelle de fenêtres dans la région de Guelma

X₅ : Hirondelle de fenêtres dans la région de Guelma

X₆ : Hirondelle de fenêtres dans la région de Guelma

Table des matières

	Titre	Page
	Remerciement	
	Dédicaces	
	ملخص	
	Résumé	
	Liste des tableaux	
	Liste des figures	
	Liste des symboles et des abréviations	
	Introduction.....	02
Chapitre I : Modèle biologique		
1.	Hirondelle rustique (<i>Hirundo rustica</i>) (Linnaeus, 1758).....	06
1.1.	Morphologie de l'espèce.....	06
1.2.	Habitats et migration.....	07
1.3.	Cycle de reproduction.....	08
1.3.1.	Période d'arrivée.....	08
1.3.2.	Construction du nid.....	08
1.3.3.	Reproduction.....	09
1.4.	Régime alimentaire.....	10
2.	Hirondelle de fenêtres (<i>Delichon urbica</i>) (Linnaeus, 1758).....	10
2.1.	Morphologie de l'espèce.....	10
2.2.	Habitats et migration.....	11
2.3.	Cycle de reproduction.....	12
2.3.1.	Période d'arrivée.....	12
2.3.2.	Construction du nid.....	13
2.3.3.	Reproduction.....	13

2.4.	Régime alimentaire.....	14
------	-------------------------	----

Chapitre II : Matériel et méthodes

1.	Caractéristiques des régions d'étude.....	17
1.1.	Région de Khenchela.....	17
1.2.	Région de Guelma.....	18
1.3.	Région de Mila.....	18
2.	Méthodologie.....	19
2.1.	Echantillonnage.....	19
2.2.	Préparation de l'échantillon.....	20
2.3.	Méthodes d'analyse.....	20
2.3.1.	Dosage du calcaire total (Méthode de calcimètre de Bernard).....	20
2.3.2.	Granulométrie.....	22
2.3.2.1.	Elimination de la matière organique.....	22
2.3.2.2.	Elimination des carbonates.....	23
2.3.2.3.	Séparation des particules par la solution dispersante.....	23
2.3.2.4.	Mesure de densité de liquide par le densimètre de Bouyoucos.....	24
2.4.	Analyse statistique (écologique).....	26

Chapitre III: Résultats et discussions

1.	Analyses chimico-pondérales.....	28
2.	Analyse écologique.....	31
	Conclusion.....	39
	Références bibliographiques	



Introduction



Introduction.....

Les oiseaux sont un élément familier de notre environnement et occupent une place particulière parmi les vertébrés dans les écosystèmes. En effet, leur présence dans tous les types de milieux, leur fidélité au biotope natal, leur place dans les chaînes alimentaires, les fonctions qu'ils remplissent dans les écosystèmes, leur aptitude à coloniser l'espace dans ses trois dimensions et surtout leur grande sensibilité aux modifications de l'habitat, en ont fait, de bons indicateurs écologiques, susceptibles de renseigner sur l'état de santé d'un territoire (Urfi, 2003). Ainsi, ils jouent un rôle dans la régulation des populations d'insectes, le recyclage de la matière organique et sont des agents de dispersion des spores et graines végétales dont le rôle est très important dans la dynamique de la végétation (Milla, 2008).

Les Hirundinidae ont suscité l'intérêt de nombreux chercheurs du monde entier, on cite en Europe : (Thompson, 1961 ; Barclay, 1988 ; Moller, 1994 et 2004 ; Saino et *al.*, 2004; Ambrosini et *al.*, 2006 et 2011 ; Turner, 2006 ; Ambrosini et Saino, 2010 et Kopijet Polit, 2014), en Amérique (Safran, 2004 et 2006 ; García-Pérez et *al.*, 2014), en Asie (Hasegawa et *al.*, 2010, 2012, 2013 et 2014) et peu d'informations en Afrique du Nord (Cramp, 1988 et Moller, 1994) ; mais quelques études ont vu le jour sur la biologie de reproduction de l'hirondelle rustique (Sakraoui et *al.*, 2005 et Haddad, 2015), ce qui constitue l'une des données les plus importantes pour explorer la limite méridionales de la zone de reproduction des espèces (Fenghour, 2018).

L'hirondelle de fenêtres est commensale de l'homme, la présence de zones de chasse est primordiale dans l'installation des couples. Ces zones sont tous les pâturages, prairies, bocages, marais, étangs, cours d'eau, parcs et jardins qui sont propices à la présence d'insectes. Elle a le même type d'habitat que l'hirondelle rustique, mais elle est plus citadine et montagnarde, avant que l'homme ne construise des édifices, cet oiseau vivait volontiers à proximité des falaises. Elle niche en colonies dans les villes et les villages, mais aussi sur les parois rocheuses des régions inhabitées (Fenghour, 2018).

Les Hirondelles sont des oiseaux grégaires vivant en colonies plus ou moins denses lors de la nidification mais également dans leurs quartiers d'hiver où elles forment de plus petits groupes (De Bont, 1962 ; Van Der Elst et Monmart, 1985).

L'Hirondelle de fenêtres (*Delichon urbica*) et l'Hirondelle rustique (*Hirundo rustica*) Linné, 1758 font leur apparition dès le début de Mois de Mars pour se reproduire avant de partir vers la fin du Mois de Septembre (Bamahammed, 2011).



Introduction.....

Les Hirondelles construisent un nouveau nid et l'établissent aux mêmes places que l'ancien détruit ou renouvellent le nid préexistant (Thompson, 1992). Le nid de l'Hirondelle rustique est construit sous forme de quart ou de demi boule ouverte en haut, avec de la terre argileuse et calcaire, renforcée de paille et amalgamée par de la salive. L'intérieur du nid est revêtu de foin, de poils et de plumes (Moller, 1983).

La construction du nid de l'Hirondelle de fenêtres est réalisée à partir de boues, de limon et de graviers récoltés (Verheyen, 1947 ; Walravens et Langhendries, 1985). Le couple malaxe ces matériaux avec de la salive pour obtenir de petites boulettes (Verheyen, 1947 et Géroutet, 1998).

Le type de sol joue un rôle important chez les oiseaux qui construisent leurs nids avec des matériaux du sol, car ils optent souvent pour des types de sol spécifiques avec des caractéristiques particulières pour la construction de ces nids comme la cohésion des particules, l'adhérence au support, la facilité de manipulation pendant la construction, le degré de résistance aux différents facteurs de contraction (gonflement) et la traction pendant plusieurs pontes durant des années successives. Il a généralement été démontré que les oiseaux nichant dans des terriers optent pour des substrats de sédiments ou de sol qui pourraient être facilement creusés et assurer la stabilité du tunnel et en particulier, ils préfèrent les sédiments de sable limoneux comme les dépôts de loess habituellement enrichis en quartz. (Papoulis et *al.*, 2018).

La qualité des nids joue un rôle important dans le rendement et le succès de la reproduction des espèces d'hirondelles nichant dans la vase mais elle a été principalement étudiée en ce qui a trait à la sélection des sites et des habitats à la qualité des territoires et aux propriétés de la matière des plumes qui tapissent les nids. (Papoulis et *al.*, 2018).

Pour cela, notre étude présentée vise à contribuer et de connaître la différenciation du choix des composants du sol utilisé pour la construction des nids de ces deux espèces des hirondelles (hirondelle rustique et hirondelles des fenêtres) nicheuses dans le Nord-Est algérien et de vérifier si ces deux espèces recherchent un type particulier et commun de sol pour façonner leurs nids ou si, au contraire, elles montrent un certain éclectisme dans le choix du matériau de base de la construction. Cette problématique est traitée ou structurée en trois chapitres:



Introduction.....

- Dans le premier chapitre nous avons présenté une synthèse bibliographique sur le modèle biologique des deux espèces étudiées : hirondelle rustique (*Hirundo rustica*) et hirondelles des fenêtres (*Delichon urbica*).
- Le deuxième chapitre est plus spécifiquement consacré à la présentation du matériel et des méthodes utilisées pour les analyses de sols des nids pour les trois sites choisis.
- Le troisième chapitre aborde le traitement des résultats obtenus suivis d'une discussion et des interprétations.
- Enfin, nous finirons ce travail par une conclusion synthétise ou résumé des résultats obtenus de l'ensemble des chapitres étudiés.



Chapitre I :
Modèle
Biologique



Chapitre I : Modèle biologique.....

1. Hirondelle rustique (*Hirundo rustica*) (Linnaeus, 1758)

Les hirondelles rustiques sont dénommées comme des oiseaux de passage, qui apparaissent ordinairement au printemps. Elles sont fidèles au territoire qui les a vues naître ou nidifier l'année précédente ; un même couple peut rester attaché à son nid. (Vansteenwegen, 1988). Cet oiseau qui annonce la belle saison et qui d'ailleurs rend des services réels à l'homme. Il semble au moins que ses services devraient faire sa sureté personnelle et cela a lieu à 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).

Les hirondelles sont plus ou moins grégaires. Certains couples d'hirondelles rustiques restent isolés, mais on peut voir des véritables colonies allant jusqu'à une vingtaine de nids dans le même bâtiment, chez d'autres espèces, comme les hirondelles de fenêtres, les colonies comptent parfois plus de cent couples (Vansteenwegen, 1988).

1.1. Morphologie de l'espèce

L'Hirondelle rustique appartient à l'ordre des passériformes, à la famille des hirundinidés, au genre *Hirundo* et à l'espèce *rustica*. Elle est également connue sous le nom de l'hirondelle de cheminée ou l'hirondelle des granges (Haddad, 2015). Cet oiseau (*Hirundo rustica*) se caractérise par une silhouette gracieuse et élancée de 19 cm de long pour un poids de 20 g (Andrews, 1984 et Moller, 1994). Les parties supérieures des adultes sont de couleur bleu métallique, alors que les parties inférieures sont de couleur chamois. Sa gorge et son front sont marron, ses ailes longues, triangulaires et effilées, un cou peu prononcé et une queue nettement échancrée marquée d'une bande blanche (creusée en forme de V) (Ambrosini, 2000). Ses plumes sont allongées et le plumage est semblable chez les deux sexes, mais les mâles possèdent des plumes caudales externes plus longues que celles des femelles qui mesurent 106 mm chez les mâles par rapport à 84 mm chez les femelles (Pyle, 1997) et leurs parties inférieures tendent à être de couleur marron plus foncé (Brown et Brown, 1999). Le bec et les pattes de faible taille sont noirs (Turner, 2010) (Figure 01).



Figure 01 : Hirondelle rustique (*Hirundo rustica*) (Futura-sciences, 2002 Modifié en 2015).

1.2. Habitats et migration

L'hirondelle rustique est hébergée près de l'homme, la présence de zone de chasse est primordiale dans l'installation des couples. Elles nichent en colonies dans les milieux urbains ou dans les bourgs, construisant leurs nids sphériques sous les toits, une corniche ou un balcon (Vansteenwegen, 1988). Mais il y a d'autres espèces fréquentant principalement les milieux ruraux qui construisent leurs nids à l'intérieur des bâtiments agricoles, granges, hangars..., (Safran, 2006).

Cette espèce est largement répartie en Amérique du Nord, en Eurasie et aussi au Nord de l'Afrique (Figure 02). Elle 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 et Moller, 1994). En hiver, elle migre 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 degré de latitude, et ont parcouru jusqu'à 11660 km lors de leur migration (Ligue pour la protection des oiseaux, 2002).

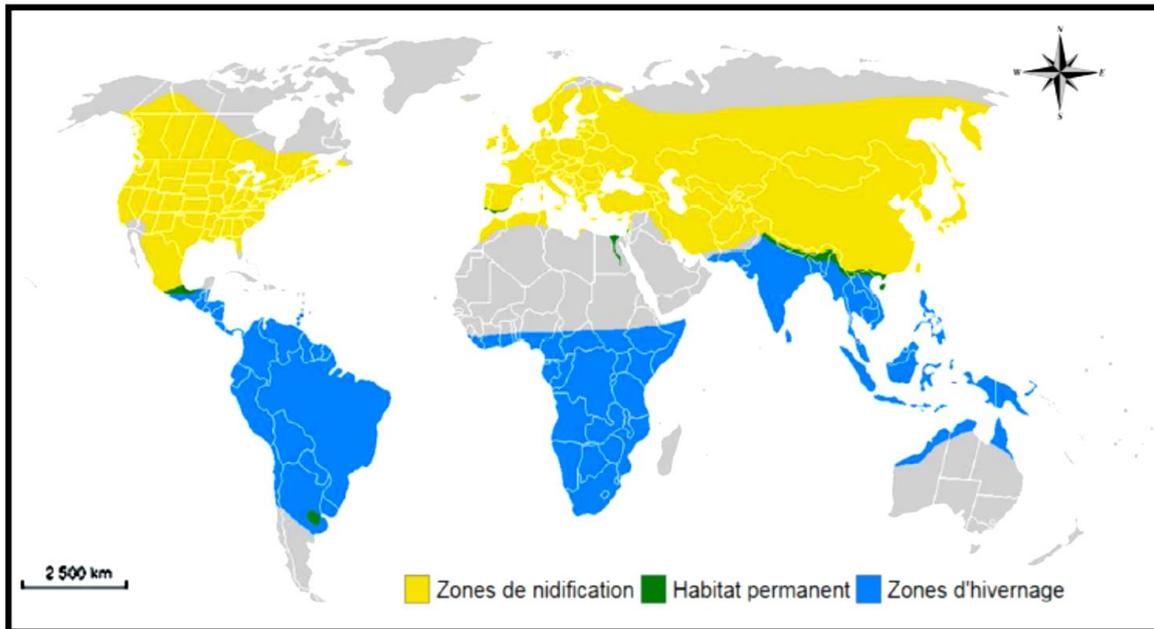


Figure 02: Aire de répartition de l’Hirondelle rustique (Cramesnil, 2011).

1.3. Cycle de reproduction

Le cycle de reproduction de l'hirondelle comprend la formation du couple, l'accouplement, la construction du nid, la formation de l'œuf, la ponte, la couvaison et l'élevage des oisillons (Moller, 1985 et 1987).

1.3.1. Période d'arrivée

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

1.3.2. Construction du nid

Les hirondelles rustiques choisissent leur site de nidification qui dépend entre autre de la proximité de plans d'eau mais aussi de la présence humaine (Safran, 2006).Elles construisent un nouveau nid et l'établissent aux même places que l'ancien détruit ou renouvellent le nid préexistant (Thompson, 1992). Le nid est construit sous forme de quart ou de demi boule ouverte en haut, avec de la terre argileuse et calcaire, renforcée de paille et amalgamée par de la salive (Figure 03). L'intérieur du nid est revêtu de foin, de poils et de plumes (Moller, 1983).



Figure 03: Récolte de matériaux et construction du nid (Bernadette, 2014 et Dumoulin, 2015).

1.3.3. Reproduction

Les Hirondelles rustiques sont polygynandres, mais la copulation hors couple est fréquente, et l'espèce est ainsi génétiquement polygame (Moller, 1994). Les femelles s'accouplent à un an; certains mâles ne forment pas de couple avant l'âge de deux ans (NatureServe, 2010). Les couples nicheurs se forment chaque printemps après l'arrivée des oiseaux sur les aires de reproduction. Ils ont produit des nichées avec succès peuvent demeurer appariés durant de nombreuses années (Shields, 1984).

Chez les hirondelles, l'accouplement a lieu dix jours avant l'initiation de la ponte (Moller, 1985), et la ponte commence en moyenne 16 jours après les formations du couple (Moller, 1994). Quelques jours plus tard du couplement, la femelle pond un premier œuf. Elle en pondra entre trois et cinq autres (Figure 04), à raison d'un par jour. Elle attendra d'avoir pondu le dernier œuf avant de commencer à couvrir. La grandeur de ponte varie entre 2 à 7 œufs blancs tachetés de roux par femelle (Cramp, 1988). Elle couvrira ses œufs 15 jours durant, un peu moins s'il fait beau et un peu plus si le temps est froid. La durée d'incubation varie entre 11 à 21 jours (Perrins et Cuisin, 1987), elle ne les quittant que pour aller s'alimenter, car le mâle ne la nourrit pas pendant la durée de l'incubation (Sakraoui, 2012).Après l'éclosion, les pullis sont nourris par les deux parents, ils grandissent et quittent le nid au bout de 20 jours (Cramp, 1988). L'envol se fait sur une durée de 2 jours (Moller, 1994).



Figure 04: Œufs pondus de l'hirondelle rustique (Haddad, 2015).

1.4. Régime alimentaire

Les Hirondelles rustiques se nourrissent au vol, presque exclusivement d'insectes volants (Beal, 1918), individuellement ou en petits groupes au-dessus des terres ouvertes et des eaux libres et s'alimentent habituellement à une hauteur ne dépasse pas les 10 m au-dessus du sol et souvent en deçà de 1 m (Brown et Brown, 1999a).

Selon Sakraoui et *al.*, 2012, la composition spécifique du régime alimentaire dans le Nord-africain est essentiellement de Diptères, d'Hyménoptères, des coléoptères, des hémiptères, des orthoptères et enfin des odonates.

2. Hirondelle de fenêtres (*Delichon urbica*) (Linnaeus, 1758)

2.1. Morphologie de l'espèce

L'hirondelle de fenêtres (*Delichon urbica* L., 1758) est une espèce migratrice de l'ordre des Passeriformes et de la famille des Hirundininae. Le genre *Delichon* est constitué de trois espèces dont *urbica* (Sériot et Alvès, 2002).

Cette espèce est l'une des plus petites hirondelles; elle mesure entre 13,5 et 15 cm de long (Singer, 2008) et possède une envergure de 28 cm (Géroudet, 1998). Il n'existe pas de dimorphisme sexuel chez cette espèce mais il est possible de différencier les adultes, des juvéniles (Sériot et Alvès, 2002 et Peterson et *al.*, 2006). Les adultes possèdent un croupion blanc ainsi que le ventre, le haut de la poitrine et les pattes ; le dos, les ailes et la queue sont noirs avec des reflets bleus (Figure 05A) (Peterson et *al.*, 2006 et Singer, 2008). La queue est courte et échancrée mais sans filet (Peterson et *al.*, 2006). Les juvéniles contrairement aux



Chapitre I : Modèle biologique.....

adultes ont le dos brun-noir sans reflet bleu (Peterson et *al.*, 2006 et Singer, 2008) (Figure 05B).



Figure 05 : Caractéristiques morphologiques d'un juvénile à gauche et d'un adulte à droite (Rouaiguia, 2013).

2.2. Habitats et migration

L'hirondelle de fenêtres est un oiseau migrateur qui niche dans tout le paléarctique; autour du bassin méditerranéen, à l'ouest de l'Europe, Chypre, Palestine, La Turquie et le Nord de la Grande Bretagne (Figure 06). Cette espèce hiverne dans les zones afro tropicales et les régions orientales Sud et le Sud-est de l'Asie (Turner et Rose, 1989 et Johnston, 1993).

En Algérie, l'arrivée de l'hirondelle de fenêtres dans la région d'Annaba se fait à partir de la fin du Mois de Janvier ou au début du Mois de Février, mais le plus grand du mouvement se produit vers la fin de ce Mois et le début du Mois de Mars, ce qui peut être jugé très précoce par rapport aux autres régions de nidification (Lahlah, 2010).

A l'origine, l'hirondelle de fenêtres nichait sur les parois rocheuses des montagnes ou des falaises côtières mais à ce jour il est rare de l'observer à ces endroits dans notre régions (Verheyen, 1947 et Singer, 2008). Elle préfère plutôt les villes et les villages où elle construit son nid sur les bâtiments et dans certains cas à l'intérieur de ceux-ci (Neuray, 1982 et Van Der Elst, 1985).

Tous les individus ne reviennent pas en même temps à la colonie, un étalement des arrivées est observé dû principalement à 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).



Chapitre I : Modèle biologique.....

En effet, les individus les plus âgés migrent plus tôt que les jeunes et une différence significative de date d'arrivée est observée entre les individus de moins de deux ans et de plus de deux ans (Bryant, 1979).

La phase de retour peut être subdivisée en cinq périodes précises: les premiers retours, l'installation régulière, l'installation massive, l'installation régulière tardive et les derniers mouvements (Vansteenwegen, 1992).

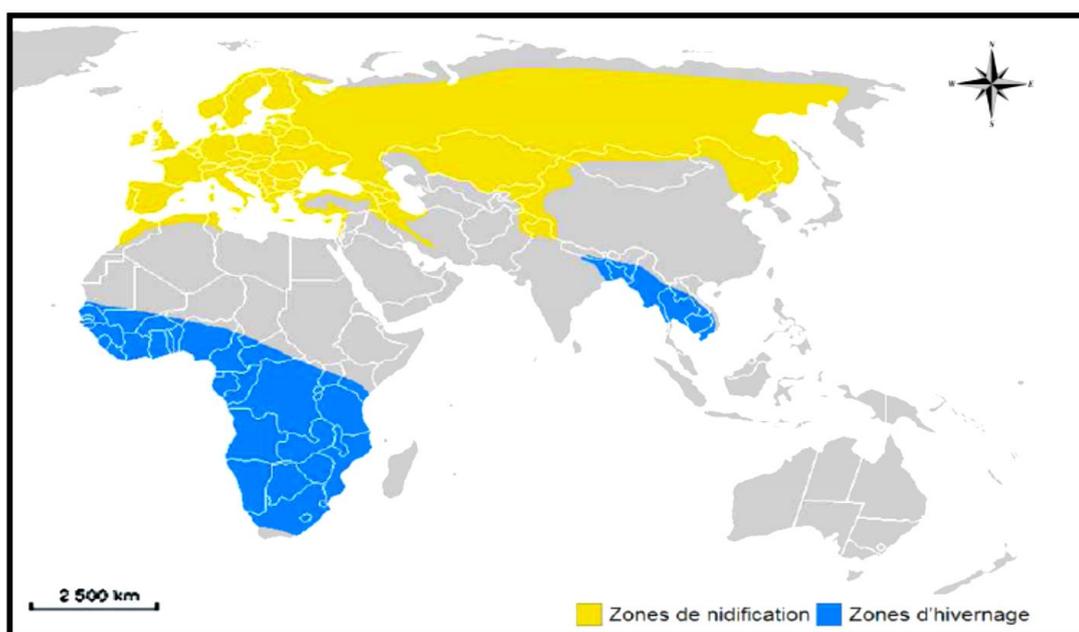


Figure 06 : Aire de répartition de l'Hirondelle de fenêtres (Del Hoyo *et al.*, 2004).

2.3. Cycle de reproduction

2.3.1. Période d'arrivée

Les mâles arrivant les premiers à la colonie et sélectionnent le site pour construire le nid; ils peuvent visiter plusieurs endroits différents avant de se décider (Sériot et Alvès, 2002). Toutefois, ils peuvent également occuper un nid déjà construit car la structure du nid de l'hirondelle lui permet de subsister plusieurs années, de 4 à 10 ans selon qu'il soit bien situé ou non (Crampet 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 (Moller, 1994).

Les premières hirondelles de fenêtres arrivent sur les sites de reproduction au début du printemps entre fin Mars et fin Avril en fonction de la température des Mois de Février-Mars (Allen et Nice, 1952; Vansteenwegen, 1992; Sériot et Alvès, 2002). Plus la température



Chapitre I : Modèle biologique.....

moyenne sera froide à cette période, plus tard elles reviendront aux sites de reproduction (Allen et Nice, 1952).

2.3.2. Construction du nid

Le nid est une coupe convexe nettement fermée fixée au-dessous d'un rebord approprié, avec une ouverture étroite dans sa partie supérieure. Il est construit par les deux partenaires avec des boulettes de boue recueillies dans leurs becs (Figure 07A), et il est tapissé d'herbes, des cheveux ou d'autres matériaux moelleux. L'Hirondelle de fenêtres niche souvent en groupes, et les nids peuvent être construits en coopération (Turner et Rose, 1989) (Figure 07B). La durée de la construction peut varier de trois jours à trois semaines selon la disponibilité des matériaux et les conditions météo (Verheyen, 1947).

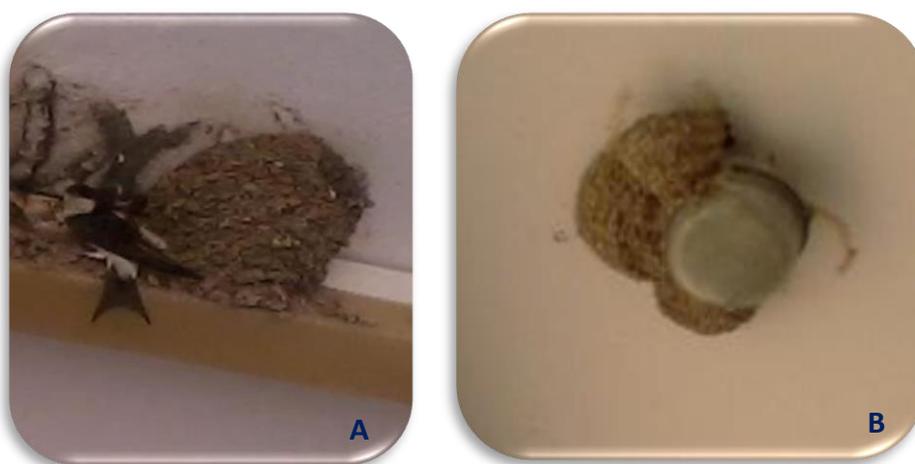


Figure 07: Nid de l'hirondelle de fenêtres (Rouaiguia, 2013).

2.3.3. Reproduction

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

Première Nichée: La première nichée se déroule le plus souvent dans un ancien nid rénové. La ponte pour la première nichée débute entre fins Mai et début Juin avec une moyenne au six Juin (Bryant, 1979 et Géroutet, 1998). En Algérie, les dates de ponte varient entre les années, mais restent toujours dans une fourchette de moyennes stable ne dépassant pas la fin du Mois d'Avril ou le début du Mois de Mai (Lahlah, 2010).

En règle générale, le nombre d'œufs pondus pour la première nichée est de quatre à cinq œufs de couleur blanche (Géroutet, 1998). En Algérie, Lahlah (2010) trouve même des couvées à huit œufs pour la première occupation des nids.



Chapitre I : Modèle biologique.....

L'incubation des œufs est réalisée par les deux parents mais la femelle y consacre plus de temps (Moller, 1994) et elle dure en moyenne 12 à 19 jours et l'éclosion des différents œufs se fait avec un décalage de 1,14 jour (Géroutet, 1998; Sériot et Alvès, 2002).

L'élevage des jeunes est accompli par le male et la femelle et dure entre 19 et 25 jours (Géroutet, 1998). 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 leurs parents pour la seconde nichée (Géroutet, 1998).

Deuxième nichée : Cette nichée peut se dérouler soit dans le même nid que la première nichée ou bien dans un nouveau (Walravens et Langhendries 1985, De Lope et *al.*, 1998; Sériot et Alvès, 2002).

La deuxième possibilité serait la plus probable car les nids de l'hirondelle de fenêtres sont infestés de parasites qui ont un effet non négligeable sur le développement des jeunes (Moller 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 (Moller et *al.*, 1994).

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

2.4. Régime alimentaire

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

En général, les vols de chasse sont observés du ras du sol ou de l'eau jusqu'à sept à huit mètres de hauteur, mais par beau temps, les vols de chasse se font aussi plus haut, jusqu'à 200-300 m. La chasse se déroule en groupe où le départ et le retour à la colonie sont très synchronisés entre les individus (Géroutet, 1998).



Chapitre I : Modèle biologique.....

En Algérie, Kisserli (1997) mentionne que dans les fientes de *Delichon urbica*, les proies les plus fréquemment capturées par l'hirondelle de fenêtres appartiennent aux Hymenoptera avec un taux de 57,1% suivis par les Coleoptera avec 35,2%, les Heteroptera avec 5,8%, les Homoptera avec 1,0% et les Diptera avec 0,7%. Les autres catégories alimentaires tels que les odanoptera, les Orthoptera, les Dermapterra et les Lipedoptera n'interviennent que très faiblement.



Chapitre II : Matériel et méthodes



1. Caractéristiques des régions d'étude

Les échantillons (nids) destinés aux différentes analyses sont ramenés de trois régions de l'Est algérien. Ses caractéristiques sont décrit ci-dessous (Figure08):

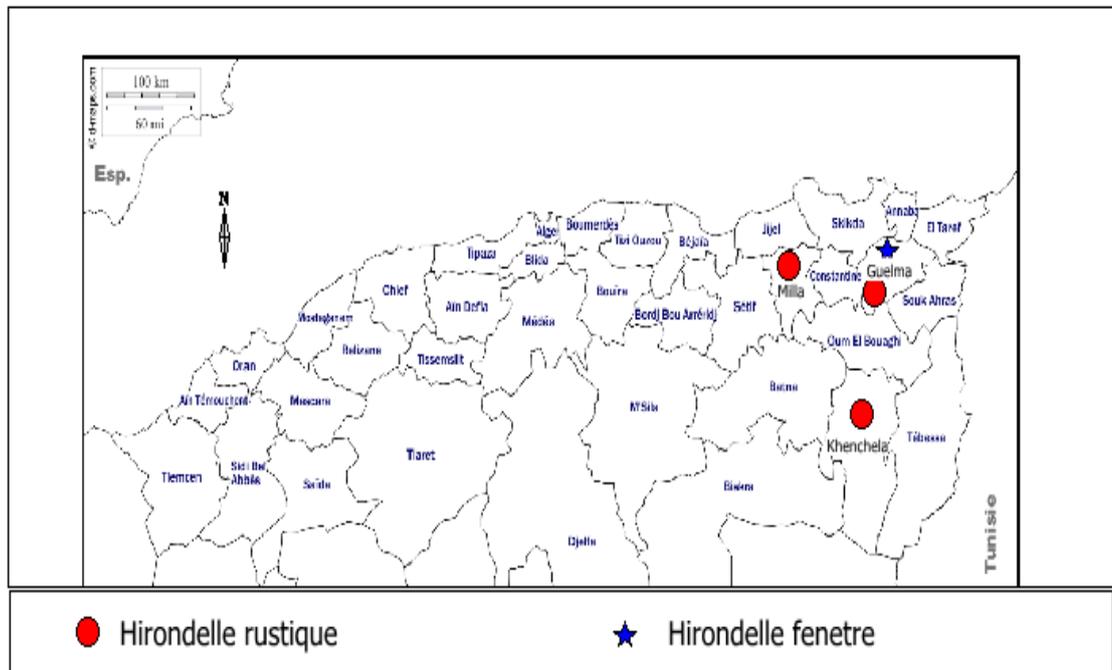


Figure 08: Carte de localisation des régions d'échantillonnage (Moulay Lakhder et Morsli, 2020).

1.1. Région de Khenchela

La wilaya de Khenchela, dont fait prélever notre échantillonnage, est localisée au Nord-Est de l'Algérie et couvre une superficie de 9715,6 Km², soit 0,4% du territoire national. Sur cette aire géographique se répartissent 08 Daïrat 21 Communes. Administrativement, elle est limitée à l'Est par la Wilaya frontalière de Tébessa, au Nord par celle d'Oum El Bouaghi, au Nord-Ouest par celle de Batna, au Sud-ouest et au Sud par la Wilaya de Biskra et El Oued.

Cette région est caractérisée par un relief diversifié: les montagnes 35% de la superficie de la wilaya (les plus hautes montagnes du massif des Aurès avec le mont Chelia à 2328m), les plateaux: au Nord-est (Mahmel et Ouled Rechache), les plaines : la plaine de Remila au Nord, les hautes plaines de Bouhmama et M'toussa à l'Ouest. Et les parcours steppiques, sahariens et les chotts: au Sud, occupant près de la moitié de la superficie de la wilaya (49%) (Boukhechem, 2010).

Chapitre II : Matériel et Méthodes.....



La couverture végétale de la wilaya est composée de trois (03) strates: Arbres, arbustes et plantes pérennes. Au niveau des hautes plaines du Nord, on rencontre essentiellement des types de végétation basse; Armoise ou Chih (*Artemisia Helba, Alba*), Guetaf (*Atriplex*), Salsola, Jujubier (*zizyphus*). La zone centrale peut être divisée en deux (02) parties: la partie Ouest boisée et la partie Est (Monts des Nememcha) à forêt dégradée. Parmi les espèces rencontrées, en plus de la strate arbre (Pin d'Alep, Cèdre, Chêne vert, Pin noir, Cyprès, Frêne), Dans la région Sud, formée par les parcours steppiques et sahariens, les principales espèces rencontrées sont: Tarfa (tamarix), R'tem (*Ratama*), *Accacia*, Salsola, Guetaf (*Atriplex*) et *Sparth* (ANDI, 2013).

1.2. Région de Guelma

La wilaya de Guelma est située au Nord-Est de l'Algérie ; à 60 km environ de la Méditerranée, d'une longitude 07°28'E, altitude 227m et latitude 36°28'. Elle est limitée au Nord par la wilaya d'Annaba, au Nord-Ouest par la wilaya de Skikda, au Nord-Est par la wilaya d'El Tarf, à l'Ouest par la wilaya de Constantine au Sud-Est par la wilaya de Souk-Ahras et Oum-El Bouaghi. Elle s'étend sur une superficie de 3686, 84 Km² (DPAT, 2008).

Cette région est caractérisée par une faune très diversifiée représentée par les mammifères (Loups, Sanglier, Chacal, Renard, Lièvre, Lapin, Gerboise, Cerf de Barbarie qui est une espèce protégée), les oiseaux (*Perdixgambara*, Caille des blés, la Tourterelle, Moineau, Hibou, Palombe, la Cigogne blanche, le Héron garde-boeufs, le Héron cendré,...etc), les reptiles (*Tortue*, Lézard, Couleuvre...etc) (Rouaiguia, 2015).

Le réseau hydrographique caractérisé cette partie de l'Est algérien est très dense (principalement de l'oued Seybouse de 57, 15 km) et la couverture végétale est représentée par une dominance de peuplements forestiers qui occupent une superficie de 107,704 hectares avec un pourcentage de 28 % de la superficie de la wilaya. Cet étendue de végétation abrite des espèces floristiques représentées essentiellement 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 Gen, le *Calicotum*, la Ronce...etc. (DPAT, 2008).

1.3. Région de Mila

La Wilaya de Mila (l'antique Milev), dont fait partie notre secteur d'étude, est située à une cinquantaine de kilomètres à l'Ouest de Constantine et 33 km de la mer méditerranéenne; sur une superficie de 9.373 km² (soit 0,14 %) et d'altitude moyenne de

Chapitre II : Matériel et Méthodes.....



500 m. Sur cette aire géographique se répartissent 13 daïras et 32 communes. Administrative elle est délimitée par la Wilaya de Jijel et Skikda (105 km) au Nord; la Wilaya de Constantine (50 km) à l'Est ; la Wilaya d'Oum el Bouaghi et Batna, au Sud et la Wilaya de Sétif (140 km), à l'Ouest (Atmania, 2010 et Khellaf, 2019).

La région de Mila se caractérise par un espace géographique très diversifié avec un relief complexe et irrégulier et profondément disséqué par un réseau hydrographique dense. Cependant, et selon Zouaidia (2006) et Anonyme (2009) on distingue trois espaces différents dans la région (un espace montagneux, un espace de piedmonts et de collines et un espace de hautes plaines).

Selon la conservation des forêts, la wilaya de Mila est caractérisée par la présence des espèces floristiques représentées par le Souci sauvage, l'Asphodèle ramifié, le Buglosse azurée, le Bruyère multiflore, le Globulaire turbit, le Pin d'Alep, le Tamarix, le Eucalyptus, le Chêne liège, le Chêne vert,...etc.) et des espèces fauniques représentées par les mammifères (Chacal commun, Renard roux...), les reptiles (Emydes lépreuse, Lézard hispanique...) et les poissons (Carpe royale, Barbeau...).

2. Méthodologie

2.1. Echantillonnage

Pour atteindre notre objectif nous avons prélevé 12 nids des hirondelles (Figure 09 et 10) de trois régions citées précédemment (Tableau 01) (Guelma, Khenchela et Mila).

Tableau01: Echantillonnage par région.

Région	Nombre d'échantillon (hirondelle rustique)	Nombre d'échantillon (hirondelle de fenêtres)
Guelma	5	4
Khenchela	1	0
Mila	2	0



Figure 09: Nid de l'hirondelle rustique (Moulay Lakhder et Morsli, 2020).



Figure 10: Nid de l'hirondelle de fenêtres (Moulay Lakhder et Morsli, 2020).

2.2. Préparation de l'échantillon

La préparation des échantillons aux différentes analyses se fait au laboratoire de géologie à l'Université de Ghardaïa. La première phase d'analyse, nous avons :

- Séparé le sol des nids des autres composants (les pailles, les plumes, les fibres en plastiques et les coquilles d'œufs ...etc.)
- Broyé doucement le sol obtenu (Figure 11A).
- séchés tous les échantillons à l'air libre et les tamisés à 2 mm puis analysés (Figure 11B).



Figure 11: Préparation des échantillons aux analyses. **A** : Broyage, **B** : Tamisage (Moulay Lakhder et Morsli, 2020).

2.3. Méthodes d'analyse

2.3.1. Dosage du calcaire total (Méthode de calcimètre de Bernard)

a. Matériels utilisés pour cet essai

- Calcimètre de Bernard
- Balance digitale

Chapitre II : Matériel et Méthodes.....



- Flacon
- Pince de Mohr
- Carbonate de calcium
- Acide chlorhydrique
- Eau déminéralisée

b. Principe d'essai

Pour réaliser cet essai nous avons décomposé le carbonate de calcium contenu dans l'échantillon de sol par acide chlorhydrique et on mesure le volume de gaz carbonique dégagé par la réaction à la température et la pression atmosphérique (Mathieu et *al.*, 2009) :



c. Etalonnage du calcimètre de Bernard

- Peser 100 mg de carbonate de calcium et verser dans le flacon.
- Rassembler au fond à l'aide de 5 ml d'eau déminéralisée, introduire l'acide chlorhydrique dans le flacon à l'aide d'une pince.
- Vérifier que le niveau du liquide dans le tube gradué est au zéro et adapter le flacon au calcimètre.
- Egaliser les pressions d'air de part et d'autre de la colonne liquide du calcimètre.
- Fermer le tube à l'aide de la pince de Mohr.
- Prendre le flacon par son bouchon et renverser l'acide dans le flacon, agiter.
- Attendre la réaction soit complète: 1 min suffit pour le sel pur.
- A l'aide du niveau, égaliser à nouveau les pressions d'air de part et d'autre de la colonne liquide du calcimètre.
- Lire le volume dégagé : V1.
- Recommencer l'opération avec une prise d'essai de 200 mg de carbonate de calcium.
- Lire le volume dégagé : V2.
- Vérifier que : V2= 2V1.

d. Mode opératoire

Pour effectuer cet essai nous avons:

- Peser 0,3 g de carbonate de calcium et les verser dans le flacon.

Chapitre II : Matériel et Méthodes.....



- Rassembler au fond à l'aide de 5 ml d'eau déminéralisée, introduire l'acide chlorhydrique dans le flacon à l'aide d'une pince.
- Vérifier que le niveau du liquide dans le tube gradué est au zéro et adapter le flacon au calcimètre de Bernard.
- Egaliser les pressions d'air de part et d'autre de la colonne liquide du calcimètre.
- Fermer le tube à l'aide de pince de Mohr.
- Prendre le flacon par son bouchon et renverser l'acide dans le flacon, agité.
- Attendre la réaction soit complète : 1 min suffit pour le sel pur.
- A l'aide du niveau, égaliser à nouveau les pressions d'air de part et d'autre de la colonne liquide du calcimètre.
- Lire le volume (V3) en ml dégagé par le carbonate de calcium contenu dans la prise de terre P (g).
- Noter la température de l'air ambiant.
- Recommencer l'opération avec une prise de 1g de terre, rassembler avec à l'aide de quelques gouttes d'eau déminéralisée, introduire l'acide chlorhydrique dans le flacon à l'aide d'une pince.
- Lire le volume de CO₃(V4) en ml dégagé par 0,3 g de carbonate de calcium ;
- Mesure du pourcentage de calcaire total (x) selon la relation suivante:

$$x (\%) = \frac{30V4}{V3P}$$

2.3.2. Granulométrie

Le sol des nids examinés est un mélange de tous (les pailles, les plumes, les fibres en plastiques et les coquilles d'œufs ...etc.) et avant d'arriver à leur tamisage doit passer par les étapes suivantes:

2.3.2.1. Elimination de la matière organique

Pour effectuer cette opération nous avons utilisé le matériel suivant :

- Balance
- Bécher
- Spatule
- Papier film

Chapitre II : Matériel et Méthodes.....



- Eau oxygénée (H₂O₂)
- Eau distillée

Mode opératoire

Pour réaliser cet essai nous avons :

- Peser 50 g du sol.
- Placer le sol pesé dans un bécher de 1 litre.
- Verser 100 ml de l'eau distillée dans le bécher.
- Ajouter 20 ml de l'eau oxygénée (H₂O₂) et l'agiter bien à l'aide d'une spatule pendant 2 minutes (Figure 12A).
- Rincer les bordures de bécher par l'eau distillée et le couvrir avec un papier film afin d'éviter la perte des particules de sol (Figure 12B).
- Laisser le mélange se repose environ de 2 heures et puis ajouter 10 ml de l'eau oxygénée avec l'agitation (Figure 12C).
- Répéter l'étape précédente jusqu'à l'élimination totale de la matière organique (à peu près 15 jours).

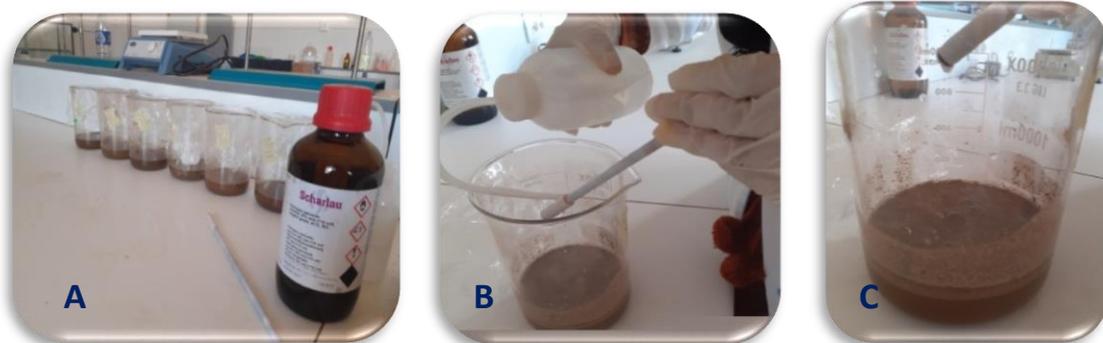


Figure12: Méthode d'élimination de la matière organique (Moulay Lakhder et Morsli, 2020).

2.3.2.2. Elimination des carbonates

Pour effectuer cette opération nous avons utilisé:

- Calcimètre de Bernard
- Chlorure d'hydrogène (HCl)

Mode opératoire

Chapitre II : Matériel et Méthodes.....



L'élimination des carbonates de calcium du sol se fait par l'attaque de ce dernier au moyen de HCl (1:1) comme dans le cas de sols non calcaires (par l'utilisation du calcimètre de Bernard).

2.3.2.3. Séparation des particules par la solution dispersante

Le matériel utilisé pour la séparation des particules par la solution dispersante est :

- Bécher de 500 ml
- Agitateur
- Bras mixeur
- Carbonate de sodium (Na_2CO_3)
- Héxamétaphosphate de sodium ($\text{Na}_6\text{O}_{18}\text{P}_6$)
- Eau distillée

Mode opératoire

1. La préparation de la solution dispersante se fait comme suit:

- Placer un bécher de 500 ml sur un agitateur
- Mettre 500 ml de l'eau distillée, ajouter 05 g de carbonate du sodium
- Ajouter progressivement 20 g d'Hexamétaphosphate de sodium (Figure 13A);
- Faire agiter pendant 3 minutes.

2. Une fois l'élimination des carbonates effectuée nous avons:

- Ajouter 30 ml de la solution dispersante au bécher contenu de notre échantillon.
- Battre avec le bras mixeur pendant quelques minutes jusqu'à ce que les particules soient bien séparées (Figure 13B).



Figure13: Préparation de la solution dispersante (Moulay Lakhder et Morsli, 2020).



2.3.2.4. Mesure de densité de liquide par le densimètre de Bouyoucos

Cette étape se fait à l'aide du matériel suivant (Figure 14):

- Densimètre de Bouyoucos
- Eprouvette de Robinson
- Chronomètre
- Thermomètre
- Eau distillée

Après la préparation du matériel nous avons:

- Placer l'échantillon dans l'éprouvette de Robinson (assurer que tout le contenu de béccher est déplacé vers l'éprouvette) (Figure 14A).
- Ajuster par l'eau distillée à 1l et mettre leur bouchon (Figure 14B).
- Agiter pendant une minute pour homogénéiser le contenu (Figure 14C).
- L'éprouvette est laissée sur la table en même temps que le chronomètre est déclenché. Le densimètre est soigneusement introduit dans la dispersion (Figure 14D).
- Quarante secondes après la cessation de l'agitation, noté (Figure 14E):
- Mesure du densimètre (d).
- Température en degrés centigrades de la dispersion (t).
- Heure à laquelle le brassage a cessé.
- Retirer le densimètre de la suspension.
- Remuer à nouveau pendant une minute et laisser-le reposer.
- Deux heures après la fin de l'agitation, le densimètre est réintroduit, en notant:
- Mesure du densimètre (d').
- Température en degrés centigrades de la dispersion (t').
- Une fois que les valeurs d, d', t et t' sont connues, elles sont substituées dans les formules suivantes:

$$X = (d + [(t-20) * 0,36]) * (100 / P) = \% \text{ limon} + \text{ argile}$$

$$Y = (d' + [(t'-20) * 0,36]) * (100 / P) = \% \text{ d'argile}$$

$$X - Y = \text{pourcentage de limon,}$$

$$100 - X = \text{pourcentage de sable,}$$

$$P = \text{poids du sol en grammes,}$$



0,36 = facteur de correction en degré de différence de température. On suppose que la température de contraste du densimètre de Bouyoucos est de 20 °C.

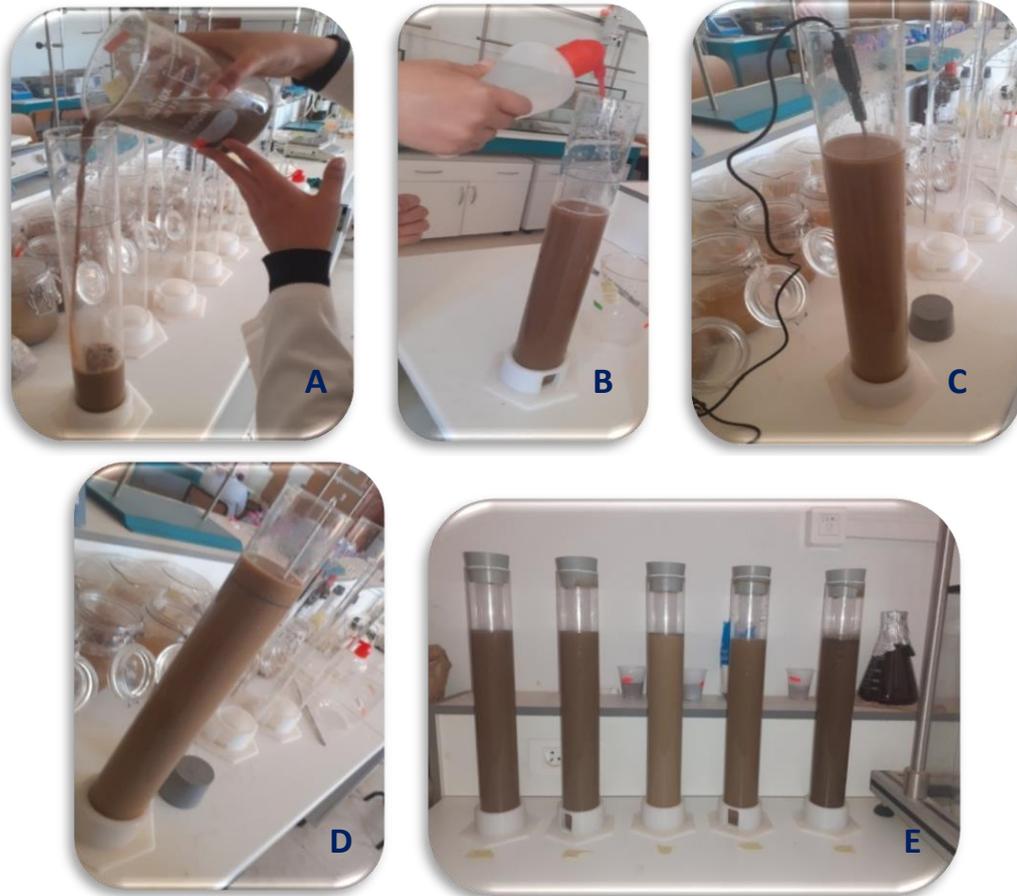


Figure 14: Etapes de mesure de la densité de liquide par le densimètre de Bouyoucos (Moulay Lakhder et Morsli, 2020).

1. Analyse statistique (écologique)

A la lumière des résultats obtenus nous avons calculé les moyennes pour les différents paramètres envisagés; où nous avons également calculé le coefficient de corrélation afin de mettre en évidence les différentes liaisons entre les paramètres étudiés. Ainsi nous avons procédé le test de STUDENT pour étudier la variation des différents paramètres. Tous ces calculs sont effectués à l'aide du logiciel STATISTICA «version 8».



Chapitre III : Résultats et Discussions

Chapitre III : Résultats et Discussions.....



1. Analyses chimico-pondérales

Après l'achèvement des essais et le calcul de différents paramètres, les résultats obtenus sont résumés dans des tableaux (Tableau 02 et 03) et sont représentés sur des triangles de classification des sols (Figure 15, 16, 17 et 18).

Tableau02:Résultats d'analyse chimico-pondérale de sols examinés des nids d'hirondelle de fenêtres.

Hirondelle de fenêtres				
Région	Echantillon	Argile (%)	Limon(%)	Sable(%)
Guelma	X3	18,78	10,50	70,72
	X4	18,70	10,58	70,72
	X5	12,56	6,63	81,71
	X6	38,63	24,58	36,79

Tableau 03:Résultats d'analyse chimico-pondérale de sols examinésdes nids d'hirondelle rustique.

Hirondelle rustique				
Région	Echantillon	Argile(%)	Limon(%)	Sable(%)
Guelma	X1	18,20	40,50	41,30
	X2	28,78	42,82	28,40
	C	40,14	34	25,86
	D	40,14	49	19,86
	B	35,86	17,86	46,29
Khenchela	K1	28,56	12,43	59,01
Mila	M1	22	25,80	52,20
	M2	24	13,28	62,72

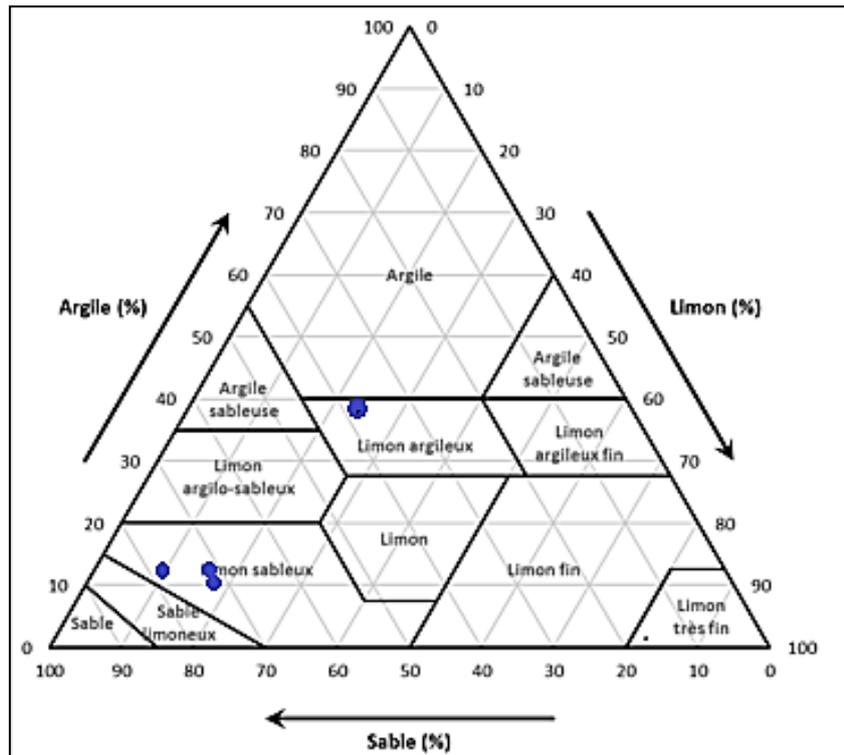


Figure15: Représentation des résultats sur le triangle de classification de sols : nids d’hirondelle fenêtres (région de Guelma).

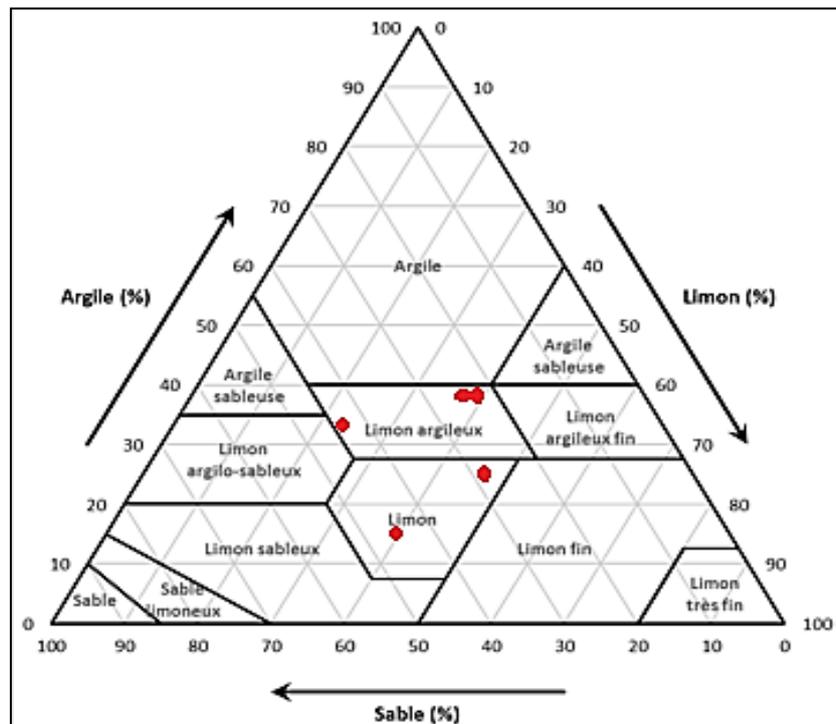


Figure16: Représentation des résultats sur le triangle de classification de sols : nids d’hirondelle rustique (région de Guelma).

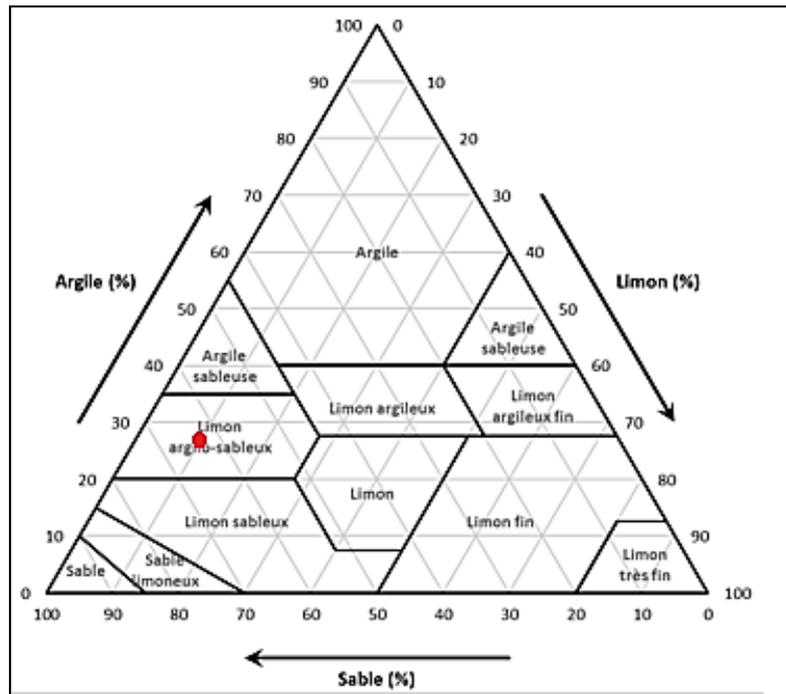


Figure17: Représentation des résultats sur le triangle de classification de sols : nids d’hirondelle rustique (région de Khenchela).

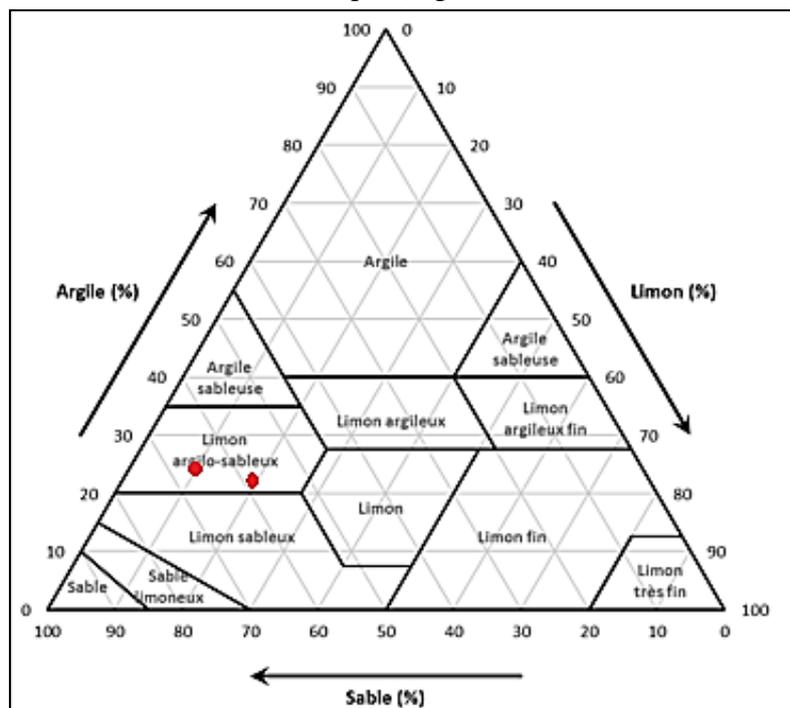


Figure 18: Représentation des résultats sur le triangle de classification de sols : nids d’hirondelle rustique (région de Mila).

La représentation des résultats obtenus de l’analyse chimico-pondérale, par la méthode de Bouyoucos, sur les diagrammes de classification des sols, a donné, en général, pour les échantillons des nids de l’hirondelle de fenêtres nichée dans la région de Guelma, des limons



Chapitre III : Résultats et Discussions.....

argileux et des limons sableux (Figure15), pour les échantillons de l'hirondelle rustique nichée dans la région de Guelma, des Limons argileux et des limons (Figure16), pour les échantillons de la région de Khenchela, des Limons Argilo-sableux (Figure17) et pour la région de Mila ,des Limons Argilo-sableux (Figure18). Mais Bahaz *et al.*, en 2019 ont trouvé par la méthode de Vatant pour les échantillons des nids de l'hirondelle rustique nichée dans la région de Mila: des sables limoneux et des sables marneux et pour celle qui niche dans la région de Guelma: des limons marno-sableuses, des marnes, des calcaires marneux sableux et des grés marneux. Cette différenciation de résultats et de lithologie est due à la différence de l'appellation (diagrammes différents) et de l'objectif de chaque méthode.

L'analyse chimico-pondérale de sol des nids par la méthode moderne (densimètre de Bouyoucos) a donné: pour les hirondelles de fenêtres nichées dans la région de Guelma; un taux d'argiles varie de 12,56 à 38,63%, un taux de limons de 6,63 à 24,58% et un taux de sables de 36,79 à 81,71% (Tableau 02). Pour les nids des hirondelles rustiques nichées dans la région de Guelma, Khenchela et Mila elle a montré des taux variables, pour les nids prélevés de la région de Guelma; le taux d'argiles est de 18,20 à 40,14%, le taux de limons est de 17,86 à 49% et le taux de sable est de 19,86 à 46,29%. Pour les nids ramenés de la région de Khenchela : le taux d'argile est de 28,56%, le taux de limon est de 12,43% et le taux de sable est de 59,01% et pour les nids prélevés de la région de Mila le taux d'argiles est de 22 à 24%, le taux de limons est de 13,28 à 25,80% et le taux de sable est de 52,20 à 62,72% (Tableau 03).

Ces résultats sont différents de ceux qui ont été obtenus par la même analyse effectuée sur les mêmes échantillons mais d'une manière classique (la méthode de Vatant (1967) où Bahaz *et al.*, 2019 ont trouvé, surtout pour les limons et les sables. Pour la région de Mila, un taux de 10.42 à 34.52 % pour les limons et de 57.28 à 78.55 % pour les sables et pour la région de Guelma de 2.80 à 52.42 % pour le sable, de 21.03 à 43.15 % pour les limons.

Cette différenciation aux résultats est due à la différence de la manipulation de mode opératoire de chaque méthode; où on marque la perte d'une quantité de sol pour la méthode classique ce qui falsifie les résultats et la conservation de tout l'échantillon dans la méthode moderne ce qui donne la fiabilité des résultats.

Chapitre III : Résultats et Discussions.....



2. Analyse écologique

Les résultats de test Student qui compare les variables chimico-pondérale entre l'hirondelle rustique et hirondelle de fenêtres a permis résumés les différences dans le tableau ci-après (Tableau 04) et sont représentés sur les graphiques (Figure 19, 20 et 21).

Tableau 04 : Variation de taux des composants de nids des deux espèces étudiées.

	Mean - 1	Mean - 2	t-value	df	P
Argile	0,221680	0,318160	-1,24535	6	0,259431
Limon	0,130040	0,393320	-5,97948	6	0,000982
Sable	0,649855	0,288520	3,36300	6	0,015173

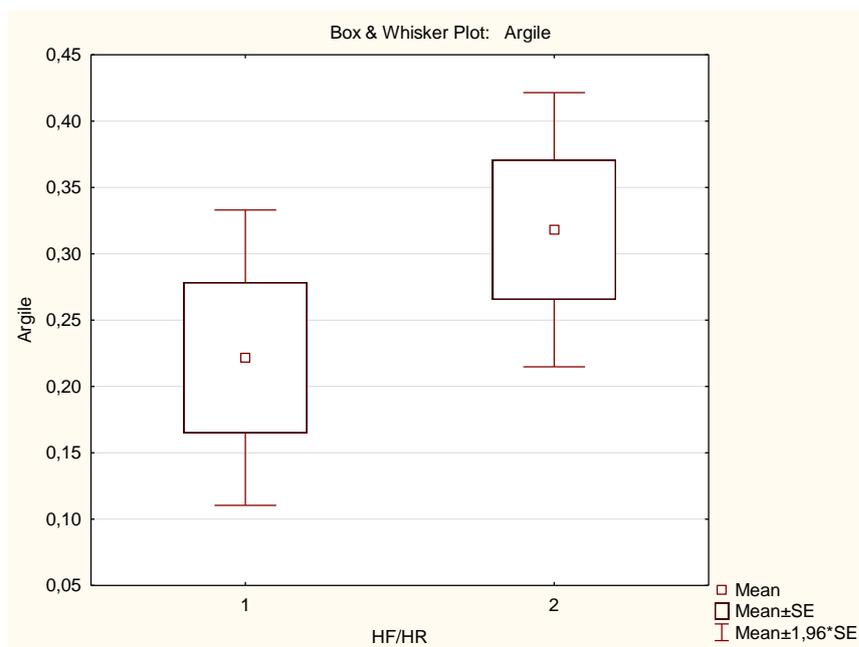


Figure 19: Représentation graphique des pourcentages d'argile pour les deux espèces étudiées à l'aide de test STUDENT.

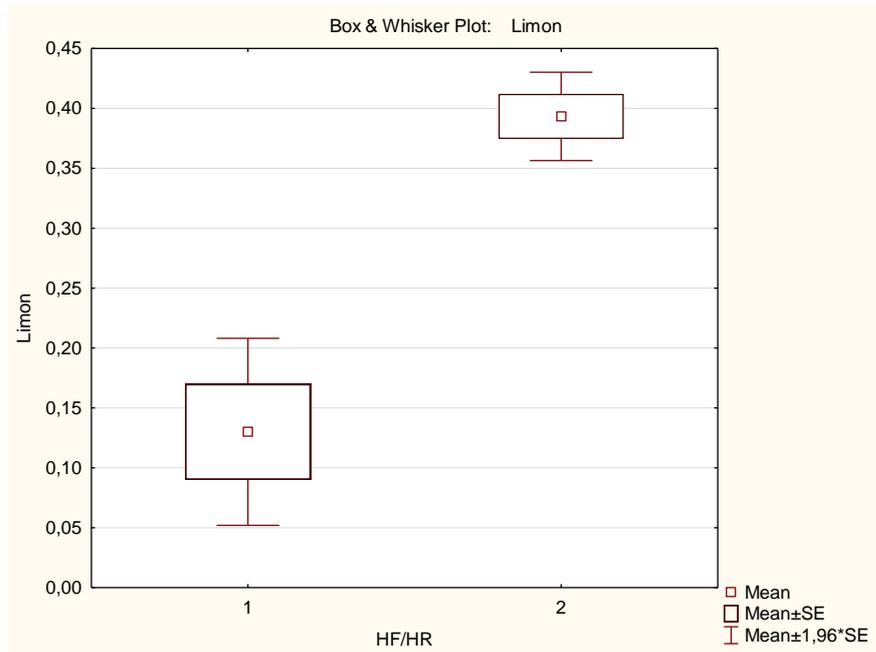


Figure 20: Représentation graphique des pourcentages de limon pour les deux espèces étudiées à l'aide de test STUDENT.

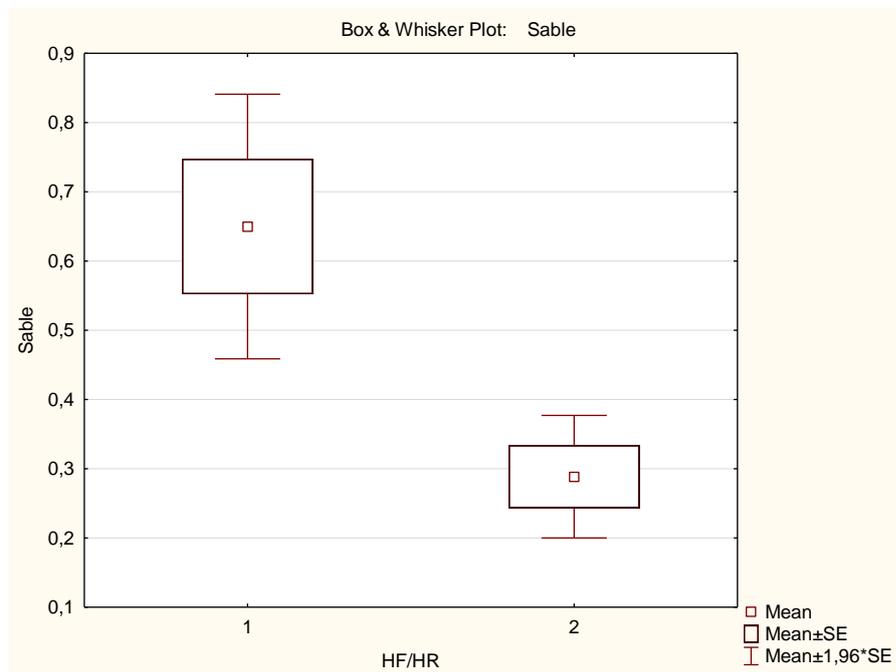


Figure 21: Représentation graphique des pourcentages de sable pour les deux espèces étudiées à l'aide de test STUDENT.



Chapitre III : Résultats et Discussions.....

Les résultats statistiques montrent généralement, l'absence d'une différence significative entre les deux moyennes de l'argile ($p = 0,259431$) (Figure 19). Par contre il y a une différence significative entre les deux moyennes de limon ($p = 0,000982$) (Figure 20) et de sable ($p=0,015173$) (Figure 21).

L'absence d'une différence significative entre les deux moyennes de l'argile confirme le choix qualitatif des matériaux de construction de nid.

Les résultats de corrélation entre le poids des trois composants (Argile, limon et sable) dans les échantillons testé sont illustrés dans le tableau suivant (Tableau 05) et présentés dans les figures 21,22 et 23.

Tableau 05 : Corrélation entre l'Argile, limon et Sable

	Means	Std.Dev.	Argile	Limon	Sable
Argile	0,288773	0,093699	1,000000	0,291179	-0,759616
Limon	0,327347	0,113412	0,291179	1,000000	-0,843375
sable	0,383880	0,166824	-0,759616	-0,843375	1,000000

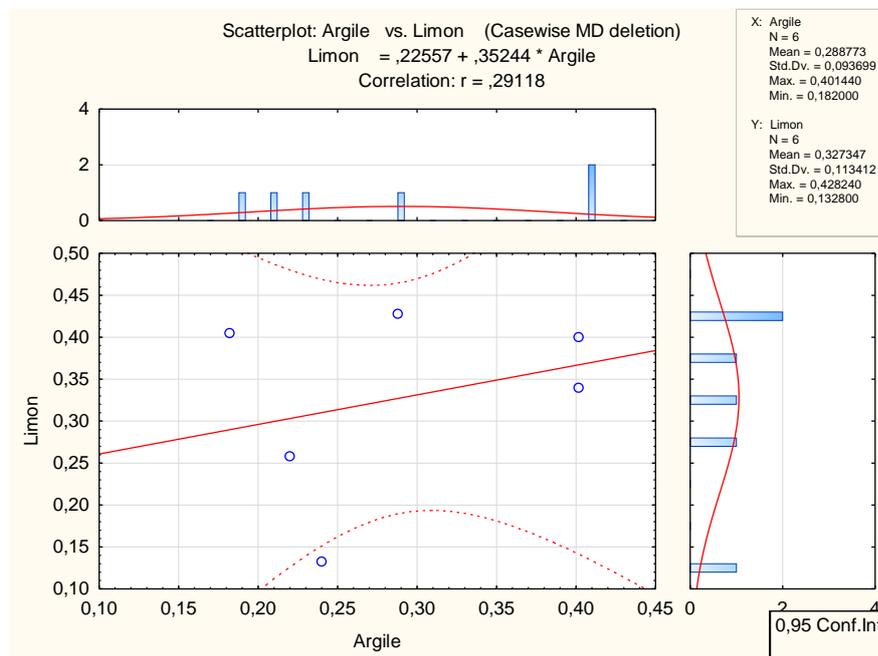


Figure 21 : Corrélation entre l'argile et le limon.

La figure montre que l'argile est corrélé positivement et significativement avec le limon donc c'est une relation proportionnelle directe ($r = 0,2918$; $N = 6$; $p < 0,05000$).

Chapitre III : Résultats et Discussions.....

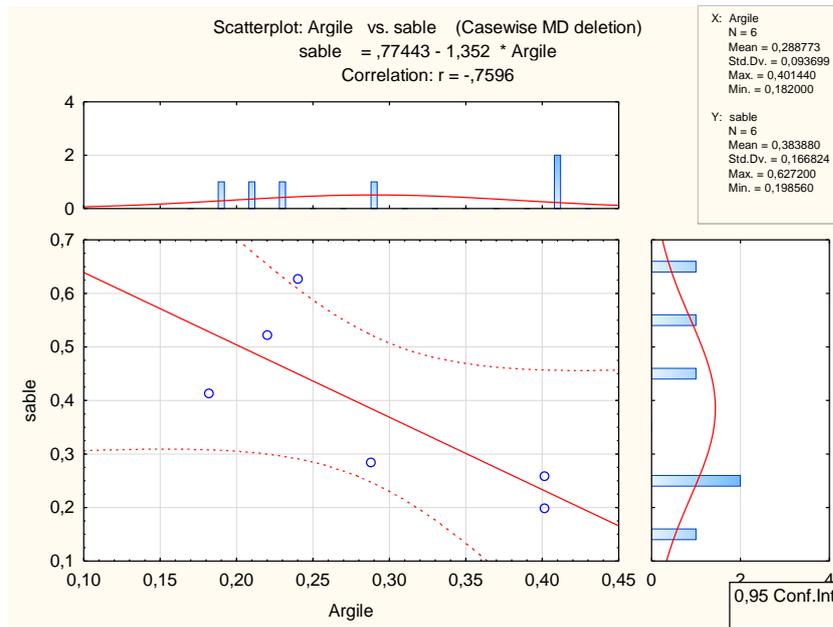


Figure 22 : Corrélation entre le sable et l’argile.

Une corrélation négative et significative été observé entre l’argile et le sable ($r = -0,7596$; $N= 6$; $p < 0,05000$) ce qui signifie qu’il existe une relation proportionnelle inverse entre l’argile et le sable.

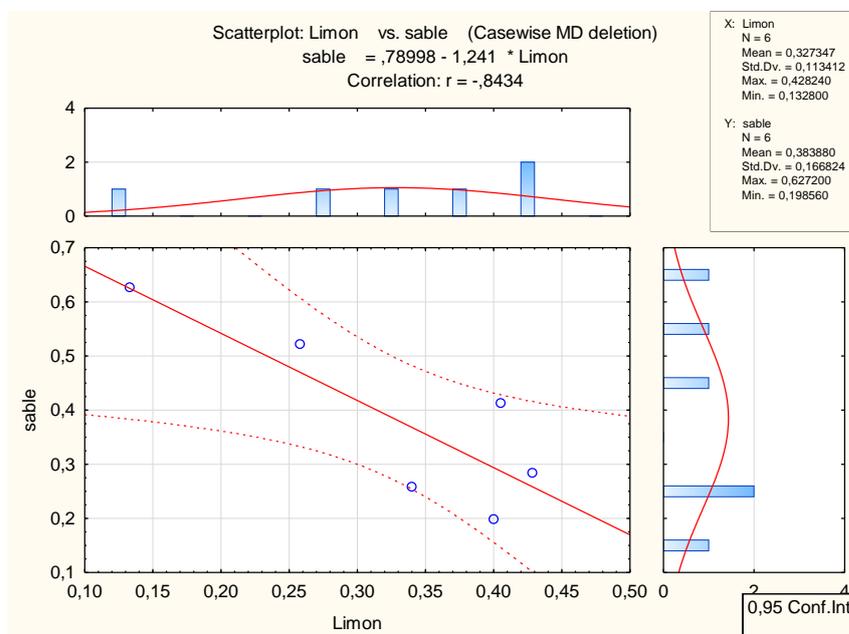


Figure 23 : Corrélation entre le sable et le limon.

Chapitre III : Résultats et Discussions.....



Il existe aussi une corrélation négative et significative entre le limon et le sable ($r = -0,8434$; $N=6$; $p < 0,05000$) ce qui signifie qu'il existe une relation proportionnelle inverse entre le sable et le limon.

Les travaux de Papoulis et *al.*, en 2018 sur les caractéristiques minéralogiques et texturales des géomatériaux de construction de nids utilisés par trois espèces hirundinidés (*hirundo rustica*), (*Petrochelidon pyrrhonota*) et (*Delichon urbica*) nichant dans la boue confirme ces résultats. Les analyses minéralogiques qualitatives et semi-quantitatives des échantillons de nids de toutes les espèces de tous les emplacements montrent des similitudes notables. À partir des minéraux identifiés dans les échantillons de nids, seuls les minéraux argileux peuvent être utilisés comme ciment en raison de leurs propriétés de plasticité spécifiques et en particulier de leur indice de plasticité élevé. En outre, une bonne cimentation est un facteur clé pour assurer la cohésion des particules dans le nid et l'argile est considérée comme un matériau approprié à cet effet. Les trois espèces étudiées utilisent des minéraux argileux comme ciment pour la construction des nids et, de préférence, la smectite et l'illite. S'ils sont absents, ils utilisent alternativement halloysite, kaolinite ou chlorite. Les quantités de minéraux argileux dans les nids sont généralement faibles, ce qui indique que les espèces étudiées peuvent identifier avec précision les propriétés des matériaux de nidification. Les minéraux non argileux utilisés sont les minéraux incolores ou blancs courants et facilement accessibles et de faible densité, tels que le quartz, le feldspath et la calcite. Les analyses de la répartition granulométrique ont révélé que la quantité de grains argileux est relativement faible chez toutes les espèces, tandis que la quantité de particules granulométriques plus grosses diminue lorsque la taille des minéraux non argileux est petite. L'hirondelle à front blanc (*Petrochelidon pyrrhonota*) a montré une préférence croissante pour les particules de granulométrie plus grosses et le quartz, l'hirondelle rustique (*hirundo rustica*) pour les particules de granulométrie plus fine et la calcite, et les préférences de l'hirondelle de fenêtres (*Delichon urbica*) se situent entre les deux autres espèces. Les trois espèces hirundinidés présentent des stratégies de construction de nids différentes et, en fonction de l'architecture du nid, chacune semble montrer une préférence pour des minéraux spécifiques et des tailles de grains spécifiques (Papoulis et *al.*, 2018).

L'étude la plus ancienne de Delbert et *al.*, 1977 comparatif sur l'analyse de matériaux dans le nid de l'hirondelle à front blanc (*Petrochelidon pyrrhonota*) et de l'hirondelle rustique (*hirundo rustica*) pour savoir la relation entre la sélection de la boue et l'architecture des nids

Chapitre III : Résultats et Discussions.....



à montrer qu'il existe des différences semblent être liées à la complexité de la conception des nids. Les Hirondelles à front blanc choisissent des boues dont la teneur en sable et en limon est plus élevée que celle utilisée par les Hirondelles rustiques. Une forte teneur en sable, basée sur les propriétés physiques d'autres mélanges composites, améliore probablement la facilité avec laquelle la boue peut être manipulée et façonnée en nid en forme d'autoclave.

En Algérie, l'étude de Bahaz et *al.*, en 2019 sur la stratégie du choix des matériaux de construction des nids des hirondelles rustiques dans le Nord-Est d'Algérie montre que l'hirondelle rustique a le choix quantitatif des matériaux de construction des nids où le sol limoneux et argileux est la meilleure boue pour bâtir des nids solides et stables durant plusieurs années et plusieurs pontes et ça qui confirme la fidélité de l'espèce.

Les travaux de Daoudi-Hacini et *al.*, 2005 sur les Caractéristiques physico-chimiques des nids de l'Hirondelle de fenêtres (*Delichon urbica*) montre que les analyses, à la fois des nids et des sols dans des sites plus éloignés, ont permis de conclure que les hirondelles de cette colonie s'approvisionnent très probablement en matériaux de construction dans un site éloigné d'environ 5 km de la colonie. Cette distance est beaucoup plus grande que ce que l'on mentionne généralement dans la littérature mais corrobore les observations de terrain.



Conclusion

Conclusion.....



Les hirondelles sont des oiseaux de passage, elles annoncent la belle saison et qui d'ailleurs rend des services réels à l'homme. La présence de zone de chasse est primordiale dans l'installation des couples et elles choisissent leur site de nidification qui dépend entre autre de la proximité de plans d'eau mais aussi de la présence humaine. Cet oiseau construit un nouveau nid, l'établi à la même place que l'ancien détruit ou renouvelle le nid préexistant.

Les nids des hirondelles sont des amas de boulettes de terre agglutinées et mêlées d'herbe et de radicelles. Ce sont généralement fabriqués à partir de matériaux comme l'argile le sable et le limon, et organiques tels que l'herbe, les morceaux de paille, les cheveux,...etc. Ce travail est pour comprendre la différence entre la composition chimique des nids de l'hirondelle rustique et l'hirondelle de fenêtres nicheuses dans des différentes régions de Nord-Est algérien plus particulièrement dans la région de Khenchela, Guelma et Mila.

L'analyse chimico-pondérale du sol des nids des hirondelles de fenêtres nichées dans la région de Guelma montre un taux d'argiles qui varie de 12,56 à 38,63%, un taux de limons de 6,63 à 24,58% et de 36,79 à 81,71% pour les sables. Pour les nids des hirondelles rustiques ; elle nous a donné : pour les nids de la région de Guelma ; l'argile est de 18,20 à 40,14%, le limon est de 17,86 à 49% et le sable est de 19,86 à 46,29%. Pour les nids de la région de Khenchela : le taux d'argile est de 28,56%, le limon est de 12,43% et le sable est de 59,01% et pour les nids prélevés de la région de Mila le taux d'argiles est de 22 à 24%, le taux de limons est de 13,28 à 25,80% et le taux de sable est de 52,20 à 62,72%. La représentation de ces résultats sur les diagrammes de classification des sols, a donné, en général, pour les échantillons des nids de l'hirondelle de fenêtres nichée dans la région de Guelma, des limons argileux et des limons sableux, pour les échantillons de l'hirondelle rustique nichée dans la région de Guelma, des Limons argileux et des limons, pour les échantillons de la région de Khenchela, des Limons Argilo-sableux et pour la région de Mila ,des Limons Argilo-sableux.

Les résultats des analyses statistiques montrent généralement, l'absence d'une différence significative entre les deux moyennes de l'argile ($p = 0,259431$). Par contre il y a une différence significative entre les deux moyennes de limon ($p = 0,000982$) (Figure 20) et de sable ($p = 0,015173$). L'absence d'une différence significative entre les deux moyennes de l'argile confirme le choix qualitatif des matériaux de construction de nid. La corrélation entre le poids des trois composants (Argile, limon et sable) dans les échantillons testés montre que l'argile est corrélée positivement et significativement avec le limon donc c'est une relation



Conclusion.....

proportionnelle directe ($r = 0,2918$; $N= 6$; $p < 0,05000$), une corrélation négative et significative été observée entre l'argile et le sable ($r = -0,7596$; $N= 6$; $p < 0,05000$) ce qui signifie qu'il existe une relation proportionnelle inverse entre l'argile et le sable et il existe aussi une corrélation négative et significative entre le limon et le sable ($r= -0,8434$; $N=6$; $p < 0,05000$) ce qui signifie qu'il existe une relation proportionnelle inverse entre le sable et le limon.

Donc, l'analyse écologique montre que les hirondelles rustiques et les hirondelles de fenêtres nicheuses dans le Nord-Est Algérien utilisent les mêmes composants du sol pour construisent ses nids et recherchent à un type particulier de sol où le sol limoneux et argileux est la meilleur boue et la matière première pour construire et renforcer ces nids.



Références bibliographique



Références bibliographiques.....

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

Allen R.W. et Nice M.M., 1952. A Study of the Breeding Biology of the Purple Martin (*Progne subis*). American Midland Naturalist, 47: 606-665.

Ambrosini R., 2000. Effecti della dismissione delle pratiche tradizionali di allevamento bovino sulle popolazioni di rondine (*Hirundo rustica*). Parco Regionale Adda Sud. p.p. 1-314.

A.N.D.I., 2013. INVEST IN ALGERIA wilaya de Khenchela.

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

Anonyme, 2009. Plan promotionnel touristique de la Wilaya de Mila. 49 p.

Atmania D., 2010. Minéralogie des argiles et phénomène de retrait-Gonflement dans le bassin de Mila (Nord constantinois). Thèse de doctorat. Université Mentouri, Constantine 172p.

Bahaz N., Boubat N. et Laamour S., 2019. Stratégies du choix des matériaux de construction du nid des hirondelles rustiques dans le Nord-Est d'Algérie. Mémoire master II en écologie. Université de Ghardaïa, p32.

Bamahammed A.M., 2011. Caractérisation des espèces proies de l'hirondelle de fenêtres *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans la région de Tamanrasset. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en science agronomiques. Université Kasdi Merbah – Ouargla. 118p.

Beal F.E.L., 1918. Food habits of the swallows, a family of valuable native birds (enanglaisseulement). U.S. Department of Agriculture Bulletin 619.

Berkal K. et Elouaere F., 2014. Inventaire et écologie des oiseaux d'eau au niveau du Barrage de Béni Haroun (Wilaya de Mila): saison d'hivernage 2013/2014. Mémoire Master II, Centre Universitaire de Mila. p85.

Boukhechem R., 2010. Expérimentation Participative et Adaptative de Modèles de Gestion des Ressources Forestières dans la Chaîne Montagneuse de l'Atlas (Algérie, Maroc, Tunisie), partie algerie zones forestieres de bouhmama et M'Sara wilaya de khenchela.

Brown C.R. et Brown M.B., 1999. Fitness components associated with clutch size in cliffswallows. *Auk* 116: 467-486

Bryant D.M. et Westerterp K.R., 1983. Time and energy limits to brood size in House Martins (*Delichon urbica*). *J. Anim. Ecol.* 52: 905-925

Beal F.E.L., 1918. Food habits of the swallows, a family of valuable native birds (enanglaisseulement). U.S. Department of Agriculture Bulletin 619.



Références bibliographiques.....

- Bryant D.M. et Westerterp K.R., 1983.** Time and energy limits to brood size in House Martins (*Delichon urbica*). *J. Anim. Ecol.* 52: 905-925
- 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.
- Cramesnil T., 2011.** L'Hirondelle De Fenêtres : *Delichon urbicum*.
- Cramp S., 1988.** Handbook of the Birds of Europe the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palearctic. Volume 5, Tyrant Flycatchers to Thrushes. Oxford University Press, Oxford.
- Cramp S., 1988.** The birds of Europe the Middle East and North Africa. Vol V. Oxford University Press.
- Daoudi-Hacini S., Voisin J.F., Doumandji S. et Benchikh C., 2005.** Caractéristiques physico-chimiques des nids de l'hirondelle de fenêtres (*Delichon urbica*) dans Mitidja (Algérie). *Aves*; 42/1-2 : 9-12.
- De Bont A.F., 1962.** Composition des bandes d'hirondelle de cheminée dans son quartier d'hiver, *Gerfaut*, 52 : 298-343.
- Delbert L., Kilgore J.R., Kathy L. et Knudsen., 1977.** Analysis of materials in cliff and barn swallow nests: relationship between mud selection and nest architecture. *The Wilson bulletin*. 89 (4): 562-571.
- Del Hoyo J., Elliot A. et Christie A., 2004.** Handbook of the Birds of the World. Vol 9. Cotingas to Pipits and Wagtails. Lynx Edicions, Barcelona.
- Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (D.P.A.T.), 2008.** Rapport Interne, Monographique De La wilaya De Guelma.
- Fenghour H., 2018.** Ecologie des Hirondelles (Hirondelle de fenêtres *Delichon urbica* et Hirondelle rustique *Hirundo rustica*) dans la ville de Tébessa (Est algérien). Thèse de Doctorat. Université Chadli Bendjrid, El-Tarf, p2-17.
- Geroudet P. mise à jour par Cuisin M., 1998.** Les passereaux d'Europe tome 1 des coucous aux merles. Delachaux et Niestlé, Paris, France pp 199-207.
- Haddad S., (2015).** Analyse écologique de l'hirondelle rustique *Hirundo rustica* dans le Nord-Est de l'Algérie. Thèse de doctorat. Université de Guelma, 3-6 p.
- Joachim et Haupt H. 1993.** Guide des mille-pattes, arachnides et insectes de la région méditerranéenne. Edition : Delachaut et Niestlé.
- Khellaf K., 2019.** Cadre géologique, minéralogique et analyses des différents paramètres des formations argileuses variées en zone occidentale du bassin de Mila, Algérie Nord orientale. Thèse de Doctorat, Université Larbi Tébessi -Tébessa-, 229p.



Références bibliographiques.....

- Kisserli O., 1997.** Place des insectes dans le régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtres *Delichon urbica* L. 1758 (Aves, Hirundinidae) à Jijel. Thèse de Magistère. Institut National Agronomique, El-Harrach, 157 p.
- Lahlah N., 2010.** Traits d'histoire de vie et régime alimentaire de l'Hirondelle de fenêtres (*Delichon urbica meridionalis*) dans le Nord-est Algérien. Thèse Doctorat. Université BADJI Mokhtar. Annaba.
- Ligue pour Protection des Oiseaux (L.P.O.), 2002.** Les hirondelles sont en déclin. *Natura Science*.
- Milla A., 2008.** L'Ornithochorie dans différents milieux du Sahel et du Littoral algérois. Thèse de Doctorat, Institut National d'Agronomie El HARRACH. 351 p.
- Møller A.P., 1983.** Changes in Danish farmland habitats and their populations of breeding birds. *Holarctic Ecology* 6.p.p. 95-100.
- Moller A.P., 1985.** Mixed reproductive strategy and mate guarding in a semi-colonial passerine, the Swallow *Hirundo rustica*. *Behav. Ecol.* 17: 401-408
- Moller A.P., 1987.** Nest lining in relation to the nesting cycle in the Swallow *Hirundo rustica*. *Omis Scand.* 18: 148-149
- Møller A.P., 1994.** Sexual selection and the barn swallow. Oxford University Press, Oxford.
- Møller A.P., 1994.** Parasites as an environmental component of reproduction in birds as exemplified by the swallow *Hirundo rustica*. *Ardea* 82 (1): 161 - 171.
- Nature S., 2010.** NatureServe Explorer: An online encyclopedia of life (application Web) (en anglais seulement). Version 7.1. NatureServe, Arlington (Virginie). (consulté le 31 décembre 2010).
- Neuray P., 1982.** Une colonie d'Hirondelles de fenêtres (*Delichon urbica*) dans une étable, Neuve. *Aves*, 22/1: 35.
- Papoulis D., Tzortzakaki O., Avramidis P., Mentis P., Lampropoulou P. et Iliopoulos G., 2018.** Mineralogical and textural characteristics of nest building geomaterials used by three sympatric mud-nesting hirundine species. *Scientific Reports*. 2018; 11050(8): 1-13.
- Perrins C. et Cuisin M., 1987.** Les oiseaux d'Europe. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel. 320p.
- Peterson R. 2006.,** Guide p des oiseaux de France et d'Europe. Édition : *Delachaux et Niestlé*, Paris, France.
- Pyle P., 1997.** Identification Guide to North American Birds, Part 1 : Columbidae to Ploceidae. Slate Creek Press, Bolinas (California).
- Rouaiguia M., 2015.** Contribution à l'étude écologique de l'Hirondelle de fenêtres *Delichon urbica* dans le Nord-Est de l'Algérie. Thèse de Doctorat. Université de Guelma. p 9.

Références bibliographiques.....



Safran R., 2006. Nest-site selection in the barn swallow, *Hirundo rustica*: What predicts seasonal reproductive success?, *Canadian Journal of Zoology*. 84(11): 1533-1539.

Sakraoui R., 2012. Impact du régime alimentaire et du parasitisme sur la reproduction des populations de l'Hirondelle de cheminé (*Hirundo rusticarustica*) dans le Nord est Algérien. Thèse de Doctorat, Université de Badji Mokhtar, Annaba.

Shields W.M., 1984. Factors affecting nest and site fidelity in Adirondack Barn Swallows (*Hirundo rustica*) (en anglais seulement). *Auk* 101:780-789.

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

Site web: <https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/zoologie-hirondelles-sont-declin-111/page/2/>. 2002 Modifié en 2015.

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.

Turner A., 2010. The barn swallow. T& AD Poyser, London, UK.

Urfi A., 2003. Breeding ecology of birds. *Resonance*, 8 (7), 22-32p.

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

Vansteenwegen C., 1988. Choix de l'habitat, fidélité et répartition spatiale chez l'Hirondelle de cheminée. *Alauda*. 56(4): 350-364.

Verheyen R., 1947. Les passereaux de Belgique deuxième partie Patrimoine du musée royal d'histoire naturel de Belgique, Bruxelles, Belgique pp 345-351.

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

Zouaidia H., 2006. Bilan des incendies de forêts dans l'est algérien cas de Mila.