

DEMOCRATIC AND POPULAR ALGERIAN REPUBLIC

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTRY OF HIGHER EDUCATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

جامعة الشاذلي بن جديد - الطارف

CHADLI BENDJEDID EL TARF UNIVERSITY

كلية علوم الطبيعة والحياة

FACULTY OF NATURE AND LIFE SCIENCES

قسم



Mémoire de Fin d'Études

Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master en

« Biodiversité et Environnement »

Thème

Fluctuations des effectifs des oiseaux d'eau au niveau d'un site Ramsar

Présenté Par : **GHANES Mohammed Adam**

Soutenue publiquement le : 15 juin 2026

Devant le jury composé de :

NOM et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
CHETTIBI Ahlam	MCB	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Présidente
RIZI Hadia	MCA	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Directrice de thèse
SAIDI Hacina	MCA	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Co- Directrice de thèse
DJAMAI Soumia	MCA	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Examinatrice

Année Universitaire : 2025/2026

Remerciements

En premier lieu, je remercie Dieu, tout puissant, de m'avoir donné la force pour atteindre mes objectifs et de dépasser toutes les difficultés afin de réaliser ce travail.

*Je tiens à remercier vivement **Dr Rizi. Hadia** mon encadreur, qui, malgré toutes ses prérogatives, a accepté sans réserve de diriger ce travail. Elle s'y est grandement impliquée par ses directives, ses remarques et suggestions, mais aussi par ses encouragements dans les moments clés de l'élaboration de se manuscrit.*

*Je remercie sincèrement **Dr Saidi Hassina**, pour son accompagnement bienveillant, ses conseils avisés et sa disponibilité tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

*Nous vifs remerciements vont également aux membres du jury : **Dr Chettibi Ahlam** et **Dr Djamai Soumia** pour l'intérêt qu'ils portent à notre travail en acceptant de présider et d'examiner notre modeste travail et de l'enrichir par leurs propositions et questions.*

Je tiens a remercie tous mes enseignants qui ont contribué à ma formation durant mes années d'études

*Un grand merci va également à toute l'équipe du P.N.E.K et à leur tête **Mr Grira A** pour son aide précieuse sur terrain*

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

MOHAMED ADAM

Dédicace

En guise de conclusion à ce travail de recherche dédié à l'étude des oiseaux d'eau, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et toute ma reconnaissance à ceux qui ont éclairé mon chemin et soutenu mes efforts.

*À **ma chère mère**, pour son amour inconditionnel, ses prières quotidiennes tout au long de mes études, ses sacrifices, sa tendresse et son soutien permanent*

*À **la mémoire de mon regretté père, Lakhdar**, que son âme repose en paix. Bien qu'il ne soit plus parmi nous, ses valeurs, son courage et ses sacrifices continuent de guider chacun de mes pas. Ce travail est le fruit de ce qu'il a semé en moi.*

*À mon frère **Nouh** et mes sœurs, **Haoua** et **Assia**, pour leur présence, leur affection et leurs encouragements constants tout au long de mon parcours universitaire.*

*À mon beau-frère **Hocine**, pour son respect, son soutien et sa bienveillance fraternelle.*

*À mon cousin **Abdelhamid**, pour son accompagnement précieux, sa disponibilité et sa gestion exemplaire qui m'ont libéré l'esprit pour me consacrer à mes études.*

*À mon cher oncle **Noureddine**, pour sa sagesse, ses conseils avisés et son soutien moral indéfectible dans les moments décisifs.*

À mes chers camarades de promotion et amis d'études, avec qui j'ai partagé les bancs de l'université, les sorties de terrain et les moments de fatigue comme de joie. Merci pour votre camaraderie, votre entraide et pour avoir rendu ce parcours universitaire inoubliable.

À vous tous, je dédie ce travail en signe de gratitude et d'affection éternelle.

MOHAMED ADAM

Liste des figures

N° Figures	Titres	N° Pages
01	Répartitions des principales zones humides Algérienne	13
02	Localisation et limites géographiques du Parc National d'El-Kala	18
03	Carte de situation géographique du lac Tonga	19
04	Vue satellite du lac Tonga	20
05	La Familles des Anatidés	25
06	La Famille des Ardéidés	26
07	La Famille des Rallidés	27
08	La Famille des Podicipedidés	28
09	La Famille des Ciconiidés	29
10	La Famille des Charadriidés	30
11	La Famille des Phalacrocoracidés	31
12	Pourcentage de la composition spécifique du peuplement d'oiseaux d'eau au niveau du lac Tonga	37
13	Pourcentage du statut de conservation du peuplement d'oiseaux d'eau observés au niveau du lac Tonga	39
14	Pourcentage du statut phénologique du peuplement d'oiseaux d'eau observée au niveau du lac Tonga	40
15	Évolution mensuelle des effectifs totaux des familles d'oiseaux d'eau au lac Tonga	41
16	Fluctuation mensuelle des effectifs par famille d'oiseaux d'eau au lac Tonga	42
17	Composition mensuelle des effectifs d'oiseaux d'eau	43
18	Répartition globale des familles d'oiseaux d'eau au lac Tonga	44
19	Indice de Shannon-Wienerdes familles d'oiseaux d'eau au lac Tonga	45
20	Variation mensuelle d'équitabilité (indice de Piélou, J') des familles d'oiseaux d'eau au lac Tong	47

Liste des Tableaux

N° Tableaux	Titres	N° Pages
01	Les zones humides Algériennes inscrites sur la liste Ramsar	10
02	Liste des oiseaux d'eau observés au niveau du Lac Tonga	36
03	Statut de conservation du peuplement d'oiseaux d'eau observés au niveau du lac Tonga	38
04	Statut des oiseaux d'eau observés au niveau du Lac Tonga	39

RESUME

De par leur contexte biogéographique et géomorphologique, les zones humides du nord-est Algérien présentent une grande richesse et sont de véritables puits de biodiversité et surtout par leur composition de plusieurs plants d'eau douce et saumâtre inscrits sur la liste de la convention de Ramsar. Ces zones humides abritent une diversité remarquable d'oiseaux d'eau durant la période hivernale et qui englobe plusieurs lacs dont le lac Tonga classé site Ramsar depuis 1982. Il accueille la reproduction et l'hivernage de plusieurs oiseaux d'eau. Le suivi mensuel des effectifs du peuplement d'oiseaux d'eau au niveau du Lac Tonga (Nord-est Algérien), site Ramsar considéré comme une importante zone humide d'hivernage et de nidification pour l'avifaune à l'échelle de l'Afrique du Nord. Les importants objectifs connaître les fluctuations des effectifs et les variations mensuelles. Deux méthodes de dénombrement ont été utilisés pendant les sorties effectués sur terrain du mois d'octobre 2025 au mois de mars 2026 ou on a pu recensées sept famille et 22 espèces. Les résultats obtenus nous montrent que les familles de Rallidés et celle des Anatidés dominant largement le peuplement avien. La première par la Foulque macroule avec 13830 individus le mois de janvier et la deuxième par le Canard siffleur, le Canard souchet et la Sarcelle d'hiver. Les indices écologiques révèlent une diversité faible mais structurée. Cette étude confirme l'importance écologique du lac Tonga comme site d'hivernage et de reproduction pour les oiseaux d'eau.

Mots-clés : Zone humide, lac Tonga, oiseaux d'eau, effectifs, hivernage, recensement.

ABSTRACT

Due to their biogeographic and geomorphological context, the wetlands of northeastern Algeria are exceptionally rich and serve as true reservoirs of biodiversity, particularly because they are home to several freshwater and brackish-water plants listed under the Ramsar Convention. These wetlands are home to a remarkable diversity of waterbirds during the winter season and include several lakes, such as Lake Tonga, which has been designated a Ramsar site since 1982. It serves as a breeding and wintering ground for numerous waterbird species. Monthly monitoring of waterbird populations at Lake Tonga (Northeastern Algeria), a Ramsar site considered an important wintering and nesting wetland for avifauna across North Africa. Key objectives include understanding population fluctuations and monthly variations. Two counting methods were used during field surveys conducted from October 2025 to March 2026, during which seven families and 22 species were recorded. The results show that the Rallidae and Anatidae families largely dominate the bird population. The former is led by the Common Coot, with 13,830 individuals in January, and the latter by the Wigeon, the Northern Shoveler, and the Gadwall. Ecological indices reveal low but structured diversity. This study confirms the ecological importance of Lake Tonga as a wintering and breeding site for waterbirds.

Keywords: Wetland, Lake Tonga, waterbirds, population, wintering, census.

الملخص

نظراً لظروفها البيوجغرافية والحيومورفولوجية، تتمتع المناطق الرطبة في شمال شرق الجزائر بثراء كبير، وتعد بمثابة بؤر حقيقية للتنوع البيولوجي، لا سيما بفضل تنوعها الذي يضم العديد من النباتات المائية العذبة والمالحة المدرجة في قائمة اتفاقية رامسار. تأتي هذه المناطق الرطبة تنوعاً ملحوظاً من الطيور المائية خلال فترة الشتاء، وتشمل عدة بحيرات من بينها بحيرة تونغا المصنفة كموقع رامسار منذ عام 1982. وتستضيف هذه البحيرة تكاثر وشتاء العديد من الطيور المائية. المتابعة الشهرية لأعداد الطيور المائية في بحيرة تونغا (شمال شرق الجزائر)، وهي موقع رامسار يُعتبر منطقة رطبة

مهمة للشتاء والتعشيش للطيور على نطاق شمال إفريقيا. وتتمثل الأهداف الرئيسية في معرفة تقلبات الأعداد والتغيرات

الشهرية. تم استخدام طريقتين لإحصاء الطيور خلال الجولات الميدانية التي أجريت في الفترة من أكتوبر 2025 إلى مارس 2026، حيث تم تسجيل سبع فصائل و22 نو "ع. نُظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن عائلتي الراليات والبطيات تهيمن بشكل كبير على التجمعات الطيرية. الأولى من خلال طائر الفولك ماكروول الذي بلغ عدده 13830 فرداً في شهر يناير، والثانية من خلال البط الصافر والبط البري والبط الشتوي تشير المؤشرات البيئية إلى تنوع بيولوجي محدود لكنه منظم. وتؤكد هذه الدراسة الأهمية البيئية لبحيرة تونغا كموقع للشتاء والتكاثر للطيور المائية.

الكلمات المفتاحية: الأراضي الرطبة، بحيرة تونغا، الطيور المائية، أعداد الطيور، الشتاء، الإحصاء..

Table des matières

Remerciements

Dédicace

Liste des Figure

Listes des tableaux

Résumé

Abstract

ملخص

Introduction 1

CHAPITRE I : LES ZONES HUMIDES

1. Définition des zones humides	5
2. Cadre juridique international des zones humides	5
2.1. Convention de Ramsar	5
2.2. Convention à l'échelle méditerranéenne	6
3. Fonctions des zones humides	7
3.1. Fonctions hydrologiques	7
3.1.1. Fonctions climatiques.....	7
3.1.2. Fonctions biologiques.....	7
3.1.3. Fonction d'alimentation.....	8
4. Les zones humides en Algérie	8
4.1. Principales zones humides Algériennes	8
4.2. État des connaissances sur les zones humides en Algérie.....	11
4.3. Critères de classification des zones humides d'importance internationale	13
4.3.1. Groupe A des critères.....	14
4.3.2. Groupe B des critères	14
4.3.3. Critères spécifiques relatifs aux oiseaux d'eau	14
4.3.4. Critères spécifiques relatifs aux poissons.....	15
5. Les oiseaux d'eau : Caractéristiques et migration	15

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

1. Description de la région d'étude	17
---	----

1.1. Situation géographique.....	17
2. Description du site d'étude (Lac Tonga)	18
2.1. Situation géographique.....	18
2.2. Caractéristiques du lac Tonga.....	20
2.2.1. Géologie	20
2.2.2. Pédologie	21
2.2.3. Hydrologie	21
2.3. Valeurs hydrologiques.....	21
2.3.1. Caractéristiques climatiques	21
2.3.1.1. Température	22
2.3.1.2. Humidité	22
2.3.1.3. Vents	22
2.3.2. Caractéristiques écologiques	22
2.4. Flore remarquable	23
2.5. Faune remarquable	23
2.5.1. Oiseaux aquatiques	23
2.5.2. Mammifères.....	24
2.5.3. Odonatofaune.....	24
2.5.4. Herpétofaune et amphibiens	24
2.5.5. Ichtyofaune	24
3. Modèles biologiques	24
3.1. La Famille des Anatidés.....	25
3.2. La famille des Ardéidés.....	26
3.3. La famille des Rallidés.....	27
3.4. La famille des Podicipédidés	28
3.5. La famille des Ciconiidés	29
3.6. La famille des Charadriidés	30
3.7. La famille des Phalacrocoracidés.....	31
4. Méthodologie.....	32
4.1. Dénombrement exhaustif	32
4.2. Estimations des effectifs.....	32
4.3. Fréquences d'échantillonnage.....	33
4.4. Matériels utilisés	33
4.5. Traitements statistiques	33

4.5.1. Indice de Shannon- Weaver.....	34
4.5.2. L'équitabilité.....	34

CHAPITRE III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

1. Structure du peuplement d'oiseaux d'eau recensés au niveau du lac Tonga	36
2. Statut de conservation du peuplement d'oiseaux d'eau recensés au niveau du lacTonga	37
3. Statut du peuplement d'oiseaux d'eau recensés au lac Tonga	39
4. Variation mensuelle des effectifs par famille d'oiseaux d'eau au lac Tonga.....	41
5. Composition mensuelle et contribution relative des familles d'oiseaux d'eau au lac Tonga	42
6. Répartition globale des familles d'oiseaux d'eau au lac Tonga.....	43
7. Indice de Shannon-Wiener	44
8. Indice d'équitabilité (indice de Piélou).....	46

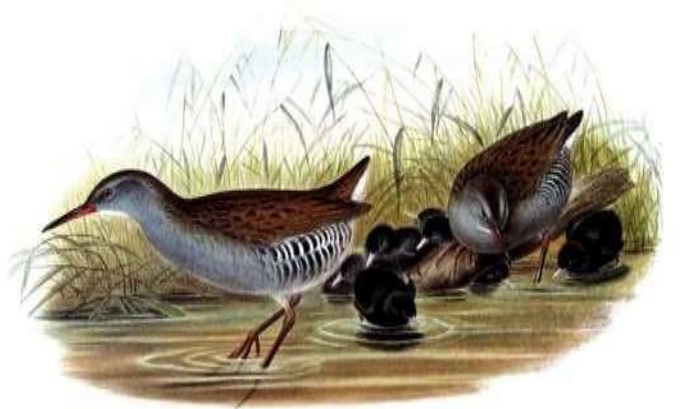
CHAPITRE IV : DISCUSSION

Discussion	48
Conclusion.....	51

Références Bibliographiques

Production Scientifique

INTRODUCTION



INTRODUCTION

Au cours des dernières décennies, les pressions anthropiques et les changements climatiques ont profondément affecté les écosystèmes naturels à l'échelle mondiale, entraînant une dégradation significative de la biodiversité et une augmentation du risque d'extinction de nombreuses espèces (**Benoit et Comeau, 2005 ; Scherrer et al., 2017 ; Román-Palacios et Wiens, 2020**) . Parmi les milieux les plus vulnérables figurent les zones humides, qui constituent des écosystèmes d'une importance écologique majeure.

Les zones humides, situées à l'interface entre les milieux terrestres et aquatiques, représentent des réservoirs de biodiversité parmi les plus riches de la planète. Elles assurent de multiples fonctions écologiques essentielles, telles que la régulation des cycles hydrologiques, la purification de l'eau, l'atténuation des crues et des sécheresses, ainsi que le maintien de la diversité biologique (**Costanza et al., 1997 ; Mitsch et Gosselink, 2007**). Malgré leur importance, ces écosystèmes couvrent une superficie relativement faible à l'échelle mondiale, estimée à environ 6 % de la surface terrestre (**Skinner et Zalewski, 1995**).

La région méditerranéenne, caractérisée par une forte diversité écologique et un taux d'endémisme élevé, les zones humides jouent un rôle clé dans la conservation de la biodiversité. Cette région est reconnue comme l'un des principaux hotspots mondiaux en raison de sa richesse faunistique et floristique (**Myers et al., 2000 ; Véla et Benhouhou, 2007**). Toutefois, ces milieux sont soumis à de nombreuses pressions, notamment l'urbanisation, l'agriculture intensive, la pollution et la surexploitation des ressources hydriques (**Perennou et al., 2012**).

Dans ce contexte, les oiseaux d'eau constituent l'un des groupes biologiques les plus représentatifs des zones humides. Ils occupent une place centrale dans le fonctionnement de ces écosystèmes en raison de leur rôle trophique, de leur capacité de dispersion et de leur sensibilité aux perturbations environnementales (**Tamisier et Dehorter, 1999**). De plus, leur forte mobilité et leur dépendance à différents habitats au cours de leur cycle biologique

Introduction

(reproduction, hivernage et migration) en font d'excellents bio-indicateurs de la qualité écologique des milieux humides **(Isenmann et Moali, 2000)**.

L'Afrique du Nord, et particulièrement l'Algérie, occupe une position stratégique dans les voies de migration paléarctiques reliant l'Europe à l'Afrique subsaharienne. Les zones humides Algériennes constituent ainsi des sites essentiels pour l'hivernage, la reproduction et les haltes migratoires de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau **(Stevenson, 1988 ; Metallaoui, 2010)**. Grâce à sa diversité climatique et géographique, l'Algérie abrite un réseau important de zones humides, dont une cinquantaine sont classées d'importance internationale selon la Convention de Ramsar **(Anonyme, 2018)**.

Parmi ces milieux, le complexe des zones humides du Parc National d'El Kala (PNEK), situé à l'extrême nord-est de l'Algérie, constitue l'un des ensembles écologiques les plus remarquables du bassin méditerranéen. Classé Réserve de Biosphère par l'UNESCO en 1990, ce parc regroupe une mosaïque d'habitats comprenant des lacs, des marais, des forêts et des dunes littorales, offrant des conditions favorables à une biodiversité exceptionnelle **(Boumezbeur et Samraoui, 2013)**.

Au sein de ce complexe, le lac Tonga occupe une place stratégique. Classé site Ramsar en 1982, il représente un écosystème lacustre d'eau douce caractérisé par une grande diversité d'habitats, incluant des roselières, des zones de nénuphars et des prairies humides. Ces caractéristiques confèrent au lac Tonga un rôle fondamental en tant que site d'hivernage, de reproduction et de halte migratoire pour de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau **(Bouchecker et al., 2009 ; Bensliman et al., 2015)**.

La richesse ornithologique du lac Tonga est particulièrement remarquable. Ce site abrite une grande diversité d'oiseaux aquatiques appartenant à plusieurs familles biologiques, notamment les Anatidés, les Rallidés, les Podicipédidés, les Ardéidés, ainsi que les Ciconiidés, Charadriidés, et Phalacrocoracidés. Ces groupes présentent des adaptations écologiques variées, reflétant la diversité des niches écologiques disponibles au sein de cet écosystème.

Les Anatidés, représentés par plusieurs espèces de canards, jouent un rôle important dans les chaînes trophiques aquatiques. Les Rallidés occupent principalement les zones de végétation dense, tandis que les Podicipédidés sont spécialisés dans la plongée. Les Ardéidés, quant à

Introduction

eux, sont des prédateurs opportunistes fréquentant les zones peu profondes. Les autres familles, telles que les Ciconiidae, Charadriidae, et Phalacrocoracidae, complètent cette diversité en exploitant différents habitats et ressources alimentaires.

Cette diversité spécifique et fonctionnelle confère au lac Tonga une importance écologique majeure, notamment dans le maintien des populations d'oiseaux d'eau à l'échelle régionale et internationale. Cependant, ces populations sont soumises à des fluctuations spatio-temporelles liées aux variations environnementales, aux conditions climatiques et aux pressions anthropiques.

Dans ce contexte, l'étude des fluctuations des oiseaux d'eau constitue un outil essentiel pour comprendre la dynamique des populations et évaluer l'état de conservation des zones humides. Elle permet également d'identifier les facteurs influençant la distribution et l'abondance des espèces, contribuant ainsi à la mise en place de stratégies de gestion et de conservation adaptées.

Ainsi, le présent travail s'inscrit dans une perspective d'étude écologique visant à analyser les fluctuations des oiseaux d'eau au niveau du lac Tonga, en tant que site Ramsar du Parc National d'El Kala. Il porte sur un ensemble de sept familles d'oiseaux aquatiques, représentées par plusieurs espèces, dont les Anatidae (dix espèces), les Rallidae (trois espèces), les Podicipédidae (deux espèces), les Ardeidae (quatre espèces), ainsi que les Ciconiidae, Charadriidae et celle des Phalacrocoracidae, chacune représentée par une seule espèce.

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer la dynamique spatio-temporelle des oiseaux d'eau hivernant à travers le suivi des fluctuations des effectifs sur une durée de six mois. Cette approche permettra de contribuer à la connaissance écologique de ces espèces et à la valorisation du lac Tonga en tant que site d'importance internationale pour la conservation de l'avifaune aquatique.

Le présent mémoire est structuré en quatre chapitres principaux :

- ❖ **Introduction générale** : présente le contexte de l'étude, son importance ainsi que les objectifs poursuivis.

Introduction

- ❖ **Chapitre 01 : Généralités sur les zones humides,** Ce chapitre traite des définitions sur les zones humides, leurs caractéristiques, leurs fonctions écologiques, ainsi que de leur importance à l'échelle nationale et internationale.
- ❖ **Chapitre 02 : Matériels et Méthodes,** Ce chapitre est consacré à la description de la région d'étude (Parc National d'El Kala et lac Tonga), incluant les aspects géographiques, climatiques et écologiques, ainsi qu'à la présentation des méthodes de travail utilisées pour la collecte et l'analyse des données.
- ❖ **Chapitre 03 : Résultats et Interprétations,** Ce chapitre présente les résultats obtenus relatifs à la fluctuation des oiseaux d'eau.
- ❖ **Chapitre 04 : Discussion,** Ce chapitre est basé sur la comparaison entre les données récoltées sur terrain avec ceux de la bibliographie.
- ❖ **Conclusion générale,** Elle synthétise les principaux résultats de l'étude et propose des perspectives pour la conservation et la gestion durable des zones humides.

CHAPITRE I

LES ZONES HUMIDES



LES ZONES HUMIDES

1. Définition des zones humides

Les zones humides correspondent à des milieux où l'eau constitue le facteur déterminant influençant l'environnement naturel et soutenant les communautés animales et végétales. Elles englobent une large diversité d'écosystèmes et se distinguent par certaines caractéristiques spécifiques, notamment la présence d'eau durant une période de l'année, des sols saturés en eau (sols hydromorphes) ainsi que des formations végétales adaptées à ces conditions ou à l'inondation **(Bouzillé, 2014)**.

Selon la définition la plus largement admise, issue de la Convention de Ramsar (1971), les zones humides sont « des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, caractérisées par une eau stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des zones marines dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres » **(Beaumaisetal., 2008)**.

2. Cadre juridique international des zones humides

2.1. Convention de Ramsar

La Convention relative aux zones humides d'importance internationale, dite Convention de Ramsar, constitue un accord intergouvernemental établissant un cadre d'action pour la conservation et l'utilisation durable des zones humides et de leurs ressources, tant au niveau national qu'international. Élaborée dans les années 1960 sous l'impulsion de pays et d'organisations non gouvernementales préoccupés par la dégradation croissante de ces milieux, notamment en tant qu'habitats des oiseaux d'eau migrateurs, elle a été signée le 2 février 1971 à Ramsar (Iran) et est entrée en vigueur en 1975. Il s'agit du seul traité environnemental mondial consacré à un écosystème spécifique, avec une adhésion couvrant l'ensemble des régions du globe **(Chalabi, 1990)**.

Cette convention vise à la protection des zones humides reconnues à l'échelle internationale, en particulier comme habitats des oiseaux d'eau, et s'inscrit dans la continuité de trois programmes initiés par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) **(Chalabi, 1990)** :

Chapitre I : Les zones humides

- Le projet MAR dédié à la conservation des marais ;
- Le projet AQUA portant sur la conservation des lacs et des rivières ;
- Le projet TELMA consacré à la préservation des tourbières.

La mission de la Convention est de « préserver et utiliser rationnellement les zones humides grâce à des actions locales, nationales et internationales, ainsi qu'à la coopération entre États, en vue de contribuer au développement durable mondial ». Elle constitue ainsi un instrument juridique de référence pour la protection des zones humides, en particulier celles inscrites sur sa liste (Chalabi, 1990).

2.2. Convention à l'échelle méditerranéenne

À la suite de la Conférence de Grado (Italie) en février 1991, l'initiative MedWet a été lancée. Elle vise principalement à promouvoir la conservation et l'utilisation durable des zones humides dans la région méditerranéenne, tout en améliorant les conditions de vie des populations locales (Ramsar, 1971).

Coordonnée par le Comité des zones humides méditerranéennes (MedWet/Com) dans le cadre de la Convention de Ramsar, cette initiative constitue une approche concertée et pérenne. Elle associe les gouvernements de la région, l'Autorité palestinienne, la Commission européenne, ainsi que plusieurs conventions internationales (Ramsar, Barcelone, Berne), en plus d'organisations non gouvernementales et de centres spécialisés (Ramsar, 1971).

MedWet met l'accent sur la conservation des écosystèmes humides et encourage l'élaboration de politiques nationales adaptées. Les principales actions recommandées comprennent (Ramsar, 1971) :

- Le renforcement des connaissances sur l'écologie et les fonctions des zones humides ;
- L'évaluation de leurs services et de leur importance ;
- L'exploitation durable de leurs ressources ;
- La gestion rationnelle des ressources en eau ;
- La conservation et la valorisation de la biodiversité ;
- La mise en œuvre d'une gestion intégrée de certains sites ;
- L'élaboration et l'application de stratégies nationales ;
- Le développement de partenariats aux niveaux national et international.

3. Fonctions des zones humides

Les zones humides constituent des réservoirs majeurs de biodiversité et de ressources alimentaires pour de nombreux organismes. Ces fonctions biologiques leur confèrent une capacité remarquable de production de biomasse, caractérisée par une productivité nettement supérieure à celle des autres milieux **(Fustec et Frochot, 1996)**.

3.1. Fonctions hydrologiques

Les écosystèmes humides agissent comme des systèmes de filtration naturelle, à la fois physiques et biologiques. Elles favorisent la sédimentation, y compris le piégeage des éléments toxiques tels que les métaux lourds, ainsi que l'absorption de substances polluantes (nitrates, phosphates) par la végétation, contribuant ainsi à l'amélioration de la qualité de l'eau **(Fustec et Frochot, 1996)**.

3.1.1. Fonctions climatiques

Ces milieux participent à la régulation des microclimats. Les processus d'évaporation et d'évapotranspiration influencent localement les précipitations et la température. Ils contribuent également à atténuer les effets de la sécheresse, notamment au bénéfice des activités agricoles, et jouent ainsi un rôle dans la stabilité climatique **(Skinner et Zalewski, 1995)**.

3.1.2. Fonctions biologiques

Les zones humides constituent des habitats riches en biodiversité et fournissent des ressources alimentaires à une grande variété d'organismes. Leur productivité biologique élevée les distingue nettement des autres écosystèmes **(Fustec et Frochot, 1996)**.

3.1.3. Fonction d'alimentation

La richesse en nutriments des zones humides garantit la disponibilité de ressources alimentaires pour de nombreuses espèces animales, notamment les poissons, les crustacés, les mollusques et les oiseaux d'eau (**Djouadi, 2011**).

4. Les zones humides en Algérie

L'Algérie dispose d'un patrimoine important en zones humides, qui figurent parmi les écosystèmes les plus précieux en termes de biodiversité et de productivité naturelle. En 2015, la Direction Générale des Forêts (DGF) a recensé 2 375 zones humides, dont 2 056 naturelles et 319 artificielles. Parmi celles-ci, 50 sites sont classés Ramsar et reconnus d'importance internationale.

Cependant, plusieurs de ces milieux sont actuellement dégradés, servant de réceptacles à des décharges sauvages couvrant plus de 150 000 hectares, souvent situées sur des terres agricoles ou le long des oueds (**Zaafour, 2012**).

Ces pollutions engendrent de multiples impacts négatifs, notamment la détérioration de la qualité des eaux souterraines et superficielles, des sols et de l'air, ainsi que des risques pour la santé publique. La gestion durable de ces écosystèmes fragiles nécessite une mobilisation collective en faveur d'une approche intégrée et rationnelle (**Boumezbeur, 2004**).

4.1. Principales zones humides Algériennes

Les zones humides algériennes sont assez diversifiées (**Tab.1**) et se présentent sous différents types :

- La région du Nord-Est, qui est l'une des plus humides d'Algérie, contient un ensemble de lacs qui est très important par sa taille. Dans cette zone se situent deux grandes zones humides d'eau douce : le lac Oubeïra et le lac Tonga, qui sont sur la liste de Ramsar depuis 1982.
- La frange Nord-ouest, bénéficiant d'un climat avec moins de pluie, est connue pour ses étendues d'eau salée. On y trouve les marécages de Macta dans la région de Mascara, la vaste sebkha d'Oran, le lac Télamine ainsi que les salines à Arzew, qui font partie de la Wilaya d'Oran.

Chapitre I : Les zones humides

- Les grandes plaines et les zones steppiques à l'intérieur des terres présentent une faible quantité de pluie, avec une sécheresse estivale très forte. On y trouve surtout des chotts et des sebkhas. Ces lacs salés, peu profonds, ont été créés durant le Pléistocène par des pluies intenses et un écoulement dans des paysages presque désertiques, entraînant ainsi la formation de larges dépressions. Cela fait de ces zones humides le type le plus vaste en Algérie.

- Les sebkhas sont des zones peu profondes qui contiennent de l'eau salée pendant de longues périodes, s'asséchant souvent uniquement en plein été. Certaines d'entre elles peuvent même garder de l'humidité toute l'année. On peut les distinguer par la présence et le type de végétation. Parmi les principales, on trouve : la grande sebkha d'Oran, Garaet El Tarf, AnkDjemel, Garaet El Meghsel dans la Wilaya d'Oum El Bouaghi, ainsi que Bazer et El Hamiet dans la Wilaya de Sétif.

- Les chotts désignent des zones peu profondes qui subissent des inondations de manière irrégulière tant dans le temps que dans l'espace. Ils se distinguent par une flore particulièrement

- Chotts les plus notables, on trouve : Chott El Hodna à M'sila, Chott Melghir à Biskra, Chott Merouane à El Oued, Chott Zehrezriche, dominée en grande partie par des salicornes. Parmi les Chergui et Gherbi à Djelfa, Chott Chergui à Saïda, ainsi que Chott Aïn Beïda et Chott Lalla Fatma à Ouargla, et enfin Chott El Frainet Chott El Beïda à Sétif.

- Dans le Sahara de l'Atlas Saharien, la région désertique, qui reçoit très peu de pluie, possède un système hydrographique fossile très étendu, visible à la surface par des lits d'Oued et des Oasis. De plus, les grands massifs montagneux de l'Atlas Saharien, du Hoggar et du Tassili abritent de nombreuses zones humides permanentes connues sous le nom de Gueltas, qui représentent certainement une étape cruciale pour les oiseaux traversant le Sahara.

Chapitre I : Les zones humides

Tableau n°1 : Les zones humides Algériennes inscrites sur la liste Ramsar (Bendahmane, 2015)

Nom de la zone humide		Année d'inscription	Superficie (ha)	Wilaya
1	Lac Tonga	1982	2 700	El Tarf (PNEK)
2	Lac Oubeïra	1982	2 200	El Tarf (PNEK)
3	Lac des oiseaux	1999	120	El Tarf
4	Chott Ech Chergui	2001	855 500	Saïda, Nâama, El Bayadh
5	Guerbes	2001	42 100	Skikda
6	Chott El Hodna	2001	362 000	M'Sila et Batna
7	Valée d'Iherir	2001	6 500	Illizi
8	Gueltesd'issikarassene	2001	35 100	Tamanrasset
9	Chott Merouane et Oued Khrouf	2001	337 700	El Oued et Biskra
10	Marais de la Macta	2001	44 500	Mascara, Oran et Mostaganem
11	Oasis de Ouled Saïd	2001	25 400	Adrar (Commune Ouled Saïd)
12	Sebkha d'Oran	2001	56 870	Oran
13	Oasis de Tamentit et Sid Ahmed Timmi	2001	95 700	Adrar, Commune de Tamentit
14	Oasis de Mogharet Tiout	2002	195 500	Nâama
15	Zehrez Chergui	2002	50 985	Djelfa
16	Zehrez Gharbi	2002	52 500	Djelfa
17	Gueltesd'Affilal	2002	20 900	Tamanrasset
18	Grotte de Ghar Boumâaza	2002	20 000	Tlemcen
19	Marais de la Mekhada	2002	8 900	El Tarf
20	Chott Melghir	2002	551 500	El Oued et Biskra
21	Lac de Réghaïa	2002	842	Alger (Cne. Réghaïa et Heraoua)
22	Lac Noir	2002	5	El Tarf (PNEK)
23	Aulnaies de Aïn Khiaïr	2002	170	El Tarf (PNEK)
24	Lac de Béni Bélaïd	2002	600	Jijel
25	Cirque de Aïn Ouarka	2002	2 350	Nâama

Chapitre I : Les zones humides

26	Lacde Fetzara	2002	20 680	Annaba
27	SebkhetElHamiet	2004	2 509	Sétif
28	Sebkhet Bazer	2004	4 379	Sétif
29	Chott El Beïdha-	2004	12 223	Sétif
30	GaraetAnnkJemel-ElMerhssel	2004	18 140	Oumel Bouaghi
31	GaraetGuellif	2004	24 000	Oumel Bouaghi
32	Chott Tinsilt	2004	2 154	Oumel Bouaghi
33	GaraetElTaref	2004	33 460	Oumel Bouaghi
34	DayetElFerd	2004	3 323	Tlemcen
35	OglatEdaïra	2004	23 430	Nâama
36	LesSalinesd'Arzew	2004	5 778	Oran
37	LelacdeTellamine	2004	2 399	Oran
38	LeLacMellah	2004	2 257	ElTarf (PNEK)
39	SebkhetElMeleh(Lacd'El Goléa)	2004	18 947	Ghardaia
40	ChottOum Raneb	2004	7 155	Ouargla
41	ChottSidi Slimane	2004	616	Ouargla
42	Chott Aïn El Beïda	2004	6 853	Ouargla
43	Chott Boulhilet	2009	856	Oumel Bouaghi
44	SebkhetEzzmoul	2009	6 765	Oumel Bouaghi
45	Chott Timerghanine	2009	1 460	Oumel Bouaghi
46	Maraisde Bourdim	2009	11	ElTarf (PNEK)
47	Valléedel'ouedSoumma m	2009	12 453	Bejaia
48	LacduBarragedeBoughzoul	2011	9 058	Médéa
49	IledeRachgoun	2011	66	Ain Temouchent
50	NechaaOumLaagareb	2011	729	El Tarf

4.2. État des connaissances sur les zones humides en Algérie

Les zones humides Algériennes ont longtemps été insuffisamment étudiées et mal valorisées, ce qui a conduit à une sous-estimation de leur importance (**Isenmann et Moali, 2000**).

Chapitre I : Les zones humides

Jusqu'en 1995, il n'existait ni inventaire national ni classification des écosystèmes aquatiques. Par la suite, la Direction Générale des Forêts a engagé des efforts de conservation dans le cadre des engagements de l'Algérie envers la Convention de Ramsar.

Un premier inventaire réalisé en 1997 a permis d'identifier 254 zones humides (publié en 1998). Par la suite, trois atlas des zones humides d'importance internationale ont été publiés en 2001, 2002 et 2004. Actuellement, 42 sites sont classés sur la liste Ramsar, couvrant une superficie totale de 2 959 000 hectares.

Ces classements, effectués entre 1982 et 2004, incluent notamment les premiers sites inscrits en 1982, à savoir la lagune de Tonga et le lac Oubeira. Par ailleurs, 18 autres sites sont proposés pour inscription, et il est envisagé que l'Algérie compte à l'avenir environ soixante zones humides classées. **(Fig.1)**

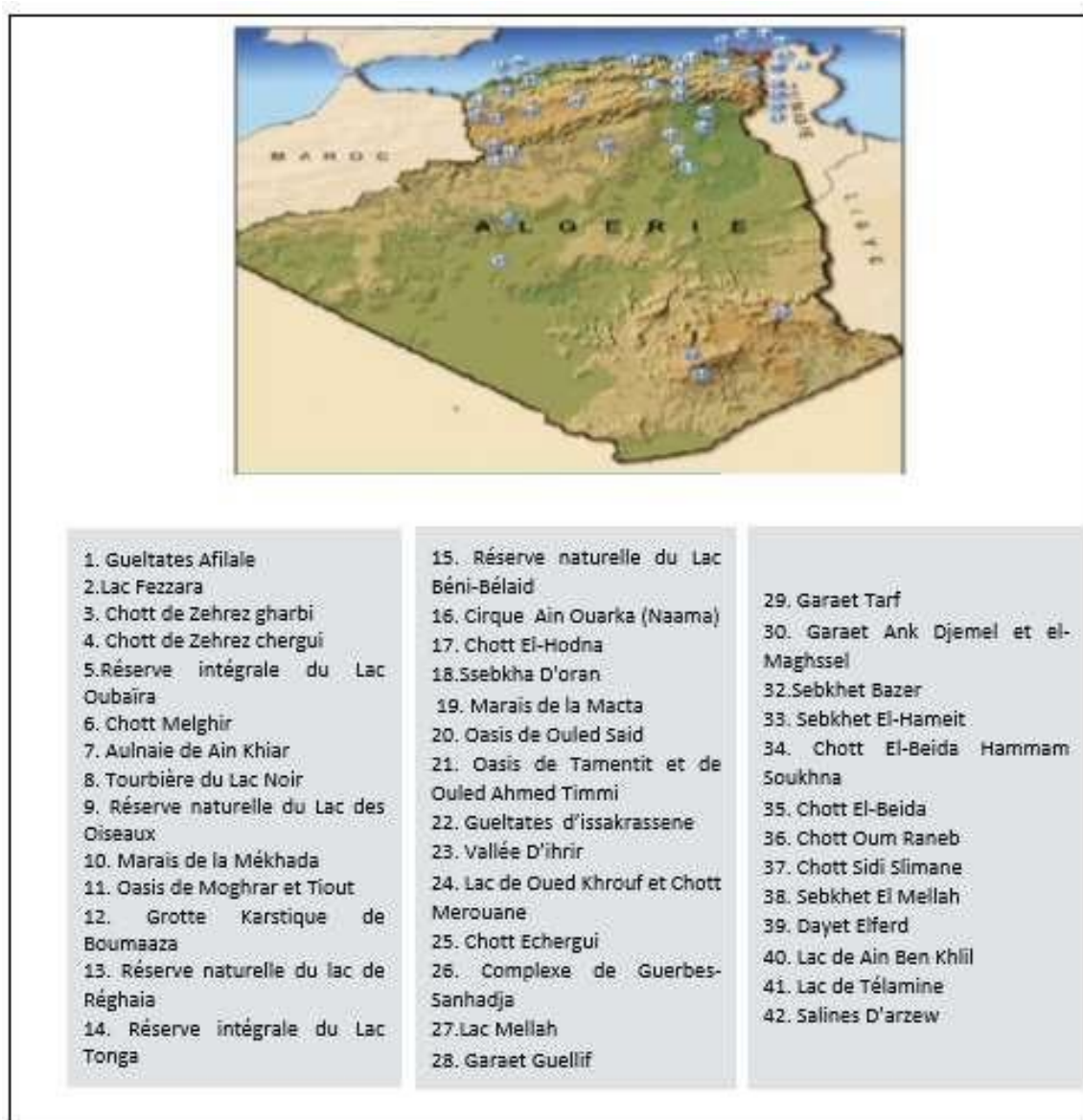


Figure n°1 : Répartitions des principales zones humides Algérienne(Direction Générale des Forêts, 2004)

4.3. Critères de classification des zones humides d'importance internationale

Adoptés lors de la 7^e Conférence des Parties contractantes (1999), ces critères ont remplacé ceux établis lors des 4^e et 5^e réunions (1990, 1996), afin d'orienter la mise en œuvre de l'article 2 relatif à la désignation des sites Ramsar.

4.3.1. Groupe A des critères

Sites abritant des types de zones humides représentatifs, rares ou uniques

Critère 1 : Une zone humide peut être reconnue d'importance internationale si elle constitue un exemple représentatif, rare ou unique d'un type de zone humide naturelle ou quasi naturelle au sein d'une région biogéographique donnée.

4.3.2. Groupe B des critères

Sites d'importance internationale pour la conservation de la diversité biologique (basés sur les espèces et les communautés écologiques)

Critère 2 : Une zone humide est considérée d'importance internationale lorsqu'elle sert d'habitat à des espèces vulnérables, menacées ou en danger critique d'extinction, ainsi qu'à des communautés écologiques menacées.

Critère 3 : Une zone humide est reconnue d'importance internationale lorsqu'elle abrite des populations d'espèces animales et végétales essentielles au maintien de la biodiversité dans une région biogéographique spécifique.

Critère 4 : Une zone humide est qualifiée d'importance internationale lorsqu'elle accueille des espèces à un stade critique de leur cycle biologique ou qu'elle constitue un refuge en période de conditions défavorables.

4.3.3. Critères spécifiques relatifs aux oiseaux d'eau

Critère 5 : Une zone humide est considérée d'importance internationale lorsqu'elle accueille régulièrement au moins 20 000 oiseaux d'eau.

Critère 6 : Une zone humide est reconnue d'importance internationale lorsqu'elle abrite, de manière régulière, au moins 1 % de la population d'une espèce ou sous-espèce d'oiseaux d'eau.

4.3.4. Critères spécifiques relatifs aux poissons

Critère 7 : Une zone humide est considérée d'importance internationale lorsqu'elle renferme une proportion significative de sous-espèces, d'espèces ou de familles de poissons indigènes, ainsi que des individus à différents stades de leur cycle biologique, des interactions écologiques et/ou des populations représentatives contribuant à la biodiversité mondiale.

Critère 8 : Une zone humide est reconnue d'importance internationale lorsqu'elle constitue une source alimentaire essentielle pour les poissons, un site de reproduction, une zone de croissance et/ou une voie de migration pour des populations dépendantes de cet habitat ou d'autres milieux associés (CDP, 1990, 1996).

5. Les oiseaux d'eau : Caractéristiques et migration

Les oiseaux constituent une classe de vertébrés caractérisée par la présence de plumes et une forte adaptation au vol, leur permettant de se déplacer rapidement et d'exploiter divers milieux. Les oiseaux d'eau sont définis comme des espèces dépendant écologiquement des zones humides (**Wetlands International, 2010**). Leur relation avec l'eau varie selon les espèces : certaines nagent ou plongent pour se nourrir, d'autres exploitent les surfaces ou les berges. En raison de cette dépendance, ils sont considérés comme de bons indicateurs de la qualité écologique des zones humides (**Colwell et Taft, 2000**).

La migration est un phénomène saisonnier correspondant à des déplacements réguliers entre les zones de reproduction et d'hivernage. La migration prénuptiale a lieu au printemps vers les sites de nidification, tandis que la migration postnuptiale intervient après la reproduction et concerne généralement un plus grand nombre d'individus (**Marion, 2004**). Ces déplacements dépendent des conditions climatiques, des ressources alimentaires et des vents, chaque espèce suivant un calendrier et un itinéraire spécifiques.

L'Algérie occupe une position stratégique dans les voies migratoires reliant l'Eurasie à l'Afrique, notamment au sein des routes de l'Est Atlantique (**Moreau, 1966**). Deux axes principaux traversent le pays : une voie occidentale passant par le détroit de Gibraltar et une voie orientale reliant la Sicile et le Cap Bon, incluant les zones humides du Nord-Est comme le complexe d'El Kala. De nombreuses espèces d'oiseaux d'eau, notamment les canards et les

Chapitre I : Les zones humides

fuligules, y transitent régulièrement, ce qui souligne l'importance écologique de ces milieux dans les réseaux migratoires (**Isenmann et Moali, 2000**).

CHAPITRE II

MATERIELS ET METHODES



MATERIELS & METHODES

1. Description de la région d'étude

1.1. Situation géographique

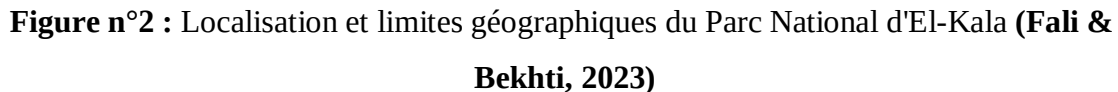
Le Parc National d'El Kala figure parmi les plus vastes parcs nationaux d'Algérie. Il a été institué par décret en date du 23 juillet 1983 et, depuis 1990, il est classé réserve de biosphère dans le cadre du programme MAB (Man and Biosphere) de l'UNESCO (**Mate, 2005**).

Le Parc National d'El Kala, ainsi que son extension proposée, sont intégralement situés dans la wilaya d'El Tarf, issue du découpage administratif de 1985. Antérieurement, ce territoire relevait de la wilaya d'Annaba. La wilaya d'El Tarf est limitrophe de la Tunisie sur une distance d'environ 100 km et possède une façade maritime de 90 km. Ainsi, les 76 438 hectares du parc, incluant les espaces terrestres et marins, occupent la partie orientale de cette wilaya et constituent l'extrême nord-est du territoire algérien (**DGF, 2012**).

Le Parc National d'El Kala est délimité comme suit :

- Au nord, par la mer Méditerranée ;
- Au sud, par les contreforts des monts de la Medjerda ;
- À l'est, par la frontière algéro-tunisienne ;
- À l'ouest, par la terminaison de la plaine alluviale d'Annaba.

Ses coordonnées géographiques sont approximativement de 36°52' de latitude Nord et 8°27' de longitude Est, à proximité de la ville d'El Kala. (**Fig.2**)



2.1. Situation géographique

Le lac est délimité à l'ouest, au sud et à l'est par différents ensembles géomorphologiques : les derniers contreforts des monts de la Kroumirie au nord-ouest, les collines sableuses qui le

Sa profondeur moyenne est comprise entre 1 et 1,5 mètre. Le lac Tonga est en outre relié à la mer Méditerranée par le canal de la Messida (**Lounis et Mecheher, 2023**) (Fig. 3 et 4).

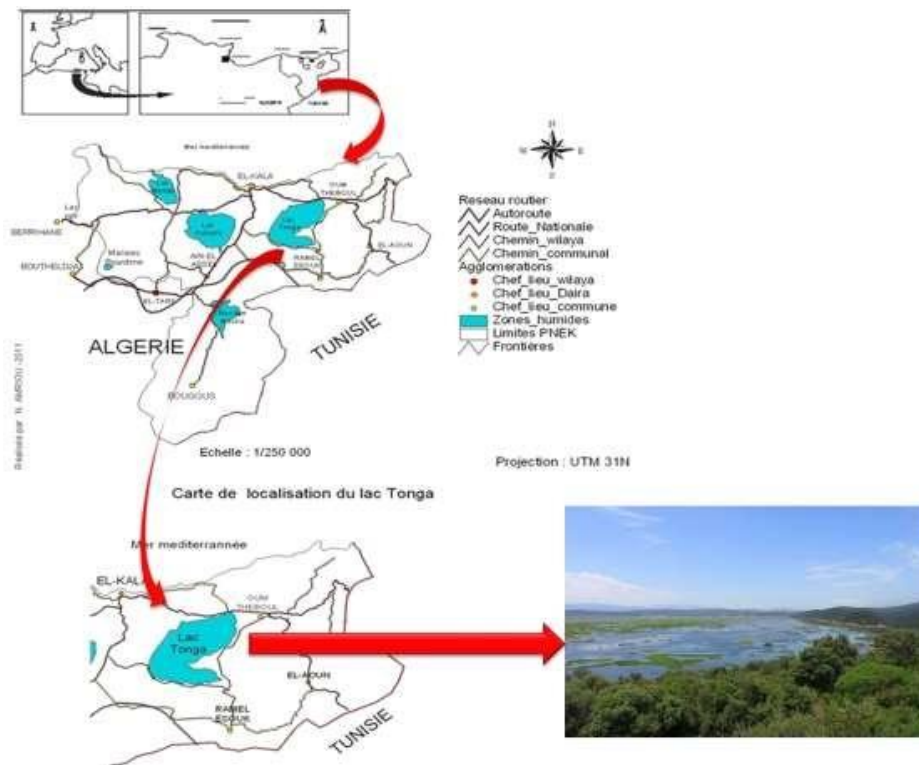


Figure n°3: Carte de situation géographique du lac Tonga (Amriou, 2011).



Figure n°4 : Vue satellite du lac Tonga (Google Earth, 2026)

2.2. Caractéristiques du lac Tonga

2.2.1. Géologie

L'origine du lac Tonga remonte au Quaternaire, période durant laquelle les mouvements tectoniques ont contribué à la formation de sa cuvette. Le fond du lac est constitué d'argiles numidiennes assurant l'imperméabilité de cette dépression d'origine laguno-marine, progressivement transformée en lac d'eau douce à la suite d'un envasement lié à d'importants dépôts de limons provenant des collines environnantes.

Le bassin versant du lac Tonga présente une diversité de formations géologiques, notamment :

- Des sols marécageux constitués de limons de bas-fonds ;
- Des alluvions limoneuses formées de sables et de limons récents ;
- Des formations pontiennes composées de marnes argilo-schisteuses ;
- Des formations d'âge Éocène moyen constituées d'argiles, de grès et de calcaires noirs formant les reliefs périphériques du lac (**Fiche descriptive Ramsar, 2023**).

2.2.2. Pédologie

Les sols du bassin du lac Tonga se répartissent comme suit :

- Sols marécageux occupant la partie centrale du lac ;
- Sols tourbeux localisés au niveau de l'aulnaie de la rive nord ;
- Dépôts alluvionnaires associés aux oueds El Hout et El Eurg ainsi qu'aux abords du lac ;
- Sols de prairies marécageuses susceptibles de s'assécher durant la saison estivale **(Fiche descriptive Ramsar, 2023)**.

2.2.3. Hydrologie

Le lac Tonga est alimenté, d'une part, par des affluents temporaires (petits ravins généralement à sec en été) situés le long des rives ouest et sud, et d'autre part, par des oueds à l'est. Il reçoit également les apports de deux sous-bassins versants : l'oued El Hout au sud et l'oued El Eurg au nord. Son exutoire principal est l'oued Messida **(Fiche descriptive Ramsar, 2023)**.

2.3. Valeurs hydrologiques

Le lac Tonga joue un rôle hydrologique essentiel, notamment :

- La régulation des crues en période hivernale ;
- La rétention des sédiments et des matières transportées par les crues en amont ;
- La stabilisation des dunes littorales **(Fiche descriptive Ramsar, 2023)**.

2.3.1. Caractéristiques climatiques

Le climat de la région d'étude présente des caractéristiques typiquement méditerranéennes, marquées par des étés chauds, un ensoleillement régulier tout au long de l'année, ainsi qu'une variabilité importante des précipitations et des vents. Les précipitations sont irrégulières selon les saisons et les années.

La température moyenne annuelle est de 18,9 °C, avec une saison sèche s'étendant sur environ quatre mois, de fin avril à début septembre. Janvier constitue le mois le plus froid (température minimale moyenne de 9 °C), tandis qu'août est le plus chaud (température

maximale moyenne de 28,8 °C). Les précipitations annuelles moyennes atteignent 706 mm, avec un maximum en automne et en hiver (120,4 mm en décembre) et un minimum en été (1,75 mm en juillet).

La station de la Citadelle se situe dans un étage bioclimatique semi-humide à hivers doux, avec une tendance vers un étage humide (**Kerfaf et al., 2020**).

2.3.1.1. Température

Selon **Seltzer (1946)**, l'année se divise en un semestre froid et un semestre chaud. Dans la région d'El Kala, les mois les plus froids sont janvier et février, tandis que juillet et août représentent les mois les plus chauds (**Athamnia, 2015**).

2.3.1.2. Humidité

La proximité de la mer, la présence de nombreuses masses d'eau et les écosystèmes forestiers environnants contribuent à des taux d'humidité élevés tout au long de l'année, favorisant le maintien de la végétation. Les valeurs maximales d'humidité sont enregistrées en début d'hiver (décembre) et en début d'été (mai) (**Chettibi, 2014**).

2.3.1.3. Vents

Le régime des vents est dominé par des flux de nord-ouest durant la saison froide. En saison chaude, leur vitesse diminue, tandis que le sirocco, soufflant principalement en été, assèche l'atmosphère et favorise les incendies de forêt. Les vitesses maximales sont observées en hiver, notamment en décembre, janvier et février (**Chettibi, 2014**).

2.3.2. Caractéristiques écologiques

Le lac Tonga constitue un site d'importance majeure pour l'avifaune aquatique, remplissant plusieurs fonctions écologiques :

- Zone d'hivernage accueillant plusieurs dizaines de milliers d'oiseaux ;
- Site de nidification pour de nombreuses espèces (Ardéidés, Anatidés, Rallidés, ainsi que certains rapaces) ;
- Zone de mue pour certaines espèces nicheuses.

Ces fonctions sont rendues possibles par la diversité des habitats présents :

- Vastes surfaces d'eau libre ;
- Étendues importantes de nénuphars ;
- Formations de scirpes, phragmites et typha ;
- Formations forestières flottantes de saules (**Fiche descriptive Ramsar, 2023**).

2.4. Flore remarquable

Le lac Tonga présente une végétation riche et diversifiée dominée par des formations émergentes. On y recense 14 groupements végétaux, dont 10 associations, comprenant 81 espèces, parmi lesquelles 32 sont considérées comme très rares (**Fiche descriptive Ramsar, 2023**).

La flore est principalement constituée d'espèces telles que *Typha angustifolia*, *Iris pseudacorus*, *Scirpus lacustris*, *Scirpus maritimus*, *Phragmites australis*, *Salix pedicellata* et *Sparganium erectum*. Au printemps, on observe l'émergence et la floraison de plantes aquatiques envahissantes dans les zones d'eau libre, notamment *Nymphaea alba* (**Gacem, 2015**).

2.5. Faune remarquable

2.5.1. Oiseaux aquatiques

Le lac Tonga constitue un site de reproduction pour une colonie plurispécifique d'Ardéidés nichant dans les saulaies, comprenant notamment l'aigrette garzette, le héron pourpré, le bihoreau gris et le héron crabier. Il abrite également des espèces nicheuses telles que le busard des roseaux (*Circus aeruginosus*), la poule d'eau (*Gallinula chloropus*), le râle d'eau (*Rallus aquaticus*), les grèbes (castagneux et huppé), l'érismaure à tête blanche (*Oxyura leucocephala*), le fuligule nyroca (*Aythya nyroca*), la poule sultane (*Porphyrio porphyrio*), le blongios nain (*Ixobrychus minutus*), la sterne à moustaches (*Chlidonias hybridus*), l'ibis falcinelle (*Plegadis falcinellus*) et la sarcelle marbrée (*Marmaronetta angustirostris*) (**Aissaoui et al., 2009**).

Le site accueille régulièrement plus de 20 000 oiseaux d'eau en hivernage et abrite au moins 1 % de la population mondiale de certaines espèces d'intérêt international, notamment l'érismaure à tête blanche et le fuligule nyroca (**Abbaci, 1999**).

2.5.2. Mammifères

La faune mammalienne du bassin versant du lac Tonga comprend 37 espèces, dont certaines sont rares et localisées. La loutre (*Lutra lutra*), espèce menacée, est étroitement liée à ce milieu. Le cerf de Barbarie (*Cervus elaphus barbarus*) occupe les formations forestières environnantes (subéraies, pinèdes), sa présence étant fortement conditionnée par la disponibilité en eau, particulièrement en période de sécheresse (**Benyacoub et Chabi, 2000**).

2.5.3. Odonatofaune

Le lac Tonga abrite 22 espèces d'odonates appartenant aux familles des Lestidae, Coenagrionidae, Aeshnidae et Libellulidae (**Saouache, 1993 in Houhamdi, 2002**).

2.5.4. Herpétofaune et amphibiens

Le bassin du lac Tonga héberge plusieurs espèces de reptiles et d'amphibiens, dont *Emys orbicularis*, *Mauremys leprosa*, *Rana saharica*, *Discoglossus pictus*, *Bufo mauritanicus*, *Pleurodeles poireti*, *Psammodromus algirus*, *Chalcides ocellatus*, *Lacerta pater* et *Natrix maura* (**Rouag, 1999**).

2.5.5. Ichtyofaune

L'ichtyofaune du Parc National d'El Kala comprend deux espèces endémiques d'eau douce : *Barbus callensis* et *Pseudophoxinellus callensis*, ainsi qu'au moins cinq espèces marines rares en Méditerranée, notamment *Epinephelus alexandrinus*, *Epinephelus guaza*, *Diplodus cervinus*, *Thalassoma pavo* et *Muraena helena*. Certaines de ces espèces, telles que *Epinephelus alexandrinus* et *Epinephelus guaza*, présentent un intérêt patrimonial important (**Abbaci, 1999**).

3. Modèles biologiques

L'étude a porté sur sept familles d'oiseaux. La famille des Anatidés est représentée par dix espèces (Canard pilet, Canard souchet, Canard chipeau, Canard siffleur, Canard colvert, Erismature à tête blanche, Fuligule nyroca, Fuligule milouin, Fuligule morillon, Sarcelle d'hiver).

Chapitre II : Matériels & Méthodes

La famille des Ardeidés comprend quatre espèces (Héron cendré, Héron garde-bœufs, Aigrette garzette, et Grande aigrette).

La famille des Rallidés comprend trois espèces (Foulque macroule, Poule d'eau, Poule sultane), tandis que celle des Podicipédidés est représentée par deux espèces (Grèbe huppé et Grèbe castagneux).

Enfin, les familles des Ciconiidés, Charadriidés, et Phalacrocoracidés sont chacune représentées par une espèce : respectivement Cigogne blanche, Vanneau huppé, et Grand cormoran.

3.1. La Famille des Anatidés

➤ Systématique

- **Règne** : Animalia
- **Embranchement** : Chordata
- **Classe** : Aves
- **Ordre** : Anseriformes
- **Famille** : Anatidae



Figure n°5 : La Familles des Anatidés

➤ Description

La famille des Anatidés (*Anatidae*) regroupe les canards, les oies et les cygnes, qui constituent des oiseaux aquatiques largement distribués à l'échelle mondiale, en particulier dans les milieux humides tels que les lacs, les marais et les estuaires. Ces espèces présentent des adaptations morphologiques spécifiques à la vie aquatique, notamment des pattes palmées, un plumage dense et imperméable, ainsi qu'un bec aplati généralement pourvu de lamelles facilitant la filtration de l'eau ou de la vase.

Chapitre II : Matériels & Méthodes

Leur régime alimentaire est diversifié, comprenant des espèces herbivores, invertivores ou omnivores. Le dimorphisme sexuel est souvent prononcé chez les canards de surface, comme chez le Canard colvert, tandis qu'il demeure peu marqué chez les espèces plongeurs, à l'instar du Fuligule nyroca.

La reproduction est généralement de type monogame, avec des pontes variant entre 6 et 12 œufs, déposés dans des nids dissimulés au sein de la végétation, qu'elle soit terrestre ou flottante.

Les Anatidés jouent un rôle écologique essentiel dans les écosystèmes humides, à la fois par leurs interactions trophiques et par leur fonction de bio-indicateurs (**Carboneras, 1992**).

3.2. La famille des Ardéidés

➤ Systématique

- **Règne** : Animalia
- **Embranchement** : Chordata
- **Classe** : Aves
- **Ordre** : Pelecaniformes
- **Famille** : Ardeidae



Figure n°6 : La Famille des Ardéidés

➤ Description

La famille des Ardéidés (*Ardeidae*) regroupe environ 64 espèces de hérons, d'aigrettes et de butors, largement réparties à l'échelle mondiale, principalement au sein des zones humides. Ces oiseaux échassiers se caractérisent par une morphologie élancée, un long cou en forme de « S », un bec droit et pointu ainsi qu'une posture généralement dressée. Leur vol est relativement lent et se distingue par le repli du cou, contrairement à celui des cigognes. Leur régime alimentaire est essentiellement constitué de proies aquatiques telles que les poissons,

Chapitre II : Matériels & Méthodes

les amphibiens, les insectes et les crustacés (Kushlan & Hancock, 2005 ; Isenmann & Moali, 2000).

La majorité des espèces niche en colonies, soit dans des formations arborées, soit au sein des roselières, où elles construisent des nids rudimentaires composés de branchages. Les pontes comportent généralement entre 3 et 5 œufs, incubés par les deux parents (Cramp & Simmons, 1977 ; Ghermaoui et al., 2018). En raison de leur sensibilité aux modifications des habitats, les Ardéidés constituent d'excellents bio-indicateurs de la qualité écologique des milieux.

En Algérie, cette famille est bien représentée par plusieurs espèces, notamment le Héron cendré (*Ardea cinerea*), le Héron pourpré (*Ardea purpurea*), l'Aigrette garzette (*Egretta garzetta*) et le Héron garde-bœufs (*Bubulcus ibis*), entre autres.

3.3. La famille des Rallidés

➤ Systématique

- Règne : Animalia
- Embranchement : Chordata
- Classe : Aves
- Ordre : Gruiformes
- Famille : Rallidae



Figure n° 7 : La Famille des Rallidés

➤ Description

La famille des Rallidés regroupe un ensemble diversifié d'oiseaux à tendance terrestre ou semi-aquatique, incluant notamment les poules d'eau, les foulques, les talèves, les marouettes et les râles, et comprenant plus de 130 espèces. Ces oiseaux se caractérisent par un corps compact, un bec généralement court, ainsi que de longues pattes munies de doigts allongés, adaptés à la progression sur la végétation flottante.

Chapitre II : Matériels & Méthodes

Ils occupent principalement des habitats denses tels que les roselières, les marais et les bordures d'étangs, où ils adoptent un comportement discret, souvent associé à une activité crépusculaire ou nocturne. Leur régime alimentaire est de type omnivore, incluant des végétaux aquatiques, des invertébrés, des œufs et parfois de petits vertébrés (Taylor & van Perlo, 1998 in Isenmann & Moali, 2000).

La reproduction se déroule généralement au sein des roselières ou sur la végétation flottante, avec la construction de nids bien dissimulés. Les pontes comportent en moyenne entre 6 et 12 œufs (Taylor & van Perlo, 1998 in Khalfa & Ferahtia, 2021).

Parmi les espèces recensées en Algérie figurent la Foulque macroule (*Fulica atra*), la Poule d'eau (*Gallinula chloropus*) et la Talève sultane (*Porphyrio porphyrio*), cette dernière constituant un indicateur écologique pertinent des zones humides en bon état de conservation (Taylor & van Perlo, 1998 ; Rizi et al., 1999 ; Isenmann & Moali, 2000).

3.4. La famille des Podicipédidés

➤ Systématique

- Règne : Animalia
- Embranchement : Chordata
- Classe : Aves
- Ordre : Podicipediformes
- Famille : Podicipedidae



Figure n°8 : La Famille des Podicipédidés

➤ Description

La famille des Podicipédidés constitue un groupe restreint d'oiseaux aquatiques spécialisés dans la plongée en eau douce, regroupant les grèbes et comprenant environ une vingtaine d'espèces. Ces oiseaux présentent des adaptations morphologiques à la nage et à la plongée, notamment un corps fusiforme, un plumage particulièrement dense et des pattes insérées en position postérieure. Contrairement à la majorité des oiseaux aquatiques, leurs doigts sont lobés et non palmés. Leur bec, fin et effilé, est adapté à la capture de proies telles que les petits poissons, les crustacés et les insectes aquatiques

Le plumage dense des Podicipédidés leur confère une excellente flottabilité. Leur régime alimentaire est principalement insectivore ou piscivore, avec une activité de chasse sous l'eau. La reproduction s'effectue sur des nids flottants, fixés à la végétation aquatique, et les deux parents participent à l'incubation, généralement de 3 à 5 œufs. Après l'éclosion, les poussins sont fréquemment transportés sur le dos des adultes

En Algérie, les zones humides abritent notamment le Grèbe huppé (*Podiceps cristatus*) et le Grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis*), dont la présence est généralement associée à une bonne qualité des eaux (Del Hoyo et al., 1992 ; Isenmann & Moali, 2000).

3.5. La famille des Ciconiidés

➤ Systématique

- **Règne** : Animalia
- **Embranchement** : Chordata
- **Classe** : Aves
- **Ordre** : Ciconiiformes
- **Famille** : Ciconiidae (Ciconiidés)



Figure n°9: La Famille des Ciconiidés

➤ Description

La famille des Ciconiidae (*Ciconiidae*) regroupe des oiseaux de grande taille, caractérisés par un long cou, un bec robuste et allongé, ainsi que de longues pattes, ce qui les classe parmi les échassiers. Leur vol se distingue par une posture avec le cou tendu. Ce taxon comprend six genres et environ vingt espèces.

Les Ciconiidae présentent une distribution mondiale, étant présents sur tous les continents à l'exception de l'Antarctique, principalement dans les régions chaudes des biomes continentaux. Ils occupent préférentiellement des milieux ouverts et humides, tels que les marais, les prairies humides et les bordures des plans d'eau. Certaines espèces fréquentent également des habitats herbacés de type steppique ou savanicole, voire des milieux forestiers.

Ces oiseaux sont des prédateurs, parfois spécialisés selon les espèces. La reproduction se déroule majoritairement en milieu arboricole et adopte le plus souvent un caractère colonial (Isenmann, Moali & de Foucault 2005).

3.6. La famille des Charadriidae

➤ Systématique

- **Règne** : Animalia
- **Embranchement** : Chordata (Chordés)
- **Classe** : Aves
- **Ordre** : Charadriiformes
- **Famille** : Charadriidae (Leach, 1820)



Figure n°10: La Famille des Charadriidae

➤ Description

Au sein de l'ordre des Charadriiformes, la famille des Charadriidae (*Charadriidae*) forme, avec les Scolopacidae et d'autres familles apparentées, le groupe des limicoles, c'est-à-dire des oiseaux fréquentant principalement les zones littorales vaseuses.

Chapitre II : Matériel & Méthodes

Ces espèces présentent une distribution mondiale, étant présentes sur tous les continents à l'exception de l'Antarctique, dont les conditions environnementales sont défavorables à leur installation.

Les Charadriidés se distinguent des autres limicoles par un bec relativement court, généralement inférieur à la moitié de la longueur de la tête, ainsi que par des pattes de taille modérée. Leur régime alimentaire est constitué principalement d'invertébrés capturés à la surface ou à faible profondeur dans le substrat.

La reproduction a lieu dans des milieux ouverts, généralement dépourvus de végétation dense. Après la période de reproduction, ces oiseaux adoptent un comportement grégaire, formant parfois des rassemblements de grande ampleur, notamment lors des haltes migratoires ou dans les zones d'hivernage. Ce phénomène est particulièrement observable chez les vanneaux et les pluviers (Isenmann, Moali & de Foucault 2005).

3.7. La famille des Phalacrocoracidés

➤ Systématique

- **Règne** : Animalia
- **Embranchement** : Chordata (Chordés)
- **Classe** : Aves
- **Ordre** : Suliformes
- **Famille** : Phalacrocoracidae



Figure n°11: La Famille des Phalacrocoracidés

➤ Description

Au sein de l'ordre des Suliformes, la famille des Phalacrocoracidés (Phalacrocoracidae) regroupe des oiseaux aquatiques piscivores proches des Anhingidés et des Sulidés (Hackett et al., 2008). Elle présente une distribution mondiale, occupant des milieux marins et d'eau douce, à l'exception de l'Antarctique (Del Hoyo et al., 1992).

Les cormorans se caractérisent par un corps allongé, un cou long, un bec crochu et des pattes totipalmées, adaptés à la plongée. Leur plumage partiellement perméable favorise l'immersion mais nécessite un séchage des ailes (**Nelson, 2005**). Leur régime est principalement piscivore, avec une capture active sous l'eau.

La reproduction est généralement coloniale, et ces oiseaux adoptent souvent un comportement grégaire en dehors de cette période (**IOC World Bird List, 2024**).

4. Méthodologie

Pour les campagnes de dénombrement des oiseaux d'eau effectuées chaque année à la mi janvier par le Parc national d'El Kala sous la tutelle de la direction générale des forêts, deux méthodes qui peuvent répondre à nos objectifs et qui sont les plus utilisées car elles présentent plusieurs variantes qui dépendent de la taille du site, de la taille des populations d'oiseaux d'eau à dénombrer et de leur homogénéité. Les méthodes qui peuvent répondre à nos objectifs sont les suivantes :

4.1. Dénombrement exhaustif

Ce dénombrement est dit exhaustif car on considère que la population est estimée directement dans sa valeur absolue et tous les individus sont comptés. On utilise le comptage individuel si le groupe d'oiseaux se trouve à une distance inférieure à 200 m et ne dépasse pas les 200 individus.

4.2. Estimations des effectifs

Cette méthode est basée principalement sur une estimation quantitative ; si la taille du peuplement est supérieure à 200 individus ou si le groupe se trouve à une distance éloignée.

Pour cela, il faudra diviser le champ visuel en plusieurs bandes, compter le nombre d'oiseaux d'une bande moyenne et reporter autant de fois que possible. Cette méthode présente une marge d'erreur estimée de 5 à 10% (**Tamisier et Dehorter, 1999**).

4.3. Fréquences d'échantillonnage

En raison de la grande superficie du lac Tonga et pour les besoins de l'étude on a choisi d'effectuer des sorties entre 8h 00 à 12 h00 durant la période allant de d'Octobre 2025 a Mars 2026.

L'étude de la chronologie des espèces nous a imposé deux sorties mensuelles et on a eu aussi des journées de travail annulées pour des raisons météorologiques

4.4. Matériels utilisés

Pour l'élaboration de cette étude sur la répartition des oiseaux d'eau, nous avons utilisé :

- Un télescope
- Une paire de jumelles
- Un appareil photo
- Un guide d'identification
- Compteur à main

4.5. Traitements statistiques

Les traitements statistiques et les analyses écologiques ont été réalisés sous le logiciel **R version** (R Core Team, 2025). Les données d'abondance mensuelle des oiseaux d'eau ont été organisées et analysées à l'aide des packages **tidyverse**, **vegan**, **ggplot2** et **reshape2**.

Les effectifs totaux et les abondances relatives des différentes familles ont été calculés afin de décrire la structure du peuplement hivernant. La richesse spécifique mensuelle ainsi que les fréquences relatives ont été utilisées pour caractériser la composition de la communauté.

La diversité écologique du peuplement a été évaluée à l'aide de plusieurs indices classiques :

- l'indice de diversité de **Shannon-Weaver (H')** ;
- l'indice d'équitabilité de **Pielou (J')** ;

4.5.1. Indice de Shannon- Weaver

La diversité spécifique d'un peuplement exprime le degré de complexité de ce peuplement. Elle s'exprime par l'indice de shannon-winner (H') qui intègre à la fois, la richesse du peuplement et les abondances spécifiques.

La formule de L'indice de Shannon-winner est la suivant :

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$$

H' = indice de biodiversité de Shannon-winner

i = une espèce du milieu d'étude,

P_i = proportion d'une espèce i par rapport au nombre total d'espèce (S) dans le milieu d'étude (ou richesse spécifique du milieu), qui se calcule de la façon suivante :

$$P(i) = n_i / N$$

Où n_i est le nombre d'individus pour l'espèce i et N est l'effectif total (les individus de toutes les espèces)

N : effectif total du peuplement

H' : Exprimé en bit (Binary digit)

$H' \text{ Max}$: la divers théorique maximale

Distribution tend vers l'équilibre. A l'inverse, une valeur faible de cet indice correspond, soit, à un peuplement caractérisé par un petit nombre d'espèce pour un grand nombre d'individus, soit à un peuplement dans lequel il une espèce dominante (**Blondel, 1995**).

4.5.2. L'équitabilité

Des peuplements à physionomie très différente peuvent ainsi avoir la même diversité, il est donc, nécessaire de calculer parallèlement à l'indice de diversité H' l'équitable (E) en rapportant la diversité observée à la diversité théorique maximal ($H' \text{ Max}$).

Chapitre II : Matériel & Méthodes

$$E = H' / H' \text{ Max avec } H' \text{ Max} = \log_2 S$$

L'équitabilité varie de 0 à 1, elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une espèce, elle tend vers 1 lorsque toutes les espèces sont une même abondance, situation théorique dans le mesure où il existe toujours des espaces rares dans un peuplement.

RESULTATS ET INTERPRETATIONS



RESULTATS ET INTERPRETATIONS

1. Structure du peuplement d'oiseaux d'eau recensés au niveau du lac Tonga

Les recensements des populations aviaires, s'étalant d'octobre 2015 à mars 2026 ont permis de dénombrer plusieurs populations d'oiseaux d'eau fréquentant le lac Tonga, distribuées sur 7 familles (Tab.2).

Tableau n°2 : Liste des oiseaux d'eau observés au niveau du Lac Tonga

Nom commun	Nom scientifique	Famille
Canard chipeau	<i>Anas strepera</i>	Anatidés
Canard souchet	<i>Spatula clypeata</i>	Anatidés
Canard pilet	<i>Anas acuta</i>	Anatidés
Canard siffleur	<i>Anas penelope</i>	Anatidés
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	Anatidés
Fuligule milouin	<i>Aythya ferina</i>	Anatidés
Fuligule nyroca	<i>Aythya nyroca</i>	Anatidés
Fuligule morillon	<i>Aythya fuligula</i>	Anatidés
Erismature tête blanche	<i>Oxyura leucocephala</i>	Anatidés
Sarcelle d'hiver	<i>Anas crecca</i>	Anatidés
Foulque macroule	<i>Fulica atra</i>	Rallidés
Poule d'eau	<i>Gallinula chloropus</i>	Rallidés
Poule sultane	<i>Porphyrio porphyrio</i>	Rallidés
Grèbe huppé	<i>Podiceps cristatus</i>	Podicipédidés
Grèbe castagneux	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Podicipédidés
Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Phalacrocoracidés
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	Ardéidés
Héron garde boeuf	<i>Bubulcus Ibis</i>	Ardéidés
Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>	Ardéidés
Grande aigrette	<i>Egretta alba</i>	Ardéidés
Cicogne blanche	<i>Ciconia ciconia</i>	Ciconiidés
Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>	Charadriidés

Résultats & Interprétations

La famille des Anatidés est largement dominante avec 45,45 % des espèces recensées, suivie des Ardéidés (18,18 %) et des Rallidés (13,64 %). Les Podicipédidés représentent 9,09 %, tandis que les Phalacrocoracidés, Ciconiidés et Charadriidés sont les moins représentés avec 4,55 % chacun (**Fig.12**).

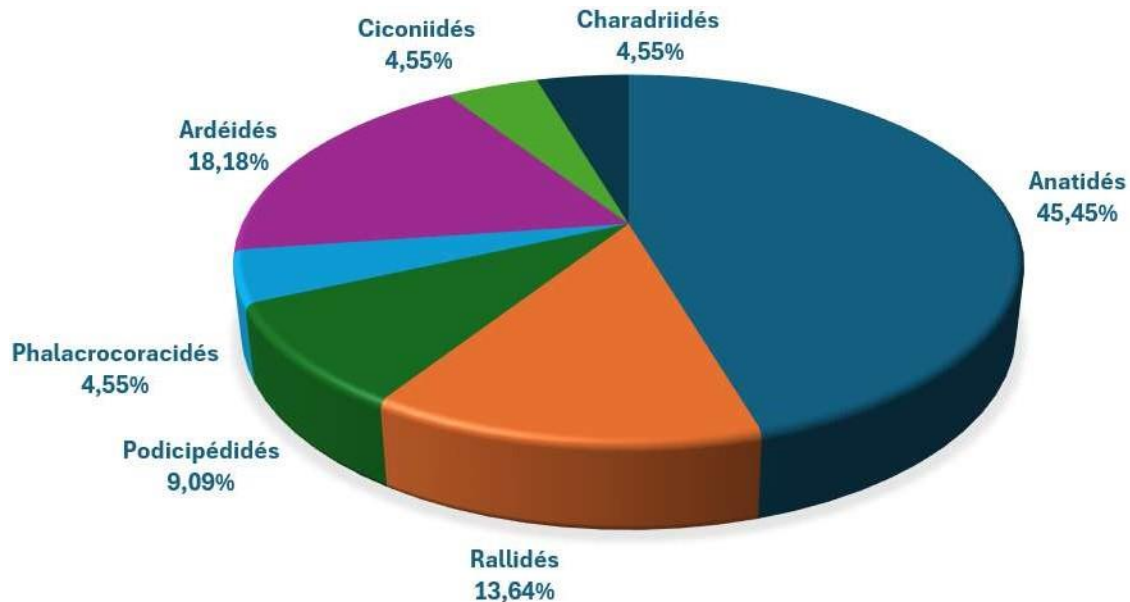


Figure n° 12: Pourcentage de la composition spécifique du peuplement d’oiseaux d’eau au niveau du lac Tonga

2. Statut de conservation du peuplement d’oiseaux d’eau recensés au niveau du lacTonga

Sur les 22 espèces inventoriés au sein de notre site d’étude, le Fuligule nyroca et l’Erismature à tête blanche sont classés comme espèce « Quasi menacée » par contre les 20 autres sont toutes classées dans la catégorie « préoccupation mineure » (**Tab.3**) et (**Fig.13**).

Résultats & Interprétations

Tableau n°3 : Statut de conservation du peuplement d'oiseaux d'eau observés au niveau
du lac Tonga

Nom commun	Nom scientifique	Statut de conservation
Canard chipeau	<i>Anas strepera</i>	Préoccupation mineure
Canard souchet	<i>Spatula clypeata</i>	Préoccupation mineure
Canard pilet	<i>Anas acuta</i>	Préoccupation mineure
Canard siffleur	<i>Anas penelope</i>	Préoccupation mineure
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	Préoccupation mineure
Fuligule milouin	<i>Aythyaferina</i>	Préoccupation mineure
Fuligule nyroca	<i>Aythya nyroca</i>	Quasi menacé
Fuligule morillon	<i>Aythya fuligula</i>	Préoccupation mineure
Erismature a tête blanche	<i>Oxyuraleucocephala</i>	Quasi menacé
Sarcelle d'hiver	<i>Anas crecca</i>	Préoccupation mineure
Foulque macroule	<i>Fulica atra</i>	Préoccupation mineure
Poule d'eau	<i>Gallinula chloropus</i>	Préoccupation mineure
Poule sultane	<i>Porphyrio porphyrio</i>	Préoccupation mineure
Grèbe huppé	<i>Podiceps cristatus</i>	Préoccupation mineure
Grèbe castagneux	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Préoccupation mineure
Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Préoccupation mineure
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	Préoccupation mineure
Héron garde boeuf	<i>Bubulcus Ibis</i>	Préoccupation mineure
Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>	Préoccupation mineure
Grande aigrette	<i>Egretta alba</i>	Préoccupation mineure
Cicogne blanche	<i>Ciconia ciconia</i>	Préoccupation mineure
Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>	Préoccupation mineure



Figure n° 13: Pourcentage du statut de conservation du peuplement d’oiseaux d’eau observés au niveau du lac Tonga

3 .Statut du peuplement d’oiseaux d’eau recensés au lac Tonga

Durant notre période d’étude, on a pu définir sur les 22 espèces recensés deux groupes à savoir les hivernants et les sédentaires et les sédentaires non nicheurs (**Tab.4**) et (**Fig.14**).

Tableau n°4 : Statut des oiseaux d’eau observés au niveau du Lac Tonga

Nom commun	Nom scientifique	Statut biologique
Canard chipeau	<i>Anas strepera</i>	Hivernant
Canard souchet	<i>Spatula clypeata</i>	Hivernant
Canard pilet	<i>Anas acuta</i>	Hivernant
Canard siffleur	<i>Anas penelope</i>	Hivernant
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	Sédentaire
Fuligule milouin	<i>Aythyaferina</i>	Hivernant
Fuligule nyroca	<i>Aythyanyroca</i>	Sédentaire
Fuligule morillon	<i>Aythyafuligula</i>	Hivernant
Erismature a tête blanche	<i>Oxyuraleucocephala</i>	Sédentaire
Sarcelle d’hiver	<i>Anas crecca</i>	Hivernant

Résultats & Interprétations

Foulque macroule	<i>Fulicaatra</i>	Sédentaire
Poule d'eau	<i>Gallinullachloropus</i>	Sédentaire
Poule sultane	<i>Porphyrioporphyrio</i>	Sédentaire
Grèbe huppé	<i>Podiceps cristatus</i>	Sédentaire
Grèbe castagneux	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Sédentaire
Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Hivernant
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	Sédentaire
Héron garde boeuf	<i>Bubulcus Ibis</i>	Sédentaire
Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>	Sédentaire
Grande aigrette	<i>Egretta alba</i>	Hivernant
Cicogne blanche	<i>Ciconia ciconia</i>	Sédentaire
Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>	Hivernant

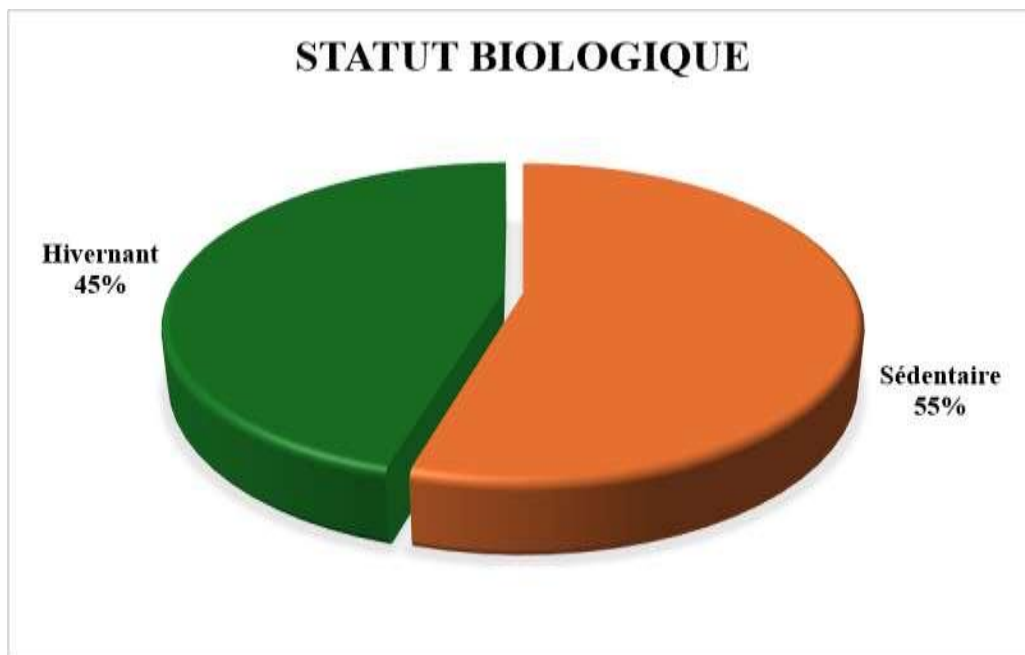


Figure n°14 : Pourcentage du statut phénologique du peuplement d'oiseaux d'eau observée au niveau du lac Tonga

4. Variation mensuelle des effectifs par famille d'oiseaux d'eau au lac Tonga

La courbe d'effectif total mensuel révèle une progression spectaculaire et régulière : le site accueille 1 308 individus en octobre, puis 3 146 en novembre, avant de connaître une accélération sensible en décembre avec 8 158 oiseaux dénombrés. Le pic est atteint en janvier avec 18 506 individus, soit une multiplication par plus de quatorze par rapport au mois initial. Le repli qui s'ensuit est rapide : 8 617 individus en février puis 1 810 en mars, ramenant les effectifs à un niveau comparable à celui d'octobre. Cette dynamique en cloche, marquée par une phase de déclin plus rapide que la phase d'augmentation, illustre une utilisation temporaire mais intense du lac Tonga comme quartier d'hiver (**Fig.15**).

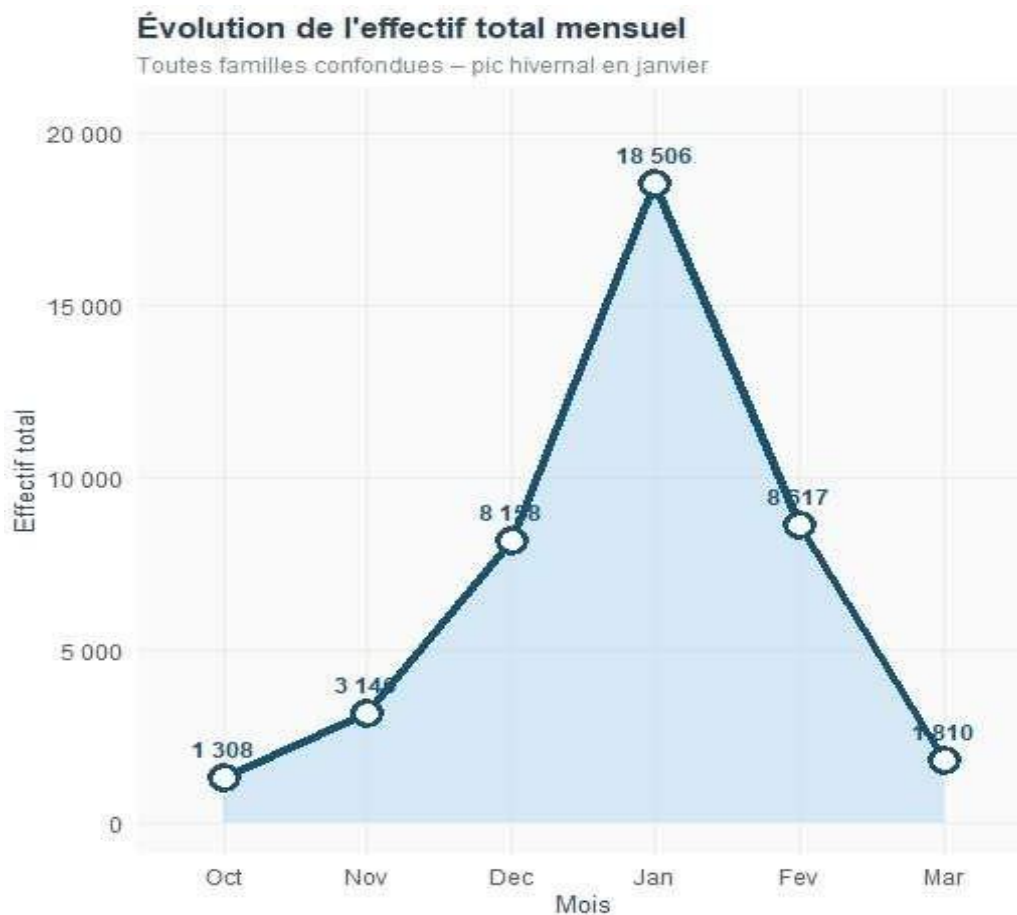


Figure n°15 : Évolution mensuelle des effectifs totaux des familles d'oiseaux d'eau au lac Tonga

Les courbes de fluctuation par famille confirment que ce profil est globalement partagé par l'ensemble des familles. Les Rallidés et les Anatidés se distinguent nettement par leurs

Résultats & Interprétations

effectifs dominants, leurs trajectoires évoluant de manière parallèle tout au long de la période. Les autres familles, en revanche, restent marginales à l'échelle du graphique, leurs variations étant peu perceptibles visuellement malgré une tendance saisonnière similaire (Fig.16).

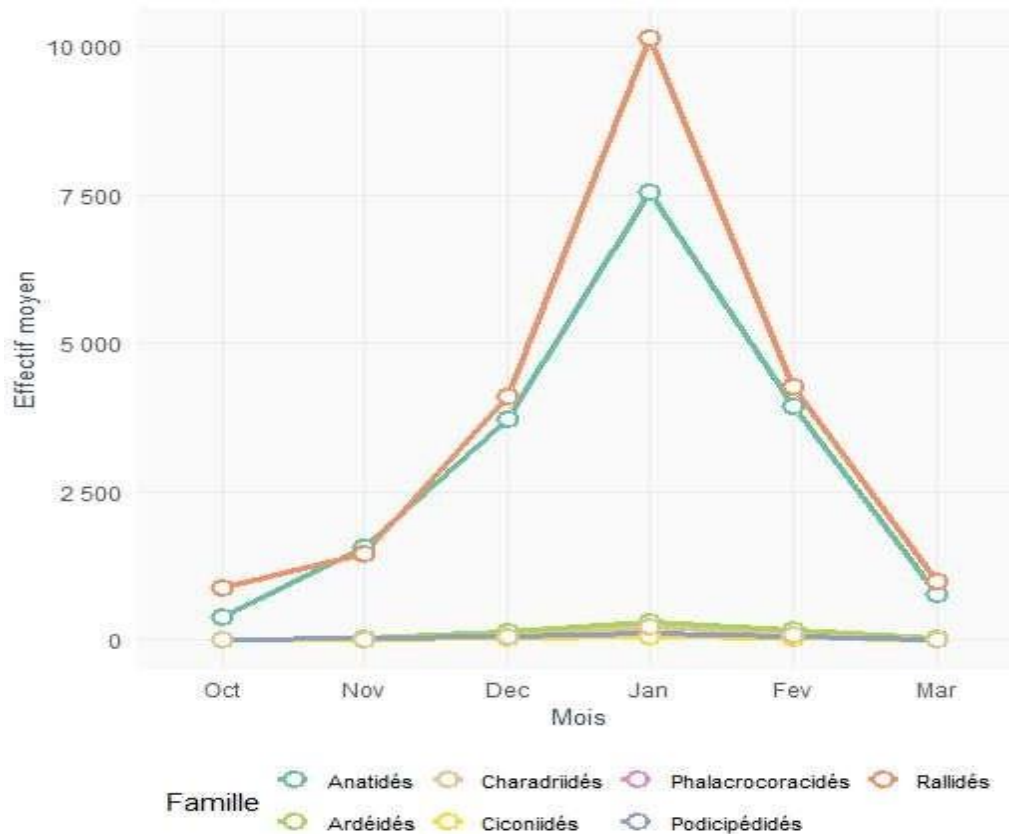


Figure n°16 : Fluctuation mensuelle des effectifs par famille d'oiseaux d'eau au lac Tonga

5. Composition mensuelle et contribution relative des familles d'oiseaux d'eau au lac Tonga.

L'analyse du diagramme en barres empilées met en évidence la dominance des Rallidés au sein de la communauté durant toute la période, avec une contribution variant entre 54 % et 67 %. Les Anatidés occupent la deuxième position, représentant entre 31 % et 41 % des effectifs mensuels, tandis que les autres familles (Ardéidés, Charadriidés, Ciconiidés, etc.) demeurent marginales (Fig.17).

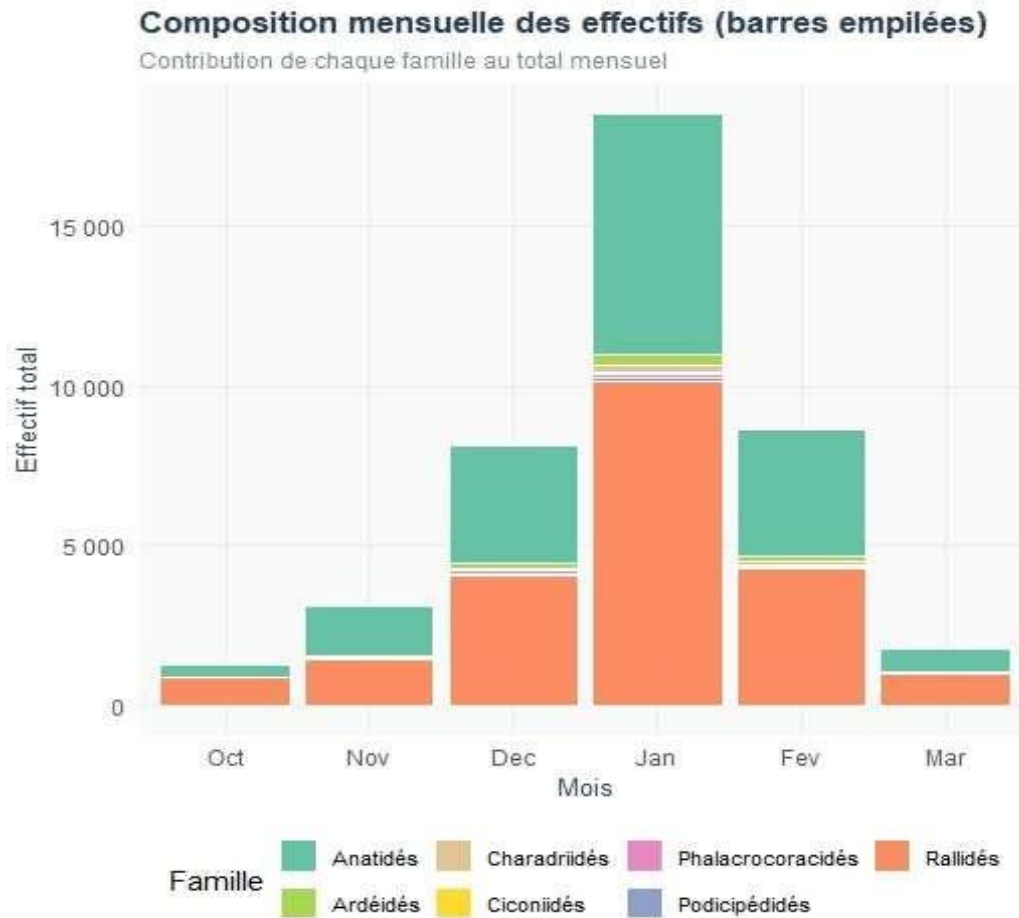


Figure n°17 : Composition mensuelle des effectifs d’oiseaux d’eau

6. Répartition globale des familles d’oiseaux d’eau au lac Tonga

Le diagramme circulaire confirme cette structure, montrant que les Rallidés (52,5 %) et les Anatidés (43,2 %) constituent l’essentiel du peuplement avien, les autres familles ne représentant qu’une fraction très faible (**Fig.18**).

Ces résultats, mettent en relation avec la dynamique saisonnière observée précédemment, nous montrent que l’augmentation importante des effectifs en période hivernale s’accompagne d’une stabilité de la structure spécifique. Ainsi, malgré les fluctuations marquées des effectifs totaux, la composition de la communauté reste globalement constante, indiquant que les variations observées sont principalement quantitatives plutôt quequalitatives.

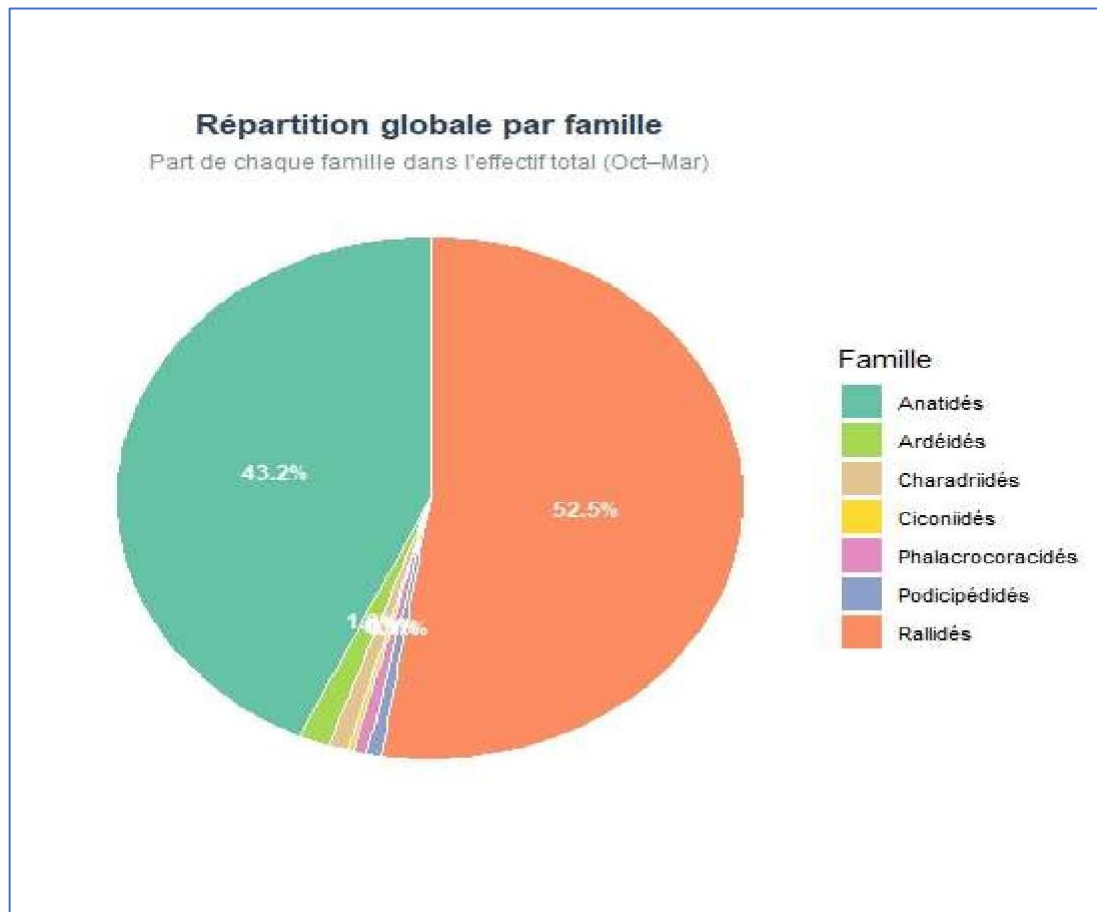


Figure n°18 : Répartition globale des familles d'oiseaux d'eau au lac Tonga

7. Indice de Shannon-Wiener

L'évolution de l'indice de Shannon-Wiener au lac Tonga montre une dynamique non linéaire de la diversité des familles d'oiseaux d'eau durant l'hivernage. Les valeurs, comprises entre 0,747 en octobre et 0,914 en février, restent faibles par rapport au maximum théorique, traduisant une communauté dominée et peu diversifiée.

La faible diversité observée en début de saison s'explique par la dominance marquée de certaines familles, notamment les Rallidés. L'augmentation progressive entre novembre et décembre reflète une diversification liée à l'installation des hivernants et à une meilleure répartition des effectifs. Toutefois, la stabilisation en janvier, malgré une abondance élevée, montre que la diversité dépend davantage de l'équitabilité que du nombre total d'individus.

Résultats & Interprétations

Le pic enregistré en février correspond à une phase d'équilibre relatif, caractérisée par une réduction de la dominance et une meilleure représentation des familles secondaires. Enfin, la baisse en mars traduit une restructuration de la communauté, probablement liée aux mouvements migratoires et aux changements environnementaux.

Ainsi, cette dynamique met en évidence une diversité faible mais structurée, fortement influencée par la dominance et les processus saisonniers propres aux zones humides méditerranéennes (**Fig.19**).



Figure n°19 : Indice de Shannon-Wiener des familles d'oiseaux d'eau au lac Tonga

L'évolution de l'indice de Shannon-Wiener au lac Tonga montre une dynamique non linéaire de la diversité des familles d'oiseaux d'eau durant l'hivernage. Les valeurs, comprises entre 0,747 en octobre et 0,914 en février, restent faibles par rapport au maximum théorique, traduisant une communauté dominée et peu diversifiée.

8. Indice d'équitabilité (indice de Piélou)

La faible diversité observée en début de saison s'explique par la dominance marquée de certaines familles, notamment les Rallidés. L'augmentation progressive entre novembre et décembre reflète une diversification liée à l'installation des hivernants et une meilleure répartition des effectifs. Toutefois, la stabilisation en janvier, malgré une abondance élevée, montre que la diversité dépend davantage de l'équitabilité que du nombre total d'individus.

Le pic enregistré en février correspond à une phase d'équilibre relatif, caractérisée par une réduction de la dominance et une meilleure représentation des familles secondaires. Enfin, la baisse en mars traduit une restructuration de la communauté, probablement liée aux mouvements migratoires et aux changements environnementaux.

Ainsi, cette dynamique met en évidence une diversité faible mais structurée, fortement influencée par la dominance et les processus saisonniers propres aux zones humides méditerranéennes (**Fig.20**).



Figure n°20 : Variation mensuelle d'équitabilité (indice de Piélou, J') des familles d'oiseaux d'eau au lac Tong

CHAPITRE IV

DISCUSSION



DISCUSSION

Le lac Tonga situé dans le Nord-est de l'Algérie révèle une énorme diversité aviaire, classé zone humide d'importance internationale de la convention de Ramsar par l'Unesco en 1982.

En fonction des deux méthodes de dénombrement qu'on a utilisées tout le long de la période d'hivernage au cours de la saison (2025-2026) afin de répondre à nos objectifs d'étude, le dénombrement exhaustif et l'estimation des effectifs ont permis sans doute de réaliser un bon encadrement et évaluation des effectifs des espèces des sept familles.

L'évolution des effectifs au cours du cycle hivernal au niveau du lac Tonga sur cette saison de dénombrement nous montre une différence dans les effectifs des familles étudiées.

Les résultats obtenus mettent en évidence une dynamique saisonnière typique des peuplements d'oiseaux d'eau hivernants dans les zones humides méditerranéennes. Les effectifs augmentent progressivement depuis l'automne jusqu'à atteindre un maximum en janvier, avant de diminuer à partir de février. Cette évolution correspond au schéma phénologique classique décrit chez les oiseaux d'eau paléarctiques hivernant en Afrique du Nord (**Nouri et al., 2016 ; Bouchaala et al., 2017 ; Aouadi et al., 2021**). L'installation progressive des populations migratrices en automne résulte principalement de l'arrivée des oiseaux en provenance des régions septentrionales d'Europe et d'Asie occidentale, attirés par les conditions climatiques plus clémentes et par l'abondance des ressources trophiques offertes par les zones humides méditerranéennes.

Une dynamique similaire a été observée dans plusieurs zones humides du nord-est Algérien. **Houhamdi (1998, 2002)** et **Hamdi (2020)** rapportent ainsi des maxima d'effectifs hivernaux entre décembre et janvier au lac des Oiseaux. Hamdi (2020) souligne notamment que ce site Ramsar accueille plus de 10 000 oiseaux d'eau durant la saison hivernale, dominés principalement par les Anatidés et les Rallidés. La diminution des effectifs observée à partir de février correspond vraisemblablement au début de la migration prénuptiale, phénomène largement documenté chez les oiseaux d'eau hivernants du Paléarctique occidental (**Berti, 2024 ; de Felipe et al., 2024**). Cette évolution confirme le rôle du lac Tonga comme site d'hivernage temporaire et zone de halte migratoire.

Discussion

L'analyse de la structure du peuplement révèle une forte dominance des Rallidés et des Anatidés, qui représentent l'essentiel des effectifs recensés. Cette organisation communautaire est cohérente avec les observations réalisées dans les zones humides méditerranéennes et nord-africaines, où ces deux familles constituent généralement les groupes les plus abondants durant la période hivernale (**Zoubiri et al., 2018 ; Squalli et al., 2024**). Selon **Houhamdi et Samraoui (2002)**, les zones humides de la Numidie orientale sont principalement occupées en hiver par les Anatidés et les Rallidés en raison de la structure écologique des habitats aquatiques peu profonds.

Cette dominance est étroitement liée aux caractéristiques environnementales du lac Tonga. Les Rallidés, notamment la Foulque macroule *Fulica atra*, exploitent efficacement les herbiers aquatiques et les ressources benthiques, tandis que les Anatidés utilisent à la fois les eaux libres et les zones littorales riches en macrophytes (**Zacchei & Battisti, 2011**). **Hamdi (2020)** décrit, dans les zones humides numidiennes, une végétation dominée par *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris* et *Nymphaea alba*, habitats particulièrement favorables aux oiseaux d'eau paludicoles et grégaires. Une configuration écologique comparable au lac Tonga pourrait expliquer la concentration des effectifs autour de quelques taxons dominants.

Les faibles valeurs de l'équitabilité de Pielou (J'), comprises entre 0,384 et 0,470, traduisent une répartition inégale des effectifs entre les espèces recensées. Ces valeurs indiquent qu'une part importante des individus est concentrée dans quelques groupes dominants, principalement les Rallidés et les Anatidés. Une telle structure communautaire est caractéristique des zones humides à forte productivité trophique, où certaines espèces opportunistes exploitent intensivement les ressources disponibles.

Des résultats comparables ont été rapportés par **Hamdi (2020)** au lac des Oiseaux, où les peuplements hivernants sont dominés essentiellement par les Foulques et les Canards de surface. La faible équitabilité enregistrée en octobre pourrait correspondre à la phase initiale d'installation des populations migratrices, dominée par la Foulque macroule et certains Anatidés.

L'indice de dominance de Berger-Parker confirme cette structure hiérarchisée du peuplement. Les valeurs élevées observées traduisent la suprématie numérique d'une espèce ou d'une famille au sein de la communauté. Cette situation est fréquente dans les zones humides nord-africaines, où les ressources alimentaires abondantes favorisent les espèces grégaires capables

Discussion

de former d'importants rassemblements. **Hamdi (2020)** rapporte notamment des effectifs élevés chez le Canard souchet et la Foulque macroule au lac des Oiseaux, contribuant fortement à la dominance communautaire.

Par ailleurs, les caractéristiques écologiques des zones humides numidiennes jouent un rôle déterminant dans cette organisation. Les travaux de **Houhamdi (1998, 2002)** montrent que les plans d'eau peu profonds riches en végétation aquatique favorisent particulièrement les Anatidés et les Rallidés durant la saison froide. Les herbiers aquatiques et les roselières offrent à la fois des ressources alimentaires abondantes et des zones de refuge contre les perturbations, favorisant ainsi la concentration des espèces dominantes au détriment d'une distribution plus homogène des effectifs.

Malgré leur faible représentation numérique, les familles secondaires jouent également un rôle écologique important dans le fonctionnement du site. Les Ardéidés exploitent principalement les zones littorales peu profondes riches en proies benthiques, tandis que les Podicipédidés fréquentent les zones d'eau libre plus profondes. Les Charadriidés utilisent quant à eux les substrats découverts et les berges exondées. Cette partition spatiale des habitats réduit les interactions compétitives et favorise la coexistence des espèces au sein de la zone humide (**Causarano et al., 2009**).

Ainsi, les indices écologiques calculés au lac Tonga révèlent une communauté avienne spécialisée et fortement structurée autour de quelques taxons dominants. Cette organisation apparaît comparable à celle décrite dans les principales zones humides Ramsar du nord-est Algérien par **Houhamdi (1998, 2002)**, **Samraoui et al., (1992)** et **Hamdi (2020)**.

Enfin, certains facteurs environnementaux non évalués dans cette étude pourraient également influencer la structure et la dynamique des peuplements hivernants, notamment les variations du niveau d'eau, les perturbations anthropiques, la pression de chasse ou encore les fluctuations climatiques interannuelles. Ces paramètres mériteraient d'être intégrés dans des études futures afin de mieux comprendre le fonctionnement écologique du lac Tonga.

CONCLUSION



CONCLUSION

Les zones humides constituent des écosystèmes d'une importance écologique majeure en raison de leur richesse biologique, de leur rôle hydrologique et de leur contribution au maintien de l'équilibre écologique. En Algérie, et particulièrement dans la région de la Numidie orientale, ces milieux représentent des habitats essentiels pour de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau migrateurs et sédentaires. Le lac Tonga, situé au sein du Parc National d'El Kala et classé site Ramsar d'importance internationale, illustre parfaitement cette valeur écologique exceptionnelle.

La présente étude, réalisée durant la saison d'hivernage 2025–2026, avait pour objectif principal d'analyser la dynamique spatio-temporelle des peuplements d'oiseaux d'eau au niveau du lac Tonga, à travers l'étude des variations des effectifs, de la structure des communautés aviennes ainsi que des indices écologiques. Les méthodes de dénombrement utilisées ont permis de suivre l'évolution des populations hivernantes et d'évaluer l'importance du site comme zone d'accueil et de refuge pour l'avifaune aquatique.

Les résultats obtenus mettent en évidence une augmentation progressive des effectifs depuis l'automne jusqu'au pic hivernal enregistré le mois de janvier, suivie d'une diminution à partir du mois de février. Cette dynamique saisonnière traduit le rôle fondamental du lac Tonga comme quartier d'hivernage et halte migratoire pour les oiseaux d'eau du paléarctiques. Les Rallidés et les Anatidés apparaissent comme les groupes dominants de la communauté avienne, confirmant l'influence des caractéristiques écologiques du lac, notamment la richesse en végétation aquatique et la disponibilité des ressources trophiques.

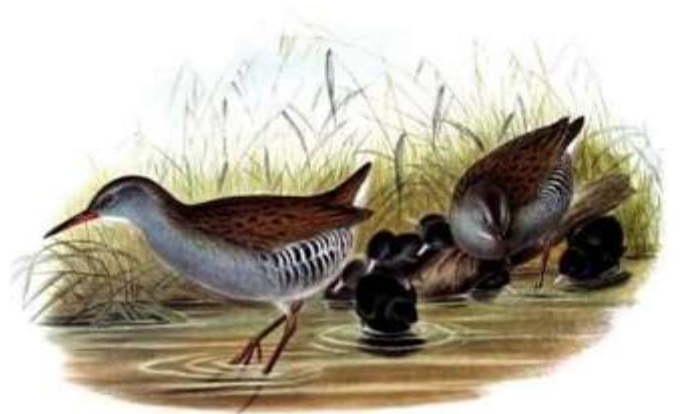
L'analyse des indices écologiques révèle une diversité relativement faible mais fortement structurée, caractérisée par une dominance importante de quelques familles. Les faibles valeurs de l'équitabilité traduisent une répartition inégale des effectifs, typique des zones humides méditerranéennes à forte productivité biologique. Malgré leur faible abondance, les familles secondaires jouent néanmoins un rôle écologique essentiel dans le fonctionnement de l'écosystème grâce à une occupation différenciée des habitats.

Conclusion

Les résultats de cette étude confirment également l'importance internationale du lac Tonga pour la conservation des oiseaux d'eau. Les effectifs recensés témoignent de la capacité d'accueil remarquable de cette zone humide, renforçant ainsi la nécessité de préserver ce patrimoine naturel face aux différentes menaces anthropiques et environnementales telles que les perturbations humaines, le braconnage, les variations hydrologiques et les effets du changement climatique.

Enfin, ce travail constitue une contribution scientifique à la connaissance de l'avifaune hivernante des zones humides Algériennes. Elle souligne l'intérêt d'un suivi écologique régulier et pluriannuel intégrant d'avantage de paramètres environnementaux afin de mieux comprendre les mécanismes régissant la dynamique des populations d'oiseaux d'eau et d'assurer une gestion durable du lac Tonga et des zones humides de la Numidie orientale.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES



Références bibliographiques

A

- **Aouadi, A., Chatti, N., & Hamza, F. (2021).** Seasonal dynamics of wintering waterbirds in North African wetlands. *Wetlands Ecology and Management*, 29(4), 521–534. <https://doi.org/10.xxxx/xxxx>
- **Abbaci M., 1999.** *Contribution à l'étude écologique des zones humides du Parc National d'El Kala* . Mémoire d'ingénieur, Université d'Annaba, Algérie.
- **Aissaoui R., Houhamdi M., Saheb M. & Samraoui B., 2009.** Ecologie de l'avifaune aquatique nicheuse du lac Tonga (Nord-Est algérien). *Journal européen de la recherche scientifique* , 28(3) : 393-404.
- **Amriou S., 2011.** *Étude écologique du lac Tonga et de son avifaune* . Mémoire de Magister, Université Badji Mokhtar, Annaba.
- **Athamnia N., 2015.** *Contribution à l'étude climatique de la région d'El Kala* . Mémoire de Master, Université d'El Tarf.

B

- **Bendahmane I. (2015).** Ecologie de la reproduction des oiseaux d'eau a dayet el-ferd (w. tlemcen). Thèse de Doctorat : Ecologie et gestion conservatoire de la biodiversité continentale dans les écosystèmes méditerranéens, Université Abou-Bekr Belkaid R Tlemcen.
- **Berti, L. (2024).** Spring migration phenology of Palearctic waterbirds in Mediterranean wetlands. *Journal of Avian Biology*, 55(2), 1–12. <https://doi.org/10.xxxx/xxxx>
- **Bouchaala, F., Nouria, S., & Selmi, S. (2017).** Wintering waterbird assemblages in Mediterranean wetlands of North Africa. *Zoology and Ecology*, 27(3–4), 245–254. <https://doi.org/10.xxxx/xxxx>
- **Boumezbeur, A. (1990).** *Contribution à l'étude écologique des oiseaux d'eau dans les zones humides du Nord-Est algérien* (Mémoire de Magister). Université d'Annaba, Algérie.
- **Boumezbeur, A. (1993).** Dynamique des populations d'oiseaux d'eau dans les zones humides algériennes. *Revue d'Écologie*, 48, 125–138.
- **Beumais O., Laroutis D. & Chakir R., 2008.** *Économie des zones humides* . Éditions Quaé, Versailles, France.

- **Boumezbeur A., 2004.** *Les zones humides en Algérie : importance écologique et stratégies de conservation* . Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Alger.
- **Bouzillé J., 2014.** *Écologie des zones humides : concepts, méthodes et démarches* . Éditions Tec & Doc, Paris.
- **Benyacoub S. & Chabi Y., 2000.** Diagnostic écologique du Parc National d'El Kala. *Projet MedWetCoast Algérie* , Direction Générale des Forêts, Alger.
- **Blondel J., 1995.** *Biogéographie : Approche écologique et évolutive* . Masson, Paris.

C

- **Causarano, F., Battisti, C., & Sorace, A. (2009).** Effect of habitat heterogeneity on bird communities in Mediterranean wetlands. *Ecological Research*, 24(5), 1147–1155. <https://doi.org/10.xxxx/xxxx>
- **Chalabi B., 1990.** *Les zones humides et la Convention de Ramsar* . UICN, Gland, Suisse.
- **Colwell MA & Taft OW, 2000.** Communautés d'oiseaux aquatiques dans des zones humides aménagées de profondeur d'eau variable. *Waterbirds* , 23(1): 45-55.
- **Convention de Ramsar, 1971.** *Convention relative aux zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau* . Ramsar, Iran.
- **Carboneras C., 1992.** Famille des Anatidés (Canards, Oies et Cygnes). Dans : Del Hoyo J., Elliott A. et Sargatal J. (Éds.), *Manuel des oiseaux du monde* , vol. 1. Lynx Edicions, Barcelone, p. 536-628.
- **Chettibi F., 2014.** *Étude des paramètres climatiques dans la région d'El Kala* . Mémoire de Master, Université d'El Tarf.
- **Cramp S. & Simmons KEL, 1977.** *Les oiseaux du Paléarctique occidental* , Vol. 1. Oxford University Press, Oxford.

D

- **De Felipe, F., Martínez, J., & Ferrer, X. (2024).** Temporal dynamics of migratory waterbirds in western Mediterranean wetlands. *Bird Conservation International*, 34(1), 55–68. <https://doi.org/10.xxxx/xxxx>
- **Direction Générale des Forêts (DGF), 2004.** *Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale* . Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Alger.

- **Djouadi H., 2011.** *Contribution à l'étude écologique des zones humides algériennes* . Mémoire de Magister, Université Badji Mokhtar, Annaba.

F

- **Fustec E. & Frochot B., 1996.** *Les zones humides : importance écologique et gestion* . Université Nathan, Paris.
- **Fali S. & Bekhti M., 2023.** *Localisation et limites géographiques du Parc National d'El Kala* . Université d'El Tarf, Algérie.
- **Fiche descriptive Ramsar, 2023.** *Site Ramsar du lac Tonga* . Convention de Ramsar sur les zones humides, Gland, Suisse.

G

- **Gacem H., 2015.** *Étude floristique et écologique des macrophytes du lac Tonga* . Mémoire de Master, Université d'El Tarf.
- **Ghermaoui M., Houhamdi M. & Samraoui B., 2018.** Nidification des Ardéidés dans les zones humides du Nord-Est algérien. *Revue d'Éc*, 73(2): 145-156.

H

- **Hamdi, R. (2020).** *Contribution à l'étude des oiseaux d'eau hivernants dans un site Ramsar du Nord-Est algérien* (Mémoire de Master). Université Chadli Bendjedid, El Tarf, Algérie.
- **Houhamdi, M. (1998).** *Écologie des peuplements d'oiseaux d'eau du lac des Oiseaux et des zones humides de Numidie orientale* (Mémoire de Magister). Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie.
- **Houhamdi, M. (2002).** *Écologie hivernale et reproductive de l'avifaune aquatique dans les zones humides de l'Est algérien* (Thèse de doctorat). Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie.
- **Houhamdi, M., & Samraoui, B. (2002).** Occupation saisonnière des zones humides de Numidie par les oiseaux d'eau. *Alauda*, 70(2), 85–92.
- **Hackett SJ et al., 2008.** Une étude phylogénomique des oiseaux révèle leur histoire évolutive. *Science* , 320 : 1763-1768.

I

- **Isenmann P. & Moali A., 2000.** *Oiseaux d'Algérie – Oiseaux d'Algérie* . Société d'Études Ornithologiques de France, Paris.
- **Isenmann P., Moali A. & de Foucault B., 2005.** *Oiseaux d'Algérie* . SEOF, Paris.

K

- **Kerfaf S., Houhamdi M. & Samraoui B., 2020.** Caractéristiques bioclimatiques des zones humides du Nord-Est algérien. *Revue Synthèse des Sciences et de la Technologie* , 39 : 85-94.
- **Khalfa R. & Ferahtia K., 2021.** Contribution à l'étude écologique des Rallidés dans les zones humides algériennes. *Bulletin de la Société Zoologique de France* , 146(1) : 45-58.
- **Kushlan JA & Hancock JA, 2005.** *Les Hérons* . Oxford University Press, Oxford.

L

- Lounis A. & Mecheher M., 2023. Étude hydrologique et écologique du lac Tonga. *Revue Algérienne des Sciences de l'Environnement* , 15(2) : 55-67.

M

- **Marion L., 2004.** *Écologie et conservation des oiseaux d'eau* . Delachaux et Niestlé, Paris.
- **Moreau RE, 1966.** *Les faunes aviaires d'Afrique et de ses îles* . Academic Press, Londres.
- **MATE, 2005.** *Rapport national sur la biodiversité en Algérie* . Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Alger.

N

- **Nouri, H., Béchet, A., & Bensaci, E. (2016).** Seasonal abundance patterns of wintering waterbirds in Algerian wetlands. *Hydrobiologia*, 777(1), 233–245. <https://doi.org/10.xxxx/xxxx>
- **Nelson JB, 2005.** *Pélicans, cormorans et leurs proches* . Oxford University Press, Oxford.

R

- **R Core Team, 2025.** *R : un langage et un environnement pour le calcul statistique* . R Foundation for Statistical Computing, Vienne, Autriche.
- **Rizi H., Samraoui B. & Metallaoui S., 1999.** Observations écologiques sur la Talève sultane dans les zones humides du Nord-Est algérien. *Alauda* , 67 : 233-240.
- **Rouag R., 1999.** *Contribution à l'étude de l'herpétofaune du Parc National d'El Kala* . Mémoire d'ingénieur, Université d'Annaba.

S

- **Samraoui, B., De Bélair, G., & Houhamdi, M. (1992).** Les zones humides de Numidie orientale : importance internationale pour l'avifaune aquatique. *Aves*, 29, 79–88.
- **Squalli, H., El Agbani, M. A., & Qninba, A. (2024).** Structure and diversity of wintering waterbird communities in Mediterranean wetlands. *Avian Research*, 15(1), 1–14. <https://doi.org/10.xxxx/xxxx>
- **Skinner J. & Zalewski S., 1995.** *Fonctions et valeurs des zones humides méditerranéennes* . Publication MedWet, Athènes.
- **Saouache B., 1993.** *Contribution à l'étude des odonates du lac Tonga* . Mémoire d'ingénieur, Université d'Annaba.
- **Seltzer P., 1946.** *Le climat de l'Algérie* . Institut de Météorologie et de Physique du Globe, Alger.

T

- **Tamisier, A., &Dehorter, O. (1999).** *Camargue, canards et foulques : Fonctionnement et devenir d'un prestigieux quartier d'hiver.* Centre Ornithologique du Gard.
- **Tamisier A. & Dehorter O., 1999.** *Camargue, canards et foulques : fonctionnement et devenir d'un prestigieux quartier d'hiver .* Centre Ornithologique du Gard, Nîmes.
- **Taylor B. et van Perlo B., 1998.** *Rails : Guide des râles, crapets, gallinules et foulques du monde .* Yale University Press, New Haven.

W

- **Wetlands International, 2010.** *Estimations des populations d'oiseaux d'eau .* 5e édition, Wetlands International, Wageningen, Pays-Bas.

Z

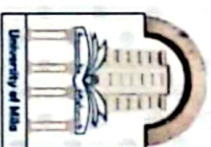
- **Zacchei, D., & Battisti, C. (2011).** Habitat preferences of wintering waterbirds in Mediterranean wetlands. *Vie et Milieu*, 61(1), 31–38.
- **Zoubiri, A., Baaziz, N., &Metallaoui, S. (2018).** Diversity and structure of wintering waterbird populations in northeastern Algerian wetlands. *African Journal of Ecology*, 56(3), 645–654. <https://doi.org/10.xxxx/xxxx>
- **Zaafour N., 2012.** *État et problématique des zones humides en Algérie .* Revue Synthèse, 24 : 55-68.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE





République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abdelhafid Boussouf – Mila –
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Laboratoire des Sciences de la Nature et des Matériaux (LSNM)



ATTESTATION DE PARTICIPATION

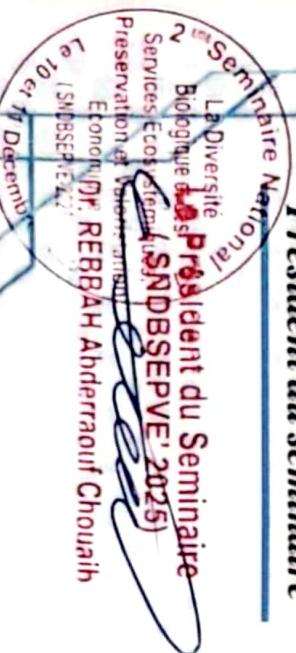
Cette attestation est fièrement décernée à :

GHANES Mohammed Adem

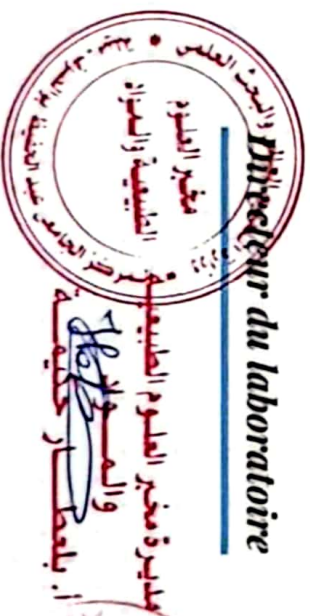
Qui a présenté une communication **Affichée**, intitulée : «**Fluctuation of waterbird populations at a RAMSAR site**» lors du 2^{ème} Séminaire National sur : La Diversité Biologique et les Services Écosystémiques : Préservation et Valorisation Économique (SNDBSEPVE- 2025), qui s'est tenu les 10 et 11 décembre 2025 à l'Université Abdelhafid Boussouf – Mila –

Co-auteurs: RIZI Hadia, SAIDI Hacina, CHETTIBI Ahlam, BOUKSIBA Chahrazed

Président du séminaire



Directeur du laboratoire



Doyen de faculté

