

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université AKLI MOHAND OULHADJ-BOUIRA



Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre  
Département des sciences biologiques  
Laboratoire de gestion et de valorisation des ressources naturelles et assurance  
qualité

**THÈSE**  
**EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE**  
**DOCTORAT LMD**

**Domaine : Science de la nature et de la vie Filière : Ecologie et**  
**environnement**

**Spécialité : Biodiversité et environnement**

Présentée par  
**LAROUG Selma**

*Thème*

**Contribution à l'étude de la structure de l'avifaune au niveau  
de quelques zones humides de la région de Sétif**

**Soutenue le :03/10/2024**

**Devant le Jury composé de :**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>		
<b>Mr ZOUGGAGHE Fatah</b>	<b>Professeur</b>	Univ. de Bouira	Président
<b>Mr BARA Mouslim</b>	<b>Professeur</b>	Univ. de Guelma	Rapporteur
<b>Mr HOUHAMDI Moussa</b>	<b>Professeur</b>	Univ. de Guelma	Co-Rapporteur
<b>Mme MOUHOUB Chafika</b>	<b>Professeur</b>	Univ. de Bouira	Examinatrice
<b>Mme MAIZI Naila</b>	<b>MCA</b>	Univ. de Bouira	Examinatrice
<b>Mr MERZOUG Seyf Eddine</b>	<b>MCA</b>	Univ. de Mila	Examineur

**Année Universitaire : 2023/2024**

**Dédicaces :**

*Je dédie le présent travail,*

*A ma mère l'être le plus chère dans ma vie, je vous remercie pour toutes les sacrifices que vous avez faits pour moi pour le soutien et l'amour que vous m'avez apporté pour l'aide précieuse dans ce travail et dans toute ma vie personnelle et professionnelle, Je t'aime maman.*

*A mon cher père, pour son soutien, ses encouragements et ses conseils et pour son aide pendant la réalisation de cette thèse. Qu'il trouve dans ce travail l'expression et le témoignage de ma reconnaissance et mon respect.*

*A mon cher mari et ma petite princesse merci d'avoir illuminer ma vie.*

*A mon âme sœur « ma sœur jumelle Amira » et sa petite famille, à ma très chère Aya.*

*Vous ajoutez à ma vie de la joie, du sourire et de l'humeur. Qu'Allah soit à vos coté et vous procure la réussite et le bonheur, je vous aime mes belles.*

*A mon frère Zaki, la chère Hiba et la petite Tamora. Qu'Allah vous garde,*

*A ma belle-famille pour leurs encouragements qui mon pousser à terminer ce travail.*

*A ma meilleure amie Kaouther qui a toujours été là pour moi pour me soutenir et m'aider.*

*A mes amies Sabrina et Aldjia merci pour votre soutien.*

*A toute mes tantes, cousines, toute ma famille et toute personne chère.*

## **Remerciements :**

Je tiens d'abord à exprimer mes remerciements et gratitude envers Allah, de m'avoir doté de la puissance et la patience nécessaires pour terminer cette étude.

J'exprime mes plus profonds remerciements et mes plus vives gratitude à mon directeur de thèse Pr. BARA Mouslim pour l'immense aide qu'il m'a apportée et les conseils infiniment utiles qu'il m'a prodigués pour réaliser ce travail malgré ses multiples tâches et surtout pour sa disponibilité même si on était éloigné par une grande distance.

De plus, je remercie mon co-directeur Pr. HOUHAMDI Moussa pour avoir codirigé mon travail.

Je remercie énormément Pr. ZOUGGAGHE Fatah de l'honneur de présider les jurys. Je remercie également les membres de jury Pr. MOUHOUB C. Dr. MAIZI N. et DR. MERZOUG SE., pour avoir examiné ce document et contribué à améliorer le contenu scientifique du manuscrit.

Les plus chaleureux de mes remerciements et vives gratitude vont à Mr. KHELIFI Hichem qui a contribué aux déplacements sur terrains pendant la période d'étude.

## Résumé :

Les zones humides sont dotées d'une diversité biologique considérable et ont un rôle écologique primordial pour une multitude d'espèces. Cette thèse de doctorat a pour objectif, 1) mettre à jour la liste de faune aviaire aquatique dans trois milieux humides de Sétif (Sebkha de Bazer Sakhra, retenue collinaire de Soumar et Chott El Beida), 2) décrire la structure de la population d'oiseau (phénologie, stratégie d'hivernage, statuts de conservation et analyse écologique), ainsi que 3) proposer un schéma de conservation. Le suivi de la faune aviaire aquatique des trois zones d'étude (Septembre 2019-2020) a dévoilé une richesse spécifique de : 21 espèces qui appartiennent à 11 familles au niveau de la sebkha de Bazer Sakhra, 23 espèces qui appartiennent à 11 familles dans la retenue collinaire de Soumar et 21 espèces appartenant à 10 familles au niveau Chott El Beidha. Nous avons noté 7 Statuts phénologiques : sédentaires, hivernants, résidents, nicheurs, permanents, rares et de passage. Le diagnostic écologique a révélé la hausse des valeurs de diversité pendant la saison de reproduction ( $H'=1.51 / 1-D=0.75$  au niveau de Bazer Sakhra,  $H'=2.04 / 1-D=0.82$  au niveau de la retenue collinaire Soumar,  $H'=2.17 / 1-D=0.86$  au niveau de Chott El Beidha).

## ملخص

المناطق الرطبة غنية بالتنوع البيولوجي وتلعب دورًا بيئيًا حيويًا لعدد كبير من أنواع النباتات والحيوانات. تهدف أطروحة الدكتوراه هذه إلى (1) تحديث قائمة الطيور المائية في ثلاث مناطق رطبة بمنطقة سطيف (سبخة بازر صخرة، المنطقة الرطبة سومار وشط البيضاء)؛ (2) وصف بنية مجموعات الطيور (علم الفينولوجيا، واستراتيجية التشتية، وحالة الحفاظ على ثروة الطيور المائية، وتحليل المؤشرات البيئية)، بالإضافة إلى (3) اقتراح خطة للحفاظ على هاته الطيور المائية. كشف رصد الطيور المائية في مناطق الدراسة الثلاث (سبتمبر 2019-2020) عن ثروة نوعية للطيور المائية المتمثلة فيما يلي: 21 نوع تنتمي إلى 11 عائلة على مستوى سبخة بازر صخرة، و23 نوع تنتمي إلى 11 عائلة على مستوى الحاجز المائيسومارو 21 نوع تنتمي إلى 10 عائلات على مستوى شط البيضاء. تنقسم الحالة الفينولوجية للطيور المائية في مناطق الدراسة الثلاثة إلى 7 حالات: مستقرة، مشتية، مقيمة، معششة، دائمة، نادرة وعابرة. وقد أظهر التشخيص البيئي أن أعلى قيم التنوع تم تسجيلها خلال موسم التكاثر ( $H'=1.51 / 1-D=0.75$ ) على مستوى بازر صخرة، ( $H'=2.04 / 1-D=0.82$ ) على مستوى المنطقة الرطبة سومار، ( $H'=2.17 / 1-D=0.86$ ) على مستوى شط البيضاء.

**Abstract:**

Wetlands represent a biodiversity hot spot that is offering a vital ecological function for many species. The objective of this thesis is: 1) an update of the waterbirds' list in three wetlands situated in Sétif province (Sebkha of Bazer Sakhra, Soumar wetland and Chott El Beida), 2) describing the ecological structure of this waterbirds' population (phenology, wintering strategy, conservation status and ecological analysis) and 3) suggesting a conservation scheme. The monitoring of aquatic avian fauna in these three wetlands (September 2019-2020) revealed: 21 species who belong to 11 families in Bazer Sakhra sebkha, 23 species belonging to 11 families in Soumar wetland and 21 species who belong to 10 families in Chott El Beidha. We also recorded seven phenological statuses: sedentary, wintering, resident, nesting, permanent, rare and stop over passenger. The ecological diagnosis indicated that the diversity values are the highest during the breeding period ( $H'=1.51 / 1-D=0.75$  at Bazer Sakhra,  $H'=2.04 / 1-D=0.82$  at Soumar wetland,  $H'=2.17 / 1-D=0.86$  at Chott El Beidha).

## Table des matières :

Introduction : .....	1
CHAPITRE 1 : DESCRIPTION DU SITE .....	5
I. SEBKHA DE BAZER SAKHRA .....	6
I.1. Découpage administratif : .....	6
I.2. Géographie : .....	6
I.3. Géologie : .....	6
I.4. Pédologie : .....	8
I.5. Hydrologie : .....	8
I.6. Exploitation du site : .....	9
II. RETENUE COLLINAIRE SOUMAR .....	10
II.1. Découpage administratif : .....	10
II.2. Géographie : .....	10
II.3. Géologie : .....	12
II.4. Géomorphologie : .....	12
II.5. Relief : .....	12
II.6. Hydrologie : .....	13
III. CHOTT EL BEIDHA .....	14
III.1. Découpage administratif : .....	14
III.2. Géographie : .....	14
III.3. Géologie : .....	16
III.4. Géomorphologie : .....	16
III.5. Pédologie : .....	17
III.6. Hydrologie : .....	17
IV. Description climatique de la région de Sétif (Algérie) .....	18
IV.1. Synthèse bioclimatique : .....	21
Chapitre 2 : Matériel et méthodes .....	23
2.1. Fréquence d'échantillonnage : .....	23

2.2. Les données climatiques : .....	23
2.3. Méthode de comptage : .....	23
2.4. Analyse écologique du peuplement : .....	24
2.4.1. Abondance totale des oiseaux (A) : .....	24
2.4.2. Richesse spécifique (S) : .....	24
2.4.3. Indice de diversité Shannon-Weaver : .....	24
2.4.4. Indice d'équitabilité de Piélou : .....	25
2.4.5. Indice de Simpson : .....	26
2.4.6. L'indice d'équitabilité de Berger-Parker : .....	26
2.4.7. Analyse statistique des données : .....	27
Chapitre 3 : Résultats et discussion.....	27
I. SEBKHA DE BAZER SAKHRA .....	27
I.1. Caractérisation de la richesse spécifique de la communauté avienne : .....	27
I.2. Variation mensuelle de l'abondance : .....	29
I.3. Analyse écologique de la communauté avienne : .....	30
I.4. Profile de diversité de la communauté avienne : .....	33
I.5. Statut de phénologie et de conservation : .....	34
I.6. Analyse de l'effet facteurs climatiques (T / Pr) et communauté avienne : .....	36
II. RETENUE COLLINAIRE SOUMAR.....	38
II.1. Caractérisation de la richesse spécifique de la communauté avienne : .....	38
II.2. Variation mensuelle de l'abondance : .....	40
II.3. Analyse écologique de la communauté avienne : .....	41
II.4. Profile de diversité de la communauté avienne : .....	44
II.5. Statut de phénologie et de conservation : .....	45
II.6. Analyse de l'effet facteurs climatiques (T / Pr) et communauté avienne : .....	47
III. CHOTT EL BEIDHA .....	49
III.1. Caractérisation de la richesse spécifique de la communauté avienne : .....	49
III.2. Variation mensuelle de l'abondance : .....	51

III.3. Analyse écologique de la communauté avienne : .....	52
III.4. Profile de diversité de la communauté avienne : .....	56
III.5. Statut de phénologie et de conservation : .....	57
III.6. Analyse de l'effet facteurs climatiques (T / Pr) et communauté avienne : ....	59
Discussion : .....	61
Conclusion : .....	66
Références bibliographiques : .....	69
Annexes : .....	78

## Liste des tableaux :

Tableau 1: les zones humides de la wilaya de Sétif .....	5
Tableau 2: Quotient d'Emberger de la région de Sétif (Source : Sétif-aéroport, 2018) .....	21
Tableau 3:Variation mensuelle des indices de diversité au niveau de Bazer Sakhra (Wilaya de Sétif, Algérie). .....	30
Tableau 4: Phénologie et statut de conservation des espèces d'oiseaux d'eau de BazerSakhra (wilaya de Sétif, Algérie).....	35
Tableau 5: Données de l'analyse CABFAC avec rotation Varimax appliquée aux espèces d'oiseaux d'eau contribuant à > 4 % aux assemblages.....	37
Tableau 6: Le Varimax score pour les facteurs 1 à 4. Les chiffres en gras indiquent l'abondance des oiseaux d'eau avec des valeurs absolues élevées (> 1) des scores factoriels.	37
Tableau 7: Variation mensuelle des indices de diversité au niveau de Soumar (Wilaya de Sétif, Algérie). .....	41
Tableau 8: Phénologie et statut de conservation au niveau de Soumar (wilaya de Sétif, Algérie).....	46
Tableau 9: Données de l'analyse CABFAC avec rotation Varimax appliquée aux espèces d'oiseaux d'eau contribuant à > 4 % aux assemblages.....	48
Tableau 10: Le Varimax score pour les facteurs 1 à 4. Les chiffres en gras indiquent l'abondance des oiseaux d'eau avec des valeurs absolues élevées (> 1) des scores factoriels.	48
Tableau 11:Variation mensuelle des indices de diversité au niveau de Chott El Beidha (Wilaya de Sétif, Algérie).....	52
Tableau 12:Phénologie et statut de conservation au niveau de Chott El Beidha (Sétif, Algérie). .....	58
Tableau 13: Données de l'analyse CABFAC avec rotation Varimax appliquée aux espèces d'oiseaux d'eau contribuant à > 4 % aux assemblages.....	59
Tableau 14: Le Varimax score pour les facteurs 1 à 4. Les chiffres en gras indiquent l'abondance des oiseaux d'eau avec des valeurs absolues élevées (> 1) des scores factoriels.	60

## Liste des figures :

Figure 1: Situation géographique de Sebkhia Bazer Sakhra (Wilaya de Sétif, Algérie).....	7
Figure 2: Sebkhia de Bazer Sakhra (© LAROUG Selma : 16/10/2019).....	7
Figure 3: Situation géographique de la retenue collinaire Soumar (Wilaya de Sétif, Algérie) (© LAROUG Selma 2024).....	11
Figure 4: Retenue collinaire Soumar (© LAROUG Selma :29/10/2019).....	11
Figure 5: Situation géographique de Chott El Beidha (Wilaya de Sétif, Algérie) .....	15
Figure 6: Chott El Beidha (© LAROUG Selma: 14/12/2019) .....	15
Figure 7: Moyennes mensuelles des précipitations au niveau de la région de Sétif (2019- 2020).....	19
Figure 8: Variations des températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de Sétif (2019-2020). .....	19
Figure 9: Variation mensuelle de la vitesse moyenne mensuelle des vents (2019-2020). .....	20
Figure 10: Variation mensuelle du taux d'humidité au niveau de Sétif (2019-2020).....	20
Figure 11: Diagrammes pluvio-thermiques de la région de Sétif (2010-2020).....	21
Figure 12: Climagramme d'Emberger pour la région de Sétif (Nord Est de l'Algérie).....	22
Figure 13: Tendance de la richesse spécifique au niveau de Bazer Sakhra (wilaya de Sétif, Algérie).....	28
Figure 14: Variation mensuelle de la richesse spécifique au niveau de Bazer Sakhra (Wilaya de Sétif, Algérie).....	28
Figure 15: Variation mensuelle de l'abondance au niveau de Bazer Sakhra. (Wilaya de Sétif, Algérie).....	29
Figure 16: Tendance de l'abondance au niveau de Bazer Sakhra (Wilaya de Sétif, Algérie)..	30
Figure 17: Variation mensuelle de l'indice de Shannon-Weaver au niveau de Bazer Sakhra (wilaya de Sétif, Algérie).....	31
Figure 18: Variation mensuelle de l'indice d'équitabilité au niveau de Bazer Sakhra (wilaya de Sétif, Algérie).....	32
Figure 19: Variation mensuelle de l'indice de Simpson au niveau de Bazer Sakhra (wilaya de Sétif, Algérie) .....	32
Figure 20: Variation mensuelle de l'indice de Berger-Parker au niveau de Bazer Sakhra (wilaya de Sétif, Algérie).....	33
Figure 21: Modèle générale du profil de Diversité au niveau de Bazer Sakhra (wilaya de Sétif, Algérie).....	34
Figure 22: Statut phénologique des espèces d'oiseaux d'eau de Bazer Sakhra (wilaya de Sétif, Algérie).....	36

Figure 23: Tendance de la richesse spécifique au niveau de Soumar (wilaya de Sétif, Algérie). .....	39
Figure 24: Variation mensuelle de la richesse spécifique niveau de Soumar (wilaya de Sétif, Algérie). .....	39
Figure 25: Tendance de l'abondance au niveau de Soumar (wilaya de Sétif. Algérie) .....	40
Figure 26: Variation mensuelle de l'abondance au niveau de Soumar (wilaya de Sétif, Algérie). .....	41
Figure 27: Variation mensuelle de l'indice de Shannon-Weaver au niveau de Soumar (wilaya de Sétif, Algérie). .....	42
Figure 28: Variation mensuelle de l'indice d'équitabilité au niveau de Soumar (Wilaya de Sétif, Algérie). .....	43
Figure 29: Variation mensuelle de l'indice de Simpson au niveau de Soumar (wilaya de Sétif, Algérie). .....	43
Figure 30: Variation mensuelle de l'indice de Berger-Parker au niveau de Soumar (wilaya de Sétif, Algérie). .....	44
Figure 31: Schéma générale du profil de Diversité au niveau de Soumar (wilaya de Sétif, Algérie). .....	45
Figure 32: Graphique représentant la phénologie au niveau de Soumar (wilaya de Sétif, Algérie). .....	47
Figure 33: Tendance de la richesse spécifique au niveau de Chott El Beidha (Wilaya de Sétif, Algérie). .....	50
Figure 34: Variation mensuelle la richesse spécifique au niveau de Chott El Beidha (Wilaya de Sétif, Algérie). .....	50
Figure 35: Variation mensuelle de l'abondance au niveau de Chott El Beidha (Wilaya de Sétif, Algérie). .....	51
Figure 36: Tendance de l'abondance au niveau de Chott El Beidha (Wilaya de Sétif. Algérie) .....	52
Figure 37: Variation mensuelle de l'indice de Shannon-Weaver de Chott El Beidha (Wilaya de Sétif, Algérie). .....	53
Figure 38: Variation mensuelle de l'indice d'équitabilité au niveau de Chott El Beidha (Wilaya de Sétif, Algérie). .....	53
Figure 39: Variation mensuelle de l'indice de Simpson au niveau de Chott El Beidha (Wilaya de Sétif, Algérie). .....	54
Figure 40: Variation mensuelle de l'indice de Berger-Parker au niveau de Chott El Beidha (Wilaya de Sétif, Algérie). .....	55

Figure 41: Modèle du profil de diversité au niveau de Chott El Beidha (wilaya de Sétif, Algérie).....	56
Figure 42: Graphique représentant la phénologie des espèces au niveau de Chott El Beidha (Wilaya de Sétif, Algérie).....	58

# Introduction

**Introduction :**

Le territoire algérien se caractérise par une diversité de reliefs, de topographie et de géomorphologie, renfermant une grande variété de biotopes et de processus écosystémiques écologiques, et d'une diversité biologique génétique des espèces aux nombreuses spécificités (CBD sixième rapport national, 2019).

En Algérie, 4,37% des espèces sont endémiques (plus au moins 700 espèces), 226 espèces sont protégés par la loi algérienne (JORADP). De nouvelles études mettent en lumière deux nouveaux mammifères appartenant à l'ordre des Chiroptères. De plus, au Hoggar et Tassili on note divers rapports sporadiques sur le guépard saharien (CBD sixième rapport national, 2019).

En Algérie, il existe une grande variété de biotopes et d'écosystèmes, la plupart étant des écosystèmes forestiers et montagnards. Ces écosystèmes comprennent des habitats boisés tels que l'aulnaie, la cédraie, les pinèdes, les maquis, la zénaie, la sapinière, la formation d'*Oxycedrus atlantica*, la formation de thuya, la subéraie, etc., ainsi que des habitats non boisés tels que le (Matorral, pelouses subalpines, falaises, etc.).

Les oliveraies, les palmeraies, les vergers fruitiers, la viticulture, l'horticulture et surtout la céréaliculture représentent l'écosystème cultivé (CBD sixième rapport national, 2019).

La steppe à sparte, la steppe à armoises, les formations d'*Oxycedrus*, la daya à pistachier, les pinèdes et les matorrals font partie de l'écosystème steppique. L'écosystème saharien comprend des steppes, des lits d'erg, de reg, de hamada, d'oueds d'acacia, ainsi qu'une arganeraie limitée dans la zone de Tindouf.

Les habitats de l'écosystème humide d'eau douce comprennent des étangs, des lacs, des marais, des lacs de barrages, des dayas, des Gueltas, des chotts, des sebkhas, des sources d'eau et des cascades (CBD sixième rapport national, 2019).

Géographiquement parlant, la composition physique de l'Algérie et sa variété du climat donnent naissance à une richesse significative des régions humides. Ses caractéristiques physiques sont largement reflétées dans une région de latitude variée avec une gamme de climats, où l'impact méditerranéen augmente avec l'approche de la mer. Cette diversité climatique a entraîné un large éventail d'écosystèmes humides. Donc, la région qui subit un taux plus élevé de pluviométrie au nord-est de l'Algérie abrite le complexe d'El-Kala. Les marais de la Macta et la sebkha d'Oran sont deux exemples de plans d'eau salée qui sont

caractéristiques de la région nord-ouest du pays sous un régime pluviométrique moins important (DGF, 2004).

*« Les régions littorales et le Sud extrême de l'Algérie ont connus plusieurs expéditions scientifiques. On note plusieurs travaux, articles et thèses faites sur la biodiversité de ces régions. Par exemple, on remarque que la plupart des thèses de doctorat soutenue en Algérie sur les oiseaux d'eaux sont faites dans les régions Nord-Est, Ouest, et Sud du pays ».*

Les chotts et les sebkhas sont situés principalement au niveau des plaines steppiques hautes. Ce sont des lacs continentaux salins peu profonds qui se sont constitués au Pléistocène et s'étalent sur de très vastes étendues de millions de Km<sup>2</sup>, comme le Chott El Hodna, le Chott chergui et le Chott Melghir. Le désert du Sahara contient de multiples zones humides artificielles "les oasis". Les montagnes de l'Ahaggar et du Tassili contiennent dans leur réseau hydrologique plusieurs étendues d'eau permanentes qui s'appellent gueltats, témoignant encore des périodes humides du Sahara (DGF, 2004).

La D.G.F, l'organe directeur de la Convention de Ramsar en Algérie, a inscrit 50 zones sur la Liste des zones humides importante internationalement de la Convention de Ramsar, totalisant 2 959 000 hectares. Le classement de ces localités a eu lieu entre 1982 et 2004 (source DGF).

*« Les publications scientifiques et les thèses de doctorats sur les oiseaux d'eaux en Algérie sont localisé dans le côté extrême nord-est de l'Algérie en allant vers les hauts plateaux (Oum el Bouaghi, Khanchela et Batna) et la vallée d'Oued Righ et Chott Sefioune au Sud (Houhamdi et col. ; Samraoui et col. ; Bensaci, 2010 ; Bara, 2014) ».*

La grande superficie de l'Algérie (2,382000 km<sup>2</sup>), la diversité de son climat (subhumide, semi-aride et aride) et ses 1350 km de côtes lui confèrent une large gamme d'habitats propices à une flore et une faune extraordinaire (Stevenson et al., 1988 ; Samraoui et De Bélair, 1998). Les Hauts Plateaux est une vaste région principalement située dans les provinces de Sétif et Oum El Bouaghi avec un climat semi-aride.

*« Peu de données ornithologiques sont rapportés sur l'avifaune des zones humides de Sétif, et les travaux publiés restent un état de lieu descriptif de la région. Aucune étude n'a soulevé la relation entre le couple climat oiseaux (phénologie, diversité, conservation) ».*

Au sud Constantinois, il y a environ 20 zones humides situées dans l'axe entre Oum el Bouaghi et Sétif, d'une ampleur écologique et économique incontournable (Jacobs et

Ochando, 1979). Le complexe couvre la région de Sétif à Ain El-Beida et est réputé pour sa grande diversité. La plupart des sites du complexe ont des eaux saumâtres ou salées, constituant une fonction primordiale dans la migration de la faune aquatique (dans le trajet migratoire Europe de l'Est – Afrique centrale et Sahel). Diverses espèces passent l'hiver à divers endroits du complexe des hauts plateaux (Ledant et al., 1981 ; Samraoui et Samraoui, 2008), et certains sites servent de zones de reproduction (trophisme important).

*« Les zones humides ont reçu une attention particulière à cause des dizaines de milliers d'espèces végétales et animales, considérés comme d'importants réservoirs de biodiversité ».*

L'Algérie est riche en zones humides dont certaines sont importantes pour la reproduction de nombreuses espèces menacées, rares ou en péril. On cite le cas de la Sarcelle marbrée *Marmonetta angustirostris*, l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* et le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*). Aujourd'hui en Algérie 50 zones humides sont classées comme zones humides d'importance internationale (classées selon la convention de Ramsar – voir site web de la convention).

L'Algérie est dotée d'une position dominante dans les pays de l'écozone Paléarctique de l'ouest, avec de multiples espèces utilisant ces régions humides comme zones d'hivernage ou autant qu'haltes pour les espèces qui hivernent dans la partie occidentale (Houhamdi et al., 2008).

*« Les milieux humides de Sétif sont connus pour être un lieu de passage pour certaines espèces qui se reproduit au Sud, ou un site d'hivernage pour certaines espèces menacés ».*

Dans diverses zones d'hivernage, l'écologie de la faune aviaire aquatique, son hivernage, sa migration et ses rythmes de l'activité ont été étudiés de manière approfondie. (Piro et al., 1984 ; Allouche et al., 1989)

Les oiseaux ont un trait biologique adapté qui implique plusieurs stratégies adaptatives à leur environnement, cela fournit une grande variété de fonctions importantes, comme l'aires de reproduction, la mue des individus, l'hivernage et le refuge (Tamisier et Dehorter, 1999). Les peuplements d'oiseaux fréquentent les milieux humides à une ou de multiples étapes de leurs phases de vie et exploitent ces zones de différentes manières, en fonction de leurs niche écologique, réseaux trophique et statut phénologique (Fustec et al., 2000).

Les recherches présentent la répartition des oiseaux à l'aide d'un modèle ordonné à l'échelle spatiotemporel (Houhamdi et Samraoui, 2002).

L'objectif de cette thèse de doctorat est :

- Mettre à jour la liste des oiseaux aquatiques dans trois milieux humides de Sétif (Sebkha de Bazer Sakhra, retenue collinaire de Soumar et Chott El Beida) ;
- Décrire la structure de la population d'oiseau d'eau dans ces trois zones humides (phénologie, stratégie d'hivernage, statuts de conservation et analyse écologique).
- Proposer un schéma de conservation des oiseaux d'eaux qui occupent nos 3 zones d'études

« Cette étude soulève une question d'actualité, est ce que les conditions climatiques de la région (température, précipitation) influencent les groupements d'oiseaux aquatique (étude de l'effet de quelques paramètres du climat sur l'abondance, la diversité, la phénologie et la structure) ? ».

# **Description du site**

## CHAPITRE 1 : DESCRIPTION DU SITE

Située dans le Nord-Est algérien et dans la région des hauts plateaux, la wilaya de Sétif s'étend sur une superficie estimée à 6.549,64 km<sup>2</sup> et son altitude moyenne dépasse 1000 m.

Elle est entourée de six wilayas : au Nord, les wilayas de Bejaia et de Jijel ; au Sud, M'sila et de Batna ; à l'Est, la wilaya de Mila ; à l'Ouest, la wilaya de Bordj-Bou-Arréridj

La wilaya de Sétif est d'un climat continental semi-aride, et les forêts représentent 66,15% de la superficie totale de la wilaya.

La wilaya de Sétif héberge un complexe de zones humides (Tableau 1)

**Tableau 1: les zones humides de la wilaya de Sétif**

<b>Zone humide</b>	<b>Situation</b>
Chott El Beidha	Hammam Sokhna
Chott El Frein	Ain Lahdjar
Sebkha de Bazer Sakhra	El Eulma
Sebkha d'El Hamiet	Tella
Sebkha de Melloul	Guellal
Barrage d'Ain Zada	Mahdia
Barrage d'El Maouane	Ouricia
Retenue collinaire de Soumar	Ain Arnat
Retenue collinaire de Zairi	Ouricia
Retenue collinaire d'Ain Abessa	Ain Abessa
Retenue collinaire de Ben Alleg	Amoucha
Retenue collinaire de Mahdia	Mahdia

Trois zones humides de cette liste étaient choisies selon des critères qui se justifient comme suit :

- La retenue collinaire Soumar est une zone humide qui abrite des effectifs importants d'oiseaux d'eau à haute importance comme l'Érismature à tête blanche malgré sa superficie réduite et cette zone n'a jamais été sujette à l'étude.
- La sebkha de Bazer Sakhra qui est un site très riche en espèces d'oiseaux, cette zone a été étudiée auparavant et on voulait faire une comparaison de l'évolution des effectifs d'oiseaux d'eau dans cette dernière.

- Chott El Beidha (Sebkhet Sokhna) est la seule zone qui reçoit des eaux chaudes qui se refroidissent au fur et à mesure qu'elles s'approchent du plan d'eau.

## **I. SEBKHA DE BAZER SAKHRA**

### **I.1. Découpage administratif :**

Depuis que la commune Bazer Sakhra a été créée en 1957, le tracé des limites de la commune a subi des modifications lors de la dissolution de l'ancienne commune mixte d'Eulmas (aujourd'hui El-Eulma). En effet, de 1957 à 1985, la commune occupait 19 716 hectares. Après la division administrative en 1985, la superficie a été réduite à 15 716 hectares. La commune de Bazer Sakhra renferme les limites juridiques de la sebkha de Bazer Sakhra et est sous la juridiction de cette dernière.

### **I.2. Géographie :**

La sebkha de Bazer Sakhra (Figure 1) occupe entièrement le côté sud de la commune. Elle est située entre CN9 et RN77. Elle s'étend entre 36°05'40" Nord et 03°33'50" Est. (Boumezbear, 2004). La zone humide est d'environ 1550 hectares et une altitude comprise entre 910 et 917 mètres, ce qui en fait d'elle la dépression endoréique naturelle d'apport la plus haute et de salinité la plus élevée de Sétif (Djerdali 1995).

### **I.3. Géologie :**

Constitué de vase salée, le bassin de la Sebka est souvent inondé, surtout en hiver, et recouvert d'une croûte de sel en été. L'origine du sel est attribuée à la période triasique. Mais des études géophysiques suggèrent qu'il appartient à une fine lame, soit associée au front de la plaque tellienne, soit au recouvrement supérieur des séries du complexe exotique Sud Sétif. Bien que les propriétés d'écoulement des Sebchas permettent la salinité, le phénomène principal reste le mouvement vers le haut qui ramène l'eau chargée de sel à la surface. (ANONYME, 1974).

Sa topographie et son relief sont généralement caractérisés par une régularité relative, avec une altitude d'environ 940 m. En effet, 82 % de la superficie entière de la ville est d'une pente de 3 %. La superficie restante, soit 18 %, est constituée de collines de faible altitude, allant de 3 % à 12,5 %. En revanche, le côté ouest et sud de la zone « Sebka de Bazer Sakhra » constitue un territoire isolé de 1267 m (Djebel Braou).

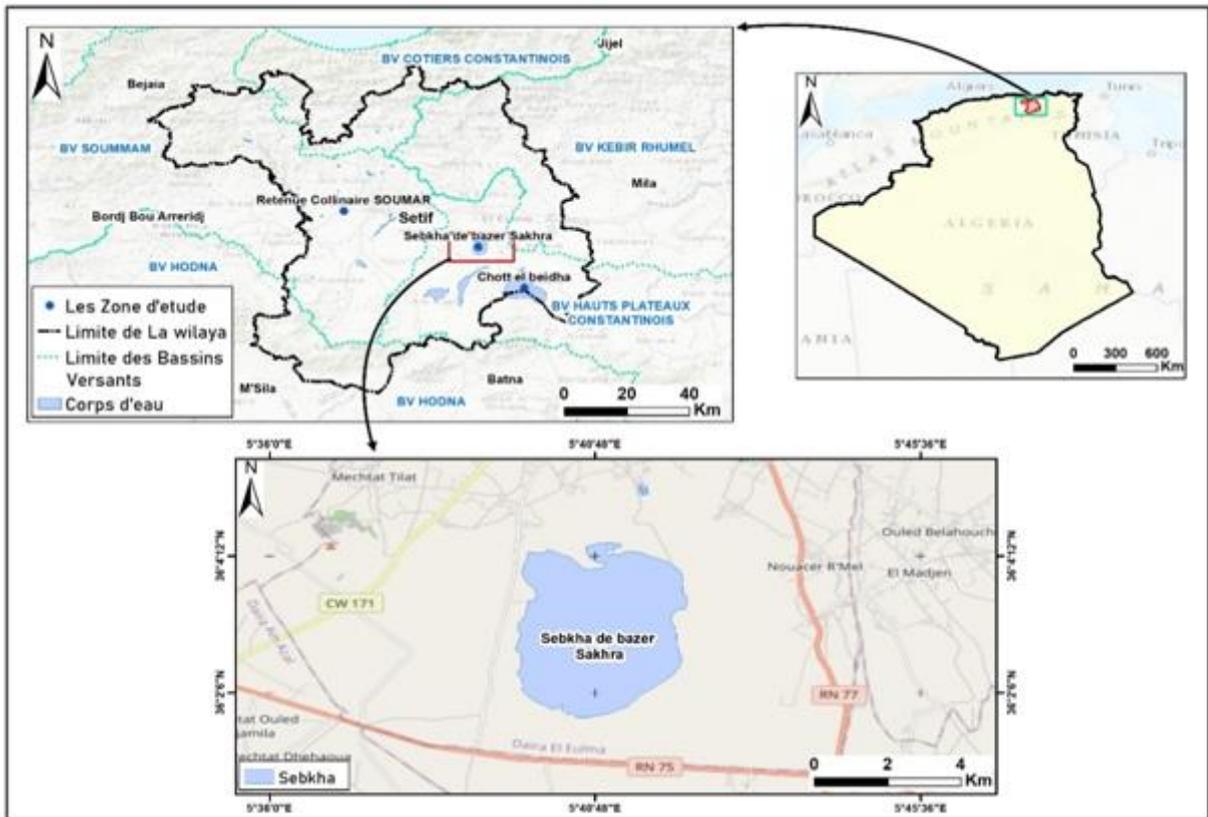


Figure 1: Situation géographique de Sebkhia Bazer Sakhra (Wilaya de Sétif, Algérie)

(© LAROUG Selma 2024)



Figure 2: Sebkhia de Bazer Sakhra (© LAROUG Selma : 16/10/2019)

#### **I.4. Pédologie :**

L'étendue aquatique représente une dépression fermée naturelle qui pénètre dans un relief presque plat. Il est posé sur un substrat meuble et ses pentes ont une dénivellation pouvant atteindre 5 m. Il est entouré de sols de différents types et propriétés. En général, les zones nordiques-est et du sud sont dominées par des sols salins, représentant environ 70%, tandis que les sols calcaires bruns de la région ouest représentent environ 20%, et les sols cryptiques et autres sols humides de la région sud représentent environ 10%. Le substrat rocheux géologique est de nature calcaire et les affleurements de roche de gypse du Trias sont courants dans les régions du sud où les solutions du sol sont limitées. La séquence géochimique selon la carte des sols établie en 1974, permet démontrer quatre types pédologiques :

- Les saliorthides : les régions nord et sud de la sebkha sont occupées par des sols salés. On les a également trouvés dans les segments sud-est et sud. Son humidité est d'environ 20 % et pas de plus ;
- Calciorthides : sols calcaires bruns, Ils sont présents dans la partie ouest de la sebkha. Leurs strates supérieures sont légèrement organiques et reposent sur des strates calcaires. La teneur en carbonate de la plupart de ces sols est largement supérieure à 15 %, l'humidité est d'environ 42% (Anonyme, 1974) ;
- Les Haploxeroles ou Scérorendzines : majoritairement des argiles de surface. Ils sont concentrés derrière les terres salines alcalines de la région orientale. La quantité de carbonate de calcium varie entre dix et cinquante pour cent. Les haploxeroles sont en général localisés dans les alentours des sebkhas et des chotts, et la totalité des profils salins est susceptible d'être présentes (Anonyme 1974) ;
- Paleorthides : la partie sud de Sebkha est occupée par ces sols et ils délimitent tout son périmètre.

#### **I.5. Hydrologie :**

La sabkha de Bazer Sakhra est une zone endoréique et un réservoir d'eaux souterraines important pour les trois principales vallées fluviales qui l'alimentent :

- Oued El-Mellah (permanent) ;
- Oued Djermane (temporaire) ;
- Oued El-guitoun (temporaire) ;

Les eaux usées de l'Oued El-Mellah proviennent des rejets aquatiques (domestiques et industrielles) du village d'El-Mellah et d'El Eulma. L'hydraulicité de la Sebkha en été est assurée par Oued El-Mellah. Le taux d'eau de la rivière asséchée peut aller jusqu'à 1 m pendant la saison hivernale et les années de fortes pluies, et le débit annuel moyen dans le bassin versant est proche de 7,3 millions de mètres cubes (Bechtel 1975).

L'eau de la sebkha est d'une certaine salinité et d'une forte pollution. En plus, l'eau de l'Oued Djermane rejoint l'eau de l'Oued El-Mellah et s'écoule au nord-est de la Sebkha, tandis que l'eau de l'Oued El-Guitoun finit par s'écouler dans la région nord de la Sebkha. L'hiver des années pluvieuses, il est possible que le taux d'eau puisse toucher un mètre. Cependant, durant la saison sèche au nord-est de la Sebkha, les niveaux d'eau ont chuté de manière significative mais ne se sont pas asséchés et sont progressivement revenus à des niveaux normaux avec les précipitations.

Il convient de noter que la quantité d'eau à cette Sebkha change d'année en année, selon les facteurs climatiques. Par exemple, en 2004/2005, le taux d'eau dans le secteur nord-ouest de la Sebka a largement dépassé 1,10 m, alors que durant l'année 2019/2020 pendant la réalisation de ce travail le taux des précipitations a été inférieur à 400 mm (soit ¼ de la superficie totale de la sebkha est inondée) et la sebkha s'est asséchée en saison estivale. Une légère étendue d'eau est restée seulement dans la zone nord de cette dernière.

#### **I.6. Exploitation du site :**

Nos 3 zones humides sont soumises aux mêmes grandes pressions, dont :

- Le pâturage : Les alentours d'Oud El Mellah sont fréquentées par de multiples cheptel bovins et ovins ; notamment par les nomades qui viennent en été abreuver leurs bêtes ; Ainsi ils dérangent beaucoup les oiseaux surtout les espèces nicheuses. Le surpâturage provoque également une réduction du tapis végétale ;
- La chasse, des actes de braconnage : sont observés dans ce site. En effet, plusieurs coups de feu ont été entendus (observation personnel). Ceci a un effet négatif sur la multiplication de ces espèces dans ce milieu ;

La pollution : les effluents ménagers et industriels d'el Eulma qui sont déversées dans Oued El Mellah peuvent avoir des effets polluants et qui affecte négativement les espèces fauniques et floristiques vivant dans ce site (Djerdli, 1995).

## **II. RETENUE COLLINAIRE SOUMAR**

### **II.1. Découpage administratif :**

Le sous-bassin de Boussellam couvre principalement la partie occidentale de la wilaya de Sétif et la partie orientale du gouvernorat de Bordj Bou Arreridj de manière administrative. Il y a huit (8) daïras qui comprennent seize (16) communes, dont dix (10) rurales et six (6) urbaines. Le gouvernorat de Sétif est représenté par Sétif, El Ouricia, Ain-Arnat, Ain Oulmène, Mezloug, Guellal, Ouled Si Ahmed, Ksar El Abtal, Guidjel, Rasfa et Salah Bey, tandis que le gouvernorat de Bordj Bou Arreridj est représenté par Ain Taghrout, Bir kasdali, Ain Tassera, Ras El Oued

### **II.2. Géographie :**

La retenue collinaire de Soumar (Figure3) se positionne à 10 km du côté ouest de la capitale provinciale de Sétif, et la ville la plus proche est la ville d'Ain-Arnat, à 2 km au nord du site, du côté est-ouest de l'autoroute (direction vers Alger). Il est situé entre les montagnes Hodna au sud et les montagnes des Babors dans la partie nordique. Il est situé dans la commune d'Ain-Arnat (drainé par Oued Boussellam). La superficie humide est de 42 ha, d'une longueur de 5km. Ce plan d'eau est une zone humide artificielle destinée à l'irrigation. Les données géographiques sont comme suit : latitude  $36^{\circ} 09' 20''$  et  $36^{\circ} 15' 00''$  nord et méridien  $5^{\circ} 15' 45''$  et  $5^{\circ} 19' 45''$  Est.

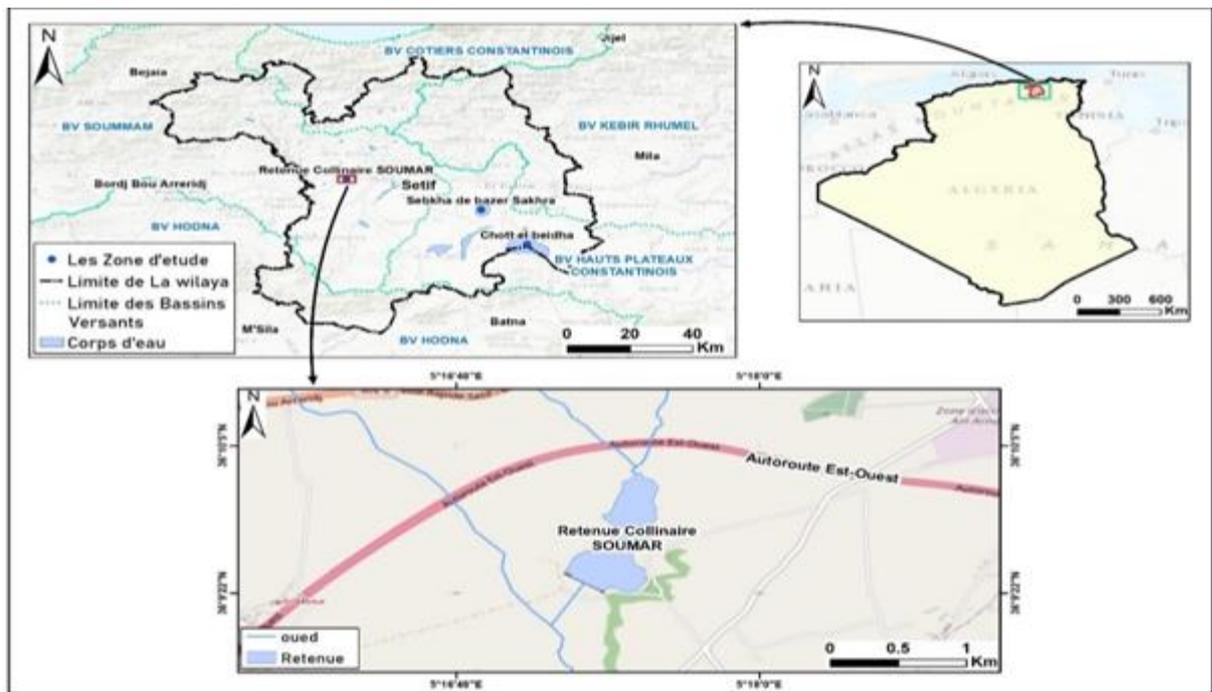


Figure 3: Situation géographique de la retenue collinaire Soumar (Wilaya de Sétif, Algérie) (© LAROUG Selma 2024)



Figure 4: Retenue collinaire Soumar (© LAROUG Selma :29/10/2019)

### **II.3. Géologie :**

Selon Boudoukha (1998), la surface étendue du sous bassin étudié est presque entièrement recouverte par des surfaces très variées de graviers, de galets, de sables, de limons, d'argiles, de marnes et de calcaires des lacs. Cependant, la papille moyennement haute située près de la charge inverse près de Sebket Melloul est du Trias. Géologiquement, les strates du bassin peuvent être qualifiées de strates structurales.

### **II.4. Géomorphologie :**

Les caractéristiques morphologiques globales de ce sous bassin sont des caractéristiques évolutives qui se sont poursuivies depuis le Quaternaire. La variété morphologique de l'amont vers l'aval se manifeste par :

- Les terrasses de la partie nordique du bassin sont constitués de reliefs recouverts de sédiments quaternaires, principalement des strates de matériel de l'Éocène intermédiaire et dans une moindre mesure des strates de flysch et de l'Éocène favorisant les zones semi-arides dans les parties supérieures du bassin) ;
- Les contreforts du milieu du sol sont principalement constitués de sédiments quaternaires, tandis qu'une petite partie de la couverture allochtone Sud Sétif est présente, ce qui améliore la perméabilité du sol.
- Les sols du sud-ouest sont formés principalement par une couverture péne-native et indigène d'Hodna associée au Trias allochtone.
- Au milieu, les sols sont constitués de matériaux géocroisés de l'Éocène, terrestres et allochtones, tandis qu'au Nord-ouest, des strates du Mio-pliocène sont présentes.

### **II.5. Relief :**

Le relief environnant est marqué par le plat à l'ouest et au nord de l'ouvrage et par des pentes moyennes à l'est et au sud. La zone amont du sous bassin de Boussellam est une partie montagneuse avec des altitudes typiquement moyennes et fortes, avec trois zones distinctes :

- Le secteur montagneux ;
- Les hautes plaines ;
- La frange semi-aride.

**II.6. Hydrologie :**

La retenue collinaire est alimentée par un cours d'eau à l'est d'Oued Bousellam. Les affluents d'eau approvisionnant la retenue collinaire en eaux sont essentiellement temporaires et ne font que drainer les eaux des crues d'hiver, par conséquent leurs débits sont très irréguliers. L'alimentation en eau du site est due principalement aux eaux de crues, s'ajoutant à celles-ci les eaux provenant des sources (02) et les eaux usées d'Ain-Arnat. La présence de l'eau durant la période chaude est fonction de l'intensité du pompage pour le besoin agricole.

### III. CHOTT EL BEIDHA

Chott El Beidha (Hammam Essoukhna) est un lac saumâtre temporaire entouré d'une prairie composée d'espèces halophytes ; pendant la saison sèche, les incrustations de sel couvrent une grande partie du site. Il est important pour deux espèces hivernantes, le *Phoenicopterus roseus*, et le *Tadorna tadorna* qui ont été représentés relativement en grand nombre, mais dépassant rarement le seuil de 1 % en raison de la présence à proximité de plusieurs autres milieux humides (zone de transit). La rétention des sédiments et la lutte contre les inondations pendant les années de pluies exceptionnelles sont assurées par cette zone humide, elle est aussi une zone de pâturage importante pour les moutons qui se nourrissent des arbustes de salpêtre (*Atriplex halimus* et *Atriplex canescens*). Il est également d'intérêt archéologique grâce à la présence de coquillages, des monticules (jusqu'à 150 mètres de long et dix mètres de haut qui contiennent des outils), des os, des cendres et des coquilles d'escargots datant de la civilisation caspienne d'environ 7000 AEC. Autour du site se trouvent des céréales et d'autres cultures. L'érosion des sols et la désertification sont les principales menaces endommageant le site. Bien qu'un plan de gestion n'ait pas encore été établi, des mesures de restauration sont prises pour préserver la couverture végétale. (RAMSAR, 2019).

#### III.1. Découpage administratif :

Le site chevauche entre Sétif et Batna, et se positionne à 4 km de la partie austral du centre de la Daïra de Hammam Sokhna, au niveau de la wilaya de Sétif. Presque la totalité du côté septentrional appartient à Sétif, notamment la commune de Hammam Sokhna, et la partie sud remonte à la commune de Msir, qui appartient à la province de Batna. Le site a une superficie totale de plus de 12 223 hectares à une altitude de 874 à 887m (Boumezbeur, 2004).

#### III.2. Géographie :

Chott El Beidha (Figure5) s'inscrit dans le domaine des hauts Plateaux Sétifiens, plus exactement à l'échelon du sous bassin Chott-El-Beida dans la daïra d'El-Eulma positionnée dans le côté oriental de l'Algérie, appartenant au bassin versant des hauts plateaux de Constantine (DEMDOUM, 2010).

Les coordonnées géographiques de la zone humide sont les suivantes : latitude : 35°54' 20" et 35°57' 80" N, longitude : 05° 53' 20" et 05° 53' 30" E. (ALIAT, 2017).

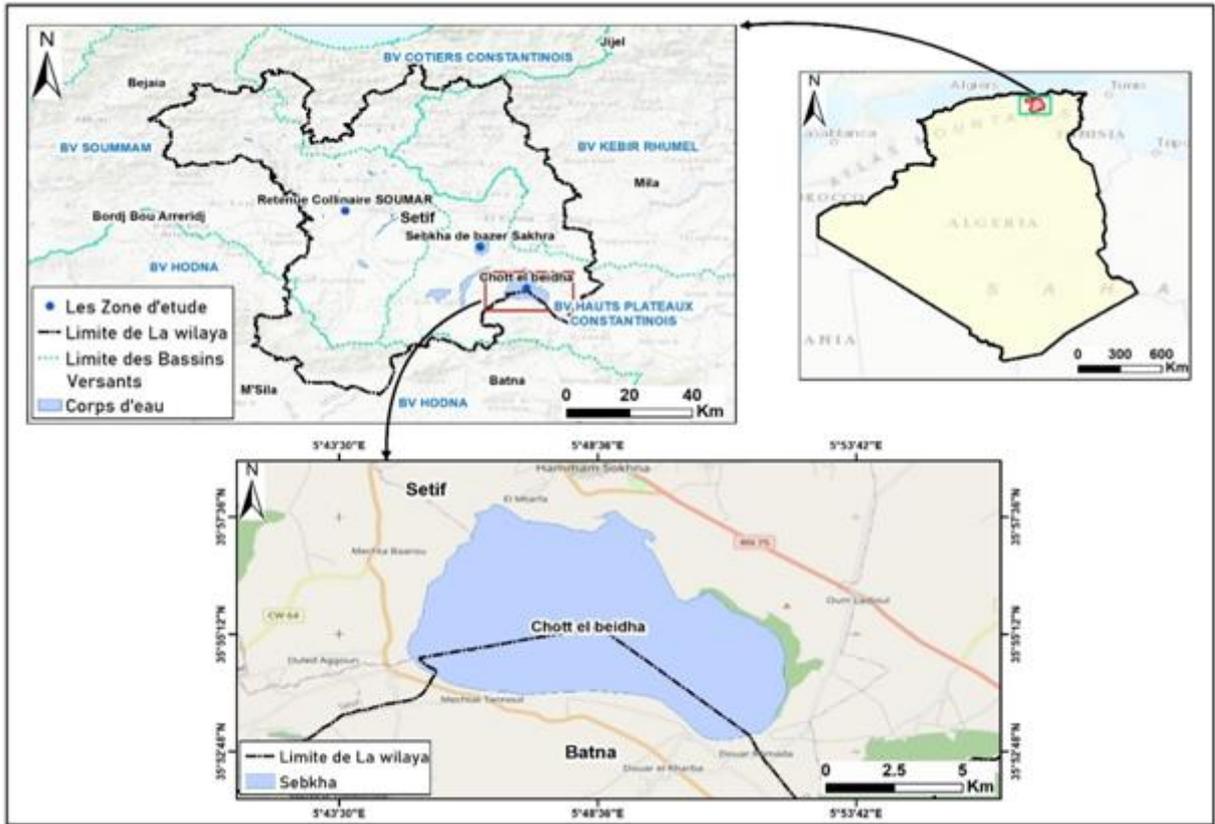


Figure 5: Situation géographique de Chott El Beidha (Wilaya de Sétif, Algérie)

(© LAROUG Selma 2024)

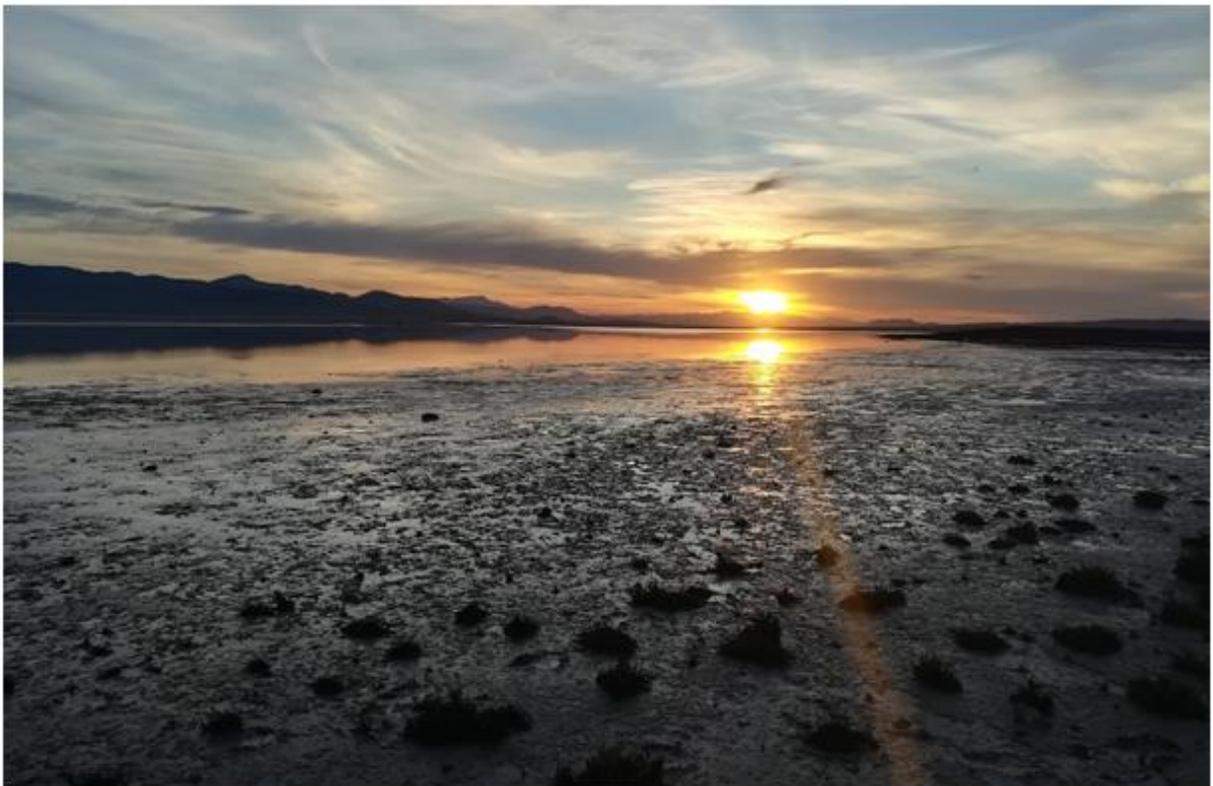


Figure 6: Chott El Beidha (© LAROUG Selma: 14/12/2019)

### III.3. Géologie :

La haute plaine de Sétif appartient au domaine alpes et forme la topographie de tout le nord algérien (VILA, 1980). Cette plaine est une vaste zone plate avec une altitude moyenne d'environ 940 mètres.

Compte tenu de l'extrême sensibilité des plantes au sel, il est nécessaire d'examiner les sources de sel dans le site d'étude. Les formations rocheuses et les structures de la zone sont représentées sur la carte géologique, qui permet de classer les ensembles suivants. (BATIER et al., 1959 ; VILA, 1977) :

- Les terrains qui présentent peut ou pas de tectonisme sont ceux appartenant au quaternaire et au Mio-pliocène.
- Le terrain quaternaire présente des zones très accidentées composées de sable, de limon, de gravier et de l'argile. Des reliefs de chotts et de Sebkhass peuvent être observés sur ces terres, et ils sont liés aux formes classiques du Nedorianisme.
- Mio-pliocène : les basses terres du Pliocène moyen sont constituées de calcaires lacustres avec des marnes grises contenant de grosses lentilles de conglomérat et quelques galets de sel ou de gypse. Les sédiments des rivières lacustres sont souvent très rougeâtres. (BOUDOUKHA, 1988). Dans la partie nordique-est du Chott El Beida, il y a des conglomérats et des calcaires lacustres de couleur rose, et des affleurements de cette formation se trouvent dans les environs du Djebel Garsa. (GOUMIDI et KAOUACHE, 1995) ;
- Les zones tectonisées comprennent un ensemble de blocs calcaires provenant des affleurements calcaires éocènes à Djebel Tafourar, Oum Laadjoul, et Djebel Aghmarouel, ainsi que des affleurements calcaires Dogger à Djebel Tafourar. Le Trias comprend également des dépôts lagunaires abondants en halite, en gypse et en argiles colorées, tels que ceux du Djebel Garsa (BOUDOUKHA, 1988).

En contaminant certains aquifères voisins, les sels de gypse du trias affectent négativement la qualité chimique de l'eau. (ALIAT, 2017).

### III.4. Géomorphologie :

Le site d'étude est constitué d'une surface plane avec la présence de quelques Djebels ou reliefs dynamiques. Ce terrain plat représente un lac du début du Quaternaire tel que la sebkha de Bazer Sakhra, celle de Melloul, l'oued El Mallah et chott El Beida (BECHTEL, 1975).

### III.5. Pédologie :

Les sols qui entourent le site sont saumâtres à alcalins salés, de structure dégradée avec des variations irrégulières de calcaire et de gypse, caractérisés par des textures limoneuses, argilo-limoneuses, argilo-sableuses, limono-sableuses. (O.T.I., 1974 ; BECHTEL, 1975 ; LAHMAR et al., 1993 ; B.N.E.D.E.R., 2000 ; ALIAT, 2017).

La conductivité moyenne est de 0,76 à 8,3, le pH alcalin est de 8,5 et la majorité de la composition saline est composée de sulfates et d'autres chlorures. (Boumezbeur, 2004).

### III.6. Hydrologie :

Les Chotts et Sebkhass font partie du système hydrologique endoréique, et leur flux interne est probablement causé par la sécheresse. Ensuite, elles seraient alimentées par des apports profonds moins connus, mais tout de même dépendantes d'apports sporadiques d'eaux de crue plus ou moins abondantes lorsqu'elles traversent des terrains salins tels que des marnes miocènes ou des blocs triasiques, ces crues se transformant souvent en sel. (Saheb, 2003).

Par ailleurs, Pouget (1980) in BOUZID (2003), détermine les chotts et sebkhass comme des systèmes évaporatifs se nourrissant du ruissellement de surface et des aquifères profonds. Autour de Sebkhass, l'existence d'une nappe phréatique saline n'est pas uniforme en profondeur et favorise la formation de sols salins.

D'après la division de l'Agence Nationale des Ressources en Eau (ANRH), le site étudié est situé dans le bassin versant du Chott El Beida n°1 (1596 kilomètres carrés), un parmi 7 sous-bassins qui composent le plus grand 7ème bassin versant du plateau de Constantine (9578 km<sup>2</sup> de superficie). Ce qui correspond aux exutoires naturels partagés par les massifs adjacents (BACHA et BECHIM, 2005 ; ALIAT, 2017).

Pendant la saison des pluies, le Chott est submergé et s'assèche complètement en été., avec une quantité annuelle moyenne de 16 millions de mètres cubes dans son bassin versant, dont une partie s'infiltré dans les eaux souterraines (BECHTEL, 2005). Il est rarement complètement submergé et le taux d'eau est capable de toucher le 1,5 m de profondeur.

Pendant la période sèche qui commence en juin, la croûte blanche s'étend jusqu'à l'horizon (observation personnel).

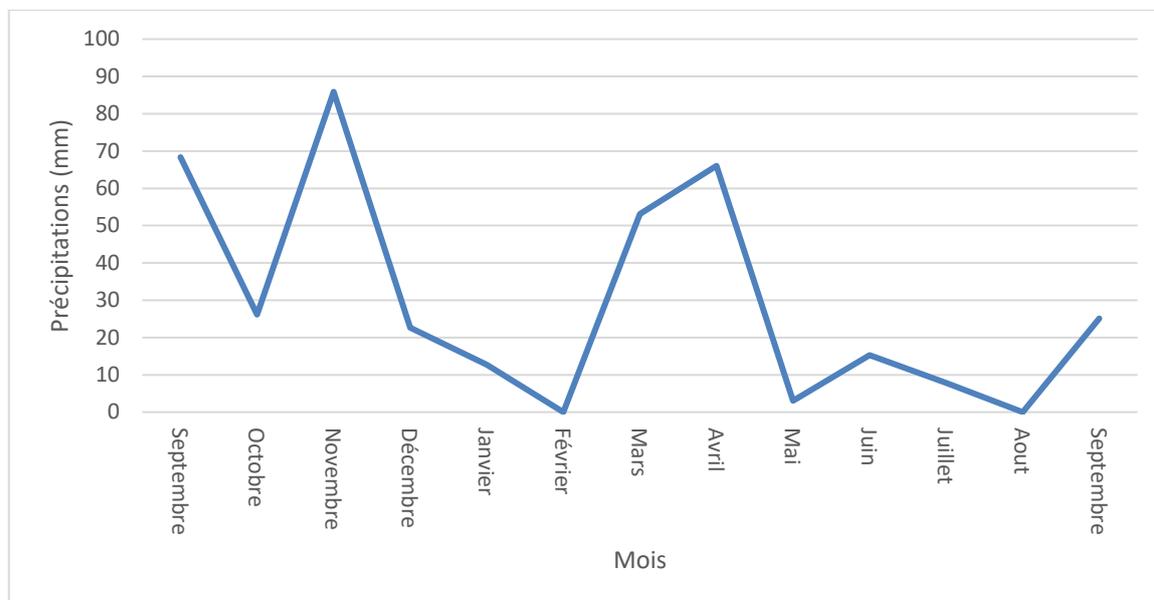
Le chott est un terrain bas où s'accumulent eau et sédiments et, les années exceptionnelles, Il sert de zone d'épandage des crues pour éviter les inondations des zones voisines. (BOUMEZBEUR et BOULAHLIB, 2005).

#### **IV. Description climatique de la région de Sétif (Algérie)**

Nos données climatiques proviennent du site internet [www.TuTiempo.net](http://www.TuTiempo.net) . L'absence de stations et de postes d'observation météorologiques au niveau de chacune des zones étudiées, nous a mené à l'utilisation des données globales complètes et homogènes de Sétif (wilaya du Nord-Est de l'Algérie). Nous avons étudié et analysé les principales variables climatiques pour la wilaya de Sétif (à savoir les précipitations, la vitesse du vent, la température et le taux d'humidité).

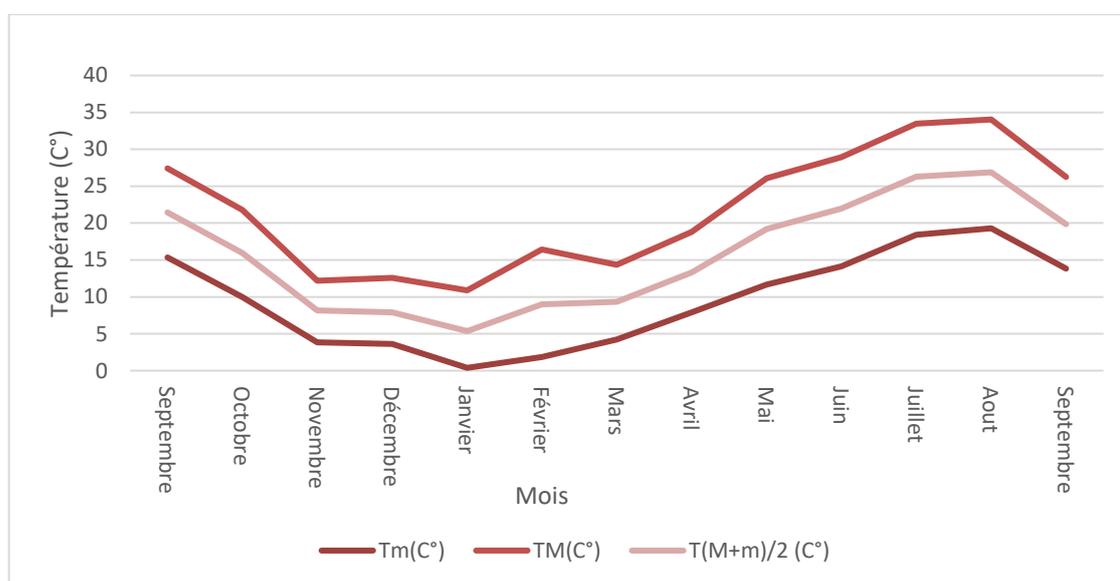
Chaque variable climatique est présentée dans les figures suivantes. Les variables température (°C), vent (km/h) et taux d'humidité sont calculés en « moyenne » et les précipitations (mm) sont calculées en « cumul ».

Les précipitations dans la région de Sétif présentent des fluctuations. Les précipitations moyennes en février et août sont les plus faibles avec 0 mm. Les mois avec les plus fortes précipitations sont : Septembre et Novembre (2019) dont les moyennes mensuelles sont successivement : 68,33 mm et 85,88 mm (Figure 4)



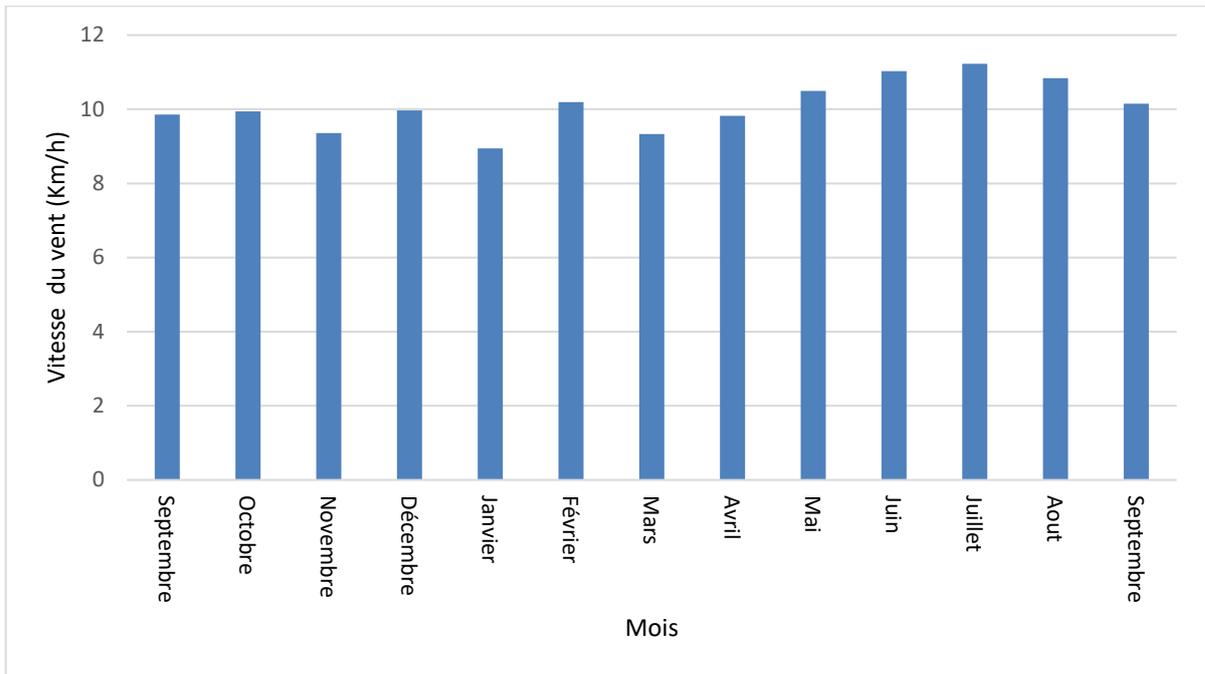
**Figure 7: Moyennes mensuelles des précipitations au niveau de la région de Sétif (2019-2020).**

Durant l'étude menée sur 4 saisons (2019-2020), la plus basse température moyenne mensuelle a été notée en janvier à 5,36°C, et la plus haute température a été notée en juillet avec une température moyenne mensuelle de 26,88°C (Figure 5).



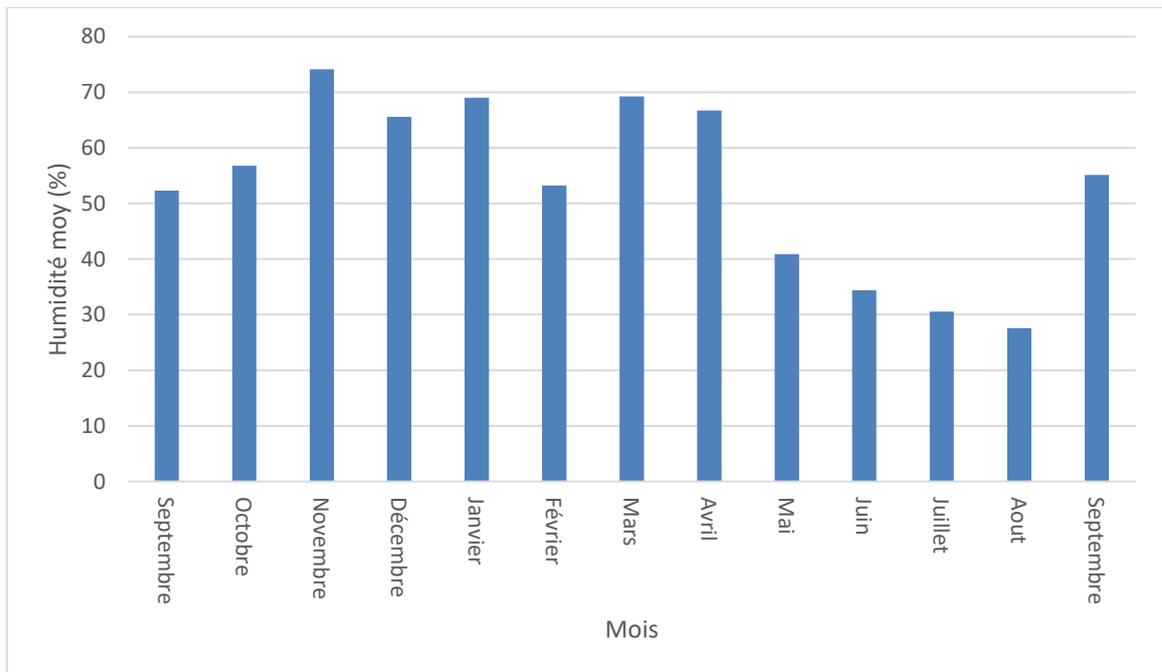
**Figure 8: Variations des températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de Sétif (2019-2020).**

Nous avons remarqué que la vitesse du vent est relativement stable, avec un intervalle de vitesse du vent de 0,9 km/h, la vitesse du vent a atteint son maximum de 11,23 km/h et la vitesse du vent la plus faible est de 8,94 km/h (Figure 9).



**Figure 9: Variation mensuelle de la vitesse moyenne mensuelle des vents (2019-2020).**

Le mois le plus humide est novembre avec un pourcentage d’humidité de 74,13 % et le mois le moins humide est août avec un pourcentage d’humidité de 27,58 % (Figure 7).

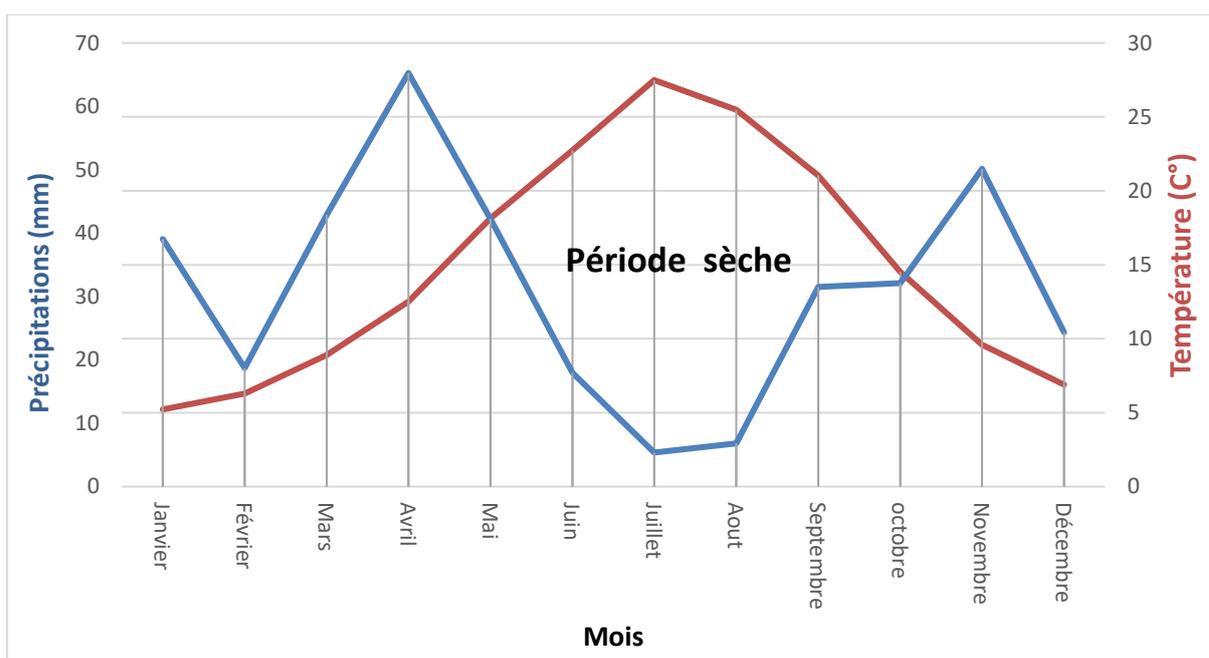


**Figure 10: Variation mensuelle du taux d'humidité au niveau de Sétif (2019-2020).**

### IV.1. Synthèse bioclimatique :

Nous avons utilisé les deux indices les plus fréquemment utilisés dans la région méditerranéenne pour la synthèse bioclimatique : les périodes sèches calculées à partir du diagramme pluviothermique de Bagnouls et Gausson et le climagramme basé sur le quotient pluviothermique d'Emberger. Les indices climatiques disponibles déterminent ce choix.

La période du début du mois de mai et la fin du mois d'octobre est la période sèche s'étendant sur cinq mois. (Figure 11).



**Figure 11: Diagrammes pluvi-thermiques de la région de Sétif (2010-2020).**

**Tableau 2: Quotient d'Emberger de la région de Sétif (Source : Sétif-aéroport, 2018)**

Pluviométrie annuelle en (mm)	Températures				Q <sub>2</sub>	Etage bioclimatique
	Mois le plus chaud	M (C°)	Mois le plus froid	m (C°)		
386,07	Aout	34,04	Janvier	0,38	39,34	Semi-aride

Nous avons représenté la zone étudiée sur le climagramme (Figure 12) en plaçant notre valeur Q<sub>2</sub> de 39,34. Nous constatons que le climat de Sétif est de type méditerranéen, continental et semi-aride, avec des hivers froids et humides et des étés chauds et secs. Avril est le mois de plus grande pluviosité et juillet est le mois de moindre pluviosité(sec).

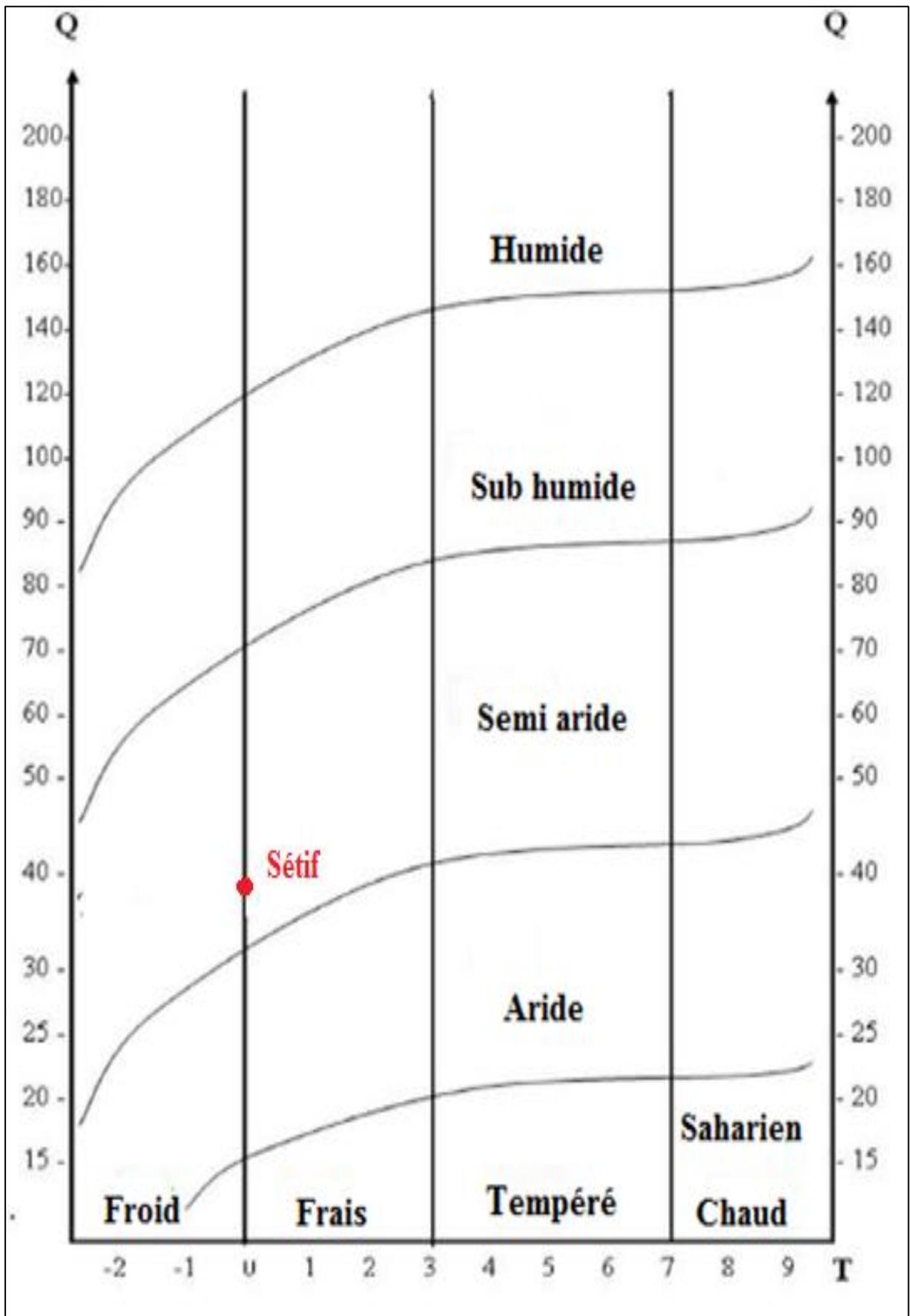


Figure 12: Climagramme d'Emberger pour la région de Sétif (Nord Est de l'Algérie)

# **Matériel et méthodes**

## Chapitre 2 : Matériel et méthodes

Cette étude vise à étudier la morphologie et la phénologie de la faune aviaire aquatique des trois zones humides de Sétif (Bazer Sakhra ‘‘BZ’’, Soumar ‘‘S’’ et Chott El Beidha ‘‘CEB’’). Les trois zones humides représentent une variabilité topographique, géologique et géomorphologique. On note des zones humides naturelles (BZ et CEB) et artificielles (S) ; des zones humides dulçaquicole (S) et saumâtre (BS et CEB), des zones humides larges (BS et CEB) et limitées en surface (S).

### 2.1. Fréquence d’échantillonnage :

Les déplacements sur le terrain sont effectués tôt le matin ou tard dans le soir (en période de crépuscule) pour assurer une meilleure activité des oiseaux (Bara, 2014). Les observations sont effectuées entre le mois de Septembre 2019 et Septembre 2020. Une fréquence de deux sorties par mois (la première s’effectuait pendant la première quinzaine du mois et la deuxième s’effectuait pendant la deuxième quinzaine de ce dernier) est acceptée ; et le choix de la journée se fait par rapport aux conditions climatiques (précipitations et vitesse du vent) (Blondel, 1975).

Un télescope Bushnell Legend Ultra HD 20-60x80 et un zoom optique pour Smartphone (X20) sont utilisés pour observer les oiseaux. Le guide ornithologique HEINZEL et al. (2004) facilite l’identification des espèces. Nous avons totalisé 150 heures d’observation durant tous les cycles de l’étude.

### 2.2. Les données climatiques :

Les données climatiques ont été téléchargées à partir du site web [www.tutiempo.net](http://www.tutiempo.net) (données climatiques payé en Euro). On a reçu les données climatiques de la durée d’étude s’étalant sur 13 mois en fichiers Excel, ensuite nous avons procédé aux calculs des moyennes et des cumules et à l’élaboration des courbes et histogrammes en utilisant Excel©.

### 2.3. Méthode de comptage :

Notre comptage est basé sur le dénombrement des individus, c’est le principe que nous adoptons pour compter : lorsque le groupement d’oiseaux est à moins de 200 m de notre point d’observation, elle est donc proche de ce dernier, et son nombre ne dépasse pas 200 oiseaux ; sinon, Nous ferons des estimations quantitatives lorsque la taille de la population est supérieure à 200 individus ou lorsque les groupes sont éloignés les uns des autres. Nous fractionnons le champ visuel en bandes, comptons le nombre moyen d’oiseaux dans chaque bande et rapportons le nombre de bandes totales. (Lamotte, Bourrelière, 1969; Blondel, 1975;

Legendre, Legendre, 1979; Tamisier, Dehorter, 1999; Elphick, 2008). La marge d'erreur de cette méthode est de 5 à 10%, et est dépendante de la qualité du matériel utilisé et de l'expérimentation de l'observateur. (Houhamdi, 2002 ; Boukrouma et al., 2011 ; Loucif et al., 2020).

## **2.4. Analyse écologique du peuplement :**

### **2.4.1. Abondance totale des oiseaux (A) :**

C'est un indice qui repose sur le dénombrement de l'effectif de la totalité de la faune aviaire aquatique qui ont visité la région humide durant une période bien précise (généralement 15 minutes). Elle donne un aperçu de la capacité d'accueil de l'étendue d'eau. Il est possible d'évaluer cette capacité tout au long du cycle annuel, y compris pendant l'hivernage, la migration post et pré-nuptiale de la faune aviaire aquatique et surtout la période de reproduction en effectuant un suivi de l'abondance totale.

### **2.4.2. Richesse spécifique (S) :**

C'est un indice qui désigne le nombre d'espèces d'avifaune aquatique observée à un moment donné (Blondel, 1969 ; Legendre et Legendre, 1979 ; Lindström et Piersma, 1993). Les variations temporelles de l'occupation d'un milieu humide par de multiples espèces d'avifaune sont souvent indiquées par la richesse spécifique. De plus, elle aide à identifier et à identifier les phases les plus riches et les plus pauvres de ces zones humides en oiseaux d'eau. Cela nous permet de comprendre les services offerts par la zone humide pour chaque espèce.

### **2.4.3. Indice de diversité Shannon-Weaver :**

L'indice de diversité le plus appliqué et qui prend en considération simultanément la richesse des espèces et la régularité de distribution, proposé à l'origine par Claude Shannon en 1948. L'indice est lié au concept d'incertitude. Si par exemple, une communauté a une très faible diversité, nous pouvons être assez certains de l'identité d'un organisme que nous pourrions choisir au hasard (haute certitude ou faible incertitude). Si une communauté est très diversifiée et que nous choisissons un organisme au hasard, nous avons une plus grande incertitude quant aux espèces que nous choisirons (faible certitude ou incertitude élevée). L'indice de Shannon noté  $H'$  correspond au théorème ci-dessous :

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

- $p_i$  = la proportion ou le pourcentage d'abondance d'une espèce présente ( $p_i = n_i/N$ ) ;
- $n_i$  = le nombre d'individus recensés pour une espèce présente;
- $N$  = le nombre total d'individus recensé, toute espèce confondue ;
- $S$  = le nombre total ou cardinal de la liste d'espèces présentes.

L'indice de Shannon, qui évalue le taux de la complexité d'une population avienne (BLONDEL, 1975) permet de désigner la diversité particulière d'une population étudiée. On se rappelant, que la diversité spécifique désigne le nombre plus ou moins élevé d'espèces existantes dans une population. L'indice  $H'$  est égal à 0 si la population est homogène.

Plus nous sommes en contact avec diverses espèces, plus la valeur augmente logarithmiquement. En conséquence, compte tenu d'une diversité des espèces, les valeurs  $H'$  varient généralement de 1 à 5. Ceci est engendré par le fait que la taille de l'échantillon est nécessairement liée à l'indice de Shannon. Cependant, il est important de comparer ces valeurs avec prudence. Enfin, une population hétérogène où la totalité des individus de l'ensemble des espèces sont classifié de manière égale est définie par la valeur  $H_{max} = \log_2(S)$ . L'indice  $H'$  se déplace donc entre ces deux bornes.

#### **2.4.4. Indice d'équitabilité de Pielou :**

L'indice d'équitabilité de Pielou, également connu comme l'indice d'équirépartition ( $E$ ), est souvent utilisé pour expliquer l'indice de Shannon. Sa formule représente le rapport entre  $H'$  et  $H_{max}$ , correspondant à  $E = H'/H_{max}$ . Ainsi, cet indice se situe entre 0 et 1. Si  $E = 1$ , les abondances des espèces du peuplement sont identiques. S'il tend vers  $E = 0$ , Ainsi, il y a un déséquilibre dans lequel une seule espèce prédomine l'ensemble du peuplement.

Les deux indicateurs sont utiles pour suivre les évolutions temporelles d'un peuplement (qui est le total des espèces présentes dans un territoire spécifique ayant une niche écologique similaire).  $H'$  et  $E$  sont diminués par l'introduction d'une espèce invasive ou par les pics d'opportunistes. Cependant, les indices d'un écotone (zone de transition écologique entre deux écosystèmes) ou d'une population équilibrée sont élevés. Pour estimer l'état d'un système écologique, il est impératif de considérer ces deux indices en même temps.

Finalement, cet indice est sensible à la richesse spécifique (mesure de la biodiversité d'un écosystème complet ou partiellement). La richesse particulière est représentée par la valeur de  $S$ . L'indice de Shannon tend généralement à augmenter lorsqu'il y a des espèces rares. Par exemple, le calcul de l'indice de Shannon sur une voie d'avifaune migratrice bien

connue pour ses coches insolites en automne peut s'amplifier d'une manière artificielle avec la présence des espèces de passage. L'indice de Shannon est également fortement influencé par le type de biotope.

#### 2.4.5. Indice de Simpson :

Cet indice a été créé par Edward H. Simpson, un statisticien, pour évaluer la probabilité que deux individus au hasard appartiennent au même groupe. Ce mathématicien exceptionnel est également connu pour son célèbre paradoxe de Simpson, qui est un exemple statistique bien connu d'élèves d'autant plus talentueux en sport qu'ils ont de mauvais résultats scolaires.

Simpson (1949) a établi un indice de diversité qui est une mesure de la probabilité, La probabilité que deux individus choisis au hasard soient de la même espèce augmente à mesure que la diversité diminue. En l'absence de diversité (1 espèce), la probabilité que deux individus choisis au hasard soient identiques est de 1. L'indice de Simpson est calculé de la manière suivante :

$$D = \sum_{i=1}^S \left( \frac{n_i}{N} \right)^2$$

- $p_i$  = proportion d'individus de l'espèce  $i$  ( $p_i = n_i/N$ ) ;
- $n_i$  = nombre d'individus de l'espèce  $i$  ;
- $N$  = nombre total d'individus ;
- $S$  = le nombre total ou cardinal de la liste d'espèces présentes.

Une valeur nulle pour cet indice signifie une diversité maximale, tandis qu'une valeur de 1 signifie une diversité minimale. Pour obtenir des valeurs plus faciles à comprendre, il est préférable d'utiliser l'indice de diversité de Simpson, qui est représenté par  $1-D$ , avec la valeur 1 pour le maximum de diversité et la valeur 0 pour le minimum de diversité.

#### 2.4.6. L'indice d'équitabilité de Berger-Parker :

L'indice, développé par Berger et Parker (1970), évalue la part de la communauté qui est représentée par la plus grande espèce. Il ignore la totalité des autres espèces.

$$D = \frac{N_{max}}{N_t}$$

- $N_{\max}$  = nombre d'individus de l'espèce la plus représentée ;
- $N_t$  = nombre de l'ensemble d'individus pour la totalité des espèces.

#### **2.4.7. Analyse statistique des données :**

L'analyse de correspondance (AC) est une autre méthode d'ordination, un peu similaire à l'ACP, mais pour les données compétitives ou discrètes. L'analyse de correspondance permet de comparer les associations contenant des comptes de taxons ou des comptes de taxons entre associations. En outre, l'AC est plus approprié s'il est prévu que les espèces ont des réponses uni modèles aux paramètres sous-jacents, c'est-à-dire qu'elles favorisent une certaine proportion du paramètre et deviennent rares sous des valeurs inférieures et supérieures (contrairement à l'ACP, qui suppose une réponse linéaire). L'algorithme CA utilisé dans PAST© est tiré de Davis (1986), qui comprend également une description plus détaillée de la méthode. L'ordination des échantillons et des taxons peut être tracée dans le même système de coordonnées CA, dont les axes seront normalement interprétés en termes de paramètres environnementaux (par exemple, la profondeur de l'eau, la température) (Hammer et al., 2001).

# **Résultats et discussion**

## Chapitre 3 : Résultats et discussion

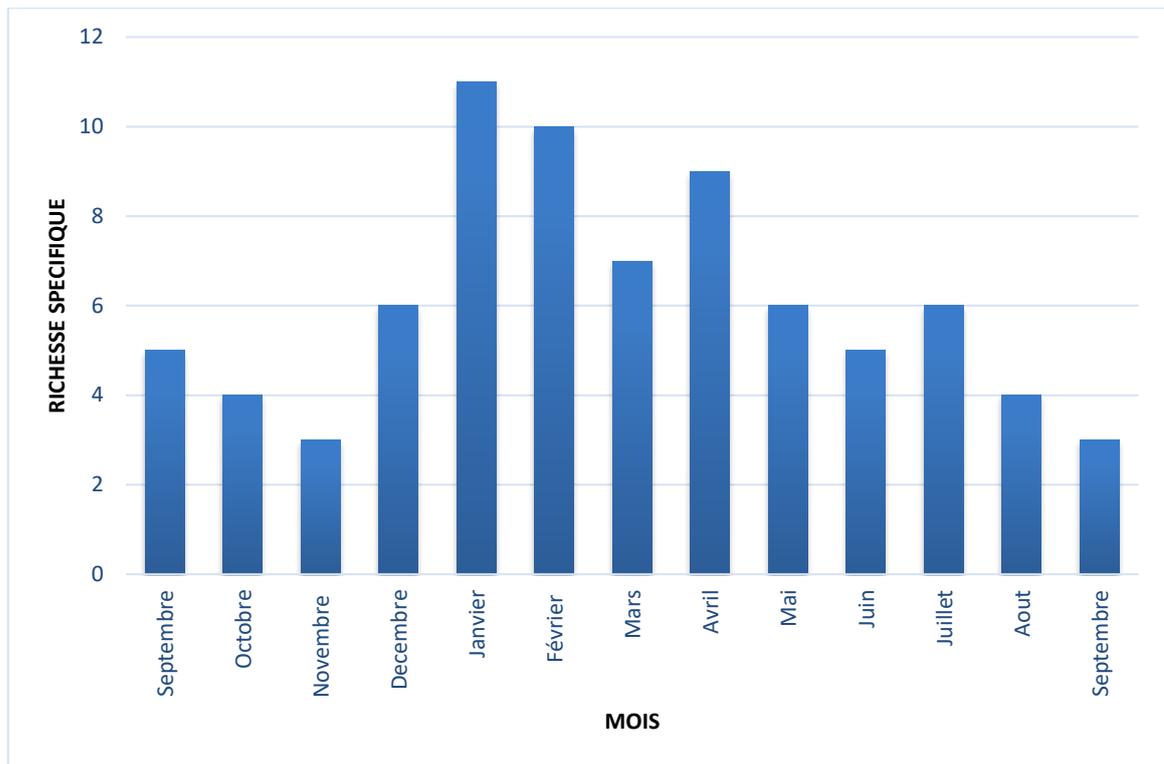
### I. SEBKHA DE BAZER SAKHRA

#### I.1. Caractérisation de la richesse spécifique de la communauté avienne :

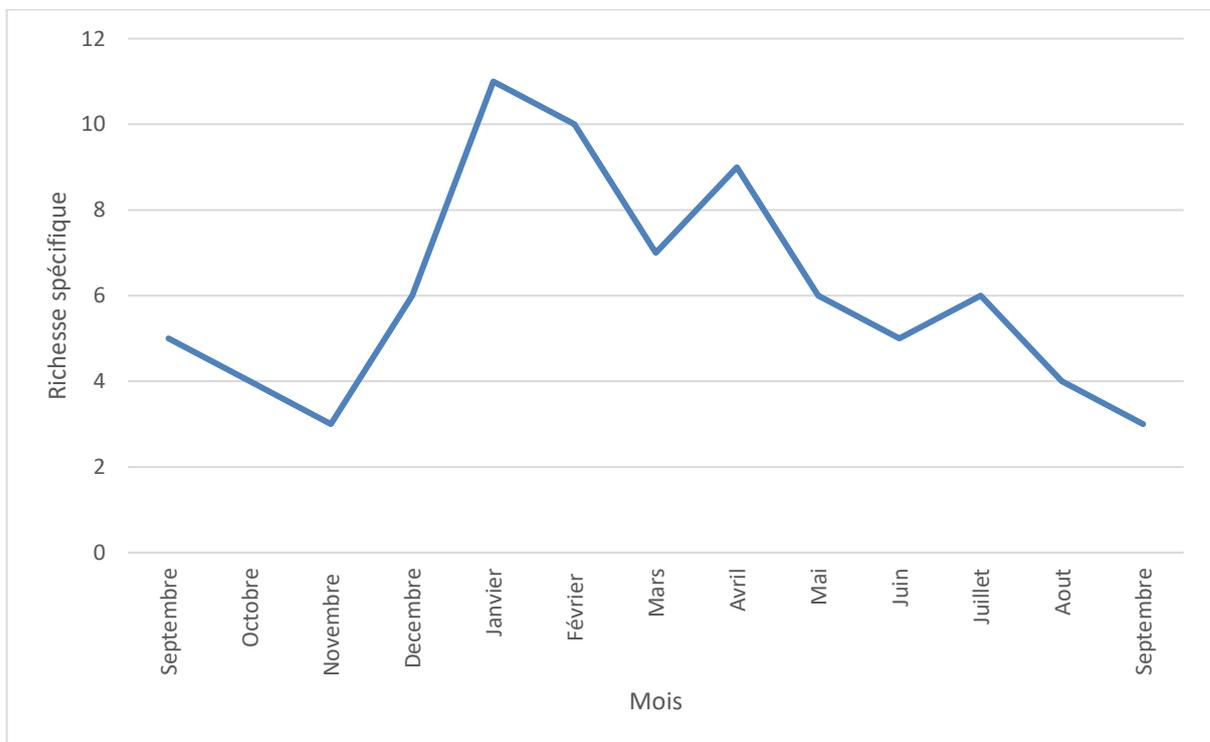
La richesse spécifique totale dénombré durant l'année d'étude est égale à 21 espèces, qui appartient à 11 familles. Les Scolopacidés sont la famille dominante désignée par 5 espèces dont : Courlis cendré (*Numenius arquata*), Chevalier guignette (*Actitis hypoleucos*), (Chevalier arlequin) *Tringa erythropus*, (Bécasseau cocorli) *Calidris ferruginea* et (Bécasseau de temminck) *Calidris temminckii*, suivis par la famille des Anatidés représentée par 3 espèces : Tadorne de belon (*Tadorna tadorna*), Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*) et Canard colvert (*Anas platyrhynchos*) ensuite la famille des Charadriidés avec 3 espèces : Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), Petit gravelot (*Charadrius dubius*) et Pluvier guignard (*Charadrius morinellus*), la famille des Laridés avec 2 espèces : Goéland leucophée (*Larus michahellis*) et Mouette rieuse (*Chroicocephalus ridibundus*) ainsi que la famille des Recurvirostridés avec 2 espèces aussi : Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*) et Échasse blanche (*Himantopus himantopus*) enfin les 6 familles restantes représentées par 1 seule espèce pour chacune de ces dernières : les Rallidés par Poule d'eau (*Gallinula chloropus*), les Gruidés par Grue cendré (*Grus grus*), la famille des Ardéidés par Héron cendré (*Ardea cinerea*), la famille des Ciconidés par Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*), la famille des Phœnicoptéridés par Flamant rose (*Phoenicopterus roseus*) et la famille des Accipitridés par Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*).

La richesse spécifique varie de 3 à 11 espèces pour l'année 2019-2020 où le mois le plus riche en espèces est Janvier 2020 (la richesse atteint son nombre maximal avec 11 espèces) et la plus faible est notées en Novembre 2019 et Juillet 2020 (3 espèces pour chacun).

La tendance de la richesse spécifique est hautement significative surtout en Janvier, Février et Avril.



**Figure 13: Tendence de la richesse spécifique au niveau de Bazer Sakhra (wilaya de Sétif, Algérie).**

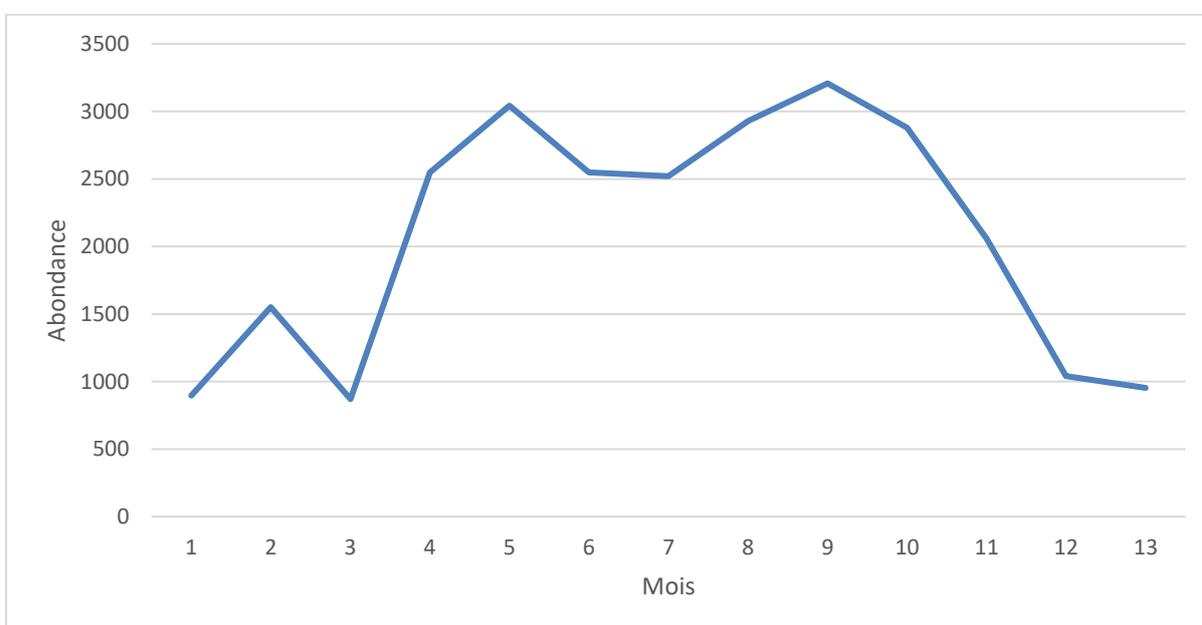


**Figure 14: Variation mensuelle de la richesse spécifique au niveau de Bazer Sakhra (Wilaya de Sétif, Algérie).**

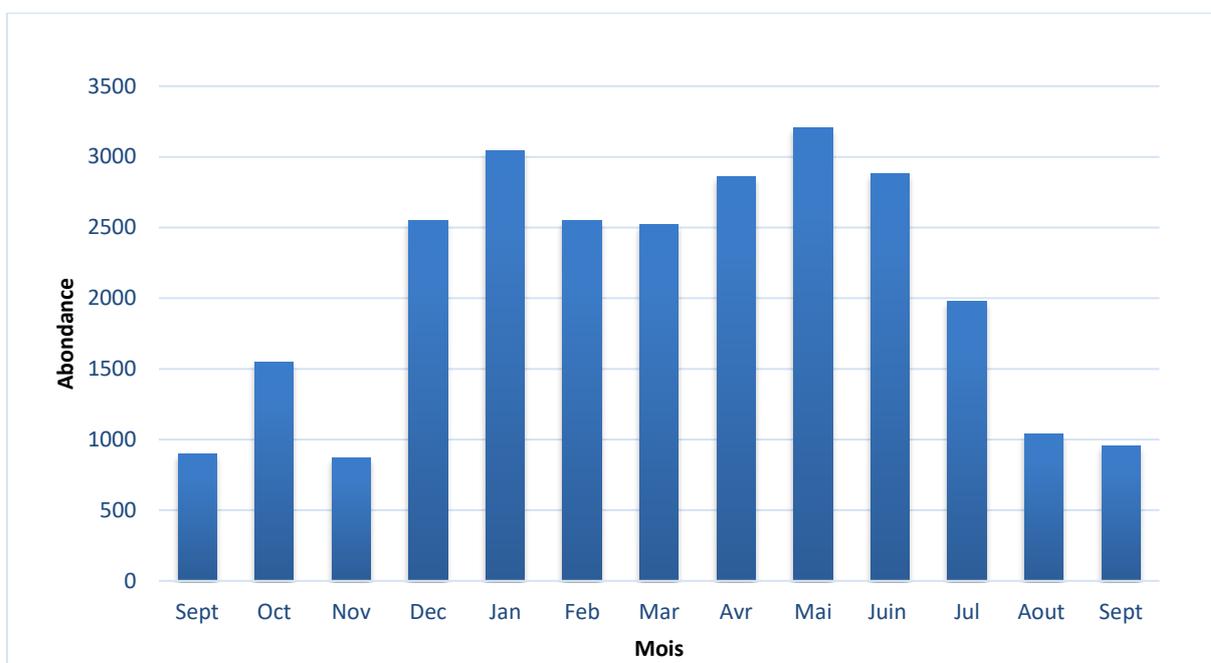
## I.2. Variation mensuelle de l'abondance :

Le graphique de l'abondance totale des individus qui ont fréquenté la sebkha de Bazer Sakhra montre que la zone humide n'est jamais inoccupée néanmoins elle est habituellement occupée par une espèce d'avifaune aquatique au moins. Le nombre cumulé d'oiseaux recensé de Septembre 2019 à Septembre 2020 est de 27049 individus.

La plus faible abondance enregistrée été 870 individus toutes espèces confondues observée en mois de Novembre 2019, tandis que la plus grande abondance représente un maximum de 3208 individus, enregistrée en mois de Mai 2020 et 3044 individus en Janvier 2020. On constate que ce plan d'eau reçoit généralement des effectifs importants de faune aviaire aquatique que ça soit en période hivernale ou en période estivale.



**Figure 15: Variation mensuelle de l'abondance au niveau de Bazer Sakhra. (Wilaya de Sétif, Algérie).**



**Figure 16: Tendence de l'abondance au niveau de Bazer Sakhra (Wilaya de Sétif, Algérie).**

### I.3. Analyse écologique de la communauté avienne :

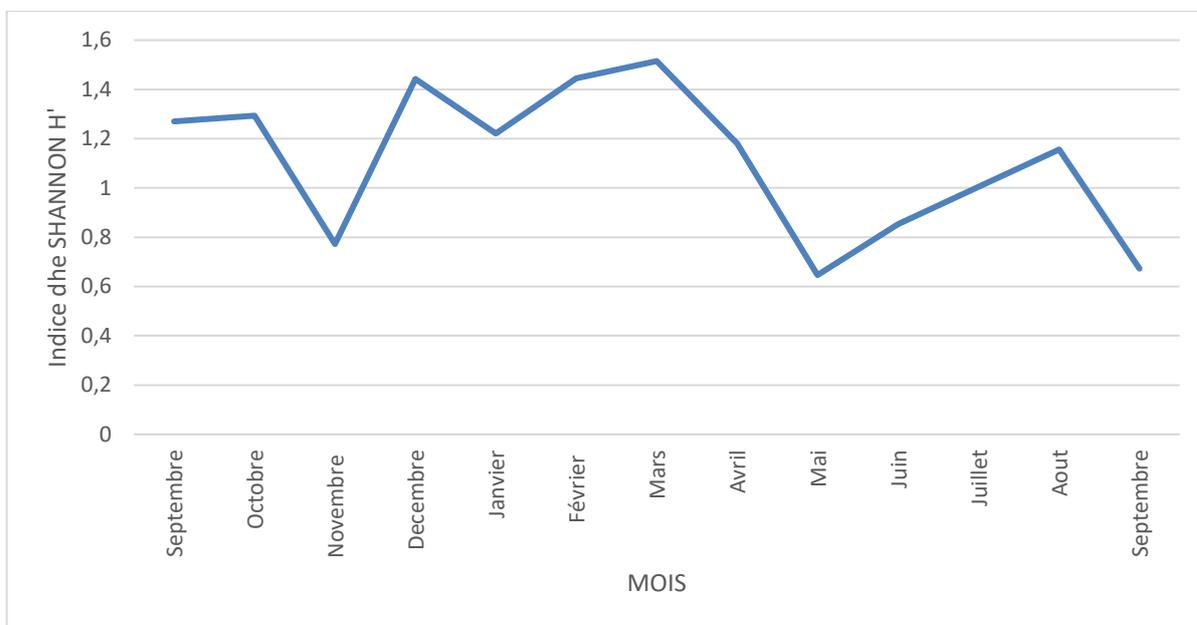
Le calcul des variations mensuelles des indices de diversité dans la sebkha de Bazer Sakhra a démontré les résultats qui se résument dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 3: Variation mensuelle des indices de diversité au niveau de Bazer Sakhra (Wilaya de Sétif, Algérie).**

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Jui.	Jui.	Aout	Sep.
<b>Richesse spécifique</b>	5	4	3	6	11	10	7	9	6	5	6	4	3
<b>Abondance</b>	897	1550	870	2550	3044	2548	2520	2930	3208	2880	2060	1040	952
<b>Dominance_D</b>	0.29	0.29	0.49	0.26	0.34	0.28	0.24	0.48	0.67	0.56	0.54	0.36	0.53
<b>Simpson_1-D</b>	0.70	0.70	0.50	0.73	0.65	0.71	0.75	0.51	0.32	0.43	0.45	0.63	0.46
<b>Shannon_H</b>	1.27	1.29	0.77	1.44	1.22	1.44	1.51	1.18	0.64	0.85	1.005	1.15	0.67
<b>Equitabilité e<sup>H/S</sup></b>	0.71	0.91	0.72	0.70	0.30	0.42	0.64	0.36	0.31	0.46	0.45	0.79	0.65
<b>Berger-Parker</b>	0.34	0.38	0.57	0.33	0.42	0.39	0.35	0.68	0.81	0.72	0.72	0.51	0.63

### I.3.1. Variation mensuelle de l'indice de Shannon-Weaver :

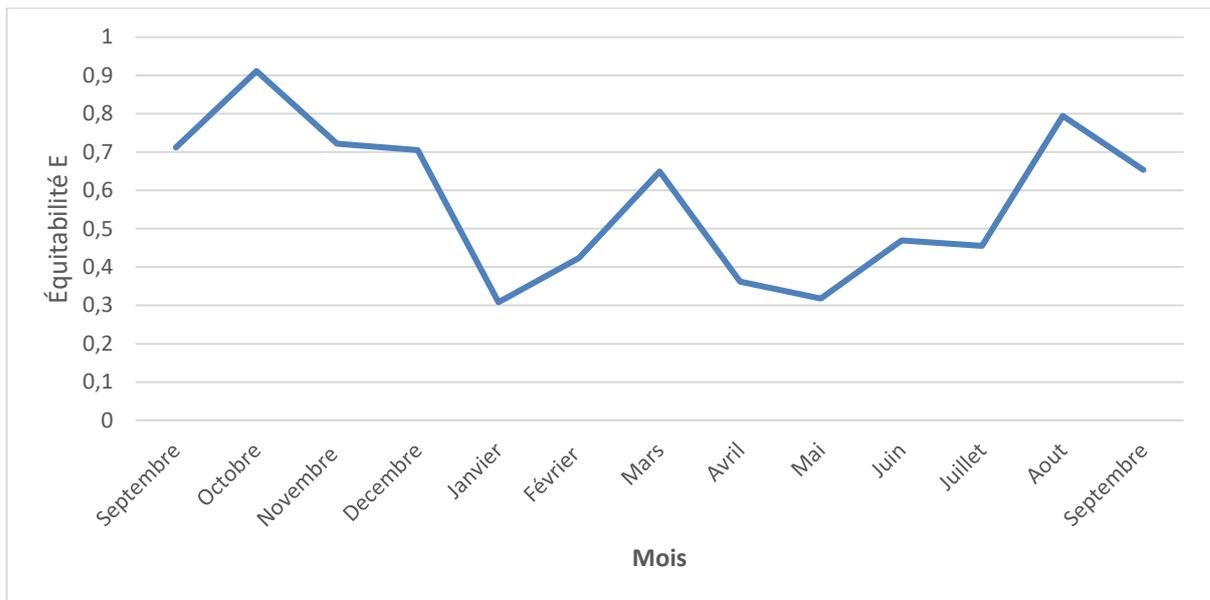
Selon le calcul de l'indice de Shannon-Weaver  $H'$ , les valeurs les plus importantes ont été constatés en Mars 2020, avec 1.51 bits, pendant de la durée d'étude de Septembre 2019 à Septembre 2020. Cela représente une richesse spécifique de 7 espèces et un effectif de 2520 individus. Cependant, les valeurs les plus basses ont été enregistrées en mai 2020 avec 0.64 bits, correspondant à une richesse spécifique de 6 espèces et un effectif de 3208 individus.



**Figure 17: Variation mensuelle de l'indice de Shannon-Weaver au niveau de Bazer Sakhra (wilaya de Sétif, Algérie).**

### I.3.2. Variation mensuelle de l'indice d'équitabilité :

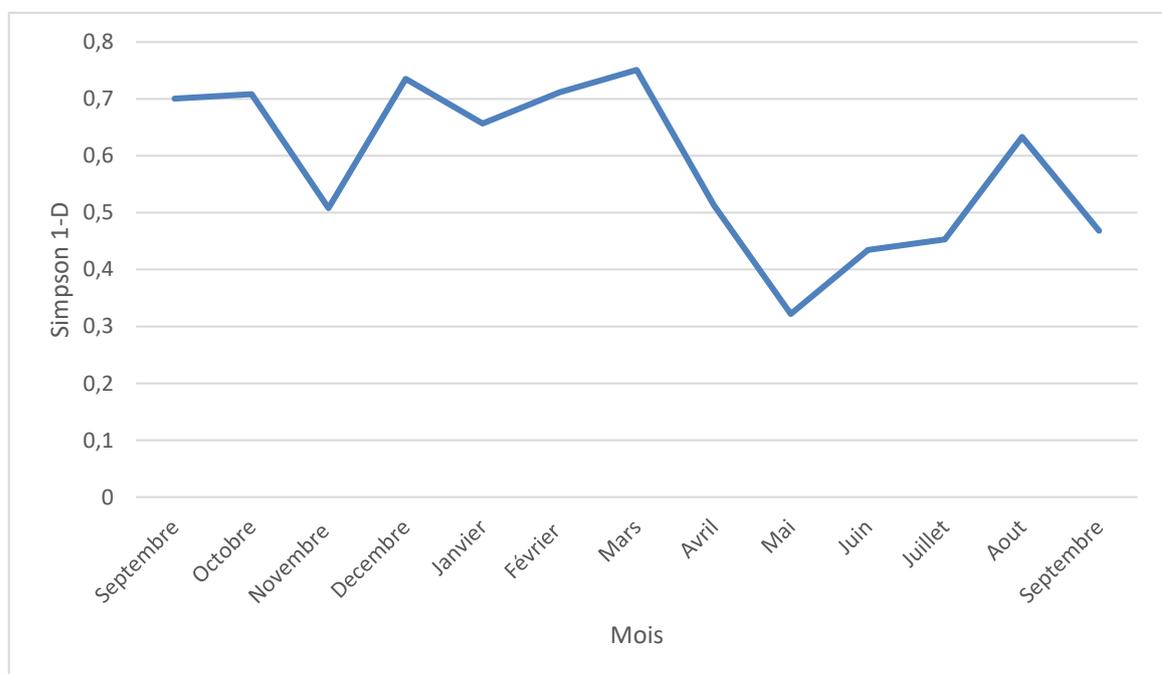
Le résultat du calcul de l'indice d'équitabilité au cours de la durée d'étude entière révèle que la valeur la plus élevée d'équitabilité a été notée en Octobre 2019 avec maximum de ( $E=0.91$ ) alors que les valeurs les plus faibles ont été notées en Janvier 2020 avec une valeur de ( $E=0.30$ ) et en Mai 2020 avec la valeur de 0.31.



**Figure 18: Variation mensuelle de l'indice d'équitabilité au niveau de Bazer Sakhra (wilaya de Sétif, Algérie)**

**I.3.3. Variation mensuelle de l'indice de Simpson :**

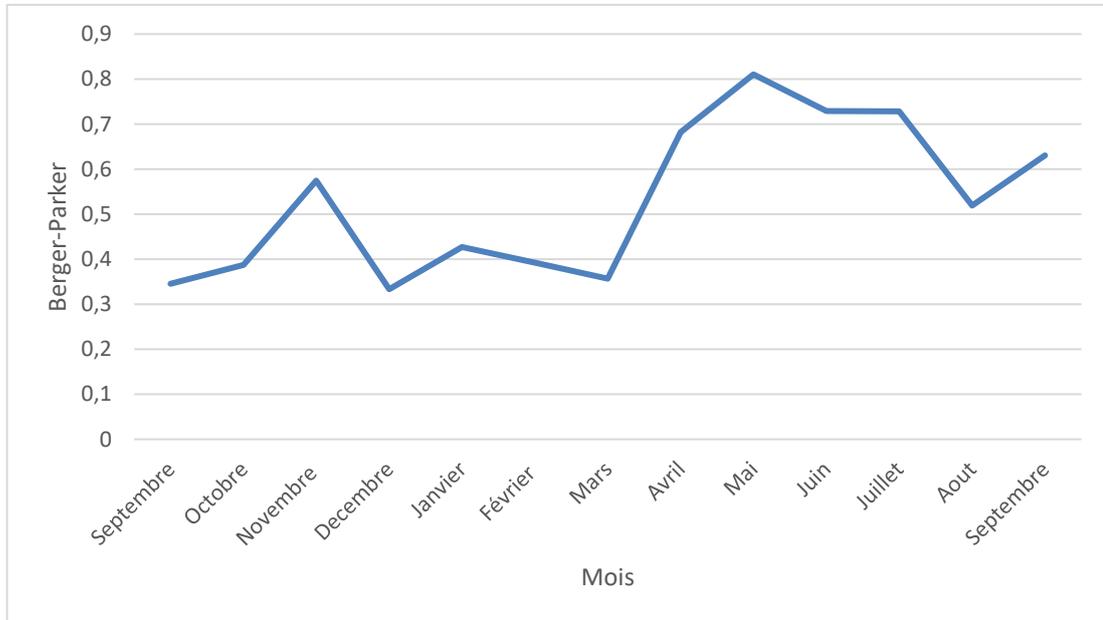
Le résultat du calcul de l'indice de diversité Simpson pendant la durée d'étude entière de Septembre 2019 jusqu'à Septembre 2020 indique que la valeur la plus haute de l'indice de Simpson a été notée en Mars 2020 avec une valeur maximale de  $(1-D = 0.75)$  tandis que les valeurs la plus faible a été notée en Mai 2020 avec une valeur de  $(1-D=0.32)$ .



**Figure 19: Variation mensuelle de l'indice de Simpson au niveau de Bazer Sakhra (wilaya de Sétif, Algérie)**

### I.3.4. Variation mensuelle de l'indice de Berger-Parker :

Le calcul de l'indice d'équitabilité de Berger-Parker pendant la durée d'étude allant de Septembre 2019 jusqu'à Septembre 2020 indique que la valeur la plus haute de l'indice de Berger-Parker été notée en Mai 2020 avec une valeur de  $D = 0.81$ , tandis que la valeur la plus faible a été notée en Décembre 2019 ( $D = 0.33$ ).

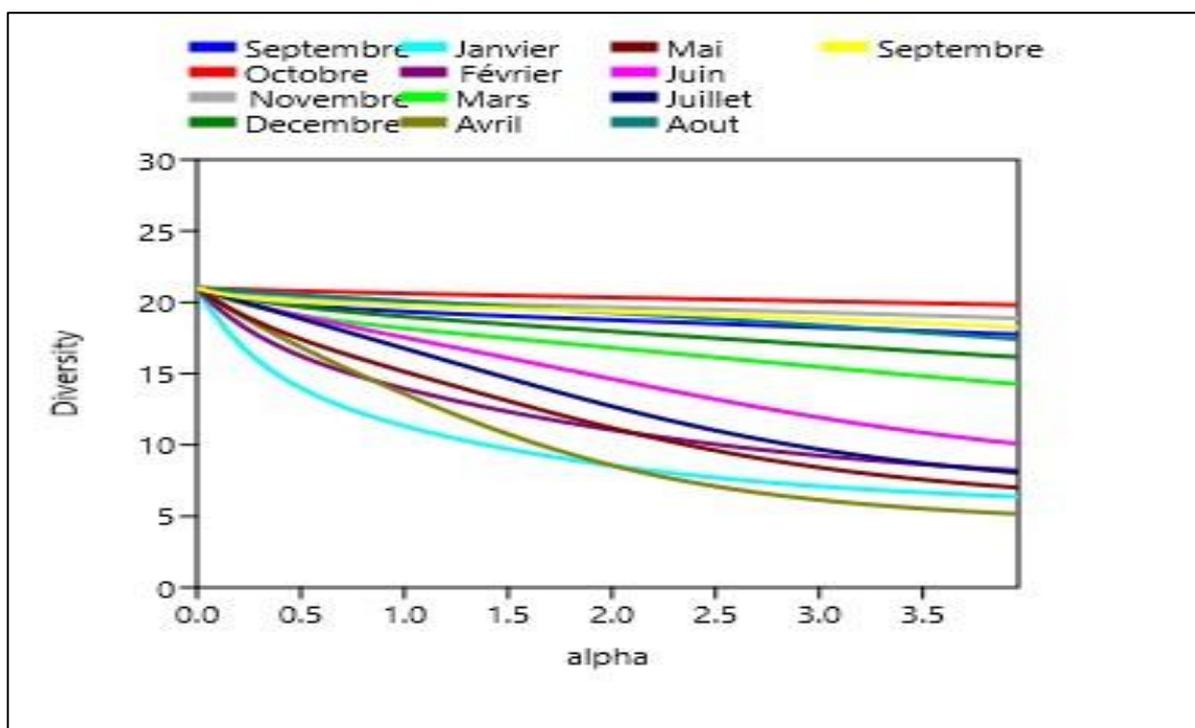


**Figure 20: Variation mensuelle de l'indice de Berger-Parker au niveau de Bazer Sakhra (wilaya de Sétif, Algérie)**

### I.4. Profile de diversité de la communauté avienne :

La figure 21a exposé le modèle de diversité alpha en fonction des mois dans la sebkha de BAZER SAKHRA (SETIF). Les mois d'octobre, novembre et septembre 2020 ont indiqué un plus grand nombre d'espèces dans le profil de diversité (valeurs plus élevées lorsqu' $\alpha = 0$ )

Tous les mois ont été classés différemment selon le poids accordé aux espèces rares ou dominantes (figure 21).



**Figure 21: Modèle générale du profil de Diversité au niveau de Bazer Sakhra (wilaya de Sétif, Algérie)**

### I.5. Statut de phénologie et de conservation :

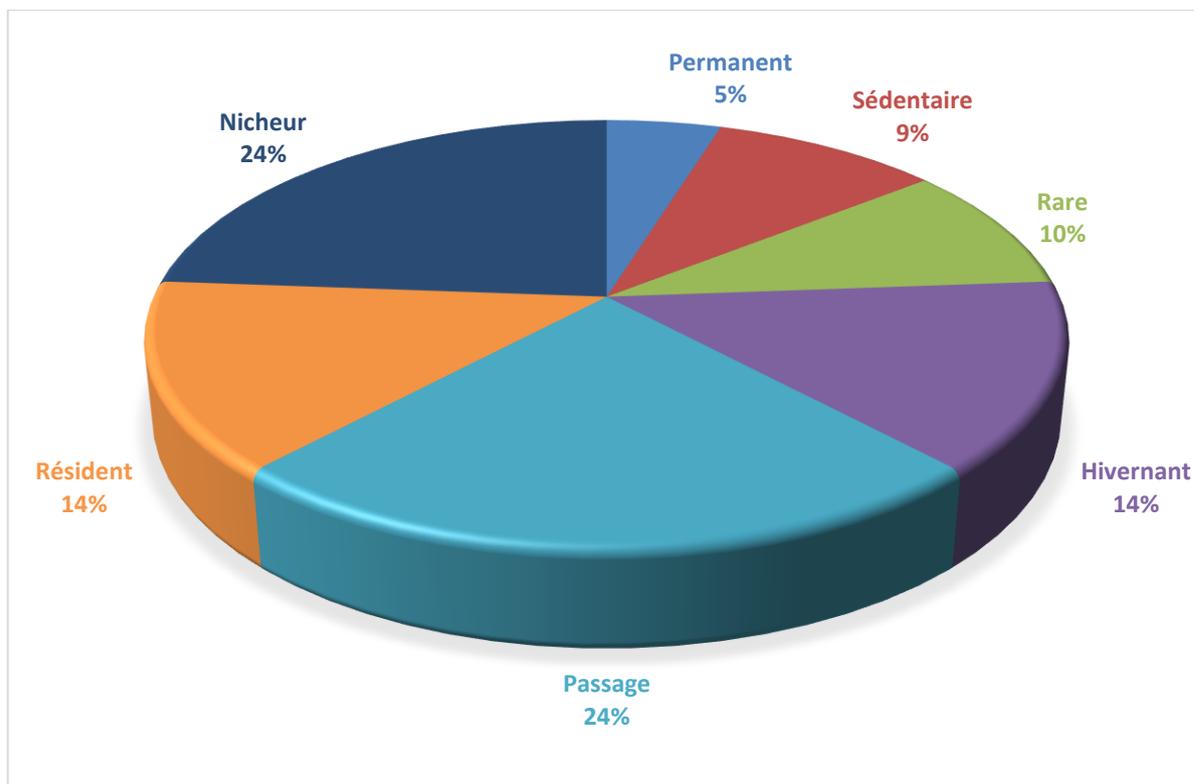
Durant l'étude, nous avons enregistré 7 statuts phénologiques. Les oiseaux sédentaires représenté par cinq espèces (par exemple : le tadorne de belon, le canard colvert), ce statut "sédentaire" représente un pourcentage de 9,52% de la communauté. Les oiseaux hivernants représenté par trois espèces (le courlis cendré, le gravelot à collier ininterrompu, le Petit gravelot), le statut "hivernant" représente un taux de 14,28%. Les nicheurs qui sont au nombre de cinq espèces (par exemple : l'avocette élégante, l'échasse blanche et la mouette rieuse) ce statut représente un taux de 23,80%.

Nous avons aperçu la présence de deux espèces rares (le chevalier guignette et le bécasseau de Temminck) avec un taux de 9,52% de toute la communauté. Les oiseaux résidents (le héron cendré, le flamant rose et la cigogne blanche) représentent un taux de 14,28%. Les oiseaux de passage (la poule d'eau, la grue cendrée, le pluvier guignard, le bécasseau cocorli et le goéland leucophée. Ce statut "de passage" représente 23,80% de la communauté. Un seul oiseau permanent associé au plan d'eau (le busard des roseaux).

Notre étude a révélé que cette zone humide accueil une espèce (le courlis cendré) qui a un statut de conservation « NT - quasi menacé » (voir site web de l'IUCN). Le reste des oiseaux ont un statut « préoccupation mineur – LC » (20 espèces).

**Tableau 4: Phénologie et statut de conservation des espèces d'oiseaux d'eau de BazerSakhra (wilaya de Sétif, Algérie)**

<b>Famille</b>	<b>Espèce</b>	<b>Phénologie</b>	<b>Statut de conservation</b>
<i>Rallidae</i>	Poule d'eau	Passage	LC
<i>Anatidae</i>	Tadorne de belon	Sédentaire	LC
	Tadorne Casarca	Nicheur	LC
	Canard colvert	Sédentaire	LC
<i>Gruidae</i>	Grue cendrée	Passage	LC
<i>Recurvirostridae</i>	Echasse blanche	Nicheur	LC
	Avocette élégante	Nicheur	LC
<i>Charadriidae</i>	Gravelot à collier interrompu	Hivernant	LC
	Petit Gravelot	Hivernant	LC
	Pluvier guingnard	Passage	LC
<i>Scolopacidae</i>	Courlis cendré	Hivernant	NT
	Chevalier Guignette	Rare	LC
	Chevalier Arlequin	Nicheur	LC
	Bécasseau cocorli	Passage	LC
	Bécasseau de temminck	Rare	LC
<i>Laridae</i>	Mouette rieuse	Nicheur	LC
	Goéland leucophée	Passage	LC
<i>Ardeidae</i>	Héron cendré	Résident	LC
<i>Ciconiidae</i>	Cigogne blanche	Résident	LC
<i>Phaenicopteridae</i>	Flamant rose	Résident	LC
<i>Accipitridae</i>	Busard des roseaux	Permanent	LC



**Figure 22: Statut phénologique des espèces d'oiseaux d'eau de Bazer Sakhra (wilaya de Sétif, Algérie)**

#### I.6. Analyse de l'effet facteurs climatiques (T / Pr) et communauté avienne :

Le tableau (5) présente l'effet des précipitations et de la température sur l'abondance de la faune aviaire aquatique dans la sebkha de Bazer sakhra en utilisant la rotation de Varimax. On a réalisé une analyse des facteurs, qui montre que 4 facteurs détiennent 93,42 % de la variance. Nous avons noté que le facteur 1 (valeur propre 10,6) explique la grande proportion des informations (81,6%) correspondant à le tadorne de belon (*Tadorna tadorna*), le pluvier guignard (*Charadrius morinellus*), le courlis cendré (*Numenius arquata*), l'échasse blanche (*Himantopus himantopus*), le gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), le petit gravelot (*Charadrius dubius*) et le chevalier arlequin (*Tringa erythropus*) (tableau 6). Le facteur 2 indique 5,28% de la variance correspondant à la poule d'eau (*Gallinula chloropus*), le tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*), la grue cendré (*Grus grus*), le goéland leucopé (*Larus michahellis*), le héron cendré (*Ardea cinerea*), la cigogne blanche (*Ciconia ciconia*), la mouetterieuse (*Chroicocephalus ridibundus*) et le bécasseau cocorli (*Calidris ferruginea*) (tableau 6). Le facteur 3 rapporte 3,54% de la variance correspondant au tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*), le canard colvert (*Anas platyrhynchos*), pluvier guignard (*Charadrius morinellus*), courlis cendré (*Numenius arquata*), le chevalier guignette (*Actitis hypoleucos*), Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*), le busard des roseaux (*Circus aeruginosus*) et le

bécasseau de temminck (*Clidris temminckii*) (tableau 6). Le facteur 4 rapporte 3 % de la variance et correspondait au Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*) et Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*) (tableau 6).

**Tableau 5: Données de l'analyse CABFAC avec rotation Varimax appliquée aux espèces d'oiseaux d'eau contribuant à > 4 % aux assemblages.**

PC	Eigenvalue	% variance
<b>1</b>	10,607	81,6
2	0,68622	5,28
<b>3</b>	0,46067	3,54
4	0,39015	3

**Tableau 6: Le Varimax score pour les facteurs 1 à 4. Les chiffres en gras indiquent l'abondance des oiseaux d'eau avec des valeurs absolues élevées (> 1) des scores factoriels.**

Espèces	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
<i>Gallinula chloropus</i>	-0,23899	<b>1,296</b>	0,89938	-0,88323
<i>Tadorna tadorna</i>	<b>1,836</b>	-0,48761	-0,99865	-0,092172
<i>Tadorna ferruginea</i>	0,67161	<b>1,5288</b>	<b>1,0156</b>	<b>1,4518</b>
<i>Anas platyrhynchos</i>	-0,57279	-1,0362	<b>1,8697</b>	-0,96339
<i>Grus grus</i>	0,069828	<b>1,3832</b>	0,62711	-0,59706
<i>Recurvirostra avosetta</i>	-0,58351	0,70559	-1,1056	-2,6755
<i>Charadrius morinellus</i>	<b>1,0143</b>	0,13718	<b>1,0386</b>	0,0041829
<i>Numenius arquata</i>	<b>1,0702</b>	-0,99851	<b>1,4348</b>	-0,5613
<i>Himantopus himantopus</i>	<b>1,1321</b>	-0,73861	-0,76801	-1,6342
<i>Charadrius alexandrinus</i>	<b>1,8952</b>	-0,58095	0,070155	0,45785
<i>Charadrius dubius</i>	<b>1,9193</b>	-0,3353	-0,86975	0,13615
<i>Tringa erythropus</i>	<b>1,5206</b>	0,38782	-0,50842	-0,27038
<i>Actitis hypoleucos</i>	0,47729	-0,04135	<b>1,1035</b>	1,0786
<i>Larus michahellis</i>	0,43746	<b>1,2719</b>	0,15357	-0,71319
<i>Ardea cinerea</i>	-0,23899	<b>1,296</b>	0,89938	-0,88323
<i>Ciconia ciconia</i>	0,67161	<b>1,5288</b>	<b>1,0156</b>	<b>1,4518</b>
<i>Phoenicopterus roseus</i>	-3,31E-07	-4,39E-08	1,62E-06	-2,02E-07
<i>Circus aeruginosus</i>	0,81059	-1,1814	<b>1,9008</b>	-0,36795
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	0,89218	<b>1,4257</b>	-0,44275	-0,50769
<i>Calidris ferruginea</i>	0,89218	<b>1,4257</b>	-0,44275	-0,50769
<i>Calidris temminckii</i>	0,47729	-0,04135	<b>1,1035</b>	-1,0786

## II. RETENUE COLLINAIRE SOUMAR

### II.1. Caractérisation de la richesse spécifique de la communauté avienne :

La totalité de la richesse spécifique dénombrée durant la période d'étude est égale à 23 espèces, appartenant à 11 familles. Anatidés est la famille dominante représentée par 7 espèces dont : (*Tadorna tadorna*), le canard souchet (*Spatula clypeata*), Canard colvert (*Anas platyrhynchos*), le fuligule nyroca (*Aythya nyroca*), le fuligule milouin (*Aythya ferina*), la sarcelle d'hiver (*Spatula querquedula*) et l'éristature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*), suivis par les familles des Charadriidés et des Podicipedidés désignées par 3 espèces soit respectivement : Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), Petit gravelot (*Charadrius dubius*) et le vanneau huppé (*Vanellus vanellus*) pour la première famille et le grèbe huppé (*Podiceps cristatus*), le grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis*) et le grèbe à coup noir (*Podiceps nigricollis*) pour la seconde famille.

Ensuite les familles des Rallidés et des Ardéidés avec 2 espèces pour chacune dont : la foulque macroule (*Fulica atra*) et (*Gallinula chloropus*) pour la première famille et le héron garde-bœufs (*Bubulcus ibis*) et Héron cendré (*Ardea cinerea*) pour la deuxième.

Le reste des familles qui sont au nombre de 6 sont toutes représentées par une seule espèce pour chacune représentées comme suit : Recurvirostridés par Échasse blanche (*Himantopus himantopus*), Scolopacidés par Chevalier guignette (*Actitis hypoleucos*), la famille des Laridés par Goéland leucophée (*Larus michahellis*), la famille des Ciconidés par la cigogne blanche (*Ciconia ciconia*), la famille des Phœnicoptéridés par le flamant rose (*Phoenicopterus roseus*) et la famille des Accipitridés par le busard des roseaux (*Circus aeruginosus*).

La richesse spécifique située dans une fourchette de 5 à 16 espèces pour l'année 2019-2020 où les mois les plus riches en espèces sont Mars et Mai 2020 où la richesse a atteint son nombre maximal avec 16 espèces et le plus faible est Octobre 2019 avec 5 espèces uniquement.

La tendance de la richesse spécifique est hautement significative surtout pendant Mars, Avril et Mai ( $P\text{-value} < 0,05$ ).

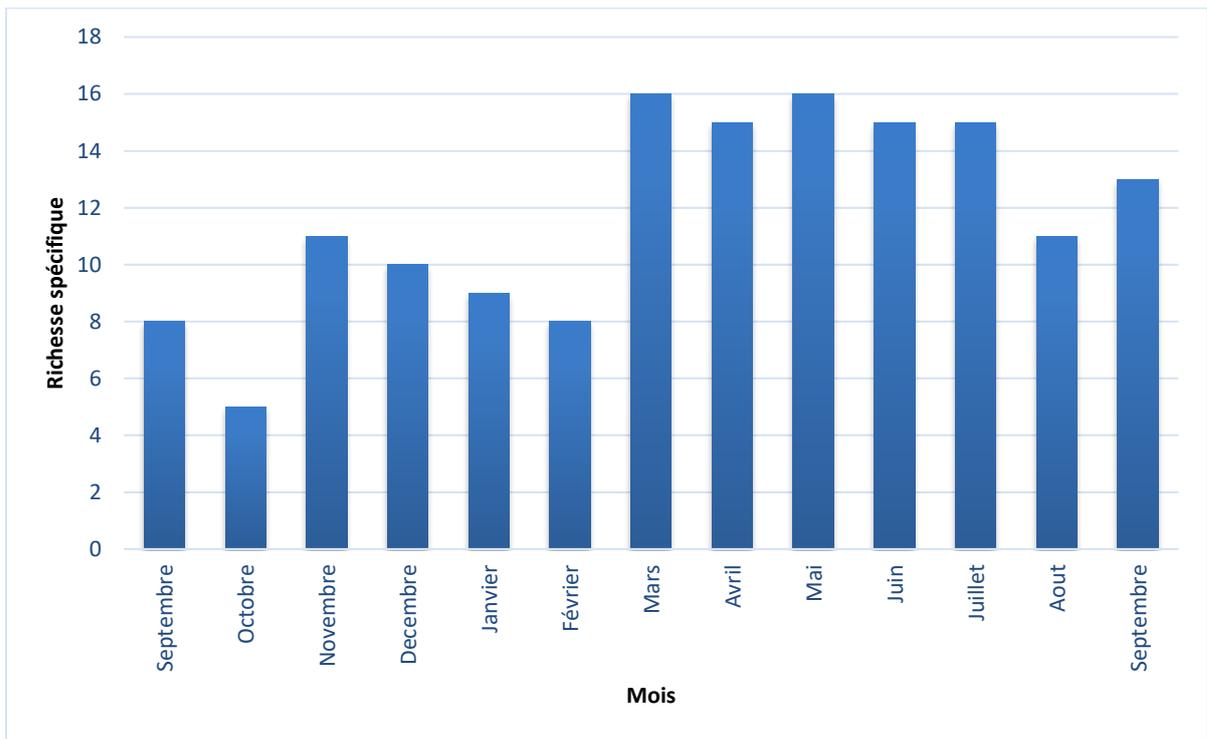


Figure 23: Tendence de la richesse spécifique au niveau de Soumar (wilaya de Sétif, Algérie).

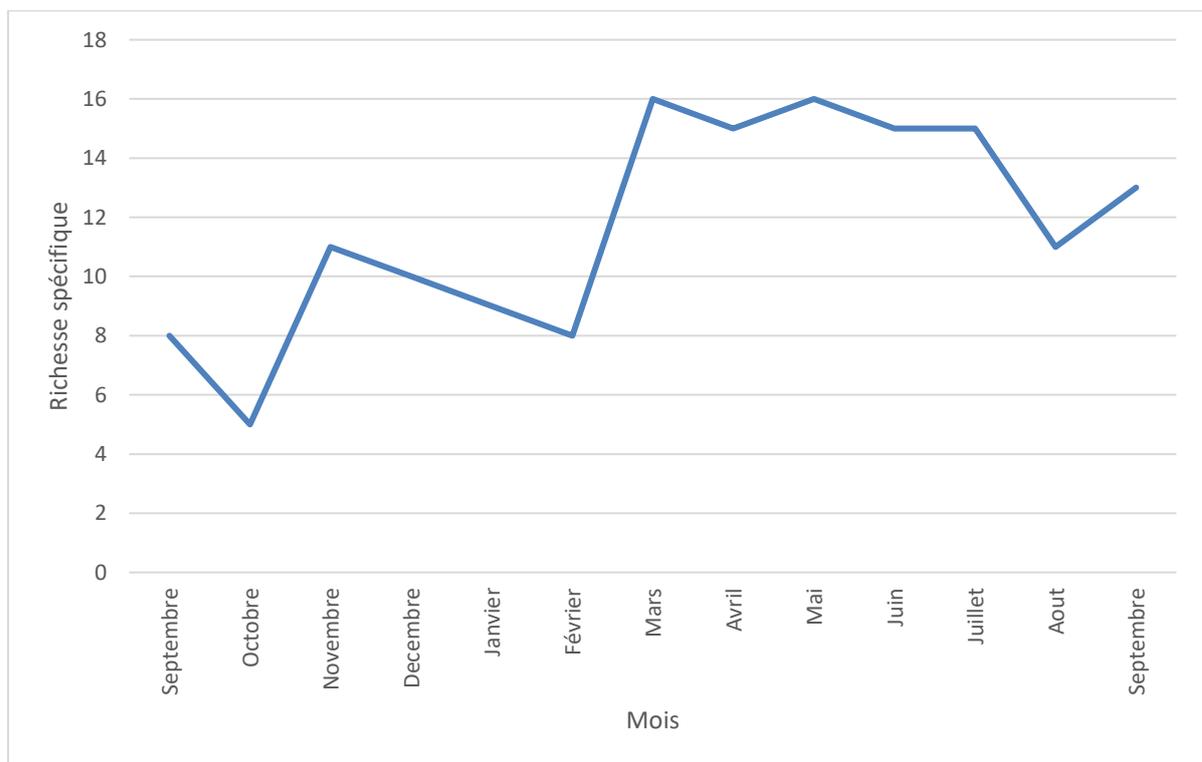


Figure 24: Variation mensuelle de la richesse spécifique niveau de Soumar (wilaya de Sétif, Algérie).

## II.2. Variation mensuelle de l'abondance :

Le graphique des variations de l'abondance totale de la faune aviaire d'eau ayant été présente sur la retenue collinaire Soumar indiquera la présence habituelle d'au moins une espèce d'oiseau d'eau spécifique. De septembre 2019 à septembre 2020, 23252 oiseaux d'eau ont été dénombrés.

La plus faible abondance fut enregistrée est de 1127 individus toutes espèces confondues observée en mois Octobre 2019 tandis que la plus grande abondance représente un maximum de 2234 individus toutes espèces confondues, enregistrée en mois de Juin 2020 et de 2208 individus observés en mois de Septembre 2020. On constate que la retenue collinaire reçoit un bon nombre d'oiseaux d'eau que ça soit en période hivernale ou en période estivale. On ne constate pas de grandes fluctuations des effectifs de la faune aviaire aquatique au niveau de la retenue d'eau elle est riche durant l'année entière.

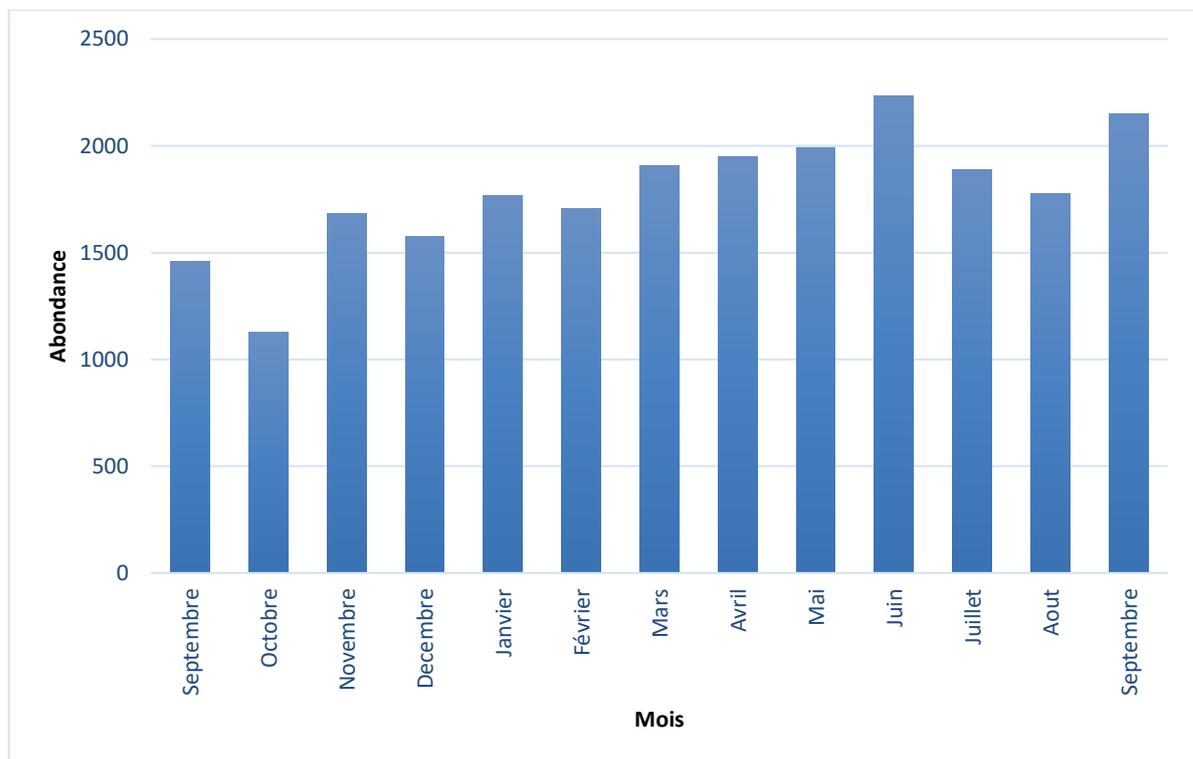
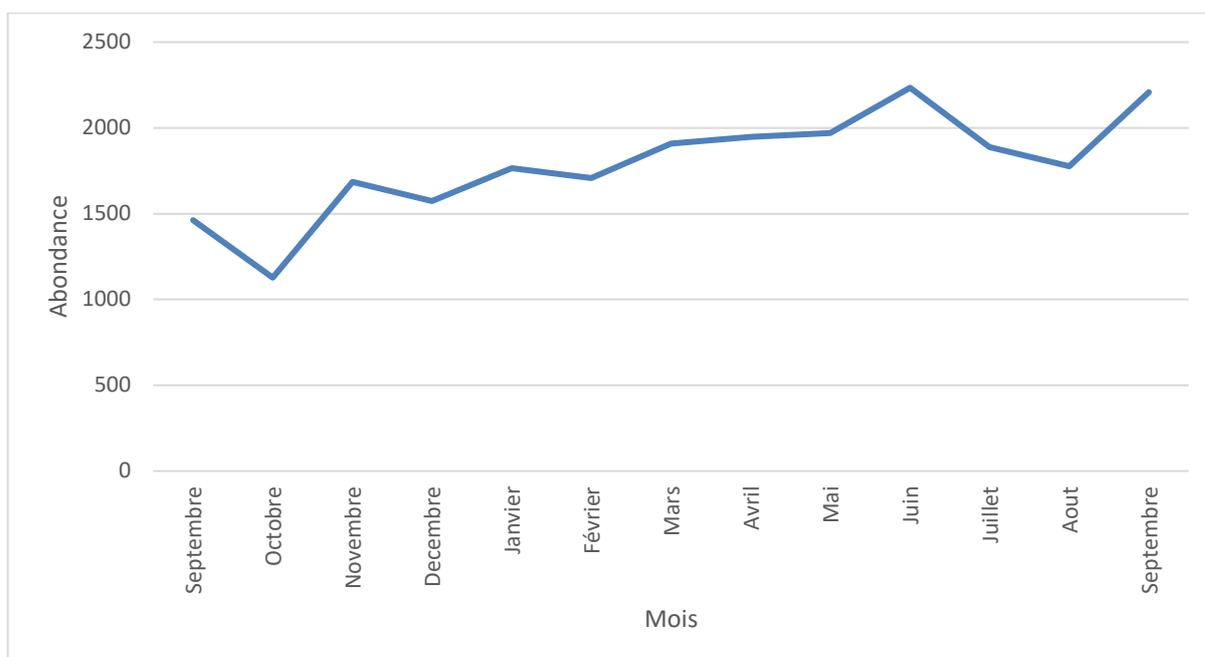


Figure 25: Tendence de l'abondance au niveau de Soumar (wilaya de Sétif, Algérie)



**Figure 26: Variation mensuelle de l'abondance au niveau de Soumar (wilaya de Sétif, Algérie).**

### II.3. Analyse écologique de la communauté avienne :

Le calcul des variations mensuelles des indices de diversité dans la retenue collinaire Soumar a démontré les résultats cités dans le tableau ci-dessous :

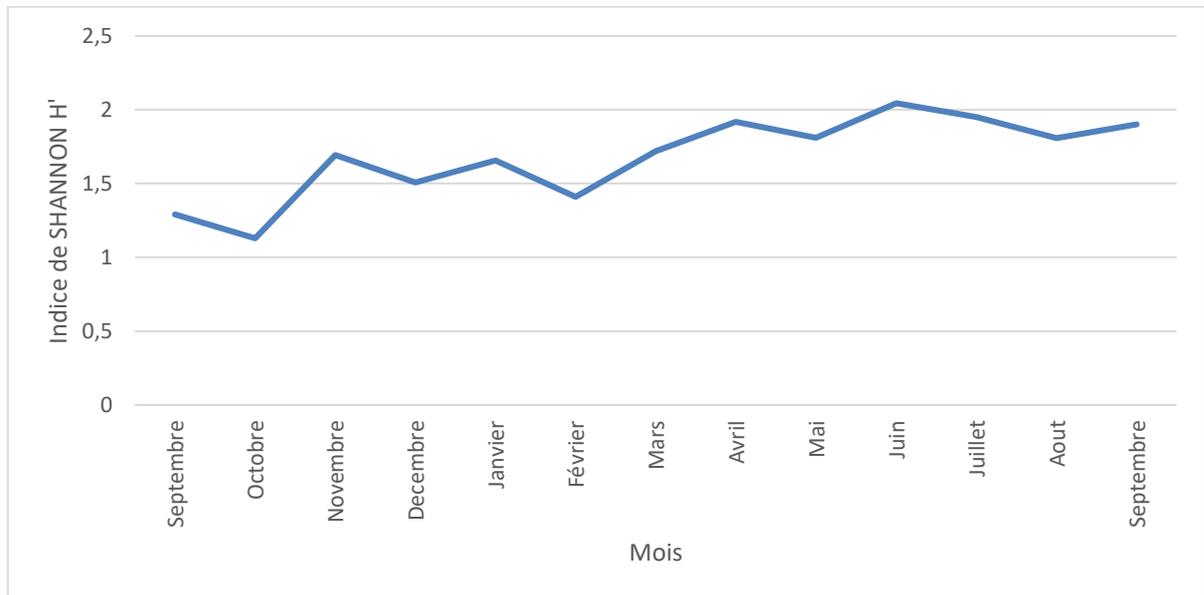
**Tableau 7: Variation mensuelle des indices de diversité au niveau de Soumar (Wilaya de Sétif, Algérie).**

Mois	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.
<b>Richesse spécifique</b>	8	5	11	10	9	8	16	15	16	15	15	11	13
<b>Abondance</b>	1461	1127	1685	1574	1766	1707	1909	1947	1970	2234	1888	1776	2208
<b>Dominance_D</b>	0.34	0.37	0.22	0.25	0.23	0.28	0.24	0.19	0.21	0.17	0.19	0.21	0.198
<b>Simpson_1-D</b>	0.65	0.62	0.77	0.74	0.76	0.71	0.75	0.8	0.78	0.82	0.8	0.78	0.8
<b>Shannon_H</b>	1.29	1.12	1.69	1.5	1.65	1.41	1.71	1.91	1.81	2.04	1.95	1.8	1.9
<b>Equitabilité_e^H/S</b>	0.45	0.61	0.49	0.45	0.58	0.51	0.34	0.45	0.38	0.51	0.46	0.55	0.51
<b>Berger-Parker</b>	0.41	0.48	0.32	0.35	0.33	0.38	0.36	0.3	0.31	0.29	0.3	0.32	0.3

#### 3.2.3.1. Variation mensuelle de l'indice de Shannon-Weaver :

Le résultat du calcul de l'indice de Shannon-Weaver  $H'$  indique que durant la période d'étude allant de Septembre 2019 à Septembre 2020 les plus grandes valeurs ont été notées en Juin 2020 avec 2.04 bits, ce qui est équivalent à une richesse spécifique de 15 espèces et un

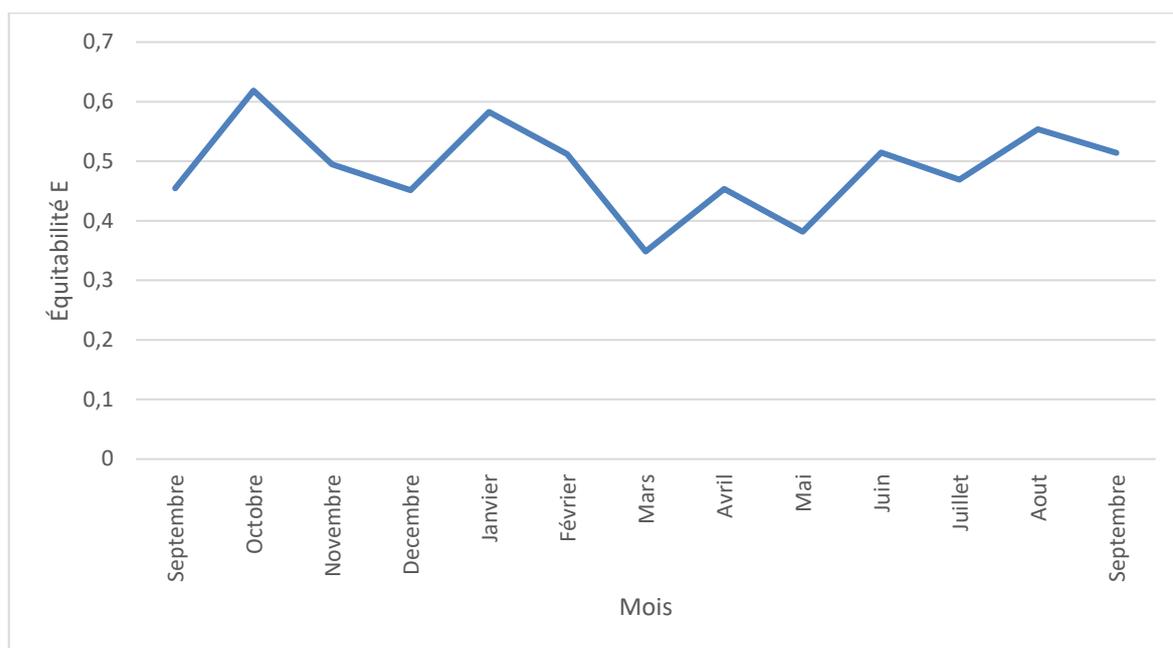
effectif de 2234 individus. En revanche, les plus faibles valeurs ont été notées en Octobre 2019 avec 1.12 bits, ce qui est équivalent à une richesse spécifique de 5 espèces et un effectif de 1127 individus.



**Figure 27: Variation mensuelle de l'indice de Shannon-Weaver au niveau de Soumar (wilaya de Sétif, Algérie).**

### II.3.2. Variation mensuelle de l'indice d'équitabilité :

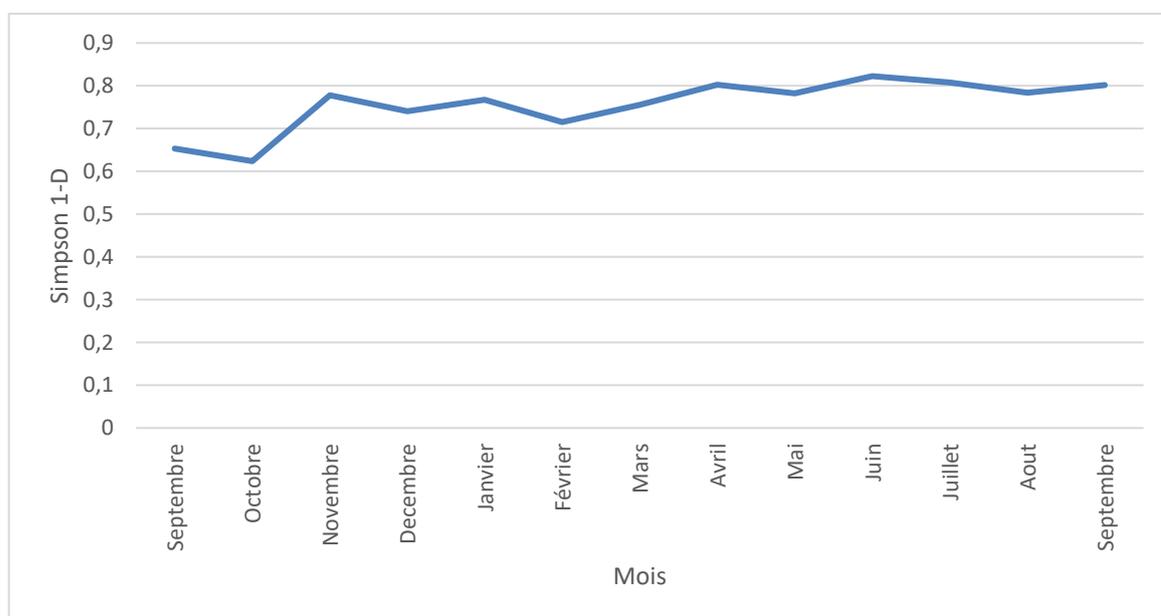
Le résultat du calcul de l'indice d'équitabilité pendant la durée d'étude entière montre que la valeur la plus élevée d'équitabilité a été notée en Octobre 2019 avec une valeur maximale de ( $E = 0.61$ ) alors que les valeurs les plus basses ont été notées en Mars 2020 avec une valeur de ( $E=0.34$ ) et Mai 2020 avec une valeur de ( $0.38$ ).



**Figure 28: Variation mensuelle de l'indice d'équitabilité au niveau de Soumar (Wilaya de Sétif, Algérie).**

**II.3.3. Variation mensuelle de l'indice de Simpson :**

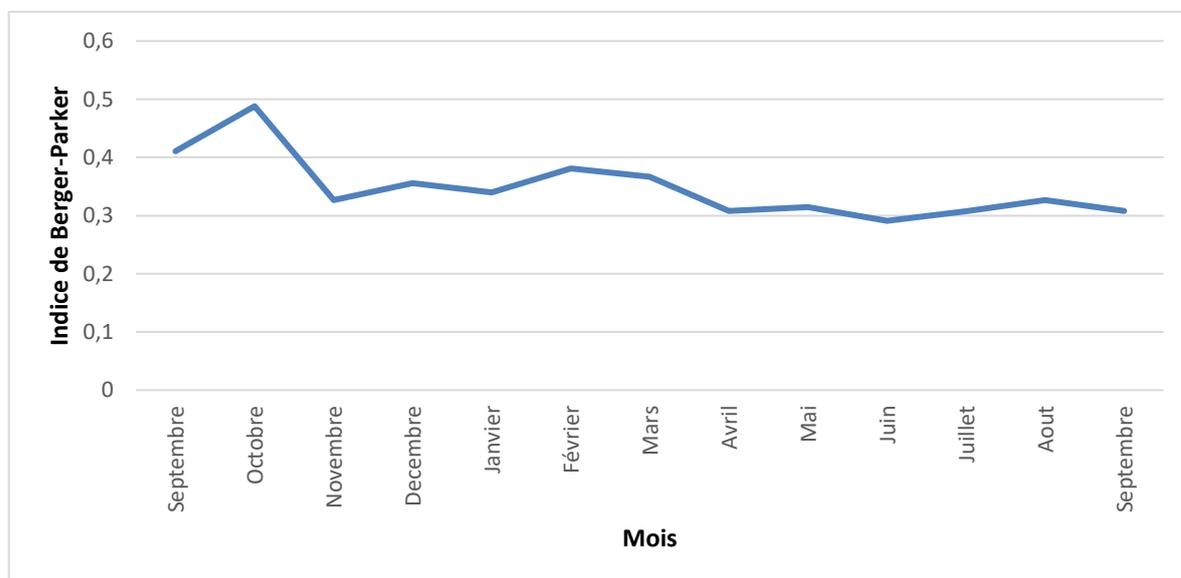
Le résultat du calcul de l'indice de diversité Simpson pendant la durée d'étude de Septembre 2019 jusqu'à Septembre 2020 indique que la valeur la plus haute de l'indice de Simpson a été notée en Juin 2020 avec une valeur maximale de  $(1-D = 0.82)$  tandis que les valeurs la plus faible a été notée en Octobre 2019 avec une valeur de  $(1-D = 0.62)$ .



**Figure 29: Variation mensuelle de l'indice de Simpson au niveau de Soumar (wilaya de Sétif, Algérie).**

### II.3.4. Variation mensuelle de l'indice de Berger-Parker :

Le calcul de l'indice d'équitabilité de Berger-Parker pendant la durée d'étude de Septembre 2019 jusqu'à Septembre 2020 indique que la valeur la plus haute de l'indice de Berger-Parker a été marquée en Octobre 2019 avec une valeur maximale de ( $D = 0.48$ ) tandis que la valeur la plus basse a été enregistrée en Juin 2020 avec une valeur de ( $D = 0.29$ ).



**Figure 30: Variation mensuelle de l'indice de Berger-Parker au niveau de Soumar (wilaya de Sétif, Algérie).**

### II.4. Profile de diversité de la communauté avienne :

La figure 31 a exposé le modèle de diversité alpha en fonction des mois dans retenue collinaire SOUMAR (SETIF). Les mois d'octobre, février et août ont marqué un plus grand effectif d'espèces dans le profil de diversité (valeurs plus élevées lorsqu' $\alpha = 0$ ).

Tous les mois ont été classés différemment selon le poids accordé aux espèces rares ou dominantes (figure 31).

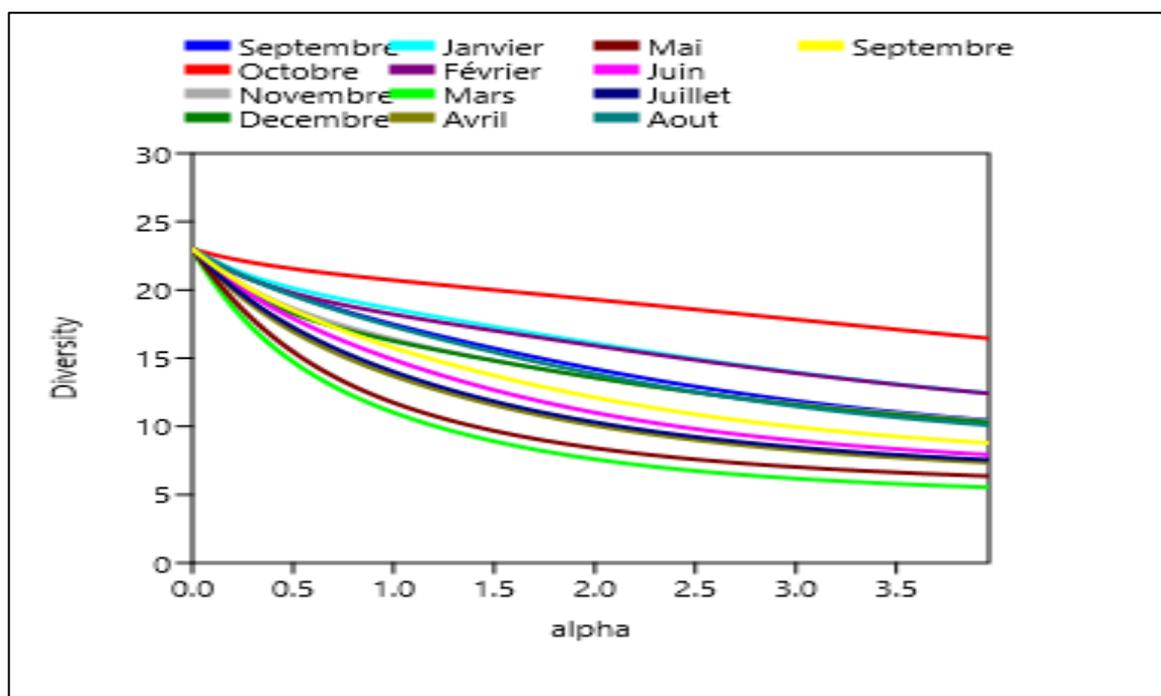


Figure 31: Schéma générale du profil de Diversité au niveau de Soumar (wilaya de Sétif, Algérie).

## II.5. Statut de phénologie et de conservation :

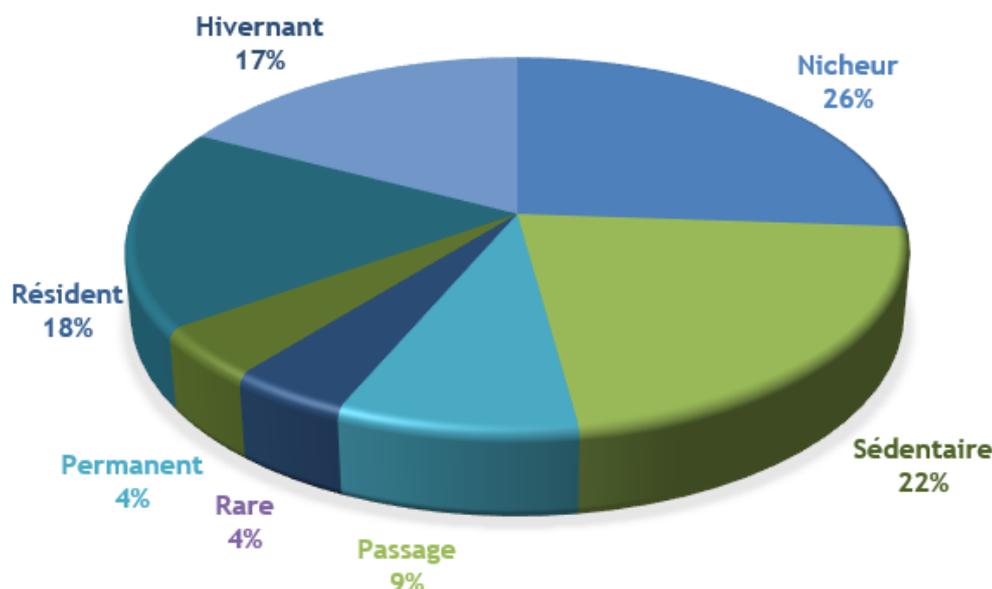
Entre septembre 2019 et septembre 2020, nous avons enregistré 7 statuts phénologiques. Les oiseaux Sédentaires représenté par cinq espèces : la foulque macroule (*Fulica atra*), la poule d'eau (*Gallinula chloropus*), le tadorne de belon (*Tadorna tadorna*) et le canard colvert (*Anas platyrhynchos*) appartenant aux anatidés et le grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis*) (Laridés) avec un pourcentage de 21,73%, les hivernants qui sont au nombre de quatre espèces: canard souchet (*Spatula clypeata*) (Anatidés), le petit gravelot (*Charadrius dubius*) (Charadriidés), le grèbe huppé (*Podiceps cristatus*) et le grèbe à cou noir (*Podiceps nigricollis*) (Podicipédidés) avec un pourcentage de 17,39%, les nicheurs représenté par six espèces dont : le fuligule milouin (*Aythya ferina*), le fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) et l'Érismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) appartenant aux anatidés, l'échasse blanche (*Himantopus himantopus*) (Recurvirostridés), le vanneau huppé (*Vanellus vanellus*) (Charadriidés) et le goéland leucophée (*Larus michahellis*) (Laridés) avec 26,08%, une espèce rare qui est la sarcelle d'été (*Spatula querquedula*) avec 4,34%, les oiseaux résidents et qui sont au nombre de quatre espèces : le gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) (Charadriidés), le héron garde-bœufs (*Bubulcus ibis*) et le héron cendré (*Ardea cinerea*) (Ardéidés) et la cigogne blanche (*Ciconia ciconia*) (Ciconidés) avec un pourcentage de 17,39%, les oiseaux de passage représentés par deux espèces : Chevalier guignette (*Actitis hypoleucos*) appartenant aux Scolopacidés et le flamant rose

(*Phoenicopterus roseus*) appartenant aux Phœnicopteridés avec 8,69% enfin une seule espèce permanente qui est le busard des roseaux (*Circus aeruginosus*) appartenant aux Accipitridés avec un pourcentage de 4,34%.

Notre étude a révélé que cette zone humide accueille deux espèces (Fuligule nyroca, Vanneau huppé) ayant un statut « NT - quasi menacé », une espèce (Fuligule milouin) ayant un statut de « VU – vulnérable » et une espèce (Érismature à tête blanche) « en danger – EN ». Le reste des oiseaux ont un statut « préoccupation mineur – LC » (19 espèces).

**Tableau 8: Phénologie et statut de conservation au niveau de Soumar (wilaya de Sétif, Algérie).**

Famille	Espèce	Phénologie	Statut de conservation
<i>Rallidae</i>	Foulque macroule	Sédentaire	LC
	Poule d'eau	Sédentaire	LC
<i>Anatidae</i>	Tadorne de belon	Sédentaire	LC
	Canard souchet	Hivernant	LC
	Canard colvert	Sédentaire	LC
	Fuligule nyroca	Nicheur	NT
	Fuligule milouin	Nicheur	VU
	Sarcelle d'été	Rare	LC
	Érismature à tête blanche	Nicheur	EN
<i>Recurvirostridae</i>	Echasse blanche	Nicheur	LC
<i>Charadriidae</i>	Gravelot à collier interrompu	Résident	LC
	Petit Gravelot	Hivernant	LC
	Vanneaux huppé	Nicheur	NT
<i>Scolopacidae</i>	Chevalier Guignette	Passage	LC
<i>Laridae</i>	Goéland leucophée	Nicheur	LC
<i>Podicipedidae</i>	Grèbe huppé	Hivernant	LC
	Grèbe castagneux	Sédentaire	LC
	Grèbe à cou noir	Hivernant	LC
<i>Ardeidae</i>	Héron garde-bœufs	Résident	LC
	Héron cendré	Résident	LC
<i>Ciconiidae</i>	Cigogne blanche	Résident	LC
<i>Phœnicopteridae</i>	Flamant rose	Passage	LC
<i>Accipitridae</i>	Busard des roseaux	Permanent	LC



**Figure 32: Graphique représentant la phénologie au niveau de Soumar (wilaya de Sétif, Algérie).**

#### II.6. Analyse de l'effet facteurs climatiques (T / Pr) et communauté avienne :

Le tableau 9 présente l'effet des précipitations et de la température sur l'abondance des oiseaux d'eau dans la retenue collinaire SOUMAR en utilisant la rotation de Varimax. On a réalisé une analyse des facteurs, qui a permis à 4 facteurs de détenir 89,01 % de la variance. Nous avons noté que le facteur 1 expliquait la grande proportion des informations (67,94 %) correspondant au fuligule nyroca (*Aythya nyroca*), fuligule milouin (*Aythya ferina*), l'échasse blanche (*Himantopus himantopus*), petit gravelot (*Charadrius dubius*), chevalier guignette (*Actitis hypoleucos*), Goéland leucophée (*Larus michahellis*), Grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis*) et la cigogne blanche (*Ciconia ciconia*) (tableau 10). Le facteur 2 représentait 9,51 % de la variance, mais n'incluait pas les espèces (tableau 10). Le facteur 3 représentait 6,94 % de la variance correspondant au Canard souchet (*Spatula clypeata*) et Goéland leucophée (*Larus michahellis*) (tableau 10). Le facteur 4 représentait 4,62 % de la variance et correspondait à canard souchet (*Spatula clypeata*), sarcelle d'été (*Spatula querquedula*), petit gravelot (*Charadrius dubius*), vanneau huppé (*Vanellus vanellus*), Grèbe huppé (*Podiceps cristatus*) et le héron cendré (*Ardea cinerea*) (tableau 10).

**Tableau 9: Données de l'analyse CABFAC avec rotation Varimax appliquée aux espèces d'oiseaux d'eau contribuant à > 4 % aux assemblages.**

PC	Eigenvalue	% variance
<b>1</b>	8,8318	67,94
2	1,2369	9,51
<b>3</b>	0,90274	6,94
4	0,60032	4,62

**Tableau 10: Le Varimax score pour les facteurs 1 à 4. Les chiffres en gras indiquent l'abondance des oiseaux d'eau avec des valeurs absolues élevées (> 1) des scores factoriels.**

Espèces	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
<i>Fulica atra</i>	8,29E-08	-3,48E-07	-3,72E-07	3,45E-07
<i>Gallinula chloropus</i>	0,55275	-2,2121	-0,084848	-1,4164
<i>Tadorna tadorna</i>	0,45184	-0,002058	0,35498	-0,093349
<i>Spatula clypeata</i>	0,25723	-1,6107	<b>1,2283</b>	<b>1,8792</b>
<i>Anas platyrhynchos</i>	8,98E-08	-2,82E-07	-2,69E-07	3,06E-07
<i>Aythya nyroca</i>	<b>1,9187</b>	0,21022	0,60611	-0,42166
<i>Aythya ferina</i>	<b>1,837</b>	0,35162	0,80491	-0,16509
<i>Spatula querquedula</i>	0,70851	-0,88309	-0,18887	<b>2,0491</b>
<i>Oxyura leucocephala</i>	-5,00E-08	-2,38E-07	-7,37E-08	1,75E-07
<i>Himantopus himantopus</i>	<b>1,6436</b>	0,78313	0,041697	-0,002773
<i>Charadrius alexandrinus</i>	0,41045	-1,8896	0,50183	-0,54525
<i>Charadrius dubius</i>	<b>1,7751</b>	0,6059	0,63147	<b>1,6871</b>
<i>Vanellus vanellus</i>	0,033933	-1,4864	-1,0329	<b>1,2644</b>
<i>Actitis hypoleucos</i>	<b>1,238</b>	-0,42616	-1,1116	-1,5945
<i>Larus michahellis</i>	<b>1,3083</b>	-0,37924	<b>1,0143</b>	-0,0062466
<i>Podiceps cristatus</i>	0,1543	-0,50756	-1,5722	1,6033
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	1,6436	0,78313	0,041697	-0,002773
<i>Podiceps nigricollis</i>	0,34147	0,010427	0,20735	<b>-0,034524</b>
<i>Bubulcus ibis</i>	<b>0,89828</b>	0,97379	-1,4855	0,40606
<i>Ardea cinerea</i>	0,11476	-1,0345	-1,6678	<b>1,0036</b>
<i>Ciconia ciconia</i>	<b>1,2052</b>	-0,045992	-1,5724	-0,5097
<i>Phoenicopterus roseus</i>	0,18031	0,75756	-2,4855	-0,24001
<i>Circus aeruginosus</i>	0,67298	-2,0032	-0,41032	-1,3051

### III. CHOTT EL BEIDHA

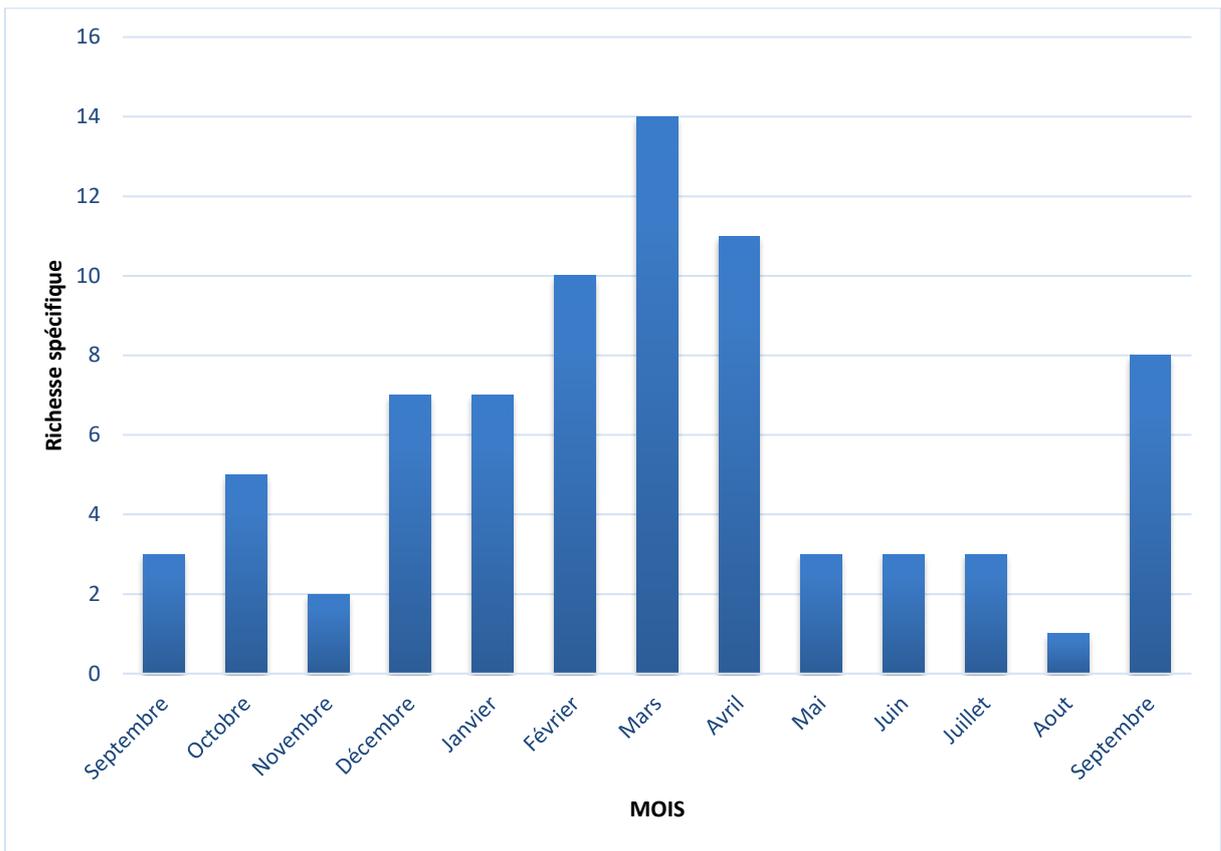
#### III.1. Caractérisation de la richesse spécifique de la communauté avienne :

La totalité de la richesse spécifique recensée tout au long de l'étude est égale à 21 espèces, qui appartiennent à 10 familles. Les familles dominantes sont celles des Anatidés et des Charadriidés représentées par 5 espèces pour chacune soit respectivement : Tadorne de belon (*Tadorna tadorna*), Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*), canard souchet (*Spatula clypeata*), Canard colvert (*Anas platyrhynchos*) et la sarcelle d'hiver (*Anas crecca*) pour (Anatidés) et gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), petit gravelot (*Charadrius dubius*), grand gravelot (*Charadrius hiaticula*), vanneau huppé (*Vanellus vanellus*) et pluvier guirnard (*Charadrius morinellus*) pour (Charadriidés). Suivis par les Recurvirostridés représentée par 2 espèces : échasse blanche (*Himantopus himantopus*) et avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*), la famille des Ardéidés représentée elle aussi par 2 espèces : Héron garde-bœufs (*Bubulcus ibis*) et Héron cendré (*Ardea cinerea*) et la famille des Laridés par goéland leucophée (*Larus michahellis*) et la sterne hansel (*Gelochelidon nilotica*).

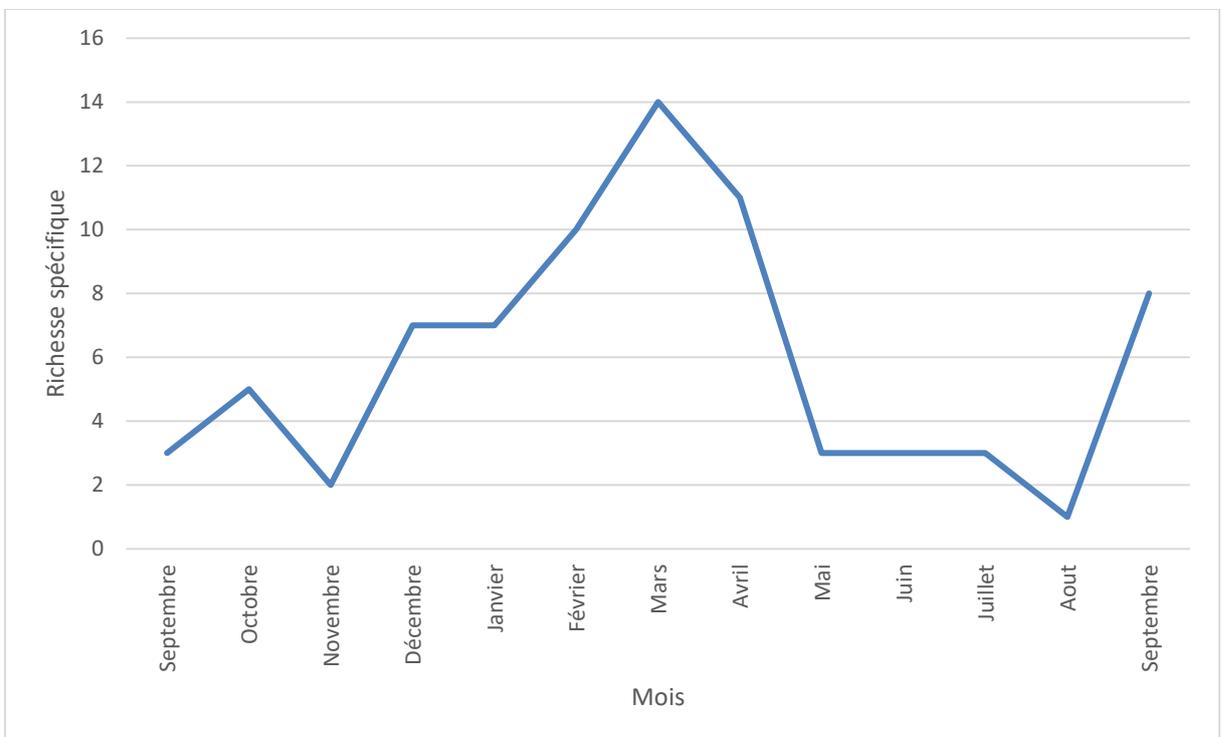
Enfin les 5 familles restantes représentées par 1 seule espèce pour chacune de ces dernières : la famille des Scolopacidés par Chevalier guignette (*Actitis hypoleucos*), la famille des Ciconidés par Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*), les Phœnicoptéridés par Flamant rose (*Phoenicopterus roseus*) et les Accipitridés par Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*) et la famille des Glaréolidés par la glaréole à collier (*Glareola pratincola*).

La richesse spécifique varie de 1 à 14 espèces pour l'année 2019-2020 où le mois le plus riche en espèces est Mars 2020 où la richesse a touché son maximum avec 14 espèces et le plus faible est Aout 2020 avec une seule espèce uniquement.

La tendance de la richesse spécifique est hautement significative surtout en Février, Mars et Avril.



**Figure 33: Tendence de la richesse spécifique au niveau de Chott El Beidha (Wilaya de Sétif, Algérie).**



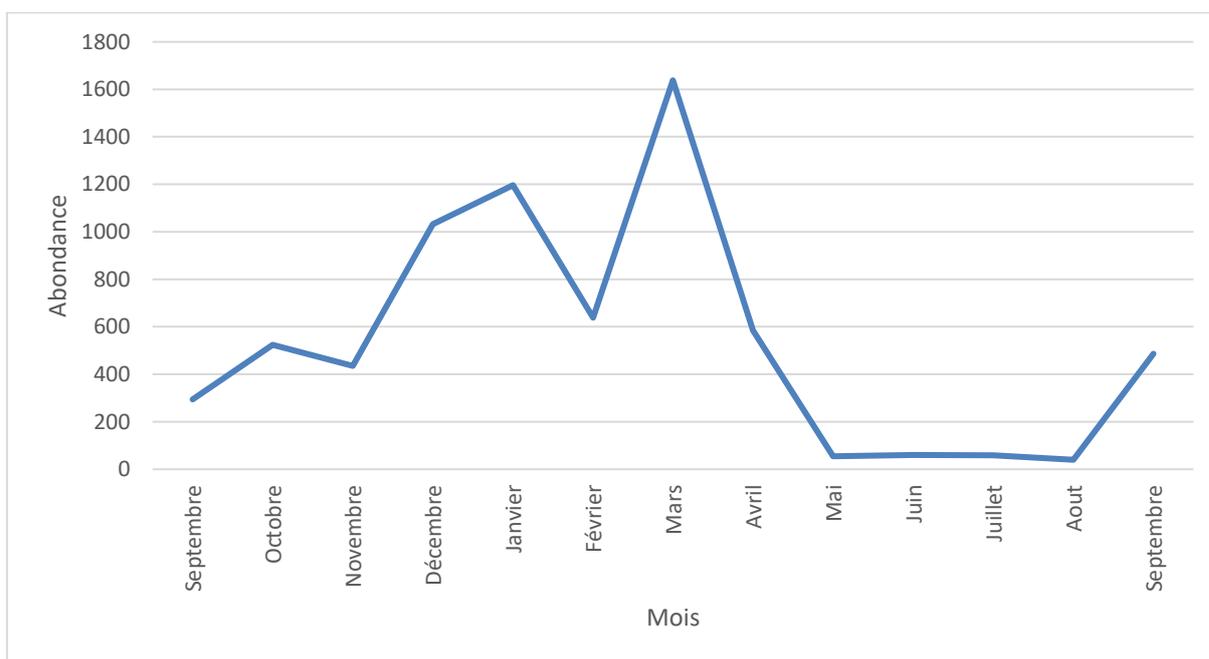
**Figure 34: Variation mensuelle la richesse spécifique au niveau de Chott El Beidha (Wilaya de Sétif, Algérie).**

### III.2. Variation mensuelle de l'abondance :

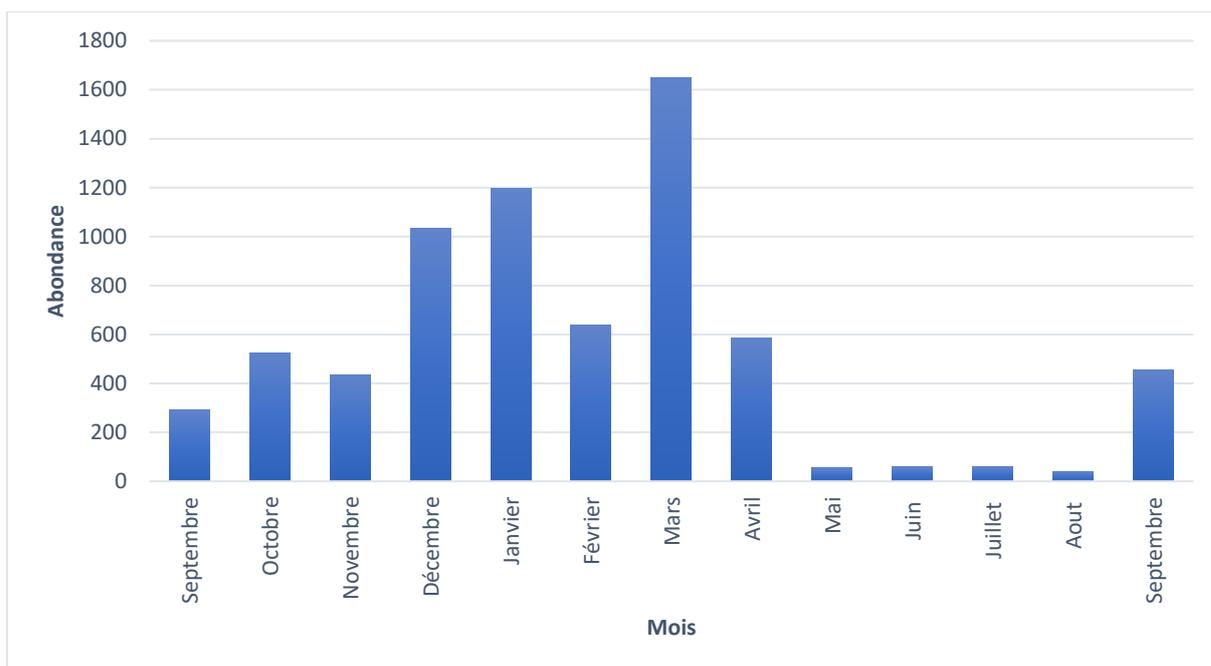
Le graphique des variations de l'abondance totale de la faune aviaire aquatique fréquentant la sebkha de Sokhna indique que la zone humide est toujours fréquentée par une certaine espèce d'avifaune aquatique. Le nombre cumulé d'avifaune aquatique recensé de Septembre 2019 à Septembre 2020 est de 7042 individus.

La plus faible abondance fut enregistrée est de 40 individus toutes espèces confondues observée en mois Aout 2020 tandis que la plus grande abondance représente un maximum de 1638 individus toutes espèces confondues, enregistrée en Mars 2020 et de 1196 individus observés en mois de Janvier 2020. En générale, on peut constater que l'étendue d'eau de Sebkhha est plus riche en avifaune aquatique pendant la période hivernale. En fait, les nombres les plus hauts ont été notés entre décembre et mars, avec une population totale allant de 1032 à 1638 individus.

En allant d'Avril jusqu'à la fin d'Aout, les effectifs d'avifaune aquatique ont fluctué entre 584 et 40 individus.



**Figure 35: Variation mensuelle de l'abondance au niveau de Chott El Beidha (Wilaya de Sétif, Algérie).**



**Figure 36: Tendence de l’abondance au niveau de Chott El Beidha (Wilaya de Sétif, Algérie)**

**III.3. Analyse écologique de la communauté avienne :**

Le calcul des variations mensuelles des indices de diversité au niveau de Chott El Beidha a démontré les résultats résumés dans le tableau ci-dessous :

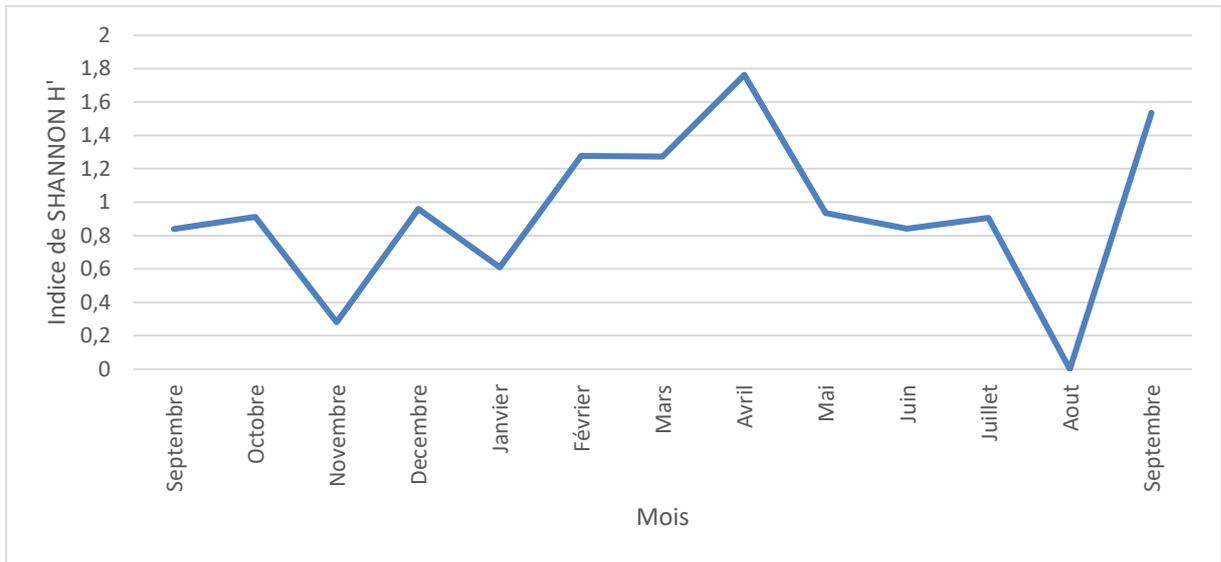
**Tableau 11: Variation mensuelle des indices de diversité au niveau de Chott El Beidha (Wilaya de Sétif, Algérie).**

Mois	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.
<b>Richesse spécifique</b>	3	5	2	7	7	10	14	11	3	3	3	1	8
<b>Abondance</b>	294	524	435	1032	1196	638	1638	584	55	60	59	40	487
<b>Dominance_D</b>	0.51	0.29	0.85	0.23	0.36	0.2	0.34	0.13	0.42	0.5	0.43	1	0.24
<b>Simpson_1-D</b>	0.48	0.7	0.14	0.76	0.63	0.79	0.65	0.86	0.57	0.49	0.56	0	0.75
<b>Shannon_H</b>	0.83	1.32	0.28	1.54	1.19	1.8	1.56	2.17	0.93	0.84	0.9	0	1.67
<b>Evenness_e^H/S</b>	0.77	0.75	0.66	0.67	0.47	0.61	0.34	0.8	0.84	0.77	0.82	1	0.66
<b>Berger-Parker</b>	0.68	0.38	0.91	0.34	0.42	0.31	0.54	0.2	0.54	0.66	0.5	1	0.41

**III.3.1. Variation mensuelle de l’indice de Shannon-Weaver :**

Selon le résultat du calcul de l’indice de Shannon-Weaver H’, pendant la durée d’étude les plus grandes valeurs ont été notées en avril 2020 avec 2.17 bits, correspondant à une richesse spécifique de 11 espèces et un effectif de 584 individus. Cependant, les valeurs les

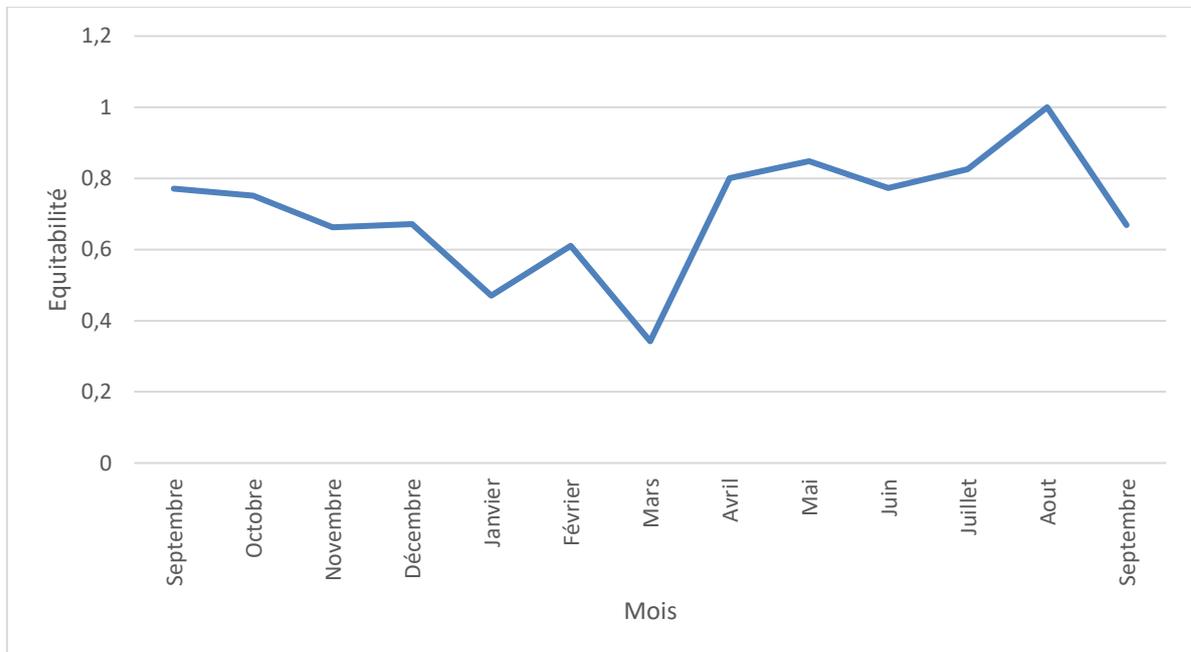
plus basses ont été notées en août 2020 avec 0 bits, ce qui équivaut à une richesse spécifique d'une espèce et à un effectif de quarante individus.



**Figure 37: Variation mensuelle de l'indice de Shannon-Weaver de Chott El Beidha (Wilaya de Sétif, Algérie).**

### III.3.2. Variation mensuelle de l'indice d'équitabilité :

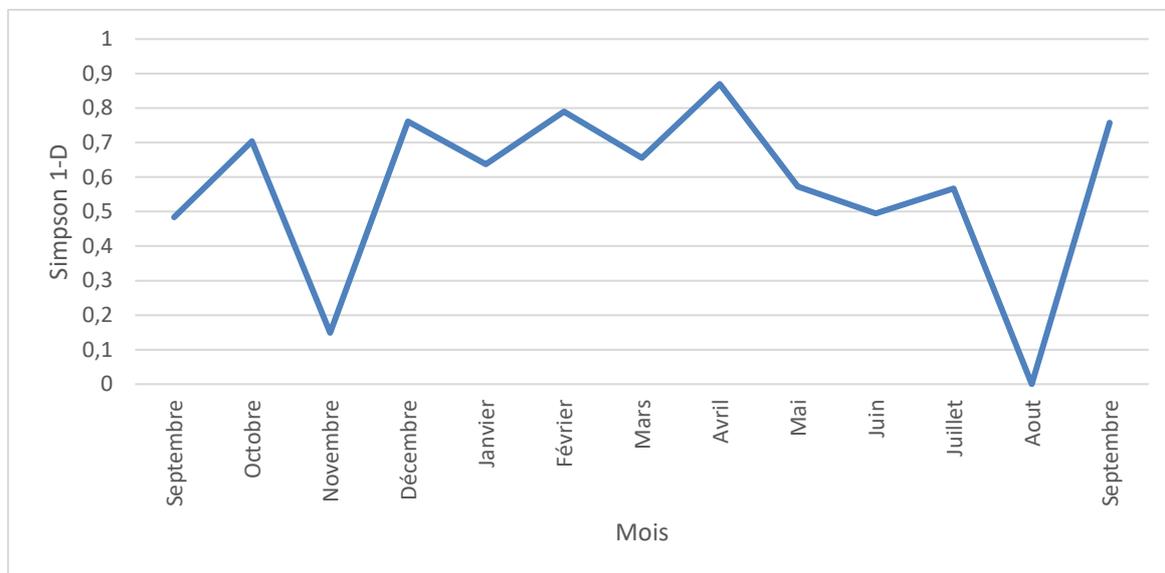
Selon le résultat du calcul de l'indice d'équitabilité effectué au cours de la durée d'étude, la valeur la plus haute d'équitabilité a été notée en Aout 2020 avec un maximum de ( $E = 1$ ), tandis que les valeurs les plus basses ont été marquées en Mars 2020 avec une valeur de ( $E = 0,34$ ) et en Janvier 2020 avec une valeur de ( $E = 0,47$ ).



**Figure 38: Variation mensuelle de l'indice d'équitabilité au niveau de Chott El Beidha (Wilaya de Sétif, Algérie).**

### III.3.3. Variation mensuelle de l'indice de Simpson :

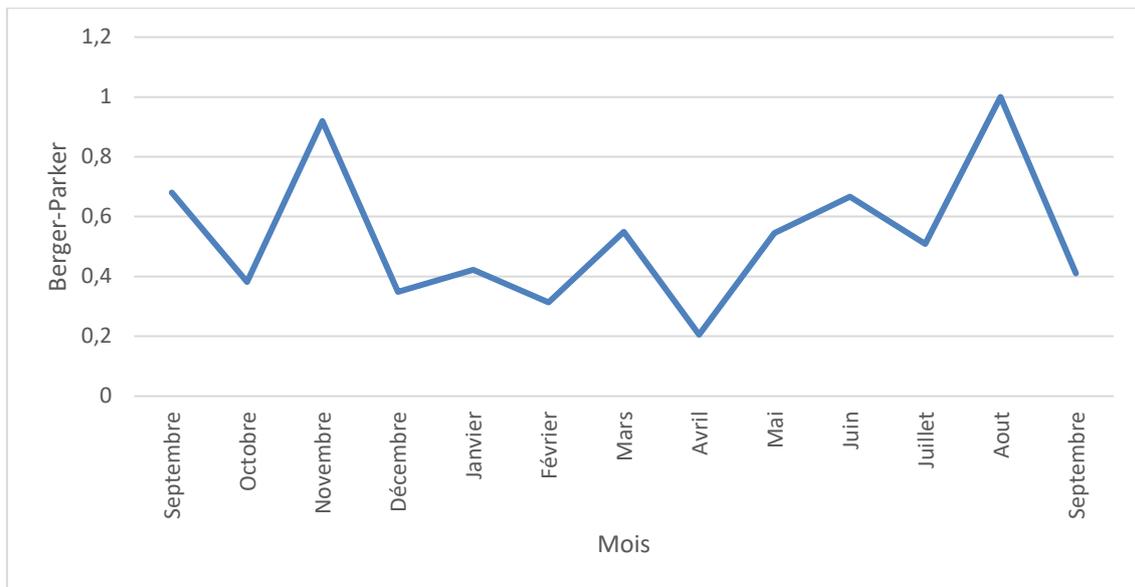
Le résultat du calcul de l'indice de diversité Simpson pendant la durée d'étude allant de Septembre 2019 jusqu'à Septembre 2020 indique que la valeur la plus élevée de l'indice de Simpson a été retenue en Avril 2020 avec une valeur maximale de ( $1-D = 0.86$ ) tandis que les valeurs la plus faible a été enregistrée en Aout 2020 avec une valeur de ( $1-D = 0$ ).



**Figure 39: Variation mensuelle de l'indice de Simpson au niveau de Chott El Beidha (Wilaya de Sétif, Algérie).**

### III.3.4. Variation mensuelle de l'indice de Berger-Parker :

Le calcul de l'indice d'équitabilité de Berger-Parker pendant la durée d'étude allant de Septembre 2019 jusqu'à Septembre 2020 indique que la valeur la plus élevée de l'indice de Berger-Parker a été retenue en Aout 2020 avec une valeur maximale de ( $D = 1$ ) tandis que la valeur la plus faible a été enregistrée en Avril 2020 avec une valeur de ( $D = 0.20$ ).



**Figure 40: Variation mensuelle de l'indice de Berger-Parker au niveau de Chott El Beidha (Wilaya de Sétif, Algérie).**

### III.4. Profil de diversité de la communauté avienne :

La figure 41 a exposé le modèle de diversité alpha en fonction des mois au niveau de Chott El Beidha (SETIF). Les mois d'août, juillet et novembre ont indiqués un nombre plus important d'espèces dans le profil de diversité (valeurs plus élevées lorsqu' $\alpha = 0$ ).

Tous les mois ont été classés différemment selon le poids accordé aux espèces rares ou dominantes (figure 41).

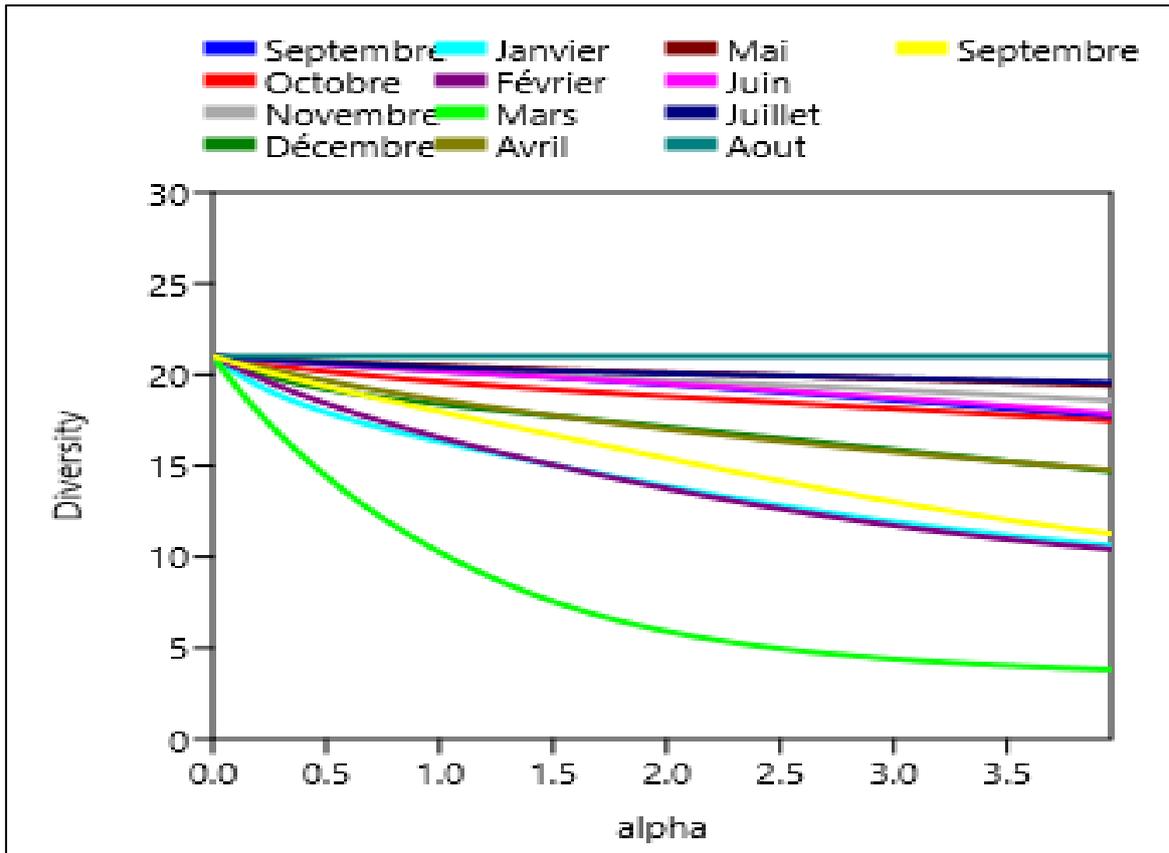


Figure 41: Modèle du profil de diversité au niveau de Chott El Beidha (wilaya de Sétif, Algérie).

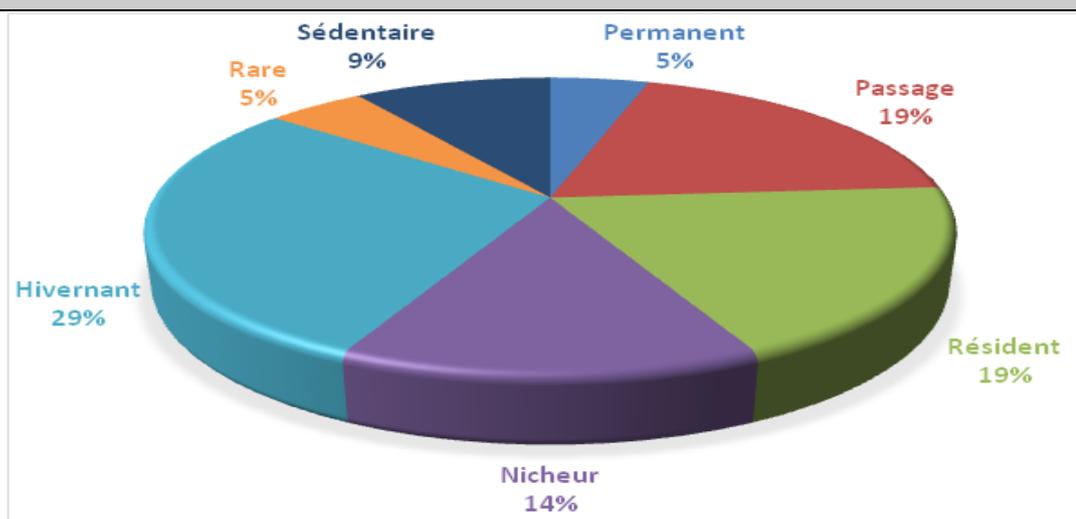
### III.5. Statut de phénologie et de conservation :

Entre septembre 2019 et septembre 2020, nous avons enregistré 7 statuts phénologiques. Les oiseaux Sédentaire représenté par deux espèces Tadorne de belon *Tadorna tadorna* et Canard colvert (*Anas platyrhynchos*) appartenant tous les deux à la famille des Anatidés ce statut représente un pourcentage de 9,52%, les oiseaux hivernants représenté par six espèces : Canard souchet (*Spatula clypeata*) et la sarcelle d'hiver (*Anas crecca*) appartenant aux Anatidés et Petit gravelot (*Charadrius dubius*), Grand gravelot (*Charadrius hiaticula*), Vanneau huppé (*Vanellus vanellus*) et Pluvier guignard (*Charadrius morinellus*) appartenant aux Charadriidés avec un pourcentage de 28,57%, les nicheurs qui sont au nombre de trois espèces : Échasse blanche (*Himantopus himantopus*) et Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*) appartenant aux Recucvirostridés et Glaréole à collier (*Glareolapratincola*) appartenant aux Glaréolidés avec un pourcentage de 14,28%, une espèce rare qui est Sterne hansel (*Gelochelidon nilotica*) avec un pourcentage de 4,76%, les résidents représentés par quatre espèces : Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), Héron garde-bœufs (*Bubulcus ibis*) et Héron cendré (*Ardea cinerea*) et Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*) appartenant respectivement aux Charadriidés, Ardéidés et Ciconidés avec un pourcentage de 19,04%, les oiseaux de passage qui sont au nombre de quatre et qui sont : Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*) (Anatidés), Chevalier guignette (*Actitis hypoleucos*) (Scolopacidés), Goéland leucophée (*Larus michahellis*) (Laridés) et Flamant rose (*Phoenicopterus roseus*) (Phœnicopteridés) ce statut représente 19,04%, un seul oiseau permanent qui est Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*) appartenant aux Accipitridés avec 4,76% .

Durant notre étude, nous avons noté 2 statuts de conservation de l'UICN. Les espèces à préoccupation mineur dominant (20 espèces), une seule espèce qui est quasi menacé (le vanneau huppé).

**Tableau 12: Phénologie et statut de conservation au niveau de Chott El Beidha (Sétif, Algérie).**

Famille	Espèce	Phénologie	Statut de conservation
<i>Anatidae</i>	Tadorne de belon	Sédentaire	LC
	Tadorne Casarca	Passage	LC
	Canard Souchet	Hivernant	LC
	Canard colvert	Sédentaire	LC
	Sarcelle d'hiver	Hivernant	LC
<i>Recurvirostridae</i>	Echasse blanche	Nicheur	LC
	Avocette élégante	Nicheur	LC
<i>Charadriidae</i>	Gravelot à collier	Résident	LC
	Petit Gravelot	Hivernant	LC
	Grand gravelot	Hivernant	LC
	Vanneaux huppé	Hivernant	NT
	Pluvier guingnard	Hivernant	LC
	<i>Scolopacidae</i>	Chevalier Guignette	Passage
<i>Laridae</i>	Goéland leucophée	Passage	LC
	Sterne Hansel	Rare	LC
<i>Ardeidae</i>	Héron garde-bœufs	Résident	LC
	Héron cendré	Résident	LC
<i>Ciconiidae</i>	Cigogne blanche	Résident	LC
<i>Phaenicopteridae</i>	Flamant rose	Passage	LC
<i>Accipitridae</i>	Busard des roseaux	Permanent	LC
<i>Glareolidae</i>	Glaréole à collier	Nicheur	LC

**Figure 42: Graphique représentant la phénologie des espèces au niveau de Chott El Beidha (Wilaya de Sétif, Algérie).**

### III.6. Analyse de l'effet facteurs climatiques (T / Pr) et communauté avienne :

Le tableau 13 présente l'effet des précipitations et de la température sur l'abondance de l'avifaune aquatique dans Chott El Beidha et sebkhet sokhna en utilisant la rotation de Varimax. On a réalisé une analyse des facteurs, qui a permis à 4 facteurs de détenir 92,07 % de la variance (tableau 13). Nous avons noté que le facteur 1 expliquait la grande proportion des informations (78,47% voir tableau 14) correspondant à l'échasse blanche (*Himantopus himantopus*), Petit gravelot (*Charadrius dubius*), Héron garde-bœufs (*Bubulcus ibis*), chevalier guignette (*Actitis hypoleucos*), gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), Goéland leucopnée (*Larus michahellis*), Sterne hansel (*Gelochelidon nilotica*), Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*) et Glaréole à collier (*Glareola pratincola*) (tableau 13). Le facteur 2 représentait 5,66 % de la variance correspondant au Canard colvet (*Anas platyrhynchos*), Héron cendré (*Ardea cinerea*) et Pluvier guignard (*Charadrius morinellus*). Le facteur 3 représentait 4,18% de la variance correspondant au Canard souchet (*Spatula clypeata*), vanneau huppé (*Vanellus vanellus*), Chevalier guignette (*Actitis hypoleucos*), Goéland leucopnée (*Larus michahellis*), Sterne hansel (*Gelochelidon nilotica*), Sarcelle d'hiver (*Anas crecca*) et Glaréole à collier (*Glareola pratincola*) (tableau 14). Le facteur 4 représentait 3,76% de la variance mais n'incluait pas les espèces (tableau 14).

**Tableau 13: Données de l'analyse CABFAC avec rotation Varimax appliquée aux espèces d'oiseaux d'eau contribuant à > 4 % aux assemblages.**

PC	Eigenvalue	% variance
1	10,201	78,47
2	0,73561	5,66
3	0,54297	4,18
4	0,48921	3,76

**Tableau 14: Le Varimax score pour les facteurs 1 à 4. Les chiffres en gras indiquent l'abondance des oiseaux d'eau avec des valeurs absolues élevées (> 1) des scores factoriels.**

Espèces	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
<i>Tadorna tadorna</i>	-0,59262	0,43496	-0,73075	-1,9141
<i>Spatula clypeata</i>	0,098794	0,80645	<b>1,3167</b>	-0,72553
<i>Anas platyrhynchos</i>	0,43585	<b>1,4498</b>	-0,97768	0,17723
<i>Himantopus himantopus</i>	<b>1,3476</b>	-0,066205	-0,72068	-1,0309
<i>Charadrius alexandrinus</i>	<b>1,2698</b>	0,27303	-0,67213	-0,35447
<i>Charadrius dubius</i>	<b>1,3476</b>	-0,066205	-0,72068	-1,0309
<i>Vanellus vanellus</i>	-0,99302	0,98535	<b>1,6733</b>	-1,2679
<i>Actitis hypoleucos</i>	<b>1,1346</b>	0,79534	<b>1,6553</b>	0,73069
<i>Larus michahellis</i>	<b>1,1346</b>	0,79534	<b>1,6553</b>	0,73069
<i>Bubulcus ibis</i>	<b>1,5548</b>	-0,87969	0,29242	0,03625
<i>Ardea cinerea</i>	-0,021682	<b>1,82</b>	-0,70644	-0,67856
<i>Ciconia ciconia</i>	-0,4513	-1,01	0,040112	-2,3007
<i>Phoenicopus roseus</i>	-0,32579	2,3163	-0,30001	0,68417
<i>Circus aeruginosus</i>	0,79336	-1,0944	0,088926	-1,013
<i>Gelochelidon nilotica</i>	<b>1,1317</b>	-0,38711	<b>1,2125</b>	-0,68227
<i>Tadorna ferruginea</i>	0,87152	0,95218	-0,47143	-0,68433
<i>Anas crecca</i>	-0,43622	0,81018	<b>1,8183</b>	-0,87801
<i>Charadrius hiaticula</i>	0,87152	0,95218	-0,47143	-0,68433
<i>Recurvirostra avosetta</i>	<b>1,9791</b>	0,17227	-0,50093	0,89993
<i>Charadrius morinellus</i>	0,31472	<b>1,1274</b>	-0,61649	-1,0742
<i>Glareola pratincola</i>	<b>1,1317</b>	-0,38711	<b>1,2125</b>	-0,68227

**Discussion :**

Notre étude a confirmé l'importance écologique de nos zones d'études : la sebkha de BAZER SAKHRA, commune de Bazer Sakhra, Daïra d'El Eulma, la retenue collinaire SOUMAR appartenant à la commune de Ain Arnat, et Chott EL BEIDHA et son annexe de sebkhat SOKHNA qui est située dans la daïra de Hammam Sokhna, commune de Hammam sokhna (wilaya de SETIF, nord-est de l'Algérie) pour les oiseaux d'eau pendant la migration.

La zone d'étude se trouve à un endroit important dans la voie migratoire de l'avifaune aquatique. (Voie de migration paléarctique-transsaharienne). Selon Blondel (1986 ; 1990), à quelques exceptions près, l'avifaune actuelle de la région méditerranéenne appartient généralement au Paléarctique. Le type biogéographique défini par Voos (1960) cité par Milla et al. (2012) ont montré que l'importance relative de la faune nordique, notamment paléarctique, dans la zone d'étude est cohérente avec la conclusion de Blondel (1979). Le même auteur mentionne que 37,2% de tous les oiseaux d'Algérie appartiennent au Paléarctique. Généralement, l'avifaune de la région d'étude est une avifaune paléarctique (Aliat, 2017).

Il peut également s'agir de zones humides de halte migratoire pour de nombreux oiseaux d'eau (en provenance du centre de l'Europe). Nous avons observé les flamants roses, les ibis et les goélands qui traversant cette zone pendant la période migratoire.

Durant l'année d'étude allant de Septembre 2019 jusqu'à Septembre 2020 on a dénombré 21 espèces d'avifaune aquatique qui appartient à 11 familles au niveau de la sebkha de BAZER SAKHRA, 23 espèces qui appartiennent à 11 familles dans la retenue collinaire SOUMAR et 21 espèces appartenant à 10 familles d'oiseaux aquatiques au sein de Chott EL BEIDHA.

Dans les zones humides avoisinantes du site d'étude Lazli et al. (2018) ont dénombrés 52 espèces d'avifaune aquatique appartenant à 16 familles dans le lac OUBEIRA d'une superficie de 2200ha située dans la wilaya d'El TAREF, Nord-Est de l'Algérie, dans le marais de la MEKHADA (10000ha, wilaya d'El TAREF, nord-est de l'Algérie) Bediaf et al. (2020) ont inventorié 53 espèces d'avifaune aquatique appartenant à 15 familles, a Garaet Hadj-Tahar (100 ha, province de SKIKDA, nord-est de l'Algérie) Bara et al. (2020) ont signalé 35 espèces d'oiseaux aquatiques appartenant à 13 familles, cependant au niveau de Kef Doukhane (550 ha, province de GHARDAIA, nord du Sahara centrale de l'Algérie) Chedad et al. (2020) ont recensé 53 espèces qui appartiennent à 14 familles, le lac TONGA, d'une superficie de 2600ha située dans la wilaya d'El TAREF Nord-Est de l'Algérie quant à lui il

abrite 35 espèces d'oiseaux aquatiques appartenant à 11 familles selon Loucif et al. (2020) et 61 espèces d'oiseaux aquatiques qui appartiennent à 17 familles selon Gherib et al. (2022). Au niveau des 40 zones humides de la côte Azov-Noire (Ukraine), Chernichko et al. (2023) ont signalé 106 espèces d'oiseaux aquatiques.

Au niveau de la sebkha de Bazer Sakhra, le courlis cendré (espèce inscrite sur la liste rouge de l'UICN comme espèce quasi menacé « NT ») a été observé.

La Cigogne blanche, le Busard des roseaux, le Courlis cendré l'Echasse blanche, la Grue cendrée, le Flamant rose, le Tadorne casarca, l'Avocette élégante et le Tadorne de belon sont les neuves espèces de faune aviaire aquatique figurant dans la liste des espèces protégées par la loi de l'Algérie (DE n°12-235) soit 23,07 % du totale de ces espèces protégées par la loi algérienne et qui sont présentes dans la sebkha de BAZER SAKHRA.

En ce qui concerne la Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage, 3 espèces d'oiseaux aquatiques sont inscrites sur la liste de l'accord AEWA soit les 14,28 % de la totalité de l'effectif de la faune aviaire aquatique de la sebkha de BAZER SAKHRA.

Relativement à la convention de Washington deux espèces y figurent, l'une dans l'annexe II qui est le Flamant rose, et l'autre qui est le Busard des roseaux figurent dans l'annexe I, II et III

Quatre (04) espèces clés ont été cités sur la liste rouge de l'UICN comme espèces menacées (le Fuligule nyroca avec un statut de quasi-menacé « NT », le fuligule milouin avec un statut de vulnérable « Vu », l'Érismature à tête blanche avec un statut d'en danger « EN » et le vanneau huppé avec un statut de quasi-menacé « NT »), alors que le reste des espèces soit 82,60 % ont un statut de préoccupation mineure ont signalés leur présence sur la retenue collinaire de SOUMAR.

Au total 6 espèces recensées au niveau de SOUMAR sont protégées par la loi de l'Algérie (DE n°12-235) et représentent 15,38 % de la faune aviaire aquatique Algérienne protégée, dont : le Fuligule nyroca, la Cigogne blanche, le Flamant rose, le Busard des roseaux, l'Echasse blanche et le Tadorne de belon.

Deux espèces apparaissent dans l'annexe II de la convention (CITES), qui concerne l'ensemble des espèces qui ne sont pas forcément en danger, mais dont le commerce pourrait

mettre en danger l'existence de l'espèce, dont : le Flamant rose et l'Érismature à tête blanche et une espèce figurant dans les annexes I, II et III, il s'agit du Busard des roseaux.

Par rapport à la CMS, 8 espèces d'oiseaux aquatiques sont inscrites sur la liste de l'accord AEWA soit les 34,78 % de l'effectif total de la faune aquatique aviaire de la retenue collinaire SOUMAR.

Chott El BEIDHA abrite une espèce clé qui utilise le site d'étude pour l'hivernage et est inscrite sur la liste rouge de l'UICN comme espèce menacée, c'est bien le Vanneau huppé d'un statut quasi menacé « NT ».

Alors que, 52,38 % des espèces présentes dans Chott El BEIDHA sont protégées par la loi algérienne, les espèces en question sont la Cigogne blanche, le Grand gravelot, le Busard des roseaux, la Sterne hansel, le Glaréole à collier, la Grue cendré, le Flamant rose, l'Échasse blanche, l'Avocette élégante, le Tadorne casarca et le Tadorne de belon (28,20% de la liste totale des espèces algérienne protégée par le DE n°12-235).

Concernant la Convention de Bonn, 23,80% de l'effectif total de la faune aviaire aquatique fréquentant le Chott El Beidha (voir accord AEWA).

Deux espèces d'oiseaux aquatiques sont répertoriées dans le (CITES), l'espèce concernée est bien le Flamant rose figurant sur l'annexe II et du Busard des roseaux qui est inscrit sur les annexes I, II et III.

Les mesures adéquates prises pour conserver les zones humides de manière durable peuvent maintenir les produits et services fournis par ces derniers (Brevik et Homburg, 2004).

De nombreuses espèces menacées et rares dont leur milieu de vie est dans les biotopes humides ou sont notamment dépendantes. Alors que d'autres n'y passent qu'une proportion de leur cycle de vie, ou bien visiter le site pour un but précis (remise et ou gagnage) (Skinner & Zalewski, 1995). Les 3 sites d'étude sont des sites de grande biodiversité et vitaux pour les oiseaux migrateurs (leur fonction est multiple : aire de halte, lieu pour passer l'hiver ou de reproduction pour diverses espèces d'avifaune aquatique (Kraiem, 2002). Pour l'avifaune aquatique, l'hivernage est une phase de reconstitution des réserves en énergie après l'investissement ce cette dernière durant la reproduction et la migration (Frochot et Roché, 2000).

La région d'étude fournit des ressources trophiques de qualité et de quantité suffisantes pour être considéré comme un refuge adapté et sûr pour le gagnage (Chenchouni, 2007).

Selon Isenman et Moali (2000), il est possible que les oiseaux possèdent de multiples statuts phénologiques selon la période de l'année pendant laquelle ils fréquentent un endroit spécifique. Dajoz (1975) a attesté que c'est l'alimentation de l'oiseau qui définit, entre autres, son caractère migratoire ou sédentaire. Comme c'est le cas dans notre étude, de nombreux oiseaux d'eau ont changé leur statut phénologique pour devenir des oiseaux sédentaires dans cette région en fonction des facteurs écologiques.

L'analyse du statut phénologique au niveau de Bazer Sakhra a révélé que la faune aquatique aviaire de la zone étudiée se divisait en 7 statuts phénologiques, les nicheurs et les passagers dominant et les permanents sont rares. Dans la retenue collinaire SOUMAR, l'avifaune aquatique présente se divise en différents statuts phénologiques, les nicheurs et les sédentaires dominant. Selon la même analyse dans Chott El Beidha les hivernants, les résidents et les oiseaux de passager dominant.

Les oiseaux se répartissent dans la zone humide selon leurs propres schémas, rarement de manière aléatoire, et cette répartition répond à des critères écologiques et biologiques caractérisant les sites et les espèces (Bara et Segura, 2019).

Nos données montrent qu'en Janvier, dans la sebkha de BAZER SAKHRA, la richesse spécifique et l'abondance atteignent le maximum. Cependant nous avons enregistré les profils de diversité les plus élevés dans cette sebkha en mois de Mars. En effet, ce mois-ci la zone humide atteint ses valeurs écologiques maximales (indice de Shannon-Weaver, Simpson, équitabilité et Berger-Parker). Deux espèces (le tadorne de belon et le flamant rose) dominent la zone en mai et juin. Ces deux espèces ont exprimés un sédentarisme. Les flamants rose sont divisés en deux métapopulations (résidents et nicheurs) et sont très abondants. La sebkha représente un endroit idéal pour l'hivernage de ces grands échassiers. (Baaziz, 2012).

Cependant au niveau de la retenue collinaire SOUMAR on remarque qu'en mois de Mai, la richesse spécifique a atteint son taux maximal de 16 espèces et d'équitabilité 0,34, l'abondance a atteint un maximum d'individus en mois de Juin 2020, nous avons aussi enregistré les profils de diversité les plus élevés dans la zone humide du SOUMAR (en juin). En effet, ce mois-ci la zone humide atteint ses valeurs écologiques maximales dont l'indice de Shannon-Weaver atteint son maximum avec 2.04, Simpson avec 0,82. Nous avons enregistré trois taxons (foulques, canards et grèbes) qui dominent la zone humide en septembre et octobre. Ces trois taxons ont été enregistrés autour du SOUMAR en tant que population sédentaire ou hivernante.

Quant à Chott EL BEIDHA, le mois de Mars s'avère être le plus riche dont la richesse spécifique et l'abondance atteignent le maximum. Cependant nous avons enregistré les profils de diversité les plus élevés dans Chott El Beidha en mois d'Avril 2020. En effet, ce mois-ci la zone humide atteint ses valeurs écologiques maximales (voir partie résultats « indices écologiques »). La zone est dominée par trois espèces (le flamant rose et le tadorne de belon et le canard colvert) en Mars. Pour ces espèces, le site d'étude peut être un endroit de sédentarisme (post ou pré migratoire).

Les profils de diversité peuvent être expliqués à travers un processus qui est décrit dans une approche fonctionnelle. Nous avons noté qu'en période estivale, les espèces dominantes des trois sites d'études quittent la zone humide (la métapopulation de flamants, les tadornes pour la sebkha de BAZER SAKHRA et Chott EL BEIDHA et les canards et foulques pour la retenue collinaire SOUMAR) selon les exigences spécifiques. Dans ce cas, le nombre d'espèces (richesse) et le nombre d'individus (abondance) suivent une courbe linéaire. Cependant, il est important de noter que la linéarité pourrait être trop restrictive pour modéliser la diversité (Gattone & Di Battista, 2009). Nous avons également constaté que le statut phénologique est des oiseaux (reproduction, hivernage, sédentarité, migration) peut contrôler les caractéristiques de diversité propres aux zones humides.

La relation entre les facteurs environnementaux, tels que les précipitations et la température, et l'abondance d'avifaune aquatique était étroitement liée à leurs besoins. La stratégie alimentaire (disponibilités en nourriture, types d'alimentations disponibles etc.) détermine également leur distribution spatiale (Péron, 2011).

Vickery et al. (2014) ont noté que la perte d'habitat de halte a entraîné une baisse du nombre total d'avifaune aquatique migratrice sur de longues distances. Entre 2019 et 2020, les stations climatiques de SKIKDA et OUM EL BOUAGHI ont signalé des précipitations plus faibles (principalement dans la zone humide de GUERBES-SANHADJA) ainsi que dans la zone humide des HAUTS PLATEAUX, en plus de la pandémie du COVID 19 qui a engendré la clôture totale des Hammamet (Hammam Sokhna engendre une proportion importante des rejets) ce qui a causé un assèchement de 70% de la sebkha qui était inondée à 30% alors que la profondeur de cette dernière arrivait à peine à atteindre les 200 mm .

En revanche la zone humide de SOUMAR a gardé un taux important de sa capacité ce qui a expliqué le nombre d'oiseaux d'eau migrants de longue distance qui l'ont utilisé pendant leur escale (c.-à-d. le flamant rose qui se reproduit dans le sud de l'Algérie – colonie de EL GOLEA) (Bouchecker et al., 2011).

**Conclusion**

## Conclusion :

Sur le plan de la sebkha de BazerSakhra nous avons recensé 21 espèces appartenant à 11 familles d'une abondance totale de 27049 individus toutes espèces confondues. La richesse spécifique ayant atteint sa valeur maximale de 11 espèces en Janvier 2020 avec une abondance de 3044 individus, concernant les indices de diversité, L'indice Shannon a atteint sa valeur la plus élevée en mars 2020 avec une valeur de 1,51 pareil pour l'indice de Simpson 0,75, d'équitabilité et pour l'indice de Berger-Parker qui a atteint une valeur de 0,35 ce qui valide que le mois de Mars est le plus diversifié (transit hivernage / reproduction).

Au niveau de Chott El Beidha nous avons dénombrés 21 espèces qui appartiennent à 10 familles d'une abondance totale de 7042 individus toutes espèces confondues. La richesse spécifique ayant atteint sa valeur maximale de 14 espèces en Mars 2020 avec une abondance de 1638 d'individus en ce même mois, concernant les indices de diversité, la valeur maximale de l'indice de Shannon a été notée en Avril 2020 avec une valeur de 2.17, Simpson avec 0,86 et d'équitabilité de 0,80, l'indice Berger-Parker a en effet enregistré sa valeur minimale 0,20 ce qui démontre la diversité maximale de ce mois.

Au niveau de la retenue collinaire Soumar on a inventorié 23 espèces appartenant à 11 familles d'une abondance totale de 23252 individus toutes espèces confondues. La richesse spécifique ayant atteint une valeur très élevée de 15 espèces en Juin 2020 avec une abondance de 2234 individus en ce mois même, concernant les indices de diversité, En juin 2020, l'indice Shannon a atteint sa valeur la plus élevée avec une valeur de 2,04, Simpson avec 0,82 et d'équitabilité, l'indice Berger-Parker a en effet enregistré sa valeur minimale 0,29 ce qui démontre la diversité maximale de ce mois.

L'analyse du statut phénologique au niveau des trois zones humides (BZ, S, CED) révélé que la faune aquatique aviaire de la zone d'étude se divisaient en 7 statuts phénologiques (les nicheurs, de passager, les sédentaires, les espèces rares, les résidents, les hivernants et les permanents).

On note la présence de l'espèce clé menacée le Courlis cendré "quasi menacé" au niveau de Bazer Sakhra et le Vanneau huppé "quasi menacé" au niveau de Chott El Beidha. Au niveau de la retenue collinaire de Soumar quatre (04) espèces ont un statut de conservation : le Fuligule nyroca "NT", le fuligule milouin "Vu", l'Erismature à tête blanche "EN" et le vanneau huppé " NT ".

Les milieux humides salées appartenant aux hautes plaines de l'Est algérien sont importants pour le maintien de la diversité biologique dans ces zones semi-arides en raison de leurs caractéristiques édaphiques et écologiques. Ces zones situées entre le Tell et le Sahara sont fréquentées par une multitude d'espèces d'avifaune aquatique hivernantes, estivantes et de passage.

Ces systèmes écologiques aquatiques continentaux offrent des conditions idéales pour le cycle écologique de cette avifaune diversifiée. Les deux sebkhas subissent des pressions importantes, la chasse illégale surtout des grues cendrées qui hivernent à Chott El Beidha, la pollution : les eaux usées ménagers ainsi que celles des industries de la ville d'El Eulma se déversent directement dans Oued El Mellah qui alimente la Sebkha de Bazer Sakhra. Sur les bords de Chott El Beidha il existe un centre d'enfouissement technique, ce qui favorise la présence des espèces aliènes invasives « AIS » comme le Héron garde-bœufs (*Bublcus ibis*) et la cigogne blanche (*Ciconia ciconia*). Le surpâturage excessif provoquant le tassement du sol ce qui va nuire à la morphologie du plan d'eau et du couvert végétal qui l'entoure (impacte sur le cycle trophique, la niche écologique et les périodes de reproduction).

Les changements climatiques sont traduits par une faible quantité de pluies (faible taux de précipitation), ce qui influence le plan d'eau et l'assèchement des milieux humides qui accueillent les oiseaux d'eaux.

Les zones humides artificielles sont importantes pour la migration de l'avifaune aquatique en offrant des possibilités d'arrêt sur les sites. La zone humide (retenue collinaire de Soumar) a exposé de nombreuses espèces d'oiseaux aquatiques qui l'utilisent comme halte, lieu de reproduction ou d'hivernage. De plus, un grand nombre de la faune aviaire aquatiques a changé son statut phénologique pour devenir des oiseaux sédentaires dans le site.

Malgré les valeurs écologiques, systématiques et socioéconomiques offertes par cette zone humide, surtout la disponibilité alimentaire et la sélection de sites pour quatre espèces clé, la zone humide du Soumar n'est pas classée en tant que site RAMSAR ni ZICO.

La retenue collinaire de Soumar aussi reçoit une pression (forte exploitation) tel que l'utilisation des pompes d'eau pour irriguer les terrains agricoles entourant l'étendue d'eau. C'est ce qui nous mène à recommander fortement aux autorités compétentes plus de projets de conservation dans cette retenue. Ce qui implique une abondance et richesse des oiseaux d'eau (profils de diversité), et aussi permettre la classification de cette zone humide comme site RAMSAR et ZICO.

Nous recommandons aussi une attention supplémentaire aux zones humides protégées (Sebkhas) de la wilaya de Sétif qui malgré leur statut de conservation subissent toujours des pressions en l'absence des plans de gestion. Cela invite significativement les autorités concernées à établir des plans de gestions de ces zones humides à haute importance.

# **Références bibliographiques**

**Références bibliographiques :**

- Alliat, T. (2017), Les écosystèmes humides des hautes plaines orientales algériennes, thèse de doctorat en sciences. Université Ferhat Abbas Sétif 1, p181.
- Allen, M.F. (1987), Migration vectoras, transections of british mycological society,88 :413.417
- Allouche, L. (1988). Stratégie d'hivernage comparée du Canard Chipeau et de la Foulque macroule pour un partage spatio-tempore le des milieux humides de Camargue. Thèse de doctorat. Univ. Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier. 179p.
- Allouche, L. et Tamisier, A. (1984). Feeding convergence of Gadwall, Coot and other herbivorous waterfowl species wintering in Camargue: a preliminary approach. *Wildfowl* 35: 135-142
- Altman, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 4:47-68.
- Andrade, E.R., Jardim, J.G., Santos, B.A., Melo, F.P.L., Talora, D.C., Faria, D., &Cazetta, E. 2015. Effects of habitat loss on taxonomic and phylogenetic diversity of understory Rubiaceae in Atlantic Forest landscapes. *Forest Ecology and Management*, 349 : 73-84.
- Anonyme, (1974). Projet d'études devant permettre la définition de programmes de développement sur la zone de rénovation rurale des hautes plaines sétifiennes. O.T.I., ressources naturelles pédologie. 219p. Carte de classification pédologique au 1/50 000.
- Baaziz, N and Samraoui,B. (2008). The status and diurnal behaviour of wintering. Common coot *Fulica atra* in the hauts plateaux, Northeast Algeria. *European Journal of scientific research* vol 23 (3): 495-512.
- Baaziz, N. (2012), Statut et écologie de l'avifaune aquatique de la Sebkhia de Bazer-Sakra (El-Eulma, Sétif) : Phénologie et distribution spatio-temporelle, thèse de doctorat en sciences de la mer, université Badji Mokhtar Annaba, p108.
- Bagnoul, S. et Gaussen, H. (1957). Les climats Biologiques et leurs Classifications. *Ann. Géogr. Fr.* N° 355 : 193-220.
- Bara, M. (2014), Structure et écologie des Rallidés dans les zones humides de Guerbes Sanhadja (wilaya de Skikda), thèse de doctorat en sciences biologiques, université Badji Mokhtar Annaba, p93.

- Bara, M. & Segura, L.N. 2019. Effect of Air Temperature and Water Depth on Bird Abundance: A Case Study of Rallidae and Anatidae in the Northeastern Algerian Garaet Hadj Tahar. *Pakistan J. Zool.*, 51 (1), 211-217
- Bara, Y., Bara, M., Bensouilah, M., Saheb, M., Atoussi, S., & Houhamdi, M. 2020. Assessments of physico-chemical parameters of Garaet Hadj Tahar wetland and their effect on waterbirds settlement. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (2), 33-39.
- Bechtel (1975), Développement des ressources en eau et de l'Agriculture. Région de Sétif. Etude préliminaire et conditions de réalisation – volume II.
- Bediaf, S. & Benmetir, S. & Boucheker, A. & Lazli, A. (2020). Diversité de l'avifaune aquatique hivernante du marais de Mékhada. État actuel et valeur patrimoniale d'un site Ramsar (Nord-Est Algérien). *Bulletin de la Société zoologique de France*. 145. 97-118.
- Bensaci, E. (2011). Eco-éthologie du flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans la Vallée de Oued Righ (Sahara oriental algérien). Thèse de doctorat en biologie, sous la direction de Houhamdi moussa, Université du 08 mai 1945, Guelma. 183p.
- Bensaci, E., Bouzegag, A., Guergueb, E., Bounab, C., Brahmia, H., Nouidjem, Y., Zeraoula, A., Bouaguel, L., Saheb, M., Metallaoui, S., Mayache, B., Bouzlama, Z. et Houhamdi, M. (2011). Chott Merouane (Algérie) : un nouveau site de reproduction du Flamant rose *Phoenicopterus roseus*. *Flamingo* 18. 40-47.
- Bibby, C., Jones, M. & Etmarsden, S (EDS) (1998). In expedition field techniques: bird surveys. Royal Geographical Society, London. 134p
- 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.
- Boucheker, A., Samraoui, B., Prodon, R., Amat, J.A., Rendón-Martos, M., Baccetti, N., Esquerre, F.V., Nissardi, S., Balkiz, Ö., Germain, C., Boukhssaim, M., & Béchet, A. 2011. Connectivity between the Algerian population of Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* and those of the Mediterranean basin. *Ostrich*, 82 (3), 167-174.
- Boudoukha, A. (1998). Hydrogéologie des hautes plaines sétifiennes et hydrochimie des eaux souterraines. Thèse de Doctorat, Univ. Annaba, Algérie, 230 p.

- Boukrouma, N., Maazi, M-C., Saheb, M., Metallaoui, S. et Houhamdi, M. (2011). Hivernage du Canard Pilet *Anas acuta* sur les hauts plateaux de l'Est de l'Algérie. *Alauda* 79(4): 285-293.
- Boukhssaim, M., Houhamdi, M. & Samraoui, B. (2006b). Status and diurnal behavior of the Shelduck *Tadornatadorna* in the Hauts Plateaux, northeast Algeria. *Wildfowl*, 56: 65-78.
- Boukhssaim, M., Houhamdi, M., Saheb, M., Samraoui, F., & Samraoui, B. (2006a). Breeding and banding of Greater flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algeria, August 2006. *Flamingo*, 14 : 21-24.
- Boumezbeur, A. (2004). Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale. 4ème édition, IV. DGF. 120p
- Boumezbeur, A. et Boulahlib, A., (2005). Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar (FDR), chott El-Beida. Conservation des forêts de Sétif. Direction Générale des Forêts, Alger. 2-4, 7, 10p
- Bouzi, A., (2003). Bioécologie des oiseaux d'eau dans les chotts d'Ain El Beida et d'Oum Er-Raneb (Région d'Ouargla). Thèse de Magister en Agronomie. INA El Harrach, Alger. 136p.
- Brevik, EC., Calzolari, C., Miller, BA., Pereira, P., Kabala, C., Baumgarten, A. and Jordán A. (2015b). Soil mapping, classification, and modeling: history and future directions. *Geoderma*. DOI: 10.1016/j.geoderma.2015.05.17.
- Convention on Biological Diversity, Sixième Rapport National sur la Diversité Biologique (2019) partie 5 page 190.
- Cheddad, A., Bendjoudi, D., Guezoul, O., (2020). Biodiversité de l'avifaune aquatique d'une zone humide artificielle à kefdoukhane (Ghardaia, Sahara Algérien) *Bull. Soc. zool. Fr.*, 145(4) : 383-400.
- Chenchouni, H (2007). Diagnostic écologique d'un site proposé Ramsar : Chott de Djendli (Batna-Algérie). *Mém. Ing. Eco. Univ. Batna*. 102p.
- Chernichko, J.I, Kostushyn, V.A., & Vinokurova, S.V. (2023). The red data book waterbirds in the coastal wetlands of the Azov-Black Sea region of Ukraine — the results of the august counts 2018 and 2021. *Zoodiversity*, 57(2), 181–190.
- Dajoz, R., 1975. Précis d'écologie. Ed. DUNOD, Paris. 434p.

- Dajoz, R., 1983. Précis d'écologie. Ed. DOUNOD. Paris. 503p.
- Dajoz, R., 1985. Précis d'écologie. Ed. DUNOD. Paris. 505, 560p.
- Dajoz, R., 2003. Précis d'écologie. Ed. DUNOD. Paris. 615 p.
- Dajoz, R., 2006. Précis d'écologie : 8eEdition, Ed. DUNOD, Paris. 631p.
- Darmangeat, P. et Duperat, M., (2006), Les oiseaux de France, Losange, Artemis, N 84416 ; ISBN 978-2-84416-522-0
- De Belair, G. et Samraoui, B. (2000). L'éco complexe des zones humides de Béni -Bélaid: Un projet de réserve naturelle. Sciences et Technologie14: 115-124.
- Demdoum, A., (2010). Hydrogeological study of the El Eulmaregion and the problem of water quality, Doctoral Thesis, Univ. Constantine, Algeria.
- DGF, (2004). ATLAS4des zones humides Algériennes d'importance internationale (4eédition). Direction générale des forêts, Alger, 98-100p.
- Djerdli, S., (1995), Biologie faunistique de Sebkheth Bazer Région de Sétif thèse de magister Université Ferhat Abbas Sétif.
- Dubois, P., Le Maréchal, P., Olioso, G., Yesou, P., (2000). Inventaire des Oiseaux de France - Avifaune de la France métropolitaine. Nathan, F
- Dustan, C.E., & Fox, B.J. (1996). The effects of fragmentation and disturbance of rainforests on ground dwelling small mammals on the Robertson Plateau New south Wales Australia. J. Biogeogr, 23, 187–201.
- Elphick, C.S., (2008). How you count counts: the importance of methods research in applied ecology. British Ecological Society, (45) 5, 1313-1320.
- Emberger, L., (1955). Une classification biogéographique des climats. Rev. Trac. Bot.Géol. Zool. Scien. Montpellier (France), 343p.
- Etchécopar, R.D. ; Hüe, F., (1964), les oiseaux du nord de l'Afrique.
- Felix, J., (1975). Les oiseaux aquatiques. Atra, Prague et marabout S.A., Verviers. 178p.
- Fishpool, L. D., & Evans, M. I. (Eds.). (2001). Important Bird Areas in Africa and associated islands: Priority sites for conservation. Cambridge: Bird Life International.

- Frochot, B., Deleis, A., et Godin, J., (2003). Partez à la rencontre de la biodiversité, Les oiseaux d'eau nicheurs du bassin Artois Picardie, Edition Agence De L'eau Artois Picardie.
- Frochot B et Roché J (2000). Les fonctions des zones humides pour les oiseaux in Fonctions et valeurs des zones humides. DUNOD, Paris, France. 13 : 268-276.
- Frydrych, R., Gozé, E., Héquet, E., (1993). Effet de l'humidité relative sur les résultats obtenus au thermodétecteur. *Coton et Fibres Tropicales*, 48 (4): 305-311.
- Fustec, J., Beaujard, F. (2000). Effect of Photoperiod and Nitrogen Supply on Basal Shoots Development in *Rhododendron Catawbiense*. *Biologia Plantarum* 43, 511–515. <https://doi.org/10.1023/A:1002894019412>
- Gaget, E., Le Viol, I., Pavón-Jordán, D., Cazalis, V., Kerbiriou, C., Jiguet, F., Popoff N., Dami L., Mondain-Monval J.Y., Defos du Rau P., Abdou W.A.I., Bozic L., Dakki M., Encarnação V.M.F., Erciyas Yavuz K., Etayeb K.S., Molina B., Petkov N., Uzunova D., Zenatello M. & Galewski, T. (2020). Assessing the effectiveness of the Ramsar Convention in preserving wintering waterbirds in the Mediterranean. *Biological Conservation*, 243, 108485.
- Gattone, S. A., & Battista, T. D. (2009). A functional approach to diversity profiles. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 58 (2), 267-284.
- Gherib, A., Lazli, A., Naili, S., Bouchecker, A., (2022). Avifauna diversity and phenology in a Ramsar site: Lake Tonga (Northeastern Algeria). *Arxius de Miscel·lània Zoològica* 19:321-344.
- Goumidi, N. et Kaouache, S., (1995). Contribution à l'étude hydrogéologique de la plaine de Hammam Sokhna (wilaya de Sétif). *Mém. Ing. Géo. Univ. Constantine*. 151p.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T, & Ryan, P.D. (2001). PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4 (1), 9.
- Houhamdi, M., (2002). Ecologie des peuplements aviens du lac des oiseaux : Numidie orientale. Thèse de Doctorat d'état en Ecologie et environnement. Univ. Badji Mokhtar, Annaba (Algérie), 146 p.
- Houhamdi, M. et Samraoui, B. (2002). Occupation spatio-temporelle par l'avifaune aquatique du Lac des Oiseaux (Algérie). *Alauda* 70 : 301-310.

- Isenmann, P., Gaultier, T., El- Hili, A., Azafzaf, H., Dlenzl, H., et Smart, M. (2005). Oiseaux de Tunisie Société d'études Ornithologiques de France. Paris.
- Isenmann, P., and Moali, A., ( 2000). Birds of Algeria. Société d'Etudes Ornithologiques de France, Paris. 336 pp.
- Jackson, M. V., Choi, C.-Y., Amano, T., Estrella, S. M., Lei, W., Moores, N., Mundkur, T., Rogers, D. I., & Fuller, R. A. (2020). Navigating coasts of concrete: Pervasive use of artificial habitats by shorebirds in the Asia-Pacific. *Biological Conservation*, 247, 108591.
- Jacobs, P & Ochando, B. (1979). Répartition géographique et importance numérique des anatidés hivernants en Algérie. *Gerfaut*, 69: 239-251.
- Jorde, D.G. & Owen, R.B. Jr. (1988). The food need for nocturnal activity and energy budgets of waterfowl". In: *Waterfowl in Winter*. M.W. Weller (ed.): 169-180.
- Kingsford, R. T., Porter, J. L., Brandis, K. J., & Ryall, S. (2020). Aerial surveys of waterbirds in Australia. *Scientific data*, 7 (1), 172.
- Kraiem, H., (2002). Biophysical and Socio-economic Impacts of Climate Change on Wetlands in the Mediterranean. *Mediterranean Roundtable*. Athens. 33p.
- Lahmar, R., Batouche, S., Labiod, H. et Meslam, M., (1993). Les sols et leur répartition dans les hautes plaines Sétifiennes, *Rev. N° 6, Eau et sol d'Algérie*, Agence nationale des ressources hydr. Minist. Equip. pp : 60-70p.
- Lamotte, J. et Bourliere, A. (1969). Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres. Édition : Masson. 151p.
- Lazli, A., Benmetir, S., Bediaf, S., Mazni, S., Messaï, Z. & Iboud, T. (2018). Wintering of waterbirds at Lake Oubeira (Northeastern Algeria): Current status and patrimonial interest. *Alauda*. 86. 95-108.
- Ledant, J.P., Jacobs, J.P., Jacobs, P., Malher, F., Ochando, B. & Roché, J. (1981). Mise à jour de l'avifaune algérienne. *Gerfaut*, 71 : 295-398.
- Legendre, L. et Legendre, P. (1979) *Ecologie numérique : la structure des données écologiques Tome 2* : Edition : Masson. 255 p.
- Lindström, A. et Piersma, T. (1993) Mass changes in migrating birds: the evidence for fat and protein storage re-examined. *Ibis* 135: 70-78.

- Loucif, K., Bara, M., Grira, A., Maazi, M. C., Hamli, A., & Houhamdi, M. (2020). Ecology of avian settlements in lake Tonga (Northeast Algeria). *Zoodiversity*, 54 (4), 275-284.
- Magurran, A.E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Milla, A., Makhloufi, A., Daoudi-Hacini S., Voisin, J.F & Doumandji, S. (2012). Aperçu de l'avifaune du sahel algérois. *Algerian journal of arid environment* vol. 2(1) : 3-15.
- Péron C. (2011). Impact des changements climatiques et distribution spatiale des oiseaux marins de l'océan austral. *Sciences de l'environnement*. Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, Français. ffNNT : ff. fftel-00660322f
- Pielou, E C. (1975). *Ecological Diversity*. New York: Wiley
- Pielou, E.C. (1966). The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*. 13 : 131–144. doi :10.1016/0022-5193(66)90013-0.
- Pirot, J. Y., Chessel, D., Tamisier, A. (1984). Exploitation alimentaire des zones humides de Camargue par cinq espèces de canards de surface en hivernage et en transit: modélisation spatio-temporelle. *Revue d'Écologie*, 39 (2), pp.167-192. ffhal-03529401f
- Pouget, M., (1980). *Les relations sol-végétation dans les steppes sud-Algéroises*. O.R.S.T.O.M. Paris. 135, 142p.
- Ramsar (2013). *Le Manuel de la Convention de Ramsar : Guide de la Convention sur les zones humides (Ramsar, Iran, 1971), 6ème édition*. Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse, 60p.
- Rousseau, R., Van Hecke, P., Nijssen, D., & Bogaert, J. (1999). The relationship between diversity profiles, evenness and species richness based on partial ordering. *Environmental and Ecological Statistics*, 6 (2), 211.
- Saheb, M., Boulekhssaim, M., Ouldjaoui, A., Houhamdi, M. et Samraoui, B. (2006). Nidification du flamant rose *Phoenicopterus roseus* en 2003 et 2004 en Algérie. *Alauda* 74(2): 368-371
- Saheb, M., (2003). *Cartographie de la végétation des sebkhas de Guellif et Ougla Touila (Oum El Bouagui) et écologie de l'avifaune*. Thèse de Magistère. Centre universitaire d'Oum El Bouagui.

- Samraoui, B. et De Belair, G. (1998). Les zones humides de la Numidie orientale : Bilan des connaissances et perspectives de gestion. Synthèse (Numéro spécial) N°4. 90p.
- Samraoui, B. et De Belair, G., (1997). The Guerbes-Sanhadja wetlands: Part I. Overview. *Ecologie* 28 : 233-250.
- Samraoui, B., De Belair, G. et Benyacoub, S. (1992). A muchthreatnedlake: Lac des Oiseaux (North-East Algeria). *Environmental conservation*. 19(3): 264-267.
- Samraoui, B. & Samraoui, F. (2008). An ornithological survey of Algerian wetlands; Important Bird Areas, Ramsar sites and threatened species. *Wildfowl* 58: 71-98.
- Samraoui, B., Bouzid, A., Boukhssaim, M., Baaziz, N., Ouldjaoui, A., & Samraoui, F. (2008). Nesting of the greater flamingo *phoenicopterus roseus* in Algeria (2003-2008). *Flamingo*, (in press).
- Samraoui, B., Ouldjaoui, A., Boukhssaïm, M., Houhamdi, M., Saheb, M. & Béchet, A. (2006b). The first recorded reproduction of the Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algeria: behavioural and ecological aspects. *Ostrich*, 77 : 1-7.
- Samraoui, B., Samraoui, B., Chakri, K. & Samraoui, F. (2006a). Large branchiopods (Branchiopoda: Anostraca, Notostraca and Spinicaudata) from the salt lakes of Algeria. *Journal of limnology*, 65: 83-88.
- Samraoui, F. & Samraoui, B. (2007). The reproductive Ecology of the Common Coot (*Fulicaatra*) in the Hauts Plateaux, Northeast Algeria. *Waterbirds* 30: 133-139.
- Shannon, C.E., & Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. Urbana, IL: University of Illinois Press.
- Shannon, C.E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379-423.
- Simpson, E.H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163, 688. Doi :10.1038/163688a0.
- Skinner, J. & Zalewski, S. (1995). Fonctions et valeurs des zones humides méditerranéennes. Numéro 2 de Conservation des zones humides méditerranéennes MerWet, ISSN 1271-8823
- Stevenson, D. J. (1988). Fluid dynamics of core formation, Abstracts Presented to the Topical Conference Origin of the Earth. Held December 1-3, 1988, in Berkeley, CA. Sponsored by the Lunar and Planetary Institute and NASA Johnson Space Center. LPI Contribution 681,

published by the Lunar and Planetary Institute, 3303 NASA Road 1, Houston, TX 77058, 1988, p.87, 1988LPICo.681...87S.

Tamisier, A. et Dehorter, O., (1999). Camargue, Canards et Foulques. Fonctionnement d'un prestigieux quartier d'hiver. Centre Ornithologique du Gard, Nîmes, France. 369p.

Tóthmérész, B. (1995). Comparison of different methods for diversity ordering. *J. Veg. Sci.* 6, 283–290.

Vickery, J.A., Ewing, S.R., Smith, K.W., Pain, D.J., Bairlein, F., Skorpilova, J., & Gregory, R. D. (2014). The decline of Afro-Palaeartic migrants and an assessment of potential causes. *Ibis*, 156, 1-22.

Vila, J.M. (1980). La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins Algéro-tunisiens, Thèse de doctorat en sciences naturelles, Université de Pierre et Marie-Curie, Paris, p671.

Voos, K.H. (1960). Atlas of European birds. Ed Nelson. London.284p.

Wang, X., Li, X., Ren, X., Jackson, M. V., Fuller, R. A., Melville, D. S., Amano T., & Ma, Z. (2022). Effects of anthropogenic landscapes on population maintenance of waterbirds. *Conservation Biology*, 36 (2), e13808.

Wauchope, H. S., Jones, J. P., Geldmann, J., Simmons, B. I., Amano, T., Blanco, D. E., Fuller, R.A., Johnston, A., Langendoen, T., Mundkur T., Nagy, S. & Sutherland, W. J. (2022). Protected areas have a mixed impact on waterbirds, but management helps. *Nature*, 605 (7908), 103-107.

**Site web :**

Données climatiques Sétif, TuTiempo.net (11/02/2021 à 16 :33h)  
<https://fr.tutiempo.net/setif.html?donnees=detaillee>

# **Annexes**

**Annexes :**

Annexe1 : Sebkhia de Bazer Sakhra



Figure 1 : Sebkhia de Bazer Sakhra (© LAROUG Selma : 16/03/2020)

**A** (30/01/2020)**B** (13/12/2019)**C** (17/04/2020)**D** (16/03/2020)**E** (16/03/2020)**F** (16/03/2020)

Figure 2 : **A** : Chevalier guignette *Actitis hypoleucos* **B+C** : Avocette élégante *Recurvirostra avosetta* **D+F** : Echasse blanche *Himantopus himantopus* **E** : Flamant rose *Phoenicopterus roseus* (© LAROUG Selma)

Annexe 2 : Retenue collinaire Soumar



Figure 3 : Retenue collinaire Soumar (© LAROUG Selma :27/01/2020)



**A** (27/09/2019)



**B** (29/06/2020)



**C** (13/05/2020)



**D** (16/04/2020)



**E** (13/05/2020)



**F** (13/05/2020)

**G** (29/10/2019)**H** (01/06/2020)**I** (27/12/2019)**J** (30/04/2020)

Figure 4: **A:** Petit gravelot *Charadrius dubius* **B+G+H:** Flamant rose *Phoenicopterus roseus*  
**C:** Fuligule milouin *Aythya ferina* **D:** Tadorne de belon *Tadorna tadorna* **E:** Héron garde-  
bœufs *Bubulcus ibis* **F:** Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* **I:** Fuligule nyroca  
*Aythya nyroca* **J:** Grèbe à cou noir *Podiceps nigricollis* (© LAROUG Selma).

Annexe3: Chott El Beidha



Figure 5: Chott El Beidha (© LAROUG Selma: 28/04/2020)

**A** (28/04/2020)**B** (28/04/2020)**C** (28/04/2020)**D** (15/03/2020)**E** (15/03/2020)**F** (28/04/2020)

Figure 6: **A**: Glaréole à collier *Glareola pratincole* **B**: Canard colvert *Anas platyrhynchos* **C**: Busard des roseaux *Circus aeruginosus* **D** : Flamant rose *Phoenicopterus roseus* **E** : Héron cendré *Ardea cinerea* **F** : Avocette élégante *Recurvirostra avosetta* (© LAROUG Selma).