



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique  
جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي -  
Université Echahid Hamma Lakhdar - ElOued-



كلية علوم الطبيعة والحياة  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
قسم البيولوجيا  
Département de Biologie

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE**  
**EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER ACADEMIQUE**

**Filière : Ecologie et Environnements**  
**Spécialité : Biodiversité et Environnements**

**THEME**

**Caractérisation du peuplement d'oiseaux d'eau au niveau d'une  
lac urbain (Lac Echatt, El Oued)**

**Présentée par :**

Lachibi Mabrouka

Nouri Sana

**Devant le jury :**

**Président :**

Mme ALAYAT Sawsen

Maitre-conférence « B »

Université d'El Oued

**Directrice de thèse :**

Mme GHERIB Amina

Maitre-conférence « B »

Université d'El Oued

**Examinatrice :**

Mme MERABET Soumia

Maitre-conférence « B »

Université d'El Oued

**Année universitaire : 2024-2025**



## Remerciement

*Louange à Dieu par la grâce duquel les bonnes œuvres s'accomplissent. Nous Le louons d'une manière digne de Sa majesté et de Sa grandeur, et nous Le remercions pour le succès et la guidance qu'Il nous a accordés afin d'achever ce travail modeste, malgré les difficultés et les défis rencontrés.*

*Je dédie le fruit de mes efforts représenté par cet humble travail, en espérant qu'il sera une source de fierté pour vous deux « Nos chers parents ».*

*C'est avec une grande fierté et une profonde gratitude que nous dédions le fruit de nos efforts à ceux qui ont été notre soutien à chaque étape, à ceux qui ont appris à notre cœur la patience et à notre esprit la persévérance, aux êtres les plus chers à nos yeux: nos chers parents, en témoignage de notre reconnaissance pour leurs sacrifices précieux et leurs prières constantes. Nous exprimons également notre sincère gratitude à notre encadrante, **Madame Amina Gherib**, qui n'a ménagé aucun effort pour nous guider et nous accompagner, et qui a été pour nous un véritable appui tout au long de ce travail*

*Nous remercions également les membres du jury **Mme Alayat Sawsen** et **Melle Merabet Soumia**, Pour leur intérêt pour notre recherche et leur accord pour l'étudier.*

*Remerciement à la conservation des forêts des wilayas d'El-Oued, en particulier **Mr. « Boukataya Ridha »** Inspecteur en chef des forêts, pour le soutien et la coopération qu'il nous a généreusement accordés et qui ont grandement contribué à enrichir cette recherche.*

*Nous souhaitons également exprimer notre gratitude à tout le personnel de la station d'épuration de **Kouinine STEP 1**, et en particulier à l'ingénieure **Sai Khaoula***

*Nous tenons aussi à exprimer notre reconnaissance à **tous les enseignants** qui ne nous ont pas ménagé leurs efforts et qui ont su nous orienter avec générosité tout au long de notre parcours universitaire.*

*J'adresse mes sincères remerciements à tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin.*



## الاهداء



باسم الله، من منه البدء وبه التوفيق، إليه الحمد، وله العمل، وبه نبلغ النور  
قال تعالى "وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ" سورة التوبة،  
الآية 105

“ما دمتَ تحملَ حلمًا وتؤمن بالله، فكل الطرق ستقودك إلى النور” .

❁ إلى أمي، نبع الحب الذي لا ينضب، والحنان الذي لا يزول...

❁ إلى أبي، ملجأ القوة، ومرفاً الأمل... شكرًا لتضحياتكم، لصبركم، ولثقتكم التي  
سكنت قلبي.

❁ إلى إخوتي الأحبة، أنتم وطني حين تتبعثر الطرق، وأنتم سكينتي الصامتة.

❁ إلى أخي مراد، دعمك الصامت كان دومًا نوري في لحظات الانطفاء. شكرًا لك.

❁ إلى أختي الوحيدة كريمة، يا زهرة البيت، ورفيقة الروح، فيك يكبر الأمان، وبك  
يزهر الحلم. أنتِ السند بصمت، والنور بابتسامة... شكرًا لوجودك.

❁ إلى جدتي رحمها الله، غيابك حضور، وذكرائك دعاء، وصوتك لا يزال صدى في  
قلبي. أهدي هذا العمل لروحك الطاهرة، راجية أن يصلك كنورٍ ناعمٍ حيث ترقدين.

❁ إلى رفيقات الروح والنور ، هدى ، هالة ، مروة ، حياة ، كوثر ، زازية ، وإحسان ،  
كنتن فرح أيامي الدراسية، وكنتن النجمات التي أنارت لي دروب الشك. شكرًا لأنكن  
كنتن النبض الدافئ في درب الإنجاز، لكل منكن مكانة خاصة لا يشبهها شيء في قلبي.

❁ إلى أساتذتي من أول حرف إلى آخر شهادة، لكم بصمة لا تُمحي

❁ إلى كل من آمن بي، ولو بصمت... أهديكم ثمرة جهدي، مع خالص امتناني، فأنتم  
جزء من هذا الحلم الذي صار واقعًا.

مبروكة



## DEDICACES



*Je rends grâce à Dieu Tout-Puissant, avec une louange abondante, pure et bénie, pour Sa guidance, Son soutien, et pour Ses innombrables bienfaits.*

*À la source de tendresse, **ma chère mère**, qui fut mon premier pilier et dont les prières ne m'ont jamais quittée : toute ma gratitude et mon amour te sont dédiés.*

*À mon regretté et **cher Abdelraouf** – que Dieu lui accorde Sa miséricorde –, je dédie le fruit de mes efforts et de ma réussite, en espérant que cela soit une aumône continue pour son âme pure.*

*À mon pilier, M, merci pour ta présence constante et ton soutien indéfectible.*

*À mes précieuses familles, la famille **Mahammedi** et la famille **Nouri**, à chacun et chacune, nommé(e) dans mon cœur, je vous adresse mes salutations les plus sincères et mes remerciements profonds.*

*À mes deux amies chères, **Asmaa Khedran** et **Malika Debbachi**, vous êtes bien plus que des amies : vous êtes des sœurs sur le chemin de la vie.*

*À mon professeur estimé, **M. Ammar Madani**, merci pour votre savoir, votre accompagnement et votre noblesse d'esprit.*

*À ma chère tante, **Fawzia Mahammedi**, du fond du cœur, je vous adresse tout mon amour et mes prières.*

*À mon frère bien-aimé et soutien, résidant à l'étranger : que Dieu te protège et veille sur toi, où que tu sois.*

*À celle qui m'a élevée et bercée de son amour, **ma grand-mère Zineb Hafidhi**, ma précieuse : qu'Allah prolonge ta vie et te garde en bonne santé.*

*Et à tous les êtres chers à mon cœur, en particulier mes camarades de la promotion Écologie, Master 2, vous faites partie intégrante de ce parcours. Recevez toute ma reconnaissance et mon estime.*

*Sana*

## **RESUME :**

L'étude réalisée au niveau du lac Echatt (wilaya d'El Oued, Algérie) durant la période hivernale 2024–2025 visait à caractériser la diversité avifaunistique et à évaluer les paramètres physico-chimiques de l'eau. Un total de 24 espèces d'oiseaux d'eau réparties en 12 familles a été recensé, avec une forte dominance des Anatidés (6 espèces), notamment en période hivernale, où les pics d'abondance ont atteint 898 individus. Les espèces hivernantes représentent 42 % de l'ensemble. Parmi les espèces observées, deux présentent un statut de conservation préoccupant au niveau mondial : *Marmaronetta angustirostris* (Menacée) et *Aythya nyroca* (Quasi menacée), ce qui confère à ce site une importance écologique majeure en tant que zone d'hivernage et d'escale migratoire. L'analyse des indices écologiques (richesse spécifique, indice de Shannon, équitabilité) révèle une diversité saisonnière élevée en hiver, en lien avec facteurs abiotiques favorables. Cependant, l'écosystème du lac est exposé à de fortes pressions anthropiques : rejets domestiques, eutrophisation, dépôts de déchets solides, ce qui affecte la qualité des habitats aquatiques et menace la pérennité des populations aviaires sensibles. La corrélation entre les paramètres environnementaux et la dynamique avifaunistique met en évidence l'importance d'un suivi écologique pluridisciplinaire pour garantir la conservation des zones humides sahariennes afin d'améliorer la qualité de l'eau et de préserver la biodiversité de la région.

## **Mots clés :**

Lac chatte (El Oued), oiseaux d'eau, Indices écologiques, Analyses physico-chimiques de l'eau, Pressions anthropiques, Conservation

## المخلص:

استهدفت الدراسة المنجزة على مستوى بحيرة الشط (ولاية الوادي، الجزائر) جرد الطيور وتقييم الخصائص الفيزيائية-الكيميائية لمياه البحيرة. تم تسجيل ما مجموعه 24 نوعًا من الطيور المائية موزعة على 12 عائلة، مع هيمنة قوية لعائلة البطيات (6 أنواع)، خاصة في الفترة الشتوية حيث بلغت ذروات الوفرة 898 فردًا. وتمثل الأنواع الشتوية 50% من إجمالي الأنواع المسجلة.

من بين الأنواع المرصودة، هناك نوعان يُعدّ وضعهما مقلًا على المستوى العالمي: *Marmaronetta angustirostris* (مهدد) *Aythya nyroca* (قريب من التهديد)، مما يمنح هذا الموقع أهمية بيئية كبرى كموقع شتوي ومكان استراحة للطيور المهاجرة. أظهرت تحاليل المؤشرات البيئية (الثراء النوعي، مؤشر التنوع الحيوي، التكافؤ) تنوعًا موسميًا عاليًا خلال فصل الشتاء، وذلك بفعل الظروف اللاأحيائية الملائمة.

غير أن النظام البيئي للبحيرة يتعرض لضغوط بشرية قوية مثل التصريفات المنزلية، والتخصيب المفرط للمياه، وتراكم النفايات الصلبة، مما يؤثر سلبيًا على جودة الموائل المائية ويهدد استمرارية وجود الطيور الحساسة. وتُظهر العلاقة بين المعاملات البيئية ودينامية الطيور المائية أهمية المتابعة البيئية متعددة التخصصات من أجل ضمان المحافظة على المناطق الرطبة الصحراوية، وتحسين نوعية المياه، و الحفاظ على التنوع البيولوجي في المنطقة.

## الكلمات المفتاحية:

بحيرة الشط (الوادي)، طيور مائية، مؤشرات بيئية، تحاليل فيزيائية-كيميائية للمياه، ضغوط بشرية، حفظ الطبيعة.

**Abstract:**

The study conducted at Lake Echatt (El Oued Province, Algeria) aimed to characterize avifaunal diversity and assess the physico-chemical parameters of the water. A total of 24 waterbird species belonging to 12 families were recorded, with a strong dominance of the Anatidae family (6 species), particularly in the winter months, during which abundance peaks reached 898 individuals. Wintering species accounted for 50% of the total species recorded.

Among the observed species, two are of global conservation concern: *Marmaronetta angustirostris* (Vulnerable) and *Aythya nyroca* (Near Threatened), highlighting the ecological significance of this site as a key wintering and migratory stopover area. Analysis of ecological indices (species richness, Shannon index, evenness) revealed high seasonal diversity in winter, linked to favorable abiotic conditions.

However, the lake ecosystem is subject to intense anthropogenic pressures, including domestic effluents, eutrophication, and solid waste accumulation, which compromise the quality of aquatic habitats and threaten the sustainability of sensitive bird populations. The correlation between environmental parameters and avifaunal dynamics underscores the importance of multidisciplinary ecological monitoring to ensure the conservation of Saharan wetlands, improve water quality, and safeguard regional biodiversity.

**Keywords:**

Lake Echatt (El Oued), waterbirds, ecological indices, physico-chemical water analysis, anthropogenic pressures, conservation.

## TABLEAU DES FIGURES

N°	Titre	Page
<b>1</b>	Les principaux types de zones humides rencontrées sur un bassin-versant (Aidoud in Bouzegag, 2015)	04
<b>2</b>	Les valeurs des zones humides -De Groot <i>et al</i> ,2007)	18
<b>3</b>	Répartition du nombre des sites et leurs superficies dans le monde Selon les régions	20
<b>4</b>	Carte de répartition des zones humides d'Algérie classées sur la liste Ramsar (Djebboua, 2022).	22
<b>5</b>	Situation géographique de la région d'El-Oued	53
<b>6</b>	Courbe graphique de température de région d'étude 2024 (infoclimat.fr2025)	57
<b>7</b>	Courbe graphique de précipitations de la région d'étude en 2024 (infoclimat.fr2025)	58
<b>8</b>	Diagramme ombrothermique Gaussen de la région du Souf durant	61
<b>9</b>	Situation de la région d'El Oued dans le diagramme d'Emberger (2012-2023)	62
<b>10</b>	La carte géographique du lac Echatt (Lachibi et Nouri,2025)	66
<b>11</b>	Carte de localisations des stations d'études (Lachibi et Nourri,2025)	72
<b>12</b>	Distribution du nombre des espèces par familles au sein de l'avifaune aquatique du lac Echatt	82
<b>13</b>	Fluctuations des effectifs et distribution des Anatidés Au niveau du lac Echatt	84
<b>14</b>	Fluctuations des effectifs et distribution des Rallidés au niveau du lac Echatt	86
<b>15</b>	Fluctuations des effectifs et distribution des Scolopacidés au niveau du lac Echatt	87
<b>16</b>	Fluctuations des effectifs et distribution des Ardéidés au niveau du lac Echatt	88
<b>17</b>	Fluctuations des effectifs et distribution des Charadriidés au niveau u du lac Echatt	90
<b>18</b>	Fluctuations des effectifs et distribution des Podicipedidés	91

<b>19</b>	Fluctuations des effectifs et distribution du Grand cormoran au niveau du lac	92
<b>20</b>	Fluctuations des effectifs et distribution des Accipitridés au niveau du lac	94
<b>21</b>	Fluctuations des effectifs et distribution des Récurvirostridés	95
<b>22</b>	Fluctuations des effectifs et distribution du Bergeronnette grise au niveau du lac Echatt	96
<b>23</b>	Fluctuations des effectifs et distribution des Ciconiidés au niveau du lac Echatt	97
<b>24</b>	Fluctuations des effectifs et distribution des Phoenicoptéridés au niveau du lac Echatt	99
<b>25</b>	Statuts phénologiques de différentes espèces d'oiseau recensées au niveau du lac Echatt	101
<b>26</b>	Pourcentage des espèces protégées inventoriées lors de la période d'étude	102
<b>27</b>	Variations mensuelles des effectifs de la population aviaire du lac Echatt	103
<b>28</b>	Variation de la richesse spécifique du lac Echatt au cours de la période d'étude	106
<b>29</b>	Variation temporelle de l'Indice de diversité de Shannon et Weaver du peuplement avien du lac Echatt	108
<b>30</b>	Variation temporelle de l'Indice d'équitabilité du peuplement avien du lac Echatt	109
<b>31</b>	Variations mensuelles de la température des eaux du lac Echatt.	111
<b>32</b>	Variations spatio-temporelles de la température des eaux superficielles du lac Echatt	112
<b>33</b>	Les valeurs de PH pendant la période d'étude	113
<b>34</b>	Variations spatio-temporelles du PH des eaux du lac Echatt	114
<b>35</b>	Variations spatio-temporelles de la conductivité électrique des eaux du lac Echatt	115
<b>36</b>	Variations Mensuelles de l'oxygène dissous des eaux du lac Echatt	116
<b>37</b>	Variations Stationnaires de l'oxygène dissous des eaux du lac Echatt	117
<b>38</b>	Variations Mensuelles de TDS des eaux du lac Echatt	118
<b>39</b>	Variations Mensuelles de la salinité des eaux du lac Echatt	119
<b>40</b>	Variations stationnaires de la salinité des eaux du lac Echatt	119
<b>41</b>	Variations mensuelles du DBO5 des eaux du lac Echatt	120
<b>42</b>	Variations spatio-temporelles de la MES des eaux superficielles du lac	121

## LES TABLEAUX

N°	Titre	Page
1	Les types des zones humides selon le SDAGE (U.I.C.N, 1997)	08
2	Nombre des sites dans le monde selon les critères de classification	21
3	Types de zones humides classées dans la liste Ramsar (Bel hadje et <i>al</i> ,2021).	23
4	Températures mensuelles de la région d'Oued Souf en 2024	56
5	Précipitations mensuelles exprimées en (mm) dans la région d'EL Oued durant l'année 2024.	57
6	Moyenne mensuelle du vent de région d'étude durant l'année 2024	59
7	Humidité relative moyenne mensuelle de la région d'étude durant 2024	60
8	Localisation des quatre stations de recensement des oiseaux.	70
9	Composition du peuplement d'oiseaux d'eau du lac	81
10	Statuts phénologiques des espèces inventoriées au cours de la période d'étude au niveau du lac Echatt	99
11	Liste des espèces protégées inventoriées au cours de la période d'étude	102
12	Comparaison des effectifs dans notre site par rapport le comptage hivernal des conservations des forêt	103
13	Tableau récapitulatif des effectifs recensés par site au niveau de la wilaya (DGF.2025)	104
14	Principaux paramètres physico-chimiques des eaux mesurés sur lac Ehatt	109
15	Relation entre le nombre des oiseaux et les paramètres physico-chimiques de l'eau au niveau du lac Echatt	123

## TABLEAU DES PHOTOS

N°	Titre	Page
<b>01</b>	Lac Taleb Al-Arbi dans la région d'El Oued (C.F.2023)	24
<b>02</b>	Chott El-Dhiba dans la région d'El Oued (C.F.2023)	25
<b>03</b>	Chott Hallofa dans la région d'El Oued (C.F.2023)	25
<b>04</b>	Lac Sif El-Menadi (Mokdadi et Mesai ; 2015)	26
<b>05</b>	Station d'épuration des eaux usées de Kouinine (C.F. 2022)	27
<b>06</b>	Station d'épuration des eaux usées de Hassani Abdel Karim (Sahraoui et Daga ;2021)	27
<b>07</b>	Station d'épuration des eaux usées de Sidi Aoun (STEP 3) (C.F.2023)	28
<b>08</b>	Vue générale du lac Echatt (Lachibi et Nouri, 2025)	65
<b>09</b>	Les stations de observations des oiseaux d'eau (Lachibi et nouri,2025).	71
<b>10</b>	Matériels utilisés dans notre étude.	73
<b>11</b>	Mesure des paramètres in situ (Lachibi et Nouri ,2025)	77
<b>12</b>	Mesure des paramètres physico-chimiques au niveau de STEP 1 de Kouinine	80
<b>13</b>	Les menaces observées au niveau du lac Echatt (Lachibi et Nouri, 2025)	125

# SOMMAIRE

<b>Introduction</b> .....	<b>01</b>
<b>Partie bibliographiques</b>	
<b>Chapitre 1 : Aperçu générale sur les zones humides</b>	
<b>1. Définition générale des zones humides</b> .....	<b>02</b>
1.1. De point de vue scientifique .....	02
1.2. Du point de vue législatif .....	05
<b>2. Convention de RAMSAR</b> .....	<b>05</b>
<b>3. Types de zones humides</b> .....	<b>07</b>
3.1. Zones humides marines et côtières.....	07
3.2. Zones humides continentales.....	07
3.3. Zones humides artificielles .....	08
3.4. Zones humides des bas-fonds en tête de bassin .....	08
3.5. Les mares permanentes et temporaires .....	08
<b>4. Importance des zones humides</b> .....	<b>10</b>
<b>5. Biodiversité dans les zones humides</b> .....	<b>14</b>
5.1. Diversité végétale .....	14
5.2. Diversité animale .....	16
<b>6. Valeurs des zones humides</b> .....	<b>17</b>
6.1. Les valeurs écologiques .....	18
6.2. Les valeurs socioculturelles .....	18
<b>7. La répartition des zones humides</b> .....	<b>19</b>
7.1. Zones humides dans le monde.....	19
7.2. Les zones humides en Algérie .....	21
7.3. Les zones humides d'Oued Souf .....	23
<b>8. Facteurs de dégradation des zones humides</b> .....	<b>28</b>

<b>9. Stratégies de conservation des zones humides .....</b>	<b>30</b>
--	-----------

## **Chapitre 2 : Généralités sur les oiseaux d'eau.**

<b>1. Définition des oiseaux d'eau .....</b>	<b>34</b>
<b>2. Types d'oiseaux d'eau.....</b>	<b>34</b>
<b>3. Importance des oiseaux d'eau dans l'environnement .....</b>	<b>36</b>
<b>4. Le rôle des oiseaux d'eau dans l'écosystème .....</b>	<b>37</b>
<b>5. Comportement des oiseaux d'eau .....</b>	<b>38</b>
5.1. Comportement alimentaire .....	38
5.2. Comportement reproductive .....	39
5.3. Comportement de migration .....	41
5.4. Comportement social .....	41
<b>6. L'effet des facteurs géographiques et climatiques sur la présence des oiseaux d'eau.....</b>	<b>43</b>
6.1. Facteurs géographiques .....	43
6.2. Facteurs climatiques .....	44
<b>7. Menaces auxquelles sont confrontés les oiseaux d'eau .....</b>	<b>45</b>
<b>8. Stratégies de conservation et de gestion des oiseaux d'eau.....</b>	<b>49</b>

## **Partie pratique**

### **Chapitre 01 : MATÉRIEL ET MÉTHODES**

<b>1. Présentation de la région d'El-Oued .....</b>	<b>53</b>
1.1. Situation géographique .....	53
1.2. Facteurs écologiques de la région d'étude .....	54
1.2.1. Les facteurs abiotiques .....	54
1.2.1.1. Pédologie .....	54
1.2.1.2. Relief.....	54
1.2.1.3. Hydrogéologie.....	54

1.2.1.4.	Les facteurs climatiques .....	55
1.2.1.5.	Synthèse climatique.....	60
a-	Diagramme Ombrothermique de Bagnols et Gausсен .....	60
b-	Climagramme d'EMBERGER .....	61
1.2.2.	Les facteurs biotiques .....	62
1.2.2.1.	La flore de la région du Souf .....	62
1.2.2.2.	La faune de la région du Souf .....	63
<b>2.</b>	<b>Présentation de Site d'étude .....</b>	<b>65</b>
<b>3.</b>	<b>Matériel et méthodes .....</b>	<b>66</b>
3.1.	Objectifs .....	66
3.2.	Dénombrement des oiseaux d'eau, buts et raisons .....	67
<b>4.</b>	<b>Méthodologie .....</b>	<b>67</b>
4.1.	<b>Dénombrement des oiseaux d'eau .....</b>	<b>67</b>
4.1.1.	Techniques de dénombrement des oiseaux.....	67
a.	La méthode absolue .....	68
b.	La méthode relative .....	68
4.1.2.	Technique de dénombrement utilisée lors de notre travail Pour notre étude :... ..	68
4.1.3.	Fréquence d'échantillonnage : .....	69
4.1.4.	Choix des points d'observation .....	69
4.1.5.	Matériel utilisé Pour la réalisation de la présente thèse .....	72
4.1.6.	Exploitation des résultats par les indices écologiques .....	73
4.2.	<b>Paramètres des analyses physico-chimiques des eaux .....</b>	<b>76</b>
<b>CHAPITRE 2 : RESULTATS ET DISCUSSION</b>		
<b>1.</b>	<b>Etude de la diversité avifaunistique du lac Ehatt.....</b>	<b>81</b>
1.1.	Composition du peuplement avien du lac .....	81
1.2.	Structure et occupation spatio-temporelle de l'avifaune du lac Ehatt .....	83
1.2.1.	Les Anatidés .....	83

1.2.2. Les Rallidés .....	85
1.2.3. Scolopacidés .....	86
1.2.4. Les Ardéidés .....	88
1.2.5. Charadriidés .....	89
1.2.6. Podicipedidés .....	90
1.2.7. Phalacrocoracidés .....	91
1.2.8. Accipitridés .....	93
1.2.9. Récurvirostridés .....	94
1.2.10. Motacillidés .....	95
1.2.11. Ciconiidés .....	96
1.2.12. Phoenicoptéridés .....	98
1.3. Statut phénologique des espèces.....	99
<b>1.4. Le statut de protection des différentes espèces recensées.....</b>	<b>101</b>
1.5. Etude des indices écologiques.....	103
1.5.1. Abondance totale.....	103
1.5.2. La richesse spécifique (RS) .....	105
1.5.3. L'indice de diversité de Shannon et Weaver (H') .....	<b>108</b>
1.5.4. L'indice d'équitabilité (E).....	109
<b>2. Evolution spatio-temporelle des paramètres physico-chimiques des eaux .....</b>	<b>109</b>
2.1. Température.....	110
2.2. Potentiel hydrogène (pH).....	112
2.3. La conductivité électrique.....	114
2.4. Oxygène dissous (OD).....	115
2.5. Total de solides dissous (TDS).....	117
2.6. Salinité.....	118
2.7. Demande biologique d'oxygène (DBO5).....	120
2.8. Matière en suspension (MES).....	121
<b>3. Relation entre les oiseaux d'eau et les paramètres physico-chimiques de l'eau.....</b>	<b>122</b>
<b>4. Les problèmes observés au niveau du site d'étude .....</b>	<b>124</b>
<b>Conclusion et perspectives .....</b>	<b>127</b>

# Introduction





## Introduction

L'Afrique du Nord héberge une grande diversité de zones humides qui constituent des sites d'hivernage et de haltes pour les oiseaux migrateurs du Paléarctique. Au sein de ce vaste ensemble, l'Algérie, dont le territoire appartient au domaine Paléarctique occidental, est connue pour sa grande biodiversité. Elle héberge presque tous les habitats du domaine et détient un patrimoine très varié d'espèces inféodées aux zones humides (**Bensaci *et al.*, 2013**).

Les oiseaux d'eau constituent l'une des plus remarquables composantes faunistiques de ces zones humides. Ils jouent un rôle fonctionnel clé dans de nombreux écosystèmes aquatiques, que ce soit en tant que prédateurs, herbivores ou vecteurs de semences. Depuis longtemps ces oiseaux du fait de leur abondance, leur comportement social, leur beauté ou tout simplement considérés comme gibiers, ont attiré l'attention des scientifiques et du public qui confirment la valeur récréative, écologique et économique des milieux qu'ils fréquentent (**Zitouni, 2014**).

Ils sont considérés actuellement comme d'excellents bio-indicateurs de la valeur et de la bonne santé des écosystèmes aquatiques. Par leur richesse en espèces et en abondance, ils reflètent la qualité des zones humides (**Alleva, 2006**). Ils réagissent rapidement aux changements environnementaux, qu'ils soient d'origine naturelle ou anthropique, ce qui en fait un outil efficace pour surveiller l'état écologique et les effets du changement climatique (**Boukhenfouf et Samraoui, 2008**).

Cependant, malgré cette richesse naturelle, les zones humides algériennes sont de plus en plus menacées par diverses pressions anthropiques : surpâturage, braconnage, urbanisation non planifiée, pollution industrielle et agricole, ainsi que par les effets du changement climatique. Ces facteurs ont contribué à la réduction de la superficie des habitats, à la dégradation de la qualité de l'eau, et à la diminution des effectifs de certaines espèces rares d'oiseaux d'eau (**Bensaci *et al.*, 2023**).

Le désert algérien est considéré comme l'une des régions riches en zones humides, telles que les oasis, les marécages, les berges, les lacs et les stations de filtration. Parmi ces zones désertiques se trouve la ville d'Oued Souf, qui abrite de nombreux plans d'eau naturels, tels que Chott Dhiba, Saïf El Menadi, ainsi que des plans d'eau industriels, comme les usines de filtration dans les communes de Kounine et Hassani Abd al-Karim, entre autres. Ces zones



constituent une richesse hydrologique importante pour la région d'Oued Souf. Malheureusement, ces zones ne bénéficient pas d'une protection adéquate et subissent une dégradation continue de leur environnement naturel, due au rejet des eaux usées, au dépôt de débris et de gravats, ce qui représente une menace sérieuse pour la biodiversité de la région

À travers notre étude, nous avons mis en lumière le lac Echatt, qui est considéré comme le seul centre aquatique de la ville. Ce lac se distingue par ses caractéristiques exceptionnelles, en faisant un endroit unique d'un point de vue écologique. Cependant, il est parfois affecté par des impacts négatifs dus à sa proximité avec les zones urbaines et les activités humaines nuisibles (remblaiement, construction, dépôt de déchets, etc).

Notre objectif dans ce travail est d'étudier et d'analyser la diversité de l'avifaune au niveau d'une zone humide urbain (lac Echatt, El oued), faire un inventaire plus ou moins complet et un comptage des oiseaux qui le fréquentent, ce qui nous a permis également l'actualisation de leur statut et le suivi de leur distribution spatiale

Par ailleurs, en plus la thématique principale de la thèse fixée au départ et au vu de notre présence au lac, nous avons profité de cette opportunité pour faire l'analyse de certains paramètres physicochimiques de l'eau (température, pH, conductivité électrique, salinité, DBO<sub>5</sub>, oxygène dissous, matières en suspension et turbidité).

Cette étude se divise en deux parties principales :

La première partie constitue une revue bibliographique. Le premier chapitre y présente un aperçu général sur les zones humides, tandis que le deuxième chapitre rassemble les informations les plus pertinentes concernant les oiseaux d'eau et leur relation avec ces milieux.

La seconde partie, à caractère expérimental, est également divisée en deux chapitres : le premier décrit la zone d'étude ainsi que le matériel et la méthodologie utilisés dans le cadre du travail de terrain ; le second chapitre expose l'ensemble des résultats obtenus, accompagné de leur analyse et discussion. Enfin, une conclusion générale viendra synthétiser les principaux acquis de cette étude.

**PARTIE**  
**Bibliographiques**

## **CHAPITRE 1.**



# **Aperçu générale sur les zones humides**



## **Chapitre 1 : Aperçu Générale sur les Zones Humides**

### **1. Définition générale des zones humides :**

La présence de zones humides est conditionnée par les caractéristiques géomorphologiques et géologiques d'une région. Ces milieux sont structurés par l'hydrodynamique, qui contrôle leur fonctionnement et leur dynamique. Les flux d'eau, les niveaux d'eau et leurs périodicités révèlent les conditions d'hydromorphie du sol et les réponses des organismes vivants, en particulier de la végétation. Ces conditions font des zones humides des milieux très diversifiés, singuliers et variables dans le temps et l'espace (**Fig.1**). Cette variabilité pose une difficulté quant à leur définition, tant d'un point de vue scientifique que législatif (**Barnaud et Fustec, 2007**).

#### **1.1. De point de vue scientifique**

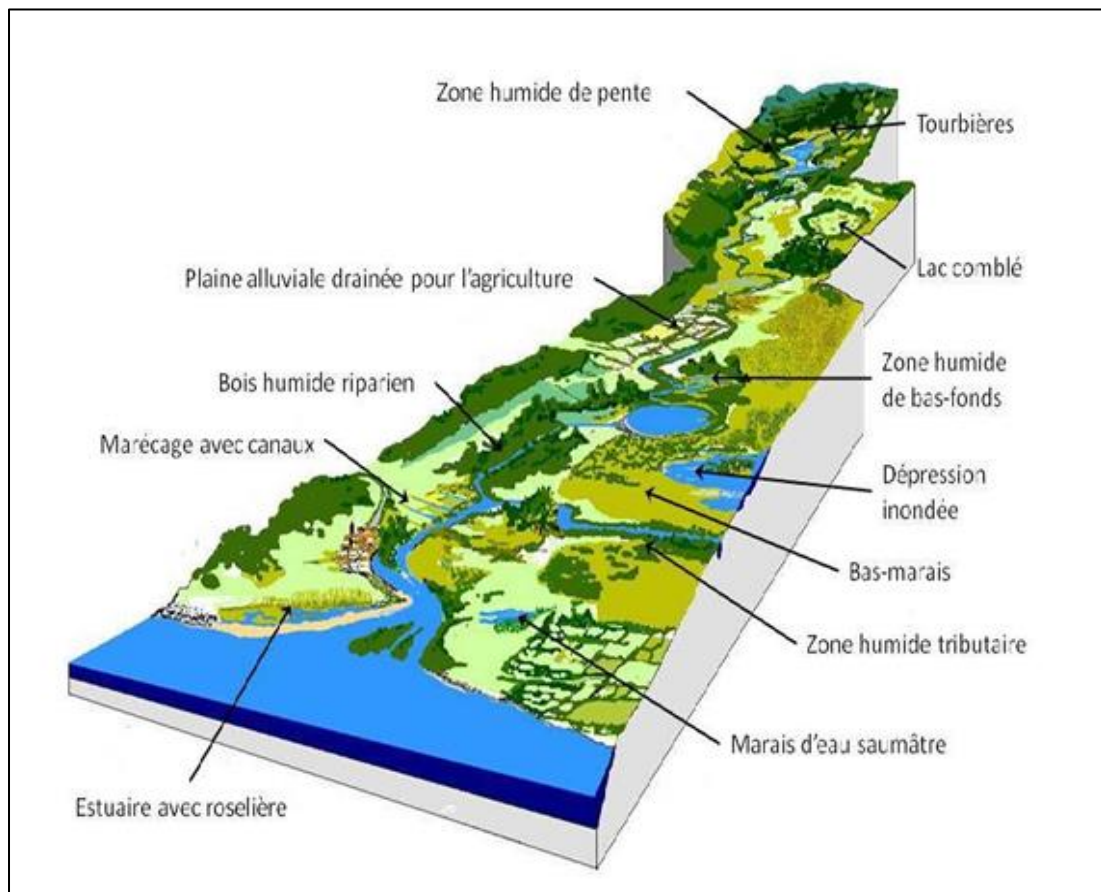
Si des caractéristiques générales de bon nombre de zones humides sont plus ou moins aisées à quantifier, une définition précise de zone humide est toujours en débat et sujette à controverse. Néanmoins, la nécessité de définir ce terme, traduction littérale de wetland, lui-même d'usage récent dans ces pays anglophones, est apparue indispensable pour faciliter la communication ainsi que l'application des conventions et réglementations sur ces milieux. Au début des années 90, Dugan (1993) estimait déjà à plus de 50 les définitions générales utilisées de par le monde (**Rapinel, 2012**).

La première définition internationale acceptée est celle établie lors de la convention de Ramsar en 1971. Les zones humides y sont définies comme : « des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eaux marines dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres ». Cette définition reste la référence à l'échelle mondiale car reconnue par un grand nombre d'États. Elle est aujourd'hui retenue pour la protection des oiseaux car la présence d'eau leur est importante. Cependant, cette définition repose uniquement sur le critère de présence d'eau et pose des problèmes de délimitation en raison de la variabilité spatio-temporelle de ce critère. Le groupe inter sectoriel sur les zones humides créé en 1970 qui comprend toutes les agences gouvernementales pertinentes et tous les acteurs clés, admet que l'expression « zone humide », d'utilisation





récente, a été rapidement acceptée, mais sans accord unanime sur son extension. Ce groupe définit les terres humides comme « des habitats dans lesquels le plan d'eau salée ou douce est situé à la surface du sol ou à proximité de cette surface, et qui supportent une végétation adaptée à un engorgement plus ou moins continu ». Ce texte précise quelque peu la définition de Ramsar en ajoutant le critère de végétation mais qui reste assez flou « végétation adaptée ». Ces deux définitions se veulent très globales afin de prendre en compte la diversité des milieux humides à l'échelle mondiale. Mais ces définitions trop larges engendrent des difficultés de délimitation en raison de la spécificité de chaque site (**Rapinel, 2012**).



**Figure.1. Les principaux types de zones humides rencontrées sur un bassin-versant (Aidoud in Bouzegag, 2015)**





## **1.2. Du point de vue législatif**

A l'échelle internationale, les zones humides sont protégées par trois mesures : la convention de Ramsar, l'inscription au patrimoine mondial de l'UNESCO et la Convention sur la Diversité Biologique (CDB) (**Rapinel, 2012**).

- ❖ La convention de Ramsar du 2 février 1971 (voir définition plus haut) a pour objet de protéger les fonctions écologiques des zones humides et s'applique aux sites d'importance internationale, qui sont, en 2011, au nombre de 2000 dans le monde (le nombre des sites Ramsar en Algérie)
- ❖ Les zones humides peuvent être inscrites au « Patrimoine mondial » de l'UNESCO si leur patrimoine naturel est considéré comme ayant une valeur universelle et exceptionnelle. Dans le monde on en dénombre 183 zones naturelles en 2011.
- ❖ Enfin, la Convention sur la Diversité Biologique (CBD) signée en 1992 à Rio soutient la biodiversité à travers des programmes en partenariat avec la Convention Ramsar. En 2011, 190 pays ont ratifiés cette convention dans le monde.

## **2. Convention de RAMSAR :**

C'est le seul traité environnemental spécialisé dans un système biologique spécifique, adopté dans une ville Ramsar en Iran le 02 février 1971, et le nombre de pays l'organisant est estimé à 160 pays inscrits 1994 zones humides inscrites sur la Liste Ramsar, avec une superficie d'environ 191 millions d'hectares, et elles relèvent...Cet accord parraine de nombreux types de zones humides, où l'on retrouve : des lacs, des Chouttes, Marais, vallées, marécages, prairies humides, oasis, estuaires, zones Delta, rivières qui coulent, barrages (**Bel hadje et al,2021**)

### **2.1. Les neufs critères de RAMSAR :**

**Groupe A des Critères. Sites contenant des types de zones humides représentatifs, rares ou uniques**

**Critère 1 :** Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale.

Si elle contient un exemple représentatif, rare ou unique de type de zone humide naturelle ou



quasi- naturelle de la région biogéographique concernée.

**Groupe B des Critères. Sites d'importance internationale pour la conservation de la diversité biologique**

**Critères tenant compte des espèces ou des communautés écologiques**

**Critère 2 :** Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale.

Si elle abrite des espèces vulnérables, menacées d'extinction ou gravement menacées d'extinction ou des communautés écologiques menacées.

**Critère 3 :** Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale.

Si elle abrite des populations d'espèces animales et/ou végétales importantes pour le maintien de la diversité biologique d'une région biogéographique particulière. Elle abrite des populations d'espèces animales et/ou végétales importantes pour le maintien de la diversité biologique d'une région biogéographique particulière.

Elle abrite des populations d'espèces animales et/ou végétales importantes pour le maintien de la diversité biologique d'une région biogéographique particulière.

**Critère 4 :** Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale.

Si elle abrite des espèces végétales et/ou animales à un stade critique de leur cycle de vie ou si elle sert de refuge dans des conditions difficiles.

**Critères spécifiques tenant compte des oiseaux d'eau**

**Critère 5 :** Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale.

Si elle abrite, habituellement, 20'000 oiseaux d'eau ou plus

**Critère 6 :** Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale se elle abrite, habituellement, 1% des individus d'une population d'une espèce ou sous l'espèce d'oiseau d'eau.



### **Critères spécifiques tenant compte des poissons**

**Critère 7 :** Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale.

Si elle abrite une proportion importante de sous-espèces, espèces ou familles de poissons indigènes d'individus à différents stades du cycle de vie, d'interactions interspécifiques et/ou de populations.

Représentatives des avantages et/ou des valeurs des zones humides et contribue ainsi à la diversité biologique mondiale.

**Critère 8 :** Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale.

Si elle sert de source d'alimentation importante pour les poissons, de frayère, de zone d'alevinage et/ou de voie de migration dont dépendent des stocks de poissons se trouvant dans la zone humide ou ailleurs.

### **Critère spécifique tenant compte d'autres espèces**

**Critère 9 :** Une zone humide devrait être considérée comme étant d'importance internationale.

Si elle abrite régulièrement 1 % des individus d'une population d'une espèce ou sous-espèce animale dépendant des zones humides mais n'appartenant pas à l'avifaune (**Conservation de Ramsar,2016**).

## **3. Types de zones humides :**

### **3.1. Zones humides marines et côtières :**

Ces zones sont soumises aux grandes marées dans la partie supérieure des estuaires et des baies. Elles présentent une végétation dense et sont capables de résister à la salinité ainsi qu'aux immersions périodiques (**Brenda,2008**).

### **3.2. Zones humides continentales :**

Il est difficile de délimiter ce type de zone humide en raison des nombreuses interconnexions et interdépendances entre elles (comme les tourbières et les étangs) (**Yoann et al., 2006**).



### 3.3. Zones humides artificielles :

Ces zones ont pour origine l'aménagement de réservoirs artificiels, tels que les lacs de la région de Champagne humide, ou la réhabilitation des carrières (exploitation de granulats alluvionnaires) (Brenda, 2008).

### 3.4. Zones humides des bas-fonds en tête de bassin :

Ces milieux, composés de ripisylves, de petites prairies et de tourbières disposées en taches, bordent de façon plus ou moins continue les réseaux hydrographiques. Ils jouent un rôle majeur dans l'épuration des eaux dans les bassins versants dominés par l'agriculture et ont une grande valeur écologique (Yoann *et al.*, 2006).

### 3.5. Les mares permanentes et temporaires :

Ces zones humides se caractérisent par une alternance annuelle d'inondation et d'assèchement. Elles revêtent un intérêt floristique majeur car elles hébergent des espèces végétales spécialisées, rares et menacées au niveau national. Les mares sont des sites privilégiés pour la reproduction des amphibiens, ce qui leur confère une valeur patrimoniale. Leur disparition est souvent liée aux changements dans les pratiques agricoles (Brenda, 2008).

Tableau 01 : Les types des zones humides selon le SDAGE (U.I.C.N, 1997)

Nbr de type	Typologies SDAGE	Typologie SAGE (sous type)
<b>Eaux marines</b>		
1	Grands estuaires	<u>Herbier</u> Recife
2	Baies et estuaires moyens et plats	Vasière
		Prés-salés
3	Marais et lagunes côtiers	Arrière dune
		Lagune
4	Marais saumâtres a ménagé	Marais salant
		Bassin aquacole



<b>Eaux courantes</b>		
5	Zones humides des cours d'eau et bordures boisées	Ripisylve
		Forêt alluviale
6	Plaines humides mixtes liées aux cours d'eau	Herbacée (prairie inondable)
		Palustre (roselière, cariçaie) à végétation submergée
<b>Eaux stagnantes</b>		
7	Zones humides de montagnes, collines et plateaux	Marais d'altitude (source, combe à neige)
		Tourbière
		Zone humide de bas-fond en tête de bassin
		Zone humide boisée
8	Régions d'étangs	Herbacée (roselière, prairie inondable)
		Palustre (roselière, cariçaie)
9	Petits plans d'eau et bordures de plans d'eau	Végétation submergée
10	Marais et lands humides de plaines et plateaux	Lande humide
		Plaine tourbeuse
11	Marais et lands humides de plaines et plateaux	Petit lac
		Mare
		Tourbière
		Pré-salé continental
12	Marais aménagés dans un but agricole	Rizière
		Prairie amendée
		Peupleraie
13	Zones humides artificielles	Réservoir-barrage
		Carrière en eau
		Lagunage



#### **4. Importance des zones humides :**

##### **4.1. Services écologiques des zones humides :**

###### **4.1.1. Traitement de l'eau :**

Les zones humides jouent un rôle crucial dans la purification de l'eau en filtrant les produits chimiques, les métaux lourds et les contaminants organiques, ce qui améliore la qualité de l'eau et protège les écosystèmes aquatiques (**Boulton et Hamilton, 2009**).

###### **4.1.2. Stockage du carbone :**

Les zones humides agissent comme des puits de carbone en stockant le carbone dans le sol et l'eau à long terme, ce qui aide à réduire les émissions de gaz à effet de serre et leur impact sur le climat (**Rasheed et al, 2016**).

###### **4.1.3. Prévention des inondations :**

Les zones humides aident à prévenir les inondations en absorbant l'excès d'eau pendant les crues, réduisant ainsi les risques d'inondations pour les zones environnantes (**Keddy, 2010**).

###### **4.1.4. Fournir des habitats pour les espèces sauvages :**

Les zones humides offrent des habitats essentiels pour de nombreuses espèces sauvages, notamment des oiseaux, des poissons et des plantes aquatiques, ce qui contribue à la biodiversité.

##### **4.2. Importance pour la biodiversité :**

###### **4.2.1. Habitat pour les espèces sauvages :**

Les zones humides sont des habitats essentiels pour de nombreuses espèces sauvages, y compris celles menacées d'extinction. Ces zones fournissent des ressources alimentaires et des environnements de reproduction pour ces espèces (**Barten et McLeod, 2013**).



#### **4.2.2. Rôle dans le maintien de l'équilibre écologique :**

Les zones humides contribuent à maintenir l'équilibre écologique en filtrant les polluants et en purifiant l'eau. Elles aident également à stabiliser les environnements voisins et à maintenir l'équilibre des écosystèmes (Keddy, 2010).

#### **4.2.3. Conservation de la diversité génétique :**

Les zones humides aident à préserver la diversité génétique des espèces qui y vivent en fournissant des environnements stables et sûrs, ce qui favorise la durabilité des espèces animales et végétales (Toft et al, 2002).

#### **4.2.4. Rôle dans la stabilité du système écologique :**

Les zones humides jouent un rôle essentiel dans la stabilisation des écosystèmes en régulant le flux d'eau et en améliorant le cycle hydrologique, ce qui aide à réduire les risques environnementaux pouvant affecter la biodiversité (Jones, 2004).

#### **4.2.5. Soutien aux espèces menacées d'extinction :**

Les zones humides sont des habitats cruciaux pour les espèces menacées d'extinction. Elles fournissent des ressources essentielles comme la nourriture et l'eau, ce qui aide à la durabilité de ces espèces (Rasheed, et al, 2016).

#### **4.2.6. Conservation de la biodiversité marine et végétale :**

Les zones humides sont des environnements importants pour de nombreuses espèces marines et végétales aquatiques, contribuant à l'amélioration de la qualité de l'eau et fournissant de la nourriture à de nombreuses espèces terrestres (Sudhir et al, 2015).

#### **4.2.7. Protection de la biodiversité à travers l'interaction avec d'autres écosystèmes :**

Les zones humides améliorent la biodiversité des écosystèmes voisins en interagissant avec d'autres systèmes tels que les forêts et les prairies, ce qui favorise la durabilité de ces écosystèmes (Boulton et Hamilton, 2009).



### **4.3. Importance socio-économique des zones humides :**

#### **4.3.1. Ressources en eau et qualité de l'eau :**

Les zones humides contribuent à la purification de l'eau en filtrant les polluants et en régulant les niveaux des nappes phréatiques. Elles jouent également un rôle crucial dans la gestion des inondations en agissant comme des éponges naturelles, absorbant l'excès d'eau pendant les périodes de fortes pluies (**Salmi et Hutton ,2019**).

#### **4.3.2. Biodiversité:**

Les zones humides abritent une biodiversité unique et souvent menacée, comprenant des espèces végétales et animales rares. Elles sont également des sites de reproduction essentiels pour de nombreuses espèces migratrices. La préservation de ces habitats est fondamentale pour maintenir cette biodiversité (**Smith ,2006**).

#### **4.3.3. Ressources économiques :**

Les zones humides soutiennent des activités économiques locales comme la pêche, l'agriculture (notamment la riziculture), ainsi que le tourisme écologique. Elles fournissent également des ressources naturelles telles que le bois, les plantes médicinales et d'autres produits non ligneux (**Costanza et al ,2003**).

#### **4.3.4. Impact sur l'agriculture :**

Les zones humides soutiennent certaines formes d'agriculture, telles que la riziculture. Cependant, il est crucial de gérer durablement ces zones pour garantir qu'elles continuent à soutenir les activités agricoles sans nuire à l'environnement (**Kettlewell et Griffiths ,2018**).

#### **4.3.5. Tourisme écologique :**

Les zones humides attirent un grand nombre de visiteurs intéressés par l'observation des oiseaux, la photographie de la nature et d'autres activités de tourisme écologique. Ce type de tourisme peut devenir une source de revenus importante pour les communautés locales (**De Groot et Matthews ,2014**).



#### **4.4. Importance des zones humides dans les écosystèmes :**

Les zones humides ont un rôle primordial dans le maintien de la santé des écosystèmes. Elles offrent une variété de services écosystémiques qui sont cruciaux non seulement pour la biodiversité, mais aussi pour le bien-être humain. Voici une synthèse de leur importance, accompagnée de références fiables à des livres et articles scientifiques.

##### **4.4.1. Régulation des eaux et prévention des inondations :**

Les zones humides agissent comme des réservoirs naturels, absorbant l'excès d'eau durant les fortes pluies et la libérant progressivement, ce qui permet de réguler les débits fluviaux et de limiter les risques d'inondations. Elles jouent également un rôle important dans la régulation des nappes phréatiques (Mitsch et Gosselink ,2007).

##### **4.4.2. Purification de l'eau et filtration des polluants :**

Les zones humides sont essentielles pour la purification de l'eau. Grâce à la présence de végétation et de micro-organismes, elles filtrent efficacement les polluants tels que les nutriments (azote, phosphore) et les métaux lourds, améliorant ainsi la qualité de l'eau (Choi et al, 2018).

##### **4.4.3. Biodiversité et habitats pour les espèces :**

Les zones humides sont des habitats vitaux pour une grande diversité d'espèces végétales et animales. Elles abritent des espèces rares et menacées, tout en étant des zones de reproduction pour de nombreuses espèces migratrices. Leur préservation est donc essentielle pour maintenir la biodiversité (Smith ,2006).

##### **4.4.4. Régulation du climat et stockage du carbone**

Les zones humides jouent un rôle majeur dans le stockage du carbone. Elles capturent le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans les sols et la végétation, ce qui contribue à limiter les effets du changement climatique. Ces zones agissent ainsi comme des puits de carbone essentiels (Van der Molen et al, 2007).



#### **4.4.5. Soutien à l'agriculture durable**

Certaines zones humides, comme les terres agricoles humides, sont utilisées pour des pratiques agricoles durables, telles que la riziculture, tout en soutenant la production alimentaire. Elles favorisent également la fertilité des sols (**Van der Molen & Otte ,2007**).

#### **4.4.6. Régulation des espèces invasives :**

Les zones humides jouent un rôle important dans la régulation des espèces invasives. Elles offrent des habitats propices aux espèces locales tout en limitant la propagation d'espèces nuisibles, contribuant ainsi à maintenir l'équilibre écologique (**Schmitz et al ,2014**).

#### **4.4.7. Protection des côtes :**

Les zones humides côtières, comme les marais salants et les mangroves, agissent comme des barrières naturelles contre l'érosion côtière et les tempêtes. Elles protègent ainsi les communautés côtières des catastrophes naturelles et renforcent la résilience des écosystèmes littoraux (**Matthew, 2011**).

### **5. Biodiversité dans les zones humides :**

#### **5.1. Diversité végétale :**

Les zones humides sont des écosystèmes riches en biodiversité, abritant une grande variété de plantes adaptées à des conditions particulières de sol et d'eau. Ces plantes jouent un rôle essentiel dans le maintien de l'équilibre écologique de ces milieux et offrent de nombreux services écosystémiques. Voici un aperçu de la diversité végétale dans les zones humides, accompagné de références provenant de livres et d'articles scientifiques fiables.

#### **❖ Caractéristiques des plantes des zones humides :**

Les végétaux des zones humides sont spécifiquement adaptés à des environnements où l'eau est présente de manière constante ou intermittente. Ces plantes peuvent être des herbacées, des plantes aquatiques ou des arbres comme les mangroves, ainsi que diverses espèces de roseaux et de joncs (**Bijlsma , 2000**).



❖ **Rôle des plantes aquatiques dans l'écosystème :**

Les plantes aquatiques sont cruciales pour la purification de l'eau, car elles filtrent les polluants et régulent les niveaux de nutriments. Elles offrent également un habitat et une source de nourriture pour diverses espèces animales. Ces plantes incluent des algues, des plantes flottantes, submergées et émergentes (Seely & Kennedy, 2015).

❖ **Végétation des marais et des zones humides de plaine :**

Les marais et les zones humides de plaine, souvent dominés par des plantes herbacées comme les joncs et les roseaux, jouent un rôle important dans la stabilisation des sols et la réduction du risque d'inondation en régulant le flux de l'eau (Mitsch & Gosselink, 2015).

❖ **Mangroves et zones humides côtières :**

Les mangroves sont des écosystèmes côtiers importants, dominés par des arbres résistants à la salinité et aux inondations. Ces végétaux jouent un rôle clé dans la protection des côtes contre l'érosion et la montée du niveau de la mer, tout en soutenant une grande biodiversité (Friess *et al.* 2016).

❖ **Plantes des zones humides d'eau douce :**

Les zones humides d'eau douce, telles que les étangs, les lacs et les rivières, sont dominées par des plantes aquatiques comme les nénuphars et les lentilles d'eau. Ces plantes sont essentielles pour la régulation de la qualité de l'eau et fournissent un habitat vital à de nombreuses espèces animales (Van der Valk et Prat, 2009).

❖ **Adaptations des plantes aquatiques aux zones humides :**

Les plantes des zones humides ont développé des adaptations uniques pour survivre dans des environnements inondés ou avec peu d'oxygène, comme les racines aériennes des mangroves ou la tolérance à la salinité. Certaines espèces de plantes peuvent aussi vivre dans des eaux stagnantes ou avec des niveaux élevés de nutriments (Bijlsma, 2000).



## **5.2. Diversité animale :**

Les zones humides sont des environnements riches en biodiversité animale, offrant des habitats essentiels pour de nombreuses espèces d'oiseaux, de poissons, d'amphibiens, d'insectes et de mammifères. Ces écosystèmes jouent un rôle crucial dans le maintien de l'équilibre écologique de la planète. Voici un aperçu de la biodiversité animale dans les zones humides, avec des références provenant de livres et d'articles scientifiques fiables.

### **❖ Les oiseaux dans les zones humides :**

Les zones humides sont des habitats essentiels pour de nombreuses espèces d'oiseaux migrateurs, offrant un environnement riche en nourriture et sécurisé pour la reproduction. De nombreuses espèces d'oiseaux aquatiques et semi-aquatiques dépendent de ces environnements pour se nourrir et se reproduire lors de leur migration (**Davies et Brown, 2011**).

### **❖ Les poissons dans les zones humides :**

Les zones humides abritent une grande variété de poissons qui trouvent dans ces environnements une riche source d'oxygène et de nutriments. Ces écosystèmes sont essentiels pour la reproduction des poissons et jouent un rôle clé pour de nombreuses espèces commerciales (**Keppens et Holtrop, 2017**).

### **❖ Les amphibiens dans les zones humides :**

Les amphibiens, tels que les grenouilles et les salamandres, dépendent principalement des zones humides pour leur reproduction. Ces espèces sont des indicateurs écologiques importants, reflétant la santé des écosystèmes humides (**Hargrove et Webster, 2019**).

### **❖ Les insectes dans les zones humides :**

Les insectes jouent un rôle crucial dans les écosystèmes des zones humides en interagissant avec les plantes et les eaux. Les insectes aquatiques se nourrissent d'algues et de débris végétaux, contribuant ainsi au recyclage des nutriments dans l'écosystème (**Smith et Norris, 2015**).



❖ **Les mammifères dans les zones humides :**

Les zones humides sont également des habitats pour de nombreux mammifères terrestres tels que les castors et les hérissons, qui y trouvent nourriture et abri. Ces environnements sont cruciaux pour ces espèces, particulièrement pendant les mois d'hiver (**McDonald, 2009**).

❖ **Les reptiles dans les zones humides :**

Les reptiles tels que les tortues et les crocodiles trouvent dans les zones humides un environnement propice à leur reproduction et leur alimentation. Ces zones offrent une grande variété de sources alimentaires, telles que des poissons et des plantes, favorisant la croissance et la reproduction des reptiles (**Doak et Smith, 2018**).

❖ **Le rôle de la biodiversité animale dans la durabilité des écosystèmes :**

La biodiversité animale dans les zones humides joue un rôle important dans la durabilité des écosystèmes. Chaque espèce animale contribue à maintenir l'équilibre écologique en régulant les populations d'autres espèces et en participant aux cycles de nutriments (**Day Jr et Gosselink, 2013**).

## **6. Valeurs des zones humides ;**

Pour mettre en valeur les intérêts et les valeurs des zones humides, il est nécessaire d'évaluer les services qui sont rendus par ces milieux que sont en principe, écologiques, économiques et sociales (**Figure.2**). Il s'agit d'un concept relativement récent, qui a pour but de répertorier l'ensemble des possibles usages pouvant être fait des zones humides et de les quantifier monétairement. Plusieurs études révèlent l'importance économique et sociale des services rendus par les zones humides (**Dahinger et al, 2012 ; De Groot et al, 2007**)



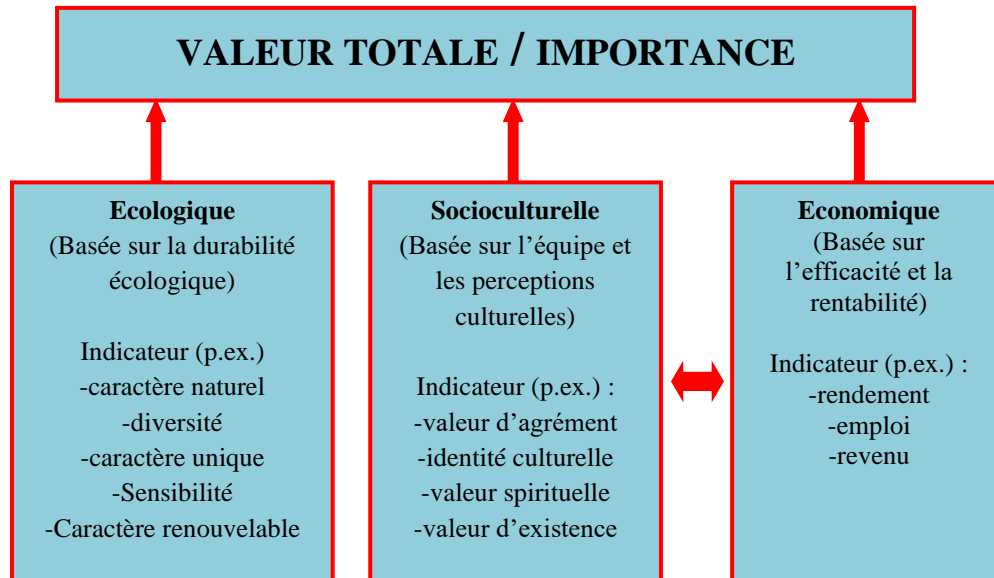


Figure 02 : Les valeurs des zones humides -De Groot et al,2007)

### 6.1. Les valeurs écologiques :

Les zones humides ont été décrites comme les « reins du paysage » pour les fonctions qu'elles remplissent dans les cycles hydrologiques et chimiques et comme des « supermarchés biologiques » en raison des grandes chaînes alimentaires et de la riche diversité biologique qu'elles entretiennent. (Mitsch et Gosselink, 1993; Barbier et al, 1997)

La valeur écologique cherche à mettre en évidence le potentiel écologique du territoire grâce à la répartition et à l'organisation spatiale des milieux naturels. Elle s'exprime généralement par l'analyse de critères tels que la superficie, la connectivité (milieux naturels, cours d'eau), la diversité des communautés naturelles qui s'y trouvent et des perturbations qui touchent les milieux. Elle tend à illustrer la fragmentation des habitats et des écosystèmes. (Joly et al, 2008)

De plus, l'importance de la valeur écologique dans ces milieux est exprimée par des indicateurs tels que la diversité des espèces, la rareté, l'intégrité de l'écosystème (santé)... etc (De Groot et al,2007; Joly et al, 2008)

En tant que ces écosystèmes sont parmi les plus productifs de la terre en raison des interactions complexes qui se créent entre l'eau, les sols, les microorganismes, les plantes et les animaux qui constituent et en raison de l'interdépendance étroite qu'ils tissent avec leur environnement. (De Groot et al, 2006; Mddep, 2012)



## **6.2. Les valeurs économiques :**

L'évaluation économique a été définie par **Barbier et al (1997)** comme une tentative d'attribuer des valeurs quantitatives aux biens et services fournis par les ressources de l'environnement que nous puissions, pour ce faire, nous appuyer ou non sur les prix du marché.

Les zones humides offrent un rôle économique par ses nombreux services et fonctions rendus et qui possède une valeur économique avérée (**MEA, 2005**). Les valeurs d'usage s'appuient sur les services que procure la biodiversité pour des usagers directs et indirects. Elles correspondent à l'utilisation immédiate, envisagée ou possible des zones humides, en revanche, les valeurs de non-usages correspondent au consentement à payer pour la préservation d'un bien, mais qui n'est pas utilisé. (**Djrboua,2022**)

## **6.3. Les valeurs socioculturelles :**

Les milieux humides constituent un matériel pédagogique essentiel pour sensibiliser la population à la préservation de l'environnement, ils sont en outre à la base de plusieurs recherches scientifiques, ils permettent de mieux connaître le fonctionnement, la dynamique naturelle et le rôle des espèces qui s'y trouvent (**Bouchard et Jean, 2001**). Ces milieux humides représentent aujourd'hui un pôle d'attraction important pour le tourisme, qu'il s'agisse d'observation de la nature, de randonnée pédestre, de canotage, de chasse, de pêche ou de photographie, ces écosystèmes sont à la base d'une importante activité économique. (**Bouchard et Jean, 2001; Gayot et Laval, 2006**). Ce sont des lieux idéaux pour faire passer des messages sur la gestion de l'eau du fait de leur petite taille et de la facilité de leur création, des sites uniques pour encourager l'action individuelle (**Djrboua,2022**).

## **7. La répartition des zones humides**

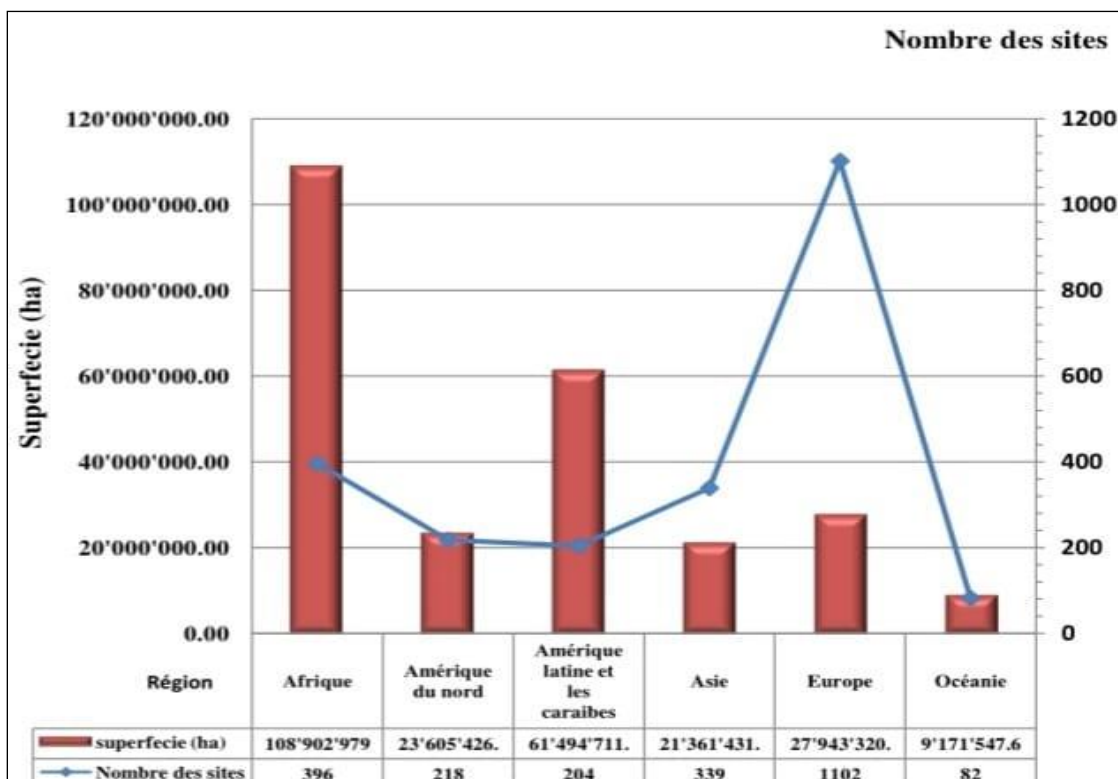
### **7.1. Zones humides dans le monde**

Les zones humides constituent les écosystèmes les plus riches et les plus diversifiés en espèces animales et végétales à l'échelle planétaire. Bien que les écosystèmes d'eau douce ne couvrent que 1% de la superficie terrestre, ils contiennent plus de 40 % d'espèces végétales et 12 % des espèces animales de la planète (**Chillasse et al., 2001; Zadri, 2009**).



Durant les années étalant de 1975 jusqu'aujourd'hui et selon le site officiel de la convention Ramsar (Ramsar, 2019), Les parties contractant ont inscrit sur la liste des zones humides d'importance internationale 2341 zone humides méritant une protection spécial, elles couvrent une superficie de 252 479 417,31 hectares, parmi ces sites 1102 sites se trouvent en Europe soit 47 % du nombre total des sites et 396 sites en Afrique soit 17 % et le reste se repartie entre Amérique du nord, Amérique latine et caraïbe, Asie et Océanie (Figure.03) .

Sur la plane superficie, l'Afrique occupe le premier lieu avec une superficie de **108 902 979.96** ha, soit une 43.13 % de la superficie totale de l'ensemble des zones humides (Figure. 03 ) (Gueddoul,2019) .



**Figure 03 : Répartition du nombre des sites et leurs superficies dans le monde  
Selon les régions**

Ces zones humides sont dominées par les critères **1, 2, 3, 4**, et avec degré moindre par les critères **5, 7, 8 et 9** (Tableau 02) (Gueddoul,2019).



**Tableau 02 : Nombre des sites dans le monde selon les critères de classification**

Critères Ramsar	Nombre de sites	Le Taux (%)
Critère1	1619	69.2%
Critère2	1841	78.6%
Critère3	1521	65.0%
Critère4	1428	61.0%
Critère5	715	30.5%
Critère6	839	35.8%
Critère7	445	19.0%
Critère8	645	27.6%
Critère9	53	2.3%

## 7.2. Les zones humides en Algérie :

L'Algérie abrite une grande diversité de zones humides, telles que des lacs, lagunes et étangs dans le nord-est du pays. Certaines zones humides, encore peu explorées, comprennent les chotts et sebkhas dans les hauts plateaux et les régions désertiques, ainsi que les Gueltas dans le Sahara, sans oublier certains cours d'eau éphémères du désert et les oasis. Ces écosystèmes sont d'une grande valeur, tant pour leur biodiversité que pour leur productivité naturelle. Elles jouent un rôle essentiel dans le maintien des cycles hydrologiques, abritent une flore variée et soutiennent de nombreuses espèces de poissons et d'oiseaux migrateurs.

Cependant, tout comme les forêts tropicales, ces zones subissent des menaces sérieuses et sont dégradées à un rythme alarmant. Elles sont souvent privées de leur eau en raison de pompages excessifs ou de la construction de barrages, et dans certains cas, elles sont totalement drainées pour être converties en terres agricoles. Ces zones humides, aussi précieuses et diversifiées soient-elles, font face à une utilisation irrationnelle de leurs ressources.

L'Algérie, ayant ratifié la convention de Ramsar dès 1982, a adopté une approche proactive pour classer, protéger et utiliser de manière rationnelle ces zones humides et leurs ressources. Le pays a officiellement adhéré à la convention en novembre 1984, et deux sites, le lac Tonga et le lac Oubeira, situés dans le complexe de zones humides d'El Kala (wilaya d'El Tarf), ont été inscrits sur la liste des zones humides d'importance internationale. Le lac des Oiseaux, toujours dans la même wilaya, a rejoint cette liste en mars 1999 (**Belhadje et al,2021**).



Le dernier inventaire national des zones humides, réalisé en 2015, a recensé 2 375 zones humides, dont 2 056 naturelles et 319 d'origine artificielle. L'Autorité de la Convention de Ramsar en Algérie, à savoir la Direction Générale des Forêts, a classé 50 sites supplémentaires sur cette liste, couvrant une superficie totale de 3 millions d'hectares, soit 50% de la superficie totale estimée des zones humides du pays (Figure 04) (Djebbou, 2022).

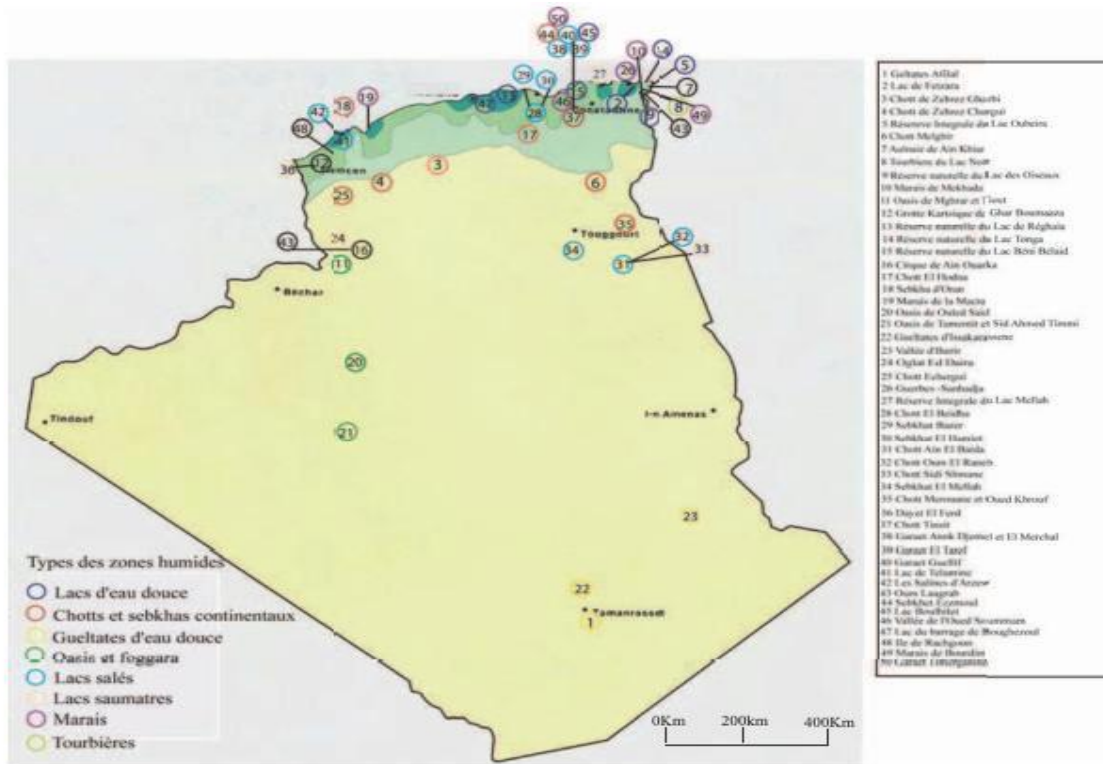


Figure 04 : Carte de répartition des zones humides d'Algérie classées sur la liste Ramsar (Djebbou, 2022).

L'Algérie est riche de nombreux types différents d'écosystèmes de zones humides, ce qui lui a permis de classer un certain nombre. Beaucoup d'entre eux sont inscrits sur la liste Ramsar en raison de la grande biodiversité présente là où ils occupent les rives. Il se classe premier en termes de nombre de zones classées (13 chotts), suivi de 11 lacs et 05 sabkhas. 05 Al-Qara'at. En plus d'autres types tels que les oasis, les vallées et les marécages.....(Tableau.03) (Bel hadje et al,2021).



**Tableau.03 : Types de zones humides classées dans la liste Ramsar (Bel hadje et al,2021).**

Type de zones humides classées mondialement	Nombre
<b>Les chouttes</b>	13
<b>Les lac</b>	11
<b>Sabkhas</b>	5
<b>Al-Qara'at</b>	5
<b>Vallées</b>	3
<b>Les oasis</b>	3
<b>Marécages</b>	3
<b>Gulttas</b>	2
<b>Grotte</b>	2
<b>Marais salant</b>	1
<b>El Dayat</b>	1
<b>Prairie humides</b>	1
<b>Totale</b>	<b>50</b>

### **7.3. Les zones humides d'Oued Souf :**

Elle s'étend sur une superficie de 3,000Km<sup>2</sup>, la population est évaluée à 380.000 habitants. Oued Soufs offre actuellement des conséquences négatives de la remontée des eux de la nappe phréatique. Qui a engendré l'inondation de plusieurs Ghouts ainsi que des zones basses de la ville et de sa périphérie. Le Ghout est un critère abritant des palmeraies et qui représente un modèle original de palmeraies dans l'ensemble du Sahara.

La vallée de Souf se distingue par la présence de plusieurs lacs, dont :



➤ **Lac Taleb Al-Arbi :**

Ce lac est situé à 72km au nord-est de la capitale de la wilaya d'EL Oued, près de la ville de El-Taleb El-Arbi (7°30'33'E, 7°90'41'E, 33°44'38'N à 33°44'32 'N) (**photo.1**). Ce lac est un biotope dépressionnaire sec et salé qui est alimenté par les eaux usées non traitées de la commune d'El Taleb El-Arbi. Le lac s'étend dans une direction Est-ouest, mesure 0,71 kilomètres de long, varie en largeur de 0,23 à 0.48 kilomètre et couvre une superficie d'environ 12 hectares. L'altitude du chott est comprise entre 36m et 39m. Les espèces végétales les plus réponsues sont : *Zannichelliapalustris*, *Aeluropuslittoralis* et *Scirpus* sp.



**Photo 01 : Lac Taleb Al-Arbi dans la région d'El Oued (C.F.2023)**

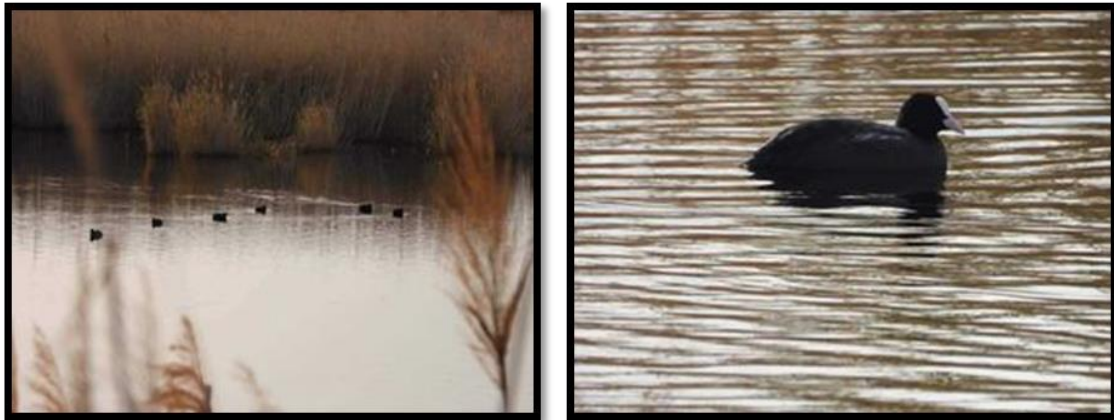
➤ **Chott El-Dhiba :**

Chott Edhiba est situé à 47 km au nord-est de la capitale provinciale d'EL Oued, près de la ville de Magrane (5°22'42'E, 5°21'52'E, 31°57'30'N à 31°59'02 'N) (**photo.2**). Il est situé à l'est de la route nationale de Biskra 48° El oued (19 km sur la droite). La route municipale 49 coupe le sentier d'ouest en est. Le site est situé près de la ville de Daïra de Magren, à 40 kilomètres à l'ouest du département d'El Oued (Souf).

Selon **Khechekhouch et al., (2020)**, Chott Edhiba est un lac salé naturel alimenté par les eaux usées traitées d'une station d'épuration à travers le système lagunaire de Kouinine (Wilaya d'El Oued). Le chott s'étend dans une direction nord-sud, mesure 9,73 kilomètres de long, varie en largeur de 0,8 à 1,52 kilomètre et couvre une superficie d'environ 600 hectares.



L'altitude du chott est comprise entre 6m et 22m. La texture du sol est sable, riche en calcaire, plus ou moins salin, mais pauvre en matière organique (**Khadraoui, 2005**).



**Photo 02 : Chott El-Dhiba dans la région d'El Oued (C.F.2023)**

➤ **Chott Hallofa:**

Sur 47 km, au nord de la ville d'El Oued, s'étend le canal Sud-Nord à double compartiments, constituant le moyen de transfert gravitaire (**photo 03**), des eaux usées épurées par les stations de lagunage aéré et les eaux de drainage. Ce point de rejet est localisé non loin du chott Mérouane et à proximité du grand chott Melghir, il y a lieu de noter que ce dernier site est classé zone humide d'importance internationale (**O.N.A,2012**).



**Photo03: Chott Hallofa dans la région d'El Oued (C.F.2023)**



➤ **Lac Sif El Menadi :**

Le lac Sif EL menadi se trouve à 100 km au Nord-ouest du Chef-lieu de la région d'EL Oued et à proximité la commune Hamraïa. Cette zone humide se localise à gauche de la route nationale N48 et elle se trouve à une altitude égale à -23m au niveau de la mer (longitude'' '57°33 Nord et 6°22'3,92'' de longitude Est) Elle fait partie de la commune de Reguiba qui située au Nord–Ouest de la région d'EL Oued.

Ce lac (**Photo.4**) est alimenté par le surplus des forages éruptif et des eaux de drainage eau saumâtre. La salinité est due à la lessive du sol et non pas des eaux des forages. La superficie approximative du Sif El menadi est environ 30 ha (**Laiz et Menacer, 2020**).



**Photo04 : Lac Sif El-Menadi (Mokdadi et Mesai ; 2015)**

➤ **La station d'épuration de Kouinine (STEP1) :**

Cette station occupe une superficie de l'ordre de 100 hectares (**Photo 5**), permet de répondre aux besoins fonciers. La forme géométrique du site s'apparente à un rectangle, orienté sud – nord, dont les dimensions sont : **-largeur** : 500 à 800 m.

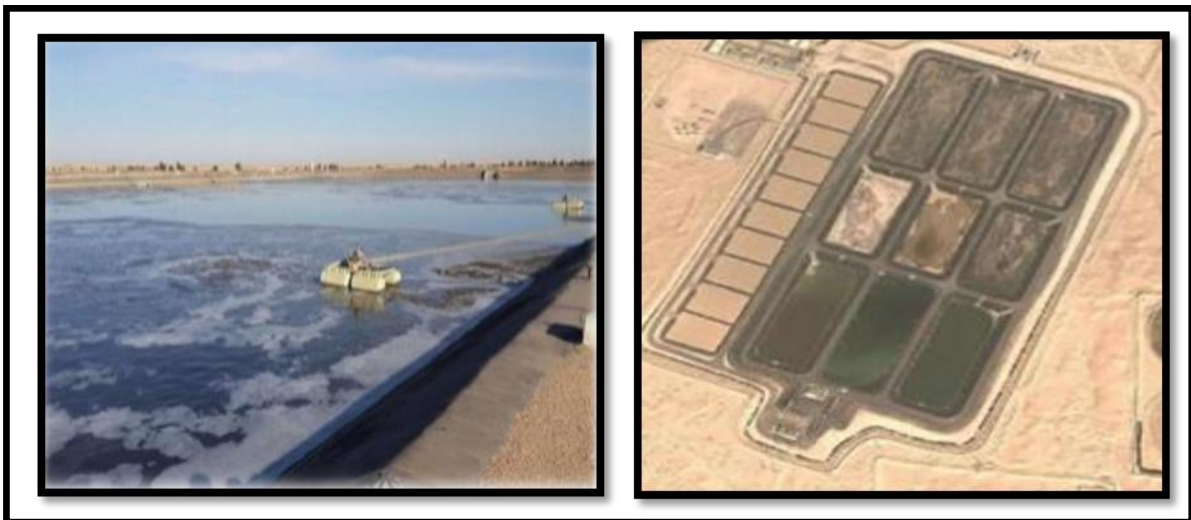
**- longueur** : 500 à 1400 m.



**Photo05 : Station d'épuration des eaux usées de Kouinine (C.F. 2022)**

➤ **La station d'épuration de Hassani Abd El Kerim (STEP 2) :**

La station d'épuration des eaux usées N°2 (STEP2) (**Photo6**) est celle de type lagunage aérée à Hassani Abd El Kerim, elle a commencé à travailler en 2011, La station sert à collectée les eaux usées des communes de Débilla, Guemmar, Taghzout, Hassani Abdel Karim, qui a été choisie pour réaliser ce projet en raison qu'elle appartient au groupe de la vallée et ne nécessite pas d'accès d'énergie pour l'arrivée d'eau.



**Photo 06 : Station d'épuration des eaux usées de Hassani Abdel Karim**

(Sahraoui et Daga ;2021)



➤ **La station d'épuration de Sidi Aoun (STEP 3) :**

La station d'épuration des eaux usées dans la commune de Sidi Aoun (**Photo.7**), est une installation importante visant à traiter les eaux usées utilisées dans la région. Cette station fait partie de l'infrastructure d'assainissement et joue un rôle essentiel dans la protection de l'environnement et la fourniture de ressources en eau propres.



**Photo07 : Station d'épuration des eaux usées de Sidi Aoun (STEP 3) (C.F.2023)**

## **8. Facteurs de dégradation des zones humides.**

Les zones humides sont des écosystèmes vitaux qui fournissent de nombreux services environnementaux, mais elles sont confrontées à divers facteurs de dégradation qui menacent leur existence. Voici les principaux facteurs de dégradation des zones humides :

### **8.1. Urbanisation et développement infrastructurel :**

L'expansion urbaine et le développement d'infrastructures (routes, bâtiments, etc.) entraînent la destruction directe des zones humides. Les zones humides sont souvent remplies pour permettre la construction de nouveaux quartiers ou d'infrastructures comme les routes et les complexes industriels.



## **8.2. Invasions biologiques :**

L'introduction d'espèces exotiques dans les zones humides peut perturber les écosystèmes locaux. Ces espèces envahissantes peuvent concurrencer les espèces indigènes pour les ressources et perturber les équilibres écologiques (**Zedler et Kercher, 2005**).

## **8.3. Agriculture intensive :**

Les pratiques agricoles intensives, comme la culture irriguée et l'utilisation excessive de fertilisants et de pesticides, dégradent les sols et contaminent les eaux des zones humides. Cela perturbe non seulement la biodiversité, mais altère aussi la capacité des zones humides à filtrer et à purifier l'eau (**Mitsch et Gosselink, 2015**).

## **8.4. Drainage et assèchement :**

Le drainage des zones humides pour l'agriculture, l'urbanisation ou pour récupérer de la terre pour d'autres usages est l'un des facteurs de dégradation les plus graves. Ce processus détruit les écosystèmes uniques des zones humides et réduit leur capacité à absorber l'eau, exacerbant ainsi les risques d'inondation (**Williams, 1997**).

## **8.5. Pollution de l'eau :**

La pollution de l'eau par des produits chimiques, des métaux lourds, des hydrocarbures et d'autres contaminants affecte la qualité de l'eau dans les zones humides. Cette pollution perturbe les processus biologiques des écosystèmes et menace la faune et la flore qui dépendent de ces environnements (**Keddy, 2010**).

## **8.6. Changement climatique :**

Le changement climatique a un impact direct sur les zones humides. L'augmentation des températures et les changements dans les régimes de précipitations modifient les niveaux d'eau des zones humides, ce qui peut entraîner la perte d'habitats pour de nombreuses espèces. En outre, la montée du niveau de la mer menace les zones humides côtières (**Chmura et al , 2003**).



### **8.7. Surexploitation des ressources naturelles :**

La surexploitation des ressources naturelles des zones humides, telles que le bois, les plantes médicinales, et la faune aquatique, peut entraîner un déclin des populations animales et végétales. Le prélèvement excessif d'eau pour l'agriculture ou d'autres usages humains peut également entraîner des déficits en eau dans ces écosystèmes (**Zedler, 2003**).

## **9. Stratégies de conservation des zones humides :**

La conservation des zones humides est essentielle pour maintenir leur rôle dans les écosystèmes mondiaux. Divers cadres législatifs, politiques internationales, stratégies de gestion durable et approches innovantes ont été mis en place pour protéger ces écosystèmes vitaux. Voici un aperçu des principales stratégies de conservation des zones humides.

### **9.1. Cadre législatif et politique internationale :**

Les zones humides, en raison de leur importance écologique et socio-économique, sont protégées par divers instruments législatifs et politiques à l'échelle internationale. Le cadre législatif international comprend plusieurs accords et conventions, dont la Convention de Ramsar, qui est la principale initiative mondiale pour la conservation des zones humides.

#### **9.1.1. La Convention de Ramsar et ses objectifs :**

**A- La Convention de Ramsar :** est un traité international signé en 1971 en Iran, visant à conserver et à gérer les zones humides d'importance mondiale. Elle constitue le principal mécanisme international de préservation de ces écosystèmes. Les objectifs de la convention sont les suivants :

**B- Conservation des zones humides :** La convention encourage les pays à protéger les zones humides sur leur territoire, en particulier celles qui sont d'importance internationale en raison de leur biodiversité, de leur rôle dans la régulation des ressources en eau et de leur importance pour le stockage du carbone.

**C- Gestion durable des zones humides :** Promouvoir une gestion rationnelle et durable des zones humides pour garantir leur résilience à long terme.

**D- Sensibilisation :** Favoriser la sensibilisation à l'importance des zones humides et à leur rôle dans les processus écologiques mondiaux, notamment en matière de



biodiversité, de régulation du climat et de prévention des inondations (**Ramsar Convention ,2010**).

### **9.1.2. Autres initiatives internationales :**

Outre la Convention de Ramsar, plusieurs autres initiatives internationales ont été mises en place pour protéger les zones humides, telles que :

#### **A- L'Initiative pour les zones humides africaines :**

Lancée pour protéger les zones humides africaines, cette initiative vise à intégrer la gestion des zones humides dans les stratégies de développement durable des pays africains.

#### **B- La Convention sur la biodiversité biologique (CDB):**

Bien qu'elle ne se concentre pas exclusivement sur les zones humides, la CDB s'efforce de conserver la biodiversité mondiale, ce qui inclut la protection des écosystèmes de zones humides.

#### **C- L'Accord sur les oiseaux d'eau migrateurs (AEWA) :**

Ce traité vise à protéger les oiseaux d'eau migrateurs et leurs habitats, en particulier les zones humides qui servent de refuges pour ces espèces.

### **9.2. Stratégies de gestion durable :**

#### **9.2.1. Gestion intégrée des zones humides :**

La gestion intégrée des zones humides repose sur une approche holistique, où les aspects écologiques, sociaux et économiques sont pris en compte simultanément. Cela inclut la régulation des activités humaines (agriculture, urbanisation, pêche, etc.) pour éviter leur impact négatif sur les zones humides.

#### **9.2.2. Restauration des zones humides :**

Les projets de restauration visent à restaurer les fonctions écologiques des zones humides dégradées. Ces projets peuvent inclure le rétablissement des niveaux d'eau naturels, la reconstruction des habitats aquatiques et la réintroduction des espèces indigènes.



### **9.2.3. Protection juridique des zones humides :**

L'établissement de zones protégées et la réglementation de l'usage des terres environnantes sont des stratégies importantes pour assurer la conservation des zones humides. Cela inclut la création de parcs naturels ou de réserves spéciales pour les zones humides critiques (**Mitsch et Gosselink, 2015**).

### **9.2.4. Sensibilisation et éducation :**

La sensibilisation des communautés locales et des décideurs politiques à l'importance des zones humides et à la nécessité de les conserver est essentielle. Cela peut inclure des programmes d'éducation environnementale, des ateliers communautaires et des campagnes de sensibilisation.

### **9.3. Approches innovantes pour la conservation :**

Les approches innovantes pour la conservation des zones humides intègrent des technologies modernes et de nouvelles méthodologies pour améliorer la gestion et la restauration de ces écosystèmes. Quelques approches innovantes comprennent :

#### **9.3.1. Technologie de surveillance et de suivi des zones humides :**

L'utilisation de technologies telles que les satellites, les drones et les systèmes d'information géographique (SIG) permet de suivre l'état des zones humides à grande échelle. Ces technologies permettent une gestion plus efficace, en fournissant des données précises sur la qualité de l'eau, la biodiversité et les menaces qui pèsent sur les zones humides.

#### **9.3.2. Services écosystémiques et paiement pour services environnementaux (PSE):**

Une approche innovante consiste à intégrer la valeur économique des services fournis par les zones humides dans les politiques publiques. Le mécanisme de paiement pour services environnementaux (PSE) permet de rémunérer les propriétaires ou gestionnaires de zones humides pour la conservation de leurs écosystèmes, par exemple pour la filtration de l'eau ou la séquestration du carbone.



### **9.3.3. Méthodes de restauration basées sur la nature (NbS):**

Les méthodes basées sur la nature (NbS) visent à restaurer ou à protéger les zones humides en utilisant des solutions naturelles, telles que la plantation de végétation aquatique, la régénération des sols ou la reconstitution des corridors écologiques. Ces méthodes permettent non seulement de restaurer la biodiversité mais aussi d'améliorer la résilience face au changement climatique (**Chmura et al, 2003**).

## **CHAPITRE 2.**

### **Généralités sur les oiseaux d'eau**





## Chapitre 2 : Généralités sur les oiseaux d'eau.

### 1. Définition des oiseaux d'eau :

Le terme « oiseaux d'eau » désigne les oiseaux qui vivent dans des zones humides ou aquatiques pendant la période de reproduction, que ce soit pour nicher ou se nourrir. Ce groupe inclut les anatidés, les grèbes, les ardéidés, le busard des roseaux, les rallidés, les limicoles et les laridés (**Guillaume, 2018**).

Selon La Convention Ramsar définit les oiseaux d'eau comme étant « des oiseaux dont l'existence dépend écologiquement des zones humides ». Selon l'O.N. O (1988), ce sont des espèces qui vivent uniquement dans les zones humides (continentales ou maritimes) et qui sont pour la plupart de grandes migratrices (**Ben Dahmane,2011**).

### 2. Types d'oiseaux d'eau :

Les oiseaux d'eau sont ceux qui habitent ou se nourrissent dans des environnements aquatiques tels que les lacs, les rivières, les marais et les zones côtières. Ils sont classés en plusieurs types en fonction de leur habitat et de leurs comportements alimentaires. Voici une présentation détaillée des types principaux d'oiseaux d'eau :

#### 2.1.Les oiseaux marins (Les oiseaux de mer) :

Les oiseaux marins habitent principalement les zones côtières ainsi que les régions maritimes. Ils possèdent des caractéristiques qui les rendent bien adaptés à la vie en mer, notamment leur capacité à voler sur de longues distances. Plusieurs d'entre eux savent nager ou plonger pour se nourrir comme le Goéland. Ils ont une alimentation composée principalement de poissons et d'autres créatures marines. Ils attrapent leur nourriture en plongeant dans l'eau ou en la capturant à la surface (**Legrand ,2016**).

#### 2.2.Les oiseaux des zones humides (Les oiseaux de marais) :

Les oiseaux des zones humides fréquentent des milieux aquatiques peu profonds, tels que les marais, les étangs et les bords de rivières. Ils sont souvent observés dans des habitats marécageux ou boueux par exemple le Canard colvert, l'Oie cendrée, Le Héron cendré.



Ces oiseaux se nourrissent principalement de végétation aquatique, d'invertébrés, et Occasionnellement de poisons (**Dufresne,2014**).

### **2.3.Les oiseaux plongeurs (Les oiseaux plongeurs) :**

Les oiseaux plongeurs sont adaptés à la capture de leur nourriture sous l'eau. Ils possèdent la capacité de plonger à de grandes profondeurs pour attraper des poissons et des invertébrés marins (**Moreau, 2011**).

### **2.4.Les oiseaux volants aquatiques (Les oiseaux aquatiques migrants)**

Ces oiseaux sont capables de parcourir de grandes distances en volant et sont fréquemment observés lors de leurs migrations entre différents milieux aquatiques. Ils dépendent de l'eau pour leur alimentation et sont parfaitement adaptés aux environnements aquatiques comme Le flamant rose (*Phoenicopterus roseus*), Le cormoran (*Phalacrocorax carbo*). Leur alimentation se compose principalement d'insectes aquatiques, de petits poissons et de plantes aquatiques (**Durand,2015**).

### **2.5.Les oiseaux de proie aquatiques (Les rapaces aquatiques) :**

Les oiseaux de proie aquatiques sont des prédateurs spécialisés dans la capture de leurs proies dans les milieux aquatiques. Grâce à leurs griffes et leurs becs puissants, ils sont capables de capturer des poissons et d'autres animaux marins comme L'aigle de mer (*Haliaeetus leucoryphus*) et Le balbuzard pêcheur (*Pandion haliaetus*) (**Bernard, 2012**)

### **2.6.Les oiseaux pélagiques (Les oiseaux des grandes eaux)**

Les oiseaux pélagiques sont parfaitement adaptés à la vie en mer, et sont fréquemment observés loin des côtes, où ils chassent des poissons en haute mer. Ces oiseaux peuvent rester loin des terres pendant de longues périodes. Leur régime alimentaire est principalement composé de poissons, de calmars et d'autres créatures marines (**Rousseau, 2017**).



### **3. Importance des oiseaux d'eau dans l'environnement :**

Les oiseaux d'eau occupent un rôle central dans l'équilibre écologique et la préservation des écosystèmes aquatiques. Ces oiseaux, qui incluent des espèces comme les Canards, les Oies, les Hérons, les Ibis..., servent de baromètres pour évaluer la santé des milieux aquatiques. Leur rôle est fondamental dans plusieurs domaines de l'écologie.

#### **3.1.Régulation des populations d'insectes et de parasites :**

Les oiseaux d'eau, tels que les canards et les hérons, se nourrissent d'insectes aquatiques, de petits poissons et d'autres organismes aquatiques. Cette alimentation contribue à réguler les populations de ces espèces et à maintenir l'équilibre des écosystèmes (**Gauthier, 2013**).

#### **3.2.Dispersion des graines et régénération des écosystèmes :**

Les oiseaux d'eau jouent un rôle crucial dans la dispersion des graines. En ingérant des plantes aquatiques, ils transportent les graines sur de longues distances, ce qui permet de régénérer la végétation et de maintenir la biodiversité des zones humides (**Delattre et Robillard, 2017**).

#### **3.3.Indicateurs de la qualité de l'eau et de l'environnement :**

Les oiseaux d'eau sont considérés comme des bioindicateurs, car leur présence, leur santé et leur comportement reflètent la qualité de l'environnement, notamment de l'eau. L'étude de leurs populations permet de détecter les éventuels déséquilibres écologiques ou la pollution des milieux aquatiques.

#### **3.4.Impact socio-économique :**

Les oiseaux d'eau jouent également un rôle dans le développement économique des régions où ils vivent. Leur observation par les amateurs d'ornithologie et les écotouristes génère des revenus et favorise la conservation des zones humides, tout en soutenant les économies locales (**Richardson et Fortin, 2018**).

#### **3.5.Rôle dans l'équilibre trophique ;**

Les oiseaux d'eau sont des éléments clés des chaînes alimentaires. Par leur alimentation, ils contribuent à contrôler les populations de poissons et autres organismes aquatiques, assurant ainsi un équilibre dans les écosystèmes aquatiques et limitant la prolifération d'espèces invasives (**Kéfi, 2015**).



### **3.6. Contribution aux cycles biogéochimiques :**

En produisant des excréments riches en nutriments, les oiseaux d'eau favorisent la fertilisation des sols et des eaux, stimulant ainsi la croissance de certaines plantes aquatiques et d'algues. Ce processus participe activement aux cycles biogéochimiques et à la diversité biologique des zones humides (**Delattre et Robillard, 2017**).

### **3.7. Protection des habitats naturels et des zones humides**

Les oiseaux d'eau dépendent des zones humides pour leur alimentation, leur reproduction et leur survie. Leur présence aide à sensibiliser à la nécessité de préserver ces écosystèmes fragiles, qui sont essentiels à la biodiversité et à la régulation de l'eau (**Gauthier, 2013**).

## **4. Le rôle des oiseaux d'eau dans l'écosystème :**

Les espèces agissant en tant qu'indicateurs biologiques de l'état écologique général d'un écosystème peuvent offrir une solution économique et rapide pour le suivi, notamment dans les régions peu peuplées ou dans les zones protégées où la surveillance est essentielle mais les ressources financières sont limitées. Les oiseaux d'eau présentent l'avantage d'être faciles à compter et d'attirer l'attention d'une large partie de la population humaine, ce qui permet l'existence de bases de données sur les communautés d'oiseaux d'eau, même en l'absence de données historiques concernant d'autres organismes aquatiques. Certains oiseaux d'eau peuvent être de bons indicateurs de la biodiversité aquatique. Par exemple, les fluctuations de l'abondance de canards et de foulques peuvent indiquer avec précision les changements dans l'abondance des macrophytes submergés, qui ont un impact positif sur la diversité aquatique. La foulque crête (*Fulica cristata*) peut servir d'indicateur de la richesse spécifique des plantes aquatiques (**Green et Elmberg, 2014**).

Même le comportement des oiseaux aquatiques peut servir d'indicateur biologique. Par exemple, la formation de couples chez les adultes au début de la saison de reproduction et le comportement de recherche de nourriture chez les canetons en fin de saison sont liés à l'état nutritionnel (comme la concentration de phosphore total) dans les lacs boréaux. À l'inverse, l'absence d'espèces communes en reproduction, comme le canard colvert et le canard siffleur, indique une faible abondance d'invertébrés, mais cela ne signifie pas nécessairement une faible productivité primaire (**Green et Elmberg, 2014**).



Les oiseaux aquatiques servent d'hôtes et de vecteurs pour une grande variété de pathogènes, tant endémiques chez les oiseaux que zoonotiques, susceptibles d'affecter les humains. Bien que les effets négatifs de ces pathogènes soient bien documentés ailleurs, il est intéressant de noter que les mêmes systèmes hôte-pathogène peuvent être utilisés pour surveiller ces agents pathogènes, contribuant ainsi à la gestion des maladies. Les canards migrateurs sauvages ont été utilisés avec succès pour suivre les variations temporelles de la prévalence de sous-types du virus de la grippe aviaire (AIV), un outil précieux pour prédire les risques d'épidémies de variantes hautement pathogènes (HPAIV) pouvant entraîner des pertes économiques importantes pour l'industrie avicole et causer des épidémies ou des pandémies chez l'homme. Par exemple, la souche HPAIV responsable de la mort de nombreuses volailles et d'un décès humain aux Pays-Bas en 2003 a été détectée chez des canards sauvages peu avant l'épidémie, à un site en amont sur la même voie migratoire. En outre, une étude récente montre que les canards sauvages peuvent être utilisés pour analyser les schémas spatiaux des pathogènes et des infections. En combinant le dépistage de la grippe aviaire avec des récupérations de bagues et l'analyse isotopique des plumes poussées dans les zones de naissance, des chercheurs ont trouvé des preuves que des canards malards migrateurs transitoires portaient différents sous-types du virus provenant de zones sources distinctes. Cela montre que les oiseaux aquatiques sauvages peuvent être utilisés pour faire des inférences sur la source géographique des épidémies, un domaine de recherche en plein développement. Enfin, les canards sauvages captifs ou non-migrateurs, autorisés à entrer en contact avec des oiseaux aquatiques sauvages, peuvent servir de sentinelles et de systèmes d'alerte précoce pour surveiller les dynamiques locales des infections causées par une large gamme de pathogènes (Green et Elmberg, 2014).

## **5. Comportement des oiseaux d'eau :**

### **5.1. Comportement alimentaire :**

Les oiseaux d'eau sont généralement des opportunistes qui s'alimentent en fonction des ressources disponibles dans leur habitat aquatique. Le comportement alimentaire varie en fonction de l'espèce, de l'habitat (eau douce ou salée) et de la saison.

Les oiseaux d'eau adoptent différents régimes alimentaires :



- A. Les herbivores :** tels que certaines espèces d'oiseaux comme les oies et certains cygnes, se nourrissent essentiellement de végétation aquatique, incluant des herbes, des algues et des racines qui se trouvent sous l'eau (**Baskin *et al*, 1993**).
- B. Les Carnivores :** Certains oiseaux, tels que les hérons et les cormorans, sont des carnivores dont l'alimentation se compose principalement de poissons, d'invertébrés aquatiques et de petits organismes (**Robinson, 1997**).
- C. Omnivores :** Certaines espèces, telles que les canards, adoptent une alimentation variée, comprenant des plantes aquatiques, des insectes, et parfois même des poissons (**Davis *et al*, 2000**).

Le comportement alimentaire des oiseaux d'eau peut être influencé par plusieurs facteurs environnementaux :

- ❖ **Saison :** Durant l'hiver, un grand nombre d'oiseaux aquatiques migrent vers des zones plus tempérées en raison du manque de nourriture. Leur alimentation en cette saison est influencée par les ressources disponibles, ce qui peut impacter leurs méthodes de recherche de nourriture (**Sutherland *et al*, 2000**).
- A. Niveau d'eau :** Le niveau de l'eau joue un rôle crucial dans l'accessibilité des proies et des végétaux aquatiques. Par exemple, lorsque le niveau de l'eau baisse, certaines espèces peuvent rencontrer des difficultés pour atteindre leurs ressources alimentaires (**Williams, 1992**).

## 5.2. Comportement reproductif :

Le comportement reproductif des oiseaux d'eau englobe une variété de stratégies de reproduction adaptées à leur environnement aquatique. Cela inclut des comportements liés à la sélection des partenaires, à la nidification, à la couvaison et à l'élevage des jeunes. Voici une analyse détaillée de ces comportements, suivie des références pertinentes pour soutenir ces informations.

### 5.2.1. Comportement de sélection des partenaires :

Chez les oiseaux aquatiques, le choix du partenaire est crucial pour le succès de la reproduction. En règle générale, ce sont les mâles qui déploient des comportements de séduction afin d'attirer les femelles. Bien que ces comportements diffèrent d'une espèce à l'autre, ils peuvent inclure des démonstrations de force, des spectacles lumineux, des chants ou



encore des danses. Par exemple chez les canards, comme le canard colvert (*Anas platyrhynchos*), le mâle réalise une danse nuptiale durant laquelle il exhibe ses plumes éclatantes et effectue des gestes d'intimidation ou des mouvements spécifiques afin de capter l'attention de la femelle (**Brunton, 1991**).

#### **5.2.2. Choix du site de nidification :**

Les oiseaux aquatiques sélectionnent généralement des sites de nidification situés à proximité de l'eau, où ils peuvent bénéficier à la fois d'une abondance de nourriture et d'une certaine sécurité contre les prédateurs. Par exemple, certains oiseaux comme le héron cendré (*Ardea cinerea*) choisissent de nicher dans des arbres ou des roselières, tandis que d'autres, tels que les canards, préfèrent installer leurs nids au sol près des zones humides (**Cairns et al, 1985**).

#### **5.2.3. Comportement de couvaison :**

Chez les oiseaux aquatiques, la femelle assume généralement la tâche de couvrir les œufs après la ponte, en les incubant jusqu'à leur éclosion. Cependant, dans certaines espèces, le mâle joue un rôle en protégeant le nid et peut participer à la surveillance de son entourage pour repérer la présence de prédateurs.

Comme chez le cygne tuberculé (*Cygnus olor*), le mâle participe activement à la protection du nid durant la période de couvaison, tandis que la femelle se charge exclusivement de l'incubation des œufs (**Schmidt et al, 1997**).

#### **5.2.4. Soins parentaux :**

Les comportements de soins parentaux diffèrent largement d'une espèce d'oiseaux aquatiques à l'autre. Dans de nombreuses espèces, les deux parents s'impliquent activement dans l'éducation des jeunes. Par exemple, les canards sont célèbres pour guider leurs canetons vers des zones aquatiques protégées dès leur éclosion. Chez le canard colvert, les canetons quittent le nid peu de temps après leur éclosion et sont immédiatement guidés vers l'eau par la mère, qui continue de les protéger et de leur fournir de la nourriture (**Serrano et al, 2000**).



### 5.3. Comportement de migration :

Chez certaines espèces d'oiseaux aquatiques, la reproduction est étroitement associée à des migrations saisonnières. Plusieurs espèces de canards migrent vers des zones de reproduction particulières, en fonction des changements de température et de la disponibilité des ressources (**Hedenström et al, 2002**).

La migration des oiseaux d'eau fait référence aux déplacements réguliers effectués par ces oiseaux, qui relient leurs lieux de reproduction à leurs zones d'hivernage, en fonction des saisons. Ce processus leur permet de s'ajuster aux changements climatiques et à l'abondance des ressources alimentaires. Parmi les espèces concernées, on retrouve des oiseaux comme les canards, les oies et les cormorans, qui migrent en réponse aux variations de température, d'humidité et de la disponibilité de la nourriture (**King, 2007**).

Les oiseaux d'eau empruntent des trajectoires migratoires bien définies, les conduisant fréquemment d'Europe du Nord vers des régions plus chaudes, telles que le bassin méditerranéen et l'Afrique du Nord, pendant la saison hivernale. Ces itinéraires sont façonnés par des facteurs géographiques et écologiques, et des zones de passage comme les zones humides du bassin méditerranéen ou les côtes atlantiques jouent un rôle essentiel pour de nombreuses espèces migratrices (**Clausen, 2009**).

Par ailleurs, Les oiseaux d'eau migrateurs sont confrontés à plusieurs menaces, telles que la destruction de leurs habitats naturels due à l'urbanisation, la pollution de l'eau, le braconnage et les impacts des changements climatiques. Il est donc impératif de mettre en œuvre des stratégies de conservation efficaces, comme la création de zones protégées et la régulation de la chasse. La Convention de Ramsar, qui vise à préserver les zones humides, joue un rôle fondamental dans la protection des habitats vitaux pour ces oiseaux (**Kushlan et al ,2002 ; Schmaltz et al, 2012**).

### 5.4. Comportement social :

Les oiseaux d'eau, qui incluent des espèces comme les canards, les oies et les hérons, présentent des comportements sociaux complexes qui varient en fonction de l'espèce, de l'habitat et des conditions environnementales. Ces comportements sont souvent liés à la



recherche de nourriture, à la reproduction et à la protection contre les prédateurs. Les principales facettes du comportement social chez ces oiseaux incluent la formation de groupes, la hiérarchie sociale, la coopération et les interactions entre les individus.

#### **5.4.1. Constitution de groupes (colonies et rassemblements) :**

Les oiseaux aquatiques ont tendance à se regrouper en grands effectifs, notamment lors des migrations ou des périodes de repos. Ce comportement présente des avantages, notamment en termes de défense contre les prédateurs et d'optimisation des recherches alimentaires. Par exemple, les canards et les oies forment souvent des groupes bien organisés pendant leurs migrations, tirant profit de la sécurité offerte par la cohésion collective (**Kahl, 1962**).

#### **5.4.2. Structure hiérarchique et comportement de dominance :**

Au sein des groupes, une organisation sociale hiérarchique est fréquemment observée. Chez certaines espèces d'oiseaux aquatiques, des comportements dominants émergent lors de la compétition pour des ressources essentielles, telles que la nourriture ou les emplacements de nidification. Cette hiérarchie se manifeste souvent par des attitudes agressives ou des signaux de soumission, où l'individu inférieur adopte une posture moins affirmée pour éviter les affrontements (**Bean, 1981**).

#### **5.4.3. Comportements coopératifs :**

Chez certaines espèces d'oiseaux aquatiques, en particulier les migrateurs, on observe des comportements de coopération, comme la protection des jeunes ou l'entraide pour la recherche de nourriture. Par exemple, chez certains canards, les adultes et les jeunes peuvent se relayer pour surveiller les prédateurs, assurant ainsi une protection mutuelle lorsqu'ils partagent le même espace (**Evans, 1984**).

#### **5.4.4. Comportements reproductifs et soins aux petits :**

Le comportement social des oiseaux aquatiques comprend également des stratégies de reproduction où les deux parents participent activement à la protection et à l'éducation des jeunes. Par exemple, chez les oies sauvages, les soins parentaux sont partagés par les deux parents, qui veillent ensemble à la sécurité et au bien-être des petits (**Schmutz et Hay, 1991**).



#### **5.4.5. Comportement territorial :**

Chez certains oiseaux aquatiques, des comportements territoriaux se manifestent, surtout pendant la saison de reproduction. Les mâles peuvent défendre des zones particulières contre d'autres mâles afin de garantir l'accès aux femelles et à des emplacements de nidification appropriés (Moser, 1989).

#### **5.4.6. Communication et sons émis :**

Les oiseaux aquatiques emploient des vocalisations pour échanger des informations, que ce soit pour attirer un partenaire, signaler un danger ou défendre leur territoire. Les bruits qu'ils émettent sont essentiels pour maintenir la cohésion sociale et faciliter la coordination au sein des groupes (Gavrilov et Yermakov, 1993).

### **6. L'effet des facteurs géographiques et climatiques sur la présence des oiseaux d'eau :**

Les oiseaux d'eau, comprenant des espèces telles que les canards, les oies et les hérons, sont soumis à une variété de facteurs géographiques et climatiques qui influencent leur présence, leur comportement et leur distribution dans différentes régions. Ces facteurs varient selon les caractéristiques spécifiques des habitats dans lesquels ces oiseaux vivent, notamment les plans d'eau, les zones humides, les estuaires et les côtes maritimes. Ces éléments jouent un rôle déterminant dans la présence des oiseaux d'eau dans certaines zones géographiques.

#### **6.1.Facteurs géographiques :**

Les facteurs géographiques jouent un rôle clé dans la détermination des habitats des oiseaux d'eau, en particulier en ce qui concerne leurs besoins alimentaires, de refuge et de reproduction. Parmi les éléments géographiques majeurs affectant leur présence, on peut citer :

**La topographie :** Les zones basses, comme les marécages et les vallées, sont souvent des milieux privilégiés pour ces oiseaux, car elles offrent des ressources abondantes telles que de l'eau douce ou salée, de la végétation et une alimentation suffisante.



**Les types de milieux aquatiques :** Les oiseaux d'eau recherchent des habitats comme les lacs, rivières, zones humides, lagunes et estuaires. Ces milieux leur fournissent des conditions idéales pour se nourrir et pour leur reproduction (**Zwarts *et al*, 2009**).

**Les corridors migratoires :** Les oiseaux migrateurs suivent des routes spécifiques dictées par des points naturels de passage, tels que les montagnes, les côtes ou les grandes étendues d'eau. Ces corridors sont essentiels à leur survie durant les migrations saisonnières (**Sillett *et al*, 2000**).

### **6.2.Facteurs climatiques :**

Les conditions climatiques jouent un rôle crucial dans la gestion des populations d'oiseaux aquatiques. Les fluctuations de température, les niveaux de précipitations et d'autres facteurs climatiques influencent l'accessibilité des habitats et des ressources alimentaires.

- ❖ **Température et climat saisonnier :** Les oiseaux aquatiques réagissent particulièrement aux variations de température. Certaines espèces migrent en fonction des températures hivernales sévères. Pendant la saison froide, de nombreuses espèces se dirigent vers des régions plus chaudes où les plans d'eau restent libres de glace, permettant ainsi un meilleur accès à leur alimentation et à leur habitat (**Hedgren, 1988**).
- ❖ **Précipitations et régimes hydrologiques :** Les quantités de précipitations jouent un rôle important sur l'étendue des zones humides et la taille des plans d'eau comme les rivières et les lacs. Un climat plus pluvieux tend à favoriser la création d'habitats plus favorables aux oiseaux aquatiques, tandis que les périodes de sécheresse prolongées peuvent réduire la surface de ces milieux et limiter l'accès aux ressources alimentaires (**Madsen *et al*, 1998**).
- ❖ **Changements climatiques :** Les tendances climatiques mondiales, notamment le réchauffement planétaire, ont des conséquences sur la disponibilité des habitats pour les oiseaux aquatiques. Par exemple, le dégel hâtif des lacs et des rivières pendant l'hiver peut perturber les migrations et les cycles de reproduction des oiseaux (**Gauthier *et al*, 2009**).



## **7. Menaces auxquelles sont confrontés les oiseaux d'eau :**

### **7.1. Activités humaines :**

Les oiseaux d'eau, essentiels pour le maintien de l'équilibre écologique des zones humides, sont confrontés à plusieurs menaces liées aux activités humaines. Ces menaces affectent leur habitat, leur alimentation, leur reproduction et leur migration. Voici une présentation détaillée des principales menaces.

#### **7.1.1. La destruction des habitats naturels :**

L'un des plus grandes menaces auxquelles sont confrontés les oiseaux aquatiques réside dans la disparition de leurs habitats naturels. L'expansion urbaine, la transformation des zones humides en terres agricoles, ainsi que la construction de barrages et d'autres infrastructures, réduisent considérablement les espaces essentiels pour leur alimentation, leur repos et leur reproduction. Cette disparition des habitats est particulièrement alarmante pour les espèces migratrices, qui dépendent de ces zones tout au long de leur trajet migratoire (**Green ,2012**).

#### **7.1.2. La pollution de l'eau :**

Les zones humides sont gravement affectées par la pollution, notamment par l'utilisation de produits chimiques comme les pesticides, les métaux lourds et les déchets industriels. Ces substances ont un impact direct sur la faune aquatique, notamment les oiseaux d'eau, en perturbant leur reproduction, en favorisant l'apparition de maladies et, dans les cas les plus graves, en causant leur mort. De plus, la pollution par les hydrocarbures et les plastiques constitue un danger supplémentaire, menaçant non seulement la santé des oiseaux, mais aussi la qualité de leur alimentation et des ressources aquatiques (**Murphy ,2011**).

#### **7.1.3. Le dérangement humain :**

Les actions humaines, telles que le tourisme de masse, la pratique des sports nautiques, ainsi que la chasse et la pêche, ont des effets perturbateurs sur les oiseaux d'eau, notamment durant leurs périodes de reproduction et de migration. Ces dérangements répétés entraînent du stress chez les oiseaux, les poussant parfois à abandonner leurs nids ou leurs zones de repos. Par



ailleurs, le bruit et la présence humaine peuvent altérer leurs comportements naturels, ce qui réduit leurs chances de survie (O'connell ,2013).

#### **7.1.4. L'introduction d'espèces exotiques :**

Les oiseaux d'eau sont confrontés à une menace considérable due aux espèces non indigènes invasives. Celles-ci sont souvent introduites de manière accidentelle par l'activité humaine et perturbent les équilibres écologiques en rivalisant avec les espèces locales pour l'accès aux ressources alimentaires et aux lieux de reproduction. De plus, les plantes envahissantes peuvent altérer la configuration des habitats naturels, rendant certains environnements moins favorables à la vie des oiseaux aquatiques (Turner ,2014).

#### **7.1.5. Infrastructures humaines (barrages, routes, etc.) :**

La mise en place de barrages, de routes et d'autres infrastructures dans les zones humides exerce une pression considérable sur les populations d'oiseaux d'eau. Les barrages, en modifiant le flux des rivières et des lacs, peuvent entraîner la perte de certaines zones humides essentielles pour ces espèces. De leur côté, les routes augmentent les risques de collisions pour les oiseaux migrateurs et perturbent la fluidité des déplacements entre les différents habitats. Ces obstacles peuvent restreindre les possibilités de migration et d'accès aux ressources alimentaires, ce qui peut entraîner une diminution du nombre d'oiseaux (Mills ,2017).

### **7.2.Pollution de l'environnement :**

Les oiseaux d'eau, qui comprennent une large variété d'espèces comme les canards, les oies, les hérons, et les échassiers, sont confrontés à diverses menaces liées à la pollution de l'environnement. Ces menaces ont des impacts considérables sur leur habitat, leur santé, leur reproduction et leur survie

#### **7.2.1. Pollution de l'eau et dégradation des habitats :**

Les oiseaux aquatiques dépendent étroitement des zones humides pour se nourrir, se reproduire et se reposer. La pollution de l'eau, causée par les rejets industriels, les produits chimiques agricoles et les déchets domestiques, porte atteinte à ces écosystèmes essentiels. Pollution chimique de l'eau : Des substances chimiques telles que les pesticides, les métaux lourds (comme le plomb et le mercure) ainsi que certains produits pharmaceutiques polluent



les milieux aquatiques où ces oiseaux évoluent. Cette contamination dégrade la qualité de l'eau, perturbe les réseaux trophiques et peut entraîner des malformations chez les oiseaux en développement (**Scheffer, 2004**).

**Pollution plastique** : L'accumulation de déchets plastiques dans les zones humides constitue également un grave danger. Les oiseaux risquent d'ingérer des fragments de plastique ou des microplastiques, ce qui perturbe leur système digestif, raccourcit leur durée de vie et nuit à leur santé (**Lusher, 2015**).

### 7.2.2. Pollution de l'air et effets indirects sur les oiseaux d'eau :

Bien que les oiseaux aquatiques soient principalement affectés par la pollution de l'eau, la pollution de l'air exerce également des effets indirects notables. Les rejets industriels, les gaz d'échappement des véhicules et les produits chimiques présents dans l'atmosphère peuvent nuire à la santé de ces oiseaux.

**Acidification et impact sur les écosystèmes aquatiques** : L'acidification de l'air, générée par des gaz industriels comme le dioxyde de soufre et les oxydes d'azote, peut provoquer une diminution du pH dans les environnements aquatiques.

Cela affecte directement les plantes aquatiques et les invertébrés, qui constituent une partie essentielle de l'alimentation des oiseaux d'eau (**Ruyters et al, 2013**).

### 7.2.3. Pollution sonore et perturbation des comportements migratoires

Les oiseaux aquatiques migrateurs sont particulièrement affectés par la pollution sonore. Les bruits issus des zones urbaines, des transports maritimes ou des activités industrielles peuvent interférer avec leurs trajectoires migratoires ainsi que leurs comportements reproductifs. Perturbation des migrations et de la communication : Le bruit perturbe la capacité des oiseaux à communiquer entre eux, ce qui est essentiel pour leur reproduction et leur orientation lors des migrations. Cette perturbation peut réduire leurs chances de survie (**Slabbekoorn et al, 2010**).



#### **7.2.4. Contamination chimique et effets sur la reproduction :**

Les produits chimiques présents dans l'environnement, tels que les PCB (polychlorobiphényles), les dioxines, et d'autres perturbateurs endocriniens, ont un effet dévastateur sur la reproduction des oiseaux d'eau. Ces substances interfèrent avec leurs systèmes hormonaux, ce qui diminue leur fertilité et provoque des anomalies dans les œufs. Perturbateurs endocriniens et reproduction : Ces substances perturbent le système endocrinien des oiseaux d'eau, ce qui engendre des dysfonctionnements dans leurs comportements reproducteurs, réduisant ainsi leur capacité à produire une progéniture viable (**Gil et al, 2008**).

#### **7.3.Changements climatiques :**

Les oiseaux d'eau sont confrontés à plusieurs menaces liées aux changements climatiques, qui impactent à la fois leur habitat et leur cycle de vie

##### **7.3.1. Modification des habitats :**

Les changements climatiques provoquent des transformations significatives dans les habitats des oiseaux d'eau. Le réchauffement climatique entraîne une hausse du niveau des mers et des océans, menaçant ainsi les zones humides côtières, les estuaires et les marais salants, qui sont des habitats vitaux pour ces espèces (**Kushlan et Hancock, 2005**).

##### **7.3.2. Changements dans la disponibilité de la nourriture :**

Les fluctuations de température et les modifications des conditions météorologiques influencent la disponibilité des ressources alimentaires, notamment les poissons et les invertébrés aquatiques. Par exemple, l'augmentation de la température de l'eau peut entraîner un changement dans la répartition des espèces de poissons, perturbant ainsi les chaînes alimentaires et compliquant l'accès à la nourriture pour certaines espèces d'oiseaux aquatiques (**Timmermans et Weng, 2012**).

##### **7.3.3. Modification des cycles de reproduction :**

Les changements climatiques ont un impact sur les cycles de reproduction des oiseaux aquatiques. Les modifications des saisons, comme des hivers plus courts ou des printemps



arrivants plus tôt, perturbent l'harmonie entre la disponibilité des ressources alimentaires et les besoins nutritionnels des oisillons. Un tel décalage peut provoquer une augmentation de la mortalité des jeunes oiseaux (Møller et Fiedler, 2010).

#### **7.3.4. Prolifération d'espèces invasives :**

Le réchauffement climatique favorise la prolifération de certaines espèces invasives, telles que des plantes aquatiques envahissantes ou des prédateurs exotiques, qui s'adaptent désormais à des environnements où elles étaient autrefois absentes. Ces espèces peuvent nuire à la biodiversité en envahissant les habitats naturels des oiseaux aquatiques, ce qui provoque une compétition accrue pour les ressources disponibles (Sala et Knowlton, 2009).

#### **7.3.5. Migration perturbée :**

Les oiseaux migrateurs aquatiques sont particulièrement sensibles aux effets du changement climatique, car ces phénomènes peuvent altérer leurs trajectoires migratoires habituelles. Des variations de température ou des événements climatiques extrêmes peuvent causer des retards ou des perturbations dans leur migration, ce qui compromet leur survie en raison d'une désynchronisation avec les ressources alimentaires ou les conditions nécessaires à la reproduction (Both et te Marvelde, 2006).

#### **7.3.6. Effets sur la santé des oiseaux :**

Les variations climatiques ont des conséquences directes sur la santé des oiseaux aquatiques, en favorisant la diffusion de pathologies telles que la grippe aviaire, qui se propage plus facilement lors de l'augmentation des températures. Par ailleurs, les oiseaux d'eau sont vulnérables aux modifications de la qualité de l'eau, qui peuvent résulter de températures élevées ou d'événements climatiques extrêmes (Gilbert et Xiao, 2008).

### **8. Stratégies de conservation et de gestion des oiseaux d'eau :**

Les oiseaux d'eau, qu'ils soient migrateurs ou sédentaires, sont des indicateurs clés de l'état des écosystèmes aquatiques. Leur conservation nécessite des stratégies diversifiées qui



intègrent à la fois la protection des habitats et la gestion des populations. Ces stratégies sont souvent influencées par des facteurs écologiques, économiques et sociaux. Voici un aperçu des principales approches de conservation et de gestion des oiseaux d'eau.

### **8.1. Conservation des habitats naturels :**

Les habitats des oiseaux d'eau, tels que les zones humides, marécages, lacs et estuaires, jouent un rôle essentiel dans leur survie. Cependant, ces environnements sont menacés par des facteurs comme l'urbanisation, l'agriculture intensive et le changement climatique. Cette dégradation met en péril ces espèces. Par conséquent, la protection de leurs habitats devient une priorité fondamentale.

Création et gestion de réserves naturelles : Plusieurs gouvernements et organisations ont instauré des réserves naturelles ainsi que des zones protégées pour assurer la conservation des habitats vitaux des oiseaux d'eau. Ces espaces garantissent une protection contre les activités humaines perturbatrices et soutiennent la préservation des écosystèmes aquatiques (**Williams, 2000**).

**Restauration écologique :** La réhabilitation des zones humides endommagées vise à recréer des habitats propices à la survie des oiseaux d'eau. Ces initiatives de restauration doivent être conçues en tenant compte des particularités des espèces locales afin de garantir leur efficacité (**Zedler et Kercher, 2005**).

### **8.2. Gestion des populations d'oiseaux d'eau :**

Les approches de gestion des populations d'oiseaux d'eau se concentrent sur la régulation des effectifs et la lutte contre les menaces d'origine humaine, telles que la chasse, la pollution et les perturbations liées aux activités humaines.

**Suivi des populations :** Des dispositifs de surveillance sont instaurés pour analyser les évolutions démographiques des populations d'oiseaux d'eau. Cela comprend le suivi des migrations et l'organisation de recensements réguliers afin de mieux appréhender les dynamiques des populations et de prévoir les risques potentiels (**Perrins, 2011**).



**Contrôle de la chasse et de la pêche :** Dans plusieurs zones, des règles rigoureuses sont mises en place pour restreindre la chasse et la pêche, dans le but de réduire les pressions excessives sur les populations d'oiseaux d'eau (**Sauer et Link, 2012**).

### **8.3.Lutte contre la pollution et les changements climatiques :**

Les oiseaux aquatiques sont particulièrement sensibles à la contamination des milieux aquatiques, notamment par les produits chimiques, l'excès de nutriments et la présence de plastiques. En outre, le changement climatique altère les conditions météorologiques et les niveaux des eaux, perturbant ainsi leurs habitats.

**Réduction de la pollution :** L'instauration de politiques destinées à limiter la pollution des eaux, telles que la mise en place de systèmes de traitement des eaux usées, joue un rôle essentiel dans l'amélioration de la qualité des habitats pour les oiseaux aquatiques (**Gauthier, 2004**).

**Adaptation aux changements climatiques :** Il est essentiel de mettre en place des stratégies pour anticiper les impacts du changement climatique, telles que la gestion des fluctuations des niveaux d'eau et la préservation de la continuité des habitats (**Barbraud et Haffer, 2013**).

### **8.4.Éducation et sensibilisation**

L'éducation et la sensibilisation jouent un rôle crucial dans l'obtention du soutien de la société pour la protection des oiseaux d'eau. Cela inclut la promotion de pratiques agricoles et récréatives responsables ainsi que l'engagement des communautés locales dans les initiatives de conservation.

**Programmes éducatifs :** Diverses actions de sensibilisation sont mises en œuvre pour informer le public sur l'importance des oiseaux d'eau et les dangers qui les menacent. Ces initiatives visent à modifier les comportements et à inciter à des mesures de conservation au niveau local (**Baker, 2009**).

### **8.5.Réseaux internationaux de protection**

La sauvegarde des oiseaux migrateurs nécessite une collaboration à l'échelle mondiale, car ces espèces traversent de nombreux pays lors de leurs migrations. Des accords internationaux tels



que la Convention de Ramsar (1971) et la Convention sur la conservation des espèces migratrices (CMS) sont essentiels pour organiser des actions de conservation transfrontalières.

Conventions internationales : Ces traités ont pour objectif de protéger les habitats et les populations d'oiseaux migrateurs en établissant des zones protégées, en réglementant la chasse et en gérant les déplacements migratoires (**Evans, 2012**).

**PARTIE**  
**EXPERIMENTALE**



## Chapitre 01 : MATÉRIEL ET MÉTHODES

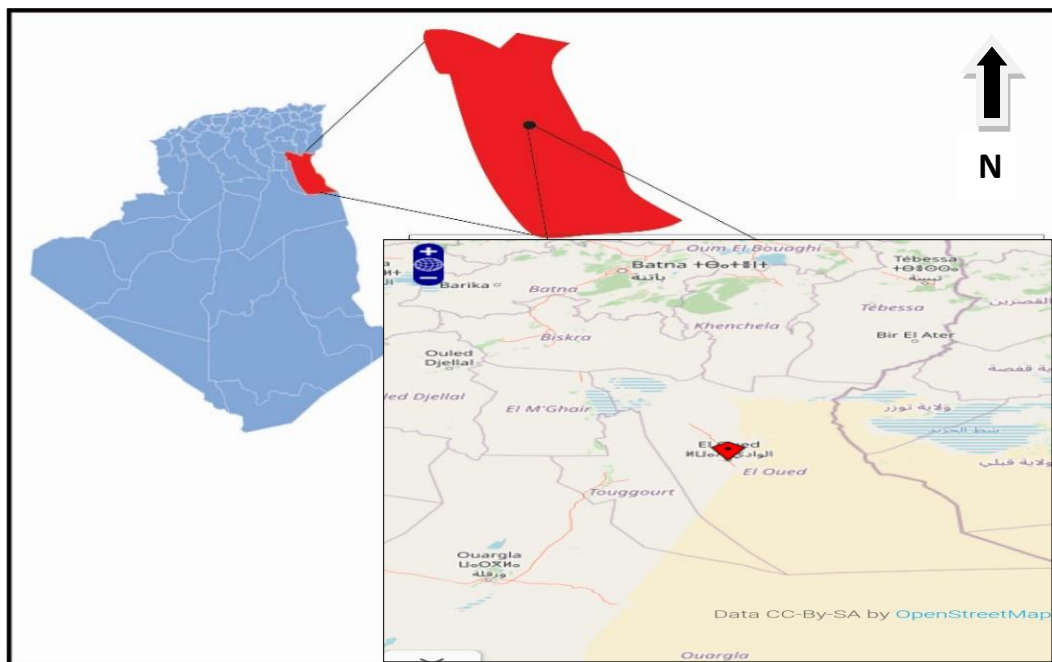
### 1. Présentation de la région d'El-Oued

#### 1.1. Situation géographique

La région de la vallée est située dans la partie nord-est du Sahara algérien (le Sahara), à la frontière nord du Grand Erg oriental entre (33° et 34°) nord et (6° et 8°) est (**Rzig,2023**).

Elle occupe une superficie de 25753 km<sup>2</sup>, et est limitée par les Wilayas de Khenchela et Tebessa et Biskra au Nord, au Nord-Est par la Wilayas des Touggourt et Lemghaier au Sud-Est par la Wilaya de Ouargla et à l'Est par la frontière Tunisienne (**Fig. 05**) (**Gadi, et al 2023**)

En 2019, le découpage administratif de Wilaya d'ElOued a été réalisé, et il est devenu composé de : de 22 Communes et 10 Daïras (**Fig.05**).



**Figure 05 : Situation géographique de la région d'El-Oued**

#### 1.2. Facteurs écologiques de la région d'étude

Un facteur écologique désigne tout élément de l'environnement capable d'influencer directement les organismes vivants, ne serait-ce qu'à une étape de leur développement. En





écologie, on distingue généralement deux grandes catégories de facteurs : les facteurs abiotiques et les facteurs biotiques (**Dajoz, 1971**).

### **1.2.1. Les facteurs abiotiques**

#### **1.2.1.1. Pédologie**

Les sols de la région du Souf présentent généralement un faible degré d'évolution. La couche arable est constituée de sable profond, sans présence de formations rocheuses superficielles. Ces sols se distinguent par une faible richesse en matière organique, une structure granuleuse très perméable ainsi qu'une texture sableuse. Le sable de cette région est composé principalement de silice, de gypse, de calcaire, et parfois d'argile (**Voisin, 2004**). Dans le nord de la région, le gypse apparaît sous forme de blocs rocheux profonds et très compacts. À l'ouest, la formation gypseuse s'étend vers la zone de Hobba.

#### **1.2.1.2. Geomorphologie**

Les sols de la région du Souf présentent un faible niveau d'évolution. La couche arable est constituée essentiellement de sable profond, sans présence de formations rocheuses en surface. Ces sols sont marqués par une faible concentration en matière organique, une structure granulaire à haute perméabilité ainsi qu'une texture sableuse. Selon **Voisin (2004)**, le sable du Souf est principalement composé de silice, de gypse, de calcaire, et parfois d'argile. Dans la partie nord de la région, le gypse apparaît sous forme de blocs rocheux profonds et très durs. Quant à l'ouest, la pierre gypseuse s'étend en direction de la zone de Hobba (**Hlisse, 2007**).

#### **1.2.1.3. Hydrogéologie**

L'hydrogéologie de la zone étudiée est caractérisée par la présence de plusieurs nappes aquifères réparties en trois principales couches : la nappe phréatique, le Complexe Terminal et le Continental Intercalaire (**Gassouma, 2007**).

#### **A-Nappe phréatique libre**

Selon **Voisin (2004)**, la nappe phréatique est omniprésente dans la région du Souf. Elle repose sur un substratum composé d'argile et de gypse datant du Pontien supérieur. Elle est essentiellement contenue dans des formations de sable d'origine quaternaire, avec une épaisseur pouvant atteindre 67 mètres (**Enageo, 1993, cité par Kachou, 2006**). En s'éloignant vers le sud,



cette nappe s'enfonce davantage par rapport à la surface du sol. La zone d'aération, formée de sable non aquifère, qui la sépare de la surface, ne dépasse généralement pas 20 mètres de hauteur.

## **B-Nappe artésienne**

Il s'agit d'une vaste dépression tectonique de 600 000 km<sup>2</sup>, comblée par des dépôts sédimentaires. Elle est localisée entre le massif du Tassili et l'Atlas Saharien. Cette nappe est en continuité avec celles de l'Oued Rhir et s'étend même jusqu'au sud de la Tunisie ainsi que dans la région des Zibans (**Voisin, 2004**).

### **1.2.1.4. Les factures climatiques**

Les facteurs climatiques influencent de manière significative la physiologie et le comportement des animaux, en particulier ceux des insectes (**Dajoz, 1998**). Le climat constitue un élément déterminant dans la répartition des êtres vivants sur la planète (**Faurie et al, 1980**). Parmi ces facteurs, on retrouve principalement la température, les précipitations, l'humidité relative de l'air, les vents ainsi que l'ensoleillement, chacun jouant un rôle spécifique.

#### **a. La température**

Le facteur thermique agit directement sur la vitesse de réaction des individus sur leurs abondances et leurs croissances (**Dajoz,1971**). **Le tableau04** rassemble les valeurs des températures des minima et des maxima relevés mois par mois dans la région d'étude pour l'année2024.

La température représenté un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition des espèces et des communautés d'êtres vivants dans les différents écosystèmes (**Ramade, 2003**). De fait de sa position continentale et de sa proximité de l'équateur, le Souf présenté de forts maxima de température, et de grands écarts thermiques. Situé dans les dernières dunes de grand Erg Oriental, le Souf est caractérisé par un été brûlant qui aussi dur que ce qui s'observent dans le Sahara central (**Voisin, 2004**).





**Tableau 04 : Températures mensuelles de la région d'Oued Souf en 2024**

MOIS	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
<b>M(c°)</b>	19.6	21	25.8	27	34.9	40.4	42.8	40.4	34.5	30.8	25	18.4
<b>m(c°)</b>	6.3	9.5	12.1	15.7	21.1	25.8	28.8	27.8	23.8	20.2	13.1	6.1
<b>T.moy</b>	12.7	15.2	19	21.3	28.2	33.3	36.1	34.3	29.1	25.2	18.7	11.8

(TUTTIEMPO,2025)

T.moy: moyennes des températures mensuelles.

m: moyennes mensuelles de températures minimales

M : Moyennes mensuelles des températures maximales.

Durant l'année 2024 ; notre région d'étude est caractérisée par :

- Le mois le plus chaud est juillet avec 42.8c°
- Le mois plus froid est décembre avec 18.4c°

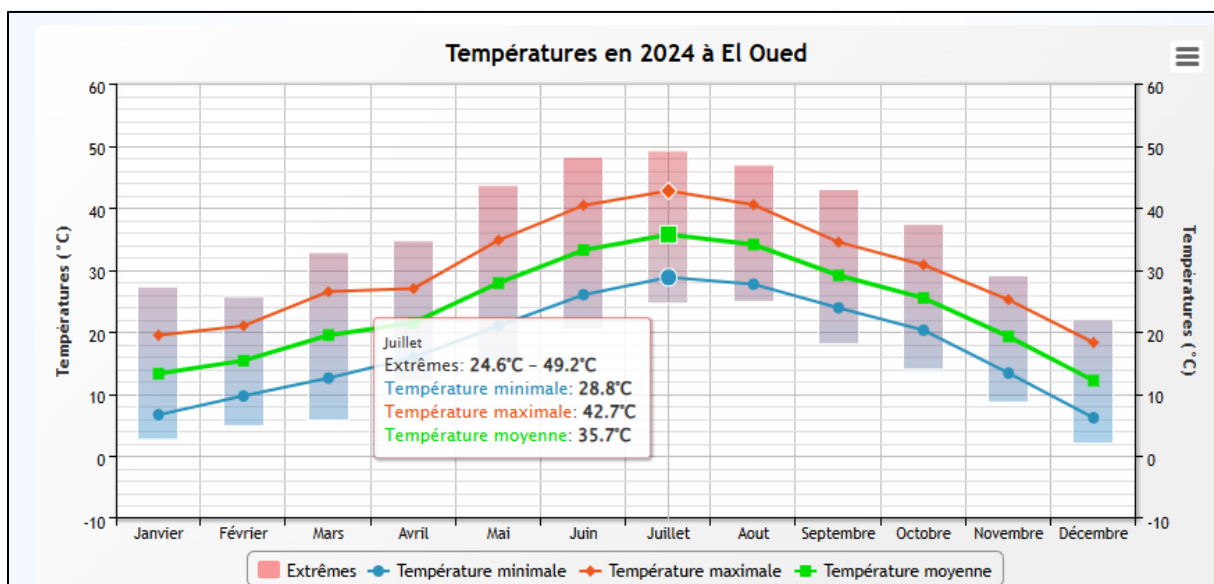


Figure 06 : Courbe graphique de température de région d'étude 2024 (infoclimat.fr2025)

### a. Précipitation

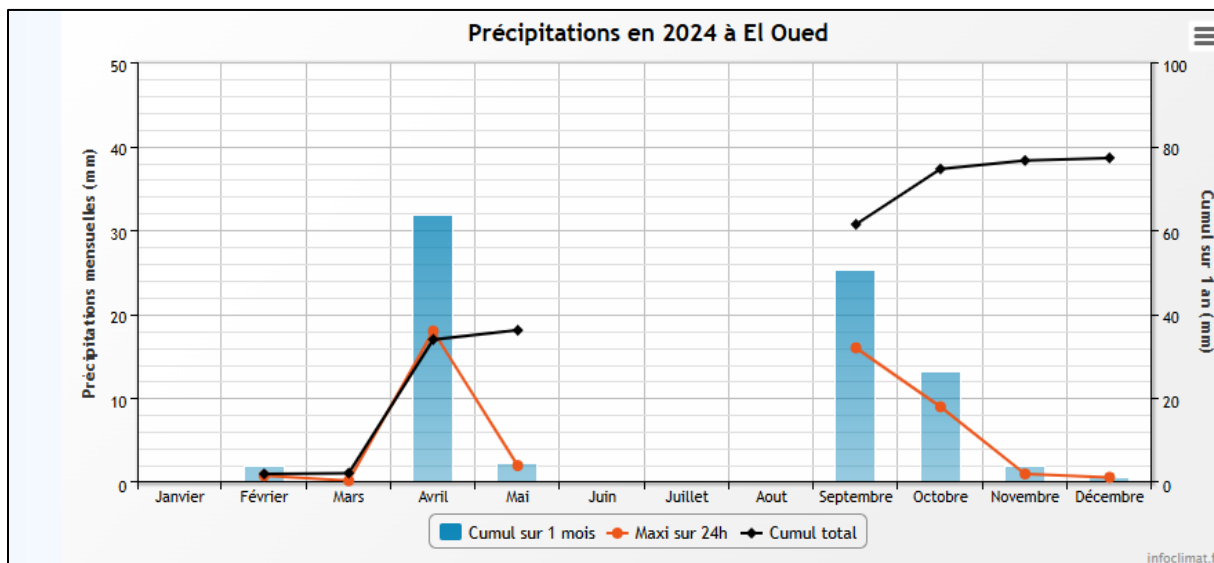
Les précipitations résultent du refroidissement de l'air chargé d'humidité, entraînant la condensation de la vapeur d'eau. La pluviométrie correspond à la quantification de ces précipitations (Christian, 2001). La distribution annuelle des précipitations revêt une importance particulière, tant par son rythme que par le volume totale enregistré (Ramade, 2003).

Dans la région d'Oued Souf, les précipitations sont très faibles et irrégulières ; les valeurs des précipitations mensuelles enregistrées en mm dans notre région d'étude durant l'année 2024 sont présentées dans le tableau 05

Tableau :05 Précipitations mensuelles exprimées en (mm) dans la région d'EL Oued durant l'année 2024.

MOIS	JAN	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	jui	aout	Sep	oct	Nov	Déc
P(mm)	0	0.8	0.2	18	2	0	0	0	16	9	1	0.6

(TUTTIEMPO,2025)



**Figure07 : Courbe graphique de précipitations de la région d'étude en 2024 (infoclimat.fr2025)**

A notre région d'étude ; le mois le plus pluvieux de l'année 2024 est Avril avec 18 mm (Tab.05 ; Fig.07). Par contre il existe des mois quasiment secs (Jan. Juin. Juillet. Aout)

## b. Vents

Le vent est l'un des éléments les plus caractéristiques du climat (seltzer ;1946), il a une action indirecte en modifiant la température et l'humidité.il accroît la transpiration des plantes (Elhai ,1968).

Ces vents violents chargés de sable, peuvent produire des effets préjudiciables sur les cultures de la région, et engendrer une dynamique érosive éolienne intense (DSA EL oued,2020).

Selon Nadjah (1971) les vents sont fréquents et cycliques à Souf. La direction dominante change avec les saisons. « Dahraoui », vent du nord-ouest Orienté sud-est, surtout au printemps. "Bahri" est orienté d'est en nord.Apparaît de fin août à mi-octobre. Enfin, « la chihili » à partir d' Au sud, il domine tout l'été.

La direction des vents dans la région d'Oued Souf est Est, Nord-est prédominant, puis à un degré moindre ceux de direction Ouest et Sud-ouest, caractérisé par des températures très élevés (Sirocco).



Généralement au printemps les vents sont les plus forts (période de pollinisations des palmiers). Ils sont chargés des sables éoliens donnant au ciel une teinte jaune et peuvent durer jusqu' à 3 jours consécutifs, avec une vitesse allant de 30 à 40 km/h (**Tab.06**) **Chekima et al , 2021**).

Les données notées concernant les vitesses moyennes des vents de chaque mois en 2024 dans la région d'étude sont mentionnées dans le tableau

**Tableau: 06 Moyenne mensuelle du vent de région d'étude durant l'année 2024**

MOIS	JAN	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
<b>Vitesses des vents (km/h)</b>	9.3	12.97	11.81	16.72	13.31	15.4	12.02	11.19	9.27	12.68	8.5	9.4

Source: Guemar airport station 2025(underground)

Selon le tableau 06 ; nous remarquons que les vents sont fréquents durant toute l'année les vitesses les plus élevées sont enregistrées durant la période allant de Février jusqu'à Octobre, avec un maximum de 16,72 km/h durant le mois d'Avril.

### c. L'humidité relative

**Dajoz (1982)** signale que la vapeur d'eau maintient dans l'atmosphère une certaine humidité relative. Elle dépend de plusieurs facteurs, la quantité d'eau tombée, du nombre et des vents (**Faurie et al.,1980**).

Selon Chauvin (**1956, cité par Ould El Hadj, 2004**), l'humidité atmosphérique joue un rôle important dans le fonctionnement des processus vitaux. Elle peut influencer la densité des populations, entraînant une réduction du nombre d'individus lorsque les conditions hygrométriques deviennent défavorables (**Dajoz, 1971**).

Les données de l'humidité relative exprimées en pourcentage de l'année 2024 enregistrées dans la région d'étude sont présentées dans le tableau 07.

**Tableau07 : Humidité relative moyenne mensuelle de la région d'étude durant 2024**

MOIS	JAN	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
HR%	48.2	43.5	33	40.8	27.7	25.4	21.1	27.5	48.5	53.1	57.2	55.3

(TUTIEMPO,2025)

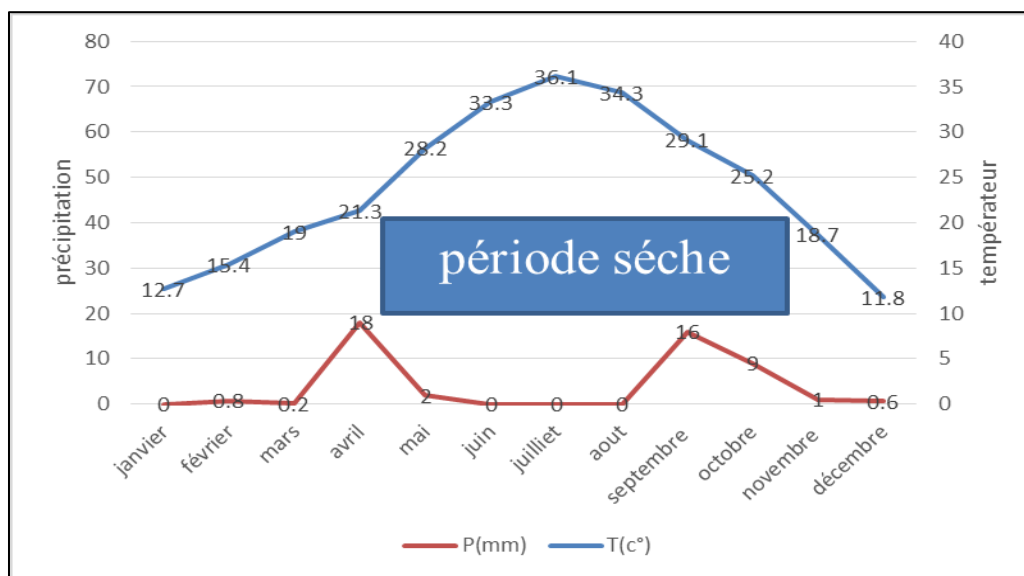
#### 1.2.1.1.5. Synthèse climatique

La classification écologique des climats est faite en utilisant essentiellement les deux facteurs les plus importants et les mieux connus : la température et la pluviosité (**Dajoz, 1971**). La synthèse des facteurs climatiques fait intervenir les précipitations annuelles et les températures moyennes mensuelles. Dans cette partie deux courbes sont utilisées. Ce sont le diagramme Ombrothermique de Gaussen et le Climagramme pluviothermique d'Emberger.

##### ➤ Diagramme ombrothermique de GAUSSEN :

Le diagramme ombrothermique de Gaussen permet de définir les mois secs (**Mutin, 1977**). Le climat est sec quand la courbe des températures descend au - dessous de celle des précipitations. Il est humide dans le cas contraire (**Dreux, 1980**).

Selon **Faurie et al. (1980)**, le diagramme ombrothermique (Ombro = pluie, thermo = température). Il est construit en portant en abscisses les mois et en ordonnées les précipitations sur un axe et les températures sur le second en prenant soin de doubler l'échelle par rapport à celle des précipitations ( $P = 2T$ ), on obtient en fait deux diagrammes superposés. Les périodes d'aridité sont celles où la courbe pluviométrique est au-dessous de la courbe thermique (**Ramade, 2003**). Sur la figure, il est à remarquer, que la courbe de précipitation est toujours inférieure à celle de température ; ceci laisse apparaître une période sèche qui s'étale durant toute l'année 2024 (**Fig.08**)



**Figure 08 : Diagramme ombrothermique Gaussen de la région du Souf durant l'année 2024**

#### ➤ Climagramme d'Emberger

Le Climagramme d'Emberger permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude. Il est représenté en axe des abscisses par la moyenne des températures minimales du mois le plus froid et en axe des ordonnées par le quotient pluviothermique (Q2) **d'EMBERGER (1933) (LeHouerou, 1995)**. Nous avons utilisé la formule de **Stewart (1969)** adaptée pour l'Algérie, qui se présente comme suit :

$$Q2=3.43 p/ (M-m)$$

P = Pluviométrie moyenne en (mm)

M = Moyenne des Maxima du mois le plus chaud en (°C)

m = Moyenne des minima du mois le plus froid en (°C)

Pour la région du Souf (2012 - 2023), où P = 29,71 mm, M = 38 °C et m = 10,2°C. le quotient pluviothermique (Q2) s'élève à 3,6 et permet de classer la région dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux (**Fig.09**)



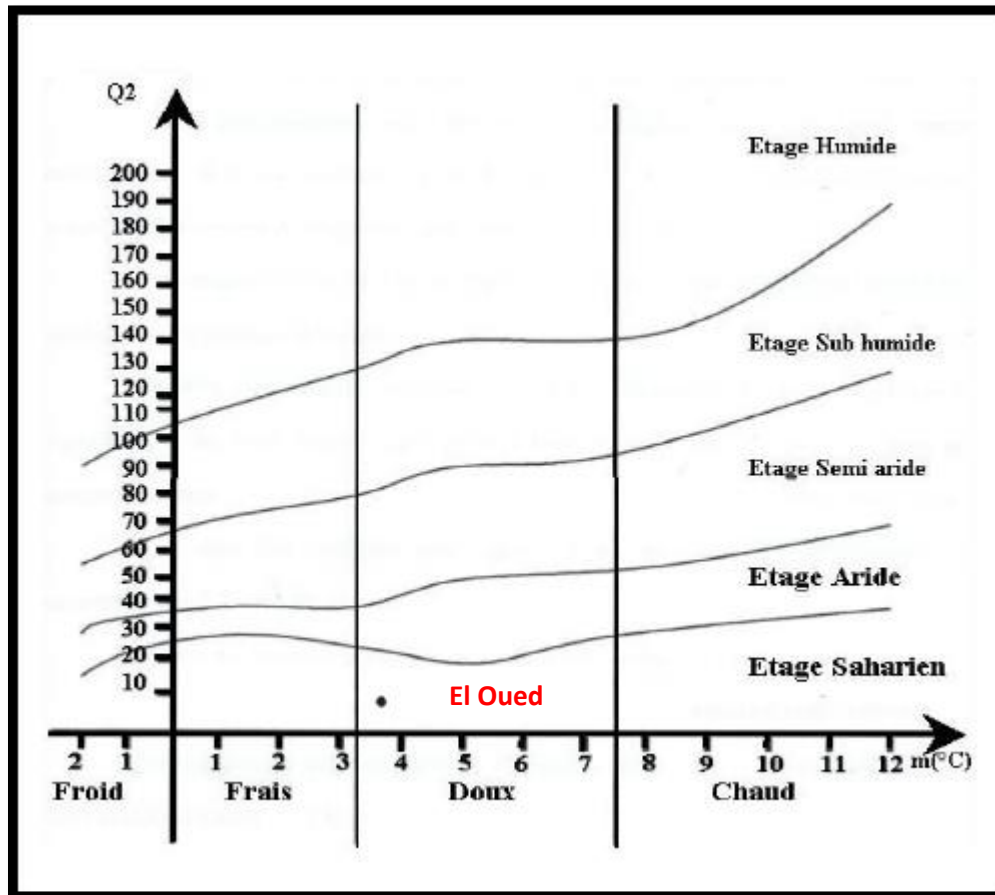


Figure 09: Situation de la région d'El Oued dans le diagramme d'Emberger (2012-2023)

### 1.2.2. Les facteurs biotiques

Ces facteurs sont représentés par des données bibliographiques sur la flore et la faune caractérisant la région d'étude.

#### 1.2.2.1. La flore de la région du Souf

La végétation de la région d'Oued Souf, située dans le nord du Sahara algérien, se caractérise par une richesse floristique bien adaptée aux conditions climatiques rigoureuses, telles que la sécheresse, la salinité élevée et les sols sableux.

La flore du Souf est représentée par des arbustes et des touffes d'herbes espacées croîtront au pied des dunes. Les plantes spontanées sont caractérisées par un certain nombre de traits qui sont déterminés par la rapidité d'évolution, l'adaptation au sol et au climat. Ces



plantes sont généralement regroupées dans les familles suivantes : Poaceae ,Citaceae, Fabaceae, Cyperaceae,Asteraceae et Liliaceae. En général, la flore de la région du Souf est représentée à peu près par 80 espèces végétales appartenant à 26 familles différentes (Nadjah,1971 ; Voisin, 2004; Côte, 2006; Acourene et al., 2007;Halis, 2007; Senoussi et al., 2012;Chenchouni,2012;Demnatiet al., 2012 ;Slimani et al., 2013; Bouallala et al., 2014;Medjber, 2014, Alia, 2018). Parmi les familles les plus riches en espèces, les Poaceae occupent le premier rang avec presque de 15 espèces, comme deux types de plantes ont été distingués : plantes spontanées et plantes cultivées

- **Plantes cultivées** : Il y a 5 types des plantes cultivées réparti sur 14 Famille et 21 espèces, comme (Concombre et Palmier dattier et Pommier ,,.,.,.,.).
- **Plantes spontanées** : Il se caractérise par 16 Famille et 29 espèces (Amrane et al,2023).

Les végétaux de la région du Souf ont développé diverses stratégies d'adaptation écologique :

- **Espèces halophytes** : comme *Arthrocnemum glaucum* et *Halocnemum strobilaceum*, qui possèdent la capacité de se développer dans des milieux à forte salinité.
- **Espèces hydrophytes** : telles que *Phragmites communis* et *Tamarix gallica*, bien adaptées aux environnements humides.
- **Plantes vivaces** : observées dans les chotts, elles témoignent d'une grande résistance à la salinité élevée et aux longues périodes de sécheresse (Medjber ,2014 ; Bouallala et al,2014).

#### 1.2.2.2. La faune de la région du Souf

- **Invertébrés** :

Ababsa et al. (2011) ; Alia et al. (2011, 2012 et 2013) ; Ababsa (2012) ; Ouassa et Youcef (2014) ; Selmane (2015), Selmane et al. (2016) ; Kherbouche et al. (2016) ; Aouimeur et al. (2017) ; Khechekhouche et al. (2011 et 2018) Bekkari et Guia (2019) ; Belarouci et al. (2023) ; Salhi et Zaid (2024) ont inventorié dans la région du Souf, 129 espèces d'Arthropodes appartenant à 14 ordres différents dont la majorité sont des insectes. Parmi les familles les plus





riches en espèces, les Coleoptera occupent le premier rang avec presque de 48 espèces, comme exemple *Pimelia angulata* (Solier, 1836) et *Scarites occidentalis* (Redel, 1895).

- **Poissons, Amphibiens et Reptiles de la région du Souf :**

Pour **les poissons**, une seule famille est notée, celle des Poecilidae avec l'espèce *Gambusia affinis*. En raison du climat aride et du manque de points d'eau permanents, **les amphibiens** sont peu présents dans la région du Souf. Néanmoins, certaines espèces ont été observées de manière occasionnelle. Il s'agit principalement de grenouilles et de crapauds qui ont su s'adapter à des milieux temporaires, leur permettant ainsi de survivre malgré les conditions environnementales difficiles.

La région du Souf présente une riche diversité **de reptiles**, bien adaptés aux environnements désertiques. Des recherches menées entre 2008 et 2009 ont permis d'identifier 27 espèces différentes, réparties comme suit : Sauriens : 15 espèces appartenant à divers genres comme *Acanthodactylus*, *Scincus*, *Agama* et *Tarentola*. ; Ophidiens : 8 espèces, incluant notamment le genre *Cerastes* ; Chéloniens : une seule espèce recensée. Les habitats les plus riches en biodiversité reptilienne sont les zones sablonneuses, notamment l'erg et les palmeraies (Ababsa et Debabi, 2012 ; Mouane, 2018).

- **Les oiseaux**

Plusieurs auteurs, notamment Isenmann et Moali (2000); Alia et al. (2012); Ababsa et al. (2011, 2013 et 2016); Guezoul et al. (2013 et 2017); Demnati et al. (2012); Alia (2018) ont signalé 28 espèces d'oiseaux regroupés dans 12 familles pour la région du Souf. Parmi ces dernières il est à citer les Strigidae (*Bubo asclaphus*) et Passeridae (*Passer domesticus*).

- **Les mammifères**

Les mammifères de la région du Souf ont été traités par plusieurs auteurs, notamment Le Berre (1989, 1990); Kowalski et Rzebik-kowalska (1991); Voisin (2004); Alia et al. (2012, 2013, 2014 et 2015); Khechekhouche et al. (2018). Au total, 20 espèces réparties entre 7 familles et 6 ordres sont inventoriées.





## 2. Présentation du site d'étude : Lac Echatt

Lac Echatt est une dépression dunaire urbaine située dans la partie nord de la ville d'El-Oued, (6°51'28'E, 6°51'48'E, 33°23'21'N à 33°22'46' N) juste à proximité de l'université. Il est composé de deux plans d'eau séparés par une route (**Fig.10 ; Photo.08**) et reçoit en continu les eaux usées de cette ville, occupant une superficie totale de 150 hectares. Sa profondeur varie entre 0,5 et 1 mètre et il abrite une diversité aviaire exemplaire dépassant largement 50 espèces, parmi lesquelles les Anatidés (sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris*, fuligule nyroca *Aythya nyroca*, canard souchet *Spatula clypeata*, canard siffleur *Anas acuta*), les Phoenicopteridés (le flamant rose *Phoenicopterus roseus*), les Rallidés (la foulque macroule *Fulica atra* et la gallinule poule-d'eau *Gallinula chloropus*), les limicoles, les gravelots et les chevaliers. La végétation bordant les deux plans d'eau est principalement composée de plantes halophiles, parmi lesquelles les Zygophyllacées représentées par le *Zygophyllum cornutum*, les Amaranthacées (*Salsola vermiculata* et *Salicornia uticose fr*), et des touffes de *Tamarix gallica* observées notamment dans le plan d'eau nord et jouant un rôle dans le maintien de l'avifaune aquatique (**Guermit, 2019 ; Saker et al, 2022**)

Ce lac connaît une fluctuation saisonnière de son niveau d'eau, avec des hausses en hiver et des baisses en été. De plus, il présente des zones de pollution causées par les déchets et les débris de construction jetés par l'homme.



**Photo 08 : Vue générale du lac Echatt (Lachibi et Nouri, 2025)**

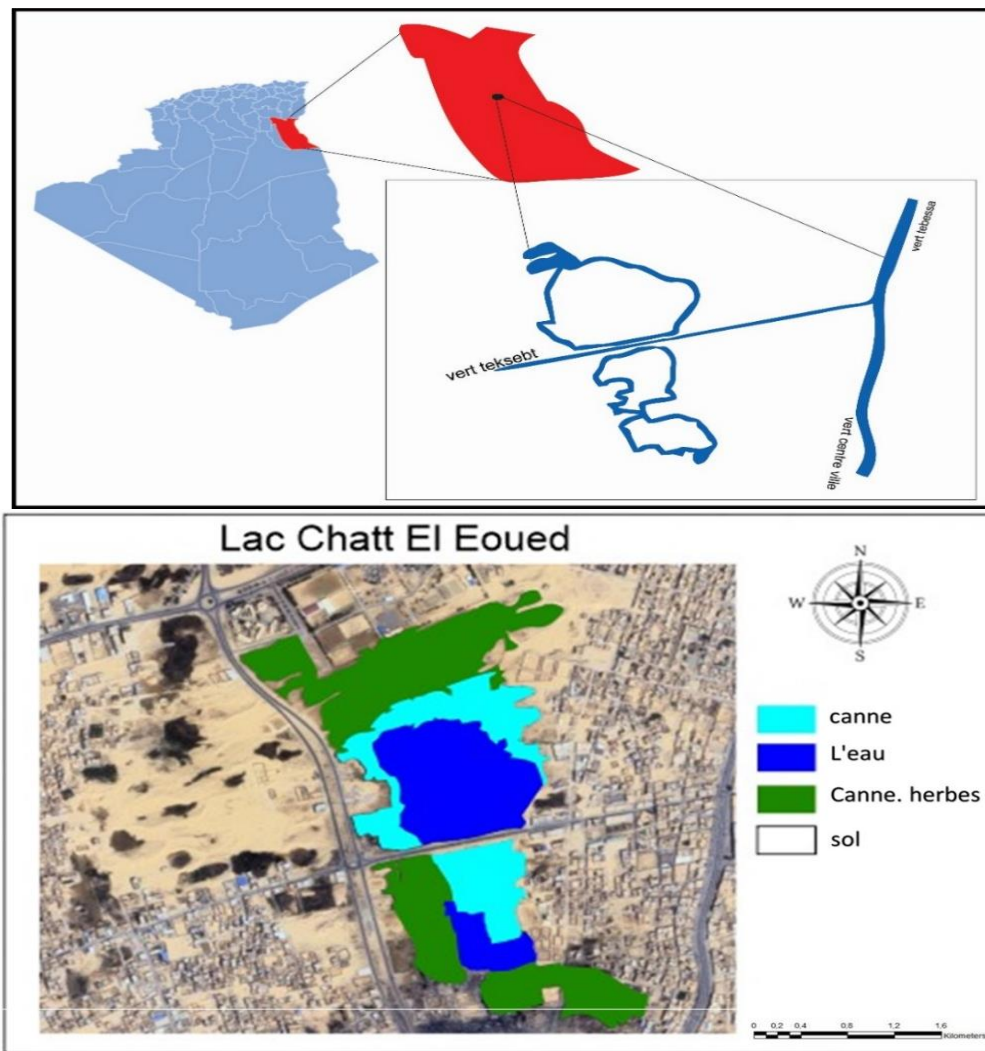


Figure 10: La carte géographique du lac Echatt (Lachibi et Nouri,2025)

### 3. Matériel et méthodes

#### 3.1.Objectifs

La présente étude a pour objectif d'évaluer la diversité biologique des oiseaux d'eau du lac Echatt, à travers la réalisation d'un recensement exhaustif des espèces et des effectifs. Elle vise à analyser la dynamique des populations, à actualiser les données sur leur statut écologique et leur distribution spatiale, ainsi qu'à apprécier l'état de santé de l'écosystème. Par ailleurs, cette étude a pour ambition de constituer une base de données scientifique fiable, destinée à appuyer les stratégies de conservation et à proposer des mesures de gestion durable en vue de préserver cet écosystème sensible.



Caractérisation et identification des éléments abiotiques du site par l'analyse de certains paramètres physicochimiques de l'eau (température, pH, conductivité électrique, salinité, DBO<sub>5</sub>, oxygène dissous, matières en suspension et turbidité).

**Nous visons par ce modeste travail à atteindre les objectifs suivants :**

\*Étudier la diversité avifaunistique en analysant les indices écologiques et l'impact environnemental sur la répartition des groupes d'oiseaux d'eau.

\*Mettre en valeur l'écosystème en soulignant l'influence des populations riveraines sur ces zones humides.

### **3.2. Dénombrement des oiseaux d'eau, buts et raisons**

Le recensement des oiseaux d'eau est réalisé pour plusieurs raisons, notamment pour obtenir des informations sur la dynamique des espèces à différents niveaux. À l'échelle locale, il permet d'estimer les effectifs présents sur un site donné, de suivre leurs fluctuations et d'évaluer la capacité d'accueil de l'écosystème. À l'échelle nationale, il contribue à mieux comprendre l'importance et le rôle des zones humides, et à recommander les mesures nécessaires pour l'élaboration de plans de gestion et de conservation de ces écosystèmes. À l'échelle internationale, le dénombrement des oiseaux constitue un outil essentiel pour estimer les populations régionales de certaines espèces et suivre l'évolution de leurs tendances au fil du temps (Berretima et Slimani, 2024).

## **4. Méthodologie**

### **4.1. Dénombrement des oiseaux d'eau**

#### **4.1.1. Techniques de dénombrement des oiseaux**

Il existe plusieurs méthodes d'observation des oiseaux qui peuvent se combiner entre elles. Ces méthodes dépendent des espèces étudiées, de la superficie du site et du but recherché. Les plus connues sont les méthodes absolues et les méthodes relatives.





**a. La méthode absolue:**

La méthode absolue repose sur un comptage exhaustif et précis des individus présents dans une zone donnée. Elle est particulièrement utilisée dans les cas de concentrations importantes, notamment chez les canards ou les oies. Les principales techniques employées sont :

- Le comptage direct, effectué depuis le sol ou à l'aide d'un survol aérien, utile dans les zones dégagées.
- La photographie aérienne ou l'utilisation de drones, efficace dans les zones inaccessibles.
- L'échantillonnage partiel, consistant à compter une fraction de la population, puis à extrapoler les résultats par des méthodes statistiques (**Tamisier et Dehorter, 1999; Bibby et al, 2000**).

**b. La méthode relative**

La méthode relative permet d'estimer l'abondance ou la densité des oiseaux sans en fournir un nombre exact. Elle est particulièrement appropriée pour le suivi des populations à long terme. Les approches couramment utilisées incluent :

- Les points d'écoute fixes (IPA), où les oiseaux sont enregistrés depuis des stations prédéfinies pendant un temps donné.
- L'indice kilométrique d'abondance (IKA), basé sur le nombre d'oiseaux observés par kilomètre parcouru.
- L'échantillonnage fréquentiel progressif (EFP), où l'on enregistre la fréquence d'apparition des espèces dans plusieurs stations réparties dans le site (**Blondel et al, 1970 ; Bibby et al, 2000**).

**4.1.2. Technique de dénombrement utilisée lors de notre travail Pour notre étude**

Nous avons utilisé selon le cas, la méthode de dénombrement exhaustif pour les petits groupes d'oiseaux et la méthode d'estimation des effectifs. Ainsi, lorsque la bande des oiseaux ne dépassait pas les 200 individus et qu'ils se trouvaient à une distance inférieure à 200 mètres, nous procédions à un comptage individuel. Dans le cas opposé, si la distance qui nous sépare du groupe est nettement supérieure à 200 mètres et que le nombre composant le groupe en question dépasse largement les 200 individus, nous adoptons la technique d'estimation





(**Lamotte et Bourliere 1969, Blondel 1975**) qui consiste à diviser le champ visuel en plusieurs bandes, chaque bande est composé par un nombre moyen de oiseaux et en dernier lieu nous reportons autant de fois que le nombre de bandes (**Bibby et al., 1998**).

#### **4.1.3. Fréquence d'échantillonnage :**

La fréquence d'échantillonnage est déterminée en fonction des objectifs de l'étude, du type de données collectées, et de la diversité de la communauté étudiée. Plus le nombre d'échantillons est élevé, plus les estimations écologiques sont précises (**Cochran, 1977 ; Lohr, 2010**)

L'inventaire et le suivi des effectifs des espèces du lac de Echatt (El Oued) s'est effectué à partir de début Octobre 2024 jusqu'à la fin du mois d'Avril 2025 au rythme de deux sorties par mois, couvrant ainsi la quasi-totalité de la période d'hivernage et celle de reproduction pour certaines espèces.

#### **4.1.4. Choix des points d'observation :**

Le choix des points d'observation est crucial pour garantir que l'échantillon représente fidèlement l'écosystème. Ce choix dépend des facteurs écologiques, de la disponibilité des ressources et de la répartition géographique des espèces (**Begon et al, 2006 ; Moser et Dallmeier, 2006**).

Pour réaliser cette étude, quatre stations ont été choisies qui permettent d'obtenir une vue globale des oiseaux et d'estimer leurs effectifs de manière appropriée. Ceci permet également d'évaluer l'écosystème et son niveau de dégradation dans ce lac constitué de deux parties distinctes sur une route secondaire menant à la zone Echatt de la commune d'El Oued. En plus d'être situé dans un quartier résidentiel par excellence.

La première partie est adjacente à un marché quotidien de légumes et de fruits, connu sous le nom de marché de Libye, et le point (4) y est situés.

La deuxième partie est en face de l'Université Chahid Hama Lakhdar contient trois points (1,2,3) (**Tableau 8, Photo9**).

**Tableau 08: Localisation des quatre stations de recensement des oiseaux.**

N°	Coordonnées géographiques	Description
<b>S1</b>	N: 30.1010° E: 36.96209°	Cette station est située à proximité du jardin botanique, un emplacement stratégique qui offre une vue d'ensemble sur la zone étudiée, facilitant ainsi la surveillance et l'identification des espèces. Elle se caractérise par une variation saisonnière du niveau de l'eau, qui augmente pendant l'hiver et diminue progressivement avec la hausse des températures durant les saisons chaudes. L'environnement y est relativement calme par rapport aux autres stations. Elle est entourée de plantes naturelles telles que les tamaris et les roseaux, créant ainsi un habitat riche en biodiversité, important pour les oiseaux sauvages.
<b>S2</b>	N:30.0837° E: 36.96052°	Cette station est située à proximité d'une route locale dans une zone densément peuplée. On y observe une présence notable d'animaux errants. Le niveau de l'eau y est relativement élevé, ce qui reflète des conditions hydrologiques instables.
<b>S3</b>	N: 30.0893° E: 36.95840°	Cette station est située le long d'une route locale dans une zone où des activités humaines et des déchets sont présents, ce qui a rendu ses conditions hydrauliques instables, avec un niveau d'eau élevé.
<b>S4</b>	N: 30.1050° E: 36.95604°	Cette station est située à proximité du marché de Libye, une zone soumise à des activités humaines intenses (remblayage, construction, plantation d'arbres). Le bruit des habitants contribue à la diminution du nombre d'oiseaux aquatiques.





**Photo 9:** Les stations de observations des oiseaux d'eau (Lachibi et nour,2025).



Figure 11 : Carte de localisations des stations d'études (Lachibi et Nourri,2025)

#### 4.1.5. Matériel utilisé pour la réalisation

Nous avons utilisé le matériel suivant :

- \*Un télescope (KONOPUS 20 x 60).
- \*Une paire de jumelles.
- \*Guides des Oiseaux (**Azafzaf , 2013**)
- \*Fiche technique du terrain.
- \*Un carnet de notes.
- \*Un téléphone portable.





Photo original 10 : Matériels utilisés dans notre étude.

#### 4.1.6. Exploitation des résultats par les indices écologiques :

Nous entendons par structure d'un peuplement la façon dont les différents groupes fauniques sont organisés au niveau de leurs effectifs. L'étude statistique de l'abondance des espèces constituant une communauté ou un peuplement déterminé présente une grande importance car elle permet de mieux interpréter la nature des interactions entre espèces et de mettre en évidence les facteurs qui conditionnent leur fréquence relative (**Ramade, 2000**).

Ainsi, pour mieux caractériser le peuplement avien du Lac Echatt nous avons calculé les paramètres suivants :



#### 4.1.6.1.Indices écologiques de compositions

La diversité des peuplements vivants s'exprime généralement par la richesse spécifique totale qui est le nombre total (**S**) d'espèces dans un biotope et la richesse moyenne (**s**) qui est la moyenne du nombre d'espèces observées dans une série de prélèvements. Elle peut être également représentée par des indices différents.

##### A. Richesse spécifique totale :

Par définition ; la richesse totale (**S**) est le nombre d'espèces contractées au moins une seule fois au terme de N relevés effectués. L'adéquation de ce paramètre à la richesse réelle est bien entendu d'autant meilleure que le nombre de relevés est plus grand (**Blonde, 1975**).

##### B. Richesse spécifique moyenne :

La richesse spécifique moyenne (**S<sub>m</sub>**) est utile dans l'étude de la structure des peuplements.

Elle est calculée par le nombre moyen d'espèces présentes dans un échantillon (**Ramade,1984**) :

$S_m = \text{nombre total d'espèces recensées lors de chaque relevé}$

$\text{Nombre relevé réalisés}$

##### C. Abondance relative (AR%) :

D'après **Blondel, (1979)**, la diversité n'exprime pas seulement le nombre d'espèces mais aussi leur abondance relative. **Faurie et al, (1998)** signalent que l'abondance relative s'exprime en pourcentage (%) aussi pour connaître l'espèce dominante elle se présente par la formule

suivante :

$$AR\% = n / N \times 100$$

n=nombre total des individus d'une espèce i prise en considération

N : nombre total des individus de toutes les espèces présentes (**Bouras,2019**).

#### 4.1.6.2.Indice écologique de la structure

##### a. Indice de diversité de SHANNON :

L'indice de diversité de SHANNON dérive d'une fonction établie par SHANNON et





WIENER qui est devenue l'indice de diversité de Shannon. Il est parfois, incorrectement appelé indice de SHANNON-WEAVER (Krebs, 1989 ; Magurran, 1988). Cet indice symbolisé par la lettre **H'** fait appel à la théorie de l'information. La diversité est en fonction de la probabilité de présence de chaque espèce dans un ensemble d'individus. La valeur de **H'** représentée en unités binaires d'information ou bits et donnée par la formule suivante (Blondel, 1979 ; Dajoz, 1985 ; Magurran, 1988) :

$$H' = - \sum P_i \log_2 P_i \quad \text{où } P_i : \text{ la fréquence relative de l'espèce } i$$

Cet indice renseigne sur la diversité des espèces d'un milieu étudié. Lorsque tous les individus appartiennent à la même espèce, l'indice de diversité est égal à 0 bits. Selon MAGURRAN (1988), la valeur de cet indice varie généralement entre 1,5 et 3,5. Il dépasse rarement 4,5. Cet indice est indépendant de la taille de l'échantillon et tient compte de la distribution du nombre d'individus par espèce (Dajoz, 1975).

#### **b. Indice d'équipartition des populations (équitabilité) :**

##### **Diversité maximale**

La diversité maximale est représentée par  $H'_{\max}$  ; qui correspond à la valeur la plus élevée possible qu'elle peut avoir dans un peuplement :

$$H'_{\max} = \log_2 S$$

$H'_{\max}$  est la diversité maximale.

S est la richesse totale (Bouras, 2019).

##### **Indice d'équitabilité :**

L'équitabilité est le rapport de la diversité observée et de la diversité maximale. Elle mesure le degré d'équilibre et de complexité d'un peuplement par l'écart de  $H'$  à  $H'_{\max}$ . Elle est calculée selon la formule suivante :

$$E = H' / H'_{\max}$$

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

Quand E est proche de 1, la diversité observée est proche de la diversité maximale. Elle traduit alors une distribution d'abondance proche de l'équilibre (Legendre, 1979). A l'inverse





quand E est proche de 0, la diversité observée est faible et illustre une distribution d'abondance fortement hiérarchisée qui est le reflet d'un environnement simple, contraignant, dans lequel peu de facteurs structurent le peuplement (**Bouras,2019**).

## **4.2.Paramètres des analyses physico-chimiques des eaux :**

### **4.2.1. Analyse physico-chimique de l'eau :**

Nous avons mesuré un ensemble de paramètres physico-chimiques reflétant la qualité générale de la colonne d'eau, notamment : les matières en suspension (MES), la température, le pH, la conductivité électrique, l'oxygène dissous, les solides dissous totaux (TDS), la salinité, ainsi que la demande biologique en oxygène sur 5 jours (DBO5).

Les résultats affichés par l'appareil sont ensuite reportés sur des fiches préalablement préparées pour éviter que les résultats ne soient erronés, les sondes sont bien rincées à l'eau distillée puis tamponnées avec des papiers absorbants après chaque mesure (03 essai pour chaque station et chaque échantillon) (**Ouali, 2018**).

Certaines mesures ont été effectuées in situ dans 7 stations d'étude à l'aide d'un appareil multiparamètre portable Multi 3620 IDS WTW (**Photo11**).

Les opérations de prélèvement ont été réalisées dans les sept stations mentionnées, le matin, sur une période de six mois (de novembre à avril).

Puisque toutes les analyses physico-chimiques ne peuvent pas être effectuées sur un seul appareil de Multi Paramètre, nous avons décidé de nous rendre à la station de traitement des eaux usées à Kouinine STEP 1 afin de compléter les analyses restantes, qui comprennent MES, DBO<sub>5</sub> et TDS

Avant le prélèvement des échantillons, les flacons en plastique de 1,5 L (en polyéthylène) ont été rincés trois fois avec de l'eau distillée afin de garantir la pureté de l'échantillon.

L'eau doit être analysée correctement pour éviter toute contamination croisée. Après le prélèvement, les bouteilles sont immédiatement fermées pour prévenir l'évaporation.

Elles doivent être emballés les flacons par du papier aluminium et étiquètes portent le numéro et le nom de la station, la date et l'heure de prélèvement de l'échantillon les échantillons d'eau ont été ensuite transportés dans une glacière à 4 °c au laboratoire de l'ONA (**Ahoudi et al., 2015 ; Naili et al, 2021**)



Photo11 : Mesure des paramètres in situ (Lachibi et Nouri ,2025)

#### 4.2.2. Détermination des matières en suspension (MES) :

La détermination des matières en suspension dans l'eau (MES) est une étape fondamentale pour évaluer la qualité de l'eau, et elle se fait par plusieurs méthodes qui varient en précision et en rapidité. L'une des méthodes courantes est la méthode gravimétrique, qui repose sur la filtration et le pesage, où l'eau est filtrée à travers un filtre en fibre de verre, puis séchée à différentes températures pour mesurer les matières en suspension totales, organiques et inorganiques. Bien que cette méthode soit précise, elle est longue et nécessite des laboratoires spécialisés (**Aminot et Kérouel, 2004**). Il existe également des méthodes optiques et acoustiques qui mesurent la turbidité ou l'intensité sonore pour estimer les matières en suspension. Ces méthodes sont rapides mais moins précises par rapport aux méthodes traditionnelles (**Minster et al, 2008**). Le choix de la méthode dépend du type d'échantillon et des ressources disponibles, les méthodes



gravimétriques offrant une grande précision, tandis que les méthodes optiques et acoustiques permettent une surveillance rapide en temps réel.

#### **4.2.3. Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>):**

La quantité d'oxygène dissous nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable par les micro-organismes en présence d'air est mesurée sur une période de cinq (5) jours. Les micro-organismes consomment l'oxygène dissous, lequel est progressivement remplacé par l'oxygène présent dans l'air contenu dans le flacon, ce qui entraîne une diminution de la pression au-dessus de l'échantillon. Cette dépression est enregistrée à l'aide d'une tête numérique.

Cette analyse est réalisée à l'aide des équipements suivants :

- \* Réfrigérateur maintenant une température constante de 20 °C.
- \* Flacons d'incubation d'un volume de 510 ml munis de bouchons rodés.
- \* Barreau magnétique.
- \* Pastilles d'hydroxyde de sodium (NaOH).
- \* Tête numérique pour la lecture de la pression.

#### **4.2.4. Détermination de la turbidité :**

La mesure de la turbidité permet de fournir des informations visuelles sur la clarté de l'eau. Elle est effectuée à l'aide d'un appareil multiparamètres, en utilisant des cuvettes en verre propres et bien sèches, remplies avec l'eau à analyser, afin de garantir des résultats précis (**Kelkami et Hachem ,2024**)

#### **4.2.5. Matériel d'analyse physico-chimique :**

##### **✓ Matériel de verrerie**

- \*Béchers (de différents volumes)
- \*Fioles jaugées
- \*Éprouvettes graduées
- \*Pipettes graduées et pipettes jaugées
- \*Burettes
- \*Erlenmeyers \*Tubes à essai \*Ampoules à décanter



✓ **Matériel de mesure**

- \*Thermometer
- \*Multiparameter meter
- \*pH Meter
- \*Conductivity Meter
- \*Dissolved Oxygen Meter (DO Meter)
- \*TDS Meter
- \*Salinity Meter
- \*Turbidimeter
- \*Gravimetric Analysis

✓ **Matériel de filtration et de separation**

- \*Filtres en papier
- \*Entonnoirs
- \*Entrifugeuse
- \*Filtre à membrane

✓ **Réactifs chimiques et solutions**

- \* Acides (HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, etc.)
- \* Bases (NaOH, KOH, NH<sub>4</sub>OH)
- \* Indicateurs colorés (phénolphtaléine, bleu de bromothymol...)
- \* Solutions titrantes (NaOH, HCl standardisé, permanganate de potassium...)
- \* Tampons (pour calibration du pH-mètre)

✓ **Autres équipements**

- \*Une glacière
- \*Papier aluminium
- \*Un carnet de notes
- \* Bouteille en plastique

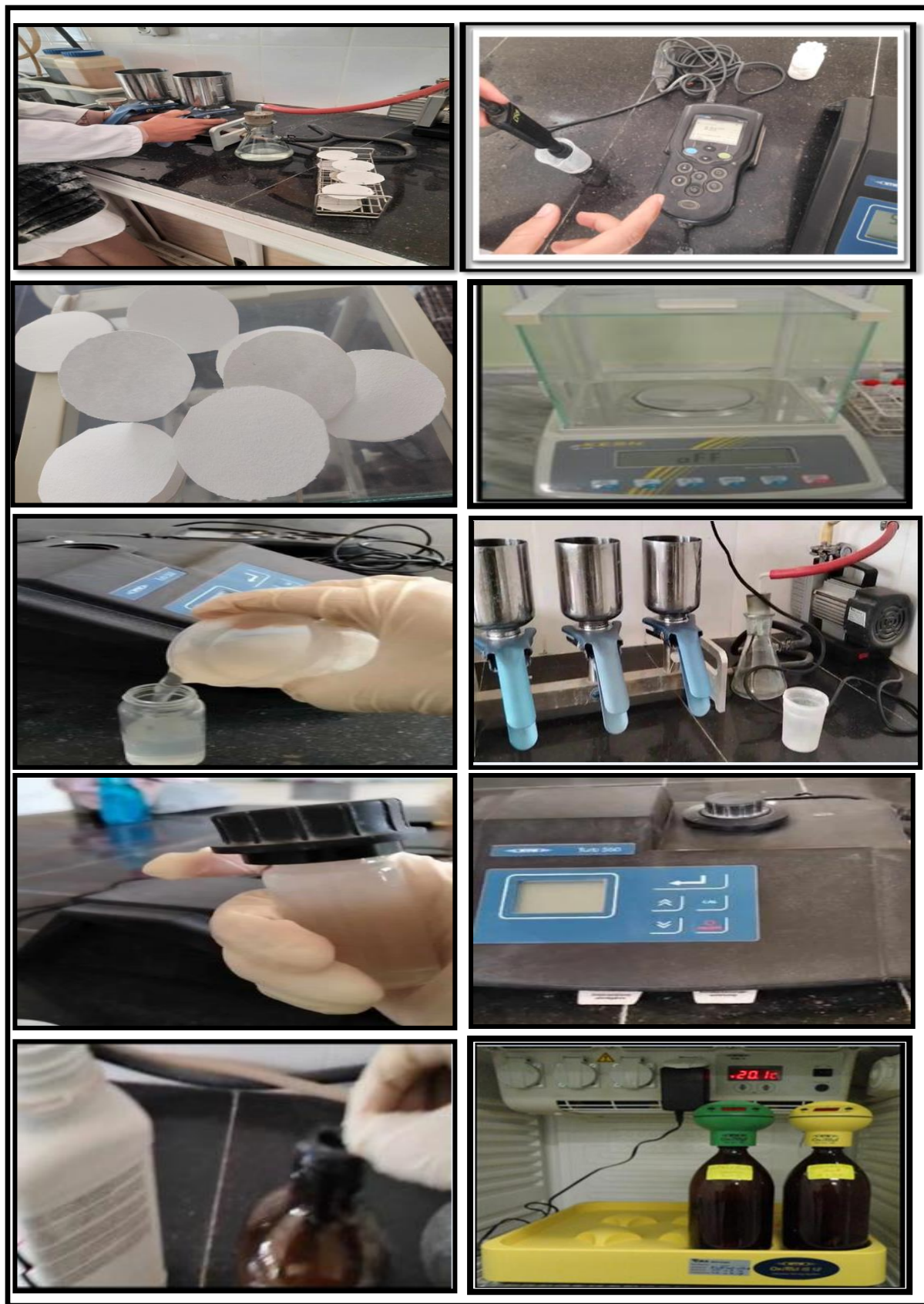


Photo 12 :Mesure des paramètres physico-chimiques au niveau de STEP 1 de Kouinine



# Conclusion



## Conclusion

Le lac Echatt dans la wilaya d'El Oued offrant un environnement propice à la biodiversité des oiseaux aquatiques. Cette région est une étape clé pour de nombreuses espèces d'oiseaux migrateurs et hivernants, soulignant son importance parmi les zones humides du pays. Les recensements ont montré une variabilité importante dans l'abondance des oiseaux, atteignant ses niveaux les plus élevés en janvier et février, ce qui témoigne de l'importance du lac en tant que site de préparation pour la migration (**Saker *et al*, 2022**).

Au cours de notre étude du lac Echatt, qui s'est déroulée d'octobre 2024 à avril 2025, les résultats obtenus ont révélé des variations significatives des paramètres biotiques et abiotiques de la zone. Sur la base de ces données, nous avons pu établir un diagnostic global de l'état du lac, ce qui nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

Le suivi de l'avifaune aquatique durant la période d'étude nous a permis de dénombrer 24 espèces appartenant à 12 familles. La famille la mieux représentée est celle des Anatidés avec 06 espèces.

Cette diversité d'oiseaux aquatiques, notamment la dominance des anatidés, constitue une preuve de l'importance écologique de la zone en tant que site de repos, d'alimentation ou de reproduction, ce qui en fait un espace prioritaire pour la conservation et le suivi environnemental continu.

Les espèces inventoriées au lac Echatt présentent des statuts phénologiques différents dont 42% sont des espèces hivernantes, Alors que les espèces sédentaires représentent 33%.

L'analyse du peuplement montre la présence d'espèces menacées, protégées par la réglementation nationale et/ou internationale. Sur les 24 espèces inventoriées 19 sont protégées, soit près de 79%. Les comptages d'oiseaux effectués au niveau du lac Echatt ont révélé des fluctuations mensuelles de l'abondance totale et de la richesse spécifique de l'avifaune, avec des pics observés durant la période d'hivernage. Les plus grands effectifs ont été notés en janvier et février, témoignant de regroupements liés à la préparation de la migration prénuptiale. Par ailleurs, l'analyse des indices de diversité ( $H'$ ) et d'équitabilité ( $E$ ) montre que leurs valeurs les





plus élevées ont été enregistrées principalement lors des passages migratoires avant et après la reproduction ( $H'=3.35$  et  $E=0.8$ ).

Les eaux du Lac Echatt présentent des températures moyennes enregistrées variant entre  $16,85^{\circ}$  et  $18,42^{\circ}$ C. Le pH de cette zone humide est relativement neutre à alcalin dans toutes les stations, avec des valeurs similaires à celles rapportées par le Journal Algérien des Régions Arides.

Les valeurs élevées de conductivité des échantillons mesurés durant la période d'étude montrent une moyenne stationnaire de  $20,72$  mS/cm à la station S6 et teneurs maximales en oxygène dissous atteignent  $9,27$  mg/l à la station S3. Ces observations indiquent une conductivité électrique élevée due à la charge en minéraux, principalement attribuables aux activités humaines, telles que le rejet des eaux usées de drainage et d'assainissement, révélant un taux élevé de pollution dans cette zone humide.

La salinité a varié entre  $11,17\%$  et  $17,85\%$ , les valeurs les plus élevées étant observées au mois de mars. Les valeurs moyennes de la DBO5 varient entre  $5$  mg/l pendant le mois de Janvier et  $28,83$  mg/l en mois de Décembre. Le taux de MES dans lac Echatt varie entre  $6,56$  mg/L et  $34,28$  mg/L.

Ces observations suggèrent que la distribution et la diversité des oiseaux d'eau à lac Echatt sont fortement influencées par les paramètres de qualité de l'eau, confirmant le rôle de ces espèces comme bioindicateurs des milieux humides anthropisés. Les fluctuations saisonnières de la qualité de l'eau, couplées aux caractéristiques écologiques propres à chaque espèce, expliquent en grande partie les variations de structure des peuplements avifauniques observés au cours du suivi.

Afin de protéger le lac Echatt et de valoriser son rôle écologique, cette étude propose un ensemble de recommandations pratiques et opérationnelles qui contribueront à la préservation de la biodiversité et à la durabilité de l'écosystème :

- ❖ Financer les recherches scientifiques en fournissant un soutien financier, matériel et des ressources humaines (chercheurs, étudiants, spécialistes).





- ❖ Renforcer les efforts de surveillance et de suivi environnemental par le biais de campagnes de terrain et d'études régulières.
- ❖ Limiter l'expansion urbaine autour du lac, étant donné son impact négatif sur l'écosystème et les oiseaux aquatiques.
- ❖ Traiter l'eau du lac et l'utiliser de manière durable, comme pour l'irrigation des arbres non fruitiers.
- ❖ Impliquer les autorités compétentes (telles que la Direction de l'Environnement et la Conservation des Forêts) dans l'élaboration et la mise en œuvre de plans de gestion efficaces.
- ❖ Organiser des formations pour les étudiants et les experts en matière de suivi et de recensement des oiseaux aquatiques.
- ❖ Imposer des amendes et des sanctions légales contre ceux qui causent des dommages environnementaux au lac.
- ❖ Mettre en place des campagnes de sensibilisation et de volontariat pour accroître la prise de conscience de la communauté locale sur l'importance du lac et sa protection.
- ❖ Encourager l'écotourisme responsable comme alternative pour le développement durable local, notamment pour les amoureux des oiseaux et de la nature.
- ❖ Aménager des espaces récréatifs écologiques pour les familles et les enfants en créant un centre récréatif, en lien avec un club équestre et un jardin botanique voisins.
- ❖ Fournir des contenants pour les déchets et interdire leur élimination aléatoire autour du lac avec des mesures dissuasives pour les contrevenants.
- ❖ Adopter des méthodes de traitement écologique durable pour les sites contaminés, telles que la phytoremédiation, la désinfection chimique et la gestion des déchets solides.
- ❖ Élaborer une carte environnementale détaillée du lac indiquant les zones d'alimentation et les points écologiques critiques.
- ❖ Impliquer la communauté locale dans les activités de protection à travers des initiatives de citoyenneté environnementale et la formation de gardes bénévoles.
- ❖ Encourager les projets environnementaux à petite échelle qui impliquent les habitants dans des activités économiques respectueuses de l'environnement, telles que les pépinières et le recyclage des déchets.





- ❖ Installer des panneaux éducatifs et informatifs autour du lac pour promouvoir des comportements responsables vis-à-vis de l'environnement.
- ❖ Renforcer les partenariats entre les universités et les institutions environnementales pour l'échange de données et d'expertise.
- ❖ Utiliser des technologies telles que l'intelligence artificielle et la télédétection pour surveiller la qualité de l'eau et les changements dans la couverture végétale.
- ❖ Publier des rapports annuels ouverts au public sur l'état du lac, permettant d'évaluer les actions et de promouvoir la participation communautaire.





**Références**  
**Bibliographiques**



## Références bibliographiques

### A

**Ababsa, L., Sekour, M. K., Souttou, O., Guezzoul, A., Eddoud, R., Juliard, S., Doumandji, 2016.** Nidification de la pie-grièche méridionale *La niusmeridionaliselegans* dans deux types de biotopes du Sahara septentrional algérien. *Alauda* 84 (3), 2016 :177-186p

**Ababsa, L., Sekour, M., Souttou, K., Allal, A., Doumandji, S., 2011.** Quelques paramètres de la reproduction du cratélope fauve *Turdoidesfulvus* (des fontaines, 1789) dans la région du Souf. *Revue des Bio-ressources*, vol. 1(1) : 20-25

**Ababsa, L., Sekour, M., Souttou, K., Guezzoul, O., Doumandji, S., 2013.** Quelques Aspects sur l'Avifaune dans Deux Palmeraies du Sahara Septentrional (Algérie). *Algerian journal of arid environment* 3(1): 59-67p.

**AFNOR. 1997.** Qualité de l'eau – Mesurage de la demande biochimique en oxygène après n jours (DBOn). Norme NF T90-103, Association Française de Normalisation, Paris.

**Ahoudi, H. & Ouro-Sama, K. Tanouayi, G., Gnandi, K. 2015** 'La contamination métallique des eaux de surface et des eaux souterraines de la zone minière d'exploitation des phosphates de Hahotoé-Kpogamé (Sud-Togo): Cas du cadmium, plomb, cuivre et nickel', *Larhyss Journal*, 21, pp. 35–50.

**Alia, Z., 2018.** Importance des rongeurs dans la région du Souf. Thèse doctorat en Sciences Agronomiques, Université Ouargla, 167 P.

**Alia, Z., Brahmi, K., Ferdjani B., Ouled EL Hadj , M. D., Doumandji, S., 2011.** Inventaire de l'entomofaune dans la région d'oued Souf (cas de Ghamra et Dabadibe) avec l'utilisation de trois méthodes d'échantillonnages (pots Barber, filet fauchoir et quadrats), 2eme journée d'Entomologie, 19 avril 2011, Dép. zool. agri. for., Inst. Nati. Agro., El Harrach, Alger : 178-179p.

**Alia, Z., Khechekhouche, E., Brahmi, K., Ferdjani, B., Doumandji, S., 2013.** Diversité de l'entomo faune dans la région du Souf (cas de Ghamra et Dabadibe), journée d'étude de l'agriculture saharienne, 14 mars 2013, Fac. sci. nat. vie., Univ. ElOued.

**Alia, Z., Sekour, M., Ouled El Hadj M. D., 2012.** Importance des rongeurs dans le menu trophique de *Tyto alba* (Scopoli, 1759) dans la région du Souf (Algérie). *Revue des BioRessources*, vol 2 (2) : 37 – 47.





**Aminot, A. & Kérouel, R. 2004.** Hydrologie des écosystèmes marins : paramètres et analyses. Paris: Éditions Quae, 336 p.

**AMRANE A, KHELIFI H, BOUHAFS H, KHELIFI K, 2023,** Morphométrie et variation du régime alimentaire du Gecko (*Cyrtopodum scabrum*) dans la région de l'Oued Souf ,Mémoire Master , Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED,14p.

**Aouimer, S., Guezoul, O., Ababsa, L., Sekour , M., 2017.** Aperçu sur la faune arthropodologique du Souf (Sahara septentrional - est, Algérie) ; Revue des Bio Ressources, vol 7 N° 1 : 1-15.

**Azafzaf, H., Defos du Rau, P., Feltrup-Azafzaf, C., Mondain Monval, J.-Y. & Girard, O. 2013.** *Guide d'identification des oiseaux d'eau en Afrique du Nord.* Edition pocket, Association Les Amis des Oiseaux / Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage.

## B

**BAAZIZ, MAYACHE , SAHEB , BENSACI , OUNISSI , METALLAOUI et HOUHAMDI (2011).**- Statut phénologique et reproduction des peuplements d'oiseaux d'eau dans l'éco-complexe de zones humides de Sétif (Hauts plateaux, Est de l'Algérie). *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, section Sciences de la Vie, 2011, n°33 (2), p. 77- 87.

**Bairlein, F.1996.** *Ecological and evolutionary aspects of bird migration.* Journal of Avian Biology, 27(3), p179–189.

**Bairlein, F.2003.***The study of bird migration—some future perspectives.* Bird Study, 50(3), p243–253.

**Baker, N.2009.** *Conservation education for waterbirds.* p 99–115.

**Barbier, B., Acreman, M. & Knowler, D.1997.** *Economic valuation of wetlands: A guide for policy makers and planners.* Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland. 38 p.

**Barbraud, C. & Haffer, J.2013.** *Climate change and migratory species.* p45–59.

**Barnaud, G. & Fustec, É.2007.** *Conserver les milieux humides : pourquoi ? comment ?* 1<sup>re</sup> éd. Versailles: Éditions Quae / Educagri, coll. Sciences en partage, 296 p.





**Baskin, L.M., Davis, M. & Sutherland, W.J.1993.** *The diet and foraging ecology of waterfowl.* Bird Studies Journal, 15, p120–134.

**Bean, W.1981.** *Social structure in waterfowl.* Journal of Ornithology, 122(3), p 225–234.

**Beaubrun, P.C., Cheylan, M. & Julliard, R. 2009.** ‘La conservation des steppes de la Crau : enjeux et perspectives’, Revue d’Écologie (Terre et Vie), 64(3), p245–256.

**Beggars, Y.1992.** *Contribution à l’étude bioécologique des peuplements orthoptérologiques dans la région d’El Oued – régime alimentaire d’Ochilidia tibilis.* Mémoire d’ingénieur agronome, Institut national agronomique, El Harrach. 53 p.

**Begon, M., Townsend, C.R. & Harper, J.L. 2006.** *Ecology: From Individuals to Ecosystems.* 4th ed. Oxford: Blackwell Publishing.

**BeKKARI, T.H. & Guia, K.2019.** *Contribution à l’étude de l’entomofaune inféodée aux oliveraies de la région de Oued Souf.* Mémoire de Master, Université d’El-Oued. Disponible à : <https://dspace.univ-eloued.dz/items/1fec57fd-d275-4f9d-ad59-2790f6e79f25>

**Belarouci, S., Hadri, F. & Hechifa, C.2023.** *Biodiversité scorpionique dans la région d’Oued Souf (Cas de Hassi Khalifa, Debila et Reguiba).* Mémoire de Master, Université d’El-Oued. Disponible à: <https://dspace.univ-eloued.dz/items/68d7536b-1e07-49c1-b6a6-f137901c4cea>

**Belhadje, L., Harkousse, R., Hmidatue, M. & Slimani, N.2022.** *Situation écologique de certaines zones humides de l’Oued Righ.* Mémoire Master Académique, Université Echahid Hamma Lakhdar - El Oued. 15 p.

**Ben Dahmane, I.2011.** *Contribution à l’étude des Anatidés de la zone humide Dayet El Ferd.* Mémoire de Master, Université Abou-Bekr Belkaid, Tlemcen. 46 p.

**Ben Youcef, R., Bousbia Belkacem, K.D. & Okbi, G.2022.** *Contribution à l’étude de quelques paramètres du sol et d’eau du lac Ayata (Région d’Oued Righ).* Mémoire de Master, Université Echahid Hamma Lakhdar - El Oued. 76 p.

**Benabdelhadi, M., Aït Yacine, H. et Bensouilah, M. (2020).** *Évaluation de la qualité physico-chimique de l’eau du lac Tonga (El Kala, Algérie).* Revue des Sciences de l’Environnement, 4(1), 17p.

**Bendjama, A.2014.** *Variation de la qualité des eaux et son impact sur le sol des zones humides du PNEK.* Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba. 238 p.





**Benkaddour, B.2018.** *Contribution à l'étude de la contamination des eaux et des sédiments de l'Oued Cheliff (Algérie)*. Thèse de doctorat, Université de Perpignan via Domitia & Université de Mostaganem. 192 p.

**Berghiche, A.2015.** *Contribution à la caractérisation de la pollution au plomb dans le Lac Oubeira, Nord-Est algérien*. Thèse de Magister, Université d'El Tarf. 158 p.

**Berra, S., Elorza-Ricart, J.M., Estrada, M.D. & Sánchez, E.2008.** *Instrumento para la lectura crítica y la evaluación de estudios epidemiológicos transversales*. Gaceta Sanitaria, 22(5), p492–497.

**Berretima, I. & Slimani, F. 2024.** *Contribution à l'étude de la diversité avifaunistique du lac Echatt (El Oued)*. these de master . Université Echahid Hamma Lakhdar -ElOued-.p115.

**Bezzel, E. 1993.** *Kompndium der Vögel Mitteleuropas: Passeriformes – Singvögel. Band 2: Passeriformes 2*. Wiesbaden: Aula-Verlag, 1072 p

**Bibby, C.J., Burgess, N.D., Hill, D.A. & Mustoe, S.2000.** *Bird Census Techniques*. Academic Press.

**BIBBY, C., JONES, M. et MARSDEN, S. 1998** .- *Expedition Field Techniques: Bird Surveys*. Royal Geographical Society, London.

**Bijlsma, R.G.2000.** *Living on the Edge – Wetlands and Birds in a Changing Sahel*. Brill Publishers, 300 p.

**BirdLife International.2023.** *Species factsheet: Circus aeruginosus*. Disponible sur: <https://www.birdlife.org>. 2023 *Species factsheet: Himantopus himantopus*. Disponible sur: <https://www.birdlife.org>

**BirdLife International.2017.** *Tachybaptus ruficollis*. (amended version published in 2016) The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T22696545A111716447.

**Blondel J., 1969.** *Méthode de dénombrement des populations d'oiseaux in Lamotte et Bourlier : problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplement animaux terrestres*. Masson.Paris.303p. 97-147.

**Blondel J., 1975** : *Les écosystèmes de Camargue*. *Courr. Nat*, 35 : 43-56.

**Bouchard, A. & Jean.2001.** *Historique d'un paysage de tourbières profondément transformé par l'homme*. In: Payette S. & Rochefort, L. (dir.), *Écologie des tourbières du Québec-Labrador*. Presses de l'Université Laval. Québec.





**Bouchemal, S. & Messaoudi, M.2023.** *Diagnostic écologique et impacts de l'environnement sur la biodiversité des zones humides d'Oued Righ (Cas du Canal d'Oued Righ)*. Mémoire de Master, Université Echahid Hamma Lakhdar - El Oued. 11 p.

Boucheleghem S 2024 : suivi de la qualité physicochimique et microbiologique de l'eau du Lac Temacine (Region de Touggourt), Tarik Hafi Université d'El Tarf;13 p

**Bouallala, M., Bradai, L. & Abid, M.2014.** *Diversité et utilisation des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien dans la pharmacopée saharienne : cas de la région du Souf*. El-Wahat Journal for Research and Studies, 7(2), p65–81.

**BOUDRAA W., BOUSLAMA B. & HOUHAMDI M., 2014.**– Inventaire et écologie des oiseaux d'eau dans le marais de Boussedra (Annaba, Nord-Est de l'Algérie). Bull. Soc. zool. Fr., 139 : 279-293.

**Boulton, A.J. & Hamilton, S.K.2009.** *Setting the scene: the influence of climate and landscape on inland aquatic ecosystems in southwestern Australia*. Freshwater Biology, 54(12), 18 p.

**Bouras, N.,2019,** *Ecologie des oiseaux d'eau des zones humides de la région d'oum El Bouaghi.*,Mémoire MASTER., Université Larbi Ben Mhidi Oum El Bouaghi,29p

**Both, C. & te Marvelde, L.2006.** *Climate change and the timing of migration*. Ibis, 148, p25–37.

**Brenda, B.2008.** *Métis, Wetlands and Mallards*. Apple Books.

**Brunton, D.1991.** *The Behaviour of Waterfowl*. Oxford: Oxford University Press. 215 p.

## C

**Cairns, D.K., Smith, T.J. & Lemoine, R.1985.** *Ecology of Waterfowl Nesting Sites*. Canadian Journal of Zoology, 63(5), p. 100.

**Chapman, D.1996.** *L'évaluation de la qualité de l'eau : guide pour les enseignants et les gestionnaires de l'environnement*. UNESCO/PNUE/OMS, Bureau régional européen de l'OMS, Genève.

**Chillasse, L., Dakki, M. & Abbassi, M.2001.** *Valeurs et fonctions écologiques des zones humides du Moyen Atlas (Maroc)*. Sécheresse, 15(4), 9 p.





**Chekima N., Chouia H., Retima M., Retima N.,2021**, Enquête sur l'utilisation des plantes médicinales dans la médecine traditionnelle de La région d'El-oued, Mémoire Master , Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED,20p.

**Chmura, G.L., Anisfeld, S.C., Cahoon, D.R. & Lynch, J.C.2003.** *Global carbon sequestration in tidal, saline wetland soils.* Global Biogeochemical Cycles, 17(4), 1111 p.

**Chenchouni H.,2010.** - Diagnostic écologique et évaluation du patrimoine biologique du lac Ayata (la vallée de l'oued Righ : Sahara septentrional algérien), mémoire de magister, université kasdiMerbah de-Ouargla

**Chenchouni h., 2012.-** Diversité floristique d'un lac du Bas-Sahara Algérien.CÔTE, M., 2006. Si le Souf m'était conté, comment se fait et se défait un paysage. Ed.Média-Plus, Constantine, 136 p.

**Chedad, A., Bouzid, A., Bendjoudi, D., &Guezoul, O. 2021.** New observations of four waterbird species in Algerian Sahara. African Journal of Ecology, 00, 1–7

**Choi, J., Kim, L.-H., Lee, Y.-J., Lee, S.-Y. & Jeong, S.-M.2018.** *Development of a multifunctional design concept to improve constructed wetland performance.* Journal of Wetlands Research, 20(4), 9 p.

**Christian, L.2001.** *Écologie de l'écosystème à la biosphère.* Paris : Dunod. 496 p.

**Cochran, W.G. 1977.** Sampling Techniques. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons.

**Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S.J., Kubiszewski, I., Farber, S. & Turner, R.K.2014.** *Changes in the global value of ecosystem services.* Global Environmental Change, 26, 7 p.

**Cote, M., 2006.** Si le Souf m'était conté, comment se fait et se défait un paysage. Ed. Média-Plus, Constantine, 136 p.

**Cramp, S. & Simmons, K.E.L.1977.** *The Birds of the Western Palearctic, Vol. I.* Oxford University Press.

**Cramp, S. & Simmons, K.E.L.1980.***The Birds of the Western Palearctic, Vol. II.* Oxford University Press.

**Cramp, S. & Simmons, K.E.L.1983.** Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa: The Birds of the Western Palearctic. Volume III: Waders to Gulls. Oxford: Oxford University Press, 913 p.





**Cramp, S.1988.** *The Birds of the Western Palearctic, Vol. V.* Oxford University Press.

## D

**Dallmeier, F. & Comiskey, J.A.1996.** *Forest Biodiversity Research, Monitoring and Modeling: Conceptual Background and Old World Case Studies.* Paris: Parthenon Publishing.

**Dajoz, R.1971.** *Précis d'écologie.* Paris : Dunod. 434 p.

**Dajoz, R.1998.** *Le feu et son influence sur les insectes forestiers : mise au point bibliographique et présentation de trois cas observés dans l'Ouest des États-Unis.* *Bulletin de la Société entomologique de France*, 103(3), p299–312.

**Davies, C.M. & Brown, R.J.2011.** *Constructed Wetlands in Water Pollution Control.* 2nd ed. Oxford: Pergamon Press.

**Davis, M., Johnson, A. & Klein, R.2000.** *Omnivory and food resource partitioning in ducks.* *Waterfowl Research*, 9(3), p178–190.

**Dayet El Ferd.** Mémoire de Master. Université Abou-Bekr Belkaid, Tlemcen. 46 p.

**Day Jr, J.W. & Gosselink, J.G.2013.** *Wetland Restoration and Creation: A Handbook for Landowners and Contractors.* CRC Press, Boca Raton, FL.

**De Groot, R., Wilson, M.A. & Boumans, R.M.J.2007.** *A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods, and services.* *Ecological Economics*, 41(3), 16 p.

**De Groot, R.S. & Matthews, E.2014.** *Ecosystem services of wetlands.* In: Finlayson, C., Moser, G. & Dagrosa, M. (eds). *The Wetland Book.* Springer, 11 p.

**del Hoyo, J., Elliott, A. & Sargatal, J. 1992.** *Handbook of the Birds of the World. Volume 1: Ostrich to Ducks.* Barcelona: Lynx Edicions, 696 p

**Delany, S. & Scott, D.2006.** *Waterbird Population Estimates (4<sup>e</sup> éd.).* Wetlands International.

**Delattre, M. & Robillard, P.2017.** *La biodiversité des zones humides : Rôle et importance des oiseaux d'eau.* Paris : Presses Universitaires de Paris, p104–118, 160–175.

**Demnati, A., Walha, K., Ben Amar, R., Quéméneur, F. & Jaouen, P. 2012** 'Déminéralisation des eaux saumâtres du sud Tunisien par électrodialyse ou par osmose inverse', *Journal de la Société Chimique de Tunisie*, 14(2), p 133–142.





**Djeboua, S.2022.** Diagnostic écologique et impacts de l'environnement sur la biodiversité du complexe des zones humides des hautes plaines sétifiennes (Cas de Sebkhet Bazer et Sebkhet Melloul). Thèse de Doctorat. Université Chadli Ben Jdid, El Taref. 10–11 p.

**Dreux, P. 1980.** Précis d'écologie. Paris: Presse Universitaire de France, 231 p

## E

**Elhai, H., 1968.** *Biogéographie*. Paris: Librairie Armand Colin. p1–406

**El Morhit, M.2009.** *Hydrochimie, éléments traces métalliques et incidences écotoxicologiques sur les différentes composantes d'un écosystème estuarien (Bas Loukkos)*. Thèse de doctorat, Université Mohammed V, Maroc.

**ENAGEO1993.** *Rapport sur l'étude géographique dans la région du Souf*. 25 p.

**Evans, M.2012.** *Ramsar Convention and Wetland Conservation*. p 50–80.

**Evans, P.G.H.1984.** *Cooperative breeding in waterfowl*. *Animal Behaviour*, 33, p965–976.

## F

**Faurie, C., Ferra, C., Médori, P. & Devaux, J. (1980)** *Écologie : approche scientifique et pratique*. Paris: Tec & Doc, 488 p.

**Fjeldså, J. 2004.** *The Grebes: Podicipedidae*. Oxford: Oxford University Press, 400 p

**Friess, D.A., et al., 2016.** Governance of coastal wetlands: Beyond the community conservation paradigm. *Environmental Science & Policy*, 61,10p.

## G

**Gadi Y, Guerrah S, Hammi Y,2023 ;** Contribution à l'étude hydrogéologique du lac de Chott d'El Oued (commune d'El-Oued), Mémoire Master , Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED,2p.

**Gueddoul, M. (2019)** *Étude phytogéographique d'une zone humide du Bas Sahara Algérien (Chott Merouane et Oued Khrouf)*. Mémoire de Master. Université d'El-Oued, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département de Biologie.

**Gueddoul, M. (2019)** *Étude phytogéographique d'une zone humide du Bas Sahara Algérien (Chott Merouane et Oued Khrouf)*. Mémoire de Master. Université d'El-Oued, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département de Biologie.





**Gueddoul, M. (2019)** *Étude phytogéographique d'une zone humide du Bas Sahara Algérien (Chott Merouane et Oued Khrouf)*. Mémoire de Master. Université d'El-Oued, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département de Biologie.

**Gassouma, M.S. 2007.** The Life Cycle of the Root Borer, *Oryctes agamemnon*, Under Laboratory Conditions.

**Gauthier, G.2004.** *Pollution et biodiversité*. p 150–170.

**Gauthier, G., Leblanc, A. & Fortier, J.2009.** *Impacts of Climate Change on Waterfowl Migration*. *Global Change Biology*, 15(2), p. 117.

**Gauthier, J.2013.** *Les oiseaux d'eau : écologie et conservation*. Paris : Éditions du CNRS. p 75–92, 92–110.

**Gavrilov, V.M. & Yermakov, M.S.1993.** *Vocal communication in waterfowl*. *Journal of Ornithology*, 67, p 150–160.

**Gilbert, M. & Xiao, X.2008.** *Climate Change and Avian Health*. *Journal of Wildlife Diseases*, 44(3), p580–593.

**Green, A.J. & Elmberg, J.2014.** *Ecosystem services provided by waterbirds*. *Biological Reviews*, 89(1), p 105–122.

**Green, S.J.2012.** *Human Impacts on Wetland Ecosystems*. p115–120.

**Gueddoul, M.2019.** *Étude phytogéographique d'une zone humide du Bas Sahara Algérien (Chott Merouane et Oued Khrouf)*. Mémoire Master Académique, Université Echahid Hamma Lakhdar - El Oued. p13–14.

**Gherib, A., Lazli, A., Naili, S., Bouchecker, A., Ikhlef, D. & Mechaka, N.I. (2021).** Avifauna diversity and phenology in a Ramsar site: Lake Tonga (Northeastern Algeria). *Arxius de Miscel·lània Zoològica.*, 19 : 321–344.

**Gueddoul, M. (2019)** *Étude phytogéographique d'une zone humide du Bas Sahara Algérien (Chott Merouane et Oued Khrouf)*. Mémoire de Master. Université d'El-Oued, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département de Biologie.

**Guellati (K.), Maazi (M.C.), Benradia (M.) et Houhamdi M.(2014).**– le peuplement d'oiseaux d'eau du complexes des zones humides de la Wilaya de SoukAhras :état actuel et intérêt patrimonial. *Bull. zool. Fr.*, 139 : 263-277.





**Guendouz, A.2003.** *Hydrogeochemical and isotopic evolution of water in the Complexe Terminal aquifer in the Algerian Sahara. Hydrogeology Journal.* [Sans pagination].

**Guillaume, P.2018.** *Les oiseaux d'eau : écologie et répartition dans les zones humides.* Paris : Éditions de la Biodiversité, 212 p.

**Guermit, T. & Settou, N. 2019** ‘Comparative study and analysis of performance refrigeration system driven by different energy sources’, *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 11(2), p 966–977.

**Guezzoul, O., Chenchouni, H., Sekour, M., Ababsa, L., Souttou, K. et Doumandji, S., 2013.-** An avifaunal survey of mesic manmade ecosystems “Oases” in Algerian hothyperarid lands. *Saudi Journal of Biological Sciences* (2013) 20, 37–43.

**Guezoul, O., Djabri, L., Hani, A., Chaffai, H. & Bougherira, N. 2017** ‘Hydrochemical and isotopic methods of identifying the impact of irrigation on the quality of groundwater: a case study from the Guelma-Boucheougouf region, NE Algeria’, *Environmental Earth Sciences*, 76(1), pp. 1–16.

## h

**Hargrove, C., Webster, M. & others.2019.** *Characterizing governance models for upscaling wetland restoration. Environmental Management*, 61(3), 18 p.

**Hedenström, A., Pettersson, J. & Larsson, B.2002.** *Migration et Reproduction des Oiseaux d'Eau.* Berlin : Springer-Verlag. p. 85.

**Hedgren, M.1988.** *Avian Ecology and the Impact of Climate on Migratory Patterns. Ornithology Review*, 42(3), p. 45.

**Helisse, Y., 2007.** Atlas des plantes de la région de Souf, les plantes sahariennes de grandErg Oriental." El Walid. El Oued. Algérie. 252 p.

## I

**Isenmann, P. & Moali, A. 2000.** Oiseaux d'Algérie. Société d'Études Ornithologiques de France (SEOF), Paris.

**IUCN. 2023.** The IUCN Red List of Threatened Species. Disponible sur : <https://www.iucnredlist.org>.

## J





**Jiguet, F. & Aebischer, A.2006.** *La migration post-nuptiale des passereaux en France.* *Ornithos*, 13(1), p1–24.

**Johnson, A. & Cézilly, F.2007.** *The Greater Flamingo.* T & AD Poyser.

**Joly, P., Miaud, C., Lehmann, A. & Grolet, O.2008.** *Habitat matrix effects on pond occupancy in newts.* *Conservation Biology*, 15(1), 10 p.

**Jones, W.M.2004.** *Using vegetation to assess wetland condition: a multimetric approach for temporarily and seasonally flooded depressional wetlands and herbaceous-dominated intermittent and ephemeral riverine wetlands.* Helena, MT: Montana Natural Heritage Program.

## K

**Kachou, T.2006.** *Contribution à l'étude de la situation de l'arboriculture fruitière dans la région du Souf.* Mémoire d'ingénieur agronome, ITAS Ouargla. 95 p.

**Kahl, M.P.1962.** *The ecology of waterfowl.* Berkeley: University of California Press. p110–115.

**Kaiser, M. et al.2016.** *Migration strategies and stopover ecology of *Phoenicopterus roseus*.* *Avian Biology Research*, 9(2), p75–84.

**Kanyamibwa, S., Schierer, A., Pradel, R. & Lebreton, J.D.1993.** *Population dynamics of White Storks *Ciconia ciconia* as revealed by ringing data.* *Ibis*, 135(4), p470–480. Disponible sur : <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1993.tb02114.x>

**Keddy, P.A.2010.** *Wetland Ecology: Principles and Conservation.* 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 497 p.

**Kéfi, S.2015.** *Le rôle écologique des oiseaux d'eau dans la régulation des zones humides.* Paris : Éditions Springer, p 120–135.

**Kelkani ,N & Hachem ,M.2024.** Contribution à l'étude des caractéristiques physico-chimiques des eaux et les macros invertébrés benthiques d'un lac urbain (Lac Echatt, El Oued). These de master, *Université Echahid Hamma Lakhdar -ElOued-*.p127.

**Keppens, G. & Holtrop, G.2017.** *The development of persistent truant behaviour: An exploratory analysis of adolescents' perspectives.* *Educational Research*, 59(3), 18 p.

**Khadraoui, A.2005.** *Eaux et sols en Algérie : gestion et impact sur l'environnement.* Constantine: EMPAC, pp. 210–213.





**Khechekhouch, M., Boudouma, M. & Boudouma, Y.2020.** *Structure écologique des communautés de macroinvertébrés aquatiques dans les zones humides du Haut-Plateau du Nord-Est de l'Algérie.* *Arxius de Miscel·lània Zoològica*, 18, p 123–142.

**Khechekhouch, E.2018.** *Écologie du Fennec (Vulpes zerda) dans les régions de Oued Souf-Ghardaïa.* Thèse de doctorat, École Nationale Supérieure Agronomique, Alger.

**Khechekhouch, E. 2011.**— Écologie trophique du Fennec *Fennecus zerda* (Zemmermann, 1780) dans le Sahara septentrional (cas de la région du Souf). Mémoire Magistère Écologie, Univ. Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie.

**Kherbouche Y., Sekour M., Gasmi D., Chaabna A., Chakali G., Lasserre-J F. AND Doumandji S. 2015** - Diversity and distribution of arthropod community in the lucerne fields in Northern Sahara of Algeria. *Pakistan Journal of Zoology* 47, 505–514.

**Kowalski, K., Rzebik-Kowalska., 1991.** *Mammals of Algeria.* Ed. Ossodineum, Wroklaw, 353 p.

**Krebs, C.J. 1989.** *Ecological Methodology.* New York: Harper & Row, 654 p.

**Kushlan, J.A. & Hancock, J.A.2005.** *The Herons.* BirdLife International.

**Kushlan, J.A. & Hancock, J.A.2005.***Waterbirds. The International Journal of Waterbird Biology*, 28(3), p 211–223.

## L

**Laabed. S., Baaloudj A., Rizi H., Saker .I.E., Houhamdi I. Sedik S., Houhamdi. M.,2022.** Phenological status of Anatidae in the lake of Ayata-El-Oued(Algeria). *Ukrainian Journal of Ecology* ,2022,11(10),43-47, doi:10.15421/2022\_317.

**Laiz, A. & Menacer, N.2020.** *Étude de diversité floristique du Chott Edhiba (région du Souf, Sahara septentrional Est algérien).* Université Echahid Hamma Lakhdar - El Oued. 81 p.

**Lazli, A. 2011.-** *Contribution à la connaissance de l'écologie et de la biologie de l'Érismature à tête blanche Oxyura leucocephala et du Fuligule nyroca Aythya nyroca au lac Tonga.* Thèse de doctorat, Université Abderrahmane Mira de Bejaïa, 136p.

**Lazli .A , Benmetir .S , Messai .Z, Beddiaf .S , Iboud .T , Mazni .S 2018.** - L'avifaune aquatique hivernante du lac Oubeira (Nord-est Algerien) : état actuel et intérêt patrimonial. *Alauda*, 86 (2), 27- 40.

**Lamotte J. et Bourliere A. 1969.** *Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres.* Masson. 151p.





**Le Berre, M., 1990.** Faune du Sahara. Mammifères. Ed. Rymond Chabaud, T. 2, Paris, 359 p

**Le Berre, M. 1989.** Faune du Sahara. Tome 1 : Poissons, Amphibiens, Reptiles. Paris: Éditions .Raymond Chabaud, 332 p.

**Ledant, J.P. et al.1981.** *Les oiseaux d'Algérie*. SNED, Alger.

**Legendre L. et Legendre P. 1979.** *Ecologie numérique: la structure des données écologiques* Tome 2. Masson. 255 p.

**Le Houérou, H.N. 1995.** Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique: Diversité biologique, développement durable et désertification. Options Méditerranéennes, Série B, 10, p 1–396.

**Lohr, S.L. 2010.** Sampling: Design and Analysis. 2nd ed. Boston: Cengage Learning.

**Lusher, A.L.2015.** *Microplastic in the Marine Environment*. p 234–237.

## M

**Madsen, J., Eriksson, P. & Johansen, M.1998.** *Wetland Dynamics and Waterfowl Populations*. Ecological Studies, 67(2), p. 102.

**MAGURRAN A E., 1988.** Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 179 p.

**Marref, S.E., Grib, I., Amarouayache, M., Berredjem, M. Becheker, I., Melakhessou, M.A., & Berredjem, H. (2023)** 'Antibacterial, cytotoxic and genotoxic assessment of new sulfonamide derivatives', *Chemistry and Biodiversity*, 20(9), e202300505. DOI: 10.1002/cbdv.202300505.

**Medjber Teguig, T.2014.** *Étude de la composition floristique de la région du Souf (Sahara septentrional algérien)*. Mémoire de Master, Université Kasdi Merbah, Ouargla.

**Metallaoui, S. & Houhamdi, M. 2008.-** Données préliminaires sur l'avifaune aquatique de la Garaet Hadj Tahar (Skikda, Nord Est algérien). *Afri. Birdclub. Bull.* 15(1) : 71-76.

**Metallaoui S. & Houhamdi M. 2010.-** Biodiversité et écologie de l'avifaune aquatique hivernante dans Garaet Hadj-Tahar (Skikda, Nord-Est de l'Algérie). *Hydroécologie Appliquée*. 17: 1-16. DOI: 10.1051/hydro/2010002.





**Millennium Ecosystem Assessment (MEA).2005.** *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis Report*. Island Press, Washington, DC, 155 p.

**Mills, E.R.**2017. *Impacts of Human Infrastructure on Waterbird Migration*. p 76–81.

**Mitsch, W.J. & Gosselink, J.G.**1993. *Wetlands*. 2nd ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 722 p.

**Mitsch, W.J. & Gosselink, J.G.**2000.*The value of wetlands: importance of scale and landscape setting*. Ecological Economics, 35, p25–33.

**Mitsch, W.J. & Gosselink, J.G.**2000.*Wetlands*. 4th ed. Hoboken, NJ: Wiley, 582 p.

**Mitsch, W.J. & Gosselink, J.G.**2015.*Wetlands*. 5th ed. Hoboken, NJ: Wiley, 752 p.

**Moilleron, R. et Garnaud, S. 2005.** Pollution des eaux urbaines : Origines, transferts, traitements. Paris : Tec & Doc – Lavoisier.

**Møller, A.P. & Fiedler, W.**2010. *The impact of climate change on avian reproduction*. Global Change Biology, 16(8), p2113–2124.

**Moser, G.**1989. *Territorial behavior in waterfowl*. Waterfowl Studies, 15, p 78–85.

**Mouane, A.**2018. *Contribution à la connaissance des amphibiens et des reptiles de la région de l'Erg Oriental (Souf, Taibet et Touggourt)*. Mémoire de Master, Université Mohamed Khider, Biskra.

**Murphy, R.M.**2011. *Water Pollution and Its Effect on Avian Species*. p 89–94.

**Mutin, G. 1977.** La Mitidja : décolonisation et espace géographique. Paris: CNRS Éditions, 607 p

## N

**Nadjah, A.**1971. *Le Souf des oasis*. Alger : Maison du Livre. 174 p.

**Naili, S., Boucheker, A., Gherib, A., Djelloul, R. & Lazli, A. 2021.** Seasonal variation in physicochemical characteristics and lead contamination of Lake Tonga and their effects on waterbird populations. Ukrainian Journal of Ecology., 11(1) ; 03-112.

**Nelson, J.B. 2005.** Pelicans, Cormorants, and Their Relatives: The Pelecaniformes. Oxford: Oxford University Press, 680 p





**Ngaram, N. 2011.** 'An investigation of some water quality properties from different sources in Chad', *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 1(3), pp. 207–214. DOI: 10.2166/washdev.2011.061.

**Nisbet, M. & Verneau, J. 1970.** Composants chimiques des eaux courantes : discussions et propositions de classes en tant que base d'interprétation des analyses chimiques. *Annales de Limnologie*, 6, p161–190.

## O

**O'Connell, D.J.T. 2013.** Human Disturbance of waterbird Populations. p 56–62.

**Ouali, N. 2018.** Identification et quantification d'une matrice de métaux traces dans le milieu marin : Cas de la baie d'Annaba. Thèse de doctorat. Université de Badji Mokhtar, Annaba. 223 p.

**Ould El Hadj, M.D. 2004.** *Le problème acridien au Sahara algérien*. Thèse de doctorat, Institut national agronomique, El Harrach. 276 p.

**Ouassa, M. & Youcef, M. 2014.** *Biodiversité de l'arthropodofaune dans la région de Oued Souf*. Mémoire de Master, Université Kasdi Merbah, Ouargla.

## P

**Piersma, T. 2007.** 'Using the power of comparison to explain habitat use and migration strategies of shorebirds worldwide', *Journal of Ornithology*, 148(Suppl 1), p45–59. DOI: 10.1007/s10336-007-0240-3.

## R

**Ramade F., 1984.** *Éléments d'écologie : écologie fondamentale*. Ed. Mc. Graw & Hill, Paris, 576 p.

**Ramade, F. 2000.** *Éléments d'écologie : écologie fondamentale*. Paris: Ediscience, 684 p.

**Ramade, F. 2003.** *Éléments d'écologie : écologie fondamentale*. Paris : Dunod. 680 p.

**Ramírez, I. et al. 2008.** Importance of temporary wetlands for migratory birds in arid regions. *Wetlands Ecology and Management*, 16(3), p 197–210.

**Ramsar 2010.** *SC41-23: Ramsar Secretariat Work Plan 2010, Report on activities since January 2010*. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.





**Ramsar 2016.** *Introduction à la Convention sur les zones humides (anciennement Le Manuel de la Convention de Ramsar)*. 5e édition. Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse.

**Ramsar 2019.** *Annual Report 2018 and Work Plan 2019: Ramsar Regional Centre – Central and West Asia*. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.

**Rapinel, S. 2012.** *Contribution de la télédétection à l'évaluation des fonctions des zones humides : de l'observation à la modélisation prospective*. PhD thesis. Université Rennes 2, France.

**Rasheed, M.A., Bekkari, N., Amiri, K. & Hadjoudj, M. 2016.** Performance of pilot scale constructed wetland as ecological practice for domestic wastewater treatment in arid climate–Algeria. *Environmental Technology*, 37(17), 12 p.

**Redel y Aguilar, E. 1895.** Amapolas. Córdoba: publié dans le supplément littéraire de La Voz de Córdoba.

**Rejesk, F. 2002.** *L'analyse des eaux*. France : Éditions Ressource par l'Éducation nationale. 358 p.

**Richardson, D. & Fortin, J. 2018.** *Les oiseaux et les écosystèmes aquatiques : enjeux de conservation*. Montréal : Éditions Elsevier. p213–230.

**Robinson, G. 1997.** Carnivorous feeding strategies in aquatic birds. *Journal of Avian Ecology*, 10(3), p175–190.

**Rodier, J. 2005.** *L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer*. 8e éd. Paris : Dunod. 1526 p.

**Rodier, J., Légube, B. & Merlet, N. 2009.** *L'analyse de l'eau*. 9e éd. Paris: Dunod.

**Ruyters, G., Lebrun, A. & Morin, F. 2013.** Air Pollution and Ecosystem Impacts. p 49–52.

**Rzig, Ch., 2023,** L'effet de la mauvaise gestion de la fertilization organique sur la pollution microbiologique du sol dans la région d'Oued Souf ,Mémoire Master , Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED,20p.

## S

**Saibi, H. 2003.** *Analyse qualitative des ressources en eau de la vallée du Souf*. Mémoire ou rapport non publié, Université d'El-Oued. (Informations à confirmer si possible).





**Saker, I.E., Baaloudj, A., Rizi, H., Bouaguel, L., Bouakkaz, A., Laabed, S., Kannat, A., Houhamdi, I. Seddik, S., Houhamdi, M. 2022.** Microbiological quality of water in an urban wetland: Lake Echatt (wilaya of El-Oued, Algerian Sahara). *Ukrainian Journal of Ecology*.

**Sala, O.E. & Knowlton, J. 2009.** Invasive Species and Climate Change. *Global Environmental Change*, 19(3), p 316–327.

**Salhi, Y. & Zaid, C. 2024.** *Biodiversité des macroinvertébrés aquatiques du marais de Souk-Libya (Oued Souf) en relation avec les paramètres physico-chimiques de l'eau*. Mémoire de Master, Université d'El-Oued. Disponible à : <https://dspace.univ-eloued.dz/items/e3ca6ce4-8ec6-4729-a4f5-05a681a15f49>

**Salmi, M. & Hutton, C. 2019.** Predicting the vulnerability of seasonally-flooded wetlands to climate change across the Mediterranean Basin. *Science of The Total Environment*, 688, 11 p.

**Samraoui, B., Samraoui, F. & de Bélair, G. 2002.** Les zones humides du Nord-Est de l'Algérie : bilan écologique et perspectives de conservation. *Ecologia Mediterranea*, 28(1), p35–50.

**Sauer, J.R. & Link, W.A. 2012.** Hunting and conservation. p 234–245.

**Scheffer, M. 2004.** *Ecology of Shallow Lakes*. p118–120.

**Schmidt, D., Leblanc, M. & Granger, C. 1997.** *Cygnes et leur Comportement Reproductif*. Paris : Springer. p. 312.

**Schmitz, O.J., Barton, B.T., Brook, B.W. & Estes, J.A. 2014.** Structural and functional loss in restored wetland ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(51), 6 p.

**Schmutz, J.A. & Hay, G. 1991.** Reproductive success in waterfowl: The role of parental care. *Waterfowl Ecology*, 49, p45–60.

**Seddik S., Maazi M-C., Hafid H., Saheb M., Mayache B. & Houhamdi M. 2010.-** Statut et écologie des peuplements Laro-Limicoles et Echassiers dans les zones humides des hauts plateaux de l'Est de l'Algérie. *Bulletin de l'Institut Scientifique de Rabat*. 32(2): 111-118.

**Seddik, S., Bouaguel, L., Bougoudjil, S., Maazi, M-C., Saheb, M., Metallaoui, S. & Houhamdi, M. 2012.-** L'avifaune aquatique de la Garaet de Timerganine et des zones humides des Hauts Plateaux de l'Est algérien. *African Bird Club Bulletin*, 19 (1), 25-32.

**Seely, M. & Kennedy, M. 2015.** Ecosystem response to interventions: Lessons from restored and created wetland ecosystems. *Journal of Applied Ecology*, 52(6), 10 p.





**Sekour, M., Souttou, K. & Benyoucef, M.L. 2010.** *Inventaire des micromammifères de la région de Still (Oued Souf)*. Mémoire de Master, Université Kasdi Merbah, Ouargla.

**Selmane, S. 2015.** Scorpion envenomation and climate conditions: the case of Naama Province in Algeria. *International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Science* 9: 261-268

**Selmane, S., Benferhat, L., L'Hadj, M. et Zhu, H. 2016.** Modelling the scorpion stings using surveillance data in El Bayadh Province, Algeria, *Asian Pacific Journal of Tropical Disease* 6: 961-968

**Seltzer, P., 1946.** *Le climat de l'Algérie*. Alger: Institut de Météorologie et de Physique du Globe, Université d'Alger. p1–219.

**Senoussi, A., Bissati, S., Leghrissi, I., 2012.** Le ghout dans le Souf : l'agonie d'un système. *Revue des Bio Ressources*, vol 2 N 1 , 65-80p.

**Serrano, D., Torres, F. & Laurent, P. 2000.** Soins Parentaux chez les Oiseaux d'Eau. *Ecological Studies*, 115, p. 140.

**Sillett, T.S., Holmes, R.T. & Sherry, T.W. 2000.** Migratory Birds and the Geography of Migration. *Ecography*, 23(2), p. 76.

**Slabbekoorn, H., Dupont, A. & Raymond, J. 2010.** A Noisy Spring: The Impact of Human-Made Noise on Bird Communication and Reproduction. p152–154.

**Slimani N., Bouras S., Chehema A., 2013,** Caractérisation épidermique des principales plantes spontanées broutées par le dromadaire dans le Sahara septentrional Algérien. *Revue des Bio Ressources*; Vol. 3, N° 1.22-31.

**Smart, M. & Gill, B. 2003.** *Waterbirds and Wetlands in the Middle East*. Wetlands International.

**Smith, A.P. & Norris, R.H. 2015.** The North Carolina Wetland Assessment Method (NC WAM): Development of a rapid wetland assessment method and use for compensatory mitigation. *Environmental Practice*, 17(2), 11 p.

**Smith, E., Gordon, R., Madani, A. & Stratton, G. 2006.** Year-round treatment of dairy wastewater by constructed wetlands in Atlantic Canada. *Wetlands*, 26(2), 9 p.

**Solier, A.J. 1836** Essai sur les collaptérides (suite). *Annales de la Société Entomologique de France*, 5, 5–200.



**Sudhir, J.S., Roy, R.L., Baskar, G., Deeptha, V.T. & Nithiyantham, S. 2015.** Domestic wastewater treatment performance using constructed wetland. *Sustainable Water Resources Management*, 1(2), 8 p.

**Sutherland, W.J., Holmes, J. & Durant, D. 2000.** The effect of seasonal variation on the diet of aquatic birds. *Ecological Journal of Wetlands*, 22, p 112–126.

## T

**Tamisier, A. & Dehorter, O. 1999.** Camargue, Canards et Foulques. CNRS Éditions.

**Thiollay, J.-M. & Bretagnolle, V. 2004.** Rapaces nicheurs de France. Delachaux et Niestlé.

**Timmermans, H.R. & Weng, J. 2012.** Effects of Climate Change on Freshwater Species. *Biological Conservation*, 153, p29–35.

**Toft, C.A., Trauger, D.L., Murdy, H.W., 2002.** *Effects of non-native aquatic plants on invertebrate communities in a freshwater marsh.* *Wetlands*, 22(4), 9p.

**Turner, L.J. 2014.** Invasive Species in Wetlands. p 142–146.

## V

**Van der Valk, A.G. and Prat, N., 2009.** Restoration of wetland environments: Lessons and successes. In: E. Maltby, C. Finlayson and M. Davidson, eds. *The Wetlands Handbook*. Wiley-Blackwell, 300p.

**Van der Molen, M.K. & Otte, A., 2007.** "Wetland creation in agricultural landscapes: Biodiversity benefits on local and regional scales" *Biological Conservation*, 142(2), 9p.

**Van der Molen, D.T., Portielje, R., 2007.** *Constructed wetlands in Flanders: A performance analysis.* *Hydrobiologia*, 478, 24p.

**Voisin, P. 2004.** *Le Souf.* El Oued : Éditions El-Walide. 190 p.

## W

**Wetlands International 2012.** Waterbird Population Estimates, Fifth Edition: Summary Report. Wageningen, The Netherlands: Wetlands International, 34 p.

**Williams, M. 2000.** Wetland Conservation. p245–265.





**Williams, P. 1992.** Water levels and food availability in wetland ecosystems. *Wetland Ecology and Management*, 16, p 189-202.

**Y**

**Yoann, J., Michelott, L. et Simon L. 2006.** Les fonctions des zones humides synthèse bibliographique. *Ecosphère / agence de l'eau RMC*. Document de travail. 132p.

**Z**

**Zadri A., 2009.** Contribution à l'étude phytosociologique de la végétation aquatique du Lac des oiseaux. *Mém. ing. agr. E.N.S.A., El-Harrach*. Alger. 52 p.

**Zedler, J.B. & Kercher, S., 2005.** Wetland resources: Status, trends, ecosystem services, and restorability. *Annual Review of Environment and Resources*, 30, 39–74p.

**Zedler, J.B., 2003.** Wetlands at your service: Reducing impacts of agriculture at the watershed scale. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1(2), 65–72p.

**Zerrouki, N., Boudoukha, A. et Bouchelaghem, F. 2016.** Suivi spatio-temporel de la qualité des eaux du lac Mellah (El Tarf, Nord-Est algérien). *Journal Algérien des Régions Arides*, 13(2), p 31–46..

**Zwarts, L. et al. 1990.** Feeding ecology of shorebirds in intertidal areas. *Ardea*, 78(1–2), p1–144.

**Zwarts, L., Bijlsma, R. & Ens, B.J. 2009.** *The ecology of birds*. Berlin: Springer, p241.

