



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

مخبر المواد، الأنظمة  
الطاقوية، التكنولوجيا  
والبيئة  
(LMESTE)

جامعة غرداية  
Université de Ghardaïa  
كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre  
قسم البيولوجيا  
Département de Biologie

N° d'enregistrement  
/...../...../...../.....

## THÈSE

Pour l'obtention du diplôme de **Doctorat 3<sup>ème</sup> cycle L.M.D.**

**Domaine:** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière:** Ecologie et environnement

**Spécialité:** Agro-écologie

### Statut et écologie de l'avifaune urbaine de la région de Ghardaïa (Sahara Septentrional)

Soutenue publiquement le :23/11/2025

Par : M<sup>elle</sup> GUERBOUZ Affaf

Devant le jury composé de :

OUICI Houria	MCA	Université de Ghardaïa	Présidente
GUERGUEB El Yamine	Professeur	Université de Ghardaïa	Directeur de thèse
BOUNAB Choayb	M.C.A	Université de Ghardaïa	Co- directeur de thèse
BENSACI Ettayeb	Professeur	Université de M'Sila	Examinateur
BOUZEGAG Abdelaziz	M.C.A	Centre universitaire de Mila	Examinateur
BENHDID Hadjira	M.C.A	Université de Ghardaïa	Examinatrice
NOUIDJEM Yassine	Professeur	Université de M'Sila	Invité

Année universitaire : 2025 /2026

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

{ يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا  
الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ }

( المجادلة: 11 )

# Remerciements

Je rends grâce avant tout à Dieu le Tout-Puissant, qui m'a donné la force, le courage et la patience pour mener à bien ce travail doctoral.

Je tiens à exprimer mes plus sincères remerciements à **Monsieur GUERGUEB El-Yamine**, Professeur à l'Université de Ghardaïa, mon directeur de thèse.

Je trouve difficilement les mots justes pour exprimer toute l'ampleur de ma reconnaissance. Vous avez été bien plus qu'un directeur de thèse : un guide, un soutien et une présence constante à mes côtés. Je vous dois une part essentielle de l'aboutissement de ce travail doctoral. Votre confiance et vos encouragements resteront gravés dans ma mémoire comme une source inestimable de force. Je vous exprime ici mon profond respect, ma reconnaissance éternelle et toute mon estime.

Ma gratitude la plus profonde et la plus sincère va à Madame **Soumia HADDAD**, Maître de Conférences A à l'Université de Ghardaïa.

Vous avez été un véritable soutien moral et humain tout au long de ce parcours exigeant. Dans les moments de doute comme dans les instants de réussite, votre présence bienveillante, vos paroles rassurantes et vos encouragements indéfectibles ont toujours su m'apporter la force nécessaire pour avancer. Je n'oublierai jamais l'importance que vous avez eue dans l'achèvement de ce travail doctoral. Je vous exprime ici toute ma reconnaissance, mon profond respect et mon estime la plus sincère.

J'adresse également mes chaleureux remerciements à mon co-encadrant **Monsieur BOUNAB Choayb**, Maître de Conférences A à l'Université de Ghardaïa.

Pour son accompagnement précieux tout au long de ce travail, pour son soutien constant, ainsi que ses conseils pertinents qui ont grandement contribué à l'amélioration et à la réussite de cette thèse.

Je souhaite exprimer ma profonde reconnaissance **Madame OUCI Houria, Présidente du jury**, d'avoir accepté de présider cette soutenance. Son intérêt pour ce travail, ainsi que l'honneur qu'il m'a fait en acceptant cette responsabilité, me touchent particulièrement.

Mes vifs remerciements vont également à **Monsieur BENSACI Ettayeb** Professeur de l'université de M'Sila, **Examineur**, pour l'honneur qu'il me fait en acceptant d'évaluer ce travail, pour l'intérêt attentif qu'il a porté à cette étude, ainsi que pour la pertinence et la richesse de ses observations.



Je remercie aussi **Monsieur BOUZEGAG Abdelaziz**, Maitre de conférence –A-, au centre universitaire de Mila, **Examineur**, pour avoir accepté d'évaluer cette thèse. Ses critiques et suggestions contribueront sans nul doute à enrichir et améliorer ce manuscrit.

Je remercie aussi **Madame BENHDID Hadjira**, Maitre de conférence –A-, a l'université de Ghardaia, **Examinatrice** pour l'honneur qu'elle m'a fait en acceptant d'évaluer ce travail. Ses observations et recommandations ont grandement contribué à l'amélioration de cette these.

Je tiens aussi à remercier l'ensemble des pofesseurs, collègues et membres du laboratoire, dont le soutien, les échanges scientifiques et la collaboration ont enrichi ce parcours académique.

Enfin, je n'oublie pas toutes les personnes qui, de près ou de loin, m'ont encouragé et soutenue dans la réalisation de ce travail. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde reconnaissance.



# Dédicace

À mon cher grand-père, grâce à ses prières sincères qui ont été la lumière de mon chemin et le soutien de ma vie, je lui dois une part de ce succès.

À vous deux, mes parents bien-aimés, je dédie ce travail. C'est le fruit de vos sacrifices, de vos prières et de votre amour sans limites.

## *À mon cher Père Abdelkader*

Vous avez été plus qu'un père : vous avez été mon pilier, mon repère et ma plus grande force. Tout ce que je suis aujourd'hui, je le dois à vous, et aucun mot ne pourra jamais décrire la profondeur de mon amour et de ma reconnaissance envers vous.

## *À ma chère Maman Saida*

À ma source de vie, mon inspiration et mon plus grand trésor.  
Merci pour votre amour infini, votre patience et tous les sacrifices que vous avez consentis pour moi. Je n'ai pas de mots assez forts pour exprimer ma gratitude profonde et l'amour éternel que je ressens pour vous.

Je vous aime plus que les mots ne peuvent le dire, et ce succès est autant le vôtre que le mien.

## *À ma chère sœur Soumia*

Votre amour, vos encouragements et votre présence ont toujours été un refuge pour moi. Merci d'avoir cru en moi et d'avoir illuminé mes moments de doute par votre douceur, votre bienveillance et votre soutien.

## *À mes chers frères Ahmed et Amine*

Dans chaque épreuve, vous avez été ma lumière et ma force silencieuse.  
Votre soutien et votre affection ont accompagné chacun de mes pas.  
Je suis profondément reconnaissante et infiniment fière de vous avoir à mes côtés.

À ma chère belle-sœur **Moufida** et à mon cher beau-frère **Masseoud**,  
Merci pour votre amour, votre gentillesse et le soutien sincère que vous m'avez toujours apporté.  
Votre présence dans ma vie est une véritable source de joie et de force.

**Chers neveux et nièces** : Saida, Amira, Wael, Mohamed et Rafik je vous aime énormément. Vos sourires et votre joie remplissent mon cœur de bonheur chaque jour. Vous êtes ma petite lumière et je vous porte tout mon amour.

À toute la famille **GUERBOUZ et BENZIADI**, en signe d'amour, de respect et de reconnaissance.

## **Résumé**

Cette thèse explore la diversité et la composition des communautés d'oiseaux dans la ville de Ghardaïa, située au nord du Sahara algérien, entre septembre 2022 et septembre 2024. L'étude vise à évaluer l'influence du gradient d'urbanisation et de la structure végétale sur la richesse spécifique, l'abondance et la composition communautaire des espèces aviennes.

Les données ont été collectées à partir des points d'écoute répartis dans trois types d'habitats contrastés : urbains, semi-urbains et agricoles. Les indices de diversité (Shannon–Wiener, Margalef, Simpson) ont été calculés, et des analyses statistiques (ANOVA unidirectionnelle) ainsi que des analyses multivariées (NMDS, PERMANOVA) ont permis de tester les différences entre habitats.

Au total, 44 espèces appartenant à 10 ordres et 23 familles ont été recensées. Les valeurs maximales de diversité ont été observées dans les habitats semi urbains et agricoles ( $H' = 3,82$  ; Margalef = 3,66 ; Simpson = 0,92). Les différences de richesse, de nombre de familles et d'abondance entre habitats se sont révélées statistiquement significatives.

Les résultats montrent que la couverture végétale et la richesse floristique exercent un effet positif et significatif sur la richesse, l'abondance et la diversité avifaunistiques. Les analyses multivariées mettent en évidence une structuration nette des assemblages d'oiseaux selon le degré d'urbanisation.

L'étude met en évidence l'impact conjoint de la végétation et de l'urbanisation sur la distribution et la richesse des espèces aviennes. Elle montre que la préservation de la diversité avienne en milieu saharien passe par une planification urbaine intégrant à la fois la conservation des habitats, la gestion écologique des espaces verts et un aménagement urbain durable à la région de Ghardaïa.

### **Mots clés :**

Sahara algérien, Ghardaïa, avifaune, richesse spécifique, gradient d'urbanisation, couverture végétale.

## **Abstract**

This thesis explores the diversity and composition of bird communities in the city of Ghardaïa, located in the northern Algerian Sahara, between September 2022 and September 2024. The study aims to assess the influence of the urbanization gradient and vegetation structure on species richness, abundance, and community composition of avian species.

Data were collected from listening points distributed across three contrasting habitat types: urban, semi-urban, and agricultural. Diversity indices (Shannon–Wiener, Margalef, Simpson) were calculated, and statistical analyses (one-way ANOVA) as well as multivariate analyses (NMDS, PERMANOVA) were used to test differences between habitats.

A total of 44 species belonging to 10 orders and 23 families were recorded. Maximum diversity values were observed in semi-urban and agricultural habitats ( $H' = 3.82$ ; Margalef = 3.66; Simpson = 0.92). Differences in richness, number of families, and abundance between habitats proved to be statistically significant.

The results show that vegetation cover and floristic richness exert a positive and significant effect on avian richness, abundance, and diversity. Multivariate analyses highlight a clear structuring of bird assemblages according to the degree of urbanization.

The study highlights the combined impact of vegetation and urbanization on the distribution and richness of bird species. It demonstrates that preserving avian diversity in the Saharan environment requires urban planning that integrates habitat conservation, ecological management of green spaces, and sustainable urban development in the Ghardaïa region.

### **Keywords:**

Algerian Sahara, Ghardaïa, avifauna, species richness, urbanization gradient, vegetation cover.

تستعرض هذه الأطروحة تنوع وتركيب تجمعات الطيور في مدينة غرداية، الواقعة في شمال الصحراء الجزائرية، خلال الفترة من سبتمبر 2022 إلى سبتمبر 2024. تهدف الدراسة إلى تقييم تأثير تدرج التحضر وتركيب الغطاء النباتي على تنوع الأنواع، وكثافة الأعداد، وتركيب مجتمعات الطيور.

تم جمع البيانات من نقاط استماع موزعة عبر ثلاثة أنواع من المواطن المتباينة: حضرية، شبه حضرية، وزراعية. تم حساب مؤشرات التنوع (شانون-وينر، مارغاليف، سيمبسون)، وأجريت تحليلات إحصائية (ANOVA أحادي الاتجاه) وتحليلات متعددة المتغيرات (NMDS، PERMANOVA) لاختبار الفروقات بين المواطن.

سُجّل إجمالي 44 نوعًا تنتمي إلى 02 رتب و22 عائلة. لوحظت أعلى قيم التنوع في المواطن شبه الحضرية والريفية (3.82  $H'$  = 3.66؛ Margalef = 0.92؛ Simpson = 0.92) كما أظهرت الفروقات في التنوع، وعدد العائلات، والكثافة بين المواطن دلالة إحصائية واضحة.

تُظهر النتائج أنّ الغطاء النباتي والغنى النباتي يؤثران إيجابيًا وبشكل كبير على تنوع الطيور وكثافتها. كما توضح التحليلات متعددة المتغيرات وجود هيكل واضحة لمجموعات الطيور تبعًا لدرجة التحضر.

تُسلط الدراسة الضوء على التأثير المشترك لكلٍّ من الغطاء النباتي والتحضر على توزيع ووفرة أنواع الطيور، وتبين أن الحفاظ على تنوع الطيور في البيئة الصحراوية يتطلب تخطيطًا عمرانيًا يدمج بين حفظ المواطن الطبيعية، والإدارة البيئية للمساحات الخضراء، والتنمية الحضرية المستدامة في منطقة غرداية.

#### الكلمات المفتاحية:

الصحراء الجزائرية، غرداية، الطيور، تنوع الأنواع، تدرج التحضر، الغطاء النباتي.

## Liste de figures

N°	Titre	Page
01	Carte de la situation géographique de la région de Ghardaïa	10
02	Diagramme Ombrothermique de la station de Ghardaïa (2013-2022).	18
03	Climatogramme d'Emberger pour la région de Ghardaïa (2013-2022).	19
04	Carte de la zone d'étude avec les points des échantillons.	22
05	Habitat urbains.	26
06	Habitats semi urbains	26
07	Habitats agricoles	27
08	Richesse en espèces et pourcentage des familles d'oiseaux recensées dans la région de Ghardaïa	34
09	Pourcentages des différents types fauniques des oiseaux de la région de Ghardaïa	35
10	Pourcentages des statuts phénologiques des oiseaux de la région de Ghardaïa	37
11	Pourcentages des différents Statuts trophiques des oiseaux de la région de Ghardaïa	38
12	Évolution de la moyenne des effectifs du Martinet noir dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	42
13	Évolution de la moyenne des effectifs de la Huppe fasciée dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	44
14	Évolution de la moyenne des effectifs du Pigeon biset dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	46
15	Évolution de la moyenne des effectifs de la Tourterelle Turque dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	48
16	Évolution de la moyenne des effectifs de la Tourterelle maillée dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	49
17	Évolution de la moyenne des effectifs de la Tourterelle des bois dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	50
18	Évolution de la moyenne des effectifs du Guépier d'europe dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	53
19	Évolution de la moyenne des effectifs du Guépier de perse dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	54
20	Évolution de la moyenne des effectifs de la Cigogne blanche dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	55
21	Évolution de la moyenne des effectifs du Faucon cercerelle dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	57
22	Évolution de la moyenne des effectifs de la Perdrix gabra dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	59
23	Évolution de la moyenne des effectifs de la Gallinule poule d'eau dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	60
24	Évolution de la moyenne des effectifs du Bruant du sahra dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.	62
25	Évolution de la moyenne des effectifs du Hyplais pale dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.	64

26	Évolution de la moyenne des effectifs de la Cochevis de tekhla dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	66
27	Évolution de la moyenne des effectifs de l’Ammomane isabelline dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	67
28	Évolution de la moyenne des effectifs de la Cochevis huppé dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	68
29	Évolution de la moyenne des effectifs du Corbeau brun dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.	70
30	Évolution de la moyenne des effectifs de la Roselin githagine dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.	72
31	Évolution de la moyenne des effectifs de l’Hirondelle des fenêtres dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.	73
32	Évolution de la moyenne des effectifs de l’Hirondelle rustique dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.	75
33	Évolution de la moyenne des effectifs de la Pie grièche a tete rousse dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.	76
34	Évolution de la moyenne des effectifs de la Pie grièche grise dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.	78
35	Évolution de la moyenne des effectifs de la Pie grièche méridionale dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	79
36	Évolution de la moyenne des effectifs de la Bergeronnette grise dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	81
37	Évolution de la moyenne des effectifs du Pipits farlouse dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.	82
38	Évolution de la moyenne des effectifs du Traquet rieur dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.	84
39	Évolution de la moyenne des effectifs de Rougequeue de Moussier Moussier's Redstart dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	85
40	Évolution de la moyenne des effectifs du Gobemouche gris dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.	86
41	Évolution de la moyenne des effectifs de l’Agroubate roux dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.	87
42	Évolution de la moyenne des effectifs du Traquet a tête blanche dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	89
43	Évolution de la moyenne des effectifs du Gobemouche noir dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	90
44	Évolution de la moyenne des effectifs du Tarier pâtre dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	91
45	Évolution de la moyenne des effectifs de la Rougequeue à front blanc dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	92
46	Évolution de la moyenne des effectifs du Moineau domestique dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	94
47	Évolution de la moyenne des effectifs du Moineau espagnol dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	95

<b>48</b>	Évolution de la moyenne des effectifs du Pouillot siffleur dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.	<b>97</b>
<b>49</b>	Évolution de la moyenne des effectifs du Pouillot véloce dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.	<b>98</b>
<b>50</b>	Évolution de la moyenne des effectifs du Pouillot fitis dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	<b>99</b>
<b>51</b>	Évolution de la moyenne des effectifs de la Cratérope fauve dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	<b>101</b>
<b>52</b>	Évolution de la moyenne des effectifs de la Fauvette mélanocéphale dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	<b>102</b>
<b>53</b>	Évolution de la moyenne des effectifs de la Grande Aigrette dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	<b>104</b>
<b>54</b>	Évolution de la moyenne des effectifs de l’Héron garde-bœufs dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.	<b>105</b>
<b>55</b>	Évolution de la moyenne des effectifs de la Chouette effraie dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024	<b>107</b>
<b>56</b>	Nombre de taxons d'oiseaux identifiés dans le paysage urbain saharien de la région de Ghardaïa, selon les ordres, familles, genres et espèces	<b>109</b>
<b>57</b>	Diagramme de Venn de la richesse spécifique entre les trois habitats	<b>113</b>
<b>58</b>	L'abondance (A), la richesse en espèces (B) et la diversité des espèces d'oiseaux dans les zones bâties, les espaces verts et les zones intermédiaires (C).	<b>115</b>
<b>59</b>	Biplot d'ordination de l'analyse par mise à l'échelle multidimensionnelle non métrique (NMDS) basé sur le coefficient de similarité de Bray-Curtis	<b>116</b>
<b>60</b>	Relations entre la richesse des espèces d'oiseaux (A–B), l'abondance (C–D) et la diversité des oiseaux (H') (C–D) et les variables les plus associées : couverture végétale et richesse végétale.	<b>119</b>

## Liste des tableaux

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Choix des points d'écoutes	<b>23</b>
<b>02</b>	Les des espèces d'oiseaux recensé dans le paysage urbain de la ville de Ghardaïa	<b>33</b>
<b>03</b>	Nomenclature binomiale, anglaise et française de l'avifaune recensée et sa répartition par types fauniques (T.F), catégorie trophique (C.T), phénologique (C.Ph), Aire de reproduction (A.R), Indice de reproduction (I.R) et de protection (C.Pr).	<b>39</b>
<b>04</b>	Diversité du peuplement avien dans les déférents habitats étudié dans la ville de Ghardaïa	<b>108</b>
<b>05</b>	Analyse de variance à sens unique (ANOVA) entre le nombre de familles d'oiseaux, les espèces et l'abondance dans les trois habitats étudiés.	<b>110</b>
<b>06</b>	Fréquence d'occurrence des espèces recensées dans la ville de Ghardaïa.	<b>113</b>
<b>07</b>	PERMANOVA par paires (pseudo-F, R <sup>2</sup> , p) basée sur la dissimilarité de Bray–Curtis pour les assemblages d'oiseaux entre habitats : espaces verts, intermédiaire et bâti.	<b>117</b>
<b>08</b>	Résultats des régressions linéaires simples entre les indicateurs de diversité des oiseaux (richesse en espèces, abondance et indice de Shannon) et les variables de structure végétale (couverture végétale et richesse floristique).	<b>120</b>

## Liste des abréviations

<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>AF</b>	Afrotropicale
<b>ANOVA</b>	Analyse de la variance
<b>A.N.R.H</b>	Agence Nationale des Ressources Hydrauliques
<b>A.R</b>	Aire de reproduction
<b>C</b>	Constance
<b>CI</b>	Continental Intercalaire
<b>C.Ph</b>	Catégorie phénologique
<b>C.Pr</b>	Catégorie de protection
<b>CT</b>	Complexe Terminal
<b>C.T</b>	Catégorie trophique
<b>DPSB</b>	Direction de la Planification et des Statistiques de la Wilaya de Ghardaïa
<b>G</b>	Granivore
<b>H'</b>	Indice de diversité de Shannon et Weaver
<b>H</b>	Hivernant
<b>I</b>	Insectivore
<b>M</b>	Migrateur
<b>MP</b>	Migrateurs de passage
<b>N</b>	Nid
<b>NMDS</b>	Ordination multidimensionnelle non métrique
<b>O.N.M</b>	Office National de la Météorologie
<b>OR</b>	Orientale
<b>PAL</b>	Paléarctique
<b>PERMANOVA</b>	Analyse de la variance multivariée par permutation
<b>R</b>	Reproduction confirmée
<b>r</b>	Reproduction non confirmée
<b>SN</b>	Sédentaires nicheurs
<b>SNN</b>	Sédentaires non nicheurs
<b>T</b>	Température moyenne mensuelle

## Table des matières

Remerciement	01
Dédicace	
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction	01
<b>Chapitre I. Matériel et Méthodes</b>	
I. Présentation de la région d'étude	09
I.1. Cadre géomorphologique	10
I.1.1. Chebka du M'Zab	11
I.1.2. Dayas	11
I.1.3. Regs	11
I.1.4. Erg	11
I.2. Cadre hydrologique	12
I.2.1. Réseau hydrique	12
I.2.2. Eaux souterraines	13
I.2.2.1. Nappe phréatique	13
I.2.2.2. Nappe du Continental Intercalaire (CI)	13
I.2.2.3. Nappe du Complexe Terminal (CT)	14
I.3. Cadre climatique	14
I.3.1. Données météorologiques	14
I.3.1.1. Précipitation	14
I.3.1.2. Évaporation	15
I.3.1.3. Température	15
I.3.1.4. Vents	16
I.3.1.5. Insolation	16
I.3.1.6. Humidité relative	16
I.3.2. Synthèse climatique	17
I.3.2.1. Diagramme Pluviothermique de BAGNOULS et GAUSSEN	17
I.3.2.2. Climatogramme D'Emberger	18
I.4. Cadre biotique	19
I.4.1. Faune	19
I.4.2. Flore	21
II. Méthodologie de travail	21
II.1. Choix des points d'écoutes	22
II.2. Dénombrement des oiseaux	24
II.3. Classification des habitats	26
II.3.1. Habitats urbains	26
II.3.2. Habitats semi urbains	26
II.3.3. Habitats agricoles	27

II.4. Statuts phénologiques	27
II.5. Statuts de protection	28
II.6. Indices de structure et de diversité avifaunistique	28
II.6.1. L'abondance	28
II.6.2. L'abondance relative	28
II.6.3. Richesse spécifique	29
II.6.4. Richesse totale	29
II.6.5. Indice de diversité Shannon et Weaver	29
II.6.6. Indice d'équitabilité (E)	29
II.6.7. Indice de Simpson (D)	30
II.6.8. Fréquence en nombre	30
II.6.9. Constance ou indice d'occurrence	30
II.7. Analyses statistiques	31
<b>Chapitre 02 : Résultats et Discussion</b>	
I.1. Inventaire systématique	33
I.1.2. Statuts écologiques	34
I.1.2.1. Origine des espèces avienne	35
I.1.2.2. Statut phénologique	35
I.1.2.3. Statut trophique	38
I.1.2.4. Statut de protection	38
II.1. Phénologie et structure du peuplement avien	41
II.1.1. La famille des Apodidés	41
II.1.1.1. Martinet noir   Common Swift	41
II.1.2. Famille des Upupidés	43
II.1.2.1. Huppe fasciée   Eurasian Hoopoe	43
II.1.2. Famille des Columbides	45
II.1.2.1. Pigeon biset   Rock Dove	45
II.1.2.2. Tourterelle Turque   Eurasian Collared Dove	46
II.1.2.3. Tourterelle Maillée   Laughing Dove	48
II.1.2.4. Tourterelle des Bois   European Turtle Dove	49
II.1.3. Famille des Meropidés	50
II.1.3.1. Guêpier d'Europe   European Bee-eater	51
II.1.3.2. Guêpier de Perse   Blue-cheeked Bee-eater	53
II.1.3. Famille des Ciconiidés	54
II.1.3.1. Cigogne blanche   White Stork	55
II.1.4. Famille des Falconidés	56
II.1.4.1. Faucon crécerelle   Common Kestrel	56
II.1.5. Famille des Phasianidés	57
II.1.5.1. Perdrix gabra   Barbary Partridge	58
II.1.6. Famille des Rallidés	59
II.1.6.1. Gallinule poule-d'eau   Common Moorhen	59
II.1.7. Famille des Emberizidés	61
II.1.7.1. Bruant du Sahara   House Bunting	61

II.1.8. Famille des Acrocephalidés	62
II.1.8.1. Hypolaïs pâle   Eastern Olivaceous Warbler	63
II.1.9. Famille des Alaudidés	64
II.1.9.1. Cochevis de Thékla   Thekla's Lark	65
II.1.9.2. Ammomane isabelline   Desert Lark	66
II.1.9.3. Cochevis huppé   Crested Lark	67
II.1.10. Famille des Corvidés	68
II.1.10.1. Corbeau brun   Brown-necked Raven	69
II.1.11. Famille des Fringillidés	70
II.1.11.1. Roselin githagine   Trumpeter Finch	70
II.1.12. Famille des Hirundinidés	72
II.1.12.1. Hirondelle rustique   Barn Swallow	72
II.1.12.2. Hirondelle de fenêtre   Western House Martin	73
II.1.13. Famille des Laniidés	75
II.1.13.1. Pie-grièche rousse   Woodchat Shrike	75
II.1.13.2. Pie-grièche grise   Great Grey Shrike	76
II.1.13.3. Pie-grièche méridionale   Iberian Grey Shrike	78
II.1.14. Famille des Motacillidés	79
II.1.14.1. Bergeronnette grise   White Wagtail	79
II.1.14.2. Pipit farlouse   Meadow Pipit	81
II.1.15. Famille des Muscicapidés	82
II.1.15.1. Traquet rieur   Black Wheatear	83
II.1.15.2. Rougequeue de Moussier   Moussier's Redstart	84
II.1.15.3. Gobemouche gris   Spotted Flycatcher	85
II.1.15.4. Agroubate roux   Rufous-tailed Scrub Robin	86
II.1.15.5. Traquet à tête blanche   White-crowned Wheatear	87
II.1.15.6. Gobemouche noir   European Pied Flycatcher	89
II.1.15.7. Tarier pâtre   European Stonechat	90
II.1.15.8. Rougequeue à front blanc   Common redstart	91
II.1.16. Famille des passéridés	92
II.1.16.1. Moineau domestique   House Sparrow	93
II.1.16.2. Moineau espagnol   Spanish Sparrow	94
II.1.17. Famille des Phylloscopidés	95
II.1.17.1. Pouillot siffleur   Wood Warbler	95
II.1.17.2. Pouillot vélocé   Common Chiffchaff	97
II.1.17.3. Pouillot fitis   Willow Warbler	98
II.1.18. Famille des Sylviidés	99
II.1.18.1. Cratélope fauve   Fulvous Babbler	100
II.1.18.2. Fauvette mélanocéphale   Sardinian Warbler	101
II.1.19. Famille des Ardeidés	103
II.1.19.1. Grande aigrette   Great Egret	103
II.1.19.2. Héron garde-bœufs   Western Cattle Egret	104
II.1.20. Famille des Tytonidés	105
II.1.20.1. Chouette Effraie   Western Barn Owl	106

III.1. Effet de l'urbanisation sur le peuplement d'oiseaux dans un paysage urbain saharien	<b>108</b>
VI.1. Rôle des espaces verts urbains dans le maintien des peuplements aviens en milieu urbain saharien	<b>112</b>
Conclusion	<b>129</b>
Références bibliographique	<b>125</b>

# Introduction

## Introduction

Le terme biodiversité, largement employé depuis la fin du XXe siècle, a fait l'objet de nombreuses définitions. Il peut être défini comme la diversité qui existe entre les différentes catégories d'organismes vivants, mais également au sein de celles-ci, ainsi que celle des communautés et des processus biotiques présents dans un biotope donné (Gosselin *et al.*, 2004).

Selon Blondel (1995), ce mot a été employé pour la première fois par Wilson et Peter en 1988. Toutefois, le concept qu'il recouvre est bien plus ancien, ayant été évoqué dès 1760 par C. Linné, puis par Bernardin de Saint-Pierre avant 1815. Depuis 1986, la notion de biodiversité occupe une place centrale dans les travaux des biologistes, écologues et écologistes. Parmi les nombreuses composantes de la biodiversité, l'avifaune occupe une place particulière en raison de son exceptionnelle diversité et de sa distribution à l'échelle globale.

Les oiseaux comptent plus de 11 000 espèces à l'échelle planétaire, chacune présentant des caractéristiques uniques en matière de morphologie, de comportement, d'habitat et de régime alimentaire (BirdLife International, 2018). Cette richesse aviaire contribue à la beauté et à la vitalité des écosystèmes (Whelan *et al.*, 2008).

Leur attrait pour l'humain est indéniable : leur plumage coloré, leurs chants mélodieux, leur vol gracieux ou encore leurs comportements migratoires suscitent un intérêt marqué depuis toujours (Choubane, 1984 ; Stichmann-Marny *et al.*, 1997). Ces petites créatures, souvent admirées pour leur éclat visuel et sonore, éveillent la curiosité populaire quant à leurs modes de vie, leurs nids, leurs œufs ou leurs prédateurs (Barnaud, 1998).

Au-delà de leur attrait visuel et morphologique, Les espèces aviennes jouent un rôle écologique essentiel dans les écosystèmes. Ils participent activement à la régulation des populations d'insectes, au recyclage de la matière organique, et à la dissémination des graines et spores, contribuant ainsi au renouvellement et à la dynamique de la végétation (Milla, 2008).

Les oiseaux, de par leur sensibilité aux perturbations environnementales, constituent d'excellents bio-indicateurs, reflétant la santé écologique des habitats, notamment en milieu urbain (Aouissi *et al.*, 2017 ; Melles, 2005 ; Yang *et al.*, 2020). Par ailleurs, leur visibilité et leur familiarité en tant qu'éléments de la faune urbaine offrent une opportunité précieuse pour la sensibilisation à la biodiversité locale.

Ils permettent ainsi d'évaluer de manière accessible les effets de l'urbanisation sur la répartition, l'abondance et le statut de conservation des espèces (Lougbegnon *et al.*, 2011).

Cependant, la biodiversité mondiale subit une dégradation alarmante, largement attribuée aux activités humaines. La déforestation, la fragmentation des habitats, la surexploitation des ressources naturelles, la pollution, l'introduction d'espèces exotiques envahissantes, ainsi que les effets du changement climatique sont autant de facteurs qui compromettent l'équilibre des écosystèmes (Burgess, 1988 ; Burel *et al.*, 1998 ; Mermet et Poux, 2000 ; Fresco et Kroonenberg, 1992 ; Balent, 1994).

La relation entre la biodiversité et les activités anthropiques suscite un intérêt croissant dans la recherche scientifique, mettant en lumière les effets de l'urbanisation sur le fonctionnement des systèmes écologiques (Boren *et al.*, 1999 ; Ormerod, 2000).

Toutefois, la biodiversité en milieu urbain n'a commencé à attirer l'attention que récemment, la conservation ayant longtemps été associée à des milieux vierges exclus de l'influence humaine (Miller et Hobbs, 2002).

L'urbanisation désigne un processus de transformation rapide des espaces naturels ou agricoles en zones artificialisées (Yang *et al.*, 2020), caractérisées par la construction d'infrastructures humaines comme les bâtiments et les routes. Ce phénomène est essentiellement induit par l'intervention humaine pour répondre aux besoins croissants des populations (Germaine et Wakeling, 2001 ; McKinney, 2006 ; Forman, 2014)

Les transformations de l'environnement ont été particulièrement marquées au cours du XX<sup>e</sup> siècle. L'urbanisation et la croissance démographique humaine ont engendré de nouveaux habitats pour la faune (Merabet *et al.*, 2011).

En dépit des altérations majeures qu'ils ont subies, les milieux urbains jouent un rôle non négligeable dans le maintien de la biodiversité, en hébergeant une part significative de la faune et de la flore, capables de s'adapter aux contraintes de ces environnements anthropisés (Croci *et al.*, 2008 ; Fraissinet *et al.*, 2022).

Le milieu urbain se caractérise par une forte densité de population, généralement supérieure à 400 habitants par kilomètre carré, et par des conditions écologiques profondément façonnées par les activités humaines (Pickett *et al.*, 2011). Ces milieux présentent des caractéristiques physiques et biologiques profondément influencées par les activités humaines, ce qui a conduit à une hétérogénéité spatiale marquée. Cette variabilité structurelle constitue désormais un concept central en écologie urbaine, car elle peut influencer l'évolution des espèces et les mécanismes par lesquels elles s'adaptent aux conditions urbaines (Shochat *et al.*,

2006).

Bien que le milieu urbain soit soumis à d'importantes perturbations d'origine anthropique telles que la pollution chimique, lumineuse et sonore, il peut néanmoins offrir des conditions favorables à certaines espèces, notamment aviaires. En effet, il met à leur disposition une quantité appréciable de ressources alimentaires, particulièrement dans les jardins (Pickett *et al.*, 2011).

L'accumulation de déchets ménagers, attire de nombreux oiseaux omnivores. Par ailleurs, les espèces granivores bénéficient également de la disponibilité de graines là où se trouvent des céréales telles que le maïs ou le riz (Lougbeignon *et al.*, 2011).

De plus, pour beaucoup d'oiseaux, le milieu urbain ressemble à leur habitat d'origine, ce qui ne nécessite pas une adaptation stricte, mais plutôt une accoutumance à la présence humaine. Cette accoutumance a favorisé une augmentation significative du nombre d'espèces aviennes en ville au cours du dernier siècle, entraînant des modifications dans leurs habitudes, notamment en termes de sites de nidification, de régime alimentaire, de rythmes de vie et de tolérance envers les humains (Malher et Magne, 2010).

Dans ce contexte, la ville est considérée comme un véritable laboratoire pour l'étude de la biodiversité et des processus évolutifs, où les espèces sont exposées à des contraintes majeures et confrontées à de nouveaux facteurs tels que la luminosité, la répartition des ressources alimentaires ou encore la prédation (Clergeau, 2005). Elles se composent de mosaïques de bâtiments, de voies de circulation et d'espaces verts de tailles variées, qui se sont progressivement développée au cours des siècles (Obrist *et al.*, 2012).

Ces structures urbaines représentent donc des milieux particulièrement intéressants pour les espèces aviennes, car elles leur offrent des conditions favorables à leur survie et à leur reproduction. En effet, certaines espèces, comme les hirondelles, bénéficient de facilités pour la nidification, tandis que d'autres oiseaux arboricoles trouvent en milieu urbain une quantité suffisante d'arbres leur permettant de nicher dans des habitats similaires à leurs milieux naturels (Lougbeignon *et al.*, 2011).

Ces derniers offrent aux oiseaux des conditions écologiques souvent plus favorables que celles des zones agricoles avoisinantes. En effet, les microclimats urbains se caractérisent par des températures plus élevées et des vents moins violents. Par ailleurs, la végétation peut y croître plus rapidement, grâce à la chaleur et à l'humidité retenue par les infrastructures (Faggi

et Caula, 2017).

Un autre avantage important est la réduction du risque de prédation. Les prédateurs naturels, souvent plus farouches et moins tolérants à la présence humaine, s'adaptent difficilement à l'environnement urbain. En conséquence, les oiseaux trouvent dans les villes une forme de refuge contre ces menaces (Ndayikengurukiye, 2005). Ces conditions permettent à certaines espèces de se nourrir sans avoir à quitter les villes (Lougbeignon *et al.*, 2011).

En plus de ces avantages écologiques, les interactions entre les oiseaux et les citoyens contribuent également à favoriser leur présence en milieu urbain. Selon une analyse des articles de presse de l'époque, les oiseaux représentaient le groupe animal le moins pourchassé en ville, comparativement aux mammifères ou aux reptiles. Mieux encore, certaines espèces, notamment les oiseaux chanteurs, ont bénéficié d'un soutien actif de la population urbaine, à travers la mise en place de mangeoires et de niochirs favorisant leur maintien et leur reproduction (Sadaoui, 2018).

Toutefois, la dynamique des populations aviennes reste étroitement liée aux ressources disponibles, elles-mêmes influencées par le degré d'urbanisation. En effet, toutes les espèces ne réagissent pas de la même manière à l'environnement urbain : certaines privilégient des quartiers aux traits plus ruraux, d'autres dépendent de la végétation environnant les bâtiments, tandis que certaines tolèrent mieux les zones densément construites (Bendahmane, 2018).

Le concept de gradient urbain est couramment utilisé pour décrire la transition entre les milieux agricoles faiblement modifiés et les centres urbains densément construits, ainsi que pour analyser l'effet progressif de l'urbanisation sur la biodiversité (McDonnell et Pickett, 1990 ; Blair, 1996 ; Marzluff *et al.*, 2001). Cette approche permet de mieux appréhender les réponses écologiques différenciées des espèces d'oiseaux face à la transformation progressive des habitats naturels (Blair, 1996 ; Clergeau *et al.*, 1998 ; Marzluff *et al.*, 2001).

Les structures urbaines peuvent proposer une diversité d'habitats variés en fonction du degré d'urbanisation (DeGraaf *et al.*, 1991). Elles contiennent souvent des fragments d'écosystèmes naturels ou semi-naturels (Haase, 2003 ; Crane et Kinzig, 2005 ; Millard, 2008).

L'étude des effets de l'urbanisation sur la diversité aviaire le long de ce gradient révèle que la richesse spécifique ne suit pas une tendance uniforme. En effet, la richesse des oiseaux nicheurs tend à décliner avec l'intensification de l'urbanisation, atteignant ses valeurs minimales dans les centres urbains les plus densément peuplés (Clergeau *et al.*, 1998, 2006 ;

Blair, 1999 ; Marzluff, 2001 ; Tratalos *et al.*, 2007). Cette diminution est principalement imputable à la fragmentation des habitats naturels, ainsi qu'aux perturbations anthropiques.

L'urbanisation modifie également la composition des communautés aviaires

: certaines espèces, mieux adaptées aux conditions urbaines, deviennent dominantes dans les zones fortement urbanisées, comme le moineau domestique (*Passer domesticus*), souvent l'espèce la plus abondante dans ces milieux (Leveau *et al.*, 2017).

Néanmoins, la présence d'espaces verts tels que les parcs et les jardins contribue à soutenir et enrichir la diversité aviaire au sein de ces milieux urbains (Rodrigues *et al.*, 2018).

Cette dynamique complexe est illustrée par l'étude menée par Plass et Wunderle (2013) dans le nord-est de Porto Rico, qui met en évidence une diminution de l'abondance des espèces endémiques avec l'urbanisation croissante, tandis que les espèces résidentes et exotiques prospèrent. La richesse spécifique totale y est la plus élevée dans les zones urbaines, principalement en raison de ces dernières catégories, alors que la richesse des espèces endémiques atteint son maximum dans les habitats forestiers.

Ces résultats soulignent la complexité des réponses écologiques des communautés aviaires face au gradient d'urbanisation et la nécessité de considérer la composition spécifique des habitats dans les analyses écologiques.

L'intérêt scientifique pour l'avifaune algérienne remonte à plusieurs décennies. Les premières données ont été collectées dès 1939 (Isenmann et Moali, 2000), et les travaux majeurs ont été réalisés par Heim de Balsac et Mayaud (1962), suivis par ceux d'Etchecopar et Hüe (1964).

Ces travaux ont constitué les bases des inventaires actuels sur l'avifaune en Algérie et ont permis de mieux comprendre comment les populations d'oiseaux évoluent face aux changements environnementaux et humains, y compris dans des zones arides comme le Sahara.

Le Sahara, vaste étendue désertique occupant une grande partie de l'Afrique du Nord. Sa partie nord, appelée Sahara septentrional, s'étend sur plus d'un million de kilomètres carrés, elle est soumise à la rudesse du climat méditerranéen aride, caractérisé par des précipitations très faibles et irrégulières (Le Houérou, 1990). Cette région représente une zone de transition écologique entre les steppes méditerranéennes d'Afrique du Nord et le Sahara central (Benbrahim, 2018). Le Sahara septentrional constitue un exemple typique de zone aride

marquée par des contraintes écologiques sévères.

Selon Maestre *et al.* (2016), les zones arides couvrent environ 41 % de la surface terrestre mondiale. Elles se caractérisent par des faibles précipitations annuelles, une forte variabilité climatique et une végétation discontinue (Safriel et Adeel, 2005 ; Whitford, 2002), ce qui rend ces milieux particulièrement contraignants pour la faune.

Malgré ces contraintes, le Sahara abrite une biodiversité aviaire remarquable. Les oiseaux sahariens ont démontré une capacité d'adaptation remarquable, exploitant les rares milieux favorables disponibles. En particulier, les oasis et les zones humides jouent un rôle fondamental en tant que sites de reproduction, d'hivernage ou de halte migratoire (Chedad *et al.*, 2023). Ces écosystèmes ponctuels sont cruciaux pour la survie de nombreuses espèces, tant résidentes que migratrices, qui trouvent dans ces refuges les ressources nécessaires pour franchir cette zone désertique.

La région de Ghardaïa qui est située au cœur du Sahara septentrional algérien, occupe une position stratégique. Elle se trouve sur la voie centrale de migration des oiseaux, ce qui en fait un site crucial pour de nombreuses espèces d'oiseaux migrateurs désertiques, notamment les oiseaux d'eau, les rapaces et les passereaux. Ce paysage urbain, structuré d'une mosaïque d'écosystèmes, joue le rôle d'une île au cœur d'un désert rocheux appelé Chebka. Cette structuration spatiale unique lui confère un rôle majeur en tant que site de halte, de reproduction et d'hivernage pour de nombreuses espèces aviaires (Samraoui, 2008).

Les recherches récentes menées dans cette région, notamment dans la vallée du M'Zab, ont permis de recenser jusqu'à 203 espèces d'oiseaux (Chedad *et al.*, 2023). Parmi elles, on retrouve un mélange d'espèces sédentaires, nicheuses et migratrices, illustrant la richesse et la complexité de l'avifaune locale. Les traquets (*Oenanthe spp.*), représentent un groupe particulièrement abondant et diversifié, comprenant à la fois des espèces résidentes et des migrants de passage (Chedad *et al.*, 2021).

Toutefois, la biodiversité aviaire saharienne est aujourd'hui menacée par plusieurs facteurs, dont la dégradation progressive des habitats, l'urbanisation croissante et les effets du changement climatique. Ces pressions soulignent la nécessité d'une prise en compte renforcée dans les politiques de conservation, afin de préserver ces écosystèmes fragiles et leur avifaune unique, qui jouent un rôle écologique fondamental à l'échelle régionale et migratoire (Durant *et al.*, 2014).

Martínez (2024) souligne qu'une planification urbaine efficace, intégrant des espaces verts et tenant compte des besoins spécifiques des communautés aviaires, ainsi qu'une gestion adaptée favorisant la conciliation entre conservation de la biodiversité et expansion urbaine, peuvent grandement contribuer au maintien et à l'enrichissement de la diversité avienne en milieu urbain.

Bien que l'urbanisation dans les zones sahariennes prenne de l'ampleur, les recherches sur ses impacts écologiques, notamment sur l'avifaune, restent limitées. La majorité des études menées sur la diversité aviaire se concentrent sur les régions nordiques du pays, laissant ainsi un vide scientifique important concernant les dynamiques écologiques en milieu urbain saharien.

Ce manque de données empêche une compréhension fine des interactions entre l'urbanisation et les communautés d'oiseaux dans ces milieux arides sahariens.

Face à ce constat, il devient essentiel de mieux comprendre comment les communautés d'oiseaux se répartissent à travers le gradient urbain dans cet environnement extrême.

Cette étude constitue l'un des tout premiers travaux scientifiques sur l'écologie et le statut de l'avifaune urbaine dans la région de Ghardaïa, à travers une analyse comparative menée le long d'un gradient d'urbanisation. Aucun travail antérieur ne s'est spécifiquement intéressé à la distribution des oiseaux selon ce gradient.

L'objectif essentiel de cette thèse à caractère exploratoire est de :

- ✓ Montrer la valeur ornithologique d'un paysage urbain saharien.
- ✓ L'évaluation de la richesse spécifique et de l'abondance des espèces aviennes dans la région de Ghardaïa.
- ✓ La détermination du statut phénologique des espèces aviennes qui peuplent cette zone aride.
- ✓ Déterminer comment cette structure est liée à celle du milieu tout au long de son gradient (urbain, semi-urbain, agricole).
- ✓ Évaluer la contribution des espaces verts au maintien des peuplements aviens dans un gradient d'urbanisation en milieu saharien.

Le présent travail s'articule sur trois chapitres majeurs, en commençant par une introduction générale :

- ❖ Chapitre I : Cette partie présente l'ensemble des données bibliographiques disponibles portant sur la zone d'étude.
- ❖ Chapitre II : présente le matériel utilisé ainsi que la méthodologie utilisée pour la réalisation de cette étude.
- ❖ Chapitre III : Cette section analyse les résultats obtenus afin de les interpréter et de les discuter, en les mettant en perspective avec les études précédentes.

Enfin, cette thèse s'achève avec une conclusion développée sur la base des résultats obtenus.

# Chapitre I

## Matériel et Méthodes



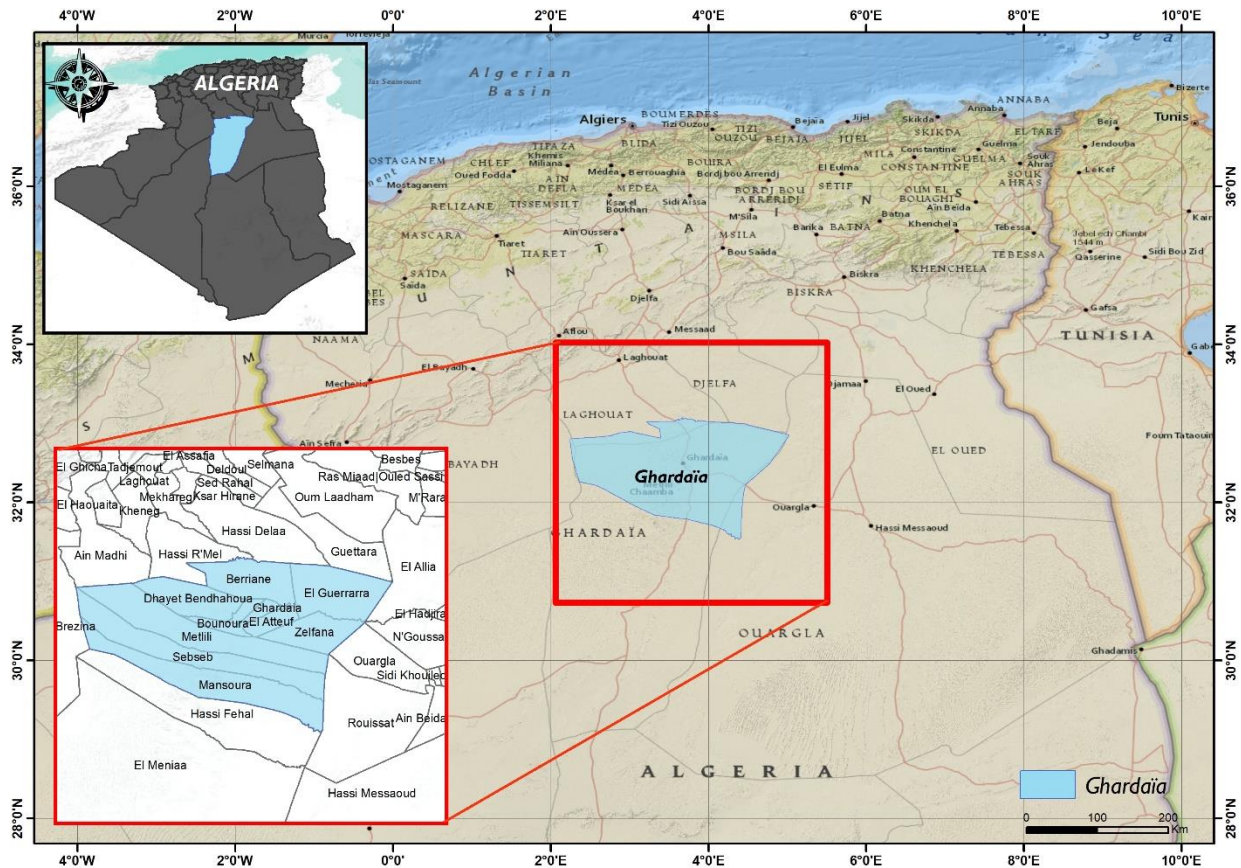
## I. Présentation de la région d'étude :

La wilaya de Ghardaïa, souvent désignée comme porte du Sahara algérien, occupe une position stratégique au cœur du nord du Sahara septentrional, à environ 600 km au sud de la capitale Alger. Elle se trouve précisément dans la vallée du M'zab, aux coordonnées géographiques 32°28'N et 3°42'E. Cette wilaya a été formée lors du dernier découpage administratif, établi par la loi n° 19-12 du 11 décembre 2019, modifiant et complétant la loi n° 84-09 du 4 février 1984 relative à l'organisation territoriale du pays. Couvrant une superficie de 26 165,43 km<sup>2</sup>, elle abrite une population d'environ 442 271 habitants. Ghardaïa est composée de 8 daïras et comprend 10 communes. La répartition démographique révèle une population de 225 314 hommes et de 216 957 femmes, soit une densité de 16,90 habitants par kilomètre carré et une densité de population de 17,9 % (D.P.S.B, 2022).

Caractérisée par l'architecture unique de ses ksour, elle regroupe cinq noyaux historiques principaux : Ghardaïa, Melika, Beni Izgen, Bounoura, et El Atteuf. Chaque ksar est édifié sur des collines, entourées de palmeraies, offrant ainsi un paysage à la fois pittoresque et caractéristique de la région. En raison de leur valeur culturelle et architecturale exceptionnelle, ces ksour ont été inscrits sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO en 1982 (Bensalah *et al.*, 2018).

Elle est limitée :

- Au Nord par la Wilaya de Laghouat (200Km)
- Au Nord Est par la Wilaya de Djelfa (300Km)
- A l'Est par la Wilaya d'Ouargla (200 Km)
- Au Sud par la Wilaya de Ménea (270Km)
- A l'Ouest par la Wilaya d'El-Bayadh (350Km)



**Figure 01** : Carte de la situation géographique de la région de Ghardaïa (modifiée par GUERBOUZ, 2025).

### I.1. Cadre géomorphologique

Ghardaïa est une région emblématique du Sahara algérien, riche en particularités géomorphologiques qui témoignent de l'action combinée des processus morphogénétiques naturels. Ces processus, principalement liés au vent, à l'eau, et aux conditions climatiques extrêmes, ont façonné le paysage au fil des millénaires. La vallée du M'Zab s'inscrit dans un plateau rocheux, le HAMADA, dont l'altitude varie entre 300 et 800 mètres. Parmi les principales formes de relief qui structurent la région, on distingue : les hamadas, les regs, les ergs et les dayas (Lelubre, 1952 ; Khene, 2013).

Ces formations géomorphologiques confèrent à Ghardaïa un paysage diversifié, témoignant de l'évolution géologique et climatique de la région. Cette diversité géomorphologique a été largement étudiée par plusieurs chercheurs, dont Lelubre (1952), Bensamoune (2008), Bensaha *et al.* (2010), Chehma (2011) et Khene (2013), qui ont mis en lumière l'importance de ces reliefs dans la compréhension des dynamiques environnementales et du patrimoine saharien.

### **I.1.1. Chebka du M'Zab**

La Chebka du M'Zab est un plateau crétacé rocheux s'étendant sur environ 8 000 km<sup>2</sup>, ce qui représente 21 % de la superficie totale de la région. Ce plateau est marqué par un réseau de petites vallées irrégulières, généralement orientées vers l'est. Bien que de faible altitude (moins de cent mètres), ces vallées peuvent s'élargir sur plusieurs kilomètres, conférant au paysage une structure unique et variée (Coyne, 1989).

Neuf communes se trouvent en partie ou totalement situées sur la Chebka du M'Zab : Ghardaïa, Berriane, Daïa Ben Dahoua, Bounoura, El Atteuf, Metlili, Sebseb, Mansoura et Hassi-Fhel (Khene, 2013).

### **I.1.2. Dayas**

Située au sud de l'Atlas saharien et à l'est du méridien de Laghouat, la région des dayas comprend le "plateau des dayas", une vaste zone marquée par une diversité d'entités physiologiques et biologiques spécifiques. Ces dayas, qui se présentent sous forme de dépressions dans le substratum géologique datant du Mio-Pliocène, se distinguent par leur variabilité en termes de dimensions et leur relative richesse floristique (Ozenda, 1991).

Cette région unique offre un écosystème particulier, où les conditions géologiques et climatiques favorisent l'apparition d'une biodiversité végétale adaptée aux environnements arides. Cependant, seule une petite partie de ce plateau est occupée par la commune de Guerrara, située au nord-est de cette zone (Khene, 2013).

### **I.1.3. Regs**

Les regs se caractérisent par de vastes étendues de sols solides recouverts de graviers et de cailloux, dépourvus de reliefs notables. Ces paysages arides, typiques du Sahara, témoignent de l'action prolongée des vents, qui ont érodé les particules fines pour laisser derrière eux ces surfaces caillouteuses et uniformes (Monod, 1992).

Selon Khene (2013), ce type de formation repose sur un substratum géologique datant du Pliocène et s'étend principalement sur les territoires des communes de Zelfana, Bounoura et El Atteuf.

### **I.1.4. Erg**

L'élément fondamental du paysage saharien est le sable, qui domine l'apparence et la

dynamique du désert. Les ergs constituent de vastes étendues sableuses où se concentrent principalement les dunes (Lelubre, 1952). Selon Gardi (1973), la morphologie et l'orientation de ces dunes dépendent essentiellement de la direction dominante des vents.

L'erg occidental constitue une importante source d'ensablement, affectant les périmètres agricoles, les agglomérations et les infrastructures routières, notamment sur l'axe reliant Mansoura à El Ménéa. Ces phénomènes d'ensablement nécessitent des mesures de lutte contre la désertification pour protéger les ressources et infrastructures locales (Khene, 2013).

## **I.2. Cadre hydrologique :**

La compréhension du contexte hydrologique saharien repose sur l'analyse des deux composantes principales de l'eau dans cette région : le réseau hydrique de surface, qui illustre les particularités des écoulements éphémères et des points d'eau temporaires, et les eaux souterraines, qui constituent une ressource essentielle grâce aux spécificités géologiques locales. Ces deux dimensions hydriques, bien que distinctes, sont étroitement liées à la géomorphologie et aux conditions climatiques arides (Chehma, 2011).

### **I.2.1. Réseau hydrique**

L'aridité de la région saharienne est davantage due à l'irrégularité des précipitations qu'à leur rareté intrinsèque. Une grande partie des précipitations devient ainsi inutilisable en raison de leur dispersion et de leur évaporation rapide (Raymond, 1983). Ces pluies, bien que rares, se caractérisent par leur imprévisibilité, créant des conditions hydriques spécifiques.

Le réseau hydrographique saharien se distingue par l'absence d'un écoulement permanent dans les talwegs, une désorganisation générale des cours d'eau et la formation ponctuelle de mares, de gueltas ou de redirs (Capotrey, 1952 ; Estienne et Godard, 1970 ; Chehma, 2011). Ces points d'eau éphémères témoignent de l'impact limité des précipitations sur l'hydrologie locale.

Les oueds sahariens n'ont pas de régime d'inondation régulier, mais fonctionnent de manière accidentelle. Lorsqu'il pleut, les oueds peuvent couler pendant quelques jours, souvent de manière intense, provoquant des débordements. Ce phénomène se produit jusqu'à trois fois par an dans les régions septentrionales du Sahara, mais est encore plus rare au centre (Gardi, 1973).

### **I.2.2. Eaux souterraines**

La présence d'eaux souterraines dans la région du M'Zab s'explique par une géologie caractérisée par des assises marneuses imperméables de l'étage cénomanien, situées sous les calcaires turoniens de la Chebka (Moulias, 1927). Ces formations favorisent la rétention d'eau et l'existence de ressources hydriques souterraines. La première étude hydrologique détaillée, réalisée en 1992 par les services d'hydrologie de Sonatrach, a révélé que, outre la nappe phréatique, la région repose sur le bassin triasique, comprenant quatre principaux aquifères exploitables : le Mio-Pliocène et l'Éocène, le Sénonien carbonaté, le Turonien carbonaté, et le Continental Intercalaire. Ces ressources souterraines jouent un rôle crucial dans le développement socio-économique local, particulièrement dans les secteurs agricole et industriel (Gautier et Gousskov, 1951 ; Bait *et al.*, 1977). Parmi elles, la nappe phréatique superficielle, la nappe du Continental Intercalaire (CI) et la nappe du Complexe Terminal (CT) se démarquent par leurs caractéristiques spécifiques et leur contribution stratégique à la gestion des ressources en eau dans la région.

#### **I.2.2.1. Nappe phréatique**

Qu'elles soient temporaires ou permanentes, ces nappes sont alimentées par les eaux d'infiltration et exploitées à l'aide de puits relativement peu profonds, d'environ 25 mètres en moyenne. Les anciennes oasis et villages se sont traditionnellement implantés à proximité de ce type de nappes (Khene, 2013).

Cette nappe a joué un rôle essentiel dans la survie des anciennes populations, permettant l'irrigation des cultures pérennes et des palmeraies, ainsi que l'alimentation des pâturages. Elle contribue également à l'abreuvement des troupeaux, assurant ainsi la durabilité des activités agro-pastorales locales (A.N.R.H., 2003).

#### **I.2.2.2. Nappe du Continental Intercalaire (CI)**

La nappe du Continental Intercalaire (CI), alimentée par des formations gréseuses et gréso-argileuses datant du Barrémien et de l'Albien, s'étend sur une vaste superficie d'environ 600 000 km<sup>2</sup>, couvrant le Sahara septentrional algérien et s'étendant jusqu'au sud de la Tunisie et au nord de la Libye. Cette nappe, qui contient environ 200 000 milliards de m<sup>3</sup> d'eau est exploitée à des profondeurs variant de 250 à 1 000 mètres selon la région (Dubost, 1986).

Elle présente deux modes d'exploitation : dans certaines zones, comme Zelfana, Guerrara et des parties d'El-Menia, l'eau jaillit naturellement sous pression, permettant une captation

directe sans pompage ; ailleurs, notamment à Ghardaïa, Metlili, Berriane et d'autres parties d'El-Menia, l'extraction nécessite des équipements de pompage à des profondeurs parfois supérieures à 120 mètres (Oulad heddar, 2021).

### **I.2.2.3. Nappe du Complexe Terminal (CT)**

La nappe du Complexe Terminal (CT) est localisée principalement au nord de la wilaya de Ghardaïa. Bien qu'elle n'atteigne pas l'importance de la nappe du Continental Intercalaire en termes de volume et d'exploitation, elle constitue une ressource hydrique potentielle pour la région.

Son exploitation reste limitée et minime, en raison du manque d'études approfondies et de sa relative complexité hydrogéologique. La perméabilité importante due à la fissuration des formations géologiques dans cette nappe représente un atout pour son exploitation, mais nécessite des recherches approfondies afin de mieux comprendre ses caractéristiques et garantir une utilisation efficace et durable (A.N.R.H, 2005).

## **I.3. Cadre climatique**

Le cadre climatique de la région constitue un élément essentiel pour comprendre les dynamiques environnementales et les contraintes liées à l'exploitation des ressources naturelles.

Le climat de la région de Ghardaïa, influencé par sa position au cœur du Sahara, se caractérise par une forte aridité et des températures élevées. Il se distingue également par un écart thermique marqué entre le jour et la nuit. Ce climat se divise principalement en deux saisons : une saison chaude et sèche et une saison relativement tempérée. Les caractéristiques de ce climat résultent de la position altitudinale de la région au sein de la zone tropicale, ce qui explique les températures généralement élevées observées tout au long de l'année (Ozenda, 1991).

### **I.3.1. Données météorologiques**

Les données météorologiques recueillies dans la région permettent d'établir une vision précise des principales caractéristiques du climat de la zone d'étude.

#### **I.3.1.1. Précipitation**

Les précipitations jouent un rôle crucial dans la caractérisation du climat, étant un des principaux indicateurs du type de climat d'une région (Djebaili, 1978).

Dans la région de Ghardaïa, elles se distinguent par leur rareté et leur forte irrégularité,

aussi bien au niveau mensuel qu'annuel. Leur répartition montre une période de sécheresse quasi absolue entre les mois de mai et juillet, tandis qu'elles atteignent leur maximum en septembre, avec une moyenne d'environ 18 mm. Les précipitations moyennes annuelles enregistrées s'élèvent à près de 74,2 mm selon les données de l'O.N.M. (2023).

Cette faible pluviosité, combinée à son irrégularité, reflète les caractéristiques typiques du climat saharien, avec des implications importantes pour les ressources hydriques, l'agriculture et les écosystèmes locaux.

### **I.3.1.2. Évaporation :**

Dans un environnement saharien, l'évaporation constitue un facteur clé influençant la disponibilité des ressources en eau. Elle joue un rôle crucial dans le bilan hydrique, notamment en raison des conditions climatiques extrêmes marquées par des températures élevées et des vents persistants.

L'évaporation dans la région de Ghardaïa est particulièrement intense, amplifiée par la présence de vents chauds. Elle atteint en moyenne 2830,9 mm/an, avec un maximum mensuel de 416,7 mm en juillet, mois le plus chaud de l'année, et un minimum mensuel de 104,2 mm en janvier, période la plus fraîche (O.N.M., 2023).

Cette intensité d'évaporation accentue la rareté de l'eau et constitue un défi majeur pour les activités agricoles et la gestion des ressources hydriques, soulignant l'importance d'une planification adaptée pour préserver l'eau dans cette région aride.

### **I.3.1.3. Température :**

La température est un facteur environnemental déterminant dans le Sahara, influençant tous les phénomènes biologiques et écologiques. Elle joue un rôle fondamental dans la répartition des espèces et la gestion des écosystèmes, étant un facteur de limitation majeur pour la vie dans cette région (Ramade, 1984).

La température moyenne annuelle dans la région de Ghardaïa est de 21,75°C. La saison chaude s'étend généralement de mai à septembre, avec un pic en juillet, mois le plus chaud de l'année, avec une température atteignant 43,99°C, tandis que janvier, le mois le plus froid, avec une température moyenne de 9,2 °C (O.N.M, 2023).

Ces variations thermiques extrêmes, caractéristiques du climat saharien, ont des impacts

significatifs sur la végétation, l'agriculture et les modes de vie des populations locales.

#### **I.3.1.4. Vents**

Le vent joue un rôle essentiel dans de nombreux processus naturels dans les zones désertiques, notamment le transport et l'accumulation du sable, la formation des dunes, ainsi que la corrosion et le polissage des roches. Il contribue également à l'intensification de l'évaporation, affectant ainsi les conditions climatiques et écologiques locales (Monod, 1992). En outre, le vent influence la répartition des précipitations, accélère les taux d'évaporation et modifie les températures (White, 1986).

Il existe principalement deux types de vents dans la région :

- **Les vents de sable** : Présents en automne, au printemps et en hiver, soufflant du Nord- Ouest (Bensamoune, 2008).
- **Les vents chauds (Sirocco)** : Dominants en été, soufflant du Sud-Nord, extrêmement secs, ils génèrent une forte évapotranspiration, augmentant ainsi les besoins en irrigation pour les cultures (Bensamoune, 2008).

Selon les données de l'O.N.M. (2023), les vents sont fréquents tout au long de l'année, avec une vitesse moyenne annuelle de 4,28 m/s. La vitesse maximale atteint 5,66 m/s, observée principalement au mois d'avril.

#### **I.3.1.5. Insolation :**

L'ensoleillement est un facteur déterminant dans le climat de la région de Ghardaïa, étant donné la grande pureté de l'atmosphère tout au long de l'année. Cette caractéristique influençant l'agriculture, la température et l'environnement local contribue également à la particularité du climat saharien (Benhabiles, 2000).

#### **I.3.1.6. Humidité relative :**

L'humidité relative de l'air dans la région de Ghardaïa est généralement faible en raison de son climat saharien sec. Ce faible taux d'humidité a des effets significatifs sur l'évaporation, l'agriculture et les conditions de vie locales (Boukli, 2007).

En moyenne annuelle, l'humidité relative est de 38,4%, avec des variations notables : elle atteint son niveau le plus bas de 22,2% en juillet, et son plus haut de 56,33% en janvier (O.N.M., 2023).

Ces fluctuations jouent un rôle important dans les conditions climatiques locales, influençant particulièrement la gestion de l'eau et la santé des écosystèmes

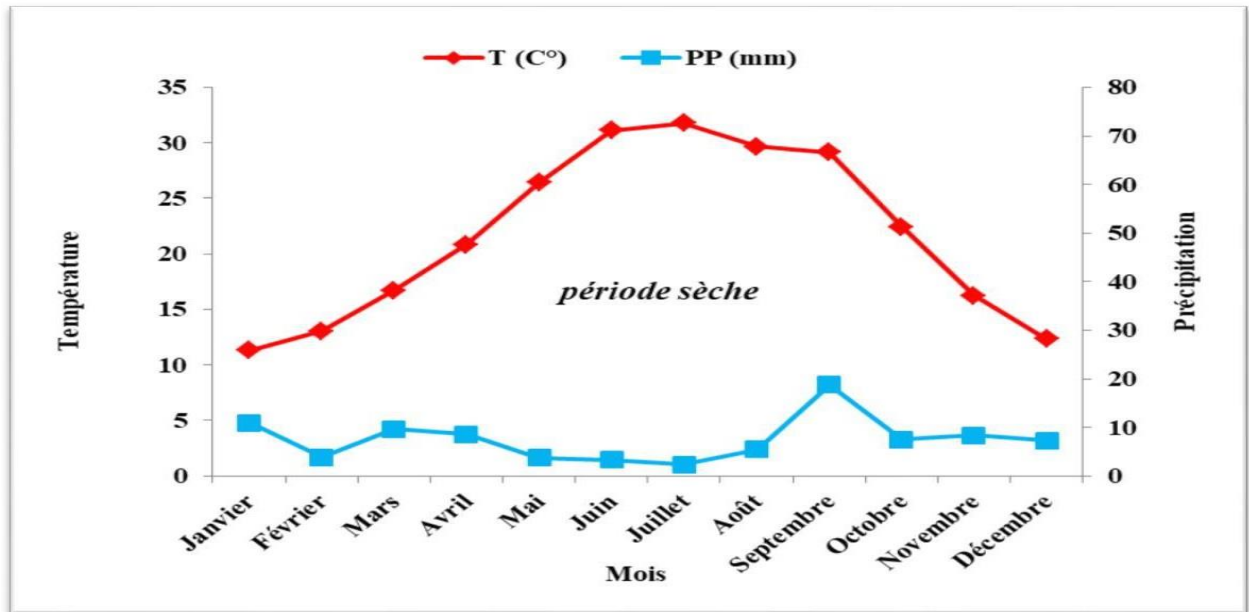
### **I.3.2. Synthèse climatique**

L'analyse climatique complète se poursuit par la synthèse bioclimatique, qui inclut des outils graphiques comme le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen, et le climagramme d'Emberger, permettant de mieux classifier et comprendre les caractéristiques bioclimatiques de la région (Dajoz, 1971).

#### **I.3.2.1 Diagramme Pluviothermique de BAGNOULS et GAUSSEN :**

En se basant sur les données de précipitations et de températures. Il est possible de tracer la courbe pluviométrique afin de déterminer la période sèche. Selon Bagnouls et Gaussen (1953), un mois est considéré comme sec si la pluviométrie totale (P) est inférieure ou égale à deux fois la température moyenne mensuelle (T).

Dans le cas de la région de Ghardaïa, l'application de ce critère montre que la période sèche s'étend sur la quasi-totalité de l'année, avec des précipitations très limitées et des températures relativement élevées durant l'ensemble des mois. Le diagramme ombrothermique, établi à partir des données météorologiques de la période 2013–2022 pour la station de Ghardaïa, met en évidence une sécheresse particulièrement marquée entre juin et août, période durant laquelle l'augmentation notable des températures s'accompagne de précipitations très faibles. Ce comportement traduit l'aridité prononcée du climat saharien, caractérisé par une disponibilité en eau extrêmement réduite et par des mois d'été se distinguant par une quasi-absence de pluie.



**Figure.02** : Digramme ombrothermique de Bagnous et Gausсен pour la région de Ghardaïa (2013/2022).

### I.3.2.2. Climatogramme D'Emberger

Le Climatogramme D'Emberger est un graphique utilisé pour caractériser et comparer les climats en fonction de leur précipitation et de leur température. Il a été développé par l'écologiste français Louis Emberger. Ce diagramme est particulièrement utile pour étudier les climats méditerranéens et les zones arides. Ce diagramme permet d'identifier le type de climat d'une région en positionnant son indice pluviométrique et thermique sur le graphique (Emberger, 1955). Par la formule de Stewart, qui se calcule comme suit :

$$Q_2 = \frac{3,43 \times P}{M - m}$$

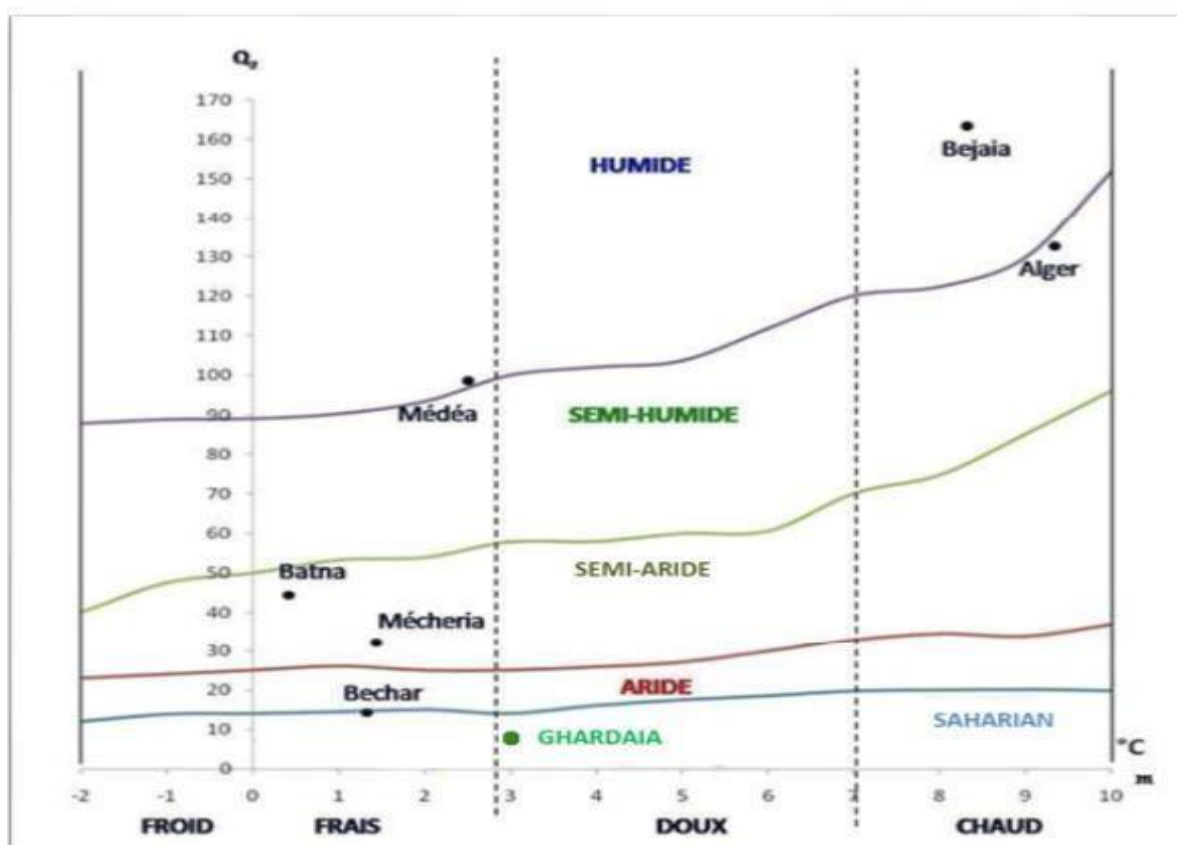
$Q_2$  : Quotient thermique d'Emberger

$P$  : Précipitations moyennes annuelles en mm

$M$  : La température maximale du mois le plus chaud en °C

$m$  : La température minimale du mois le plus froid en °C

Le climatogramme d'Emberger établi pour la région de Ghardaïa à partir des données météorologiques de la période 2013–2022 met en évidence un quotient pluviothermique  $Q_2$  égal à 7,5. Selon la classification d'Emberger, cette valeur situe la wilaya dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux.



**Figure. 03 :** Climatogramme pluviothermique d'Emberger pour la région de Ghardaïa (2013/2022).

#### I.4. Cadre biotique

Le cadre biotique de la région est marqué par des interactions complexes entre les espèces végétales et animales, façonnées par les conditions climatiques et géographiques spécifiques. Une étude détaillée de la flore et de la faune permet de mieux comprendre l'adaptation des écosystèmes locaux aux contraintes environnementales et d'identifier les espèces caractéristiques qui façonnent le paysage biotique (Boudouma, 2005).

##### I.4.1. Faune

La vaste étendue de la wilaya de Ghardaïa complique le recensement des espèces faunistiques. Néanmoins, la région abrite une remarquable diversité d'espèces :

L'avifaune de la région de Ghardaïa se distingue par une grande diversité spécifique, reflétant la richesse écologique de cet environnement saharien. À l'échelle nationale, Isenmann et Moali (2000) ont recensé 406 espèces d'oiseaux en Algérie, dont 180 espèces dans la vallée du M'Zab, soulignant l'importance ornithologique de cette région. Ces auteurs mentionnent la présence de plusieurs espèces représentatives appartenant à différents groupes écologiques, confirmant le rôle de la vallée comme zone de refuge et de passage migratoire au sein du Sahara septentrional.

Des travaux ultérieurs menés par Kadi et Koraichi (1993), Chaichi (2006), Guezoul (2011) et Chedad *et al.* (2021) ont permis de préciser cette diversité, en identifiant 117 espèces aviennes réparties entre 35 familles. Des inventaires plus récents ont ensuite élargi cette connaissance, portant à 203 le nombre total d'espèces d'oiseaux recensées dans la région, dont 69 espèces d'oiseaux d'eau, avec une nette prédominance de l'ordre des Passériformes qui regroupe 91 espèces (Chedad *et al.*, 2023). Parmi les espèces les plus fréquentes figurent le Moineau domestique (*Passer domesticus*), la Tourterelle turque (*Streptopelia decaocto*), la Tourterelle des bois (*Streptopelia turtur*), la Huppe fasciée (*Upupa epops*), le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*), la Perdrix gabra (*Alectoris barbara*) et le Pigeon biset (*Columba livia*).

En plus de sa richesse ornithologique, la région de Ghardaïa présente une diversité remarquable d'invertébrés et de vertébrés terrestres adaptés aux conditions arides du Sahara. Les insectes, notamment les arthropodes et les orthoptères, constituent les peuplements les plus abondants du désert (Kadri et Korichi, 1993 ; Vial et Vial, 1974 ; Bensamoune, 2008 ; Ahmim, 2019). L'entomofaune comprend plusieurs ordres, avec une prédominance de la famille des Gnaphosidae, représentée par des espèces comme *Leptonychus sabulicola* et *Zophosis mozabita* (Kadi et Korichi, 1993 ; Sadine *et al.*, 2014 ; Alioua, 2018).

Une étude plus récente a permis d'identifier 79 espèces d'araignées appartenant à 21 familles, les plus représentées étant les Gnaphosidae (20 espèces) et les Salticidae (12 espèces) (Alioua et Bosmans, 2024). Ces résultats confirment la richesse spécifique et la diversité écologique des arachnides dans la région.

Concernant les reptiles, ils présentent une capacité d'adaptation remarquable aux conditions extrêmes du milieu saharien, grâce à des caractéristiques physiologiques et anatomiques leur permettant de résister à la chaleur et à la rareté de l'eau (Le Berre, 1989). À Ghardaïa, ils sont représentés par 2 ordres, 4 familles et 5 espèces, tandis que les amphibiens

se limitent à 2 familles et 2 espèces (Kadi et Korichi, 1993).

Selon Zergoun (1991), la région de Ghardaïa présente une faune diversifiée caractérisée par les mammifères (Hérisson du désert, chauve-souris trident, petite gerbille du sable, Goundi du M'Zab, etc.). Ils ont recensé 30 espèces de mammifères, réparties sur 14 familles et 6 ordres dont l'ordre le plus important est celui des Rodentia (Kadi et Koraichi, 1993 ; Ahmim, 2019 ; Meunier *et al.*, 2020).

#### **I.4.2. Flore:**

La flore de la région de Ghardaïa est dominée par le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*), espèce emblématique de l'écosystème oasien, sous lequel se développent diverses cultures fruitières, maraîchères et condimentaires (Quézel et Santa, 1962 ; Ozenda, 1983 ; Zergoun, 1994 ; Tirichine, 2010).

La végétation naturelle regroupe environ 73 espèces réparties en 25 familles, marquées par un couvert végétal peu dense en raison de l'aridité du milieu. Dans les ergs, les espèces les plus communes sont *Aristida pungens*, *Retama retam*, *Calligonum comosum* et *Ephedra allata*, tandis que les regs sont dominés par *Haloxylon scoparium*, *Astragalus gombo* et *Capparis spinosa*. Les lits d'oueds et les dayas abritent quant à eux *Pistacia atlantica*, *Zizyphus lotus*, *Tamarix articulata* et *Populus euphratica* (Ozenda, 2004 ; Chehma, 2006).

Les études ethnobotaniques ont identifié 33 espèces utilisées en médecine traditionnelle, principalement issues de la famille des Lamiacées (Kemassi *et al.*, 2014). Par ailleurs, la région possède une flore mellifère saharienne d'un grand intérêt apicole, regroupant 19 espèces spontanées dont *Stipa tenacissima* et *Stipagrostis pungens*, adaptées aux conditions extrêmes du milieu désertique (Laallam *et al.*, 2024).

## **II. Méthodologie de travail :**

Ce chapitre présente la démarche méthodologique adoptée ainsi que les matériels utilisés au cours de l'étude ornithologique réalisée le long d'un gradient d'urbanisation dans la région de Ghardaïa.

L'étude de l'avifaune urbaine dans cette région revêt une importance écologique et patrimoniale majeure, en raison du rôle clé qu'elle joue.

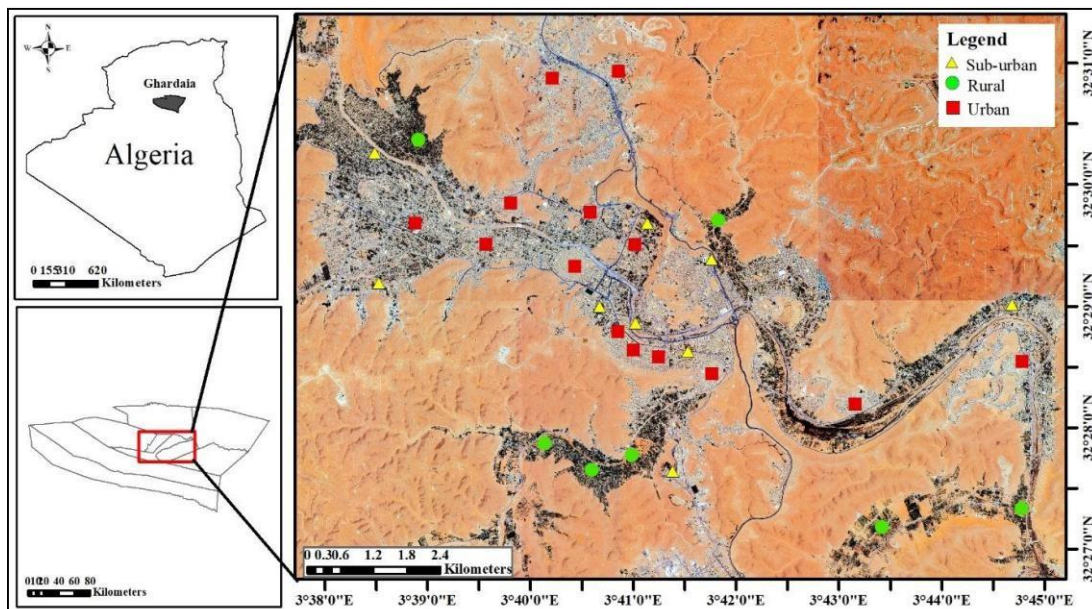
En effet les peuplements aviens, en tant qu'éléments majeurs de la biodiversité, représentent des indicateurs écologiques fiables de la qualité écologique des écosystèmes urbains (Aouissi *et al.*, 2017 ; Melles, 2005 ; Yang *et al.*, 2020).

L'objectif de cette étude est de mettre en évidence l'intérêt ornithologique du paysage urbain saharien, à travers l'évaluation de la richesse spécifique et de l'abondance des espèces aviennes dans la région de Ghardaïa, ainsi que l'analyse de l'effet du gradient d'urbanisation et de la contribution des espaces verts au maintien des peuplements aviens dans la wilaya de Ghardaïa.

### II.1. Choix des points d'écoutes :

Le choix des points d'écoute constitue une étape cruciale dans l'évaluation de la diversité avienne dans un contexte urbain.

Dans le cadre de cette étude, les points d'écoute ont été sélectionnés à partir de l'analyse d'images satellites récentes (Google Earth, 2023), complétée par des observations de terrain. Au total, 29 points d'écoute ont été retenus et répartis entre les trois types d'habitats étudiés (urbain, semi-urbain et agricole). La localisation de ces points repose sur plusieurs critères, notamment l'accessibilité, la couverture végétale et la morphologie urbaine des sites considérés (Fig. 04 ; Tableau 01).



**Figure.04 :** Carte de la zone d'étude avec les points des échantillons (modifiée par GUERBOUZ, 2025).

**Tableau. 01** : Choix des points d'écoutes

Habitat	Points	Abréviations	Position GPS
Urbain	El-Atteuf 01	- Atf_01	32°28'35"N 3°44'44"E
	El-Atteuf 02	- Aft_02	32°28'25"N 3°44'52"E
	Bouhraoua 01	- Bhr_01	32°30'52"N 3°40'49"E
	Bouhraoua 02	- Bhr_02	32°30'56"N 3°40'43"E
	Belad 01	- Bld_01	32°29'21"N 3°40'20"E
	15 Villa	- 15V	32°29'00"N 3°40'35"E
	Mermed	- Mermed	32°29'49"N 3°40'38"E
	Bensmara	- Bnsm	32°29'51"N 3°40'14"E
	Thenia 01	- Thna_01	32°28'39"N 3°41'14"E
	Thenia 02	- Thna_02	32°28'35"N 3°41'15"E
	Cheaba	- Chebaa	32°29'22"N 3°39'54"E
	Hadj Messaoud	- Hadj_Mes	32°29'30"N 3°41'02"E
	Tafilalt	- Tafil	32°27'37"N 3°41'27"E
	Benghanem	- BENGH	32°29'50"N 3°38'18"E
Semi urbain	Atteuf	- Atf	32°28'19"N 3°44'49"E
	Sidi Abaz	- Sid_Abz	32°29'23"N 3°41'39"E
	15 villa	- 15V	32°47'39"N 4°29'56"E
	Beni Yezguen	- Beni_Yez	2°27'43"N 3°40'42"E
	Cheaba	- Cheab	32°29'25"N 3°39'57"E
	Hadj Messaoud	- Hdj_Mes	32°29'40"N 3°40'50"E
	Tafilalt	- Tafil	32°27'39"N 3°41'22"E
	Thenia 03	- Thna_03	32°31'25"N 3°36'27"E
	Touzouz	- Touzo	32°31'25"N 3°36'26"E

Agricole	Atteuf 03	- Atf 03	32°27'26"N 3°44'45"E
	Atteuf 04	- Atf 04	32°27'11"N 3°44'45"E
	Entissa 01	- Ents_01	32°27'48"N 3°40'30"E
	Entissa 02	- Ents_02	32°27'47"N 3°40'33"E
	Entissa 03	- Entissa_03	32°27'51"N 3°40'22"E
	Ahbess	- Ahbs	32°30'39"N 3°38'31"E

## II.2. Dénombrement des oiseaux :

Afin de réaliser un recensement fiable des communautés aviennes, les ornithologues disposent d'un éventail de méthodes adaptées aux objectifs de l'étude et aux caractéristiques spécifiques des peuplements ciblés (Ferry et Frochot, 1970).

Lors de notre étude, nous avons adopté la méthode des indices ponctuels d'Abondance (IPA), développée et décrite initialement par Blondel *et al.*, en (1970).

Cette méthode d'échantillonnage standardisée est particulièrement bien adaptée à l'étude de l'avifaune en milieu urbain, où les oiseaux sont généralement plus facilement repérables a vu que dans les habitats forestiers plus denses.

Grace à sa simplicité de mise en œuvre, sa reproductibilité et sa capacité à fournir des données quantités fiables, cette méthode s'est révélée pertinente pour analyser la structure et l'abondance des peuplements aviens le long du gradient urbain étudié.

Entre septembre 2022 et septembre 2024, nous avons réalisé un total de 696 points d'écoute pour l'évaluation de la diversité avienne dans la région d'étude. Le protocole de recensement avien s'est appuyé sur la méthode des points d'écoute fixes, largement utilisée en ornithologie urbaine pour son efficacité dans la détection visuelle et acoustique des espèces (Kurucz *et al.*, 2021).

Les relevés ont été faits chaque jour, en commençant 30 minutes après le lever du soleil et en les terminant avant 10 h 00, conformément aux recommandations de Kurucz *et al.* (2021), afin de s'aligner avec la période d'activité maximale des oiseaux.

Chaque point d'écoute couvrait un rayon de 50 mètres (Xu *et al.*, 2018), et une distance minimale de 200 mètres était respectée entre deux points consécutifs pour éviter les doubles

comptages (Leveau *et al.*, 2017 ; Sandström *et al.*, 2006).

À chaque point, les observations ont duré entre 10 et 15 minutes (Douini *et al.*, 2022), durant lesquelles nous avons utilisé des jumelles de modèle Bushnell (10x50) pour identifier visuellement les oiseaux.

Les chants ont également été pris en compte pour recenser les espèces détectées acoustiquement (Ciach et Fröhlich, 2017 ; Kurucz *et al.*, 2021 ; Sandström *et al.*, 2006 ; Sanz et Caula, 2015 ; Wolff *et al.*, 2018 ; Xu *et al.*, 2018). Les enregistrements audio ont été comparés avec des bases de données sonores pour confirmer les identifications en cas de doute.

L'identification des espèces a été réalisée sur le terrain à l'aide du guide d'identification de Heinzel (2004). Pour les espèces rares ou difficiles à identifier en raison de leur éloignement, des photographies ont été prises pour une confirmation ultérieure.

Chaque point d'observation a été visité une à deux fois par mois, ce qui a permis d'augmenter la fréquence des échantillonnages et d'assurer une meilleure couverture des variations temporelles dans la diversité des espèces aviennes.

Le taux de végétation a été évalué pour chaque site d'observation, afin d'analyser l'influence de la couverture végétale sur la richesse spécifique et l'abondance des communautés aviaires.

Lors de nos sorties sur le terrain, nous avons veillé à porter des vêtements de couleur claire afin de ne pas alarmer les oiseaux et de ne pas influencer leur comportement, ce qui aurait pu affecter la fiabilité des résultats obtenus (Case et Parks, 2022).

Un carnet de terrain standardisé a été utilisé tout au long des relevés afin de consigner de manière rigoureuse les données collectées. Pour chaque point d'écoute, le nombre d'espèces d'oiseaux observées ainsi que leur identification ont été notés. Des observations complémentaires ont également été enregistrées, notamment la structure de la végétation présente dans l'environnement immédiat du point d'écoute, ce qui permet de mieux interpréter la relation entre la diversité aviaire et les caractéristiques du milieu.

Les données brutes recueillies lors des relevés de terrain ont été saisies et traitées à l'aide de plusieurs outils informatiques. Le logiciel R a été utilisé pour les analyses statistiques, notamment pour le calcul des indices de diversité via le package "vegan". Le logiciel Microsoft

Excel 2010 a servi au traitement complémentaire des données et à la mise en forme des tableaux de résultats. Enfin, les cartes de localisation et de répartition des points d'écoute ont été élaborées à l'aide du logiciel ArcGIS, permettant une représentation spatiale précise des données collectées.

### **II.3. Classification des habitats :**

Pour mieux évaluer l'effet du gradient d'urbanisation sur la structure des peuplements aviens, les habitats ont été classifiés en trois grandes catégories (Leveau *et al.*, 2017) :

#### **II.3.1. Les Habitats urbains :**

Ils sont caractérisés par une forte densité de bâtiments pour le commerce, les services ou l'industrie, avec plus de 50 % de couverture bâtie. Ces habitats à végétation y sont rares et très morcelés.



**Figure.05 :** Habitat urbain (originale, 2025).

#### **II.3.2. Les habitats semi urbains :**

Ils sont caractérisés par des habitations unifamiliales de densité modérée à élever, avec des jardins et des champs ouverts (30 à 50 % de couverture bâtie).



**Figure.06 :** Habitats semi urbains (originale, 2025).

### II.3.3. Habitats agricoles :

Ont des maisons dispersées entourées d'environnements naturels et agricoles. La densité bâtie y est faible, avec une couverture de construction généralement comprise entre 5% et 20%.



**Figure. 07.** Habitats agricoles (originale, 2025).

### II.4. Statuts phénologiques :

L'analyse de la phénologie du peuplement avien repose sur l'identification des différents statuts des espèces en fonction de leur présence saisonnière dans la région d'étude. Ces statuts permettent de distinguer les comportements migratoires et résidentiels des oiseaux observés :

- ✓ **Sédentaires nicheurs (SN) :** Il s'agit des espèces présentes tout au long de l'année dans

la région de Ghardaïa, qui s'y reproduisent localement.

- ✓ **Sédentaires non nicheurs (SNN)** : Ces oiseaux sont également présents de façon permanente, mais ne nidifient pas dans la région. Leurs effectifs peuvent être renforcés durant certaines périodes par des individus migrants.
- ✓ **Hivernants (H)** : Ce groupe regroupe les espèces qui apparaissent à la fin de l'été et séjournent durant la saison hivernale, jusqu'au début du printemps.
- ✓ **Migrateurs de passage (MP)** : Ce sont des espèces strictement migratrices observées uniquement lors de leurs déplacements saisonniers entre leurs zones de reproduction (Europe) et leurs quartiers d'hivernage (Afrique subsaharienne) (Lemke *et al.*, 2020 ; Barbraud *et al.*, 2001 ; Blondel *et al.*, 1970).

## II.5. Statuts de protection :

Afin d'évaluer le statut de protection des espèces identifiées, nous avons adopté une approche fondée sur des références légales et scientifiques. À l'échelle nationale, l'analyse s'est appuyée sur le décret exécutif n° 12-235 du 24 mai 2012 (correspondant au 3 Rajab 1433), qui établit la liste officielle des espèces animales non domestiques bénéficiant d'une protection réglementaire en Algérie. Parallèlement, l'évaluation internationale a été réalisée en se référant à la Liste rouge des espèces menacées publiée par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), constituant un cadre global pour l'estimation du degré de vulnérabilité des espèces face aux pressions anthropiques et environnementales.

## II.6. Indices de structure et de diversité avifaunistique :

Pour analyser les communautés aviennes recensées, plusieurs indices écologiques ont été utilisés afin de caractériser leur structure, leur diversité et leur distribution le long du gradient d'urbanisation.

### II.6.1. L'abondance

L'abondance est définie comme le nombre total d'individus recensés pour une espèce donnée, en tenant compte des différentes stations d'observation (Kafi, 2015).

### II.6.2. L'abondance relative :

L'abondance relative est utilisée pour connaître l'importance d'une espèce (ou d'un groupe) par rapport au nombre total d'individus observés dans un site donné. Elle se calcule en

divisant le nombre d'individus d'une espèce ( $n_i$ ) par le total de tous les individus ( $N$ ), puis en multipliant le résultat par 100 (Dajoz, 1985 ; Faurie *et al.*, 2003 ; Chenchouni, 2011).

### II.6.3. Richesse spécifique :

Elle désigne le nombre total d'espèces distinctes observées dans une zone donnée. Elle constitue une mesure fondamentale de la biodiversité locale et reflète directement l'hétérogénéité écologique d'un site (Ramade, 1984).

Elle est exprimée par la formule :  $S =$  Nombre total d'espèces recensées

### II.6.4. Richesse totale :

La richesse totale représente le nombre d'espèces identifiées au sein d'un peuplement donné dans un écosystème particulier. Elle permet d'évaluer la qualité de l'environnement : plus ce nombre est élevé, plus le milieu est considéré comme diversifié et stable. Cependant, ce paramètre seul n'est pas toujours suffisant pour comparer plusieurs sites, car il ne tient pas compte du nombre d'individus de chaque espèce. Il met surtout en valeur les espèces les plus fréquentes (Guergueb, 2016).

### II.6.5. Indice de diversité Shannon et Weaver

L'indice de Shannon-Weaver (Shannon et Weaver, 1949) c'est l'indice le plus utilisé. Il est calculé selon la formule suivante :

$$H' = \sum_{i=1}^S P_i \log_2 (P_i)$$

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

Dont :  $S$  = nombre total d'espèces.

$P_i = \frac{n_i}{N}$ , fréquence relative des espèces.

$n_i$  = fréquence relative de l'espèce  $j$  dans l'unité d'échantillonnage.

Une valeur élevée de l'indice de Shannon ( $H'$ ) signifie qu'il y a beaucoup d'espèces différentes et qu'aucune n'est trop dominante. Cela montre que le milieu est équilibré, stable et bien développé.

À l'inverse, une valeur faible de l'indice de Shannon ( $H'$ ) indique un peuplement avec peu d'espèces ou dominé par une seule espèce. Cela reflète souvent un milieu pauvre en ressources, peu diversifié et soumis à des perturbations fréquentes, donc instable (Legendre & Legendre, 1979)

### II.6.6. Indice d'équitabilité (E) :

Il permet d'évaluer la répartition des individus entre les différentes espèces. Cet indice varie entre 0 et 1 et reflète l'uniformité de la distribution des individus entre les espèces. Une

$$E = \frac{H'}{H'max}$$

Où :  $H'max = \text{Log}_2 (S)$

valeur proche de 1 indique une distribution équilibrée, tandis qu'une valeur faible traduit la dominance de quelques espèces (Ciach et Fröhlich, 2017).

**S** : nombre des espèces identifiées au sein du peuplement

### II.6.7. Indice de Simpson (D) :

Il mesure la probabilité que deux individus choisis au hasard appartiennent à la même espèce. Cet indice est utilisé pour détecter les communautés dominées par peu d'espèces. Une valeur faible de D indique une forte diversité (Kurucz *et al.*, 2021).

$$D = \frac{\sum(n-1)}{N(N-1)}$$

**D**=indice de Simpson  
**n** = nombre d'individus par espèces  
**N** = nombre total d'individus

### II.6.8. Fréquence en nombre :

La fréquence centésimale (Fc) représente l'abondance relative d'une espèce au sein d'un peuplement. Exprimée en pourcentage, elle indique le rapport entre le nombre d'individus de cette espèce et le nombre total d'individus observés (Chenchouni, 2011; Dajoz, 2006).

$$Fc = \frac{n_i}{N} \times 100$$

**n<sub>i</sub>** = nombre d'individus par espèces  
**N** = nombre total d'individus

### II.6.9. Constance ou indice d'occurrence :

La constance (C) correspond au pourcentage de relevés dans lesquels une espèce est présente. Elle se calcule en rapportant le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée (Pi) au nombre total de relevés (P) (Dajoz, 1982).

$$C (\%) = \frac{P_i}{P} \times 100$$

Selon la valeur obtenue, les espèces sont classées en différentes catégories :

- **Espèces constantes** : présentes dans 50 % à 100 % des relevés.
- **Espèces accessoires** : présentes dans 25 % à 50 % des relevés.
- **Espèces accidentelles** : présentes dans 10 % à 25 % des relevés.
- **Espèces très accidentelles (sporadiques)** : présentes dans moins de 10 % des relevés.

## II.7. Analyses statistiques

Pour comparer la diversité avienne selon différents types d'environnements urbains (espaces verts, zones intermédiaires et zones bâties), plusieurs paramètres ont été considérés : l'indice de diversité de Shannon-Wiener ( $H'$ ), l'abondance, la richesse spécifique et la fréquence d'occurrence des espèces. Le test non paramétrique de Kruskal-Wallis a été utilisé pour évaluer les différences de diversité entre ces environnements (Prihandi & Nurvianto, 2022). Par ailleurs, une analyse non métrique multidimensionnelle (NMDS) a permis d'explorer les variations dans la composition des assemblages d'oiseaux selon le type d'environnement (Legendre & Legendre, 1979). Une analyse de variance multivariée permutée (PERMANOVA) a ensuite testé statistiquement ces différences de composition (Anderson, 2001). Enfin, une régression linéaire simple a examiné l'effet de deux facteurs structuraux - la couverture végétale et la richesse floristique - sur la richesse spécifique, l'abondance et l'indice de diversité de Shannon. Toutes les analyses ont été réalisées avec le logiciel R, version 4.5.0.

# Chapitre II

## Résultats et Discussion



### I.1. Inventaire systématique

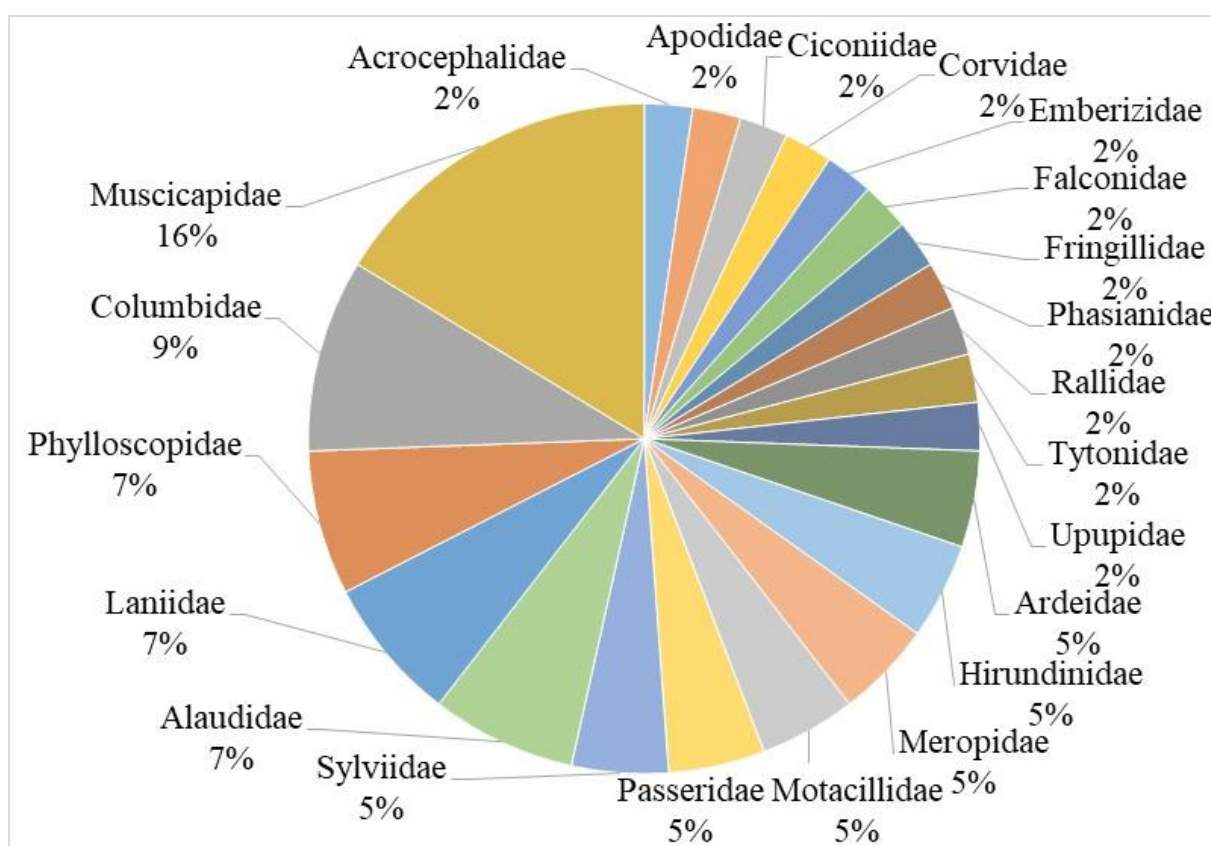
Au cours des deux années d'étude, 44 espèces ont été recensées dans les différents habitats étudiés, appartenant à 10 ordres, 22 familles et 32 genres. L'ordre des Passeriformes est le mieux représenté avec 12 familles et 29 espèces, suivi des Columbiformes avec 4 espèces. Les Coraciiformes, Galliformes et Pelecaniformes comptent chacun 2 espèces. Les Apodiformes, Bucerotiformes, Ciconiiformes, Falconiformes et Strigiformes sont faiblement représentés, avec une espèce chacun (Tableau 02).

**Tableau. 02 :** Liste des espèces d'oiseaux recensés dans le paysage urbain de la ville de Ghardaïa (2022/2024).

Ordre	Famille	Nom scientifique
Apodiformes	Apodidae	<i>Apus apus</i> (Linnaeus, 1758)
Bucerotiformes	Upupidae	<i>Upupa epops</i> (Linnaeus, 1758)
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i> (Gmelin, JF, 1789)
		<i>Streptopelia decaocto</i> (Frisvaldszky, 1838)
		<i>Streptopelia senegalensis</i> (Linnaeus, 1766)
		<i>Streptopelia turtur</i> (Linnaeus, 1758)
Coraciiformes	Meropidae	<i>Merops apiaster</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Merops persicus</i> (Pallas, 1773)
Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Ciconia ciconia</i> (Linnaeus, 1758)
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco tinnunculus</i> (Linnaeus, 1758)
Galliformes	Phasianidae	<i>Alectoris barbara</i> (Bonnaterre, 1790)
	Rallidae	<i>Gallinula chloropus</i> (Linnaeus, 1758)
Passeriformes	Emberizidae	<i>Emberiza sahari</i> (Levaillant, J, 1850)
	Acrocephalidae	<i>Iduna pallida</i> (Hemprich & Ehrenberg, 1833)
	Alaudidae	<i>Galerida theklae</i> (Brehm, AE, 1857)
		<i>Ammomanes deserti</i> (Lichtenstein, MHC, 1823)
		<i>Galerida cristata</i> (Linnaeus, 1758)
	Corvidae	<i>Corvus ruficollis</i> (Lesson, RP, 1831)
	Fringillidae	<i>Bucanetes githagineus</i> (Lichtenstein, MHC, 1823)
	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Delichon urbicum</i> (Linnaeus, 1758)
	Laniidae	<i>Lanius meridionalis</i> (Temminck, 1820)
		<i>Lanius excubitor</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Lanius senator</i> (Linnaeus, 1758)
	Motacillidae	<i>Motacilla alba</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Anthus pratensis</i> (Linnaeus, 1758)
	Muscicapidae	<i>Oenanthe leucura</i> (Gmelin, JF, 1789)
		<i>Phoenicurus moussieri</i> (Olphe-Galliard, 1852)
		<i>Muscicapa striata</i> (Pallas, 1764)
		<i>Cercotrichas galactotes</i> (Temminck, 1820)
		<i>Oenanthe leucopyga</i> (Brehm, CL, 1855)
		<i>Ficedula hypoleuca</i> (Pallas, 1764)
<i>Saxicola rubicola</i> (Linnaeus, 1766)		
<i>Phoenicurus phoenicurus</i> (Pennant, 1769)		
Passeridae	<i>Passer hispaniolensis</i> (Temminck, 1820)	

		<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)
	Phylloscopidae	<i>Phylloscopus sibilatrix</i> (Bechstein, 1793)
		<i>Phylloscopus trochilus</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Phylloscopus collybita</i> (Vieillot, 1817)
	Sylviidae	<i>Argya fulva</i> (Desfontaines, 1789)
		<i>Curruca melanocephala</i> (Gmelin, JF, 1789)
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Ardea ibis</i> (Linnaeus, 1758)
Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto alba</i> (Scopoli, 1769)

En ce qui concerne les espèces recensées par famille, les Muscicapidae sont les plus représentées avec 16 % du nombre total d'espèces, suivies des Columbidae avec 9 %. Les familles Alaudidae, Laniidae et Phylloscopidae représentent chacune 7 % des espèces. Les autres familles ont des pourcentages plus faibles, allant de 2% à 5% (Fig.08).



**Figure. 08 :** Richesse en espèces et pourcentage des familles d'oiseaux recensées dans la région de Ghardaïa.

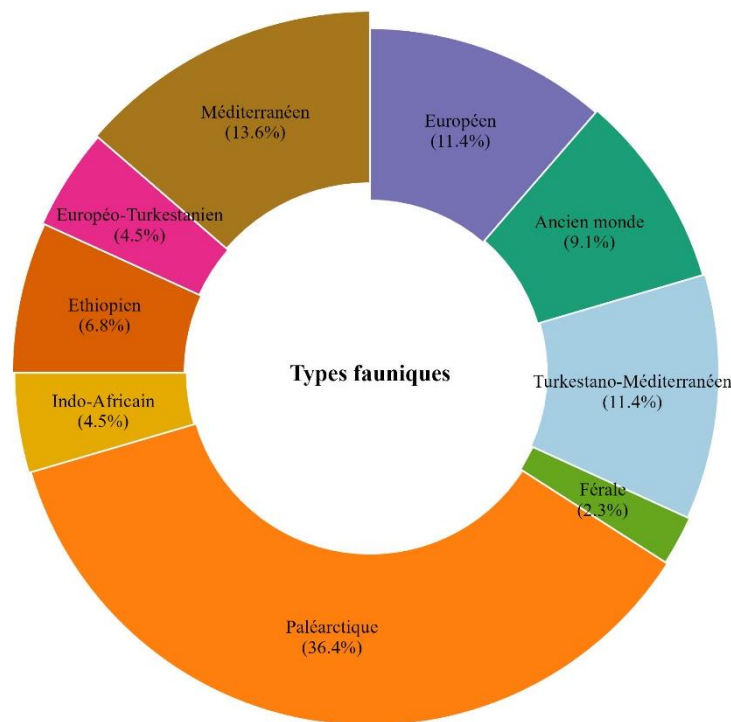
### I.1.2. Statuts écologiques

Nous avons réparti les espèces recensées au niveau du paysage urbain de la ville de Ghardaïa durant la période d'étude selon leurs statuts bioécologiques en plusieurs catégories : trophique, phénologique, faunique et de protection (Tableau 03).

### I.1.2.1. Origine des espèces avienne

Les 44 espèces d'oiseaux recensés dans les différents habitats du paysage urbain de la ville de Ghardaïa au cours des deux années de suivi ont des origines biogéographiques différentes. Elles appartiennent à onze types fauniques définis selon VOOUS (1960) (Tableau 03).

La catégorie paléarctique représente 36.4 % du total de l'avifaune inventoriée dans l'ensemble des habitats étudiés, soit 16 espèces d'oiseaux. Elle est suivie par les espèces d'origine méditerranéenne (13.6%) et européenne (11.4%), puis par celles de l'Ancien Monde (9.1 %), de l'Éthiopien (6.8 %), euro-péo-turkémieniennes (4.5 %), turkestando-méditerranéennes (11.5 %), indo-africaines (4.5 %) et enfin les espèces férales (2.3 %) (Fig.09).



**Figure.09 :** Pourcentages des différents types fauniques des oiseaux de la région de Ghardaïa

### I.1.2.2. Statut phénologique

Le statut phénologique des espèces recensées dans la zone d'étude est réparti en cinq catégories principales : les nicheurs sédentaires, les hivernants, les nicheurs migrateurs, les visiteurs de passage et les visiteurs occasionnels. Les nicheurs sédentaires regroupent les espèces présentes toute l'année dans la région de Ghardaïa. Les hivernants correspondent aux espèces observées pendant la saison d'hivernage, qui apparaissent généralement vers la fin de l'été et séjournent jusqu'à la fin de l'automne. Les nicheurs migrateurs sont des espèces

migratrices observées dans la région durant la période de reproduction. Les visiteurs de passage désignent les espèces migratrices strictes qui ne sont observées que lors de leur migration entre l'Europe et l'Afrique subsaharienne, tandis que les visiteurs occasionnels regroupent les espèces observées de manière sporadique dans la région au cours de la période d'étude.

Au cours de notre étude, les résultats montrent que 29,54 % des espèces recensées sont migratrices, 20,45 % hivernantes et 49,72 % se reproduisent dans la région. Parmi ces dernières, 77,27 % ont une reproduction confirmée durant la période d'étude. Cette confirmation est appuyée par la présence d'un ou plusieurs indices de reproduction (I.R) tels que les nids (N), poussins (P) ou juvéniles (J), confirmant ainsi une activité de reproduction effective (Fig.10 ; Tab.03).

Ces observations soulignent la capacité de plusieurs espèces à maintenir des cycles reproducteurs stables malgré les conditions climatiques rigoureuses propres au Sahara septentrional. À l'inverse, certaines espèces ont été classées en reproduction non confirmée (r), leur comportement laissant supposer une activité reproductive sans preuve directe. Ces cas correspondent à une possibilité de reproduction (?), associée à la présence d'individus territoriaux ou à des manifestations comportementales typiques de la nidification, sans pour autant qu'un nid ou des jeunes aient été observés. Ce statut intermédiaire, souvent observé dans les régions semi-arides, traduit une reproduction conditionnelle, dépendante des variations climatiques saisonnières, de la disponibilité alimentaire et de la qualité des micro-habitats. Les espèces migratrices (M), utilisant la région comme zone de halte migratoire ou de transit saisonnier. Les hivernantes (H), quant à elles, constituent 20,45 % des observations, confirmant le rôle de Ghardaïa comme site d'hivernage majeur sur les routes migratoires paléarctiques-afrotropicales.

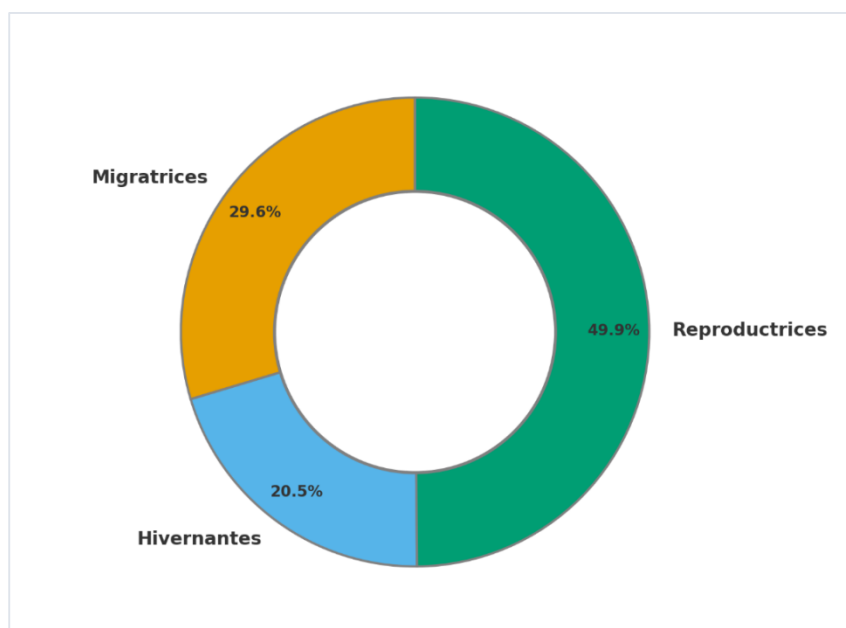
Sur le plan biogéographique, la répartition des aires de reproduction (A.R) des espèces nicheuses montre une nette prépondérance des groupes à affinités paléarctiques et afrotropicales. Ces résultats concordent pleinement avec les observations de Chedad et al. (2023) dans la vallée du M'Zab et de Gill et al. (2025), qui décrivent ces deux ensembles biogéographiques comme les principaux foyers d'origine des espèces nicheuses dans les régions arides et semi-arides d'Afrique du Nord.

L'analyse détaillée des indices de reproduction (I.R) confirme la fiabilité des statuts attribués. Les espèces présentant simultanément plusieurs indices : nids (N), poussins (P) et

juvéniles (J) ont été classées en reproduction confirmée (R). C'est notamment le cas du Faucon crécerelle, du Corbeau brun et du Rougequeue de Moussier, dont les comportements de nidification et la présence de jeunes ont été directement observés. À l'opposé, certaines espèces telles que la Bergeronnette grise ou l'Hirondelle rustique ne présentent qu'une possibilité de reproduction (?), se manifestant par des comportements territoriaux ou d'appariement sans indices matériels.

Nos observations rejoignent les conclusions de Chedad *et al.* (2023) et de Gill *et al.* (2025), qui considèrent les zones sahariennes non pas comme des milieux limitants, mais comme des écosystèmes fonctionnels participant pleinement aux cycles de reproduction de nombreuses espèces. La région de Ghardaïa illustre parfaitement cette dynamique, en jouant un rôle écologique multiple : site de reproduction confirmé (R) pour plusieurs espèces paléarctiques, zone d'hivernage (H) pour d'autres, et corridor migratoire (M) essentiel pour les oiseaux transsahariens.

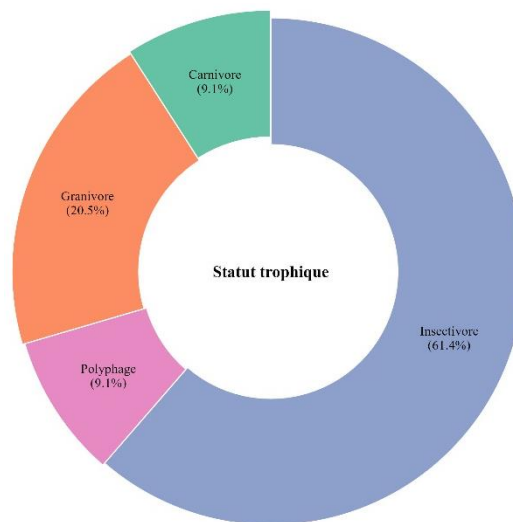
Ainsi, nos résultats mettent en évidence une activité reproductive soutenue et diversifiée dans la région de Ghardaïa, confirmée par la présence répétée d'indices directs (N, P, J) et par la cohérence des statuts phénologiques (R, r, M, H). Ces tendances soulignent la spécificité écologique de la région : un espace de convergence biogéographique où s'articulent reproduction, migration et hivernage, sous l'influence conjuguée du climat, de la structure des habitats et de la disponibilité des ressources.



**Figure. 10 :** Pourcentages des statuts phénologiques des oiseaux de la région de Ghardaïa

### I.1.2.3. Statut trophique

Les espèces insectivores dominent la communauté aviaire, représentant 61.4 % des 27 espèces recensées. Elles sont suivies par les granivores, avec 9 espèces (environ 20.5 %). Les polyphages et les carnivores comptent chacun 4 espèces, soit 9.1 % du total. Cette répartition souligne la prédominance des insectivores dans le milieu étudié, reflétant une abondance de ressources entomologiques et un écosystème propice à ce régime alimentaire (Fig.11).



**Figure. 11 :** Pourcentages des différents Statuts trophiques des oiseaux de la région de Ghardaïa

### I.1.2.4. Statut de protection

Selon la Liste rouge de BirdLife International (2023), la quasi-totalité des espèces recensées dans la région de Ghardaïa, soit 97,72 %, est classée en Préoccupation mineure (LC), indiquant une situation de conservation globalement favorable. Cette prédominance traduit la relative stabilité des populations aviennes locales malgré les contraintes écologiques propres au milieu saharien.

Une seule espèce, la Pie-grièche à tête rousse (*Lanius senator*), est classée Quasi menacée (NT). Ce statut résulte du déclin progressif observé dans plusieurs régions paléarctiques, dû principalement à la perte d'habitats arbustifs et à la modification des paysages agricoles (BirdLife International, 2023). Toutefois, sa présence régulière à Ghardaïa montre une bonne capacité d'adaptation, favorisée par la disponibilité d'habitats tels que les palmeraies et les zones agricoles irriguées (Tab.03).

**Tableau. 03 :** Nomenclature binomiale, anglaise et française de l'avifaune recensée et sa répartition par types fauniques (T. F), catégorie trophique (C. T), phénologique (C. Ph), Aire de reproduction (A. R), Indice de reproduction (I. R) et de protection (C. Pr)

Nom scientifique	Nom anglais	Nom français	T.F	C.T	C.Pr	A.R	C.Ph	I.R
<i>Apus apus</i>	Common Swift	Martinet noir	P	I	LC	PAL	M	.
<i>Upupa epops</i>	Eurasian Hoopoe	Huppe fasciée	AM	I	LC	PAL, AF, OR	R	(N)
<i>Columba livia</i>	Rock Dove	Pigeon biset	Fér	G	LC	Worldwide	R	(N, P, J)
<i>Streptopelia decaocto</i>	Eurasian Collared Dove	Tourterelle turque	IA	G	LC	PAL, OR	R	(N, P, J)
<i>Streptopelia senegalensis</i>	Laughing Dove	Tourterelle maillée	Eth	G	LC	AF, PAL, OR	R	(N, P, J)
<i>Streptopelia turtur</i>	European Turtle Dove	Tourterelle des bois	ET	G	LC	PAL	R	(N,P, J)
<i>Merops apiaster</i>	European Bee-eater	Guêpier d'Europe	TM	I	LC	PAL, AF	M	.
<i>Merops persicus</i>	Blue-cheeked Bee-eater	Guêpier de Perse	Eth	I	LC	PAL	R	(N)
<i>Ciconia ciconia</i>	White Stork	Cigogne blanche	P	C	LC	PAL, AF	M	.
<i>Falco tinnunculus</i>	Common Kestrel	Faucon crécerelle	M	C	LC	PAL, AF	R	(N.J)
<i>Alectoris barbara</i>	Barbary Partridge	Perdrix gabra	M	G	LC	AF	R	(N, P)
<i>Gallinula chloropus</i>	Common Moorhen	Gallinule poule-d'eau	P	P	LC	PAL, AF, IO, OR, PO	R	(J)
<i>Emberiza sahari</i>	House Bunting	Bruant du Sahara	P	I	LC	AF	R	(N, P, J)
<i>Iduna pallida</i>	Eastern Olivaceous Warbler	Hypolaïs pâle	M	I	LC	PAL, AF	R	(N, P, J)
<i>Galerida theklae</i>	Thekla's Lark	Cochevis de Thékla	P	P (I)	LC	AF	M	.
<i>Ammomanes deserti</i>	Desert Lark	Ammomane isabelline	TM	P	LC	AF, PAL	r	?
<i>Galerida cristata</i>	Crested Lark	Cochevis huppé	TM	P	LC	PAL, AF	r	?
<i>Corvus ruficollis</i>	Brown-necked Raven	Corbeau brun	AM	C	LC	AF, PAL	R	(N)
<i>Bucanetes githagineus</i>	Trumpeter Finch	Roselin githagine	AM	G	LC	PAL	R	(N, P, J)
<i>Hirundo rustica</i>	Barn Swallow	Hirondelle rustique	P	I	LC	Worldwide	H	.
<i>Delichon urbicum</i>	Western House Martin	Hirondelle de fenêtre	P	I	LC	PAL	H	.
<i>Lanius meridionalis</i>	Iberian Grey Shrike	Pie-grièche méridionale	M	I	LC	PAL	r	?
<i>Lanius excubitor</i>	Great Grey Shrike	Pie-grièche grise	M	C	LC	PAL, AF	R	(N, P)
<i>Lanius senator</i>	Woodchat Shrike	Pie-grièche à tête rousse	M	I	NT	PAL	M	.
<i>Motacilla alba</i>	White Wagtail	Bergeronnette grise	P	I	LC	PAL	H	.
<i>Anthus pratensis</i>	Meadow Pipit	Pipit farlouse	E	I	LC	PAL	H	.
<i>Oenanthe leucura</i>	Black Wheatear	Traquet rieur	AM	I	LC	PAL	M	.
<i>Phoenicurus moussieri</i>	Moussier's Redstart	Rougequeue de Moussier	E	I	LC	AF	r	?

<i>Muscicapa striata</i>	Spotted Flycatcher	Gobemouche gris	ET	P(I)	LC	PAL	M	.
<i>Cercotrichas galactotes</i>	Rufous-tailed Scrub Robin	Agrobate roux	P	I	LC	PAL	r	?
<i>Oenanthe leucopyga</i>	White-crowned Wheatear	Traquet à tête blanche	Eth	I	LC	AF, PAL	R	(N, C)
<i>Ficedula hypoleuca</i>	European Pied Flycatcher	Gobemouche noir	E	I	LC	PAL	M	.
<i>Saxicola rubicola</i>	European Stonechat	Tarier pâtre	P	I	LC	PAL	H	.
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	Common redstart	Rougequeue à front blanc	E	I	LC	PAL	M	.
<i>Passer hispaniolensis</i>	Spanish Sparrow	Moineau espagnol	TM	G	LC	PAL	H	.
<i>Passer domesticus</i>	House Sparrow	Moineau domestique	P	P(G)	LC	PAL, OR, AF	R	(N, C, J)
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	Wood Warbler	Pouillot siffleur	P	I	LC	PAL	M	.
<i>Phylloscopus trochilus</i>	Willow Warbler	Pouillot fitis	E	I	LC	PAL	M	.
<i>Phylloscopus collybita</i>	Common Chiffchaff	Pouillot véloce	P	I	LC	PAL	H	.
<i>Argya fulva</i>	Fulvous Babbler	Cratéope fauve	P	I	LC	AF	R	(N, C, J)
<i>Curruca melanocephala</i>	Sardinian Warbler	Fauvette mélanocéphale	TM	P (I)	LC	PAL	H	.
<i>Ardea alba</i>	Great Egret	Grande Aigrette	P	I	LC	NA, SA, AF, PAL, OR, AU	M	.
<i>Ardea ibis</i>	Western Cattle Egret	Héron garde-bœufs	IA	I	LC	PAL, AF, NA, MA, SA	M	.
<i>Tyto alba</i>	Western Barn Owl	Chouette Effraie	P	C	LC	AF, PAL	R	(N)

**Catégorie trophique** : I : insectivore, P : Polyphage, G : Granivore, C : Carnivore, (I) : à tendance insectivore, (G) : à tendance granivore ; **Type faunique** : E : Européen, AM : Ancien monde, TM : Turkestan-Méditerranéen, Fér : Férale, P : Paléarctique, IA : Indo-Africain, Eth : Ethiopien, M : Méditerranéen, ET : Européo-Turkestanien ; **Catégorie de protection** : LC : préoccupation mineure, NT : quasi menacée (IUCN, 2023); **Catégorie phénologique** : R : reproduction confirmé, r : reproduction non confirmé, M : migrateur, H : Hivernant; **Aire de reproduction** : PAL : Paléarctique, AF : Afrique, OR : Region Orientale. NA : Amérique du Nord, SA : Amérique du Sud, MA : Afrique du Nord, Au : Australie (Gill *et al.*, 2025); **Indice de reproduction** : N : Nid, P : Poussin, juvénile, ? : possibilité de reproduction.

## II.1. Phénologie et structure du peuplement avien

### II.1.1. La famille des Apodidés

#### II.1.1.1. Martinet noir | Common Swift

La famille des Apodidés, connue sous le nom de martinets, regroupe près de 100 espèces réparties à travers le monde. Leur répartition géographique est cosmopolite, Particulièrement dense dans les zones tropicales et tempérées (Brown et Mindella, 2009).

En Algérie, la famille des Apodidés est représentée principalement par trois espèces : le Martinet noir (*Apus apus*), le Martinet pâle (*Apus pallidus*) et le Martinet alpin (*Apus melba*). Ces espèces ont été signalées dans plusieurs régions du pays, notamment dans le Nord-Est et l'Ouest. En effet, Sadaoui (2018) a identifié ces trois espèces dans les zones humides du Nord-Est algérien. Par ailleurs, Boucif (2023) a également confirmé la présence du Martinet noir dans la région forestière de Souk-Ahras.

Lors de notre étude menée dans la région de Ghardaïa, située au cœur du Sahara septentrional, le Martinet noir (*Apus apus*) a été la seule espèce de la famille des Apodidés observée.

La figure 12 illustre l'évolution des effectifs du Martinet noir (*Apus apus*) dans les habitats urbain, semi-urbain et agricole de Ghardaïa, calculée sur une période moyenne de deux ans. L'analyse des populations du Martinet noir met en évidence une forte préférence pour les habitats urbains. Ils sont largement absents pendant les mois les plus froids, de septembre à avril, dans tous les milieux observés. Leur présence devient perceptible à partir du mois de mai, principalement en milieu urbain, atteignant en moyenne environ trois individus. Le pic de population se produit en juin, les milieux urbains accueillant la grande majorité des individus, avec une moyenne d'environ onze individus, tandis que les milieux semi-urbains présentent une présence très faible d'environ un individu.

Il est intéressant de noter que nos observations à Ghardaïa s'alignent étroitement avec la synthèse régionale de Chedad *et al.* (2023), qui attribue à l'espèce le statut de visiteur de passage dans le M'Zab. Cette observation est corroborée par Chedad *et al.* (2021), qui ont spécifiquement répertorié *A. apus* à Noumerat (Ghardaïa) comme visiteur de passage, confirmant une période de présence essentiellement printanière.

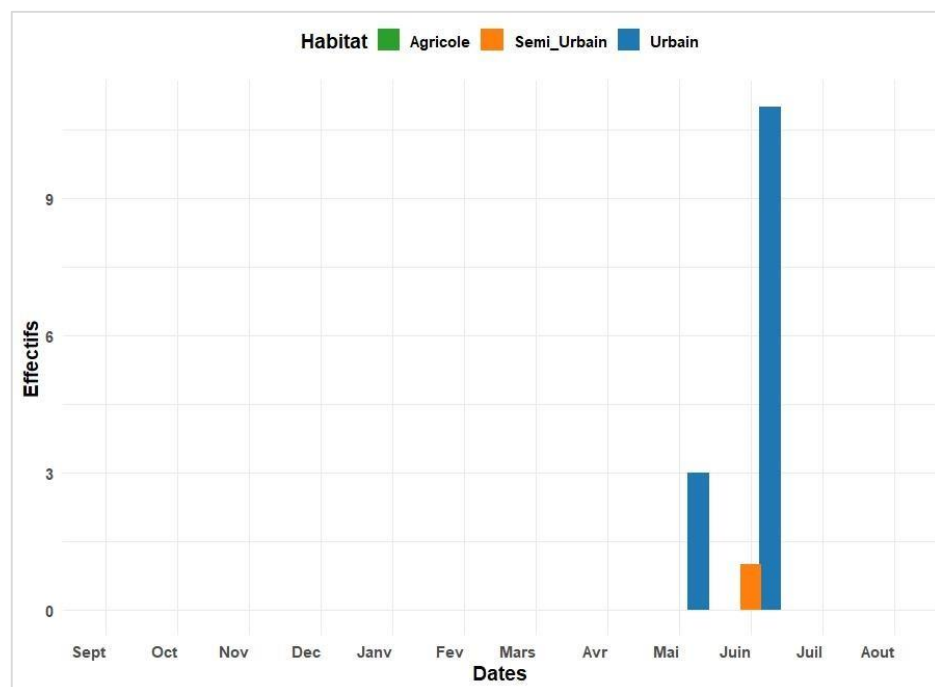
Parallèlement, les résultats de Bekakra *et al.* (2024), menés en paysages agricoles d'El-

Guerrara (wilaya de Ghardaïa), montrent que si la complexité structurale des agro-écosystèmes accroît la richesse et l'abondance aviennes, *A. apus* n'y demeure qu'un usager marginal ce qui éclaire nos effectifs très faibles en milieu agricole et renforce l'interprétation d'un usage opportuniste de milieu urbain de la part de l'espèce.

Cette distribution, marquée par une préférence pour le milieu urbain, s'explique par la réponse de l'espèce à plusieurs facteurs écologiques favorables. En effet, les structures élevées dans ces milieux comme les bâtiments et les ponts, offrent des sites de nidification idéaux, à l'abri des prédateurs terrestres. De plus, les ressources alimentaires sont plus abondantes dans les villes, notamment en raison de l'activité humaine, qui attire de nombreux insectes, source principale de nourriture pour l'espèce.

L'effet d'îlot de chaleur dans ces milieux crée également un microclimat plus chaud, favorable à l'activité des insectes et aux besoins thermiques du Martinet noir durant sa période de passage.

Enfin, les milieux urbains offrent une stabilité écologique qui manque souvent dans les milieux agricoles, où les perturbations humaines comme les traitements chimiques et les variations saisonnières affectent la disponibilité des ressources.



**Figure.12 :** Évolution de la moyenne des effectifs du Martinet noir dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa entre 2022 et 2024.

### II.1.2. Famille des Upupidés

La famille des Upupidés, ou huppés, est une petite famille regroupant un seul genre, le genre *Upupa*. Cette famille est majoritairement représentée par l'espèce La Huppe fasciée (*Upupa epops*), reconnue pour son apparence remarquable et ses vocalises caractéristiques (Cramp et Simmons, 1985).

Cette famille est répartie en Europe, en Afrique du Nord, en Afrique subsaharienne et en Asie. Certaines populations migrent directement vers les régions tropicales pendant l'hiver, tandis que d'autres populations, notamment en Afrique et en Asie, restent sédentaires (Reichlin *et al.*, 2009 ; Hasan *et al.*, 2019 ; Wang *et al.*, 2017 ; Idnan *et al.*, 2020).

### II.1.2.1. Huppe fasciée | Eurasian Hoopoe

En Algérie, la famille des Upupidés est représentée uniquement par une seule espèce, la Huppe fasciée (*Upupa epops*). Elle est particulièrement intéressante en raison de ses migrations longue distance entre l'Europe et l'Afrique, notamment en dehors de la saison de reproduction (Wijk *et al.*, 2016). L'espèce présente une répartition géographique étendue et occupe divers types d'habitats, ce qui en fait une espèce sédentaire nicheuse courante à l'échelle nationale. Elle est largement observée depuis les zones littorales humides jusqu'aux régions sahariennes, et probablement également dans certaines oasis telles que Ghardaïa, Guerrara, Daïa Ben Dahoua et Biskra (Heim de Balsac et Mayaud, 1962 ; Ledant *et al.*, 1983 ; Insenmann et Moali, 2000 ; Guezoul *et al.*, 2002 ; Ababsa, 2005).



Plusieurs travaux scientifiques confirment cette large distribution, Sadaoui (2018) a confirmé son implantation dans le Nord-Est algérien. Benchabanne (2019) a observé l'espèce dans la région d'Aïn Beida, située dans la wilaya d'Oum El-Bouaghi, dans le nord-est de l'Algérie, et plus récemment, Boucif (2023) l'a relevée à Souk-Ahras (Nord-Est).

Dans le cadre de notre étude menée à Ghardaïa, *Upupa epops* a été régulièrement observée, principalement dans les habitats semi-urbains et agricoles.

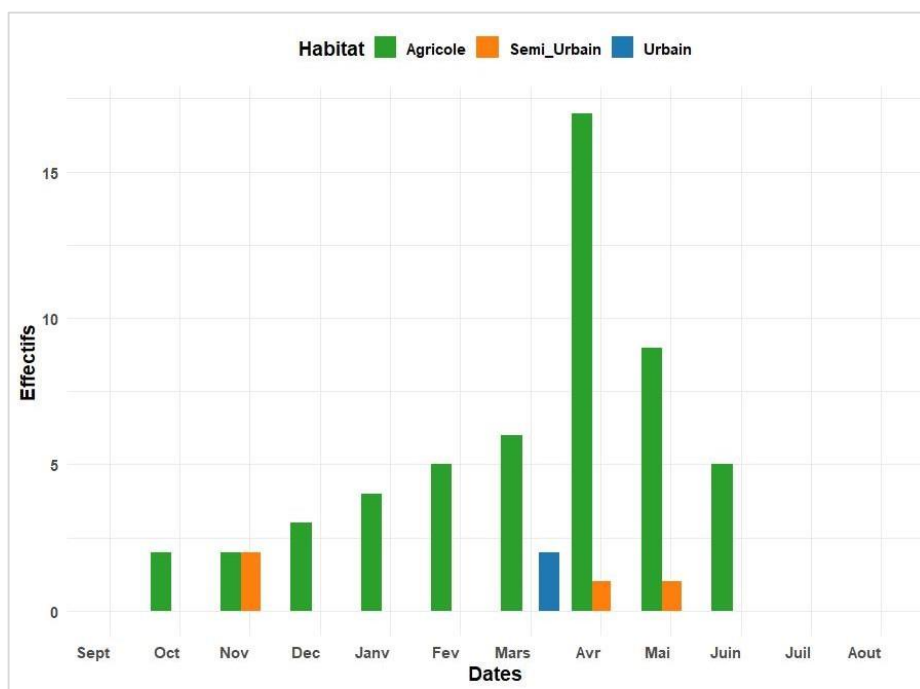
Selon le graphique présenté à la figure 13, l'évolution des effectifs de la Huppe fasciée le long du gradient d'urbanisation de Ghardaïa durant la période 2022-2024 révèle des tendances spécifiques selon les types d'habitats. Dans le milieu agricole, les effectifs atteignent un pic de 17 individus en mois d'avril, tandis que dans l'habitat semi-urbain, les effectifs oscillent entre 1 et 3 individus, avec un maximum observé en November à 3 individus. Enfin, dans le milieu urbain, les effectifs demeurent faibles, atteignant un maximum de 2 individus en avril. Ces

résultats concordent avec les données de Bekakra (2024), qui a également relevé la présence de cette espèce dans la région de Guerrara avec des effectifs comparables, ainsi qu'avec Chedad *et al.*, (2021) qui l'a signalée dans la wilaya de Ghardaïa, et Chedad *et al.* (2023) qui la classent nicheuse sédentaire (RB) dans le M'Zab.

Cette répartition est cohérente avec l'écologie de l'*Upupa epops* : Insectivore fouilleuse, elle exploite principalement les sols meubles et humides, particulièrement après les irrigations, où les larves et les gros insectes sont facilement accessibles. Cette dynamique traduit une forte dépendance à la structure et à l'humidité du sol, ainsi qu'à la disponibilité de sites de nidification adaptés, tels que les cavités présentes dans les troncs, les murets ou les bâtiments anciens peu étanches, plus fréquents en milieu semi-urbain et en milieu agricole.

À l'inverse, le milieu urbain, caractérisé par des surfaces scellées, des espaces minéralisés et des façades rénovées pauvres en cavités, offre moins de ressources alimentaires et de sites de nidification, ce qui explique les effectifs plus faibles observés.

Ce mode d'occupation est compatible avec une présence à l'année dans les habitats où coexistent irrigation, bordures herbacées et cavités favorables à la reproduction.



**Figure.13** : Évolution de la moyenne des effectifs de la Huppe fasciée dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.

### II.1.3. Famille des Columbidae

La famille des Columbidae, qui regroupe pigeons et colombes, constitue un groupe diversifié d'oiseaux autres que les passereaux, à distribution quasi mondiale (Young *et al.*, 2024). Elle comprend environ 353 espèces inscrites sur la liste rouge de l'UICN, dont près de 20% sont menacées d'extinction (Cambrone *et al.*, 2023). Ces oiseaux sont cosmopolites, présents sur tous les continents sauf dans les régions polaires (Gibbs *et al.*, 2001).

En Algérie, la famille des Columbidae montre une colonisation remarquable dans divers habitats. Ces oiseaux s'adaptent particulièrement bien aux milieux modifiés par l'homme, ce qui se traduit par leur présence dans de nombreuses régions du pays (Ayer *et al.*, 2013 ; Isenmann et Moali, 2000).

Dans la région saharienne Ghardaïa, située dans le nord du désert algérien, plusieurs espèces de Columbidae ont été observées au cours de cette étude :

#### **II.1.3.1. Pigeon biset | Rock Dove**

Le pigeon biset (*Columba livia*), oiseau appartenant à la famille des Columbidae, est présent à l'échelle mondiale (Périquet, 1998 ; Ciminari *et al.*, 2005). Cette espèce a été domestiquée depuis l'Antiquité (Périquet, 1998).

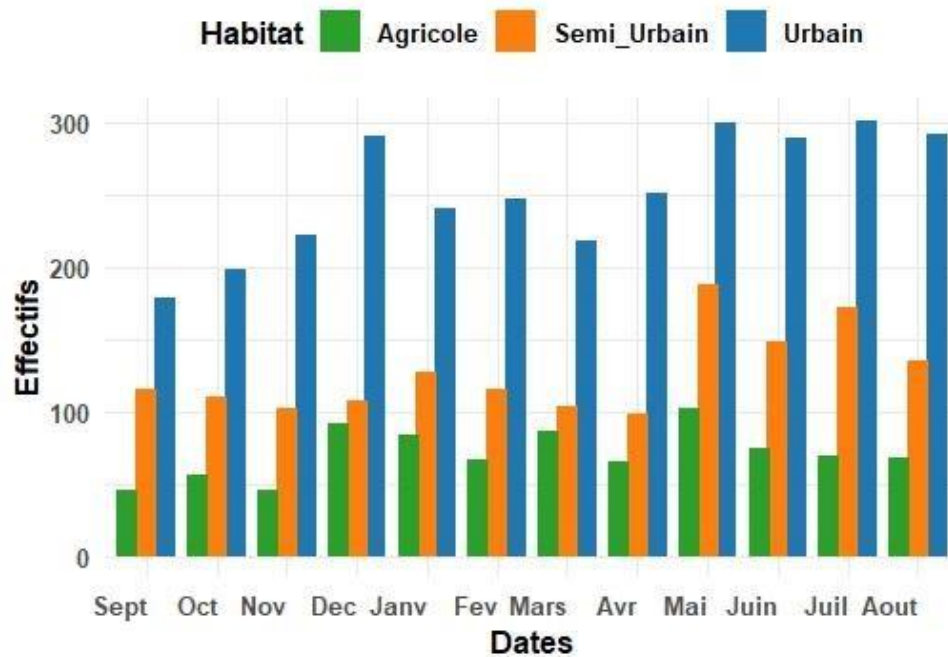
D'après Heim de Balsac & Mayaud (1962), le pigeon biset est largement distribué sur l'ensemble du territoire algérien, depuis la côte jusqu'au Sahara, fréquentant les formations rocheuses ou les zones habitées situées à proximité de sources d'eau indispensables à son abreuvement. En Kabylie, sa présence s'étend des falaises maritimes et îlots jusqu'aux zones montagneuses élevées (Kérautret, 1967 ; Michelot et Laurent, 1988).

Dans la région de Ghardaïa, cette espèce est couramment observée, avec une présence permanente enregistrée sur tous les points d'échantillonnage durant la période de recherche, fréquent les différents habitats du paysage urbain avec des effectifs élevés dans le milieu urbain. Avec des maximums atteignant les 300 individus pendant presque toute la période d'étude (Fig.14).

Cette forte affinité pour les milieux anthropisés est également confirmée par les travaux de Chedad *et al.* (2023), qui la classent comme une espèce nicheuse résidente dans la région de Ghardaïa.

La présence constante de cette espèce dans les milieux urbains souligne son opportunisme

écologique, tirant parti des nombreuses ressources disponibles, telles que des sites de nidification dans les structures humaines (bâtiments, ponts, murets) et une source alimentaire abondante provenant des déchets alimentaires générés par les activités humaines. Ce mode d'occupation est particulièrement adapté aux milieux urbains, où les ressources sont à la fois stables et facilement accessibles, permettant à l'espèce de maintenir des effectifs élevés et de se reproduire tout au long de l'année.



**Figure.14 :** Évolution de la moyenne des effectifs du Pigeon biset dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.

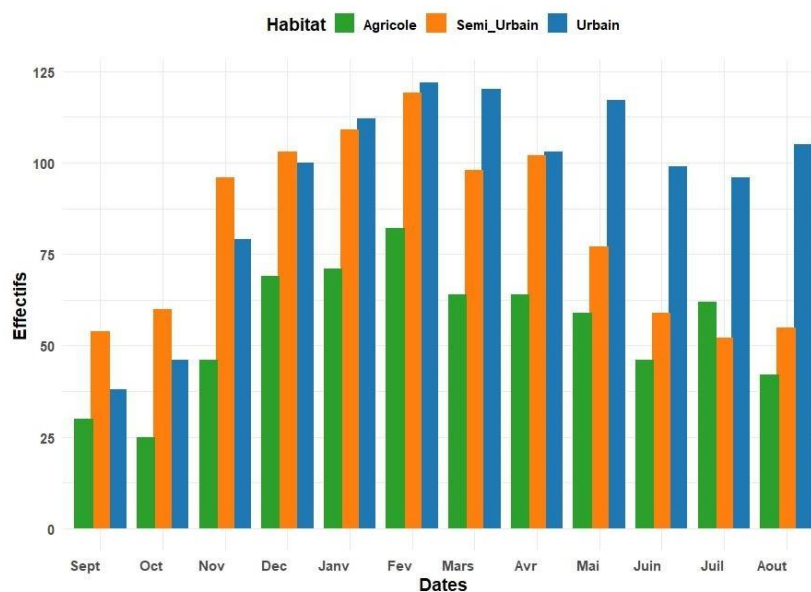
### II.1.3.2. Tourterelle Turque | Eurasian Collared Dove

La Tourterelle turque (*Streptopelia decaocto*), originaire d'Asie mineure, du Proche-Orient, du sous-continent indien et de l'ouest de la Chine (Kafi, 2015), a commencé à coloniser l'Afrique du Nord au début des années 1980 (Eraud *et al.*, 2011). C'est une espèce sédentaire, elle a connu une expansion significative grâce à son remarquable pouvoir d'adaptation aux environnements humains, colonisant aussi bien les zones rurales que les milieux urbains (Biscaichipy, 1989).

En Algérie, elle a été observée pour la première fois en 1994 (Benyacoub, 1998) et a depuis connu une expansion géographique et démographique importante. Initialement cantonnée aux grandes agglomérations du Nord, l'espèce s'est progressivement répandue aux villes des hauts plateaux ainsi qu'aux oasis du Sud, où elle est désormais considérée comme commune et largement distribuée (Bougaham et Moulai, 2013)

La figure 15 illustre les résultats de notre étude, révélant la présence continue de la Tourterelle turque dans le milieu déférents habitats tout au long de la période d'étude. Les effectifs de cette espèce varient entre 25 et 120 individus, atteignant un maximum de 120 individus enregistrés au mois de février dans l'ensemble des points d'écoute de nature urbains, et semi-urbains dans la même période, et un maximum de 80 dans le milieu agricole. Il convient de noter que Chedad *et al.* (2021), ont également mentionné le statut de nicheur sédentaire de cette espèce dans la région.

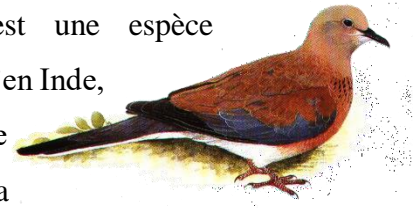
Cette présence constante de la Tourterelle turque (*Streptopelia decaocto*) dans divers habitats tout au long de l'année suggère une forte adaptabilité de l'espèce dans les trois types de milieux étudiés. En milieu urbain et semi-urbain, où les structures humaines offrent une abondance de sites de nidification (bâtiments, arbres, ponts), l'espèce semble bien exploitée par les ressources alimentaires générées par l'activité humaine, telles que les graines provenant des cultures ou les déchets alimentaires. De plus, les milieux agricoles, bien qu'ayant des effectifs moins élevés, restent importantes pour l'alimentation, en particulier dans les milieux irrigués, où les plantes à graines abondent. Ces résultats sont en cohérence avec la capacité de *Streptopelia decaocto* à occuper une variété de niches écologiques, ce qui lui permet de maintenir une population stable dans différentes conditions environnementales. Nos observations confirment cette flexibilité, notamment avec les effectifs observés dans les différents habitats, et montrent que l'espèce est bien établie dans ces milieux tout au long de l'année.



**Figure.15** : Évolution de la moyenne des effectifs de la Tourterelle Turque dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.

### II.1.3.3. Tourterelle Maillée | Laughing Dove

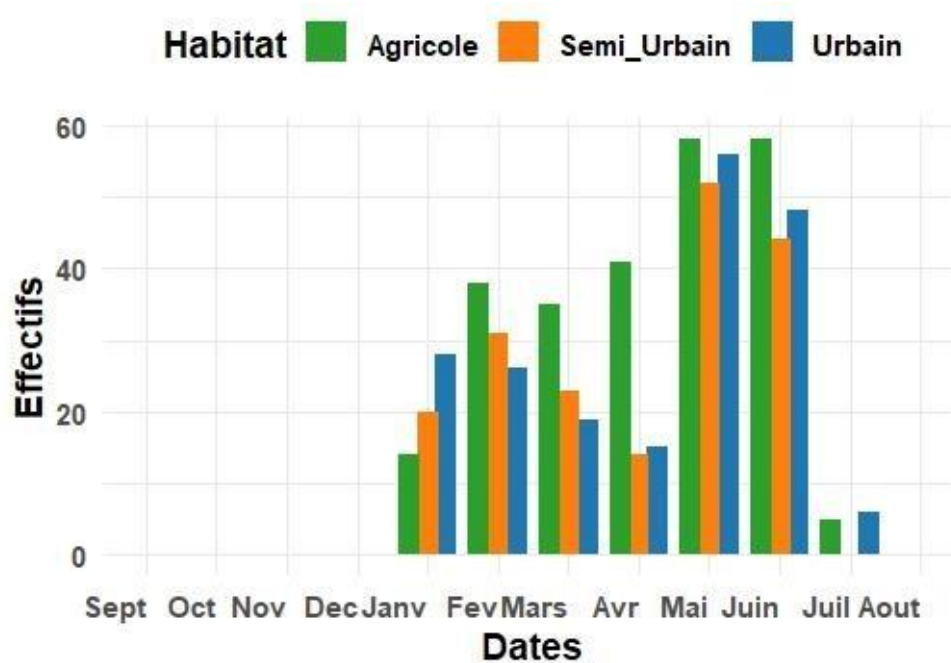
La Tourterelle maillée (*Streptopelia senegalensis*) est une espèce sédentaire répandue en Afrique au sud du Sahara et en Asie jusqu'en Inde, avec quelques foyers isolés dans l'ouest de l'Australie (Brahmia, 2017). En Algérie, Selon Brahmia (2017), la Tourterelle maillée niche surtout dans le Nord de l'Algérie, notamment à Biskra, Berriane, Ghardaïa et Ouargla. Elle a été signalée à El-Oued pour la première fois en 1991 (Degachi, 1992 ; Mesbahi & Naam, 1995). Elle est aussi signalée dans les oasis de Ouargla et de Djamâa, ainsi que dans les palmeraies de Ghardaïa, Metlili et Guerrara (Kadi et Korichi, 1993). Plus récemment, on l'observe dans les terres agricoles oliveraies et orangeraias de la région de Guelma, principalement près des habitations et en milieu urbain (Brahmia, 2017).



La Tourterelle maillée, une espèce migratrice estivante, a été observée dans la région de Ghardaïa. Sa présence dans notre zone d'étude ne commence qu'à au début du mois de janvier. Les effectifs de cette espèce varient entre 15 et 60 individus, dans les environnements agricoles, répartis dans l'ensemble des points d'écoute que nous avons visités. Ces résultats sont illustrés dans la figure 16.

Bien que l'espèce soit présente dans les milieux urbains, semi-urbains et agricoles, ses effectifs les plus élevés sont enregistrés dans les milieux agricoles, particulièrement en mai et juin, période correspondant à son pic reproductif. Cette distribution reflète la disponibilité accrue de ressources alimentaires, telles que les graines et végétaux issus de l'irrigation et des cultures locales, ainsi que la présence de sites de nidification adaptés. À l'inverse, les milieux urbain et semi-urbain offrent moins de ressources et de cavités, ce qui explique les effectifs plus faibles observés dans ces habitats.

Ces résultats confirment les observations de Chedad *et al.* (2021), qui ont également identifié la Tourterelle maillée comme nicheuse estivante dans la région, soulignant la dépendance de l'espèce aux milieux agricoles pour l'alimentation et la reproduction pendant la période estivale.



**Figure. 16** : Évolution de la moyenne des effectifs de la Tourterelle maillée dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.

#### II.1.3.4. Tourterelle des Bois | European Turtle Dove

La Tourterelle des bois (*Streptopelia turtur*), plus petite représentante des Colombidés (Zemmouri, 2008), niche dans les zones à climat tempéré, méditerranéen et semi-désertique d'Europe et d'Afrique du Nord (Dubois, 2002). Elle passe l'hiver en Afrique centrale, à partir du Sahel du Sénégal et de la Guinée à l'ouest jusqu'au Soudan et à l'Éthiopie à l'est avec une dispersion jusque dans la forêt tropicale (Dubois, 2002). Au Maroc, cette migratrice nicheuse occupe une grande partie du territoire national (Hanane, 2010)

En Algérie, elle est présente sur l'ensemble du pays et remonte vers le nord durant l'été (Chedad *et al.*, 2020).

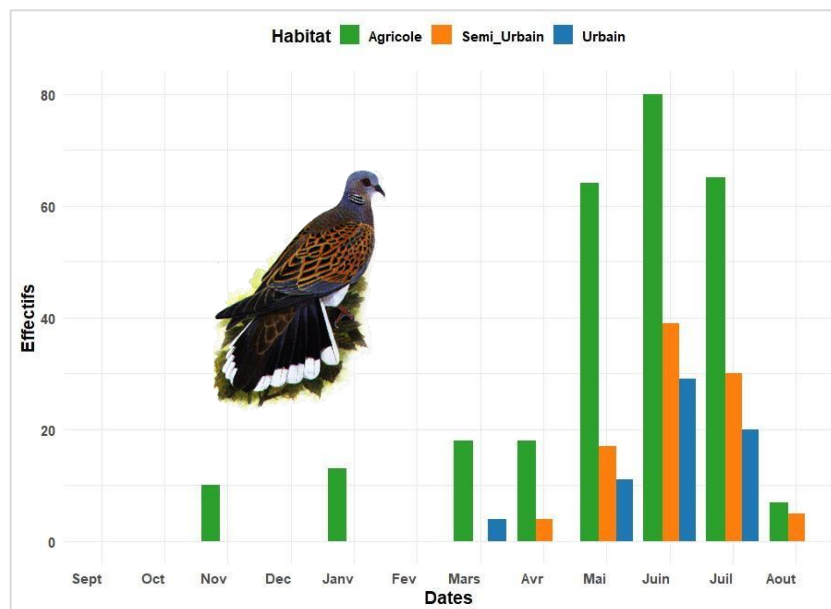
Cette espèce nicheuse migratrice, apparaît dans la région de Ghardaïa à partir de la fin du mois de février. Au cours de notre période d'étude, nous avons observé des variations dans les effectifs de cette espèce dans l'ensemble des points d'écoute que nous avons visités. Le nombre maximal d'individus enregistrés était de 02 pendant le mois de Juin, tandis que le nombre minimal était de 2 au cours des mois suivants. Ces observations sont illustrées dans la figure 17.

Ces variations correspondent typiquement au comportement d'un nicheur migrateur, avec une présence en grand nombre pendant la saison de reproduction, suivie d'une diminution des effectifs à la fin de cette période.

Le pic d'effectifs observé en juin est attribué à la période de reproduction, lorsque les

conditions écologiques sont les plus favorables à la nidification et à l'alimentation. Les milieux agricoles, en particulier les cultures de céréales et d'oliviers, offrent des ressources alimentaires abondantes et des sites de nidification adaptés, permettant à l'espèce de maintenir des effectifs relativement élevés pendant cette période.

Les travaux de Chedad *et al.* (2021), qui ont également rapporté la présence de la Tourterelle de bois dans les zones cultivées d'oliviers de la région de Noumerat, viennent confirmer l'importance des milieux agricoles pour la reproduction de cette espèce dans la région de Ghardaïa. La présence saisonnière de l'espèce dans ces milieux est donc fortement liée à la disponibilité de nourriture et de sites de nidification. Après la période de reproduction, les effectifs diminuent progressivement en raison de la migration, ce qui est caractéristique des espèces migratrices estivantes.



**Figure 17 :** Évolution de la moyenne des effectifs de la Tourterelle des bois dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.

#### II.1.4. Famille des Meropidés

La famille des Meropidae est principalement constituée par le genre *Merops*, qui comprend environ 21 espèces (Fry, 2008). Elle présente une distribution géographique diversifiée, principalement répartis en Afrique et en Asie, avec certaines espèces présentes en Europe et en Australie.

En Algérie, les guêpiers les plus régulièrement rapportés sont le Guêpier d'Europe (*Merops apiaster*) et le Guêpier de Perse (*Merops persicus*). Une publication récente a ajouté le Guêpier à gorge blanche (*Merops albicollis*) comme nouvelle espèce signalée dans le Sahara algérien (Boulaouad *et al.*, 2022).

Lors de notre travail, nous avons également observé leur présence sur les sites étudiés.

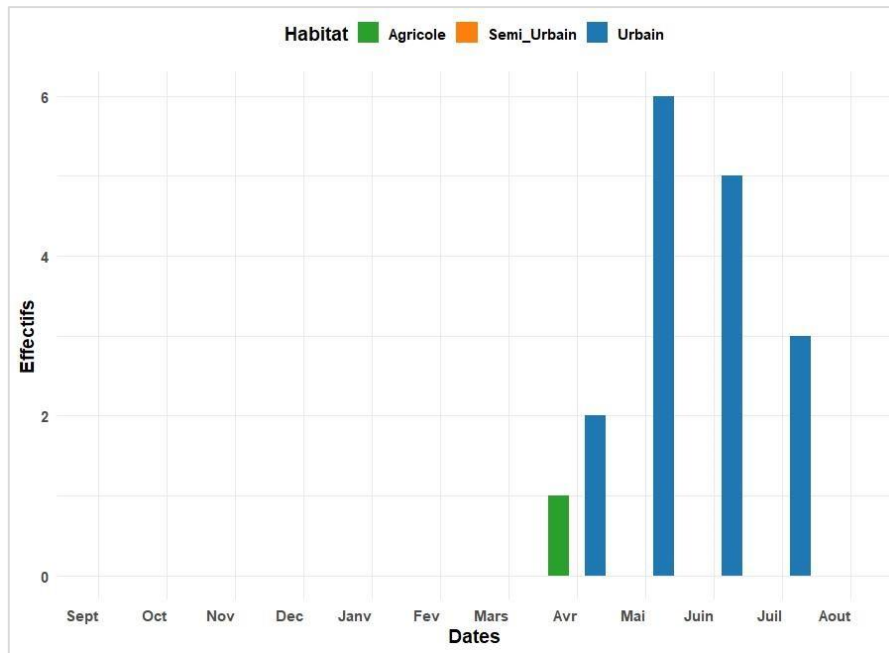
#### II.1.4.1. Guêpier d'Europe | European Bee-eater

Le guêpier d'Europe (*Merops apiaster*) est une espèce migratrice estivale largement répandue, s'étendant du nord du pays jusqu'aux régions sahariennes du sud. Il fréquente divers habitats tels que les zones agricoles, les berges des oueds, les falaises sableuses et les palmeraies (Isenmann et Moali, 2000).

La figure 18 illustre l'évolution mensuelle du nombre de guêpiers d'Europe dans différents types d'habitats (urbains, semi-urbains et agricoles) à Ghardaïa entre 2022 et 2024, mettant en évidence des tendances saisonnières et des préférences d'habitat distinctes. Les guêpiers sont absents durant les mois les plus froids, de septembre à mars aucun individu n'ayant été enregistré dans aucun type d'habitat. Les premiers individus réapparaissent en avril, avec une présence particulièrement notable dans les habitats agricoles. L'activité atteint son maximum au printemps et au début de l'été, notamment en avril, mai et juin, avec un pic de 6 individus observés dans le milieu urbain, soulignant que ces mois sont cruciaux pour la présence de l'espèce à Ghardaïa.

Ces résultats montrent que le Guêpier d'Europe (*Merops apiaster*) est principalement présent dans les milieux urbains à Ghardaïa, tandis que les habitats agricoles restent globalement faiblement occupés. Cette tendance concorde avec les données de Chedad *et al.* (2023), qui classent l'espèce comme visiteur de passage dans le M'Zab.

La dominance du milieu urbain peut s'expliquer par des conditions ponctuellement favorables à l'alimentation et au repos : la disponibilité de nombreux perchoirs (câbles, poteaux, structures bâties) améliore l'efficacité de chasse, et certains facteurs urbains (éclairage artificiel, points d'eau..) peuvent accroître localement l'abondance d'insectes volants, permettant aux individus de se nourrir rapidement et de reconstituer leurs réserves énergétiques avant de poursuivre leur migration. À l'inverse, la faible utilisation des milieux agricoles, malgré leur potentiel trophique, pourrait refléter des contraintes locales liées aux pratiques culturales, aux perturbations et à la structure plus homogène des parcelles, limitant l'attractivité de ces sites durant la période de passage. Dans l'ensemble, ces observations confirment le statut de visiteur de passage de *M. apiaster* à Ghardaïa et mettent en évidence l'importance fonctionnelle du milieu urbain comme habitat de transit dans notre zone d'étude.



**Figure. 18** : Évolution de la moyenne des effectifs du Guépier d'Europe dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

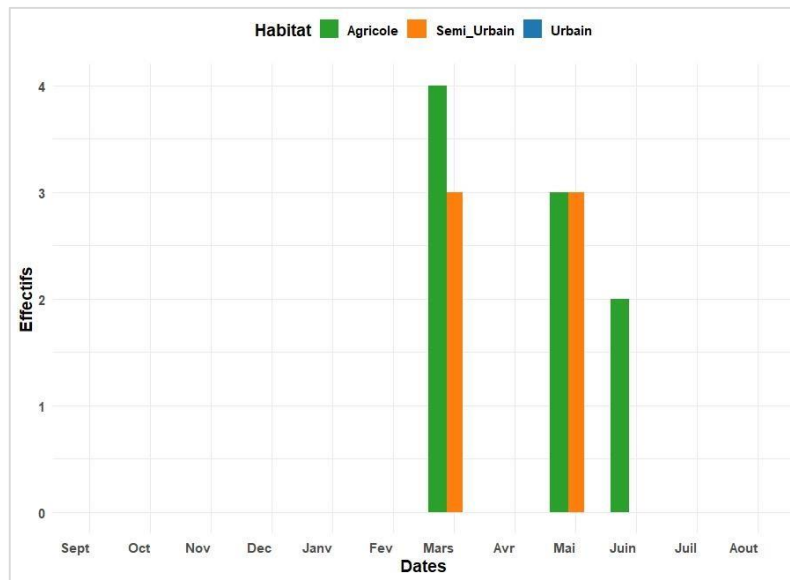
#### II.1.4.2. Guêpier de Perse | Blue-cheeked Bee-eater

Le Guêpier de Perse (*Merops persicus*) est un oiseau migrateur, reconnaissable à son plumage éclatant, dont l'alimentation se compose principalement d'abeilles et d'autres insectes (Nazarbeigy *et al.*, 2021).

Au cours de l'étude (2022–2024), la figure 19 montre que le Guêpier de Perse à Ghardaïa est quasi absent durant les mois froids (septembre–février, environ 0 individu). Les effectifs augmentent au printemps, atteignant un maximum de 4 individus en mars dans les milieux agricoles, avant de décliner progressivement à environ 2 individus en juin. L'habitat semi-urbain présente une occupation modérée, tandis que l'urbain reste très faiblement fréquenté tout au long de la période.

Ces résultats mettent en évidence une affinité écologique nettement marquée pour les milieux agricoles, qui constituent le principal milieu d'installation durant la période de reproduction. Ces milieux offrent une abondance de ressources alimentaires, des sites de nidification adaptés et des conditions microclimatiques favorables, essentiels à la reproduction et à la survie de l'espèce. Les milieux semi-urbains sont exploités de manière complémentaire, principalement pour l'alimentation et le repos, mais leur capacité d'accueil demeure limitée par la fragmentation de l'habitat et une ressource trophique moins abondante. En revanche, le milieu urbain, fortement anthropisé et dépourvu d'éléments naturels essentiels, reste marginal dans l'occupation spatiale de l'espèce.

Cette distribution le long du gradient d'urbanisation confirme le statut de migrateur nicheur régulier de *M. persicus* dans la région du M'Zab. Elle corrobore les observations de Chedad *et al.* (2023), qui signalent une nidification en petits effectifs dans les milieux agricoles, et s'accorde avec les résultats de Bekakra *et al.* (2024), qui soulignent le rôle structurant des agro-systèmes et des oasis comme sites majeurs de reproduction, de repos et d'alimentation pour le Guêpier de perse.



**Figure. 19** : Évolution de la moyenne des effectifs du Guêpier de perse dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.

### II.1.5. Famille des Ciconiidae

La famille des Ciconiidae, communément appelée cigognes, regroupe entre 17 et 19 espèces selon les classifications adoptées. Leur répartition géographique est variée : ils sont largement répandus dans les régions tropicales avec des populations importantes en Afrique (Okosodo, 2018), en Asie (Kushwaha et Kumar, 2018 ; Sharma *et al.*, 2024) et en Europe (Rajković, 2021). Leur présence est également attestée dans les Amériques, mais de manière plus limitée (Kahl, 1987 ; Historia, 2005).

Ils fréquentent principalement les zones humides, habitats cruciaux pour leur survie. Pourtant, ces milieux sont soumis à des menaces croissantes liées aux activités humaines telles que l'extraction de sable, les changements dans les pratiques agricoles et la fragmentation des habitats (Kushwaha et Kumar, 2018 ; Sharma *et al.*, 2024 ; Silva *et al.*, 2015).

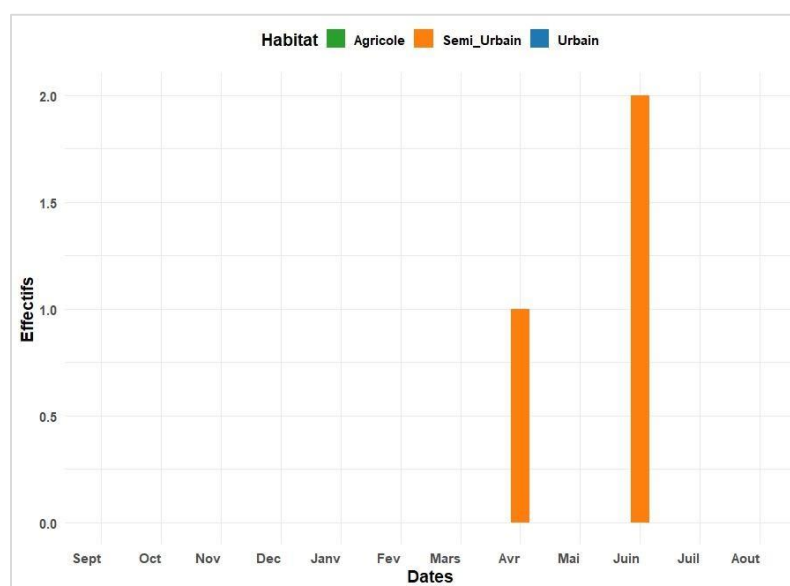
### II.1.3.1. Cigogne blanche | White Stork

En Algérie, la cigogne blanche (*Ciconia ciconia*) est principalement présente dans la région méditerranéenne, s'étendant des zones côtières jusqu'aux Hauts-Plateaux. Cet oiseau nicheur est commun dans ces territoires, où des augmentations significatives de la population ont été constatées au fil des années. Sa capacité d'adaptation lui a permis de s'installer sur divers sites de nidification, qu'ils soient naturels, comme les arbres, ou artificiels, tels que les toits d'habitations et les pylônes électriques, contribuant ainsi à la croissance de sa population malgré la pression croissante de l'urbanisation (Moali-Grine *et al.*, 2013).

Dans la région d'El Tarf, les couples reproducteurs se concentrent surtout dans les zones agricoles, où l'abondance de ressources alimentaires favorise le développement des populations locales (Mammeria *et al.*, 2012).

Dans la ville de Ghardaïa, nos relevés 2022–2024 montrent que la Cigogne blanche n'a été contactée qu'en milieu semi urbain, avec un pic très modeste en mai (N max = 2 individus), sans détection dans les habitats urbains et agricoles (Fig.20).

Ce schéma limité est cohérent avec son statut régional de visiteur de passage (PV), non nicheuse, et avec la faible part de l'avifaune en biotope urbain rapportée pour le M'Zab (Chedad *et al.*, 2023). Plus largement, les grands complexes sahariens, tels que la dépression de l'Oued Righ, jouent un rôle structurant pour l'hivernage et les haltes migratoires des oiseaux d'eau, ce qui éclaire le caractère opportuniste des passages observés à Ghardaïa (Bensaci *et al.*, 2013).



**Figure. 20 :** Évolution de la moyenne des effectifs de la Cigogne blanche dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.

### II.1.6. Famille des Falconidés

La famille des Falconidés, qui comprend les faucons et les caracaras, compte 64 espèces et possède une répartition cosmopolite. Ces rapaces se reconnaissent par leurs caractères morphologiques adaptés à la chasse, tels qu'un bec fortement crochu, des serres robustes et une vue perçante favorisant la capture de proies en vol (Brown et Mindell, 2009).

En Algérie la famille des Falconidés comprend plusieurs espèces. La région nord-est abrite une grande diversité d'espèces de rapaces, parmi lesquelles la crécerelle cendrée (*Falco tinnunculus*) se distingue par son comportement synanthropique, sa capacité à se reproduire en milieu urbain et sa tolérance envers les activités humaines (Elafri *et al.*, 2020).

Notre étude menée dans le nord du Sahara algérien, a permis de documenter la présence du Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) à la région de Ghardaïa.

#### II.1.6.1. Faucon crécerelle | Common Kestrel

Le faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) est un rapace largement étudié connu par sa capacité s'adapter aux milieux ouverts et urbains à travers l'Europe, l'Afrique et l'Asie. Les études se concentrent sur ses stratégies de reproduction, ses comportements adaptatifs et ses réponses aux variations environnementales, notamment face aux contaminants (Costantini et Dell'Omo, 2020).

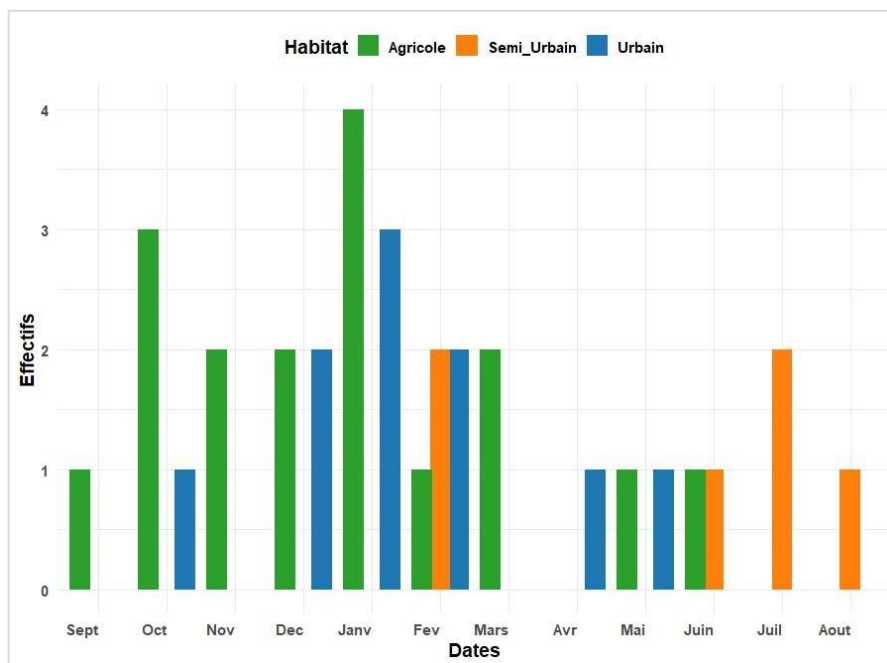
Sur la période de notre étude 2022–2024, les effectifs du Faucon crécerelle dans la ville de Ghardaïa varient selon le mois et l'habitat. Dans le milieu urbain, la présence de l'espèce est régulière mais moins abondante que dans le milieu agricole, avec un maximum de 3 individus enregistré en janvier. Des observations ponctuelles sont également notées en octobre, décembre, février, mars, mai et juin, indiquant une occupation modérée et continue de ce type d'habitat. En revanche, le milieu semi-urbain présente des effectifs faibles, principalement concentrés en période hivernale, avec un pic en février (2 individus) et une présence sporadique en mars, juin, juillet et août (Fig.21).

Nos résultats montrent que le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) fréquente préférentiellement les milieux agricoles à Ghardaïa, où il trouve des conditions propices à la chasse et à l'alimentation, notamment durant la saison hivernale. Ces milieux offrent une structure diversifiée et ouverte, favorisant l'accès aux proies, principalement les micromammifères et les grands insectes, ainsi que la présence de nombreux perchoirs naturels

(arbres, palmiers...) facilitant la capture.

En revanche, le milieu urbain, caractérisé par une forte artificialisation et une faible disponibilité trophique, demeure peu attractif pour l'espèce, car il offre peu de ressources alimentaires et limite les opportunités de chasse.

La forte occupation du milieu agricole traduit une adaptation écologique du Faucon crécerelle à des environnements ouverts et productifs, tandis que le semi-urbain joue un rôle complémentaire dans sa répartition spatiale. Ces observations concordent avec les travaux de Chedad *et al.* (2023), qui soulignent la richesse spécifique élevée dans les palmeraies et zones cultivées du M'Zab, ainsi qu'avec ceux de Bekakra *et al.* (2024), qui mettent en évidence l'importance des habitats agricoles à structure complexe dans la concentration hivernale de l'espèce.



**Figure 21** : Évolution de la moyenne des effectifs du Faucon crécerelle dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.

### II.1.7. Famille des Phasianidés

La famille des Phasianidae, regroupant faisans, perdrix et cailles, est largement distribuée à travers différentes régions géographiques, avec une diversité particulièrement notable en Asie et en Europe. Cette famille se distingue par sa capacité d'adaptation à une grande variété

d'habitats, comprenant aussi bien les zones montagneuses que les zones humides et les plaines (del Hoyo *et al.*, 1994 ; Madge *et al.*, 2002).

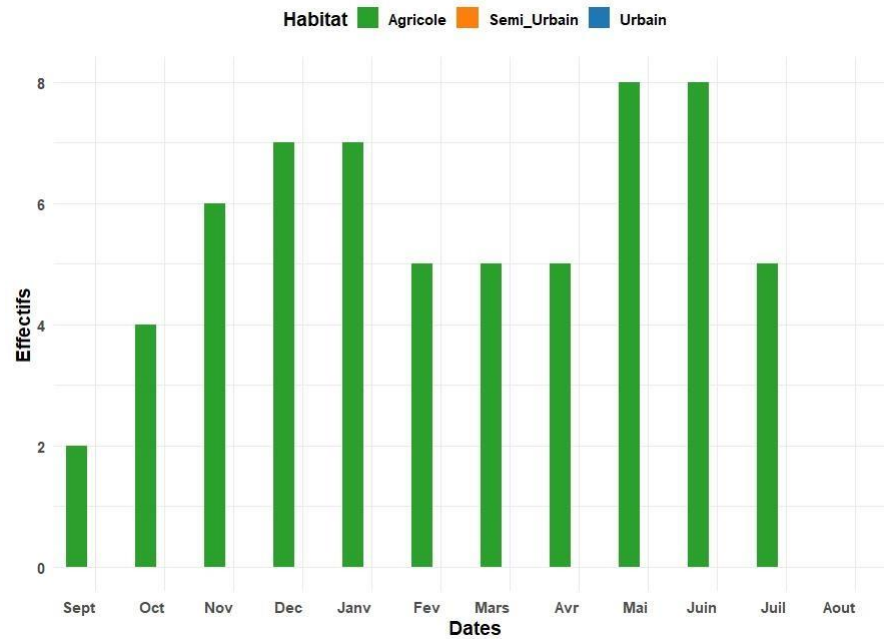
En Algérie : la famille des Phasianidae est présente, bien que les observations spécifiques à la région de Ghardaïa soient limitées. Au cours de notre étude, la Perdrix gambra (*Alectoris barbara*) a été recensée dans la région de Ghardaïa.

#### **II.1.7.1. Perdrix gambra | Barbary Partridge**

Elle est connue scientifiquement sous le nom d'*Alectoris barbara*, est une espèce remarquable que l'on trouve principalement en Afrique du Nord et dans certaines régions d'Europe. Des travaux récents soulignent son rôle écologique, la dynamique de ses populations ainsi que la nécessité de mettre en place des mesures de conservation, notamment en Algérie (Mezerdi, 2015).

La figure 22 représente l'évolution des effectifs de la Perdrix gambra dans la ville de Ghardaïa (2022–2024). Elle montre que l'espèce est quasi exclusivement associée au milieu agricole, où les effectifs augmentent de l'automne vers l'hiver avec un premier maximum en décembre–janvier (présence de 7 individus), connaissent une légère baisse en février–avril (5 individus), puis atteignent un second pic marqué en mai–juin (8 individus). À l'inverse, les milieux urbain et semi-urbain présentent des effectifs nuls ou négligeables tout au long de l'année.

Cette distribution traduit la dépendance écologique de la Perdrix gambra aux milieux agricoles, où se combinent ressources trophiques abondantes (graines, invertébrés), couvert végétal et disponibilité d'eau, notamment grâce à l'irrigation. Ces conditions assurent à la fois son alimentation, sa sécurité face aux prédateurs et le succès de sa reproduction. Nos résultats rejoignent ceux de Chedad *et al.* (2023), qui confirment le statut de nicheuse résidente de *A. barbara* dans la région du M'Zab, tout en soulignant la faible représentativité des milieux urbains dans la composition avienne régionale. Par ailleurs, les travaux de Chedad *et al.* (2021) sur la bande verte de Noumérat montrent le rôle déterminant de la couverture végétale dans la structuration de la diversité avienne, corroborant ainsi les abondances plus élevées enregistrées dans les milieux agricoles et l'absence totale d'individus en milieu urbain.



**Figure 22** : Évolution de la moyenne des effectifs de la Perdrix gabra dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.

### II.1.8. Famille des Rallidés

La famille des Rallidae, communément désignée sous le nom de râles, constitue un groupe diversifié au sein de l'ordre des Gruiformes. Cette famille est répartie à l'échelle mondiale, présentant une richesse spécifique et une diversité phylogénétique particulièrement élevées dans les régions tropicales et tempérées. Les petites îles des zones australiennes, océaniques et orientales se distinguent par un fort taux d'endémisme et constituent des foyers importants pour des événements récents de spéciation (Lehnert, 2019).

En Algérie, des observations spécifiques du râle d'Afrique (*Crecopsis egregia*) ont été enregistrées dans le Sahara algérien, constituant des données importantes pour cette région. Un individu de cette espèce a été observé en décembre 2022 dans la ville d'Illizi, après une première observation en 2020 à Kerzaz, dans la région de Béni Abbès (Bederrar *et al.*, 2023).

Au cours de notre étude la sous-espèce *Gallinula c. chloropus* de la poule d'eau commune, *Gallinula chloropus chloropus*, qui un oiseau aquatique se caractérise par un bec rouge à l'extrémité jaune et une forte adaptation aux zones humides (Taylor et van Perlo, 1998 ; BirdLife International, 2023). A également été recensée dans la région de Ghardaïa.

#### II.1.8.1. Gallinule poule-d'eau | Common Moorhen

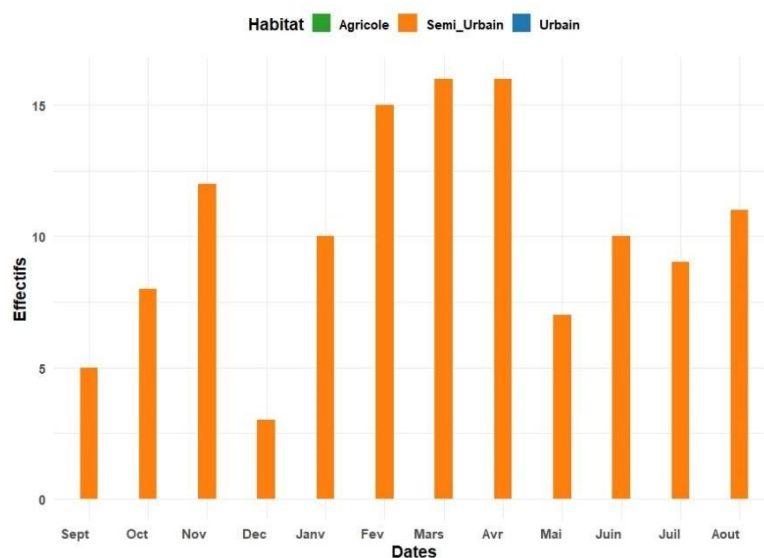
La figure 23 illustre la variation mensuelle des effectifs de la Gallinule poule d'eau à

Ghardaïa (2022–2024). L'espèce se concentre presque exclusivement en milieu semi-urbain, avec des effectifs élevés de l'automne au printemps (pic en février–avril, environ 15–16 individus) et un net déclin en été. En revanche, les milieux urbain et agricole présentent des effectifs nuls tout au long de l'année, traduisant une forte dépendance de l'espèce aux zones humides semi urbaines, notamment durant la période de reproduction.

Les milieux semi-urbains offrent des zones humides riches en végétation aquatique et en points d'eau, éléments essentiels à la reproduction, à l'alimentation et au repos de la Gallinule poule d'eau. Ils assurent une disponibilité élevée en ressources trophiques, notamment en plantes aquatiques et en invertébrés, ainsi que des sites de nidification protégés et sécurisés. À l'inverse, le milieu agricole, bien que spatialement proche, demeure peu favorable aux exigences écologiques de l'espèce, en raison de l'absence de végétation aquatique dense et de points d'eau nécessaires aux activités de reproduction et d'alimentation.

Cette sélectivité écologique met en évidence une spécialisation marquée pour les milieux humides semi-urbains, qui jouent un rôle fondamental dans le maintien des populations aviennes au sein de la région de Ghardaïa. Ces milieux assurent un soutien durable aux effectifs locaux, notamment durant les périodes sèches, en offrant des conditions optimales pour la reproduction, l'alimentation et le refuge.

Ces résultats concordent avec ceux de Chedad *et al.* (2023), qui confirment le statut nicheur sédentaire de la Gallinule poule d'eau dans le M'Zab, sa forte présence à Kef Doukhane illustrant l'importance de ces habitats riches en eau et en végétation pour le succès reproducteur de l'espèce.



**Figure 23** : Évolution de la moyenne des effectifs de la Gallinule poule d'eau dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

### II.1.9. Famille des Emberizidés

La famille des Emberizidae, communément désignée sous le nom de bruants, regroupe un ensemble diversifié de passereaux de petite à moyenne taille. Leur distribution géographique est étendue, englobant une variété d'habitats allant des zones tempérées aux régions tropicales (Svensson, 1992 ; Clements *et al.*, 2022). Principalement distribuée dans l'hémisphère Nord, couvrant l'Europe, l'Asie et l'Amérique du Nord, avec quelques espèces présentes en Afrique et en Amérique du Sud. La diversité du groupe est particulièrement élevée dans les zones tempérées et semi-arides (Jobling, 2010).

En Algérie, et plus particulièrement dans la région de Ghardaïa, la famille des Emberizidae est représentée sur notre site d'étude par le Bruant du Sahara (*Emberiza sahari*). Cette espèce, légèrement plus grande que le Moineau domestique (*Passer domesticus*), présente une aire de répartition africaine s'étendant du Maroc à l'ouest de la Libye, avec une distribution discontinue depuis la Mauritanie jusqu'au nord-ouest du Tchad (Chedad *et al.*, 2021).

#### II.1.9.1. Bruant du Sahara | House Bunting

La figure 24 illustre l'évolution mensuelle des effectifs du Bruant du Sahara à Ghardaïa (2022–2024) selon l'habitat. L'espèce se montre nettement plus abondante en milieu urbain, où les effectifs atteignent leur maximum au printemps (mai, avec 145 individus). Le milieu semi-urbain présente des valeurs intermédiaires, culminant en hiver maximum avec la présence de 65 individus en janvier avant de diminuer progressivement jusqu'en été. En revanche, le milieu agricole reste faiblement fréquenté, avec une légère hausse à l'automne et des effectifs très faibles au printemps. Ce schéma met en évidence un gradient d'occupation constant (urbain, semi-urbain, agricole) et une saisonnalité modérée, dominée par un renforcement printanier en milieu urbain.

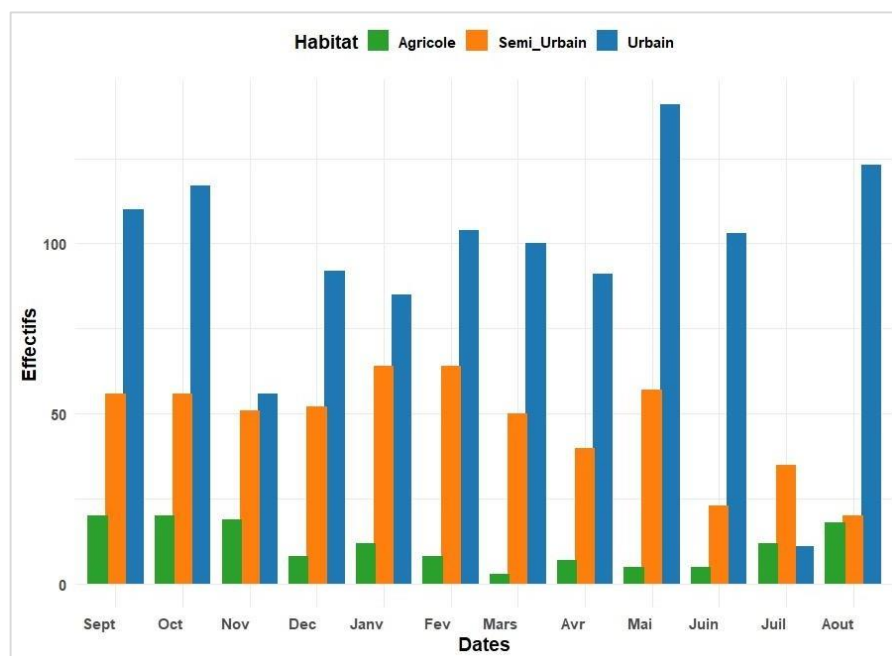
Cette prédominance dans les milieux urbains s'explique par la disponibilité abondante de ressources alimentaires, telles que les graines, les insectes et les déchets, caractéristiques des environnements modifiés par l'activité humaine, ainsi que par la présence de structures bâties offrant des sites de nidification sûrs. Le pic printanier observé correspond donc à une période où ces conditions favorisent simultanément l'alimentation et la reproduction de l'espèce.

Les milieux semi-urbains présentent des effectifs intermédiaires, culminant en hiver ( $\approx 65$

individus en janvier). Bien que ces habitats conservent une certaine diversité écologique, ils offrent une disponibilité plus limitée en ressources alimentaires et en sites de nidification comparativement aux milieux urbains. Ces milieux jouent néanmoins un rôle complémentaire, notamment durant l'hiver, période où ils assurent des conditions favorables pour le nourrissage et le repos, bien que leur attractivité reste moindre pour la reproduction.

Le milieu agricole, quant à lui, demeure faiblement fréquenté tout au long de l'année. L'occupation réduite de ces habitats résulte de la faible complexité végétale et de l'absence de structures appropriées à la nidification, qui ne permettent pas à l'espèce de disposer d'une disponibilité stable en nourriture ni de sites de reproduction sécurisés.

Ces observations confirment le caractère synanthrope du Bruant du Sahara, qui s'adapte aux milieux urbains tout en exploitant également les milieux semi-urbains. Ces résultats sont en accord avec les travaux Chedad *et al.* (2021) et Haddad *et al.* (2025), qui documentent l'affinité de l'espèce pour les habitats modifiés par l'homme. À l'échelle régionale, Chedad *et al.* (2023) soulignent que *E. sahari* atteint ses densités les plus élevées dans les milieux urbains, tandis que la faible présence en milieu agricole est corroborée par Bekakra *et al.* (2024), confirmant la préférence de l'espèce pour des milieux offrant à la fois diversité de ressources et sites de nidification adaptés.



**Figure 24** : Évolution de la moyenne des effectifs du Bruant du Sahara dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.

### II.1.10. Famille des Acrocephalidés

La famille des Acrocephalidés (Acrocephalidae), communément appelée fauvettes des roseaux, regroupe des passereaux de petite à moyenne taille. Ses représentants sont généralement adaptés aux milieux humides et marécageux (Kennerley et Pearson, 2010). Selon la classification de l'IOC World Bird List (version 15.1), cette famille comprend de 61 espèces.

La répartition géographique des Acrocephalidae est étendue, couvrant certaines régions d'Europe, d'Asie et d'Afrique (Arbabi *et al.*, 2014).

Plusieurs espèces d'Acrocephalidae effectuent des migrations sur de longues distances, se déplaçant entre leurs zones de reproduction et d'hivernage. Par exemple, la Paruline des marais migre annuellement de l'Europe vers l'Afrique du Sud, parcourant ainsi de vastes distances (Grim, 2012 ; Honza et Literak, 1997).

Lors de notre étude dans la région de Ghardaïa, nous avons observé la présence de l'espèce *Iduna pallida*. La nidification de cette espèce a été confirmée dans cette région, constituant le premier enregistrement de reproduction de *I. pallida* dans cette zone saharienne (Nedjar *et al.*, 2024).

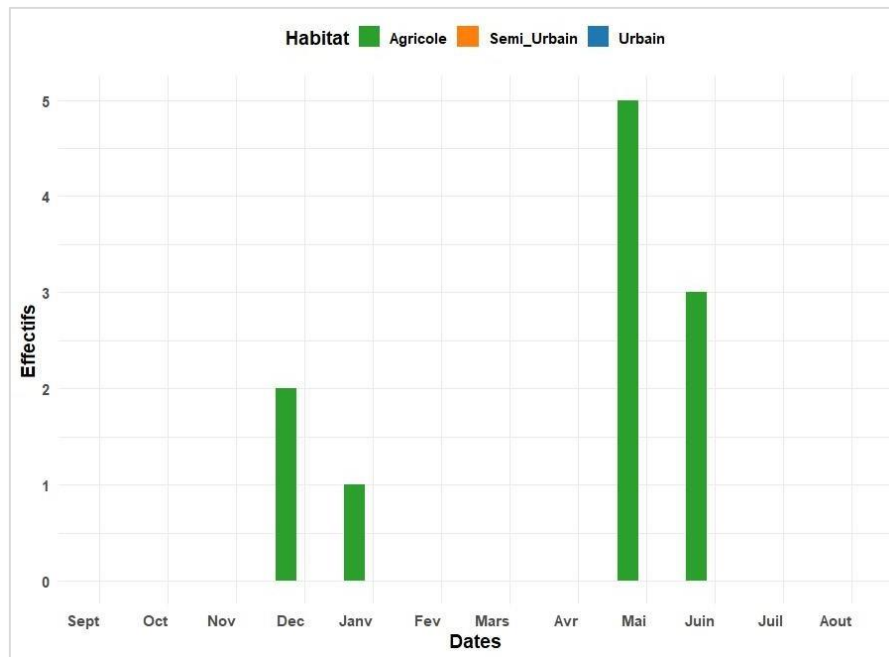
#### II.1.10.1. Hypolaïs pâle | Eastern Olivaceous Warble

La figure 25 illustre l'évolution mensuelle des effectifs de l'Hypolaïs pâle à Ghardaïa (2022–2024) selon les types d'habitat. Une augmentation significative est observée au printemps tardif en milieu agricole, culminant en mai (5 individus) et se maintenant en juin (3 individus). Le milieu urbain et semi urbain demeurent négligeable tout au long de l'année. Ces observations indiquent un comportement migratoire, avec une installation printanière préférentielle dans les milieux agricoles et une absence de l'espèce dans les milieux semi-urbains et urbains.

Ce schéma est cohérent avec le statut de migrateur nicheur régulier de l'Hypolaïs pâle, tel que décrit par Chedad *et al.* (2023), qui identifie l'espèce comme une migratrice régulière de la région.

Les milieux agricoles, offrent des conditions favorables à la reproduction de l'espèce, notamment en mai et juin, période de nidification. Ces résultats confirment la nidification de l'Hypolaïs pâle à Ghardaïa, récemment documentée par Nedjar *et al.* (2024), qui mettent en évidence l'utilisation de ces milieux comme sites de reproduction pour l'espèce. La présence

estivale de l'espèce dans ces habitats est directement liée à la disponibilité de ressources alimentaires (insectes et graines) et à des sites de nidification sécurisés, ce qui explique l'augmentation des effectifs observée au printemps et au début de l'été. La présence nulle de l'Hypolaïs pâle en milieu urbain tout au long de l'année, est cohérente avec les observations de Chedad *et al.* (2023), qui soulignent que ces milieux ne sont pas propices à la nidification et à la reproduction de cette espèce migratrice.



**Figure 25** : Évolution de la moyenne des effectifs du Hypolaïs pâle dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.

### II.1.11. Famille des Alaudidés

La famille des Alaudidés, connue sous le nom d'alouettes, constitue un groupe diversifié d'oiseaux chanteurs. Cette famille se distingue par une répartition cosmopolite, avec une forte présence en Afrique, tandis qu'elle est moins représentée en Australasie. Elle présente une grande diversité morphologique ainsi que des schémas évolutifs complexes (Alström *et al.*, 2023 ; Barnes *et al.*, 2013).

L'Afrique constitue un centre majeur pour la famille des Alaudidés, abritant la plus grande diversité d'espèces d'alouettes. Les différents habitats du continent, allant des déserts aux savanes, offrent des conditions propices à la diversité de ces oiseaux (Barnes *et al.*, 2013 ; Alström *et al.*, 2013).

Les alouettes occupent principalement des habitats ouverts, souvent situés dans des zones

arides ou semi-arides. Leur régime alimentaire est majoritairement insectivore, granivore ou mixte, certaines espèces présentant des comportements alimentaires particuliers, comme la prédation sur des vertébrés, observée chez l'Alouette fauve (*Calendulauda africanoides*) (Dorward, 2016).

Dans le cadre de notre étude menée en Algérie, au niveau de la région de Ghardaïa, nous avons recensé trois espèces représentatives de la famille des Alaudidés : *Galerida theklae*, *Ammomanes deserti*, *Galerida cristata*.

#### II.1.11.1. Cochevis de Thékla | Thekla's Lark

La Cochevis de Tekhla (*Galerida theklae*) est une espèce caractéristique de la région ouest-paléarctique (Guillaumet *et al.*, 2005).

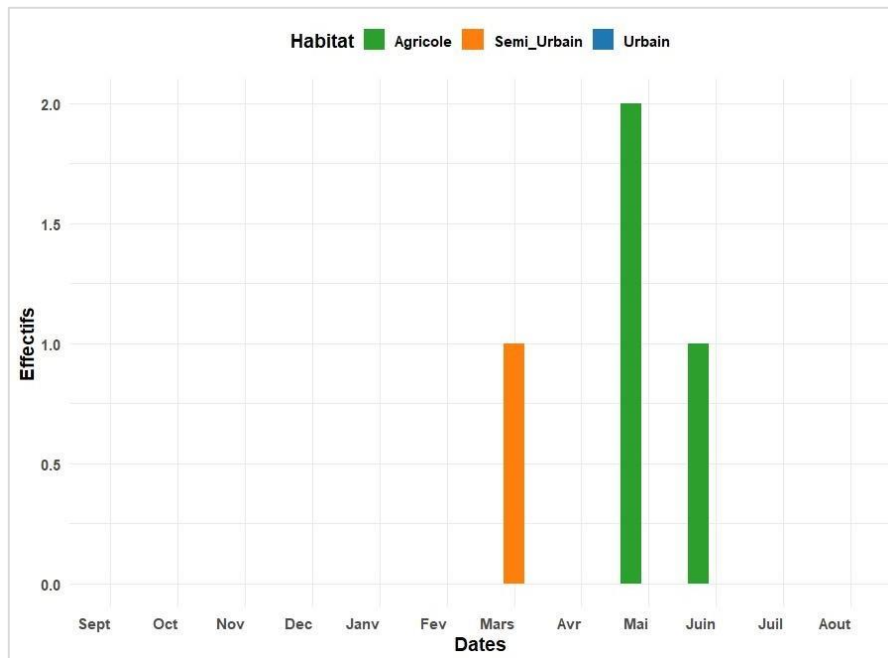
La figure 26 présente l'évolution mensuelle des effectifs de la Cochevis de Tekhla à Ghardaïa (2022–2024) en fonction du type d'habitat. Cette espèce montre une absence totale en milieu urbain, une apparition occasionnelle en habitat semi-urbain limitée à mars (1 individu), et une concentration notable en milieu agricole pendant la fin du printemps et le début de l'été, avec un pic en mai (2 individus) suivi d'une diminution en juin (1 individu). Ce qu'indique une préférence pour les habitats agricoles durant la période de reproduction, tandis que les milieux urbains et semi urbains semblent peu favorables.

Ces observations mettent en évidence que l'espèce exploite les milieux agricoles pour répondre à ses besoins écologiques essentiels, notamment l'accès à une nourriture abondante, la présence des zones calmes permettant le repos, ainsi que des sites adaptés à la reproduction.

À l'inverse, la quasi-absence de l'espèce en milieu semi-urbain (un individu observé en mars) et son absence en milieu urbain témoignent de sa sélectivité écologique marquée. Ces milieux présentent une disponibilité réduite en ressources alimentaires et des perturbations humaines importantes, limitant l'installation et l'utilisation de ces habitats par l'espèce.

Les résultats obtenus corroborent les travaux de Chedad *et al.* (2021), qui ont signalé la présence de la Cochevis de Tekhla en tant que visiteur de passage dans la bande d'oliviers cultivés de la région de Noumerat. Ces études montrent que l'espèce utilise les milieux agricoles comme halte migratoire, où elle bénéficie à la fois de ressources alimentaires et de sites propices à la reproduction. Ce modèle de comportement migratoire est confirmé par nos observations à Ghardaïa, où l'espèce adopte une stratégie orientée vers les habitats agricoles, et son absence ou

sa présence marginale dans les milieux urbains et semi-urbains souligne sa préférence marquée pour ces habitats ouverts. En résumé, la Cochevis de Tekhla s'installe principalement dans les milieux agricoles lors de son passage, renforçant ainsi son statut de visiteur de passage dans la région.



**Figure. 26 :** Évolution de la moyenne des effectifs de la Cochevis de Tekhla dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

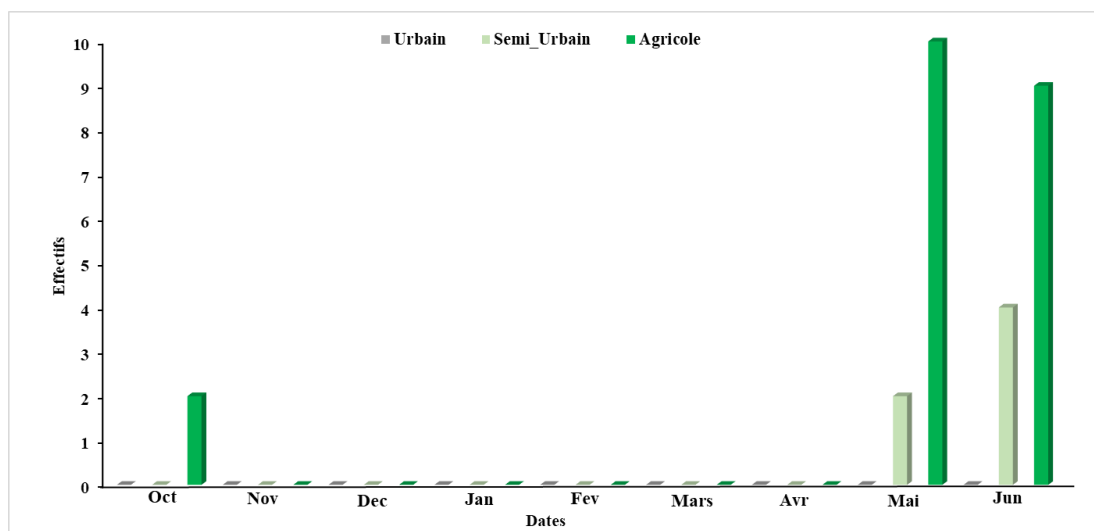
#### II.1.11.2. *Ammomane isabelline* | Desert Lark

La présence de l'espèce à la région de Ghardaïa est presque inexistante de l'automne jusqu'à la fin de l'hiver, excepté un faible signal en milieu agricole en octobre (2 individus). Les populations connaissent ensuite une forte augmentation au printemps tardif et au début de l'été dans les milieux agricoles, avec un pic net en mai (10 individus), suivi de niveaux encore élevés en juin (9 individus). Un faible effectif en milieu semi-urbain en mai (2 individus). Ce qu'indique une préférence marquée pour les milieux agricoles ouverts pendant la période de reproduction, les milieux semi-urbains étant peu fréquentés (Fig.26).

Les observations réalisées à la région de Ghardaïa indiquent que l'*Ammomane isabelline* manifeste une nette préférence pour les milieux agricoles durant la période de reproduction, où elle trouve des conditions optimales pour satisfaire ses besoins écologiques. La concentration des effectifs au printemps et au début de l'été souligne l'importance de ces habitats ouverts, qui offrent à la fois des ressources alimentaires abondantes et des sites adaptés pour la reproduction. À l'inverse, l'absence de l'espèce dans les milieux urbains confirme que ces derniers ne

répondent pas aux exigences écologiques de l’Ammomane isabelline, en raison de la densité bâtie, de la perturbation humaine et du manque de structures appropriées.

Ces observations corroborent les résultats de Chedad *et al.* (2023), qui classent l’espèce comme une visiteuse de passage peu fréquente dans la vallée du M’Zab. Elles confirment également les tendances observées chez d’autres Alaudidés, qui privilégient systématiquement les milieux ouverts et peu perturbés pour leurs séjours temporaires liés à la reproduction. Cette répartition de l’espèce met en évidence sa forte affinité pour les milieux agricoles, renforçant son statut de visiteuse de passage à Ghardaïa et soulignant l’importance de ces milieux comme haltes migratoires et illustrant l’importance de la disponibilité des ressources dans la distribution saisonnière des effectifs.



**Figure 27 :** Évolution de la moyenne des effectifs de l’Ammomane isabelline dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

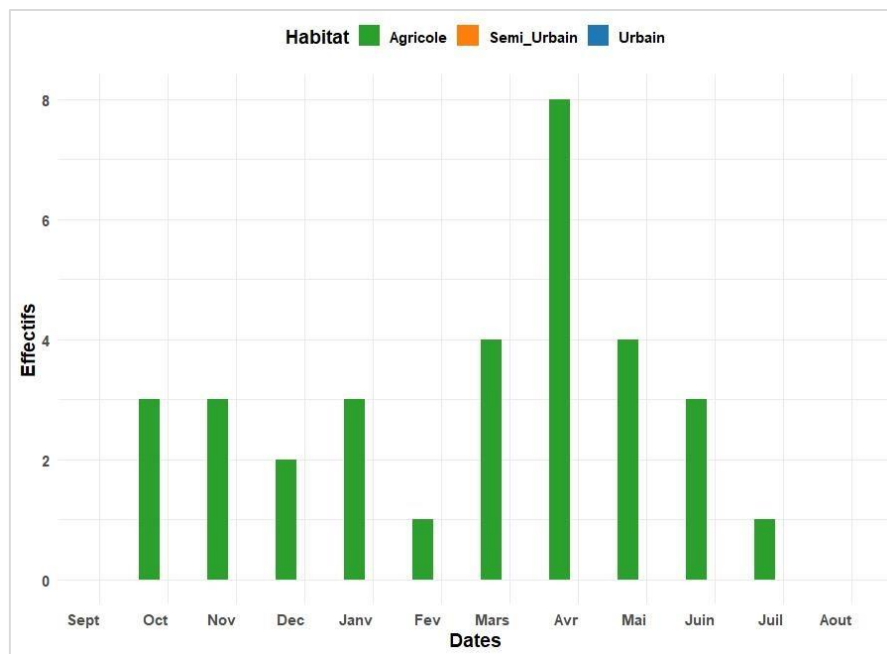
### II.1.11.3. Cochevis huppé | Crested Lark

La figure 28 révèle que la Cochevis huppé est une espèce rare et présentant une forte saisonnalité à la région de Ghardaïa entre 2022 et 2024. Elle est absente des milieux urbains et semi-urbains tout au long de l’année et se concentre exclusivement dans le milieu agricole, d’octobre à juillet, avec un pic d’abondance en avril (8 individus), suivi d’une légère diminution en mai, juin et juillet.

Ces observations indiquent que le Cochevis huppé présente une distribution limitée au seul milieu agricole. L’espèce manifeste une préférence écologique marquée pour ce type d’habitat, particulièrement durant la période de reproduction et au cours de sa migration, qu’elle exploite de manière plus soutenue que les autres milieux.

Ces habitats offrent une combinaison optimale de ressources alimentaires (graines, insectes) et de structures végétales favorables à la reproduction, répondant ainsi aux besoins écologiques essentiels de l'espèce. À l'inverse, les milieux urbains et semi urbains, caractérisés par une forte perturbation anthropique et une disponibilité restreinte de ressources alimentaires et de sites de reproduction, sont systématiquement évités tout au long de l'année.

Le Cochevis de Tekhla (*Galerida theklae*) montre une forte affinité pour les milieux agricoles, qui servent à la fois de zones de passage et de sites de reproduction au cours de sa période saisonnière. Par rapport aux travaux de Chedad *et al.* (2023), qui qualifient l'espèce de visiteuse rare dans la région du M'Zab, nos résultats révèlent une présence prolongée et relativement soutenue dans les habitats agricoles de Ghardaïa, mettant en évidence le rôle clé de ces milieux dans le maintien de ses activités migratoires et reproductives.



**Figure 28 :** Évolution de la moyenne des effectifs de la Cochevis huppé dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

### II.1.12. Famille des Corvidés

Les Corvidae forment une famille au sein de l'ordre des Passeriformes, comprenant environ 133 espèces communément appelées corbeaux, geais et pies. Ce sont des oiseaux de taille moyenne à grand caractérisés par leur intelligence et leur capacité d'adaptation. Les corvidés habitent une diversité d'environnements, allant des forêts aux zones urbaines, et sont présents sur presque tous les continents, à l'exception de l'Antarctique. Leur régime alimentaire est omnivore (Marzluff et Angell, 2005).

Dans le cadre de notre étude, la présence de l'espèce Le Corbeau brun (*Corvus ruficollis*) a été confirmée dans la région de Ghardaïa, en Algérie.

#### II.1.12.1. Corbeau brun | Brown-necked Raven

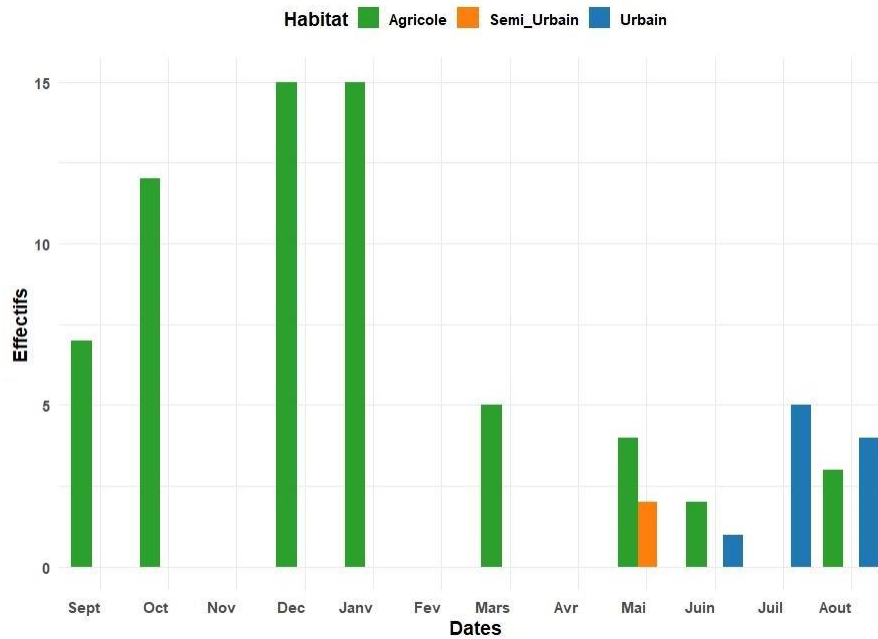
Le Grand Corbeau est une espèce commune en Afrique du Nord (Aberkane *et al.*, 2011) et l'une des plus répandues en Algérie, elle se rencontre tant dans les milieux naturels que dans les zones urbaines et les dépotoirs (Guerzou *et al.*, 2013).

Espèce reproductrice régulière en Algérie, elle présente une vaste aire de répartition couvrant les Hautes Plaines et le Sahara, où elle niche le long des falaises côtières et jusque dans les premières oasis du Sud, notamment à Biskra, Laghouat et Aïn Sefra (Guerzou *et al.*, 2019).

À Ghardaïa, le Corbeau brun se concentre principalement en milieu agricole, avec un pic d'effectifs en hiver (environ 15 individus) et un creux au printemps (environ 5 individus). Les habitats semi-urbain et urbain sont très peu utilisés, accueillant seulement 1 à 2 individus en fin de période. Ces observations soulignent une nette préférence pour le milieu agricole et une forte saisonnalité dans l'occupation des habitats (Fig. 29).

Le Corbeau brun manifeste une nette préférence pour les milieux agricoles, qui fournissent une abondance de ressources alimentaires, telles que les insectes et les résidus de cultures, ainsi que des espaces ouverts facilitant les déplacements et minimisant l'exposition à la prédation. La diminution observée des effectifs au printemps correspond à une baisse saisonnière des ressources alimentaires, ce qui contribue également à la faible occupation des milieux urbains et semi-urbains. Ces derniers, caractérisés par une densité élevée, une couverture végétale limitée et un niveau important de perturbation, apparaissent comme inadaptés aux besoins écologiques de l'espèce.

Ces résultats sont en accord avec ceux de Chedad *et al.* (2023), qui mentionnent le Corbeau brun comme résident nicheur régulier dans la vallée du M'Zab, présentant une forte affinité pour les milieux semi-urbains et agricoles, ainsi qu'une faible présence en milieu urbain. Cette distribution souligne la dépendance du Corbeau brun aux habitats agricoles, qui offrent des ressources alimentaires suffisantes et des conditions favorables à la reproduction.



**Figure. 29 :** Évolution de la moyenne des effectifs du Corbeau brun dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.

### II.1.13. Famille des Fringillidés

La famille des Fringillidés, communément appelée famille des pinsons, regroupe un ensemble diversifié de passereaux de petite à moyenne taille. Les Fringillidés présentent une grande capacité d'adaptation à divers habitats, y compris les zones semi-désertiques et désertiques. Leur répartition mondiale inclut l'Europe, l'Asie et l'Afrique du Nord, où ils occupent principalement des environnements ouverts, des forêts et des prairies (Chedad *et al.*, 2020).

En Afrique du Nord, notamment dans le nord du Sahara algérien, plusieurs espèces ont été observées, telles que le Chardonneret élégant et le Verdier d'Europe, qui présentent différents statuts phénologiques, allant de l'hivernage à la reproduction en résidence. En Algérie, 11 espèces de cette famille ont été recensées, avec une présence notable dans le nord du Sahara, particulièrement dans la région de Ghardaïa (Chedad *et al.*, 2020).

Lors de notre étude, la présence de l'espèce Roselin githagine (*Bucanetes githagineus*) a été signalée dans cette région.

#### II.1.13.1. Roselin githagine | Trumpeter Finch

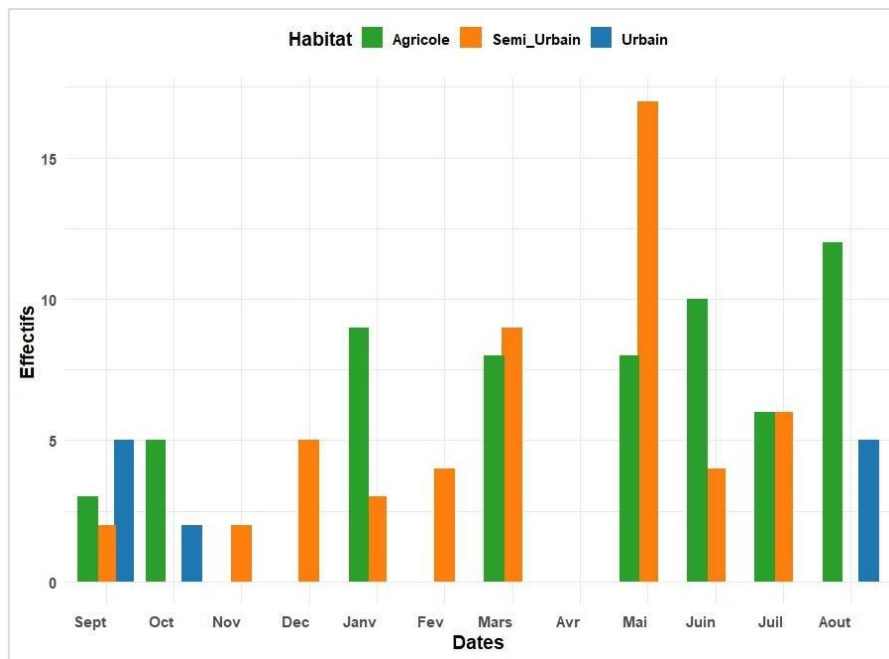
La roselin githagine désigne la sous-espèce *Bucanetes githagineus zedlitzi*, qui habite les milieux arides et semi-arides d'Afrique du Nord (Bounab *et al.*, 2024).

La Roselin githagine présente une forte saisonnalité et un gradient d'occupation des habitats à la région de Ghardaïa. Les effectifs culminent au printemps en milieu semi-urbain, avec un pic d'environ 17 individus en mai, tandis que le milieu agricole est occupé de manière modérée à élever tout au long de la période, avec un maximum de 11 individus en août. Les habitats urbains sont très peu fréquentés, ne réunissant que 5 individus. Ces données suggèrent une préférence marquée pour les milieux semi-urbains et agricoles tandis que les milieux urbains denses restent peu attractifs pour l'espèce (Fig.30).

L'abondance observée en milieu semi-urbain, avec un pic en mai, indique que ces habitats offrent des conditions favorables à la reproduction, grâce à une diversité de ressources alimentaires et des sites de nidification adaptés. Les milieux agricoles, quant à eux, sont également utilisés régulièrement, avec un nombre modéré d'individus, indiquant qu'ils offrent des conditions favorables à la reproduction et une disponibilité suffisante en graines et en insectes, essentiels à l'alimentation de l'espèce.

En revanche, les milieux urbains, souvent caractérisés par une forte densité de constructions et une faible végétation, sont largement évités par l'espèce, ce qui reflète l'inadéquation de ces habitats aux besoins écologiques de la Roselin githagine.

Les résultats obtenus confirment les observations de Bounab *et al.* (2024), qui soulignent la capacité de l'espèce à coloniser de manière ponctuelle les milieux urbains, mais indiquent également que ces milieux ne sont pas propices à une installation permanente. Cette plasticité écologique est également en accord avec les travaux de Cheddad *et al.* (2023), qui montrent que les milieux semi-urbains et agricoles restent les plus favorables à l'espèce, notamment en raison de la diversité de structures végétales et de la disponibilité de ressources alimentaires.



**Figure. 30 :** Évolution de la moyenne des effectifs de la Roselin githagine dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.

#### II.1.14. Famille des Hirundinidés

La famille des Hirundinidae, connue sous le nom d'hirondelles, représentent des modèles essentiels en écologie comportementale en raison de la diversité de leurs caractéristiques et adaptations. Leur distribution est cosmopolite, ce qui signifie qu'elles occupent divers habitats à travers le monde (Schield *et al.*, 2024).

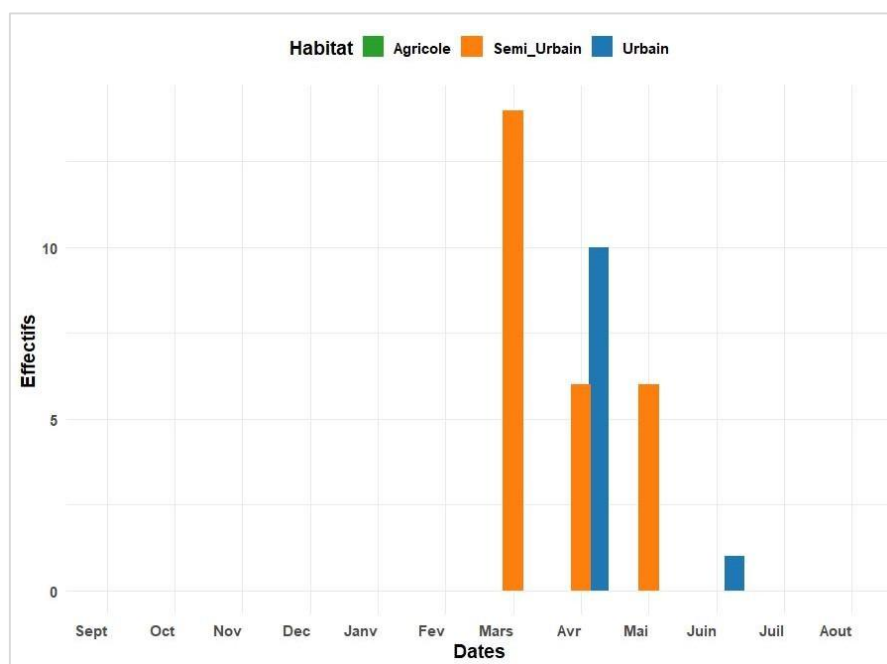
En Algérie, deux espèces de la famille des Hirundinidae sont particulièrement bien représentées : l'Hirondelle rustique (*Hirundo rustica*) et l'Hirondelle des fenestres (*Delichon urbicum*).

##### II.1.14.1. Hirondelle rustique | Barn Swallow

En raison de sa position centrale en Algérie, la région de Ghardaïa joue un rôle clé en tant que point de passage stratégique pour les espèces d'oiseaux transsahariens lors de leur migration printanière. Parmi ces espèces, l'Hirondelle rustique (*Hirundo rustica*), une espèce de passage dont la présence dans notre zone d'étude n'a été enregistrée qu'à partir du mois de mars. L'espèce a été recensée principalement dans les milieux semi-urbains de la ville, où un effectif maximal de 14 individus a été observé sur une période de trois mois consécutifs, de mars à mai. Dans le milieu urbain, sa présence a été la plus notable en avril, avec un effectif de 10 individus (Fig. 31).

Ce pic de présence, bien que limité à la fin de la période migratoire, souligne l'importance de Ghardaïa comme halte migratoire clé pour les Hirondelles rustiques, offrant des zones de repos et de nourrissage nécessaires pendant leur migration.

Cette présence ponctuelle et concentrée dans les milieux semi-urbains reflète l'adaptation de l'Hirondelle rustique à des milieux modifiés, où des ressources alimentaires telles que des insectes aériens sont abondantes, notamment en raison des activités humaines et des structures végétales (arbres, bâtiments, etc.). La concentration de l'espèce dans ces habitats pendant les mois de migration printanière montre l'importance de ces habitats intermédiaires entre les espaces naturels et urbains, offrant une sécurité relative et une accessibilité accrue aux ressources nécessaires à l'espèce pour reprendre son voyage. Ces observations confirment que Ghardaïa constitue une escale essentielle pour les espèces migratrices, comme l'Hirondelle rustique, qui utilisent ces milieux comme étapes cruciales dans leur parcours migratoire transsaharien.



**Figure. 31 :** Évolution de la moyenne des effectifs de l'Hirondelle rustique dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

#### II.1.14.2. Hirondelle de fenêtre | Western House Martin

Hirondelle de fenêtre (*Delichon urbicum*), il niche abondamment dans les agglomérations du Tell, avec une extension vers le sud jusqu'à Ain Sefra, Biskra, Laghouat et Ghardaïa. L'urbanisation a vraisemblablement favorisé son expansion dans ces régions urbaines (Isenmann et Moali, 2000 ; Hamloui, 2017). En Kabylie, cette espèce est particulièrement répandue, revenant chaque printemps pour la saison de reproduction. Son régime alimentaire

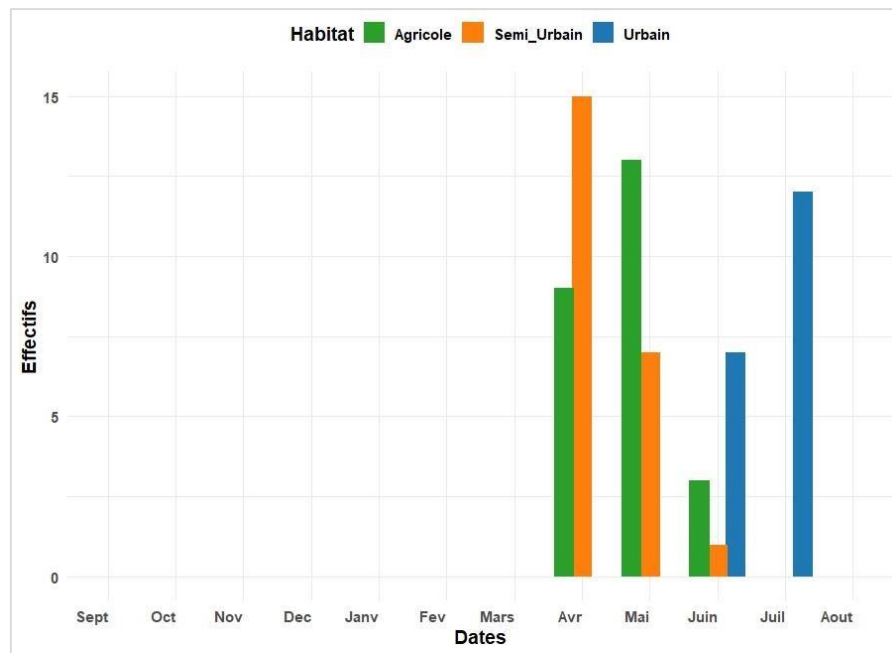
est principalement constitué sur les insectes, en particulier les fourmis (Boukhemza *et al.*, 2013).

La figure 32 met en évidence une phénologie printanière prononcée de l'Hirondelle des fenêtres à la région de Ghardaïa : l'espèce est absente de septembre à mars, s'installe rapidement en avril avec un pic en milieu semi urbain environ 15 individus. En mai, les effectifs culminent en milieu agricole environ 13 individus, puis en juin, le pic se déplace vers le milieu urbain avec une présence de 12 individus.

Les résultats obtenus à Ghardaïa confirment le caractère migrateur printanier de l'Hirondelle des fenêtres et son utilisation séquentielle des différents types d'habitats. L'espèce est absente de la région pendant l'automne et l'hiver, et n'apparaît qu'au printemps, soulignant son statut de migratrice transsaharienne. L'occupation initiale des milieux semi urbains en avril, où l'espèce atteint son effectif maximal, indique que ces habitats offrent des conditions favorables pour le repos et la reproduction, notamment des structures bâties adaptées à la nidification et une disponibilité suffisante en ressources alimentaires.

Le déplacement progressif vers les milieux agricoles en mai et vers les milieux urbains en juin illustre la capacité de l'espèce à exploiter les habitats en fonction de la disponibilité spatiale et temporelle des ressources alimentaires.

Ces observations confirment que l'Hirondelle des fenêtres adopte une stratégie migratoire flexible et adaptative, utilisant successivement les milieux urbains, semi-urbains et agricoles en fonction de la disponibilité des ressources et des besoins reproductifs. Cette plasticité écologique permet à l'espèce de maximiser ses chances de succès reproductif tout en minimisant les contraintes liées à la variabilité environnementale dans une région semi-aride comme Ghardaïa.



**Figure. 32 :** Évolution de la moyenne des effectifs de l’Hirondelle des fenêtres dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

### II.1.15. Famille des Laniidés

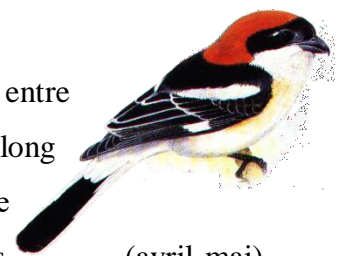
Les Laniidae, ou pies-grièches, sont des passereaux reconnus pour leur comportement de prédateur spécialisé. Ils occupent généralement des habitats ouverts et expriment une grande diversité de vocalisations (McCullough *et al.*, 2023).

Cette famille présente une répartition géographique étendue et variée dans diverses régions, avec une origine probable dans la région australasienne. Les archives fossiles indiquent une présence abondante de cette famille en Europe durant le Pléistocène, en particulier dans les régions méridionales (Boev, 2020).

Dans la région de Ghardaïa, Algérie, nous avons recensé trois espèces représentatives de la famille Laniidae : le Pie-grièche méridionale (*Lanius meridionalis*), le Pie-grièche grise (*Lanius excubitor*) et le Pie-grièche rousse (*Lanius senator*).

#### II.1.15.1. Pie-grièche rousse | Woodchat Shrike

L’étude de la Pie-grièche à tête rousse dans la région de Ghardaïa entre 2022 et 2024 montre que l’espèce est absente en milieu agricole tout au long de l’année. En milieu semi-urbain, elle présente un pic d’abondance en décembre (4 individus) ainsi qu’un autre, plus modeste, au printemps (avril-mai). En milieu urbain, les effectifs augmentent avec un maximum en juin (2 individus) (Fig.33).

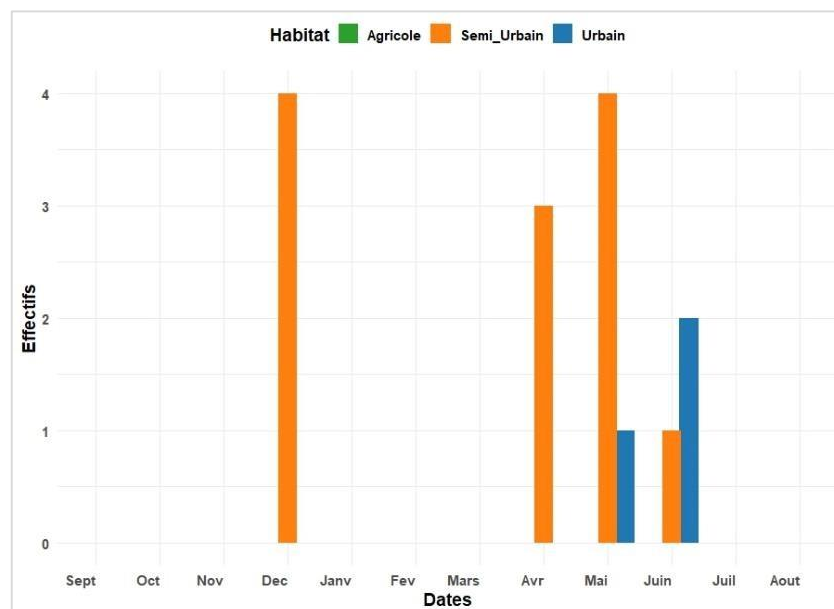


Ces observations révèlent une nette préférence de *Lanius senator* pour les milieux semi-

urbains, en particulier durant la période printanière. Cette répartition met en évidence la sélection d'habitats offrant une abondance de ressources alimentaires et des sites de nidification adaptés. Ces milieux constituent des conditions favorables pour l'espèce. Leur diversité végétale facilite la recherche de proies telles que les insectes et les petits vertébrés, tout en fournissant des perchoirs et des supports de nidification adéquats.

À l'inverse, les milieux urbains denses sont faiblement fréquentés par l'espèce, en raison de la rareté du couvert végétal et de l'absence de sites propices à la nidification. Malgré la présence ponctuelle de ressources alimentaires issues de l'activité humaine, ces milieux ne répondent pas aux exigences écologiques de *L. senator*, notamment en matière de chasse et de reproduction.

Ces résultats s'accordent avec ceux de Chedad *et al.* (2021), qui signalent que la Pie-grièche à tête rousse n'est observée dans la vallée du M'Zab qu'en tant que visiteur de passage, privilégiant les milieux agricoles plutôt que les zones urbanisées. La faible contribution des milieux urbains à la diversité avifaunistique régionale confirme la rareté de cette espèce dans les zones densément construites. L'ensemble des observations menées à Ghardaïa met ainsi en évidence la forte affinité écologique de *L. senator* pour les milieux semi-urbains, où la richesse trophique et la disponibilité de sites de nidification assurent des conditions optimales pour sa reproduction.



**Figure. 33** : Évolution de la moyenne des effectifs de la Pie grièche a tête rousse dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

### II.1.15.2. Pie-grièche grise | Great Grey Shrike

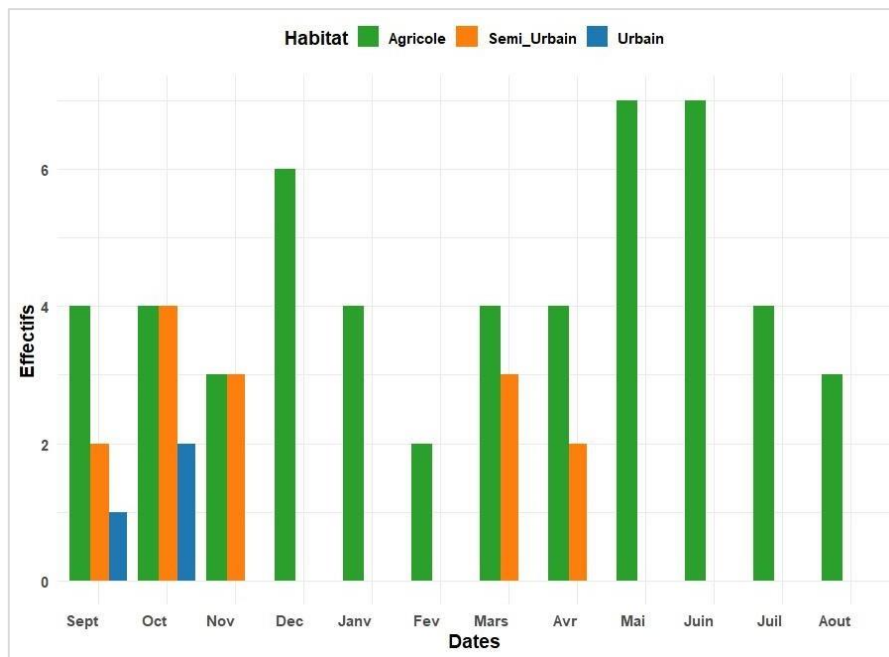
La Pie-grièche à tête grise est une espèce nicheuse dans la vallée du M'Zab (Cheddad *et al.*, 2021). Très peu de travaux ont été réalisés, notamment sur le régime alimentaire de *Lanius excubitor*. À titre d'exemple, on peut citer les études menées par Ababsa (2005) à Ouargla, ainsi que par Bendjoudi *et al.* (2006) et Taibi (2007) dans la plaine de la Mitidja.

Cette espèce est présente dans notre région essentiellement dans les milieux agricoles, avec un effectif maximal de 7 individus répartis dans les différents points d'observation. Leur présence dans la ville de Ghardaïa est permanente. Durant notre période d'étude, cette espèce est rarement observée dans les milieux urbains (Fig. 34).

Cette préférence pour les milieux agricoles témoigne de l'importance de ces habitats pour l'espèce, en raison de l'abondance de ressources alimentaires, telles que les insectes, les petits vertébrés et d'autres proies, ainsi que de la présence de sites de nidification adaptés. Les milieux agricoles répondent donc pleinement aux besoins écologiques spécifiques de la Pie-grièche grise, en lui offrant à la fois des perchoirs pour la chasse et des ressources trophiques indispensables à sa reproduction et à sa survie.

En revanche, l'espèce est rarement observée dans les milieux urbains de Ghardaïa, ce qui souligne l'inadaptation de ces milieux aux besoins de l'espèce. Ils sont souvent caractérisés par une forte artificialisation, une faible couverture végétale et des perturbations humaines fréquentes, ce qui réduit leur attractivité pour des espèces comme la Pie-grièche grise, qui privilégient les habitats plus ouverts et moins perturbés.

Les observations de Cheddad *et al.* (2021) sur la ceinture de végétation de la région de Noumerat, ainsi que celles de Bekakra *et al.* (2024) portant sur les écosystèmes agricoles d'El-Guerara, confirment la présence régulière de la Pie-grièche grise dans la région de Ghardaïa. Ces résultats concordent avec les travaux antérieurs, qui soulignent le rôle essentiel des milieux agricoles dans la satisfaction des besoins écologiques de l'espèce, notamment en matière de disponibilité en ressources alimentaires et de conditions propices à la nidification.



**Figure. 34 :** Évolution de la moyenne des effectifs de la Pie grièche grise dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

### III.1.13.2. Pie-grièche méridionale | Iberian Grey Shrike

La Pie-grièche méridionale nord-africaine (*Lanius meridionalis algeriensis* Lesson, 1839) était longtemps considérée comme une forme de la Pie-grièche grise (*Lanius excubitor* Linné, 1758). Elle en a toutefois été séparée à la suite de différences mises en évidence au niveau de leurs cartes génétiques (Lefranc, 1993).

Taibi *et al.* (2009), dans leur étude sur le régime alimentaire des deux sous-espèces de la Pie-grièche méridionale, ont signalé la présence de cette espèce dans la plaine de la Mitidja ainsi qu'à Ouargla.

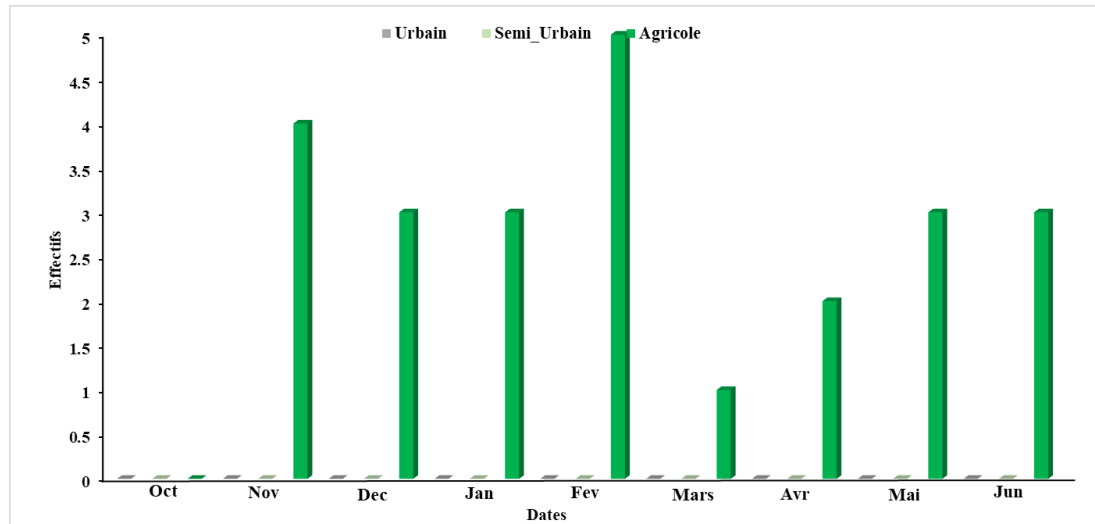
Les résultats obtenus au cours de cette étude montrent que la Pie-grièche méridionale (*Lanius meridionalis*) est présente dans la région de Ghardaïa, mais sa fréquence d'observation reste faible. En effet, un effectif maximal de cinq individus a été observé en février, dans le milieu agricole de la région (Fig. 35).

Les milieux agricoles, riches en ressources alimentaires comme les insectes et les petits vertébrés, offrir à la Pie-grièche méridionale des conditions adéquates pour la recherche de nourriture telle que des insectes et petits vertébrés, tout en fournissant des sites de perchoirs propices à la chasse.

Cependant, la faible présence dans les milieux urbains ou semi-urbains montre que l'espèce évite les zones plus perturbées et artificialisées, où les ressources alimentaires sont

moins abondantes et les sites de nidification moins appropriés.

Les résultats de notre étude sont en accord avec ceux de Bekakra *et al.* (2024), qui ont également signalé la présence de cette espèce dans la région de Ghardaïa.



**Figure. 35 :** Évolution de la moyenne des effectifs de la Pie grièche méridionale dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

### II.1.16. Famille des Motacillidés

La famille des Motacillidés regroupe de petits oiseaux élancés, appelés bergeronnettes, qui vivent au sol et se distinguent par leur longue queue ainsi que leur comportement caractéristique de balancement de la queue. (Yousuf *et al.*, 2015).

Cette famille est largement répandue à l'échelle mondiale, avec des espèces présentes en Europe telles que la bergeronnette jaune (*Motacilla flava*) et la bergeronnette citrine (*Motacilla citreola*), qui y sont communes. En Afrique du Nord, plusieurs pipits et bergeronnettes occupent les zones semi-arides, agricoles ainsi que les oasis du Sahara septentrional (Isenmann et Moali, 2000 ; Artemieva *et al.*, 2013 ; Murav'ev *et al.*, 2014). Ces oiseaux sont également présents en Asie du Sud et en Amérique, démontrant ainsi leur grande capacité d'adaptation aux environnements ouverts et prairiaux (Yousuf *et al.*, 2015 ; Norambuena *et al.*, 2018).

Lors de notre étude à Ghardaïa, la bergeronnette grise (*Motacilla alba*) et le pipit farlouse (*Anthus pratensis*) ont été observés dans les milieux semi urbains et agricoles.

#### II.1.16.1. Bergeronnette grise | White Wagtail

C'est une espèce qui adapte sa recherche de nourriture selon la disponibilité des proies,

en changeant de site et en choisissant le type et la taille des proies. Elle privilégie particulièrement les lits des cours d'eau quand les proies sont abondantes, et chasse des invertébrés dérivés en cas de pénurie (Bures, 1995).

Selon Ledant *et al.* (1981), la Bergeronnette grise hiverne sur l'ensemble du territoire, y compris dans le Sahara.

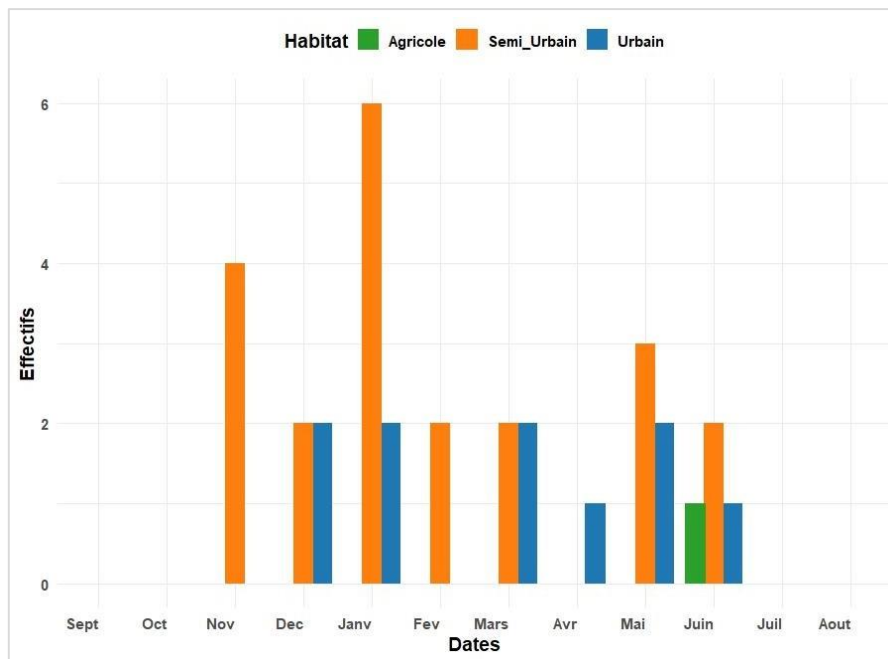
La Bergeronnette grise est principalement présente à la région de Ghardaïa en milieu semi-urbain en hiver, avec un pic en janvier d'environ 6 individus. Le milieu urbain accueille l'espèce de façon modeste de décembre à juin, tandis que le milieu agricole est presque toujours absent, à l'exception d'une légère apparition en juin. Cette répartition traduit une préférence hivernale nette pour les milieux urbains, semi urbains et une faible utilisation des milieux agricoles (Fig.36).

La Bergeronnette grise (*Motacilla alba*) privilégie particulièrement les milieux semi-urbains, notamment autour des points d'eau, où les ressources trophiques et les zones de repos sont abondantes. Ces habitats offrent des conditions favorables à son alimentation insectivore et à sa régulation thermique pendant la saison froide.

L'espèce occupe également les milieux urbains, mais avec des effectifs plus faibles, traduisant une moindre adéquation de ces milieux à ses besoins écologiques, notamment en termes de ressources alimentaires et de conditions de nidification.

En revanche, les milieux agricoles offrent des conditions écologiques moins favorables, ne répondant pas aux exigences spécifiques de l'espèce, en raison des pratiques agricoles intensives comme l'usage de pesticides qui réduit la biodiversité insectivore.

Ces résultats concordent avec ceux de Chedad *et al.* (2023), qui ont mis en évidence la forte représentation de la Bergeronnette grise dans les milieux semi-urbains du M'Zab.



**Figure. 36** : Évolution de la moyenne des effectifs de la Bergeronnette grise dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.

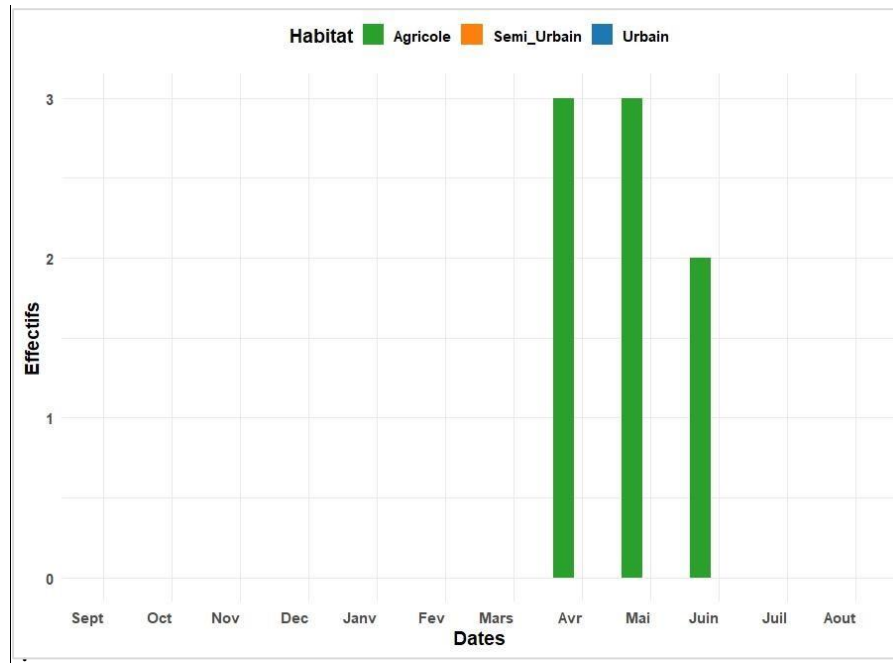
#### II.1.16.2. Pipit farlouse | Meadow Pipit

Le Pipit farlouse (*Anthus pratensis*) est un passereau des milieux herbacés des hautes terres, nichant au sol et principalement insectivore. Le pâturage mixte extensif caractérisées par une faible intensité d'exploitation, favorisent l'abondance de l'espèce durant la période de reproduction en maintenant une structure végétale complexe et une disponibilité en proies optimale, conditions essentielles au succès reproducteur (Evans *et al.*, 2006).

Le Pipit farlouse à la region de Ghardaia est absent des milieux urbains et semi-urbains tout au long de la période d'étude. En revanche, les observations se concentrent dans les milieux agricoles, avec une apparition notable au printemps : les effectifs culminent en avril et mai environ 3 individus, suivis d'un léger recul en mois de juin (Fig.37).

Ces résultats montrent que le Pipit farlouse (*Anthus pratensis*) présente une affinité marquée pour les milieux agricoles, où il trouve des conditions écologiques favorables à la recherche alimentaire et à la reproduction. Observée uniquement au début du printemps, l'espèce présente le statut de visiteur printanier temporaire dans la région. Les effectifs enregistrés durant cette période coïncident avec une forte disponibilité en invertébrés, ressource essentielle à la reproduction. En revanche, sa rareté dans les zones urbanisées traduit une sensibilité marquée aux perturbations humaines, au manque d'espaces ouverts et à la faible disponibilité en ressources trophiques.

Cette répartition confirme sa préférence pour les habitats ouverts et peu anthropisés, caractéristiques des milieux agricoles. Les observations réalisées s'accordent avec celles de Chedad *et al.* (2023), qui ont également signalé la présence occasionnelle du Pipit farlouse dans la vallée du M'Zab, confirmant son attachement aux milieux ouverts et sa rareté en milieux urbains.



**Figure. 37** : Évolution de la moyenne des effectifs du Pipit farlouse dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

### II.1.17. Famille des Muscicapidés

La famille des Muscicapidae, communément appelée moucherolles, constitue un groupe diversifié d'oiseaux présents principalement en Europe, en Asie et en Afrique. Cette famille se distingue par sa grande diversité morphologique et regroupe plus de 300 espèces réparties en plusieurs genres, ayant fait l'objet de nombreuses révisions taxonomiques au fil du temps (Fischer, 2021).

Les Muscicapidae occupent des habitats très variés, allant des régions arides aux forêts tropicales, avec une richesse en espèces particulièrement élevée dans les zones tropicales et tempérées (Voelker *et al.*, 2016).

Lors de notre étude à Ghardaïa, nous avons recensé plusieurs espèces de la famille Muscicapidae, notamment le Traquet rieur (*Oenanthe leucura*), le Rougequeue de Moussier (*Phoenicurus moussieri*), le Gobemouche gris (*Muscicapa striata*), Agrobate roux (*Cercotrichas galactotes*), Traquet à tête blanche (*Oenanthe leucopyga*), le Gobemouche noir (*Ficedula hypoleuca*), le Tarier pâtre (*Saxicola rubicola*) et le Rougequeue à front blanc

(*Phoenicurus phoenicurus*).

### II.1.17.1. Traquet rieur | Black Wheatear

Le Traquet rieur (*Oenanthe leucura*) est un oiseau remarquable par son écologie et sa morphologie. Son alimentation est principalement composée d'insectes, comme les fourmis, les sauterelles, les grillons et les coléoptères, et elle varie selon les saisons en fonction de la disponibilité des proies (Hodar, 1995).

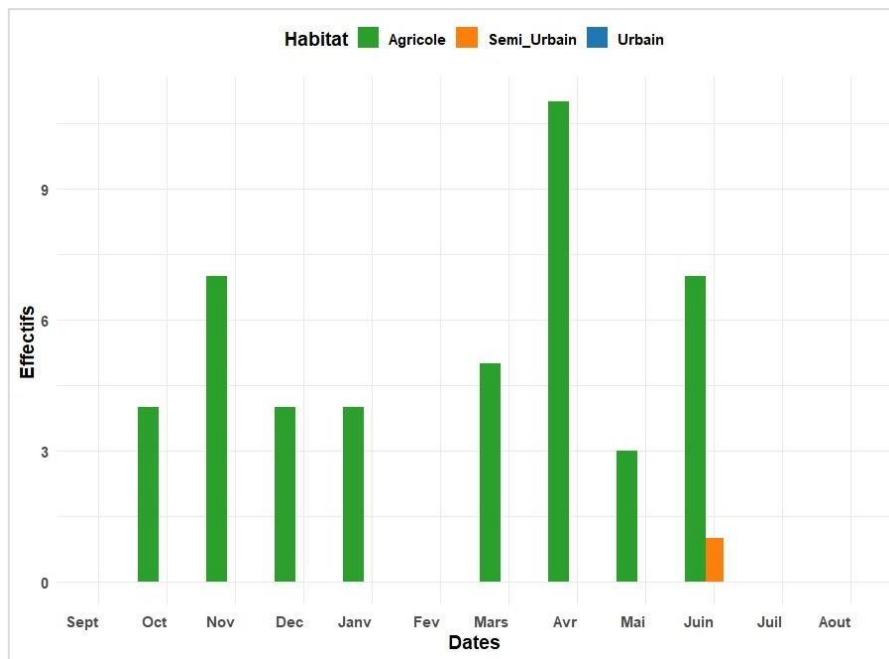


D'après Ledant *et al.* (1981), la limite méridionale de la répartition du Traquet rieur en Algérie correspond à la limite sud de l'Atlas Saharien (Hamloui, 2017).

Au cours de notre étude pendant deux années dans la région de Ghardaïa, le Traquet rieur fréquente surtout les milieux agricoles, avec un pic en avril atteignant un maximum de 11 individus, tandis qu'il est absent des milieux urbains et très peu présent dans les milieux semi-urbains. Ces résultats indiquent une nette préférence pour les milieux agricoles et peu anthropisés (Fig.38).

Cette concentration durant la période printanière traduit une forte dépendance de l'espèce aux ressources trophiques abondantes à cette saison, notamment les insectes et autres petits invertébrés. La faible fréquence d'observation dans les milieux semi-urbains et l'absence presque totale dans les zones urbaines soulignent l'attachement du Traquet rieur aux habitats ouverts et faiblement anthropisés. Il trouve dans les milieux agricoles caractérisés par une structure paysagère diversifiée et une faible perturbation humaine des conditions favorables à la chasse, à la reproduction et au repos, répondant ainsi pleinement à ses exigences écologiques.

Ces observations viennent corroborer celles de Chedad *et al.* (2021), qui avaient déjà signalé le Traquet rieur comme espèce nicheuse sédentaire à Ghardaïa, en confirmant son affinité pour les milieux agricoles peu anthropisés.



**Figure. 38 :** Évolution de la moyenne des effectifs du Traquet rieur dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

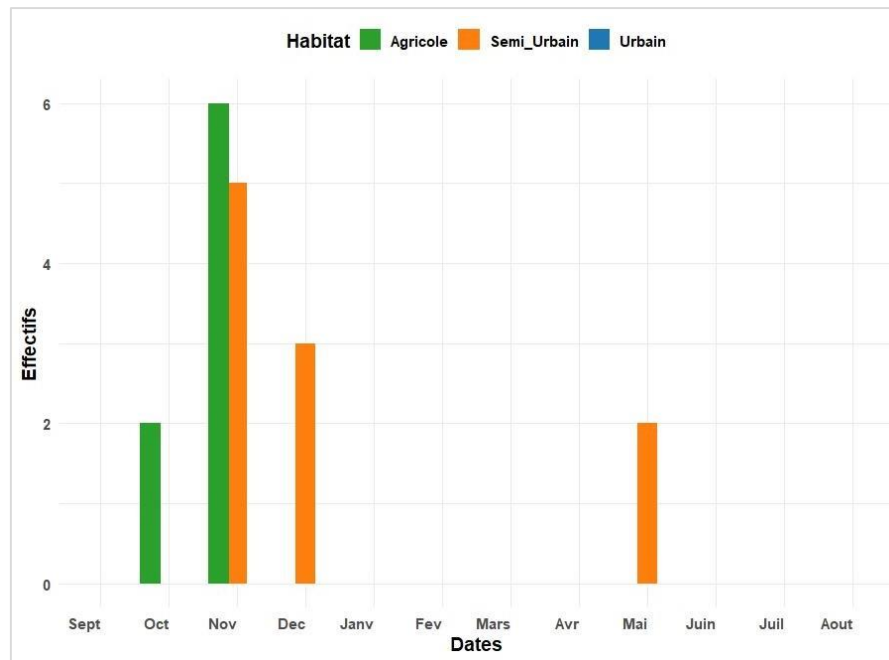
#### II.1.17.2. Rougequeue de Moussier | Moussier's Redstart

Le Rougequeue de Moussier (*Phoenicurus moussieri*) est un oiseau de taille moyenne, appartenant à la famille des Muscicapidae. Il est endémique des montagnes du Maroc et de certaines régions de l'Algérie. Cet oiseau fréquente principalement les zones rocheuses et les falaises, où il chasse des insectes, qu'il capture tant au sol qu'en vol (Cramp, 1988 ; Mougin *et al.*, 2003).

Au cours de notre étude dans la région de Ghardaïa, le Rougequeue de Moussier a présenté une répartition saisonnière selon le type d'habitat. Il est absent du milieu urbain, présent dans les milieux agricoles avec un pic de 6 individus en novembre, et plus régulièrement observé dans les milieux semi-urbains (5 individus en novembre, 3 en décembre, 2 en mai) (Fig.39).

Ces résultats montrent que le Rougequeue de Moussier est principalement observé dans les milieux agricoles et semi-urbains, où les conditions écologiques favorisent l'alimentation et la reproduction de l'espèce. La concentration des effectifs en novembre, période correspondant à la migration automnale, indique que l'espèce utilise la région de Ghardaïa comme un point de passage ou une halte migratoire, plutôt que comme un site de reproduction stable. L'absence d'observations dans les milieux urbains renforce l'idée que cette espèce évite les environnements fortement anthropisés, en raison de la perturbation humaine et de la faible disponibilité de ressources trophiques. Les observations réalisées s'accordent avec celles

de Chedad *et al.* (2021), qui ont également signalé la présence occasionnelle du Rougequeue de Moussier dans la vallée du M'Zab, confirmant son attachement aux milieux ouverts et sa rareté en milieux urbains.



**Figure.39 :** Évolution de la moyenne des effectifs de Rougequeue de Moussier | Moussier's Redstart dans le paysage urbain la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

### II.1.17.3. Gobemouche gris | Spotted Flycatcher

Le Gobemouche gris, se reproduit le long des côtes du nord-ouest de l'Afrique, en Europe et en Asie centrale. Toutes les populations sont migratrices et hivernent en Afrique subsaharienne (Cramp *et al.*, 1988).

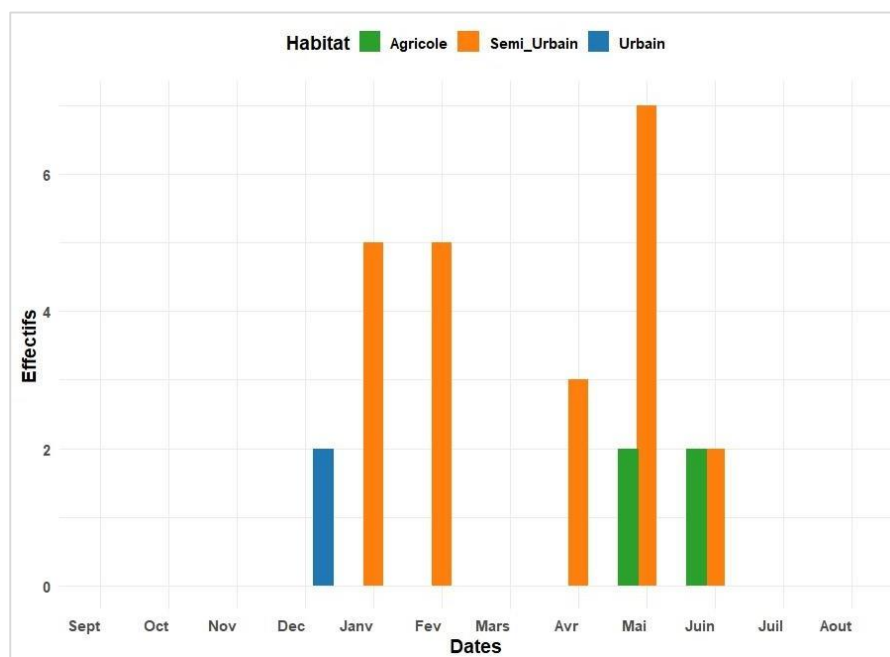
Les résultats de notre étude, menée dans différents habitats du paysage urbain de Ghardaïa, montrent que cette espèce d'oiseau a été principalement observée dans les milieux semi-urbains, avec un effectif maximal de 7 individus en mai. Dans le milieu urbain, l'espèce a été notée en décembre avec 2 individus, tandis que dans le milieu agricole, elle a été observée en mai et en juin avec 2 individus également (Fig.40).

Les données recueillies concordent avec les périodes de migration typiques du Gobemouche gris, au cours desquelles l'espèce se déplace entre ses zones de reproduction et d'hivernage. Ce schéma migratoire suggère que la région de Ghardaïa constitue principalement une zone de transit pour cette espèce, offrant des habitats ouverts notamment les milieux agricoles et semi-urbains favorables à l'alimentation et au repos durant ses déplacements saisonniers. Ces milieux sont généralement riches en insectes, principale ressource alimentaire

du Gobemouche gris, ce qui les rend particulièrement attractifs au cours des étapes migratoires.

La faible fréquence d'observation en dehors de ces périodes confirme que l'espèce n'établit pas de population résidente dans la région, mais utilise plutôt Ghardaïa comme une escale migratoire temporaire.

Nos résultats sont en accord avec ceux de Chedad *et al.* (2021), qui ont décrit le Gobemouche gris en tant que visiteur de passage dans la région de Ghardaïa et de Noumerat. Les observations de Bekaka *et al.* (2024) renforcent cette tendance, en soulignant que l'espèce fréquente principalement les milieux agricoles ouverts, où elle trouve des conditions propices à la recherche alimentaire et au repos.



**Figure. 40 :** Évolution de la moyenne des effectifs du Gobemouche gris dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024.

#### II.1.17.4. Agroubate roux | Rufous-tailed Scrub Robin

Agroubate roux (*Cercotrichas galactotes*) est un oiseau migrateur largement répandu en Europe, en Afrique et dans certaines régions d'Asie. Des études récentes ont révélé son extension jusqu'en Inde, notamment dans la région du Jammu-et-Cachemire (Sharma, 2017).

À Ghardaïa (2022–2024), l'Agroubate roux a été observé uniquement en milieu agricole, et seulement en fin de printemps-début d'été, avec environ 3 individus en mai et un pic à 9 individus en juin. L'espèce est absente en milieu urbain et semi-urbain (Fig.41).

Les résultats de cette étude montrent que l'Agroubate roux (*Cercotrichas galactotes*) est strictement associé aux milieux agricoles de la région de Ghardaïa, démontrant une forte

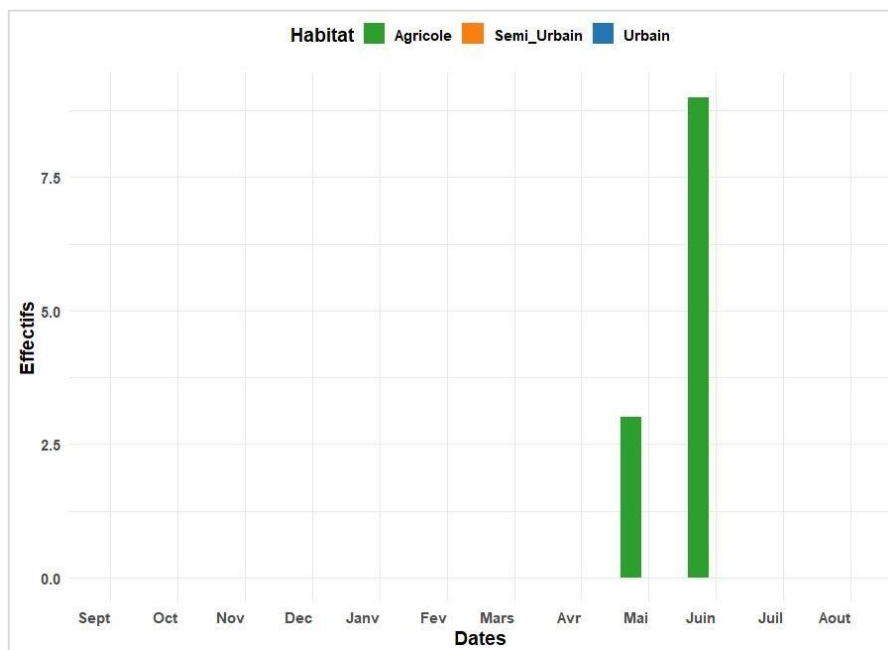
préférence pour ces habitats durant la saison printanière. Ces milieux, riches en invertébrés et offrant des sites de nidification sécurisés, assurent à la fois l'alimentation et la reproduction de l'espèce.

L'espèce a été observée uniquement en mai et début juin, période correspondant à sa phase de reproduction et au pic de disponibilité des ressources alimentaires, essentielles pour la nidification et l'alimentation des jeunes. Ces observations confirment que les milieux agricoles constituent des habitats clés pour la reproduction et la recherche alimentaire avant que l'espèce ne poursuive ses déplacements saisonniers.

La présence de l'espèce uniquement en mai et début juin correspond à sa phase de reproduction, période durant laquelle les milieux agricoles constituent des habitats clés pour la nidification et la recherche alimentaire avant ses déplacements saisonniers.

L'absence de l'espèce dans les milieux urbains et semi-urbains confirme son intolérance aux perturbations humaines. Ces habitats, caractérisés par une forte densité de population, une activité humaine intense et une couverture végétale limitée, ne répondent pas aux exigences écologiques de l'Agroubate roux.

Selon Chedad *et al.* (2023), l'Agroubate roux figure parmi les espèces recensées dans la liste systématique des oiseaux du M'Zab, confirmant sa présence dans cette région.



**Figure. 41 :** Évolution de la moyenne des effectifs de l'Agroubate roux dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

#### II.1.17.5. Traquet à tête blanche | White-crowned Wheatear

Le Traquet à tête blanche (*Enanthe leucopyga*) est une espèce adaptée aux environnements chauds et désertiques. (Cheddad *et al.*, 2018) La sous-espèce *Enanthe leucopyga leucopyga* se trouve dans le vaste Sahara africain, s'étendant du Maroc à l'Égypte et Djibouti. Une autre sous-espèce, *Enanthe leucopyga ernesti* est présente dans le nord-est de l'Égypte (Sinaï) ainsi que dans le désert d'Arabie. (Heim de Balsac et Mayaud, 1962), En Afrique du Nord, la reproduction de l'espèce se produit au sud du Chott Djerid, dans la région de Touggourt, ainsi que dans la "Chebka" du M'zab. Dans des régions plus occidentales, elle se rencontre sur les versants méridionaux du Djbel Mekter, de Moghrar, de Béni-Ounif et de Figui (Heim de Balsac et Mayaud, 1962).

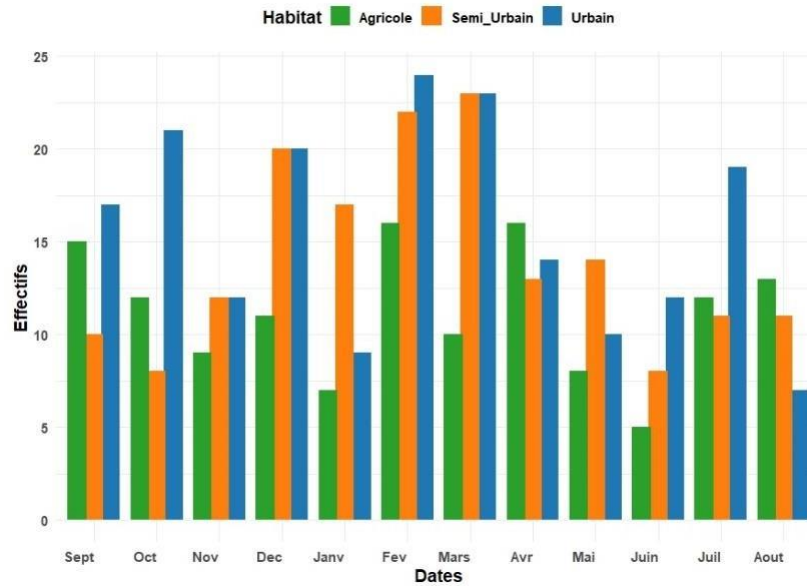
Cette espèce nicheuse, présente dans la région de Ghardaïa, a été observée de manière peu fréquente dans le milieu agricole, avec un effectif maximal de 15 individus. En revanche, les effectifs recensés dans les milieux urbains et semi-urbains sont plus importants, dépassant les 20 individus durant les mois de février et mars (Fig.42).

Cette distribution est directement liée à la disponibilité des ressources alimentaires et des sites de nidification. En milieu urbain et semi-urbain, le Traquet à tête blanche bénéficie de structures artificielles adaptées à la nidification, telles que les bâtiments et autres constructions humaines, qui offrent protection contre les prédateurs et les conditions climatiques extrêmes. Par ailleurs, ces habitats fournissent un approvisionnement régulier en nourriture, principalement constitué d'insectes et d'autres invertébrés, favorisés par la présence humaine et les aménagements urbains.

La combinaison de ces facteurs crée des conditions optimales pour la survie et la reproduction de l'espèce, en particulier durant la période hivernale lorsque les ressources sont plus limitées dans les milieux agricoles.

À l'inverse, les milieux agricoles, bien qu'utilisés pour la reproduction pendant la saison chaude, présentent une disponibilité moindre de ressources alimentaires en hiver et offrent des sites de nidification moins diversifiés.

Ces résultats sont cohérents avec ceux de Cheddad *et al.* (2023) et Bekaka *et al.* (2024), qui ont également rapporté la présence du Traquet à tête blanche dans la région de Ghardaïa.



**Figure. 42 :** Évolution de la moyenne des effectifs du Traquet à tête blanche dans le paysage urbain la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

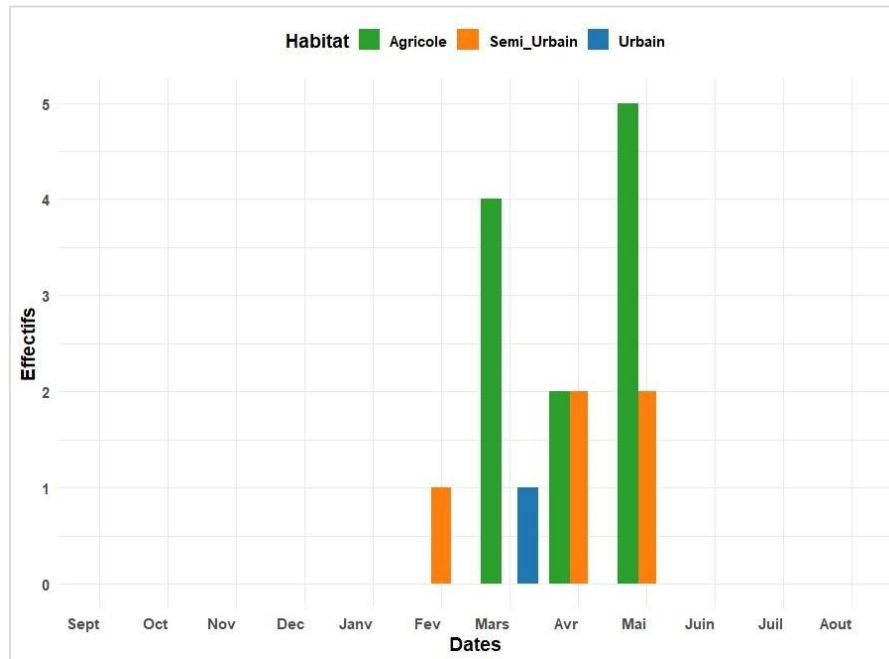
#### II.1.17.6. Gobemouche noir | European Pied Flycatcher

C est un petit passereau remarquable par ses caractéristiques démographiques et écologiques (Ravussin *et al.*, 2007).

À Ghardaïa, le Gobemouche noir est absent de septembre à janvier, puis apparaît faiblement en février. Les effectifs augmentent en mars surtout au milieu agricole avec effectif de 4 individus, s’étendent en avril aux milieux urbain et semi-urbain et atteignent un pic net en mai en milieu agricole (5 individus), avant de disparaître en juin (Fig.43).

Cela traduit un passage migratoire printanier, montrant une préférence marquée pour les milieux agricoles, tout en effectuant des haltes occasionnelles dans les milieux urbain et semi

urbain. Ces résultats correspondent au statut de visiteur de passage (PV) attribué au Gobemouche noir (*Ficedula hypoleuca*) dans le M'Zab par Chedad *et al.* (2023).



**Figure. 43 :** Évolution de la moyenne des effectifs du Gobemouche noir dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

#### II.1.17.7. Tarier pâtre | European Stonechat

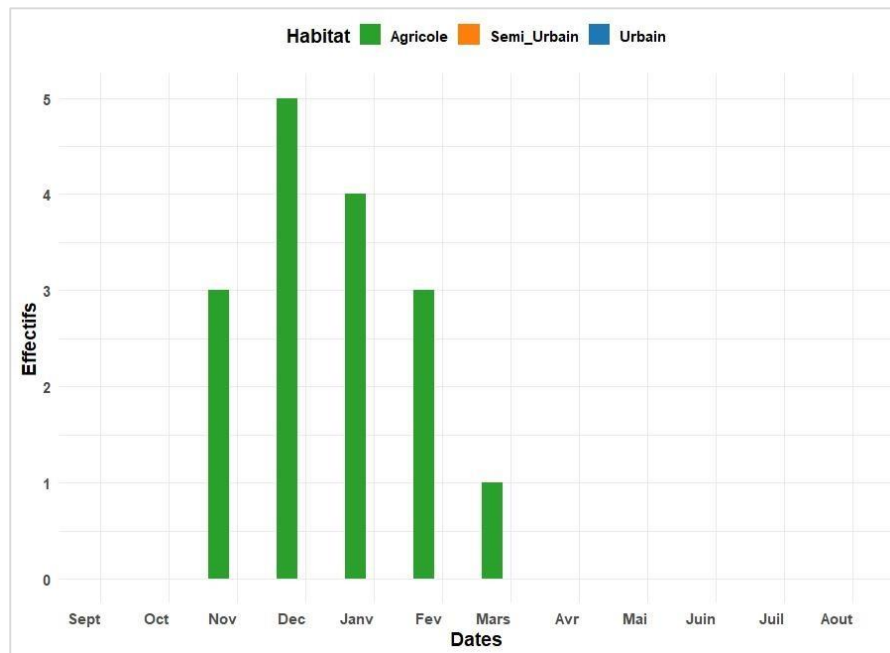
Le *Saxicola rubetra*, ou Tarier des prés, est un grand migrateur qui n'est visible en Europe que durant la belle saison. Il migre vers l'Afrique dès le mois de septembre. Selon Isenmann et Moali (2000), il est principalement présent d'octobre à fin février, puis de mars à mai voire début juin (Farhi, 2014).

Le Tarier pâtre n'a été observé que dans les milieux agricoles durant la période d'étude. Il est absent des habitats urbains et semi-urbains tout au long de l'année. Ses effectifs apparaissent principalement en hiver, avec un pic marqué en décembre (5 individus), suivis d'une baisse progressive jusqu'à disparition complète au printemps (Fig.44).

Cette répartition saisonnière indique une préférence hivernale claire pour les milieux agricoles, où l'espèce trouve des ressources alimentaires adéquates, telles que les insectes et autres petits invertébrés, essentiels pour sa survie durant la saison froide.

L'absence totale de l'espèce dans les milieux urbains et semi-urbains tout au long de l'année indique que le Tarier pâtre évite les habitats plus perturbés, privilégiant des milieux ouverts et faiblement anthropisés.

Ces résultats sont en accord avec le statut d'hivernant attribué à l'espèce dans le M'Zab par Chedad *et al.* (2023).



**Figure. 44 :** Évolution de la moyenne des effectifs du Tarier pâtre dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

#### II.1.17.8. Rougequeue à front blanc | Common redstart

Rougequeue à front blanc (*Phoenicurus phoenicurus*) est une espèce migratrice qui colonise généralement ses zones de reproduction de fin avril à début mai (Kuranov *et al.*, 2022).

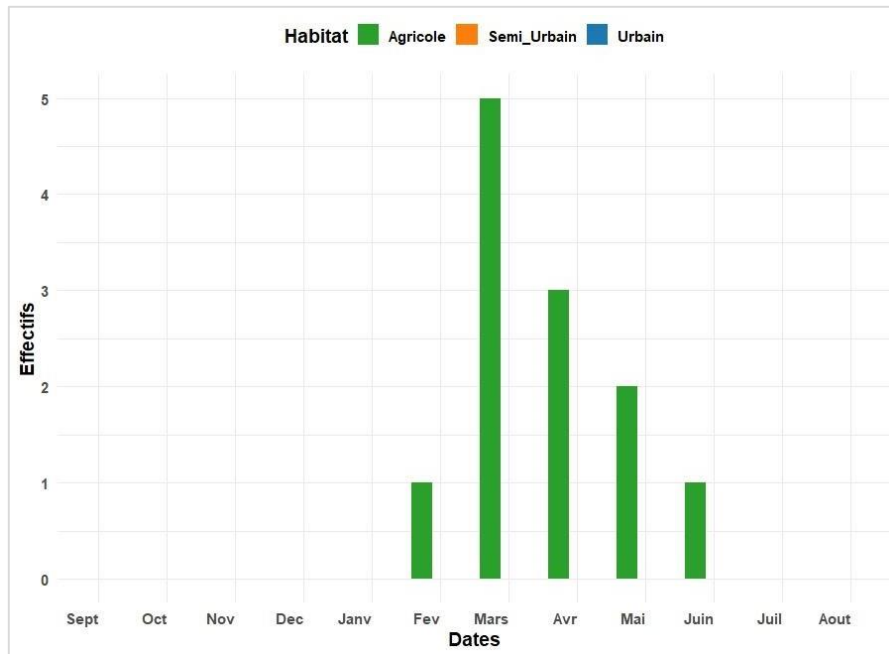
À Ghardaïa, durant notre étude, le Rougequeue à front blanc a été observé uniquement dans les milieux agricoles. Les premiers individus apparaissent en février, avec un pic en mars présence de 5 individus, les effectifs restent élevés jusqu'en mai avant de diminuer progressivement en juin. L'espèce est absente en hiver, confirmant qu'elle n'est pas hivernante dans la région, mais qu'elle est présente uniquement pendant la période migratoire (Fig. 45).

Cette répartition saisonnière montre que le Rougequeue à front blanc utilise les milieux agricoles de la région comme zones de passage temporaires durant sa migration, où il exploite les ressources alimentaires et les sites de nidification disponibles pour se reposer et se nourrir avant de poursuivre son trajet. Les individus profitent notamment des insectes et autres invertébrés abondants dans les milieux agricoles.

Le comportement observé reflète les exigences écologiques de cette espèce migratrice, qui ne s'établit pas de manière permanente dans les zones traversées, mais adapte son utilisation

de l'habitat à la disponibilité saisonnière des ressources.

Cette utilisation transitoire des habitats agricoles est en accord avec le statut de visiteur de passage attribué à l'espèce dans M'Zab par Chedad *et al.* (2023), qui ont également noté sa présence limitée aux périodes migratoires.



**Figure. 45 :** Évolution de la moyenne des effectifs de la Rougequeue à front blanc dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

### II.1.18. Famille des passeridés

La famille des passeridés, communément désignée sous le nom de moineaux, regroupe de petits oiseaux principalement granivores. Ils sont présents à l'échelle mondiale et comptent parmi les oiseaux les plus nombreux sur presque tous les habitats terrestres de la planète. Ils fréquentent en milieux urbain et rural, et affichent une variété de comportements sociaux, notamment la vie en groupe. Le moineau domestique, bien adapté aux habitats humains, fait partie des membres les plus connus (Schmidt et Edwards, 2022).

Au cours de notre étude à Ghardaïa, nous avons identifié deux espèces appartenant à la famille Passeridae : le Moineau espagnol (*Passer hispaniolensis*) et le Moineau domestique (*Passer domesticus*).

Ces deux espèces consomment principalement des matières végétales, notamment des graines de céréales et des herbes basses, mais elles intègrent également à leur alimentation divers invertébrés (Sadaoui, 2018).

### II.1.18.1. Moineau domestique | House Sparrow

Le Moineau domestique (*Passer domesticus*), est un oiseau fortement associé aux milieux modifiés par l'homme, tels que les fermes, les zones urbaines et résidentielles. Il est absent des forêts, prairies et habitats naturels (Isenmann et Moali, 2000 ; Lowther et Cink, 1992 ; Summers-Smith, 1963). Introduit en Afrique du Nord via le Maroc, il est désormais bien implanté dans cette région (Isenmann et Moali, 2000).

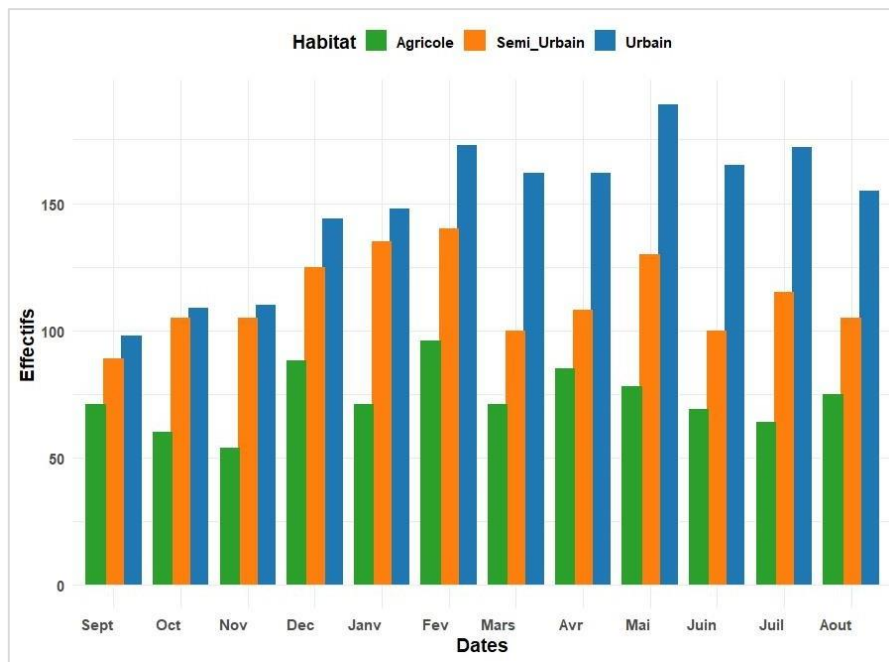


À Ghardaïa, le Moineau domestique (*Passer domesticus*) est présent tout au long de l'année, avec une nette prédominance dans les milieux urbains, des effectifs intermédiaires en milieux semi-urbains et les plus faibles dans les milieux agricoles. Les effectifs augmentent progressivement de septembre à août, atteignant des pics en milieu urbain en mai (190 individus) (Fig. 46).

Ces résultats confirment que le Moineau domestique (*Passer domesticus*) est une espèce résidente synanthrope, présentant une adaptation exceptionnelle à la présence humaine. Elle profite de la diversité des ressources disponibles dans tous les milieux tout au long de la période d'étude, avec des effectifs élevés en hiver et au début de la saison de reproduction. La présence constante de nourriture (déchets alimentaires, insectes) et de sites de nidification (bâtiments, espaces publics, jardins) dans les milieux urbains et semi-urbains lui offre des conditions favorables, assurant sa survie et sa reproduction tout au long de l'année.

En revanche, les milieux agricoles, bien qu'ils fournissent des ressources alimentaires saisonnières, ne procurent pas d'abris ni de sites de nidification permanents, ce qui explique la présence plus marginale de l'espèce dans ces habitats.

Ces observations sont concordantes avec le statut de résident nicheur attribué au Moineau domestique dans le M'Zab par Chedad *et al.* (2023), qui signalent également sa présence à Noumérat (Chedad *et al.*, 2021).



**Figure. 46 :** Évolution de la moyenne des effectifs du Moineau domestique dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

#### II.1.18.2. Moineau espagnol | Spanish Sparrow

Le Moineau espagnol (*Passer hispaniolensis*), originaire essentiellement de la péninsule ibérique, est présent dans tout le bassin méditerranéen jusqu'en Afrique du Nord. En Algérie, il niche au nord d'une ligne passant par Daïet Tiour, Laghouat, Ouargla et Ghadamès (Libye), avec des densités variables selon les régions (Sadaoui, 2018).

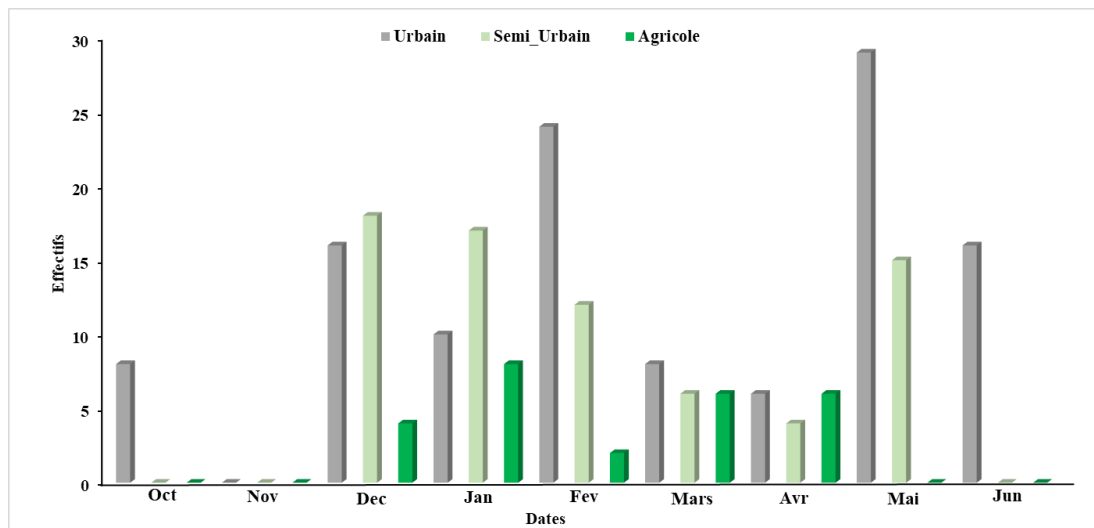
Il est fréquemment rencontré en Oranie, tandis que sa présence est plus occasionnelle en Mitidja et en Kabylie. Durant l'hiver, son aire de distribution s'étend jusqu'aux régions sahariennes (Isenmann et Moali, 2000).

Entre 2022 et 2024 à Ghardaïa, le Moineau espagnol (*Passer hispaniolensis*) est présent toute l'année, principalement dans les milieux urbain et semi-urbain, avec une faible occurrence en milieu agricole. Un pic d'abondance est observé au printemps, en mai, avec environ 29 individus en milieu urbain. Cette espèce synanthrope exploite les milieux agricoles de manière opportuniste en hiver, tout en se concentrant principalement dans les milieux urbains et semi-urbains (Fig.47).

Dans ces milieux, le Moineau espagnol (*Passer hispaniolensis*) bénéficie de l'abondance de ressources alimentaires, telles que les déchets alimentaires, les graines, les insectes, ainsi que des sites de nidification dans les structures humaines. Bien que sa présence soit plus

marquée en milieu urbain, l'espèce utilise également les milieux agricoles en hiver, où elle trouve des ressources alimentaires supplémentaires. Cette adaptation saisonnière lui permet de maximiser ses chances de survie en fonction de la disponibilité des ressources.

Ces résultats corroborent ceux de Chedad *et al.* (2023), qui ont confirmé que le Moineau espagnol est un hivernant régulier dans la région de Ghardaïa, déjà observé à Noumérat (Chedad *et al.*, 2021).



**Figure. 47 :** Évolution de la moyenne des effectifs du Moineau espagnol dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

### II.1.19. Famille des Phylloscopidés

La famille des Phylloscopidae regroupe de petits oiseaux insectivores, généralement désignés sous le nom de fauvettes des feuilles (Yang *et al.*, 2023).

Cette famille, principalement présente dans l'Ancien Monde, englobe de nombreuses espèces présentant une grande diversité d'adaptations et de niches écologiques dans leur milieu (Alström *et al.*, 2018).

Lors de notre étude, nous avons signalé trois espèces de la famille Phylloscopidae : le Pouillot siffleur (*Phylloscopus sibilatrix*), Le Pouillot véloce (*Phylloscopus collybita*), Le Pouillot fitis (*Phylloscopus trochilus*).

#### II.1.19.1. Pouillot siffleur | Wood Warbler

Le Pouillot siffleur (*Phylloscopus sibilatrix*) est un petit oiseau de la famille des Sylviidae, reconnu pour son chant distinctif de notes sifflantes. Il fréquente les forêts mixtes et les haies d'Europe de l'Ouest et de l'Asie Mineure, où il se nourrit principalement d'insectes.

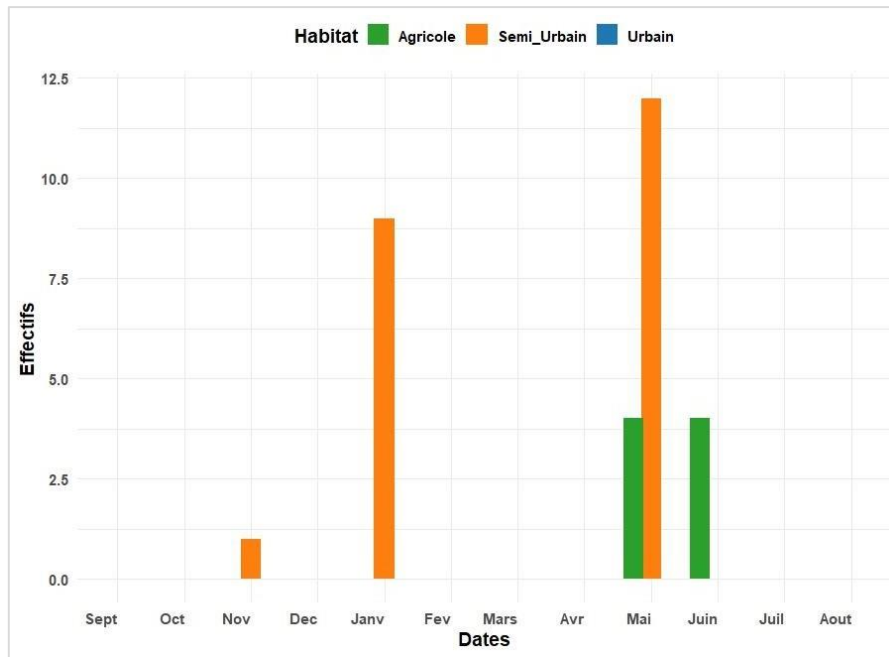
Ce migrateur se distingue par son plumage verdâtre et ses ailes striées. Il préfère les zones boisées avec un sous-bois dense pour sa reproduction et son alimentation (Cramp *et al.*, 1988).

Le graphique de l'évolution des effectifs du Pouillot siffleur dans le paysage urbain de la ville de Ghardaïa durant la période 2022–2024, montre une forte présence de cette espèce dans les milieux semi-urbains, notamment en janvier et mai, avec un pic marqué en mai. En revanche, les milieux agricoles hébergent des effectifs beaucoup plus faibles, avec une légère présence en mai et juin. Par contre, on observe une absence totale de cette espèce dans le milieu urbain (Fig.48).

Ces résultats montrent que cette espèce se concentre principalement dans les milieux semi-urbains, où la disponibilité en ressources alimentaires et sites de nidification est optimale. Ces zones intermédiaires entre urbain et agricole offrent une diversité végétale et une moindre perturbation humaine, favorables à la reproduction, comme l'indique le pic d'effectifs observé en mai.

Les milieux agricoles présentent une faible densité d'individus, en raison des pratiques agricoles intensives, de la fragmentation des habitats et de la réduction des structures végétales favorables à la nidification. L'absence totale de l'espèce en milieu urbain confirme l'inadaptation de ces environnements fortement perturbés et dénués de végétation naturelle.

Il convient de mentionner que Chedad *et al.* (2023) ont également signalé la présence du Pouillot siffleur (*Phylloscopus sibilatrix*) dans la vallée du M'Zab (Ghardaïa), où l'espèce est considérée comme une migratrice de passage régulière. Cette observation confirme la présence de l'espèce dans la région, en particulier pendant ses périodes de migration, et met en évidence son utilisation de divers habitats, notamment les milieux agricoles et semi-urbains.



**Figure. 48 :** Évolution de la moyenne des effectifs du Pouillot siffleur dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

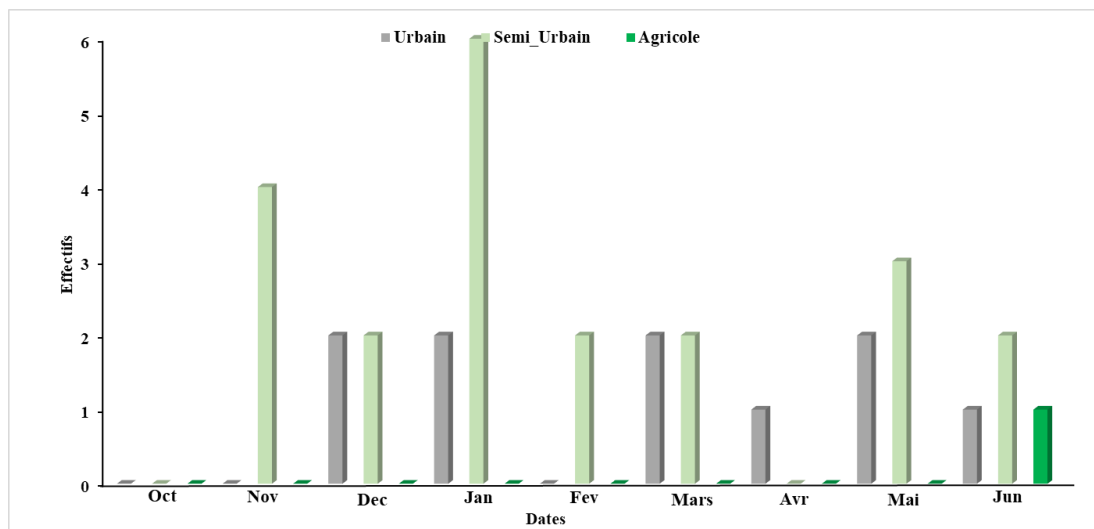
#### II.1.19.2. Pouillot véloce | Common Chiffchaff

Le Pouillot véloce (*Phylloscopus collybita*) est un petit oiseau passereau de la famille des Sylviidae. Il est largement répandu en Europe, en Asie occidentale et en Afrique du Nord. Ce migrateur insectivore, de petite taille est souvent observé dans les forêts, les haies et les jardins, où il se nourrit principalement d'insectes et d'araignées, jouant un rôle clé dans le contrôle des populations d'invertébrés (Cramp et Simmons, 1988).

Nos résultats dans la région de Ghardaïa pendant la période 2022–2024 montrent un pic marquant des effectifs du Pouillot véloce dans les milieux semi-urbains, particulièrement en janvier, où l'on observe une concentration exceptionnelle de 6 individus. Ce pic est nettement plus élevé que les effectifs observés dans les autres mois et dans les autres types de paysages. Cette forte présence indique que les milieux semi-urbains fournissent des ressources alimentaires abondantes et des microhabitats favorables pendant l'hiver, renforçant leur rôle comme habitats de choix pour l'espèce. Les milieux urbains présentent des effectifs modérés, avec des fluctuations relativement stables au fil des mois, ce qui reflète une capacité limitée de ces zones à soutenir de fortes populations, probablement en raison de l'urbanisation et des perturbations anthropiques. Enfin, les milieux agricoles affichent des effectifs relativement faibles, avec un maximum de deux individus, suggérant que la faible diversité végétale, la gestion intensive des terres et l'usage de produits chimiques réduisent la qualité de l'habitat et limitent l'abondance de l'espèce (Fig.49).

Ces observations démontrent que la structure et les caractéristiques spécifiques des habitats influencent directement la répartition et l'abondance des populations, soulignant le rôle essentiel des milieux semi-urbains dans le maintien et la persistance du Pouillot véloce au sein de la région.

Nos résultats sont en accord avec ceux de Chedad *et al.* (2023), qui ont également signalé la présence du Pouillot siffleur (*Phylloscopus sibilatrix*) dans la vallée du M'Zab, où l'espèce est considérée comme une migratrice de passage régulière. Tout comme dans leur étude, nos observations montrent que l'espèce utilise divers habitats, en particulier les milieux semi-urbains, pour ses déplacements saisonniers. Cela souligne l'importance de ces milieux dans la région pour la survie et la reproduction de cette espèce migratrice.



**Figure. 49 :** Évolution de la moyenne des effectifs du Pouillot véloce dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

### II.1.19.3. Pouillot fitis | Willow Warbler

C'est une espèce distinguée par une structure de chant particulière, qui joue un rôle fondamental dans l'identification et la communication entre individus. Sa chanson possède une syntaxe spécifique, composée de phrases clés qui permettent de reconnaître l'espèce de manière précise (Schubert, 1971).

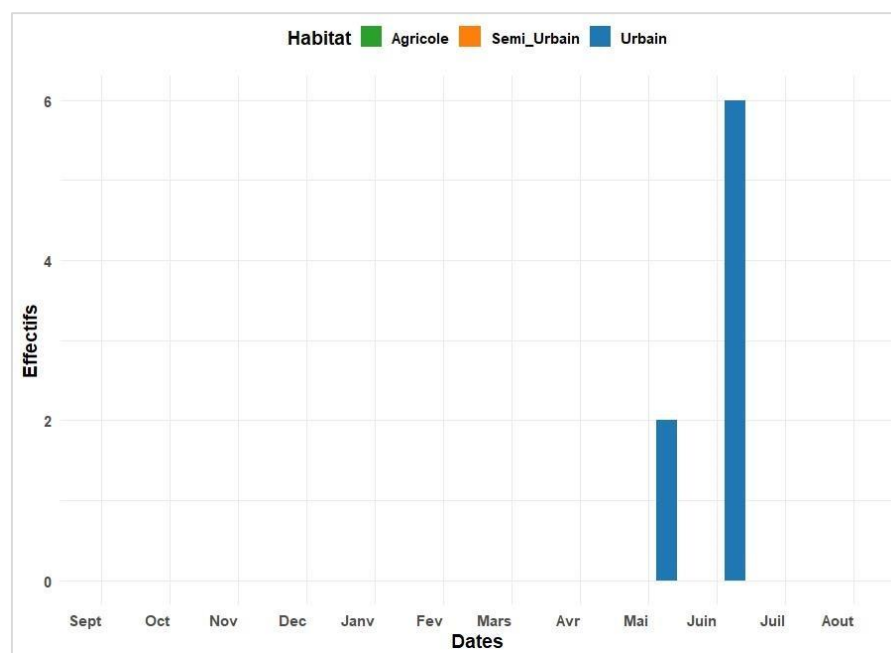
Durant notre étude à la région de Ghardaïa le Pouillot fitis (*Phylloscopus trochilus*) d'octobre à avril n'a été détecté dans aucun des habitats étudiés. L'espèce apparaît exclusivement en milieu urbain à la fin du printemps, avec une première observation en mai de 2 individus et un pic d'abondance en juin de 6 individus. Les milieux agricoles et semi-urbains restent totalement dépourvus de l'espèce durant toute la période. Ces résultats

indiquent un passage migratoire printanier ciblé sur les milieux urbains, sans hivernage local ni fréquentation significative des milieux agricoles et semi-urbains (Fig.50).

Le Pouillot fitis utilise principalement les milieux urbains comme zones de passage lors de sa migration printanière, en exploitant la disponibilité élevée d'insectes et d'autres invertébrés essentiels après son long trajet migratoire. Cette concentration, observée principalement en mai et juin, indique que ces habitats offrent des conditions favorables pour l'alimentation, le repos et la nidification, avant que les individus ne poursuivent leur déplacement vers les zones de reproduction.

L'absence d'hivernage local confirme que le Pouillot fitis est une espèce migratrice de passage.

Il convient de mentionner que Chedad *et al.* (2023) ont également signalé la présence du Pouillot fitis dans la vallée du M'Zab (Ghardaïa), où l'espèce est considérée comme une migratrice de passage régulière.



**Figure. 50 :** Évolution de la moyenne des effectifs du Pouillot fitis dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

### II.1.20. Famille des Sylviidés

La famille des Sylviidae, communément désignée sous le nom de fauvettes, regroupe un ensemble varié de petits passereaux principalement répartis en Europe, en Asie et en Afrique. Ces oiseaux sont essentiellement insectivores, se nourrissant de divers insectes et petits invertébrés. Le genre *Sylvia*, qui constitue le groupe le plus important de cette famille avec

jusqu'à 28 espèces, représente un exemple typique des fauvettes. Les membres des Sylviidae se distinguent par la richesse de leurs vocalisations et la diversité de leurs habitats, qu'ils occupent souvent dans des zones arbustives ou boisées. Ils jouent un rôle écologique majeur, à la fois comme insectivores et comme disperseurs de graines (Abdilizadeh *et al.*, 2019).

Dans notre étude à Ghardaïa, deux espèces de la famille Sylviidae ont été observées : Cratérope fauve (*Turdoides fulva*) et la Fauvette mélanocéphale (*Sylvia melanocephala*)

### II.1.20.1. Cratérope fauve | Fulvous Babbler

Le Cratérope fauve (*Argya fulva*) est une espèce endémique du Sahara. Vivant en groupes et adoptant un comportement grégaire, cette espèce peut se montrer peu farouche, tout en restant généralement discrète (Ababsa *et al.*, 2011).

Sa présence a été confirmée dans les nouvelles palmeraies des régions de Kébili et Tozeur, dans le sud de la Tunisie (Ababsa *et al.*, 2011). Dans une étude réalisée par Roche (1958) sur les oiseaux du Tassili des Ajjer, la répartition des différentes sous-espèces du Cratérope fauve a été signalée.

On trouve cette espèce principalement dans les zones appelées "Daïa", où elle trouve son habitat favori. Elle est également fréquemment observée dans les oasis du M'Zab ainsi que dans certaines vallées de la "Chebka", notamment l'oued N'ssa. Sa présence est toutefois moins courante au sud de Ghardaïa (Heim de Balsac et Mayaud, 1962).

Les résultats de l'étude montrent que le pic des effectifs de la Cratérope fauve (*Argya fulva*) varie selon les habitats : il est maximal en mai dans les milieux agricoles, atteignant environ 40 individus. En milieu semi-urbain, un pic automnal est observé en novembre (25 individus), suivi d'un rebond en mai. En milieu urbain, les effectifs restent très faibles, avec un pic ponctuel en octobre environ 15 individus (Fig.51).

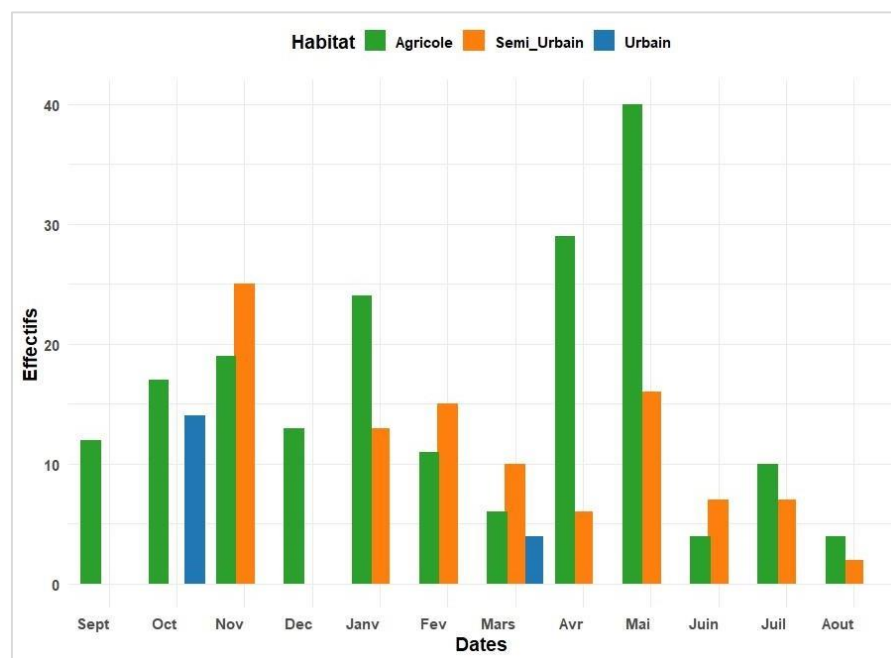
En milieu agricole, l'espèce présente des effectifs élevés pendant la saison de reproduction, profitant des ressources alimentaires abondantes, telles que les insectes et les graines, ainsi que des sites de nidification adaptés. Ces milieux jouent un rôle crucial dans la reproduction de l'espèce.

En milieu semi-urbain, un pic automnal est observé, suivi d'un rebond au printemps. Cette fluctuation indique que les milieux semi-urbains servent principalement de zones de repos ou de regroupement saisonnier, notamment en automne, avant que l'espèce ne regagne les

milieux agricoles pour la reproduction.

En milieu urbain, les effectifs restent très faibles, avec un pic ponctuel en automne, indiquant que ces habitats ne sont pas propices à la Cratérope fauve, en raison de la forte perturbation humaine et de la faible disponibilité de ressources alimentaires.

Ces observations sont cohérentes avec les travaux de Chedad *et al.* (2023), qui ont confirmé le statut de résidente nicheuse régulière de l'espèce dans la vallée du M'Zab, où elle est souvent observée en groupes. La présence de la Cratérope fauve a également été signalée à Noumérat (Chedad *et al.*, 2021) et à El-Guerrara (Bekakra *et al.*, 2024), confirmant ainsi sa répartition dans la région.



**Figure. 51 :** Évolution de la moyenne des effectifs de la Cratérope fauve dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

### II.1.20.2. Fauvette mélanocéphale | Sardinian Warbler

La Fauvette mélanocéphale (*Sylvia melanocephala*) est un petit passereau très courant dans le Sud de la France. Elle est reconnue comme l'espèce la plus typiquement méditerranéenne de l'avifaune française (Orsini, 1994).

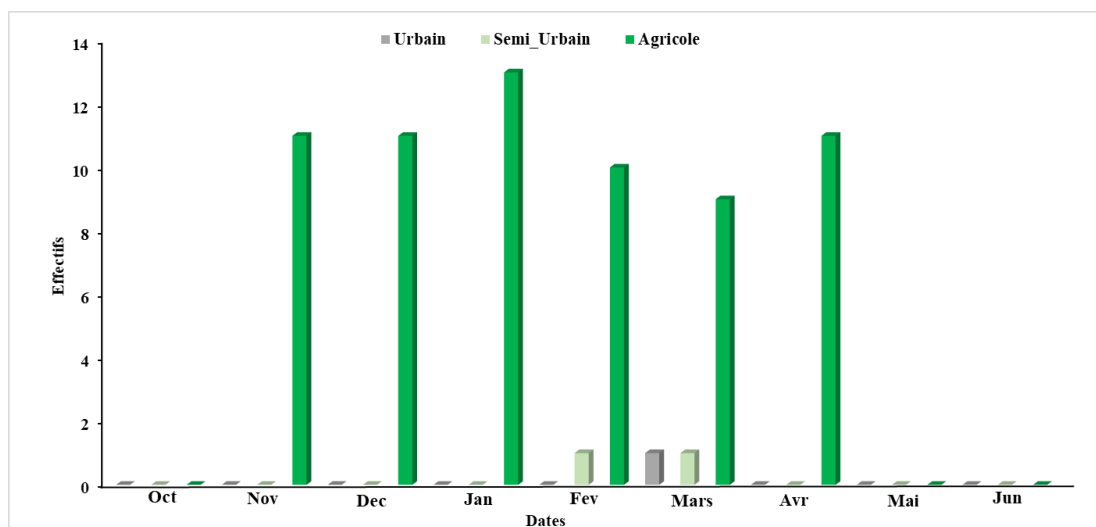
En Algérie, cette espèce niche principalement dans les garrigues et maquis du Tell, tout en restant absente des Hauts-Plateaux. Selon Benyacoub (1993), elle est souvent la plus abondante autour d'El Kala, ce qui est également le cas dans les maquis de la Kabylie (Isenmann et Moali, 2000). Elle fréquente surtout les maquis, les bois clairs à fourrés denses, ainsi que parfois les jardins situés près des zones habitées. Principalement sédentaire, elle est vive, agitée,

peu farouche et facilement observable. Son nid se trouve généralement dans les buissons, assez bas par rapport au sol (Lars, 2009).

L'évolution des effectifs de la Fauvette mélanocéphale dans la région de Ghardaïa entre 2022 et 2024 montre une forte présence en milieu agricole, particulièrement entre novembre et avril, avec des pics notables en janvier. En revanche, l'espèce demeure absente en milieux urbain et semi-urbain tout au long de l'année. Cette répartition saisonnière indique une préférence marquée pour les milieux agricoles durant la période hivernale et de début de printemps, en raison de la disponibilité optimale de ressources alimentaires et des conditions favorables à la survie dans ces milieux (Fig.52).

Les milieux agricoles offrent une abondance de nourriture, notamment des insectes et des graines, qui sont essentiels à l'alimentation de l'espèce pendant les mois plus froids, lorsque les ressources naturelles se font plus rares dans d'autres types d'habitats. De plus, ces milieux offrent des conditions de refuge et de nidification adaptées pour la Fauvette mélanocéphale, permettant à l'espèce de se reproduire et de se nourrir en toute sécurité. En revanche, l'absence presque totale de l'espèce dans les milieux urbains et semi-urbains indique que ces habitats ne répondent pas aux besoins écologiques spécifiques de l'espèce.

Nos observations rejoignent celles de Chedad *et al.* (2023), qui signalent également la Fauvette mélanocéphale dans la région du M'Zab, où elle est considérée comme une espèce hivernante.



**Figure. 52 :** Évolution de la moyenne des effectifs de la Fauvette mélanocéphale dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

### II.1.21. Famille des Ardeidés

La famille des Ardeidae regroupe les hérons, aigrettes et butors, des oiseaux aquatiques appartenant à l'ordre des Pelecaniformes. Elle compte plus de 60 espèces réparties mondialement, à l'exception des régions polaires et des déserts extrêmes. (Kushlan et Hancock, 2005 ; del Hoyo *et al.*, 2020)

La famille des Ardeidés présente une large répartition à travers le monde, incluant l'Amérique, l'Asie et l'Afrique, où différentes espèces occupent divers habitats adaptés à leurs besoins écologiques (Zhu, 2005).

En Algérie : le héron cendré (*Ardea cinerea*) et le héron garde-bœufs (*Bubulcus ibis*), observées dans plusieurs zones humides d'Algérie. Le héron cendré y présente une présence reproductrice stable, bien que le nombre de couples reproducteurs n'ait pas connu d'augmentation significative au fil des années (Nedjah *et al.*, 2014).

L'étude menée à Ghardaïa met en évidence que les espèces La grande aigrette (*Ardea alba*) et Le héron garde-bœufs (*Bubulcus ibis*), occupent également certains sites de cette région.

#### II.1.21.1. Grande aigrette | Great Egret

La grande aigrette (*Ardea alba*) est un grand échassier qui est facilement identifiable par son plumage complètement blanc, son long cou en forme de S et son bec jaune (Kushlan et Hancock, 2005).

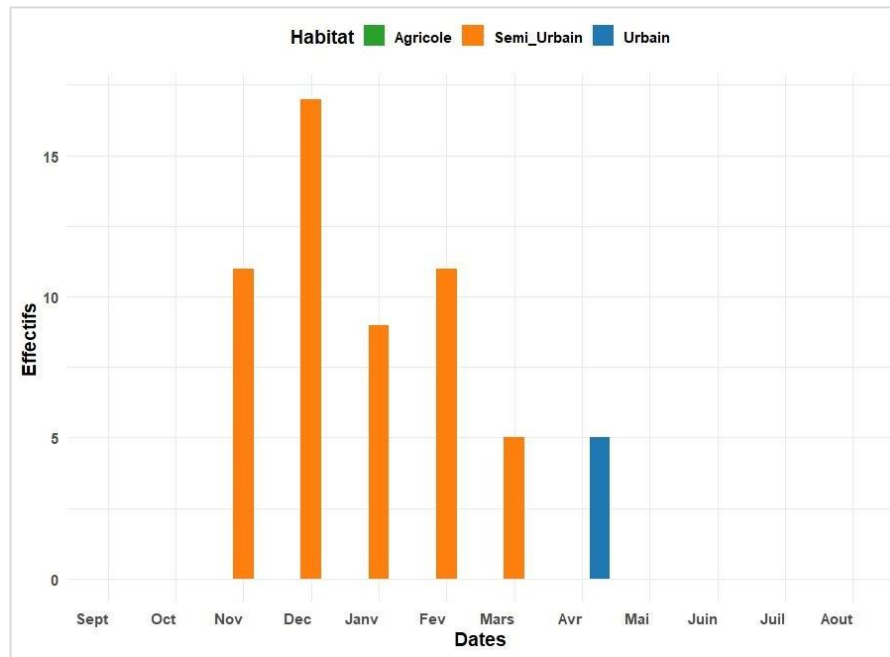
La figure 53 montre que la Grande Aigrette est principalement hivernante en milieu semi-urbain à Ghardaïa, avec une forte présence de novembre à mars, culminant en décembre environ 17 individus. Les effectifs déclinent ensuite nettement en mars. L'espèce est absente d'avril à juin. Le milieu urbain n'est utilisé qu'en avril avec une présence de cinq espèces, tandis que le milieu agricole reste nul ou négligeable toute l'année. Ce schéma traduit une utilisation hivernale des milieux semi urbains, avec un pic en plein hiver et un départ au printemps.

Cette dynamique reflète une utilisation hivernale spécifique des milieux semi-urbains, liée à la disponibilité de ressources alimentaires telles que les petits poissons et les invertébrés, ainsi qu'à des conditions favorables pour le repos durant l'hiver. La quasi-absence de l'espèce d'avril à juin confirme qu'elle ne demeure pas dans la région pendant la période plus chaude, ce qui correspond au comportement migratoire typique de l'espèce.

En milieu urbain, l'espèce n'est observée que durant le mois d'avril, ce qui traduit un passage occasionnel ou une utilisation temporaire avant de poursuivre sa migration. Le milieu agricole, quant à lui, reste négligeable tout au long de l'année, indiquant que ce milieu ne répond

pas aux besoins écologiques de la Grande Aigrette, notamment en raison de l'absence de plans d'eau favorables à la pêche.

Nos observations confirment celles de Chedad *et al.* (2023), qui mentionnent également la Grande Aigrette dans la région du M'Zab, avec le statut de visiteur de passage rare. Ils renforcent l'idée que l'espèce fréquente la région de manière occasionnelle au cours de ses déplacements migratoires, sans établir de présence permanente, utilisant principalement la région comme zone de passage migratoire durant les mois d'hiver et de printemps.



**Figure. 53 :** Évolution de la moyenne des effectifs de la Grande Aigrette dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

#### II.1.21.2. Héron garde-bœufs | Western Cattle Egret

Le héron garde-bœufs (*Ardea ibis*), connu une expansion notable de son aire de répartition en Algérie depuis les années 1990 (Bachir, 2005).

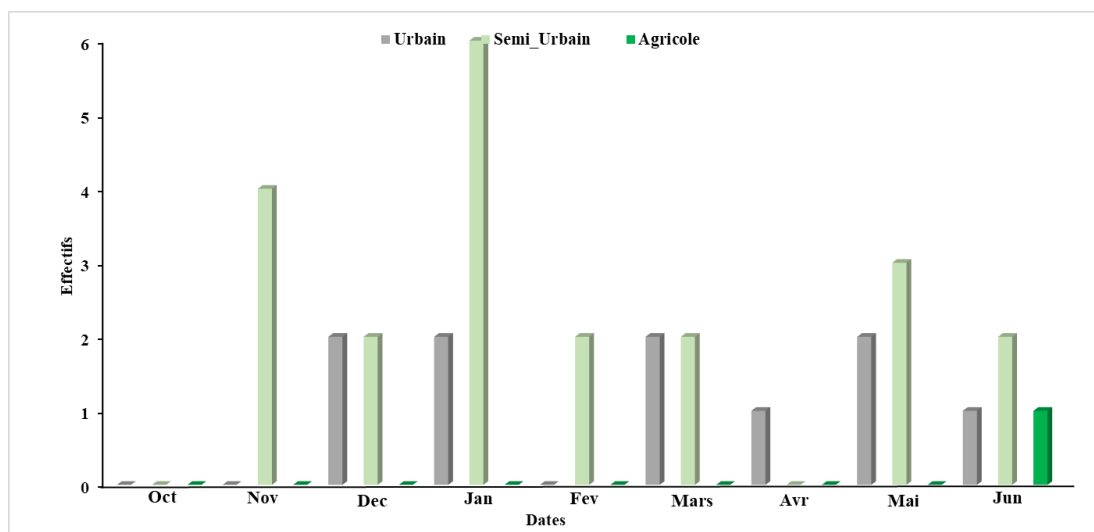
C'est un piscivore de taille moyenne qui vit près des eaux douces, il suit souvent les troupeaux dans les champs afin de se nourrir des insectes parasites dérangés. Cet échassier, légèrement plus petit que l'Aigrette garzette, est occasionnel au Sahara selon Ledant *et al.* (1981), mais son expansion dans la région de Ghardaïa est croissante, notamment à Daïa Ben Dahoua où il fréquente aussi bien les plans d'eau que les palmeraies (Farhi, 2014).

Nos résultats à Ghardaïa durant la période 2022–2024, montrent la dynamique mensuelle de cette espèce dans trois types de paysages : urbain, semi-urbain et agricole. Les effectifs sont particulièrement élevés en janvier, avec un pic remarquable de 6 individus dans les milieux semi-urbains, nettement supérieur à celui des autres mois. Les milieux urbains présentent des

effectifs plus réguliers mais moins importants. Les milieux agricoles présentent un effectif unique observé en juin, indiquant une présence ponctuelle de l'espèce dans ce type de milieu (Fig.54).

Le Héron garde-bœufs montre une préférence marquée pour les milieux semi-urbains en raison de la combinaison unique de facteurs écologiques et anthropiques qui y existent. Tout d'abord, ces milieux offrent un accès privilégié à des ressources alimentaires variées, notamment les insectes et petits vertébrés attirés par l'agriculture, les élevages et les zones humides artificielles comme les canaux d'irrigation. Il offre un équilibre entre ressources abondantes et perturbation limitée, contrairement aux milieux urbains denses où l'accès à la nourriture et aux sites de nidification est restreint. Ce milieu permet au Héron garde-bœufs de profiter de la proximité des activités humaines tout en bénéficiant d'un environnement calme et de sites variés pour la nidification.

La variabilité des ressources alimentaires, telles que les cultures saisonnières et les eaux résiduelles, assure également un habitat favorable et stable pour cette espèce.



**Figure. 54 :** Évolution de la moyenne des effectifs de l'Héron garde-bœufs dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

### II.1.22. Famille des Tytonidés

La famille des oiseaux Tytonidae, communément appelée chouettes des clochers et chouettes de baie, est un groupe cosmopolite avec une large distribution géographique. Cette famille est divisée en deux genres : *Tyto* et *Phodilus*. *Tyto* est le genre le plus répandu. Ce genre comprend la chouette des clochers (*Tyto alba*), particulièrement remarquable pour sa présence mondiale et qui est divisée en plusieurs sous-espèces. (Uva *et al.*, 2018). Il existe plus de 30 sous-

espèces de *Tyto alba* dans le monde, ce qui met en évidence sa capacité d'adaptation et sa large distribution (Marti *et al.*, 2005).

Les observations réalisées dans le cadre de notre étude confirment également la présence de cette espèce dans la région de Ghardaïa, en Algérie.

#### **II.1.22.1. Chouette Effraie | Western Barn Owl**

L'espèce *Tyto alba* est présente dans plusieurs régions d'Afrique, avec des populations stables (Uva *et al.*, 2018 ; Marti *et al.*, 2005).

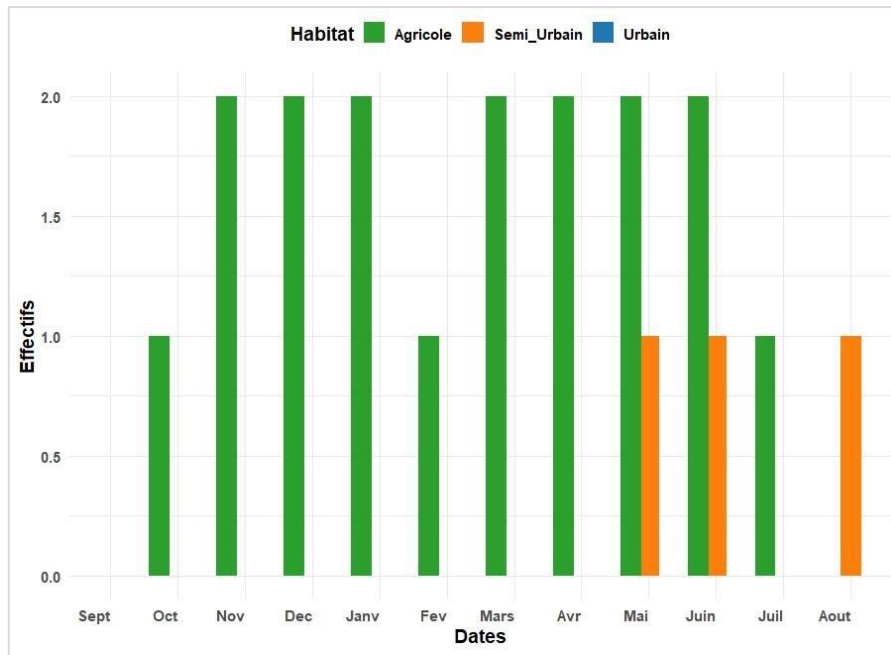
La figure.55 indique que la Chouette effraie est principalement associée au milieu agricole à la région de Ghardaïa, où elle présente des effectifs faibles mais réguliers tout au long de l'année (2 individus), avec un léger creux en février. Le milieu semi-urbain n'est utilisé qu'en mai-juin-août tandis que le milieu urbain reste absent. Ces observations reflètent une occupation stable mais à faible densité du milieu agricole, avec une utilisation marginale des autres habitats urbains et semi urbains.

La faible densité observée de la Chouette effraie dans la région est liée à la disponibilité restreinte des ressources trophiques, notamment les petits mammifères et certains insectes, qui constituent la principale source d'alimentation de l'espèce. Cette limitation alimentaire dans les milieux agricoles réduit la taille des populations locales et influence la distribution spatiale de l'espèce.

L'espèce exploite également les milieux semi-urbains de manière marginale et saisonnière, principalement entre mai et juin, correspondant à une utilisation opportuniste de ces habitats en fonction des besoins écologiques temporaires, tels que la recherche de nourriture ou de sites de repos pendant la période post-reproductive ou migratoire.

En revanche, le milieu urbain est totalement absent de la distribution de l'espèce dans la région, reflétant une intolérance aux environnements fortement perturbés, où la densité humaine, le bruit et les infrastructures limitent la disponibilité de sites de nidification sécurisés et de ressources alimentaires suffisantes.

Ces résultats corroborent ceux de Chedad *et al.* (2023), qui décrivent l'espèce comme résidente nicheuse et faiblement abondante dans le M'Zab. Tout en précisant sa forte préférence pour le milieu agricole et l'usage très limité des autres habitats.



**Figure. 55 :** Évolution de la moyenne des effectifs de la Chouette effraie dans le paysage urbain de la région de Ghardaïa durant la période 2022–2024

### Effet de l'urbanisation sur le peuplement d'oiseaux dans un paysage urbain saharien

Les résultats des paramètres de composition du peuplement avien (Richesse spécifique) ainsi que l'analyse de leur diversité (indice de Shannon–Wiener, indice de Margalef et indice de Simpson) sont représentés dans le tableau 04.

**Tableau .04 :** -Diversité du peuplement avien dans les différents habitats étudiés dans la ville de Ghardaïa

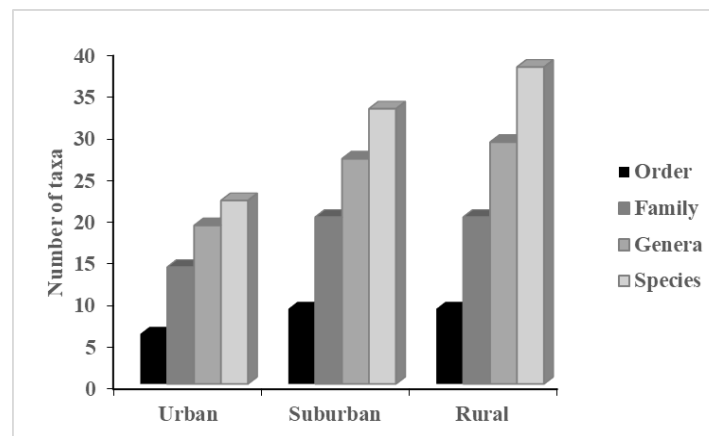
	<b>Urbain</b>	<b>Semi urbain</b>	<b>Agricole</b>
Richesse	<b>22</b>	<b>33</b>	<b>38</b>
Shannon–Wiener	2.542	3.26	3.819
Simpson	<b>0.82</b>	<b>0.88</b>	<b>0.92</b>
Margalef	2.494	3.16	3.659

Les trois habitats étudiés tracent un gradient urbain net où la diversité avienne augmente progressivement de l'urbain vers l'agricole. La richesse spécifique (S) passe de 22 à 33 puis à 38 espèces, traduisant un enrichissement progressif du peuplement le long du gradient d'urbanisation. L'indice de Shannon ( $H' = 2,542 \rightarrow 3,26 \rightarrow 3,819$ ), qui combine la richesse spécifique et l'équitabilité, atteint sa valeur la plus élevée en milieu agricole ( $H' = 3,819$ ). Cela indique que, dans ce milieu, la diversité spécifique est plus importante et la répartition des effectifs plus homogène entre les espèces. De même, l'indice de Simpson ( $D = 0,82 \rightarrow 0,88 \rightarrow 0,92$ ), qui mesure l'absence de dominance, montre une tendance croissante vers le milieu agricole : plus sa valeur est proche de 1, plus la communauté est équilibrée et moins certaines espèces dominent. Dans notre étude, sa valeur maximale (0,92) en milieu agricole traduit une structure communautaire plus homogène et une répartition plus équitable des effectifs. L'indice de Margalef, indicateur de la richesse spécifique standardisée par le nombre total d'individus observés, atteint également sa valeur la plus élevée (3,659) en milieu agricole. Cela suggère que ce milieu présente une richesse spécifique nettement supérieure, favorisée par une plus grande disponibilité en ressources alimentaires et une diversité d'habitats accrue. Cette différence persiste après standardisation par l'effectif total, confirmant qu'elle ne résulte pas d'un simple effet d'échantillonnage mais reflète une structure communautaire réellement plus riche.

En contexte saharien, le milieu urbain impose un filtrage environnemental marqué (températures élevées, raréfaction de l'eau, faible stratification végétale), qui élimine ou raréfie les espèces spécialistes, à exigences écologiques étroites (alimentation, micro-habitats, sites de nidification). À l'inverse, il favorise les espèces généralistes, tolérantes et capables d'occuper une grande variété d'habitats tout en exploitant diverses ressources disponibles dans les zones

bâties et les espaces anthropisés. Ce tri écologique n'est pas une sélection génétique, mais un processus de persistance différentielle des espèces selon leurs traits écologiques. En milieu agricole oasien, la mosaïque de palmeraies, de cultures irriguées et de micro-points d'eau multiplie les niches trophiques et les sites de reproduction, se traduisant simultanément par un plus grand nombre d'espèces (S et Margalef élevés) et par une distribution plus équilibrée des abondances (H' plus haut et D plus proche de 1).

Parmi les 44 espèces recensées dans notre paysage urbain étudié, seules 22 espèces ont été signalées dans les habitats urbains prospectés au cours de la période d'étude. Les habitats agricoles dispersés dans les périphéries de la ville ont été les plus fréquentés avec un nombre total de 38 espèces, suivi des habitats semi urbains avec 33 espèces (Fig.56).



**Figure.56 :** Nombre de taxons d'oiseaux identifiés dans le paysage urbain saharien de la région de Ghardaia, selon les ordres, familles, genres et espèces.

D'autre part, l'analyse de variance (ANOVA) a mis en évidence des variations notables dans la répartition de nombre de familles, des espèces et l'abondance dans les différents habitats échantillonnés. Les résultats du test montrent une variation hautement significative du nombre de familles ( $F= 19,16$ ,  $p = 0,00001$ ), des espèces ( $F= 17,67$ ,  $p = 0,00001$ ) et de l'abondance ( $F= 19.31$ ,  $p = 0,00001$ ) entre les trois habitats prospectés (Tableau 05).

**Tableau.05.** Analyse de variance à sens unique (ANOVA) entre le nombre de familles d'oiseaux, les espèces et l'abondance dans les trois habitats étudiés.

Variable	Source de Variation	Df	SS	MS	F	P
Familles	Entre les groupes	2	267.629	133.81	19.16	0.00001
	À l'intérieur des groupes	24	167.55	6.98		
	Total	26	435.18			
Espèces	Entre les groupes	2	736.22	368.11	17.677	0.000019
	À l'intérieur des groupes	24	499.77	20.82		
	Total	26	1236			
Abondance	Entre les groupes	2	397871.18	198935.59	19.319	0.00001
	À l'intérieur des groupes	24	247127.33	10296.97		
	Total	26	644998.51			

Le gradient entre les habitats urbains et agricoles exerce un effet significatif sur la répartition des espèces, des familles et sur l'abondance des oiseaux. Les résultats obtenus indiquent que les habitats agricoles, caractérisés par une diversité végétale (palmiers, arbres fruitiers et cultures maraîchères), abritent le plus grand nombre de familles et d'espèces, suivis par les zones moyennement urbanisées contenant des plantations et des espaces verts. En revanche, les habitats fortement urbanisés sont moins fréquentés par les oiseaux. Ces résultats sont conformes aux tendances générales observées pour les oiseaux urbains dans de nombreuses régions du monde (Crooks *et al.*, 2004).

Cette distribution différenciée s'explique par la disponibilité en ressources trophiques et en sites de nidification dans les zones les plus végétalisées, qui favorisent la présence d'espèces insectivores et granivores comme la Fauvette mélanocéphale, le Rougequeue de Moussier... Ces espèces sont généralement sensibles aux perturbations et trouvent dans les habitats agricoles et semi-urbains des conditions écologiques favorables. À l'inverse, les zones fortement urbanisées sont dominées par des espèces généralistes et anthropophiles capables de s'adapter aux environnements artificiels.

En ce qui concerne les autres mesures de diversité, nous n'avons observé aucune différence significative entre les trois habitats. Les faibles valeurs des indices de diversité de Shannon-Wiener, Margalef et Simpson ont été attribuées à la forte abondance de deux espèces, le Pigeon biset (*Columba livia*) et le Moineau domestique (*Passer domesticus*), qui sont considérées comme des espèces opportunistes dans la zone d'étude.

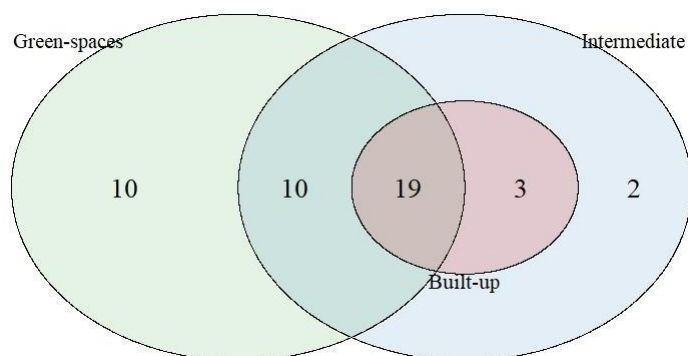
L'ensemble de ces résultats met en évidence l'impact du gradient d'urbanisation sur la structure et la composition des communautés d'oiseaux dans la région de Ghardaïa. Les habitats les plus végétalisés conservent une plus grande richesse spécifique et une meilleure diversité fonctionnelle, tandis que l'intensification de l'urbanisation s'accompagne d'une simplification écologique et d'une dominance accrue d'espèces généralistes adaptées aux milieux anthropisés.

### **Rôle des espaces verts urbains dans le maintien des peuplements aviens en milieu urbain saharien**

Le diagramme de Venn, illustre la répartition de la richesse spécifique entre les trois types d'habitats du gradient urbain étudié à Ghardaïa : les milieux agricoles, les milieux intermédiaires et les zones fortement bâties (Fig.57).

Au total, 44 espèces d'oiseaux ont été recensées, dont dix-neuf espèces sont communes aux trois types d'environnements, témoignant de leur capacité à s'adapter à l'ensemble des types d'habitats le long du gradient d'urbanisation, traduisant une certaine homogénéisation de l'avifaune. Les espaces verts se distinguent par une originalité faunistique importante, avec dix espèces exclusives et dix autres partagées avec les milieux intermédiaires, soulignant leur rôle de refuges essentiels et leur contribution significative à la diversité régionale. Les milieux intermédiaires présentent une diversité plus limitée, incluant trois espèces partagées avec les zones fortement bâties, traduisant une certaine continuité écologique entre ces habitats. En revanche, les milieux fortement bâtis ne recensent que deux espèces exclusives, ce qui reflète l'effet restrictif de l'urbanisation sur la composition des communautés aviaires.

Cette répartition des espèces met en évidence l'influence des transformations anthropiques sur la structuration des communautés d'oiseaux, où seules les espèces les plus tolérantes aux perturbations persistent dans les environnements fortement urbanisés. Toutefois, les résultats obtenus soulignent également l'importance de la disponibilité des habitats végétalisés dans le maintien de la diversité aviaire le long du gradient d'urbanisation. En offrant une mosaïque d'habitats, une couverture végétale et des ressources alimentaires variées, ces zones favorisent la présence simultanée d'espèces généralistes et plus exigeantes. Leur bon état de conservation, associé à une continuité spatiale permettant aux oiseaux de circuler, de se nourrir et de se reproduire sans être limités par les zones fortement bâties, revêt donc une importance majeure pour la préservation de l'équilibre écologique et la limitation de la perte progressive de diversité des communautés d'oiseaux urbaines.



**Figure.57 :** Diagramme de Venn de la richesse spécifique entre les trois habitats

Pour approfondir l'analyse de la structuration de l'avifaune, il est également pertinent d'examiner la fréquence d'occurrence des espèces dans les différents types d'habitats.

Les données montrent que seules trois espèces sont omniprésentes dans l'ensemble des points prospectés, à savoir le Pigeon biset, la Tourterelle turque et le Moineau domestique (Tableau 06). Ces espèces ont été recensées dans les trois milieux : espaces verts, milieux intermédiaires et zones fortement bâties.

**Tableau. 06. :** fréquence d'occurrence des espèces recensées dans la ville de Ghardaïa.

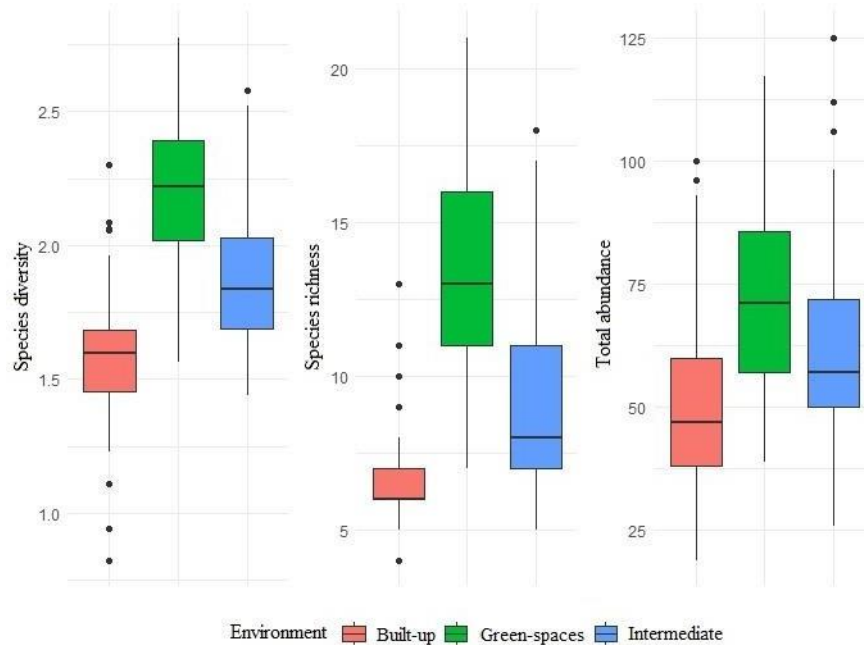
Nom scientifique	Fréquence d'occurrence (%)		
	Espace vert	Intermédiaire	Zone bâtie
<i>Apus apus</i>	0	1.23	7.14
<i>Upupa epops</i>	44.44	3.70	0.79
<i>Columba livia</i>	100	100	100
<i>Streptopelia decaocto</i>	100	100	100
<i>Streptopelia senegalensis</i>	57.40	59.25	45.23
<i>Streptopelia turtur</i>	51.85	27.16	10.32
<i>Merops apiaster</i>	12.96	3.70	0
<i>Merops persicus</i>	9.26	2.46	0
<i>Ciconia ciconia</i>	12.96	0	0
<i>Falco tinnunculus</i>	25.92	3.70	5.55
<i>Alectoris barbara</i>	37.03	0	0
<i>Gallinula chloropus</i>	0	17.28	0
<i>Emberiza sahari</i>	37.03	92.59	99.20
<i>Iduna pallida</i>	7.41	2.46	0
<i>Galerida theklae</i>	11.11	1.23	0
<i>Ammomanes deserti</i>	8.52	4.94	0
<i>Galerida cristata</i>	37.03	0	0
<i>Corvus ruficollis</i>	31.48	1.23	0.79
<i>Bucanetes githagineus</i>	22.22	16.05	0.79
<i>Hirundo rustica</i>	0	9.87	1.58
<i>Delichon urbicum</i>	11.11	11.11	3.17
<i>Lanius meridionalis</i>	37.03	0	0
<i>Lanius excubitor</i>	46.29	12.34	0.79
<i>Lanius senator</i>	12.96	3.70	0

<i>Motacilla alba</i>	<b>1.85</b>	<b>19.75</b>	<b>7.14</b>
<i>Anthus pratensis</i>	<b>9.26</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<i>Oenanthe leucura</i>	<b>57.40</b>	<b>8.64</b>	<b>0</b>
<i>Phoenicurus moussieri</i>	<b>7.41</b>	<b>8.64</b>	<b>0</b>
<i>Muscicapa striata</i>	<b>7.40</b>	<b>18.52</b>	<b>1.59</b>
<i>Cercotrichas galactotes</i>	<b>12.96</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<i>Oenanthe leucopyga</i>	<b>85.18</b>	<b>75.31</b>	<b>57.94</b>
<i>Ficedula hypoleuca</i>	<b>16.66</b>	<b>6.17</b>	<b>0.79</b>
<i>Saxicola rubicola</i>	<b>22.22</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	<b>16.66</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<i>Passer hispaniolensis</i>	<b>12.96</b>	<b>24.69</b>	<b>31.74</b>
<i>Passer domesticus</i>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	<b>7.41</b>	<b>9.87</b>	<b>0</b>
<i>Phylloscopus trochilus</i>	<b>12.96</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<i>Phylloscopus collybita</i>	<b>1.85</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<i>Turdoides fulva</i>	<b>70.37</b>	<b>25.93</b>	<b>3.17</b>
<i>Sylvia melanocephala</i>	<b>53.70</b>	<b>2.47</b>	<b>0.79</b>
<i>Ardea alba</i>	<b>0</b>	<b>6.172</b>	<b>0.79</b>
<i>Bubulcus ibis</i>	<b>1.23</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<i>Tyto alba</i>	<b>27.77</b>	<b>2.47</b>	<b>0</b>

Les boîtes à moustaches de la figure 58 montrent un gradient net entre habitats : espaces verts > intermédiaires > bâtis pour la diversité ( $H'$ ), la richesse ( $S$ ) et l'abondance ( $A$ ). Les médianes sont les plus élevées en espaces verts, avec des intervalles interquartiles plus larges et plusieurs valeurs extrêmes, signe d'une hétérogénéité structurale forte et d'une plus grande variété de niches écologiques. Les zones intermédiaires présentent des niveaux transitionnels et une dispersion modérée, cohérents avec un gradient d'urbanisation. Les zones bâties affichent des médianes basses et une variation réduite, indiquant des assemblages pauvres et plus dominés. Cette organisation s'explique par des mécanismes simples et robustes. En espaces verts, la stratification végétale, la disponibilité hydrique et la mosaïque de micro-habitats augmentent simultanément les ressources trophiques et les sites de reproduction ; il en résulte des communautés plus riches, plus abondantes et plus équilibrées ( $H'$  élevé, dominance réduite). À l'inverse, la matrice bâtie impose un filtrage environnemental (impermeabilisation, chaleur, faible couverture végétale, points d'eau rares) qui réduit la richesse effective et accroît la dominance de quelques généralistes tolérants. Le profil intermédiaire traduit un mélange fonctionnel de ces deux dynamiques.

Les résultats de l'analyse de Kruskal-Wallis évaluant l'effet du type d'environnement sur la richesse en espèces d'oiseaux ( $S$ ), l'abondance ( $A$ ) et la diversité ( $H'$ ) ont révélé des différences significatives entre les trois types d'environnements pour les trois indicateurs : richesse en espèces ( $p < 0,001$ ), abondance ( $p < 0,001$ ) et diversité des espèces ( $H'$ ) ( $p < 0,001$ ),

confirmant ainsi que la qualité et la continuité des habitats végétalisés sont essentielles pour maintenir des communautés aviennes diverses et stables en contexte urbain saharien.

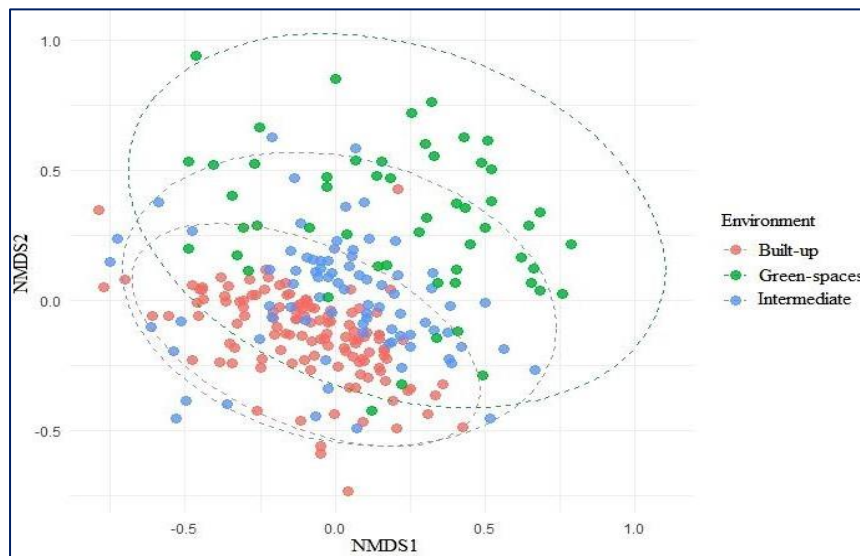


**Figure 58 :** L'abondance (A), la richesse en espèces (B) et la diversité des espèces d'oiseaux dans les zones bâties, les espaces verts et les zones intermédiaires (C).

L'analyse NMDS révèle une séparation nette des communautés d'oiseaux entre les habitats verts et les zones urbanisées, indiquant une influence significative du type d'habitat sur la composition des populations aviaires (Fig.59).

Les espaces verts se regroupent dans un nuage distinct, tandis que les zones bâties forment un ensemble resserré et homogène. L'habitat intermédiaire chevauche partiellement ces deux extrêmes, traduisant une transition graduelle des espèces et de leurs abondances le long du gradient d'urbanisation, du plus naturel (espaces verts) au plus construit (zones bâties). Les ellipses plus larges observées en espaces verts reflètent une hétérogénéité intra-habitat élevée et une biodiversité importante, probablement liée à la mosaïque de micro-habitats, à la stratification végétale et à la disponibilité en végétation. À l'inverse, le nuage resserré des zones bâties traduit un filtrage environnemental marqué (imperméabilisation, îlots de chaleur, faible couverture végétale), limitant la diversité des communautés et favorisant la dominance de quelques espèces généralistes.

Cette ordination indique un remaniement écologique des abondances et de la composition des espèces selon le type d'habitat. Ce schéma est cohérent avec les résultats précédents : indices de diversité plus élevés en espaces verts, dominance accrue en bâti, et diagramme de Venn montrant des compositions spécifiques selon les habitats. Ces résultats mettent en lumière le rôle des habitats végétalisés et de leur complexité structurelle dans le maintien et la composition des communautés aviaires le long du gradient urbain saharien, en offrant des ressources alimentaires variées, des sites de nidification et des refuges contre les perturbations anthropiques.



**Figure 59** : Biplot d'ordination de l'analyse par mise à l'échelle multidimensionnelle non métrique (NMDS) basé sur le coefficient de similarité de Bray-Curtis

De plus, les comparaisons par paires en PERMANOVA ont confirmé des différences significatives de composition spécifique entre les trois types d'environnements (Tab1.07).

L'assemblage d'oiseaux dans le paysage urbain de la ville de Ghardaia variait de manière significative entre les différents environnements (PERMANOVA :  $F_{2,258} = 25,571$ ,  $p = 0,001$ ).

Les comparaisons par paires confirment un gradient net : la dissimilarité est maximale entre bâti vs espaces verts ( $R^2 = 0,210$ ; pseudo-F = 47,215;  $p = 0,001$ ), intermédiaire entre intermédiaire vs espaces verts ( $R^2 = 0,112$ ; pseudo-F = 16,752;  $p = 0,001$ ), et minimale entre bâti vs intermédiaire ( $R^2 = 0,059$ ; pseudo-F = 12,854;  $p = 0,001$ ). Ce patron indique que les assemblages urbains bâtis constituent un sous-ensemble appauvri des communautés des milieux végétalisés, tandis que l'habitat intermédiaire occupe une position transitionnelle cohérente avec le gradient d'urbanisation (Tab.07).

L'hétérogénéité structurelle, la stratification végétale et la disponibilité hydrique des

espaces verts élargissent le spectre de niches et favorisent des communautés plus différenciés, alors que l'imperméabilisation et la simplification du bâti imposent un filtrage environnemental conduisant à des compositions plus homogènes. La valeur  $R^2$  plus élevée pour bâti–espaces verts traduit une part de variance expliquée plus importante par le type d'habitat dans ce contraste, ce qui concorde avec l'ordination NMDS et aux indices de diversité présentés précédemment.

**Tableau 07.** PERMANOVA par paires (pseudo-F,  $R^2$ , p) basée sur la dissimilarité de Bray–Curtis pour les assemblages d'oiseaux entre habitats : espaces verts, intermédiaire et bâti.

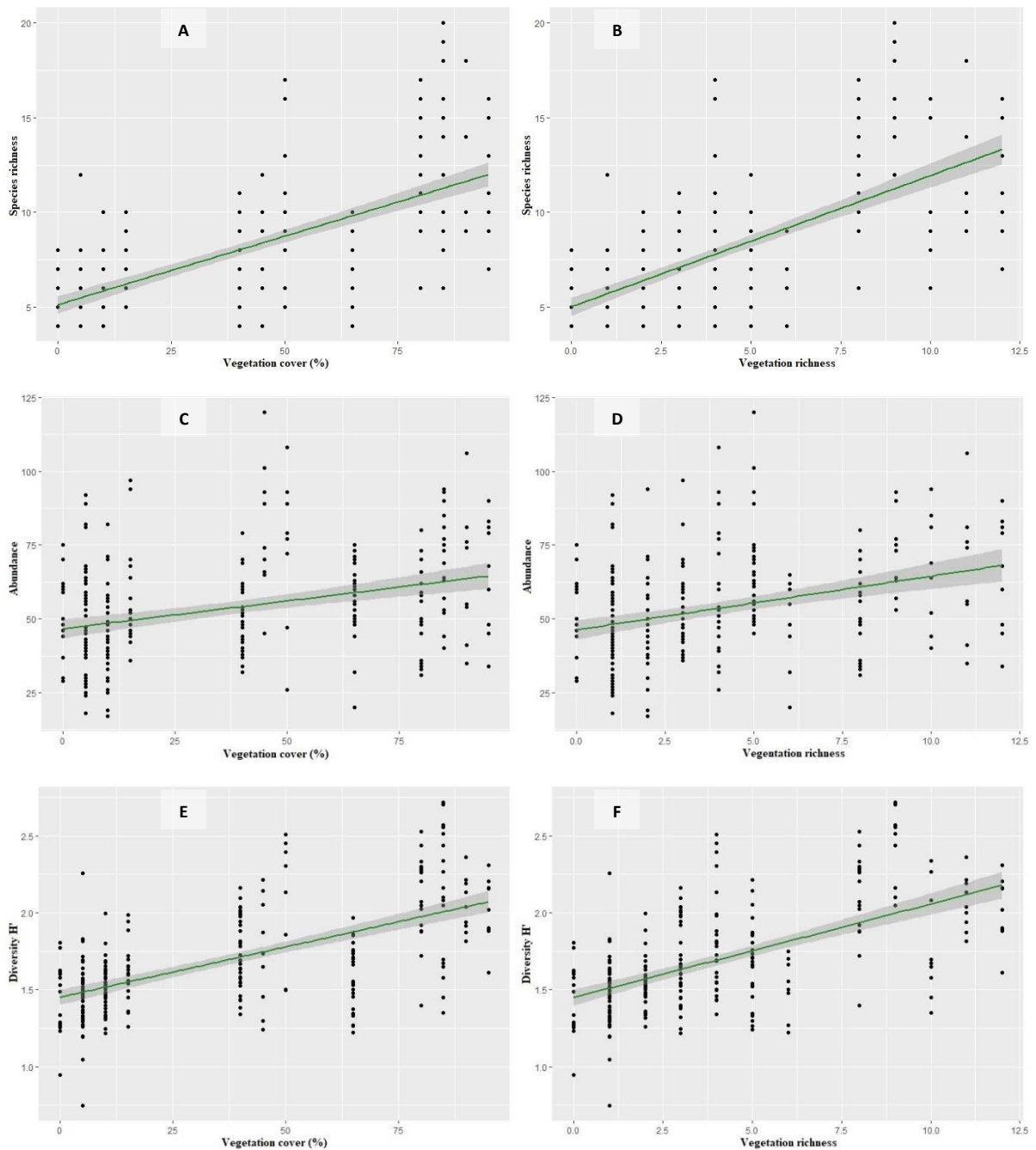
<b>Combinations</b>	<b><math>R^2</math></b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Zone urbaine – Zone intermédiaire</b>	0.059	12.854	0.001 **
<b>Zone urbaine – Espaces verts</b>	0.210	47.215	0.001 **
<b>Zone intermédiaire – Espaces verts</b>	0.112	16.752	0.001 **

Afin d'évaluer l'influence de la structure des espaces verts sur la diversité des oiseaux, des régressions linéaires simples ont été réalisées entre les variables végétales (couverture et richesse floristique) et les indicateurs de diversité aviaire (richesse en espèces, abondance et indice de Shannon,  $H'$ ) (Fig. 60 ; Tab. 08).

La richesse spécifique apparaît comme l'indicateur le plus sensible à la complexité végétale, avec  $R^2 = 0,459$  pour la richesse floristique ( $F = 219,6$  ;  $p < 0,001$ ) et  $R^2 = 0,466$  pour la couverture végétale ( $F = 225,7$  ;  $p < 0,001$ ), ce qui indique qu'environ la moitié de sa variance est expliquée par ces variables. L'indice de Shannon répond de manière plus modérée, avec  $R^2 = 0,354$  pour la richesse floristique et  $R^2 = 0,380$  pour la couverture ( $F = 142,0$  et  $159,1$  ;  $p < 0,001$ ), signalant un rééquilibrage progressif des abondances relatives lorsque l'habitat se complexifie, tout en laissant une part de variance attribuable à d'autres facteurs écologiques tels que la disponibilité saisonnière des ressources alimentaires, le dérangement humain, la prédation ou les interactions interspécifiques. Quant à l'abondance totale, l'association avec les variables végétales est significative mais plus faible ( $R^2 = 0,108$  pour chacune ;  $F = 31,5$  et  $31,33$  ;  $p < 0,001$ ), ce qui suggère que d'autres facteurs écologiques : disponibilité saisonnière des ressources, dérangement humain, prédation ou microclimats locaux, contribuent également à déterminer les effectifs globaux.

Dans l'ensemble, les résultats mettent en évidence une hiérarchie d'effets : la complexité végétale influence principalement la composition spécifique, ensuite l'équilibre des abondances

relatives, et plus marginalement les effectifs totaux. Ils confirment que la diversité végétale et la complexité structurelle des espaces verts influencent directement la composition et la stabilité des populations d'oiseaux. Les habitats riches en végétation et bien structurés permettent l'occupation de multiples niches et favorisent une répartition plus homogène des espèces, tandis que les milieux urbains construits restreignent cette diversité aux seules espèces tolérantes aux perturbations. Ces observations soulignent l'importance d'une gestion ciblée des espaces verts pour renforcer la résilience et la fonctionnalité écologique des communautés aviaires en milieu urbain.



**Figure 60 :** Relations entre la richesse des espèces d'oiseaux (A–B), l'abondance (C–D) et la diversité des oiseaux ( $H'$ ) (C–D) et les variables les plus associées : couverture végétale et richesse végétale.

**Tableau 08.** Résultats des régressions linéaires simples entre les indicateurs de diversité des oiseaux (richesse en espèces, abondance et indice de Shannon) et les variables de structure végétale (couverture végétale et richesse floristique).

<b>Variables</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>F Statistique</b>	<b>Valeur p</b>
<b>Richesse végétale</b>			
Diversité H'	0.354	142	< 0.001 ***
Abondance	0.108	31.51	< 0.001 ***
Richesse spécifique des oiseaux	0.459	219.6	< 0.001 ***
<b>Couverture végétale</b>			
Diversité H'	0.380	159.1	< 0.001 ***
Abondance	0.108	31.33	< 0.001 ***
Richesse spécifique des oiseaux	0.466	225.7	< 0.001 ***

\*\*\* : hautement significatif

# Conclusion

## **Conclusion**

La présente thèse, consacrée à l'écologie et au statut de l'avifaune urbaine dans la région de Ghardaïa, constitue l'une des premières contributions scientifiques portant sur la distribution et la structure des communautés d'oiseaux le long d'un gradient d'urbanisation en contexte saharien. Fondée sur des relevés standardisés par point counts répartis dans trois types d'habitats (urbain, semi-urbain, agricole), l'étude a permis d'atteindre les objectifs initiaux : démontrer la valeur ornithologique du paysage urbain saharien, quantifier la richesse spécifique et l'abondance, caractériser le statut phénologique des espèces présentes, examiner la relation entre structure des communautés et structure du milieu selon le gradient d'urbanisation, et évaluer la contribution des espaces verts au maintien des peuplements aviens en milieu saharien.

Au plan descriptif, l'inventaire a mis en évidence une diversité notable dans un contexte a priori contraint : 44 espèces réparties en 10 ordres et 23 familles ont été enregistrées. Cette diversité taxonomique illustre que la zone étudiée joue plusieurs rôles écologiques abri, site de reproduction, halte migratoire et aire d'hivernage et qu'elle n'est pas limitée aux seules espèces urbanophiles généralistes. L'ensemble des observations montre la présence d'un nombre significatif d'espèces nicheuses et d'espèces en migration trans-saharienne, ce qui confirme le rôle multifonctionnel du paysage dans la région de Ghardaïa pour l'avifaune.

Les analyses quantitatives de la diversité confirment des variations nettes liées à l'intensité d'urbanisation. Les indices calculés montrent des valeurs de diversité maximales en milieu agricole. Ces valeurs traduisent non seulement une richesse spécifique importante, mais aussi une répartition des abondances relativement équilibrée dans les habitats périphériques. À l'opposé, les secteurs fortement urbanisés présentent une richesse et une abondance moindres, ce qui corrobore la tendance générale observée dans de nombreux gradients d'urbanisation où la minéralisation et l'artificialisation des surfaces réduisent l'offre de niches écologiques.

Par ailleurs, les habitats semi-urbains, et plus particulièrement les espaces urbains végétalisés, se distinguent comme des réservoirs de diversité au sein du tissu urbain. Néanmoins, la comparaison entre les milieux urbain, semi-urbain et agricole met en évidence une différenciation nette des assemblages, avec une contribution supérieure du milieu agricole à la richesse spécifique observée et à l'abondance totale. Ces résultats soulignent l'importance des paysages agricoles dans le maintien de la biodiversité à l'échelle du paysage.

Les analyses multivariées apportent un éclairage complémentaire sur la structuration des assemblages. Les résultats des analyses NMDS et PERMANOVA mettent en évidence des

compositions de communautés distinctes selon les types d'habitats, démontrant que la variabilité spatiale de la végétation et de la structure du paysage est un déterminant majeur de l'organisation avifaunistique. Ces différences de composition reflètent probablement la combinaison de facteurs locaux (disponibilité en végétation, micro-réservoirs d'eau, structures de nidification, perturbations anthropiques) qui favorisent certaines guildes ou espèces au détriment d'autres.

Un point majeur confirmé par l'analyse des relations entre variables environnementales et paramètres avifaunistiques est l'effet positif et significatif de la couverture végétale et de la richesse floristique sur la richesse spécifique, l'abondance et la diversité. Cette relation corrobore l'idée que la présence et la qualité des formations végétales même limitées spatialement dans un environnement aride augmentent la capacité du paysage urbain à accueillir et maintenir des populations d'oiseaux variées. Ainsi, la différenciation observée le long du gradient d'urbanisation se traduit non seulement par des variations de richesse et d'abondance, mais aussi par la présence d'ensembles d'espèces aux exigences écologiques distinctes.

En ce qui concerne le statut phénologique, les protocoles mis en œuvre ont permis d'identifier un nombre notable d'espèces nicheuses, ainsi que la présence d'espèces en halte migratoire trans-saharienne et d'espèces hivernantes. Ces observations confirment que la région de Ghardaïa assure, selon les saisons, des fonctions écologiques diverses pour l'avifaune, allant de la reproduction locale à l'hébergement temporaire lors des migrations. Bien que la thèse soit principalement exploratoire, ces éléments phénologiques fournissent une première cartographie temporelle de l'usage des habitats et ouvrent la lecture saisonnière des dynamiques communautaires.

En synthèse, les résultats de cette thèse montrent que, malgré les contraintes environnementales propres au Sahara septentrional, la région de Ghardaïa possède une valeur ornithologique tangible : la diversité avifaunistique y est loin d'être négligeable, et elle est étroitement liée à la qualité et à la distribution des habitats. La différenciation observée le long du gradient (de milieux agricoles aux secteurs fortement urbanisés) traduit l'effet combiné de la disponibilité d'habitats végétalisés, de l'hétérogénéité paysagère et des pressions anthropiques sur l'organisation des communautés aviennes.

Ce travail fournit ainsi une base empirique solide pour la compréhension de l'avifaune urbaine saharienne et constitue un référentiel utile pour toute gestion ou étude future visant à préserver ou à suivre cette biodiversité. L'ensemble des résultats obtenus met en évidence la nécessité, dans le cadre de travaux ultérieurs, de prolonger le suivi spatio-temporel de l'avifaune

sur plusieurs années afin de mieux caractériser la dynamique des communautés en contexte saharien, tout en approfondissant l'analyse de la qualité des habitats (structure de la végétation, ressources alimentaires, sites de nidification). Il sera également indispensable d'intégrer d'autres facteurs anthropiques, tels que le bruit, l'urbanisation future ou encore la fréquentation humaine, dans l'évaluation de l'avifaune. Les résultats obtenus pourront ensuite être transférés aux gestionnaires locaux afin d'orienter l'aménagement des espaces verts et les actions de conservation de la biodiversité. Enfin, la démarche pourra être étendue à d'autres villes sahariennes, de manière à comparer les gradients d'urbanisation à une échelle régionale.

# Références bibliographiques

**Références bibliographiques**

- [1]. Ababsa, L. (2005). *Aspect bioécologique de l'avifaune à Hassi Ben Abdallah et à Mekhadma de la cuvette d'Ouargla* [Thèse de magister, Institut National Agronomique, El Harrach].
- [2]. Ababsa, L., Tedjini, A., & Chergui, A. (2011). Quelques paramètres de la reproduction du cratérope fauve *Turdoides fulvus* (Aves, Passeriformes, Leiotrichidae) dans la région du Souf (Sahara algérien). *Revue des BioRessources*, 1(1), 20–25.
- [3]. Abdilzadeh, R., Javidkar, M., & Mahmoudi, M. (2019). Genetic diversity and phylogeny of the genus *Sylvia* in Iran (Passeriformes: Sylviidae). *Zoology and Ecology*, 29(3), 237–248.
- [4]. Aberkane, B., Moulai, R., Touazi, L., Hamidouche, Y., & Si Bachir, A. (2011). Nidification du Grand Corbeau *Corvus corax tingitanus* sur un édifice humain à Béjaïa (nord-est algérien). *Go-South Bulletin*, 8, 41–43.
- [5]. Ahmim, M. (2019). *Biodiversité et écologie des invertébrés du Sahara algérien* [Thèse de doctorat, Université de Batna].
- [6]. Alioua, Y. (2018). *Étude des peuplements d'araignées dans différents milieux agricoles et naturels du Sahara septentrional algérien* [Thèse de doctorat, Université Kasdi Merbah – Ouargla].
- [7]. Alioua, Y., & Bosmans, R. (2024). Diversity of spiders in the northern Sahara, Algeria. *African Invertebrates*, 65(1), 115–134.
- [8]. Alström, P., Barnes, K. N., Olsson, U., Barker, F. K., Bloomer, P., Khan, A. A., Qureshi, M. A., Guillaumet, A., Crochet, P.-A., & Ryan, P. G. (2013). Multilocus phylogeny of the avian family *Alaudidae* (larks) reveals complex morphological evolution, non-monophyletic genera and hidden species diversity. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 69(3), 1043–1056. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2013.06.005>.
- [9]. Anderson, M. J. (2001). A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26(1), 32–46.
- [10]. Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H.). (2003). *Atlas hydrologique de l'Algérie*. Alger : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.
- [11]. Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H.). (2005). *Étude hydrogéologique du Sahara septentrional*. Alger : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.
- [12]. Aouissi, A., Khelifa, R., & Houhamdi, M. (2017). Avian diversity in urban ecosystems of northeastern Algeria. *Zoology and Ecology*, 27(3), 224–233.
- [13]. Arbabi, T., González, J., Witt, H., & Wink, M. (2014). Molecular phylogeny and systematics of *Acrocephalidae* (Aves: Passeriformes). *Journal of Ornithology*, 155(3), 671–681.

- [14]. Ayer, A., Isenmann, P., Moali, A., & Ledant, J.-J. (2013). *Inventaire et répartition des oiseaux nicheurs en Algérie*. Éditions du CNRS.
- [15]. Azarbeigy, M., Aliabadian, M., Roselaar, C. S., & Schweizer, M. (2021). Phylogenetic relationships and historical biogeography of the genus *Merops* (Aves: Meropidae) based on multilocus data. *Journal of Ornithology*, 162(3), 807–819.
- [16]. Bagnouls, F., & Gaussen, H. (1953). Saison sèche et indice xérothermique. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 88, 193–240.
- [17]. Bait, R., Drouiche, M., & Bensalem, A. (1977). *Étude hydrogéologique du Sahara septentrional*. Alger : SONATRACH, Division Hydrologie.
- [18]. Balent, G. (1994). *La gestion des paysages et la biodiversité*. Paris: INRA Éditions.
- [19]. Barbraud, C., Johnson, A. R., & Bertault, G. (2001). Spatial and temporal variation in survival of adult pink flamingos (*Phoenicopterus ruber roseus*) in the Camargue, southern France. *Journal of Animal Ecology*, 70(4), 514–528. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2001.00513.x>.
- [20]. Barbraud, C., Lepley, M., Mathevet, R., & Mauchamp, A. (2001). Population dynamics of the flamingo *Phoenicopterus ruber roseus* in the Camargue, southern France. *Ardea*, 89(2), 313–325.
- [21]. Barnaud, G. (1998). *Les oiseaux et l'homme : Regards croisés sur la nature*. Paris : Éditions du Muséum national d'Histoire naturelle.
- [22]. Béderrar, F., Hadouchi, N., Gueddoul, M., Chedad, A., & Ketfi, A. (2023). Second observation of African crane *Crex crex* (Peters, 1854) (Gruiformes, Rallidae) in Algeria. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*, 17(4), 541–548.
- [23]. Bekakra, O., Guergueb, E.-Y., Haddad, S., Nouidjem, Y., Bounab, C., & Khammar, H. (2024). Effect of the structural composition of a Saharan agricultural landscape on bird communities in the Algerian Northern Sahara. *Forestry Ideas*, 30(2), 308–320.
- [24]. Benhabiles, M. (2000). *Climat saharien et conditions thermiques dans le M'zab*.
- [25]. Bendahmane, L. (2018). *Inventaire et écologie des oiseaux urbains de Constantine et leurs impacts sur l'environnement* [Thèse de doctorat, Université Larbi Ben M'hidi – Oum El Bouaghi, Algérie].
- [26]. Benchaabane, S. (2019). *Inventaire et écologie des oiseaux urbains de la ville d'Aïn Beida (Wilaya d'Oum El-Bouaghi)* [Thèse de doctorat, Université Larbi Ben M'hidi — Oum El-Bouaghi].
- [27]. Bensaha, M., Bensamoune, M., & Khene, R. (2010). Étude géomorphologique du plateau du M'Zab. *Revue Géosciences et Environnement*, 4(2), 45–57.

- [28]. Bensalah, A., Benabdeli, K., & Bouguerra, N. (2018). Le patrimoine architectural du M'Zab : Enjeux de conservation et de mise en valeur. *Revue du Patrimoine Algérien*, 12(1), 33–48.
- [29]. Bensamoune, M. (2008). *Les écosystèmes arides du Sahara : Approches géographiques et écologiques*.
- [30]. Benyacoub, S. (1993). *Observation du Gobemouche gris dans les maquis autour d'El Kala, Algérie*.
- [31]. Benyacoub, S. (1998). Première observation de la Tourterelle turque (*Streptopelia decaocto*) en Algérie. *Alauda*, 66, 144–145.
- [32]. BirdLife International. (2015). *European Red List of Birds*. Office for Official Publications of the European Communities.
- [33]. BirdLife International. (2018). *State of the World's Birds 2018: Taking the pulse of the planet*. Cambridge, UK: BirdLife International.
- [34]. BirdLife International. (2023). *BirdLife Annual Review 2023*. Cambridge, UK: BirdLife International.
- [35]. Biscaichipy, J. (1989). La Tourterelle turque : son expansion en France et en Europe. *Nos Oiseaux*, 40(3), 247–254.
- [36]. Blair, R. B. (1996). Utilisation des terres et diversité des espèces aviaires le long d'un gradient urbain. *Ecological Applications*, 6(2), 506–519.
- [37]. Blair, R. B. (1999). Birds and butterflies along an urban gradient: Surrogate taxa for assessing biodiversity? *Ecological Applications*, 9(1), 164–170.
- [38]. Blondel, J. (1995). *Biogéographie : Approche écologique et évolutive*. Paris : Masson.
- [39]. Blondel, J., Ferry, C., & Frochot, B. (1970). La méthode des indices ponctuels d'abondance (I.P.A.) ou des relevés d'avifaune. *Alauda*, 38(1), 55–71.
- [40]. Boren, J. C., Engle, D. M., Palmer, M. W., Masters, R. E., & Criner, T. (1999). Land use change effects on breeding bird community composition. *Landscape Ecology*, 14(2), 107–120.
- [41]. Bounab, C., Guergueb, E.-Y., Haddad, S., Abed, A., Zouatine, O., Biad, R., & Nouidjem, Y. (2024). First urban breeding of Trumpeter Finch (*Bucanetes githagineus*) in the Sahara Desert in Algeria. *Natural Resources and Sustainable Development*, 14(1). <https://doi.org/10.31924/nrsd.v14i1.145>.
- [42]. Brahmia, H. (2017). *Écologie de la reproduction de la Tourterelle maillée (Streptopelia senegalensis) dans la région de Guelma, Nord-Est de l'Algérie* [Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar Annaba].
- [43]. Boucif, A. (2023). *Diagnostic écologique et structure des peuplements aviens au*

- niveau des forêts de Souk Ahras (nord-est de l'Algérie) [Thèse de doctorat, Université 8 Mai 1945 Guelma].
- [44]. Bougaham, K., & Moulai, R. (2013). Première nidification de la Tourterelle turque *Streptopelia decaocto* dans le Sud algérien. *Alauda*, 81(2), 151–153.
- [45]. Boulaouad, B. A., Harzallah, B., Ayyach, K., Attouche, K., Soukkou, W., Hadj Aïssa, D., Faidi, H., & Missoum, M. (2022). A new species for Algeria, White-throated Bee-eater (*Merops albicollis*). *Ornis Hungarica*, 30(2), 195–207. <https://doi.org/10.2478/orhu-2022-0030>.
- [46]. Boudouma, A. (2005). *Étude écologique et biogéographique des milieux arides du Sahara central*.
- [47]. Boukli, H. (2007). *Étude climatologique du M'Zab : Approche comparative et tendances récentes*.
- [48]. Brown, J. W., & Mindell, D. P. (2009). Swifts, treeswifts, and hummingbirds (Apodiformes). In S. B. Hedges & S. Kumar (Éds.), *The Timetree of Life* (pp. 391–398). Oxford University Press.
- [49]. Brown, J. W., & Mindell, D. P. (2009). Phylogeny and evolution of the Falconidae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 50(1), 102–116.
- [50]. Burel, F., Baudry, J., Butet, A., Clergeau, P., Delettre, Y., Le Coeur, D., & Thenail, C. (1998). Comparative biodiversity along a gradient of agricultural landscapes in western France. *Biodiversity and Conservation*, 7(7), 905–922.
- [51]. Burgess, N. D. (1988). *Conservation in Africa: People, policies and practice*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [52]. Cambrone, K. A., Young, H. G., Gibbs, D., & Steadman, D. W. (2023). IUCN Red List status of world pigeons and doves: An updated synthesis. *Avian Conservation Journal*, 12(3), 97–115.
- [53]. Capot-Rey, R. (1952). *Essai sur la géographie du Sahara algérien*. Paris: CNRS.
- [54]. Case, S. B., & Parks, S. E. (2022). Temporal and spatial variation in urban bird responses to human presence. *Urban Ecosystems*, 25, 345–357. <https://doi.org/10.1007/s11252-021-01135-2>.
- [55]. Chedad, A., Bendjoudi, D., Beladis, B., & Guezoul, O. (2021). A comprehensive monograph on the ecology and distribution of the House Bunting (*Emberiza sahari*) in Algeria. *Frontiers of Biogeography*, 13(1), e47727. <https://doi.org/10.21425/F5FBG47727>.
- [56]. Chedad, A., Beladis, B., Bouzid, A., Bendjoudi, D., & Guezoul, O. (2021). Avian biodiversity in an artificial environment: Case of the Noumérat green band, Ghardaïa (Algerian Sahara). *Revue des BioRessources*, 11(2), 94–107.

- [57]. Chedad, H., Guezoul, S., & Guezoul, O. (2023). Mise à jour de l'avifaune de la vallée du M'zab (Sahara septentrional, Algérie). *Revue d'Ornithologie d'Afrique du Nord*, 9(1), 15–29.
- [58]. Chehma, A. (2006). *Flore et végétation des zones arides d'Algérie*.
- [59]. Chehma, A. (2011). *Hydrologie et géomorphologie du Sahara septentrional*.
- [60]. Chenchouni, H. (2011a). Diversité spécifique et structure des peuplements aviens dans les zones semi-arides d'Algérie. *European Journal of Scientific Research*, 68(2), 248–265.
- [61]. Choubane, A. (1984). *Les oiseaux d'Algérie : Étude écologique et biogéographique*. Alger: Office des Publications Universitaires.
- [62]. Ciach, M., & Fröhlich, A. (2017). Habitat type, food resources, and vegetation structure explain breeding bird diversity and density in an urban environment. *Urban Ecosystems*, 20(3), 639–647. <https://doi.org/10.1007/s11252-016-0616-9>.
- [63]. Ciminari, M., et al. (2005). Étude sur la répartition mondiale du *Columba livia*. *Ornithologia International*, 22(3), 101–110.
- [64]. Clergeau, P. (2005). *Écologie et conservation de la faune urbaine*. Paris : Tec & Doc.
- [65]. Clergeau, P., Savard, J. L., Mennechez, G., & Falardeau, G. (1998). Bird abundance and diversity along an urban–rural gradient: A comparative study between two cities on different continents. *Condor*, 100(3), 413–425.
- [66]. Clergeau, P., Jokimäki, J., & Savard, J. L. (2006). Are urban bird communities influenced by the bird diversity of adjacent landscapes? *Journal of Applied Ecology*, 38(5), 1122–1134.
- [67]. Costantini, D., & Dell'Omo, G. (2020). Effects of environmental contamination on behavior and reproductive strategies in the common kestrel (*Falco tinnunculus*). *Environmental Science and Pollution Research*, 27(23).
- [68]. Coyne, P. (1989). *Les formations géologiques du Sahara septentrional*. Paris: CNRS.
- [69]. Cramp, S. (1988). *Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palearctic, Volume V: Tyrant Flycatchers to Thrushes*. Oxford: Oxford University Press.
- [70]. Cramp, S., & Simmons, K. E. L. (1985). *Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa: The Birds of the Western Palearctic. Vol. IV: Terns to Woodpeckers*. Oxford: Oxford University Press.
- [71]. Cramp, S., & Simmons, K. E. L. (1988). *Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palearctic, Vol. V*. Oxford: Oxford University Press.

- [72]. Croci, S., Butet, A., & Clergeau, P. (2008). Does urbanization filter birds on the basis of their biological traits? *Condor*, 110(2), 223–240.
- [73]. Crane, P., & Kinzig, A. (2005). Nature in the metropolis. *Science*, 308(5726), 1225–1226.
- [74]. Capot-Rey, R. (1952). *Essai sur la géographie du Sahara algérien*. Paris : CNRS.
- [75]. D.P.S.B. (2022). *La direction de la programmation et du suivi budgétaires (D.P.S.B.) : organisation administrative et fonctionnement*.
- [76]. Dajoz, R. (1971). *Précis d'écologie*. Paris : Dunod.
- [77]. Dajoz, R. (1982). *Précis d'écologie* (3<sup>e</sup> éd.). Paris : Dunod.
- [78]. Dajoz, R. (1985). *Précis d'écologie animale*. Paris : Masson.
- [79]. Dajoz, R. (2006). *Écologie générale : Structure et fonctionnement de la biosphère*. Paris: Dunod.
- [80]. Degachi, A. (1992). *Faunistique et contribution à l'étude bioécologique des peuplements d'oiseaux dans les palmeraies d'El-Oued* (Thèse d'ingénieur en agronomie). Institut National Agronomique, El Harrach, Algérie.
- [81]. DeGraaf, R. M., Geis, A. D., & Healy, P. A. (1991). Bird populations and habitat characteristics in urban and rural environments. *Urban Ecology*, 15(2), 177–187.
- [82]. Del Hoyo, J., Elliott, A., & Sargatal, J. (1994). *Handbook of the Birds of the World, Volume 2: New World Vultures to Guinea-fowl*. Barcelone: Lynx Edicions.
- [83]. Del Hoyo, J., et al. (2020). *Handbook of the Birds of the World*. Barcelone : Lynx Edicions.
- [84]. Djebaili, S. (1978). *Étude bioclimatique du Sahara algérien*.
- [85]. Dorward, L. J. (2016). Vertebrate prey of a Fawn-coloured Lark *Calendulauda africanoides*. *Biodiversity Observations*, 7, 1–4.
- [86]. Douini, H., Djellab, R., & Benyacoub, S. (2022). Avifaune nicheuse et hivernante dans les zones semi-arides du Nord de l'Algérie. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat*, 44(1), 75–88.
- [87]. Dubois, P. (2002). *Oiseaux nicheurs et migrants d'Europe*. Paris : Delachaux et Niestlé.
- [88]. Dubost, D. (1986). *Hydrogéologie du Continental Intercalaire*. Paris : ORSTOM.
- [89]. Durant, D., Ponchon, C., & Micol, T. (2014). *La biodiversité face au changement global : Impacts et réponses adaptatives*. Paris : CNRS Éditions.

- [90]. Elafri, S., Saheb, M., & Merzoug, D. (2020). Adaptation et écologie de la crécerelle cendrée (*Falco tinnunculus*) dans les milieux urbains du nord-est algérien. *Journal of North African Ornithology*, 2(1), 35–46.
- [91]. Emberger, L. (1955). Une classification biogéographique des climats. *Recueil des Travaux des Laboratoires de Botanique, Géologie et Zoologie de la Faculté des Sciences de Montpellier*, 7, 3–43.
- [92]. Eraud, C., et al. (2011). Effet de l’urbanisation sur le phénotype de la Tourterelle turque (*Streptopelia decaocto*) dans le Nord-Est algérien. *Alauda*, 79(2), 151–153.
- [93]. Estienne, P., & Godard, A. (1970). *Le Sahara : Étude géographique*. Paris : Armand Colin.
- [94]. Etchecopar, R. D., & Hüe, F. (1964). *Les oiseaux du Nord de l’Afrique*. Paris : LeChevalier.
- [95]. Evans, D. M., Redpath, S. M., Evans, S. A., Elston, D. A., & Dennis, P. (2006). Low-intensity, mixed livestock grazing improves the breeding abundance of a common insectivorous passerine. *Biology Letters*, 2(4), 636–638.
- [96]. Faggi, A., & Caula, S. (2017). ‘Green’ or ‘Gray’? Infrastructure and Bird Ecology in Urban Latin America (pp. 79–97). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-63475-3\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-63475-3_5).
- [97]. Faurie, C., Ferra, C., & Medori, P. (2003). *Écologie : Approche scientifique et pratique*. Paris : Dunod.
- [98]. Ferry, C., & Frochot, B. (1970). Méthodes de relevés quantitatifs des populations d’oiseaux nicheurs. *Alauda*, 38(1), 55–71.
- [99]. Fischer, M. (2021). Comparative mitogenomics, phylogeny, and taxonomic implications in *Muscicapidae*. *Bulletin of the British Ornithologists’ Club*, 142(3), a12.
- [100]. Forman, R. T. T. (2014). *Urban ecology: Science of cities*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [101]. Fraissinet, E., Fonderflick, J., & Pellissier, V. (2022). Urban biodiversity and green space design in Mediterranean cities. *Urban Ecosystems*, 25(1), 112–126.
- [102]. Fresco, L. O., & Kroonenberg, S. B. (1992). Time and spatial scales in ecological sustainability. *Landscape and Urban Planning*, 20(3), 63–69.
- [103]. Fry, C. H. (2008). Family Meropidae (Bee-eaters). In J. del Hoyo, A. Elliott, & D. A. Christie (Éds.), *Handbook of the Birds of the World: Volume 5, Barn-owls to Hummingbirds* (pp. 286–341). Barcelone : Lynx Edicions.
- [104]. Gardi, R. (1973). *Le Sahara et ses dunes*. Genève : Éditions Rencontre.
- [105]. Gautier, E.-F., & Gousskov, A. (1951). *Le bassin saharien de l’Algérie*. Paris: CNRS.

- [106]. Germaine, S. S., & Wakeling, B. F. (2001). Lizard species distributions and habitat occupation along an urban gradient in Tucson, Arizona. *Biological Conservation*, 97(2), 229–237.
- [107]. Gibbs, D., Barnes, E., & Cox, J. (2001). *Pigeons and Doves: A Guide to the Pigeons and Doves of the World*. New Haven: Yale University Press.
- [108]. Gill, F., Donsker, D., & Rasmussen, P. (2025). *IOC World Bird List (Version 15)*. The International Ornithologists' Union.
- [109]. Gosselin, M., Larue, A., & Rousseau, J. (2004). *La biodiversité : Définitions, enjeux et perspectives*. Montréal: Éditions MultiMondes.
- [110]. Grim, T. (2012). Long-term tracking of migratory routes and wintering sites of the Great Reed Warbler (*Acrocephalus arundinaceus*). *Ornis Fennica*, 89(3), 187–196.
- [111]. Guerzou, A., Guerzou, M., Derdoukh, W., Souttou, K., & Doumandji, S. (2019). *Corvus corax* diet composition in different agricultural lands in Algeria. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 67(1), 41–57. <https://doi.org/10.11118/actaun201967010041>.
- [112]. Guerzou, A. (2013). *Aspects de la bioécologie adaptative du Grand Corbeau Corvus corax dans quelques milieux en Algérie : alimentation et reproduction* [Thèse de doctorat, École Nationale Supérieure Agronomique, Alger].
- [113]. Guillaumet, A., Crochet, P.-A., & Godelle, B. (2005). Phenotypic variation in *Galerida* larks in Morocco: The role of history and natural selection. *Molecular Ecology*, 14(12), 3809–3821.
- [114]. Haase, D. (2003). Does urban sprawl drive changes in the water balance and policy responses? *Landscape and Urban Planning*, 64(1–2), 1–14.
- [115]. Hanane, S. (2010). Reproduction et distribution de la Tourterelle des bois (*Streptopelia turtur*) au Maroc. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences de la Vie*, 32, 43–50.
- [116]. Hasan, M., Khan, M. M. H., & Ludlow, J. (2019). Breeding record of Common Hoopoe *Upupa epops* at Satchari National Park in northeastern Bangladesh. *BirdingASIA*, 31, 136–140.
- [117]. Heim de Balsac, H., & Mayaud, N. (1962). *Les Oiseaux du Nord-Ouest de l'Afrique : Distribution géographique, écologie, migration, reproduction*. Paris : Éditions Paul Lechevalier.
- [118]. Heinzel, H. (2004). *Guide ornithologique d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient*. Paris.
- [119]. Hodar, J. A. (1995). Diet of the Black Wheatear *Oenanthe leucura* in two shrub steppe zones of south-eastern Spain. *Alauda*, 63(3), 229–235.

- [120]. Honza, M., & Literak, I. (1997). Migration and wintering of the Great Reed Warbler *Acrocephalus arundinaceus* in Europe and Africa. *Ring*, 19(2), 111–123.
- [121]. Idnan, M., Alomari, M., & Mohsen, L. (2020). Population and distribution of *Upupa epops* in selected areas of Jordan. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 13(1), 41–46.
- [122]. Isenmann, P., & Moali, A. (2000). *Oiseaux d'Algérie*. Paris : Société d'Études Ornithologiques de France.
- [123]. Jobling, J. A. (2010). *Helm Dictionary of Scientific Bird Names: From Aalge to Zusii*. London : Christopher Helm.
- [124]. Kadi, M., & Korichi, A. (1993). *Étude faunistique du Sahara septentrional*. Université d'Alger.
- [125]. Kafi, F. (2015). *Structure et écologie des Tourterelles nicheuses dans l'extrême Nord-Est de l'Algérie* [Thèse de doctorat, Université 8 Mai 1945 Guelma].
- [126]. Kahl, M. P. (1987). *Storks, Ibises and Spoonbills of the World*. Academic Press.
- [127]. Kemassi, M., Benaradj, T., & Bensamoune, M. (2014). Étude ethnobotanique dans la région du M'zab (Ghardaïa, Algérie). *Revue d'Écologie du Sahara*, 6(2), 77–88.
- [128]. Khene, B. (2013). *Géomorphologie et hydrologie de la vallée du M'zab* [Thèse de doctorat, Université de Ghardaïa].
- [129]. Kérautret, F. (1967). Le pigeon biset en Kabylie : adaptation et distribution. *Revue d'Ornithologie d'Afrique du Nord*, 6(2), 111–121.
- [130]. Kurucz, K., Ciach, M., & Fröhlich, A. (2021). Urbanization gradient as a tool for studying bird communities: Species richness, abundance, and diversity in Polish towns. *Urban Ecosystems*, 24(5), 1051–1061.
- [131]. Kushlan, J. A., & Hancock, J. A. (2005). *The Herons: Ardeidae*. Oxford University Press.
- [132]. Kushwaha, S., & Kumar, A. (2018). Status and conservation of storks in North India: Impact of habitat fragmentation. *Asian Journal of Conservation Biology*, 7(1), 45–54.
- [133]. Laallam, H., Bensalem, F., & Belarbi, A. (2024). Flore mellifère saharienne et potentialités apicoles de Ghardaïa. *Revue Saharienne de Biodiversité*, 3(1), 55–67.
- [134]. Ledant, J. J., Jacob, J. P., Malher, F., Olivier, R., Roche, J., & Sauvage, J. (1983). Liste commentée des oiseaux d'Algérie. *Alauda*, 51, 135–190.
- [135]. Lefranc, N. (1993). *Les pies-grièches d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient*. Paris : Delachaux et Niestlé.
- [136]. Le Berre, M. (1989). *Faune du Sahara : Poissons, amphibiens et reptiles*. Paris: Le Chevalier.

- [137]. Lehnert, E. R. (2019). Conservation status and threats of Rallidae: A global assessment.
- [138]. Le Houérou, H. N. (1990). The role of shrubs and trees in the management of the arid zone ecosystems of Africa. *Forest Ecology and Management*, 36(1), 1–35.
- [139]. Lelubre, M. (1952). *Géologie du Sahara central et septentrional*. Paris: CNRS.
- [140]. Lemke, H. W., Töpfer, T., & Bairlein, F. (2020). Habitat selection and activity patterns of migratory birds during stopover in urban environments. *Urban Ecosystems*, 23(6), 1389–1402. <https://doi.org/10.1007/s11252-020-00980-0>.
- [141]. Leveau, L. M., Bellocq, M. I., & Sandström, U. G. (2017). Urbanization and the structure of bird communities: Habitat classification versus gradient analysis. *Landscape and Urban Planning*, 166, 48–57.
- [142]. Legendre, P., & Legendre, L. (1979). *Écologie numérique*. Paris : Masson.
- [143]. Lougbegnon, T. O., Codjia, J. T. C., & Mensah, G. A. (2011). Diversité et abondance des oiseaux dans les agglomérations du Sud-Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5(2), 707–721.
- [144]. Maestre, F. T., Salguero-Gómez, R., & Quero, J. L. (2016). It is time to abandon the “arid and semiarid” concept. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(8), 456–457.
- [145]. Malher, F., & Magne, P. (2010). *Guide des oiseaux des villes et villages de France*. Paris : Delachaux et Niestlé.
- [146]. Mammeria, D., Lamessa, L., & Bendib, A. (2012). Breeding success of White Stork (*Ciconia ciconia*) in El Tarf region, northeastern Algeria. *Zoological Bulletin*, 38(2), 75–82.
- [147]. Martínez, P. (2024). *Planification urbaine et conservation de la biodiversité : Stratégies intégrées pour les milieux sahariens*. Alger : Université de Blida.
- [148]. Marti, C. D., Poole, A. F., & Bevier, L. R. (2005). Barn Owl (*Tyto alba*). In A. F. Poole (Éd.), *The Birds of North America Online*. Cornell Lab of Ornithology.
- [149]. Marzluff, J. M., & Angell, T. (2005). *In the Company of Crows and Ravens: A Natural History*. Yale University Press.
- [150]. Marzluff, J. M., Bowman, R., & Donnelly, R. (Éds.). (2001). *Avian ecology and conservation in an urbanizing world*. Boston: Springer.
- [151]. McDonnell, M. J., & Pickett, S. T. A. (1990). Ecosystem structure and function along urban–rural gradients: An unexploited opportunity for ecology. *Ecology*, 71(4), 1232–1237.
- [152]. McKinney, M. L. (2006). Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*, 127(3), 247–260.

- [153]. Melles, S. J. (2005). Urban bird diversity and habitat heterogeneity. *Ecography*, 28(6), 641–650.
- [154]. Merabet, F., Bouhired, M., & Sadaoui, S. (2011). Urbanisation et dynamiques environnementales au Sahara septentrional. *Revue d'Écologie du Sahara*, 5(2), 65–78.
- [155]. Mermet, L., & Poux, X. (2000). *La gestion concertée des ressources et de l'environnement*. Paris.
- [156]. Mesbahi, L., & Naam, A. (1995). Contribution à l'étude de la faune de la palmeraie du Souf et synthèse des travaux faunistiques effectués au Sud algérien. Institut d'agronomie saharienne, Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie.
- [157]. Meunier, F., Kadri, M., & Ahmim, M. (2020). Les mammifères du Sahara algérien : Adaptations et diversité. *Revue Nord-Africaine de Zoologie*, 2(1), 45–60.
- [158]. Michelot, J., & Laurent, M. (1988). Répartition du *Columba livia* dans le Nord de l'Algérie. *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles d'Algérie*, 34, 57–65.
- [159]. Milla, R. (2008). *Les oiseaux dans les écosystèmes : Fonctions écologiques et rôles trophiques*. Toulouse : Presses Universitaires du Midi.
- [160]. Miller, J. R., & Hobbs, R. J. (2002). Conservation where people live and work. *Conservation Biology*, 16(2), 330–337.
- [161]. Moali-Grine, N., Djorfi, S., & Grine, L. (2013). Success of colonization and adaptation of the White Stork (*Ciconia ciconia*) in northeastern Algeria. *Alauda*, 81(2), 231–240.
- [162]. Monod, T. (1992). *Le Sahara immense et fragile*. Paris : Nathan.
- [163]. Murav'ev, I. V., & Artemieva, E. A. (2014). Geographical distribution, nesting biotopes and quantity of Yellow Wagtail *Motacilla flava* in the Middle Volga region. *Vestnik Moskovskogo Universiteta, Ser. 16 Biology*.
- [164]. Ndayikengurukiye, A. (2005). *Les oiseaux en milieu urbain : Adaptations et comportements* [Thèse de doctorat, Université de Liège].
- [165]. Nedjar, R., Guergueb, E.-Y., Haddad, S., & Nouidjem, Y. (2024). First confirmed breeding record of the Eastern Olivaceous Warbler (*Iduna pallida reiseri*) in Ghardaïa region, Algerian Sahara. *Natural Resources and Sustainable Development*, 14(1), 111–116. <https://doi.org/10.31924/nrsd.v14i1.153>.
- [166]. O.N.M. (2023). *Données climatologiques, station météorologique de Ghardaïa*. Algérie : Office National de la Météorologie.
- [167]. Obrist, M. K., Boesch, R., & Flückiger, P. F. (2012). Seasonal variation of bird diversity in urban areas. *Landscape and Urban Planning*, 104(3–4), 230–239.
- [168]. Okosodo, E. F. (2018). Assessment of the abundance and habitat use of White Stork (*Ciconia ciconia*) in Nigeria. *Journal of Ornithology and Birding*, 25(2), 157–164.

- [169]. Ormerod, S. J., & Watkinson, A. R. (2000). Birds and riverine habitats: Ecosystem indicators. *Hydrobiologia*, 422–423, 305–325.
- [170]. Orsini, M. (1994). La Fauvette mélanocéphale (*Sylvia melanocephala*), espèce typiquement méditerranéenne : distribution et écologie en France. *Alauda*, 62, 27–35.
- [171]. Oulad Heddar, M. (2021). *Utilisation des systèmes d'information géographique (SIG) et de la télédétection dans la gestion des ressources naturelles en milieu saharien : Cas de la région de Ghardaïa* [Thèse de doctorat, Université de Ghardaïa].
- [172]. Ozenda, P. (1983). *Flore et végétation du Sahara*. Paris : CNRS.
- [173]. Ozenda, P. (1991). *Les végétaux dans la biosphère saharienne*. Paris : CNRS.
- [174]. Ozenda, P. (2004). *Végétation du Sahara : Désert et zones arides d'Afrique du Nord*. Paris : CNRS.
- [175]. Périquet, J. (1998). Le pigeon biset (*Columba livia*) : biologie, histoire et domestication. *Cahiers d'Ornithologie*, 20(4), 75–84.
- [173]. Pickett, S. T. A., Cadenasso, M. L., & Grove, J. M. (2011). Urban ecological systems: Scientific foundations and a decade of progress. *Journal of Environmental Management*, 92(3), 331–352.
- [176]. Plass, J., & Wunderle, J. M. (2013). Urbanization effects on bird communities in northeastern Puerto Rico. *Urban Ecosystems*, 16(2), 279–298.
- [177]. Prihandi, R., & Nurvianto, D. (2022). Urban bird diversity: Comparison of green spaces, intermediate zones, and built environments. *Biodiversitas*, 23(1), 392–401. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230150>.
- [178]. Quézel, P., & Santa, S. (1962). *Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales* (Tomes 1–2). Paris: CNRS.
- [179]. Rajković, D. (2021). Population dynamics of the White Stork (*Ciconia ciconia*) in Serbia. *European Journal of Ecology*, 7(1), 13–21.
- [180]. Ramade, F. (1984). *Éléments d'écologie : Écologie fondamentale*. Paris : Éditions Ediscie.
- [181]. Raymond, J. (1983). *Hydrologie des zones arides du Sahara*. Paris : CNRS.
- [182]. Ravussin, P., Géroudet, P., & Jacquemin, B. (2007). Le statut démographique du Bruant ortolan (*Emberiza hortulana*) et d'autres passereaux rares en Suisse. *Nos Oiseaux*, 54(1), 3–24.
- [183]. Reichlin, T. S., Schaub, M., Mermod, M., Spaar, R., & Jenni, L. (2009). Migration patterns of Hoopoe (*Upupa epops*) and Wryneck (*Jynx torquilla*): An analysis of European ring recoveries. *Journal of Ornithology*, 150(4), 861–869.

- [184]. Rogeon, G., & Sordello, R. (2012). *Synthèse bibliographique : Gobemouche gris*. MNHN.
- [185]. Rodrigues, M., Figueira, R., & Matias, M. (2018). Green spaces and bird diversity in Mediterranean cities. *Urban Forestry & Urban Greening*, 33, 55–64.
- [186]. Sadaoui, H. B. (2018). *Inventaire et écologie des oiseaux nicheurs dans la ville de Guelma (Nord-est de l'Algérie)* [Thèse de doctorat, Université Larbi Ben M'hidi – Oum El Bouaghi, Algérie].
- [187]. Sadine, S., Khelifa, R., & Doumandji, S. (2014). Étude faunistique et écologique des coléoptères du Sahara algérien. *Revue des Sciences et Technologies*, 25, 85–98.
- [188]. Safriel, U., & Adeel, Z. (2005). Dryland systems. In R. Hassan, R. Scholes, & N. Ash (Eds.), *Ecosystems and human well-being: Current state and trends* (pp. 623–662). Washington, DC: Island Press.
- [189]. Samraoui, B., & Samraoui, F. (2008). An ornithological survey of the wetlands of Algeria: Important Bird Areas, Ramsar sites and threatened species. *Wildfowl*, 58, 71–96.
- [190]. Sandström, U. G., Angelstam, P., & Mikusiński, G. (2006). Ecological diversity of birds in relation to the structure of urban green space. *Landscape and Urban Planning*, 77(1–2), 39–53. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.01.004>.
- [191]. Sanz, J. J., & Caula, S. (2015). Effects of urbanization on the avian community in Mediterranean cities. *Urban Ecosystems*, 18(2), 298–313.
- [192]. Schield, D. R., Brown, J., Carter, J., Safran, R. J., et al. (2024). Phylogeny and historical biogeography of the swallow family *Hirundinidae* inferred from thousands of ultraconserved element loci. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2024>.
- [193]. Schmidt, A., & Edwards, T. (2022). Effects of perennial wildflower strips and landscape structure on birds in intensively farmed agricultural landscapes. *Basic and Applied Ecology*, 63, 1–10.
- [194]. Schubert, M. (1971). Vocalization structure and communication in the Chiffchaff *Phylloscopus collybita*. *Journal für Ornithologie*, 112(1), 23–41.
- [195]. Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana, IL: University of Illinois Press.
- [196]. Sharma, N. (2017). First record of Rufous-tailed Scrub Robin *Cercotrichas galactotes* from Jammu & Kashmir, India. *Journal of Threatened Taxa*, 9(9), 10726–10728.
- [197]. Sharma, V., Kumar, R., & Mishra, S. (2024). Ecology and population trends of storks in the Ganges Basin, India. *Bird Research International*, 22, 22–31.
- [198]. Shochat, E., Warren, P. S., Faeth, S. H., McIntyre, N. E., & Hope, D. (2006). From

- patterns to emerging processes in mechanistic urban ecology. *Trends in Ecology & Evolution*, 21(4), 186–191.
- [199]. Si Bachir, A. (2005). *Écologie du Héron garde-bœufs (Bubulcus ibis ibis) dans la région de Béjaïa (Kabylie de la Soummam, Algérie)* [Thèse de doctorat, Université Paul Sabatier, Toulouse].
- [200]. Stichmann-Marny, C., Rupp, J., & Marny, F. (1997). *Les oiseaux et leurs milieux*. Lausanne : Delachaux et Niestlé.
- [201]. Svensson, L. (1992). *Identification Guide to European Passerines* (4<sup>e</sup> éd.). Stockholm: The author.
- [202]. Taïbi, A., Souttou, K., Bendjoudi, D., Doumandji, S., & Ababsa, L. (2011). Biomasse relative des proies de la pie-grièche méridionale (*Lanius meridionalis algeriensis*) dans la partie orientale de la Mitidja (Algérie). *Lebanese Science Journal*, 12(1).
- [203]. Taylor, B., & van Perlo, B. (1998). *Rails: A Guide to the Rails, Crakes, Gallinules and Coots of the World*. Pica Press.
- [204]. Tirichine, S. (2010). *Étude floristique et écologique de la vallée du M'zab* [Thèse de doctorat, Université Kasdi Merbah – Ouargla, Algérie].
- [205]. Tratalos, J., Fuller, R. A., Evans, K. L., Davies, R. G., Newson, S. E., Greenwood, J. J., & Gaston, K. J. (2007). Bird densities are associated with household densities. *Global Change Biology*, 13(8), 1685–1695.
- [206]. Va, V., Päckert, M., Cibois, A., Fumagalli, L., & Roulin, A. (2018). Comprehensive molecular phylogeny of barn owls and relatives (Family Tytonidae), and their six major Pleistocene radiations. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 125, 127–137.
- [207]. van Wijk, R. E., Schaub, M., & Hahn, S. (2016). Repeatability of individual migration routes, wintering sites and timing in Hoopoes. *Ecology and Evolution*, 6(24), 8678–8687.
- [208]. Vial, L., & Vial, M. (1974). *Les insectes du Sahara algérien*. Alger: SNED.
- [209]. Virupaksha, K., Shrihari, S., Madhyastha, M. N., & Narayan, K. S. B. (2009). A new diversity index for evaluation of environmental quality. *Journal of Environmental Research and Development*, 4(1), 254–257.
- [210]. Voelker, G., Huntley, J. W., Peñalba, J. V., & Bowie, R. C. K. (2016). Resolving taxonomic uncertainty and historical biogeographic patterns in *Muscicapa* flycatchers and their allies. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 94(Pt B), 618–625.
- [211]. Voous, K. H. (1960). *Atlas of European Birds*. London: Nelson.
- [212]. Wang, Y., Chen, Y., & Liu, Y. (2017). Home-range and habitat selection of the Common Hoopoe (*Upupa epops*) during breeding season in Northeast China. *Chinese Birds*, 8(2), 129–137.

- [213]. Whelan, C. J., Wenny, D. G., & Marquis, R. J. (2008). Ecosystem services provided by birds. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1134(1), 25–60.
- [214]. White, F. (1986). *The vegetation of Africa*. Paris: UNESCO.
- [215]. Whitford, W. G. (2002). *Ecology of desert systems*. San Diego : Academic Press.
- [216]. Wilson, E. O., & Peter, F. M. (Éds.). (1988). *Biodiversity*. Washington, DC : National Academy Press.
- [217]. Wolff, A., Paul, J. P., Martin, J. L., & Bretagnolle, V. (2018). Urbanization effects on breeding birds in Mediterranean cities: Patterns and mechanisms. *Journal of Avian Biology*, 49(6), e01555. <https://doi.org/10.1111/jav.01555>.
- [218]. Xu, Y., Si, X., Baselga, A., Ding, P., & Päckert, M. (2018). Bird species diversity and turnover along an urban–rural gradient in Hangzhou, China. *Journal of Ornithology*, 159(3), 881–893. <https://doi.org/10.1007/s10336-018-1566-8>.
- [219]. Yang, J., Li, S., & Xu, C. (2020). Effects of urban landscape heterogeneity on bird diversity. *Ecological Indicators*, 113, 106–123.
- [220]. Young, H. G., Ramirez, C. P., Cambrone, K. A., & Gibbs, D. (2024). *Global conservations*.
- [221]. Zemmouri, N. (2008). *Biologie et écologie de la reproduction de la Tourterelle des bois (Streptopelia turtur arenicola) dans l'Algérois et en Kabylie (Algérie)* [Thèse de doctorat, École Nationale Supérieure Agronomique, Alger].
- [222]. Zergoun, A. (1991). *Faune du Sahara algérien : Étude écologique et biogéographique*. Université d'Alger.
- [223]. Zergoun, A. (1994). *Étude de la flore saharienne et des palmeraies du M'zab*. Université d'Alger.
- [224]. Zlatozar Boev. (2020). Fossil and subfossil records and recent status of shrikes (*Passeriformes* : *Laniidae*) in Bulgaria. *Historia naturalis bulgarica*, 41, 77–81. <https://doi.org/10.48027/hnb.41.10001>