

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université 8 Mai 1945 Guelma



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers  
Département d'Écologie et Génie de l'Environnement  
Laboratoire de domiciliation Laboratoire de Biologie, Eau et Environnement (LBEE)

## THÈSE

En Vue de l'Obtention du Diplôme de  
Doctorat en Troisième Cycle

Domaine : **Sciences de la Nature et de la Vie** Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Eco-Ethologie

Présentée par

**MARREF Cherine**

*Intitulée*

**Ecologie du peuplement avien des zones humides de la Wilaya de Batna  
(Hauts Plateaux de l'Est de l'Algérie)**

Soutenue le : 04/06/2025

Devant le Jury composé de :

Nom et Prénom	Grade		
Mme. BAALOUJ Affef	Prof.	Univ. de Guelma	Président
Mr. HOUHAMDI Moussa	Prof.	Univ. de Guelma	Encadreur
Mr. BEZZALLA Adel	MCA	Univ. de Batna 2	Co-encadreur
Mr. CHAFAA Smail	Prof.	Univ. de Batna 2	Examineur
Mme. SANSRI Soraya	MCA	Univ. de Guelma	Examineur
Mr. ATHAMNIA Mohammed	MCA	Univ. de Guelma	Examineur
Mr. AOUISSI Hani Amir	MRA	Univ. de Annaba	Invité

Année Universitaire : 2024/2025

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

The image displays the Basmala in a stylized, bold black calligraphic font. The text is oriented vertically, reading from right to left. Each letter is intricately connected to the next. Five long, vertical arrows point upwards from the top of the calligraphy, indicating the direction of the primary strokes. Small numbers (1, 2, 3) and arrows are placed at various points along the letters to denote the sequence and direction of individual pen strokes. The overall composition is clean and instructional, set against a plain white background.

# Dédicaces

## *À mes très chers parents Mouhamed et Zhira*

*Je leur exprime ma plus profonde reconnaissance pour la tendresse, les sacrifices et leur amour*

*Qu'ils m'ont prodigués au long de ma vie. Leur soutien morale et financière a constitué une source de force et de motivation, sans laquelle ce travail n'aurait pu voir le jour.*

## *À mon très cher époux "Laid"*

*Quand je t'ai connu, j'ai trouvé l'homme de ma vie, mon âme sœur et la lumière de mon chemin. Ma vie à tes cotés est remplie de belles surprises. Tes sacrifices, ton soutien moral et matériel, ta gentillesse sans égal, ton profond attachement m'ont permis de réussir mes études. Sans ton aide, tes conseils et tes encouragements ce travail n'aurait vu le jour.*

## *À "ma fille unique Aridj Yasmine"*

*Que dieu la protégée et la gardée auprès de moi. Elle est ma source inépuisable de joie, de bonheur et d'inspiration*

## *À tous mes très chers frères et sœurs et leurs maris*

*Dr. Salah Eddine; Fouzi; Kenza; Khalil; Wissam; Mouhamed; Dida; Fares; Mira; Maher et Katia Ahlem.*

## *À toutes mes chères nièces et mon neveu les bien aimées*

*Maria Razane ; Maya sérine ; Aline ; Layane ; Mélina ; Ismahane ; Nina et Khalil*

## *À mes très chères amis " Les Biologistes "*

*Dalel ; Djamila ; Salima ; Asma ; Meriem ; Sonia ; Amel ; Fouzia ; Nawal ; Yasmine ; Ahlem et toute l'équipe des ingénieurs aux laboratoires universitaires de l'Université de Batna 2, Pour leur soutien continu, leur amitié sincère et leur solidarité inestimable.*

## *À ma belle-famille*

*Ma belle-mère ; mes belles-sœurs et mes beaux-frères et leurs enfants sans exception.*

## *À la mémoire*

*De mes grands-pères et mes grades-mères, mon oncle Omar et Saïd, mon beau-père Ferhat et mon beau-frère Kamel. À qui j'adresse mes pensées les plus respectueuses et distinguées.*

## *À mon directeur de thèse*

*Professeur HOUHAMDJI Moussa, Pour sa direction précieuse, ses conseils éclairés et son soutien indéfectible tout au long de ce travail.*

## *À mon co-directeur de thèse*

*Dr. BEZZALLA Adel, pour leurs bienveillances et leur soutien constant.*

## *À mes collègues de la promo 2019*

*Sarah ; Chanéze ; Selma ; Meriem, Sarah ; Mr. Yacine ; Mr. Aïssa et Mr. Nazim.*

# Remerciement

À l'issue de ce travail, je souhaite exprimer ma reconnaissance la plus sincère et mes plus profonds remerciements à toutes les personnes qui ont, de près ou de loin, contribué à la réalisation de cette thèse. Quelques remerciements particuliers s'imposent :

Je tiens à adresser mes plus chaleureux remerciements à mon directeur de thèse **Professeur HOUHAMDJI Moussa**, de l'Université 8 Mai 1945 de Guelma, pour m'avoir accordé l'honneur de diriger ce travail. Véritable pionnier de l'écologie à l'Université de 8 Mai 1945 de Guelma, il a toujours su répondre à mes interrogations Éco-Éthologiques avec rigueur et pertinence. Son regard affûté et sa bienveillance ont permis d'identifier et de corriger mes erreurs tout au long de cette recherche. Je lui suis infiniment reconnaissant pour sa patience, ses encouragements et, surtout, pour la générosité de son soutien.

À **Dr. BEZZALLA Adel**, Maître de conférences à l'Université Batna 2, mon co-directeur de thèse, je souhaite exprimer ma gratitude pour l'aide précieuse, les conseils éclairés et le soutien constant qu'il m'a apportés tout au long de cette aventure scientifique.

Mes remerciements les plus sincères vont aussi aux membres du jury, qui ont accepté d'évaluer mon travail et d'enrichir sa qualité scientifique par leurs critiques constructives. En particulier :

**Mme. BAALOU DJ Affef**, Professeur à l'Université de 8 Mai 1945 Guelma, Présidente ;  
**Mr. BARA Mouslim**, Professeur à l'Université de 8 Mai Guelma, Examineur ;  
**Mme. SANSRI Soraya**, Maître de conférences classe A à l'Université de 8 Mai Guelma, Examinatrice ;  
**Mr. CHAFAA Smail**, Professeur à l'Université de Batna 2, Examineur ;  
**Mr. AOUISSI Hani Amir**, Maître de recherche au Centre de Recherche sur l'Environnement à Annaba, Invité.  
Un immense merci à **Mr. MARREF Salah Eddine**, Maître de conférences A ; **Mr. MELAKHSSOU Mohamed Akram**, Maître de conférences A ; **Mr. GHAZI Cherif**, Maître de conférences A et **Mr. ARAR Abdelkarim**, Maître de conférences A, pour leurs conseils éclairés, leur soutien généreux et leur engagement constant dans l'accompagnement de ce travail ;

Je tiens également à exprimer ma profonde gratitude à toute l'équipe de notre laboratoire de recherche Biologie, Eau & Environnement et tout particulièrement **M<sup>lle</sup> Leila**, pour leur collaboration inestimable et leur bienveillance.

**Mr. Abd ENNABI Ahmed** et **Mr. CHATRI Morad**, pour leur collaboration sur terrain.

Enfin, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à tous les riverains de l'Éco-complexe Gadaïne et du Chott Djendli. Leur accueil, leur générosité et leur disponibilité ont été d'une grande aide pour la réalisation de ce modeste travail.

# Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

<b>Résumé</b>	
<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Zone D'étude</b>	
I.1. Généralités sur les zones humides de l'Est l'Algérie	5
I.2. Présentation de la zone d'étude	5
I.3. Réseau hydrographique	7
I.4. Climat	8
1.4.1. Pluviométrie	8
1.4.2. Température	9
1.4.3. Humidité relative	9
1.4.4. Vent	10
1.4.5. Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnols	10
1.4.6. Quotient pluviométrique d'Emberger	11
I.5. Flore	14
I.6. Faune	14
I.7. Occupation actuelle des sols	14
<b>Chapitre II: Matériel et méthodes</b>	
II.1. Objectifs et période d'étude	16
II.2. Matériel utilisé	16
II.3. Méthode de travail	17
II.3.1. Choix des postes d'observation de l'avifaune	17
II.3.2. Méthodes utilisées	17
II.3.3. Statuts écologiques	17
II.3.3.1. Statut phénologique	17
II.3.3.2. Catégorie écologique	18
II.3.3.3. Statut trophique	18
II.3.3.4. Catégorie de protection	18
II.3.4. Exploitation des données par des indices écologiques	18
II.3.4.1. Richesse spécifique (S)	18

II.3.4.2. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')	19
II.3.4.3. Indice d'équitabilité (E)	19
II.3.5. Test Chi carré de Pearson ( $\chi^2$ )	20
II.3.6. Analyse multifactorielle (AMF)	20
II.3.7. Directives et instructions à respecter sur le terrain	20
<b>Chapitre III : Résultats et discussion</b>	
III.1. Statuts écologiques de l'avifaune de l'Éco-complexe Gadaïne et le Chott Djendli	23
III.1.1. Inventaire ornithologique	23
III.1.2. Statuts écologiques de l'Éco-complexe Gadaïne et de Chott de Djendli	33
III.1.2.1. Statuts phénologiques	33
III.1.2.2. Groupes écologiques	34
III.1.2.3. Type faunique	34
III.1.2.4. Types trophiques	35
III.1.2.5. Catégories de protection	36
III.2. Les indices écologiques	38
III.2.1. Abondance	38
III.2.2. Richesse spécifique	40
III.2.3. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')	47
III.2.4. Indice d'équitabilité	48
III.2.5. Test de Chi carré de Pearson ( $\chi^2$ )	50
III.2.6. Analyse Multifactorielle des statuts bioécologiques	50
III.3. Phénologie et modalités d'occupation et de distribution spatio-temporelle de l'avifaune dans l'Éco-complexe Gadaïne et Chott Djendli	53
III.3.1. Anatidae	53
III.3.2. Scolopacidae	58
III.3.3. Charadriidae	61
III.3.4. Récurvirostridae	64
III.3.5. Laridae	66
III.3.6. Accipitridae	69
III.3.7. Falconidea	71
III.3.8. Burhinidae	73
III.3.9. Rallidea	75
III.3.10. Gruideae	77
III.3.11. Corvidae	79
III.3.12. Motacillidae	80

III.3.13. Threskiornithidae	83
III.3.14. Ardéidae	85
III.3.15. Phœnicoptéridae	87
III.3.16. Podicipedidae	90
III.3.17. Phalacrocoracidae	91
III.3.18. Strigidae	93
III.3.19. Ciconiidae	94
III.3.4. Discussion	97
<b>Conclusion Générale</b>	<b>102</b>
<b>References bibliographiques</b>	<b>108</b>
<b>Annexes</b>	<b>127</b>

## Liste des abréviations

°C : Degré Celsius  
1 : Annexe I  
1 : l'année de suivi 2019-2020  
2 : l'année de suivi 2020-2021  
A : Convention d'Alger (AU,1969)  
Abn. : Abundance  
AM: Ancien Monde  
AMF : Analyse multifactorielle  
Arc. : Arctique  
C : Convention CITES (CITES, 1994)  
C: Cosmopolite  
Catégories de la Liste rouge de l'UICN (IUCN, 2017)  
CDJ : Le Chott Djendli  
CPr. : Catégorie de Protection  
Cr : Charognard  
Cv : Carnivores  
D : Lois Algériennes  
E : Indice d'Équitabilité  
ECG : L'Éco-complexe Gadaïne  
EN : Espèce En Danger  
EN : Estivant nicheur  
ET : Européen-Turkestanien  
Eth. : Éthiopien  
Fig. : Figure  
Fig. : Figure  
GE : Groupe écologique  
H : Humidité  
H: Holarctique  
H' : Indice de diversité de Shannon- Weaver  
H'.1 : Indice de diversité de Shannon- Weaver de la zone humide de l'Éco-complexe Gadaïne  
H'.2 : Indice de diversité de Shannon- Weaver au Chott Djendli  
Hb : Herbivores  
IA : Indo-Afrique  
Ins : Insectivores  
Inv : Consommateur des invertébrés  
L : Convention de Barcelone (CEC, 1999)  
LC : Oiseau Préoccupation mineure  
M : Méditerranéen  
MEPS : Migrateur estivant avec une population sédentaire  
MH : Migrateur hivernant  
MHPS : Migrateur hivernant avec une population sédentaire  
mm : Millimètre

Mois.0 : Mois de l'année 2019  
Mois.1 : Mois de l'année 2020  
Mois.2 : Mois de l'année 2021  
N : Convention de Bonn (Vagg, 2009)  
NT : Espèce Quasi-menacée  
OE : Oiseaux d'eau  
OF : Oiseaux forestiers  
OHO : Oiseaux d'habitats ouverts  
OHU : Oiseaux des habitats urbains  
Om : Omnivores  
P : Piscivores  
P : Précipitations  
P: Paléarctique  
Pp : Polyphages  
Px : Paléoxérique  
R : Convention de Berne (COE, 1982)  
R.S : Richesse Spécifique  
R2 : Annexe II  
R3 : Annexe III.  
S : Richesse spécifique  
S : Sarmatique  
S : Sédentaire  
Sb : Sibérien  
SPh : Statut phénologique  
ST : Statut trophique  
T : Température  
Tab. : Tableau  
TF: Type Faunique  
TM : Turco-Méditerranéen  
V : Vitesse du vent  
VO : Visiteur occasionnel  
VU : Oiseau Vulnérable  
W : AEWa (AEWA, 2008)  
 $\chi^2$  : Test Chi carré de Pearson

## Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau 1	Nomenclature Binomiale des populations aviennes inventoriées dans L'ECG et CDJ	25
Tableau 2	Phénologie hivernale et estivale des espèces fréquentant l'Éco-complexe Gadaine et Chott Djendli (2019-2020 et 2020-2021)	45

## Liste des Figues

N°	Titre	Page
Figure 1	Situation géographique des zones humides étudiées (réalisées par Dr. ARAR A.)	6
Figure 2	Vues générales des zones étudiées	7
Figure 3	Moyennes annuelles des précipitations mensuelles (mm) durant la période (1979-2021) ; (A) L'Éco-complexe Gadaïne, (B) Chott Djendli.	9
Figure 4	Températures minimales et maximales mensuelles en (°C); dans L'ECG et CDJ durant la période 1979-2021	9
Figure 5	L'humidité relative de l'air (%) des moyennes mensuelles des deux plans d'eau pendant la période 1979-2021	10
Figure 6	Vitesses moyennes du vent en (Km/h) des deux plans d'eau durant la période 1979-2021	10
Figure 7	Diagramme ombrothermique des deux zones humides étudiées durant la période 1979-2021	11
Figure 8	Positionnement de l'Éco-complexe de Gadaïne et le Chott de Djendli dans le Climagramme d'Emberger durant la période (1979-2021).	13
Figure 9	Matériel utilisé sur terrain (Cliché MARREF Cherine)	16
Figure 10	Quelques espèces nicheuses observées dans l'Éco-complexe Gadaïne	24
Figure 11	Les statuts phénologiques de la population aviaire durant les années de suivi (2019-2020 et 2020-2021)	33
Figure 12	Les groupes écologiques de la population aviaire durant les deux années de suivi (2019-2020 et 2020-2021)	34

<b>Figure 13</b>	<b>Les types fauniques de la population aviaire durant les deux années de suivi (2019-2020 et 2020-2021)</b>	<b>35</b>
<b>Figure14</b>	<b>Les types trophiques de l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli durant les deux années de suivi (2019-2021)</b>	<b>36</b>
<b>Figure 15</b>	<b>Statuts de protection par la loi algérienne et Liste rouge de l'UICN de l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli durant les deux années de suivi (2019-2021)</b>	<b>37</b>
<b>Figure 16</b>	<b>Fluctuation des effectifs des oiseaux observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>40</b>
<b>Figure 17</b>	<b>Fluctuation de la richesse spécifique des oiseaux observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>43</b>
<b>Figure 18</b>	<b>Richesse spécifique l'avifaune aquatique dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>44</b>
<b>Figure 19</b>	<b>Évolution temporelle de l'indice de diversité de Shannon-Weaver dans l'Éco-complexe de Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021).</b>	<b>48</b>
<b>Figure 20</b>	<b>Variation temporelle de l'Indice d'équitabilité des oiseaux dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021).</b>	<b>49</b>
<b>Figure 21</b>	<b>Superposition des centres des quatre groupes écologiques d'oiseaux sur la factorielle commune 1-2 de l'AMFA : Coordonnées des nuages partiels (axes F1 et F2) des statuts bioécologiques pour chaque groupe écologique.</b>	<b>52</b>
<b>Figure 22</b>	<b>Représentation superposée des centres des quatre groupes d'oiseaux écologiques sur la factorielle commune 1-2 de l'AMF dans Chott Djendli.</b>	<b>54</b>
<b>Figure23</b>	<b>Fluctuation des Anatidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>57</b>
<b>Figure24</b>	<b>Occupation spatiale des Anatidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>57</b>
<b>Figure 25</b>	<b>Fluctuation des Scolopacidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>60</b>
<b>Figure 26</b>	<b>Occupation spatiale des Scolopacidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>60</b>

<b>Figure 27</b>	<b>Fluctuation des Charadriidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>63</b>
<b>Figure 28</b>	<b>Occupation spatiale des Charadriidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>63</b>
<b>Figure 29</b>	<b>Fluctuation des Recurvirostridés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>65</b>
<b>Figure 30</b>	<b>Occupation spatiale des Recurvirostridés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>66</b>
<b>Figure 31</b>	<b>Fluctuation des Recurvirostridés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>68</b>
<b>Figure 32</b>	<b>Occupation spatiale des Recurvirostridés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>68</b>
<b>Figure 33</b>	<b>Fluctuation des Accipitridés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>70</b>
<b>Figure 34</b>	<b>Occupation spatiale des Accipitridés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>71</b>
<b>Figure 35</b>	<b>Fluctuation des Falconidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>72</b>
<b>Figure 36</b>	<b>Occupation spatiale des Falconidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>73</b>
<b>Figure 37</b>	<b>Fluctuation des Burhinidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne (2019-2021)</b>	<b>74</b>
<b>Figure 38</b>	<b>Occupation spatiale des Burhinidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne (2019-2021)</b>	<b>74</b>
<b>Figure 39</b>	<b>Fluctuation des Rallidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>76</b>
<b>Figure 40</b>	<b>Occupation spatiale des Rallidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>77</b>
<b>Figure 41</b>	<b>Fluctuation des Gruidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>78</b>

<b>Figure 42</b>	<b>Occupation spatiale des Gruidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>79</b>
<b>Figure 43</b>	<b>Fluctuation des Corvidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne (2019-2021)</b>	<b>80</b>
<b>Figure 44</b>	<b>Occupation spatiale des Corvidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne (2019-2021)</b>	<b>80</b>
<b>Figure 45</b>	<b>Fluctuation des Motacillidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>82</b>
<b>Figure 46</b>	<b>Occupation spatiale des Motacillidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>82</b>
<b>Figure 47</b>	<b>Fluctuation des Threskiornithidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>84</b>
<b>Figure 48</b>	<b>Occupation spatiale des Threskiornithidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>85</b>
<b>Figure 49</b>	<b>Fluctuation des Ardéidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>86</b>
<b>Figure 50</b>	<b>Occupation spatiale des Ardéidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>87</b>
<b>Figure 51</b>	<b>Fluctuation des Phœnicoptéridés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>89</b>
<b>Figure 52</b>	<b>Occupation spatiale des Phœnicoptéridés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>89</b>
<b>Figure 53</b>	<b>Fluctuation des Podicipédidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne (2019-2021)</b>	<b>91</b>
<b>Figure 54</b>	<b>Occupation spatiale des Podicipédidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne (2019-2021)</b>	<b>91</b>
<b>Figure 55</b>	<b>Fluctuation des Phalacrocoracidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne (2019-2021)</b>	<b>92</b>
<b>Figure 56</b>	<b>Occupation spatiale des Phalacrocoracidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne (2019-2021)</b>	<b>93</b>

<b>Figure 57</b>	<b>Fluctuation des Strigidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne (2019-2021)</b>	<b>94</b>
<b>Figure 58</b>	<b>Occupation spatiale des Strigidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne (2019-2021)</b>	<b>94</b>
<b>Figure 59</b>	<b>Fluctuation des Ciconiidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>96</b>
<b>Figure 60</b>	<b>Occupation spatiale des Ciconiidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)</b>	<b>96</b>

**Liste des Annexes :**

N°	Titre	Page
<b><u>Annexe 1</u></b>	<b>Photos des familles observées dans les deux zones humides étudiées</b>	<b>122</b>
<b><u>Annexe 2</u></b>	<b>Les menaces majeures dans les zones humides étudiées</b>	<b>132</b>

# *Résumé*

## Résumé

Les zones humides revêtent une importance capitale en raison de leurs fonctions écologiques, socio-économiques et de leur biodiversité remarquable. Cette étude vise principalement à analyser l'écologie des populations aviennes au sein des zones humides de la Wilaya de Batna de l'Éco-complexe Gadaïne et le Chott Djendli. Ces deux sites revêtent une grande importance pour l'avifaune. Les comptages ont été effectués sur deux années consécutives, 2019-2020 et 2020-2021. Un total de 80 espèces d'oiseaux, appartenant à 11 ordres, 19 familles et 58 genres, a été observé dans l'Éco-complexe Gadaïne. En revanche, au Chott Djendli, 42 espèces réparties sur 9 ordres, 14 familles et 33 genres ont été identifiées, avec une prédominance des Charadriiformes, Falconiformes et Ansériformes.

Dans ces deux sites étudiés, plus de 71 % des espèces observées sont des espèces aquatiques. La plupart de ces espèces inventoriées sont classées en Préoccupation mineure, tandis que *Milvus milvus*; *Aythya nyroca*, *Vanellus vanellus*, *Calidris ferruginea* et *Numenius arquata*, sont des espèces Quasi-menacées. Deux espèces, *Aythya ferina* et *Marmaronetta angustirostris*, sont des oiseaux vulnérables, et *Neophron percnopterus* est en danger. En général, les espèces observées sont principalement insectivores et carnivores. Les oiseaux d'origine paléarctique prédominent, et la plupart de ces espèces sont protégées en Algérie.

Cette étude met en évidence l'importance de la préservation des éléments constitutifs de l'écosystème et de la valorisation des ressources biologiques des espèces protégées, rares et essentielles. Au cours de nos investigations, nous avons observé la nidification de *Podiceps nigricollis*, *Porphyrio porphyrio* et *Marmaronetta angustirostris*, ainsi qu'une tentative de nidification de *Phaenicopterus roseus*. En raison de leur valeur écologique, il est recommandé de soumettre ces zones étudiées pour leur inscription en tant que sites Ramsar.

**Mots-clés :** Éco-complexe Gadaïne; Chott Djendli ; Biodiversité ; Statuts bioécologiques; Indices écologiques.

## Abstract

Wetlands play a crucial role due to their ecological and socio-economic functions and the richness of their biodiversity. This study primarily aims to analyze the ecology of avian populations within the wetlands of the Wilaya of Batna, specifically in the Gadaïne Eco-complex and the Chott Djendli. These two sites are of significant importance for avifauna. Bird counts were conducted over two consecutive years, 2019-2020 and 2020-2021. A total of 80 bird species, belonging to 11 orders, 19 families, and 58 genera, were observed at the Gadaïne Eco-complex. In contrast, at Chott Djendli, 42 species distributed across 9 orders, 14 families, and 33 genera were identified, with a predominance of Charadriiformes, Falconiformes, and Anseriformes.

At both study sites, more than 71% of the observed birds are aquatic species. The majority of the observed species are classified as of Least Concern, while others, such as *Milvus milvus*, *Aythya nyroca*, *Vanellus vanellus*, *Calidris ferruginea*, and *Numenius arquata*, are considered Near Threatened. Two species, *Aythya ferina* and *Marmaronetta angustirostris*, are classified as Vulnerable, and one species, *Neophron percnopterus*, is classified as Endangered. In general, the observed species are mainly insectivores and carnivores. Palaearctic-origin birds dominate, and most of these species are protected in Algeria.

This study emphasizes the need to preserve the components of the ecosystem and valuing the biological resources of protected, rare, and essential species. During our investigation, we observed the nesting of *Marmaronetta angustirostris*, *Podiceps nigricollis* and *Porphyrio porphyrio*, and, as well as a nesting attempt by *Phaenicopterus roseus*. Due to their ecological significance, it is recommended to nominate these studied areas for inclusion as Ramsar sites.

**Keywords:** Gadaïne Eco-complex; Chott Djendli; Biodiversity; Bioecological statuses; Ecological indices.

## ملخص:

تلعب المناطق الرطبة دوراً جوهرياً بسبب وظائفها البيئية والاجتماعية-الاقتصادية و ثراء التنوع البيولوجي فيها. الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تحليل بيئة مجتمع الطيور في المناطق الرطبة بولاية باتنة، مع التركيز بشكل أساسي على مجمع قداين البيئي وشط جندلي. يعتبر هذان الموقعان ذوي أهمية كبيرة للطيور. تم إجراء تعداد الطيور خلال عامين متتاليين، 2019-2020 و2020-2021. في مجمع قداين البيئي تم رصد 80 نوعاً من الطيور، تنتمي إلى 11 رتبة، 19 عائلة و58 جنساً. أما في شط جندلي، تم تحديد 42 نوعاً موزعة على 9 رتب، 14 عائلة و33 جنساً، مع سيادة رتب الرعويات المائية، والجوارح، والاوزيات.

في هاتين المنطقتين الرطبتين، شكلت الطيور المائية أكثر من 71% من الطيور المرصودة. معظم الأنواع المشاهدة مصنفة كمثيرة للقلق بدرجة أقل، بينما الأنواع الأخرى مثل الحدأة الحمراء، الحمراوي أبيض العين، الزقزاق الأخضر، الدريجة الكروانية، وكروان الماء الأوراسي تعتبر القريبة من خطر الانقراض. نوعان من الطيور، البط البني وبط الغطاس، مصنفتان بأدنى خطر انقراض، ونوع واحد، الرخمة المصرية مهددة بالانقراض. بشكل عام، الأنواع المشاهدة هي أساساً حشرية وآكلة للحوم. تسود الطيور ذات الأصل القطبي الشمالي، ومعظم هذه الأنواع محمية في الجزائر. تؤكد هذه الدراسة ضرورة الحفاظ على مكونات النظام البيئي وتقدير الموارد البيولوجية للأنواع المحمية والنادرة والأساسية.

خلال الدراسة، لاحظنا تعشيش غطاس أسود الرقبة، دجاجة الماء الارجوانية، والحمراوي أبيض العين، وكذلك محاولة تعشيش النحام الوردي. نظراً للأهمية البيئية لهذه المناطق، يوصى باقتراح إدراجها كمواقع رامسار.

**الكلمات المفتاحية:** مجمع قداين البيئي، شط جندلي، التنوع البيولوجي، الحالات البيئية الحيوية، المؤشرات البيئية.

# *Introduction*

### **Introduction**

La biodiversité de écosystèmes désigne la variation observée entre les différentes catégories d'organismes vivants, les communautés et les processus biotiques au sein d'un espace géographique donné (Gosselin et al., 2004). Cette diversité s'étend à tous les niveaux d'organisation, allant de la variation génétique aux interactions complexes au sein des écosystèmes (Blondel, 1979). Considérée comme l'une des ressources les plus précieuses de notre planète (Wilson, 1988), la biodiversité joue un rôle crucial dans l'économie mondiale, représentant au moins 40 % de celle-ci. Elle est également essentielle pour les populations défavorisées, dont 80 % des besoins dépendent des ressources biologiques (WWF, 2014 ; Mouali,2009 ; Sayoud et al. 2017 ; BirdLife International, 1979 ; BirdLife International, 2001 et Myers et al. 2000).

Les écosystèmes aquatiques, en tant qu'un milieu de transition entre la terre et l'eau, représentent un patrimoine naturel exceptionnel, tant par leur richesse biologique que par les fonctions écologiques cruciales qu'elles assurent. Elles servent, d'une part, de réservoirs biologiques et génétiques, abritant des espèces végétales rares et menacées, tout en jouant un rôle essentiel dans la survie d'une multitude d'espèces d'oiseaux, dont la vie dépend directement de ces écosystèmes (Daget, 1977, Concepción, Díaz, 2011 ; Kingsford & Jackson, 2016 ; Mitsch, 2007 ; Mitsch, 2015 et Boudraa, 2016).

Les populations aviaires dépendent biologiquement des zones humides ; par conséquent, ils ont développé des adaptations et des habitudes spécifiques aux zones humides. Les zones humides sont l'endroit où ils se nourrissent et se reproduisent (Betts et al., 2019 et Spaans et al. 1976). En général, les écologistes et les ornithologues se focalisaient sur les groupes d'oiseaux et les espèces clés, en particulier les espèces aquatiques qui ont toujours été considérés comme d'importants bioindicateurs de l'état écologique des écosystèmes des zones humides, car ils réagissent immédiatement aux changements d'habitat (Rajpar et al. 2018, Johannes et al., 2021). Les zones humides abritent plusieurs espèces d'oiseaux et constituent une aire de halte en raison de leur productivité biologique élevée, offrant une grande variété d'habitats d'hivernage et de reproduction et une source de nourriture (Green & Elmberg, 2013 ; Zwart et al, 1990 ; Baldassarre et Bolen, 1994 et enfin Betts et al., 2019).

L'Afrique du Nord accueille des zones humides dont l'écologie et la typologie se distinguent par leur singularité remarquable à l'échelle mondiale. L'Algérie se caractérise par une grande diversité climatique, incluant des zones subtropicales, méditerranéennes, semi-arides et arides, ce qui génère une variété de biotopes propices à une richesse faunistique et une végétation exceptionnelle (Samraoui et Samraoui, 2008). Cette diversité climatique influence profondément la biodiversité du pays, qu'elle soit

naturelle ou agricole, avec un inventaire estimé à environ 16 000 espèces (Laouar, 2010). Du Nord au Sud, le territoire algérien offre une mosaïque de milieux variés, comprenant des zones côtières, montagneuses, steppiques, humides, forestières et sahariennes. Par ailleurs, les côtes algériennes, qui s'étendent sur 1 622 km, contribuent considérablement à la richesse des biotopes nationaux, soutenant ainsi une biodiversité remarquable (Stevenson. et al., 1988 ; Sanchez et al., 1998 ; Dajoz, 2006 et 2002 ; Wilson, 1999 ; Davidson et al., 2028).

L'éco-complexe des zones humides représente un arrêt crucial pour les populations aviaires hivernantes dans le nord-est de l'Algérie, ainsi que pour celles revenant vers leurs biotopes de nidification habituels. La biodiversité des zones humides, incluant les ceintures végétales, attire de nombreuses populations reproductrices. En Algérie, des preuves existantes concernant le rôle écologique des zones humides dans le maintien des peuplements aviaires migrateurs (Bensaci et al., 2013 ; Chedad et al., 2020 ; Meziane et al., 2022 ; Chedad et al., 2023). Jusqu'à présent, seules les zones humides d'Oum El-Bouaghi ont fait l'objet d'études dans l'est algérien (Bezzalla et al. 2019).

Les écosystèmes aquatiques de la wilaya de Batna, souvent inaccessibles et jusqu'à présent dépourvus d'études préalables, sont au cœur de notre enquête. Cette région, avec son altitude dépassant les 1000 mètres, abrite 21 zones humides continentales, dont deux sont classées Ramsar, à savoir Chott El Beïdha-Hammam Essoukhna, Chott El Hodna, Chott Djendli, proposée par la direction générale des forêts (Chenchouni, 2007). La majorité de ces zones humides subissent régulièrement des périodes d'assèchement durant la saison estivale. En raison de l'absence d'études antérieures sur l'avifaune de cette région algérienne, notre recherche vise à mettre en lumière l'importance de ces zones humides pour l'avifaune aquatique. Ainsi, le travail présenté ici vise à préciser les statuts bioécologiques réels des espèces considérées et à fournir des informations sur le rôle clé joué par ces zones humides dans le maintien d'une avifaune aussi riche et diversifiée.

Dans cette optique, nous évaluons la distribution et la répartition des oiseaux, classés selon différents groupes bioécologiques, ainsi que leur connectivité, le long d'un gradient environnemental s'étendant du nord vers le sud et de l'ouest vers l'est de la région de Batna. Une première approche s'est penchée sur les caractéristiques majeures de ce milieu particulier et sur son importance tant nationale qu'internationale en matière de biodiversité avienne. Cette synthèse propose un état des lieux des peuplements aviens de Batna, tout en évaluant leur valeur patrimoniale et leur capacité d'accueil. L'objectif principal est de développer un plan de gestion et de conservation afin de préserver cette ressource précieuse.

Les zones humides de la wilaya de Batna se distinguent par une biodiversité particulièrement riche, ce qui leur confère une importance scientifique, sociale, économique, touristique, culturelle et écologique. Par conséquent, leur conservation revêt un caractère impératif. (Houhamdi et al., 2009 ; Boukhssaim et al., 2009 ; Seddik et al., 2010 ; Belabed et al., 2013 ; Aouissi et al., 2017). Ces zones humides jouent un rôle crucial dans l'hivernage et la nidification des oiseaux aquatiques, ainsi que dans la reproduction d'espèces rares et menacées (Samraoui et Samraoui, 2008 ; Bouaguel, 2014). Le niveau d'eau de ces zones dépend principalement des conditions météorologiques, en particulier des fortes pluies et des chutes de neige ; par conséquent, la plupart de ces écosystèmes sont éphémères et ne se remplissent d'eau que pour une courte période de l'année, souvent en hiver (Houhamdi et al., 2009).

La province de Batna comprend 21 zones humides continentales, dont deux zones classées Ramsar : Chott Beïdha-Hammam Essoukhna, Chott El Hodna et le barrage de la Fontaine des Gazelles, ainsi qu'un site proposée par la Direction Générale des Forêts : Chott Djendli (D.G.F, 2019, 2020 et 2021).

Notre étude est effectuée sur deux zones humides : l'Éco-complexe Gadaïne et Chott Djendli, ce sont des zones humides naturelles d'eau salé à saumâtre avec une alimentation naturelle. Ces deux sites d'étude ont une importance écologique pour les espèces aviennes sédentaires et hivernantes migratrices. Notre démarche consiste en une collecte de données de terrain qui font état des effectifs mensuels et de la distribution des populations d'oiseaux d'eau Djendli (D.G.F, 2021).

Cette étude constitue une première contribution à la compréhension de la chronologie des mouvements migratoires et des déplacements des espèces aviennes qui fréquentent ou visitent occasionnellement l'Éco-complexe Gadaïne et le Chott Djendli.

En général, il existe un manque d'études sur les animaux en Afrique du Nord, en particulier celles concernant l'ornithologie (Aouissi et al., 2021 ; Farhi et al., 2022). En effet, notre étude est la première réalisée dans l'éco-complexe de Gadaïne, comblant ainsi une lacune importante dans notre connaissance de la biodiversité aviaire dans le nord-est de l'Algérie.

Ce présent travail cible plusieurs objectifs :

- Établir un inventaire ornithologique pour tous les oiseaux observés et inventoriés.
- Détermination des statuts écologiques de toutes les espèces aviennes qui fréquentent les deux écosystèmes aquatiques.
- Déterminer les modalités d'occupation et de distribution spatio-temporelle des oiseaux d'eau au niveau des deux zones étudiées.

## *Introduction*

---

- Etablir les indices écologiques de la population aviaire qui fréquente ces deux sites durant les deux cycles d'étude (2019-2020 et 2020-2021).
- Enfin, dégager le rôle écologique des deux plans d'eau afin de mieux gérer leur restauration et leur protection.

Cette étude se structure autour de trois chapitres interdépendants :

- ❖ Chapitre I : Présente la zone d'étude en basant sur la climatologie, le réseau hydrographique, et le cadre biotique de la faune et la flore.
- ❖ Chapitre II : Décrit le matériel et la méthodologie de suivi pour la réalisation de cette étude, le dénombrement des espèces et enfin de calculer les indices écologiques (abondance, richesse spécifique, indice de diversité de Shannon et indice d'équitabilité) pour les assemblages aviens aux alentours des deux plans d'eau.
- ❖ Chapitre III : Décrit les résultats et la discussion :
  - i. L'étude de quelques statuts bioécologiques de l'avifaune des deux sites.
  - ii. L'exploitation des données par des indices écologiques appliqués sur les peuplements aviens.
  - iii. L'occupation spatio-temporelle de tous les oiseaux d'eau en faisant une analyse de quelques statuts et paramètres bioécologiques de l'avifaune de l'Éco-complexe Gadaïne et le Chott Djendli.
- ❖ Conclusion générale élaborée à partir des résultats obtenus en dégagant le rôle écologique des deux plans d'eau afin de mieux gérer leur restauration et leur conservation.
- ❖ Enfin des références bibliographiques anciennes et récentes qui ont permis l'exploitation des résultats, suivies d'une série d'annexes comme compléments d'informations.

*Chapitre I :*  
*Zone d'étude*

## Chapitre I : Zone d'étude

### I.1. Généralité sur les zones humides de l'Est l'Algérie

L'éco-complexe des zones humides de l'est algérien, situé entre 800 et 1200 m d'altitude, s'étend sur près de 300 km d'est en ouest et comprend une vingtaine de zones humides naturelles (Chotts, Sebkhass et Garaets) (Bougoudjil, 2016). La majorité de ces endroits aquatiques sont des milieux salés, peu profondes, très vastes et soumises à un climat semi-aride, caractérisé par des hivers froids et des étés très chauds. Elles dépendent directement de la pluviométrie et s'assèchent généralement dès le mois de juin (Bensizerara, 2014). Le substrat pédologique dominant est riche en chlorure de magnésium, ce qui favorise la prolifération d'une flore spécifique, principalement composée de Chénopodiacées (*Atriplex halimus*, *Atriplex patula*, *Salsola fruticosa*, *Salicornia fruticosa*) et de Crucifères (*Moricandia arvensis*, *Matthiola fruticosa*, *Diploaxis smuralis*) (Adjal et Mouici, 2004). Le recensement de l'avifaune fréquentant ces plans d'eau reste particulièrement difficile en raison de l'immensité de ces zones et des vastes étendues de boue qui entourent d'éventuels points d'eau (Ochando et Jacobs, 1978). Ces milieux sont souvent pâturés par des moutons et du bétail, et la plupart des sites sont entourés de cultures céréalières (Bensizerara et al., 2013 ; Benzina et al., 2022).

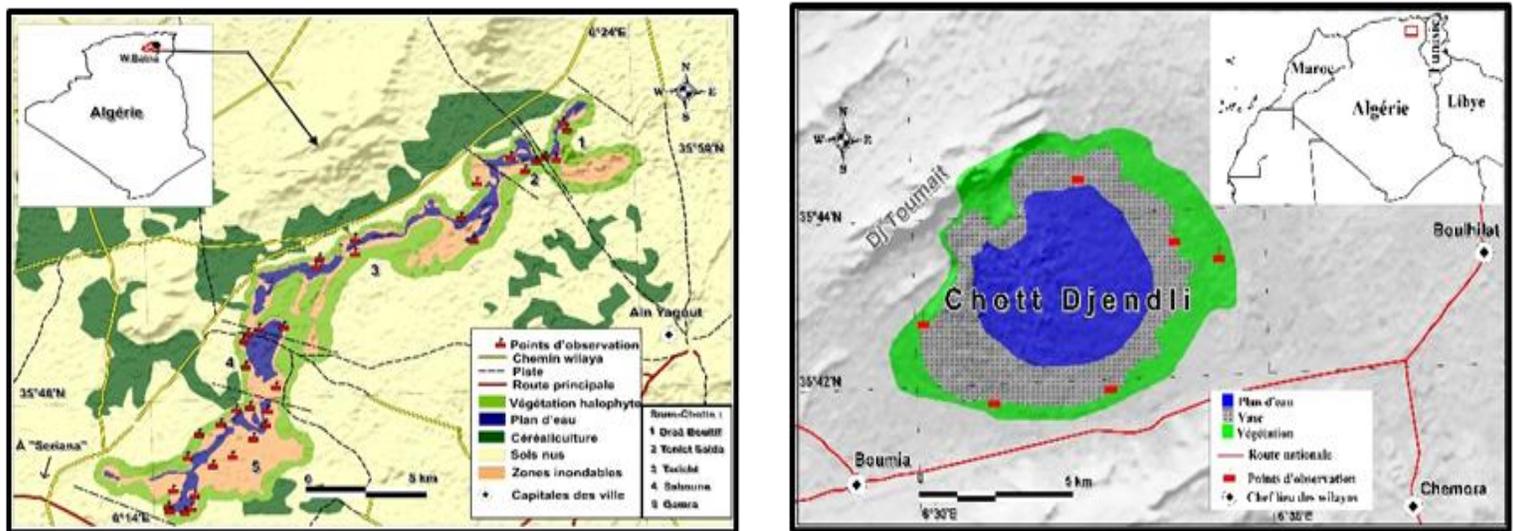
### I.2. Présentation de la zone d'étude

La wilaya de Batna est située entre 4° et 7° de longitude est et 35° et 36° de latitude nord. Elle couvre une superficie de 12 038,76 km<sup>2</sup>, est presque entièrement composée de la rencontre de deux atlas tellien et saharien, qui est la principale particularité physique de la région et influence donc le climat et les conditions de vie. La province de Batna est divisée en 21 daïras et 61 municipalités. La province de Batna est bordée au nord par la province de Mila, au sud par Biskra, au nord-est par Oum el-Bawaghi, à l'est par Khenchela, à l'ouest par la province de M'sila, et au nord-ouest par la province de Sétif (Kherrou et al., 2018).

L'Éco-complexe Gadaïne est situé dans la wilaya de Batna. La superficie totale du site, y compris ses environs, s'étend sur 2647 hectares sous forme d'un film d'eau. Ce film d'eau est constitué de cinq sous-chotts (pour faciliter la surveillance et le comptage des espèces observées) : Draâ Boulouf, Teniet Saïda, Taricht, Saboune et Gamra. Les chotts sont des lacs salés typiques de la région du Maghreb en Afrique du Nord. Cette zone humide est située à une altitude moyenne de 813 m, à une longitude comprise entre 35°44' et 35°45' Nord et à une latitude entre 6°14' et 6°15' Est (Fig.1A, Fig.2 A, B, C, D et E). Ce film d'eau est principalement alimenté par les eaux de pluie de l'Oued El Madher et de l'Oued Zana. L'eau de ce site est saumâtre, avec un pH alcalin et une profondeur variante régulièrement entre 0,2 et 1 m. La zone d'étude présente une température moyenne de 31°C, des

précipitations annuelles de 334,5 mm, une pente relativement faible et est recouverte de plantes halophytes se développant sur un sol argilo-calcaire. (D.G.F. 2019 ; Marref et al.,2023). En réalité, il s'agit d'une zone humide naturelle temporaire qui ne se remplit que pendant la saison hivernale, à l'exception du sous-chott Saboune (D.G.F. 2020 et 2021 ; Dib, 2022).

Le Chott Djendli s'étend sur le territoire de la commune de Boumia, dans la Daïra d'El-Madher, avec une petite portion de la commune de Boulhilet, dans la Daïra de Chemora (Fig. 1B et Fig. 2F). Il couvre une superficie de 3700 ha et se situe à une altitude moyenne de 833 m. Sa localisation géographique, déterminée par GPS, est délimitée par les coordonnées suivantes (Adjel M. et Mouici S., 2004) : 35° 35' N et 35° 46' N, ainsi que 6° 20' E et 6° 35' E. Cette zone humide est de nature temporaire et salée, et elle est principalement alimentée par l'Oued El-Hamil, l'Oued Benzid et l'Oued El-Djemila, qui prennent leur source dans les montagnes de Djebel Bouarif et Djebel Toumbait. Cet écosystème se caractérise par des habitats riverains associés à des activités agricoles telles que la culture céréalière, l'arboriculture abondante et l'élevage intensif d'ovins (D.G.F, 2016 ; Chanchouni, 2007).

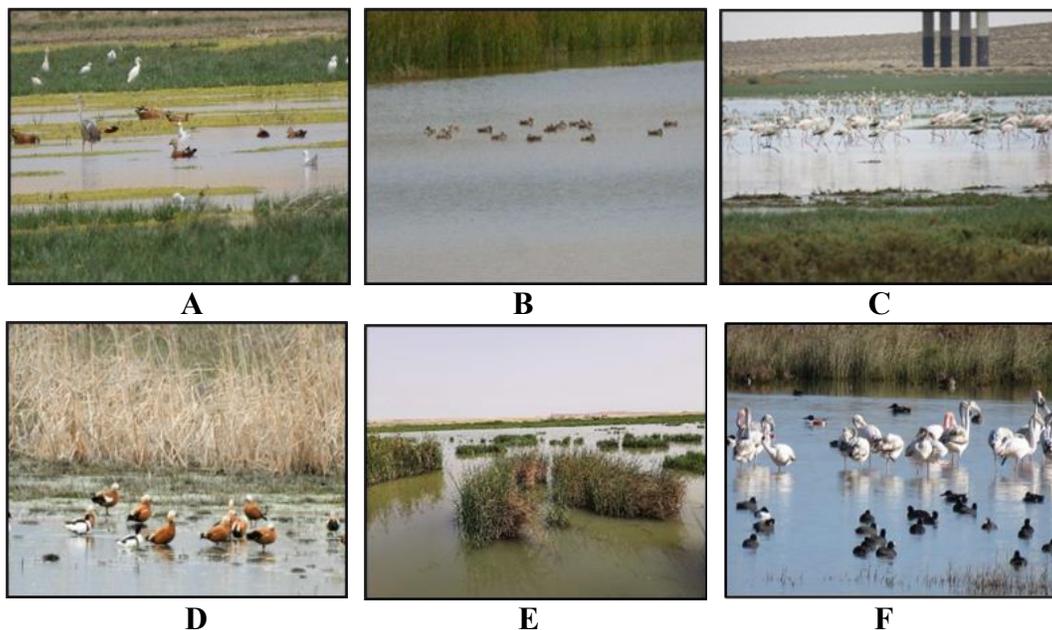


A

B

Figure 1. Situation géographique des zones humides étudiées (réalisées par Dr. ARAR)

A : L'Éco-complexe Gadaïne ; B : Le Chott Djendli



**Figure 2. Vues générales des zones étudiées**

**A :** Sous-chott Draâ Boultif (prise le : 12/02/20) ; **B :** Sous-chott Teniet Saïda (prise le : 20/03/21) ; **C :** Sous-chott Taricht (prise le : 17/06/21) ; **D :** Sous-chott Saboune (prise le : 11/07/20) ; **E :** Sous-chott Gamra (prise le : 09/08/21) et **F :** Chott Djendli (prise le : 30/02/20). Les photos sont prises par MARREF Cherine et ABDENNABI Ahmed.

### I.3. Réseau hydrographique

Les Chotts et les Sebkhass sont des zones caractérisées par un régime hydrographique endoréique, phénomène qui résulte principalement de la sécheresse. Cette nature endoréique est due à l'absence de drainage externe, les Chotts et Sebkhass étant alimentés par des afflux profonds encore mal compris, tout en restant largement dépendants des apports irréguliers et sporadiques d'eau de crue, souvent chargée en sels, en raison de leur passage à travers des terrains salifères comme les marnes du Miocène ou le massif Triassique (Saheb, 2003).

L'ECG se distingue par la présence de plusieurs sous-chotts, illustrant l'existence d'un système hydrogéologique endoréique. Les cours d'eau temporaires naissent dans les reliefs montagneux voisins, tels que l'Oued Ben Zerhaïb, l'Oued Merzeguène et l'Oued Gadaïne, avant de se déverser dans les lacs salés (D.G.F., 2016 ; Dib et al., 2013) (Fig. 02).

Le CDJ, quant à lui, est principalement alimenté par les eaux pluviales provenant du sous-bassin versant de l'Oued Chemora. D'autres sources secondaires contribuent également à son approvisionnement en eau, formant un réseau hydrographique divergent qui déverse ses eaux directement dans le Chott pendant la saison des pluies abondantes. Ce phénomène confirme le caractère endoréique du CDJ. Cette zone reçoit ses apports en eau principalement de cours d'eau saisonniers et

intermittents, tels que l'Oued El-Hamil, l'Oued Benzid et l'Oued El-Djemila, qui prennent leur origine dans les montagnes avoisinantes du Chott, notamment le Djebel Bouarif et le Djebel Toumbait (Chanchouni, 2007).

#### **I.4. Climat**

Le climat représente un facteur déterminant majeur dans la répartition des organismes vivants et influence de manière significative les dynamiques des biocénoses. Pour caractériser le climat de la région d'étude, nous avons exploité les données météorologiques provenant de la station d'Aïn Skhouna (Batna), dont les coordonnées géographiques sont précisément situées à 35°44' N et 06°21' E, à une altitude de 827 mètres. Ces données, couvrant une période de 42 ans (de 1979 à 2021), incluent les mesures des précipitations (P en mm), des températures (T en °C), de l'humidité relative (H en %) et de la vitesse du vent (V en km/h).

##### **1.4.1. Pluviométrie**

L'origine des précipitations en Algérie est principalement liée aux facteurs orographiques (Seltzer, 1946). En effet, la quantité de précipitations dépend de l'orientation des chaînes de montagnes par rapport à la mer et aux courants humides. Ces derniers, en perdant progressivement de leur humidité en se dirigeant vers le sud, entraînent une diminution des précipitations. Ce schéma est typique du climat méditerranéen, où l'on observe un minimum de précipitations en été et un maximum en hiver.

Concernant les deux zones étudiées, les précipitations sont généralement concentrées au printemps, atteignant leur pic en mai avec 44,95 mm à CDJ et 43,59 mm à l'ECG. L'hiver est également marqué par une pluviométrie notable, avec un maximum en janvier, atteignant respectivement 40,14 mm à CDJ et 38,78 mm à l'ECG. En revanche, l'été se distingue par une baisse des précipitations, particulièrement en juillet, avec une légère diminution en juin et août. La Figure 3 présente la répartition des moyennes mensuelles des précipitations sur une période de 42 ans.

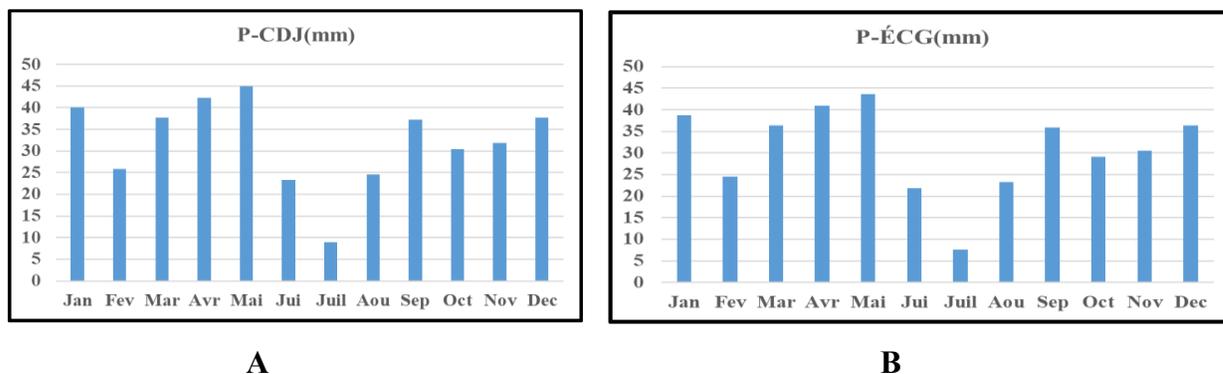


Figure 3. Moyennes annuelles des précipitations mensuelles (mm) durant la période 1979-2021 ; (A) L'Éco-complexe Gadaïne, (B) Chott Djendli.

### 1.4.2. Température

Au cours du mois de janvier, les températures les plus basses sont consignées, s'établissant à 0,39 °C à l'ECG et à 0,47 °C à CDJ. En contraste, le mois de juillet se distingue par les températures les plus élevées, s'élevant à environ 35,16 °C à CDJ et 35,3 °C à l'ECG (Fig.4).

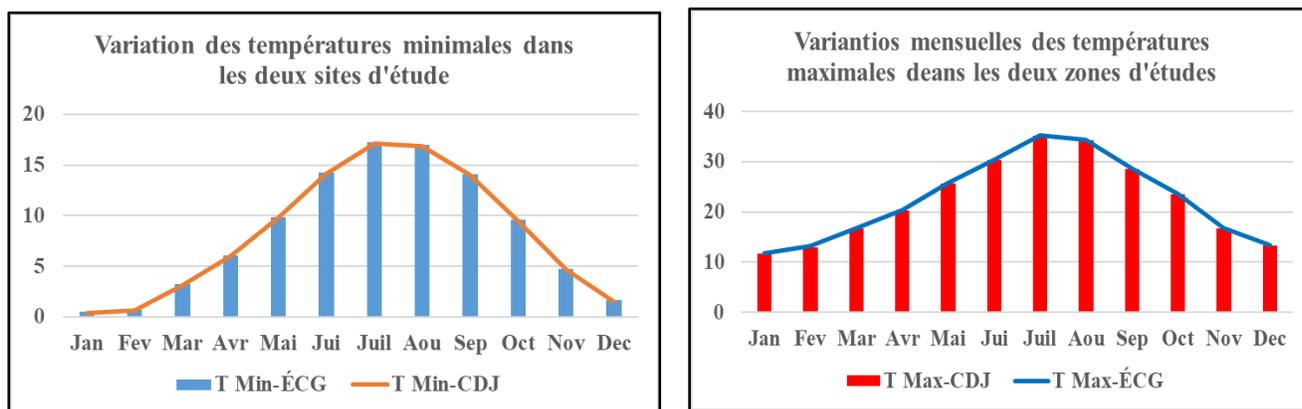
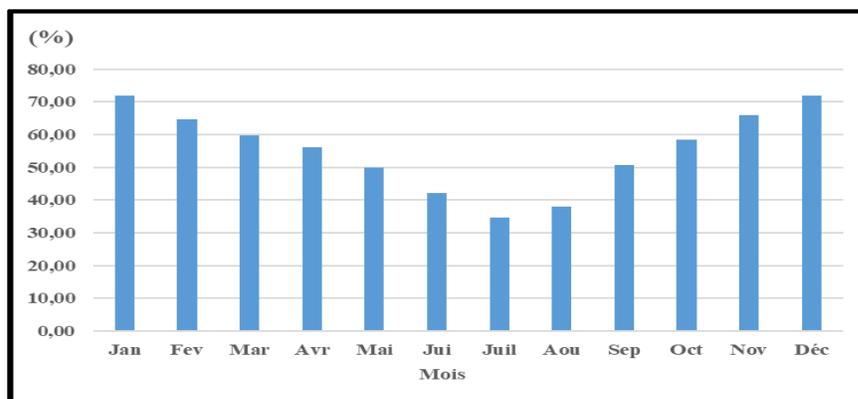


Figure 4. Températures minimales et maximales mensuelles en (°C); dans L'ECG et CDJ durant la période 1979-2021.

### 1.4.3. Humidité relative

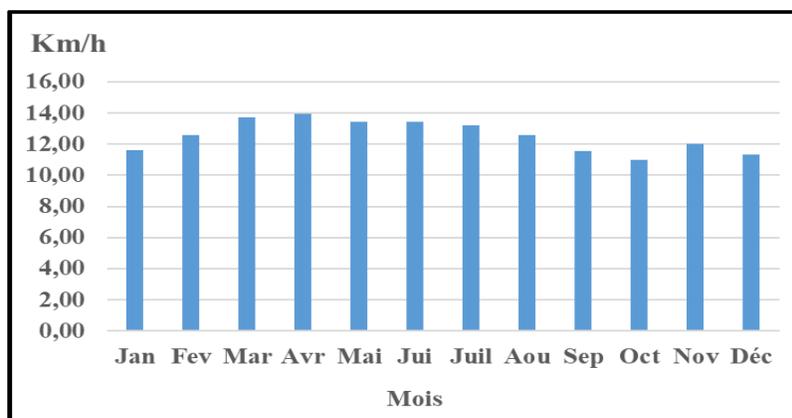
La dynamique graphique de cette variable présente une tendance en forme de U, marquée par des niveaux minimaux enregistrés en juillet, atteignant 34,62%. En revanche, des valeurs maximales sont observées pendant la saison hivernale, fluctuant entre 64% et 72% (Fig.5).



**Figure 5. L'humidité relative de l'air (%) des moyennes mensuelles des deux plans d'eau pendant la période 1979-2021.**

#### I.4.4. Vent

La région est soumise à des flux venteux transportant des précipitations en provenance du Nord-Ouest. Les vents du Sud-Ouest, connus sous le nom de Sirocco, se distinguent par leur nature sèche et chaude, provoquant une chute abrupte de l'humidité atmosphérique et une augmentation notable de la température (Bensizerara D., 2014). La période de pic de fréquence des vents est généralement constatée en avril et mai. (Fig.6).



**Figure 6. Vitesses moyennes du vent en (Km/h) des deux plans d'eau durant la période 1979-2021.**

#### I.4.5. Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnols

Au cours d'une période de 42 ans (1979-2021) pour les deux régions d'étude, l'analyse des diagrammes ombrothermiques a clairement mis en évidence une dichotomie saisonnière. Cette disparité se traduit par une phase de sécheresse prolongée durant trois mois, de juin à août, suivie d'une phase humide couvrant le reste de l'année, caractérisée par des conditions climatiques semi-arides. (Fig.7).

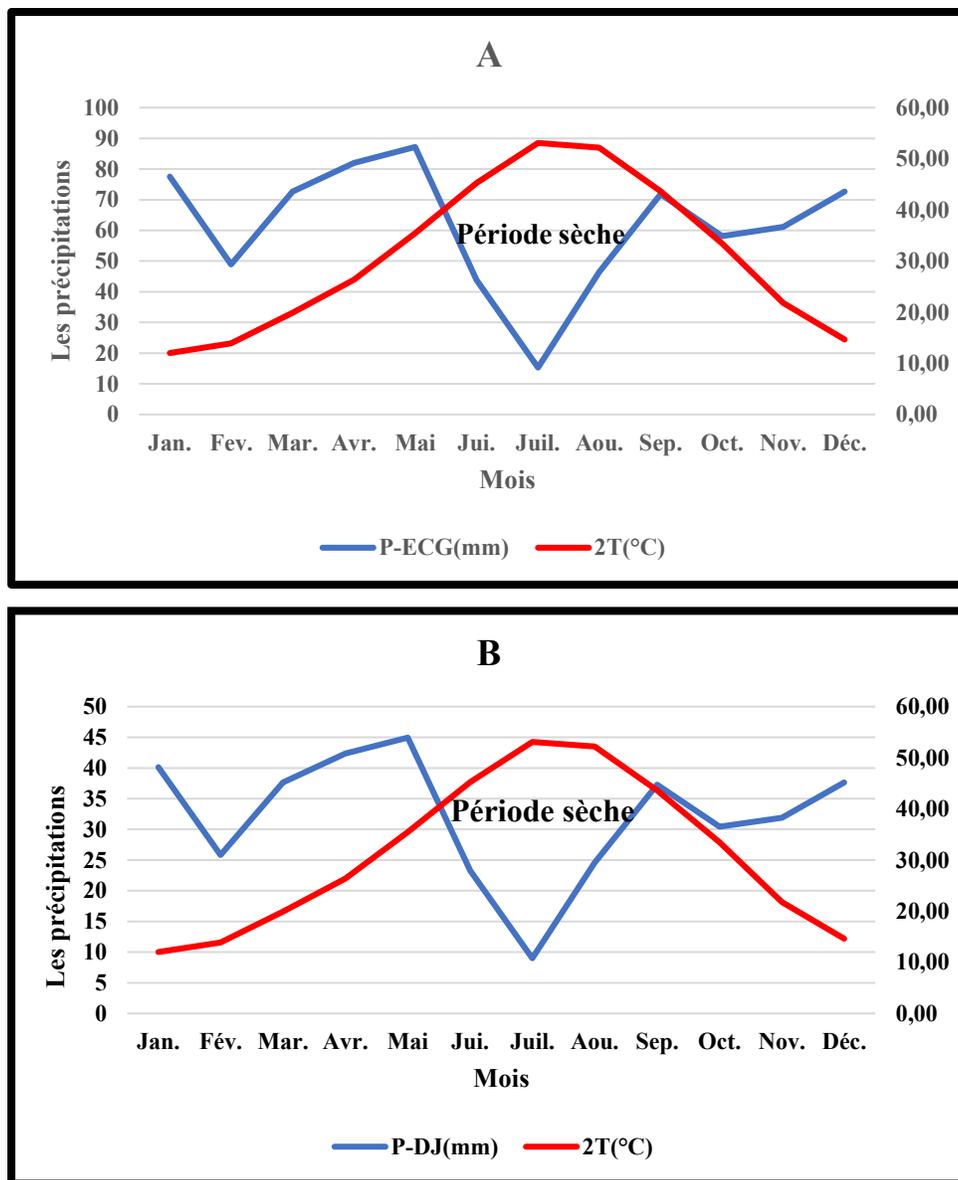


Figure 7. Diagramme ombrothermique des deux zones humides étudiées durant la période 1979-2021 ; (A) L'ECG ; (B) CDJ.

#### I.4.6. Quotient pluviométrique d'Emberger

Selon le quotient d'Emberger, l'Éco-complexe Gadaïne ( $Q_2 = 36,37$ ) et le Chott Djendli ( $Q_2 = 38,06$ ) sont catégorisés dans la zone bioclimatique semi-aride à hiver froid. Cette classification est définie par un climat continental froid, caractérisé par des précipitations substantielles en hiver et des conditions chaudes et sèches en été. Cette période est marquée par une sécheresse s'étendant sur une durée égale ou dépassant les quatre mois (Fig.8).

Ce quotient Q2 qui est établi par le biais de la formule suivante :

$$Q2 = 1000P / [(M + m) / 2] * [M - m]$$

P : Précipitation annuelle en mm.

(M + m) / 2 : Moyenne des températures annuelles.

(M + m) / 2 : Moyenne des températures annuelles.

(M – m) : Amplitude thermique extrême en K.

M : Moyenne des maximas du mois le plus chaud en K.

m : Moyenne des minimas du mois le plus froid en K.

K : kelvin

Stewart (1969) simplifia la formule précédente en proposant le quotient suivant :

$$Q2 = 3.43 * P / [M - m]$$

M: Moyenne des maximas du mois le plus chaud (°C).

m: Moyenne des minima du mois le plus froid (°C).

➤ **Pour L'Éco-complexe Gadaïne**

P = 368,7 mm.

M = 308,45K

m = 273,62K Donc : **Q2 = 36,37**

➤ **Pour le Chott Djendli**

P = 385,02mm

M = 581,85K

m = 34,77 K Donc : **Q2 = 38,06**

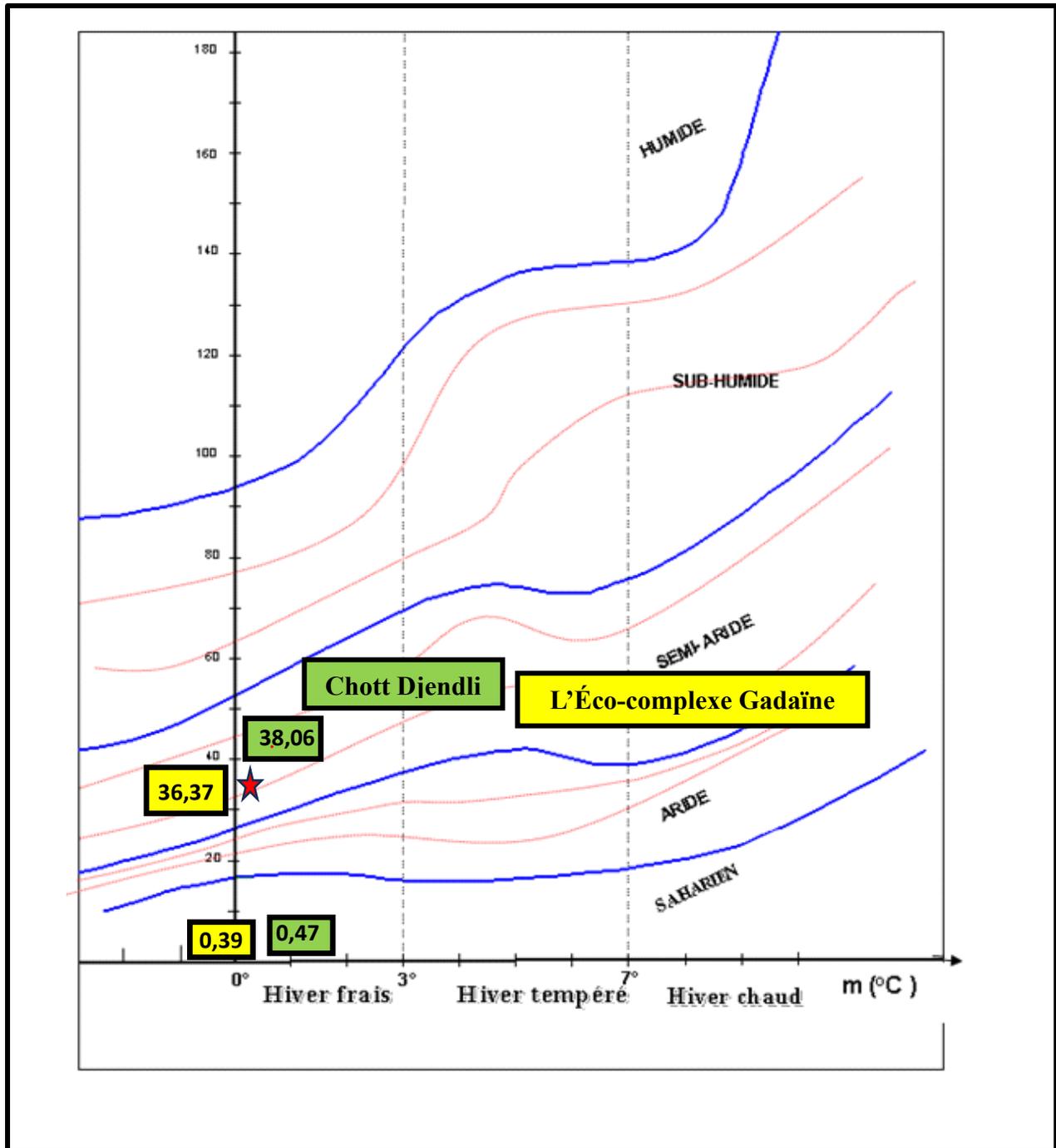


Figure 8. Positionnement de l'Éco-complexe de Gadaïne et le Chott de Djendli dans le Climagramme d'Emberger durant la période 1979-2021.

## I.5. Flore

D'après le découpage de Maire (1926) et Quezel et Santa (1962-1963) la région étudiée appartient à l'empire floral holarctique, à la région méditerranéenne, au domaine maghrébin-Méditerranéen, au secteur des hautes plaines constantinoises et au sous-secteur des hauts plateaux constantinois (Butt et al., 2021). L'ECG et le CDJ se caractérisent par une végétation herbacée peu étudiée représentée par une végétation herbacée des halophytes telles que les Chénopodiacées (*Atriplex halimus*, *Salcola fruticosa* et *Salicornia fruticosa*) ; les Amaranthacées (*Suaeda fruticosa* et *Suaeda vera*), des Brassicacées (*Moricandia arvensis*) ; *Juniperus sp.* ; *Peganum harmala* ; *Thymelea hirsuta* ; *Matthiola sp.* et *Thymus hirtus*. De plus, il convient de noter la présence d'activités agricoles et de cultures maraîchères et du tabac autour de ces zones humides (Dib, 2010, Chenchouni, 2007, Boumezbeur et Boulahlib, 2005, Boumezbeur et Khalfallah, 2005 et D.G.F, 2019).

## I.6. Faune

Les deux zones humides sont des sites d'hivernage diversifiés, accueillant notamment une variété d'espèces aviennes telles que les *Anatidae*, les *Phœnicoptéridae*, les *Scolopacidae*, les *Laridae* et les *Charadriidae*. L'ECG est également privilégié comme site de reproduction pour les oiseaux aquatiques tels que *Anas platyrhynchos*, *Marmaronetta angustirostris*, *Tadorna ferruginea*, *Tadorna tadorna*, *Gallinula chloropus*, *Porphyrio porphyrio*, *Phoenicopterus roseus*, *Podiceps nigricollis* (Marref et al. 2023, D.G.F, 2016 ; Boulaouad et al., 2022 et Jenni et Schaub, 2003).

Parmi les mammifères présents, on compte *Vulpes vulpes*, *Canis aureus*, *Lepus capensis* et *Rattus rattus*. Les amphibiens comprennent *Bufo mauritanica*, et parmi les reptiles, on a noté la présence de *Acanthodactylus sp.* et *Emys orbicularis*. Les invertébrés incluent des crustacés tels que *Daphnia sp.* et *Artemia sp.* Sans oublier de noter la présence des gastéropodes tels que *Helix pyramidata* (Chenchouni, 2007 et D.G.F, 2016 et D.G.F, 2019).

## 1.7. Occupation actuelle des sols

Notre étude couvre deux habitats distincts. Le premier est l'Éco-complexe Gadaïne, qui est recouvert d'une végétation herbacée halophyte, renforcée et densifiée par une végétation d'*Atriplex*. Les terrains environnants sont principalement occupés par des exploitations agricoles, où la céréaliculture prédomine. Le deuxième site est Chott Djendli, une sebkha, recouverte de halophytes disposées en ceintures. À l'échelle du bassin versant, on y trouve diverses formes d'occupation du sol, incluant des terrains agricoles de qualité variable, des terrains de parcours, des zones nues et des pinèdes situées sur les hauteurs du relief. Les sols de ces deux zones humides sont susceptibles d'être exposés à une

pollution potentielle provenant des déchets des agglomérations voisines (Dib, 2013), ainsi qu'à des risques liés à la chasse non réglementée et au détournement des eaux pour l'irrigation.

La présence d'habitations dispersées dans ces territoires, où le surpâturage et le défrichement par les cheptels de bovins, d'ovins et de caprins sont pratiqués, constitue un danger potentiel en matière d'érosion (Boumezbeur et Khalfallah, 2005).

*Chapitre II :*  
*Matériel et méthodes*

## Chapitre II : Matériel et méthodes

### II.1. Objectifs et période d'étude

Les objectifs de notre étude sont les suivants : mettre en évidence l'importance des deux plans d'eau pour l'avifaune aquatique, recenser et inventorier de manière exhaustive toutes les espèces d'oiseaux fréquentant ces deux zones humides, déterminer leurs statuts (phénologique, trophique, faunique, et de protection), et enfin, étudier et définir les différentes modalités de distribution spatio-temporelle de cette population avienne.

L'étude a été menée sur deux cycles successives, allant de décembre 2019 à décembre 2022. Pendant les saisons hivernales, quatre sorties par mois ont été effectuées, tandis que douze sorties ont eu lieu pendant les saisons estivales. Les inventaires ont été réalisés de 07h00 à 19h00.

### II.2. Matériel utilisé

Les dénombrements ont été réalisés à l'aide d'une longue-vue (un télescope avec tri-pied) KONUS-SPOT (20 × 60), d'une paire de jumelles HIRSCH (10×50), d'un appareil photo numérique Nikon P 1000 (18–105 mm), d'une caméra SONY (HDR-CX240), d'un GPS Garmin Map 73CSx et un bloc-notes. Pour l'identification des oiseaux ont utilisé un guide Européen, Nord-Africain et moyen-oriental des oiseaux (Heinzel et al., 2004) ainsi qu'un guide européen, Nord-Africain et Moyen-Oriental des oiseaux (Gensbol, 2005) ont été utilisés. Et un bloc-notes a également utilisé pour enregistrer les observations (Fig.9).



**Figure 9. Matériel utilisé sur terrain (Cliché MARREF Cherine)**

**A : Une paire de jumelles, B : Un télescope avec tri-pied, C : Un appareil photo numérique, D : Un bloc-notes, E : Un GPS, F : Une caméra numérique, G : Un guide d'identification, et H : Une photo personnelle sur terrain.**

## **II.3. Méthode de travail**

### **II.3.1. Choix des postes d'observation de l'avifaune**

La sélection des sites d'observation de l'avifaune des postes d'observation dans les deux zones humides repose principalement sur une vision d'ensemble du site et sur la répartition des différentes espèces d'oiseaux. L'inventaire ornithologique est influencé par plusieurs facteurs déterminants, tels que l'espèce observée, la superficie et la taille du site, l'accessibilité des rives, la disponibilité de points d'observation offrant une vue panoramique, ainsi que l'homogénéité de la population avienne. (Maazi, 2009).

### **II.3.2. Méthodes utilisées**

De manière générale, deux approches sont fréquemment employées pour inventorier l'avifaune : la méthode absolue et la méthode relative, ou méthode par estimation.

Nous avons recouru à un comptage individuel (méthode absolue) pour les groupes d'oiseaux comptant moins de 200 individus et situés à une distance inférieure à 200 mètres.

En revanche, nous avons opté pour des estimations du nombre total d'oiseaux (méthode relative ou technique d'estimation) pour les groupes situés à plus de 200 mètres ou comprenant plus de 200 individus (Blondel, 1975).

Cette dernière méthode est couramment utilisée dans les enquêtes hivernales sur l'avifaune aquatique (Lamotte et Bourlière, 1969). Ainsi, nous avons divisé le champ visuel en plusieurs bandes, compté le nombre d'oiseaux dans une bande intermédiaire, puis rapporté cette estimation autant de fois qu'il y avait de bandes (Bibby et al., 1992).

### **II.3.3. Statuts écologiques**

Des statuts écologiques ont été assignés à chaque espèce répertoriée et observée, dans le but de caractériser leur bioécologie en fonction des spécificités du contexte régional de l'étude (Blondel, 1975).

#### **II.3.3.1. Statut phénologique**

Le statut phénologique de notre zone d'étude comprend six classes : migrateur hivernant (MH), estivant nicheur (EN), sédentaire (S), migrateur hivernal avec une population sédentaire (MHPS), migrateur estival avec une population sédentaire (MEPS) et visiteur occasionnel (VO). (Isenmann et Moali, 2000 ; Bezzalla, 2019 ; Boubekour et al. 2020 ; Loucif et al. 2020).

### II.3.3.2. Catégorie écologique

Les oiseaux étaient regroupés en quatre catégories écologiques : oiseaux aquatiques (OA), oiseaux forestiers (OF), oiseaux des habitats ouverts (OHO), et oiseaux des habitats urbains (OHU) (Bensizerara *et al.*, 2013).

La détermination du type faunique de chaque espèce identifiée a été réalisée en se basant sur la classification de Voous (1960). Les oiseaux ont été subdivisés en 13 types fauniques : Ancien Monde (AM), Éthiopien (Eth), Arctique (Arc), Cosmopolite (C), Méditerranéen (M), Holarctique (H), Paléarctique (P), Indo-Africain (IA), Paléoxérique (Px), Sarmatique (S), Sibérien (Sb), Européo-turkestani (ET), et Turco-méditerranéen (TM).

### II.3.3.3. Statut trophique

Le statut trophique des espèces a été basé sur une alimentation moyenne pendant la saison considérée. En référence à Benyacoub (1993), Milla (2008), Chenchouni (2010a), Farhi (2014), Belhamra (2005), Bensizerara (2013) et Bezzalla (2019). Sept catégories trophiques ont été distinguées : Herbivores (Hb), Carnivores (Cv), Insectivores (Ins), Polyphages (Pp), Omnivores (Om), Piscivores (P) et Invertivores (Inv) (Bensizerara, 2014 ; Bezzalla, 2019).

### II.3.3.4. Catégorie de protection

En Algérie, les catégories de protection des espèces sont définies par l'Ordonnance n° 06-05 du 15 juillet 2006, relative à la protection et à la préservation de certaines espèces animales menacées, ainsi que par le Décret exécutif n° 12-235 du 24 mai 2012, qui établit la liste des espèces non domestiques protégées (Joradp, 2018). Sur le plan international, nous avons fait référence à la Liste rouge de l'UICN (Vié *et al.*, 2008 ; IUCN, 2017 ; Gourari *et al.*, 2021).

## II.3.4. Exploitation des données par des indices écologiques

La mesure de la diversité aviaire a été réalisée à l'aide de trois indicateurs biocénotiques : la richesse spécifique (S), l'indice de Shannon (H'), l'Équitabilité (E) et Test Chi carré de Pearson ( $\chi^2$ ) (Magurran, 2004). Ces évaluations ont été menées sur la base des données recueillies lors de sorties mensuelles régulières effectuées tout au long des saisons hivernale et estivale.

### II.3.4.1. Richesse spécifique « S »

La richesse spécifique est définie comme le nombre d'espèces observées au moins une fois parmi les N relevés, conformément à la définition de Blondel (1975). Ce paramètre fournit des indications sur la qualité de l'environnement, un peuplement plus riche suggérant une complexité

environnementale accrue. Cependant, il convient de souligner que la richesse spécifique ne peut être interprétée de manière statistique lorsqu'elle est utilisée pour comparer plusieurs peuplements.

#### II.3.4.2. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')

L'indice de diversité de Shannon permet d'évaluer le degré de complexité d'un peuplement. Une valeur élevée de cet indice indique la présence de nombreuses espèces, chacune ayant une faible abondance relative, tandis qu'une valeur faible suggère un peuplement dominé par une espèce ou composé d'un nombre restreint d'espèces très dominantes (Blondel, 1975). Il est important de noter que cet indice n'a une signification écologique pertinente que lorsqu'il est appliqué à une communauté d'espèces occupant des rôles similaires au sein de la biocénose. La diversité est maximale ( $H' = \log_2 S$ ) lorsque les effectifs des espèces sont égaux. L'indice est exprimé en unités de bits (unité binaire) et son calcul suit la formule suivante :

$n_i$  : Effectif de l'espèce « i »

$N$  : Effectif total du peuplement

$S$  : Richesse spécifique

$P_i$  : L'abondance relative

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

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

L'indice de diversité de Shannon est nul lorsque la communauté ne comprend qu'une seule espèce ( $\log_2(1) = 0$ ) et varie de 4,5 à 5 bits pour les communautés les plus riches et diversifiées. Des valeurs inférieures à 1,5 bits signalent une forte prédominance d'une ou de quelques espèces, caractéristique des peuplements dominés par une ou quelques espèces (Faurie et al., 2003).

#### II.3.4.3. Indice d'équitabilité (E)

L'indice d'équitabilité permet de mettre en évidence les déséquilibres qui pourraient ne pas être détectés par l'indice de diversité. Une valeur proche de l'unité indique un équilibre au sein du peuplement (Legendre et Legendre, 1998 ; Legendre et Legendre, 1979). Ainsi, pour mieux saisir l'évolution de la structure de l'avifaune aquatique, il est préférable de suivre l'évolution temporelle de cet indice d'équitabilité.

$H'$  = indice de diversité

$S$  = Richesse spécifique

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

$$H_{\max} = \log_2(S)$$

### II.3.5. Test Chi carré de Pearson ( $\chi^2$ )

Pour vérifier s'il existe une dépendance significative entre l'abondance des espèces et les variations temporelles entre les périodes 2019/2020 et 2020/2021, nous avons réalisé un test du  $\chi^2$  en formulant les hypothèses suivantes :

- $H_0$  : Il n'y a pas de différence significative entre le nombre d'espèces enregistrées durant les deux périodes d'observation (2019/2020 et 2020/2021), au niveau de 0,05.
- $H_1$  : Il existe une différence significative entre l'abondance des espèces enregistrées durant les deux périodes d'observation (2019/2020 et 2020/2021), au niveau de 0,05.

Ce test est particulièrement adapté pour l'analyse de données non numériques et permet d'évaluer des variables qualitatives. Il repose sur l'hypothèse que les données sont indépendantes et que les tailles d'échantillons sont suffisamment grandes. Le test du  $\chi^2$  de Pearson ( $\chi^2$ ) est calculé selon l'équation suivante :

$$\chi^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Pour appliquer ce test, nous avons calculé la valeur statistique du  $\chi^2$  à partir des fréquences observées, puis l'avons comparée à la valeur critique du  $\chi^2$  au seuil de 0,05, avec un degré de liberté de 76 (Hachour, 2021).

### II.3.6. Analyse multifactorielle (AMF)

L'étude statistique consiste à déterminer le nombre et le pourcentage d'espèces d'oiseaux, en mettant l'accent sur la répartition des groupes écologiques en fonction de leurs statuts phénologiques, fauniques, trophiques et des catégories de protection. En utilisant simultanément ces statistiques pour l'ensemble des statuts écologiques par groupe écologique, les différences de richesse en espèces entre les six groupes écologiques ont été analysées à l'aide de l'analyse multifactorielle. L'AMF est une méthode factorielle multitable qui met en évidence les relations entre les groupes écologiques d'oiseaux et divers attributs écologiques regroupés en catégories. Elle permet ainsi d'identifier les facteurs différenciant les groupes écologiques en fonction des similitudes et des différences dans les attributs écologiques des espèces constituant ces groupes (Bensizerara et al., 2013 ; Bezzella et al., 2019). L'AMF a été réalisée à l'aide du logiciel statistique XL Stat, version 2018.

### II.3.7. Directives et instructions à respecter sur le terrain

Les inventaires et les relevés au sol constituent le protocole le plus simple et le plus couramment utilisé lors des Dénombrements Internationaux d'Oiseaux d'Eau (DIOE/IWC). Cette

méthode consiste à compter les oiseaux depuis une position terrestre, par opposition aux inventaires réalisés par drone ou depuis une embarcation. Les instructions à suivre sont les suivantes :

- **Méthodologie d'observation :** Le site doit être exploré de manière systématique à pied, en suivant un itinéraire préalablement défini et identique à chaque visite. Des arrêts réguliers, espacés de quelques centaines de mètres, permettent une observation détaillée à l'aide de jumelles ou d'un télescope monté sur trépied, facilitant ainsi le comptage des oiseaux.
- **Sélection de l'itinéraire :** Lors de la définition initiale de l'itinéraire sur une carte topographique, il est crucial de tenir compte des conditions d'éclairage, car les oiseaux sont plus visibles lorsque la lumière provient de l'arrière de l'observateur (position contre-jour). Il est également important de minimiser les risques de perturbation pour les oiseaux en raison de la présence de l'observateur.
- **Conditions météorologiques :** Les conditions climatiques extrêmes peuvent affecter l'efficacité des comptages. Il est donc recommandé de reporter les opérations de comptage en cas de brouillard, de chaleur excessive, de fortes averses, de neige ou de vents violents. Il est essentiel de choisir soigneusement les points d'observation les plus appropriés et de subdiviser le site en zones visibles depuis ces points, tout en évitant les chevauchements ou les zones non observées.
- **Méthode de comptage :** Les comptages et les inventaires doivent être réalisés en observant attentivement les groupes d'espèces à l'aide de jumelles et d'un télescope monté sur trépied. Les oiseaux peuvent être dénombrés selon la méthode absolue (en comptant les individus) ou la méthode relative (en comptant par groupe).
- **Observation préliminaire :** Il est recommandé de réaliser une observation préliminaire avec des jumelles pour estimer rapidement le nombre total d'oiseaux et la proportion de chaque espèce. Cette étape permet également de détecter d'éventuelles perturbations ou d'autres facteurs susceptibles de perturber les oiseaux avant le dénombrement détaillé.
- **Répartition spatiale des oiseaux :** Une observation préliminaire à l'aide des jumelles permet de saisir la répartition spatiale des oiseaux dans la zone humide observée, tout en repérant des éléments comme des bouées ou des embarcations. Ces repères facilitent la subdivision des grands groupes d'oiseaux en sous-groupes plus facilement gérables, simplifiant ainsi le processus de comptage.

- Outils de comptage : Les groupes d'espèces proches de l'observateur peuvent être plus facilement dénombrés à l'aide des jumelles, tandis que l'utilisation d'un télescope est recommandée pour les groupes situés à plus de 200 mètres de distance (Anonyme, 2010).
- Consignation des données : Les données et les relevés doivent être consignés sur des fiches techniques pour en faciliter le stockage et le traitement ultérieur.
- Documentation visuelle : Il est conseillé de filmer et de photographier les espèces observées, ainsi que de noter la présence de toutes nouvelles espèces détectées dans les zones humides examinées.

*Chapitre III :*  
*Résultats et discussion*

## Chapitre III : Résultats et discussion.

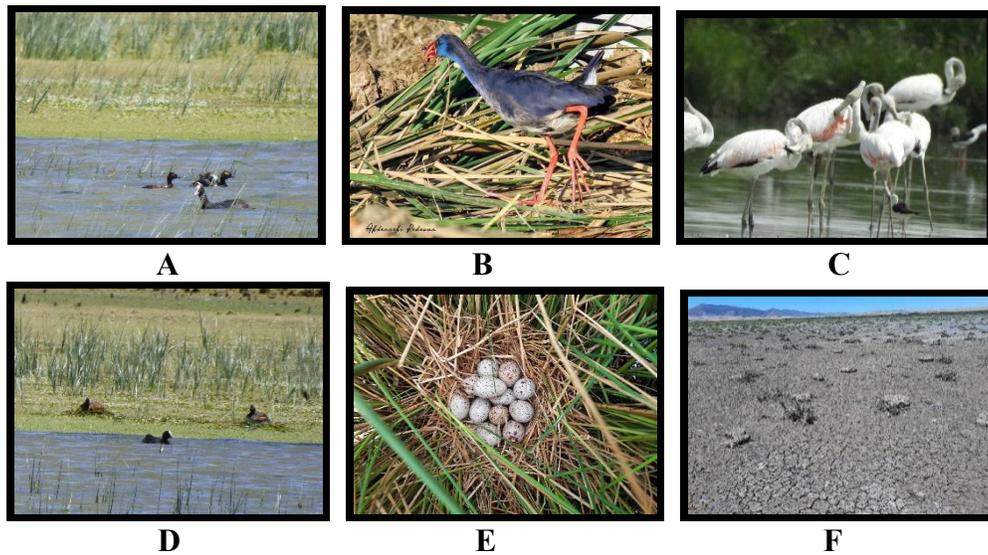
### III.1. Statuts écologiques de l'avifaune de l'Éco-complexe Gadaïne et le Chott Djendli

#### III.1.1. Inventaire ornithologique

Au cours de la période allant de décembre 2019 à décembre 2021, une surveillance régulière des populations d'oiseaux fréquentant l'ECG et le CDJ a été effectuée. Cette surveillance a permis d'inventorier quatre-vingts espèces à l'ECG, dont cinquante-neuf étaient des oiseaux d'eau, appartenant à dix-neuf familles et cinquante-huit genres (Tab. 01). À CDJ, quarante-deux espèces ont été recensées, rattachées à treize familles et trente-trois genres, dont trente espèces aquatiques. La famille des *Scolopacidae* dominait, avec quatorze espèces (17,95 %), dont un maximum de 242 individus de *Tringa glareola*. Les familles des *Accipitridae* et des *Anatidae* suivaient, avec respectivement onze espèces (14,29 %) et dix espèces (12,82 %). Parmi les *Anatidae*, *Tadorna tadorna* a atteint un maximum de 4651 individus. La famille des *Ardeidae* était représentée par sept espèces (8,97 %) et celle des *Charadriidae* par six espèces (7,69 %), tandis que les familles des *Laridae* et des *Rallidae* étaient chacune représentées par cinq espèces (6,41 %). La famille des *Falconidae* comptait quatre espèces (5,13 %) et les *Podicipedidae* trois espèces (3,85 %), dont *Podiceps nigricollis*, qui a réussi à nicher avec succès. Les familles des *Motacillidae*, des *Recurvirostridae* et des *Threskiornithidae* étaient chacune représentées par deux espèces (2,56 %). Le *Porphyrio porphyrio*, ou Talève sultane, a été observé pour la première fois, avec quatre individus observés respectivement le 29/06/20 et le 10/07/21. Enfin, les familles restantes (les *Burhinidae*, les *Ciconiidae*, les *Corvidae*, les *Strigidae*, les *Gruidae*, les *Phoenicopteridae* et les *Phalacrocoracidae*) étaient chacune représentées par une seule espèce (1,28 %). Le Flamant rose (*Phoenicopus roseus*) a été observé avec un maximum de 2743 individus le 07/08/20, ainsi qu'un échec de tentative de nidification (Fig. 10 et Tab. 01).

Alors que dans CDJ, les *Anatidae* étaient les dominants, représentant huit espèces (19,05 %), avec un maximum de 12 537 individus de *Tadorna tadorna* observés le 12/02/20. Ils étaient suivis par les *Accipitridae*, les *Charadriidae* et les *Scolopacidae*, chacune de ces familles étant représentée par six espèces (14,29 %), avec un maximum de 717 individus de *Thalasseus sandvicensis* observés le 07/12/19. La famille des *Falconidae* était représentée par quatre espèces (9,52 %), suivie des *Ardeidae*, les *Laridae* et les *Recurvirostridae*, chacune de ces familles comptant deux espèces (4,76 %), avec un maximum de 689 individus de *Himantopus himantopus* observés le 14/03/20. Enfin, les familles des *Ciconiidae*, des *Gruidae*, des *Motacillidae*, des *Rallidae*, des *Phoenicopteridae* et des

*Threskiornithidae* étaient représentées par une seule espèce chacune (2,38 %), avec un maximum de 2415 individus de *Phaenicopterus roseus* observés le 20/04/20 (Tab.01).



**Figure 10.** Quelques espèces nicheuses observées dans l'Éco-complexe de Gadaïne : **A** : *Podiceps nigricollis*, **B** : *Porphyrio porphyrio*, **C** : *Phaenicopterus roseus*, **D** : Nid de *Podiceps nigricollis*, **E** : Nid parasité de *Porphyrio porphyrio*, et **F** : Nid de *Phaenicopterus roseus*. Photos prises par MARREF Cherine et ABDENNABI Ahmed.

**Tableau 1. Classification binomiale de l'avifaune enregistrée dans L'ECG et CDJ et sa répartition en fonction des statuts écologiques. Le pourcentage associé aux familles représente la richesse relative des espèces par rapport à l'ensemble des espèces identifiées. Les chiffres dans le tableau représentent le nombre maximum d'individus observés à une date donnée (jj/mm/aaaa).**

Noms Français	Noms Anglais	Noms Scientifiques	Familles	Statuts Écologiques						Nombre maximum d'individus (date du nombre maximum)			
				SPh						L'Éco-complexe Gadaïne		Chott Djendli	
				ECG	DJ	GE	TF	ST	CPr	2019-2020	2020-2021	2019-2020	2020-2021
										Le chott est à sec			
Aigle botté	Booted Eagle	<i>Hieraetus pennatus</i> (Gmelin, JF, 1788)	Accipitridae	EN	VO	OF	IA	Cv	D, LC, C2, N2, B, R2	0	5(17/04/21)	2(12/02/20)	
Aigle de Bonelli	Bonelli's eagle	<i>Aquila fasciata</i> (Vieillot, 1822)		S	/	OF	M	Cv	D, LC, C2, N2, B, R2	0	3(12/06/21)	/	
Aigle royal	Golden Eagle	<i>Aquila chrysaetos</i> (Linnaeus, 1758)		S	/	OF	H	Cv	D, LC, C2, N2, B, R2	0	3(24/05/21)	/	
Busard des roseaux	Western Marsh Harrier	<i>Circus aeruginosus</i> (Linnaeus, 1758)		R	S	OE	P	Cv	D, LC, C2, N2, B, R2	7(29/06/20)	9(03/04/21)	2(07/12/19)	
Buse maghreb	Long-legged Buzzard	<i>Buteo rufinus cirtensis</i> (Cretzschmar,		S	MH	OF	Px	Ins.	D, LC, C2, N2, B, R2	4(29/04/20)	7(12/03/21)	4(27/04/20)	

		1829)											
Buse variable	Common Buzzard	<i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758)		S	S	OF	P	Ins.	D, LC, C2, N2, B, R2	6(17/08/20)	3(28/09/21)	4(27/04/20)	
Circaète jean-le-Blanc	Short-toed Snake Eagle	<i>Circaetus gallicus</i> (Gmelin, JF, 1788)		EN	EN	OHO	IA	Cv	D, LC, C2, N2, B, R2	0	9(30/07/21)	3(18/01/20)	
Milan royal	Red Kite	<i>Milvus milvus</i> (Linnaeus, 1758)		S	/	OHO	M	Cv	D, NT, C2, N2, B, R2	0	4(28/11/20)	/	
Milan noir	Black Kite	<i>Milvus migrans</i> (Boddaert, 1783)		EN	VO	OF	AM	Cv	D, LC, C2, N2, B, R2	3(21/06/20)	4(24/05/21)	2(14/04/20)	
Élanion blanc	Black-winged kite	<i>Elanus caeruleus</i> (Desfontaines, 1789)		VO	/	OHO	IA	Cv	D, LC, C2, N2, R3	0	2(09/11/20)	/	
Vautour percnoptère	Egyptian Vulture	<i>Neophron percnopterus</i> (Linnaeus, 1758)		ENP S	/	OHO	IA	Cr	D, EN, C2, N1, A, R2	9(21/05/20)	11(10/12/21)	/	
Canard chipeau	Gadwall	<i>Mareca strepera</i> (Linnaeus, 1758)		MH	/	OE	H	[Hb]	LC, N2, W, R3	0	481(30/01/21)	/	
Canard Colvert	Mallard	<i>Anas platyrhynchos</i> (Linnaeus, 1758)		MHP S	MH	OE	H	Om	LC, N2, W, R3	1331(14/02/20)	4175(18/01/21)	1478(17/02/20)	
Canard pilet	Northern pintail	<i>Anas acuta</i> (Linnaeus, 1758)	Anatidae	MH	MH	OE	H	Hb	LC, C3, N2, W, R3	0	37(03/04/21)	384(21/03/20)	
Canard siffleur	Eurasian wigeon	<i>Mareca Penelope</i> (Linnaeus, 1758)		MH	MH	OE	H	Pp	LC, C3, N2, W, R3	159(14/02/20)	557(18/01/21)	380(21/03/20)	
Canard souchet	Northern	<i>Spatula clypeata</i>		MH	MH	OE	H	Pp	LC, C3,	184(14/02/20)	3354(02/01/21)	210(15/04/20)	

	shoveler	(Linnaeus, 1758)							N2, W, R3			)	
Fuligule milouin	Common pochard	<i>Aythya farina</i> (Linnaeus, 1758)	MH	/	OE	P	Pp		VU, N2, W, R3	7(15/03/20)	22(10/12/21)	/	
Sarcelle d'hiver	Eurasian teal	<i>Anas crecca</i> (Linnaeus, 1758)	MH	MH	OE	H	Pp		LC, C3, N2, W, R3	1257(17/08/20)	1870(18/01/21)	717(07/12/19)	)
Sarcelle marbrée	Marbled duck	<i>Marmaronetta angustirostris</i> (Ménétrés, 1832)	MHP S	/	OE	H	Pp		D, VU, N1, N2, W, R2	1600(27/12/19)	375(30/01/21)	/	
Tadorne casarca	Ruddy shelduck	<i>Tadorna ferruginea</i> (Pallas, 1764)	MHP S	MH	OE	Px	Om		D, LC, N2, W, R2	1257(17/08/20)	820(30/01/21)	3370(12/02/20)	
Tadorne de belon	Common shelduck	<i>Tadorna tadorna</i> (Linnaeus, 1758)	MHP S	MH	OE	S	Ins.		D, LC, N2, W, R2	1600(27/12/19)	4651(18/01/21)	12537(12/02/20)	
Fuligule nyroca	Ferruginous duck	<i>Aythya nyroca</i> (Güldenstädt, 1770)	VO	VO	OE	P	Pp		D, NT, C3, N1, N2, W, R3	4(27/12/19)	7(18/01/21)	2565(30/01/20)	
Aigrette garzette	Little egret	<i>Egretta garzetta</i> (Linnaeus, 1758)	MH	/	OE	AM	Pp		D, LC, C3, W, A, R2	5(16/06/20)	6(02/01/21)	/	
Bihoreau gris	Black-crowned Night Heron	<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758)	MH	/	OE	C	[P]		D, LC, W, R2	0	4(10/05/21)	/	
Crabier chevelu	Squacco heron	<i>Ardeola ralloides</i> (Scopoli, 1769)	EN	/	OE	P	Cv		D, LC, W, A, R2	6(10/06/20)	4(13/12/20)	/	
Grande aigrette	Great egret	<i>Ardea alba</i> (Linnaeus, 1758)	MH	/	OE	P	Pp		D, LC, C3, N2, W, R2	7(17/06/20)	15(11/10/21)	/	
Héron cendré	Grey heron	<i>Ardea cinerea</i>	MH	MH	OE	P	Pp		LC, W, A,	7(02/06/20)	13(09/11/20)	7(28/01/20)	

		(Linnaeus, 1758)							R3				
Héron garde bœuf	Cattle egret	<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)		S	S	OE	IA	Inv.	LC, C3, W, A, R2	1541(15/06/20)	1123(01/05/21)	35(21/03/20)	
Héron pourpré	Purple Heron	<i>Ardea purpurea</i> Linnaeus, 1766		VO	/	OE	P	Inv.	D, LC, N2, W, A, R2	0	4(30/11/21)	/	
Œdicnème criard	Eurasian Stone-curlew	<i>Burhinus oediconemus</i> (Linnaeus, 1758)	Burhinidae	S	/	OHO	[TM ]	Inv.	D, LC, N2, R2	0	102(13/02/21)	/	
Cigogne blanche	White stork	<i>Ciconia ciconia</i> (Linnaeus, 1758)	Ciconiidae	EN	EN	OHU	P	Cv	D, LC, N2, W, A, R2	578(10/07/20)	235(01/05/21)	54(07/03/20)	
Grand corbeau	Northern Raven	<i>Corvus corax</i> (Linnaeus, 1758)	Corvidae	VO	/	OE	H	Cv	LC, R3	0	12(27/03/21)	/	
Pluvier Grand gravelot	Common Ringed Plover	<i>Charadrius hiaticula</i> (Linnaeus, 1758)	Charadriidae	MH	MH	OE	H	Inv.	D, LC, N2, W, R2	145(29/04/20)	67(28/12/20)	102(07/03/20 )	
Gravelot à collier interrompu	Kentish plover	<i>Charadrius alexandrinus</i> (Linnaeus, 1758)		MHP S	MH	OE	C	Inv.	LC, N2, W, L2, R2	170(04/05/20)	214(20/02/21)	115(14/03/20 )	
Petit gravelot	Little ringed plover	<i>Charadrius dubius</i> (Scopoli, 1786)		MH	MH	OE	P	Inv.	LC, N2, W, R2	84-29/06/20	131(30/01/21)	57(17/02/20)	
Pluvier argenté	Grey Plover	<i>Pluvialis squatarola</i> (Linnaeus, 1758)		MH	/	OE	H	Inv.	LC, N2, W, R3	0	311(30/01/21)	/	
Pluvier doré	European golden plover	<i>Pluvialis apricaria</i> (Linnaeus, 1758)		MH	VO	OE	H	Inv.	LC, N2, W, R3	0	1014(02/01/21)	27(30/01/20)	
Vanneau huppé	Northern lapwing	<i>Vanellus vanellus</i> (Linnaeus, 1758)		MH	MH	OHO	P	Inv.	NT, N2, W, R3	151(20/02/20)	1160(18/01/21)	110(15/04/20 )	
Sterne caugek	Sandwich Tern	<i>Thalasseus</i>		VO	VO	OE	C	P	LC, W,	4(16/09/20)	2(30/11/21)	717(07/12/19)	

		<i>sandvicensis</i> (Latham, 1787)							L2, R2			)	
Faucon crécerelle	Common Kestrel	<i>Falco tinnunculus</i> (Linnaeus, 1758)	Falconidae	EN	VO	OHO	AM	Cv	D, LC, C2, N2, B, R2	6(07/02/20)	11(08/08/21)	4(17/02/20)	
Faucon cresserelle	Lesser Kestrel	<i>Falco naumanni</i> (Fleischer, 1818)		EN	VO	OHO	M	Cv	D, LC, C2, N2, A, R2	3(18/01/20)	3(12/12/20)	2(18/01/20)	
Faucon hobereau	Eurasian Hobby	<i>Falco subbuteo</i> (Linnaeus, 1758)		VO	MH	OHO	AM	Cv	D, LC, C2, N2, A, R2	4(09/09/20)	4(31/12/21)	3(28/01/20)	
Faucon pèlerin	Peregrine Falcon	<i>Falco peregrinus</i> (Tunstall, 1771)		S	VO	OF	C	Cv	D, LC, C1, N2, B, R2	4(20/02/20)	3(12/06/21)	3(14/03/20)	
Grue cendrée	Common crane	<i>Grus grus</i> (Linnaeus, 1758)	Gruidae	MH	VO	OHO	P	Om	D, LC, C2, N2, W, R2	6(17/06/20)	287(27/10/21)	25(14/12/19)	
Bergeronnette grise	White Wagtail	<i>Motacilla alba</i> (Linnaeus, 1758)	Motacillidae	MHP S	MH	OHO	P	Inv.	LC, R2	211(19/06/20)	349(18/01/21)	74(20/04/20)	
Bergeronnette printanière	Western Yellow Wagtail	<i>Motacilla flava</i> (Linnaeus, 1758)		EN	/	OHO	P	Inv.	LC, R2	0	236(01/05/21)	/	
Goéland leucophée	Yellow-legged gull	<i>Larus michahellis</i> (Naumann, 1840)	Laridae	VO	VO	OE	[M]	Pp	LC, W, R3	142(15/05/20)	5(30/12/21)	3(17/02/20)	
Goeland railleur	Slender-billed gull	<i>Chroicocephalus genei</i> (Breme, 1839)		VO	VO	OE	[S]	Pp	LC, N2, W, L2, R2	31(10/06/20)	8(30/01/21)	3(07/12/19)	
Mouette rieuse	Black-headed gull	<i>Chroicocephalus ridibundus</i> (Linnaeus, 1766)		VO	/	OE	P	Pp	LC, W, R2	14(21/06/20)	21(09/11/21)	/	
Sterne hansel	Gull-billed tern	<i>Gelochelidon</i>		VO	/	OE	C	Cv	D, LC,	51(15/06/20)	21(12/01/21)	/	

		<i>nilotica</i> (Gmelin, 1789)	JF,						N2, W, L2, R2				
Sterne naine	Little Tern	<i>Sternula albifrons</i> (Pallas, 1764)		VO	/	OE	C	[P]	D, LC, N2, W, L2, R2	4(02/06/20)	11(1/01/21)	/	
Bécasseau cocorli	Curlew Sandpiper	<i>Calidris ferruginea</i> (Pontoppidan, 1763)		MH	/	OE	Sb	Inv.	NT, N2, W, R2	31(19/06/20)	25(27/03/21)	/	
Bécasseau minute	Little stint	<i>Calidris minuta</i> (Leisler, 1812)		MH	MH	OE	Arc	Inv.	LC, N2, W, R2	31(20/06/20)	520(18/01/21)	57(20/04/20)	
Bécasseau Temminck	Temminck's Stint	<i>Calidris temminckii</i> (Leisler, 1812)		MH	/	OE	Arc	Inv.	LC, N2, W, R3	4(08/06/20)	25(30/11/21)	/	
Bécasseau variable	Dunlin	<i>Calidris alpina</i> (Linnaeus, 1758)		MH	MH	OE	Arc	Inv.	LC, N2, W, R2	4(08/06/20)	311(30/01/21)	42(12/02/20)	
Bécassine des marais	Common snipe	<i>Gallinago gallinago</i> (Linnaeus, 1758)		MH	MH	OE	P	Inv.	LC, N2, W, R3	27(31/01/20)	77(13/03/21)	2(20/04/20)	
Chevalier à cul-blanc	Green sandpiper	<i>Tringa ochropus</i> (Linnaeus, 1758)		MH	/	OE	P	Inv.	D, LC, N2, W, R2	167(15/05/20)	97(20/02/21)	/	
Chevalier aboyeur	Common greenshank	<i>Tringa nebularia</i> (Gunnerus, 1767)		MH	VO	OE	Sb	Inv.	LC, N2, W, R3	158(21/05/20)	48(27/02/21)	21(14/04/20)	
Chevalier arlequin	Spotted Redshank	<i>Tringa erythropus</i> (Pallas, 1764)		VO	/	OE	P	Inv.	LC, N2, W, R2	0	68(30/01/2021)	/	
Chevalier gambette	Common Redshank	<i>Tringa tetanus</i> (Linnaeus, 1758)		MH	/	OE	P	Inv.	LC, N2, W, R3	0	53(30/01/21)	/	
Chevalier Guinette	Common sandpiper	<i>Actitis hypoleucos</i> (Linnaeus, 1758)		MH	MH	OE	H	Inv.	LC, N2, W, R2	122(29/06/20)	217(20/02/21)	91(17/02/20)	

Scolopacidae

Chevalier sylvain	Wood sandpiper	<i>Tringa glareola</i> (Linnaeus, 1758)		MH	/	OE	Arc	Inv.	LC, N2, W, R2	0	242(30/01/21)	/	
Combattant varié	Ruff	<i>Calidris pugnax</i> (Linnaeus, 1758)		EN	/	OE	AM	Inv.	LC, N2, W, R3	0	147(01/06-21)	/	
Courlis cendré	Eurasian curlew	<i>Numenius arquata</i> (Linnaeus, 1758)		MH	MH	OE	P	Inv.	D, NT, N2, W, R3	35(31/01/20)	11(10/12/21)	83(06/02/20)	
Courlis corlieu	Eurasian Whimbrel	<i>Numenius phaeopus</i> (Linnaeus, 1758)		MH	MH	OE	H	Inv.	LC, N2, R3	5(08/03/20)	11(30/11/21)	/	
Chevêche d'Athéna	Little Owl	<i>Athene Noctua</i> (Scopoli, 1769)	Strigidae	S	/	OHO	P	[Ins.]	D, LC, N2, C2, B, R2	0	4(05/12/20)	/	
Foulque macroule	Eurasian coot	<i>Fulica atra</i> (Linnaeus, 1758)	Rallidae	MHP S	MH	OE	P	Hb	LC, N2, W, R3	1071(10/07/20)	2411(27/02/21)	1584(12/02/20)	
Gallinule Poule d'eau	Common moorhen	<i>Gallinula chloropus</i> (Linnaeus, 1758)		MHP S	/	OE	C	Om	LC, W, R3	232(13/07/20)	852(03/04/21)	/	
Marouette poussin	Little Crake	<i>Porzana parva</i> (Scopoli, 1769)		MH	/	OE	P	Ins.	LC, N2, W, R2	0	4(24/04/21)	/	
Râle d'eau	Water rail	<i>Rallus aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)		MH	/	OE	P	Pp	D, LC, W, R3	0	9(27/03/21)	/	
Talève sultane	Western swamphen	<i>Porphyrio porphyrio</i> (Linnaeus, 1758)		EN	/	OE	C	Om	LC, D, N2, W, R2	4(29/06/20)	4(10/07/21)	/	
Avocette élégante	Pied avocet	<i>Recurvirostra avosetta</i> (Linnaeus, 1758)	Recurvirostridae	MH	MH	OE	[TM]	Pp	D, LC, N2, W, R2	222(20/07/20)	5(17/04/21)	222(07/03/20)	
Echasse blanche	Black-winged stilt	<i>Himantopus himantopus</i> (Linnaeus, 1758)		MH	MH	OE	C	Inv.	D, LC, N2, W, R2	2009(13/7/20)	3059(18/01/21)	689(14/03/20)	
Flamant rose	Greater	<i>Phoenicopterus</i>	Phoenicopteriformes	MHP	MH	OE	H	Pp	D, LC,	2743(07/08/22)	1764(27/02/21)	2415(20/04/21)	

	flamingo	<i>roseus</i> (Pallas, 1811)	dae	S					C2, N2, W, A, L2, R2			0)	
Grand cormorant	Great cormorant	<i>Phalacrocorax carbo</i> (Linnaeus, 1758)	Phalacrocoracidae	VO	/	OE	AM	[P]	D, LC, W, A, R3	0	75(28/12/20)	/	
Grèbe à cou noir	Black-necked grebe	<i>Podiceps nigricollis</i> (Brehm, 1831)	Podicipedidae	EN	/	OE	Eth	Inv.	LC, W, A, R2	9(29/04/20)	9(10/07/21)	/	
Grèbe castagneux	Little grebe	<i>Tachybaptus ruficollis</i> (Pallas, 1764)		MHP S	/	OE	AM	P	LC, W, A, R2	30(08/06/20)	24(12/12/20)	/	
Grèbe huppé	Great crested grebe	<i>Podiceps cristatus</i> (Linnaeus, 1758)		VO	/	OE	AM	[P]	LC, W, A, R3	111(29/04/20)	12(12/12/20)	/	
Ibis falcinelle	Glossy ibis	<i>Plegadis falcinellus</i> (Linnaeus, 1766)	Threskiornithidae	VO	VO	OE	AM	Inv.	D, LC, N2, W, A, R2	9(10/06/20)	37(17/04/21)	5(17/02/20)	
Spatule blanche	Eurasian spoonbill	<i>Platalea leucorodia</i> (Linnaeus, 1758)		MH	/	OE	P	Pp	D, LC, C2, N2, W, A, R2	11(10/06/20)	10(06/03/21)	/	

### III.1.2. Statuts écologiques de l'Éco-complexe Gadaïne et de Chott Djendli

#### III.1.2.1. Statuts phénologiques

L'avifaune de l'ECG se compose de 40 espèces migratrices, représentant 50 % de l'ensemble des oiseaux étudiés. Parmi celles-ci, 31 espèces, soit 38,75 %, sont des oiseaux migrateurs hivernants, qui dominent cette catégorie phénologique. On recense également 11 espèces sédentaires (13,75 %), avec une forte présence des *Accipitridae*, suivies par des visiteurs occasionnels, qui représentent 18,75 % (15 espèces). De plus, 13 espèces migratrices cohabitent avec des populations sédentaires (16,25 %), tandis que 9 espèces migratrices estivales sont identifiées (11,25 %). Il est important de noter que *Neophron percnopterus* est la seule espèce (1,28 %) classée comme migratrice estivale tout en possédant une population sédentaire. Les espèces *Ardeola ralloides*, *Falco naumanni* et *Philomachus pugnax* sont également considérées comme des migratrices estivales (Fig. 11).

D'autre part, le suivi et la surveillance de la population aviaire dans le CDJ révèlent la présence d'une avifaune diversifiée, comprenant 42 espèces, dont 26 sont classées comme migratrices, représentant 61,9 % de la population étudiée. Les oiseaux migrateurs hivernants dominent cette catégorie phénologique, avec 23 espèces, soit 54,76 %. Par ailleurs, les visiteurs occasionnels sont représentés par 13 espèces (30,95 %), tandis que les oiseaux sédentaires et les estivants nicheurs sont chacun représentés par trois espèces (7,14 %) (Tab. 1 et Fig. 11). Il convient de souligner que notre période de surveillance a été marquée par des épisodes de sécheresse au CDJ, s'étendant de juin à septembre 2020 et de décembre 2020 à décembre 2021.

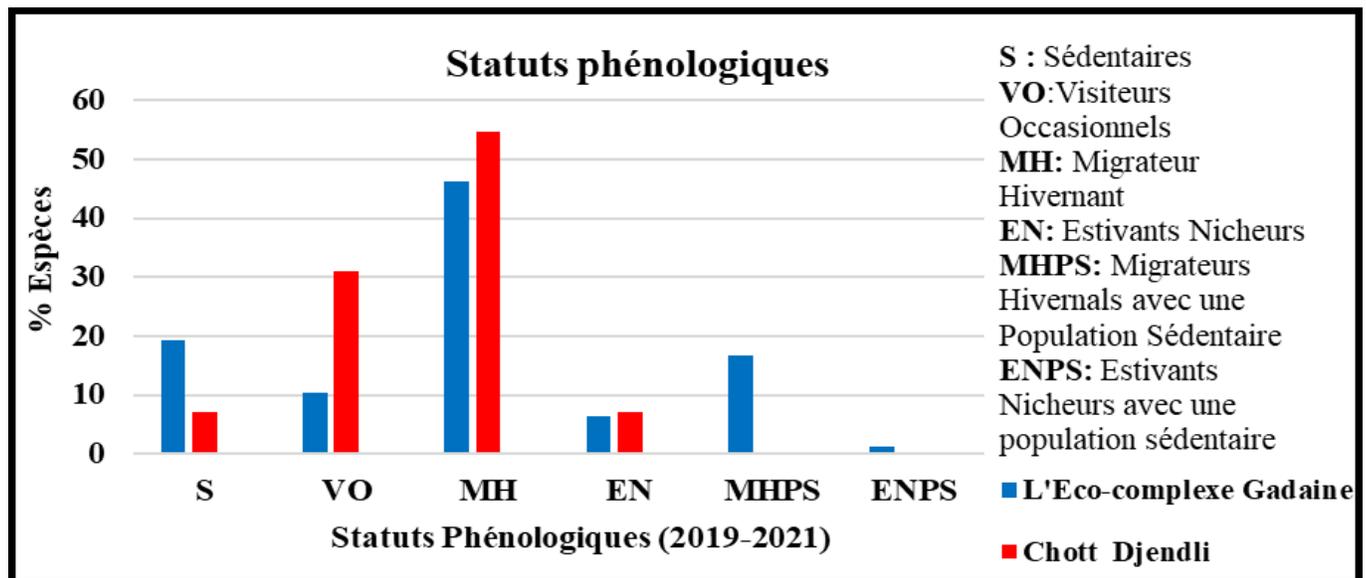


Figure 11. Les statuts phénologiques de la population aviaire durant les années de suivi (2019-2020 et 2020-2021)

### III.1.2.2. Groupes écologiques

Dans les deux zones humides étudiées, quatre groupes écologiques ont été identifiés. À l'ECG, les oiseaux aquatiques dominent, représentant 73,75 % (59 espèces) des oiseaux observés. Ils sont suivis par les oiseaux des habitats ouverts, qui constituent 16,25 % (13 espèces), puis par les oiseaux forestiers, avec sept espèces (8,75 %), et enfin par les oiseaux des habitats urbains, représentés par une seule espèce (*Ciconia ciconia*, 1,25 %).

En revanche, au CDJ, 30 espèces d'oiseaux d'eau ont été inventoriées, représentant 71,43 % de la population aviaire observée. Les oiseaux des habitats ouverts comptent également sept espèces (16,67 %), tandis que les oiseaux forestiers se déclinent en six espèces (11,90 %). Les oiseaux des habitats urbains, quant à eux, sont représentés par une seule espèce (*Ciconia ciconia*, 2,38 %) (Fig. 12).

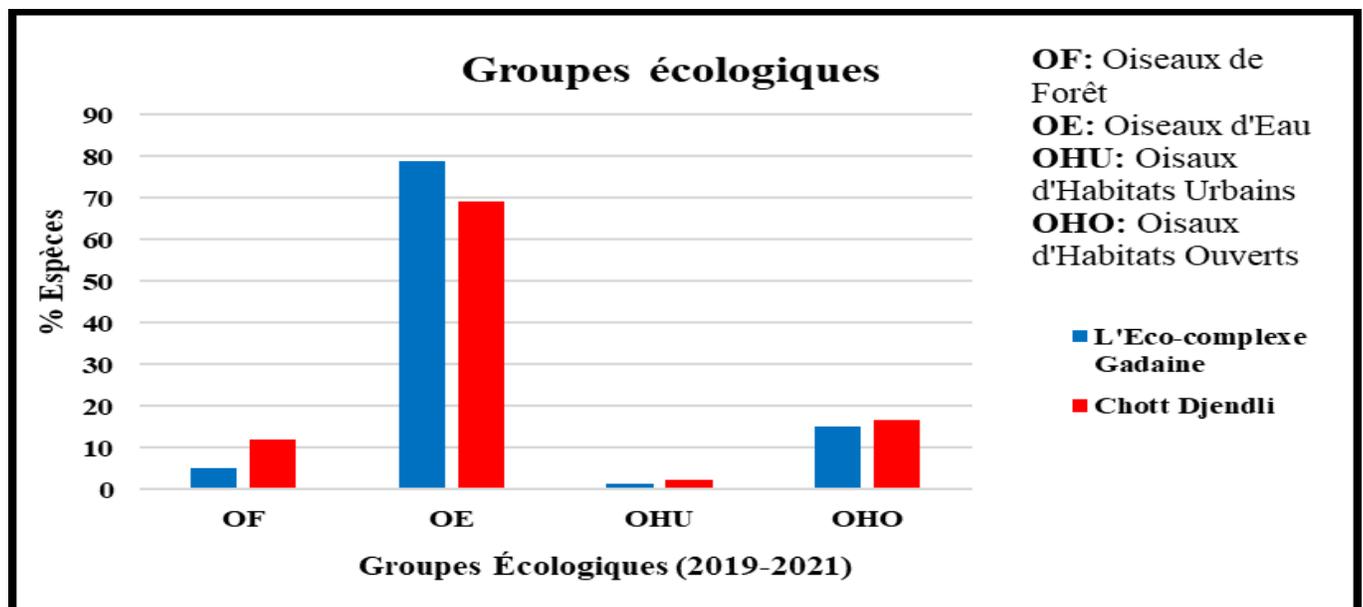


Figure 12. Les groupes écologiques de la population aviaire durant les deux années de suivi (2019-2020 et 2020-2021)

### III.1.2.3. Type faunique

Les espèces observées à l'ECG appartenait à 13 types fauniques selon la classification de Voous (1960). Le type faunique Paléarctique dominait, représentant 26,25 % des espèces recensées. Il était suivi par le type Holarctique (17,5 %), le type Cosmopolite (10 %), ainsi que les types Indo-Africain et Ancien Monde, qui comptaient chacun 8,75 %. Venaient ensuite le type Méditerranéen (7,5 %), le type Sarmatique (6,25 %), le type Arctique (5 %), le type Turco-Méditerranéen (3,75 %) et le type Éthiopien (2,5 %). Les types Paléoérique, Sibérien et Turkestanien-Européen étaient chacun représentés par une seule espèce (1,25 %).

Au CDJ, les oiseaux observés appartenait à 10 types fauniques, avec le Paléarctique, représentant 26,19 %, en tête. Ce dernier était suivi par le type Holarctique (21,43 %), ainsi que par les types Ancien Monde, l'Indo-Africain et Cosmopolite, qui comptaient chacun 9,52 %. Les types Paléoxérique et Sibérien étaient présents avec 4,76 % chacun, tandis que les types Méditerranéen, Turkestando-Méditerranéen, Arctique et Sarmatique représentaient chacun 2,38 % de la population observée (Martensen et al., 2008 et 224 ; Xu T., 2019). (Tab.1 et Fig.13).

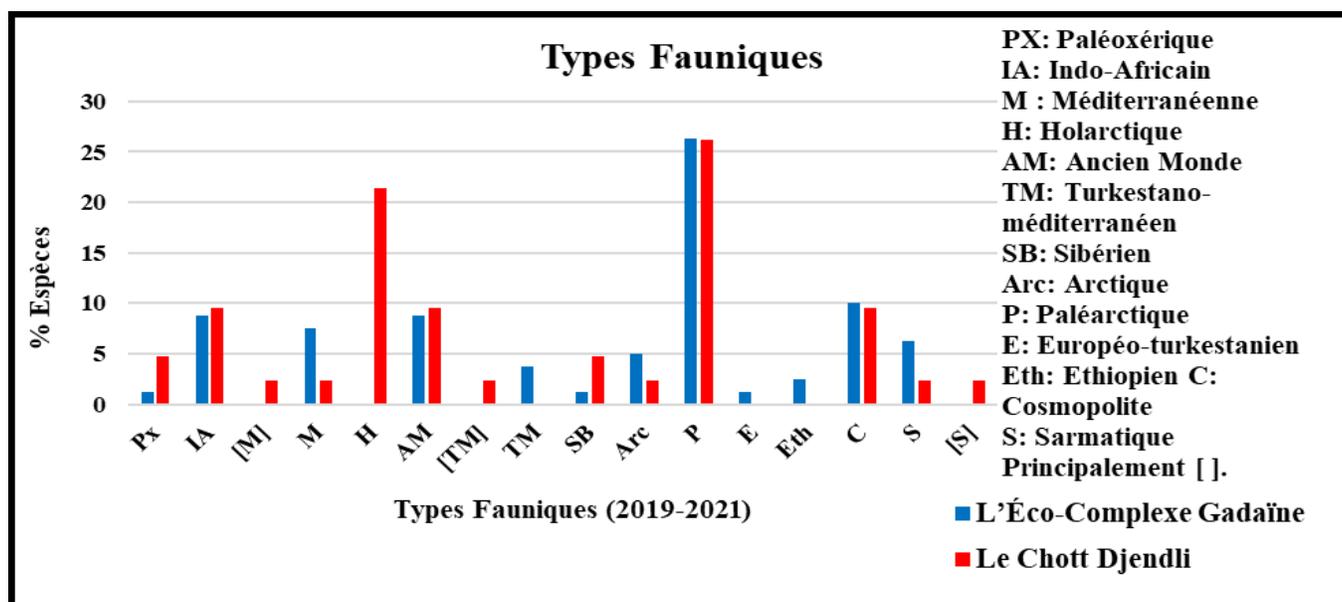


Figure 13. Les types fauniques de la population aviaire durant les deux années de suivi (2019-2020 et 2020-2021)

#### III.1.2.4. Types trophiques

D'après la figure 14, les espèces aviaires inventoriées dans l'ECG ont été classées en huit catégories trophiques distinctes. Les Consommateurs d'invertébrés et les Carnivores étaient les plus représentés, comptant respectivement 28 espèces (35 %). Suivaient par les espèces Polyphages, qui totalisaient 16 espèces (20 %) de l'ensemble des oiseaux enregistrés. Les Piscivores étaient représentés par six espèces (7,5 %), tandis que cinq espèces (6,25 %) appartenaient aux Insectivores et Omnivores. Les Herbivores étaient peu nombreux, avec seulement trois espèces (3,75 %), et les Charognards étaient représentés par une seule espèce (*Neophron percnopterus*).

Dans CDJ, les Consommateurs d'invertébrés, les Polyphages et les Carnivores étaient également les mieux représentés, avec respectivement 42,86 % (18 espèces), 30,95 % (13 espèces) et 21,43 % (9 espèces). Les Charognards, tels que *Neophron percnopterus*, et les Piscivores, tels que *Sterna albofrons*, étaient représentés par une seule espèce chacun (2,38 %) (Tab. 1) (Viani, 2011).

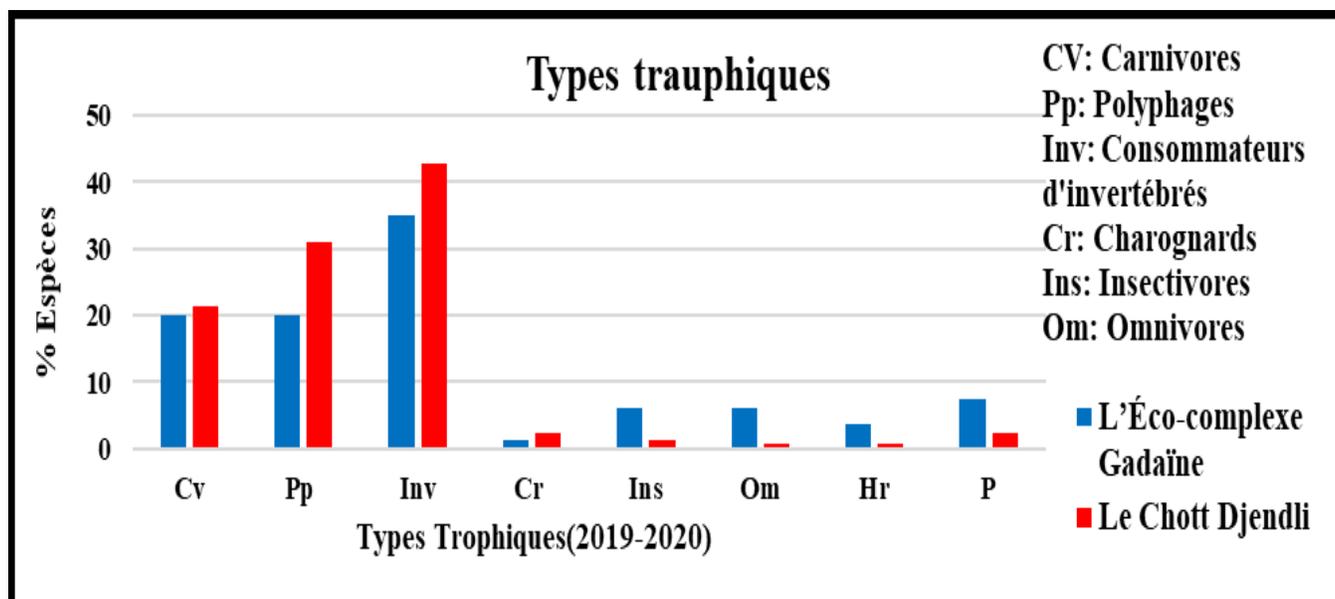


Figure14. Les types trophiques de l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli durant les deux années de suivi (2019-2021)

### III.1.2.5. Catégories de protection

D'après la figure 15, l'avifaune rencontrée au cours de la période d'étude se compose de 80 espèces à l'ECG. Parmi celles-ci, 42 espèces sont protégées par la Loi Algérienne, représentant ainsi 52,5 % de l'ensemble. Au CDJ, sur les 42 espèces observées, 20 espèces (47,62 %) étaient protégées.

Les espèces aviaires protégées par la Loi Algérienne sur les deux sites incluent : l'Aigle botté (*Hieraaetus pennatus*), le Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*), le Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*), le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*), la Râle d'eau (*Rallus aquaticus*), la Talève sultane (*Porphyrio porphyrio*), le Grand Cormoran (*Phalacrocorax carbo*), le Bihoreau gris (*Nycticorax nycticorax*), le Crabier chevelu (*Ardeola ralloides*), l'Aigrette garzette (*Egretta garzetta*), la Grande Aigrette (*Ardea alba*), le Héron pourpré (*Ardea purpurea*), la Grue cendrée (*Grus grus*), l'Ibis falcinelle (*Plegadis falcinellus*), la Spatule blanche (*Platalea leucorodia*), la Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*), le Flamant rose (*Phoenicopterus roseus*), l'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*), l'Échasse blanche (*Himantopus himantopus*), l'Œdicnème criard (*Burhinus oedicanus*), le Grand Gravelot (*Charadrius hiaticula*), le Chevalier cul-blanc (*Tringa ochropus*), le Courlis cendré (*Numenius arquata*), la Sterne hansel (*Gelochelidon nilotica*), la Sterne naine (*Sternula albifrons*), le Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*), la Buse féroce (*Buteo rufinus*), l'Aigle royal (*Aquila chrysaetos*), le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*), la Chevêche d'Athéna (*Athene noctua*), l'Aigle de Bonelli (*Aquila fasciata*), l'Aigle royal (*Aquila chrysaetos*), le Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*), la

Buse maghreb (*Buteo rufinus cirtensis*), la Buse variable (*Buteo buteo*), le Circaète jean-le-Blanc (*Circaetus gallicus*), le Milan royal (*Milvus milvus*), le Milan noir (*Milvus migrans*), l'Élanion blanc (*Elanus caeruleus*), le Vautour percnoptère (*Neophron percnopterus*), et la Sarcelle marbrée (*Marmaronetta angustirostris*).

Le film d'eau de l'ECG et le CDJ abritent une avifaune variée, avec respectivement 80 et 42 espèces. Dans l'ECG, la population avienne est classée selon quatre statuts de protection de l'UICN. Ainsi, 72 espèces sont identifiées comme étant de Préoccupation mineure (LC), représentant 90 % des espèces recensées. Cinq espèces, soit 6,25 %, sont considérées comme Quasi-menacées (NT) : le Milan royal (*Milvus milvus*), le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*), le Vanneau huppé (*Vanellus vanellus*), le Bécasseau cocorli (*Calidris ferruginea*) et le Courlis cendré (*Numenius arquata*). Les espèces vulnérables incluent le Fuligule milouin (*Aythya ferina*) et la Sarcelle marbrée (*Marmaronetta angustirostris*). De plus, une seule espèce est classée en danger : le Vautour percnoptère (*Neophron percnopterus*).

Concernant le CDJ, deux statuts de protection ont été identifiés. Le statut de Préoccupation mineure inclut 37 espèces, représentant ainsi 92,5 % de la population observée. Parmi ces espèces, on trouve la Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*), le Vanneau huppé (*Vanellus vanellus*) et le Courlis cendré (*Numenius arquata*), qui sont également classés comme Quasi-menacés.

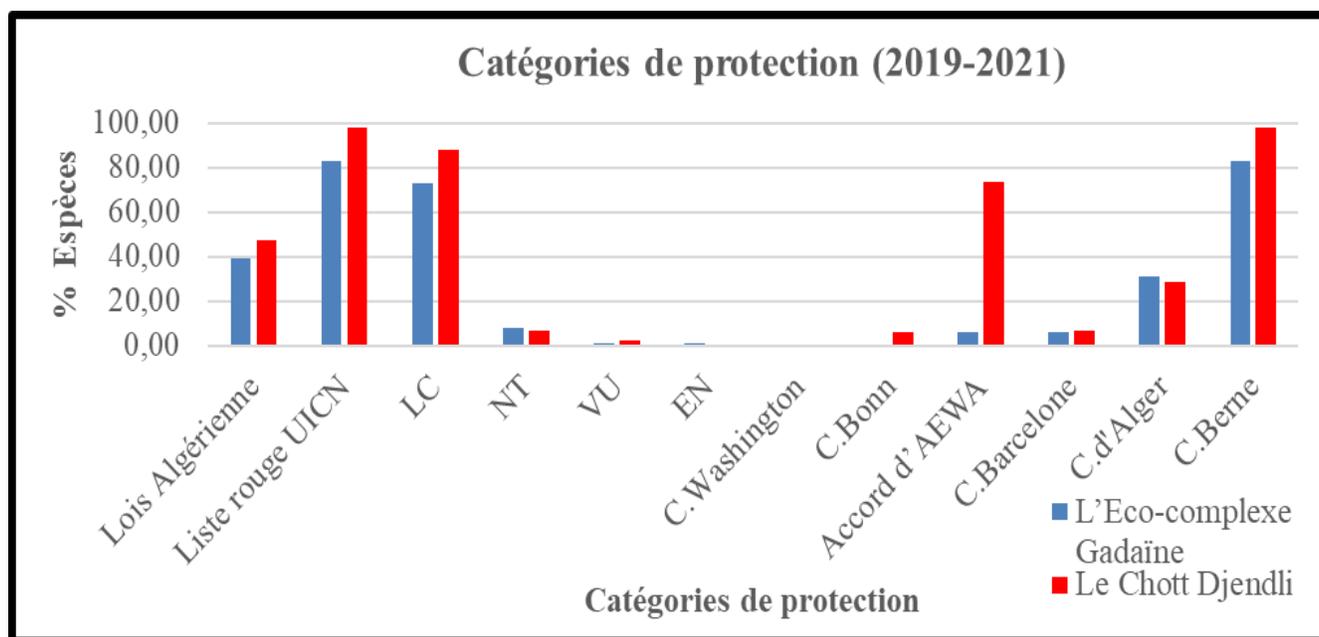


Figure 15. Statuts de protection par la loi algérienne et Liste rouge de l'UICN de l'Éco-complexe Gadaïne et Chott Djendli durant les deux années de suivi (2019-2021)

## III.2. Les indices écologiques

### III.2.1. Abondance

Au cours des deux années consécutives de 2019 à 2021, les histogrammes de la première année (de décembre 2019 à décembre 2020) pour l'ECG révèlent la présence de 50 espèces d'oiseaux. Cette richesse varie selon deux saisons : la saison hivernale (de décembre 2019 à mars 2020 et de septembre 2020 à décembre 2020) et la saison estivale (d'avril 2020 à août 2020). Les mois les plus riches en espèces sont juin et juillet, avec des effectifs dépassant 6 944 individus, correspondant à la période estivale et de nidification, dominée principalement par les Anatidés, les Rallidés, les Recurvirostridés et les Phœnicoptéridés. À l'inverse, septembre se révèle être le mois le moins riche, avec seulement 3 341 individus, marquant le début de la saison hivernale. On y observe des Recurvirostridés tels que l'Échasse blanche (*Himantopus himantopus*) et l'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*), des Charadriidés incluant le Pluvier grand gravelot (*Charadrius hiaticula*), le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), le Vanneau huppé (*Vanellus vanellus*), et le Petit gravelot (*Charadrius dubius*), des Anatidés comme le Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*), le Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*), la Sarcelle d'hiver (*Anas crecca*), le Canard colvert (*Anas platyrhynchos*) et le Canard siffleur (*Mareca penelope*), ainsi que des Scolopacidés : le Courlis cendré (*Numenius arquata*), le Chevalier aboyeur (*Tringa nebularia*) et la Bécassine des marais (*Gallinago gallinago*).

Pour la deuxième année (de janvier 2021 à décembre 2021), la richesse spécifique augmente, atteignant 80 espèces, également distribuées de manière irrégulière entre les saisons hivernale et estivale. Le mois le plus riche est janvier 2021, avec 68 655 individus, tandis que septembre 2021 est le moins riche, n'affichant que 2 162 individus observés.

De plus, des populations de Canards colverts (*Anas platyrhynchos*), de Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*), de Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*), de Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), de Foulques macroules (*Fulica atra*), de Gallinules poules d'eau (*Gallinula chloropus*), d'Échasses blanches (*Himantopus himantopus*), de Talèves sultanes (*Porphyrio porphyrio*) et de Flamants roses (*Phoenicopterus roseus*) sont considérées comme des espèces nicheuses au sein de l'ECG. Notons que la nidification de la Talève sultane a été observée pour la première fois sur ce site. À l'ECG, les espèces ont été recensées tant durant la période hivernale qu'estivale, en raison de la disponibilité constante de l'eau.

Concernant le CDJ, les histogrammes indiquent pour la première année une richesse spécifique de 42 espèces, également réparties de manière hétérogène. Le mois le plus riche est février, avec 43 495 individus, tandis qu'octobre est le moins représenté, avec 17 197 individus. Ce site subit cependant

des périodes de sécheresse durant l'été (de mai à août) et était totalement asséché durant la deuxième année (de janvier 2021 à décembre 2021), en raison de conditions climatiques défavorables, notamment un manque de précipitations et une élévation des températures.

La majorité des espèces aviennes fréquentent le CDJ exclusivement pendant la période hivernale, leur présence étant observée lors de deux hivers distincts, lorsque l'eau était disponible. La première période hivernale (de décembre 2019 à avril 2020) révèle environ 37 espèces, réparties de manière irrégulière. Mars est le mois le plus riche en espèces, avec 37 espèces (43 528 individus), tandis qu'avril est le moins riche, avec 24 espèces (18 725 individus). En revanche, la deuxième période hivernale (octobre-novembre 2020) se distingue par la présence remarquable de 37 espèces, distribuées de manière hétérogène, avec un effectif total dépassant 26 845 individus. Parmi ces espèces, on recense des Anatidés tels que la Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*), la Sarcelle d'hiver (*Anas crecca*), le Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*) et le Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*). Les Charadriidés sont représentés par le Vanneau huppé (*Vanellus vanellus*) et le Courlis cendré (*Numenius arquata*), tandis que les Recurvirostridés se limitent à l'Échasse blanche (*Himantopus himantopus*). Les Phœnicoptéridés incluent le Flamant rose (*Phoenicopterus roseus*), tandis que les Rallidés sont représentés par la Foulque macroule (*Fulica atra*) (Fig. 16).

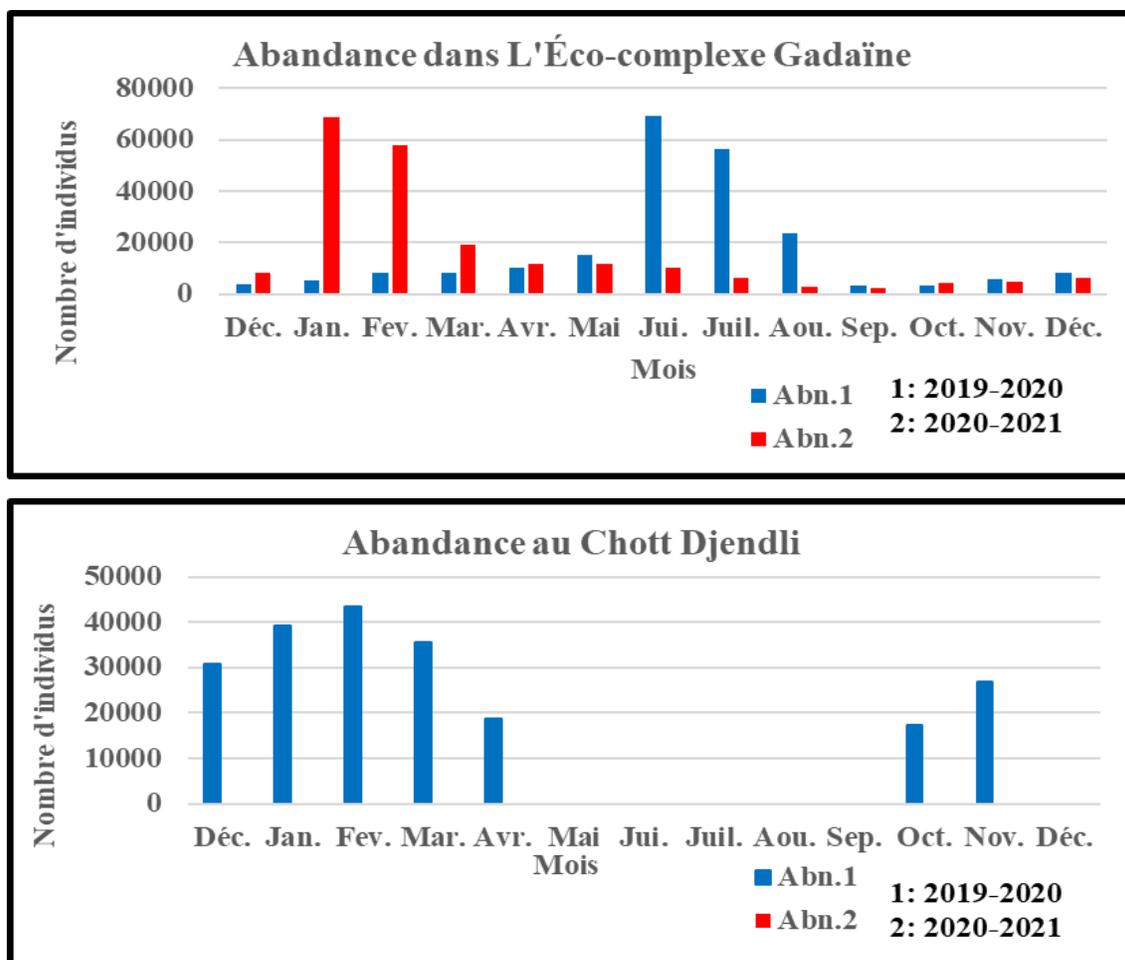


Figure 16. Fluctuation des effectifs des oiseaux observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)

### III.2.2. Richesse spécifique

La diversité spécifique des deux zones humides étudiées est composée de 80 espèces, réparties entre 11 ordres, 19 familles et 52 genres pour l'ECG. En revanche, la zone du CDJ abrite 42 espèces, appartenant à 8 ordres, 14 familles et 31 genres.

Les histogrammes relatifs à l'ECG révèlent que l'avifaune aquatique, sur la période 2019-2021, présente un pic de richesse spécifique en février 2021, avec 64 espèces recensées et un total de 58 046 individus. Cette diversité est principalement dominée par les Anatidés, incluant des espèces telles que le Canard colvert (*Anas platyrhynchos*), le Canard chipeau (*Anas strepera*), le Canard souchet (*Anas clypeata*), le Canard siffleur (*Mareca penelope*), le Canard pilet (*Anas acuta*), la Tadorne de Belon (*Tadorna ferruginea*), la Sarcelle d'hiver (*Anas crecca*), la Sarcelle marbrée (*Anas angustirostris*) et le Tadorne casarca (*Tadorna tadorna*). On y trouve également des Recurvirostridés, tels que l'Échasse blanche (*Himantopus himantopus*) et l'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*, des Rallidae, dont le

Foulque macroule (*Fulica atra*), la Gallinule poule d'eau (*Gallinula chloropus*), la Marouette poussin (*Porzana parva*), la Râle d'eau (*Rallus aquaticus*) et la Talève sultane (*Porphyrio porphyrio*), ainsi que des Phœnicoptéridés, représentés par le Flamant rose (*Phœnicopterus roseus*).

Concernant la saison d'hivernage 2019-2020, les histogrammes montrent un pic de diversité spécifique en décembre, avec 64 espèces, dont une majorité des *Anatidae* (le Canard colvert, la Sarcelle marbrée, le Tadorne de Belon et le Tadorne casarca), des *Recurvirostridae* (l'Échasse blanche et l'Avocette élégante), des *Phœnicoptéridae* (le Flamant rose), des *Rallidae* (le Foulque macroule), des *Charadriidae*, notamment le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) et le Vanneau huppé (*Vanellus vanellus*), ainsi que des *Ardeidae*, tels que le Héron garde-bœuf (*Bubulcus ibis*).

Pour la saison d'hivernage 2020-2021, un autre pic de diversité spécifique, également de 64 espèces, a été observé en février. Ce groupe est principalement composé des *Anatidae* : le Canard colvert, le Canard chipeau, le Canard souchet, le Canard siffleur, le Tadorne de Belon, la Sarcelle d'hiver, la Sarcelle marbrée et le Tadorne casarca ; des *Charadriidae*: le Gravelot à collier interrompu, le Petit gravelot, le Pluvier argenté, le Pluvier doré et le Vanneau huppé ; des *Scolopacidae* : le Chevalier à cul-blanc, le Chevalier aboyeur, le Chevalier guinette, le Chevalier sylvain, la Bécasseau variable et la Bécasseau minute ; des *Ciconiidae*: la Cigogne blanche ; des *Ardéidae*: le Héron garde-bœuf ; des *Burhinidae*: l'Œdicnème criard ; des *Motacillidae*: la Bergeronnette grise ; des *Phœnicoptéridae* : le Flamant rose ; des *Rallidae*: le Foulque macroule et la Gallinule poule d'eau ; ainsi que des *Recurvirostridae* : l'Avocette élégante et l'Échasse blanche (Fig. 17).

En revanche, la saison estivale présente un pic de 50 espèces en juin, principalement représentées par des *Anatidae*(le Canard colvert, la Sarcelle marbrée, le Tadorne de Belon et le Tadorne casarca), des *Ardéidae*(le Héron garde-bœuf), des *Podicipédidae* (le Grèbe à cou noir, le Grèbe castagneux et le Grèbe huppé), des *Charadriidae* (le Pluvier grand gravelot, le Gravelot à collier interrompu, le Chevalier à cul-blanc, le Chevalier guinette et Chevalier aboyeur), des *Rallidae* (la Gallinule poule d'eau et le Foulque macroule), des *Phœnicoptéridae* (le Flamant rose), des *Recurvirostridae*(l'Avocette élégante et l'Échasse blanche), des *Ciconiidae* (la Cigogne blanche) et des *Motacillidae*(la Bergeronnette grise).

Au niveau du CDJ, les histogrammes relatifs à la richesse spécifique de la saison d'hivernage 2019-2020 montrent un pic dès octobre, bien que la diversité spécifique soit inférieure à celle observée à l'ECG. La zone humide du CDJ abrite 37 espèces, principalement constituées des *Anatidae*, tels que le Canard colvert (*Anas platyrhynchos*), la Tadorne de Belon (*Tadorna ferruginea*), la Tadorne casarca (*Tadorna tadorna*), la Sarcelle d'hiver (*Anas crecca*), le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*), le Canard

pilet (*Anas acuta*), le Canard siffleur (*Mareca penelope*) et le Canard souchet (*Anas clypeata*). On y trouve également des *Recurvirostridae*, comme l'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*) et l'Échasse blanche (*Himantopus himantopus*), des *Scolopacidae*, notamment le Courlis cendré (*Numenius arquata*) et le Bécasseau variable (*Calidris alpina*), des *Charadriidae*, tels que le Pluvier doré (*Pluvialis apricaria*), le Pluvier grand gravelot (*Charadrius hiaticula*), le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) et le Petit gravelot (*Charadrius dubius*), ainsi que des Rallidae, représentés uniquement par le Foulque macroule (*Fulica atra*). Des populations de la Bergeronnette grise (*Motacilla alba*), de la Grue cendrée (*Grus grus*), de la Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*) et du Flamant rose (*Phaenicopterus roseus*) ont également été observées.

En revanche, le second site (CDJ) a été totalement asséché durant l'année 2021 en raison de conditions climatiques défavorables, caractérisées par une réduction des précipitations et une élévation des températures.

D'autre part, certaines espèces ont utilisé l'ECG comme site de nidification entre avril et août durant les années 2019 à 2021. Parmi celles-ci, on trouve le Canard colvert (*Anas platyrhynchos*), la Tadorne de Belon (*Tadorna ferruginea*), la Tadorne casarca (*Tadorna tadorna*), le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), la Foulque macroule (*Fulica atra*), la Gallinule poule d'eau (*Gallinula chloropus*), la Talève sultane (*Porphyrio porphyrio*) et le Grèbe à cou noir (*Podiceps nigricollis*), avec également une tentative de nidification du Flamant rose (*Phaenicopterus roseus*). Il convient de souligner que seules des populations de l'Hérons garde-bœufs (*Bubulcus ibis*), de Cigognes blanches (*Ciconia ciconia*) et de quelques rapaces ont été observées durant les périodes estivale et hivernale.

La population aviaire a occupé l'ECG durant les saisons estivale et hivernale, alors qu'au CDJ, elle n'était présente que durant la période hivernale, lorsque l'eau était disponible.

En termes de diversité spécifique, l'ECG a abrité tout au long de notre étude, un total de 80 espèces. En revanche, le CDJ a seulement accueilli 42 espèces, limitées à la période hivernale (Fig. 18).

Sur la base de la richesse spécifique des ordres aviens présents, l'ordre des Charadriiformes est le plus dominant et le mieux représenté, avec 30 espèces réparties sur 5 familles et 16 genres. Il est suivi par les Ansériformes, qui comptent 11 espèces réparties en une seule famille et 6 genres, puis par les Falconiformes, représentés par 15 espèces appartenant à deux familles et 9 genres. L'ordre des Péléciformes comprend 9 espèces réparties sur deux familles et 8 genres, suivi par les Gruiformes, avec 5 espèces, deux familles et 6 genres. L'ordre des Passeriformes comprend 3 espèces, réparties en deux familles et deux genres. L'ordre des Podicipediformes est constitué de 3 espèces appartenant à une seule famille et un seul genre. Enfin, les ordres des Phœnicopteriformes, des Suliformes, des

Ciconiiformes et des Strigiformes occupent la dernière position, avec une seule espèce, une seule famille et un seul genre pour chacun de ces ordres (Fig. 18).

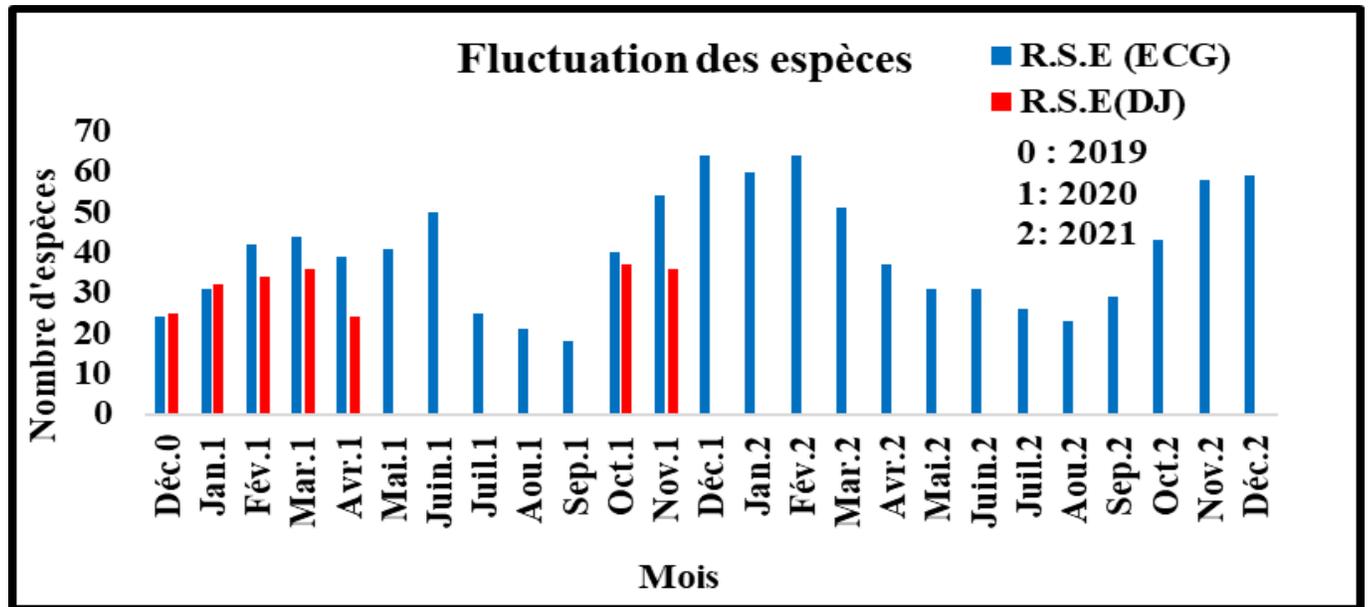


Figure 17. Fluctuation de la richesse spécifique des oiseaux observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)

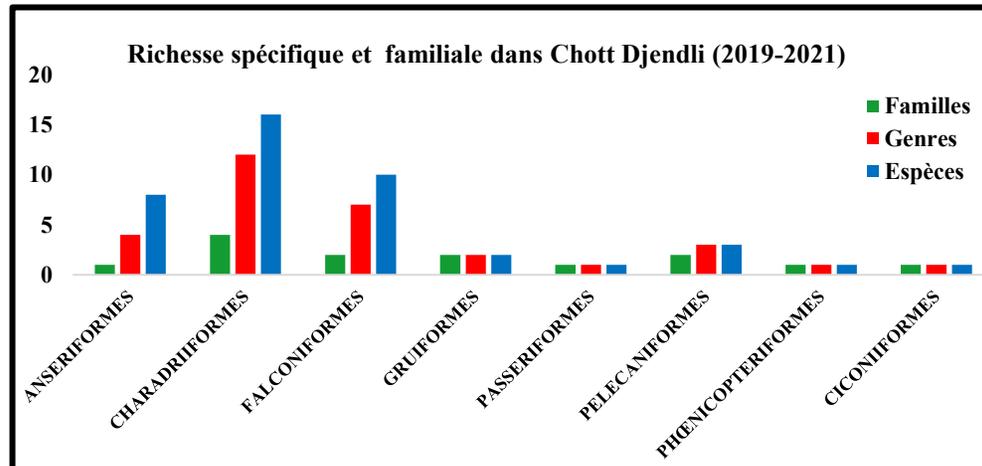
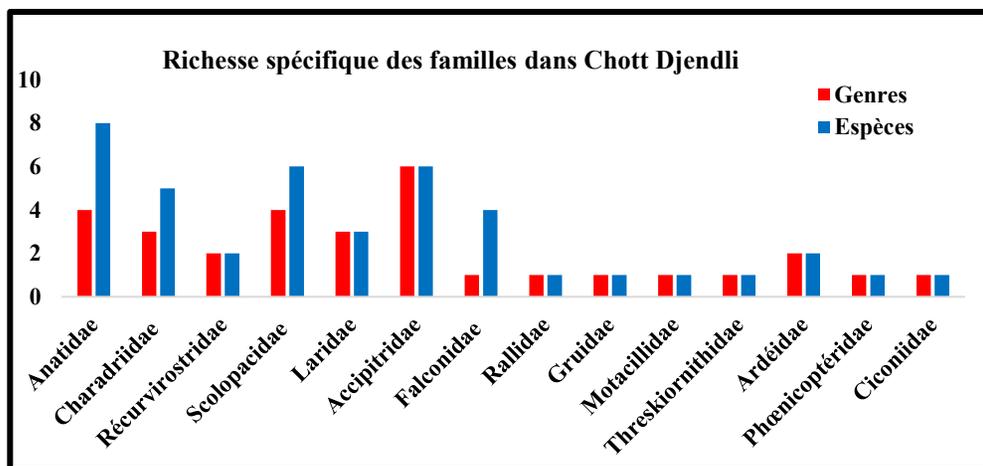
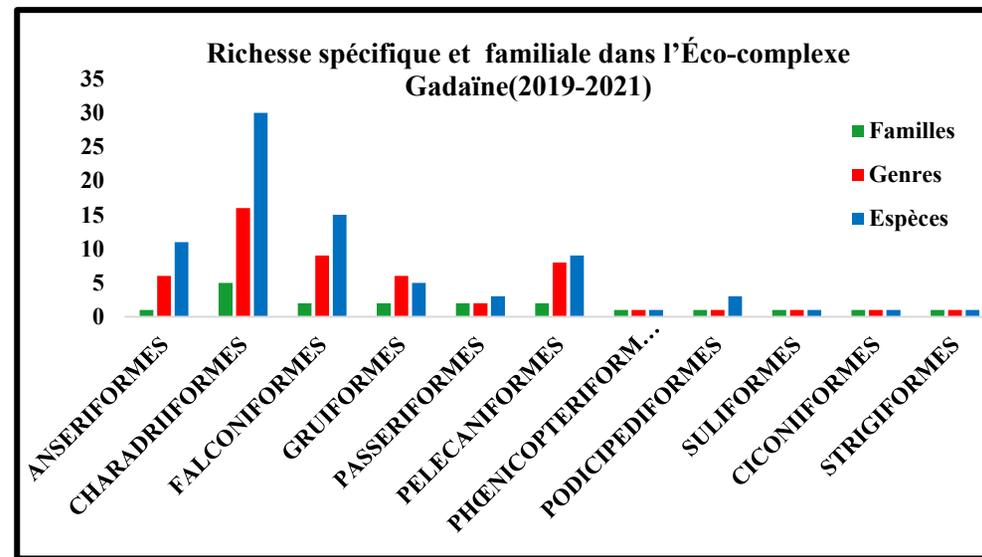
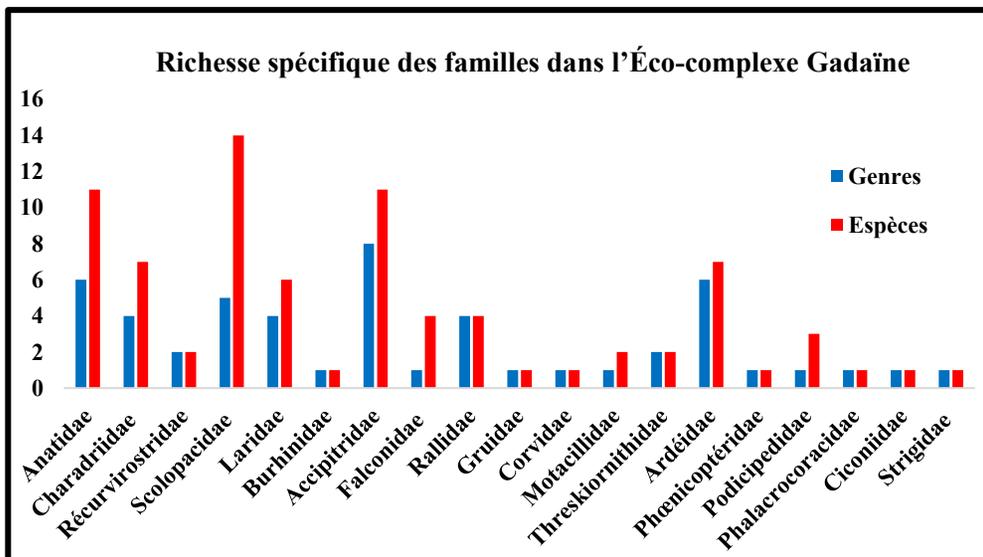


Figure 18. Richesse spécifique l'avifaune aquatique dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)

**Tableau 2 : Phénologie hivernale et estivale des espèces fréquentant l'Éco-complexe Gadaïne et Chott Djendli (2019-2021)**

Zone d'étude		L'Éco-complexe Gadaïne												Le Chott Djendli													
Famille	Espèces	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juil.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juil.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Accipitridae	Aigle botté																										
	Aigle de Bonelli																										
	Aigle royal																										
	Busard des roseaux																										
	Buse maghreb																										
	Buse variable																										
	Circaète jean-le-Blanc																										
	Milan royal																										
	Milan noir																										
	Élanion blanc																										
	Vautour percnoptère																										
Anatidae	Canard chipeau																										
	Canard Colvert																										
	Canard pilet																										
	Canard siffleur																										
	Canard souchet																										
	Fuligule milouin																										
	Sarcelle d'hiver																										
	Sarcelle marbrée																										
	Tadorne casarca																										
	Tadorne de belon																										
	Fuligule nyroca																										
Ardeidae	Aigrette garzette																										
	Bihoreau gris																										
	Crabier chevelu																										
	Grande aigrette																										
	Héron cendré																										
	Héron garde bœuf																										
	Héron pourpré																										
Burhinidae	Œdicnème criard																										
Ciconiidae	Cigogne blanche																										
Corvidae	Grand corbeau																										
Charadriidae	Pluvier Grand gravelot																										
	Gravelot à collier interrompu																										
	Petit gravelot																										
	Pluvier argenté																										
	Pluvier doré																										
	Vanneau huppé																										
	Sterne caugek																										



### III.2.3. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')

Le calcul de l'indice de diversité de Shannon-Weaver dans la première zone humide de l'ECG révèle des valeurs relativement stables au cours des deux années de suivi, oscillant entre 4,17 bits et 6,00 bits. Les valeurs maximales sont observées pendant les saisons hivernales, tandis que les saisons estivales enregistrent des valeurs minimales pour cet indice.

Les valeurs les plus élevées ont été observées en décembre 2020 et février 2021, atteignant 6,00 bits (respectivement 8492 et 58046 individus), ce qui correspond à une richesse spécifique de 64 espèces. Parmi celles-ci figurent des *Anatidae* (le Canard colvert, la Sarcelle marbrée, le Tadorne de Belon et le Tadorne casarca), des *Recurvirostridae* (l'Échasse blanche et l'Avocette élégante), des *Phaenicoptéridae* (le Flamant rose), des *Rallidae* (le Foulque macroule et la Gallinule poule d'eau), des *Charadriidae* (le Gravelot à collier interrompu, le Pluvier doré, le Pluvier argenté et le Vanneau huppé), des *Ardéidae* (le Héron garde-bœuf), des *Burhinidae* (l'Œdicnème criard), des *Motacillidae* (la Bergeronnette grise), des *Scolopacidae* (le Chevalier à cul-blanc, le Chevalier aboyeur, le Chevalier guinette, le Chevalier sylvain, la Bécasseau variable et la Bécasseau minute) et des *Ciconiidae* (la Cigogne blanche).

En revanche, les valeurs les plus faibles ont été enregistrées en septembre 2020, avec un indice de 4,17 bits (3341 individus), correspondant à une richesse spécifique de 18 espèces, principalement composées de Canard colvert, de l'Échasse blanche, de Foulque macroule, de Flamant rose, de Tadorne de Belon, de Tadorne casarca et de Héron garde-bœuf. De plus, pendant la période 2020-2021, les valeurs les plus basses ont été observées en août 2021, avec un indice H' de 4,52 bits (2694 individus), ce qui correspond à une richesse spécifique de 23 espèces, incluant la Bergeronnette printanière, le Canard colvert, la Cigogne blanche, l'Échasse blanche, le Foulque macroule, la Gallinule poule d'eau, le Héron garde-bœuf et le Tadorne casarca.

Il convient de souligner, d'après les histogrammes, que huit populations aviennes sont considérées comme nicheuses, comprenant les Canards colverts, les Tadornes de Belon, les Tadornes casarca, les Gravelots à collier interrompu, les Foulques macroules, les Gallinules poules d'eau, les Échasses blanches, les Talèves sultanes et les Flamants roses durant l'année 2021 (période estivale, d'avril à août) (Fig. 19).

Au CDJ, l'indice de diversité varie entre 4,58 et 5,21 bits au cours de la saison 2019-2020. Les valeurs les plus élevées ont été observées en octobre 2020, où cet indice a atteint 5,21 bits, correspondant à une richesse spécifique de 37 espèces et un effectif total de 17 197 individus. Ce peuplement a montré une codominance parmi plusieurs familles, notamment les *Anatidae* (tels que le

Fuligule nyroca, la Sarcelle d'hiver, le Tadorne casarca, le Tadorne de Belon, le Canard colvert, le Canard pilet, le Canard siffleur et le Canard souchet), les *Recurvirostridae* (l'Échasse blanche et l'Avocette élégante), les *Charadriidae* (le Petit gravelot, le Pluvier grand gravelot, le Gravelot à collier interrompu), les *Gruidae* (la Grue cendrée), les *Phœnicoptéridae* (le Flamant rose), les *Rallidae* (le Foulque macroule) et les *Scolopacidae* (le Courlis cendré).

La valeur minimale de 4,58 bits a été enregistrée en avril 2020, correspondant à une richesse spécifique de 24 espèces et à un effectif de 18 701 individus, dominé par le Tadorne de Belon. Cette faible diversité faunistique à CDJ peut être attribuée au dessèchement récurrent du plan d'eau.

De manière générale, les histogrammes de l'indice  $H'$  indiquent une stabilité relative, bien que faible, avec quelques pics notables observés pendant la période hivernale. À l'exception le mois d'avril, qui marque la fin de la saison d'hivernage, l'indice  $H'$  est élevé pour les groupes des *Anatidae*, des *Rallidae* et des *Phœnicoptéridae* tardifs. En 2021, Cette zone humide est demeurée à sec en raison de conditions climatiques défavorables, entre décembre 2020 et décembre 2021. En résumé, le graphique de l'indice  $H'$  met en évidence une stabilité relative durant la période d'hivernage, s'étendant de décembre 2019 jusqu'au début du mois d'avril 2020. (Fig. 19).

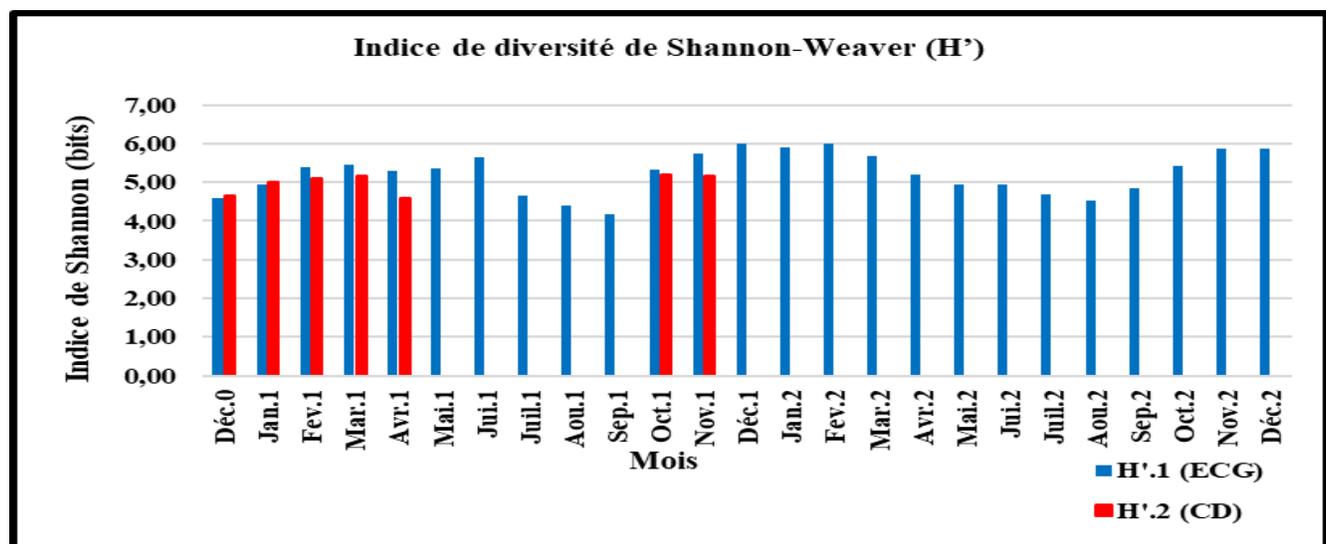


Figure 19. Variation temporelle de l'indice de diversité de Shannon-Weaver dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)

#### III.2.4. Indice d'équitabilité

À l'ECG, durant la saison d'hivernage 2019-2020, l'indice d'équitabilité a atteint sa valeur maximale en septembre 2020 ( $E = 0,96$ ), caractérisé par la présence de 18 espèces et 3 341 individus. La valeur minimale ( $E = 0,67$ ) a été enregistrée en décembre 2020, avec 64 espèces d'oiseaux

représentant 8 492 individus. En 2021, l'indice d'équitabilité a montré des valeurs inférieures par rapport à la saison hivernale précédente, atteignant un maximum en septembre ( $E = 0,83$ ). Le minimum ( $E = 0,67$ ) a été observé en février, également avec 64 espèces d'oiseaux, mais cette fois représentées par 58 046 individus.

Des valeurs maximales de cet indice ont été notées en août 2020 et en août 2021, correspondant respectivement à 21 et 23 espèces d'oiseaux, tandis que les valeurs minimales ont été enregistrées en juin 2020 ( $E = 0,71$ ) et en avril 2021 ( $E = 0,77$ ), périodes qui marquent le début de la nidification dans ce fil d'eau. Ces valeurs correspondent à la présence de 52 et 30 espèces respectives, avec des effectifs atteignant leurs maximas respectifs de 69 464 et 11 530 individus. Ces populations étaient principalement constituées des *Anatidae*, des *Rallidae* et des *Phœnicoptéridae*.

À CDJ, durant la saison d'hivernage 2019-2020, l'indice d'équitabilité a atteint sa valeur maximale en décembre 2019 ( $E = 0,47$ ), correspondant à 25 espèces et 30 653 individus. Les valeurs minimales ont été observées en mars, octobre et novembre 2020, avec respectivement 36, 37 et 36 espèces d'oiseaux, représentant 35 581, 17 197 et 26 809 individus.

La période estivale est représentée uniquement par le mois d'avril, le reste de la saison étant à sec. L'indice d'équitabilité pour avril est de 0,48, avec 24 espèces recensées. En raison de la sécheresse persistante dans ce chott, il n'a pas été possible d'étudier les différents types d'indices de diversité (Fig.20).

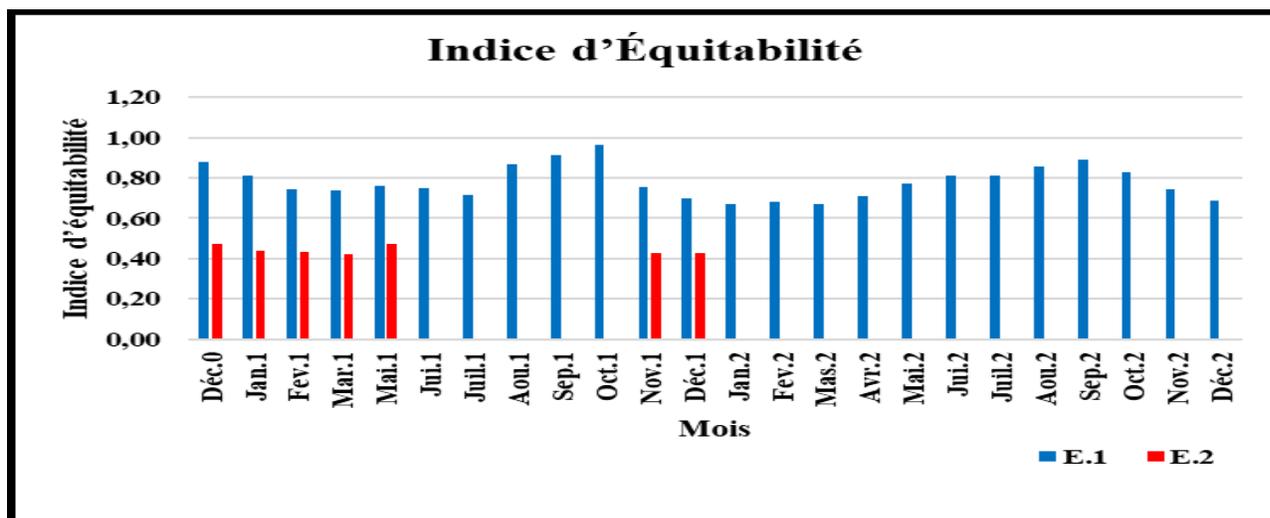


Figure 20. Variation temporelle de l'Indice d'équitabilité des oiseaux dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021).

### III.2.5. Test Chi carré de Pearson ( $\chi^2$ )

Les résultats obtenus pour le test du Chi carré sont les suivants : la statistique du Chi carré pour les fréquences observées est de 10364, et la valeur critique est de 97. Ainsi, puisque  $10364 > 97$ , nous rejetons l'hypothèse nulle ( $H_0$ ) et acceptons l'hypothèse alternative ( $H_1$ ), ce qui indique qu'il existe une relation significative entre l'abondance des espèces et la variation temporelle entre 2019/2020 et 2020/2021, avec un seuil de signification de 0,05. Ces résultats montrent qu'il existe une relation significative entre l'abondance des espèces et le facteur temporel dans l'ECG. Cela implique que la variation de l'abondance des espèces au fil du temps est significative et probablement non due au hasard. Il est donc suggéré que des facteurs temporels, tels que les saisons, les conditions climatiques ou d'autres variables environnementales, influencent directement l'abondance des espèces dans l'écosystème étudié.

Des résultats similaires ont été obtenus au CDJ. En conclusion, les résultats du test du Chi carré confirment qu'il existe une relation significative entre l'abondance des espèces et la variation temporelle, suggérant que le facteur temporel joue un rôle déterminant dans l'abondance des espèces.

### III.2.6. Analyse Multifactorielle des statuts bioécologiques

L'analyse statistique multifactorielle (AMF) des deux zones humides étudiées a révélé que tous les types de statut bioécologique testés étaient bien répartis à travers les quatre groupes écologiques d'oiseaux. Tous les paramètres liés au statut bioécologique ont montré des valeurs élevées sur les biplots factoriels  $F1 \times F3$  et  $F1 \times F5$  (Fig.21 et Fig.22).

L'AMF a mis en évidence une distribution dispersée des catégories écologiques d'oiseaux sur le biplot factoriel (Fig.21 et Fig.22). En observant le biplot de haut en bas et de droite à gauche (c'est-à-dire les valeurs positives de l'axe  $F1$  et les valeurs variant de positives à négatives sur l'axe  $F3$ ), On distingue quatre catégories d'oiseaux : les oiseaux aquatiques, les oiseaux forestiers, les oiseaux des habitats ouverts et les oiseaux urbains (Fig. 21 et Fig. 22).

Les oiseaux aquatiques et ceux des habitats ouverts partageaient un même statut phénologique, tandis que la majorité des oiseaux forestiers étaient des espèces sédentaires. Quant aux oiseaux urbains, ils étaient représentés par une seule espèce, *Ciconia ciconia*, une espèce migratrice estivale.

Dans l'ECG, les Polyphages, les Piscivores et les Invertivores semblent être directement liés au groupe écologique des oiseaux aquatiques. Les espèces Carnivores et Charognards étaient principalement associées aux oiseaux d'habitats ouverts. La majorité des oiseaux forestiers étaient carnivores, tandis que les oiseaux d'habitat urbains se nourrissaient principalement d'Invertébrés. Les Omnivores et Herbivores

étaient classés parmi les oiseaux migrateurs hivernants, notamment ceux des zones humides, avec des populations également sédentaires.

Les types faunistiques, tels que "Cosmopolite", "Ancien Monde", "Sibérien", "Indo-Africain", "Sarmatique" et "Méditerranéen", ont été associés au groupe écologique des oiseaux aquatiques. Les Charognards étaient exclusivement liés au statut de protection "Menacé" selon la Liste Rouge de l'UICN, en raison de leur spécificité pour *Neophron percnopterus*, une espèce migratrice estivante, estimée à une population sédentaire dans les habitats ouverts (Fig.21 et A1).

Quant aux espèces Sédentaires, elles étaient majoritairement associées aux oiseaux forestiers et aux habitats ouverts, et étaient fortement corrélées aux statuts trophiques "Invertivores", "Carnivores" et "Insectivores" (Fig.21 et A2).

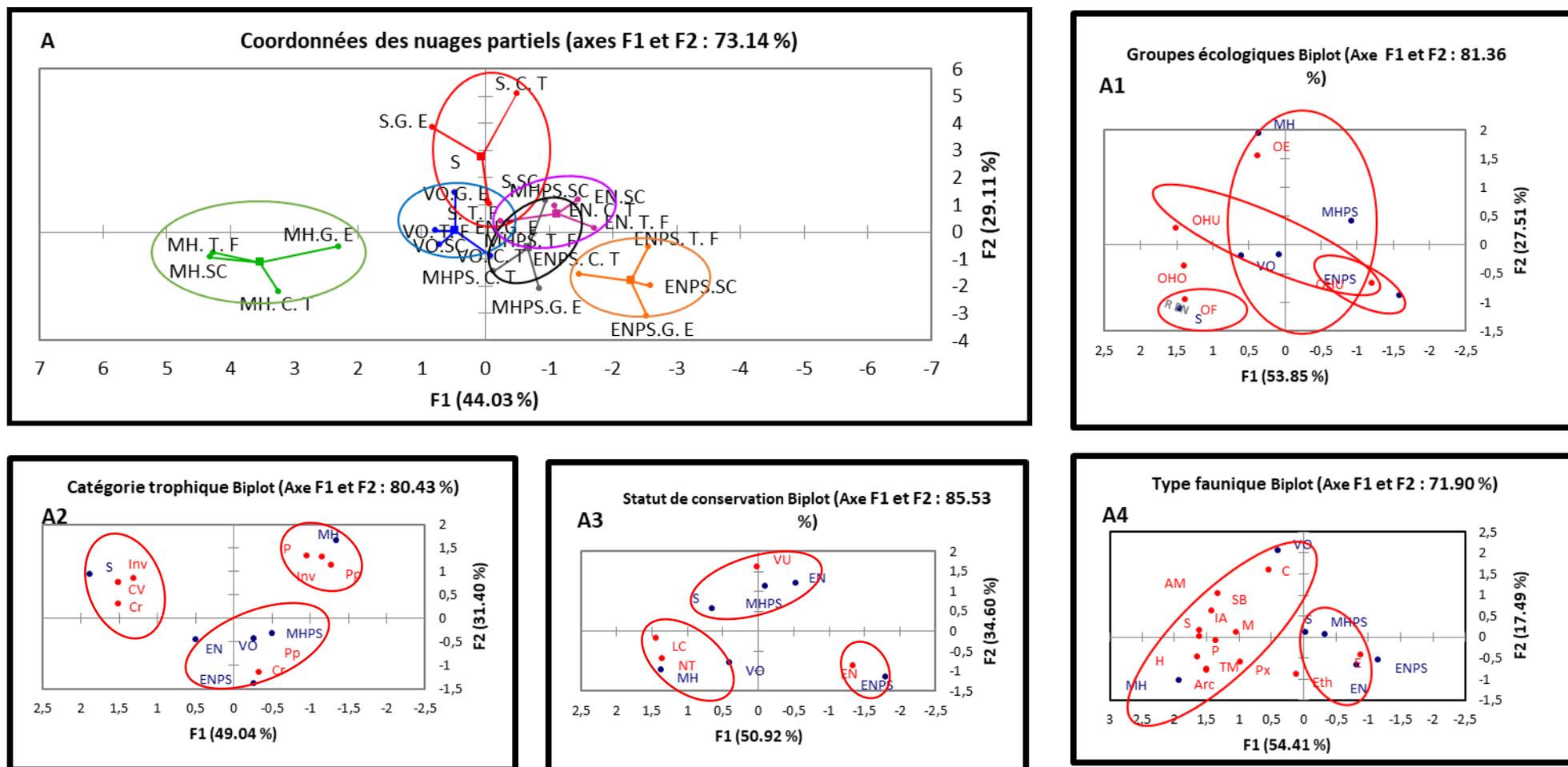


Figure 21. Représentation superposée des centres des quatre groupes d'oiseaux écologiques sur la factorielle commune 1-2 de l'AMFA : Coordonnées des nuages partiels (axes F1 et F2) des statuts bioécologiques pour chaque groupe écologique. Les graphiques A1, A2, A3 et A4 : sont des biplot de corrélation associée à l'AMF et détaillant les statuts écologiques des peuplements aviens dénombrés.

En revanche, au CDJ, les Polyphages, Piscivores et Invertivores étaient classés parmi les oiseaux aquatiques. Les Carnivores et Charognards étaient associés aux oiseaux des habitats ouverts, tandis que tous les oiseaux forestiers étaient carnivores et les oiseaux des habitats urbains se nourrissaient d'invertébrés (Fig.22 et B2).

De plus, la majorité des espèces migratrices estivantes avec des populations sédentaires dans l'ECG étaient des Charognards, et bénéficiaient d'une protection en vertu des conventions internationales telles que la Convention de Bonn, la Convention de Berne et la Convention CITES. Les invertivores, quant à eux, étaient classés dans des catégories de protection incluant "Préoccupation mineure", "Convention de Berne", "AEWA", les catégories de la Liste Rouge de l'UICN, ainsi que les conventions de Bonn, CITES et Alger, ce qui témoigne d'une bonne préservation de ces espèces (Fig.22 et B3).

Il convient de noter que quatre espèces d'oiseaux aquatiques (*Numenius arquata*, *Aythya nyroca*, *Calidris ferruginea* et *Porphyrio porphyrio*) ont été associées au statut de protection "Quasi menacé" dans l'ECG. Les Charognards et la plupart des Carnivores, principalement observés parmi les oiseaux forestiers, étaient significativement pondérés sur le troisième axe factoriel (F3). Enfin, les oiseaux Éthiopiens et Turkestano-Européens ont été associés aux oiseaux migrants ayant des populations sédentaires et à ceux estimés comme nicheurs, contribuant ainsi à la compréhension des origines biogéographiques des oiseaux aquatiques, qui présentent une grande diversité d'origines (Fig.22 et B4).

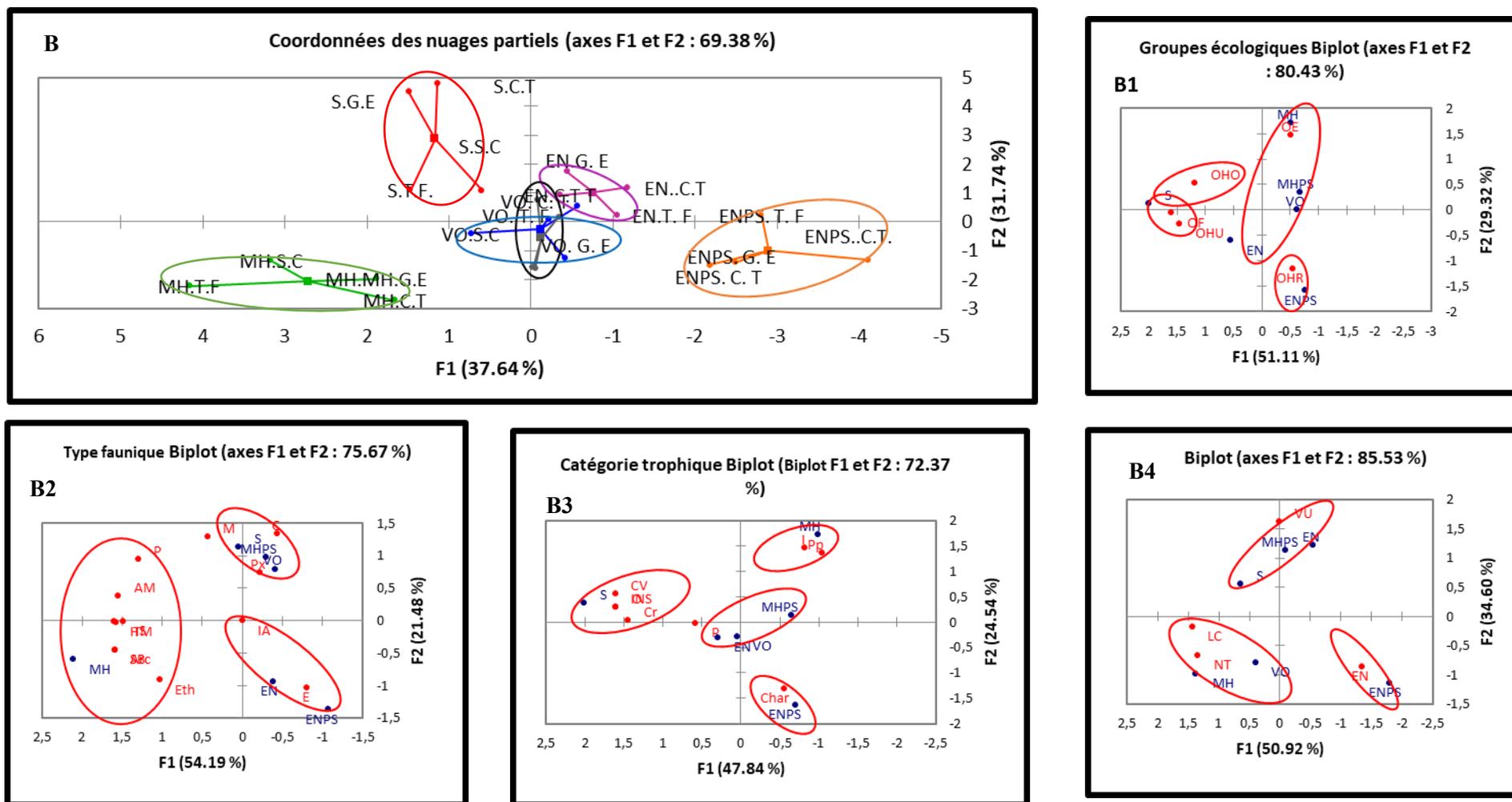


Figure 22. Représentation superposée des centres des quatre groupes d'oiseaux écologiques sur la factorielle commune 1-2 de l'AMF dans Chott Djendli ; B : Coordonnées des nuages partiels (axes F1 et F2) des statuts bioécologiques pour chaque groupe écologique. Les graphiques B1, B2, B3 et B4 : sont des biplots de corrélation associée à l'AMF et détaillant les statuts écologiques des peuplements aviens dénombrés.

### III.3. Phénologie et modalités d'occupation et de distribution spatio-temporelle de l'avifaune dans l'Éco-complexe Gadaïne et Chott Djendli

#### III.3.1. Anatidae

Les *Anatidae* sont des espèces aquatiques de taille moyenne à grande, caractérisés par un corps massif, des pattes courtes et palmées, ainsi qu'un doigt arrière absent ou court, légèrement surélevé par rapport aux autres doigts. Leur bec, généralement aplati et arrondi à l'extrémité, présente une caractéristique commune à l'ensemble des Anseriformes, à savoir un intérieur recouvert de lamelles filtrantes (Geroudet, 1965 et 1956 ; Tamisier & Dehorter, 1999 ; Bendahman, 2015). Ces oiseaux sont cosmopolites, à l'exception de l'Antarctique, et occupent une large variété d'habitats aquatiques, en particulier les zones d'eau douce. Leur régime alimentaire est très diversifié, allant des herbivores stricts aux carnivores, en passant par les planctivores (Bouaguel et al., 2021 ; Meziane, et al., 2014).

Durant la période d'étude, de décembre 2019 à décembre 2021, onze espèces des Anatidés ont été recensées à l'ECG : sept Canards, deux Sarcelles et deux Fuligules. Ces espèces se répartissent en trois catégories selon leur phénologie : six espèces hivernantes, à savoir le Canard chipeau (*Anas strepera*), le Canard pilet (*Anas acuta*), le Canard siffleur (*Mareca penelope*), le Canard souchet (*Anas clypeata*), le Fuligule milouin (*Aythya ferina*) et la Sarcelle d'hiver (*Anas crecca*) ; quatre espèces migratrices hivernantes avec populations sédentaires, à savoir le Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*), le Canard colvert (*Anas platyrhynchos*), le Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*) et la Sarcelle marbrée (*Anas angustirostris*) ; et une espèce visiteur occasionnel, le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) (Bouali, N. et al., 2021 ; Houhamdi M. & Samraoui B., 2008 ; Metallaoui, S., & Houhamdi, M., 2008 ; Metallaoui et al., 2009) (Annexe 1).

La famille des *Anatidae* est présente sur le site de l'ECG tout au long de la période d'étude, avec au moins quatre espèces observées lors de chaque sortie. Les espèces hivernantes arrivent généralement au début du mois de septembre, marquant ainsi le début de la saison d'hivernage. Les espèces migratrices de passage sont principalement observées au début et à la fin de la saison. Les *Anatidae* migrateurs hivernants nicheurs sont présents toute l'année. La population des *Anatidae* a montré une tendance à la hausse, passant de 3 095 individus en décembre 2019 à un maximum de 39 940 individus en janvier 2021. Cependant, un déclin a été observé à la fin de la saison d'hivernage, lorsque seules les espèces migratrices hivernantes avec populations sédentaires sont restées présentes. Le nombre minimal d'individus a été enregistré en août, avec seulement 345 individus.

Les *Anatidae* hivernants occupent tous les sous-chotts de la zone humide (Draa Boulouf, Teniet Saida, Taricht, Saboune et Gamra), tandis que les espèces migratrices hivernantes avec populations

sédentaires sont principalement observées dans les sous-chotts de Gamra et de Saboune. Le Fuligule nyroca a été localisé dans le sous-chott de Saboune, avec 4 individus en décembre 2019 et 7 individus en janvier 2021 (Fig. 23). En comparaison avec CDJ, où huit espèces des Anatidés ont été observées, dont six Canards (le Canard colvert, le Canard pilet, le Canard siffleur, le Canard souchet, le Tadorne casarca, le Tadorne de Belon), une Sarcelle (la Sarcelle d'hiver) et un Fuligule (*Fuligule nyroca*), les Anatidés de cette région sont principalement des oiseaux migrateurs hivernants. Le Fuligule nyroca, quant à lui, est un visiteur occasionnel (Annexe1). La saison d'hivernage de la première année (2019-2020) a enregistré un effectif maximal de 38 451 individus en février 2020, ainsi qu'un effectif minimal de 13 807 individus en octobre 2020. Parmi ceux-ci, 29 852 de Tadorne de Belon ont été observés en janvier 2020, et 15 471 en novembre 2020. La majorité des espèces hivernantes de cette famille quittent ce site durant la première semaine d'avril, tandis que le CDJ connaît des périodes de sécheresse s'étendant de mai à septembre. En effet, cette zone humide était à sec durant la deuxième année de l'inventaire.

Les *Anatidae* du CDJ se reposent tôt le matin sur les berges nord-ouest et sud-ouest de cette zone humide, puis, au fur et à mesure de la journée, ils occupent progressivement toute la surface de l'eau jusqu'au coucher du soleil (Fig.24).

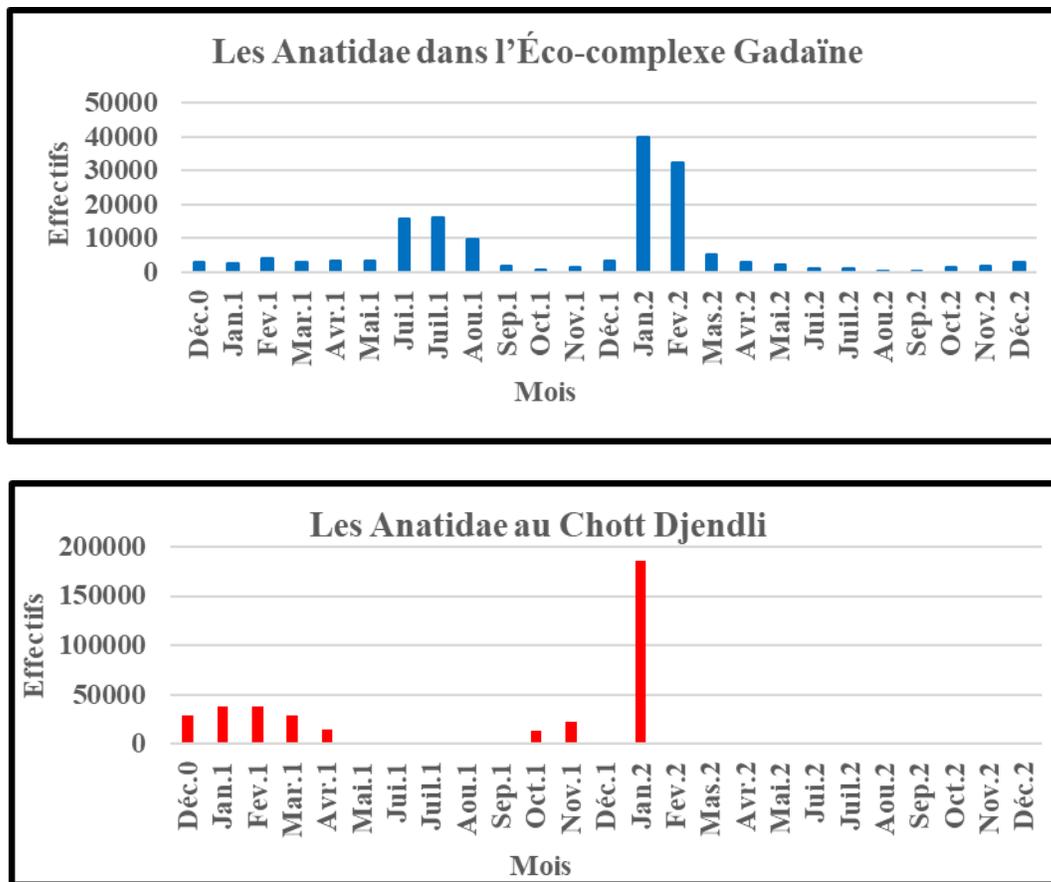


Figure 23. Fluctuation des Anatidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)

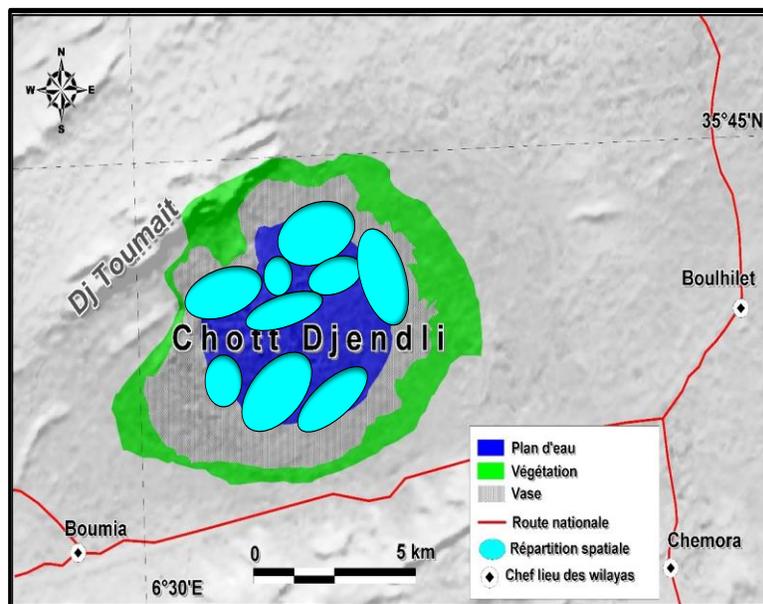
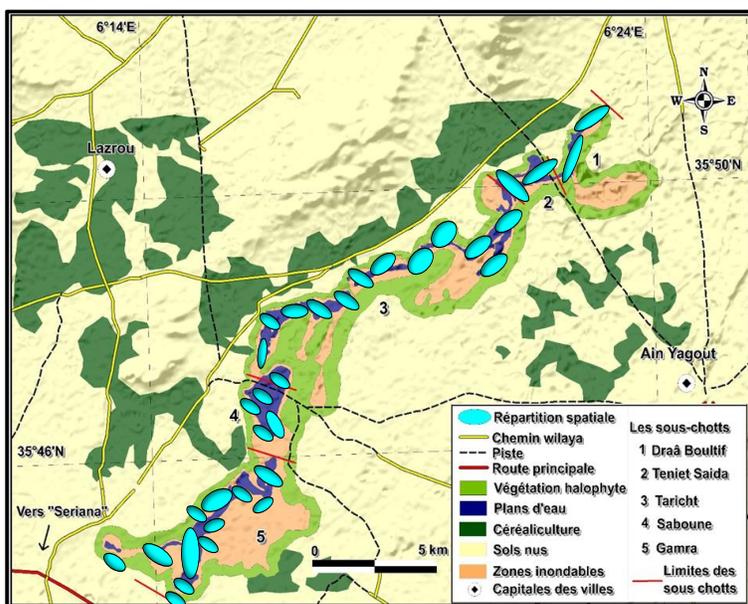


Figure 24. Occupation spatiale des Anatidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et Chott Djendli (2019-2021)

### III.3.2. Scolopacidae

Les *Scolopacidae* forment principalement un groupe d'oiseaux migrateurs originaire de l'hémisphère nord, à l'exception de l'Antarctique où ils sont absents. Cette famille regroupe des oiseaux limicoles et des espèces fréquentant les rivages. Les *Scolopacidae* varient généralement en taille de petite à moyenne, et se caractérisent fréquemment, bien que ce ne soit pas systématique, par un long bec et des pattes allongées. Le bec peut être droit, ou encore incurvé vers le haut ou vers le bas. Ce groupe inclut des espèces telles que les Bécassines, les Bécasseaux, les Bécasses, les Bécassins, les Chevaliers et les Combattants (Youcefi & Marouf, 2022).

Ces oiseaux sont particulièrement sensibles aux perturbations (Holmes, 1966 ; Fuchs, 1973 ; Yesou, 1992 ; Larousse, 1998). Leur régime alimentaire se compose principalement d'insectes et de leurs larves, de petits mollusques, de vers, d'araignées, ainsi que de fragments végétaux (Dejongue, 1990). En Algérie, les *Scolopacidae* sont des espèces migratrices hivernantes, bien que certains individus aient adopté un comportement sédentaire (Ledant et al., 1982 et 1985).

Au sein de l'ECG, cette famille est représentée par 14 espèces sur la période des deux années d'étude. Les espèces observées incluent principalement le Bécasseau cocorli (*Calidris ferruginea*), le Bécasseau minute (*Calidris minuta*), le Bécasseau temminck (*Calidris temminckii*), le Bécasseau variable (*Calidris alpina*), la Bécassine des marais (*Gallinago gallinago*), le Chevalier à cul-blanc (*Tringa ochropus*), le Chevalier aboyeur (*Tringa nebularia*), le Chevalier arlequin (*Tringa erythropus*), le Chevalier gambette (*Tringa totanus*), le Chevalier Guinette (*Tringa hypoleucos*), le Chevalier sylvain (*Tringa glareola*), le Combattant varié (*Philomachus pugnax*), le Courlis cendré (*Numenius arquata*) et le Courlis corlieu (*Numenius phaeopus*) (Annexe 1). Cette zone humide présente deux saisons distinctes : la saison d'hivernage et la saison estivale. Les effectifs de cette famille montrent une fluctuation irrégulière, avec un maximum de 3187 individus observés en janvier 2021, comprenant six espèces de Chevaliers (le Chevalier à cul-blanc, le Chevalier aboyeur, le Chevalier arlequin, le Chevalier gambette, le Chevalier guinette et le Chevalier sylvain), quatre espèces de Bécasseaux (le Bécasseau cocorli, le Bécasseau minute, le Bécasseau temminck et le Bécasseau variable), deux espèces de Courlis (le Courlis cendré et le Courlis corlieu), un Combattant (le Combattant varié) et une Bécassine (la Bécassine des marais). En revanche, l'effectif minimal a été enregistré en septembre 2021, avec seulement quatre individus observés au cours de la deuxième année d'étude (Fig.25). Ces espèces présentent trois statuts phénologiques : des oiseaux migrateurs hivernants (le Bécasseau minute, le Bécasseau temminck, le Bécasseau variable, la Bécassine des marais, le Chevalier à cul-blanc, le Chevalier aboyeur, le Chevalier gambette, le Chevalier Guinette, le Chevalier sylvain, le

Courlis cendré et le Courlis corlieu), un oiseau sédentaire (le Combattant varié) et un autre visiteur occasionnel (le Chevalier arlequin). Ces espèces occupent les marges et les zones inondables des sous-chotts de Teniet Saida, Taricht, Saboune et Gamra.

Contrairement à la zone humide de CDJ, où six espèces de la famille des *Scolopacidae* ont été signalées, la zone humide étudiée a également accueilli le Bécasseau minute, le Bécasseau variable, la Bécassine des marais, le Chevalier aboyeur, le Chevalier Guinette et le Courlis cendré (Annexe 1). L'eau dans cette zone était temporaire, présente uniquement durant la première année de recensement, tandis que la deuxième année, la zone était complètement asséchée. Au cours de la saison d'hivernage 2019, l'effectif maximal a été atteint avec 432 individus observés en janvier 2020, et un minimum de 139 individus a été enregistré en avril 2020. Entre la fin février et la fin avril, des départs ont conduit à cette baisse. Ces oiseaux se concentrent principalement dans les zones vaseuses, en privilégiant les secteurs nord-ouest, sud et sud-ouest (Fig.26). Ils sont absents durant la saison estivale 2019, de mai à août. Les limicoles de cette zone présentent deux statuts phénologiques : cinq espèces migratrices hivernantes (le Bécasseau minute, le Bécasseau variable, la Bécassine des marais, le Chevalier guinette et le Courlis cendré) et un oiseau visiteur occasionnel (le Chevalier aboyeur).

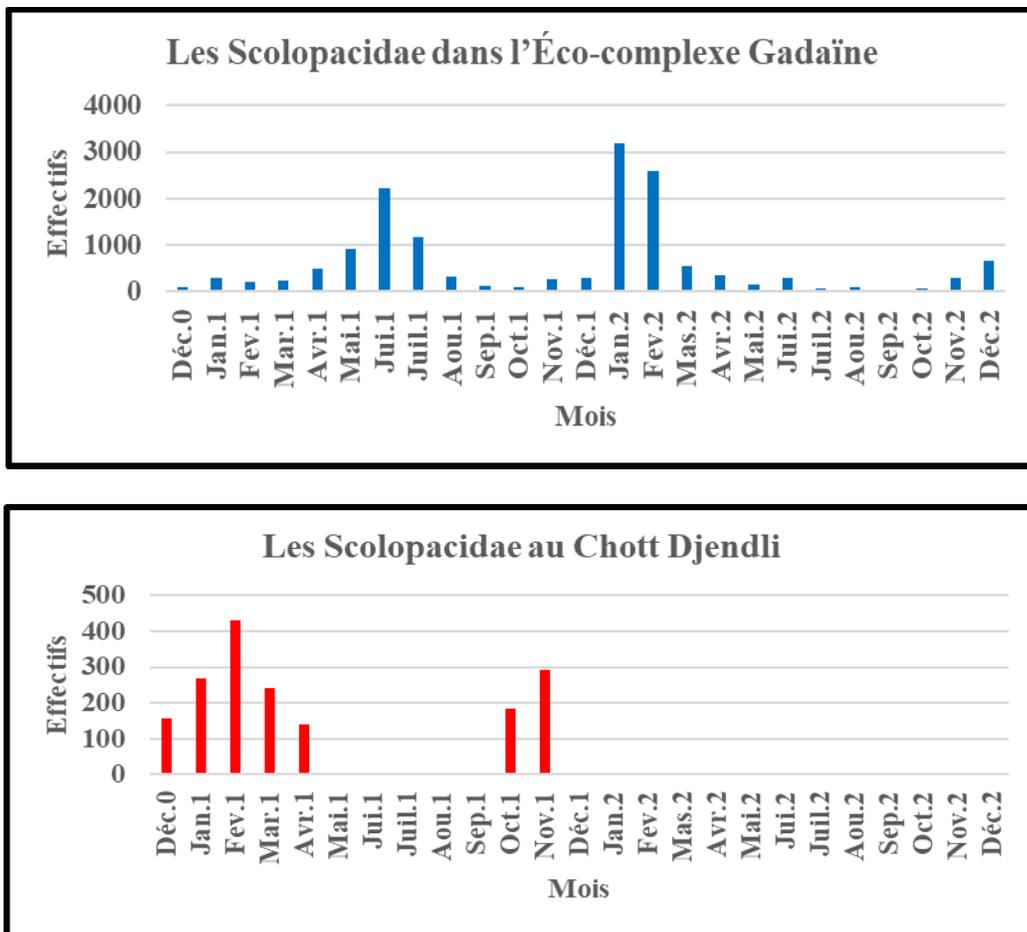


Figure 25. Fluctuation des Scolopacidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et Chott Djendli (2019-2021)

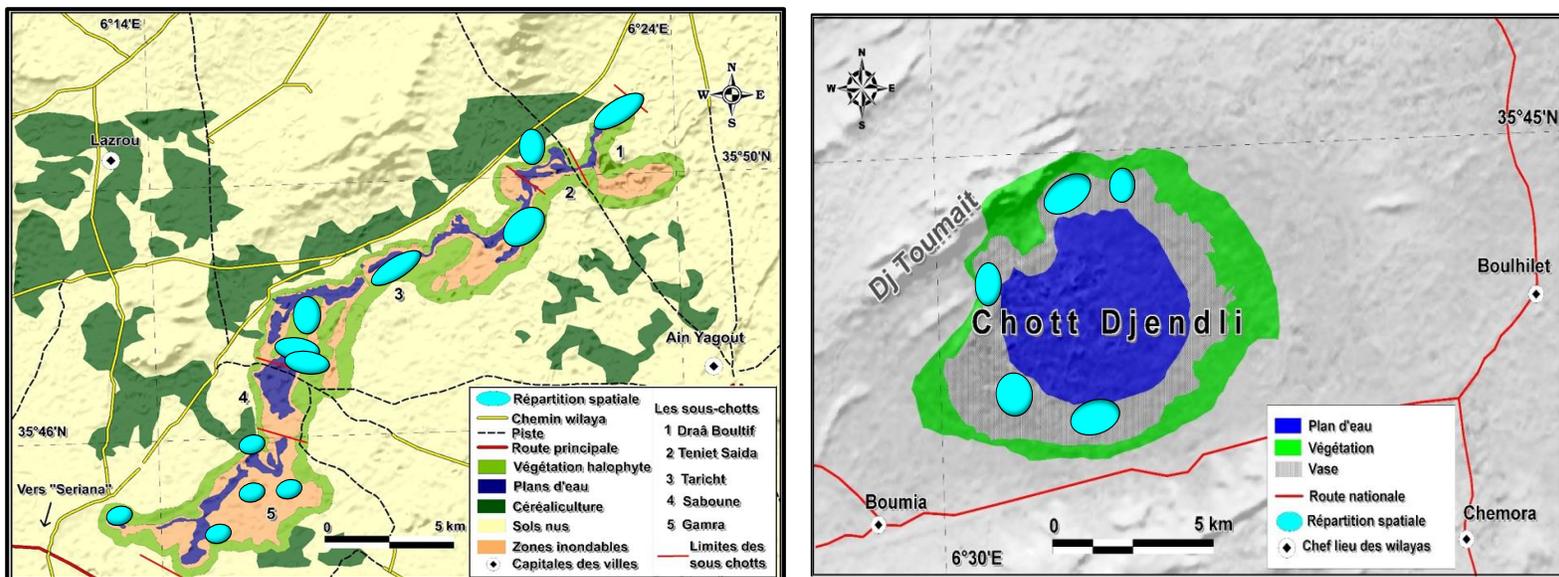


Figure 26. Occupation spatiale des Scolopacidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)

### III.3.3. Charadriidae

Les *Charadriidae* forment une famille d'oiseaux regroupant les Vanneaux, les Pluviers et les Gravelots. Elle comprend 10 genres et 67 espèces connues. Ces limicoles, de taille petite à moyenne (comprise entre 12 et 38 cm), se caractérisent par une posture droite, une tête arrondie et un court bec pointu. On les rencontre dans toutes les régions du monde, à l'exception de l'Antarctique, et plusieurs espèces occupent pratiquement toutes les zones géographiques. Ils privilégient les habitats ouverts, tant humides que secs, incluant une vaste gamme de zones humides, les rivages marins, les prairies, les toundras, les steppes et les semi-déserts (Mayache, 2008). En Algérie, la population hivernante de cette famille provient principalement de l'Ouest et du centre de l'Europe, et atteint la région en suivant les rivages marins occidentaux (Seddik, 2011). Ces oiseaux sont particulièrement sensibles aux perturbations (Holmes, 1966 ; Fuchs, 1973 ; Yesou, 1992 ; Larousse, 1998). Ils hivernent en grand nombre dans de nombreuses zones humides douces, où ils sont observés lors des deux passages migratoires entre l'Afrique tropicale et l'Eurasie. Leur régime alimentaire est principalement constitué d'insectes et d'invertébrés (Cramp & Simmons, 1983 ; Sibley & Monroe, 1990).

Les résultats de notre étude montrent la présence de la famille des *Charadriidae*, appartenant à l'ordre des Charadriiformes. Cette famille regroupe des limicoles de petite taille, des oiseaux échassiers de rivage qui arrivent en grand nombre pendant la saison des pluies. À l'ECG, les *Charadriidae* sont représentés par cinq espèces de Pluviers : le Petit Gravelot (*Charadrius dubuis*), le Grand Gravelot (*Charadrius hiaticula*), le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), le Pluvier doré (*Pluvialis apricaria*) et le Pluvier argenté (*Pluvialis squatarola*). Nous avons également noté la présence du Vanneau huppé, une espèce de limicole qui vit généralement en bandes (Annexe 1). Les pluviers de cette zone humide présentent différents statuts phénologiques, avec des espèces hivernantes migratrices et des espèces hivernantes migratrices avec une population sédentaire. L'espèce la mieux représentée est le Vanneau huppé, suivie par le Pluvier doré, tandis que le Pluvier argenté compte 962 individus (Chedad A., 2023 et BirdLife International, 2021).

La famille des *Charadriidae* montre une fluctuation irrégulière de ses effectifs, avec un maximum de 6 593 individus observés en janvier 2021 et un minimum de 25 individus recensés en septembre 2021. On a également noté l'absence totale de cette famille durant la période de sécheresse, d'août à septembre, lors de la première année de suivi. La deuxième année (2020-2021) a enregistré des effectifs plus élevés que la première (2019-2020), avec des effectifs maximaux observés durant les saisons d'hivernage (Fig.27).

En outre, la nidification du Gravelot à collier interrompu a été observée, avec la présence de 25 nids dans les sous-chotts de Taricht et de Saboune. Ces espèces sont réparties tout au long de la zone humide (dans les cinq sous-chotts), mais elles sont particulièrement présentes dans le sous-chott de Taricht (Fig.28).

Le CDJ a également observé la présence de la famille des *Charadriidae*, représentée par quatre espèces : le Petit Gravelot, le Grand Gravelot, le Gravelot à collier interrompu et le Pluvier doré, au cours des deux saisons d'hivernage de la première année de recensement. L'effectif maximal enregistré a été de 2 208 individus en janvier 2021 et de 515 individus en mars 2020, tandis que l'effectif minimal a été de 221 individus en octobre 2020. Cette famille était absente durant la saison estivale, de mai à août 2019-2020, ainsi qu'en septembre et décembre 2019-2020 (Fig. 27).

Durant la deuxième année du suivi ornithologique, la zone humide du Chott Djendli a été desséchée en raison de conditions météorologiques défavorables (baisse de la pluviométrie et augmentation des températures). La figure 28 montre que les *Charadriidae* du CDJ étaient principalement localisés au nord-est et au sud-est de la zone, bien répartis, tandis qu'ils étaient moins présents dans la partie nord-ouest.

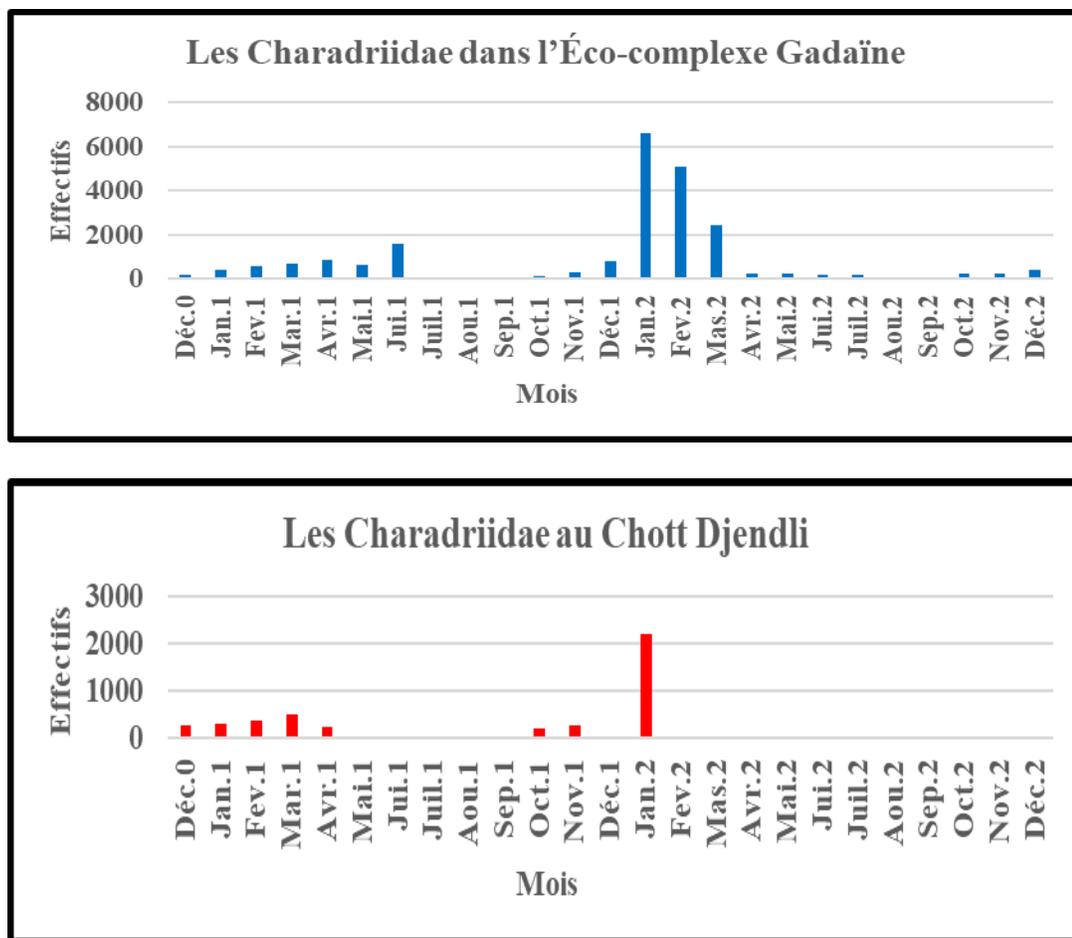


Figure 27. Fluctuation des Charadriidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)

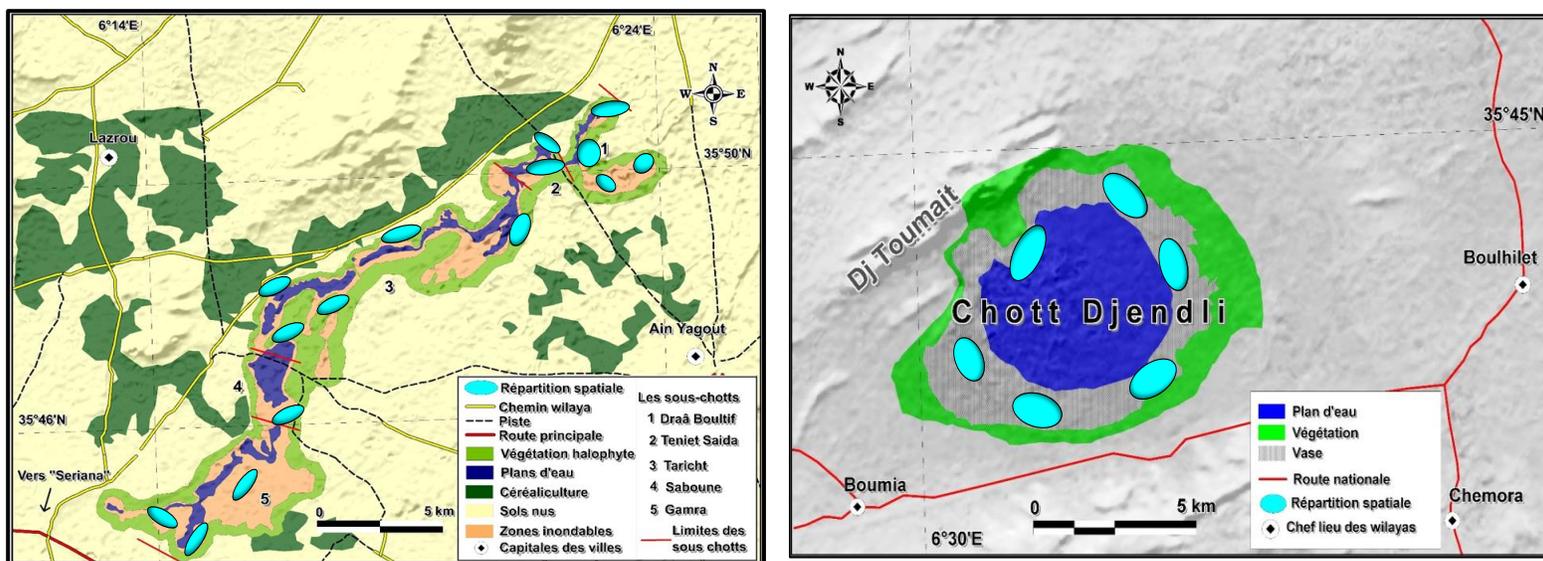


Figure 28. Occupation spatiale des Charadriidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)

### III.3.4 Récurvirostridae

Les *Recurvirostridae* sont une famille d'oiseaux limicoles appartenant à l'ordre des Charadriiformes, caractérisée par un bec long et fin, souvent courbé vers le haut. Cette famille inclut des espèces principalement Piscivores ou Insectivores, qui se nourrissent dans les zones humides peu profondes, notamment sur les rivages, les lagunes, et les estuaires. Les principales caractéristiques morphologiques de ces espèces comprennent : un bec long et recourbé qui les aide à rechercher leur nourriture dans la vase ou l'eau peu profonde. Des pattes longues adaptées pour marcher dans des eaux peu profondes et pour les migrations. Des ailes longues et effilées permettant une bonne capacité de vol, souvent migratoire. Les *Recurvirostridae* sont principalement trouvés dans les zones humides intérieures, où ils se nourrissent de petits invertébrés aquatiques, de mollusques, et parfois de petits poissons. Ils jouent un rôle écologique important dans les écosystèmes humides en contribuant à la régulation des populations d'invertébrés aquatiques. Ces espèces sont présentes toute l'année et niche dans de nombreuses zones humides du pays (Isenmann & Moali, 2000 ; Saheb, 2009 ; Patric, 1983).

Dans les deux zones étudiées, les *Recurvirostridae* étaient représentés par deux espèces : l'Échasse blanche (*Himantopus himantopus*) et l'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*). L'Échasse blanche a été observée tout au long de l'ECG (Fig. 29), où elle a montré des effectifs significatifs au cours des deux années de suivi, ainsi que durant les saisons hivernale et estivale. Ce site a accueilli un total de 72 437 individus, avec un pic maximal de 11 966 individus observés en janvier 2021 et un effectif minimal de 157 individus en décembre 2019. Ces variations correspondent respectivement aux débuts des saisons hivernales des deux années de suivi. Il convient également de souligner la présence de cette espèce pendant la saison estivale des deux années, au cours de laquelle des nids et des jeunes (oscillons) ont été observés (Fig. 29 et Annexe 1).

Au CDJ, l'espèce a été observée dès la première semaine de décembre 2019, dans les secteurs nord-est, sud-ouest et nord-ouest, où 187 individus ont été recensés. Par la suite, l'évolution de la population a suivi un rythme irrégulier, probablement en raison du dessèchement récurrent du chott durant la période d'étude (Fig. 29). Dans les deux plans d'eau, les échasses se nourrissent principalement d'arthropodes, en particulier de libellules et de moustiques, mais on note également la présence de gastéropodes aquatiques, de vers de terre aquatiques, d'acariens, de têtards et d'amphibiens (Cramp & Simmons, 1983 ; Cramp & Simmons, 1977).

En ce qui concerne l'Avocette élégante, des fluctuations importantes de ses effectifs ont été observées durant la saison hivernale de la première année du recensement, avec des variations allant de 38 à 494 individus dans les sous-chotts Saboune et Gamra de l'ECG (Fig. 29), et de 25 à 364 individus

au sud-ouest du CDJ. L'apparition de l'espèce a eu lieu en décembre, suivie d'une diminution progressive des effectifs, due aux départs et à la dispersion vers d'autres zones humides. À partir du début d'avril, seuls quelques individus demeuraient sur le site avant que l'espèce ne disparaisse complètement (Fig. 30). L'arrivée de l'espèce a été interrompue, car la zone humide est devenue sèche pendant le reste de la période d'inventaire ornithologique. En Algérie, cette espèce est observée en petits effectifs dans de nombreuses zones humides, depuis El-Kala et l'Oranie jusqu'au Sahara. Elle présente un cycle nyctéméral et se nourrit principalement de petits invertébrés présents dans l'eau ou la vase (McNeil et al., 1992 ; Ntiamo-Baidu et al., 1998 ; Davis & Smith, 1998).

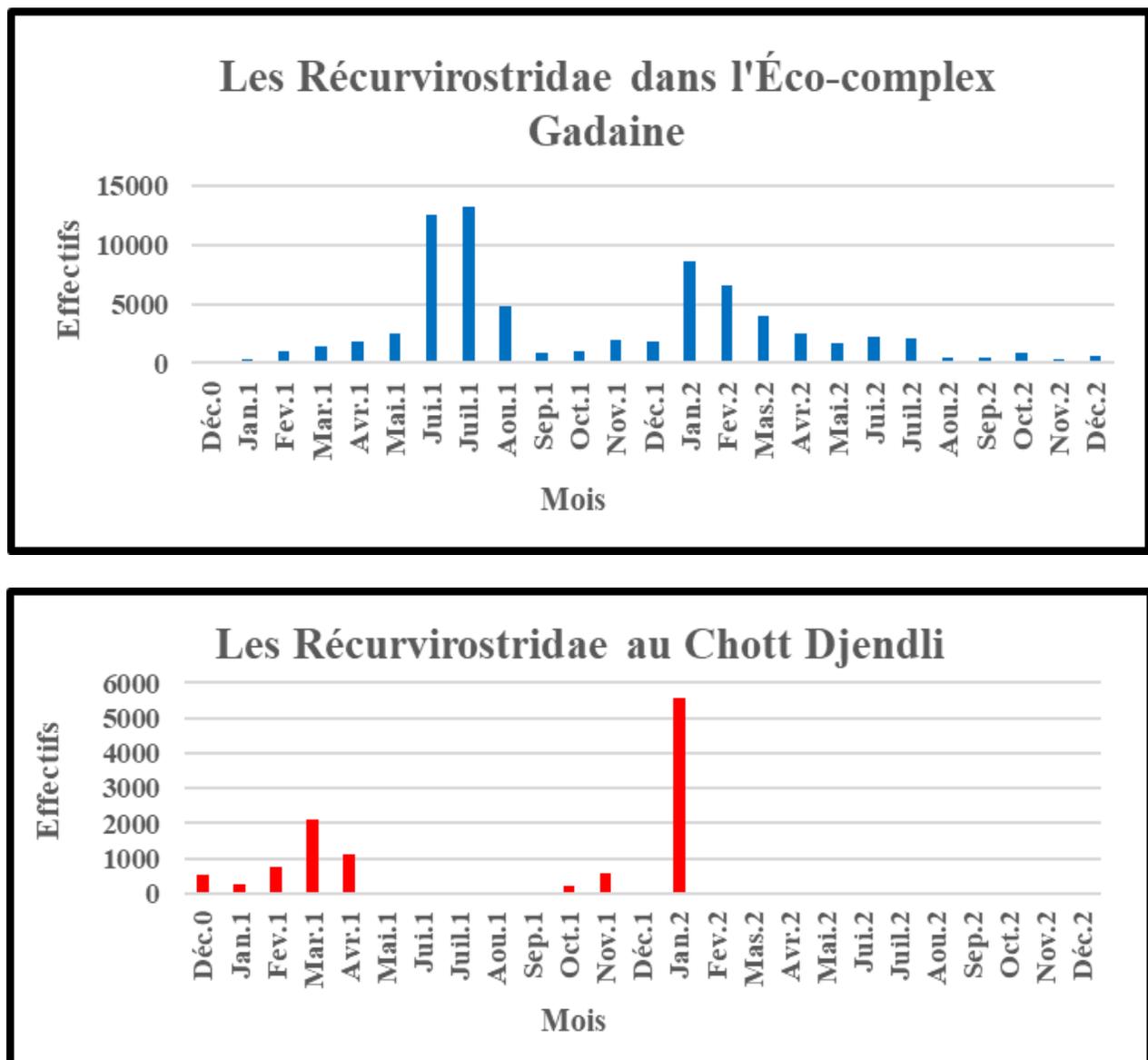


Figure 29. Fluctuation des Recurvirostridés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)

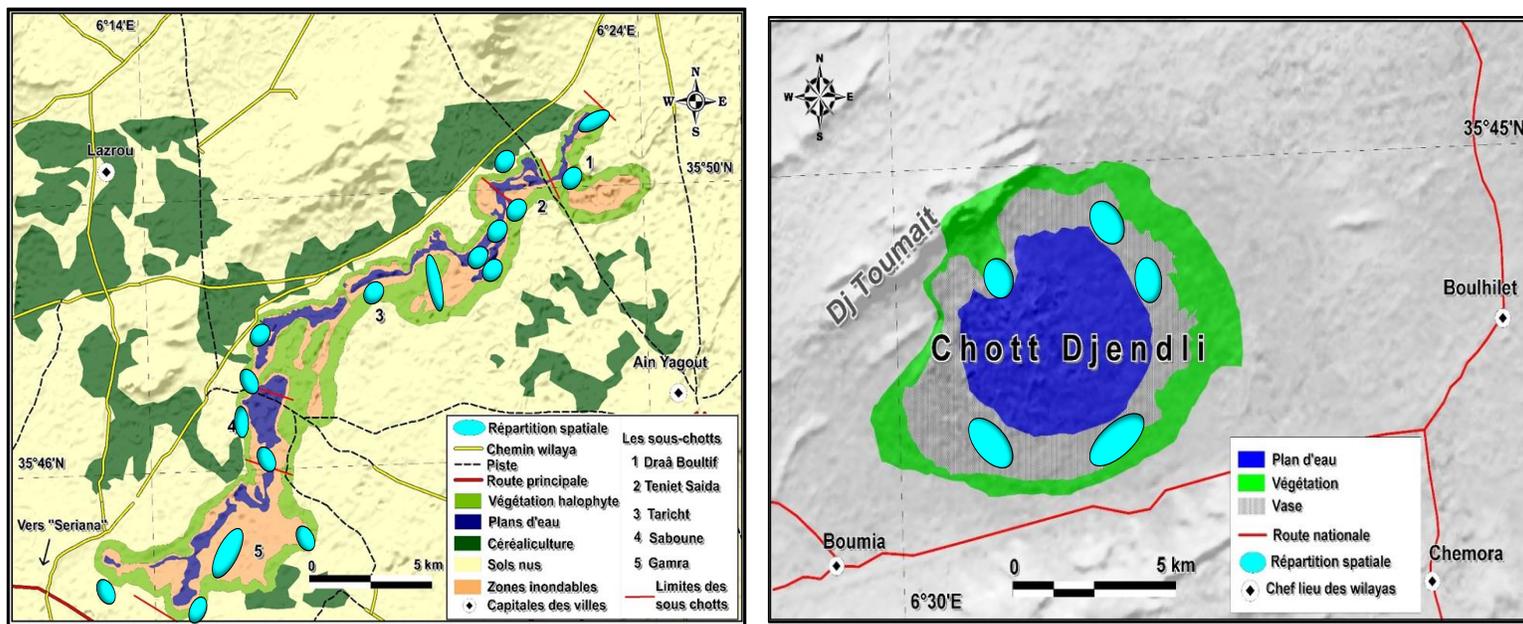


Figure 30. Occupation spatiale des Recurvirostridés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)

### III.3.5. Laridae

Les *Laridae* constituent une famille d'oiseaux appartenant à l'ordre des Charadriiformes, incluant principalement les mouettes, les goélands et d'autres espèces similaires. Les *Laridae* constituent une famille d'oiseaux appartenant à l'ordre des Charadriiformes, comprenant principalement les mouettes, les goélands et d'autres espèces apparentées. Ces espèces se caractérisent par un plumage principalement constitué de couleurs claires, comprenant des nuances de blanc, de gris, de noir, et, dans certains cas, des couleurs plus vives. Les *Laridae* sont principalement des oiseaux côtiers et aquatiques, bien qu'ils puissent également fréquenter des zones intérieures proches de plans d'eau. Leur régime alimentaire est généralement polyphage, incluant des poissons, des crustacés, de petits invertébrés, et, dans certaines régions, des déchets alimentaires d'origine humaine. Le comportement social des *Laridae* se distingue par des regroupements fréquents en grandes colonies, tant pour l'alimentation, la reproduction que la migration. Ces oiseaux présentent des pattes palmées adaptées à la nage, un bec relativement pointu ou court, en fonction des espèces, ainsi que des ailes longues, qui leur permettent de parcourir de grandes distances en vol. De plus, les *Laridae* sont réputés pour leurs capacités migratoires, certaines espèces effectuant des trajets de plusieurs milliers de kilomètres entre leurs sites de reproduction et leurs zones d'alimentation hivernale (Boukhari et al., 2023 ; Jacob & Courbet, 1980 ; Jacob, J.-P. & Jacob, 1980).

Cette famille comprend notamment les Goélands, les Sternes et les Mouettes. Au sein de l'ECG, six espèces ont été inventoriées : le Goéland leucophée (*Larus michahellis*), le Goéland railleur (*Chroicocephalus genei*), la Mouette rieuse (*Larus ridibundus*), la Sterne hansel (*Gelochelidon nicolita*), la Sterne caugek (*Thalasseus sandvicensis*) et la Sterne naine (*Sterna albofrons*) (Annexe 1). Ces oiseaux sont des migrants hivernants ou des visiteurs occasionnels. Au cours de la période hivernale, entre un et une centaine d'individus fréquentent les sous-chotts Gamra et Saboune du centre, où la profondeur des eaux dépasse un mètre (Fig.31). Les *Laridae* privilégient les eaux salées (Johnson & Isenmann, 1971). En janvier 2020, le nombre d'individus observés était d'environ 284, et ce groupe a utilisé ces zones comme site de repos. Les oiseaux se posaient sur les îlots des sous-chotts Gamra et Saboune pendant quelques heures avant de repartir en direction du nord (Fig.32).

Au CDJ, quatre espèces ont été observées : le Goéland leucophée, le Goéland railleur, la Mouette rieuse et la Sterne caugek (Annexe 1). Ces oiseaux sont des visiteurs occasionnels, et leurs observations demeurent rares. Durant la période hivernale, de 1 à 3 individus fréquentent les secteurs nord-est et nord-ouest de ce site (Fig.32). Ainsi, l'ECG semble jouer un rôle plus important dans la conservation et le soutien des populations migratoires de *Laridae*, tandis que CDJ pourrait être perçu comme un site secondaire ou de passage pour ces oiseaux.

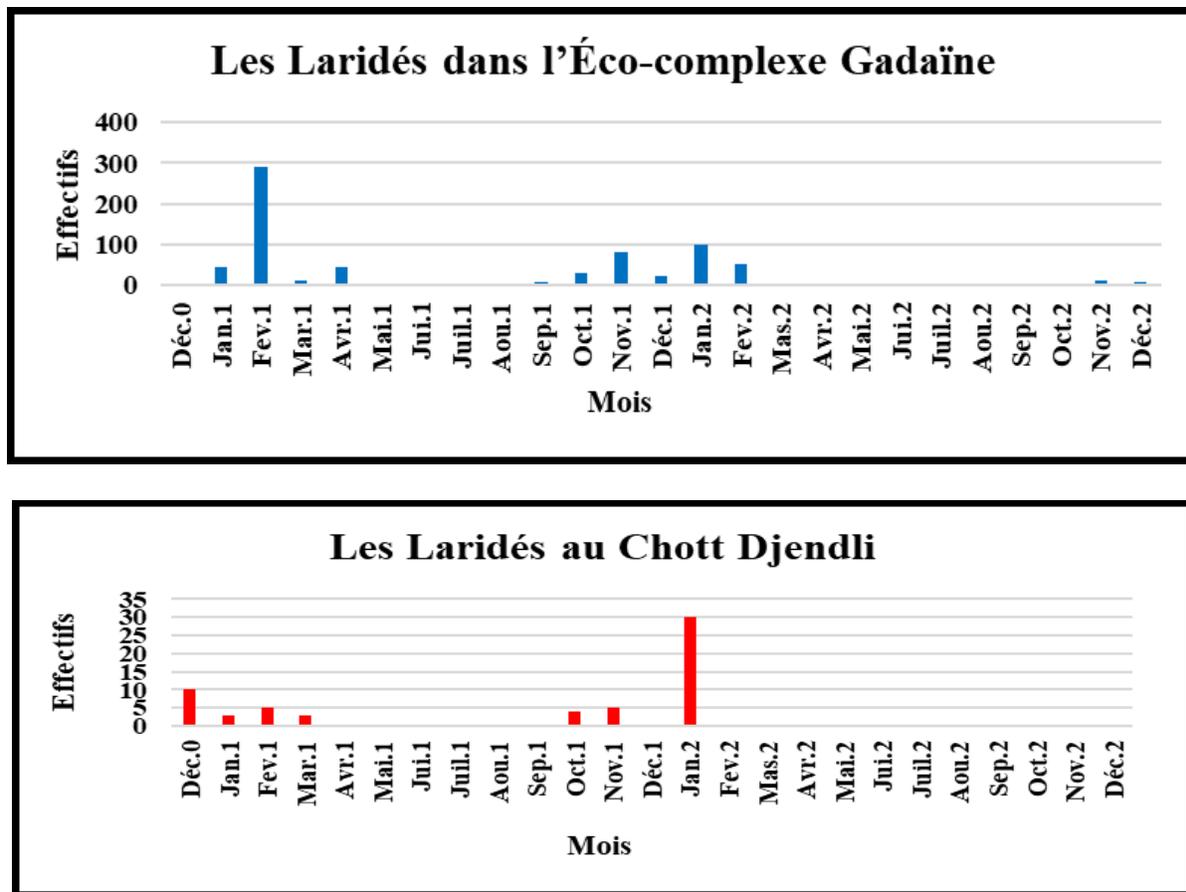


Figure 31. Fluctuation des Laridés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)

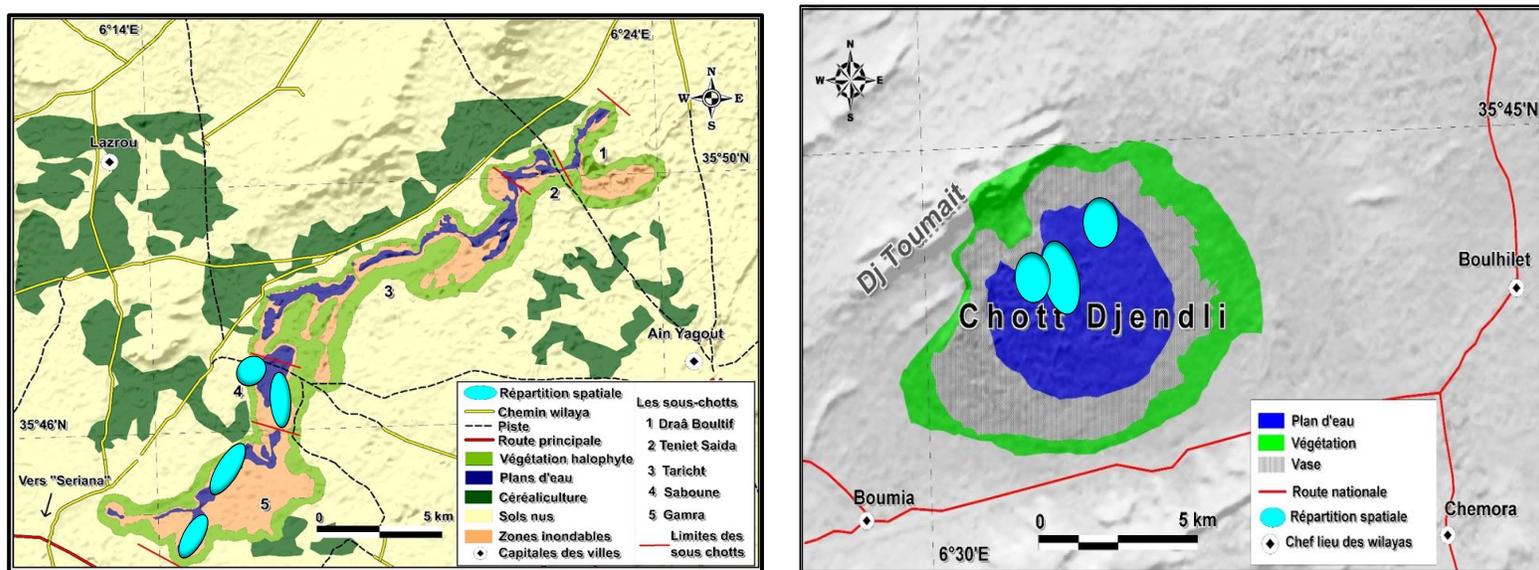


Figure 32. Occupation spatiale des Laridés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)

### III.3.6. Accipitridae

Les *Accipitridae* constituent une famille d'oiseaux de proie appartenant à l'ordre des Falconiformes, dont la taille varie de petite à grande, allant de 20 à 150 cm. Leur bec, crochu, est généralement recouvert à sa base d'une cire charnue. Les pattes, dotées de quatre doigts munis de griffes souvent longues, recourbées et acérées, leur confèrent une grande efficacité dans la capture de leurs proies. Ce groupe présente un dimorphisme sexuel marqué, le mâle étant généralement plus petit que la femelle. La majorité des *Accipitridae* sont monogames, et leurs poussins sont nidicoles, recouverts de duvet. Cette famille occupe une large répartition géographique, étant présents dans toutes les régions du monde, à l'exception de l'Antarctique. Ils fréquentent divers types de milieux, allant des forêts et zones humides aux semi-déserts et toundras, en passant par les montagnes et même les milieux urbains. En tant qu'espèces carnivores, invertivores et polyphages, les *Accipitridae* occupent fréquemment le sommet des chaînes alimentaires (Gensbol, 2005).

Le suivi de l'avifaune dans la zone humide de l'ECG a permis d'identifier un total de 11 espèces appartenant à la famille des *Accipitridae* : le Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*), la Buse maghrébine (*Buteo buteo bellonensis*), la Buse variable (*Buteo vulpinus*), le Circaète Jean-le-Blanc (*Circaetus gallicus*), l'Aigle botté (*Hieraaetus pennatus*), l'Aigle de Bonelli (*Aquila fasciata*), l'Aigle royal (*Aquila chrysaetos*), le Milan royal (*Milvus milvus*), le Milan noir (*Milvus migrans*), l'Élanion blanc (*Elanus caeruleus*) et le Vautour percnoptère (*Neophron percnopterus*) (Annexe 1). Cette dernière espèce est un charognard nicheur dans la vallée de Gadaïne. Les effectifs de ces rapaces ont présenté des fluctuations irrégulières au cours de la période d'étude, avec un pic de 93 individus observés en juin 2020. Cependant, l'absence de cette famille a été constatée lors de plusieurs sorties. Le Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*) est l'espèce la plus fréquemment observée, avec au moins un individu observé lors de chaque sortie. Les *Accipitridae* sont été principalement observés dans les cinq sous-chotts de cette zone humide (Fig. 33). Les espèces composant ce groupe présentent cinq statuts phénologiques distincts. Ainsi, l'Aigle de Bonelli, l'Aigle royal, le Busard des roseaux, la Buse maghrébine, la Buse variable et le Milan royal sont des rapaces sédentaires. En revanche, l'Aigle botté, le Circaète Jean-le-Blanc et le Milan noir sont des espèces estivantes nicheuses. L'Élanion blanc est quant à lui un visiteur occasionnel. Enfin, le Vautour percnoptère, probablement sédentaire, a été observé tout au long de la période d'étude, notamment près de la décharge de la commune de Ain Yagout, à proximité du sous-chott de Draâ Boultif, où un mélange d'individus de tous âges a été repéré (Fig. 34).

Concernant la zone humide de CDJ, la famille des *Accipitridae* y est représentée par six espèces : l’Aigle botté, le Busard des roseaux, la Buse maghrébine, la Buse variable, le Circaète Jean-le-Blanc et le Milan noir. Ces espèces ont été inventoriées de manière presque constante au cours des deux saisons d’hivernage de la première année de suivi, à savoir de décembre 2019 à mars 2020 et d’octobre 2020 à décembre 2020. Les effectifs mensuels ont fluctué entre 10 et 12 individus. En revanche, pendant la saison estivale, un dessèchement notable de cette zone humide a conduit à l’absence des Accipitridés (Fig.33). Ces oiseaux, principalement observés en train de survoler le plan d’eau, ont pu causer des dérangements aux autres oiseaux aquatiques. Ils étaient généralement localisés dans les secteurs nord-ouest et nord-est, à proximité des formations végétales (Fig.34)

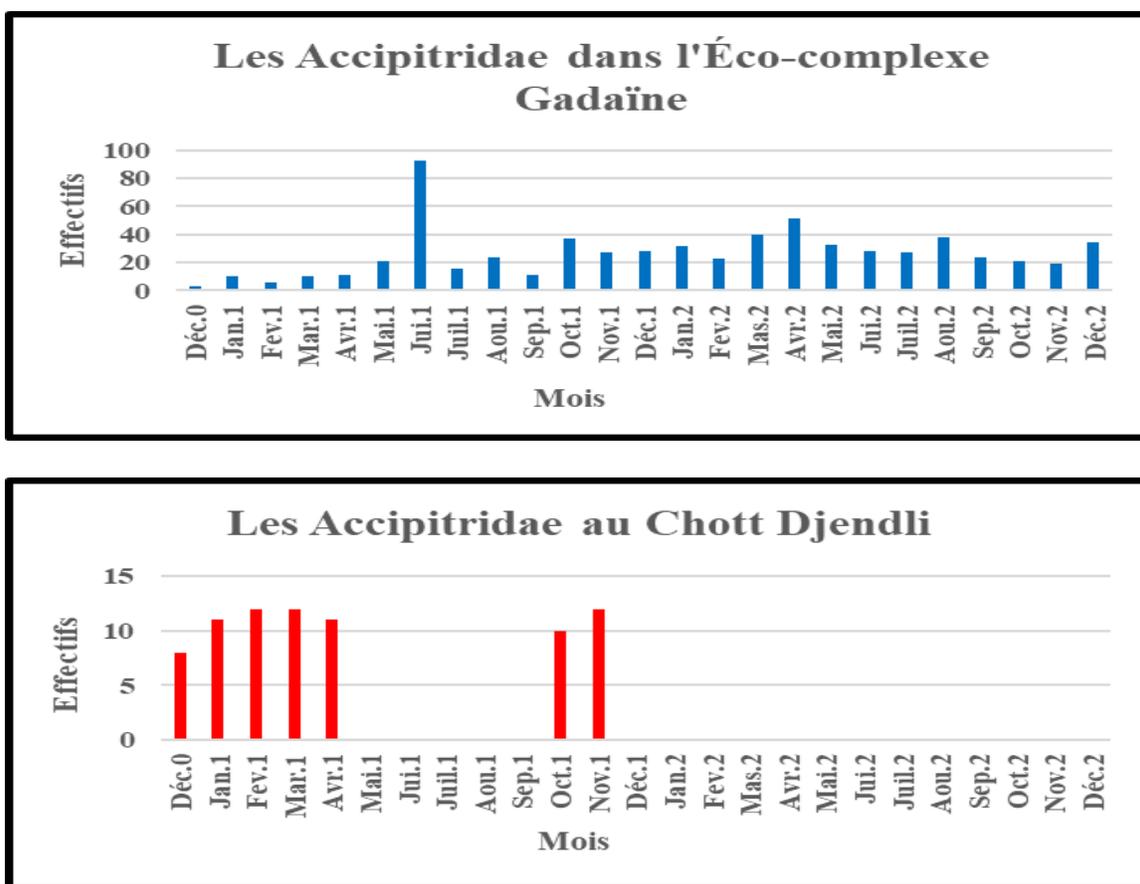


Figure 33. Fluctuation des Accipitridés observés dans l’Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)

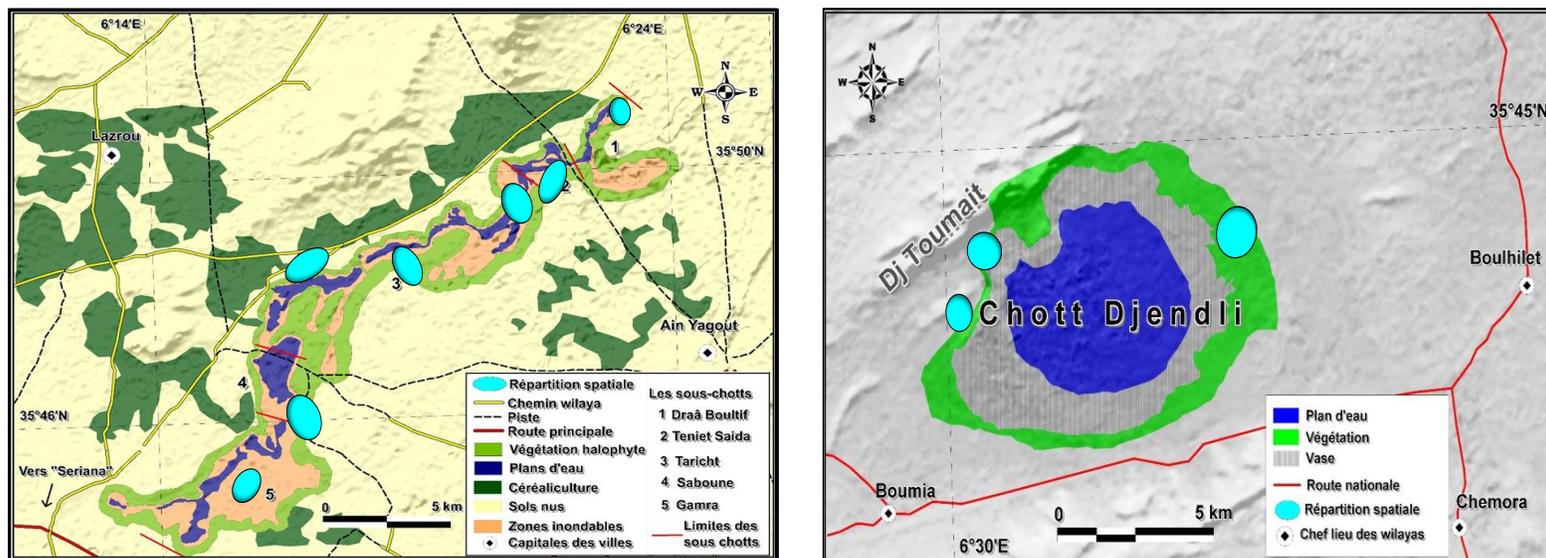


Figure 34. Occupation spatiale des Accipitridés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)

### III.3.7. Falconidea

Les *Falconidae* constituent une famille d'oiseaux de proie, rattachée à l'ordre des Falconiformes. Les espèces appartenant à cette famille sont des prédateurs de taille moyenne, présentant une envergure comprise entre 55 cm et plus de 125 cm, et un poids oscillant entre une trentaine de grammes et près de 2 kg (Bensizerara, 2014). À l'instar des autres rapaces, ils possèdent un bec crochu de couleur jaune, deux grands yeux bruns, et des membres postérieurs équipés de serres. Leur plumage dorsal est généralement plus foncé que le plumage ventral. Les *Falconidae* présentent une silhouette trapue, avec des ailes pointues, des tarses longs, des encoches sur le bec, et un plumage pouvant être brun, noir, gris, blanc ou en bandes tachetées. La plupart des espèces de cette classe sont diurnes et peuvent présenter un dimorphisme sexuel, les femelles étant généralement plus grandes que les mâles (Anonyme, 2015). Cette famille est représentée dans les deux zones d'étude par quatre espèces : le Faucon crécerelle, le Faucon crécerellette, le Faucon pèlerin et le Faucon hobereau (Annexe 1).

Les *Falconidae* enregistrés sur le site de l'ECG présentent une variation irrégulière de leurs effectifs, avec une moyenne de 7 individus par sortie lors des saisons hivernales et estivales sur les deux années étudiées, répartis sur les cinq sous-chotts. Le suivi du Faucon crécerellette et du Faucon pèlerin révèle qu'il s'agit d'espèces migratrices estivantes, tandis que le Faucon hobereau est un visiteur occasionnel, ayant été observé une seule fois dans le sous-chott de Saboune, en septembre 2020 (Fig.

35). Le Faucon crécerelle, quant à lui, est une espèce sédentaire qui établit ses nids sur ce site, où des nids, des œufs et des oisillons ont été observés(D.G.F., 2020).

Dans la zone humide de CDJ, des rapaces ont été observés au niveau des formations végétales situées au nord-ouest et au sud-ouest. Un maximum de deux individus a été noté pendant les deux saisons hivernales étudiées au cours de la première année d'inventaire. Toutefois, ces Falconidés ont été absents durant la saison estivale (Fig.36).

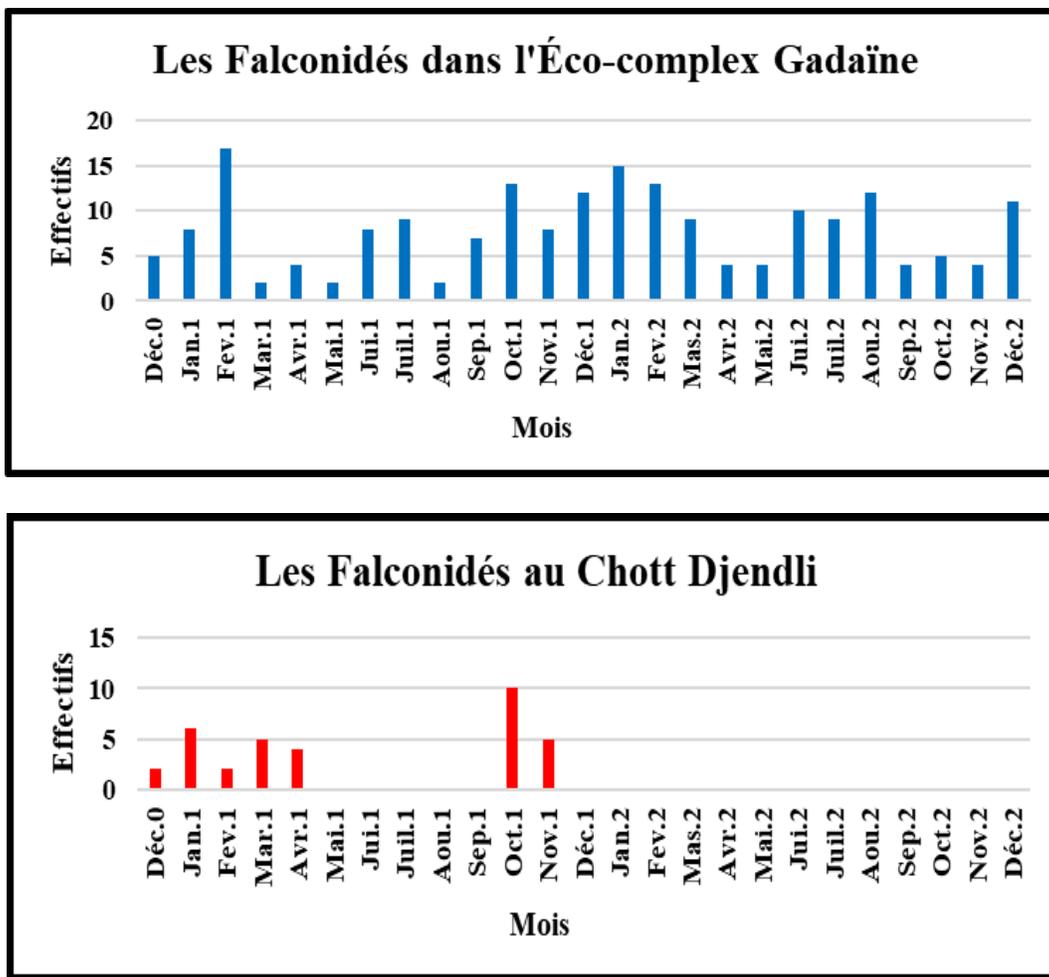
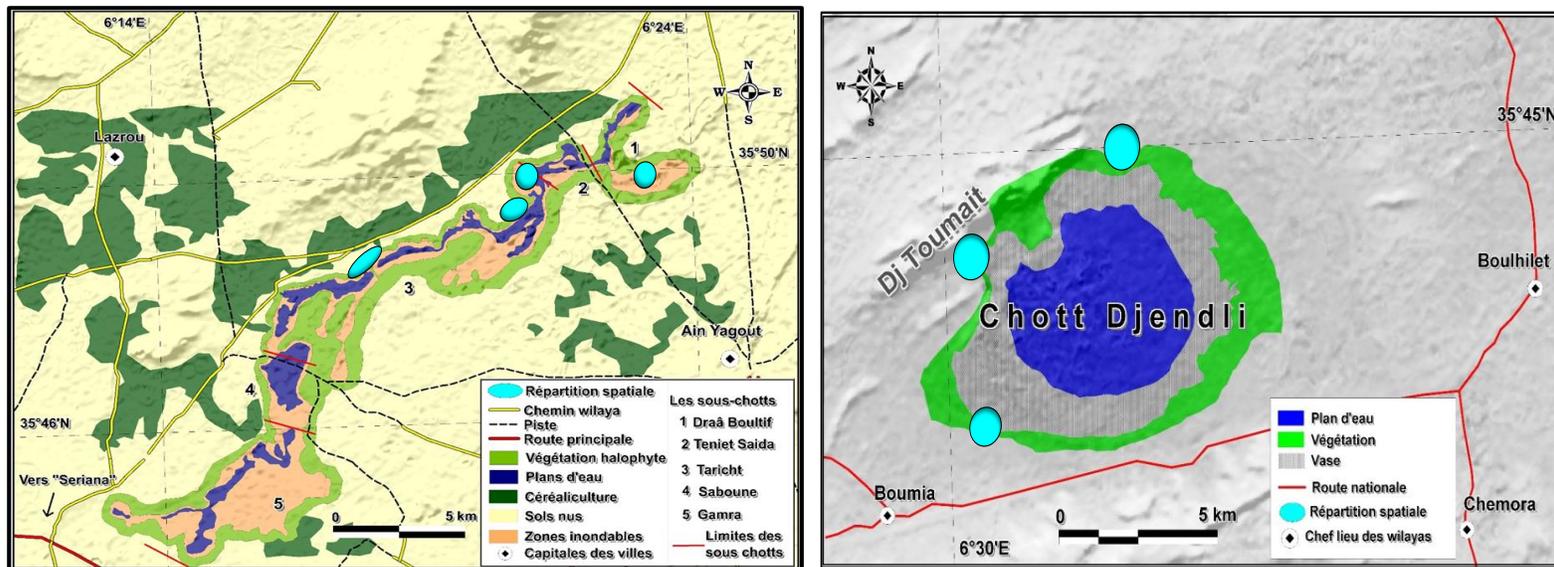


Figure 35. Fluctuation des Falconidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)



**Figure 36. Occupation spatiale des Falconidés observés dans l'Éco-complexe Gadaine et au Chott Djendli (2019-2021)**

### III.3.8. Burhinidae

Les *Burhinidae* constituent une famille d'oiseaux appartenant à l'ordre des Charadriiformes. Ces oiseaux se caractérisent par une taille moyenne, un corps robuste et des pattes longues, adaptées à la marche. Ils présentent généralement des yeux particulièrement grands et manifestent des comportements de chasse caractéristiques des zones ouvertes, telles que les plages et les rivages, où ils se nourrissent principalement d'invertébrés et de petits animaux.

Les espèces de cette famille adoptent des comportements de nidification au sol et émettent des chants caractéristiques. Elles sont principalement présentes en Afrique, en Asie et dans certaines régions tempérées. Leur adaptation à l'environnement se distingue par leur capacité à se déplacer rapidement et discrètement sur le sol, que ce soit pour chasser leurs proies ou échapper à des prédateurs (El Bouhissi, 2021).

Les *Burhinidae* dans l'ECG était représentée par une seule espèce, l'Édicnème criard (*Burhinus oedicnemus*). Cette dernière également connu sous le nom de la Bécassine criarde. Cet oiseau se distingue par ses grandes pattes, son plumage discret et, surtout, son cri distinctif et perçant, d'où son nom. L'Édicnème criard fréquente principalement les zones ouvertes, les zones humides et les rivages, où il se nourrit principalement d'invertébrés et de petits animaux (Meziane, 2022).

Dans le cadre de cette étude, cette espèce est considérée comme sédentaire, occupant principalement les sous-chotts de Saboune, Taricht et Gamra, une première pour cette zone humide. Cet oiseau a été observé dès la première semaine de décembre 2020, avec un effectif de 40 individus. Un

pic a été enregistré lors de la première semaine de février 2021, avec 236 individus observés. L'ECG a accueilli un total de 770 individus au cours des saisons hivernales et estivales de l'année 2020-2021. L'Edicnème criard a été localisé dans la zone périphérique des trois sous-chotts mentionnés précédemment (Fig.37 et 38), Presque toute la durée de la deuxième année de recensement ornithologique, s'étendant de décembre 2020 à décembre 2021.

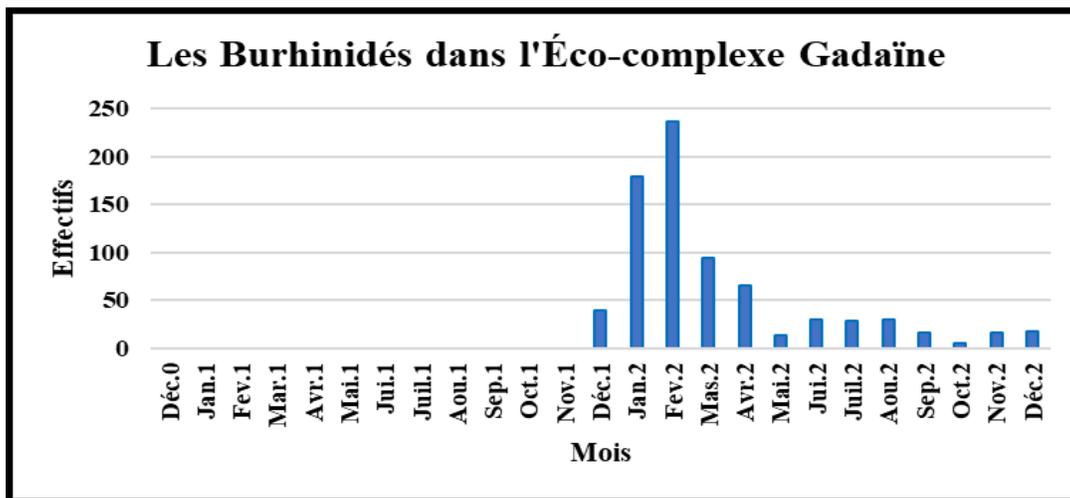


Figure 37. Fluctuation des Burhinidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne (2019-2021)

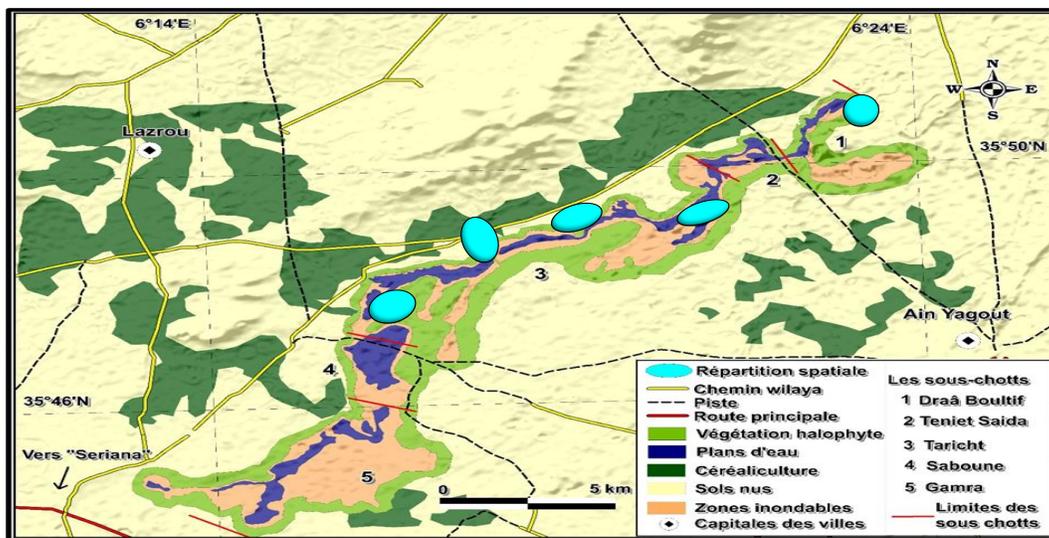


Figure 38. Occupation spatiale des Burhinidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne (2019-2021)

### III.3.9. Rallidea

La surveillance du peuplement avien dans les deux zones humides étudiées a permis de recenser plusieurs oiseaux de *Rallidea*, un groupe appartenant à l'ordre des Gruiformes. Ce groupe inclut des

espèces telles que les râles, les poules d'eau, les talèves, etc. Ces oiseaux se distinguent généralement par un corps compact, de longues pattes et des doigts adaptés à la marche dans des environnements marécageux, aquatiques ou herbeux. Bien qu'ils aient des ailes relativement courtes et une capacité de vol limitée, ils sont de remarquables nageurs et grimpeurs. Ces espèces sont principalement des herbivores, des insectivores et des omnivores. Elles sont fréquemment associées à des habitats humides tels que les marais, les rivières et les étangs (Draïdi, 2023 ; Youcefi & Marouf, 2022).

Les *Rallidae* des deux sites étudiés se compose des oiseaux suivants : le Foulque macroule (*Fulica atra*), la Gallinule Poule d'eau (*Gallinula chloropus*), la Marouette poussin (*Porzana parva*), la Râle d'eau (*Rallus aquaticus*) et la Talève sultane (*Porphyrio porphyrio*) (Annexe 1).

Ces espèces ont présenté des variations irrégulières en termes d'effectifs à l'ECG. Lors de la première année de suivi (2019-2020), l'effectif maximal de 6 599 individus a été enregistré en juillet 2020, tandis que l'effectif minimal a atteint 74 individus en janvier 2020. En revanche, durant la deuxième année de suivi (2020-2021), le maximum a été observé au cœur de la saison hivernale, en janvier 2021, avec 6 448 individus, tandis que l'effectif minimal a été de 872 individus en octobre 2021. Sur l'ensemble de la période de suivi, un total de 54 490 individus a été recensé, parmi lesquels la Foulque macroule (38 925 individus) et la Gallinule Poule d'eau (15 487 individus) figuraient parmi les espèces les plus représentées (Fig. 39).

Toutes les espèces de cette famille ont niché, à l'exception de la Marouette poussin. La Gallinule Poule d'eau et le Foulque macroule sont considérées comme des espèces migratrices hivernantes avec des populations nicheuses. La Râle d'eau, quant à elle, est un oiseau migrateur hivernant, et il est possible qu'elle ait niché sur ce site. La Marouette poussin est également une espèce migratrice hivernante. Notamment, la Marouette et la Talève sultane ont été observées pour la première fois et uniquement dans l'ECG. Des nids de Talève sultane ont été identifiés dans le sous-chott de Saboune en juin 2020. Ces espèces ont été observées de manière régulière tout au long du suivi et étaient réparties sur l'ensemble de la surface de cette zone humide (Fig. 40).

En revanche, dans le CDJ, les *Rallidae* étaient présentés uniquement par le Foulque macroule, durant la première année d'inventaire. Cette espèce a été représentée durant les deux saisons d'hivernage de la période allant de décembre 2019 à décembre 2020. Le site a hébergé un total de 9 980 individus. Il s'agit d'une espèce migratrice hivernante, dont les effectifs ont fluctué de manière erratique. Un effectif maximal de 2 914 individus a été observé au février 2020, tandis que l'effectif minimal était de 587 individus enregistrés au janvier de la même année. Ces effectifs étant répartis sur toute la surface aquatique du chott. Cependant, lors des saisons d'hivernage et estivale de 2021, une

absence totale des Rallidés a été observée dans le CDJ, probablement en raison des changements climatiques.

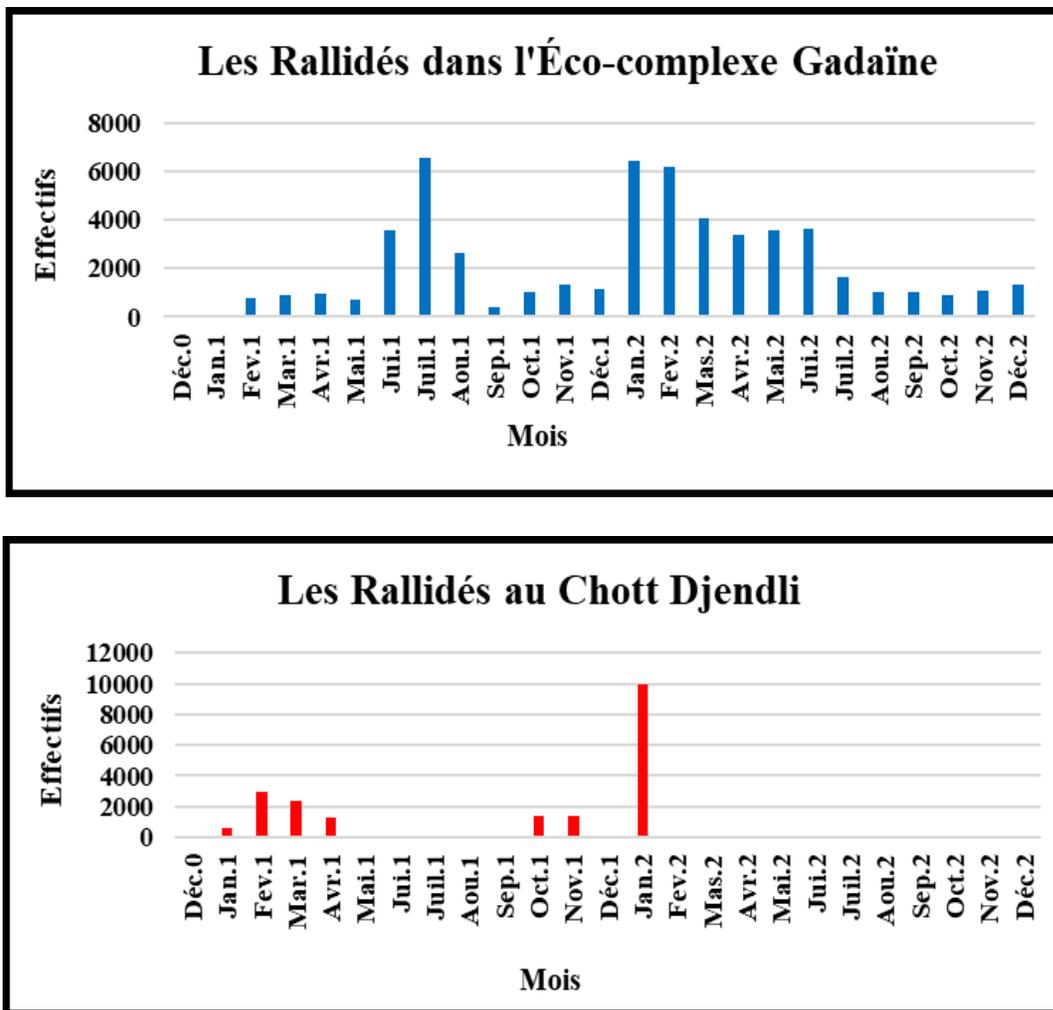
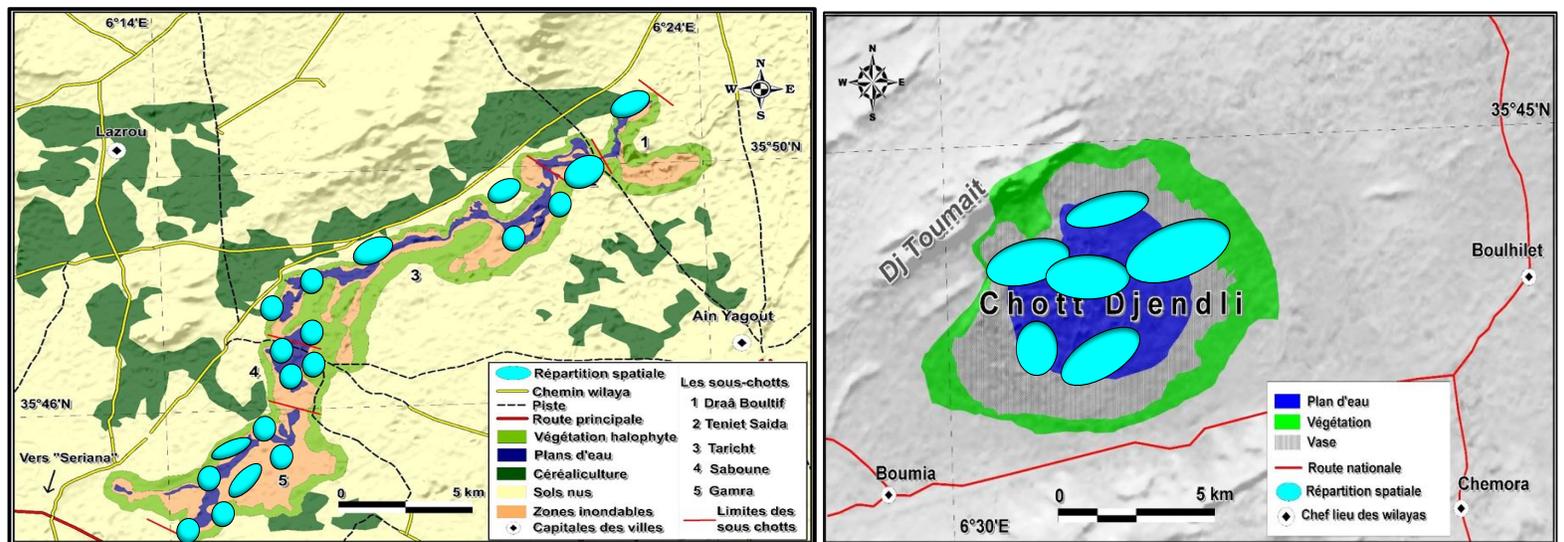


Figure 39. Fluctuation des Rallidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)



**Figure 40. Occupation spatiale des Rallidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)**

### III.3.10. Gruideae

Les *Gruidae* forment une famille d'oiseaux appartenant à l'ordre des Gruiformes, incluant notamment les grues. Ces espèces se caractérisent généralement par leur grande taille, leurs longues pattes, leur cou allongé et leur vol puissant, souvent migratoire. Elles sont adaptées à une diversité d'habitats, notamment les zones humides, et se nourrissent principalement de végétation, d'insectes et de petits animaux. Les *Gruidae* sont également renommés pour leurs comportements de danse et leurs appels distinctifs lors de la saison de reproduction.

Les Hauts Plateaux de l'Algérie orientale, situés à des altitudes comprises entre 900 et 1200 m, ainsi que la Tunisie semblent marquer la fin du trajet migratoire de la Grue cendrée (*Grus grus*) (Ledant et al., 1981 ; Isenmann & Moali, 2000). Les principaux facteurs influençant la fréquentation d'une région par ces oiseaux sont la disponibilité et la diversité des ressources alimentaires, ainsi que la tranquillité de l'environnement (Sanchez et al., 1998 ; Aviles et al., 2002) (Annexe1).

En Algérie, les zones d'hivernage les plus importantes de la Grue cendrée se trouvent dans quatre grandes régions humides : l'Oranie, M'sila, Sétif et Oum El-Bouaghi (Houhamdi et al., 2008 et Hafid et al., 2014). Dans les zones humides des Hautes Plaines de l'Est algérien, l'hivernage de la Grue cendrée dure de cinq à six mois. Les grues préfèrent les cultures céréalières situées à proximité de zones humides saumâtres, dégagées et spacieuses, loin des perturbations humaines (Saheb, 2003).

Dans l'ECH et le CDJ la Grue cendrée est un oiseau hivernant. Elle représente une cible privilégiée pour les chasseurs locaux, qui la pourchassent sans relâche dès son arrivée. Peu d'observations ont été rapportées dans le premier site. Les effectifs minimaux ont été observés à l'ECG

avec un seul individu en décembre 2019, et à CDJ, avec 11 individus en janvier 2020. Toutefois, au coucher du soleil, l'ECG a accueilli un maximum de 287 individus en octobre 2021, tandis que le CDJ a recensé 28 individus au même mois (Fig.41). Des observations de Grues cendrées ont également été effectuées dans les sous-chotts Saboune et Taricht de l'ECG, dans la première zone étudiée, ainsi que sur le côté sud et nord-est du CDJ, où ces oiseaux recherchaient des endroits plus calmes (Fig.42).

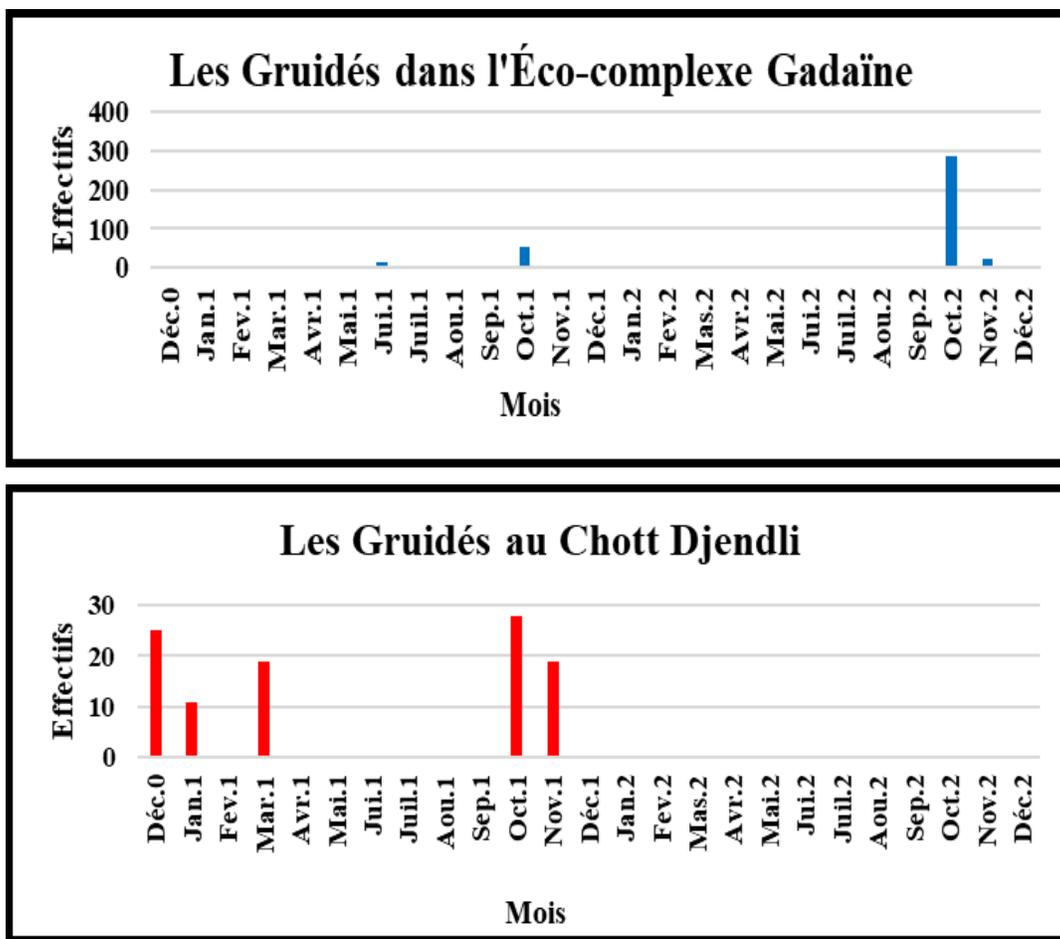
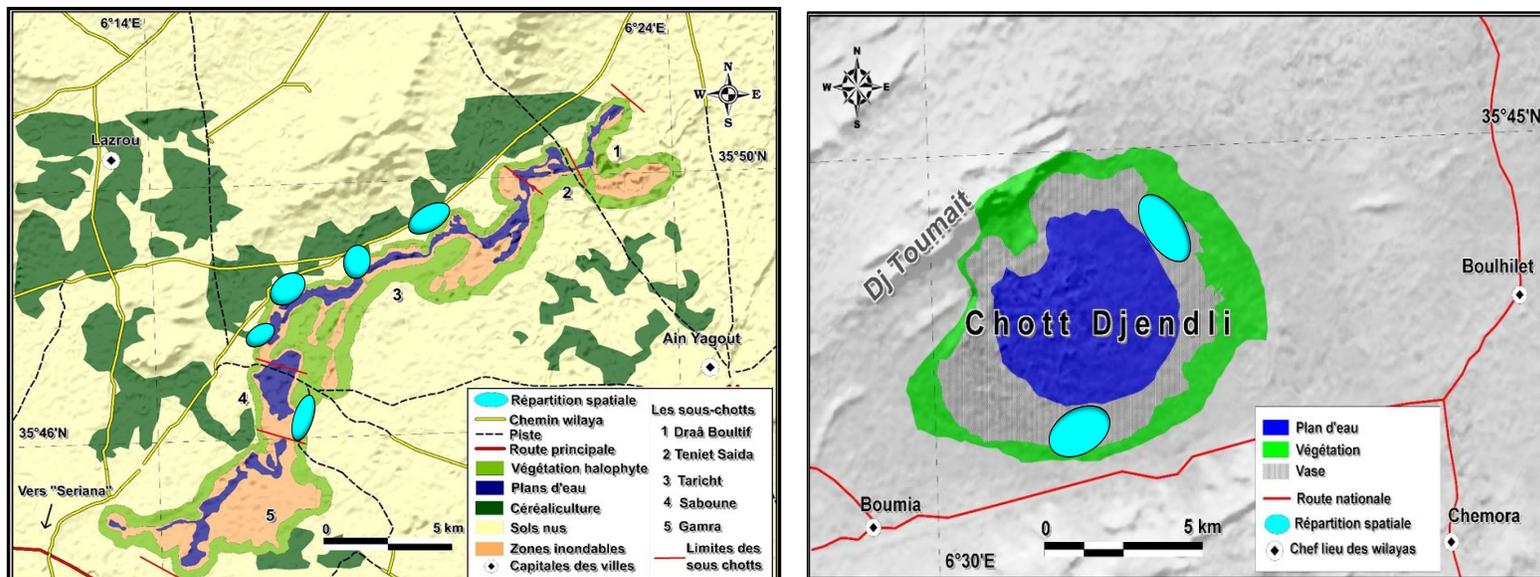


Figure 41. Fluctuation des Gruidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)



**Figure 42. Occupation spatiale des Gruidés observés dans l'Éco-complexe Gadaine et au Chott Djendli (2019-2021)**

### III.3.11. Corvidae

Les *Corvidae* forment une famille d'oiseaux appartenant à l'ordre des Passériformes., regroupant des espèces aviaires telles que les corbeaux, les corneilles, les pies et les geais. Ces oiseaux sont particulièrement réputés pour leur grande intelligence, leur capacité à utiliser des outils et leur comportement social complexe. Ils se distinguent généralement par un plumage sombre, un bec robuste et une grande faculté d'adaptation, ce qui leur permet de coloniser une large variété d'habitats, allant des forêts aux zones urbaines. Leur régime alimentaire est omnivore, incluant des végétaux, des insectes ainsi que de petits animaux.

Le Grand corbeau (*Corvus corax*) est une espèce de la famille des *Corvidae*. Il se distingue par sa taille imposante, son plumage noir brillant et son bec puissant. Réputée pour ses facultés cognitives remarquables, cette espèce possède des compétences avancées, telles que l'utilisation d'outils et la capacité à résoudre des problèmes complexes. Cette espèce est un oiseau carnivore, se nourrissant principalement de carcasses, d'insectes et de petits animaux. Il est également reconnu pour son comportement social et ses vocalisations variées. Cet oiseau fréquente divers types d'habitats, allant des montagnes et des régions côtières aux forêts et zones urbaines (Annexe1).

Dans l'ECG, le Grand corbeau a été observé à trois reprises, avec les effectifs suivants : 9 individus en octobre 2020, 15 individus en novembre 2020 et 11 individus en janvier 2021. Il s'agit d'un oiseau migrateur hivernant, observé accidentellement dans le sous-chott Saboune de ce film d'eau (Fig.43 et 44).

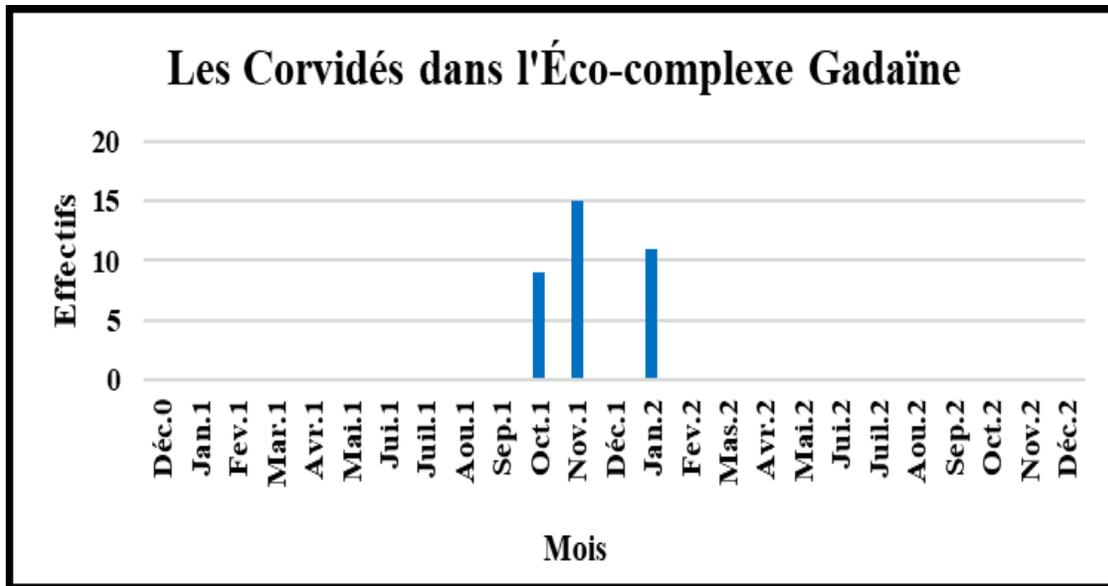


Figure 43. Fluctuation des Corvidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne (2019-2021)

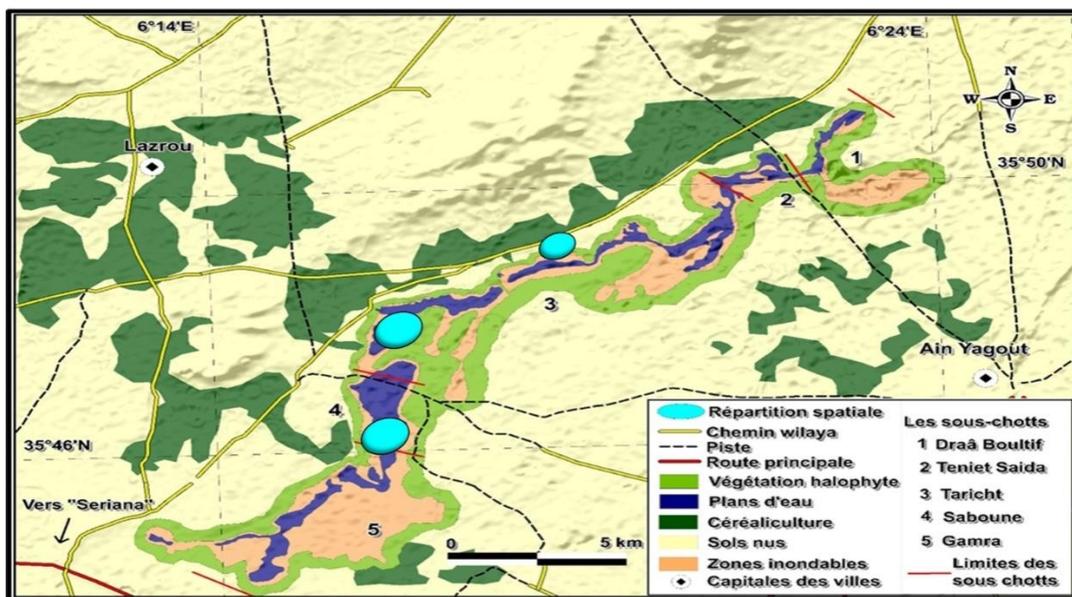


Figure 44. Occupation spatiale des Corvidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne (2019-2021)

### III.3.12. Motacillidae

Les *Motacillidae* sont une famille d'oiseaux de l'ordre des Passériformes, comprenant des espèces telles que les pipits et les bergeronnettes. Ces oiseaux se caractérisent généralement par des tailles petites à moyennes, un plumage discret et une queue longue et mobile. Principalement insectivores, ils se nourrissent d'insectes qu'ils capturent au sol ou en vol. Les espèces de cette famille occupent une large gamme d'habitats, tels que les prairies, les zones humides et les régions agricoles, et

sont fréquemment associées à des habitats ouverts. Dans les deux zones humides étudiées, cette famille est représentée par deux espèces : la Bergeronnette grise (*Motacilla alba*) et la Bergeronnette printanière (*Motacilla flava*) (Hachouret al., 2021).

La Bergeronnette grise se distingue par son plumage principalement blanc et gris, ainsi que par sa queue longue et fréquemment en mouvement (Annexe 1). Cet oiseau insectivore se nourrit essentiellement d'insectes qu'il capture au sol ou en chasse active. Il fréquente divers environnements ouverts, tels que les pâturages, les bords de cours d'eau, ainsi que les habitats urbains et humides. Elle a été observée régulièrement dans l'ECG où 5971 individus ont été recensés durant les deux années de suivi. La Bergeronnette grise présente des fluctuations irrégulières de population. Le maximum enregistré est de 938 individus en juillet 2020, tandis que le minimum est de 31 individus en mars 2020. En revanche, au CDJ, le nombre maximal observé était de 188 individus en octobre 2020, et le nombre minimal de 50 individus en mars 2020 (Fig.45). Cette espèce est migratrice, hivernant avec une population sédentaire. Elle se nourrit principalement d'invertébrés et se trouve principalement au port du sous-chott Gamra de l'ECG (Fig. 46). Au CDJ, elle est une espèce migratrice hivernante et un visiteur occasionnel. Cette zone humide a accueilli 633 individus lors de la première année de suivi. La Bergeronnette grise y est localisée sur les côtés sud-est et sud-ouest (Fig.46).

La Bergeronnette printanière, mesurant environ 18 cm de long, se distingue par un plumage souvent éclatant, avec un dos gris-vert, un ventre jaune vif et de longues pattes fines. Elle est principalement observée en Europe, en Asie occidentale et en Afrique du Nord. Il s'agit d'une espèce migratrice estivante, qui fréquente les habitats ouverts, tels que les pâturages, les bords de cours d'eau et les zones humides. Cette espèce se nourrit principalement d'insectes et de petits arthropodes qu'il capture au sol. Son chant est un trille léger. En Algérie, comme dans d'autres régions méditerranéennes, elle fréquente principalement les zones humides temporaires et les prairies humides, en particulier durant sa période de migration et parfois pendant la reproduction.

Cette espèce a été observée uniquement dans l'ECG, où elle a été recensée lors de la deuxième année de suivi (2020-2021), principalement au début de la saison estivale. Nous avons observé de fortes oscillations de population, avec un minimum de neuf individus en mars 2021 et un maximum de 465 individus en juin 2021. Elle a été repérée près du sous-chott Saboune et de Draâ Boutif (Fig.46).

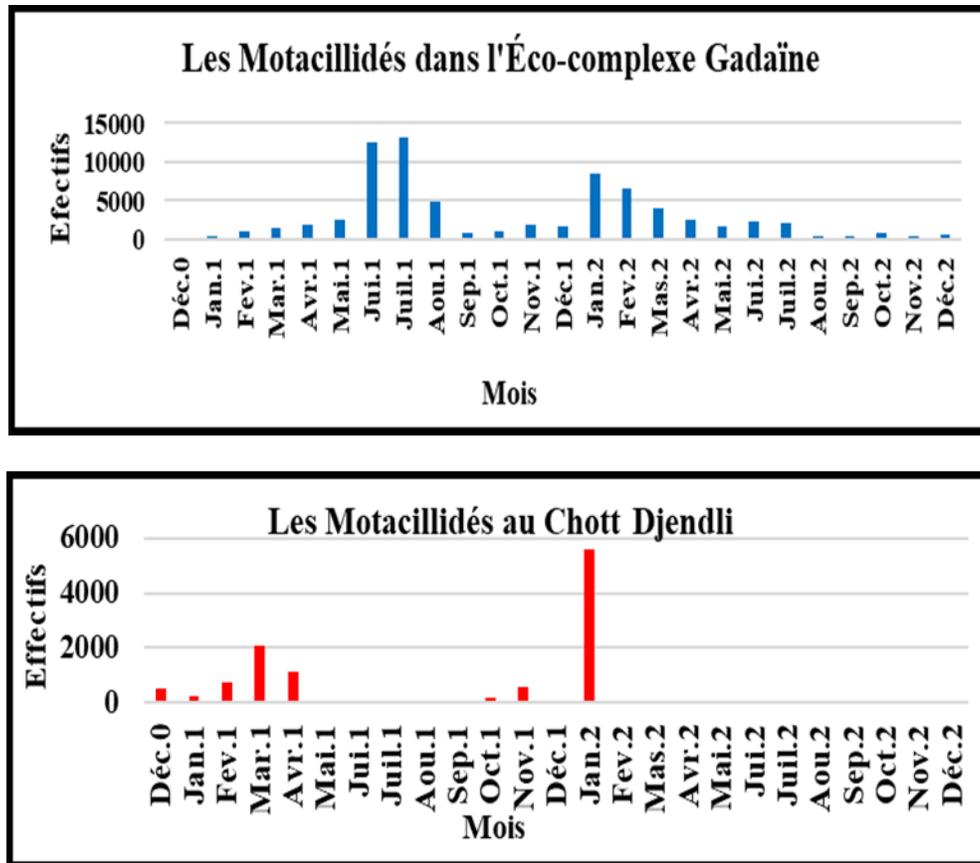


Figure 45. Fluctuation des Motacillidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)

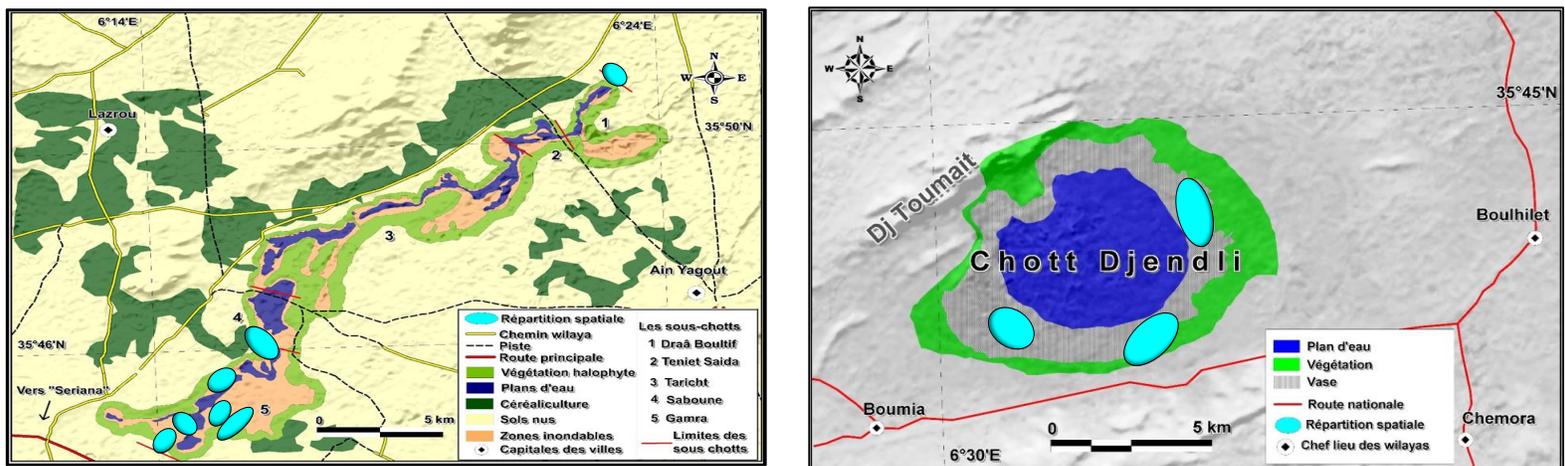


Figure 46. Occupation spatiale des Motacillidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)

### III.3.13. Threskiornithidae

Les *Threskiornithidae* constituent une famille d'oiseaux de l'ordre des Pélécaniformes, regroupant des espèces couramment appelées ibis et spatules. Ces oiseaux se distinguent par leurs becs longs et généralement courbés (chez les ibis), ou en forme de spatule (chez les spatules), caractéristiques qui leur permettent de s'alimenter efficacement dans des milieux aquatiques. Leur régime alimentaire est principalement composé de petits animaux aquatiques, tels que des poissons, des insectes et des crustacés. Les membres de cette famille occupent divers habitats, notamment les zones humides, les marécages et les rives de lacs et de rivières (Annexe 1).

Dans l'ECG, nous avons observé les deux genres suivants : *Platalea* et *Plegadis*, représentés par l'Ibis falcinelle (*Plegadis falcinellus*) et la Spatule blanche (*Platalea leucorodia*), respectivement. La Spatule blanche, espèce migratrice et polyphage, était présente uniquement pendant la saison hivernale sur les deux années de suivi (décembre 2019 - mars 2020, septembre 2020 - mars 2021 et septembre 2021 - décembre 2021). En revanche, l'Ibis falcinelle, espèce invertivore et visiteuse occasionnelle, fréquente le site aussi bien en hiver qu'en été. Cette espèce a été observée pour la première fois en décembre 2019, au niveau du sous-chott de Taricht. Elle a été présente durant les saisons hivernales et estivales des deux années d'inventaire. Au total, 235 individus d'Ibis falcinelle et 104 Spatules blanches ont été recensés dans cet éco-complexe (Fig.47).

Contrairement au CDJ, où seule l'Ibis falcinelle a été rencontrée, cette dernière était présente uniquement durant la saison hivernale de la première année de recensement (2019-2020), avec un effectif de 22 individus (Boulaid B.A. et al., 2022 et Boulaid B.A. et al., 2024)(Fig.47).

L'Ibis falcinelle et la Spatule blanche ont été observés exclusivement dans les zones inondables des sous-chotts Taricht et Saboune. Au CDJ, l'Ibis falcinelle y était également présent, notamment dans la partie nord-est et nord-ouest de la Sebka, où la richesse nutritionnelle des milieux a favorisé une population plus nombreuse(Fig.48).

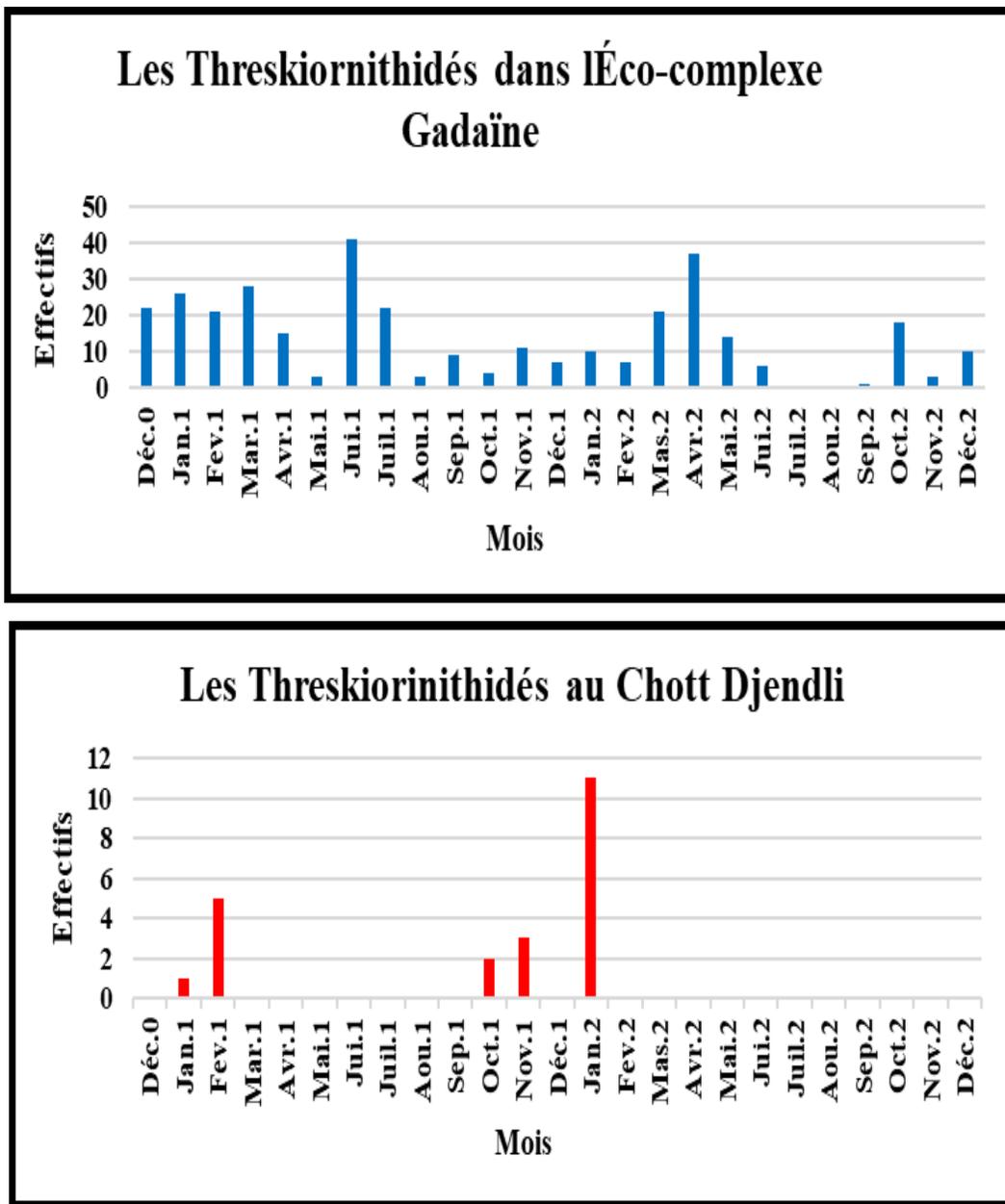


Figure 47. Fluctuation des Threskiornithidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)

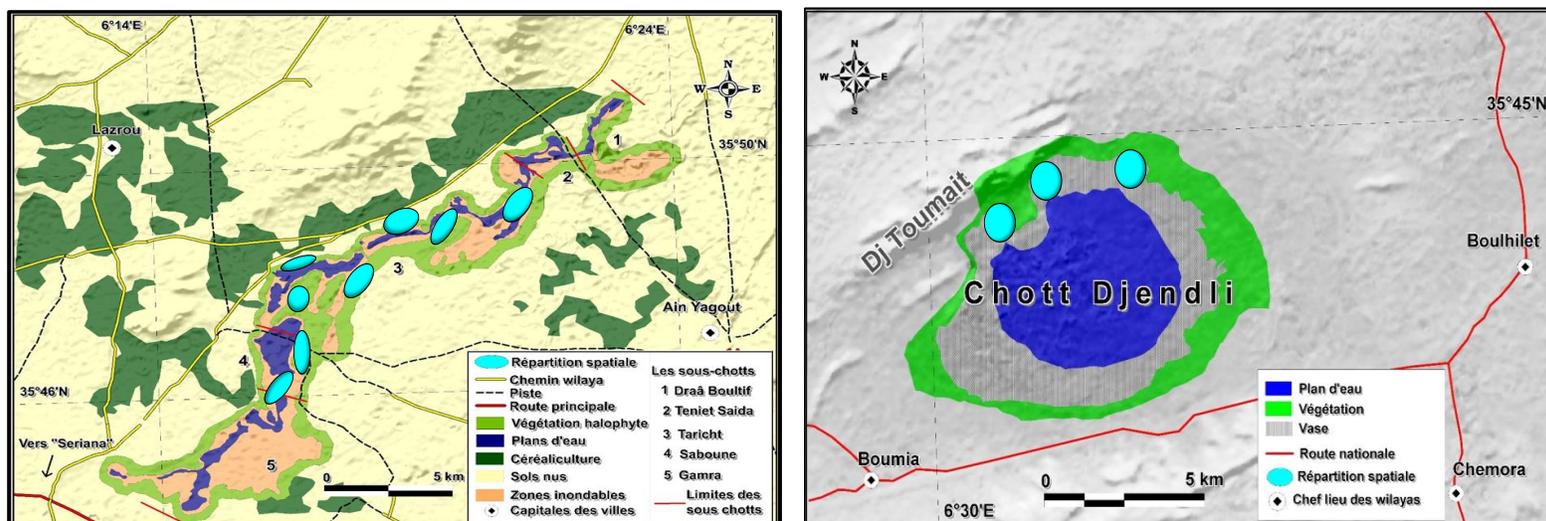


Figure 48. Occupation spatiale des Threskiornithidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)

### III.3.14. Ardéidae

Les *Ardéidae* constituent une famille d'oiseaux de l'ordre des Péléciformes, comprenant les hérons, les aigrettes et les butors. Ces oiseaux se caractérisent par une silhouette élancée, de longues pattes et un long cou, souvent replié en forme de S. Principalement piscivores, ils fréquentent les milieux aquatiques tels que les marécages, les lacs et les rivières, où ils capturent leur proie à l'aide de leur long bec. Les *Ardéidae* sont réputés pour leur comportement de chasse discret et leur capacité à se camoufler dans leur environnement (Annexe 1).

Cette famille est représentée par sept espèces réparties sur quatre genres. Parmi celles-ci, le Héron pourpré (*Ardea purpurea*) est une espèce migratrice et visiteuse occasionnelle, rencontrée pour la première fois dans l'ECG lors de la première semaine de septembre 2021, avec un seul individu observé. Ce dernier a été présent pendant la deuxième saison hivernale de la deuxième année de surveillance. Le Bihoreau gris (*Nycticorax nycticorax*), l'Aigrette garzette (*Egretta garzetta*), la Grande aigrette (*Ardea alba*) et le Héron cendré (*Ardea cinerea*) ont été inventoriés durant les périodes de migration au cours des deux années de suivi. Le Héron garde-bœufs (*Bubulcus ibis*), espèce sédentaire et polyphage, est également une espèce nicheuse qui voit ses effectifs augmenter pendant la saison estivale. L'ECG a enregistré un total de 26 720 individus de cette espèce, répartis sur cinq sous-chotts et plusieurs héronnières (Fig.49). Le Crabier chevelu (*Ardeola ralloides*) est un oiseau carnivore estivant, observé dans les sous-chotts de Gamra et Saboune, où 32 individus ont été recensés pendant les deux années de suivis (2019-2020 et 2020-2021)(Adamou-Djerbaoui et al., 2022 ; Benchabane et al., 2018) (Fig.50).

Les *Ardéidae* étaient répartis sur l'ensemble de la surface de l'ECG, à l'exception du Crabier chevelu. Le Bihoreau gris est piscivore, tandis que l'Aigrette garzette, la Grande aigrette et le Héron cendré sont des espèces polyphages. Cette zone humide a accueilli un total de 411 individus d'Ardéidés, avec le Héron cendré représentant 58,16% des oiseaux polyphages observés (Fig.49).

Contrairement au CDJ, où les espèces de ce groupe sont représentés par deux espèces le Héron cendré et le Héron garde-bœufs, les effectifs des *Ardéidae* ont présenté une variation irrégulière au cours des deux années d'étude. L'effectif maximal a été enregistré en mars 2020 avec 62 individus, suivi de 37 individus en novembre 2021, et le minimum a été atteint en décembre. Les *Ardéidae* ont été présents durant la saison hivernale. Ils ont été observés dans les zones inondées de ce site. Cette famille était absente pendant six mois (durant la saison estivale de l'année 2020 ainsi que les mois de septembre et décembre 2020) et au cours de la deuxième année (2021), en raison du dessèchement de ce site(Fig.50).

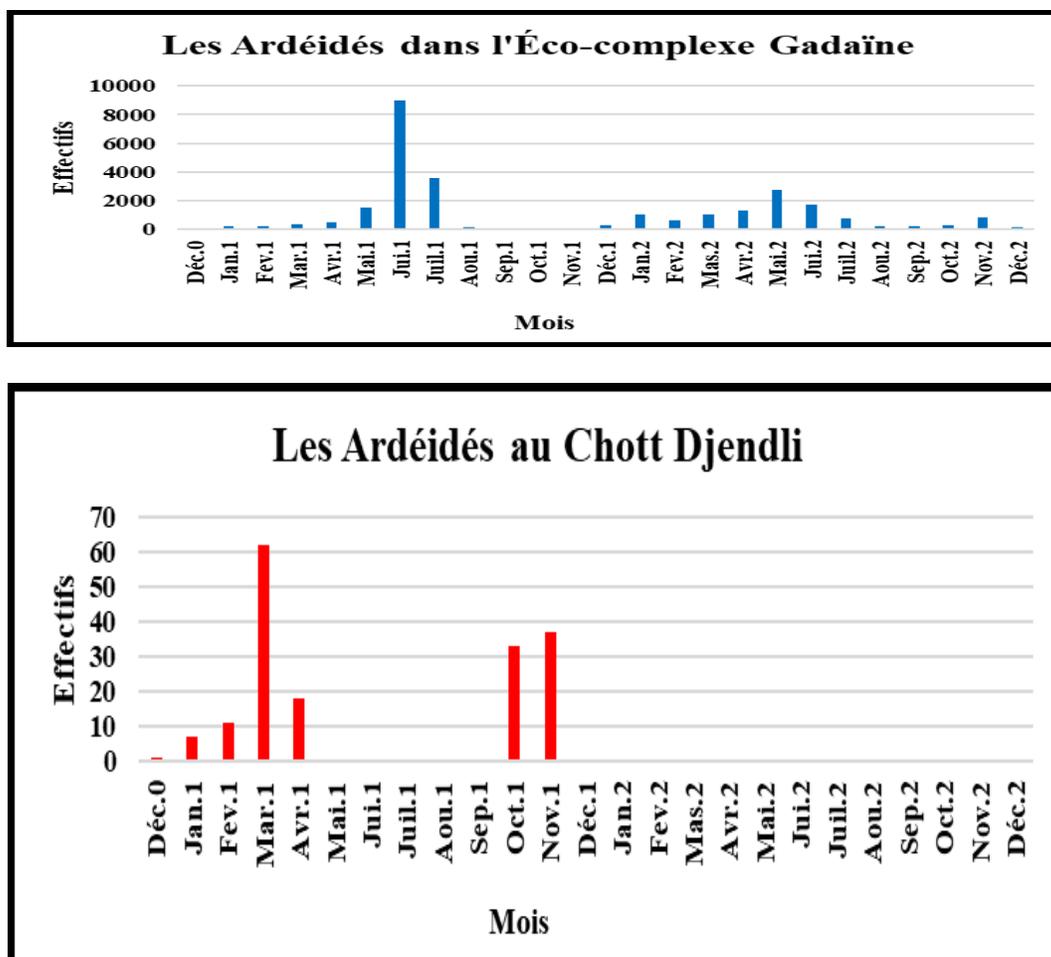


Figure 49. Fluctuation des Ardéidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)

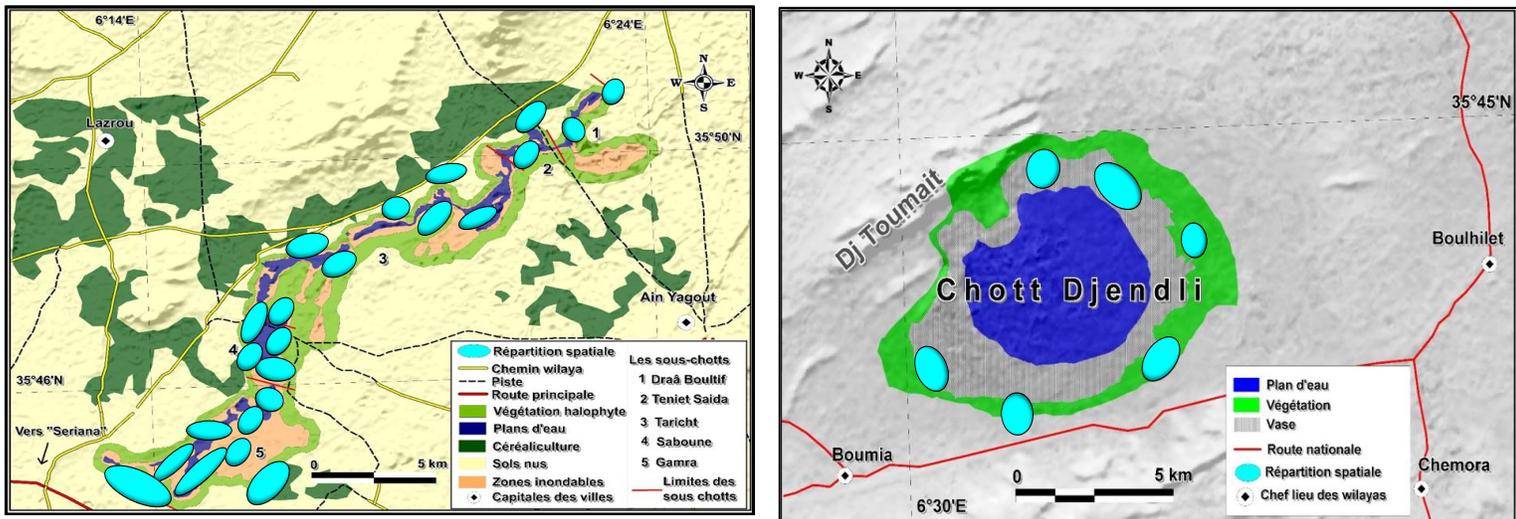


Figure 50. Occupation spatiale des Ardéidés observés dans l'Éco-complexe Gadaine et au Chott Djendli (2019-2021)

### III.3.15. Phœnicoptéridae

Les *Phœnicoptéridae* constituent une famille d'oiseaux regroupant les flamants. Ces espèces se distinguent par leur long cou, leurs pattes élancées et leur bec légèrement courbé vers le bas. Principalement herbivores, ils se nourrissent de matières végétales et de petites créatures aquatiques qu'ils filtrent à l'aide de leur bec spécialisé. Ils fréquentent des habitats aquatiques tels que les zones humides, les lagunes salées et les marécages, où ils se nourrissent en barbotant dans l'eau. Leurs plumages rose ou rougeâtre proviennent des pigments caroténoïdes présents dans leur alimentation. Il est suggéré que leur ancêtre proche soit l'oiseau fossile *Presbyornis*, un limicole primitif, considéré comme un rameau détaché du groupe d'oiseaux à l'origine des échassiers et des avocettes (Perrins, 1991). Les Flamants roses sont des oiseaux grégaires qui se reproduisent en colonies pouvant compter plusieurs centaines à plusieurs milliers d'individus. Bien que les couples ne soient pas fidèles d'une année sur l'autre, les individus du même âge ont tendance à se regrouper en couples. Les parades nuptiales commencent dès la fin de l'automne, dans le but de former les couples pour la saison estivale suivante (Cezilly et al., 1995 ; Samraoui et al., 2006 et Samraoui et al. 2011) (Annexe 1).

L'inventaire ornithologique mené au cours des deux années d'étude a permis d'observer des individus appartenant à l'ordre des Phœnicopteriformes, qui regroupe une seule famille, les *Phœnicoptéridae*, comprenant les grands limicoles. La famille des *Phœnicoptéridae* est représentée par le Flamant rose (*Phoenicopterus roseus*), une espèce hivernante dans la région de Batna, où elle séjourne durant la saison froide dans les zones humides des sebkhas des Aurès (Benzina et al., 2021). Dans l'ECG, cette espèce est une migratrice hivernante, avec une population également sédentaire.

Au premier site étudié, l'arrivée du Flamant rose a été observée au début du mois de décembre 2019, avec des fluctuations irrégulières de l'effectif. L'effectif maximal a été atteint en juin 2020 avec 19 660 individus, tandis que l'effectif minimal a été de 425 individus en octobre 2021. Ces variations sont attribuées aux changements climatiques. Le Flamant rose présente également une population sédentaire durant la saison estivale, avec une tentative de nidification observée. Au cours de la première année de suivi, un effectif total de 43 340 individus a été recensé durant la saison estivale de la première année de suivi, tandis que la deuxième année a enregistré 6 068 individus (Fig.51).

Le CDJ a enregistré la présence et l'hivernage du Flamant rose au cours des saisons hivernales étudiées, avec des variations notables des effectifs entre les mois et les saisons. La saison hivernale 2020 a enregistré un effectif maximal de 1 553 individus en avril, et un effectif minimal de 81 individus a été enregistré en décembre 2019, avec des variations irrégulières entre octobre et janvier. Cependant, la saison hivernale 2021 a marqué l'absence totale de cette espèce (Fig.51). Cette absence est attribuée au dessèchement de ce site, le Flamant rose privilégiant les lagunes et les étangs littoraux, ainsi que fréquentant principalement les zones humides salées (Nicolai, 1985).

Le Flamant rose fréquente l'ensemble de la surface de ce plan d'eau et a été observé dans les cinq sous-chotts de l'ECG. Au CDJ, il a été principalement observé au centre, ainsi qu'au nord-est et au nord-ouest de ce chott (Fig. 52).

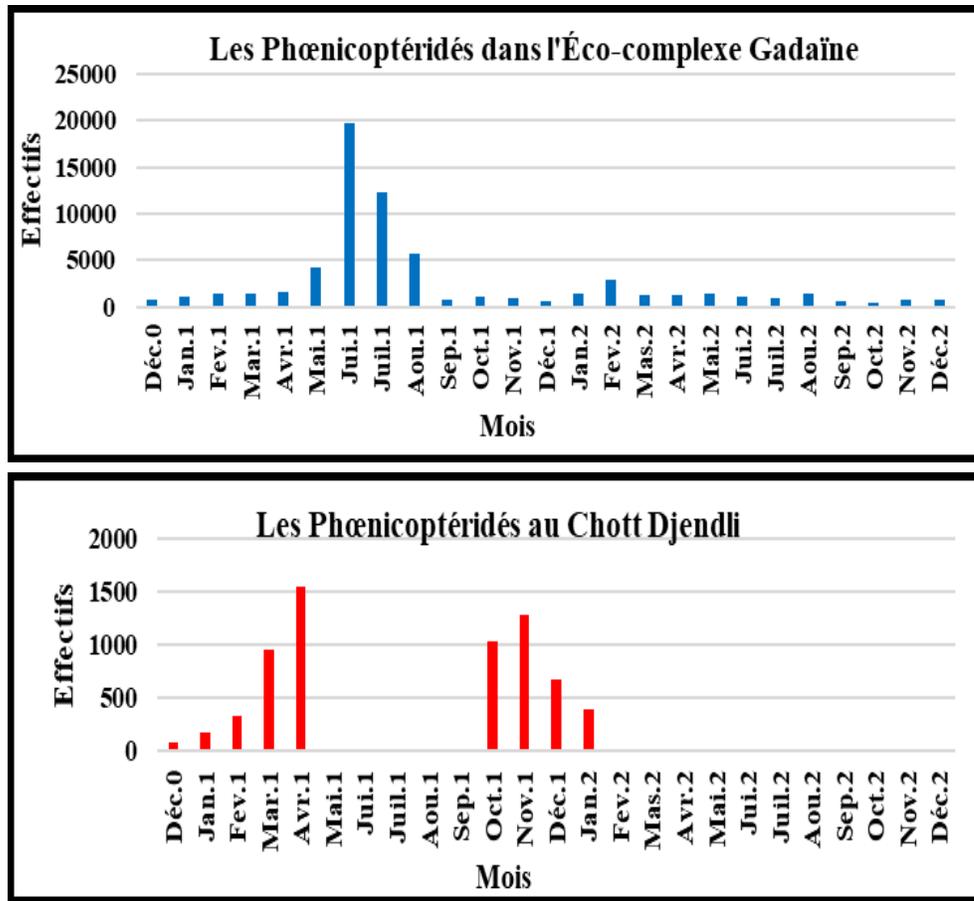


Figure 51. Fluctuation des Phœnicoptéridés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)

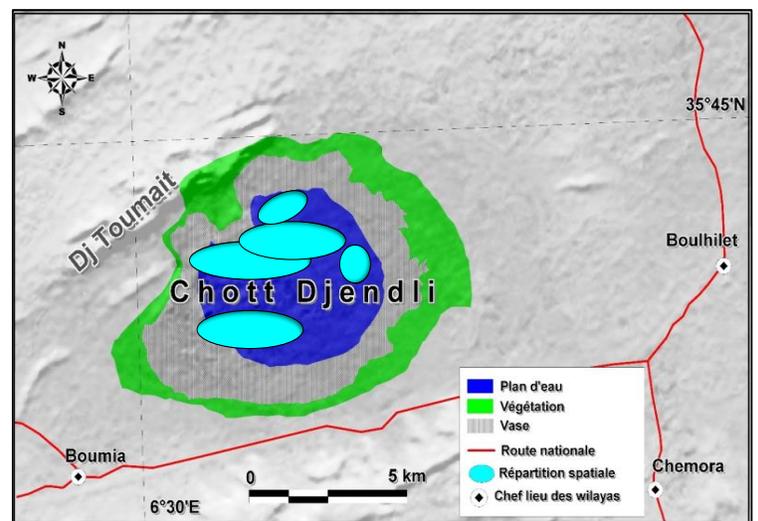
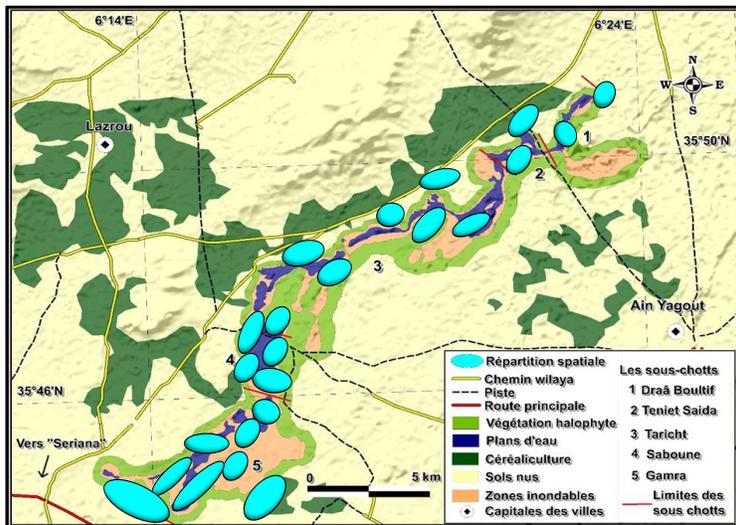


Figure 52. Occupation spatiale des Phœnicoptéridés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)

### III.3.16. Podicipedidae

Les *Podicipédidae* forment une famille d'oiseaux aquatiques, communément appelés grèbes. Ces oiseaux se distinguent par un corps compact et des pattes postérieures spécialement adaptées à la nage, avec des doigts largement palmés. Leur plumage est souvent cryptique, et ils sont principalement piscivores, s'alimentent de poissons, de petits macroinvertébrés aquatiques et parfois de végétation aquatique. Les grèbes occupent des écosystèmes aquatiques tels que les lacs, les étangs et les marécages. Leur reproduction comporte fréquemment des comportements complexes, notamment la construction de nids flottants et les soins parentaux.

Cette famille appartient à l'ordre des Podicipediformes et est représentée par trois espèces au sein de l'ECG : le Grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis*), le Grèbe à cou noir (*Podiceps nigricollis*) et le Grèbe huppé (*Podiceps cristatus*) (Annexe1). Le Grèbe huppé est une espèce occasionnellement observée dans les zones humides profondes, telles que celles du sous-chott Saboune, où l'eau dépasse un mètre de profondeur. Il a été recensé au centre de ce sous-chott avec un total de 111 individus au cours des années de suivi. Cet oiseau adopte un régime alimentaire principalement piscivore (Cheriet et al., 2015)(Fig.53).

Quant au Grèbe castagneux, il s'agit d'une espèce migratrice hivernante, avec une population sédentaire. Au cours de la période de recensement, 1337 individus ont été recensés, avec une fluctuation irrégulière de leur effectif au fil des saisons d'hivernage et de nidification. L'effectif maximal a été enregistré en janvier 2020, avec 193 individus, tandis que le minimum a été observé en décembre 2019, avec seulement 11 individus. Cette espèce est localisée dans les sous-chotts Saboune, Gamra et Taricht (Abdellioui et al., 2015 ; Biad, 2022).

Enfin, la zone humide de l'ECG a également accueilli le Grèbe à cou noir pendant l'étude, menée sur deux saisons estivales successives. Cette période a permis d'observer la phénologie estivale et sédentaire de cette espèce, qui est une nicheuse sédentaire. Des nids et des oisillons ont été recensés. Cette zone humide a abrité 69 individus, et le Grèbe à cou noir, une espèce invertivore, a été localisé principalement dans les sous-chotts Saboune et Gamra. Cette zone humide est particulièrement cruciale pour la conservation de cette famille (Fig.54) (Meliani et al., 2020).

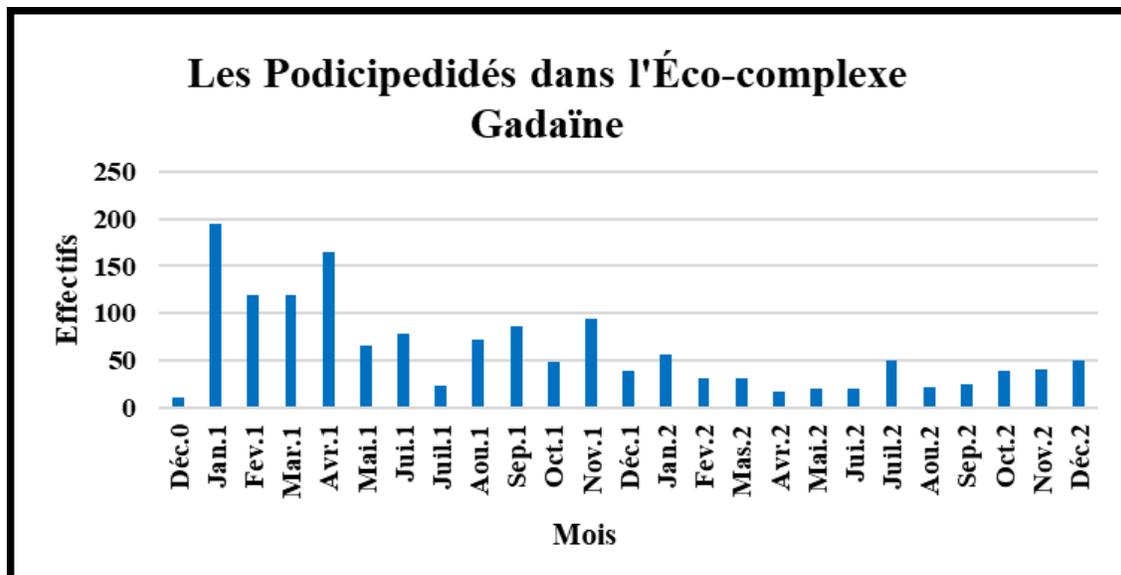


Figure 53. Fluctuation des Podicipédidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne (2019-2021)

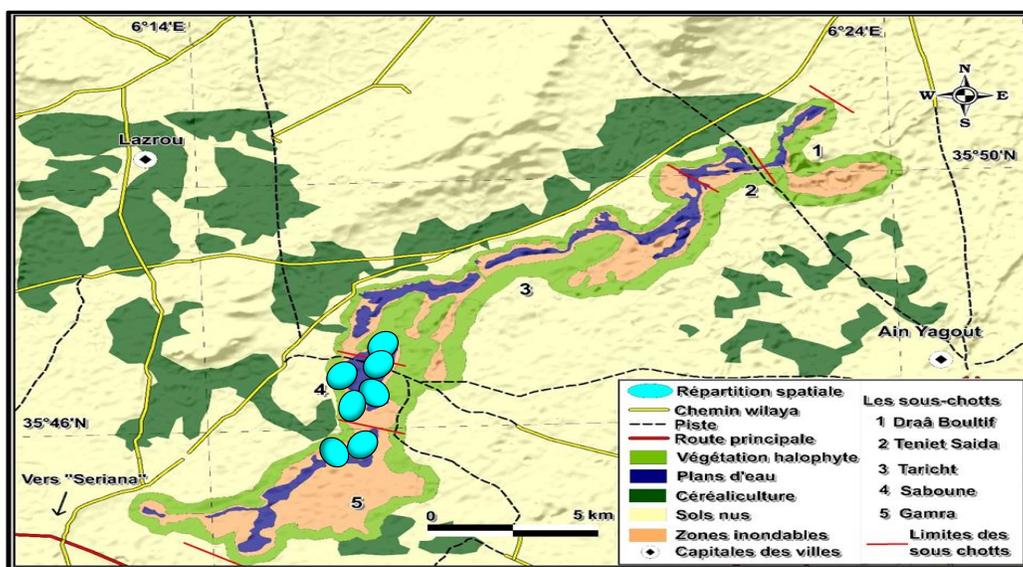


Figure 54. Occupation spatiale des Podicipédidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne (2019-2021)

### III.3.17. Phalacrocoracidae

Les *Phalacrocoracidae* sont une famille d'oiseaux aquatiques, communément appelés cormorans, qui se caractérisent par un corps allongé, un long cou, un bec pointu et des pieds palmés adaptés à la nage. Ces oiseaux sont principalement Piscivores et sont réputés pour leur habileté à plonger pour capturer des poissons. Les cormorans vivent généralement dans des écosystèmes aquatiques tels que les lacs, les rivières et les zones côtières, et sont souvent observés perchés au soleil pour sécher leurs plumes après la plongée. L'ordre des Suliformes est représenté par une seule espèce

de la famille des *Phalacrocoracidae*, les cormorans, qui sont des oiseaux marins. (Belfethi & Moulaï,2022).

L'espèce migratrice traversant la zone humide de l'ECG est le Grand cormoran (*Phalacrocorax carbo*). Son passage occasionnel marque le début de la saison d'hivernage, observé pour la première fois en janvier 2020 (Annexe 1).

Au cours de la période d'étude, un total de 218 individus a été recensé sur ce site, avec un pic de 119 individus enregistré à la fin du mois de novembre 2021. Ce pic correspond à un groupe de grands cormorans ayant utilisé le sous-chott Saboune pour se reposer après un long trajet migratoire.

Le suivi de cette espèce dans cette zone humide d'importance internationale révèle une fluctuation irrégulière des effectifs au cours des deux saisons d'hivernage étudiées. L'espèce est présente tout au long des saisons d'hivernage, avec un effectif maximal de 18 individus en novembre 2020, et un minimum de seulement un individu observé en janvier 2020 et en octobre 2021 (Benmetir, 2020).

Lors de la saison d'hivernage 2020, l'effectif maximal a été observé en mars (11 individus), suivi de janvier (6 individus) et de février (2 individus), tandis qu'aucun individu n'a été observé durant les autres mois de cette saison (Fig. 55). Le Grand cormoran a été observé dans le sous-chott Saboune, car cet environnement lui offre des conditions favorables à l'hivernage. Cependant, nous avons noté l'absence de cette espèce dans la seconde zone humide étudiée. (Fig.56).

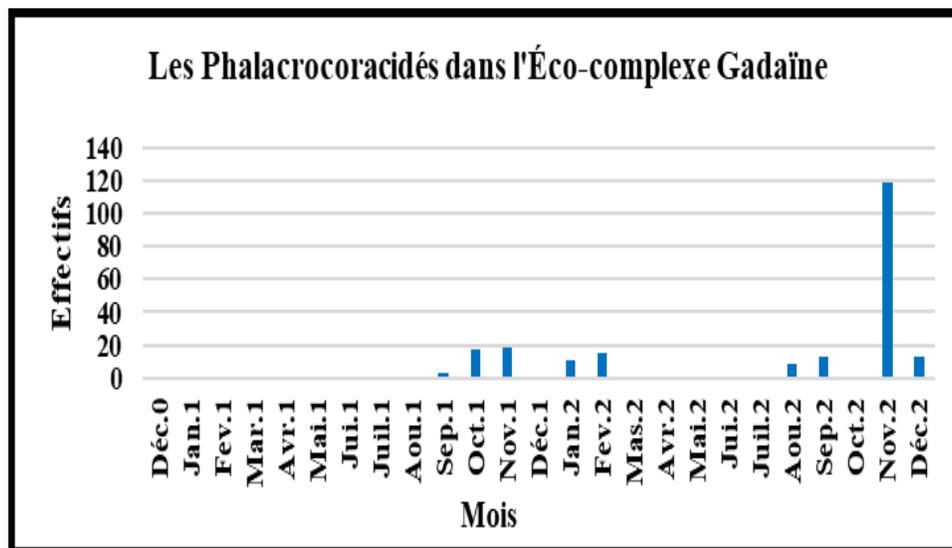


Figure 55. Fluctuation des Phalacrocoracidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne (2019-2021)

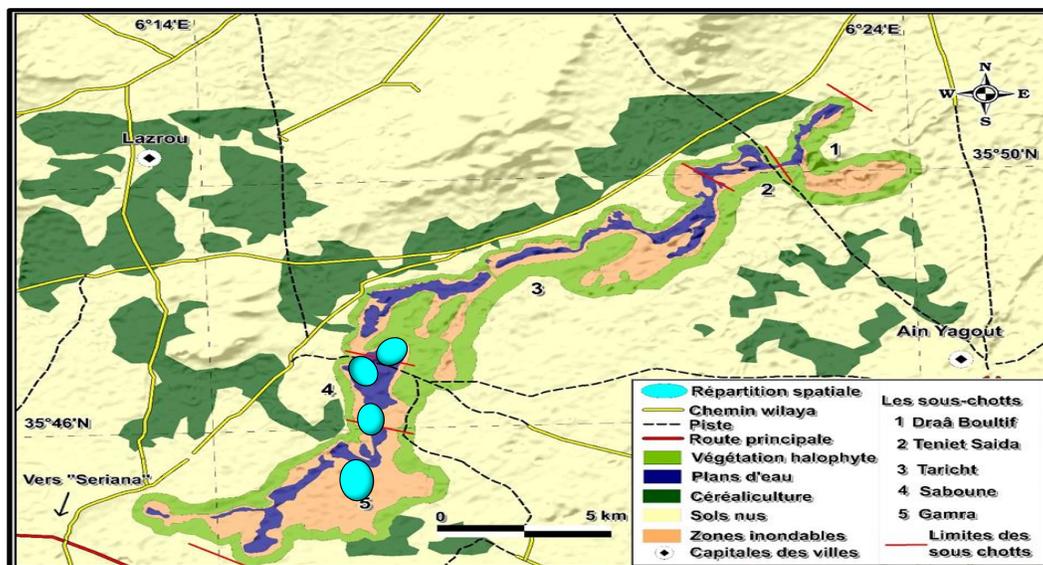


Figure 56. Occupation spatiale des Phalacrocoracidae observés dans l'Éco-complexe Gadaïne (2019-2021)

### III.3.18. Strigidae

Les *Strigidae* constituent une famille de rapaces nocturnes, communément désignés sous les noms d'hiboux et de chouettes. Ces oiseaux se distinguent par leur vol silencieux, leurs yeux proéminents adaptés à la vision nocturne, ainsi que par leurs serres puissantes, qui leur permettent de capturer des proies telles que de petits mammifères, des oiseaux et des insectes. Leur plumage, souvent camouflé, leur offre une excellente dissimulation dans leur environnement. Les Strigidés sont présents sur tous les continents, à l'exception de l'Antarctique (Annexe1).

Cette famille est observée exclusivement dans l'ECG, où elle a été relevée de manière irrégulière au cours de la période d'étude. Elle y est représentée par une seule espèce : la Chevêche d'Athéna (*Athene noctua*), que l'on rencontre parfois en petits groupes, jusqu'à quatre individus par sortie. Cette espèce est sédentaire et nicheuse dans cette zone humide. Les observations de ce rapace ont eu lieu au moins une fois par mois (Bendjoudi et al., 2013 et Biad et al., 2022) (Fig.57). La Chevêche d'Athéna est un oiseau d'habitat ouvert, se nourrissant principalement d'insectes. Elle a été observée dans les sous-chotts de Saboune et de Taricht (Fig.58).

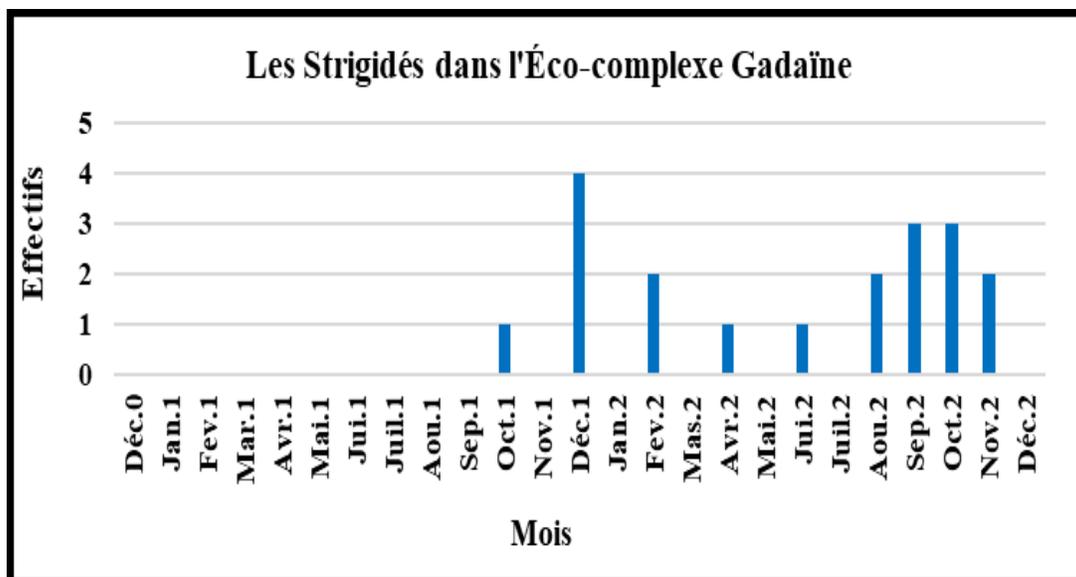


Figure 57. Fluctuation des Strigidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne (2019-2021)

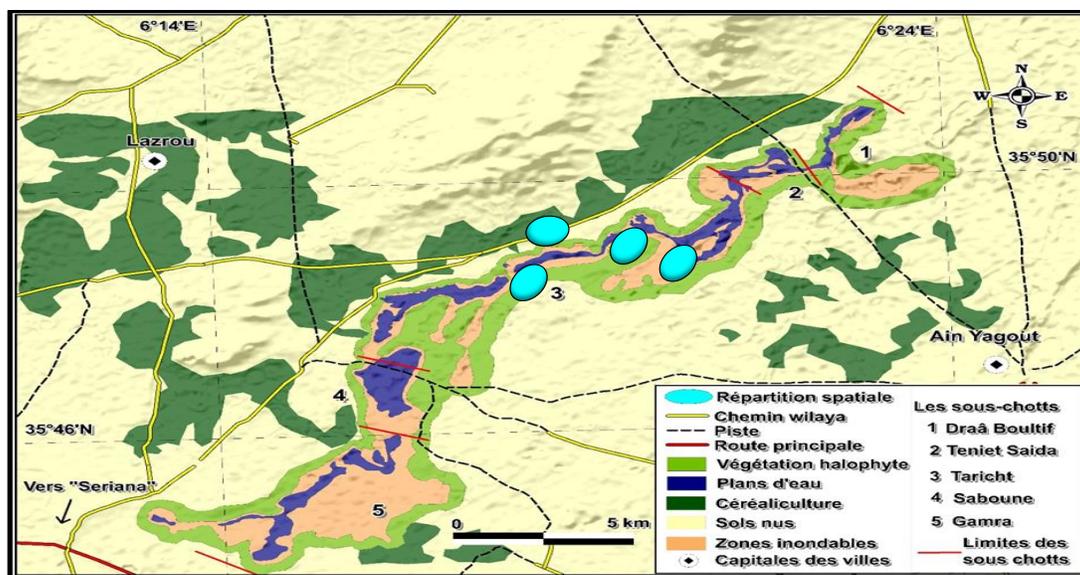


Figure 58. Occupation spatiale des Strigidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne (2019-2021)

### III.3.19. Ciconiidae

Les *Ciconiidae* forment une famille d'oiseaux comprenant les cigognes, qui se caractérisent par un long bec, un cou allongé, de grandes ailes et des pattes élancées. Ces oiseaux se nourrissent principalement de poissons, d'amphibiens et d'insectes, qu'ils capturent dans des zones humides. Les *Ciconiidae* sont des espèces monogames migratrices, construisant de grands nids sur des arbres, des pylônes ou des bâtiments. On les trouve principalement en Afrique, en Asie et en Europe.

Les *Ciconiidae* constituent la seule famille d'échassiers de l'ordre des Ciconiiformes et comprennent un seul oiseau : la cigogne blanche (*Ciconia ciconia*). En hiver, cette espèce provient principalement de la population européenne, incluant une partie des populations nicheuses d'Allemagne et des Pays-Bas, qui migrent par le détroit de Gibraltar. (Thauront & Duquet, 1991 ; Duquet, 1997), ainsi que de France (Barbraud et al., 1999). À l'est de la Méditerranée, la Grèce est considérée comme la zone de reproduction la plus importante pour cette espèce (Thsachalidis & Papageorgiou, 1996). La reconstitution des réserves corporelles est une étape cruciale dans la vie des cigognes. Il s'agit d'une espèce polyphage (Sbiki, 2017 ; Tolba et al., 2018 ; Chenchouni, 2017 ; Hamli, 2020).

La cigogne blanche est une espèce sédentaire qui fréquente de manière irrégulière la zone humide de l'ECG, y passant plusieurs fois par an. Le maximum d'effectifs a été enregistré en février 2021, avec 501 individus, tandis que le minimum a été observé en septembre 2020, avec 23 individus. Les saisons d'hivernage et de nidification marquent la présence de cette espèce dans la zone, qui a accueilli un total de 4801 individus au cours des deux années de suivi.

La surveillance de cet oiseau dans CDJ montre également une présence fluctuante et irrégulière. Pendant la saison d'hivernage 2019-2020, la cigogne blanche a été présente sur le site, avec un effectif maximal de 102 individus en décembre 2019 et une présence notable en mars 2020. En revanche, la deuxième année d'observation a montré l'absence de la cigogne blanche sur ce site, probablement en raison du dessèchement de la zone humide. Malgré ces conditions, cette zone a néanmoins accueilli un total de 337 individus (Fig. 59).

Cette espèce est cosmopolite au sein de l'ECG, où elle a été observée dans les cinq sous-chotts. En revanche, au CDJ, elle était principalement localisée du côté nord-est et sud-est de la zone. (Fig.60).

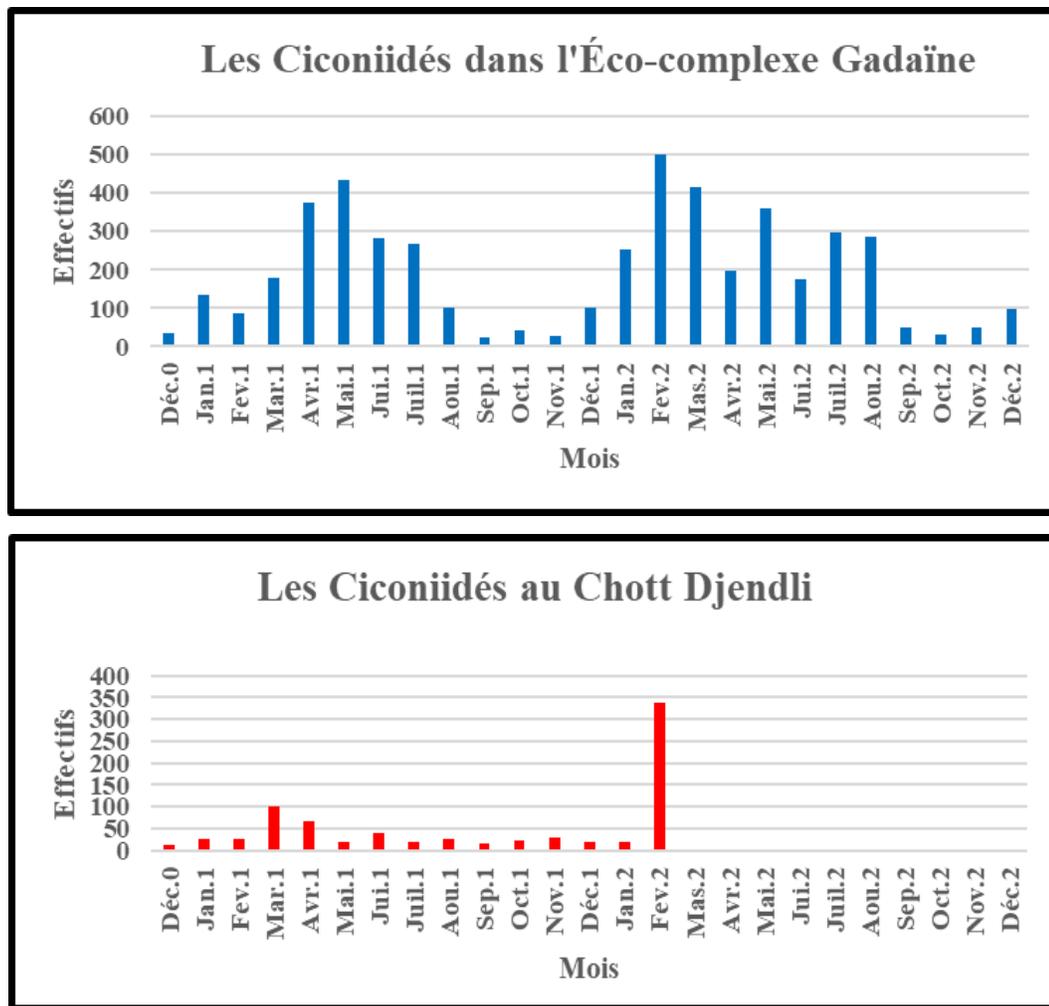


Figure 59. Fluctuation des Ciconiidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)

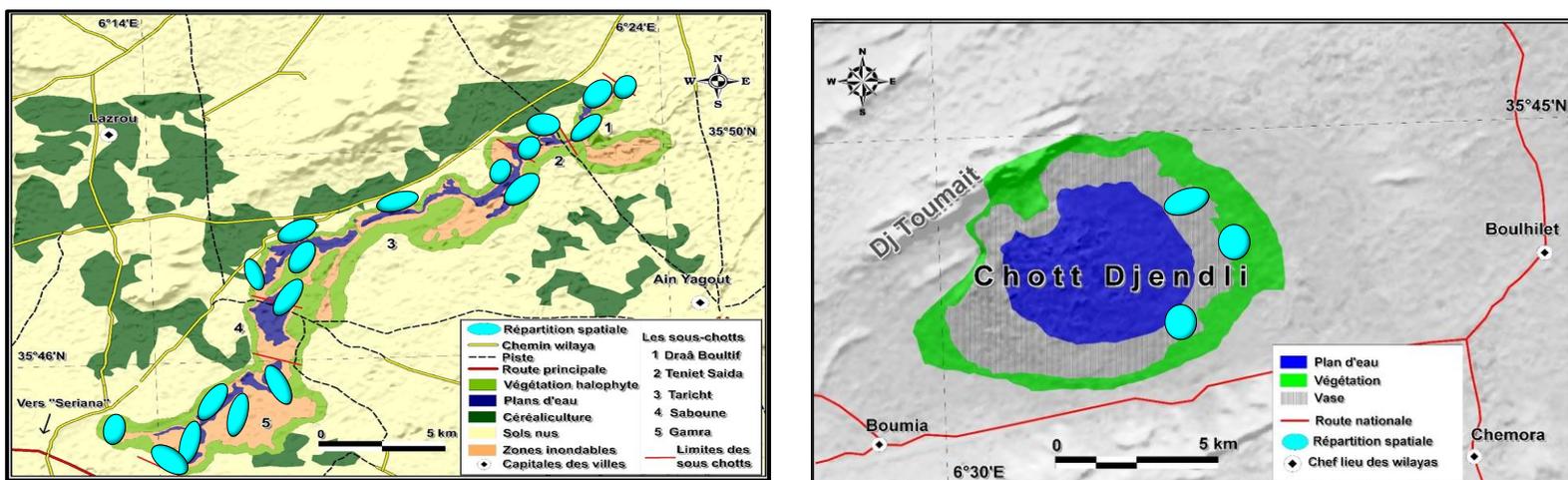


Figure 60. Occupation spatiale des Ciconiidés observés dans l'Éco-complexe Gadaïne et au Chott Djendli (2019-2021)

### III.3.4. Discussion

Les résultats obtenus mettent en évidence l'importance et la valeur ornithologique des deux zones humides étudiées. En ce qui concerne l'ECG, nous avons recensé 80 espèces réparties sur 11 ordres, 19 familles et 58 genres, durant la période d'étude allant de décembre 2019 à décembre 2021. Cela représente 19,71 % de la richesse totale des oiseaux recensés en Algérie (Isenmann et Moali, 2000). Les ordres les plus représentés sont les Charadriiformes, avec 29 espèces réparties sur cinq familles, suivis des Falconiformes, représentés par 15 espèces. Viennent ensuite les Ansériformes, avec 11 espèces issues d'une seule famille, les *Anatidae*, suivis des Péléciformes, avec 9 espèces réparties sur deux familles. Les Gruiformes sont représentés par deux familles, tandis que les Passeriformes étaient également représentés par deux familles. Les autres ordres (Podicipediformes, Suliformes, Ciconiiformes et Phoenicopteriformes) sont représentés chacun par une seule famille.

Concernant le peuplement aviaire de la zone humide du CDJ, nous avons recensé 42 espèces, réparties sur 8 ordres, 14 familles et 33 genres, soit 10,34 % de la richesse totale des oiseaux recensés en Algérie (Isenmann et Moali, 2000). Les familles les plus riches en espèces sont les *Anatidae*, avec 8 espèces, suivies des Scolopacidae et des *Accipitridae*, qui comptent chacune 6 espèces. Viennent ensuite les *Charadriidae* et les *Falconidae*, avec 4 espèces, et enfin les *Recurvirostridae*, les *Motacillidae* et les Ardeidae, chacune représentée par deux espèces. Les familles représentées par une seule espèce sont les *Threskiornithidae*, les *Ciconiidae*, les *Rallidae*, les *Gruidae* et les *Phoenicopteridae*. Il convient de souligner que cette zone humide a été asséchée durant la deuxième année de surveillance, en raison de conditions météorologiques défavorables, marquées par une élévation des températures et une diminution de lapluviométrie.

Les résultats obtenus dans ces deux zones humides sont comparables à ceux observés dans d'autres zones humides algériennes : 46 espèces au Lac des Oiseaux (wilaya d'El-Tarf) (Houhamdi, 2002), 59 espèces dans le Lac Béni-Bélaïd et le Marais d'El Kennar (wilaya de Jijel) (Mayache, 2008), 62 espèces à Gareat Hadj-Taher (wilaya de Skikda) (Metallaoui, 2010), 51 espèces à Sebkhet Djendli (wilaya de Batna) (Bensizerara, 2014), 39 espèces à Chott El Hodna (wilaya de M'sila) (Guergueb, 2015), 53 espèces dans le Marais de Boussedra (wilaya d'Annaba) (Boudraa, 2016), 29 espèces au Chott Tinsilt (Bezzalla, 2019), 23 espèces à Sebkhet Ezzemoul (Bezzalla, 2019), 93 espèces au Chott Ech Chergui Oriental (Gourari et al., 2021), 53 espèces dans l'Oasis du nord du Sahara algérien (Lasad et al., 2021), 53 espèces à Kef Doukhane (Chedad et al., 2020), 56 espèces à Kef Doukhane (Biad, 2022) et 41 espèces au Lac El-Goléa (Biad, 2022).

La situation géographique de l'ECG et du CDJ, situés au sein des zones humides de la wilaya de Batna, dans la Sebka des Aurès, confère à ces sites une importance capitale pour la diversité aviaire. Ces zones permettent d'approfondir la compréhension de la composition, de la structure, de la répartition et de la préservation des espèces tout au long des saisons d'hivernage et de nidification. En effet, l'ECG a accueilli, au cours des deux années de suivi (2019-2021), 59 espèces aquatiques appartenant à treize familles.

Cette richesse est comparable à celle des grands quartiers d'hivernage des zones humides de la wilaya de Batna (Marref et al., 2023 ; Benzinaet al., 2022 ; Bezzalla, 2019). Toutes ces études mettent en évidence la diversité spécifique de ces milieux, avec une représentation particulièrement marquée des *Anatidae* et des *Scolopacidae*. En outre, cette zone humide abrite également des espèces clés ou emblématiques des écosystèmes aquatiques du Paléarctique occidental, telles que le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*), la Sarcelle marbrée (*Marmaronetta angustirostris*), le Fuligule milouin (*Aythya ferina*), le Flamant rose (*Phaenicopterus roseus*), la Râle d'eau (*Rallus aquaticus*), la Talève sultane (*Porphyrio porphyrio*), le Bécasseau cocorli (*Calidris ferruginea*), le Courlis cendré (*Numenius arquata*) et le Vautour percnoptère (*Neophron percnopterus*), qui nichent fréquemment dans la région (Guergueb, E., 2015 ; Draïdi et al., 2023). De manière générale, ces plans d'eau ont accueilli 49 espèces, dont 11 sont des espèces aquatiques (Seddik et al., 2010, 2012 ; Maazi et al., 2010 ; Maazi, 2009 ; Bensaci et al., 2011 ; Bensaci, 2013 ; Nouidjem et al., 2012).

Le CDJ, quant à lui, a accueilli, lors de la première année d'observation, une richesse spécifique de 30 oiseaux aquatiques. Ces deux zones humides sont comparables aux grandes zones humides du littoral et des hauts plateaux algériens (Baaziz et al., 2011 ; Lardjane-Hamiti et al., 2012 ; Lardjane-Hamiti et al., 2013 ; Bouzegag et al., 2013).

Des recherches précédentes réalisées durant la saison 2008-2009 ont montré une richesse aviaire de 34 espèces, réparties sur 21 familles et 8 ordres (Yahiacherif Sadaoui, 2015). menées durant la saison 2008-2009 ont révélé une richesse aviaire de 34 espèces, réparties sur 21 familles et 8 ordres (Yahiacherif Sadaoui, 2015). En 2014-2015, une autre étude a fait état de 36 espèces, réparties sur 13 familles et 9 ordres, avec les *Anatidae* comme famille la plus représentée, comptant 12 espèces. Les *Scolopacidae* et les *Ardeidae* suivent en deuxième position, avec 4 espèces chacune (Meddour et al., 2015). Enfin, une étude plus extensive menée sur une période de quatre années consécutives (2005-2009) à Chott Ain El-Beïda (wilaya de Ouargla, au nord de la wilaya de Ghardaïa) a recensé 71 espèces d'oiseaux, dont 48 espèces aquatiques (Bouزيد, 2017 ; Bellagoune et al., 2014).

Les espèces les plus notables de ces sites incluent : le Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*), le Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*), le Canard colvert (*Anas platyrhynchos*), le Canard chipeau (*Mareca strepera*), le Canard siffleur (*Mareca penelope*), la Sarcelle d'hiver (*Anas crecca*), le Canard pilet (*Anas acuta*), le Canard souchet (*Spatula clypeata*), la Sarcelle marbrée (*Marmaronetta angustirostris*), le Fuligule milouin (*Aythya ferina*) et le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) (Yahiacherif Sadaoui, 2015 ; Bouzid, 2017).

Les effectifs des espèces clés fréquentant le CDJ sont notables : les Fuligules nyroca (*Aythya nyroca*) comptent 11 192 individus, les Tadornes casarca (*Tadorna ferruginea*) 21 193 individus, les Tadornes de Belon (*Tadorna tadorna*) 133 832 individus, et les Flamants roses (*Phaenicopterus roseus*) 6 503 individus. En comparaison, les résultats de Biad (2022) au Lac El-Goléa révèlent des effectifs plus modestes, avec 650 individus de Fuligule nyroca, entre 80 et 380 individus de Tadorne casarca, et 2 500 des Flamants roses. Des résultats similaires ont été obtenus par Bezzalla (2019), qui a recensé 2 500 individus de Tadorne de Belon, 120 individus de Tadorne casarca et 480 de Flamants roses.

La prédominance des espèces migratrices hivernantes met en évidence l'importance de ces deux sites pour l'accueil de ces populations aviaires. En effet, ces écosystèmes jouent un rôle crucial en tant que refuges sécurisés et propices au nourrissage pour les oiseaux d'eau, qui représentent plus de la moitié des oiseaux recensés. Par ailleurs, les sites observés offrent des ressources trophiques abondantes, tant en termes de quantité que de qualité, pour les espèces sédentaires, bien que ces dernières soient faiblement représentées par rapport aux migrants. Ces zones humides salines, enrichies par des habitats urbains, fournissent également une grande diversité de ressources pour les espèces aviennes vivant dans des habitats ouverts et forestiers (Chenchouni et al., 2015 ; Chenchouni, 2017a, 2017b ; Gourari et al., 2021).

Dans nos zones humides étudiées, la faune aviaire présente une prédominance d'espèces en provenance du Paléarctique. Nos résultats sont en accord avec l'affinité biogéographique des peuplements aviaires de la plaine de Mitidja au nord algérien (Bendjoudi et al., 2013 ; Bendjoudi et al., 2020), avec celle de l'avifaune de Sebkhet Djendli (Bensizerara et al., 2013) et de Sebkhet Ezzemoul et celui de Chott Tinsilt (Bezzalla et al., 2019 ; Bezzalla et al., 2019a ; Bezzalla et al., 2019b). Toutefois, nos résultats sont partiellement en concordance avec ceux de Chenchouni (2010a, 2010b), qui a étudié l'avifaune d'une zone humide saharienne située à la frontière de deux zones biogéographiques : le Paléarctique et l'Afrotropicale.

Les caractéristiques biogéographiques des oiseaux recensés dans l'ECG et le CDJ sont similaires à celles observées dans la région Méditerranéenne en général (Lebreton et Ledant, 1980 ; Ledant et al., 1985), bien que la région semi-aride du nord-est algérien soit située dans une zone de transition entre deux zones biogéographiques distinctes (Blondel, 1975, 1979). En conséquence, les différents types fauniques définis par Voous (1960) sont regroupés en trois grandes catégories biogéographiques (Bellatreche, 1994) : l'avifaune méditerranéenne, qui inclut les types fauniques Méditerranéen, Paléoxérique, Indo-Africain, Sarmatique, Ethiopien et Turkestando-Méditerranéen ; l'avifaune Boreale/Européenne, qui englobe les types fauniques Paléarctique, Sibérien et Européo-Turkestandien ; et l'avifaune Holarctique/Ancien monde, qui se répartit largement entre ces deux régions, incluant des types fauniques Cosmopolites et Arctiques (Blondel, 1979). En effet, la présence, à faible proportion, de l'avifaune Afrotropicale dans les deux sites d'étude fournit des informations fiables sur la localisation de ces zones à la frontière entre les deux principales zones biogéographiques : le Paléarctique et l'Afrotropicale, et indique une nette affinité avec le Paléarctique.

Les espèces aviaires recensées dans l'ECG ont été classées en huit catégories trophiques distinctes : les Carnivores, les Herbivores, les Omnivores, les Piscivores, les Insectivores, les Polyphages, les Invertivores et les Charognards. Dont les herbivores et les charognards étaient cependant peu nombreux. Au CDJ, les populations aviaires ont été classées en cinq catégories trophiques : les Consommateurs d'invertébrés, les Polyphages, les Carnivores, les Charognards et les Piscivores, avec une prédominance des Consommateurs d'invertébrés, des Polyphages et des Carnivores. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Bezzalla (2019), Loucif (2020) et Biad (2022), qui ont également classé les espèces en cinq catégories trophiques. Dans ces études, les Polyphages (principalement des espèces hivernantes) et les Consommateurs d'invertébrés dominent parmi les espèces observées, particulièrement chez les espèces aquatiques, suivis des Piscivores et des Charognards. Cependant, elles soulignent également l'absence des Herbivores et des Omnivores parmi les populations recensées.

Les résultats obtenus au cours des deux années de surveillance indiquent que l'indice de diversité de Shannon et Weaver dans l'ECG varie entre 4,17 bits (correspondant à une richesse spécifique de 18 espèces) et 6,00 bits (représente une richesse spécifique de 64 espèces). Les saisons hivernales montrent une fluctuation relativement stable, avec des valeurs maximales, tandis que les saisons estivales présentent des valeurs minimales. Cet indice suggère que la zone humide de l'ECG abrite des communautés particulièrement riches et diversifiées. Au CDJ, l'indice de diversité varie entre

4,58 et 5,21 bits pendant la saison 2019-2020, correspondant à une richesse spécifique de 24 à 37 espèces. Ces résultats sont proches de ceux obtenus dans la zone humide de Kef Doukhane, où cet indice varie entre 2,59 et 4 bits, avec une richesse spécifique allant de 13 à 37 espèces. En revanche, les travaux de Ouarab et al. (2018) ainsi que Ouarab (2011) sur la zone humide d'Oued El-Alleug à Blida montrent que l'indice de Shannon-Weaver varie entre 1,43 et 2,69 bits, avec une richesse spécifique de 10 à 14 espèces, la diversité la plus élevée étant observée pendant la saison hivernale. Les études de Houhamdi (2002) et Houhamdi et al. (2008) au Lac des Oiseaux rapportent une diversité plus élevée durant la troisième semaine de juillet, atteignant 2,4 bits, et la plus faible durant la troisième semaine de janvier, avec un indice de 1,1 bits. Au Chott Tinsilt et à Sebket Ezzemoul, durant la saison 2015-2017, les valeurs maximales de l'indice de diversité de Shannon ont été observées en novembre et avril, atteignant respectivement 2,71 pour une richesse spécifique de 10 espèces et 2,93 en avril pour une richesse spécifique de 16 espèces. Cet indice montre une légère stabilité au cours de la période hivernale (Bezzalla, 2019).

Dans l'ECG et au CDJ, durant la saison d'hivernage 2019-2020, l'indice d'équitabilité fluctue entre 0,47 et 0,96, indiquant que ces zones humides présentent une relative stabilité, tant temporelle que spatiale. La saison hivernale se distingue par une plus grande richesse spécifique par rapport à la période de nidification. Cet indice est fortement influencé par la présence d'eau, augmentant avec la profondeur de celle-ci dans la zone humide et atteignant zéro lorsque la zone est à sec. En 2018, Ouarab et al. ont observé que les valeurs d'équitabilité pour les oiseaux d'eau varient selon la saison, oscillant entre 0,48 et 0,81 en hiver. Elles tendent à se rapprocher de 1 lorsque les effectifs des espèces présentes sont en équilibre. Selon Houhamdi et Samraoui (2002) au Lac des Oiseaux, l'indice d'équitabilité le plus élevé est enregistré durant la troisième semaine de juillet (0,85), expliquant que le lac est occupé en hiver par les *Anatidae* et en été par les limicoles. De même, Ouarab et al. (2004), dans le marais de Réghaïa, ont observé des valeurs d'équitabilité variant entre 0,45 et 0,79.

Les espèces aquatiques présentent une distribution distincte dans les deux zones humides étudiées. Cette répartition est conditionnée par plusieurs facteurs, notamment les exigences biologiques des espèces ainsi que les influences anthropiques. La majorité des espèces, en particulier les piscivores et les polyphages, privilégient le centre de la zone humide ainsi que les secteurs caractérisés par une profondeur plus importante. En revanche, les limicoles et les insectivores occupent principalement les berges et les zones de balancement des eaux, où ils recherchent leur nourriture. Ces observations sont

cohérentes avec les résultats rapportés par Ouarti (2023), Biad (2022), Loucif (2020) et Bezzalla (2019).

# *Conclusion*

## **Conclusion générale**

Les écosystèmes aquatiques des hauts plateaux de l'est de l'Algérie représentent un réservoir de biodiversité aviaire d'une grande valeur. Bien que ces zones soient considérées comme exceptionnelles, elles demeurent largement inexplorées et insuffisamment documentées, en particulier celles de la wilaya de Batna. L'étude menée sur deux années consécutives (2019/2020 et 2020/2021) dans l'ECG et le CDJ, sites proposés pour le classement Ramsar, révèle une richesse et une diversité avifaunistique et floristique d'importance nationale et internationale.

L'inventaire ornithologique des deux milieux aquatiques étudiés constitue un élément central de cette recherche, qui s'intéresse à l'évolution des effectifs, à la structure et à la diversité des populations aviaires. Cette étude aborde également l'analyse de leurs habitats, l'évaluation de leurs statuts écologiques, ainsi que l'organisation spatiotemporelle des espèces, en se basant sur le calcul de divers indices écologiques.

La surveillance et le suivi ornithologique réalisés au cours des deux années d'étude dans les deux sites étudiés ont révélé la présence de quatre-vingts espèces à l'Éco-complexe Gadaïne, dont cinquante-neuf sont des oiseaux d'eau (73,75 %). Ces espèces appartiennent à onze ordres, dix-neuf familles et cinquante-huit genres. En revanche, au Chott Djendli, quarante-deux espèces ont été identifiées, réparties sur neuf ordres, quatorze familles et trente-trois genres, dont trente espèces aquatiques (71,43 %). L'ordre le plus représenté dans les deux zones est celui des Charadriiformes, avec cinq familles et vingt-neuf espèces (36,25 %) à l'ECG, et quatre familles et seize espèces (38,1 %) au CDJ. Il est suivi par l'ordre des Falconiformes, représenté par deux familles et quinze espèces (18,75 %) à l'ECG, et par dix espèces (23,81 %) au CDJ. L'ordre des Ansériformes, quant à lui, est représenté par une seule famille (les *Anatidae*) et onze espèces (13,75 %) à l'ECG, et huit espèces (19,05 %) au CDJ.

Durant les deux années de suivi, l'Éco-complexe Gadaïne a accueilli 427 982 individus, parmi lesquels les *Anatidae* (161 545 individus), les *Recurvirostridae* (75 530 individus), les *Motacillidae* (73 363 individus) et les *Phaenicopteridae* (54 529 individus) étaient les plus représentés. En revanche, le Chott Djendli a hébergé 211 676 individus, avec une prédominance des *Anatidae* (371 958 individus) et des *Recurvirostridae* (11 169 individus). Ces différences notables dans les effectifs aviaires sont en grande partie dues à la qualité de l'eau présente dans les deux sites au moment du recensement, influencée par les changements climatiques et la sécheresse affectant le CDJ.

Concernant les statuts écologiques de la population avienne des deux zones humides, l'analyse phénologique des espèces recensées montre que deux grandes catégories prédominent. Les espèces migratrices hivernantes sont les plus nombreuses, avec 40 espèces représentant 50 % de la diversité

aviaire, et 26 espèces (61,9 %) au sein de la population totale étudiée, respectivement pour l'ECG et le CDJ. Par ailleurs, 13 espèces hivernantes migratrices cohabitent avec des populations sédentaires à l'ECG, représentant 16,25 % de l'ensemble des espèces observées. Ces résultats mettent en évidence le rôle crucial de l'ECG pour l'accueil de l'avifaune migratrice et pour la nidification des espèces aquatiques et forestières tels que le Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*), le Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*), la Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*), la Râle d'eau (*Rallus aquaticus*), le Foulque macroule (*Fulica atra*), la Gallinule poule d'eau (*Gallinula chloropus*), l'Échasse blanche (*Himantopus himantopus*), le Flamant rose (*Phaenicopterus roseus*), le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), le Canard Colvert (*Anas platyrhynchos*), la Bécassine des marais (*Gallinago gallinago*) et le Grèbe castagneux (*Podiceps ruficollis*). Les estivant nicheurs : l'Aigle botté (*Hieraaetus pennatus*), le Circaète jean-le-Blanc (*Circaetus gallicus*), le Milan noir (*Milvus migrans*), le Vautour percnoptère (*Neophron percnopterus*), la Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*), le Héron garde bœuf (*Bubulcus ibis*), la Bergeronnette printanière (*Motacilla flava*), la Talève sultane (*Porphyrio porphyrio*, qui a été observé pour la première fois dans ce film d'eau) et le Grèbe à cou noir (*Podiceps auritus*). De plus on a noté la présence des oiseaux visiteurs occasionnels et sédentaires.

La prédominance des oiseaux migrateurs hivernants souligne l'importance de ces deux sites pour l'accueil de cette avifaune. Ce groupe est principalement constitué de Consommateurs d'invertébrés et de Carnivores, représentant 35 % des espèces observées, suivis par les Polyphages avec 20 %. Les Piscivores (7,5 %), les Omnivores et les Insectivores (6,25 %) ainsi que les Herbivores (3,75 %) sont moins nombreux. Enfin, les Charognards sont représentés par une seule espèce, *Neophron percnopterus*.

Les espèces aviaires recensées ont été classées selon les quatre statuts de protection de l'UICN : préoccupation mineure pour 90 % des espèces, quasi-menacé pour 6,25 % des populations observées, et vulnérable pour deux espèces, à savoir le Fuligule milouin (*Aythya ferina*) et la Sarcelle marbrée (*Marmaronetta angustirostris*). En ce qui concerne l'origine biogéographique, les espèces recensées se répartissent en 13 types fauniques, parmi lesquels le Paléarctique prédomine. Il convient également de noter que la population estivante nicheuse et sédentaire est principalement représentée par des carnivores, incluant des oiseaux forestiers et des oiseaux d'habitat ouvert. Le peuplement estivant nicheur, avec une population sédentaire, est constitué principalement d'espèces charognards d'habitat ouvert, qui sont classées en danger. Cette catégorie d'oiseaux inclut des espèces d'origine Indo-Africaine.

Les familles d'oiseaux telles que les *Anatidae*, les *Laridae*, les *Rallidae*, les *Podicipedidae* et les *Phaenicoptéridae* occupent l'ensemble de la surface des zones humides étudiées. La zone humide

environnant les deux sites étudiés constitue un lieu privilégié de stationnement pour les *Ardéidae*, les *Strigidae*, les *Ciconidae*, les *Threskiornithidae*, les *Motacillidae*, les *Burhinidae*, les *Gruidae*, les *Scolopacidae* et les *Charadriidae*. En revanche, les *Accipitridae*, les *Falconidae* et les *Strigidae* préfèrent les milieux où le couvert végétal est dense. L'occupation de ces deux zones humides par ces différentes familles, selon des positions variées, semble offrir des conditions optimales de sécurité et de nutrition. Par ailleurs, les populations aviaires fluctuent au cours du temps en fonction du niveau d'eau et de la disponibilité des ressources hydriques.

Notre étude, menée sur les deux années consécutives (2019-2021) dans l'ECG, montre que l'indice de diversité de Shannon-Weaver ( $H'$ ) est de 4,02 bits. Cela indique que les communautés aviaires présentent une forte richesse spécifique, particulièrement durant les saisons hivernales, avec une variation allant de 18 espèces en septembre 2020 à 64 espèces en février 2021. Cette variation suggère que le site est plus diversifié pendant la période hivernale. L'indice d'équitabilité ( $E$ ) approche de la valeur unitaire, ce qui indique un équilibre au sein des peuplements aviaires. La diminution de la diversité au cours du temps, notamment pendant les saisons estivales, peut être attribuée à la régression des plans d'eau à partir de mai, voire à la sécheresse temporelle (l'eau étant permanente uniquement dans les sous-chotts de Gamra et de Saboune), ou totale pendant la période estivale. En revanche, au CDJ, la faible valeur de l'indice de diversité de Shannon-Weaver ( $H' = 2,19$  bits) reflète une richesse spécifique réduite, ce qui suggère que ce site est moins diversifié et dominé par quelques espèces. Il convient de noter que cette zone humide a présenté une diminution de la diversité au cours de la deuxième année de surveillance, en raison de la sécheresse persistante qui a affecté le chott, particulièrement entre janvier 2021 et décembre 2021.

L'AMF des deux sites a montré une répartition équilibrée des statuts bioécologiques. Les espèces aquatiques et ceux des habitats ouverts avaient un statut phénologique similaire, tandis que les oiseaux forestiers étaient majoritairement sédentaires. Les espèces d'habitat urbains étaient principalement représentés par *Ciconiaciconia*. Les oiseaux aquatiques étaient associés aux polyphages, piscivores et invertivores, tandis que les carnivores et charognards étaient plus fréquents chez les oiseaux des habitats ouverts. Alors que les oiseaux forestiers étaient principalement carnivores et ceux des habitats urbains se nourrissaient d'invertébrés. Les omnivores et herbivores étaient des oiseaux migrants hivernants et des oiseaux migrants avec des populations sédentaires.

Des espèces migratrices estivantes, comme les charognards, bénéficiaient de protections internationales (Conventions de Bonn, Berne, CITES), tandis que certaines espèces d'invertivores étaient également protégées. Des oiseaux aquatiques, tels que *Numenius arquata* et *Aythya nyroca*,

étaient classés "Quasi menacés". Enfin, l'analyse a révélé une diversité biogéographique des oiseaux aquatiques, incluant des liens avec des zones Éthiopiennes et Turkeстано-Européennes.

Les résultats du test du Chi carré montrent une relation significative entre l'abondance des espèces et la variation temporelle, suggérant que le facteur temporel influence de manière substantielle l'abondance des espèces dans l'ECG et au CDJ. Ces résultats sont essentiels pour adapter les stratégies de conservation et de gestion des écosystèmes en tenant compte des variations saisonnières et temporelles observées.

Cette étude a permis de mieux comprendre les niches écologiques des oiseaux fréquentant divers types d'habitats. Bien qu'elle vise principalement à fournir des informations sur l'écologie des espèces dans les écosystèmes aquatiques, elle a également mis en évidence l'importance cruciale de ces sites. En effet, ces zones humides sont essentielles pour une large gamme d'oiseaux présentant des besoins écologiques et des usages variés, notamment en matière de migration, de reproduction, de nidification et d'alimentation. Le principal atout de ces sites réside dans la diversité des caractéristiques de leurs habitats. L'étendue de ces zones d'étude, combinée à la méconnaissance de la dynamique des populations aviaires et à leur vulnérabilité face aux changements climatiques et aux menaces anthropiques, rend ces enjeux particulièrement importants et nécessite des actions urgentes pour garantir leur préservation durable.

La réhabilitation des sites de reproduction devrait prévoir l'interdiction d'accès aux prédateurs et au bétail dans les zones de nidification. La conservation effective de ces zones humides ne pourra être assurée que si elle s'inscrit dans un cadre global de développement durable des ressources du bassin versant auquel elles appartiennent, tout en favorisant une gestion raisonnée des zones rurales environnantes. Il est également essentiel de mettre à jour régulièrement la législation pour répondre aux besoins actuels en matière de protection et de conservation durable de notre biodiversité aviaire. Enfin, il est recommandé de proposer le classement de l'ECG et du CDJ en tant que sites Ramsar, en raison de leur richesse spécifique et de leur valeur bioécologique.

Les zones humides algériennes font face à plusieurs menaces majeures, notamment (voir Annexe 2):

- L'extension des zones urbaines et l'infrastructure routière entraînent la réduction des espaces naturels et la fragmentation des habitats ;
- Les déchets industriels, agricoles et domestiques polluent les eaux, affectant la qualité des habitats aquatiques ;
- L'extraction d'eau pour l'irrigation, ainsi que la pêche excessive, perturbent l'équilibre écologique des zones humides ;

- Les projets d'aménagements pour l'agriculture ou l'urbanisation entraînent la disparition de certains écosystèmes humides ;
- Le surpâturage, l'élevage intensif, notamment de bovins, ovins et caprins, contribue à la dégradation des sols et à l'érosion ;
- Les variations climatiques affectent le niveau d'eau et la biodiversité des zones humides, en modifiant les cycles hydrologiques et en exacerbant les périodes de sécheresse. La chasse non régulée met en péril les populations d'oiseaux migrateurs et d'autres espèces fauniques.

Pour faire face aux menaces pesant sur les zones humides en Algérie, plusieurs mesures urgentes peuvent être mises en place :

- ❖ Il est primordial de renforcer les lois relatives à la protection des zones humides, à la régulation de la chasse et à la gestion durable des ressources naturelles, afin de prévenir leur exploitation excessive.
- ❖ Des initiatives de restauration des zones humides dégradées, telles que le reboisement et le rétablissement des régimes hydrologiques naturels, doivent être lancées pour améliorer la biodiversité et la qualité de l'eau.
- ❖ Il est essentiel d'adopter des pratiques de gestion durable des ressources en eau, en limitant le gaspillage et en optimisant les systèmes d'irrigation agricole. Des solutions efficaces incluent la réutilisation des eaux usées traitées et la gestion intégrée des ressources en eau.
- ❖ Il convient d'intensifier les contrôles afin de limiter les rejets polluants industriels et agricoles. Par ailleurs, encourager l'adoption de pratiques agricoles plus écologiques, telles que l'agriculture biologique et la gestion intégrée des nuisibles, constitue un levier important.
- ❖ Des campagnes de sensibilisation doivent être mises en place pour informer les populations locales sur l'importance écologique des zones humides et les bonnes pratiques à adopter pour leur préservation.
- ❖ Il est nécessaire de développer de nouvelles aires protégées, notamment des sites Ramsar, et de renforcer la surveillance de ces zones pour éviter l'urbanisation, la surexploitation et les activités illégales.
- ❖ La gestion des pâturages doit être améliorée pour éviter la surexploitation par le bétail. Des pratiques telles que le pâturage rotatif et la limitation du nombre d'animaux par zone sont des solutions efficaces.
- ❖ Il est impératif de développer des programmes de suivi des populations fauniques et des écosystèmes afin de détecter rapidement toute modification et d'ajuster les stratégies de gestion en conséquence.

- ❖ Étudier les comportements des oiseaux d'eau : Des études sur l'activité et les comportements nocturnes et diurnes des oiseaux d'eau sont nécessaires pour mieux comprendre leurs phénologies et leurs besoins écologiques.
- ❖ Évaluer les impacts des perturbations : Enfin, il est crucial d'étudier et d'évaluer l'impact direct et indirect des facteurs perturbateurs, notamment ceux qui entravent ou perturbent la nidification des espèces, afin de mettre en place des mesures adaptées pour leur préservation.
- ❖ Ces mesures combinées sont essentielles pour garantir une gestion durable des zones humides en Algérie et assurer la conservation de leur biodiversité face aux pressions croissantes liées aux activités humaines et aux changements environnementaux.

Les solutions de préservation et de gestion des zones humides nécessitent une collaboration étroite et coordonnée entre plusieurs parties prenantes. Les autorités publiques doivent jouer un rôle clé en élaborant et en appliquant des politiques de protection adaptées, en garantissant la mise en œuvre effective des régulations environnementales et en allouant les ressources nécessaires à la gestion durable des sites. Les acteurs locaux, tels que les agriculteurs, les pêcheurs et les communautés riveraines, doivent être impliqués activement, car leur savoir-faire et leur engagement sont cruciaux pour assurer une gestion locale efficace, notamment en matière de prévention des pratiques nuisibles à l'environnement et de sensibilisation aux enjeux de conservation. Les organisations non gouvernementales, avec leur expertise en gestion environnementale et en mobilisation des parties prenantes, peuvent apporter un soutien important en termes de financement, de sensibilisation et de mise en œuvre de projets concrets. Enfin, la communauté scientifique, à travers ses recherches et ses données sur les dynamiques écologiques et les espèces locales, est indispensable pour fournir des connaissances actualisées, orienter les actions de conservation et évaluer leur impact. Une collaboration entre ces différents acteurs est essentielle pour créer une synergie, promouvoir une approche cohérente et garantir l'efficacité à long terme des mesures de préservation mises en place.

*Références  
bibliographiques*

References bibliographiques

1. Abdellioui, S., Bensouilah, T., & Houhamdi, M. (2015). Abundance and diurnal activity budget of
2. Adamou-Djerbaoui, M., Latab, H., Dahmani, W., Omar, S., & Bouacha, M. I. (2022). Composition and structure of water birds in some areas of northwestern Algeria. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 14(1), 1-25. <https://doi.org/10.4314/jfas.v14i1.1>.
3. Adjel M. & Mouici S. (2004). *Cartographie de la végétation et éco-éthologie de Tadorne de Belon dans la Sebkhha de Djendli (Batna)*. Mémoire Ing. Inst. Biol. Univ. Batna. 40 p.
4. AEWA (2008). Report on the Conservation Status of Migratory Waterbirds in the Agreement Area. fourth ed. (Antananarivo, Madagascar). AU, 1969. African Convention on the Conservation of Nature and Natural Resources. Organization of African Unity Ref. CAB/LEG/24.1. African Union. <https://au.int/en/treaties/african-convention-conservation-nature-and-natural-resources>.
5. AEWA (2008). Report on the Conservation Status of Migratory Waterbirds in the Agreement Area. Fourth ed. (Antananarivo, Madagascar).
6. Anonyme (2010). *Guide méthodologique pour le suivi des oiseaux d'eau : Protocole de terrain pour le comptage des oiseaux d'eau*. Rapport préparé par Wetlands International -Mars 2010. 15p.
7. Anonyme (2015). *Plan national d'actions du Faucon crécerellette en France - 2011-2015 Falco naumanni (Fleischer, 1818)*. Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement 10p.
8. Aouissi, H.A., Ababsa, M., Gaagai, A. et al. (2021). Does melanin-based plumage coloration reflect health status of free-living birds in urban environments. *Avian Research* 12, 45. <https://doi.org/10.1186/s40657-021-00280-7>.
9. Aouissi, H.A., Gasparini, J., Belabed, A.I., & Bouslama, Z. (2017). Impact of greenspaces in city on avian species richness and abundance in Northern Africa. *Comptes Rendus Biologies* 340(8), 394–400. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2017.07.002>.
10. AU (1969). African Convention on the Conservation of Nature and Natural Resources. Organization of African Unity Ref. CAB/LEG/24.1. African Union. [https:// au.int/en/treaties/african-convention-conservation nature-and-natural-resources](https://au.int/en/treaties/african-convention-conservation-nature-and-natural-resources).
11. Aviles, J.M., Sanchez, J.M. & Parejo, D. (2002). Food selection of wintering Common Cranes *Grus grus* in Holm Oak *Quercus ilex* dehesas of Southwest of Spain in a rainy season. *J. Zool.* (London), 256: 71-79.
12. Baaziz, N., Mayache, B., Saheb, M., Bensaci, E., Ounissi, M., Metallaoui, S., Houhamdi, M. (2011). Statut phénologique et reproduction des peuplements d'oiseaux d'eau dans l'éco-complexe de zones humides de Sétif (Hauts plateaux, Est de l'Algérie). *Bull. Inst. Sci. (Rabat)* 33 (2), 77–87.

13. Baldassarre, G.A., Bolen, E.G. (1994). *Waterfowl Ecology and Management*. Wiley & Sons, New York.
14. Barbraud, C., Barbraud, J-C. & Barbraud M. (1999). Population dynamics of the white Stork *Ciconia ciconia* in western France. *Ibis* 141: 469-479.
15. Belabed, A.I., Aouissi, H.A., Zediri, H., Djemadi, I., Driss, K., Houhamdi, M., Eraud, M., & Bouslama, Z. (2013). L'effet de l'urbanisation sur le phénotype de la Tourterelle turque (*Streptopelia decaocto*) dans le Nord-Est algérien. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat* (35), 155–164.
16. Belfethi, H. & Moulai, R. (2022). Diet, Prey Selection and Biomass Consumption of The Great Cormorant, *Phalacrocorax Carbo* (Suliformes, Sulidae) In Algeria. *Zoo diversity*, 56(1): 57–66, 2022. <https://doi.org/10.15407/zoo2022.01.057>.
17. Belhamra, M. (2005). National Report on Hunting (Algeria). Building capacity for sustainable hunting of migratory birds in Mediterranean third countries, Project Ref: Life04tcy/Int/000054: [www.birdlife.org/action/change/sustainable\\_hunting/pdfs/shp\\_national\\_hunting\\_report\\_algeria.pdf](http://www.birdlife.org/action/change/sustainable_hunting/pdfs/shp_national_hunting_report_algeria.pdf).
18. Bellagoune, S. (2015). *Hivernage du Tadorne de Belon *Tadorna tadorna* (Anatidés) dans la sebkha de Djendli (Batna, Est algérien)*. Thèse Doct. Univ. Annaba. Algérie. Pp: 03-32.
19. Bellagoune, S., Maazi, M.C & Houhamdi, M. (2014). Ecology of Wintering of Common Shelduck (*Tadorna tadorna*) in Sebkhet Djendli (Banta, Hauts Plateaux, East of Algeria). *AENSI Journals. Advances in Environmental Biology*. 9 (3). Pp : 395 - 402.
20. Bellatreche, M. (1994). *Écologie et biogéographie de l'avifaune forestière nicheuse de la Kabylie des Babors*. Doctoral thesis. Univ. Bourgogne, Dijon.
21. Benchabane, S., Bensaci, E., Nouidjem, Y., Bougoudjil, S., & Saheb, M. (2018). Structure and diversity pattern of urban birds in semi-arid region of Algeria. *World Journal of Environmental Biosciences*, 7(1-2018), 40-47. <https://environmentaljournal.org/article/structure-and-diversity-pattern-of-urban-birds-in-semi-arid-region-of-algeria>.
22. Bendahmane, I. (2015). *Écologie de la reproduction des oiseaux d'eau à la Dayet El-Ferd (W. Tlemcen)*. Thèse Doct. Univ. Tlemcen. Pp: 19 - 27.
23. Bendjedid, H., Bourenane, N., Taha, A. & Houhamdi, M. (2020). Stationnement et comportement diurne du canard souchet (*Spatula Clypeata*, Linné, 1758) hivernant sur le lac des oiseaux (Nord-Est De L'Algérie). *Bulletin de la Société zoologique de France*. 145(3): 325-339.
24. Bendjoudi, D., Chenchouni, H., Doumandji, S., Voisin, J.F. (2013). Bird species diversity of the Mitidja Plain (Northern Algeria) with emphasis on the dynamics of invasive and expanding species. *Acrocephalus* 34, 13–26. <https://doi.org/10.2478/acro-2013-0002>.

25. Bendjoudi, D., Chenchouni, H., Doumandji, S.E. & Voisin, J.F. (2013). Diversité des espèces d'oiseaux de la plaine de la Mitidja (nord de l'Algérie) avec un accent sur la dynamique des espèces invasives et en expansion. *Acrocephalus*.34 (156/157). <https://doi.org/10.2478/acro-2013-0002>.
26. Benmetir, S., Bediaf, S., Bouchecker, A., Gherib, A., & Lazli, A. (2020). Données Préliminaires Sur L'hivernage Du Grand Cormoran [*Phalacrocorax Carbo* (Linnaeus, 1758)] Dans La Numidie Orientale (Nord-Est Algérien). *Bull. Soc. zool. Fr.*, 2020, 145(2): 155-167. [https://www.researchgate.net/publication/341767809\\_Donnees\\_Preliminaires\\_Sur\\_L'hivernage\\_Du\\_Grand\\_Cormoran\\_Phalacrocorax\\_Carbo\\_Linnaeus\\_1758\\_Dans\\_La\\_Numidie\\_Orientale\\_Nord-Est\\_Algerien](https://www.researchgate.net/publication/341767809_Donnees_Preliminaires_Sur_L'hivernage_Du_Grand_Cormoran_Phalacrocorax_Carbo_Linnaeus_1758_Dans_La_Numidie_Orientale_Nord-Est_Algerien).
27. Bensaci, E. (2011). *Eco-éthologie du Flamant rose (Phoenicopterus roseus) dans la Vallée de Oued Righ (Sahara oriental algérien)*. Thèse Doct. Univ-Guelma. Algérie.146p.
28. Bensaci, E., Saheb, M., Nouidjem, Y., Bouzegag, A., Houhamdi, M. (2013). Biodiversité de l'avifaune aquatique des zones humides Sahariennes : cas de la dépression d'Oued Righ (Algérie). *Geograph. Phys. Environ.* 7, 211–222. <https://doi.org/10.4000/physio-geo.3198>.
29. Bensizerara, D., 2014. *Écologie des oiseaux de Sebket Djendli (Batna, l'Est Algerian)*. Thèse Doc. Univ. Biskra, Algérie.
30. Bensizerara, D., Chenchouni, H. (2019). Are diurnal time-budgets and activity patterns density-dependent in the Shelduck (*Tadorna tadorna*) wintering in Algeria? An analysis across multiple temporal scales. *Avian Res.* 10 (1), 12. <https://doi.org/10.1186/s40657-019-0152-y>.
31. Bensizerara, D., Chenchouni, H., Bachir, A., Houhamdi, M. (2013). Ecological status interactions for assessing bird diversity in relation to heterogeneous landscape structure. *Avian Biol. Res.* 6 (1), 67–77. <https://doi.org/10.3184/175815513X13577344603957>.
32. Bentradi, S., & Chalabi-Belhadj, G. (2018). Comportement Alimentaire De La Cigogne Blanche (*Ciconia Ciconia*) Dans Le Complexe De Zones Humides D'el Kala. *Bulletin De La Societe Zoologique De France*, 143(1).[file:///C:/Users/ARCO/Downloads/SZF143\(1\)BENTRAD.pdf](file:///C:/Users/ARCO/Downloads/SZF143(1)BENTRAD.pdf).
33. Benyakoub, S. (1993). *Ecologie de l'avifaune forestière nicheuse de la région d'El-Kala (Nord-Est algérien)*. Doctoral thesis. Univ. Bourgogne, Dijon.
34. Benzina, I., Bachir, A. S., Arar, A., Perennou, C., & Guelmami, A. (2021). Using DPSIR framework for the implementation of wetlands observatory: case study Sebkhates of Aures wetlands complex (Northerneast, Algeria). *Present Environment & Sustainable Development*, 18(1). <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2021.104626>.
35. Benzina, I., Si Bachir, A., & Perennou, C. (2022). Waterbird diversity at the Sebket of Aures wetlands complex, North East Algeria. *Ornithologische Beobachter*, 119(4).

36. Betts, M., Wolf, C., Pfeifer, M., Banks-Leite, C., Arroyo-Rodríguez, V., Ribeiro, D., Barlow, J., Eigenbrod, F., Faria, D., Fletcher, R., Hadley, A., Hawes, J., Holt, R., Klingbeil, B., Kormann, U., Lens, L., Levi, T., Medina-Rangel, G., Melles, S., Mezger, D., Morante-Filho, J., Orme, C., Peres, C., Phalan, B., Pidgeon, A., Possingham, H., Ripple, W., Slade, E., Somarriba, E., Tobias, J., Tylianakis, J., Urbina-Cardona, J., Valente, J., Watling, J., Wells, K., Wearn, O., Wood, E., Young, R. & Ewers, R. (2019). Extinction filters mediate the global effects of habitat fragmentation on animals. *Science*, [online] 366(6470), pp.1236-1239. Available at : <https://doi.org/10.1126/science.aax9387>.
37. Bezzalla, A. (2019). *Statut phénologique et écologie du peuplement avien de Sebket Ezzemoul et du Chott Tinsilt (Wilaya d'Oum El-Bouaghi, Hauts Plateaux de l'Est algérien)*. Thèse de doctorat. Université de Annaba. Algérie.
38. Bezzalla, A., Houhamdi, M. and Chenchouni, H. (2019). Bird ecological status of two internationally important wetlands 'Ramsar sites and IBA' in Algeria. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, [online] 227, p.106308. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106308>.
39. Bezzalla, A., Houhamdi, M., Chenchouni, H. (2019b). Vegetation analysis of Chott Tinsilt and SebketEzzemoul (two Ramsar sites in Algeria) in relation to soil parameters. In: Chenchouni, H. (Ed.), *Exploring the Nexus of Geoecology, Geography, Geoarcheology and Geotourism*. Springer, Cham, pp. 38–41. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-01683-8\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-01683-8_8).
40. Bezzalla, A., Houhamdi, M., Maazi, M.C., Chenchouni, H.(2019a). Modeling climate influences on population dynamics and diurnal time-budget of the Shelduck (*Tadorna tadorna*) wintering in Ramsar wetlands of Algeria. *Avian Biol. Res.* 12 (3), 77–95. <https://doi.org/10.1177/1758155919835122>.
41. Biad, R. (2022). *Ecologie du peuplement avien dans la Vallée du Mzab (Ghardaïa, Sahara algérien)*. Thèse de doctorat. Université 8 mai 1945. Guelma. Algérie.
42. Bibby, C.J., Burgess, N.D., Hill, D.A. (1992). *Bird Census Techniques*. Academic Press, London.
43. BirdLife International (2001). *Action Plans for the Conservation of Globally Threatened Birds in Africa*. Report on the Development of Species Action Plan Format. Nature Uganda. Banana Village Entebbe, Uganda. [https://www.birdlife.org/?gad\\_source=1&gclid=CjwKCAiAgoq7BhBxEiwAVcW0LGaIIZynzvUhPMIz\\_ygTZZdl10jShkESO60m2db9uK3c4SslUjN41BoCv3sQAvD\\_BwE](https://www.birdlife.org/?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAgoq7BhBxEiwAVcW0LGaIIZynzvUhPMIz_ygTZZdl10jShkESO60m2db9uK3c4SslUjN41BoCv3sQAvD_BwE).
44. BirdLife International (2004). *Threatened Birds of the World 2004*. CD-ROM.
45. BirdLife International, 2021. Country profile: Algeria. Available from: <http://www.birdlife.org/datazone/country/algeria>. (Consulté le 23/06/2021).
46. BirdLife International, Cambridge, UK. Blondel, J. (1979). In : Masson (Ed.), *Biologie et écologie*, (Paris). <https://www.birdlife.org>.

47. Blondel, J. (1975). Analyse des peuplements d'oiseaux d'eau. Elément d'un diagnostic écologique. I : La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P). *Terre et Vie* 29: 533-589.
48. Blondel, J. (1979). Biologie et écologie. Ed. Masson, Paris, 173p.
49. Bouaguel, L. (2014). Structure et écologie des Phœnicoptéridés dans l'éco-complexe de zones humides de l'Est Algérien. Thèse Doc. Univ. Annaba, Algérie. <http://www.secheresse.info/spip.php?article37150>.
50. Bouaguel, L., Charchar, N., & Houhamdi, M. (2021). Phenology and diurnal behavior of common shelduck *Tadorna tadorna* at Sebkhet Bazer (El-Eulma, Nouth-East of Hauts Plateaux, Algeria). *Acta Biologica Sibirica*, 7, 293-306. <https://doi.org/10.3897/abs.7.e68903>.
51. Bouali, N., Baaloudj, A., Touarfia, M., Houhamdi, I., Maazi, M. C. & Houhamdi, M. (2021). Ecology, phenology and wintering behavior of Anatidae in the wetlands of Souk–Ahras (north–eastern Algeria). *Arxius de Miscel. lània Zoològica*, 19, 135-149.
52. Boubekeur, F.Z., Atoussi, S., Bara M., Bouaguel, L., Kerfouf A. et Houhamdi, M., 2020. Biodiversity and phenological status of the waterbirds of the Lac des Oiseaux (Northeast of Algeria) Ukrainian Journal of Ecology, 69-75, doi: [https://doi.org/10.15421/2020\\_208](https://doi.org/10.15421/2020_208).
53. Boudraa, W. (2016). *Contribution à l'étude écologique de l'avifaune aquatique d'une zone humide péri-urbaine: cas du marais de Boussehra (Nord-est de l'Algérie)*. Université Badji Mokhtar – Annaba. Algérie.
54. Bougoudjil, S. (2016). Ecologie des Tadornes casarca *Tadorna ferruginea* dans l'éco-complexe de zones humides des hautes plaines de l'Est Algerian. Thèse Doc. Univ. Annaba, Algérie.
55. Boukhari, C., Lazli, A., Nouri, N., Benmetir, S., Soltani, R., Beldi, M., & Nebbache, M. (2023). Population dynamics and wintering behavior of the black-headed gull at El Mellah lagoon (Northeastern Algeria). *Ekológia (Bratislava)*, 42(3), 239-247.
56. Boukhtache, N. (2009). *Contribution à l'étude de la niche écologique de la Cigogne blanche *Ciconia ciconia* L., 1758 (Aves, Ciconiidae) et du Héron garde-bœufs : *Bubulcus ibis* L., 1758 (Aves, Ardeidae) dans la région de Batna*. Mémoire Magi, Univ. Batna, 180p.
57. Boulaouad, B. A., Djetti, T., Belkacem, M., Ailam, O., Harzallah, B., Missoum, M., ... & Telailia, S. (2024). Bird diversity and Annotated Checklist of Afrotropical species in Timiaouine, Northern Part of Adrar Ifoghas (Algeria). *Acta Zoologica Lilloana*, 17-27. <https://doi.org/10.30550/j.azl/1849>.
58. Boulaouad, B. A., Harzallah, B., Ayyach, K., Attouche, K., Soukkou, W., Aissa, D. H., ... & Missoum, M. (2022). A new species for Algeria, White-throated Bee-eater observations of probably escaped individuals of Cutthroat Finch and Village Indigobird and a checklist of southern Sahara birds. *Ornis Hungarica*, 30(2), 195-207. <https://doi.org/10.2478/orhu-2022-0030>.

59. Boukhssaim, M., Ouldjaoui, A., Baaziz, N., et al. (2009). Mass reproduction of the greater flamingo at Ezzemoul, Algeria in 2009 the need to reassess the role of North African wetlands. *Flamingo* 17, 48–53. <https://www.researchgate.net/publication/299595554>.
60. Boumezbeur, A., & Bouteldji, A. (2005). Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar : Réserve intégrale du Lac El Mellah (Wilaya d'El Tarf). *Ministère de l'agriculture et du développement rural, Direction générale des forêts. Alger*.
61. Boumezbeur, A., & Khalfallah, Y. (2005). Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar. Chott Tinsilt (Wilaya d'Oum El Bouaghi). *Rapport direction générale des forêts. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Algérie*.
62. Boumezbeur, A., Khalfallah, Y. (2005). Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar. Chott Tinsilt (Wilaya d'Oum El Bouaghi). *Direction Générale des Forêts, Algiers*.
63. Bourriach, M. (2015). *Ecologie de reproduction de la cigogne blanche (Ciconia ciconia) dans un milieu anthropisé, Dréan, nord-est d'Algérie*. Thèse Doctorat. Univ-Guelma. Algérie. <http://dspace.univ-guelma.dz:8080/xmlui/handle/123456789/431>.
64. Bouzegag A., Saheb M., Bensaci E., Nouidjem Y. & Houhamdi M. (2013). Ecologie de la Sarcelle Marbrée *Marmaronetta angustirostris* dans l'éco-complexe de zones humides de la vallée de l'oued Righ (Sahara algérien). *Bulletin de l'Institut Scientifique de Rabat*.35 : 141-149.
65. Bouzid, A. (2017). *Contribution à l'étude de l'écologie de la reproduction des oiseaux d'eau dans le Sahara*. Thèse de Doctorat, École nationale supérieure agronomique, El Harrach, Alger. Algérie. 186p.
66. Butt, M., Zafar, M., Ahmed, M., Shaheen, S. and Sultana, S. (2021). Wetland Plants. [Online] p.30. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-69258-2> .
67. CEC (1999). Protocol concerning specially protected areas and biological diversity in the Mediterranean. Off. J. L 322 14/12/1999 P. 0003–0017. [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/all/?uri=celex:21999a1214\(01\)](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/all/?uri=celex:21999a1214(01)).
68. Cezilly, F., Boy V., Green, R.E. & Johnson, A.R. (1995). Interannual variation in Greater Flamingo breeding success in relation to water levels. *Ecology* 76: 20–26.
69. Chedad, A., Bendjoudi, D., & Guezoul, O. (2020). Biodiversité de l'avifaune aquatique d'une zone humide artificielle à Kef Doukhane (Ghardaia, Sahara Algérien). *Bull.Soc.zool.Fr*,145(4),pp.383-400. [https://www.researchgate.net/publication/348494163\\_Biodiversite\\_De\\_L'avifaune\\_Aquatique\\_D'une\\_Zone\\_Humide\\_Artificielle\\_A\\_Kef\\_Doukhane\\_Ghardaia\\_Sahara\\_Algerien](https://www.researchgate.net/publication/348494163_Biodiversite_De_L'avifaune_Aquatique_D'une_Zone_Humide_Artificielle_A_Kef_Doukhane_Ghardaia_Sahara_Algerien).

70. Chedad, A., Bendjoudi, D., & Guezoul, O. (2021). Place of Wheatear species within the avifauna of Ghardaïa (Algerian Sahara). *Current Trends in Natural Sciences*, 10(19), 25-35. <https://doi.org/10.47068/ctns.2021.v10i19.003>.
71. Chedad, A., Bouzid, A., Ben Abderrahman, A., Dahmani, W., Ait Hammou, M., Amine Bouzidi, M., ... & Hadj Mhammed, T. (2023). First record of grey plover *pluvialis squatarola* in the sahara and an update on its distribution in algeria. *Community and Ecology*, 1(1), 104-104. <https://doi.org/10.59429/ce.v1i1.104>.
72. Chenchouni, H. (2007). *Diagnostic Écologique D'un Site Proposé Ramsar : Chott Djendli (Batna - Algérie)*. Mémoire Ing. Univ. Batna, Algérie.
73. Chenchouni, H. (2010b). Statuts de protection et de conservation des oiseaux recensés dans les Aurès et ces alentours (Nord-est algérien). In: Proceedings of Int. Conférence SIBFA. Univ. Ouargla, Algeria, pp. 1–23. <file:///C:/Users/ARCO/Downloads/SIBFA-CHENCHOUNI-56-75.pdf>.
74. Chenchouni, H. (2012). Diversity assessment of vertebrate fauna in a wetland of hot hyperarid lands. *Arid Ecosyst.* 2 (4), 253–263. <https://doi.org/10.1134/S2079096113010022>.
75. Chenchouni, H. (2017a). Edaphic factors controlling the distribution of inland halophytes in an ephemeral Salt Lake “Sabkha ecosystem” at North African semi-arid lands. *Sci. Total Environ.* 575, 660–671. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.071>.
76. Chenchouni, H. (2017b). *Doctoral thesis. Contribution à l'étude de la bio-écologie de la Cigogne blanche (Ciconia ciconia) dans la région de Batna (Nord-est algérien)*, Doctoral thesis. University of Batna, Algeria. <http://eprints.univ-batna2.dz/336/>.
77. Chenchouni, H. (2017c). Variation in white stork (*Ciconia ciconia*) diet along a climatic gradient and across rural-to-urban landscapes in North Africa. *Int. J. Biometeorol.* 61 (3), 549–564. <https://doi.org/10.1007/s00484-016-1232-x>.
78. Chenchouni, H., 2010a. *Diagnostic écologique et évaluation du patrimoine biologique du Lac Ayata (La Vallée de l'Oued Righ: Sahara septentrional algérien)*. Thèse de Magistère. Univ. Ouargla, Algérie.
79. Chenchouni, H., Menasria, T., Neffar, S., Chafaa, S., Bradai, L., Chaibi, R., et al. (2015). Spatiotemporal diversity, structure and trophic guilds of insect assemblages in a semiarid Sabkha ecosystem. *Peer J.* 3, e860. <https://doi.org/10.7717/peerj.860>.
80. Cheriet, S., Samraoui, F., Alfarhan, A.H., & Samraoui, B. (2015). Facteurs affectant le succès de nidification du grèbe huppé *Podiceps cristatus* au lac Tonga, au nord-est de l'Algérie. *Ostrich*, 86 (3), 239–245. <https://doi.org/10.2989/00306525.2015.1067932>.

81. CITES (1994). Identification Guide – Birds: Guide to the Identification of Bird Species Controlled under the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. A project of the Canadian Wildlife Service of Environment Canada and Baie-Comeau College.
82. COE (1982). Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. Ref. ETS No. 104. Council of Europe. <https://www.coe.int/en/web/conventions/full-list?module=treaty-detail&treaty-num=104>.
83. Concepción, E.D., Díaz, M. (2011). Field, landscape and regional effects of farmland management on specialist openland birds: does body size matter. *Agric. Ecosyst. Environ.* 142, 303–310. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.05.028>.
84. Cramp, S. & Simmons, K.E.L. (1977). *The Birds of the Western Palearctic*. (Eds.) Vol. I. Ostrich to Ducks. Oxford University Press, Oxford, London, New York, 722 pp.
85. Cramp, S. & Simmons, K.E.L. (1983). *Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palearctic*. Vol. III: Waders and Gulls. Oxford. University Press, Oxford, London, New York.
86. D.G.F (2002). Atlas de 26 zones humides algériennes d'importance internationale, 2nd edition. General Directorate of Forests (DGF), Algiers, Algeria.
87. D.G.F (2004). Atlas des zones humides Algériennes d'importance internationale, third ed. General Directorate of Forests (DGF), Algiers, Algeria.
88. D.G.F (2016). Direction Générale des forêts, Stratégie nationale des zones humides, De gestion écosystémique des zones humides d'Algérie. <https://medwet.org/wpcontent/uploads/2017/04/Strategie-Nationale-des-Zones-Humides-Algerie.pdf>.
89. D.G.F (2019). *Recensement Hivernal, International des Oiseaux d'Eau 2019 (DGF)*, Alger. Algérie.
90. D.G.F (2020). *Recensement Hivernal, International des Oiseaux d'Eau et recensement national des oiseaux nicheurs 2020 (DGF)*, Alger. Algérie.
91. D.G.F (2021). *Recensement Hivernal, International des espèces aquatiques et recensement national des espèces nicheuses 2021(DGF)*, Alger. Algérie.
92. D.G.F(2006). Atlas des parcs nationaux algériens. General Directorate of Forests (DGF), Algiers, Algeria.
93. Daget, P. (1977). Le bioclimat méditerranéen : Caractères généraux, modes de caractérisation. *Végétation* 34, 1–20 (1977). <https://doi.org/10.1007/BF00119883>
94. Dajoz, R. (2006). Précis D'écologie, eighth ed. *Dunod*, Paris.

95. Davidson, N., Fluët-Chouinard, E. and Finlayson, C., (2018). Global extent and distribution of wetlands: trends and issues. *Marine and Freshwater Research*, [online] 69(4), p.620. Available at: <https://doi.org/10.1071/MF17019>.
96. Davis, C.A. & Smith, M. (1998). Behaviour of migrant shorebirds in playas of the Southern high plains, Texas. *The Condor* 100: 266-276.
97. Dejongue, J.F. (1990). *Les oiseaux dans leur milieu : Eco guide*. Edition : Bordas. 255p.
98. Dib, I. (2010). *L'impact de l'activité agricole et urbaine sur la qualité des eaux souterraines de la plaine de Gadaïne-ain yaghout (est algérien)* (Thèse magister, Université de Batna 2).
99. Dib, I., Boudoukha, A., Chettah, W. (2013). Des eaux souterraines de la plaine de Gadaïne-ain yaghout. (Batna-est algérien). *Proceeding du Séminaire International sur l'Hydrogéologie et l'Environnement SIHE 2013 Ouargla*.
100. Dib, I., Khedidja, A., Chettah, W., & Hadji, R. (2022). Multivariate statistical-based approach to the physical-chemical behavior of shallow groundwater in a semiarid dry climate: the case study of the Gadaïne-Ain Yaghout plain NE Algeria. *Miner. Depos.* 16, 38-47. <http://dx.doi.org/10.33271/mining16.03.038>.
101. Draïdi, K., Djemadi, I., Bakhouch, B. *et al.* (2023). Une étude pluriannuelle sur l'avifaune aquatique consolide l'éligibilité d'une petite zone humide périurbaine significative du nord-est de l'Algérie (marais de Boussedra) à être incluse dans le réseau des Zones importantes pour la conservation des oiseaux. *Wetlands Ecol Manage.* 31, 629–648 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11273-023-09938-z>.
102. Dupuy, A. (1967). *Répartition actuelle des espèces menacées en Algérie*. Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc 47, 339–354.
103. Duquet M. (1997). La Cigogne blanche *Ciconia ciconia* en France, 1995. Résultats du 5ème recensement international de l'espèce. *Alauda* 65 (1) : 86.
104. El Bouhissi, M., Chedad, A., Sadine, S. E., Dahmani, W., & Hammou, M. A. (2021). Avifaunistic diversity of merine forest, north-west Algeria. *Current Trends in Natural Sciences*, 10(20), 61-71. <https://www.researchgate.net/publication/357467139>.
105. Farhi, Y. (2014). Structure et dynamique de l'avifaune des milieux steppiques présahariens et phoenicicoles des Ziban. Doctoral thesis. Univ. Biskra, Algeria.
106. Farhi, Y., Aouissi, H.A., Merdas, S., Fadlaoui, H., & Merzouki, Y. 2022. First breeding data of the barn swallow (*Hirundo rustica*) in the northern Algerian Sahara (Biskra region). *African Journal of Ecology* 60, 1283–1286. <https://doi.org/10.1111/aje.13060>.
107. Faurie, C., Ferra, C., Medori, P., Devaux, J. Hemptinne, J.L. (2003). *Ecologie approche scientifique et pratique*. Ed. Lavoisier, Paris, 407 p.

108. Fishpool, L.D., Evans, M.I. (2001). Important Bird Areas in Africa and Associated Islands: Priority Sites for Conservation. BirdLife International, Cambridge.
109. Fuchs, L. (1973) Groupes abéliens infinis, volume II. *Academic Press*.
110. Gensbol, B. (2005). *Guide des rapaces diurnes Europe, Afrique du Nord et Moyen orient*. [Guide to Diurnal Raptors of Europe, North Africa, and the Middle East]. Paris: Delachaux et Niestlé, 403 pp
111. Géroudet, P. & Barruel, P. (1956). *Notes d'ornithologie jurassienne*. *Alauda*, 24 : 81-96.
112. Géroudet, P. (1965). *Notes sur les oiseaux du lac de Remoray*. *Troglodyte*, 8 : 18-24.
113. Gosselin, M., Fady B. & Lefevre F. (2004). *La Biodiversité définition, enjeux et débat scientifique*, in Gosselin, M. et Laroussine, O. *Gestion forestière et Biodiversité connaitre pour préserver - synthèse bibliographique*, p.15-40, Antony, Cemagref.
114. Gourari B., Bouacha M., Bounacer F. (2021). Statuts de protection et de conservation de l'avifaune recensée dans le Chott Ech chergui oriental (Algérie occidentale). *Revue Agrobiologia*. 2777-2790.
115. Green, A. & Elmberg, J. (2013). Ecosystem services provided by waterbirds. *Biological Reviews*, [online] 89(1), pp.105-122. Available at: <http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/%28ISSN%291469-185X>.
116. Guergueb, E. (2015). *Importance des zones humides des hauts plateaux centraux de l'Algérie pour l'avifaune aquatique : cas du Chott El-Hodna (wilaya de M'sila)*. Thèse de Doctorat. Univ. Sidi Bel Abbes, Algerie.
117. Hachour, K., Talmat-Chaouchi, N., & Moulai, R. (2021). Status and distribution of diurnal raptors in Central North Algeria, the case of Great Kabylia. *Arxius de Miscel·lània Zoològica*, 19, 261-272. <https://doi.org/10.15470/wt5dgi>.
118. Hafid, H., Hanane, S., Saheb, M. & Houhamdi, M. (2014). Dynamique spatio-temporelle de l'hivernage de Grues cendrées *Grus grus* en Algérie. *Alauda* 81 (3), 2013 : 201-208.
119. Hamli, A. (2020). *Valeur ornithologique et caractérisation du biotope des zones humides urbaines et périurbaines de l'Est algérien*. Thèse Doctorat. Université Mohamed Chérif Messaadia – Souk Ahras. Algérie.
120. Heinzl, H., Pitter, R., & Parslow, J. (2004). Guide Heinzl des oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen orient. [Heinzl Guide to Birds of Europe, North Africa, and the Middle East]. Paris: Delachaux & Niestlé, 384 pp
121. Holmes, J. Macdonald, A. (1946). *L'érosion des sols en Australie et en Nouvelle-Zélande* (Sydney : Angus et Robertson, 1946), 296 p.
122. Holmes, R.T. (1966). Breeding ecology and annual cycle adaptations of the Red-backed Sandpipers (*Calidris alpina*) in northern Alaska. *The Condor*. 68: 3-46.

123. Houhamdi, M. & Samraoui, B. (2008). Diurnal and nocturnal behaviour of Ferruginous Duck *Aythya nyroca* at Lac des oiseaux, northeast Algeria. *Ardeola* 55(1): 59-69.
124. Houhamdi, M. (2002). *Ecologie du peuplement avien du lac des Oiseaux (Numidie orientale)*. Thèse de doctorat d'état. Université Badji Mokhtar, Annaba. 146 p.
125. Houhamdi, M., Bensaci, E., Nouidjem, Y., Bouzegag, A., Saheb, M. & Samraoui, B. (2008). Ecoéthologie des Flamants roses *Phaenicopterus roseus* hivernants dans la Vallée de Oued Righ, Sahara oriental algérien. *Aves*, 45 (1) : 15–27.
126. Houhamdi, M., Maazi, M.C., Seddik, S., Bouaguel, L., Bougoudjil, S., & Saheb, M. (2009). Statut et écologie de l'Erismaure à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) dans les hauts plateaux de l'est de l'Algérie. *AVES* 45 (2), 129–148. <https://www.researchgate.net/publication/272477472>.
127. Isenmann, P, Gaultier, T, El Hili, A, Azafzaf, H, Dlensi, H. & Smart, M. (2005). *Birds of Tunisia*. Paris: SEOF.
128. Isenmann, P., Moali, A., 2000. *Birds of Algeria – Les Oiseaux d'Algérie*. SEOF, Paris.
129. IUCN (2017). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-3. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org), <https://www.sudoc.fr/071015477>.
130. IUCN(2017). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-3. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org), <https://www.sudoc.fr/071015477>.
131. Jacob, J.P. & Jacob, A. (1980). Nouvelles données sur l'avifaune du lac de Boughzoul (Algérie). *Alauda*. 48: 209-220.
132. Jacob, J-P. & Courbet, B. (1980). Oiseaux de mer nicheurs sur la cote Algérienne. *Le Gerfaut* 70 : 385-401.
133. Jenni, L., Schaub, M.(2003). Behavioural and physiological reactions to environmental variation in bird migration: a review. In: Berthold, P., Gwinner, E., Sonnenschein, E. (Eds.), *Avian Migration*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp.155–171. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-05957-9\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-662-05957-9_10).
134. Johnson, A., & Isenmann, P. (1971). La nidification et le passage de la Mouette mélanocéphale *Larus melanocephalus* en Camargue. *Alauda* XXXIX, 2, 105-111.
135. Johnson, A.R. (1989). Movements of Greater Flamingos *Phoenicopterus ruber roseus* in the Western Palearctic. *Revue Écologie*. 44: 75-94.
136. Joradp (2018). *Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire*. Impr. Office.
137. Kamp, J., Frank, C., Trautmann, S., Busch, M., Dröschmeister, R., Flade, M., ... & Sudfeldt, C. (2021). Population trends of common breeding birds in Germany 1990–2018. *Journal of Ornithology*, 162(1), 1-15. <https://doi.org/10.1007/s10336-020-01830-4>.

138. Kherrou, L., Rezzaz, M.A., & Hattab, S. (2018). The Role of Promotional Price in Tourism Marketing Crises from the Point of View Owners of Services in Tourist Establishments: A Case Study of the Thermal and Tourist Complex in Biskra. *EPH – International Journal of Humanities and Social Science* 3(3), 1–17. <https://doi.org/10.53555/ephss.v3i3.610>.
139. Kingsford, R., Basset, A. & Jackson, L., (2016). Wetlands: conservation's poor cousins. *Aquatic Conservation. Marine and Freshwater Ecosystems*, 26(5), pp.892-916. Available at: <https://doi.org/10.1002/aqc.2709>.
140. Lamotte, J. Bourliere, A. (1969). Problèmes d'Ecologie : l'Echantillonnage des Peuplements animaux des Milieux terrestres. Paris: Massons
141. Laouar, S. (2010). Etat de la biodiversité en Algérie. Colloque international sur l'efficacité des évaluations environnementales dans l'atteinte des objectifs du développement durable. Application à la gestion de la biodiversité. Paris. Du 20 au 23 Septembre 2010
142. Lardjane-Hamiti, A., Metna, F., Merabet, S., Rakem, K., Boukhemza, M. & Houhamdi, M. (2013). Quelques aspects éthologiques du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* (Anatidae) dans la réserve naturelle du lac de Réghaia (Algérie). *Bulletin de la Société Zoologique de France*. 138(1-4) : 103-113.
143. Lardjane-Hamiti, A., Metna, F., Sayaud, M-S., Guelmi, M., Boukhemza, M. & Houhamdi, M. (2012). Le Fuligule Milouin *Aythya ferina* nicheur dans la réserve naturelle du Lac Réghaia (Alger, Algérie). *Alauda* 80 (2) : 151-152.
144. Larousse, A. (1998). Afflux de Bécasseaux minutes *Calidris minuta* en France à l'automne 1996. *Ornithos* 5 (2) : 49-53.
145. Lasad, C.H., Bensaci, E., Nouidjem, Y. et Hadjab, R. (2021). Spatio-temporal variation patterns of bird community in the oasis ecosystem of the north of Algerian sahara. *J Biores Manag.*, 8(1): 11-21. <https://corescholar.libraries.wright.edu/jbm>.
146. Lebreton, P., Ledant, J.P.(1980). Remarques d'ordre biogéographique et écologique sur l'avifaune méditerranéenne. *Vie Milieu* 30, 195–208.
147. Ledant, J.P., & Jacob, J.P. (1982). *Liste Rouge des Espèces d'Oiseaux Menacées en Algérie. [Red List of Threatened Bird Species in Algeria]*. Rapport pour DPN Alger/SEFOR/ICBP/IUCN.
148. Ledant, J.P., Roux, F., Jarry, G., Gammel, A., Smit, C., Bairlein, F., Wille, H. (1985). Aperçu des Zones de Grand Intérêt pour la Conservation des Espèces d'Oiseaux Migrateurs de la communauté en Afrique. In : Rapport à la Direction Générale de l'Environnement, de la Protection des Consommateurs et de la Sécurité nucléaire de la Commission des Communautés Européennes, Contrat U/84/129.
149. Legendre, L. & Legendre, P. (1979). *Écologie numérique : la structure des données écologiques*. Tome 2. Ed. Masson, Paris, France, 255 p.

150. Legendre, P. & Legendre, L. (1998). Numerical ecology. Elsevier, Netherlands, 853 p. limiting waterfowl reproduction. *The Condor* 9 : 1029-1032. 227 - 267.
151. Lindström, A. & Piersma, T. (1993). Mass changes in migrating birds: the evidence for fat and protein storage re-examined. *Ibis* 135: 70-78.
152. Loucif, K. (2020). *Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau du lac Tonga (wilaya d'El Tarf) et occupation spatio-temporelle du site par l'avifaune aquatique. [Study of the Physico-Chemical and Bacteriological Water Quality of Lake Tonga (El Tarf Province) and Spatio-Temporal Occupation of the Site by Aquatic Avifauna]*. Thèse Doctorat. Univ. Mohamed Chérif Messaadia-Souk Ahras. Algérie.
153. Maazi, M. C., Saheb, M., Bouzegag, A., Seddik, S., Nouidjem, Y., Bensaci, E. & Houhamdi, M. (2010). Ecologie de la reproduction de l'Echasse blanche *Himantopus himantopus* dans la Garaet de Guellif (Hauts plateaux de l'Est algérien). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, 32(2), 101-109.
154. Maazi, M.C. (2009). *Eco éthologie des Anatidés hivernant au niveau de Garaet Timerganine Wilaya d'Oum el Bouaghi*. Thèse Doct. Univ. Annaba. Algérie. 111p
155. Magurran, A.E. (2004). Ecological diversity and its measurement. Princeton University press, Princeton, New Jersey. 179 p.
156. Maire, R. (1926). Notice de la carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. *Baconnier, Alger*.
157. Marref C. Bezzalla A., Aouissi H.E., Ababsa M., Marref S., Ghazi C., Arar A., Houhamdi I., Abdennebi A. et Houhamdi M. (2023). Avian ecological status in the Gadaïne eco-complex (Batna, NE Algeria). *Zoology and Ecology*. Volume 33, Numéro 2, 2023. <https://doi.org/10.35513/21658005.2023.2.2>.
158. Martensen, A.C., Pimentel, R.G., Metzger, J.P. (2008). Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: implications for conservation. *Biol. Conserv.* 141, 2184–2192. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.06.008>.
159. Mayache, B., Houhamdi, M., & Samraoui, B. (2008). Ecologie des Sarcelles d'hiver *Anas crecca crecca* L. hivernants dans l'éco-complexe de zones humides de Jijel (Nord-Est de l'Algérie). *European Journal of Science Research* 21, 104–119.
160. Mc Neil, R., Drapeau, P. & Goss-Custard, J.D. (1992). The occurrence and adaptative significance of nocturnal habits in waterfowl. *Biol. Rev.* 67: 381-419.

161. Meddour, S., Bouzid, A. & Marniche, F., (2015). *Inventaire de l'avifaune et l'étude du régime alimentaire du Canard Souchet (Anas clypeata) à Sebket El- Maleh (El- Menéa Ghardaïa)*. El Wahat pour les Recherches et les Études, 8 (1), 36-43.
162. Meliani, K. M., Bendahmane, I., Bara, M., Atoussi, S., Houhamdi, M., & Mostefai, N. (2020). Abundancia y fenología reproductora de tres macaes simpátricos (zampullín chico, *Tachybaptus ruficollis*; zampullín de cresta grande, *Podiceps cristatus*; y zampullín de cuello negro, *Podiceps nigricollis*) en Dayet El Ferd, Argelia. *Acta Zoológica Lilloana*.64 (2): 73–83. <https://doi.org/10.30550/j.azl/2020.64.2/1>.
163. Metallaoui, S. (2010). *Écologie de l'avifaune aquatique de Garaet Hadj- Tahar (Numidie occidentale)*. Thèse de Doctorat. Univ. Annaba. Pp : 08 - 32.
164. Metallaoui, S., & Houhamdi, M. (2008). Données préliminaires sur l'avifaune aquatique de la Garaet Hadj-Tahar (Skikda, Nord-Est algérien). *African Bird Club Bulletin*. 15(1), 71–76.
165. Metallaoui, S., Atoussi, S., Merzoug, A., & Houhamdi, M. (2009). Hivernage de l'Erismature à tête blanche (*Oxyuraleucocephala*) dans Garaet Hadj-Tahar (Skikda, Nord-Est de l'Algérie). *Aves* 46(3), 136–140.
166. Metzmacher, M. (1979). Les oiseaux de la Macta et de sa région (Algérie): non passereaux. *Aves*. Vol. 16. N° 3-4: 89-123.
167. Meziane, B., Taibi, A., & Mairif, M. (2022). Biodiversity and nesting success of waterbirds at the Bougara Dam (Tissemsilt, North-West of Algeria). *Ukrainian Journal of Ecology*, 12(1), 40-50. [http://dx.doi.org/10.15421/2022\\_333](http://dx.doi.org/10.15421/2022_333).
168. Meziane, N., Samraoui, F., Samraoui, B. (2014). Status and diurnal activity budget of non-breeding White-headed Ducks *Oxyura leucocephala* in Algeria. Associate Editor: *Robert JM Crawford*. OSTRICH ISSN 0030–6525 EISSN 1727-947X. <http://dx.doi.org/10.2989/00306525.2014.964790>.
169. Milla, A. (2008). *L'Ornithochorie dans différents milieux du Sahel et du Littoral algérois. [Ornithochory in Different Environments of the Sahel and Coastal Areas of Algeria]*. Doctoral Thesis. Zoologie. E.N.S.A. ElHarrach. Alger. <http://hdl.handle.net/123456789/2061>.
170. Mitsch, W. & Gosselink, J. (2007). *Wetlands*. 4th ed. Hoboken, Wiley, p.40-50. Available at:< ISBN: 9780471699675>.
171. Mitsch, W. & Gosselink, J., (2015). *Wetlands*, 5th Edition. 5th ed. Hoboken: Wiley, pp.3-4. Available at :<ISBN: 9781118676820 >.
172. Moali, A., Remichi, F.Z., (2009). Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar. In: Sebket Ezzemoul (Wilaya d'Oum El Bouaghi). Direction Générale des Forêts, Algiers.

173. Myers N, Mittermeier R. & Mittermeier C, da Fonseca G. & Kent J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. Vol 403. Pp: 853-858. <http://www.brasilviajaturismo.com/hotspots.pdf>.
174. Nicolai, S.W. (1985). Gros plan sur les oiseaux de l'Atlantique à l'Oural du Geoland à la méditerranée. *Ed. Nathan*, Paris, 252p.
175. Nouidjem, Y., Saheb, M., Bensaci, E., Bouzegag, A., Guergueb, E. Y. & Houhamdi, M. (2012). Habitat use and distribution of the Ruddy Shelduck *Tadorna ferruginea* in the wetland complex of Oued Righ (Algerian Sahara), *Zoology and Ecology*, <https://doi.org/10.1080/21658005.2014.997995>.
176. Ntiamoa-Baidu, Y., Piersma, T., Wiersma, P., Poot, M., Battley, P. & Gordon, E. (1998). Water depth selection, dialy feeding routines and diets of waterbirds in coastal lagoons in Ghana. *Ibis* 140: 89-103.
177. Ochando B. & Jacobs P. (1978). *Répartition géographique et importance numérique des anatidés hivernants en Algérie*. Rapp. Poly. I.N.A. El-Harrach (Algérie), 22p.
178. Ouarab, S. (2011). *Bioécologie des principales composantes des biocénoses et gestion du Marais de Réghaïa*. Thèse Doctorat, Inst. nati. Agro., El Harrach, Algérie. 336 p.
179. Ouarab, S., Alia, S. & Adamou-Djerbaoui, M. (2018). Inventaire des oiseaux d'eau de la zone humide d'Oued El-Alleug, Blida. *Revue Ecologie-Environnement* (15) : 2018. ISSN: 1112-5888 <http://fsvn.univ-tiaret.dz/index.php/13-la-revue/10-la-revue>.
180. Ouarab, S., Yanina, K., Taleb, A. et Doumandji, S.(2004). *Dénombrements hivernaux des oiseaux d'eau du marais de Réghaïa sur 25 ans (de 1977 à 2004)*. 8ème Journée Ornithologie, Dép. Zool. agri. for., 8 mars 2004, Inst. nati. agro., El Harrach, p. 24.
181. Ouarti, L., Nouri, N., Lazli, A., Missaoui, K., & Houhamdi, M. (2023). Phenology and spatio-temporal distribution of Ardeidae in Lac Tonga (North-eastern Algeria). *Ukrainian Journal of Ecology*, 13(1), 37-49.
182. Patrice, Adret. (1983). Une étude des comportements parentaux de l'avocette en colonie de reproduction. Organisation spatiale inter- et intra-familiale. *Canadian Journal of Zoology*. <https://doi.org/10.1139/z83-081>.
183. Pearce, F. & Crivelli, A.J. (1994). Caractéristiques générales des zones humides méditerranéennes. *Tour du Valat Arles*, France. 89 p.
184. Pennycwick, C.J. (1975). *Mechanics of flight avian biology*, Vol. V. Edition: Farner (D.S.) and King, J.R. New York academic press. 1-75.
185. Perennou, C. (1991). Les recensements internationaux d'oiseaux d'eau en Afrique tropicale. *Publ. Spéciale du BIROE n° 15*.

186. Perrins, C.M. (1991). *Encyclopédie mondiale des oiseaux*. Marshall Edition Developpements Limited. 170 Piccadilly, Londres W1V 9 DD.
187. Quézel, P., & Santa, S. (2015). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. *CNRS, Paris*, 2, 1-2.
188. Radhia, B., Choayb, B., Yamine, G. E., Fetheddine, B. M., & Moussa, H. (2022). Importance and Winter Ornithological Value of Lake El-Golea (Ghardaïa, Algerian Sahara. *Journal of Bioresource Management*, 9(3), 5. <https://corescholar.libraries.wright.edu/jbm>.
189. Radhia, B., Choayb, B., Yamine, G. E., Fetheddine, B. M., & Moussa, H. (2022). Importance and Winter Ornithological Value of Lake El-Golea (Ghardaïa, Algerian Sahara. *Journal of Bioresource Management*, 9(3), 5. <https://corescholar.libraries.wright.edu/jbm>.
190. Rajpar, M.N., Ozdemir, I., Zakaria, M., Sheryar, S., & Rab, A. (2018). Seabirds as bioindicators of marine ecosystems. *Seabirds* 4, 47–65. <https://doi.org/10.5772/intechopen.75458>.
191. Ramsar (1971). *Convention relative aux zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau Ramsar*, Iran, 2.2.1971. [https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/current\\_convention\\_text\\_f.pdf](https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/current_convention_text_f.pdf).
192. Ramsar (2014). *Profild des pays à la convention de Ramsar*. Secrétariat de la convention de Ramsar, Gland, Switzerland. URL: <http://www.ramsar.org/fr/profils-des-pays>
193. Ramsar, (2013). *Le Manuel de la Convention de Ramsar : Guide de la Convention sur les zones humides (Ramsar, Iran, 1971)*, 6e édition. Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse. Availableat: <https://www.undp.org/content/dam/algeria/docs/EnvironnementetEnergie/Manuel%20Convention%20de%20Ramsar.pdf>.
194. Saheb, M. (2003) – *Cartographie de la végétation des Sebkhass de Guellif et Ouglatouila (Oum El Bouagui) et écologie de l'avifaune*. Thèse de Magistère. Centre universitaire d'Oum El Bouaghi.
195. Saheb, M. (2009). *Ecologie de la reproduction de l'échasse blanche Himantopus himantopus et de l'avocette élégante Recurvirostra avosetta dans les hautes plaines de l'est algérien*. Thèse de doctorat. Université de Annaba-Badji Mokhtar. 147p.
196. Samraoui, B., & Samraoui, F. (2008). An ornithological survey of the wetlands of Algeria: important Bird Areas, Ramsar sites and threatened species. *Wildfowl* 58, 71–98.
197. Samraoui, B., Ouldjaoui, A., Boulkhssaim, M., et al. (2006). The first recorded reproduction of the Greater Flamingo Phoenicopterus roseus in Algeria: behavior al and ecological aspects. *Ostrich* .77, 153–159. <https://doi.org/10.2989/00306520609485526>.
198. Samraoui, F., Alfarhan, A.H., Al-Rasheid, K.A., Samraoui, B.(2011). An appraisal of the status and distribution of waterbirds of Algeria: indicators of global changes. *ARDEOLA*. 58 (1), 137–163.

199. Sanchez, J-M., Aviles, J-M., Medina, F.J. & Sanchez Garcia, A. (1998). Status and trends of Common Crane *Grus grus* on the western route. *Bird Conservation Int.*, 8: 269-279.
200. Sayoud, M.S., Salhi, H., Chalabi, B., Allali, A., Dakki, M., Qninba, A., et al.(2017). The first coordinated trans-North African mid-winter waterbird census: the contribution of the International Waterbird Census to the conservation of waterbirds and wetlands at a biogeographical level. *Biol. Conserv.* 206, 11–20. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.12.005>
201. Sbiki, M. (2017). *Contribution à l'étude du régime alimentaire et de la biologie de reproduction de la Cigogne blanche (Ciconia ciconia, Aves, Ciconiidae) et du Héron garde boeufs (Ardea ibis, Aves, Ardeidae) dans la région de Tébessa*. Thèse Doctorat. Université de Batna 2. Algérie.
202. Seddik, S. (2011). Inventaire et écologie des peuplements de laro-limicoles d'echassiers dans les zones humides des hautes plaines de l'est algérien. Th-se Doctorat. Univ-Badji Mokhtar. Annaba. Algérie.<https://www.ccdz.cerist.dz/admin/notice.php?id=0000000000000557885000173>.
203. Seddik, S., Bouaguel, L., Bougoudjil, S., Maazi, M.C., Saheb, M., Metallaoui, S. & Houhamdi, M. (2012). L'avifaune aquatique de la Garaet de Timerganine et des zones humides des Hauts Plateaux de l'Est algérien. *Afri. Bird Club Bull.*, 19 (1), 25-32.
204. Seddik, S., Maazi, M.C., Hafid, H., Saheb, M., Mayache, B., & Houhamdi, M. (2010). Statut et écologie des peuplements Laro-Limicoles et Echassiers dans les zones humides des hauts plateaux de l'Est de l'Algérie. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*32(2), 111–118. [http://www.israbat.ac.ma/wp-content/uploads/2015/02/16-%20Seddik%20et%20al.%20\(2\)%20\(111-118\).pdf](http://www.israbat.ac.ma/wp-content/uploads/2015/02/16-%20Seddik%20et%20al.%20(2)%20(111-118).pdf).
205. Seltzer, P. (1946). Travaux de l'Institut de météorologie et de physique du globe de l'Algérie.
206. Sibley, C.G. & Monroe, B.L. (1990). *Distribution and taxonomy of birds of the world*. Yale Univ. New Haven. 1111 pp.
207. Spaans, B.; Van Dijk, G.; Van Der Kamp, J. & Treep F. (1976). *Les oiseaux nidificateurs des zones humides de l'est de l'Algérie, printemps 1976*. Wageningen, polycopié.
208. Stevenson, A.C., Skinner, J., Hollis, G.E. & Smart, M. (1988). The El Kala national park and Environs, Algeria: An ecological evaluation. *Environmental Conservation*, 15: 355-348.
209. sympatric Podicipedidae species at a Ramsar site in north-east Algeria. *Zoology and Ecology*, 25(4), 327–338. <https://doi.org/10.1080/21658005.2015.1074434>.
210. Tamisier, A. & Dehorter, O. (1999). *Camargue, Canards et Foulques. Fonctionnement d'un prestigieux quartier d'hiver*. Centre Ornithologique du Gard. Nîmes, Edition.
211. Thauront, M. & Duquet, M. (1991). Distribution et conditions d'hivernage de la Cigogne blanche *Ciconia ciconia* au Mali. *Alauda* 52 (2): 101-110.

212. Thsachalidis, E. & Papageorgiou, N. (1996). Distribution status and breeding of the white Stork *Ciconia ciconia* in Greece. *Avocetta* 20: 101-110.
213. Tolba, M., Ababsa, L., Boulekhssaim, M., Allaoua, N., & Boulahbel, S. (2018). Inventaire Des Ectoparasites De La Cigogne Blanche *Ciconia Ciconia* (Linnaeus, 1758) Oiseau Deszones Humides D'oum El Bouaghi. *Revue des BioRessources*.43 – 52.Vol 8 N° 2. <file:///C:/Users/ARCO/Downloads/B080205.pdf>.
214. Vagg, R. (2009). CMS Family Guide the Encyclopaedia the Convention on the Conservation Migratory Species of Mid Animals, 3rd ed. Bonn, Germany: UNEP-CMS Secretariat. [https://www.cms.int/sites/default/files/instrument/CMS-text.en\\_.PDF](https://www.cms.int/sites/default/files/instrument/CMS-text.en_.PDF)
215. Viani, A. (2011). Numbers, diet and feeding methods of Common Shelduck *Tadorna tadorna* wintering in the estuarine bays of Aiguillon and Marennes-Oléron, western France. *Wildfowl* 61:121-141.
216. Vié, J. C., Hilton-Taylor, C., Pollock, C., Ragle, J., Smart, J., Stuart, S. N. and Tong, R. (2008). The IUCN Red List: a key conservation tool. In The 2008 Review of The IUCN Red List of Threatened Species, edited by Vié J.-C., Hilton-Taylor C., Stuart S.N. IUCN Gland, Switzerland. [http://www.avijl.org/docs/IUCN\\_Red\\_List/the\\_iucn\\_red\\_list\\_a\\_key\\_conservation\\_tool.pdf](http://www.avijl.org/docs/IUCN_Red_List/the_iucn_red_list_a_key_conservation_tool.pdf)
217. Voous, K.H. (1960). *Atlas of European Birds*. In: Nelson (Ed.), (London).
218. Wilson, E.O. (1988). *Biodiversity*. E.O.Wilson, Editor and Frances M. peter, Associate Editor, National Academy Press, Washington, 521p.
219. Wilson, J.B., 1999. Guilds, functional types and ecological groups. *Oikos* 86 (3), 507–522. <https://doi.org/10.2307/3546655>.
220. WWF (2014). *Protéger la forêt*. Le 1er acte fort pour lutter contre le dérèglement climatique (en ligne) (consulter le 19.01.2015); [www.wwf.fr](http://www.wwf.fr).
221. Xu, T., Weng, B., Yan, D., Wang, K., Li, X., Bi, W., Li, M., Cheng, X. and Liu, Y., (2019). Wetlands of International Importance: Status, Threats, and Future Protection. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, [online] 16(10), p.1818. Available at : <https://doi.org/10.3390/ijerph16101818>.
222. Yahiacherif, Sadaoui. (2015). *Étude écologique, dynamique et biosystematique de l'avifaune du lac d'el golea et du marais de Reghaia et comparaison faunistique entre les deux zones*. Thèse de doctorat.
223. Yesou, P. (1992). Importance de la baie de l'Aiguillon et de la pointe d'Arçay (Vendée, France) pour les Limicoles. *L'Oiseau et RFO*. 62(3): 213-233.

224. Youcefi, A.T. & Marouf, A. (2022). Inventaire De L'avifaune Sauvage De La Region De Naama, Sud-ouest Algérien (période 2015 - 2020). *Agrobiologia*. Volume 12, Numéro 2, Pages 3276-3291. 2022-12-31.
225. Zwarts, L., Blomert, A.M. & Hupkes, R. (1990). Increase of feeding time in wadres preparing for spring migration from the Banc d'Arguin, Mauritania. *Ardea* 1990; 78:237-256. <https://doi.org/10.5253/arde.v78.p237>.

# *Annexes*

Annexe 1: Photos des familles observées dans les deux zones humides étudiées



Scolopacidae

Bécasseau cocorli (*Calidris ferruginea*)



Courlis cendré (*Numenius arquata*)



Anatidae

Sarcelle d'hiver (*Anas crecca*)



Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*)



Canard Colvert (*Anas platyrhynchos*)



Canard chipeau (*Mareca strepera*)



Tadorne de belon (*Tadorna tadorna*)



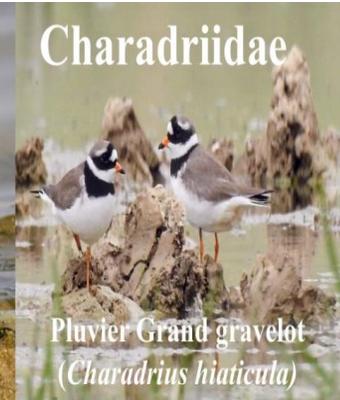
Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*)



Anatidae



Charadriidae

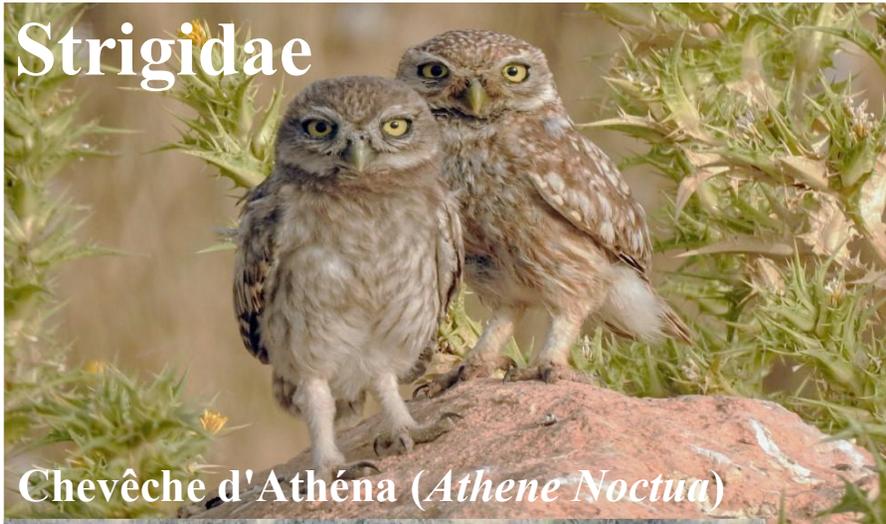








Strigidae



Chevêche d'Athéna (*Athene Noctua*)

Phalacrocoracidae



Grand cormoran (*Phalacrocorax carbo*)

Gruidae



Grue cendrée (*Grus grus*)

Motacillidae

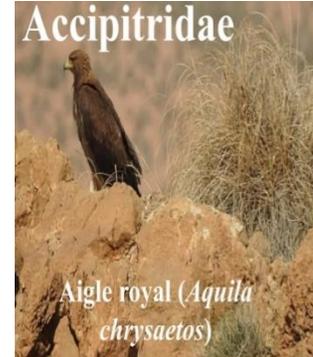


Bergeronnette printanière (*Motacilla flava*)



Bergeronnette grise (*Motacilla alba*)







Annexe 2: Les menaces majeures dans les zones humides étudiée



