



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الابراهيمى برج بوعريبيج

Université Mohammed El Bachir El Ibrahim B.B.A

كلية علوم الطبيعة و الحياة و علوم الارض و الكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم الفلاحية

Département des Sciences Agronomiques

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Biodiversité et environnement

Intitulé :

Contribution à l'étude écologique de l'Hirondelle de Fenêtre
nicheuse (*Delichon urbicum*) à haute altitude

Présenté par :

DAHILI YOUSRA & MAHOUCHE YOUSRA

Soutenu le 25 /06/2023, Devant le Jury:

	Nom & Prénom	Grade	Affiliation / institution
Président :	M.MEKHALFI Hamoudi	M.C.B.	Faculté SNV-STU, Univ. de B.B.A
Encadrant :	M. BENSOUILAH Taqiyeddine	M.C.A	Université de B.B.A.
Examineur :	M. BOULAOUAD B.Aymen	M.C.B	Université de B.B.A.

Année Universitaire 2022/2023

Remerciements

Avant tout, nous remercions le bon Dieu tout puissant qui nous avoir donné la force pour survivre, ainsi que l'audace pour dépasser toutes les difficultés et de nous avoir permis d'arriver à ce stade-là.

*Nous remercions exclusivement mon encadreur « **Bensouilah Taqiyeddine,** » pour sa gentillesse, sa disponibilité, sa confiance sa fidélité sa patience son soutien nous reconnaisent pour son merveilles travaille et pour partage avec nous ses précieuses information et expérience merci pour être un excellent exemple et pour être le meilleur professeurs durant nos parcourt d'étude.*

*Nous adressons nos sincères remerciements aux membres de jury « **Mekhalfi Hamoudiet Boulaouad B.Aymen** » qui ont accepté d'évaluer ce modeste travail Nos remerciements vont également tous les enseignant et tous les responsables et employés de la faculté d' SNV-STU sur lesquelles nous avons travaillé pour nous accompagner.*

En dernier, nos vifs remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.



Dédicace

Avec l'aide de la protection d'ALLAH

Je tiens exprimer ma profonde reconnaissance a mes parents :

Ma chère mère Farida et mon chère père Abdeslam ,qui a œuvré ma réussite de par leur amour ,leur sacrifices ,pour ton assistance et la présence dans ma vie.je te remercie encore pour ton éducation et ton soutien permanent, et je demande que dieu a les protéger a moi.

A mon chers marie Houssam qui peut être fier de moi ,je te remercie pour ces conseils et de m'avoir aidé et encouragé pour réalisé se travaille ,son soutien et sa présence permanent dans les moments dure.

A mon chers frère et sœur :

Mouhames et wissam les bijoux de la famille ,que m'ont souvent redonné le courage et le sourire

A ma chère amie : Yousra

Je dédice ce travail a mon amie ,ma sœur et ma bien –aimée Yousra , et la remercie d'avoir accepté son travail avec moi et de me soutenir.

A toues les personnes qui m'ont encouragé et qui m'ont aimé



Yousra Dahili

Dédicace

Avec l'aide de la protection d'ALLAH

Je dédie ce modeste travail :

*A ma chère mère « **Belfaress Aicha** » la joie de ma vie Les mots me manquent pour
exprimer*

*Toute ma reconnaissance pour tout ce que Fait pour mon bonheur et ma réussite. Ton
patience, ton amour, ton confiance et ton soutien dans toute les période de ma vie
merci mamment, Que*

Dieu te protège et T'accorde-le Bonheur, la santé et la longue vie.

*A mon cher Père « **Mahouache Hachmi** » nulle expression ne peut traduire le
Noble sentiment que j'ai à ton égard, pour l'amour que tu m'as toujours Porte, pour ta
Patience ET ta générosité.*

*A mes chère frères « **Nassim; Sofiane, Mouhamed ; Abd elmalek, hamza et aymen** » la
joie de mon cœur je vous remercie pour vous gentilles votre soutiens votre amour
votre patience avec moi et pour votre confiance de moi toujours ce travail et dédie
pour vous.*

*Mes chère sœurs « **Sara et Souad** » la sourit de mes lèvres les bijoux de ma famille je
vous remercie pour votre amour votre soutiens pour être toujours avec moi je vous
aimer.*

*Je remercie ma chère cousine« **Debich Faten** » et mon chère cousin« **Guissous Walid**
»pour votre soutein votre amour merci pour être toujours avec moi.*

*Je dédie ce travail à mon amie, ma sœur et ma bien –aimée Yousra, et la remercie d'avoir
accepté son travail avec moi et de me soutenir.et mes chères amie« **nihad et Imane** »*

*Je remercie toute la promo de biodiversité pour toute les souvenir toute les sourire la
joie et les doux moments que nous avons vécus ensemble.*

A toutes les personnes qui m'ont encouragé et qui m'ont aimé



Yousra Mahouach

Table des Matières

Résumés	
Liste des Abréviations	
Liste des Figures	
Liste des photos	
Liste des Tableaux	
Introduction.....	1
Chapitre 01: Description de la région d'étude	
1. Situation géographique	3
2. Relief et morphologie	4
2.1. La zone des hautes plaines	4
2.2. La zone montagneuse	4
2.3. La zone steppique.....	4
3. Hydrologie	4
3.1. Le bassin versant « Soummam ».....	5
3.2. Le bassin versant « chott du Hodna ».....	5
4. Climat	5
4.1. Température	5
4.2. Humidité Relative.....	7
4.3. Précipitation	7
4.4. L'évaporation	8
4.5. L'évapotranspiration.....	9
4.5.1. Méthode de Thornthwaite (1944).....	9
4.5.2. Formule de Turc (1962).....	10
4.6. Rythme climatique.....	10
4.7. Diagramme pluviométrique	11
4.8. Indice d'aridité de Martonne	11
4.9. Climagramme d'Emberger.....	12
Chapitre 02: Matériel et méthodes	
1. Choix des stations d'étude	21
2. Recherche des nids et suivi	23
3. Paramètre de la reproduction	24

3.1. Date d'arrive.....	24
3.2. Date et période de ponte	24
3.3. Grandeur de ponte	24
3.4. Caractéristique des œufs	24
3.5. Durée d'incubation	24
3.6. Succès à l'éclosion.....	24
3.7. Succès à l'envole	25
3.8. Succès de la reproduction	25
3.9. Facteurs d'échec	25
4. Caractéristiques écologique des nids.....	25
5. Etude expérimentale	26
6. Etude statistique	26
Chapitre 03: Résultats et discussion	
1. Biologie de reproduction	28
1.1. Phénologie de ponte.....	28
1.2. Grandeur de ponte	30
1.3. Dimensions des œufs	34
1.4. Durée d'incubation	36
1.5. Nombre d'œufs éclos	37
1.6. Nombre de jeunes envolés	39
1.7. Succès de la reproduction	39
1.8. Facteurs d'échecs.....	40
2. Ecologie de la reproduction	41
3. Etude expérimental.....	42
3.1. Parasitisme du couvain	42
3.2. Nettoyage du nid	44
Conclusion	44
Référence bibliographiques	
Annexe	

Liste des abréviations

- ✓ **B.B.A** : Bordj Bou Arreridj
- ✓ **C°** : Degré Celsius
- ✓ **ETP** : Evapotranspiration
- ✓ **ETR** : Evapotranspiration Réelle
- ✓ **f ()** : Terme correctif fonction de la durée théorique de l'insolation, la latitude et du mois
- ✓ **km** : Kilomètre
- ✓ **Km²** : Kilomètre carré
- ✓ **p** : Précipitations
- ✓ **Q2** : Quotient pluviométrique

Liste Des Figures

N°	Liste des figures	Page
01	Situation géographique de la région d'étude.	03
02	Variation des températures mensuelles maximales (M), minimales (m) et moyenne en degré Celsius de la région de B.B.A, période (2013/2022).	06
03	Diagramme pluviométrique de la région de Bordj Bou Arreridj (2013 – 2022).	11
04	Situation de la région de BBA dans le climagramme d'emberger (2013,2022)	13
05	Représentation des sites d'étude sur la carte géorgique de la région de BBA	23
06	Phénologie de ponte de l'Hirondelle de fenêtre	28
07	Variation de la phénologie de ponte entre les 3 sites d'étude en 2023	29
08	Variation des durées d'incubation chez l'Hirondelle de fenêtre.	31
09	Variation de grandeur de ponte par rapporte de profondeur du nid.	33
10	Variation de grandeur de ponte par rapporte largeur du nid.	34
11	Variation des durées d'incubation chez l'Hirondelle de fenêtre.	37
12	Variation de nombre d'œuf éclos chez l'Hirondelle de fenêtre.	39

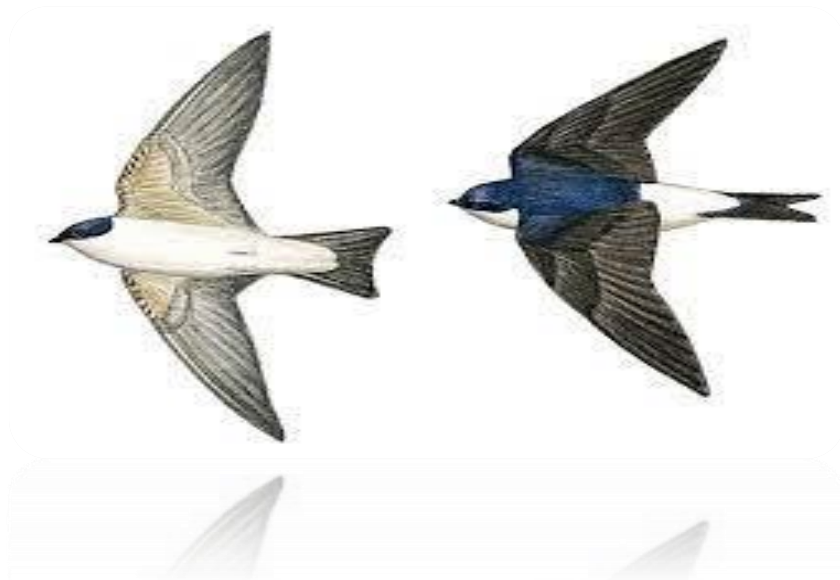
Liste des Photos

N°	Liste des photos	Page
01	œuf de l'hirondelle de fenêtre delichion urbica (cliché personnelle).	30
02	Monsuration des œufs (cliché personnele).	35
03	Oisillon de l'hirondelle de fenêtre éclos.	38
04	Des oisillons de l'hirondelle de fenêtre morte.	41

Liste des tableaux

N°	Liste des tableaux	Page
01	: représente les données relatives aux températures mensuelles moyennes de la région de B.B.A enregistré pendant la période (2013/2022).	06
02	Températures annuelle moyennes de la région de Bordj Bou Arreridj pour la période (2013/2022).	07
03	Humidité relative mensuelles obtenues à B.B.A. durant la période de (2013-2022) exprimées en %.	07
04	Précipitations mensuelles (en mm) obtenues à B.B.A. durant la période de (2013-2022) exprimées en mm	08
05	Précipitations annuelle moyennes de la région de Bordj BBA pour la période (2013/2022).	08
06	L'évaporation mensuelle (en) obtenues à B.B.A. durant la période de (2013-2018) exprimées en mm.	08
07	l'évapotranspiration potentielle (ETP) calculé par la formule de Thornthwaite	10
08	Classification de l'indice selon MARTONNE (Salama, 2019).	10
09	Le rythme climatique de la région de B.B.A	10
10	Indice d'aridité de Martonne de la région de BBA durant la dernière décennie.	12
11	l'application numérique formule de TURC pour la région de BBA	12
12	représente la situation géographique des sites d'étude d'hirondelle de fenêtre dans la région de B.B.A	22
13	Matrice de Corrélation entre les dimensions des œufs	35
14	ANOVA variation des dimensions des œufs en fonction de la grandeur	35
15	ANOVA variation des dimensions des œufs en fonction des sites (Altitudes).	36
16	facteurs d'échecs	41

Résumés



Résumé

Nous avons mené une étude de la biologie de la reproduction de l'Hirondelle de fenêtre (*Delichon urbicum*) nicheuse dans des paysages montagneux, steppique et de haute plaine dans une région à vocation agro-pastorale, Bordj Bou Arreridj, durant la période mars-mai 2023.

Dans la présente étude, nous avons documenté quelques traits d'histoire de vie de l'espèce à haute altitude. Les paramètres suivants ont été enregistrés : la date et la période de ponte, la grandeur de ponte, les dimensions des œufs, la durée d'incubation, le succès de reproduction et les principaux facteurs d'échecs. Entre autres, nous avons étudié la réponse de l'espèce pendant les étapes avant-ponte, œuf et oisillons à quatre types d'objets de forme et couleurs différentes afin d'évaluer si l'espèce fait un assainissement du nid et par conséquent adopte une stratégie de défense contre le parasitisme du couvain.

Les résultats obtenus montre que les dates de ponte ont été précoce cette année, la grandeur de ponte diminue au cours de la saison de reproduction, le succès à l'éclosion et le succès de reproduction ont été faible. On a trouvé que les hirondelles de fenêtre n'acceptent pas le parasitisme du couvain. Nous apportons, par la présente étude, de nouvelles informations sur cette espèce nicheuse dans une zone aride à haut altitude, un fait qui contribue à la compréhension des changements dans les traits d'histoire de vie de l'espèce.

Mots clés : Hirondelles de fenêtre, altitude, biologie de reproduction, grandeur de ponte, succès de reproduction, parasitisme du couvain.

Abstract

We conducted a study of the reproductive biology of the common house martin (*Delichon urbicum*) nesting in a mountainous, steppe and high plain landscape in an agro-pastoral region, Bordj Bou Arreridj, during the period March- May 2023.

In the present study, we have documented some life history traits of the species at high altitude. The following parameters were recorded: laying date and period, laying size, egg dimensions, incubation period, reproductive success and main failure factors. Among other things, we studied the response of the species during the pre-laying, egg and nestling stages to four types of objects of different shapes and colors in order to assess whether the species cleans up the nest and therefore adopts a defense strategy against brood parasitism.

The results obtained show that the laying dates were early this year, the laying size decreases during the breeding season, hatching success and reproductive success were low. House swallows have been found not to accept brood parasitism. We bring, by the present study, new information on this species nesting an arid zone at high altitude, a fact which contributes to the understanding of the changes in the life history of the species.

Key words: the common house martin , altitude, reproductive biology, clutch size, reproductive success, brood parasitism.,

ملخص

Delichon (الأوروبي السنونو عش في التكاثر لبيولوجيا رسة ا د أجرينا
urbicum) في)
برج رعوية، رعية از منطقة في السهول وعالية وسهوب جبلية منطقة
مارس الفترة خلال بوعريريج،
على الأنواع حياة تاريخ سمات بتوثيق بعض قمنا رسة، ا الد هذه في 2023 - مايو
تم .عالية ارتفاعات
البيض، أبعاد القابض حجم البيض، وضع وفترة تاريخ :التالية المعلومات تسجيل
الحضن، فترة
استجابة درسنا أخرى، أمور بين من .الرئيسية الفشل وعوامل التكاثر نجاح
ما مرحلة أثناء الأنواع
اشكال ذات مجسمات وضع طريق عن التعشيش رحل ا وم البيض وضع قبل
من مختلفة واللوان
دفاعية رتيجية ا است تتبنى وبالتالي العش، تنظف الأنواع كانت إذا ما تقييم أجل
الحضنة تطفل ضد
مبكر وقت في كانت مواعيد التبييض أن عليها الحصول تم التي النتائج أظهرت
العام، هذا من
التكاثر ونجاح الفقس نجاح وكان التكاثر، موسم خلال التبييض حجم وانخفض
العثور تم .منخفضًا
ا الد هذه خلال من تقدم، .الحضنة تطفل تقبل لا المنزلية السنونو طيور ان على
معلومات رسة،
وهي عالية، ارتفاعات على قاحلة منطقة في يعيش الذي النوع هذا عن جديدة
في تساهم حقيقة
الأنواع حياة تاريخ في رت ا التغيي فهم
القابض، حجم التكاثر، بيولوجيا الارتفاع، السنون طائر :المفتاحية الكلمات
نجاح

التكاثر، تطفل الحضنة

Introduction



Introduction

L'altitude crée un gradient environnemental le long duquel les traits d'histoires de vie des oiseaux varient. Elle signifie des environnements défavorables pour la reproduction de nombreux passereaux. Certains chercheurs ont suggéré qu'en raison du climat rigoureux et de la faible abondance des ressources alimentaires (**LIANG, 2021**), les oiseaux qui se reproduisent à haute altitude pourraient investir moins dans la tentative de reproduction (**Bears et al. , 2009**). Les résultats de plusieurs études portant soit sur des populations (**Lui et al., 2009**) soit sur des espèces (**Badyaev 1997 ; Badyaev et Ghalambor, 2001**) appuient cette hypothèse.

Un certain nombre d'études ont détecté que les oiseaux nicheurs à haute altitude ont tendance à produire moins de couvées par an, de plus petites grandeurs et des œufs plus large que ceux qui nichent à basse altitude (**Badyaev 1997 ; Lu, 2005 ; Lu et al., 2010**). Par rapport à leurs homologues à basse altitude, les oiseaux à haute altitude ont souvent une période de nidification plus longue (**Badyaev & Ghalambor, 2001**). Les mâles ont tendance à augmenter leurs efforts d'approvisionnement à hautes altitudes, une stratégie pour assurer le succès de la nidification dans des conditions difficiles à haute altitude (**Johnson et al., 2007**).

Une étude menée par Badyaev (1997) a suggéré que la grandeur de ponte diminue fortement avec l'augmentation des altitudes, car la disponibilité réduite des ressources alimentaires et la plus grande imprévisibilité climatique à haute altitude favorisent des grandeurs de ponte plus petites. Ces résultats ont été rapportés par de nombreuses autres études (**Badyaev & Ghalambor, 2001 ; Lu, 2005 ; Lu et al., 2010**).

L'objectif de la présente étude est de documenté les traits d'histoire de vie d'une espèce en déclin qui se reproduit dans une zone aride à haut altitude caractérisé par une fluctuation des précipitations au cours des derniers années, à savoir la région de Bordj Bou Arreridj. Nous avons cherché à déterminer si l'Hirondelle de fenêtre reproductrice dans la région d'étude était capable de s'adapter à des conditions environnementales difficiles et si ces derniers ont un effet sur le succès de la reproduction.

De plus, nous étions intéressés à déterminer quelles réponses comportementales étaient suscitées par les couples nicheurs vis-à-vis l'insertion des objets étrangers pour évaluer

Introduction

la capacité de l'espèce à effectuer un assainissement du nid et est ce qu'elle lutte contre le parasitisme du couvain.

Ce travail est organisé en trois chapitres interdépendants :

- ✓ Le premier chapitre est consacré à la description de la région d'étude.
- ✓ Le deuxième chapitre décrit la méthodologie adoptée pour la réalisation de ce travail.
- ✓ Le dernier chapitre est consacré à la présentation des résultats obtenus et leurs interprétations.

Chapitre 01:
Description de la
région d'étude



1. Situation géographique

Géographiquement la wilaya de Bordj Bou Arreridj est comprise entre les parallèles 35° et 37° de latitude Nord et entre les méridiens de longitude 4° et 5° à l'Est de GREENWICH. Située sur les hauts plateaux Est du pays, elle s'étend sur l'axe Alger - Constantine et est limitée :

- Au Nord, par la Wilaya de Bejaia.
- A l'Est, par la wilaya de Sétif.
- A l'Ouest, par la wilaya de Bouira.
- Au Sud, par la wilaya de M'Sila.

La wilaya s'étend sur une superficie de l'ordre de 3 920,42 Km², soit près de 1/600^{ème} du territoire national (**conservation des forêts**)

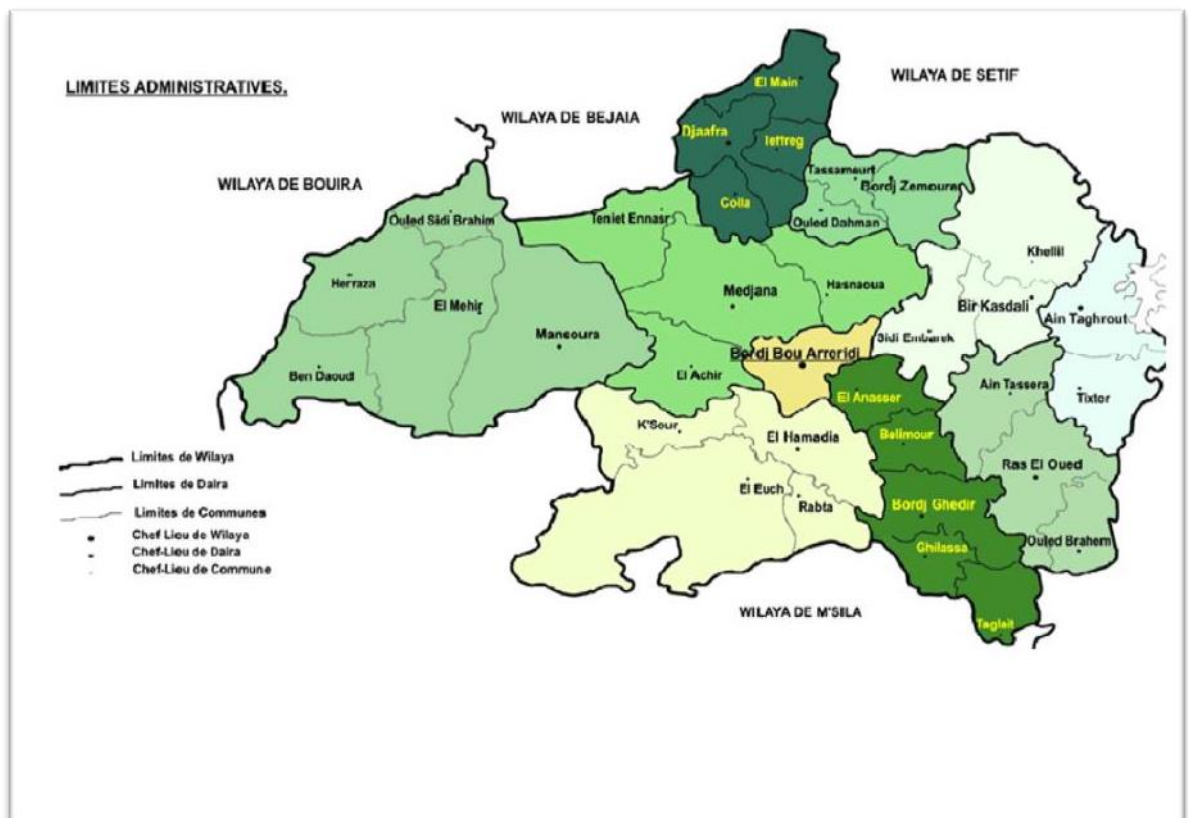


Figure 01 : Situation géographique de la région d'étude.

2. Relief et morphologie

L'altitude de la wilaya varie entre le point culminant dans la commune de Taglait, au Sud de la Wilaya, à 1885 m sur Djebel Echeldj de la chaîne des Maâdid où se trouve la Kalaâ des Beni Hammed et le point le plus bas sur l'Oued Bousselam à l'Est, soit 302 m. Schématiquement, le relief de la wilaya peut être décomposé en 3 grandes zones: **(Conservation des forêts).**

2.1. La zone des hautes plaines

A vocation céréalière, elle s'étend de la chaîne des Bibans à l'Ouest jusqu'au barrage de Ain Zada à l'Est. Au Nord, elle est limitée par les hauteurs de Teniet Ennasr et Bordj Zemoura et au Sud, par les monts des Maâdid. Cette zone se caractérise par un relief ondulé dont les parties hautes voient affleurer le substrat marneux et dont les parties basses sont noyées par des alluvions et colluvions. Les hautes plaines occupent les superficies les plus importantes. Avec une pluviométrie assez convenable comprise entre 400 et 600 mm, hors les périodes de sécheresse. **(Conservation des forêts).**

2.2. La zone montagneuse

Le cadre montagneux du Nord formé par la chaîne des Bibans s'étend entre Ouled Sidi Brahim à l'Ouest et Bordj Zemmoura à l'Est. Les flyschs des montagnes du Nord sont des argiles schisteuses épaisses entrecoupées par des bancs de calcaires et de grès.

L'ensemble de ces reliefs est très sensible à l'érosion mécanique des terres cultivables où domine l'arboriculture essentiellement l'olivier et le figuier. **(Conservation des forêts).**

2.3. La zone steppique

La zone Sud est constituée de sols légers à vocation agropastorale. Cependant une sous zone traversée par l'Oued Lakhdar permet la pratique de cultures maraîchères et l'arboriculture fruitière en irrigué. **(conservation des forêts).**

3. Hydrologie

Le réseau hydrographique de la wilaya est caractérisé par deux principaux, sens d'écoulement opposés séparés par une ligne de partage des eaux.

Cette limite naturelle correspond à la limite de grands bassins versants:

(Conservation des forêts).

3.1. Le bassin versant « Soummam »

Le sens d'écoulement principal est Sud - Nord et couvre la moitié septentrionale de la wilaya à prédominance marneuse ou argileuse imperméable. Les points d'eaux y sont rares. **(Conservation des forêts).**

3.2. Le bassin versant « chott du Hodna »

Il s'étend sur la moitié méridionale de la Wilaya. On y trouve de nombreuses sources ayant un débit appréciable. Les sources issues des reliefs ou des puits creusés dans les zones plus basses participent pour une large part à l'alimentation des populations en eau potable ainsi qu'à l'irrigation des parcelles agricoles. L'insuffisance des ressources en eaux souterraines est justifiée par la nature peu perméable d'une grande partie des terrains du territoire de la wilaya. **(conservation des forêts).**

Le barrage de Ain Zada, érigé sur l'Oued Bousselam permet d'alimenter en eau, des villes comme Ain Taghrout, Sidi Embarek, Medjana, Hasnaoua, Bordj Bou Arreridj, Sétif et El Eulma. **(conservation des forêts).**

4. Climat

Le climat d'une région peut se définir comme un inventaire de décennies des statuts alternative de l'atmosphère et des autres airs qui caractérise l'environnement. A l'échelle universelle le climat est un facteur écologique très important, qui contrôle les processus d'altération et dévolution des différents éléments organiques et minéraux. **(Luis et al., 1988).**

4.1. Température

La température est un facteur limitant très important, car elle contrôle plusieurs processus métabolique et contrôle de ce fait la répartition de toutes espèces et des communautés d'êtres vivants dans la planète **(Ramade, 2009).**

Le Tableau 01 : représente les données relatives aux températures mensuelles moyennes de la région de B.B.A enregistré pendant la période (2013/2022).

Moi Tc°	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Mm	2.18	3.07	5.16	8.25	11.79	16.79	20.19	18.51	15.58	11.44	6.63	4.13
MM	11.86	13.92	16.01	21.41	26.06	33.17	37.11	34.72	29.7	22.72	15.34	13.03
TM	6.35	8.11	10.68	14.64	19.15	25.4	29.67	27.08	22.67	16.89	10.86	8.52

MM : est la moyenne mensuelle de températures maxima.

Mm : est la moyenne mensuelle de températures minima.

TM : Moyenne mensuelle des températures.

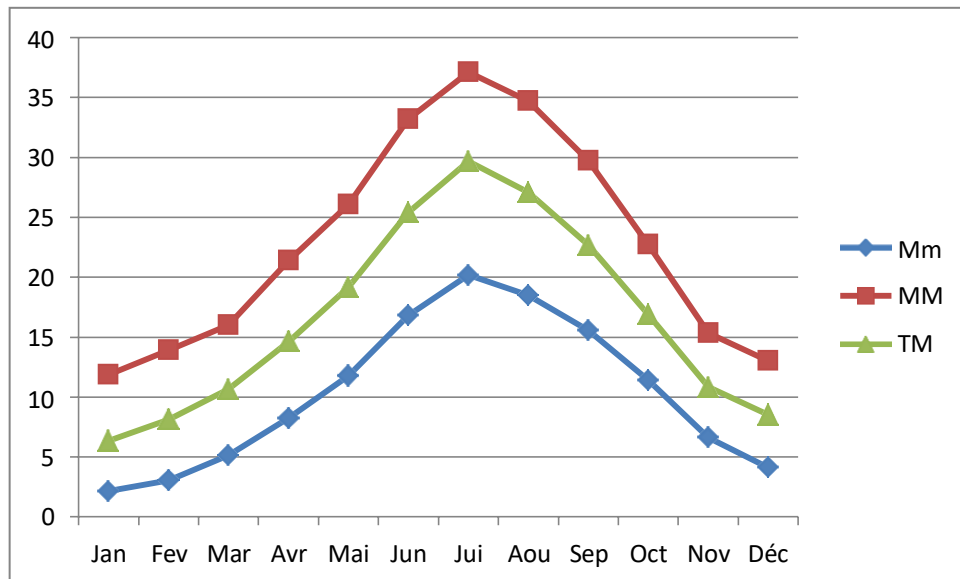


Figure 02 : Variation des températures mensuelles maximales (M), minimales (m) et moyenne en degré Celsius de la région de B.B.A, période (2013/2022).

À l'échelle mensuelle, la température maximale est élevée pendant la période sèche, allant du mois de juin à septembre, avec un maximum de l'ordre **37,11°C** enregistré au mois de juin (**Figure 2**). Par contre, la période hivernale (décembre à février) est caractérisée par des valeurs plus basses varient de **13,03** à **14 °C**. La

température minimale **2,18 °C** a été enregistrée pendant le mois de janvier (**Tableau 1**). La moyenne annuelle fluctue entre **15,3 et 19,9 °C** (**Tableau 2**).

Tableau 02 : Températures annuelle moyennes de la région de Bordj Bou Arreridj pour la période (**2013/2022**).

Année	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
T °C	15,3	16,5	16	16,5	16,5	15,7	19,9	17,9	19,3	17,7

4.2. Humidité Relative

L'humidité est un facteur écologique important comme les autres facteurs est se définit comme le rapport en pourcentage de la pression réelle de vapeur d'eau à la pression de la vapeur saturante à la même température. Ont stipulé que l'humidité relative de l'air nécessite plusieurs éléments tels que la quantité d'eau tombée, le nombre de jours de pluie, la température des vents et la morphologie de la station considérée (**Ramade., 2009**).

Tableau 03 : Humidité relative mensuelles obtenues à B.B.A. durant la période de (**2013-2022**) exprimées en %.

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avar	Mai	Jun	Jui	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
HR	71,79	65,67	63,82	56,53	49,15	37,94	31,77	42,01	52,58	56,66	71,62	73,92

À l'échelle mensuelle, L'humidité relative est élevée pendant la période hivernale du mois de (Novembre, janvier) avec un maximum de l'ordre **73,92 %** enregistré pendant le mois de décembre. Par contre, au cours de la période estivale l'humidité relative s'attendre leur minimale au mois de juillet **31,77 %** (**Tableau 3**).

4.3. Précipitation :

La précipitation est un facteur écologique très important, ont peu dire fondamental sur plusieurs échelles, pour le fonctionnement des écosystèmes terrestres et certain écosystème limnique telle que (les lacs, les mers). L'importance réel de la précipitation ne se value pas par sa valeur volumique mais par son rythme (**Ramade., 2009**).

Tableau 04 : Précipitations mensuelles (en mm) obtenues à B.B.A. durant la période de (2013-2022) exprimées en mm (<https://www.infoclimat.fr>)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jen	Jeu	Aou	Sep	Oct	Nov	Des
P (mm)	22	21,39	36,57	35,93	31,49	12,25	7,3	10,12	19,81	21,29	26,9	26,87

Ce tableau montre que le mois d'avril et mai sont les mois les plus pluvieux avec une moyenne de **(33,93 mm/mois)**, tandis que Juillet le mois le plus sèche avec une faible précipitation de **(7,3 mm)**. Durant la dernière décennie, la moyenne annuelle varie la plus faible enregistré est **(178,32 mm)** en **2017** et celle la plus élevée est **(392,88 mm)** en **2013 (Tableau 5)**.

Tableau 05 : Précipitations annuelle moyennes de la région de Bordj BBA pour la période (2013/2022).

Année	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
P (mm)	392,88	286,2	318	237,72	178,32	339	197,52	242,28	192	372,72

4.4. L'évaporation

L'évaporation se définit comme la perte d'eaux par retour directe à l'atmosphère se forme de vapeur d'eaux, ces perte la peut avoir plusieurs origine telle que : le stockage d'eaux de surface dans la cavité du sol, du nappes d'eau libre, des déférents cours d'eaux telle que (les lacs, les mers) et dans le processus de transpiration chez les végétaux (**Liu et al. 2002**). La valeur la plus élevée a été enregistré durant le mois de juillet **(255,75 mm)** et la plus faible durant le mois de décembre **(42,3 mm)** (**Tableau 6**).

Tableau 06 : L'évaporation mensuelle (en) obtenues à B.B.A. durant la période de (2013-2018) exprimées en mm.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Evaporation	46,61	53,68	82,71	108,51	144,93	203,71	255,75	188,58	136,68	116,23	62,64	42,33

4.5. L'évapotranspiration

L'évapotranspiration est un phénomène écologique très complexe, car il intervient plusieurs paramètres aérodynamiques, énergétiques et biologiques, l'évapotranspiration est un terme utilisé pour définir une autre forme de cycle d'eau. On peut mesurer l'évapotranspiration par plusieurs méthodes telles que les formules mathématiques telles que : méthode Thornthwaite, Turc et Penman- Monteith-FAO .ces formules consistent à utiliser les données climatiques suivantes : la température de l'air, (moyenne, maximale, minimale), les rayonnements solaires, l'humidité relative, la vitesse du vent et la pression atmosphérique (Ludovic, 2004).

4.5.1. Méthode de Thornthwaite (1944)

La méthode de Thornthwaite est une méthode qui permet d'estimer l'évapotranspiration potentielle (ETP) avec l'utilisation de données climatiques simples comme : la température moyenne de l'air et la durée théorique de l'insolation, beaucoup d'auteurs utilisent cette formule car elle est facile et simple à appliquer dans l'établissement du bilan hydrique (François et Christian, 2005) ; Elle est donnée par la formule ci-dessous :

$$ETP = 16 \left(\frac{10 \cdot t^a}{I} \right) f(\varphi)$$

$$\sum_{i=1}^{12} t_i^{1.514}$$

t : température moyenne de l'air de la période considérée;

I : indice thermique annuel, est la somme de douze indices mensuels;

f () : terme correctif fonction de la durée théorique de l'insolation, la latitude et du mois ;

a : fonction complexe de l'indice I.

$$a = 0,016 I + 0,5$$

La valeur la plus importante a été enregistrée durant le mois de juillet (**164,84**) et la plus faible en janvier (**10,47**), (Tableau 7).

Tableau 07 : l'évapotranspiration potentielle (ETP) calculé par la formule de Thornthwaite

Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
10,47	16,21	26,53	46,62	75,35	124,86	164,84	140,01	101,89	60,20	27,33	17,71

4.5.2. Formule de Turc (1962)

Pour calculer ETP, on utilise la formule suivante :

$$ETR \text{ (mm/an)} = P / (0,9 + P^2/L^2)^{1/2}$$

ETR : évapotranspiration réelle (mm).

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

$$L = 300 + 25 t + 0.05 t^3$$

t : température moyenne annuelle (c°).

Tableau 08 : l'application numérique formule de TURC pour la région de BBA.

P (mm)	T (C°)	L	ETR (mm/an)
271,92	16,668	948,26	948,25

4.6. Rythme climatique

Tableau 09 : Le rythme climatique de la région de B.B.A

mois	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Jen	Jeu	Aou	Sep	Oct	Nov	Des
P	22	21,39	36,57	35,93	31,49	12,25	7,3	10,12	19,81	21,29	26,9	26,87
T	6,35	8,11	10,68	14,64	19,15	25,4	29,67	27,08	22,67	16,89	10,86	8,52

A partir de ce tableau en remarque que la région de BBA et caractériser par une variation saisonnière bien marqué qui se manifesté par une précipitation forte au printemps (**34.66**), et une précipitation moyenne dans l'hiver et l'automne et une très faible précipitation dans l'été .pour la température en remarque que elle été très élevés

en été et moyenne au printemps et l'automne une température faible dans l'hiver. En conclu que la région de Bordj Bou Arreridj caractérise par un hiver froid et humide et un été chaud et sec.

4.7. Diagramme pluviométrique :

D'après ce diagramme établi à partir des données des températures des précipitations de la station de bordj Bou Arreridj, on peut distinguer deux périodes. La première froide humide qui s'étale sur 5 mois, du mois de novembre jusqu'au mois d'avril. La seconde chaude sèche qui s'étale sur 7 mois, du mois de Mai jusqu'au mois d'octobre (Figure 03).

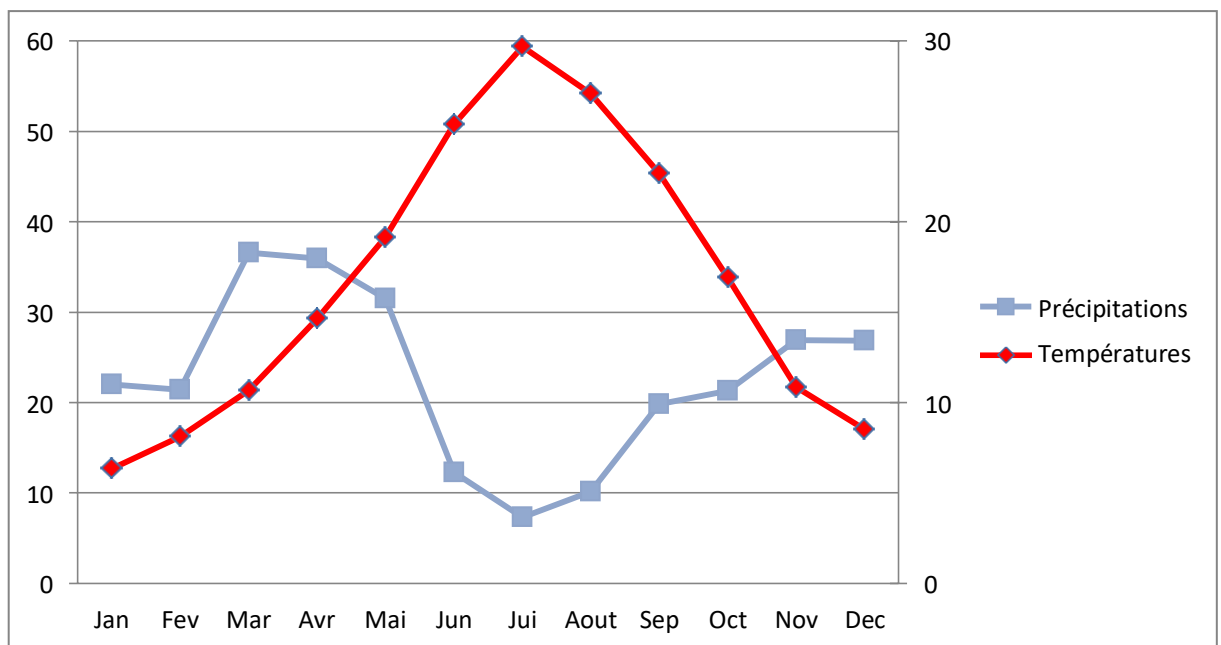


Figure 3 : Diagramme pluviométrique de la région de Bordj Bou Arreridj (2013 – 2022).

4.8. Indice d'aridité de Martonne

L'indice d'aridité aide à reconnaître le degré d'aridité d'une région, par l'utilisation des paramètres (La température moyenne et la précipitation moyenne) cet indice se calcule selon la formule suivante in (Vomoryba et al., 2019) :

$$I = p/T + 10$$

Ou :

T : température moyenne annuelle en °C

P : précipitation moyenne annuelle en mm

Tableau 10 : Classification de l'indice selon MARTONNE

Valeur de l'indice	Type de climat
0<I<5	Hyper aride
5<I<10	Aride
10<I<20	Semi-aride
20<I<30	Semi-humide
30<I<50	Humide

Durant la dernière décennie le climat de la région était semi-aride, **I= 10,35 mm/C°**. En revanche, durant les dernier 6 ans il a devenu aride avec un indice de **(9,16 mm/C°)**. Si on prend en considération les dernier 4 ans seulement l'indice diminue encore à **(8,82 mm/C°)** (**Tableau 10**).

Tableau 11 : Indice d'aridité de Martonne de la région de BBA durant la dernière décennie.

Année	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
T (C°)	15,3	16,5	16	16,5	16,5	15,7	19,9	17,9	19,3	17,7
P (mm)	392,88	286,2	318	237,72	178,32	339	197,52	242,28	192	372,72
p/t+10	15,52	10,8	12,23	8,97	6,73	13,19	6,61	8,68	6,55	13,45

4.9. Climagramme d'Emberger

L'indice d'Emberger est un indice bioclimatique, très utilisé en Afrique du Nord et en Méditerranée (**Emberger, 1931**) (**Gaussen, 1954**) (**Daget, 1977**). Cet indice prend en considération l'utilisation les paramètres écologiques suivant : (les précipitations annuelles, la moyenne des Maxima de température du mois le plus chaud (**M en °C**) et la moyenne des minima de température du mois le plus froid (**m en °C**) (**Emberger, 1955**). Cet indice est calculé par formule suivante (**Dajoz, 1971**).

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

Avec ;

Q_2 : quotient pluviométrique

P : précipitation moyenne annuelle en (mm)

M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud

m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid (°C)

$$Q_2 = 2000 * 271,92 / (310,11^2 - 275,18^2)$$

$$Q_2 = 29,02$$

D'après les données climatiques et la valeur de Q_2 indice de climagramme d'Emberger on déduit que la région de Bordj Bou Arreridj est classé dans l'étage bioclimatique de végétation aride à hiver frais durant la période (2013-2022) (Figure 4).

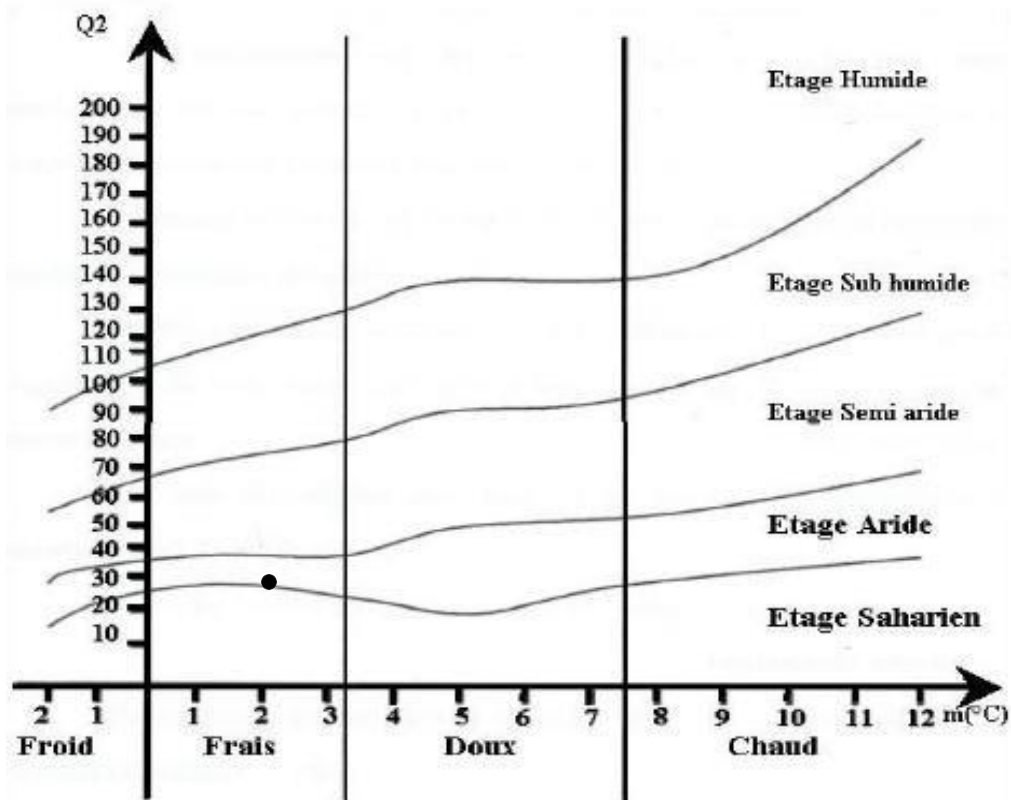
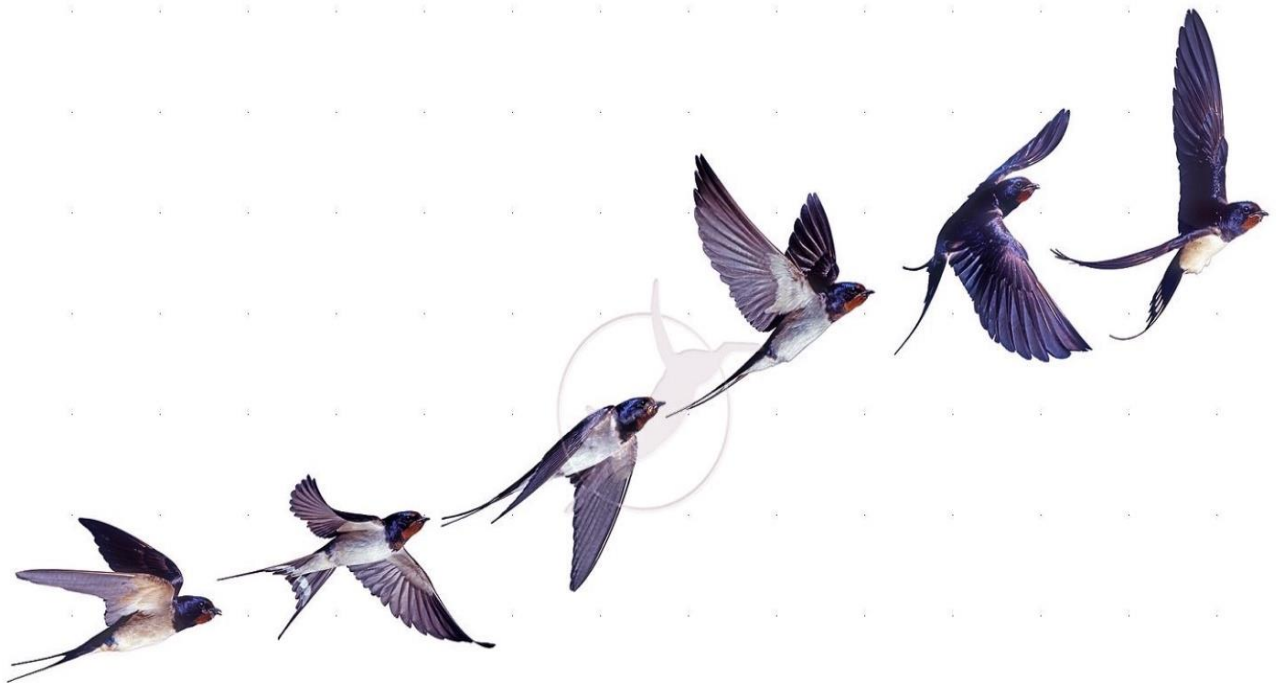


Figure 4: Situation de la région de BBA dans le climagramme d'emberger (2013,2022)

Chapitre 02: *Matériel et méthodes*



1. Choix des stations d'étude

La population de l'Hirondelles de fenêtre étudiée niche dans des endroits spécifiques de la région de Bordj Bou Arreridj, on ne la trouve pas sur tout le territoire de la wilaya. Nous avons choisi 4 zone (**Ghilassa, Belimor, El Anasser et el Hamadiya**). Dans chaque zone on a choisi au moins deux sites selon la disponibilité de l'espèce (**Tableau 12**).

Nous avons repéré les nids des Hirondelles par des recherches systématiques dans les sites choisis. En fait, le début de la recherche des nids a été commencé dès le mois de Février, avant l'arrivée des couples nicheurs au site de nidification, la présence des anciens nids a été un facteur déterminant qui nous aide à localiser les sites de reproduction de l'espèce. La recherche se continue au fur et à mesure toute au long de la période de reproduction pour repérer les nouveaux nids construits. Cette méthodologie est adoptée puisque les Hirondelles sont connues par leurs fidélités aux sites de reproduction, les nids sont réutilisés d'une année à une autre.

Les critères du choix des sites d'étude, basées sur les préférences de l'espèce, sont les suivants :

- La présence des anciens nids, un critère qui confirme la présence de l'espèce sur le territoire d'étude.
- La présence des structures d'origine humaine ; bâtiments, écoles, hôpitaux ...
- La présence d'une source d'eau proche.
- La présence des terres ouvertes aux alentours.
- La présence des terres agricoles notamment des champs de céréales et des vergers.
- La présence des fermes d'élevage de bétail.
- La présence des fils d'électricités.
- La présence des zones de terre boueuses.

Tableaux 12 : représente la situation géographique des sites d'étude d'hirondelle de fenêtre dans la région de B.B.A

Zone géographiques	Caractéristique Des Sites	Orientation	Les coordonnées		Altitude (m)	Distance au centre de la Wilaya (km)
			X	Y		
zone montagneuse	GHILASSA	Sud-est	35°52'19" N	4°54' 12"E	1170	33
Zone des hauts plains	Belimour	Centre -est	35°58'50"N	4°52'28"E	971	17
	El Anassere	nord-ouest	36° 02' 23" N	4° 49' 06" E	915	5
Zone steppique	EL HAMADIA	Sud-ouest	35°58'45" N	4°45'06" E	863	13

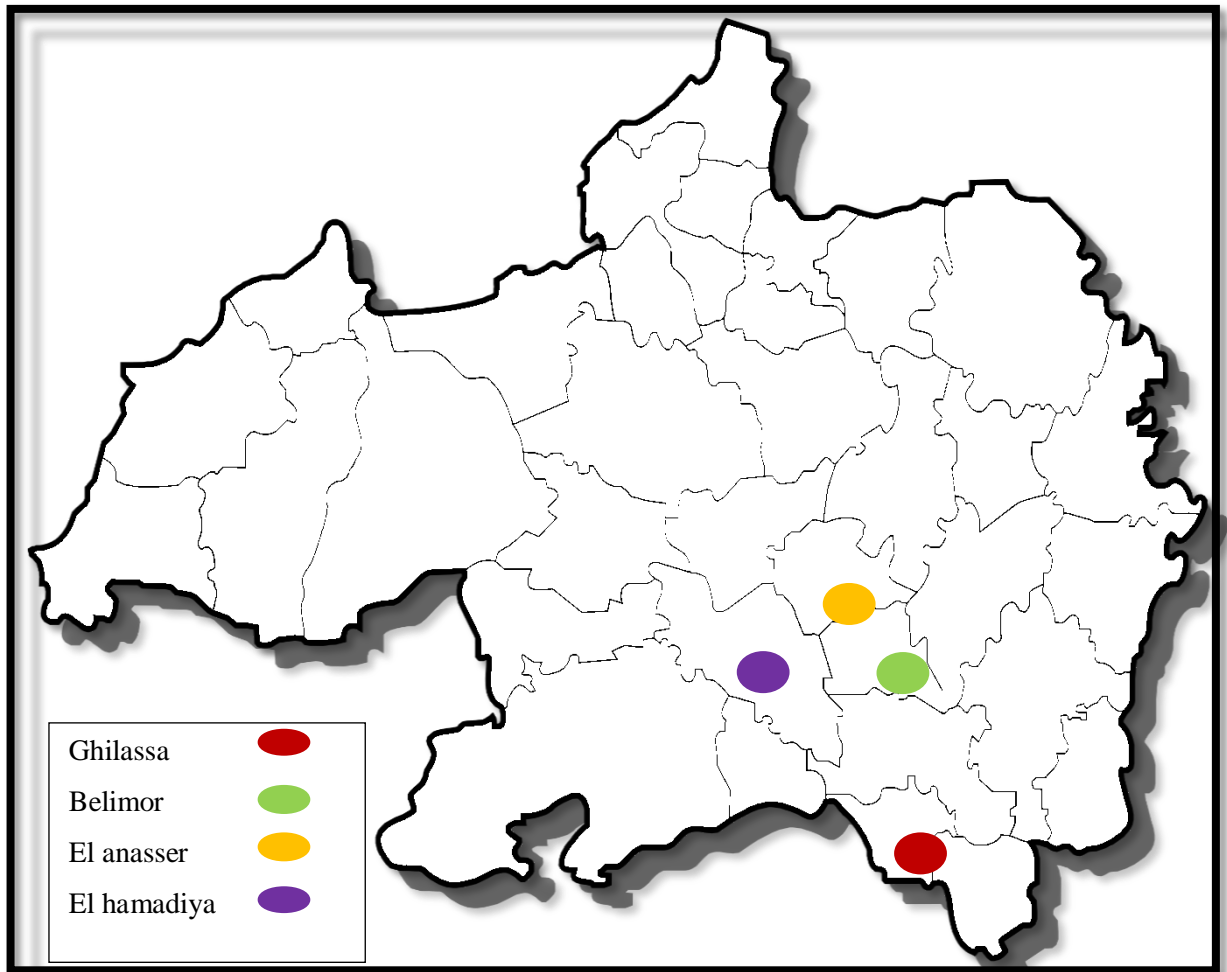


Figure 05: Représentation des sites d'étude sur la carte géorgique de la région de BBA

2. Recherche des nids et suivi

Après la localisation des sites d'étude nous avons réalisé un suivi régulier à partir de la fin du mois de février. Le suivi s'étale jusqu'au fin du mois de Mai durant l'année (2023). Une recherche systématique a été réalisée dans toutes les zones définies précédemment comme site potentiel de reproduction choisis pour vérifier l'occupation des anciens nids et pour localiser les nouveaux nids construits. Les nids occupés ont été ensuite vérifiés au moins deux fois par semaine après l'initiation de la ponte pour enregistrer les paramètres de la reproduction jusqu'au l'envol des juvéniles ou bien l'échec de la tentative de reproduction (Martin et al., 1996 ; Bensouilah, 2015).

3. Paramètre de la reproduction :

3.1. Date d'arrive

C'est la date ou l'hirondelle au site d'étude.

3.2. Date et période de ponte

C'est la date de ponte du premier œuf. La période de ponte c'est l'étendu entre la ponte du premier œuf du couple précoce et la ponte du premier œuf du couple tardif (Whittingham et al., 2001).

3.3. Grandeur de ponte

C'est le nombre des œufs que la femelle peut pondus. Généralement la femelle peut pond un œuf par jour (Whittingham et al., 2001).

3.4. Caractéristique des œufs

On a fait une simple mensuration de largeur et longueur de chaque œuf de chaque nichée à l'aide d'un pied à coulisse à la précision (0,01). Ensuite on a déterminé la masse de chaque œuf de chaque nichée par l'utilisation une balance a la précision de (0,01). Le volume des œufs a été déterminé par la formule développé de Hoyt(1979) :

$$V=0.51 \times LB^2$$

V : volume d'œuf en (cm³)

L : longueur d'œuf en (cm)

B : largeur d'œuf en (cm)

3.5. Durée d'incubation

C'est la durée entre le jour de ponte du dernier œuf et la date d'éclosion du premier œuf (Nur et al., 1999).

3.6. Succès à l'éclosion

le sucée d'éclosion représente la proportion des œufs éclos sur le nombre des œufs pondu (Bensouilah, 2015).

3.7. Succès à l'envole

C'est le rapport du nombre de poussins envolés sur le nombre d'œuf éclos (**Bensouilah, 2015**).

3.8. Succès de la reproduction

C'est le rapport du nombre de poussins envolés sur le nombre d'œuf pondus (**Bensouilah, 2015**).

3.9. Facteurs d'échec

Au cours du suivi, nous avons essayé d'enregistrés les facteurs d'échecs.

4. Caractéristiques écologique des nids

Les nids ont été construits dans des structures d'origine humaine, notamment les lycées et les CEM de différentes communes de la région d'étude.

Les paramètres écologiques suivants ont été enregistrés sur terrain :

- La hauteur des nids
- La profondeur
- La largeur
- Type de nids ; ancien/nouveau.
- Type de structures d'origine humaine ; bâtiments, écoles, hôpitaux ...
- Nature de structures d'origine humaine ; ouvert/fermé.
- Distance entre le nid et la source d'eau la plus proche.
- Distance entre le nid et le milieu ouvert.
- Nature d'habitat : urbain, rurale agricole, rurale pastorale.
- Distance entre le nid et les champs de céréales.
- Distance entre le nid et les vergers d'arboriculture.
- Détermination de la nature et moyens de lutte, pesticides ...
- Distance entre le nid et les fermes de bétail, avec le type de ferme.
- Distance entre le nid et les fils d'électricités.
- Distance entre le nid et les zones de terre boueuses.
- Distance par rapport au le nid actif le plus proche.
- Exposition à la lumière artificielle pendant la nuit : oui/non.

- Niveau de présence humaine.

5. Etude expérimentale

Lorsque des œufs pondus ont été trouvés, les nids ont été surveillés quotidiennement pour enregistrer le jour du début de l'incubation.

Les nids trouvés ont été divisés en trois phases différentes :

- Phase avant la ponte : représente la phase où le nid est occupé par un couple mais aucun œuf n'a été encore pondue.
- Phase de ponte : représente la phase où la femelle pondre le premier œuf jusqu'au l'éclosion du premier œuf.
- Phase oisillon : représente la durée entre l'éclosion du premier œuf jusqu'au l'envol des juvénile.

Dans chaque nid observé, le contenu a été manipulé en plaçant :

- Un œuf artificiel simulé blanc.
- Un œuf artificiel non simulé rouge.
- Un œuf artificiel simulé blanc recouvert avec une patte de texture douce ressemble au contenu interne du nid.
- Un noyau du Néflier du Japon.
- Un œuf simulé blanc plus un noyau du Néflier du Japon.

Chaque nid a reçu un seul de ces traitements.

Le faux œuf représentait un œuf de parasite, tandis que le noyau du Néflier du Japon représentait un corps étranger autre qu'un œuf. Le faux œuf était de nature plastique, il avait la taille d'un œuf d'hirondelle mais avait une masse légèrement inférieure.

Après l'insertion d'objets étrangers, un suivi régulier a été effectué chaque 3 jours pour surveiller le comportement des hirondelles vis-à-vis les objets inserts jusqu'aux dix jours après la date d'insertion. Pour éviter la pseudo-réplication des nids d'échantillonnage des mêmes oiseaux parentaux, l'expérience a été menée sur des nids numérotés.

Étant donné que le cycle de reproduction principal (du début de l'incubation des œufs à l'envol) des hirondelles rustiques dure environ 38 jours, limiter la durée de l'expérience empêcherait la pseudo-réplication.

Si aucune réponse de rejet ne s'est produite dans les 3 jours, l'enquête par des observateurs jusqu'au dixième jour a été utilisée pour déterminer laquelle et quand une réponse comportementale s'est produite. Si un faux œuf et/ou un noyau du Néflier du Japon était percé gratté ou disparaissait le jour de la vérification, alors que les œufs étaient encore incubés par les oiseaux parents, cela était considéré comme un rejet. En revanche, si les objets étrangers ont été trouvés dans les nids et incubés par les oiseaux parentaux après les jours d'enquête, cela a été considéré comme une acceptation (**Sulk et al. 2022**).

6. Etude statistique :

Une comparaison des moyennes entre les trois catégories d'altitudes a été effectuée à l'aide d'un test d'analyse de la variance (Anova). Une Anova a été utilisée pour évaluer la variation des dimensions des œufs en fonction de la grandeur de ponte et en fonction de l'altitude. Une matrice de corrélation a été utilisée pour les différentes dimensions des œufs. Une analyse de régression linéaire et/ou quadratique a été réalisée pour vérifier la variation de la grandeur de ponte, les différentes dimensions des œufs et le nombre d'œufs éclos au cours de la saison.

Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel SPSS v. 27.

Chapitre 03:
Résultats et
discussion



1. Biologie de reproduction

1.1. Phénologie de ponte

Au total, **50** nids actifs ont été trouvés durant la période d'étude. L'Hirondelle de fenêtre présente une période de première ponte qui s'étale sur **6** semaines, elle commence à partir de la mi-avril avec une fréquence importante durant la première quinzaine de Mai. La date de ponte moyenne est de **29,62** (**Figure 6**).

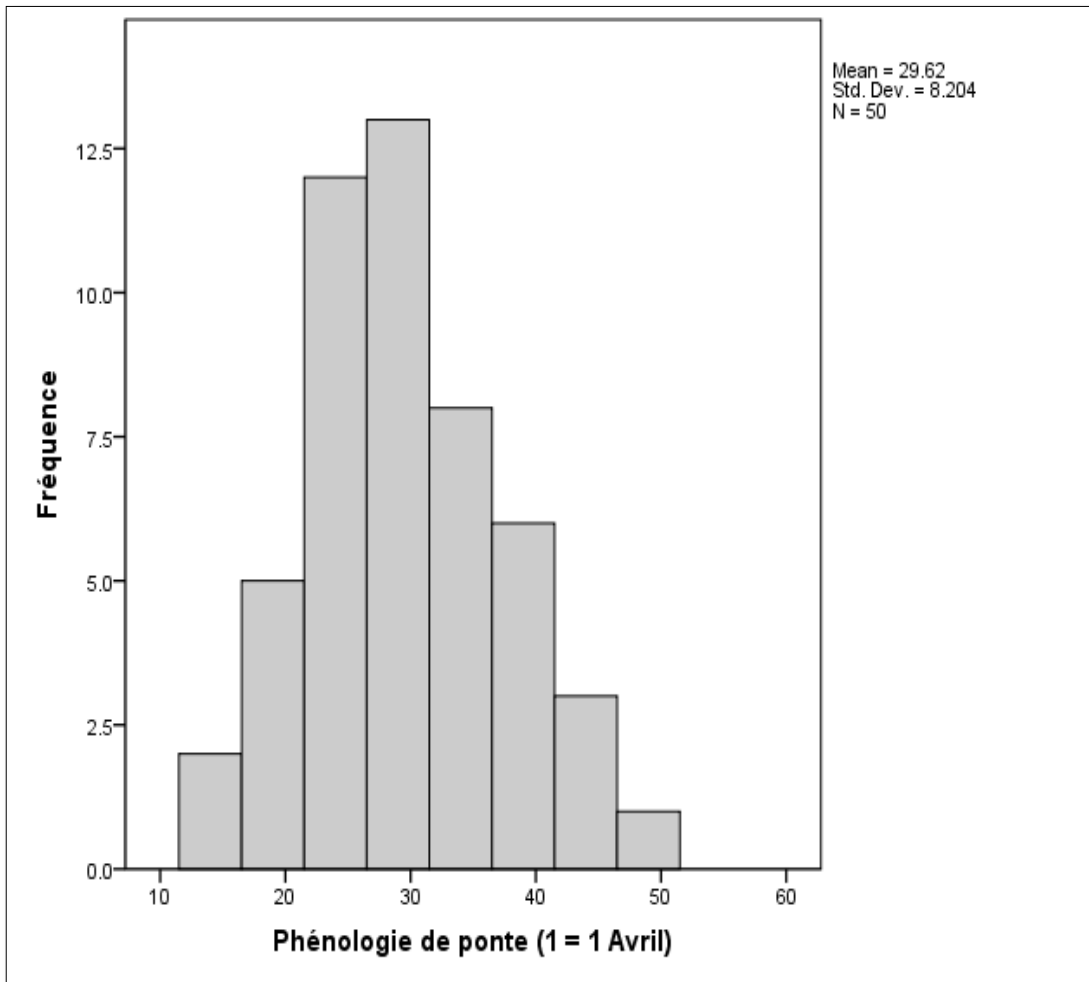


Figure 06: Phénologie de ponte de l'Hirondelle de fenêtre

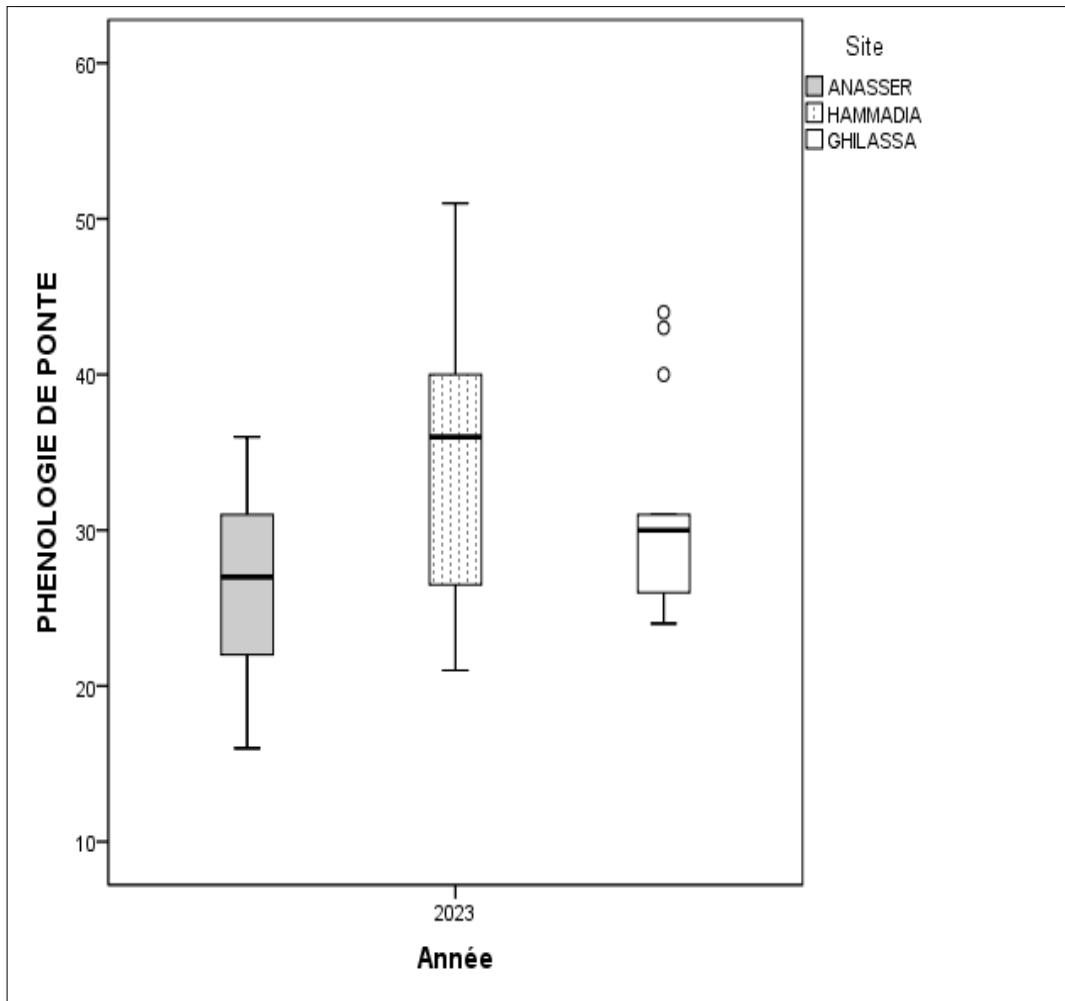


Figure 07: Variation de la phénologie de ponte entre les 3 sites d'étude en 2023

Le début de la ponte a été précoce dans le site de la haute plaine (**El ANASSER ; 914m**). Dans la région steppique représentée par **El HAMMADIA (860m)** l'espèce commence la ponte après quelques jours que la première région. L'espèce entame sa reproduction dans la région montagneuse représentée par **GHILASSA (1100m)** en dernier temps. Ces résultats pourraient s'expliquer par l'effet de l'altitude sur le début de la ponte chez les oiseaux et la disponibilité des ressources alimentaires (Figure 7).

Ce début de ponte chez notre modèle d'étude est considéré précoce par rapport à l'année précédente (**Bensouilah T, Observation personnel**). Il est évident que les couples nicheurs ont avancé leurs dates de ponte par presque une quinzaine. Ces résultats sont comparables à ceux enregistrés au Nord-est d'Algérie à des altitudes légèrement inférieurs (**Rouaiguia, 2015 ; Fenghour, 2019**).

On suggère que les températures ambiantes enregistrées au début de la saison de reproduction ont un effet considérable sur le déclenchement précoce de la ponte cette année. Sans aucun doute, il s'agit d'une stratégie adoptée par l'espèce et ce comportement est considéré comme une acclimation aux conditions météorologiques locales, ce qui est cohérent avec l'hypothèse de restriction de la reproduction à haute altitude de Bears et al. (2009).

En fait, plusieurs chercheurs ont montré que les oiseaux qui se reproduisent à haute altitude avaient un début de reproduction tardif (Bears et al., 2009; Martin et al., 2009; Lu et al., 2010; Hille et Cooper, 2014 ; Boyle et al., 2015 ; Bouakkaz et al., 2017). Mais, le début tardif est généralement lié aux températures froides, l'un des facteurs les plus importants qui peut influencer sur le déclenchement de la reproduction (Bears et al., 2009; Martin et al., 2009). Ces hypothèses confirment les résultats obtenus par la présente étude.

1.2. Grandeur de ponte

La grandeur de ponte moyenne a été $4,30 \pm 0,15$ œufs, elle varie entre 3 et 7. Une analyse de corrélation montre que la grandeur de ponte diminue significativement en fonction des dates de ponte ($r = - 0,487$; $P < 0,001$) (Figure 8).



Photo 01: œuf de l'hirondelle de fenêtre *delichion urbica* (cliché personnelle).

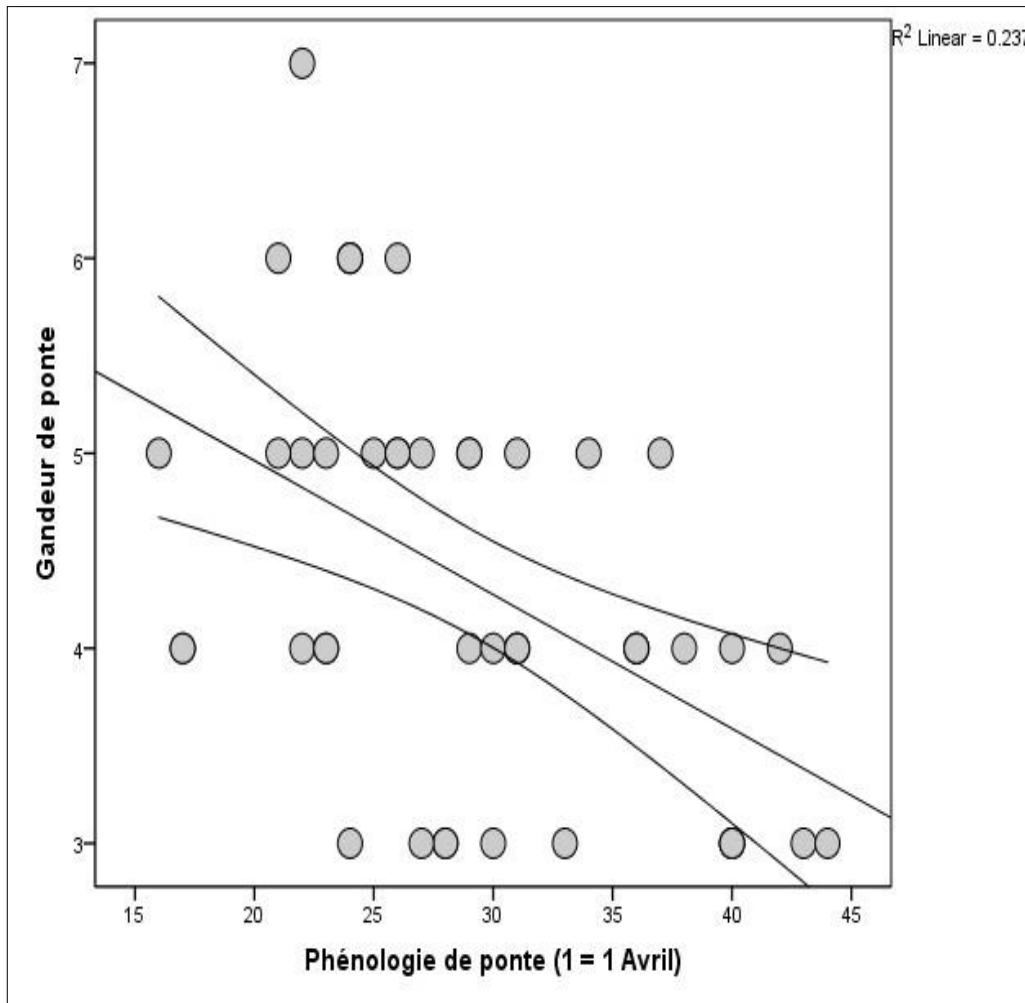


Figure 08: Variation de la grandeur de ponte chez l’Hirondelle de fenêtre.

Avec l’augmentation de l’altitude, la grandeur de ponte augmente (ANOVA ; $F_{1,53} = 13,59$; $P < 0,0005$). Elle montre aussi une diminution en fonction de la profondeur ($r^2 = 0,05$; $F_{1,53} 9,41$; $P < 0,02$) (Figure 09) et de la largeur du nid ($r^2 = 0,105$; $F_{1,53} = 21,05$; $P < 0,0005$) (Figure 10). Ces résultats pourraient s’expliquer par l’effet l’augmentation de la longueur et la largeur du nid sur la grandeur de ponte.

La grandeur de ponte moyenne enregistré par la présente étude est inférieure par rapport aux résultats publiés à des altitudes inférieure à celle de la région de Bordj Bou Arreridj (Rouaiguia, 2015). Elles sont inférieures aussi par rapport aux résultats notés pendant la saison de reproduction 2023 dans la même région (Bensouilah T, Observation personnel). Mais ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Fenghour (2019) durant la saison de reproduction 2016. On suppose que la grandeur de

ponte est faible puisque les couples nicheurs ajustent leurs grandeurs avec le nombre de jeunes qu'elles peuvent élever.

La diminution de la grandeur de ponte au cours de la saison est un comportement des espèces qui ont une seule couvée annuelle. Ce comportement a été rapporté déjà par d'autres auteurs au Nord-est d'Algérie (**Rouaiguia, 2015 ; Fenghour, 2019**). Mais généralement pour les espèces qui ont de multiples couvées par an, la tendance de variation de la grandeur de ponte est différente. Elle augmente légèrement pour atteindre un pic maximale, en suite elle diminue jusqu'au la fin de la saison de reproduction (**Bensouilah, 2015**). On suppose qu'on n'a pas enregistré ce comportement puisque on a pu suivre seulement la première ponte de l'espèce.

Comme l'âge des couples nicheurs ne varie pas considérablement d'une année à une autre dans la même région, on suppose que la disponibilité alimentaire et les conditions météorologiques locales sont les principaux facteurs qui pourraient avoir une influence sur la faible grandeur de ponte notés chez l'espèce (**Dunn et al., 2000**).

La relation entre l'altitude et la grandeur de ponte varie considérablement, certains auteurs rapportent qu'il n'existe pas une différence entre haute et basse altitude (**Lu, 2007 ; Bears et al., 2009**), d'autres enregistrent des grandeurs importants à hautes altitudes (**Carey et al., 1982, Camfield 2008**), mais la plus part des chercheurs révèlent une diminution de la grandeur de ponte avec l'augmentation de l'altitude (**Weathers et al., 2002 ; Johnson et al., 2006 ; Kleindorfer, 2007**). Les résultats obtenus dans la région de Bordj Bou Arreridj confirment que la disponibilité de la nourriture, l'investissement énergétique et la disponibilité des ressources alimentaires sont des facteurs plus importants. La grandeur de ponte diminue si les couples nicheurs ont des nids avec des dimensions plus grandes. Si le couple investie plus d'énergie pour construire un nid plus grand, il le reste moins d'énergie à investie dans la tentative de reproduction. Le même investissement est couteux pour la diffusion de la chaleur qui assure la viabilité des œufs si les températures journalières sont basses.

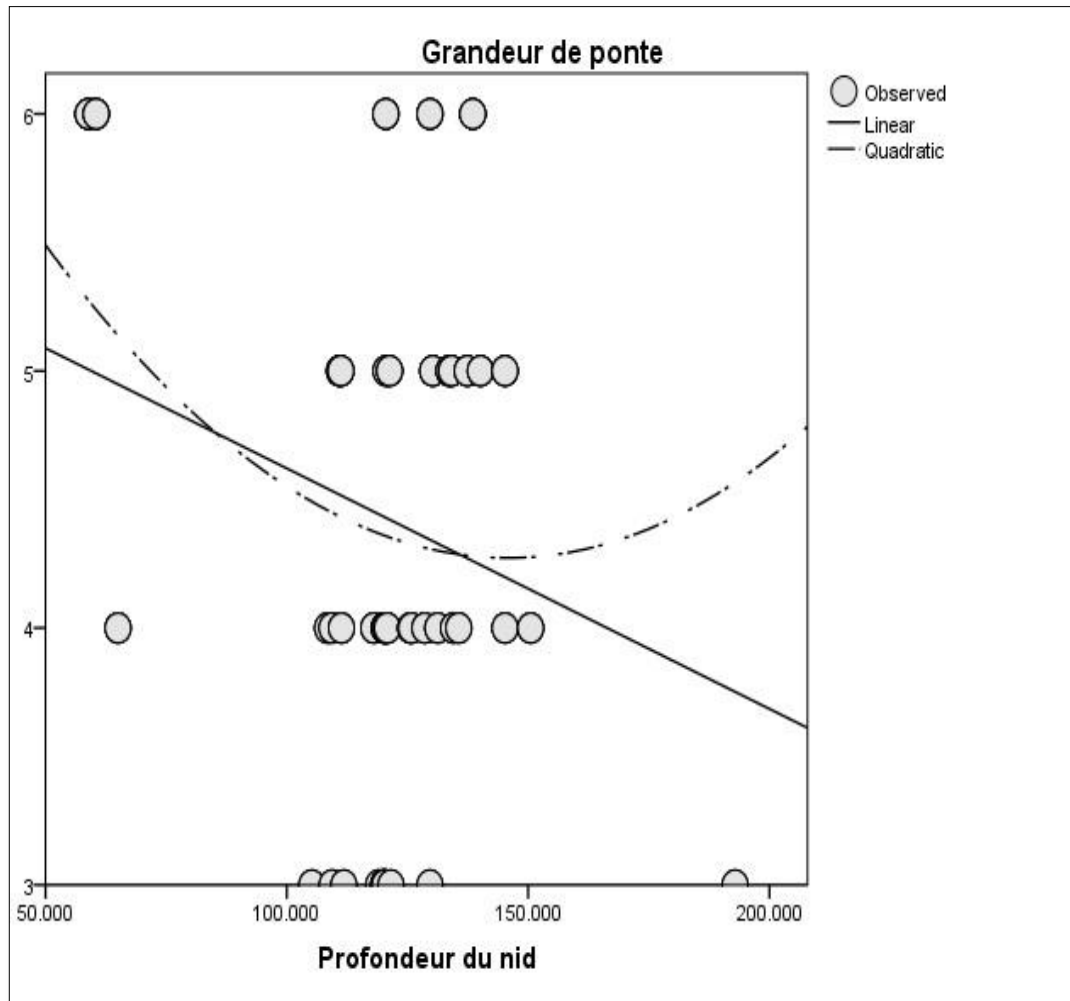


Figure 09: Variation de grandeur de ponte par rapporte de profondeur du nid.

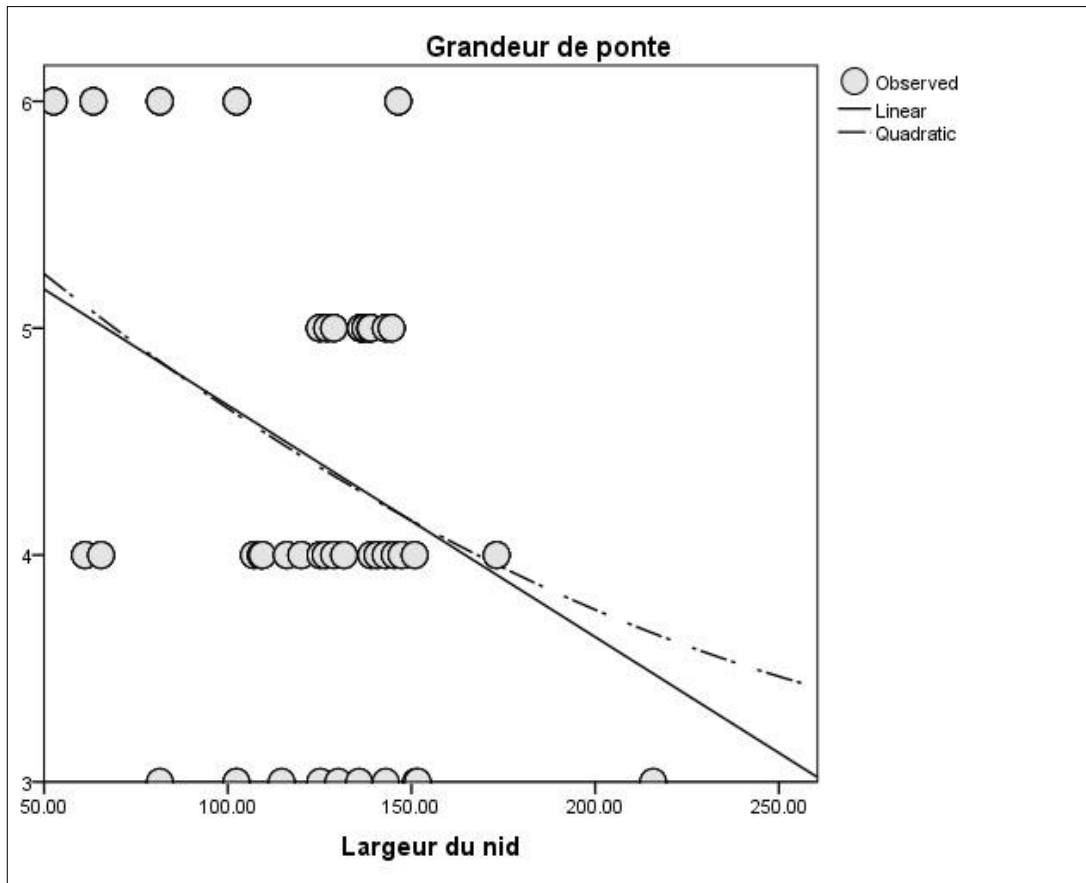


Figure10 : Variation de grandeur de ponte par rapporte largeur du nid.

1. 3. Dimension des œufs

La masse moyenne des œufs est $1,86 \pm 0,12$ (varie entre **0,9** et **13,14**). La longueur moyenne est $18,31 \pm 0,06$ (varie entre **15,46** et **20,46**). La largeur moyenne est $12,86 \pm 0,06$ (varie entre **9,98** et **14,09**). Le volume varie entre un minimum de **794,78** et un max de **2051,02** avec une moyenne de $1552,79 \pm 13,51$. Ces différents paramètres sont fortement corrélés (**Tableau 13**).



Photo 02 : Monsuration des œufs (cliché personnelle).

Tableau 13 : Matrice de Corrélation entre les dimensions des œufs

		Longueur	Largeur	Poids	Volume
Longueur	R	1	0,319**	0,400**	0,613**
	P		0,000	0,000	0,000
Largeur	R	0,319**	1	0,233**	0,876**
	P	0,000		0,002	0,000
Poids	R	0,400**	0,233**	1	0,477**
	P	0,000	0,002		0,000

Les dimensions des œufs varient en fonction de la grandeur de ponte (**Tableau13**).

Tableau 14 : ANOVA variation des dimensions des œufs en fonction de la grandeur

<i>Dimensions</i>	<i>Ddl</i>	<i>F</i>	<i>P <</i>
<i>Longueur</i>	<i>3, 177</i>	<i>5,313</i>	<i>0,002</i>
<i>Largeur</i>	<i>3, 177</i>	<i>3,965</i>	<i>0,009</i>
<i>Poids</i>	<i>3, 173</i>	<i>3,542</i>	<i>0,016</i>
<i>Volume</i>	<i>3, 173</i>	<i>6,508</i>	<i>0,0005</i>

Tableau15: ANOVA variation des dimensions des œufs en fonction des sites (Altitudes).

Dimensions	Ddl	F	P
Longueur	2, 178	2,049	0,132
Largeur	2, 178	6,305	0,002
Poids	2, 174	1,343	0,264
Volume	2, 174	4,744	0,010

Comme prévu, on a trouvé que la largeur des œufs varie significativement en fonction de l'altitude. Elle est plus importante à Ghilassa que les deux autres sites à basse altitude (**Tableau 15**). Le volume des œufs varie légèrement mais les autres paramètres ne montrent aucune variation significative.

Une analyse de la régression linéaire montre que le volume des œufs diminue significativement au cours de la saison ($r^2 = 0,054$; $F_{1,171} = 9,45$; $P < 0,002$).

La masse moyenne des œufs rapportés par la présente étude est importante par rapport aux résultats enregistrés en Algérie précédemment (**Rouaiguia, 2015** ; **Fenghour, 2019**), mais pour le volume, la longueur et la largeur, ils sont presque similaires.

Plusieurs facteurs pourraient avoir un effet sur la variation des dimensions des œufs. La grandeur de ponte, l'âge des femelles et la disponibilité des ressources alimentaires sont les plus importants.

1.4.Durée d'incubation

La durée d'incubation moyenne est de **11,95 ± 0,24**. Elle varie entre un minimum de 10 et un max de 14 jours. La variation au cours de la saison n'est pas significative (**Figure 11**).

La moyenne rapportée par la présente étude est inférieure à celle observé par Rouaiguia (2015) et Fenghour (2019) qui ont enregistré des moyennes de 14 et 20 jours durant la première ponte respectivement. Ces différences pourraient être dues aux différences des degrés de températures journalières (**Bensouilah, 2015**). D'un autre

côté, on a estimé la durée d'incubation par 12 jours pour la majorité des nids qui n'ont pas des dates de ponte connus pour faire le *Back-dating*.

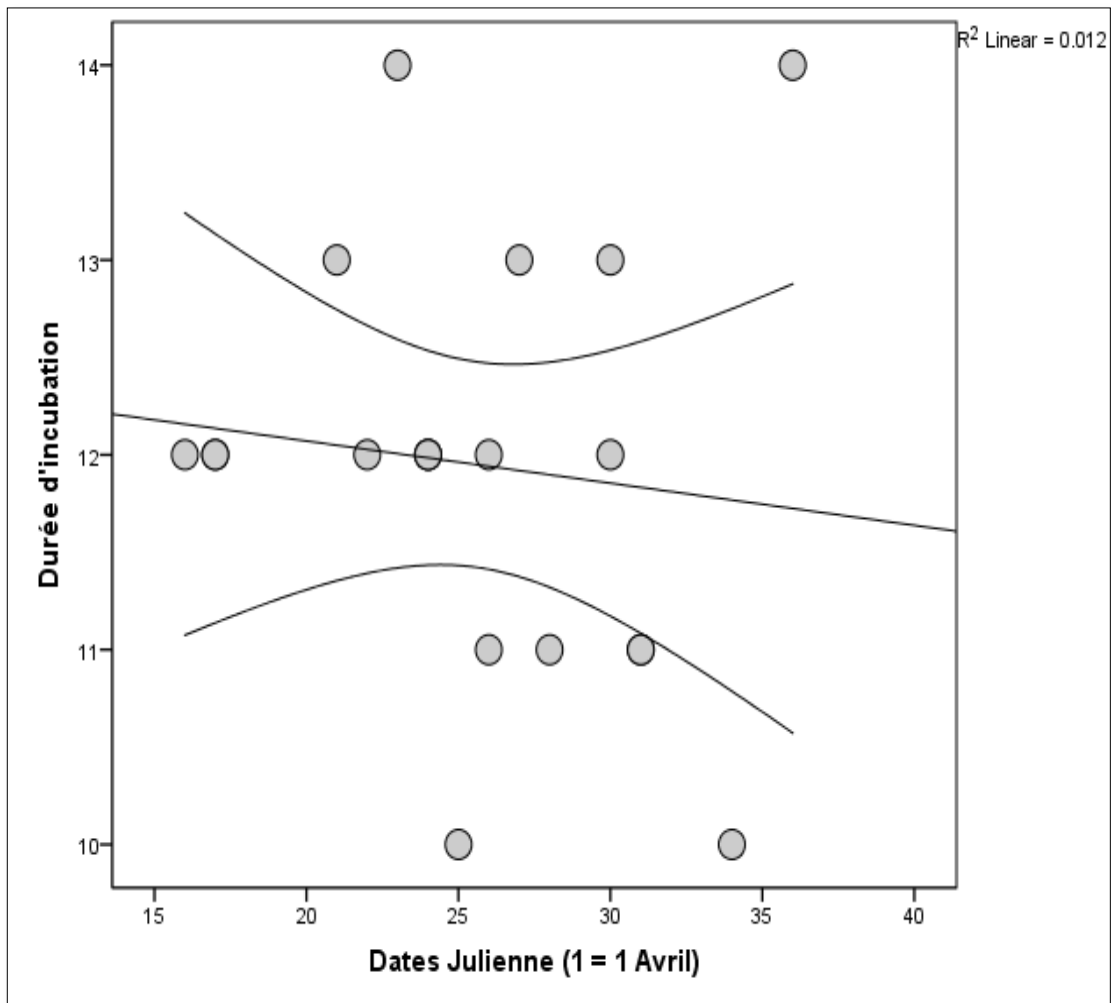


Figure 11: Variation des durées d'incubation chez l'Hirondelle de fenêtre.

1.5. Nombre d'œufs éclos

Le nombre d'œufs éclos moyen est de $2,9 \pm 0,33$. Le nombre min est 0 et le max est de l'ordre 7. Ce nombre diminue significativement au cours de la saison ($r = -0,568$; $P < 0,001$) (Figure 12). En effet, il montre une relation positive étroite avec la grandeur de ponte ($r = 0,442$; $P = 0,013$).



Photo 03 : Oisillon de l'hirondelle de fenêtre éclos.

Le nombre moyen d'œufs éclos enregistré par la présente étude est inférieure par rapport aux résultats publiés précédemment en Algérie (**Rouaiguia, 2015 ; Fenghour, 2019**). Ce nombre est inférieure aussi par rapport à celui remarqué chez la population nicheuse dans la région pendant la saison de reproduction précédente (Bensouilah, Observation personnel). On suggère que les variations des conditions météorologiques qu'elle a subit notre région d'étude après le début de la saison de la reproduction a fortement influencé sur ces résultats. En effet, les basses températures pourraient causés la mort embryonnaire des fœtus (**Bensouilah et Barrientos, 2021**). La diminution du nombre d'œufs éclos au cours de la saison est un comportement noté chez l'espèce (**Rouaiguia, 2015 ; Fenghour, 2019**).

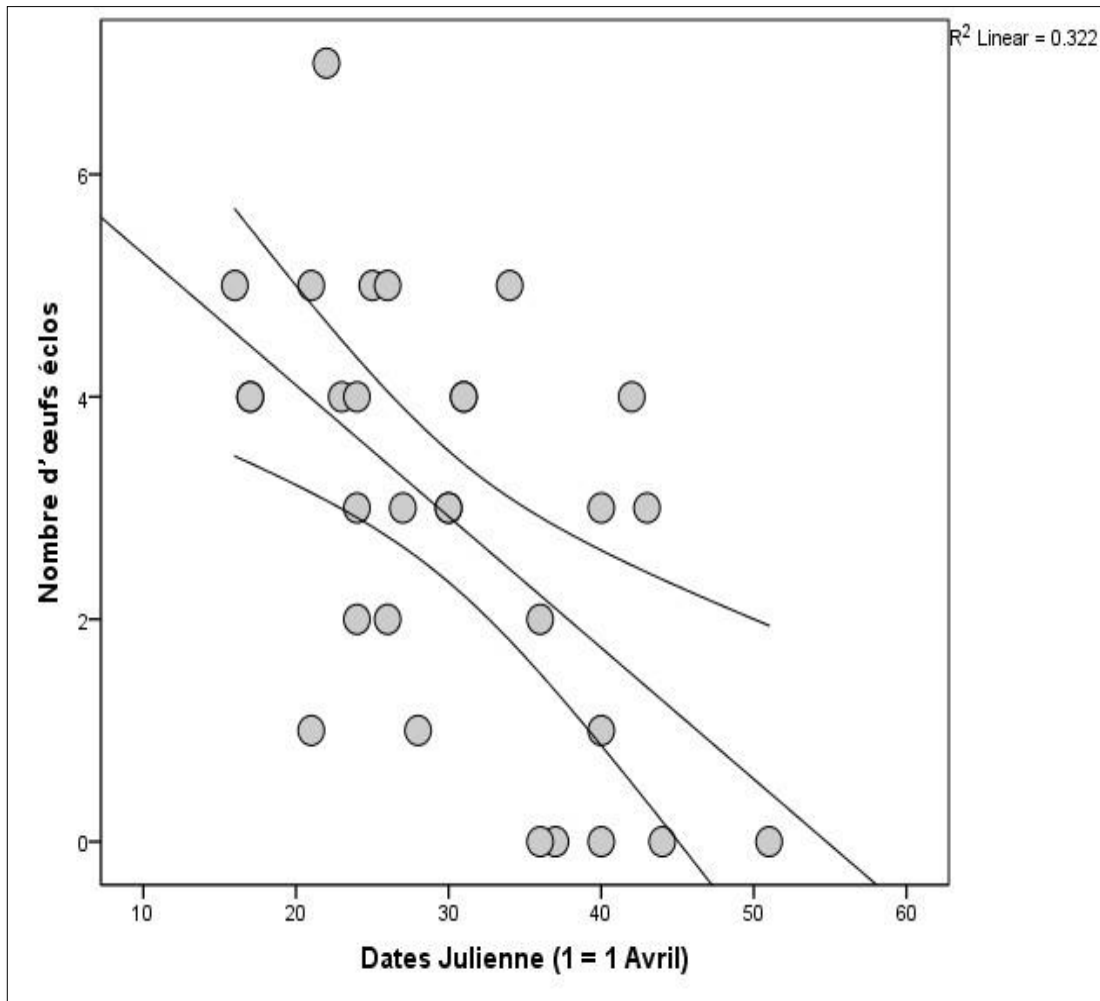


Figure12: Variation de nombre d'œuf éclos chez l'Hirondelle de fenêtre.

1.6. Nombre de jeunes envolés

Le nombre d'œufs de jeune envolés moyen est de $1,08 \pm 0,35$. Il varie entre un minimum de 0 et un max de 5. Le nombre moyen des jeunes envolés représente le un tiers par rapport aux résultats rapportés chez l'espèce au Nord-est d'Algérie (Rouaiguia, 2015 ; Fenghour, 2019). On suppose que la forte chute de pluie a un effet considérable sur l'envol des juvéniles. D'un autres côté, la compétition pour l'occupation des par le moineau domestique, la prédation par les reptiles et le Faucon crécerelle ont aussi un impact important.

1.7. Succès de la reproduction

Le succès à l'éclosion moyen est $40,82 \pm 6,33$. Il varie entre un minimum de 0 et un max de 100%. Le succès moyen à l'envol est $29,49 \pm 8,93$. Il varie entre un

minimum de 0 et un max de 100%. Le succès moyen de la reproduction est **13,40 ± 4,57**. Il varie entre un minimum de 0 et un max de 100%. Le succès à l'éclosion moyen est faible par rapport aux résultats notés à l'extrême Nord-est d'Algérie (**Rouaiguia, 2015 ; Fenghour, 2019**). Ces résultats obtenus ne représentent pas la moitié des résultats précédents. Les derniers auteurs cités ont rapporté aussi un succès à l'envol important, il est supérieur à 87%. Pour le succès moyen de la reproduction, Rouaiguia (2015) a enregistré un succès supérieur à 70%. Pendant la saison de reproduction 2022, la population nicheuse à Bordj Bou Arreridj a eu un succès de reproduction supérieure à 60% (**Bensouilah T., Observation personnel**).

1.8. Facteurs d'échecs

Les principaux facteurs d'échecs sont : la prédation des œufs (38,3 %), la famine des oisillons (31,3%), la destruction des nids (12,8%), l'attaque des oisillons par un moineau (8,5%), et la Mort embryonnaire des fœtus (6,4%) (**Tableau 16**).

Tableau 16 : facteurs d'échecs

Causes	Fréquence	Pourcentage
Prédation des œufs	18	38,3
Prédation des oisillons	1	2,1
Mort embryonnaire des fœtus	3	6,4
Destruction des nids	6	12,8
Famine des oisillons	15	31,9
Attaque par un moineau	4	8,5
Total	47	100,0



Photo04: Des oisillons de l'hirondelle de fenêtre morte.

2. Ecologie de la reproduction :

La distance moyenne de la présence par rapport aux fermes de bétail est **1056,81 ± 62,56m**, elle varie entre 1500 et 283m.

La moyenne de la hauteur des nids par rapport au sol est **5,83 ± 0,36m**, elle varie entre 10.45 et 3m.

La distance moyenne entre le nid et la source d'eau la plus proche est **353,24±45,33m** elle varie entre 211 et 2m.

La distance moyenne entre le nid et le milieu ouvert est **2679,71±320,35m** elle varie entre 4381 et 263m.

La distance moyenne entre le nid et les fils d'électricités **70,05±7,86m** elle varie entre 171 et 6m.

La distance moyenne entre le nid et les zones de terre boueuses **276,47±34,83m** elle varie entre 660 et 5m.

La distance moyenne par rapport au nid actif le plus proche est **7,68±1,91m** elle varie entre 70 et 0m.

La présence des fermes de bétails et de l'eau assure pour l'espèce une abondance des insectes nécessaire l'alimentation des oisillons et par conséquent un succès de reproduction important (**ROUAIGUIA , 2015**). Elles ont un effet considérable sur le

déclenchement de la ponte des espèces insectivores et la grandeur de la ponte. Lorsque l'espèce investie beaucoup d'énergie pour nourrir sa progéniture. L'hirondelle de fenêtre est une espèce coloniale ce qui explique la proximité des nids l'un de l'autre (ROUAIGUIA ,2015).

Sur un total de 67 nids, 42 nids ont été non exposé à la lumière artificielle pendant la nuit (62,7%). Cette préférence réduit la perturbation physiologique de l'espèce et elle la permet d'avoir un maximum succès de reproduction.

3. Etude expérimental

3.1. Parasitisme du couvain

Pendant la phase œuf, le taux de rejet a été 80% après 3 jours et 100% après 6 jours pour les œufs blancs mimétiques qui ressemblent aux œufs de l'espèce. Pour les œufs rouges (non mimétiques), le taux de rejet a été 70% après 3 jours et 100% après 6 jours. Ces taux de rejets sont élevés. En effet, Sulk et al. (2022) ont rapporté un taux de rejet de 16% durant la phase œuf.

Dans la présente étude, les hirondelles rejettent les œufs mimétiques et non mimétiques avec des taux presque similaire durant la phase œuf, ce comportement suggère que l'espèce n'utilise pas un modèle d'image de leurs œufs et des signaux visuels, plus précisément la couleur des œufs durant le processus de reconnaissance des objets étrangers. Ces résultats sont contradictoires par rapport à ceux qui indiquent que les oiseaux utilisent des signaux visuels (Sakai et al., 2000).

Pour les œufs blancs recouvertes d'une pâte moelle, pendant la phase œuf le taux de rejet a été 0 % jusqu'aux 10 jours de suivi. Sur les mêmes échantillons, on a enlevé la pâte moelle pour voir si les couples ont accepté le parasitisme des couvains ou ils ont simplement utilisé ces objets pour garder une température ambiante dans le nid dans des conditions de basses températures et de forte chute de pluie. Les résultats ont été 70% de rejet après 3 jours et 100% après 6 jours pendant la phase œuf et 100% taux de rejet après 3 jours pendant phase oisillons.

On suppose que les couples ont accepté les œufs recouverte d'une pâte moelle puisque cette dernière a la même texture du contenu interne du nid et ils ont

utilisé la pâte pour assurer une température ambiante et par conséquent la viabilité de leurs progénitures.

3.2. Nettoyage du nid

Le taux de rejet du noyau du Néflier du Japon pendant la phase avant la ponte a été 90% après 3 jours et il a atteint 100% après 6 jours. Ces résultats sont supérieurs par rapport à ceux observés par Sulk et al. (2022) ou ils ont enregistré des taux de rejets de l'ordre 65% pour les objets mimétiques et 75% pour les objets bleu non mimétiques.

Ce taux de nettoyage élevé durant la phase avant ponte indique que ce comportement a une importance critique pendant la période de construction du nid. Pour les espèces qui utilisent des nids anciens construits lors de saisons de reproduction précédente comme les hirondelles, les nids ont besoin d'être nettoyés avant la ponte.

Pour l'expérience qui consiste à ajouter un œuf blanc recouvert d'une pâte moelle avec un noyau du Néflier du Japon, pendant la phase œuf le taux de rejet a été 0% jusqu'aux 10 jours. Par contre, le taux de rejet pour le noyau du Néflier du Japon a été 70% après 3 jours et 100% après 6 jours. Cette expérience nous révèle que les couples nicheurs rejettent les objets externes rapidement et avec un pourcentage élevé, ce que confirme que la forme est un signal important pour reconnaître et rejeter les objets étrangers (Yang et al., 2019 ; Hauber et al., 2021). Elle confirme aussi que les couples nicheurs ont reconnu et accepté les œufs blancs recouverts d'une pâte moelle. L'utilisation de la forme pour reconnaître les objets externes permet l'effectuation d'un nettoyage efficace et par conséquent augmenter la survie de la progéniture (Sulk et al., 2022).

Pendant la phase oisillons, les couples nicheurs n'ont pas rejeté les œufs (0% taux de rejet jusqu'aux 10 jours), mais pour le noyau du Néflier du Japon le taux de rejet a été 100% après 3 jours.

Conclusion



Conclusion

Dans la présente étude nous avons mettre la lumière sur quelques traits d'histoire de vie de hirondelle de fenêtre nicheuse dans la région de Bordj Bou Arreridj pendant la saison de reproduction 2023. Nous avons documenté quelques paramètres de la biologie de la reproduction à savoir : la date de ponte, la grandeur de ponte, les dimensions des œufs, le succès à l'éclosion, le succès à l'envol et celui de la reproduction. En plus, nous avons étudié les paramètres de l'écologie de la reproduction pour montrer la préférence de l'espèce. Enfin, nous avons réalisé une étude expérimentale pour évaluer le comportement de l'assainissement du nid et la défense contre le parasitisme du couvain.

Les principaux résultats obtenus sont :

- ✓ Les dates de ponte sont tardives à haute altitude.
- ✓ La grandeur de ponte diminue au cours de la saison. Elle augmente relativement avec l'altitude.
- ✓ Les dimensions des œufs ne diffèrent pas significativement d'un site à l'autre. La largeur augmente légèrement avec l'altitude.
- ✓ Pour le succès à l'éclosion, il était faible à cause de changement des conditions météorologiques dans la région durant la période d'étude.
- ✓ Le succès à l'envole était faible.
- ✓ Les principaux facteurs d'échecs ont été la famine des oisillons et la prédation des œufs.

Concernant les caractéristiques écologiques des nids, les nids ont été construits relativement loin de la proximité de l'eau et des fermes de bétails ce qui explique le succès de la reproduction faible.

En ce qui concerne l'étude expérimental, il est évident que notre population d'étude a développé une stratégie de défense directe pour reconnaître et rejeter les œufs parasites et les objets étrangers. Le rejet des œufs ne semble pas être le produit d'un comportement d'assainissement du nid, qui est bien développé chez cette espèce, en particulier à la phase de avant ponte pour protéger le nid contre les ectoparasites et assurer une viabilité élevée de la progéniture. L'espèce utilise beaucoup plus un

Conclusion

mécanisme cognitif basé sur la forme pour reconnaître et rejeter les œufs et les objets étrangers.

Comme perspectives on propose:

- ✓ Faire un suivi de la biologie de reproduction les prochaines années pour évaluer la dynamique de la population et documenter les traits d'histoire de vie de l'espèce dans les zones aride.
- ✓ Evaluer l'effet des changements climatiques
- ✓ Evaluer l'effet de la compétition inter spécifique par le moineau domestique
- ✓ Identifier les prédateurs potentiels des œufs de l'espèce.
- ✓ Déterminer les différentes stratégies adaptatives de l'espèce à haut et basse altitude.
- ✓ Evaluer l'investissement énergétique de l'espèce.

Références



bibliographiques

Référence bibliographiques

A

- ✓ **Ashmole N. P. (1963).** The regulation of numbers of tropical oceanic birds. *ibis* 103,485-473.

B

- ✓ **BEARS H., MARTIN K., AND.WHITE G.C. (2009).**Breeding in high elevation habitat results in shift to slower life-history strategy within single species .*journal of animal ecology* 78,365-375.
- ✓ **Bensouilah T., & Barrientos R. (2021).** Greenfinches nesting in Algerian orchards delayed their breeding and produced less fledglings in the driest of two years. *Journal of Arid Environments* 184.
- ✓ **BoyleAW., Sandercock B.K.et Martin K. (2015).** Patterns and drivers of intra specific variation inavian life history along lavational gradients: a meta-analysis. *Biol.Rev.*
- ✓ **Bears H., Martin K. et WhiteG.C. (2009).** Breeding in high-elevation habitat results in shift to slower life-history strategy within a single species. *J Anim Ecol* 78(2),365-75.
- ✓ **Bán M., Moskát C., Barta Z.et Hauber M.E .(2013).**Simultaneous viewingof own and parasitic eggs is not required for egg rejection by acuckoo host.*Behave Ecol* 24,1014–1021.
- ✓ **Badyaev A. V. (1997).**Conversation between sexually selected and life history traits: an example with cardueline finches. *Oikos* 80, 1–11.
- ✓ **Badyaev A. V., Ghalambor C. K. (2001).** Evolution of life histories along elevational gradients: trade-off between parental care and fecundity.*Ecology* 82, 2948–2960.

C

- ✓ **Carey C., Rahn H. et Parisi P. (1982).**Calories, water, lipid and yolk in avian eggs. *Condor* 82,335-343.

D

- ✓ **Dunn P. O., Thusius K. J., Kimber.K., & Winkler D. W. (2000).** Geographic and ecological variation in clutch size of tree swallows. *The Auk* 117(1), 215-221.
- ✓ **Dunn P., Winkler DW (1999).** Climate change has affected the breeding date of tree swallows throughout North America. *Proc R Soc B Biol Sci* 266,2487–2490.
- ✓ **Dunn P. O., Thusius K. J., Kimber, K., & Winkler, D. W. (2000).** Geographic and ecological variation in clutch size of tree swallows. *The Auk*, 117(1), 215-221.
- ✓ **Dajoz R.,(1971).** Précis d'écologie.ED.Dunod,paris.434.

F

- ✓ **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.
- Feng C.Z.,Yang C.C.et LiangW.(2019).**Nestsanitation facilitate egg recognition in the common tailor bird ,a parasite of cuckoo host.*Zool.Res* 40,466–470.
- ✓ **François L.et Christian P.(2005).**appréhender le niveau de sécheresse dans le cadre des études stationnelles et de la gestion forestière à partir d'indices bioclimatiques .forestière française.57(4),331-356.

H

- ✓ **Hille S.M., CooperC.B. (2014).**Elevation trends in life histories: revising the pace-of life work. *Biol.Rev*,90, 204–213.
- ✓ **Hoyt D. F., (1979).** Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs. *The Auk* 96, 73–77.
- ✓ **Hauber M.E., Winnicki S.K., Hoover JP et al (2021).** limits of egg recognition: testing acceptance thresholds of American robins in response to decreasingly egg-shaped objects in the nest. *R Soc Open Sci* 8,201615. [https://doi.org/10.1098/rspb.1999.0950.\(2023\)](https://doi.org/10.1098/rspb.1999.0950.(2023)).

J

- ✓ **Johnson L. S., Brubaker J. L., Ostlind E. et Balenger S. L. (2007).** Effect of altitude on male parental expenditure in Mountain Bluebirds (*Sialia currucoides*): are higher-altitude males more attentive fathers? *J. Ornithol.* 148, 9–16.

K

- ✓ **Kleindorfer S. (2007).** Nesting success in Darwin's small tree finch, *Camarhynchus parvulus*: evidence of female preference for older males and more concealed nests. *Animal Behaviour* 74(4), 795-804

L

- ✓ **Lu T., Zhigong W., Xiaohu H., Zhiqun L., Yong X., Wei. L., & Feng G. (2007).** Low jitter, dual-modulus prescalers for RF receivers. *Journal of Semiconductors* 28(12), 1930-1936.
- ✓ **Lu X. (2005).** Reproductive ecology of blackbirds (*Turdus merula maximus*) in a high-altitude location. *Tibet. J. Field Ornithol* 146, 72–78.
- ✓ **Lu X., Gong G. H. et Zeng X. H. (2008).** Reproductive ecology of brown-cheeked laughing Thrushes (*Garrulax henrici*). In *Tibet. J. Field Ornithol* 79, 152–158.
- ✓ **Lu X., Guo Y., Liang J., Ma X. et Zhang L. (2011).** Breeding ecology of the Twite *Carduelis flavirostris* in northern Tibet. *Ornis Fennica* 88, 172–178.
- ✓ **Lu X., Ke D. H., Zeng X. H. et Yu T. L. (2009).** Reproductive ecology of two sympatric Tibetan snowfinch species at the edge of their altitudinal range: response to more stressful environment. *J. Arid Environ* 73, 1103–1108.
- ✓ **Luis C., Patricia S. et LUIS V.G. (1988)** les Facteurs écologiques de la pédogenèse dans la réserve biologique de DONANA (Espagne). *recursos naturales y agrobiología de Sevilla (C.S.I.C)* 2, 123-135.

- ✓ **Ludovic O. (2004).** Recherche d'un modèle d'évapotranspiration potentielle patinent comme entre d'un modèle pluie-débit globale .thèse doctorat. L'Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et Forêts, paris.495.
- ✓ **Lu X., Yu T. L., Liang W.et Yang C. C. (2010).** Comparative breeding ecology of two white-bellied redstart populations at different altitudes.J. Field Ornitho 81, 167–175.
- ✓ **Lui c.,zahang Y.et zahang X.(2002).** Detaermination of daily ivaporation and evapotranspiration of winter wheat and maize bay -larg-scale weighing lysimeter and micro-lysimeter. Agricultrale and forest meteorology. 109-120.

M

- ✓ **MERZOUKI .Y (.2009).** Etude du comportement trophique et de la nidification de delichon urbica Linné ,1758 (avec hirundinidae) dans un mileux sub urbain .thèse de magister. L'école nationale supérieur agronomique-Al Harache- Alger.
- ✓ **Martin M., Camfiel A.F.et Martin K.(2009).**Demography of an Alpine population of SavannahSparrows. J. Field Ornithol 80, 253–264.
- ✓ **Moskát C., Bán M., Székely T. et al (2010).** Discordancy or template based recognition? Dissecting the cognitive basis of the rejection of foreign eggs in hosts of avian brood parasites. J Exp Biol 213,1976–1983.
- ✓ **Manna T., Moskát C. et Hauber M.E. (2017).** Cognitive decision rules for egg rejection. Avian brood parasitism. Springer, Berlin, pp 437–448.
- ✓ **Michal s.,Anna E. h.,Lisandrina M., Jolyon T.,Oldřich T.,Tomáš A. etVáclav j.(2022).**Nest sanitation as an efective defence against brood parasitism. Animal Cognition 25,991–1002.

N

- ✓ **Nur N., Jones S.L. et Geupel G.R. (1999).**A statistical guide to data analysis of avian Monitoring programs. Ed. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service,Washington, 46p.

R

- ✓ **Ramande f, (2009)-** Élément d'écologie –Écologie fondamentale.ED.DUNO, Paris, 689.

- ✓ **ROFF D.A.(2002).** Life History Evolution.Sinauer Associates.Sunderland.MA.
- ✓ **Ridouane k.et hanchane.M. (2021).** spatialisation des types de bioclimats au niveau de la région de Fés-Meknés (Maroc) à travers les données chelsea et projection future. Le 34^{ème} colloque annuel de l'association internationale de climatologie.

S

- ✓ **Sakai S., Yanagihara S., Kabai P. et al (2000)** Predisposed visual memory of shapes in quail chicks. *Zoolog Sci* 17,1045–1051

V

- ✓ **Vamoryba F .,Amidou D., Dabissi D.N.,Konon E.Et Bamory K.(2019).**variation de l'humidité mensuelle de l'air sur le littoral ivoirien en période de déficit pluviométrique .*Afrique Science* .15(5),12-24.

W

- ✓ **Weathers W. W., Davidson C. L., Olson C. R., Morton M. L., Nur N., & Famula T. R.(2002).** Altitudinal variation in parental energy expenditure by white-crowned sparrows *Journal of Experimental Biology* 205(18), 2915-2924.
- ✓ **Wang L., Yang C., Møller A.P. et al. (2015).** Multiple mechanisms of egg recognition in a cuckoo host. *Behav Ecol Sociobiol* 69,1761-1767.
- ✓ **Whittingham M.J., R.B. Bradbury , J.D. Wilson , A.J. Morris , A.J. Perkins & G.M. Siriwardena. (2001).** Chaffinch *Fringilla coelebs* foraging patterns, nestling survival and territory distribution on lowland farmland, *Bird Study*, 48:3, 257-270.

Y

- ✓ **Yang C., Liang W, et Møller A.P.(2019).** Using 3D modelling and printing to study avian cognition from different geometric dimensions. *RSoc Open Sci* 6,181-938.

Annexe



Annexe

Matériel utilisé :

Tableau : outils utilisés dans l'étude.



Matériel		L'objectif
Décamètre		Mesurer les nids
Pied à coulisse		Mesurer les oeufs
Peson		Mesurer le poids des oeufs et des poussins
Caméra		Prendre des photos



Figure : Localisation géographique de site étudiés de GHAILASSA



Figure : Localisation géographique de site étudiés de GHAILASSA



Figure : Localisation géographique de site étudiés de GHAILASSA



Figure : Localisation géographique de site étudiés de HAMMADIA

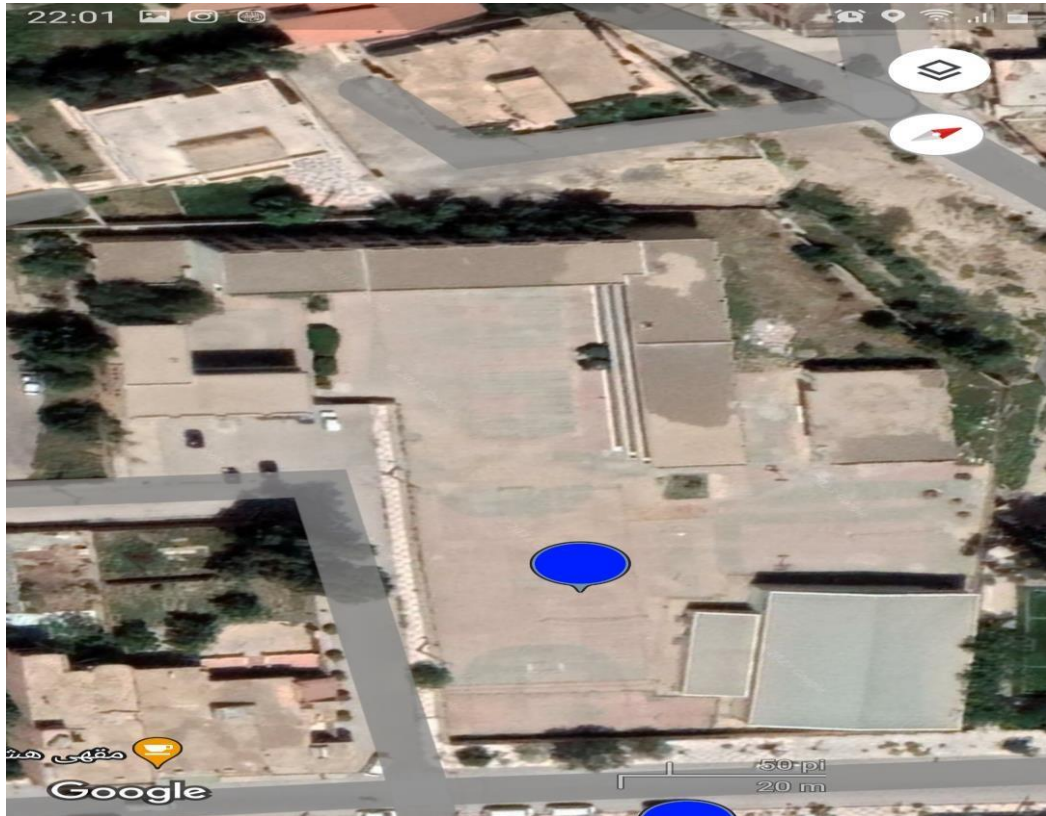


Figure : Localisation géographique de site étudiés de EL ANASER

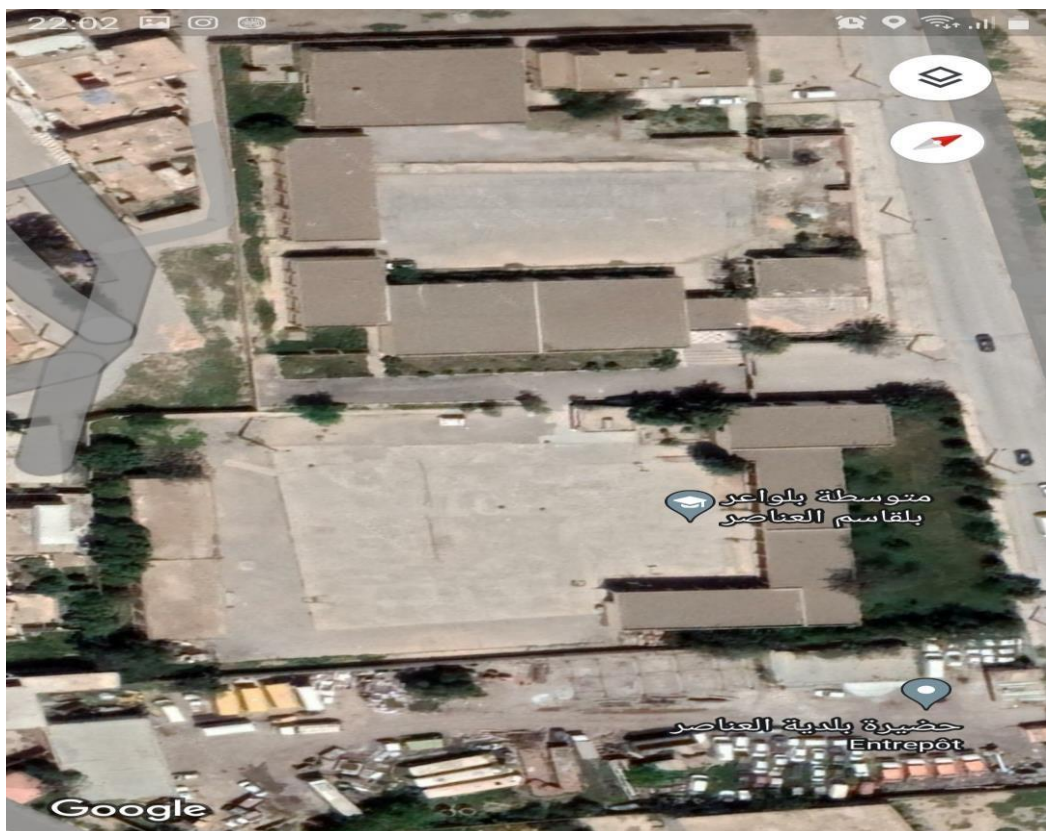


Figure : Localisation géographique de site étudiés de EL ANASER

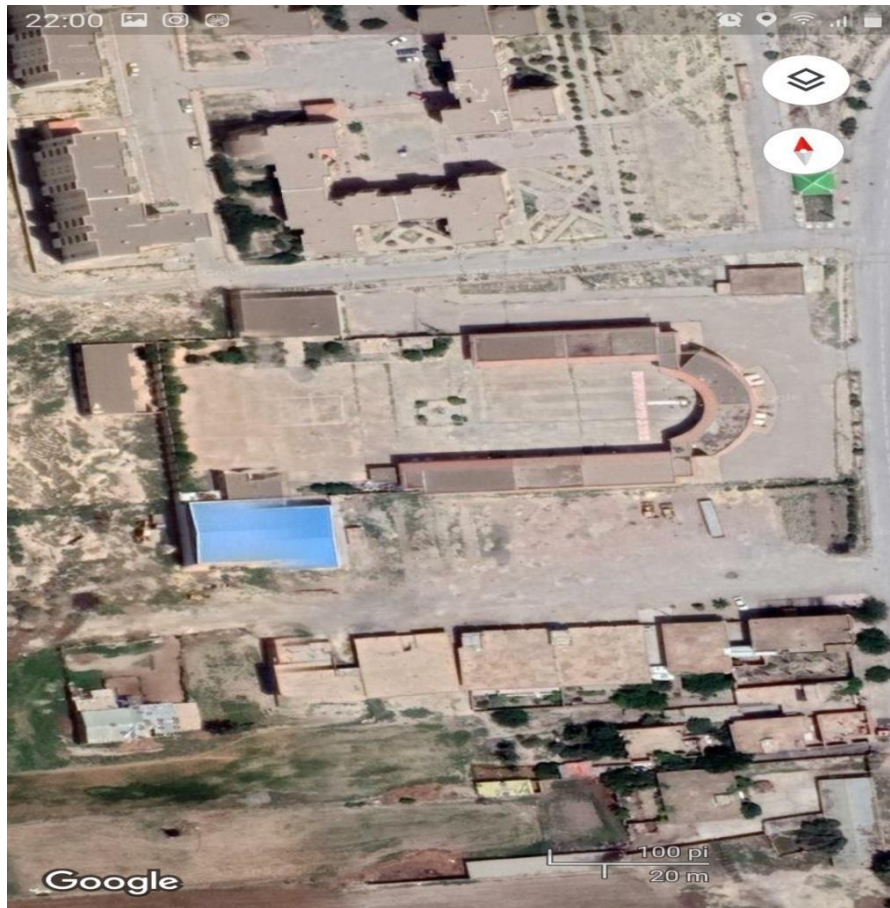


Figure : Localisation géographique de site étudiés de BELIMOUR (CEM ABDELHADI SOUICI)



Photo : Hirondelles de fenêtre femelle (Cliché personnel).



Photo : les nids de l'Hirondelles de fenêtre (Cliché personnel).

Photo : les œufs de l'Hirondelles de fenêtre et un Object (Cliché personnel).



Photo : les oisillons de l'Hirondelles de fenêtre (Cliché personnel).



Photo : les œufs de l'Hirondelles de fenêtre (Cliché personnel).

