



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 - El Oued-



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

***Evaluation de la qualité écologique du canal d'Oued Righ par
approche intégrée (Sud-Est algérien) : Avifaune, qualité de l'eau et
flore***

Présentée par :

Hammadi Mohammed Islam

Mogdad Meriem

Devant le jury :

Président :

Pr. KHEZZANI Bachir

Maitre-conférence « A »

Université d'El Oued

Directrice de thèse :

Dr GHERIB Amina

Maitre-conférence « B »

Université d'El Oued

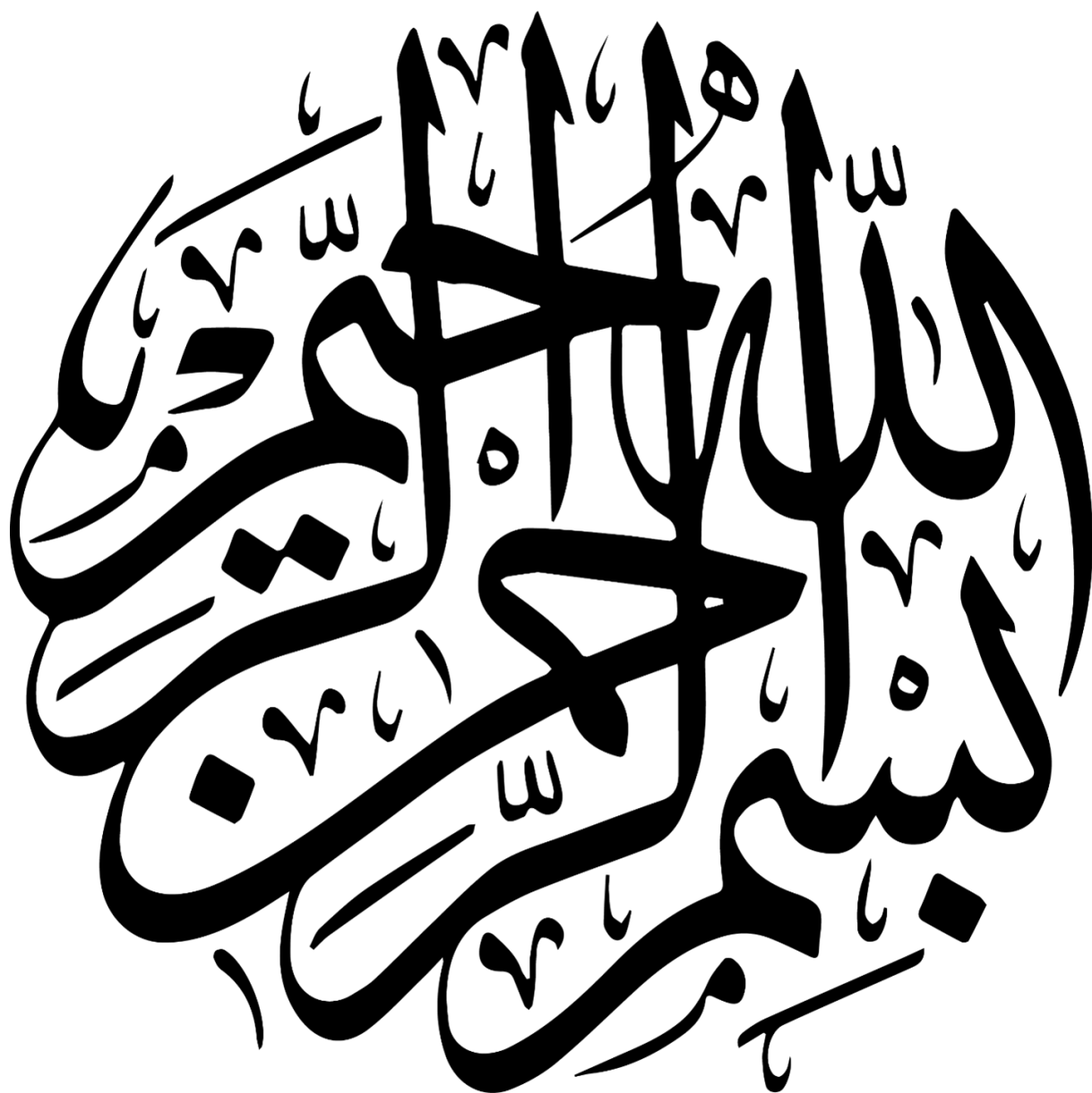
Examinatrice :

Dr. LAABED Soumia

Maitre-conférence « A »

Université d'El Oued

Année universitaire : 2025-2026





Remerciements

Louange à Allah qui nous a accordé la réussite et nous a aidés à mener ce travail à son terme.

À Lui reviennent toute la gratitude et la reconnaissance pour Ses innombrables bienfaits.

*Nous adressons nos sincères remerciements à nos parents ainsi qu'à nos **familles** pour leur soutien, leurs encouragements constants, leur patience et leurs prières, qui ont grandement contribué à l'aboutissement de ce travail.*

*Nous exprimons également notre profonde gratitude à notre encadrante, **Mme Amina Gherib**, pour ses précieux conseils, son orientation, sa patience et son accompagnement tout au long de la réalisation de ce mémoire. Ses encouragements et son suivi ont joué un rôle essentiel dans l'aboutissement de cette recherche.*

*Nous avons le grand plaisir d'adresser nos plus sincères remerciements et notre profonde gratitude au Professeur **Khezzani Bachir**, qui nous a fait l'honneur d'accepter de présider le jury de soutenance. En appréciation de son temps et de ses efforts, qu'il trouve ici l'expression de notre plus profonde.*

*Nous adressons également nos vifs remerciements à la Docteure **Laabed Soumia** qui nous a fait l'honneur d'accepter de faire partie de ce jury pour examiner et évaluer notre travail.*

*Nous tenons également à remercier chaleureusement **Monsieur Ben Kaddour Saber**, Directeur de la Conservation des Forêts de la daïra de Djamaa, ainsi que toute son équipe, pour leur coopération et les facilités qu'ils nous ont accordées dans le cadre de la réalisation de cette étude.*

*Nos remerciements s'adressent aussi à **M. Khaled Madani** pour son aide dans la mise à disposition des données et statistiques climatiques relatives à la wilaya de Touggourt, qui nous ont été très utiles dans la réalisation de ce travail.*

*Nous remercions également **l'ONA de Kouinine** – Wilaya d'El Oued pour son accueil et sa collaboration durant la période de l'étude.*

*Nous adressons nos sincères remerciements à **Mme Saï Khaoula**, ingénieure à **l'ONA de Kouinine**, pour son aide, sa disponibilité et les informations qu'elle nous a fournies, contribuant ainsi à la réalisation d'une partie de ce travail.*

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à l'aboutissement de ce mémoire, et nous leur exprimons notre profonde reconnaissance

Qu'Allah récompense chacun pour son aide et son soutien.

Allah est le garant de la réussite.



إهداء

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، والحمد لله الذي وفقني وأعانني على إتمام هذا العمل المتواضع،
الذي أهديه بكل حب وامتنان إلى:

منبع الحنان وملأني الآمن... أُمِّي الغالية إلى التي سهرت الليالي، ودعت لي في كل سجدة، إلى من
استمدت من دعواتها قوتي ونجاحي، حفظك الله وأطال في عمرك.

سندي وقوتي في هذه الحياة... أبي العزيز إلى من علمني معنى الكفاح والصبر، ولم يبخل عليّ يوماً
بتوجيهاته ودعمه وتضحياته، أدامك الله تاجاً فوق رؤوسنا.

إلى إخوتي رفقاء دربي ومصدر فرحي وقوتي، شكراً لوقوفكم الدائم إلى جانبي في كل محطاتي.

إلى أصدقائي الأقرابين إلى قلبي... عبد الستار وعبد العزيز إلى من قاسموني تعب المشوار، ومشقة
السفر، ولحظات البحث الميداني، شكراً لصدقكم وأخوتكم التي أعترز وأفتخر بها.

إلى كل أصدقاء الدراسة وزملاء الدفعة، الذين جمعتنا بهم مقاعد العلم وأجمل الذكريات، وكل من
ساندني ودعمني ولو بكلمة طيبة أو دعاء في ظهر الغيب.

إلى كل أساتذتي الكرام الذين أناروا دربي بالعلم والمعرفة. وإلى كل من ساهم من قريب أو بعيد في
إنجاز هذا العمل، أهديكم ثمرة هذا الجهد

وفي الأخير ...

شكراً لنفسي التي صبرت واجتهدت وتحذت الصعاب ولم تستسلم رغم كل الظروف، حتى
وصلت إلى هذه اللحظة التي طال انتظارها.

دفعة 2026

محمد اسلام حمادي





إهداء

الحمد لله الذي وفقني وأعانني، وبلغني هذه اللحظة التي طالما حلمت بها، فله الحمد والشكر
أولاً وآخرًا

إلى نفسي العزيزة...

شكرًا لأنك صبرت حين كان الطريق طويلًا، وتمسكت بالأمل حين اشتدت الصعاب، وواصلت
السعي رغم التعب والخيبات. شكرًا لكل مرة قاومت فيها الاستسلام، ولكل دمة أخفيت خلف
ابتسامتي، ولكل خطوة خطوتها بإيمان وعزيمة. اليوم أحتفي بك وبما حققت، فهذه ثمرة جهدك
وصبرك وإصرارك. ها قد تحقق جزء من الحلم... والرحلة مستمرة...

ومن قال أنا لها "نأله" ... وأنا لها وإن أبت رغمًا عنها أتيت بها.

إلى روح والدي الغالي

لم أمهل من العمر ما يكفي لأحظى بوجودك إلى جانبي، فقد رحلت عني مبكرًا، لكن أشرك الجميل
وذكراك العطرة رافقاني في كل مراحل حياتي. رحمك الله رحمةً واسعة، وجعل هذا النجاح نورًا
يصل إليك، وصدقةً جارية من ابنتك التي ما زالت تحمل اسمك بفخر ومحبة. أسأل الله أن
يجمعني بك في جنات النعيم.

إلى أُمي الحبيبة

إلى المرأة التي كانت لي أمًا وأبًا، وسندًا لا يميل، وقلبًا لا يعرف إلا العطاء. إلى من حملت عني
أعباء الحياة، وغمرتني بحبها ودعواتها في كل خطوة من خطواتي. ما هذا النجاح إلا ثمرة من
ثمار صبرك وتضحياتك وإيمانك بي. أسأل الله أن يحفظك ويبارك في عمرك، وأن يرزقني القدرة
على رد جزء يسير من جميلك، وأن أكون دائمًا مصدر فخر وسعادة لك.

إلى إخوتي الأعزاء

إلى من كانوا سندًا و عونًا لي في مسيرة حياتي، أهديكم ثمرة هذا الجهد

وأخص بالذكر أخي عبد الرحمن، الذي كان لي سندًا بعد الله، حين غاب أبي وجدت فيك أخًا
كريمًا و عونًا لا يميل.

وإلى أختي حكيمة، شكرًا لعطائك ومساندتك الدائمة وكلماتك التي كانت تبعث في نفسي القوة
والأمل.

وإلى ابنة أخي الغالية زهر، أختي وصديقتي.

وإلى أصيل و طه و ليليان، أزهار العائلة الجميلة، متمنية لكم مستقبلًا مزهرًا

أسأل الله أن يديم بيننا المحبة والمودة.

إلى صديقاتي الغاليات، من زَيْن المشوار بالمحبة والمساندة

وإلى كل معلم ومرشد ترك أثرًا ... شكرًا لكم جميعًا

مريم مقداد



Résumé :

Cette étude vise à évaluer l'état écologique du canal d'Oued Righ (Sahara algérien) à travers un diagnostic intégré combinant l'analyse des paramètres physico-chimiques des eaux, l'inventaire floristique et le suivi de l'avifaune aquatique. Les résultats physico-chimiques révèlent une eau fortement minéralisée, caractérisée par une salinité élevée et une charge organique et nutritive (azote et phosphore) importante, résultant des rejets agricoles et urbains. Sur le plan floristique, le milieu montre une très faible diversité, dominée de façon écrasante par le roseau commun (*Phragmites australis*) reflétant un stress environnemental. Cependant, malgré cette dégradation de la qualité de l'eau, le site abrite une richesse avifaunistique, dont une majorité d'hivernants (43 %) et des espèces à statut de conservation préoccupant (*Aythya nyroca*). Le canal d'Oued Righ, bien qu'artificiel et pollué, constitue un refuge vital et une halte migratoire indispensable pour la biodiversité saharienne, nécessitant des mesures urgentes de gestion et de dépollution des eaux.

Mots-clés : Zone humide, Oued Righ, Qualité des eaux, Diversité végétale, Avifaune aquatique, Diagnostic écologique, Sahara.

الملخص :

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الحالة البيئية والقيام بتشخيص إيكولوجي لقناة وادي ريغ (الصحراء الجزائرية) من خلال مقارنة مدمجة تجمع بين تحليل الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه، الجرد النباتي، ومتابعة ديناميكية الطيور المائية. أظهرت النتائج الفيزيوكيميائية أن المياه شديدة التمدن، وتتميز بملوحة عالية وحمولة عضوية وغذائية (آزوت وفوسفور) كبيرة ناتجة عن المصبات الفلاحية والحضرية. من الناحية النباتية، يُظهر الوسط تنوعاً ضعيفاً جداً، حيث يهيمن قصب الغاب (*Phragmites australis*) بنسبة شبه مطلقة، مما يعكس إجهاداً بيئياً ناتجاً عن التلوث والملوحة. ورغم هذا التدهور في جودة المياه، أثبتت الدراسة أن الموقع يحتضن تنوعاً حيوانياً لافتاً، أغلبها طيور مشئية (43%)، ومنها أنواع ذات أهمية حماية عالمية (البط المحمر *Aythya nyroca*). تُعد قناة وادي ريغ، رغم كونها خندقاً اصطناعياً ملوثاً، ملاذاً حيوياً ومحطة هجرة ضرورية للتنوع البيولوجي الصحراوي، مما يستدعي اتخاذ تدابير عاجلة لمعالجة المياه وتسيير النظام البيئي.

الكلمات المفتاحية: المناطق الرطبة، وادي ريغ، جودة المياه، التنوع النباتي، الطيور المائية، التشخيص الإيكولوجي، الصحراء.

Abstract:

This study aims to assess the ecological state of the Oued Righ canal (Algerian Sahara) through an integrated diagnostic combining the analysis of physico-chemical water parameters, floristic inventory, and waterbird monitoring. The physico-chemical results reveal highly mineralized water, characterized by high salinity and a significant organic and nutrient load (nitrogen and phosphorus) resulting from agricultural and urban discharges. Floristically, the environment shows very low diversity, overwhelmingly dominated by the common reed (*Phragmites australis*), reflecting environmental stress caused by pollution and salinity. However, despite this water degradation, the site hosts a remarkable avifaunal richness, including a majority of wintering birds (43%) and species of global conservation concern (e.g., Ferruginous Duck *Aythya nyroca*). In conclusion, the Oued Righ canal, although an artificial and polluted drainage trench, constitutes a vital refuge and an essential migratory stopover for Saharan biodiversity, requiring urgent management and water treatment measures.

Keywords: Wetland, Oued Righ, Water quality, Plant diversity, Waterbirds, Ecological diagnostic, Sahara.

TABLEAU DES FIGURES

N°	Titre	Page
1	“Coupe schématique montrant les composantes faunistiques, floristiques et hydrologiques d’une zone humide” (EPTB Mauldre, 2021).	5
2	La diversité des zones humides (AERMEC, 2005).	10
3	Les types de zones humides	10
4	Zone humide gorgée d’eau suite à une inondation	17
5	Fonctions écologiques des zones humides	18
6	Carte des zones humide Algérienne d'importance internationale.	28
7	Cycle annuel des déplacements d'oiseaux d’eau (Sanchez ,2007)	36
8	Situation de la vallée d’Oued Righ (Boussaada-Maabdi, 2017)	43
9	Le régime thermique annuel dans la région d’Oued Righ (période 2016-2025)."	46
10	Évaluation des valeurs extrêmes de la pression atmosphérique et du vent (2016-2025).	47
11	Variations de la répartition des précipitations annuelles moyennes (mm). (2016_2025)	48
12	Caractérisation bioclimatique de l'Oued Righ par le diagramme de Bagnouls et Gaussen	49
13	Positionnement bioclimatique de la région d’Oued Righ selon l’indice d’Emberger.	51
14	Délimitation spatiale des stations d’études (du lac de Tamacine au Chott Melghig).	63
15	Répartition des espèces par familles au sein du peuplement de l'avifaune aquatique du canal d'Oued Righ.	70
16	Statuts phénologiques de différentes espèces d’oiseau recensées au niveau du Canal d’Oued Righ	73
17	Pourcentage des espèces protégées inventoriées lors de la période d’étude	75
18	Distribution biogéographique des espèces d’oiseau d’eau récentes au niveau du canal	76
19	Régimes alimentaires des espèces d’oiseaux d’eau	77
20	Variations mensuelles des effectifs de la population aviaire du	78
21	Variation de la richesse spécifique du canal d’Oued Righ au cours de la période d’étude	80

22	Fréquence d'occurrence (FO%) des espèces inventoriées durant la période d'étude	81
23	Variation temporelle de l'Indice de diversité de Shannon et Weaver du peuplement avien du canal d'Oued Righ	82
24	Variation temporelle de l'Indice d'équitabilité du peuplement avien du canal d'Oued Righ	83
25	Évolution mensuelle de la température des eaux superficielles du canal d'Oued Righ.	85
26	Variations spatiales du pH des eaux superficielles au niveau des différentes stations du canal d'Oued Righ.	86
27	Variations de la conductivité électrique (CE) des eaux superficielles le long du canal d'Oued Righ.	87
28	Variations de la concentration en oxygène dissous (OD) des eaux du canal d'Oued Righ selon les stations d'étude.	89
29	Fluctuations mensuelles du taux d'oxygène dissous (O2) dans les eaux superficielles du canal d'Oued Righ.	89
30	Évaluation stationnelle de la salinité des eaux superficielles courantes du canal d'Oued Righ.	91
31	Distribution spatiale des solides dissous totaux (TDS) dans les eaux du canal d'Oued Righ.	92
32	Évolution de la concentration en matières en suspension (MES) dans les eaux du canal d'Oued Righ selon les stations de mesure	94
33	Analyse de la DCO et de la DBO5 dans les eaux du canal	96
34	Distribution spatiale de l'ammonium (NH₄⁺) dans les eaux du canal d'Oued Righ en Novembre.	97
35	Distribution spatiale de l'azote total (NT) dans les eaux du canal d'Oued Righ (novembre).	100
36	Distribution spatiale des nitrites (NO₂⁻) dans les eaux du canal d'Oued Righ (novembre).	101
37	Distribution spatiale des nitrates (NO₃⁻) dans les eaux du canal d'Oued Righ (novembre).	102
38	Distribution spatiale du phosphore total (PT) dans les eaux du canal d'Oued Righ (novembre).	104
39	Distribution spatiale des phosphates (PO₄³⁻) dans les eaux du canal d'Oued Righ (novembre).	106
40	Abondance relative (%) des espèces végétales inventoriées dans la zone d'étude.	107
41	Distribution spatiale des effectifs globaux de la végétation à travers les différentes stations d'échantillonnage.	110
42	Abondance moyenne des espèces végétales par station.	111

LES TABLEAUX

N°	Titre	Page
1	Caractéristiques des zones humides selon la classification Ramsar	14
2	Évolution des températures moyennes annuelles (°C) sur la période 2016 _2025	46
3	Évolution des précipitations annuelles moyennes (mm) sur la période 2016 _ 2025	47
4	Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique (hPa) et de la vitesse du vent (km/h) (2016-2025)	48
5	Sites de prélèvement d'eau et points de suivi des oiseaux.	60
6	Composition du peuplement d'oiseaux d'eau du Canal d'oued Righ	69
7	Statuts phénologiques des espèces inventoriées au cours de la période d'étude au niveau du canal d'Oued Righ (CF, 2023)	72
8	Liste des espèces menacées inventoriées au cours de la période d'étude	74
9	Résultat de recensement hivernale par la conservation de forêt	79
10	Synthèse des principaux paramètres physico-chimiques des eaux enregistrés au niveau du canal d'Oued Righ (Valeurs moyennes, minimales et maximales).	84
11	Liste des espèces végétales recensées dans le canal d'Oued Righ.	108
12	Moyennes des observations des espèces végétales par station.	111

TABLEAU DES PHOTOS

N°	Titre	Page
01	Canal de l'Oued Righ	53
02	Lac Sidi Slimane	54
03	Lac de Tamacine	55
04	Lac Megarin	56
05	Chotte de Marwan	57
06	Lac Ayata	58
07	Les stations d'études	62
08	Le processus d'échantillonnage et de mesure effectué à la station d'étude (Hammadi et Mogdad 2025).	64
09	Protocole de collecte et de conservation des échantillons sur le terrain	66
10	Comptage des oiseaux pendant notre durée d'étude	67
11	Quelques photos des espèces observés dans notre région d'études	71

Sommaire

Introduction	1
---------------------------	----------

Première partie : Synthèse bibliographiques

Chapitre 1 : Aperçu Générale sur les Zones Humides

1. Les zones humides.....	4
2. Types de zones humides.....	6
3. Classification des zones humides.....	11
3.1. Zones humides continentales ; elles abritent ceux qui suivent.....	11
3.2. Zones humides marines/côtières ; elles contiennent ceux qui suivent.....	12
3.3. Zones humides artificielles ; elles comprennent ceux qui suivent.....	13
4. Fonctions environnementales (géologiques) et économiques et patrimoniales des zones humides	16
4.1 Fonctions hydrologiques.....	16
4. 2. Fonctions biogéochimiques.....	17
4. 3. Fonctions écologiques.....	17
4. 4. Fonctions climatiques....	18
4. 5. Valeurs économiques.....	19
4. 6. Valeurs patrimoniales.....	19
5. Facteurs affectants L'équilibre des zones humides	20
5.1. Facteurs affectant l'équilibre des zones humides	20
5.1.1. Facteurs hydrologiques.....	20
5.1.2. Facteurs climatiques.....	20
5.1.3. Activités humaines et facteurs anthropiques.....	21
5.1.4. Facteurs biologiques....	21
5.1.5. Facteurs géographiques et pédologiques.....	21
6. La convention de Ramsar.....	21
6.1.Définition de la convention de RAMSAR.....	21
6.2.Ses objectifs.....	24
6.3.Mise en œuvre de la convention de Ramsar en Algérie.....	26
6.3.1 Inscription des sites Ramsar.....	28
6.4.Cadre institutionnel et gestion.....	29
6.5.Stratégies et actions nationales....	29
6.6.Coopération internationale.....	30

Chapitre 2 : Recueilles bibliographique sur les notions utilisées

1. Diagnostique écologique	31
1.1 Définition du diagnostic écologique	31
1.2 Les étapes du diagnostic écologique	31
2. Les analyses physicochimiques de l'eau	32
2.1 La température	32
2.2 Le pH	33
2.3 La conductivité électrique (CE)	33
2.4 Matières en suspension (MES)	33
2.5 La demande biologique en oxygène (DBO5)	33
2.6 Demande chimique en oxygène (DCO)	33
2.7 Dosage des nitrates	33
2.8 Salinité	3Error! Bookmark not defined.
3. Les oiseaux d'eau	34
3.1 Définition et catégories	34
3.2 Généralités sur les oiseaux d'eau	34
3.2.1 La Migration	35
3.2.2 Migration postnuptiale.....	36
3.2.3 Hivernage	36
3.2.4 Migration prénuptiale	36
3.2.5 Migration en Algérie	37
3.2.6 La Reproduction	37
3.2.7 L'Alimentation	38
3.3 Les principales activités des oiseaux d'eau	38
3.3.1 Le sommeil	38
3.3.2 L'alimentation	39
3.3.3 La nage	39
3.3.4 Le vol	39
3.3.5 La toilette	39
3.3.6 Les parades nuptiales	40
3.4 Situation des oiseaux d'eau en Algérie	40
3.5 Dénombrement des oiseaux d'eau	40
3.6 Les objectifs du dénombrement des oiseaux	41
4. Végétation et flore	41

Deuxième partie : Expérimentale

Chapitre 2 : Matériel et Méthodes

1. Présentation de la zone d'étude	42
1. 1. Cadre géographique et administratif	42
1.3. Caractéristiques géomorphologiques et pédologiques.....	43
1.4. Climatologie.....	45
1.4.1. Température.....	45
1.4.2. Les précipitations.....	46
1.4.3. Vents.....	47
1.5 Synthèse climatique.....	49
1.5.1. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN.....	49
1.5.2. Climagramme bioclimatique d'Emberger.....	49
2. Présentation de quelques zones humides d'Oued Righ....	51
2.1 Le canal de l'Oued Righ.....	51
2.1.1 hydrochimies.....	52
2.1.2 Organisation écologique	52
2.2. Chott Sidi Slimane (wilaya de Touggourt).....	53
2.3 Le lac Tamacine (wilaya de Touggourt)	54
2.4 Lac de Megarine (wilaya de Touggourt).....	55
2.5 Chott Marwane (wilaya d' El MEGHAIER).....	56
2.6 Lac Ayata (wilaya de El Meghaier).....	57
2.7 Chott Tighdidine (wilaya de El Meghaier).....	58
2.8 Chott Tindla (wilaya de El Meghaier).....	58
3.Méthodologie du travail	59
3.1 Objectifs	59
3.2. Sélection et localisation des stations d'échantillonnage	59
3.3. Méthodes utilisées.....	64
3.3.1. Analyse physico-chimique de l'eau :	64
3.3.2. Étude ornithologique.....	66
3.3.3. Inventaire floristique	68

Chapitre 2 : Résultats et discussion.

1. Etude de la diversité avifaunistique	69
1.1 Composition du peuplement avien du Canal	69
1.2 Statut phénologique des espèces	72
1.3 Le statut de protection des différentes espèces recensées	74
1.4 Origine biogéographique des espèces	76
1.5 Régime alimentaire	76
1.6 Étude des indices écologiques	77
1.6.1 Abondance totale	77
1.6.2 La richesse spécifique (RS)	79
1.6.3 Fréquence d'occurrence (FO%) des espèces inventoriées (Nov 2025 – Mai 2026)	80
1.6.4 L'indice de diversité de Shannon et Weaver (H')	81
1.6.5 L'indice d'équitabilité (E)	82
2 Évolution spatio-temporelle et saisonnière des paramètres physico-chimiques des eaux	83
2.1 La Température des eaux	84
2.2 Le Potentiel d'Hydrogène (pH)	86
2.3 La Conductivité Électrique (CE)	87
2.4 L'Oxygène Dissous (OD)	88
2.5 La Salinité	90
2.6 Les Solides Dissous Totaux (TDS)	92
2.7 Les matières en suspension totales (MES)	93
2.8 Analyse de la DCO et de la DBO5 dans les eaux du canal	95
2.9 Résultats des paramètres physico-chimiques pour le mois de novembre	96
3. L'Étude Floristique	107
4. Synthèse écologique intégrée du canal d'Oued Righ	113
Conclusion	116
Références	119



Introduction



Introduction

Les zones humides figurent parmi les écosystèmes les plus productifs et les plus menacés de la planète. Elles assurent des fonctions écologiques fondamentales telles que la régulation du cycle hydrologique, la séquestration du carbone, l'épuration naturelle des eaux et la réduction des risques d'inondation (**Ramsar Convention Secretariat, 2018**). Elles constituent également des habitats irremplaçables pour une grande diversité d'espèces végétales et animales, en particulier les oiseaux d'eau migrateurs et les organismes aquatiques. Malgré leur importance, le *Global Wetland Outlook 2025* révèle qu'au moins 400 millions d'hectares de zones humides naturelles ont disparu depuis 1970, avec un taux moyen de perte annuel de 0,52 %, et que leur état écologique continue de se dégrader dans la plupart des régions du monde (**Ramsar Convention Secretariat, 2025**). Cette dégradation est principalement attribuée à la pollution, à l'augmentation de la salinité, à la surexploitation des ressources hydriques et aux changements climatiques (**Buras et al., 2019**).

La qualité de l'eau constitue l'un des principaux indicateurs de l'état écologique des écosystèmes aquatiques, en raison de sa relation directe avec la structure des communautés biologiques. L'augmentation de la salinité, de la charge organique et des éléments nutritifs, de même que les variations du pH et la diminution de l'oxygène dissous, influencent directement la composition du couvert végétal et des peuplements d'oiseaux associés aux zones humides (**Aliat et al., 2026**). Face à l'ampleur croissante de cette dégradation, les études récentes adoptent de plus en plus des approches intégrées, combinant l'analyse physico-chimique des eaux, l'inventaire floristique et le suivi ornithologique, afin d'évaluer de manière globale et précise l'état écologique des milieux humides (**Souleimani et al., 2022**). Ces approches multidisciplinaires se révèlent particulièrement adaptées à l'évaluation des zones humides sahariennes, où les pressions environnementales d'origine naturelle et anthropique se combinent de manière complexe (**Houhamdi et al., 2026**).

En Algérie, les zones humides sahariennes constituent des milieux fragiles présentant des caractéristiques écologiques particulières. Elles jouent un rôle important dans le maintien de l'équilibre écologique des régions arides et semi-arides. La région d'Oued Righ fait partie



des principaux espaces sahariens renfermant plusieurs systèmes humides liés aux eaux superficielles et souterraines, caractérisés par une biodiversité remarquable ainsi que par la diversité de leurs fonctions écologiques et économiques. Cette région s'étend selon un axe nord-sud dans le Sahara oriental algérien et comprend plusieurs sebkhas, lacs et cours d'eau qui constituent des habitats naturels pour de nombreuses plantes halophiles et espèces d'oiseaux résidents et migrants (**Ben Sghir, 2021**).

Parmi les composantes hydrologiques de cette dépression, le canal d'Oued Righ constitue un élément central et inédit qui n'a jamais fait l'objet d'une étude écologique intégrée. Ce canal, long de plusieurs dizaines de kilomètres, reçoit les eaux de drainage agricole, les effluents des oasis et les rejets urbains des agglomérations riveraines, ce qui en fait un milieu soumis à d'intenses pressions anthropiques (**Bensaci et al., 2020**). L'étude comparative de **Houhamdi et al. (2026)**, portant sur six zones humides algériennes représentant trois contextes bioclimatiques distincts, a mis en évidence que les sites soumis aux pressions anthropiques présentent une dégradation significativement plus marquée de leurs paramètres physico-chimique notamment une turbidité, une charge en métaux lourds et une minéralisation plus élevée, avec des répercussions directes sur la biodiversité associée. Or, ces résultats ont été établis pour le lac Ayata, site non pollué alimenté par les débordements du canal d'Oued Righ, ce qui souligne paradoxalement l'absence totale de données sur le canal lui-même, source première des pressions exercées sur l'ensemble de cet éco-complexe.

Cette étude a pour objectif principal d'évaluer, pour la première fois, la qualité écologique du canal d'Oued Righ à travers une approche intégrée et multi-indicateurs combinant l'étude des caractéristiques physico-chimiques des eaux, l'analyse de la couverture végétale et l'inventaire des oiseaux recensés dans les stations étudiées, afin de déterminer la relation entre la qualité des eaux et la biodiversité au sein de l'écosystème du canal. Elle vise également à mettre en évidence l'efficacité des indicateurs biologiques dans le diagnostic de l'état écologique des zones humides sahariennes et à fournir une base scientifique pouvant contribuer à la gestion environnementale et à la préservation des ressources naturelles de la région.



Afin d'atteindre ces objectifs, le présent mémoire est structuré en deux parties complémentaires. La première partie (cadre théorique) comprend deux chapitres consacrés respectivement aux généralités sur les zones humides et aux concepts liés à la qualité des eaux, à la diversité végétale et à l'écologie des oiseaux aquatiques. La deuxième partie (cadre pratique) présente d'abord le matériel et les méthodes adoptés, puis expose et discute les résultats obtenus à la lumière des études antérieures disponibles, en vue d'aboutir aux principales conclusions et recommandations relatives à la protection de cet écosystème aquatique saharien.

PARTIE THEORIQUE

CHAPITRE 1.

Généralités

sur les zones humides





Chapitre 1 : Aperçu Générale sur les Zones Humides

1. Les zones humides

Dans les milieux humides, l'eau est le par déterminant tant verser le fonctionnement de ces zones nature que verser la vie animal et végétal. La submersion des terres, la salinité de l'eau (douce, saumâtre ou salé) et la composition en matières nutritives de ces territoires subissent des fluctuations journalières, saisonnières ou annuelles. Ces variations dépendent à la fois des conditions Climat, de la localisation de la zone au sein du bassin hydrographique et du contexte géomorphologique (géographie, topographie).

Ces fluctuations sont une l'origine de la formation de sols particuliers Ainsi que d'une végétation et d'une faune spécifique. L'abondance des algues, des poissons, des oiseaux d'eau et d'autres espèces sauvages peut ainsi varier dans un même milieu selon les périodes de l'année **(Lee et Kang, 2019)**.

Selon le code de l'environnement, moins zones humides sont des « terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salé ou saumâtre de façon permanente ou temporaire, ou ne le faites pas la végétation, quand elles existent, y est dominé par des plantes hygrophile pendant au moins une partie de l'année » **(Code de l'environnement, art. L211-1, 2006)**.

Il convient de souligner que la notion de « marais » est distincte de celle de « zones humides » dans le cadre de l'application de la rubrique 3.1.1.0 de la nomenclature IOTA.

En effet, la jurisprudence administrative comme judiciaire a précisé que, lorsque les critères relatifs aux sols et à la végétation caractéristiques d'une « zone humide » ne sont pas réunis, un projet peut néanmoins être soumis à la police de l'eau dès lors que le terrain peut être qualifié de « marais ».

Cette qualification peut résulter notamment de la localisation du terrain en zone de marais, de l'intégration de la parcelle dans un espace protégé comportant la dénomination « marais », ou de tout autre élément permettant d'établir cette caractérisation.



Cette jurisprudence concerne essentiellement les marais.

Les zones humides sont des écosystèmes à l'interface entre les milieux terrestres et aquatiques (eau douce ou marine) caractérisés par la présence d'eau plus ou moins continue. En droit français, les zones humides sont définies comme “des terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire. La végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année” (**Art. L211-13) DU Code de l'environnement., 2006**).

Dans les milieux humides, l'eau est le facteur déterminant tant pour le fonctionnement de ces zones naturelles que pour la vie animale et végétale. La submersion des terres, la salinité de l'eau (douce, saumâtre ou salée) et la composition en matières nutritives de ces territoires subissent des fluctuations journalières, saisonnières ou annuelles. Ces variations dépendent à la fois des conditions climatiques, de la localisation de la zone au sein du bassin hydrographique et du contexte géomorphologique (géographie, topographie). (**EauFrance, 2022**)

Ces fluctuations sont à l'origine de la formation de sols particuliers ainsi que d'une végétation et d'une faune spécifiques. L'abondance des algues, de poissons, d'oiseaux d'eau, et d'autres espèces sauvages, peut ainsi varier dans un même milieu selon la période de l'année.

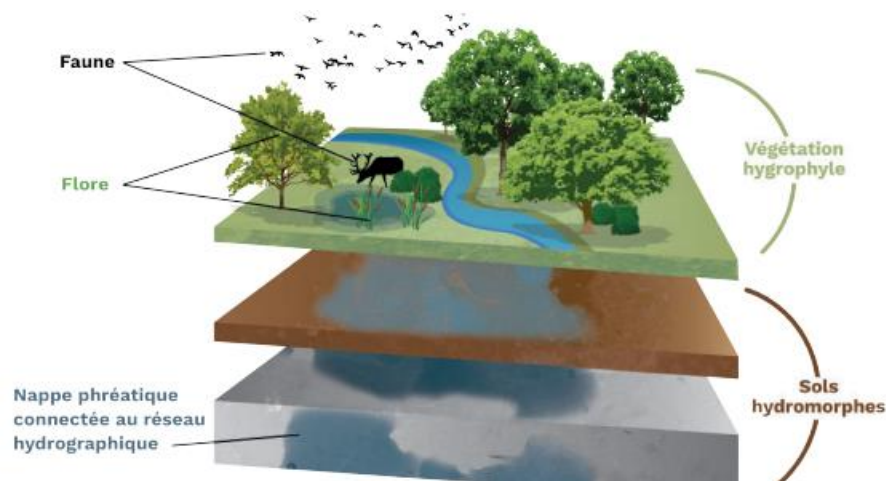


Figure.1: “Coupe schématique montrant les composantes faunistiques, floristiques et hydrologiques d’une zone humide” (EPTB Mauldre, 2021).



Selon l'arrêté du 24 juin 2008, modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009, un milieu est considéré comme zone humide lorsqu'il présente au moins un des deux critères suivants :

- Critère floristique : la zone est considérée comme humide lorsqu'au moins 50% de la végétation présente est constituée de plantes hygrophiles*.
- Critère pédologique : la présence d'eau de manière répétée et plus ou moins prolongée entraîne des modifications chimiques du sol. On voit alors apparaître des traits d'hydromorphie* (horizon histique*, rédoxique* ou réductique*) qui sont caractéristiques des zones humides. Dans tous les cas, lorsque le critère relatif à la végétation n'est pas vérifié, il convient d'examiner le critère pédologique ; et, inversement. **(Eau France, 2015).**

2. Types de zones humides

D'après la convention **(Ramsar, 2013)**, il existe généralement, cinq types principaux de zones humides :

♣ Zones humides marines.

- **Eaux marines peu profondes et permanentes** : dans la plupart des cas d'une profondeur inférieure à six mètres à marée basse ; y compris baies marines et détroits.
- **Lits marins aquatiques subtidaux**; y compris lits de varech, herbiers marins, prairies marines tropicales.
- **Récifs coralliens.**
- **Rivages marins rocheux**; y compris îles rocheuses, falaises marines.
- **Rivages de sable fin, grossier ou de galets** ; y compris bancs et langues de sable, îlots sableux, systèmes dunaires et dépressions intra dunaux humides.
- **Eaux d'estuaires** : eaux permanentes des estuaires et systèmes deltaïques estuariens.
- **Vasières, bancs de sable ou de terre salée intertidaux.**



Marais intertidaux ; y compris prés salés, schorres, marais salés levés, marais cotidaux saumâtres et d'eau douce.

♣ Zones humides palustres,

C'est-à-dire marécageuses, représentées par les marécages et les tourbières. L'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (**ONEMA, intégré le 1er janvier 2017 à l'Agence Française pour la Biodiversité - AFB**) propose une autre manière de classer les milieux humides. En fonction de leur origine, naturelle ou anthropique, et leur dominance en eau douce ou en eau salée, les milieux humides sont classés en trois catégories :

♣ Les milieux humides continentaux

Sont caractérisés par la présence d'eau essentiellement douce et sont situés à l'intérieur des terres. Ces derniers sont représentés, d'une part, par les milieux d'altitude ou de plaine (pas ou peu influencés par les cours d'eau) et d'autre part par les milieux associés aux réseaux hydrographiques. Nous citerons comme exemple : les marais, les mares naturelles, les tourbières, les prairies, les landes et les forêts humides.

- **Deltas intérieurs permanents.**
- **Rivières/cours d'eau/ruisseaux permanents ; y compris cascades.**
- **Rivières/cours d'eau/ruisseaux saisonniers/intermittents/irréguliers.**
- **Lacs d'eau douce permanents (plus de 8 hectares) ; y compris grands lacs de méandres.**
- **Lacs d'eau douce saisonniers/intermittents (plus de 8 hectares ; y compris lacs des plaines d'inondation).**
- **Lacs salés/saumâtres/alcalins permanents.**
- **Lacs salés et étendues/saumâtres/alcalins saisonniers/intermittents.**
- **Mares/marais salins/saumâtres/alcalins permanents.**



- **Mares/marais salins/saumâtres/alcalins saisonniers/intermittents.**
- **Mares/marais d'eau douce permanents** ; étangs (moins de 8 hectares), marais et marécages sur sols inorganiques ; avec végétation émergente détrempée durant la majeure partie de la saison de croissance au moins.
- **Mares/marais d'eau douce saisonniers/intermittents sur sols inorganiques** ; y compris fondrières, marmites torrentielles, prairies inondées saisonnièrement, marais à laîches.
- **Tourbières non boisées** ; y compris tourbières ouvertes ou couvertes de buissons, marécages, fagnes.
- **Zones humides alpines** ; y compris prairies alpines, eaux temporaires de la fonte des neiges.
- **Zones humides de toundra** ; y compris mares de la toundra, eaux temporaires de la fonte des neiges.
- **Zones humides dominées par des buissons** ; marécages à buissons, marécages d'eau douce dominés par des buissons, saulaies, aulnaies ; sur sols inorganiques.
- **Zones humides d'eau douce** dominées par des arbres ; y compris forêts marécageuses d'eau douce, forêts saisonnièrement inondées, marais boisés ; sur sols inorganiques.
- **Tourbières boisées ; forêts marécageuses sur tourbière.**
- **Sources d'eau douce; oasis.**
- **Zones humides géothermiques.**
- **Systèmes karstiques et autres systèmes hydrologiques souterrains, continentaux.**

♣ Les milieux humides littoraux

Sont localisés sur la bordure de la côte, caractérisés par la présence d'eau essentiellement salée ou saumâtre d'origine marine. Il s'agit des zones estuariennes, des lagunes côtières, des étangs d'arrières dunes, des vasières et des mangroves.



♣ Les milieux humides artificiels

Sont les milieux façonnés par l'homme. Ils peuvent être aussi bien dominés par la présence d'eau douce que salée. Avec le temps et selon la gestion qui leur est appliquée, ils peuvent parfois acquérir tout ou une partie des caractéristiques des milieux humides d'origine naturelle. Il s'agit des marais mouillés et desséchés, des marais salants, des retenues d'eau. **(Barrailh, 2017).**

- **Étangs d'aquaculture** (poissons, crevettes).
- **Étangs** ; y compris étangs agricoles, étangs pour le bétail, petits réservoirs ; (généralement moins de 8 hectares).
- **Terres irriguées** ; y compris canaux d'irrigation et rizières.
- **Terres agricoles saisonnièrement inondées.**
- **Sites d'exploitation du sel** ; marais salants, salines, etc.
- **Zones de stockage de l'eau** ; réservoirs/barrages/retenues de barrages/retenues d'eau (généralement plus de 8 hectares).
- **Excavations** ; gravières/ballastières/glaisières ; sablières, puits de mine.
- **Sites de traitement des eaux usées** ; y compris champs d'épandage, étangs de sédimentation, bassins d'oxydation, etc.
- **Canaux et fossés de drainage, rigoles.**
- **Systèmes karstiques et autres systèmes hydrologiques souterrains, artificiels** (Ramsar., 2013).

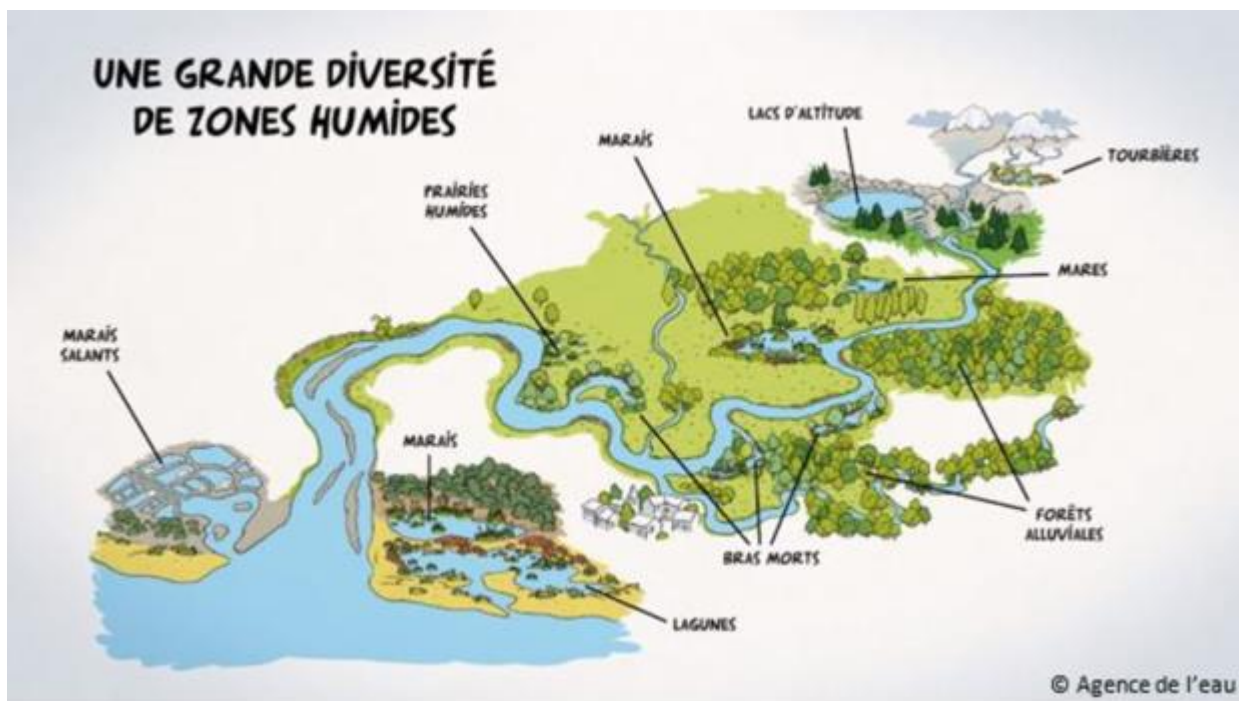
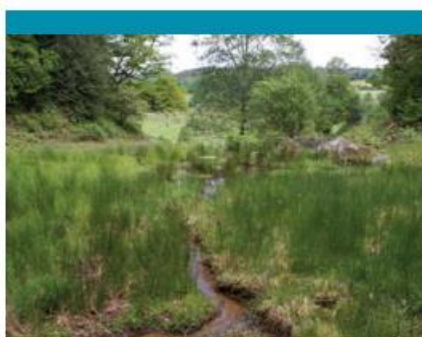


Figure.2 : La diversité des zones humides (AERMEC, 2005).



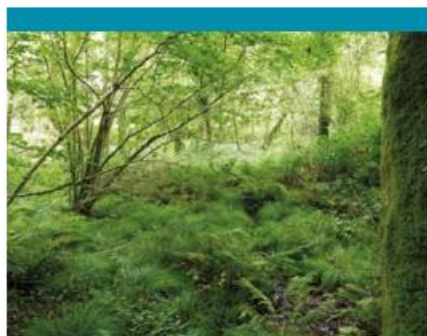
Bordure de lac



Tourbière



Marais intérieur



Forêt humide



Pré-salé



Mare en milieu forestier

Figure.3 : Les types de zones humides



3. Classification des zones humides

Ramsar (2013), a défini des catégories permettant d'identifier rapidement les principaux habitats des zones humides. Parmi les 42 sites Ramsar des zones humides Algériennes, nous citons 20 zones humides « continentales », 12 zones humides « marines/côtières » et 10 zones humides « artificielles ». Les trois grandes catégories de zones humides sont composées comme suit :

3.1. Zones humides continentales ; elles abritent ceux qui suivent :

- a. Deltas intérieurs permanents,
- b. Rivières/cours d'eau/ruisseaux permanents ; y compris cascades,
- c. Rivières/cours d'eau/ruisseaux saisonniers/intermittents/irréguliers,
- d. Lacs d'eau douce permanents (plus de 8 hectares) ; y compris grands lacs de méandres,
- e. Lacs d'eau douce saisonniers/intermittents (plus de 8 hectares : y compris lacs des Plaines d'inondation),
- f. Lacs salés/saumâtres/alcalins permanents,
- g. Lacs salés et étendues/saumâtres/alcalins saisonniers/intermittents,
- h. Mares/marais salins/saumâtres/alcalins permanents,
- i. Mares/marais salins/saumâtres/alcalins saisonniers/intermittents,
- j. Mares/marais d'eau douce permanents ; étangs (moins de 8 hectares), marais et marécages sur sols inorganiques ; avec végétation émergente détrempée durant la majeure partie de la saison de croissance au moins,
- k. Mares/marais d'eau douce saisonniers/intermittents sur sols inorganiques ; y compris fondrières, marmites torrentielles, prairies inondées saisonnièrement, marais à laîches,



- l. Tourbières non boisées : y compris tourbières ouvertes ou couvertes de buissons, marécages, fagnes,
- m. Zones humides alpines ; y compris prairies alpines, eaux temporaires de la fonte des neiges,
- n. Zones humides de toundra ; y compris mares de la toundra, eaux temporaires de la fonte des neiges,
- o. Zones humides dominées par des buissons ; marécages à buissons, marécages d'eau douce dominés par des buissons, saulaies, aulnaies ; sur sols inorganiques,
- p. Zones humides d'eau douce dominées par des arbres : y compris forêts marécageuses d'eau douce, forêts saisonnièrement inondées, marais boisés ; sur sols inorganiques,
- q. Tourbières boisées ; forêts marécageuses sur tourbière,
- r. Sources d'eau douce ; Oasis,
- s. Zones humides géothermiques.

3.2. Zones humides marines/côtières ; elles contiennent ceux qui suivent :

- a. Eaux marines peu profondes et permanentes ; dans la plupart des cas d'une profondeur inférieure à six mètres à marée basse ; y compris baies marines et détroits,
- b. Lits marins aquatiques subtidaux : y compris lits de varech, herbiers marins, prairies marines tropicales,
- c. Récifs coralliens,
- d. Rivages marins rocheux ; y compris îles rocheuses, falaises marines,
- e. Rivages de sable fin, grossier ou de galets ; y compris bancs et langues de sable, îlots sableux, systèmes dunaires et dépressions intradurales humides,



- f. Eaux d'estuaires ; eaux permanentes des estuaires et systèmes deltaïques estuariens,
- g. Vasières ; bancs de sable ou de terre salée intertidaux,
- h. marais intertidaux ; y compris prés salés, schorres, marais salés levés, marais cotidaux saumâtres et d'eau douce,
- i. Zones humides boisées intertidales ; y compris marécages à mangroves, marécages à Palmiers nipa et forêts marécageuses cotidales d'eau douce,
- j. Lagunes côtières saumâtres/salées ; y compris lagunes saumâtres à salées reliées à la mer par un chenal relativement étroit au moins,
- k. Lagunes côtières d'eau douce ; y compris lagunes deltaïques d'eau douce.

3.3. Zones humides artificielles ; elles comprennent ceux qui suivent :

- a. Étangs d'aquaculture (p. ex. poissons, crevettes),
- b. Étangs ; y compris étangs agricoles, étangs pour le bétail, petits réservoirs ; (généralement moins de 8 hectares),
- c. Terres irriguées ; y compris canaux d'irrigation et rizières,
- d. Terres agricoles saisonnièrement inondées,
- e. Sites d'exploitation du sel ; marais salants, salines, etc.,
- f. Zones de stockage de l'eau : réservoirs/barrages/retenues de barrages/retenues d'eau (généralement plus de 8 hectares),
- g. Excavations ; gravières/ballastières/glaisières ; sablières, puits de mine,
- h. Sites de traitement des eaux usées ; y compris champs d'épandage, étangs de sédimentation, bassins d'oxydation, etc.,



i. Canaux et fossés de drainage, rigoles,

j. ZK(c) Systèmes karstiques et autres systèmes hydrologiques souterrains, artificiels.

Les zones humides continentales et marines/côtières

Sont caractérisées et codifiées dans le **Tab.1** suivant :

Tableau. 1 : Caractéristiques des zones humides selon la classification Ramsar (d'après Ramsar, 2007).

Code	Zones humides marines / côtières		
A	Moins de 6 m de profondeur	Permanente	Eau salée
B	Végétation submergée		
C	Récifs coralliens		
D	Rocheux	Rivage	
E	Sable fin. Grossier ou galets		
G	Vasière, banc de sable ou terre salée	Étendue intertidale	Eau salée ou saumâtre
H	Marais		
I	Zone boisée		
J	Lagunes		
F	Eaux estuariennes		



ZK(a)	Souterraine			Eau salée
K	Lagunes			Eau douce
Zones humides continentales				
M	Rivières d'eau,	Permanente	Eau courante	Eau douce
L	Deltas .			
Y	Sources, oasis			
N	Rivières, Cours	Saisonnière, intermittent		
0	>8ha	Permanents	Lacs et mares	
Tp	>8ha			
P	>8ha	Saisonniers/intermittents		
Ts	>8ha			
Tp	Dominés par	Permanents	marais sur sols inorganiques	
W	Dominés par des	Permanents/Saisonniers/		
Xf	Dominés par des	Saisonniers/intermittents		
Ts	Dominés par			



U	Non boisés	Permanents	marais sur sols	
Xp	Boisés			
Va Vt	Haute altitude (alpins)		marais sur sols	
	Toundra		inorganiques où	
0	Permanents		Lacs	Eau salée, saumâtre ou alcaline
R	Saisonniers/intermittents			

4. Fonctions environnementales (géologiques) et économiques et patrimoniales des zones humides

Les zones humides assurent aux humains d'innombrables services éco systémiques, économiques et patrimoniales, gratuitement. Ces derniers peuvent être résumés comme suit :

4.1 Fonctions hydrologiques

- ♣ Régulations naturelles des inondations : maîtrise des crues en stockant l'eau dans le sol ou à la surface, décharge des nappes, et protections contre les intrusions marines.
- ♣ Ralentissement des ruissellements et dissipation des forces érosives.
- ♣ Assure la recharge des nappes durant la période d'étiage (Cyril, 2016)



♣ Les eaux souterraines et les cours d'eau sont les sources majeures de l'eau utilisable pour les activités humaines.

♣ Dans les zones humides, les sols limoneux et les plantes abondantes fonctionnent comme des filtres qui retiennent de nombreuses substances toxiques dangereuses pour la vie (pesticides, micropolluants organiques et minéraux présents dans les eaux usées industrielles et urbaines, etc.) (Ophelia, 2018).



Figure.4 : Zone humide gorgée d'eau suite à une inondation

4. 2. Fonctions biogéochimiques

- ♣ Rétentions et restitution des matières en suspension.
- ♣ Régulation et rétention des nutriments et des toxiques de diverses manières (interception, adsorption, et processus biogéochimiques).
- ♣ Stockage du carbone par accumulation des matières organiques (Cyril, 2016).

4. 3. Fonctions écologiques

- ♣ Supports de la biodiversité, en tant qu'habitats, micro sites, zones de refuge, d'alimentation et de reproduction. Beaucoup de poissons fraient et grandissent dans les zones humides, d'où l'attrait que celles-ci exercent sur les pêcheurs.



♣ Les zones humides fournissent des roseaux et des herbes aux vanniers, des plantes médicinales et des fruits : des biens précieux pour les résidents.

♣ Les zones humides attirent aussi le tourisme, une des principales sources d'emplois pour les riverains.

♣ Contribution au maintien d'une hygrométrie plus stable. (**Barrailh, 2017**).

♣ Grâce à la grande quantité d'eau qu'elles contiennent et à leur végétation luxuriante, les lagunes et leurs zones humides périphériques, exhalent de l'air humide, ce qui refroidit naturellement et allège l'atmosphère environnante, en particulier dans les villes où l'air est extrêmement sec l'été.

♣ Véritables espaces verts au paysage apaisant, les zones humides en ville sont des lieux de loisirs et d'activités sportives pour les citoyens (**Ophelia, 2018**).



Lychnis fleur de coucou (*Silene flos-cuculi*)



Petite nymphe à corps de feu
(*Pyrrhosoma nymphula*)



Rosolis (*Drosera* sp.)

Figure.5: Fonctions écologiques des zones humides

4. 4. Fonctions climatiques

♣ Régulation du climat à travers le stockage du carbone.

♣ Certaines zones humides font office de zones tampons pour atténuer la puissance des tempêtes, la force et la vitesse des vagues.



♣ Les zones humides stockent l'eau en période humide constituant ainsi des réserves d'eau en période d'étiage (**Vaschalde, 2014**).

4. 5. Valeurs économiques

♣ L'alimentation en eau (quantité et qualité).

♣ Les pêcheries : plus des deux tiers de la pêche mondiale dépend de zones humides en bon état.

♣ L'agriculture, grâce au renouvellement des nappes phréatiques et à la rétention des matières nutritives dans les plaines d'inondation.

♣ Le bois d'œuvre et autres matériaux de construction.

♣ Les ressources énergétiques telles que la tourbe et la litière.

♣ La faune et la flore sauvages.

♣ Les zones humides recèlent un grand nombre de plantes médicinales, indispensables pour l'industrie pharmaceutique.

♣ Les zones humides constituent des aires de détente et de loisirs, qui peuvent constituer un investissement certain dans l'éco-tourisme (**Ramsar, 2016**).

4. 6. Valeurs patrimoniales

Suite à leurs spécificités et leurs particularités, ces milieux humides occupent une place importante, non seulement dans le patrimoine culturel national, mais aussi dans celui de toute l'humanité. Ils sont étroitement liés à des croyances religieuses, rattachées à des valeurs spirituelles et cosmologiques. Ce sont des sources d'inspiration esthétique et artistique. Ils contiennent des vestiges archéologiques, qui sont de précieux témoins de notre lointain passé.



Ils constituent de véritables sanctuaires pour les espèces sauvages et sont à la base d'importantes traditions sociales, économiques et culturelles locales (**Ramsar, 2016**).

5. Facteurs affectants L'équilibre des zones humides

L'équilibre des zones humides est affecté principalement par les activités humaines (urbanisation, agriculture intensive, drainage, pollution), le changement climatique (variations hydrologiques), les modifications des cours d'eau et une mauvaise gestion hydrique, entraînant une perte de surface, une dégradation des écosystèmes et une diminution de la biodiversité, tandis que des facteurs naturels comme les variations climatiques et les apports sédimentaires jouent aussi un rôle.

5.1. Facteurs affectant l'équilibre des zones humides

5.1.1. Facteurs hydrologiques

Les zones humides dépendent directement de la disponibilité, du régime et de la qualité de l'eau.

- Le **mouvement, la distribution et la qualité de l'eau** influencent directement la structure et le fonctionnement des écosystèmes des zones humides et la formation de sols hydromorphes nécessaires à leur équilibre (**NRCS, 1998**).

5.1.2. Facteurs climatiques

Le climat et ses variations — température, précipitations, événements extrêmes — agissent sur l'hydrologie, la biogéochimie et la dynamique des zones humides.

- Des changements de température et de précipitations influencent l'évapotranspiration, les cycles saisonniers et les processus biologiques, pouvant modifier la stabilité fonctionnelle des zones humides (**Orem, 2022**).



5.1.3. Activités humaines et facteurs anthropiques

Les activités humaines peuvent modifier, dégrader ou détruire les zones humides à travers plusieurs processus :

- **Drainage et artificialisation des sols, urbanisation, aménagements hydrauliques** perturbent le régime naturel de l'eau.
- **Pollution (chimique, nutriments, sédimentation)** et surexploitation des ressources peuvent détériorer les fonctions écologiques des zones humides **(Ramsar, 2016)**.

5.1.4. Facteurs biologiques

Les interactions biologiques internes affectent l'équilibre :

- **Introduction d'espèces exotiques envahissantes**, concurrence accrue, perturbation des réseaux trophiques.
- Déséquilibre des populations locales et des chaînes alimentaires **(Chettibi, 2020)**.

5.1.5. Facteurs géographiques et pédologiques

Divers paramètres physiques influencent l'équilibre :

- **Topographie, caractéristiques des sols, micro-reliefs** modifient la rétention et l'irrigation de l'eau dans la zone humide.
- Par exemple, la **microtopographie** conditionne la distribution de l'eau et des plantes hygrophiles.

6. La convention de Ramsar

6.1. Définition de la convention de RAMSAR

La convention RAMSAR signée en 1971 en Iran a pour but de protéger les zones humides au niveau international. Les articles 1.1 et 1.2 donnent une définition large. Les zones humides sont selon la convention « 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 ». L'article 2.1 rajoute que les zones humides pourront inclure des zones de rives ou de côtes adjacentes à la zone humide et des îles ou des étendues d'eau marine d'une profondeur supérieure à six mètres à marée basse, entourées par la zone. La convention ajoute à cette définition de type juridique une longue liste d'écosystèmes et de milieux créés par l'homme concernés par cette convention.

L'idée de cette convention a émergé lors de la Conférence internationale du programme MAR (pour Maris, marshes, marismas) qui s'est tenu aux Saintes-Maries-de-la-Mer en 1962, à l'initiative de l'UICN (Union internationale pour la conservation de la nature) et de deux ONG (Wetlands International et Birdlife international), tous trois devenu partenaires de l'UNESCO (**Hoffmann, 2011**). Les zones humides constituent un bien collectif à protéger qui abrite 80 % de la biodiversité. Elles jouent un rôle capital dans la régénération des ressources en eau et la préservation de la biodiversité.

La Convention sur les zones humides est le cadre de la coopération internationale et de l'action nationale pour la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides. Elle est aussi appelée Convention de Ramsar, du nom de la ville iranienne où elle fut adoptée en 1971. Près de 90 % des États membres de l'ONU sont des « Parties contractantes » à la Convention de Ramsar. La Convention a adopté une définition large des zones humides comprenant tous les lacs et cours d'eau, les aquifères souterrains, les marécages et marais, les prairies humides, les tourbières, les oasis, les estuaires, les deltas et étendues intertidales, les mangroves et autres zones côtières, les récifs coralliens et tous les sites artificiels tels que les étangs de pisciculture, les rizières, les retenues et les marais salés. Parmi les écosystèmes les plus menacés de la planète, les zones humides ont fait l'objet d'une attention toute particulière des scientifiques et des associations de protection de la nature dès le début des années 1960.

Grâce aux efforts conjoints de l'Union internationale de la conservation de la nature, du Conseil international pour la protection des oiseaux et du Bureau international de recherche sur les oiseaux d'eau, la Convention internationale de Ramsar (petite ville iranienne située sur la mer Caspienne) relative aux zones humides d'importance internationale est née le 2 février 1971



(Diana, 2015). Ceci explique pourquoi, bien que l'on écrive aujourd'hui généralement : « Convention sur les zones humides », celle-ci est plus connue du grand public sous son nom de « Convention de Ramsar ».

Il s'agit du premier traité intergouvernemental moderne, d'envergure mondiale, sur la conservation et l'utilisation durable des ressources naturelles. La Convention est entrée en vigueur en 1975 et, en janvier 2016, avait 169 Parties contractantes, ou États membres, partout dans le monde. Bien que le message central porté par Ramsar soit l'utilisation durable de toutes les zones humides, « l'étendard » de la Convention est la Liste des zones humides d'importance internationale (ou Liste de Ramsar) sur laquelle les Parties ont inscrit plus de 2220 zones humides (ou Sites Ramsar) méritant une protection spéciale. Ces sites couvrent 214 millions d'hectares (2,14 millions de kilomètres carrés) : une superficie supérieure à celle du Mexique **(Ramsar, 2016).**

Au sens de l'alinéa 1 de l'article 1er de la Convention de Ramsar, les zones humides sont 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'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres **(Art. L211-13) DU Code de l'environnement., 2006; Ramsar., 2013) .**

Dans cette disposition, la Convention donne une définition des zones humides extrêmement complète puisqu'elle comprend « les 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'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres ».

Ainsi la Convention s'applique de même à tous les cours d'eau et à tous les rivages marins. Selon le paragraphe 4 du préambule ; l'objectif principal de la Convention est « d'enrayer, à présent et dans l'avenir, les empiétements progressifs sur ces zones humides et la disparition de ces zones ». Voulant essayer d'atteindre cet objectif, la Convention contient dans son article 3.1 une obligation générale, nécessairement un peu imprécise, de favoriser autant que possible l'utilisation rationnelle des zones humides et dans son article 2.1 une obligation plus spécifique



de conserver les zones humides inscrites sur une Liste des zones humides d'importance internationale. C'est à chacune des Parties qu'il incombe d'inscrire sur cette Liste les zones qu'elle entend protéger aux termes de la Convention. Chaque Partie reste libre de supprimer de la Liste une zone qu'elle y a inscrite. La condition d'être partie est subordonné au désignent d'au moins une zone humide. Au 31 août 1990, la Liste comprenait 505 sites couvrant plus de 30 millions d'hectares, dont un seulement désigné par la France : la Camargue. On espérait quelques désignations supplémentaires pour la réunion de la 4e Conférence des Parties, qui s'est tenue à Montreux fin juin 1990. À l'heure actuelle, aucune suppression de la Liste n'a été effectuée. Dans son article 2.2, la Convention précise que le choix des zones humides à inscrire sur la Liste devrait être fondé sur leur importance internationale au point de vue écologique, botanique, zoologique, limnologique ou hydrologique et que devraient être inscrites, en premier lieu, les zones humides ayant une importance internationale pour les oiseaux d'eau.

Plusieurs critères ont été élaborés pour faciliter le choix des zones à inscrire sur la Liste, à titre d'exemple, le nombre d'oiseaux d'eau qu'elles abritent, la présence d'espèces animales ou végétales rares ou menacées, la richesse ou l'originalité de leur faune ou de leur flore ou leur valeur en raison des espèces ou communautés végétales et animales endémiques qu'elles contiennent. Deux autres obligations importantes se trouvent en outre dans la convention.

La première est celle d'établir des réserves naturelles pour protéger des zones humides, inscrites sur la Liste ou non. La seconde est une obligation de coopérer pour les Etats qui partagent les mêmes zones humides, ou bassins hydrographiques, ou les mêmes populations d'animaux inféodés aux zones humides comme par exemple les oiseaux d'eau migrateurs.

6.2.Ses objectifs

Rappelons que la Convention a adopté une large définition des zones humides comprenant tous les lacs et cours d'eau, les aquifères souterrains, les marécages et marais, les prairies humides, les tourbières, les oasis, les estuaires, les deltas et étendues intertidales, les mangroves et autres zones côtières, les récifs coralliens et tous les sites artificiels tels que les étangs de pisciculture, les rizières, les retenues et les marais salés.



Elle a pour ce fait l'objet de préserver les fonctions écologiques fondamentales des zones humides en tant que régulatrices du régime des eaux et en tant qu'habitats d'une flore et d'une faune caractéristiques et, particulièrement, des oiseaux d'eau (**Ramsar., 2013**)

La convention de Ramsar est une des rares conventions à prendre en compte un type particulier de milieu naturel comme nous l'avons souligné supra. On doit également noter qu'elle a reçu une très bonne application, ce qui est plutôt rare en matière de conventions internationales.

L'objectif de la Convention de Ramsar (ratifiée en 1971 à Ramsar en Iran) est d'enrayer la tendance à la disparition des zones humides et de favoriser leur conservation, ainsi que celle de leur flore et de leur faune et de promouvoir et favoriser leur utilisation rationnelle.

« la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides par des actions locales, régionales et nationales, ainsi que par la coopération internationale, en tant que contribution à la réalisation du développement durable dans le monde entier ».

Conformément aux **trois piliers de la Convention**, les Parties contractantes s'engagent à :

✓ **Œuvrer à l'utilisation rationnelle de toutes leurs zones humides**, dans le cadre de plans nationaux, de politiques et de lois, par des mesures de gestion, ainsi que par l'éducation et la sensibilisation du public ;

✓ **Inscrire les zones humides répondant aux critères requis sur la Liste des zones humides d'importance internationale (Liste de Ramsar)** et veiller à leur gestion efficace et durable ;

✓ **Coopérer au niveau international**, notamment pour :

- Les zones humides et systèmes hydrologiques **transfrontaliers ou partagés**,
- La protection des **espèces et ressources biologiques dépendantes de ces zones**,
- Et l'encadrement des **projets de développement susceptibles d'affecter les zones humides**, en particulier dans les bassins communs (**Ramsar, 2016**)



La Convention reconnaît également **cinq Organisations Internationales Partenaires (OIP)**, officiellement accréditées, qui apportent un avis et une assistance technique spécialisés conformément aux principes de la Convention :

- BirdLife International
- Institut international de gestion de l'eau (IWMI)
- Union internationale pour la conservation de la nature (UICN)
- Wetlands International (Zones Humides Internationales)
- Fonds mondial pour la nature (WWF) International

6.3.Mise en œuvre de la convention de Ramsar en Algérie

L'autorité de la Convention de Ramsar en Algérie, qui l'a ratifiée en 1982, indique qu'entre 1982 et 2004, la Direction générale des forêts (DGF) a classé 42 sites sur la liste de la Convention de Ramsar (annexe 3) (Boumezbeur, 2004), avec une superficie de près de 3 millions d'hectares (2 959 000 ha)., soit 50% de la superficie totale estimée des zones humides en Algérie, elles sont constituées de lacs (9), Chotts (11), plaine d'inondation (1), Gueltates (3), marais (2), Oasis (3), Sebkha (4), Garaet (3), Grotte (1), Aulnaies (1), Cirque (1), Dayet (1), Oglat (1) et salines (1) (Fig. 2). En 2007, grâce à un quatrième projet financé par le programme « eau douce » du fonds Mondial pour la nature (WWF-international), la Direction Générale des forêts a lancé une quatrième campagne visant l'inscription de 18 nouvelles zones humides. De part la superficie classée, près de 3,5 millions d'hectares, l'Algérie, deviendra le deuxième pays en Afrique, après le Botswana, et le sixième dans le monde après le Canada, la Russie, l'Australie, le Brésil et le Botswana **(DGF, 2008)**

Bien qu'ayant accédé à la Convention de Ramsar en 1983, la République d'Algérie comptait seulement trois zones humides d'importance internationale avant l'année 2000. Cependant, entre 2001 et 2003, l'intérêt porté à la Convention par la Direction Générale des Forêts s'est renouvelé et grâce au soutien du Programme Global Eau Douce du WWF le pays a désigné 23 nouveaux sites Ramsar. Il a aussi produit des atlas des zones humides et des sites Ramsar. Vers la fin du 2004, l'Algérie a continué sur sa lancée avec la désignation de 16 nouvelles zones humides d'importance internationale qui sont maintenant prêts pour être ajoutés



à la Liste, portant ainsi le nombre total de sites Ramsar de l'Algérie à 42 avec une superficie totale de 2.959.615 hectares.

A cette occasion, le pays a produit la quatrième édition de l'Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale, qui est très bien illustrée. On espère que cet outil de sensibilisation permettra à davantage de citoyens, de décideurs et de professionnels de prendre connaissance de toute la richesse et l'étendue du patrimoine naturel du pays et que cela contribuera à l'utilisation rationnelle de ces zones humides. Mais on reconnaît aussi que la gestion de ces sites doit s'inscrire dans un cadre juridique favorisant la protection des zones humides contre le développement tous azimuts ; avec la rationalisation des activités économiques dans les zones humides ; la mise en œuvre des plans de restauration et de réhabilitation des sites ; et la coopération et la participation du secteur privé et des groupes d'utilisateurs.

La désignation des sites et la production de l'Atlas, qui expriment l'engagement de l'Algérie à promouvoir un développement compatible avec la protection de l'environnement, ont été possibles avec le soutien de la Fondation Mava pour la Protection de la Nature et le Programme Global " Eau Douce " du WWF.

Les sites, situés au centre nord du pays, sont principalement des lacs salés entourés de végétation halophytique, qui jouent un rôle important pour l'avifaune migratrice et hivernante. Les zones avoisinantes sont aussi importantes d'un point de vue socio-économique, en fournissant des pâturages pour les ovins et les bovins ; et des terres pour la céréaliculture. Nous félicitons encore la République de l'Algérie en tant que l'un des leaders de la région Afro méditerranéenne pour ses efforts visant la mise en œuvre de la Convention de Ramsar.

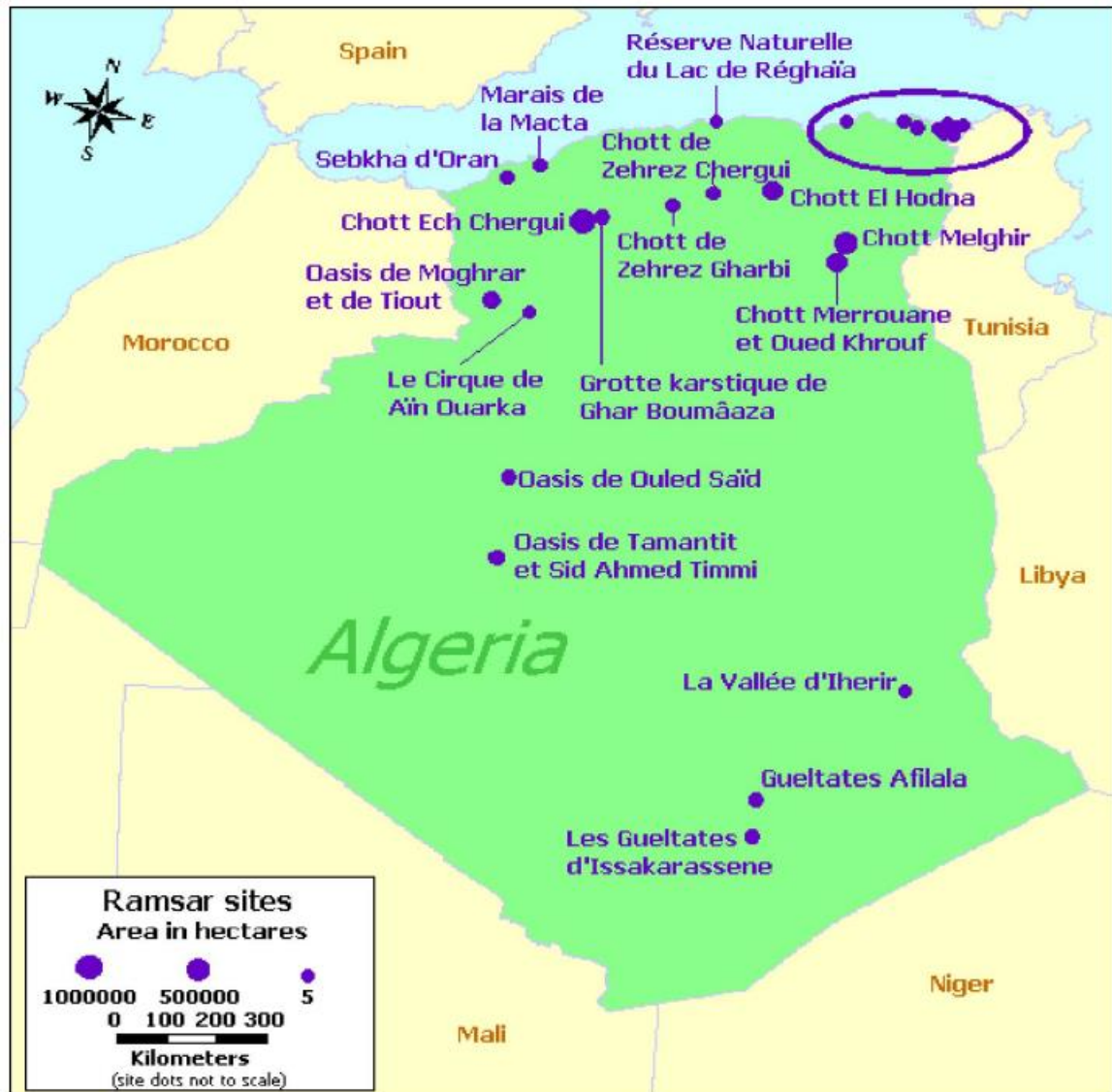


Figure.6 : Carte des zones humide Algérienne d'importance internationale.

3.1 Inscription des sites Ramsar

L'Algérie compte actuellement **50 sites inscrits** sur la Liste de Ramsar, couvrant une superficie totale d'environ **3 004 773 hectares**. Parmi les plus emblématiques figurant:

- Chott Ech Chergui
- Lac Tonga
- Lac Oubeira



- **Garaet El Tarf**
- **Oasis de Ouargla**
- Ces sites représentent une diversité écologique majeure, incluant des chotts, lacs, marais, oasis et zones côtières.

6.4.Cadre institutionnel et gestion

La gestion et la coordination de la mise en œuvre de la Convention en Algérie relèvent principalement du **Ministère de l'Environnement et des Énergies Renouvelables**, qui agit en tant qu'Autorité administrative nationale Ramsar. La protection des zones humides s'appuie également sur des institutions spécialisées telles que:

- **L'Agence Nationale pour la Conservation de la Nature (ANN)**
- **Le Commissariat National du Littoral (CNL)**
- **La Direction Générale des Forêts (DGF)**, notamment pour les zones humides forestières et lacustres.

6.5.Stratégies et actions nationales

L'Algérie a développé plusieurs mécanismes pour assurer l'application des piliers de Ramsar :

- L'intégration de la conservation des zones humides dans les **politiques nationales environnementales**
- L'adoption de plans de gestion pour plusieurs sites Ramsar prioritaires
- La surveillance écologique, notamment dans les zones humides du nord-est algérien, connues pour leur importance ornithologique (flamants roses, canards, hérons, etc.)
- La sensibilisation du public à travers des campagnes et programmes éducatifs sur l'importance des zones humides.



6.6. Coopération internationale

Conformément au pilier de coopération de la Convention, l'Algérie participe à :

- Des programmes de conservation des **zones humides transfrontalières**, notamment avec la Tunisie dans la région d'El Tarf
- Des collaborations avec les **Organisations Internationales Partenaires de Ramsar** (UICN, WWF, Wetlands International, BirdLife, IWMI)
- Des initiatives scientifiques et techniques soutenues par des conventions bilatérales et projets financés par des organismes internationaux. (*Directorate-General for Forestry (Algérie) et WWF, 2017*).

3.5 Défis identifiés

Malgré les avancées, plusieurs défis persistent :

- **Pressions hydriques** et impact du changement climatique sur les chotts et oasis
- **Pollution agricole et urbaine**
- **Braconnage et perturbation des habitats**
- **Aménagements hydrauliques** influençant le régime naturel de l'eau
- Nécessité de renforcer davantage les plans de gestion et le suivi scientifique dans tous les sites inscrits. (*Algeria designates three new Ramsar Sites, 2011*)

CHAPITRE 2.

Recueilles bibliographiques sur les notions utilisées





Chapitre 2 : Recueilles bibliographique sur les notions utilisées

1. Diagnostique écologique

1.1. Définition du diagnostic écologique :

Le diagnostic écologique est la base du plan de gestion. Il oriente la détermination des enjeux, à partir de laquelle toute la stratégie de gestion devra être déclinée. Il est ainsi important de bien en appréhender la logique, les éléments primordiaux à faire figurer, et les outils disponibles pour le réaliser (**Aten, 2005**).

Le diagnostic écologique a pour objectif principal de rendre compte de l'état écologique à un instant donné d'un espace naturel ou semi-naturel, en rendant compte de sa valeur patrimoniale, de son rôle dans le fonctionnement écologique local, mais aussi de ses dysfonctionnements et de son potentiel d'évolution. Il permet de valoriser un site qui devient acteur de la trame verte et bleue et s'intègre alors directement aux mesures de l'agenda 21.

1.2. Les étapes du diagnostic écologique :

Les inventaires naturalistes requièrent la prise en compte de plusieurs éléments avant leur réalisation concrète sur le terrain. En particulier, concrète sur le terrain. En particulier, il importe de respecter la réglementation relative à la protection des espèces (faune et flore) et des habitats naturels. Doivent être également pris en compte les statuts de propriété des sites parcourus.

Le principe de la réalisation des études schématisées ci-après considère la réalisation d'un pré-diagnostic, puis la mise en place d'études de terrain adaptées aux enjeux identifiés ou supposés. Ces études se déclinent selon deux grands types :

- Les études standard, à mettre en place quel que soit l'enjeu identifié ;
 - Les études complémentaires, adaptées à chaque type d'enjeu identifié, à mettre en place en complément des études standard.
- ❖ **Étape 1** : Le pré-diagnostic recueillir des informations avant de réaliser un inventaire à proprement parler, il est nécessaire de recueillir les informations existantes en rencontrant les acteurs du territoire et en s'aidant de cartographies ou des bases de données naturalistes.
- ❖ **Étape 2** : Les thématiques à définir suite au recueil d'informations ainsi qu'à la rencontre des acteurs principaux, les thématiques des inventaires sont choisies en fonction de l'habitat



existant et des enjeux. Les thématiques d'inventaires peuvent être définis de la façon suivante :

Mammifères /Oiseaux /Reptiles /Amphibiens /Arthropodes (dont insectes) /Biotopes.

❖ **Étape 3** : Les inventaires ces inventaires ne sont pas qu'une liste d'espèces, mais ils contribuent plutôt à une compréhension du fonctionnement de l'écosystème. Ainsi, ces études amèneront à clarifier les potentialités du site, ses fragilités, les enjeux, mais aussi les contraintes. La durée des inventaires contraintes. Dépend essentiellement de la superficie et de la complexité du site. La saisonnalité des phénomènes naturels est très importante et doit être prise en compte, le printemps restant la meilleure saison pour effectuer ces études Les inventaires présentent plusieurs objectifs :

- Identifier les espèces, notamment les espèces rares et protégées.
- Cartographier les habitats et repérer les milieux remarquables.
- Comprendre la dynamique des écosystèmes.
- Repérer les zones de déplacements des animaux (corridors écologiques).
- Évaluer l'incidence d'un projet ou d'un aménagement sur le milieu et le site.
- Disposer de connaissances sur le milieu pour envisager des mesures compensatoires.

❖ **Étape 4** : Analyse des données injectes dans une base de données et analyses avec un SIG (outil de cartographie), les résultats obtenus facilitent l'interprétation des observations et l'élaboration du plan de gestion.

2. Les analyses physicochimiques de l'eau :

La qualité physico-chimique de l'eau informe sur la localisation et l'évaluation d'un niveau de pollution, en fonction d'un ensemble de paramètres basée sur des valeurs de références. Elle s'apprécie à l'aide de plusieurs paramètres (**Rodier, 2009**).

2.1. La température :

La température de l'eau est un facteur important dans la production biologique. Ceci vient du fait qu'elle affecte les propriétés physiques et chimiques de celle-ci ; en particulier sa densité, sa viscosité, la solubilité de ses gaz (notamment celle de l'oxygène) et la vitesse des réactions chimiques et biochimiques (**Hceflcd, 2006**).



2.2. Le pH:

C'est la différence du potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans la même solution. Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions (H^+) (**Rodier et al., 2009**).

2.3. La conductivité électrique (CE) :

La mesure est basée sur le principe du pont de Wheatstone, en utilisant comme appareil de zéro un galvanomètre ou une image cathodique (**Hakmi, 2006**).

2.4. Matières en suspension (MES) :

L'eau est filtrée et le poids des matières retenue par le filtre est déterminé par pesée différentielle (**Rodier et al., 2009**).

2.5. La demande biologique en oxygène (DBO5)

La détermination de la DBO5 consiste à mesurer la concentration d'oxygène par voie biologique à une température constante égale à 20 C° (**Ouali, 2001**). Par convention, la DBO5 est la valeur obtenue après cinq jours d'incubation (**Dafri, 2008**).

2.6. Demande chimique en oxygène (DCO)

Oxydation à chaud (150 C°), pendant 2h en milieu acide, en présence d'un excès d'oxydant. On évalue la quantité d'oxygène (en mg /l), utilisée par les réactions d'oxydation en déterminant la quantité d'oxydant résiduelle (**Lesavre, 2007**).

2.7. Dosage des nitrates

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitro-salicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage spectrométrique (**Rodier et al., 2009**).

2.8. Salinité :

La salinité est la quantité de sels secs dissous dans l'eau. Elle est donnée en partie par milliers notée aussi ‰ ou PSU (practical salinity unit) (**Bouchar, 2010**). Une valeur élevée de la salinité signifie une grande quantité d'ions en solution, ce qui rend plus difficile l'absorption de l'eau et des éléments



minéraux par la plante. Une salinité trop élevée peut causer de brûlures racinaires (**Foussard et Etcheber, 2011**). La mesure de la salinité est rendue possible à partir de la conductivité (lecture directe).

3. Les oiseaux d'eau

3.1. Définition et catégories :

Les oiseaux d'eau sont les oiseaux dont l'existence dépend écologiquement des zones humides et qui sont pour la plupart de grandes espèces migratrices. On utilise également le terme de l'avifaune aquatique. Le terme <<oiseau d'eau >> inclut l'ensemble des familles taxonomiques dont les membres sont principalement des oiseaux qui dépendent des zones humides, pendant au moins une partie de leur cycle de vie (**Benkaddour, 2010**)

Deux principales catégories d'oiseaux d'eau à distinguer :

- A. Les oiseaux d'eau au sens strict :** ils dépendent totalement des zones humides.
- B. Les oiseaux d'eau au sens large :** ils ne dépendent pas totalement des zones humides, mais ils utilisent durant la période de nidification ou comme des zones de nourrissage.

3.2. Généralités sur les oiseaux d'eau

Les oiseaux d'eau sont les occupants ; les plus nombreux ; les plus visibles des zones humides. C'est sans doute pour cette raison que l'on connaît mieux leur écologie que celle de n'importe quel autre groupe (**Moulay, 2011**)

Ils sont définis par l'ONC (1988) comme étant des espèces qui vivent uniquement dans les zones humides continentales ou maritimes et qui sont pour la plupart de grandes migratrices.

Les liens qui unissent ces oiseaux à l'eau sont cependant complexes et multiples. Certains vivent en permanence au contact de l'élément liquide où ils trouvent leur nourriture en nageant ou en plongeant (grèbes), d'autres n'y pénètrent que brièvement pour pêcher (sternes.), ou encore ceux qui ne se mouillent que le bec et les pattes (limicoles.). Par contre il y a ceux qui ne sont jamais en contact avec l'eau mais qui en dépendent pour leur habitat (rousseoles).

Les oiseaux d'eau réalisent une grande variété de modes de vie, permis par des adaptations de leur anatomie, physiologie et comportement. Par leurs exigences en termes de qualité et d'étendue des milieux, les oiseaux d'eau jouent un rôle intégrateur. Ils ont de ce fait été fréquemment utilisés



pour mettre en évidence l'intérêt et l'évolution de la qualité des zones humides (**Jacob et Clotuche, 1999 ; Frochot, 2000**).

3.2.1. La Migration

Parmi les caractéristiques biologiques des oiseaux la migration est la plus impressionnante, c'est une stratégie adaptative qui conduit les oiseaux à aller chercher plus loin des sites d'accueil et de stationnement plus favorables sur le plan climatique et alimentaire (**Chalabi, 1990**).

Poussés par des conditions climatiques difficiles, les oiseaux se déplacent en des effectifs spectaculaires et traversent de longues distances avec des orientations bien précises, pour passer l'hiver plus au sud sous des températures plus clémentes et où la nourriture est abondante (**Dorst, 1956 ; Dajoz, 1971**).

Durant les migrations, les oiseaux exécutent chaque année deux mouvements obligatoires qui s'effectuent au rythme d'un aller et retour (**Jarry, 1988**).

Chez ces êtres ailés, on distingue deux mouvements migratoires chaque année, le premier, au printemps, correspond à l'arrivée des populations migratrices dans les aires de nidification situées aux hautes latitudes. Le second, à l'automne marque le déplacement des individus vers les zones d'hivernage, souvent situées dans les régions intertropicales (**Ramade, 2003**).

Le déclenchement de la migration est une combinaison entre facteurs externes et endogènes selon le même auteur.

Boere et Stroud (2006) précisent que les calendriers et les itinéraires de migration varient selon les espèces et que l'étendue du voyage ainsi que les variations dans la chronologie migratoire dépendent largement des conditions météorologiques surtout s'il s'agit de vent qui impose des haltes non programmées.

Les schémas de migration des oiseaux sont infiniment variables cependant les itinéraires les plus fréquentés sont situés à chaque extrémité de la Méditerranée, à l'Ouest de Gibraltar vers l'Afrique du Nord et à l'Est au-dessus du Bosphore (**Mead, 1986**).

En général, le cycle biologique annuel des oiseaux d'eau connaît cinq grands événements : la migration d'automne, la migration de printemps, l'hivernage, la reproduction et la mue (**Filter et Roux, 1982**) (**Fig.7**)

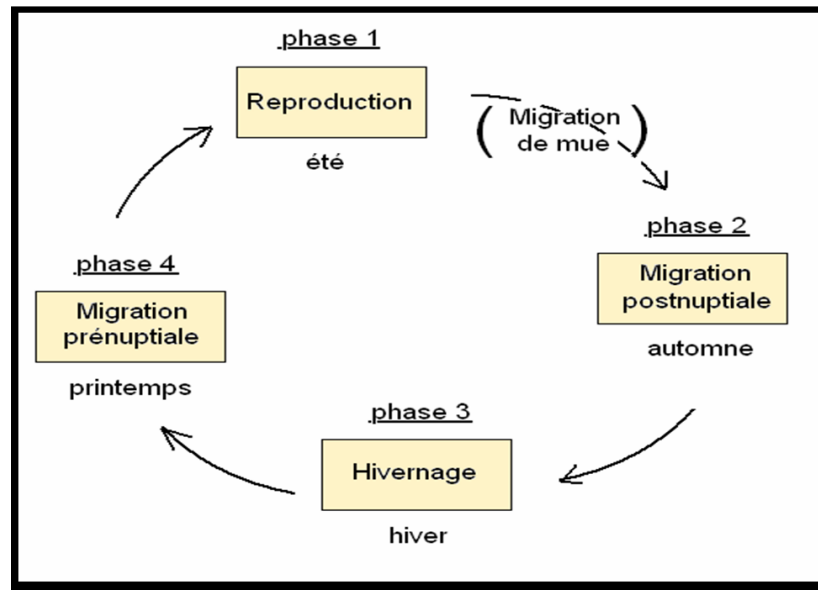


Figure.7 : Cycle annuel des déplacements d'oiseaux d'eau (Sanchez ,2007)

3.2.2. Migration postnuptiale

Pour se préserver des rigueurs de l'hiver, et trouver de la nourriture, qui manque fortement dans les régions froides ou enneigées l'hiver plus au Nord, de nombreuses espèces d'oiseaux migrent vers des zones plus chaudes au Sud où l'exploitation des ressources saisonnières de ces zones d'hivernages leur permettra de subsister sans concurrence avec les oiseaux locaux. Elle a lieu au début de l'automne, après la dispersion des jeunes et leur relative autonomie, il s'agit du déclenchement réel du processus de migration (Olivera, 2009).

3.2.3. Hivernage

Phase qui concerne le séjour passé par les oiseaux d'eau venant des hautes latitudes, pour se préserver des rigueurs de l'hiver. La période dite d'hivernage inclut généralement les quartiers d'hiver ainsi que les zones d'escale sur la voie de migration (Moulay, 2011).

3.2.4. Migration prénuptiale

Le terme de migration prénuptiale désigne la migration de retour, c'est-à-dire les déplacements annuels orientés vers les zones de reproduction (et précédant la période de nidification). Encore appelée " migration ou passage de retour ", " migration ou passage de printemps " ou " remontée ", la migration prénuptiale est le déplacement géographique qu'effectuent les oiseaux pour se rendre de leur zone d'hivernage à celle de leur reproduction (Burton, 1992 in Lefevre, 1999).



Lorsque les températures augmentent de nouveau dans leur région d'origine, et que l'exploitation des ressources saisonnières reprend, ces mêmes oiseaux reviennent pour se reproduire. Généralement le retour est rapide, le but étant de maximiser les chances de trouver un site de nidification dans un endroit où la nourriture sera abondante (**Olivera, 2009**).

3.2.5. Migration en Algérie

L'Algérie est placée dans le système des migrations à l'intérieur de la zone paléarctique et dans celui des migrations trans-sahariennes entre l'Eurasie et l'Afrique tropicale. En effet, l'Algérie occupe une position charnière dans ce système de migration car elle se situe sur les deux principales voies de migration (Flyway) de l'Est Atlantique.

Ainsi la région de l'Oranie se trouve sur la voie Ouest qui passe par le détroit de Gibraltar et la côte Atlantique, d'autre part les zones humides du Constantinois et du Nord-est avec son complexe lacustre d'El Kala se trouvent sur la voie passant par la Sicile et le Cap Bon. Selon **Isenmann et Moali (2000)**, environ 68 espèces de non passeriformes et 41 passeriformes traversent régulièrement l'Algérie, soit à l'allée ou encore au retour.

Moreau (1966) précise le passage du Canard souchet, Canard chipeau, Sarcelle d'été, Sarcelle d'hiver, Fuligule milouin, Fuligule morillon et le Fuligule nyroca au niveau du Sahara.

En revanche, **Lafferere (1968)** note le passage de la Sarcelle d'été et du Canard chipeau en migration post-nuptiale au niveau du Tassili des Ajjers.

3.2.6. La Reproduction

C'est le moyen de renouvellement chez toutes les populations animales. Chez les oiseaux c'est une succession de plusieurs processus : le cantonnement, la ponte, l'incubation et l'élevage des jeunes (**Moulay, 2011**)

Le rapport **MNHN - ONC de 1989**, discute de la définition de cette période et mentionne : "La définition la plus large comprend les phases de cantonnement et de formation des couples, de construction du nid, de ponte, d'incubation, d'éclosion, d'élevage et d'envol des jeunes. Pour certaines espèces, il faut encore ajouter après l'envol une période plus ou moins longue de dépendance des jeunes envers leurs parents ».

Pour **Cramp et Simmons (1977)**, la saison de reproduction est la période durant laquelle une espèce pond, couve et élève ses jeunes jusqu'à l'envol ; elle commence avec l'installation sur les



sites de reproduction et se termine avec l'acquisition de l'indépendance des jeunes (**Lefevre, 1999**).

3.2.7. L'Alimentation

Les oiseaux aquatiques peuvent être divisés en grands groupes en fonction de leurs comportements alimentaires. Les oiseaux barboteurs s'alimentent principalement à la surface de l'eau, tandis que les plongeurs s'alimentent surtout en profondeur (**Paracuellos, 2006**). Chez les canards, on considère que les *Anatini* sont barboteurs et s'alimentent généralement dans les eaux peu profondes, tandis que les *Aythini* sont plongeurs et s'alimentent en eaux plus profondes (**Green et El Hamzaoui, 2000 ; Kantrud, 1986**). Pour leur part, les échassiers sont essentiellement des oiseaux de rivage. En plus de ces catégories, on peut distinguer les espèces qui s'alimentent principalement près de la berge (notamment le Canard Colvert, *Anas platyrhynchos*, et la Foulque macroule, *Fulica atra*) de ceux qui s'alimentent aussi régulièrement dans les zones plus éloignées (par exemple le Canard Souchet, *Anas clypeata*, le Grèbe à cou noir et l'Érismature à tête blanche) (**Paracuellos, 2006**).

Chez les échassiers et les autres oiseaux qui ne plongent pas, la longueur du bec, du cou, des pattes et du corps permet à chaque espèce de se nourrir dans une amplitude restreinte de profondeurs d'eau (**Pöysä, 1983 ; Bolduc et Afton, 2004**).

Les espèces plongeuses sont également limitées par des profondeurs minimums et maximums à laquelle leur alimentation est efficace (**Bolduc et Afton, 2004**). Ainsi, la profondeur de l'eau détermine de façon directe la disponibilité de la nourriture et, par le fait même, l'intérêt d'un milieu humide pour chaque espèce (**Hamel, 2011**).

3.3. Les principales activités des oiseaux d'eau

Les six principaux comportements des oiseaux aquatiques sont décrits succinctement ci-après :

✓ Le sommeil :

Le sommeil est la principale activité de confort des oiseaux. Le sommeil chez les canards est une phase où l'oiseau doit dépenser le moins d'énergie possible et simultanément conserver une vigilance étroite vis-à-vis de son entourage pour garantir surtout sa sécurité vis-à-vis des prédateurs (**Tamisier & Dehorter, 1999**). « Le canard ne dort que d'un seul oeil ».



✓ **L'alimentation :**

La nourriture est un apport de calories, mais chercher de la nourriture coûte aussi de l'énergie. L'apport doit être supérieur à la dépense. L'oiseau doit trouver un compromis entre le comportement alimentaire le moins coûteux et la nourriture la plus riche. L'énergie L'apport doit être supérieur à la dépense. L'oiseau doit trouver un compromis entre le comportement alimentaire le moins coûteux et la nourriture la plus riche. L'énergie acquise à travers la nourriture conditionne toute la vie de l'oiseau. Elle permet de répondre à ses exigences immédiates de maintenance et de croissance, mais une partie de cette énergie est également stockée afin de répondre aux exigences des phases suivantes du cycle annuel dans la perspective d'un meilleur succès de reproduction **(Tamisier et Dehorter, 1999)**.

✓ **La nage :**

La nage est un comportement de base qui accompagne souvent d'autres activités (alimentation, parades). Mais elle est bien entendu un moyen de déplacement sur le plan d'eau et un moyen pour l'oiseau d'éviter la dérive induite par le vent et les vagues. Il s'agit le plus souvent d'un comportement collectif **(Tamisier et Dehorter, 1999)**.

✓ **Le vol :**

Le vol des canards correspond à quatre besoins particuliers : - Déplacements entre deux remises diurnes, ou entre deux lieux d'alimentation nocturne ;
- Déplacement systématique entre lieu de repos et lieu d'alimentation, (les vols crépusculaires du matin et du soir appelés « la passée ») ;
- Déplacement spontané (dans le cadre d'une parade nuptiale par exemple) ;
- Réaction de fuite vis-à-vis d'un prédateur potentiel **(Tamisier et Dehorter, 1999)**.

✓ **La toilette :**

L'entretien des plumes est un comportement qui a une double fonction **(MacKinney, 1965)** : d'une part nettoyer le plumage (retirer les ectoparasites notamment) et l'entretenir au moment de la mue des plumes du corps (retirer les vieilles plumes, mettre en bonne place celles qui poussent), d'autre part, graisser les plumes avec le produit de la glande uropygienne (sur le croupion) pour en assurer l'imperméabilité **(Tamisier et Dehorter, 1999)**.



✓ Les parades nuptiales :

La formation des couples de toutes les espèces de canards à lieu pendant la période hivernale, surtout chez les canards de surface et elle est précédée par les parades nuptiales. Ces parades sont aussi éclectiques et discrètes dans leur apparence que complexes dans leurs enchaînements comportementaux (**Tamisier et Dehorter, 1999**).

3.4. Situation des oiseaux d'eau en Algérie

Selon **Bellatreche (2007)**, 240 espèces d'oiseaux peuvent être observées dans ou autour des zones humides en Algérie. Parmi lesquelles, 125 espèces sont des oiseaux d'eau qui ont des liens forts à très forts avec les zones humides, car elles vivent dans ou autour des zones humides et dépendent de ces habitats à certaines périodes de leur cycle biologique. On les appellera les oiseaux d'eau au sens écologique du terme ou encore l'avifaune aquatique. Parmi ces 125 espèces de l'avifaune aquatique on distingue deux principales catégories (**Chapi, 2009**).

- Les espèces d'oiseaux d'eau au sens propre (ou stricte) du terme : représentées par 109 espèces, ex : Grand cormoran, Oie cendré et Vanneau huppé.
- Les espèces d'oiseaux d'eau au sens large du terme : représentées par 16 espèces, ex : Cigogne blanche, Balbuzard fluviatile, Busard des roseaux.

Les principaux groupes d'oiseaux d'eau au sens stricte du terme (109 espèces) sont :

- ✚ Les anatidés : 19 espèces.
- ✚ Les rallidés : 08 espèces.
- ✚ Les grèbes : 03 espèces.
- ✚ Les grands échassiers : 33 espèces.
- ✚ Les petits échassiers et / ou limicoles : 34 espèces.
- ✚ Les oiseaux marins : 12 espèces.

3.5. Dénombrement des oiseaux d'eau

Au niveau international, c'est en 1976, et en réponse à la dégradation des zones humides en Europe, qu'ont débuté les premiers recensements d'oiseaux d'eau. Au plan africain, c'est en 1991 que les dénombrements d'oiseaux d'eau furent initiés par Wetlands International. Ils sont depuis réalisés annuellement à la mi-janvier, période de plein hivernage, où les mouvements migratoires



sont pratiquement nuls par conséquent, les populations d'oiseaux sur chaque site sont les plus stables.

Il existe ainsi pour chaque pays un coordonnateur national chargé de la mise en œuvre de ces dénombrements. Les résultats sont centralisés auprès de Wetlands International. Qui en assure la publication annuelle dans le rapport « African Water fowl Census » (**Portier et al., 2001**).

Les dénombrements hivernaux des oiseaux d'eau sont organisés en Algérie par l'Agence Nationale pour la Conservation de la Nature (**A.N.N.**) et la Direction Générale des Forêts (**D.G.F.**), en collaboration avec Wetlands international.

3.6. Les objectifs du dénombrement des oiseaux

L'un des objectifs du dénombrement est d'estimer l'effectif total des populations des différentes espèces d'oiseaux d'eau. S'il peut paraître difficile d'identifier les conséquences d'un facteur sur une population quelconque, les dénombrements d'oiseaux nous permettent d'établir les symptômes, à savoir une chute ou une augmentation exagérée des effectifs (**Benyacoub, 2000**).

D'une autre part les dénombrements permettent d'évaluer l'importance des zones humides pour les populations d'oiseaux et de suivre l'état de ces zones. Des cartes de distribution des populations d'oiseaux peuvent être aussi établies à partir de dénombrement d'oiseaux (**Portier et al, 2001**).

D'avoir des informations fiables sur l'état de ces populations. Et de détecter la tendance démographique de ces populations : les effectifs sont-ils stables, en augmentation, ou en diminution ? Et l'une des questions subsidiaires est de savoir quels sont les facteurs qui contrôlent ces effectifs (**Tamisier et Dehorter, 1999**).

4. Végétation et flore

Selon **Cabane (2010)**, la végétation est l'ensemble des plantes que l'on peut trouver sur le pourtour (exemple le pourtour méditerranéen). La végétation est définie aussi par l'ensemble des plantes d'un territoire donné considéré dans leur aspect (physionomie) et dans leur agencement spatiale (structure) et temporel (dynamique) qui constitue une formation végétale (**Touffet, 1982**). Ce groupe d'espèces est ainsi considéré comme le reflet des conditions situationnelles (**Beguin et al, 1979**).

Niang Diop (2010), a défini la flore d'une région donnée comme la liste des espèces de plantes que l'on trouve dans une région. Ce catalogue peut différer considérablement d'un lieu géographique à un autre, soumis pourtant tous les deux aux mêmes conditions de milieu.

PARTIE EXPERIMENTALE



CHAPITRE 1.

Matériel et méthodes





Chapitre 2 : Matériel et Méthodes :

1. Présentation de la zone d'étude :

L'analyse des zones humides dans la région de l'Oued Righ exige une compréhension approfondie de son cadre géographique et naturel. Située au cœur du Sahara septentrional algérien, cette région présente des caractéristiques morphologiques, climatiques et hydrologiques spécifiques qui conditionnent la genèse et l'évolution des écosystèmes humides.

Ce chapitre vise à examiner de manière détaillée les composantes physiques de la région afin d'établir une base scientifique solide pour l'étude des milieux humides développée dans le chapitre suivant.

1. 1. Cadre géographique et administratif :

La région de l'Oued Righ se localise dans le Sud-Est de l'Algérie, entre les wilayas d'El M'Ghair et de Touggourt (**Sec, 2021**). Il occupe une position stratégique dans la partie nord du désert algérien, à une distance de 600 km, sur une dépression dont la longueur est estimée à 160 km et la largeur à 30 et 40 km. Il s'étend au nord d'Aïn Safra, près de la ville d'Oum Thiour, jusqu'au village de El goug, au sud.

Il est bordé au nord par le pays du Zab, au sud par l'oued Mya, à l'est par l'Oued Souf et à l'ouest par la région de Hajira. Sa superficie est de 1 200 km². (**kadri, 2013**).

Astronomiquement, il est situé entre les longitudes 32° et 54° est du méridien de Greenwich et les latitudes 34° et 09° nord de l'équateur. Au cours de son histoire, la vallée de Reg a reçu plusieurs noms, dont Yaqout al-Hamwi Ba al-Zab al-Saghir ou Reg, et Ibn Khaldoun l'a appelée Balade Reg ou Ard Reg. (**Chako et al , 2012**).

Plus de 35 villes et villages sont situés sur son territoire, formant les oasis de la vallée de Reg.

Touggourt est la capitale politique, économique, sociale et culturelle du Wadi Righ, tandis que Tamacine est considérée comme la capitale religieuse, car elle abrite le siège de la Zaouia Tijaniya. Le Wadi Righ est divisé en trois zones principales : au nord, les districts de Djamaa



et El Mghair ; au centre, les districts de Megarine et Touggourt ; au sud, les districts de Tamacine.

Wadi Rig se caractérise par un climat continental sec, froid en hiver et chaud en été, avec des précipitations variantes entre 60 mm et 126 mm, et un minimum de 14 mm par an. (**mazoz, 2014-2015**)

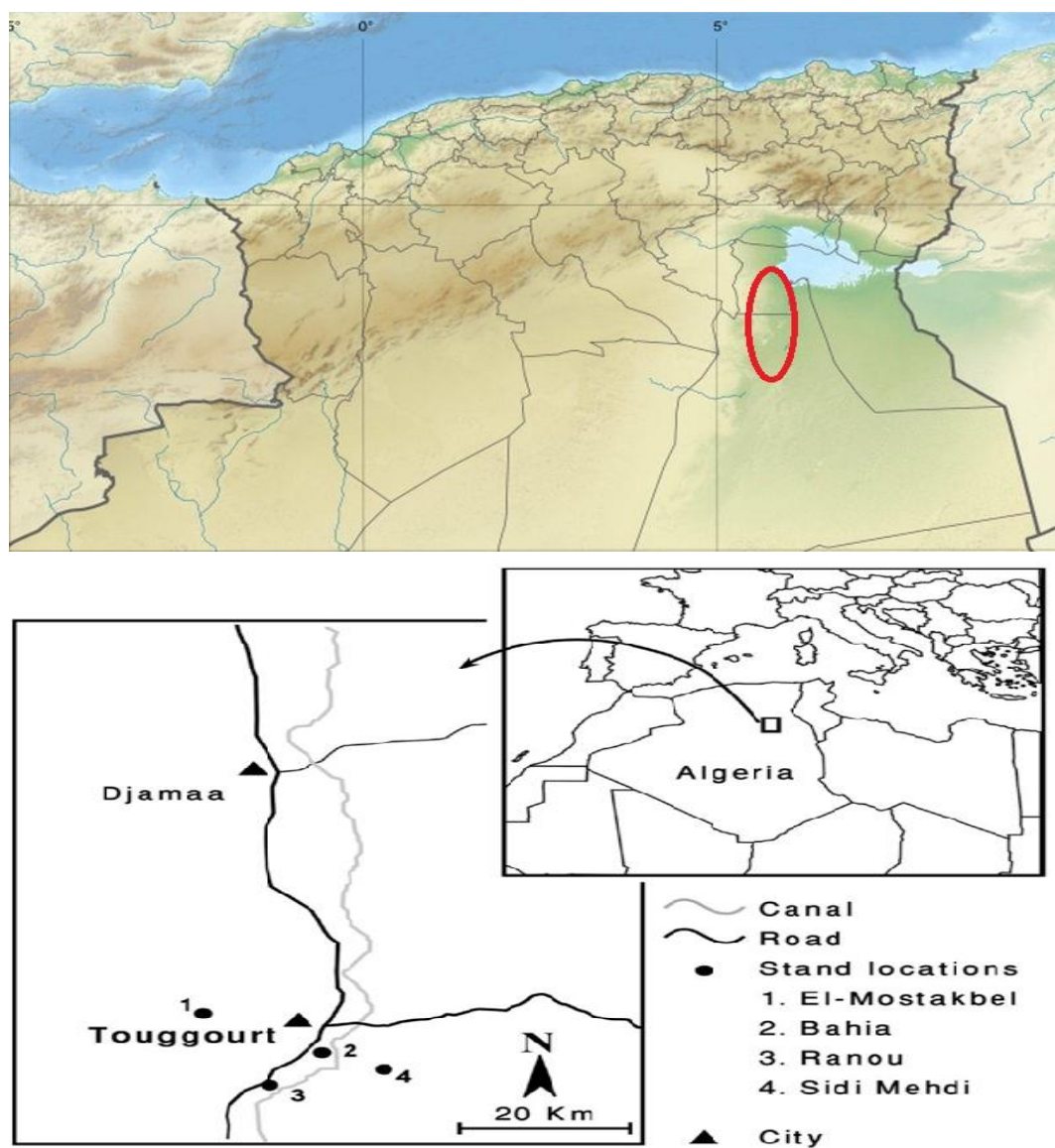


Figure 8. Situation de la vallée d'Oued Righ (Boussaada-Maabdi, 2017)



1.2. Caractéristiques géologiques et structurales de la région de l'Oued Righ :

La région du Wadi Righ fait partie intégrante de la plateforme saharienne au nord-est, un vaste bassin sédimentaire caractérisé par l'accumulation d'importantes couches rocheuses résultant de cycles sédimentaires continentaux et marins au cours des ères géologiques. Sur le plan structural, la région se situe dans une dépression tectonique appelée fosse du Wadi Righ, un bassin versant longitudinal border à l'ouest par les hauts plateaux du M'Zab et à l'est par le Grand Erg Oriental.

D'un point de vue litho stratigraphique, la région est formée d'une succession de couches sédimentaires datant de l'ère mésozoïque à nos jours. Les formations du Terminal continental constituent l'élément géologique dominant. Elles sont principalement composées de dépôts mio-pliocènes constitués d'un mélange de sable, d'argile et de limon, ainsi que de couches calcaires et gypseuses. Ces formations sont recouvertes par des dépôts quaternaires, qui varient entre dunes de sable et dépôts d'évaporites tels que le sel et le gypse dans les plaines et le long de la côte, reflétant la nature géologique fragile et saline de la région (**Babaousmail, 2016**).

1.3. Caractéristiques géomorphologiques et pédologiques

1.3.1 Morphologie et relief :

L'Oued Righ correspond à une cuvette saharienne allongée, caractérisée par une topographie faiblement inclinée. L'altitude moyenne varie entre 50 et 100 mètres. Cette faible déclivité explique la stagnation des eaux de drainage et la formation de dépressions humides.

La région est entourée de massifs dunaires appartenant à l'Erg Oriental, ce qui influence les dynamiques éoliennes et la mobilité des sables. Les formations géologiques dominantes sont constituées de dépôts quaternaires sablo-argileux et gypseux.

1.3.2 Nature des sols :

Les sols de la région se distinguent par leur diversité et leur forte salinité :



- **Sols sableux** : localisés dans les zones dunaires, caractérisés par une faible capacité de rétention d'eau.
- **Sols salins et gypseux** : dominants dans les dépressions, marqués par une accumulation de sels due à l'évaporation intense.
- **Sols alluviaux** : rencontrés dans certaines oasis, relativement plus fertiles grâce aux apports organiques.

La salinisation des sols constitue l'un des principaux problèmes environnementaux, résultant à la fois des conditions climatiques arides et de l'irrigation intensive (**Zeddouri et Melouah 2017**)

1.4. Climatologie :

Le climat de l'Oued Righ est de type saharien, caractérisé par une faible pluviométrie et une répartition irrégulière des précipitations d'une année à l'autre. Les températures présentent également des variations importantes entre les saisons ainsi qu'entre le jour et la nuit, accompagnées d'un faible taux d'humidité atmosphérique. La région est parfois soumise à des vents forts chargés de sable, notamment durant les périodes sèches. Afin d'étudier les caractéristiques climatiques de la zone d'étude, les données climatiques enregistrées sur une période de dix années ont été exploitées.

1.4.1. Température:

La région d'Oued Righ se caractérise par des températures très élevées. La température moyenne annuelle enregistrée durant la période (2016–2025) est d'environ 23,1°C, avec une valeur moyenne mensuelle maximale observée au mois de juillet, atteignant 35,6°C, ce qui en fait le mois le plus chaud de l'année. À l'inverse, le mois de janvier est le plus froid, avec une température moyenne mensuelle minimale de 10,1°C. Les données indiquent également que la température maximale a atteint 40,1°C en juillet, tandis que la température minimale enregistrée a été de 2,5°C en janvier (**Tab.2**).



**Tableau.2 : Évolution des températures moyennes annuelles (°C) sur la période
2016 _2025**

Mois	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
T max	17.6	19.8	23.9	28.5	34.8	39.4	40.1	38.3	35.8	29.5	23.3	17.5
T min	2.5	8.8	11.6	14.8	19.3	25.6	31	30.6	24.2	17.5	11.3	7.9
T moyennes	10.1	14.3	17.8	21.7	27.1	32.5	35.6	34.5	30	23.5	17.3	12.7

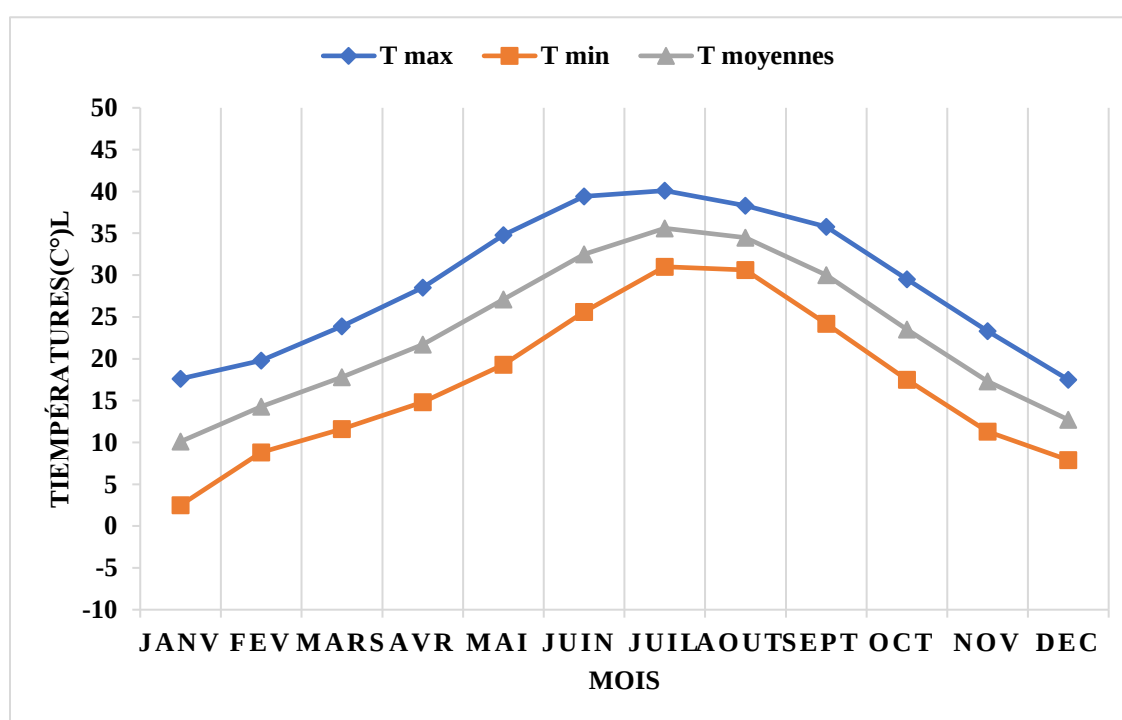


Figure.9 : Le régime thermique annuel dans la région d'Oued Righ (période 2016-2025).

1.4.2. Les précipitations :

D'après la **figure (10)**, on observe que les précipitations à Oued Righ varient sensiblement d'un mois à l'autre. Les valeurs maximales des précipitations enregistrées en 24 heures ont été observées durant les mois d'avril et de novembre, ce qui traduit la survenue d'épisodes pluvieux intenses sur de courtes périodes. En revanche, les cumuls mensuels de précipitations demeurent faibles pendant la majeure partie de l'année, avec une légère augmentation au



printemps et en automne. Cette répartition met en évidence le caractère irrégulier des précipitations dans la région, marqué par de longues périodes sèches interrompues par des épisodes pluvieux occasionnels pouvant parfois être relativement intenses. Ces caractéristiques sont en accord avec le climat saharien qui prédomine dans la région d'Oued Righ, connu pour la faiblesse et l'irrégularité de ses précipitations d'une année à l'autre.

Tableau3. : Évolution des précipitations annuelles moyennes (mm) sur la période 2016 _ 2025

Mois	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Max en 24h	1.6	7	8	37.8	9.8	2	0.4	16.5	20.8	2.6	36.5	12
Cumul moyen	0.3	1.5	2.3	11.4	3	0.4	0.1	2.2	3.8	0.7	7.6	2.3
Moyenne	2.2	1.9	2.6	6.2	2	0.4	0.1	0.8	3.1	1.1	4.2	1.9

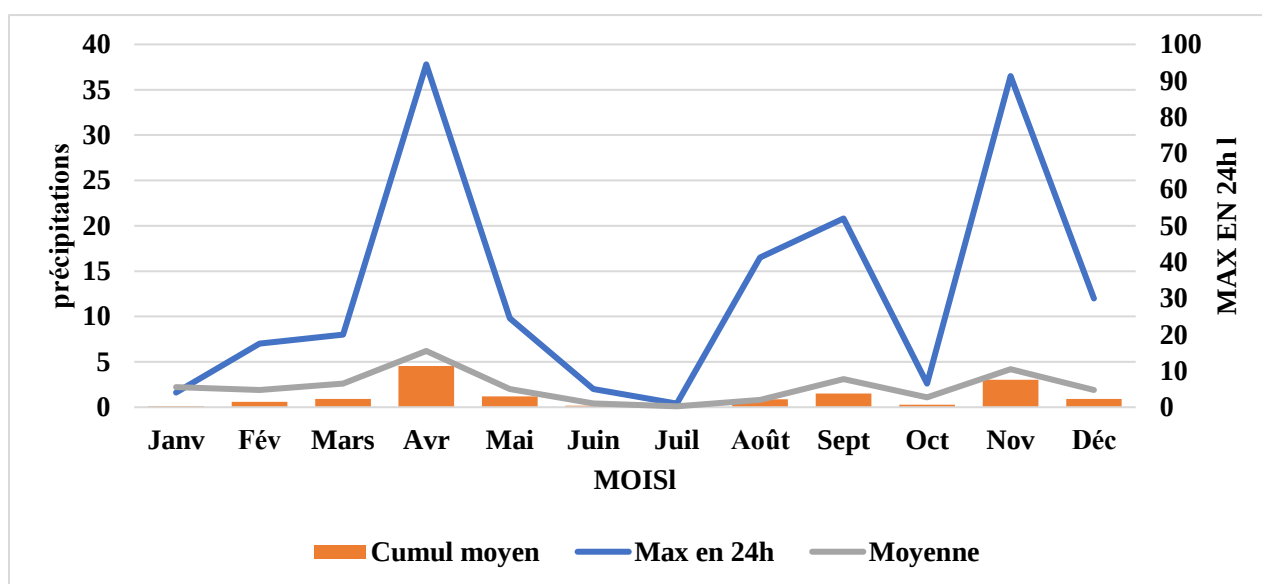


Figure. 10 Évaluation des valeurs extrêmes de la pression atmosphérique et du vent (2016-2025).

I.4.3. Vents:

Durant la période 2016–2026, la région d'étude a été caractérisée par des vents actifs tout au long de l'année, avec une vitesse moyenne annuelle de 98,7 km/h. La rafale maximale a été



enregistrée en février avec 158,4 km/h, tandis que la valeur minimale a été observée en novembre avec 68,4 km/h. Les directions des vents ont varié selon les saisons (**Tab.4**).

Tableau.4 : Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique (hPa) et de la vitesse du vent (km/h) (2016-2025).

Mois	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Toute période
Rafale maximale	86.4	158.4	133.2	97.2	122.4	93.6	82.8	86.4	86.4	72	68.4	86.4	158.4
Minimale	995.2	991.4	988.5	992	991.8	915.2	995	1000.2	1000.1	998.5	994.2	998	915.2
maximale	1024.5	1023.8	1022	1021.4	1018.6	1014.2	1015	1016.4	1019.2	1022.5	1023.9	1025.1	1025.1

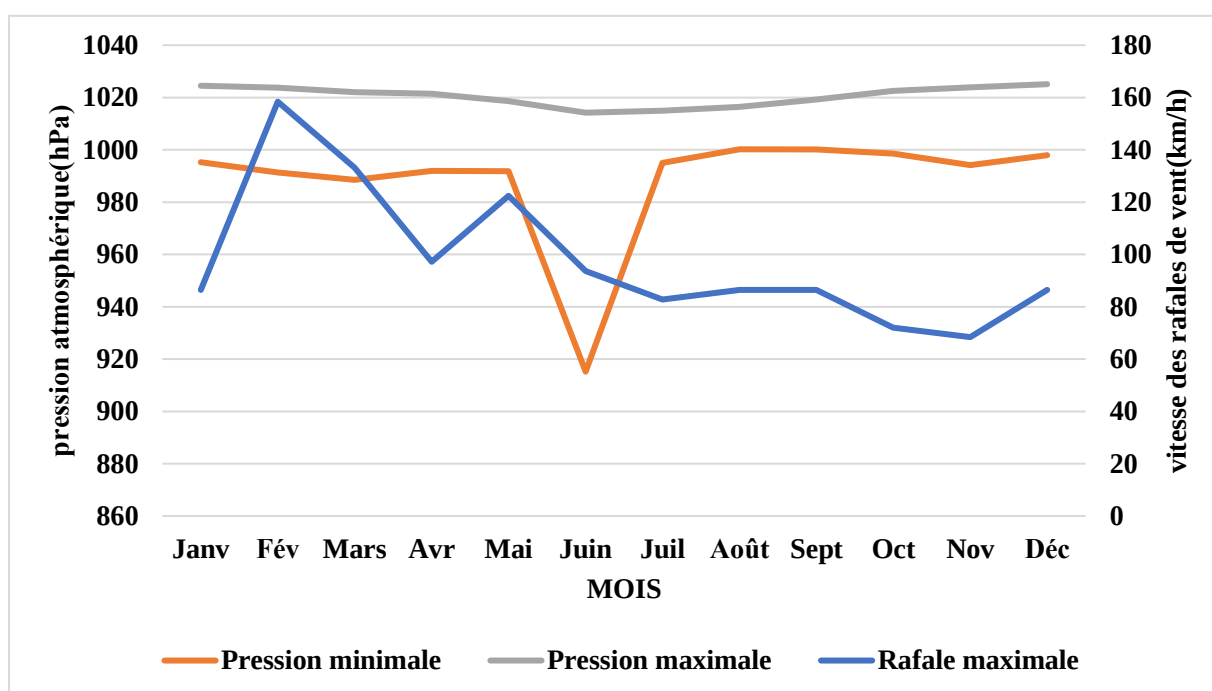


Figure.11 : Variations de la répartition des précipitations annuelles moyennes (mm). (2016_2025)



1.5. Synthèse climatique

1.5.1. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN :

Le diagramme climatique de GausSEN permet de déterminer la durée de la période de sécheresse en comparant les précipitations moyennes mensuelles aux températures moyennes mensuelles, selon la relation ($P = 2T$), où l'échelle des températures est le double de celle des précipitations. L'analyse du diagramme ombrothermique de la région d'Oued Righ pour la période 2016–2025 (**Fig.12**) montre que la sécheresse persiste tout au long de l'année. En effet, les précipitations restent inférieures au double des températures durant tous les mois, ce qui traduit le caractère aride de la région et l'absence d'une période humide bien marquée.

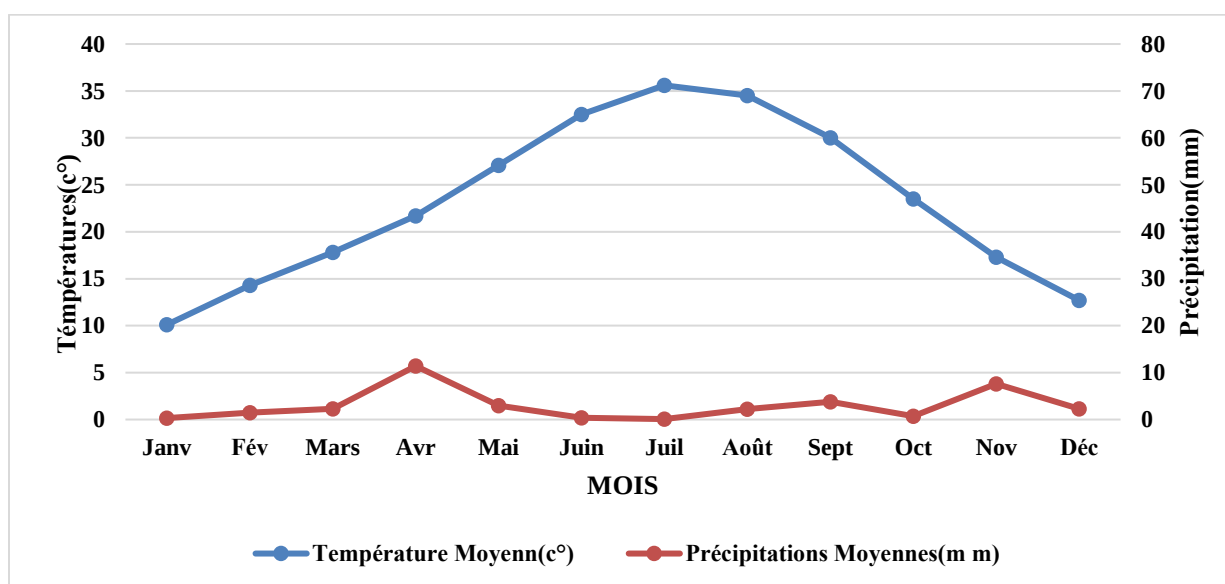


Figure.12: Caractérisation bioclimatique de l'Oued Righ par le diagramme de Bagnouls et GausSEN

1.5.2. Climagramme bioclimatique d'Emberger :

Le quotient pluviothermique d'Emberger a été utilisé afin de déterminer l'étage bioclimatique de la zone d'étude (**Fig.13**). Ce quotient repose sur la relation entre la pluviométrie annuelle et les températures moyennes maximales du mois le plus chaud ainsi que les températures moyennes minimales du mois le plus froid.



Le quotient d'Emberger est calculé selon la formule suivante :

$$Q_2 = 1000P / [(M + m) / 2] (M - m)]$$

Où :

P : précipitations annuelles (mm) ;

M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (°C) ;

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

Une formule simplifiée proposée par Stewart (1969) a également été prise en considération :

$$Q_3 = 3.43 (P / (M - m))$$

Le calcul de ce quotient a été réalisé à partir des données climatiques enregistrées dans la région d'Oued Righ durant la période allant de 2016 à 2025. Après le calcul du quotient pluviothermique d'Emberger, les valeurs obtenues ont été reportées sur le climagramme bioclimatique d'Emberger en utilisant la valeur de Q_2 sur l'axe des ordonnées et la valeur de m sur l'axe des abscisses, afin de déterminer l'étage bioclimatique correspondant à la zone d'étude.

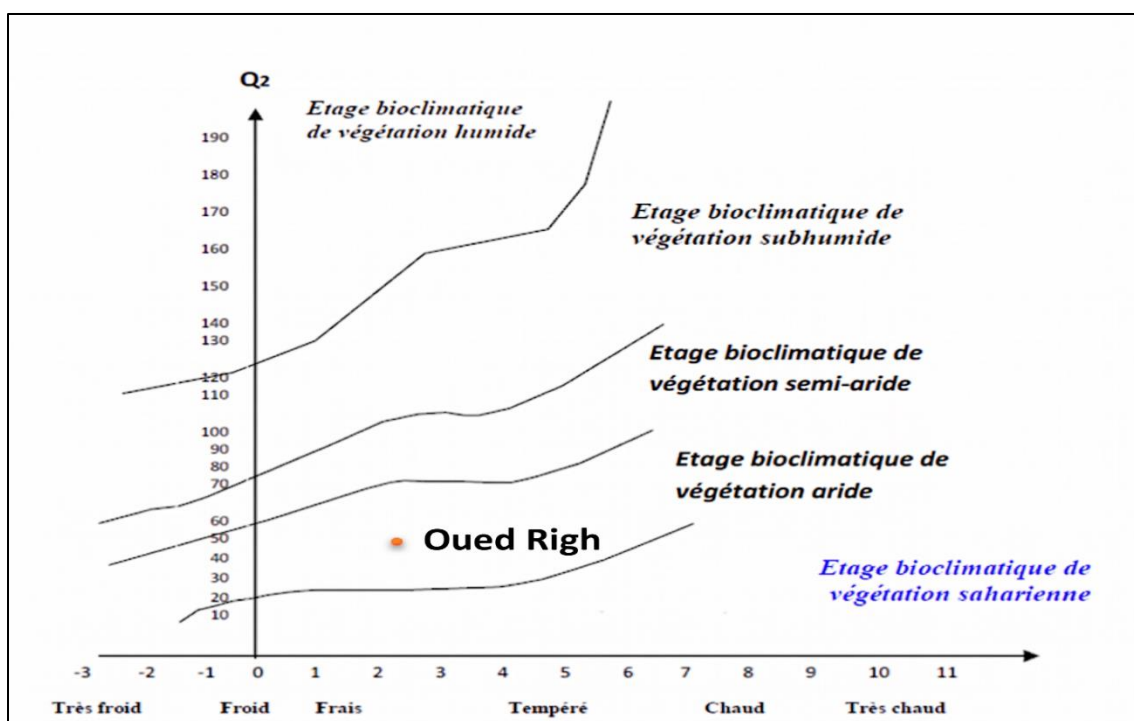


Figure.13 : Positionnement bioclimatique de la région d'Oued Righ selon l'indice d'Emberger.

2. Présentation de quelques zones humides d'oued Righ :

Dans les régions arides, les zones humides représentent des systèmes écologiques stratégiques, assurant des fonctions hydrologiques, biologiques et socio-économiques essentielles. Dans l'Oued Righ, ces milieux résultent d'une interaction complexe entre facteurs naturels (dépression topographique, climat aride) et interventions anthropiques (irrigation, drainage)

2.1 . Le canal de l'Oued Righ :

L'Oued Righ se situe entre 34° et 9° de latitude nord et entre 32° et 54° de longitude est.

Le canal du l'Oued Righ prend sa source au village de goug et se termine au Chott Marouane, à El M'Ghair. Sa longueur totale est d'environ 136 km. Les trois premiers kilomètres du canal sont constitués de conduites de 1 000 mm de diamètre enfouies dans du béton armé (**Photo.1**) (lobna, 2021-2022)



2.1.1 hydrochimies : Le canal d'Oued Righ joue un rôle vital pour toute la région. Ses caractéristiques et ses effets sont les suivants :

- **Forte minéralisation** : L'eau qui circule dans le canal présente une conductivité électrique (Ec) élevée en raison de l'extraction des sels des eaux de ruissellement souterraines, fortement salines, et des sols agricoles.
- **Impact hydrochimie sur le sol** : Le canal agit comme un collecteur primaire pour les eaux de drainage agricole secondaires, contribuant ainsi à.
 - La réduction de la salinisation secondaire : Il empêche l'accumulation de sels dans les couches superficielles du sol par capillarité.
 - Le maintien de l'équilibre ionique : L'excès d'eau saturée en ions (tels que le sodium, le chlorure et le sulfate) est continuellement évacué, empêchant ainsi le sol d'atteindre un état de saturation qui entraînerait la détérioration des cultures.
- **Qualité de l'eau** : Les propriétés chimiques de l'eau du canal reflètent une interaction dynamique entre l'eau d'irrigation et les processus de dissolution et d'évaporation. Cela conduit à une augmentation progressive de la salinité de l'eau le long du canal (150 km) jusqu'à son exutoire final, Chott Marouane.

2.1.2. Organisation écologique :

Malgré son origine anthropique, le canal favorise l'installation d'une végétation hygrophile dominée par *Phragmites australis*, *Typha spp.* Et *Tamarix spp.* Ces formations végétales assurent

- La stabilisation des berges
- L'accueil d'une avifaune aquatique
- Le développement d'une macrofaune benthique adaptée aux milieux saumâtres.



Photo.01 : Canal de l'Oued Righ (Hammadi et Mogdad ,2025)

2.2. Chott Sidi Slimane (wilaya de Touggourt) :

Chott Sidi Slimane est une étape incontournable grâce à sa situation géographique privilégiée et sa proximité avec un lieu de culte. Une palmeraie et une dense roselière entourent le lac. Il s'agit d'un lac salé permanent, accessible toute l'année, dont la profondeur est variable.

Chott se situe à une altitude moyenne de 50 mètres et couvre une superficie d'environ 6,16 hectares. Le site se trouve à proximité de la route principale, à environ 500 mètres de la commune de Sidi Slimane.

- Longitude : 3°44'44''Est

-Latitude 38°17'10'' Nord



Photo.02 : Lac Sidi Slimane (Hammadi et Mogdad 2025)

2.3. Lac Tamacine (wilaya de Touggourt) :

Il s'agit d'un plan d'eau peu profond rempli d'eau salée, dont le niveau varie en fonction des conditions climatiques.

Le lac est alimenté par deux sources principales : les eaux souterraines et les eaux usées. Il couvre une superficie de 5 hectares et s'élève à 77 mètres au-dessus du niveau de la mer. Il est bordé au nord par des palmeraies denses, à l'est par le canal de Wadi Righ, et au sud et à l'ouest par la ville de Tamacine.

- Latitude : 33°00'54,28" Nord.

-Longitude : 6°01'24,23" Est.

Le lac est très réputé grâce à son emplacement stratégique, qui en fait une destination touristique prisée des visiteurs venus de tout le pays.



Photo.3 : Lac de Tamacine (Hammadi et Mogdad 2025)

2.4 Lac de Megarine (wilaya de Touggourt) :

Situé au milieu des palmeraies de la commune de Mégarien, ce lac à une profondeur d'environ 20 mètres et s'étend sur une superficie de 1,25 hectare.

Il est principalement alimenté par deux sources permanentes : les eaux souterraines et les eaux usées qui se déversent dans le bassin versant du lac.

Latitude de 33°12'18.27''Nord

Longitude : 6° 5'56.71''EST (Naima et Koll 2015).



Photo.04: Lac Megarine (Hammadi et Mogdad 2025)

2.5 Chott Marwane (wilaya d' El MEGHAIER):

Chott Marouane est situé dans la province d'El MEGHAIER, et classé comme zone humide couvrant une superficie de 337, 700 hectares, caractérisée par ses eaux salées permanentes provenant de l'oued Khorouf, qui représente l'embouchure finale des eaux d'irrigation excédentaires provenant des palmeraies environnantes et des eaux usées des municipalités de Touggourt et Djamaa.

Le lagon est un refuge sûr pour les oiseaux migrateurs d'importance internationale et constitue une source alimentaire importante pour des espèces de poissons locaux relativement peu connues.

-Latitude de 33° 50 à 34° 00 Nord.

-Longitude de 6° 00' à 6° 20 Est (**Messaoudi et Bouchem 2023**).



Photo.05: Chotte de Marwan (Hammadi et Mogdad 2025)

2.6 Lac Ayata (wilaya de El Meghaier) :

Ce lac est situé dans la municipalité de Sidi Amrane, près de la route nationale 3. Sa superficie varie de 50 à 150 hectares, et sa profondeur varie entre un demi-mètre et deux mètres, atteignant trois mètres dans certaines zones.

Ce lac est alimenté par les eaux de ruissellement agricoles et les eaux usées des six villages voisins. Ce sont ses deux principales sources (**Ben Youcef *et al* , 2022**).

X:(33°29'35.42")

Y :(5°59'25.91")



Photo.06: Lac Ayata (Hammadi et Mogdad 2025)

2.7 Chott Tighdidine (wilaya de El Meghaier) :

Située dans la commune de Tighdidine sa superficie est de 200 hectares, qui sont devenus arides et stériles ces dernières années. **(Bensaci *et al* ,2013)**

-Latitude de 33°31.366' Nord

-Latitude de 06°02.181' Est

2.8 Chott Tindla (wilaya de El Meghaier) :

Situé près de la commune de Tindla, ce bassin était autrefois un important réservoir recevant les eaux usées, les eaux de ruissellement agricoles et les eaux excédentaires du canal de Wadi Righ. Récemment, il s'est presque complètement asséché en raison de l'urbanisation et de l'extension du réseau d'assainissement

-Latitude de 33°39.787' Nord

-Latitude de 6°02.815' Est (**Bouzegag , 2015)**



L'ensemble des zones humides de l'Oued Righ forme ainsi un système interconnecté, où les dynamiques hydrologiques, édaphiques et biologiques sont étroitement dépendantes des activités anthropiques et des conditions climatiques sahariennes.

Les zones humides de l'Oued Righ traduisent l'adaptation d'un système écologique au contexte aride saharien et aux pressions anthropiques. Leur préservation nécessite une gestion rationnelle des ressources en eau et une surveillance environnementale continue afin d'assurer leur durabilité.

3. Méthodologie du travail :

3.1. Objectifs :

Cette étude contribue à l'analyse des caractéristiques environnementales du site, tant biotiques qu'abiotiques, en particulier la végétation, les ressources en eau et l'avifaune. La valorisation de ce patrimoine naturel est essentielle à une gestion durable du territoire.

Nous visons par ce travail à atteindre les objectifs suivants :

- Caractérisation et identification des éléments abiotiques du site par l'analyse de certains paramètres physicochimiques de l'eau.
- Identification et caractérisation de la diversité floristique du canal d'Oued Righ.
- Étude et dénombrement des espèces d'oiseaux d'eau et mise en évidence de leur relation avec l'eau.
- Mettre en évidence la valeur écologique de ces zones et d'établir des données scientifiques pour leur gestion et leur protection.

3.2.Sélection et localisation des stations d'échantillonnage

Nous avons utilisé plusieurs stations pour obtenir une caractérisation précise et exhaustive de la zone, ce qui nous a permis d'identifier les variations de la qualité de l'eau et des conditions écologiques, et de mettre en lumière les activités humaines aux abords du canal.



La région d'Oued Righ est l'une des zones désertiques les plus riches d'Algérie et est classée comme zone humide. Elle abrite un écosystème diversifié comprenant un canal de drainage, des lacs, des marais salants et des marais.

Afin d'étudier l'état écologique de la région et d'évaluer la qualité de son eau, nous avons sélectionné des stations d'étude réparties le long du canal et quelques lacs.

Pour cette étude, huit (8) stations ont été sélectionnées. Ces stations ont été réparties systématiquement du début à la fin du canal afin d'assurer une couverture exhaustive et précise et de déterminer l'état de la zone.

Ces stations ont été choisies car elles constituent des points clés, représentent fidèlement la situation écologique, fournissent les données nécessaires, sont adjacentes à des points de drainage et, pour certaines, se situent à proximité de zones agricoles. Elles servent également de points de rassemblement pour les oiseaux et les plantes (**Tab.5 ; Fig.14**).

Afin de faciliter l'organisation, chaque station a été désignée par la lettre (S) suivie de son numéro (1 à 8) en fonction de sa position le long du canal.

Tableau.5 : Sites de prélèvement d'eau et points de suivi des oiseaux.

N°	Nom des stations	Coordonnées géographiques	Description
S1	Lac de Tamacine	E 06°01'15" N 33°01'15"	C'est une dépression d'eaux saumâtres permanentes couvrant 2 ha, alimentée par la nappe phréatique et le drainage. Sa profondeur atteint 7 m. Le site est bordé par le vieux Ksar et le siège de la Zaouia Tidjania.
S2	Station d'épuration (Touggourt)	E 6°03'28'' N 33°06'18''	Une station qui contient principalement des eaux usées domestiques, en plus d'un peu d'eaux usées industrielles de la wilaya Touggourt



S3	Lac Megarine	E 06°05'53" N 33°12'24"	Situé au cœur des palmeraies El Megarine ce lac permanent est alimenté par les eaux de drainage et souterraines. Il comprend deux plans d'eau reliés par un canal de 111 m, jouant un rôle écologique et hydrologique majeur
S4	Sidi Slimane	E 06°06'31 N 33°17'14"	Commune appartenant au Daïra Megarine, wilaya de Tougourt qui se caractérise par la présence d'importantes zones humides avec un lac dit « Baba fandi », destination de nombreux oiseaux migrants.
S5	Sidi Amrane	E 6°0'42" N 33°29'47"	Sidi Amrane, daïra de Djamaa, c'est une zone humide, à une importance écologique, l'une des espaces phoenicicoles très importantes où on trouve un mélange de palmeraies traditionnelle et modernes.
S6	Tiguedidine	E 5°59'28' N 33°32'53'	Une petite zone au Djamaa, à l'est de palmeraies se dirigeant vers l'est jusqu'à la grande tranchée, que ses habitants appellent « safalah »
S7	Tendla	E 6°02'02' N 33°40'31'	La partie du canal dans cette station traverse les oasis. Caractérisé par la présence des halophiles ; eaux courantes, faible débit ; profondeur moyenne
S8	Sidi Khelil	E 5°57'32' N 33°50'16'	Portion du canal au sud d'El Mghaier, sur une longueur d'environ 12 km. Zone humide classé sur la liste Ramsar



Photo.07 : Les stations d'études (Hammadi et Mogdad 2025)

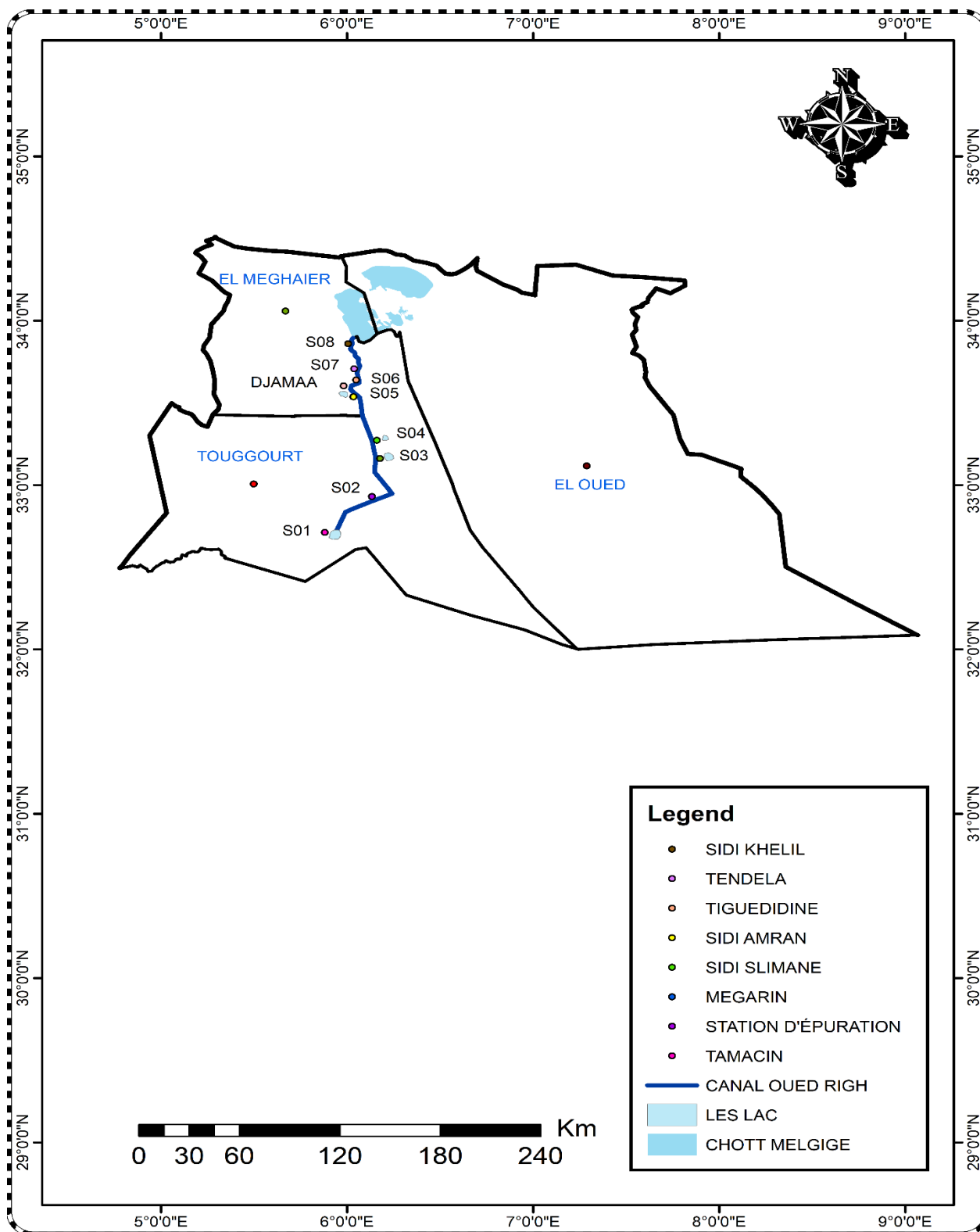


Figure.14 : Délimitation spatiale des stations d'études (du lac de Tamacine au Chott Melghig).



3.3. Méthodes utilisées :

3.3.1. Analyse physico-chimique de l'eau :

Nous avons mesuré plusieurs paramètres clés mensuellement de Novembre 2025 à Mai 2026, notamment : La température, la conductivité électrique, le pH, la turbidité, la salinité, les matières solides dissoutes totales, l'oxygène dissous, la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène (DBO).

Ces mesures ont été réparties entre le laboratoire et le terrain. Certains paramètres ont été mesurés sur les huit sites d'étude à l'aide d'un multimètre portable (IDS SETG3620) (**Photo.8**), tandis que les autres ont été analysés au laboratoire de l'Office national de l'assainissement (ONA) à Kouinine, dans la province d'El Oued.



Photo.08: Le processus d'échantillonnage et de mesure effectué à la station d'étude (Hammadi et Mogdad 2025).



Avant d'effectuer les mesures sur le terrain, nous suivons le protocole technique d'étalonnage de l'appareil. Nous immergeons la sonde dans l'eau et attendons un temps suffisant pour atteindre la stabilité thermique et chimique. Les résultats sont ensuite lus sur l'écran de l'appareil et exprimés en unités internationales. Il est également important de nettoyer les électrodes à l'eau distillée, puis de les sécher afin d'éviter toute contamination et d'obtenir des résultats plus précis.

L'eau a été collectée dans des bouteilles en plastique. Avant la collecte, les bouteilles ont été soigneusement lavées à l'eau distillée, puis rincées trois fois à l'eau du site afin de garantir leur propreté. Après la collecte, les bouteilles ont été hermétiquement fermées pour éviter la formation de bulles d'air. Chaque bouteille a été étiquetée avec le numéro et le nom de la station, ainsi que la date de collecte (**Photo.9**).

L'eau a été conservée au réfrigérateur à 4 °C, à l'abri de la lumière, puis transportée au laboratoire de l'ONA (**Rodier et al ,2016**).



Photo.09: Protocole de collecte et de conservation des échantillons sur le terrain.
(Hammadi et Mogdad 2025)

3.3.2. Étude ornithologique :

Un suivi et une observation périodiques des oiseaux ont été menés afin d'évaluer la richesse spécifique du canal d'Oued Righ, de Novembre 2025 à Mai 2026, à raison d'une sortie de terrain par mois. Les espèces ont été identifiées par observation visuelle directe, à l'aide de jumelles et de télescopes, et en consultant les guides taxonomiques en vigueur (**Heinzel, 2004 ; Svensson et la 2010 ; Richarz et Puchta, 2011**).



Pour le comptage des oiseaux, nous avons opté pour une stratégie adaptée à leur répartition le long du canal. Dans les zones où un petit groupe d'oiseaux se trouvait à proximité, nous les avons comptés un par un afin d'assurer la précision du comptage. Afin d'analyser la structure de cette communauté, nous avons utilisé ces données pour extraire les indicateurs de biodiversité de base : **richesse spécifique (Rs), abondance relative, indice de Shannon (H') et L'équitabilité** afin de déterminer la stabilité de l'écosystème de la région.



Photo.10 : Comptage des oiseaux pendant notre durée d'étude



3.3.3. Inventaire floristique

Le but de l'inventaire floristique est de recenser d'une manière systématique toutes les espèces végétales qui se trouvent dans notre région d'étude. Cet inventaire constitue une archive référentielle fournissant beaucoup de renseignements sur la flore caractéristique du site.



Conclusion



Conclusion

Le canal d'Oued Righ, n'est pas d'un simple cours d'eau. C'est d'un milieu qui traverse silencieusement des dizaines de kilomètres de désert, recevant sur son passage les eaux usées de tout un territoire, les rejets agricoles d'une oasis entière, et pourtant et c'est là tout le paradoxe fascinant de cet écosystème continuant d'abriter une vie, discrète mais bien réelle. C'est ce que ce travail a voulu, pour la première fois, mettre en lumière.

Cette étude a été menée au niveau du canal d'Oued Righ, dans le cadre de l'évaluation et du diagnostic écologique des zones humides sahariennes algériennes. En étudiant les paramètres physico-chimiques des eaux, en faisant l'inventaire de la flore et en examinant la structure des populations d'oiseaux, les chercheurs ont pu mettre en évidence la complexité et la fragilité de cet écosystème et montrer qu'il subit de fortes contraintes climatiques et anthropiques.

Les analyses physico-chimiques montrent que les eaux du canal sont très minéralisées (salinité et conductivité très élevées) et qu'elles comportent une charge organique et trophique préoccupante (DCO, DBO5, mais aussi les composés azotés et phosphatés). Le déversement continu des eaux de drainage agricole et des rejets urbains non traités, ainsi que les conditions climatiques arides (forte évaporation) qui favorisent la concentration des polluants, ont pour conséquence directe cette altération de la qualité de l'eau.

Sur le plan botanique, cette pression environnementale et ce stress osmotique (salin) se traduisent par une diversité floristique extrêmement pauvre, marquée par la domination quasi absolue du roseau commun (*Phragmites australis*). Néanmoins, cette mono-spécificité joue un rôle écologique capital. La phragmitaie agit comme un véritable biofiltre naturel (phytoremédiation) réduisant la charge en matières en suspension, tout en offrant un microclimat thermique et un refuge sécurisé pour la faune locale.

Paradoxalement à cette dégradation physico-chimique et à la faible diversité végétale, le canal d'Oued Righ abrite une richesse avifaunistique remarquable. Avec 21 espèces recensées, dominées par la famille des Anatidés et les espèces hivernantes (43 %), ce



plan d'eau artificiel s'est substitué aux milieux naturels asséchés pour devenir une halte migratoire et une zone d'hivernage incontournable sur le couloir de migration afro-eurasien. La présence d'espèces dont le statut de conservation est préoccupant,

La qualité de l'eau détermine la végétation. La végétation structure les habitats. Les habitats conditionnent la présence des oiseaux. Et les oiseaux, à leur tour, contribuent à la dynamique de l'écosystème. L'oxygène dissous le plus faible correspond à la densité végétale la plus basse, qui correspond elle-même aux stations les moins fréquentées par les espèces d'oiseaux sensibles. Ce gradient écologique longitudinal n'est pas une coïncidence : c'est la signature fonctionnelle du canal, révélée pour la première fois grâce à l'approche intégrée adoptée dans ce travail.

À la lumière de ces résultats, il est urgent de repenser la gestion hydrique et écologique de la dépression d'Oued Righ. Pour que ce système reste durable, nous préconisons :

- Traitement des rejets : mise en place d'unités d'épuration écologiques (lagunage naturel par exemple) en amont des principaux rejets, pour diminuer la charge organique et limiter l'eutrophisation.
- Suivi écologique (Monitoring) : mise en place d'un réseau de surveillance continue de la qualité physico-chimique de l'eau et de la dynamique des populations d'oiseaux.
- Protéger les roselières : Protéger et entretenir les roselières à *Phragmites australis* qui constituent le véritable filtre biologique naturel du canal. Toute intervention humaine (faucardage excessif, drainage) sur ces formations doit être encadrée.
- Éduquer et sensibiliser : Sensibiliser les populations riveraines, les agriculteurs et les gestionnaires locaux aux enjeux écologiques du canal. La biodiversité d'un milieu n'est préservée que si les communautés humaines qui l'entourent en comprennent la valeur.



En définitive, bien qu'il s'agisse à l'origine d'un canal de drainage subissant une pollution chronique, l'Oued Righ a acquis une "naturalité secondaire" indispensable à la survie de la biodiversité saharienne. Il représente aujourd'hui un écosystème de résilience qui mérite des mesures de conservation urgentes et adaptées.



Références Bibliographiques



Références bibliographiques

A

AERMEC. (2005). Zones humides d'El Kennar. Jijel, Algérie.

Algeria designates three new Ramsar Sites. (2011). Convention de Ramsar.

Art. L211-13 du Code de l'environnement. (2006). Chapitre Ier : Régime général et gestion de la ressource en eau.

ATEN « Pole de ressources et compétences pour la nature », 2005. Guide d'élaboration des plans de gestion des espaces naturels : Outils de gestion et de planification. N 88.

B

Babaousmail, H. (2016). Étude géochimique de l'aquifère du Mio-Pliocène dans la région de l'Oued Righ (Touggourt) [Mémoire de master, Université Kasdi Merbah Ouargla].

Barrailh, C., & Joly, B. (2017). Recommandations pour la prise en compte des milieux humides. France.

Baaziz, Mayache, Saheb, Bensaci, Ounissi, Metallaoui & 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. 77-8 .

Belksier, M. S., Chaab, S., & Abour, F. (2016). Qualité hydrochimique des eaux de la nappe superficielle dans la région de l'Oued Righ et évaluation de sa vulnérabilité à la pollution. Revue des Sciences et Technologie, Synthèse, 32, 42–57.

Bellatreche M. 2007. Liste des principales espèces d'oiseaux d'eau fréquentant les zones humides algériennes (à paraître), 12 p.

Benhalima, M., Baha, M., Boulahdid, M., & Inal, A. (2024). Nutrient level in Algerian coastal waters: Algiers, Bou-Ismaïl and Zemmouri bays. Oceanographia Journal, 1(1), 25–29.



Benhaddya, M. L. (2020). Contribution à l'étude d'hydrogéochimie d'eaux de surface et eaux souterraines dans la région d'Oued Righ (Sud-Est, Algérie). *Journal Algérien des Régions Arides*, 14(1), 1–14.

Benkaddour.S 2010. Approche écologique des zones humides et des oiseaux d'eau de la région d'El-Oued. Mémoire d'ingénieur d'état en agronomies. école nationale supérieur agronomique El-Harrach Alger.

Bensaci E, Saheb M., Nouidjem Y, Bouzgag A et Houhamdi M. 2013. Biodiversité de l'avifaune aquatique des zones humides sahariennes : cas de la dépression l'Oued Righ .

Benyacoub, 2000. Structure de l'avifaune des milieux steppiques présahariens et phoenicicoles de Ziban. Thèse de doctorat. Université Mohamed Kheider Biskra. 2013-2014. p100-112.

Ben Youcef, R., Bousbai, B., Kadrine, 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 d'El Oued, Algérie.

Béguin C., Géhu J.M. et Hegg O. 1979. La symphytosociologie: une approche nouvelle des paysages végétaux. *Doc. Phytos.*, N.S., 4, 49-68. Lille.

Bouchar F. 2010. Mesure de Salinité Réalisation d'un conductimètre. (TENUM Toulouse).

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 .

Bounab, S., Khemmoudj, K., & Sedrati, N. (2022). Assessment and physicochemical characterization of groundwater quality for irrigation and drinking purposes in Bazer Sakhra (Eastern Area of Algeria). *Journal of Ecological Engineering*, 23(8), 119–132.

Boussaada-Maabdi, N. (2017). Mapping of land cover from remotely sensed images in the Oued Righ region. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*.

Bouzegag, A. (2015). Stationnement et écologie des Sarcelles (Anatidés) dans les zones humides de l'éco-complexe de la vallée d'Oued Righ (Sahara algérien) [Thèse de doctorat, Université 8 Mai 1945 Guelma].



C

Chalabi B., 1990- Contribution à l'étude de l'importance des zones humides algériennes pour l'avifaune. Cas du lac Tonga (Parc National d'El-Kala). Thèse Magistère. Institut National Agronomique (INA). El-Harrach-Alger. 133 p.

Chabi, L, 2009- origine, voies de migration et destination des principales espèces d'oiseaux d'eau migratrices entre l'Eurasie et l'Algérie. Thèse. Magister sci.agr., ENSA; El Harrach, Alger, 119p.

Chettibi, A. (2020). Importance des paramètres physico-chimiques de l'eau et du paysage sur la distribution des espèces aviennes en zones humides [Mémoire de master, Université de Mila].

Chini, Z. L. (2024). Étude de la composition physico-chimique des eaux souterraines et de la qualité du sol : Cas de la région d'Oued Righ, sud-est d'Algérie [Thèse de doctorat, Université Kasdi Merbah Ouargla].

.38 Cramp S. et Simmons K.E.L. 1980. The birds of the western Palearctic, volume 2.

Cyril. (2016). Les zones humides : fonctions, services et enjeux. Département de Géographie, France.

D

Dajoz. R. — Précis d'écologie. 1971. Dunod, Paris.. In: Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon, 43^e année, n°6, juin 1974. pp. 180-181.

Debbakh, A. (2012). Qualité et dynamique des eaux des systèmes lacustres en amont de l'Oued Righ [Mémoire de magister, Université Kasdi Merbah Ouargla].

DGF (Direction Générale des Forêts). (2008). Zones humides en Algérie.

DIANA, V. (2015). La protection et la gestion des zones humides : Aménagement et Nature.

Directorate-General for Forestry (Algérie), & WWF. (2017). Algeria National Wetlands Strategy 2015–2030.



Djerboua, 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 Chadeli Bendjdid El-Taref .

E

Eau France. (2015). Préserver les zones humides : enjeux et actions.

EauFrance. (2022). Entre terre et eau : Une zone humide, c'est quoi

EPTB Mauldre. (2021). Le guide des zones humides du bassin versant de la Mauldre : Présenter, sensibiliser, protéger. Agence de l'Eau Seine-Normandie.

F

Finlayson, CM., Davidson,. Pritchard, D., Milton, G.R. et Makay, H. 2011. The Ramsar convention and ecosystem-based approaches to the wise use and sustainable development of wetland. Journal of international Wildlife law and Policy, 14,176-198 .

Filter R et Roux F., 1982. Guide des oiseaux, sélection du readers Digest, 493 p.
Foussard V. et Etcheber H. 2011. Proposition d'une stratégie de surveillance des paramètres physicochimiques pour les estuaires de la Seine, de la Loire et de la Gironde, Projet BEEST: 74pp.

G

Gavrilaş, S., Burescu, F.-L., Chereji, B.-D., & Munteanu, F.-D. (2025). The impact of anthropogenic activities on the catchment's water quality parameters. Water, 17(12), 1791.

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 .

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



Guergueb Y., Bensaci E., Nouidjem Y., Zoubiri A., Kerfouf A. & Houhamdi M., (2014).–
Aperçu sur la diversité des oiseaux d'eau du chott el-hodna (Algérie). Bull. Soc.zool. Fr. 139:
233-244 .

H

Hammadi, A., & Bouselsal, N. (2023). Hydrodynamic characteristics of the “Complex Terminal” aquifer in the region of Oued Righ North (Algerian Sahara). Algerian Journal of Environmental Science and Technology.

Hammouda, N. (2013). Contribution à l'étude de l'effet de l'action anthropique sur les zones humides du Sud-est du Sahara (Cas de l'Oued Righ) [Mémoire de magister, Université Kasdi Merbah Ouargla].

Houhamdi, I., Bouaguel, L., Aib, H., Harrouz, A. J. E., Bara, M., Nagy, J., Houhamdi, M., & Czédli, H. M. (2026). Impact of pollution on water quality in Algerian wetlands: A comparative assessment across multiple regions. Environmental Science and Pollution Research, 33, 3410–3436.

I

Isenmann P. et Moali A. (2000) - Oiseaux d'Algérie/ Birds of Algeria. SEOF. 336p.

J

Jacobs, P. et Ochando, B. 1979. Répartition géographique importance numérique des anatidés hivernants.

K

Khellou, M. (2020). Étude physico-chimique et biologique des eaux des lacs de Megarine (Région Oued Righ), Wilaya d'Ouargla [Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar Annaba].

Khirani-Betrouche, F., & Moulaï, R. (2021). Does salinity have an influence on the diversity and structure of the wintering waterbirds of the Saharan wetlands in Algeria? Arxius de Miscel·lània Zoològica, 19, 99–111.



L

Lafferere M. (1968) - Observation ornithologique dans le Tassili des Ajjers. *Alauda*. 260 398.

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 .

Ledant J.P., Jacob J.P., Jacob P., Malher F., Ochando B., et Roche J. (1981).- Mise à jour de l'avifaune Algérienne. *Le Gerfaut* 71 ; 295 – 398 .

Loucif, K., & Chenchouni, H. (2024). Water physicochemical quality as driver of spatial and temporal patterns of microbial community composition in lake ecosystems. *Applied Water Science*, 14, 115.

L'ONC (1988) la protection de l'avifaune : cas du lac Tonga (parc national d'El-Kala). Thèse de Magister, INA. 133p

M

Messaoudi, M., & Bouchemal, S. (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 d'El Oued].

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 .

Moulay., 2011. Etude hydrogéologique et hydrochimique de la région d'El-Oued ,Sud-Est algerien . Mém. Master, Univ. Abou Bekr Belkaid Tlemcen., 105 p.60.

N

Naima, K. (2015). Étude phytoécologique spatio-temporelle des zones humides du Nord-est du Sahara septentrional algérien (Région de Ouargla et de l'Oued Righ).



Niang Diop F. 2010. Le suivi de la flore et de la végétation aquatiques. Intégration de la biodiversité d'eau douce dans le processus de développement en Afrique: mobilisation de l'information et sites de démonstration.

NRCS. (1998). Ecology of Wetland Ecosystems: Water, Substrate and Life.

O

Oliveira, F. R. A. ; Oliveira, F. A. ; Guimarães, I. P. ; Medeiros, J. F. ; Oliveira, M. K. T. ; Freitas, A. V. L. ; Medeiros, M. A., 2009. Emergency of seedlings of *Moringa oleifera* Lam irrigated with water of different levels of salinity. Biosci. J., 25 (5): 66–74

Ophelia. (2018). Les zones humides et l'urbanisation : Du rejet à la protection.

Orem, B., et al. (2022). Effets de la température sur les communautés biologiques des zones humides.

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.

R

Ramsar. (2013). Guide de la Convention sur les zones humides (Ramsar, Iran, 1971). Secrétariat de la Convention de Ramsar.

Ramsar. (2016). Introduction à la Convention sur les zones humides. Secrétariat de la Convention de Ramsar.

Rodier, J., Legube, B. & Merlet, N. (2009). L'analyse de l'eau, 9ème édition. Ed. Dunod. Paris. Mitsch W. J. et Gosselink J. G., 2000. The value of wetlands: importance of scale and landscape setting. Ecological Economics 35 (200) 25–33.

Rodier, J., Legube, B., & Merlet, N. (2016). L'analyse de l'eau (10e éd.). Dunod.

S

Samai, I., Remita, F., Chalane, F., & Bekkouche, A. (2021). Physical and chemical characterization of Oued Meboudja (Annaba). Journal of Global Ecology and Environment, 13(4), 42–54.



Sebihi, R., & Salhi, A. (2020). Contribution à l'étude d'impact de la variabilité physico-chimique des eaux de l'éco-complexe d'Oued Righ sur l'environnement [Mémoire de master, Université Kasdi Merbah Ouargla].

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.

Sutherland, W. J. (2004). Ecological Census Techniques: A Handbook. Cambridge University Press.

Svensson, L., Mullarney, K., & Zetterström, D. (2010). Le Guide Ornitho : Le guide le plus complet des oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient. Delachaux et Niestlé.

T

Tamisier A. ET Dehorter O., 1999. Fonctionnement et devenir dun prestigieux quartier d'hiver, Camargue, Canards et Foulques. Centre ornithologique du Gard.369p.

Tiri, A., Lahbari, N., & Boudoukha, A. (2017). Assessment of the quality of water by hierarchical cluster and variance analyses of the Koudiat Medouar watershed, East Algeria. Applied Water Science, 7(8), 4197–4206.

Touffet J., 1982. - Dictionnaire essentiel d'écologie. Ouest France. France. 95 p.

U

Urban, E. K., Fry, C. H., & Keith, S. (1986). The Birds of Africa (Vol. 2). Academic Press.

V



Vaschalde, D. (2014). Services écologiques rendus par les zones humides en matière d'adaptation au changement climatique : État des lieux des connaissances et évaluation économique. France.

Voy. L. Hoffmann. (2011). Préface : 40 ans de Ramsar.

Z

Zeddouri, A., et al. (2017). Contribution of gravimetry to the hydrogeological recognition of the area of Wadi Righ–Ou