

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Abbés Laghrou

- Khenchela -



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département d'Ecologie & Environnement

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de
Master d'Ecologie et Environnement
Spécialité : protection des écosystèmes

Thème

*Valeur ornithologique d'une zone humide
périurbaine des hautes plaines de l'est algérien,
La sebkhia d'Elmahmel, wilaya de Khenchela*

Présenté par :

- *ABDERREZAG Fayçal*

Encadré par :

- *Mme : HALASSI Ismahan*

Les membres de jury :

<i>Président</i>	<i>LARBAA Rabeh</i>	<i>MCB</i>	<i>Université de Khenchela</i>
<i>Examineur</i>	<i>ELAFRI Ali</i>	<i>MCA</i>	<i>Université de Khenchela</i>
<i>Rapporteur</i>	<i>HALASSI Ismahan</i>	<i>MCB</i>	<i>Université de Khenchela</i>

Année universitaire : 2020 - 2021

Remerciements

Je remercie le bon Dieu miséricordieux de m'avoir aidé à réaliser ce travail.

*Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à ma directrice de recherche, Mme. **HALLASSI Ismahan** de m'avoir aidé, conseillé et dirigé tout le long de mon travail. Merci pour tes précieux conseils.*

*Mes remerciements les plus sincères aux membres du jury, **Mr. ELAFRI Ali** et **Mr. LARBAA Rabeh** d'avoir accepté de lire et évaluer ce travail de recherche. Je remercie également le personnel de l'université de Khenchela.*

Je souhaite remercier mes collègues de la conservation des forêts Khenchela, qui sont toujours disponible pour m'accompagner sur terrain, Merci pour vos grands réconforts dans les moments les plus difficiles.

Je remercie ceux qui ont participé de près ou de loin à réaliser ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail à :

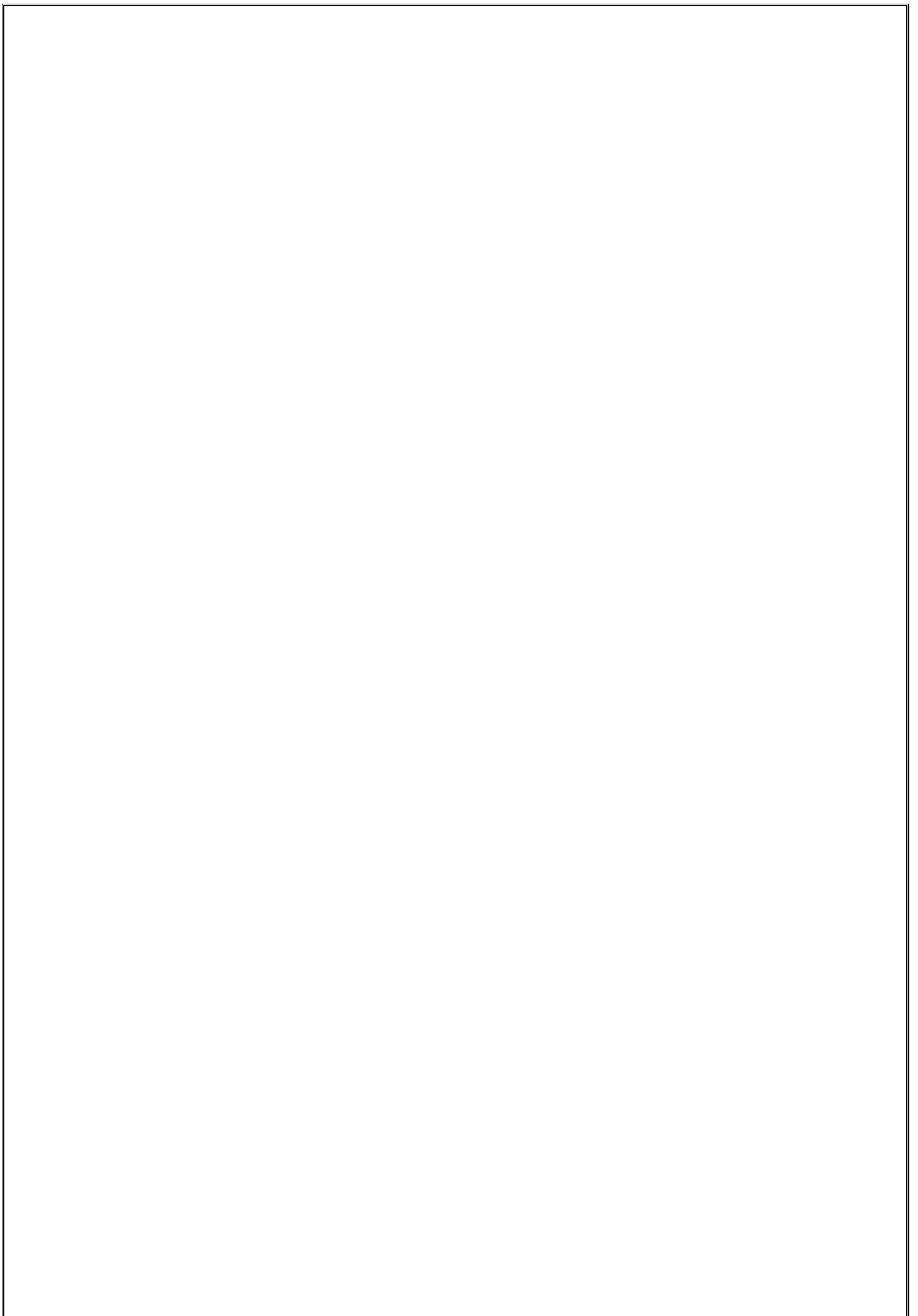
Ma défunte chère maman,

*A mon papa chéri pour leurs , amour inconditionnel, encouragements et
soutiens.*

Mon cher frère, et mes chères sœurs.

A mes adorables neveux et nièces.

À tous mes chères amis et collègues.



Sommaire

Remerciement

Dédicace

Sommaire

Liste des tableaux

Liste de figures

Liste des Photos

Liste des symboles et abréviations

INTRODUCTION

CHAPITRE I : LES OISEAUX D'EAU

I - Les oiseaux d'eau	01
I.1- Définition des oiseaux d'eau	01
I.2- Quelques caractères généraux des oiseaux	01
I.3- Pourquoi compter les oiseaux d'eau?	02
I.4- Définitions de l'espèce migratrice, de la migration et des voies de migration	03
1.4.1- Définitions de la CMS	03
1.4.2- Ecologie et survie: éléments déterminants de la migration	05
1.4.3- Les es motivations de migration	05
1.4.4-	06
I.4.5- Les voies de migration	07
I.4.6- Migration en Afrique du Nord	08
I.4.6- Migration en Algérie	08
II- Écologie et biogéographie	10
II.1-Le cycle biologique annuel	10
II.2- le Dénombrement International d'Oiseaux d'Eau	11
II.3- Les méthodes de l'ornithologie	12

II.4- Systématique : Clé des familles	13
II.4.1- PODICIPEDIDÉS	13
II.4.2- PHALACROCORACIDÉS	13
II.4.3- ARDÉIDÉS	13
II.4.4- CICONIIDÉS	14
II.4.5- TRESKIORNITHIDÉS	15
II.4.6- PHOENICOPTÉRIDÉS	15
II.4.7- ANATIDÉS(15
II.4.8- RALLIDÉS	16
II.4.9- RÉCURVIROSTRIDÉS	17
II.4.10- LARIDÉS	17
II.4.11-CHARADRIIDÉS	19
II.4.12- SCOLOPACIDÉS	19
II.4.13. STERNIDÉS	20
II.4.14. ALCÉDINIDÉS	20
II.4.15- ACCIPITRIDÉS(fig. 6, d)	21
II.4.16-GRUIDÉS	21
II.4.17- HIRUNDINIDÉS	21
II.4.18- MOTACILLIDÉS	21
II.4.19- SYLVIIDÉS	21
III- Facteurs structurant les communautés d’oiseaux aquatiques et sélection de l’habitat	23
III.1- La profondeur d’eau	23
III.2- Végétation	23
III.3- La salinité	24
III.4- La topographie	24
III.5- La taille de la zone humide	24

III.6- La proximité des zones humides	25
----------------------------------------------	-----------

CHAPITRE II : LES ZONES HUMIDES

I - Les zones humides	26
I-1- Définitions	26
I-2-1 Critères d'identification des zones humides d'importance internationale	27
1-2-2 Critères tenant compte des espèces ou des communautés écologiques	27
1-2-3 Critères spécifiques tenant compte des poissons	28
I-3- Caractéristiques générales	28
1.3-1 Composition d'une zone humide	28
1.3-2 État des lieux des zones humides	29
I-4- Composition	30
I-5- Diversité	31
I-6- Fonctions et valeurs des zones humides.	31
I-6-1 Fonctions des zones humides.	31
I.6.1.1- Fonctions hydrologiques.	31
I.6.1.2- Fonctions biologique.	32
I.6.1.3- Fonctions biologique.	33
I.6.1.4- Fonctions récréatives et culturels.	33
I-6-2 Valeurs des zones humides.	34
I.6.2.1 Valeur économique.	34
I.6.2.2 Valeur culturelle.	34
I.6.2.3 Valeur touristique et récréatives.	34
I-7 Zones humides en Algérie :	35
I.7. 1 Principales zones humides algériennes :	35
I.7.2 Les zones humides côtières Algériennes d'importance internationale.	35
I.7. 3 Les zones humides des hautes plaines de l'Est-algérien :	36
I.7.4 Les zones humides de la wilaya de Khenchela	36

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

I.1. Présentation générale de la wilaya de Khenchela	46
I-1-1.Situation géographique	46
I-1-2 .le relief	47
I-1-3.Approche géologique générale	48
I-1-4. Aperçu géomorphologique général	48
I-1-4. Le potentiel forestier	49
II.1. Description du site d'étude	52
II.1.1. Cadre général	52
II.1.1.1. La commune	52
II.1.1.2. Histoire de la zone	54
II.1.1.3. Coordonnées géographiques	54
II.1.2. Géographie et hydrologie	54
II.1.3. Pédologie	57
II.1.4. Menaces écologiques et environnementales :	58
II.1.4.1. Pollution par les rejets solides et liquides :	58
II.1.4.2. Exploitation croissante des ressources hydriques :	59
II.1.4.3. Activités agricoles	59
II.1.4.4. La chasse et le braconnage	59
III.1.5. Climatologie	60
II.1.6. Caractéristiques écologiques	63
II.1.6.1. Cadre biotique :	63
II.1.6.1.1. La flore	63
II.1.6.1.2. L'avifaune	65
II.1.6.1.3. Autres animaux	68
III. 1. Matériels et méthodes	68

III- 1-1- Inventaire et évaluation du statut écologique du peuplement d'oiseaux et l'analyse de l'évolution de leurs structures	68
III- 1-1-1 Suivi des oiseaux aquatiques	68
III- 1-2- Etude des rythmes d'activités diurnes	69
III- 1-1-3 Matériel utilisé	70
III- 1-1-4 Paramètres écologiques	72
III- 1-1-5 Les analyses statistiques	73

CHAPITRE IV: RESULTATS ET DISCUSSIONS

I- Résultats	74
I-1 Inventaire et évaluation du statut écologique du peuplement d'oiseaux et analyse de l'évolution de leurs structures	74
1. Evolution quantitative et phénologie de la communauté aviaire la zone humide El-mahmel (Bilan quantitatif)	76
2. Evolution de la diversité du peuplement d'oiseaux aquatiques dans la zone humide El-mahmel	79
3. Evolution et phénologie interspécifique	82
3.1. Les Anatidés	82
3.2. Foulque macroule	88
3.3. Chevalier gambette	89
3.4. Bécassine des marais	90
3.5. Le Gravelot à collier interrompu <i>Charadrius alexandrinus</i>	90
3.6. Vanneau huppé <i>Vanellus vanellus</i>	91
3.7. Echasse blanche <i>Himantopus himantopus</i>	91
3.8. Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i>	92
4. Décrire et analyser les budgets d'activité diurne des oiseaux d'eau	93
4.1. Budget d'activités	93
4-1-1 Budget d'activités de Foulque macroule	93
4-1-2 Budget d'activités de l'Echasse blanche	94

4-1-3 Budget d'activités de l'Erismature à tête blanche	95
4-1-4 Budget d'activités de Canard colvert	95
4-1-5 Budget d'activités de la Tadorne de belon	96

CONCLUSION

Références bibliographiques

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des figures

Figure 01 : Les principales voies de migration chez les oiseaux (DARMANGEAT , 2008).	10
Figure.02 : a : <i>Podiceps ruficollis</i> . b : <i>Podiceps cristatus</i> . c : <i>Phalacrocorax carbo</i> . d : <i>Ardea cinerea</i> . e : <i>Egretta garzetta</i> . f : <i>Ardeola ralloides</i> . g : <i>Bubulcus ibis</i> .	14
Figure.03 : a : <i>Ciconia ciconia</i> . b : <i>Anser anser</i> . c : <i>Plegadis falcinellus</i> . d : <i>Platalea leucorodia</i> . e : <i>Tadorna tadorna</i> . f : <i>Phoenicopterus roseus</i> . g : <i>Anas clypeata</i>	16
Figure 04 : a : <i>Fulica atra</i> . b : <i>Gallinula chloropus</i> . c : <i>Porphyrio porphyrio</i> . d : <i>Himantopus himantopus</i> . e : <i>Recurvirostra avocetta</i> . f : <i>Larus cachinnans</i> g . : <i>Larus Ridibundus</i>	18
Figure 05 : a : <i>Charadrius hiaticula</i> . b : <i>Charadrius alexandrinus</i> . c : <i>Vanellus vanellus</i> . d : <i>Limosa limosa</i> . e : <i>Calidris alpina</i> . f : <i>Tringa ochropus</i> . g : <i>Gallinago gallinago</i> .	20
Figure 06 : a : <i>Sterna nilotica</i> . b : <i>Childonias hybridus</i> . c : <i>Alcedo atthis</i> d : <i>Circus aeroginosus</i> e : <i>Grus grus</i> f : <i>Riparia riparia</i> g : <i>Molacilla flava</i> h : <i>Acrocephalus paludicola</i>	22
Figure 07 : Schéma théorique de situation d'une zone humide (BOUZILLÉ, 2014)	30
Figure 08 : Fonctions des zones humides, effets et perceptions (Barnaud et Fustec, 2007 in Martin, 2012).	33
Figure 09 : carte de localisation Géographique de la wilaya de Khenchela (source :C F K)	46
Figure 10 .: Carte d'occupation Forestière de la wilaya de Khenchela (source : C F K ,2013	50
Figure 11 : Carte des essences Forestière de la wilaya de Khenchela (source : C F K ,2013)	51
Figure 12 : Carte de situation de Sebket el Mahmel, wilaya de Khenchela (Source : Direction de l'hydraulique de Khenchela).	53
Figure 13 : Situation géographique de la Sebka d'El-Mahmel (Khenchela) (Saheb, 2003)	55
Figure 14 : Les sols salés de la région des Sebka (Photo Bouakkaz, 2015)	58
Figure 15 : Pollution de la Sebket d'El Mahmel (Photos Boukkaz, 2015)	59

Figure 16 : Diagramme pluviothermique de la région de Khenchela (2008-2018)	62
Figure 17 : Situation de la région de Khenchela dans le Climagramme d'Emberger	63
Figure 18 : Matériel utilisé durant l'étude	71
Figure 19 : Richesse spécifiques des différentes familles d'oiseaux aquatiques rencontrés dans la zone humide El-mahmel durant toute la période d'étude.	74
Figure 20: Fréquences des espèces dénombrées à sabkhet el mahmel	75
Figure 21 .: Variation mensuelle du nombre d'espèce et d'individus dans la zone humide El-mahmel	77
Figure 22: Variation mensuelle des différentes Famille d'oiseaux d'eau dans la zone humide El-mahmel	78
Figure 23 : Variation des indices écologiques de la diversité avifaunistique dans la zone humide El-mahmel	79
Figure 24: Evolution des effectifs du Canard colvert	82
Figure 25: Evolution des effectifs de Canard souchet	83
Figure26 : Evolution des effectifs de Fuligule milouin	84
Figure 27: Evolution des effectifs de la Tadorne de belon	85
Figure : 28 Evolution des effectifs de la Sarcelle d'hiver	86
	87
Figure 29 : Evolution des effectifs de l'Erismature à tête blanche	
Figure 30 : Evolution des effectifs du Fuligule morillon	88
Figure 31 : Evolution des effectifs de l'Erismature à tête blanche	89
Figure 32 : Evolution des effectifs de Chevalier gambette	89
Figure 33 : Evolution des effectifs de la Bécassine des marais	90
Figure 34 : Evolution des effectifs de Gravelot à collier interrompu	91
Figure 35 : Evolution des effectifs de Vanneau huppé	91

Figure 36 : Evolution des effectifs de l'Echasse blanche	92
Figure 37 : Evolution des effectifs de Flamant rose	93
Figure 38 : Pourcentage de budget d'activités diurne chez la foulque macroule	94
Figure 39 : Pourcentage de budget d'activités diurne chez la foulque macroule	94
Figure 40 : Pourcentage de budget d'activités diurne chez l'Erismature à tête blanche	95
Figure 41 : Pourcentage de budget d'activités diurne chez le Canard colvert	96
Figure 42 : Pourcentage de budget d'activités diurne chez la Tadorne de belon	96

Liste de tableaux

Tableau 01 : Caractéristiques des ilots de la Sebkhha de Ouled M'Barek.(Saheb, 2003).	57
Tableau 02 : Données météorologiques de la station de Khenchela (2008-2018).	61
Tableau 03 : Les familles représentées dans sebkhat El mahmel (Bouakkaz, 2015).	64
Tableau 04 : Liste des espèces des oiseaux d'eaux observées au niveau de Sabkhat El- Mahmel durant la période (2010-2019). (C.F.K, 2020)	66
Tableau 05 : Statut écologiques des oiseaux aquatiques observés dans la zone humide El-Mahmel durant la période du Février à juillet 2020.	75

Liste des Photos

Photo.01 : Barrage de Babar (source :photo prise par Boumaaza.N,2020)	37
Photo.02 : Sebkhath el Mahmel (source :photo prise par Abderrezag F,2021)	38
Photo.03 : Retenue collinaire Touaguet (source CFK.2019)	39
Photo.04 : Retenue collinaire Amezroub (source CFK.2019)	40
Photo.05 : Barrage de Foum El Guiss (source CFK.2015).	41
Photo.06 : Barrage de Tagharist (source CFK.2015).	42
Photo.07 : Retenue collinaire ZIRIZ (source CFK.2015).	43
Photo.08 : Retenue collinaire OUANGHAL (source CFK.2015).	44
Photo.09 : Retenue collinaire MERKADH (source CFK.2015).	45
Photo.10 : Vue générale de site (photo prise par Boumaaza,2020)	56

Liste d'abréviation et symbole

ANOVA : Analyse de la variance

CR = En danger critique

C F K : Conservation des forêts Khenchela

D : Indice de Simpson

Df: Degré de liberté

DGF : Direction générale des forêts

DIOE :Le Dénombrement International d'Oiseaux d'Eau

EN = En danger

E : Indice d'Équitabilité

GEST : Groupe d'évaluation scientifique et technique

H' : Indice de diversité de Shannon-Weaver

IUCN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

LC = préoccupation mineur

NT = Quasi menacée

S : Richesse spécifique

VU = Vulnérable

INTRODUCTION

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les zones humides sont les écosystèmes les plus productifs, les plus riches en biodiversité malgré leur faible place sur la planète. Mais elles sont aussi les plus menacées de destruction. Leur disparition entraînera une réduction dramatique de la biodiversité, mais aussi des inondations et une perturbation inquiétante du cycle de l'eau. L'eau, dont la canicule de l'été a montré qu'elle était une ressource indispensable mais pouvant être rare (WETLANDS INTERNATIONAL).

Les archéologues avancent que l'association étroite entre l'homme et les zones humides, est fort ancienne. Les objets découverts dans les sols détrempés du monde entier, illustrent l'utilisation intensive que l'homme faisait des zones humides, et témoignent de la richesse immense des ressources naturelles de ces zones humides, qui ont fait vivre des populations humaines pendant des millénaires. De nos jours, dans tous les pays, des communautés maintiennent encore ces liens étroits, et leurs activités quotidiennes sont rythmées par les cycles des zones humides. Naturellement, cette relation entre les zones humides et l'homme, ne s'arrête pas à la valeur des ressources naturelles ou des services vitaux que fournissent les zones humides, elle comprend le riche patrimoine culturel, qui a évolué depuis très longtemps ; il est temps que la communauté qui se préoccupe de la conservation et de l'utilisation rationnelle

Des initiatives en cours en matière de collecte et d'analyse des données sur les zones humides. Il reste, certes, des lacunes dans l'information et chacune des études discutées présente des limites dans sa méthodologie mais la tendance est indiscutable: la perte et la dégradation des zones humides se poursuivent. Tendances générale

On compte aujourd'hui en Algérie 50 sites classés comme zones Humides d'Importance Internationale (Classement dans le cadre de la Convention de Ramsar) couvrent près de 3,5 millions d'hectares, ce qui fait de l'Algérie le deuxième pays Africain en ex-æquo avec la Tanzanie et le septième au monde selon la superficie (D.G.F, 2014). Ces milieux, qui font partie des ressources les plus précieuses sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle, jouent un rôle important dans les processus vitaux, entretenant des cycles hydrologiques et accueillant une flore importante, des poissons et des oiseaux migrateurs .

Le Nord- Est algérien rassemble un vaste ensemble de zones humides côtières. Plus au sud, cette région recèle également de vaste complexes de lacs salés et autres zones humides d'une importance écologique considérable mais qui reste, cependant peu connus. Ces milieux jouent un rôle crucial comme zone d'hivernage mais également de « Stop-over », étape ultime avant la

INTRODUCTION

traversée du Sahara et de reproduction des oiseaux. L'un des ces habitats est le complexe des zones humides des Hauts plateaux du Constantinois qui renferme une vingtaine de sites d'importance variable dont les plus importants sont : Garaet Tarf (25500ha), Garaet Guellif (5500ha), Garaet Annk-Djemel (6750ha), Garaet Ezzemoul (6400ha), Sebkhet Djendli (3800ha), Chott Tinsilt (3600ha), Garaet Timerganine (250ha), et les sebkhet de Ouled Amara et de Ouled M'barek (respectivement 350ha et 950ha), Ougla touila (175ha), dispersés sur 150 km d'Est en Ouest, répartis principalement entre trois wilayas à savoir Khenchela, Batna et Oum El-Bouaghi (Saheb, 2003, Houhamdi et al., 2008b).

La connaissance des ces zones humides ne peut être envisagée qu'après étude du fonctionnement global de ces dernières (Maazi, 2005 ; Houhamdi et al., 2009). Cependant, les oiseaux d'eau sont considérés pour être de bons indicateurs écologiques de ces zones humides car ils réagissent rapidement aux changements environnementaux sur plusieurs échelles spatiales (Temple et Wiens, 1989; Carignan et Villard, 2002).

La wilaya de Khenchela renferme plusieurs zones humides telles que (sebkhet el mahmel, barrage de Babar, barrage foug el Guies, ...) qui sont malheureusement peu étudiées en matière d'avifaune aquatique.

Le But de notre étude est de montrer le rôle des zones humides de la wilaya de Khenchela principalement sebkhet el mahmel dans l'entretien des effectifs de l'avifaune aquatique (migratrice et sédentaire) d'une part et d'autre part faire le suivi de l'évolution des effectifs de cette avifaune.

Notre mémoire est structurée comme suit:

- ✓ Introduction
- ✓ Un premier chapitre consacré à des généralités sur les oiseaux d'eaux.
- ✓ Le deuxième chapitre présente un aperçu sur les zones humides et leur importance, ainsi la description des principales zones humides de la wilaya de Khenchela.
- ✓ Un troisième chapitre décrit les sites d'étude, le matériel et les méthodes utilisés pour la réalisation de cette étude (techniques de dénombrement des oiseaux d'eau, suivi phonologique, distribution spatio-temporelle, budget temps...etc).
- ✓ Un quatrième chapitre expose les résultats obtenus et leurs interprétations.
- ✓ Conclusion.

CHAPITRE I

I - Les oiseaux d'eau

I.1- Définition des oiseaux d'eau

Par "oiseaux d'eau", on entend généralement les espèces d'oiseaux qui dépendent écologiquement des zones humides, c'est-à-dire, s'agissant d'eau douce, des rivières et des lacs, des étangs et des roselières, des marais et des prairies humides qui leur servent d'habitats et de réserves de nourriture.

Les oiseaux d'eau sont les oiseaux qui sont pour la plupart de grandes espèces migratrices. On utilise également le terme de l'avifaune aquatique. Le terme « oiseau d'eau » inclut l'ensemble des familles taxonomiques dont les membres sont principalement des oiseaux qui dépendent des zones humides, pendant au moins une partie de leur cycle de vie. (État des lieux des zones humides et des oiseaux d'eau en Algérie. (SAIFOUNI,2009) .

Le terme « oiseau d'eau » regroupe des familles d'oiseaux qui sont relativement éloignées d'un point de vue phylogénétique (sur le plan de l'évolution) et qui correspondent également à des représentations très différentes : cygnes, hérons, canards, poules d'eau, foulques, mouettes et goélands. Certains ont les pattes palmées (cygnes, oies, canards), d'autres ont de très grands doigts (hérons), d'autres ont un lobe autour des doigts (foulques) (Tamisier & Dehorter, 1999).

Vues sous l'angle de leur abondance numérique (nombre d'oiseaux), les familles les mieux représentées sont les Anatidés (cygnes, oies et canards), les Laridés (mouette, sternes et goélands), les Rallidés (foulques), les Ardéidés (hérons et aigrettes) et les flamants (Tamisier & Dehorter, 1999).

En Algérie, Les effectifs totaux de canards et de foulques atteignent chaque hiver jusqu'à 100 000 à 150 000 individus, sécurité pour les oiseaux sur la remise diurne (notamment absence de dérangement), ainsi que la richesse de l'alimentation nocturne qui détermine les bonnes conditions de l'hivernage pour chaque individu (Isenmann et Moali,2000 in Bourriach et Habess, 2010).

I.2- Quelques caractères généraux des oiseaux

La classe des oiseaux représente parmi les vertébrés une unité bien définie par la présence de plumes. La plume n'est toutefois qu'une des manifestations de l'adaptation au vol, très poussée chez la plupart des oiseaux et se traduisant par une modification du squelette (aile,etc.). La capacité de déplacement rapide par le vol, donne aux oiseaux une certaine indépendance vis-à-vis du milieu (migrations périodiques vers des zones favorables) ou

la possibilité d'exploiter des sources de nourriture tels les essaimages d'insectes, mais elle implique une forte dépense énergétique (VIELLIARD, 1981).

Libérés des conditions ambiantes, mais soumis à de fortes exigences trophiques, les oiseaux présentent encore deux particularités importantes au point de vue de leur écologie.

Les oiseaux pondent des œufs qu'ils doivent incuber et sont, de ce fait, fixés à un territoire au moins pendant leur reproduction. La croissance est limitée aux premiers stades juvéniles et la taille adulte est atteinte dès l'âge de quelques semaines à quelques mois.

Notons enfin que le nombre des espèces est relativement élevé et que, le principe de spécificité des niches écologiques étant grossièrement vérifié, chacune présente des préférences marquées pour certains paysages et climats, pour sa nourriture, son site de nidification, etc. (VIELLIARD, 1981).

Ainsi, Les oiseaux d'eau ont été définis comme "les espèces d'oiseaux écologiquement dépendantes des zones humides". C'est la définition utilisée par la Convention de Ramsar sur les Zones Humides (Wetlands International, 2010).

I.3- Pourquoi compter les oiseaux d'eau?

Le suivi à long terme des oiseaux d'eau à l'échelle continentale fournit des données cruciales pour la conservation des oiseaux d'eau, de leur habitat et des zones humides.

La principale raison pour réaliser un suivi des oiseaux d'eau a été fort bien résumée par Matthews (1967), au début de la coordination internationale des comptages d'oiseaux d'eau: "Alors que l'homme agresse chaque jour un peu plus son environnement, un suivi de base des populations est essentiel pour détecter les menaces dès leur apparition, avant qu'elles ne deviennent des catastrophes évidentes pour tous".

Les oiseaux d'eau sont reconnus comme des indicateurs de la qualité des zones humides. Le "critère 1%" est un instrument important qui utilise cette caractéristique d'indicateur. Tout site qui accueille régulièrement 1% ou plus d'une population d'oiseaux d'eau est considéré comme une zone humide d'importance internationale selon les termes de la Convention de Ramsar.

Au vu des changements climatiques induits par les activités humaines, le suivi standardisé des espèces nichant en Arctique et des espèces dépendantes des habitats intertidaux est désormais encore plus crucial (Houghton et al. 2001). Le suivi des oiseaux d'eau joue un rôle essentiel pour évaluer et prédire les effets de ces changements sur les millions d'oiseaux d'eau qui dépendent de ces habitats. (Wetlands International, 2010).

I.4- Définitions de l'espèce migratrice, de la migration et des voies de migration

1.4.1- Définitions de la CMS

Pour saisir tous les aspects de la migration par un large éventail d'espèces ayant des modes très différents de distribution et de cycles de vie, la CMS ou Convention de Bonn définit les espèces migratrices de la manière suivante: «Espèce migratrice signifie l'ensemble de la population ou toute partie séparée géographiquement de la population de toute espèce (ou taxon inférieur) d'animaux sauvages, dont une fraction importante des membres de façon prévisible et cyclique traverse au moins les limites d'une frontière de juridiction nationale.» Cette formulation reste ouverte à interprétation quant aux termes «cyclique» et «prévisible», ces termes ont ensuite été définis dans les résolutions adoptées par les Parties. Le mot «cyclique» se rapporte à un cycle comme les cycles astronomiques (circadien, annuel, etc.), biologiques ou climatiques, et de n'importe quelle fréquence, le mot «prévisible» implique qu'un phénomène peut être prévu suivant un ensemble de circonstances, mais pas forcément de manière régulière dans le temps. Cette définition de la migration est basée sur l'hypothèse que la Convention de Bonn est un instrument intergouvernemental utilisé pour stimuler la coopération entre les pays. Cette définition mentionne ainsi la «traversée de frontières» comme un critère important. Il est clair que cette définition de la migration et donc de sa compétence légale ne s'applique pas aux flux migratoires au sein d'un pays, tels que les mouvements au sein des grands pays, ou les mouvements limités aux zones littorales des pays vastes comme l'Afrique du Sud. La désintégration de l'ex-URSS a permis à de nouvelles espèces de correspondre à la définition de la Convention de Bonn. La CMS fournit également une position plus générale sur les migrations (http://www.cms.int/about/faqs_en.htm):

La migration est un phénomène naturel par lequel les individus de certaines espèces se déplacent entre les zones qu'ils habitent à différentes périodes de l'année. Les mouvements migratoires ont tendance à être réguliers et prévisibles. Ils peuvent se produire le long de fronts de taille différente, de routes traditionnelles; ils peuvent se dérouler en une seule étape, ou en une série d'étapes interrompues par des périodes de repos. Dans ce dernier cas, de nombreuses espèces utilisent des sites d'escale pour se reposer de l'étape précédente et reprendre des forces avant de poursuivre leur voyage.»

1.2.2 Autres définitions Globalement, il est préférable d'avoir une définition de la migration qui se réfère à la terminologie écologique et non aux frontières nationales. Une définition appropriée de la «migration» aviaire est donnée par Newton (2008): “La migration est un mouvement saisonnier régulier

entre des zones de nidification et d'autres zones." Selon cette définition, une espèce migratrice est donc n'importe quelle espèce qui effectue régulièrement des déplacements saisonniers entre les lieux de nidification et de non-nidification. Toutefois, pour la conservation des voies migratoires, nous avons besoin d'élargir la terminologie en vue d'inclure les oiseaux qui se déplacent souvent, mais pas forcément régulièrement. En effet, de nombreux oiseaux se déplacent pour fuir la pluie; cependant, la pluviométrie peut-être imprévisible. Par conséquent, il sera plus approprié d'utiliser les définitions suivantes, qui sont moins restrictives: Oiseaux migrateurs: Oiseaux qui, pendant leur cycle de vie, effectuent des mouvements réguliers entre des zones séparées, généralement, liées aux changements saisonniers. Migration: Mouvement régulier des oiseaux entre des zones séparées.

Dans les deux cas, le terme "régulier" n'implique pas une durée déterminée dans le temps, tandis que «saisonnier» peut renvoyer à différents types de saisons, comme la saison des pluies, la saison sèche, l'hiver et l'été. Pour la migration paléarctique-africaine, le froid de l'hiver du nord est une motivation majeure à la migration, dans ce cas la plupart des mouvements se trouvent le long de l'axe nord sud (ou vice-versa). Pour les oiseaux se reproduisant dans le Grand Nord, notamment l'Arctique, la nécessité d'échapper aux rigueurs Message clef La migration est le mouvement régulier d'oiseaux entre des zones séparées; une voie migratoire considère l'éventail complet d'une espèce d'oiseau migrateur ou d'une population. 8 de l'hiver oblige la plupart des oiseaux à quitter ces lieux.

Cependant, de nombreux migrateurs paléarctique-africains partent de l'Afrique qui devient inhospitalière au cours de longues périodes de sécheresse où la compétition pour la nourriture est élevée. La migration intra-africaine est généralement définie comme les mouvements au sein de l'Afrique. Dodman & Diagana (2006) la définissent comme «le déplacement des oiseaux en Afrique et près de ses côtes, selon les déclencheurs locaux et les conditions météorologiques continentales, en particulier la pluviométrie». Le terme «voie de migration» doit également être défini et utilisé en combinaison avec la définition des oiseaux migrateurs. Pour comprendre le concept des voies migratoires, une définition générale est utile, comme celle formulée par Boere & Stroud (2006): "Une voie de migration concerne l'ensemble des espèces d'oiseaux migrateurs (ou de groupes d'espèces associées ou différentes populations d'une seule espèce) qui se déplacent annuellement des sites de nidification vers les sites de non nidification, y compris les sites intermédiaires de repos et de nourrissage de même que la zone dans laquelle les oiseaux migrent» Cette définition est adaptée au cas des oiseaux migrateurs, mais pas tout à fait aux populations aviaires nomades

et semi-nomades bien que ces derniers aient une place importante dans l'enseignement de ces modules, le concept des voies de migration pour la conservation est aussi approprié pour ces espèces qui dépendent aussi des réseaux de sites clés.

1.4.2- Ecologie et survie: éléments déterminants de la migration

La migration, sous toutes ses formes, a des avantages écologiques pour les oiseaux tant au niveau individuel que pour les populations entières. C'est une façon, par exemple, d'utiliser au mieux les abris de nidification, de mues et des ressources alimentaires le long des voies de migration (sites de nidification, mue, repos et escale). Les migrations protègent aussi des mauvaises conditions météorologiques, de la sécheresse, des prédateurs, des parasites et d'autres contraintes sur une vaste zone géographique et, dans certains cas elles permettent de réduire la compétition pour les ressources comme la nourriture et les sites de nidification, par exemple avec les oiseaux nonmigrateurs. Globalement, la migration est une stratégie visant à faire usage des variations saisonnières de conditions climatiques et de disponibilité des ressources naturelles. C'est une très bonne stratégie qui a permis aux oiseaux de se développer, de prospérer et de faire le meilleur usage des périodes favorables à la productivité.

Clairement, les millions d'oiseaux d'eau, y compris les limicoles, les oies, les canards, les mouettes et les cygnes nidifiant dans la zone arctique, sub-arctique et dans une bonne partie de la région boréale doivent partir quand les chutes de neige et les basses températures rendent les ressources alimentaires inaccessibles ou non disponibles. De même, dans d'autres parties de la région de l'AEWA, notamment l'Afrique, le Moyen-Orient et dans certaines parties de l'Asie centrale, l'irrégularité des précipitations est un facteur déterminant la migration des oiseaux d'eau ; en effet, les ressources alimentaires en saison sèche se raréfient. Ces mouvements ne sont pas toujours très précis ou prévisibles, ni obligatoirement orientés le long de l'axe nord-sud. Cet axe migratoire a certainement une longue histoire correspondant à l'évolution des espèces, les migrations de cet axe sont largement prévisibles: l'itinéraire de la migration et les sites visités.

1.4.3-Les es motivations de migration

Les mouvements associés à la pluviosité ne sont pas toujours clairs et faciles à interpréter; Dodman & Diagana (2006) décrivent plusieurs facteurs déterminants les migrations associées à la pluviosité en Afrique:

• Disponibilité soudaine de zones humides riches La disponibilité soudaine de zones humides riches est un phénomène courant dans les zones arides et semi-arides, dans ce cas des zones humides se forment de façon éphémère (temporaire). Les oiseaux arrivent par vagues, certains se déplacent avec la pluie guidée par le front de pluie et les nuages d'orage (voir le paragraphe 3.6).

- Montée des eaux/inondation : de nombreux oiseaux d'eau sont attirés par les plaines inondées, ils se dirigent vers ces zones en même temps que le niveau des eaux monte. Ces oiseaux peuvent être des hérons, des grues et des râles. Souvent, les oiseaux se reproduisent en colonie dans les fourrés des zones humides, comme les énormes colonies d'aigrettes dans les forêts inondées du delta intérieur du Niger. Inversement, la même augmentation du niveau des eaux chasse certains oiseaux des zones humides, notamment les limicoles qui se nourrissent au bord de l'eau. Par exemple, la plupart des Pluviers pâtres *Charadrius pecuarius* de Zambie quittent les
- la diminution du niveau des eaux : permet aux oiseaux, comme les limicoles, de trouver une alimentation abondante. Dans le delta intérieur du Niger, le niveau des eaux diminue principalement entre Janvier et Avril. Le Marabout d'Afrique *Leptoptilos crumeniferus* se nourrit dans les étangs ou les mares qui s'assèchent quand la saison sèche s'installe, il se régale de la forte concentration de proies comme les poissons chats.
- Manque d'eau : certains oiseaux se nourrissent dans les mares qui s'assèchent jusqu'à leur disparition, ensuite le manque d'eau et donc de nourriture motive les oiseaux à migrer. Il est important d'apprécier le temps qui s'écoule entre la pluie et les conditions optimales pour les oiseaux d'eau, en particulier dans les bassins fluviaux. Certains des sites les plus importants pour les oiseaux d'eau en Afrique se trouvent sur les zones humides des grands fleuves comme le Nil, Niger et Zambèze. Le Niger dépend essentiellement des précipitations des hauts plateaux de Guinée, et non pas de la pluviosité du Sahel. Les inondations des marais du Sudd (sud du Soudan) dépendent de la pluviométrie en amont de l'Ouganda et d'autres pays. Dans ces zones, les pluies locales ne signifient pas obligatoirement que la productivité est optimale

1.4.4- Comportements et techniques de vol des oiseaux d'eau

- **Vol battu** : beaucoup d'oiseaux d'eau utilisent le vol battu en couvrant de grande distance pendant la migration, en particulier les limicoles, les canards et les oies, ainsi

que les espèces de plus grande taille comme les grues. Il existe différents comportements de vol battu. Certains oiseaux volent en groupes, sans structure particulière, mais d'autres, notamment plusieurs espèces d'oies et de grues, adoptent des formations en V (ou formation en chevron) qui permettent aux oiseaux d'optimiser leur aérodynamisme (Figures 2.1 et 2,2). La formation en V permet à chaque oiseau (à l'exception du chef de file) de voir l'oiseau qui le précède, tout en bénéficiant de son sillage, aidant ainsi l'oiseau suivant à gagner de la portance et à réduire sa traînée, avec une économie d'énergie d'environ 10-20%. Les têtes de file, des oiseaux adultes en général, se fatiguent plus rapidement, et changent donc de position. Les oiseaux qui volent en groupe moins structurés bénéficient aussi quelques économies d'énergie.

- **Vol à voile :** le vol à voile exploite les courants thermiques pour gagner ensuite de la hauteur et planer sur de longues distances. Quand le sol se réchauffe au soleil du matin, il absorbe de l'énergie, mais certaines caractéristiques de surface, tels que des espaces ouverts absorbent plus que d'autres ce qui chauffe l'air au-dessus d'eux. Cet air chaud s'élève et attire plus d'air qui se réchauffe et s'élève. Ces courants thermiques peuvent soulever les oiseaux. Le vol à voile est fréquemment utilisé par les oiseaux de proie migrateurs et certains grands oiseaux d'eau, y compris les grues, les cigognes et les pélicans (Figure 2.3). Les oiseaux qui migrent à travers les vallées du Moyen-Orient et de l'Afrique dépendent beaucoup des courants thermiques, comme les oiseaux qui traversent des plaines étendues. De nombreux oiseaux de mer tels que les albatros, les pétrels et les fulmars pratiquent le vol à voile dynamique, faisant usage de la friction créée par le vent sur l'eau. Ces oiseaux montent dans le vent pour gagner de la hauteur puis tournent et planent sur toute l'envergure de leurs ailes déployées.
- **Marche et natation :** certains oiseaux ne peuvent pas voler et migrent en marchant ou en nageant. Par exemple, les autruches et les manchots migrent ainsi. Cependant, la plupart des oiseaux d'eau ont de bonnes capacités de vol, mais certaines espèces ne migrent que sur des distances relativement courtes, avec leurs juvéniles incapables de voler. Les oiseaux en mue incapables de voler peuvent également marcher ou nager, par exemple, si la zone de mue choisie est perturbée.

I.4.5- Les voies de migration

Parmi les caractéristiques biologiques des oiseaux la plus spectaculaire, est la migration, véritable stratégie adaptative qui conduit les oiseaux à chercher plus loin des zones d'accueil et de stationnement plus favorables sur le plan climatique et alimentaire.

La migration est un mouvement saisonnier et régulier et régulés sur une année de certains oiseaux qui se déplacent entre une aire de reproduction et une aire d'hivernage. A la fin de l'été, les oiseaux v mettent le cap sur des régions où l'hiver est plus doux, puis reviennent au printemps pour la reproduction (SAIFOUNI,2009).

De façon générale, certains oiseaux quittent la région où ils se sont reproduits à l'occasion de la migration post-nuptiale. Une fois l'hiver fini les oiseaux reprennent leur route vers les zones de reproduction. Cette migration est dite pré-nuptiale. Les migrations post-nuptiales sont plus impressionnantes car elles sont moins distillées dans le temps et les individus sont plus nombreux (MARION, 2004).

Au printemps, l'instinct de reproduction les pousse à rejoindre les contrées de nidification. Les oiseaux profitent souvent d'un vent favorable pour effectuer ces longs parcours.

Les mouvements débutent généralement à la fin d'Août dans le sens Nord-sud et en Février dans le sens inverse. Cependant si le temps reste chaud à l'automne et froid à la fin de l'hiver, les mouvements sont retardés de quelques semaines. Chaque espèce d'oiseau possède son propre calendrier et un parcours bien défini.

I.4.6- Migration en Afrique du Nord

Les zones d'accueil et de stationnement les plus favorables sur le plan climatique, sont celles qui se situent loin de la région de reproduction au Sud du 55ème parallèle dans les parties Sahariennes (Mauritanie, Sénégal, Mali et Tchad) et en Afrique du Nord.

L'Afrique du Nord prend place comme étant un gué qui permet aux oiseaux de trouver un refuge en automne après la traversée de la Méditerranée et celui du printemps après le passage à travers le désert. L'Europe et l'Asie déversent sur l'Afrique du Nord une pluralité de races géographiques qui viennent se superposer au cours des migrations aux races proprement africaines. Leurs époques de passages respectifs peuvent coïncider ou se succéder, dans ce dernier cas, la durée de passage se poursuit pendant des mois à tel point que pour une même espèce, les migrateurs post-nuptiaux les plus attardés peuvent croiser les pré-nuptiaux les plus précoces (CHALABI ,1990).

I.4.6- Migration en Algérie

L'Algérie est placée dans le système des migrations à l'intérieur de la zone paléarctique et dans celui des migrations trans-sahariennes entre l'Eurasie et l'Afrique

tropicale. En effet, l'Algérie occupe une position charnière dans ce système de migration car elle se situe sur les deux principales voies de migration (Flyway) de l'Est Atlantique.

Ainsi la région de l'Oranie se trouve sur la voie Ouest qui passe par le détroit de Gibraltar et la côte Atlantique, d'autre part les zones humides du Constantinois et du Nord-est avec son complexe lacustre d'El Kala se trouvent sur la voie passant par la Sicile et le Cap Bon.

Selon ISENMANN et MOALI (2000), environ 68 espèces de non passeriformes et 41 passeriformes traversent régulièrement l'Algérie, soit à l'allée ou encore au retour. MOREAU (1966) précise le passage du Canard souchet, Canard chipeau, Sarcelle d'été, Sarcelle d'hiver, Fuligule milouin, Fuligule morillon et le Fuligule nyroca au niveau du Sahara.

En revanche, LAFFERERE (1968) note le passage de la Sarcelle d'été et du Canard chipeau en migration post-nuptiale au niveau du Tassili des Ajjers (BENDAHDJANE ;2015)

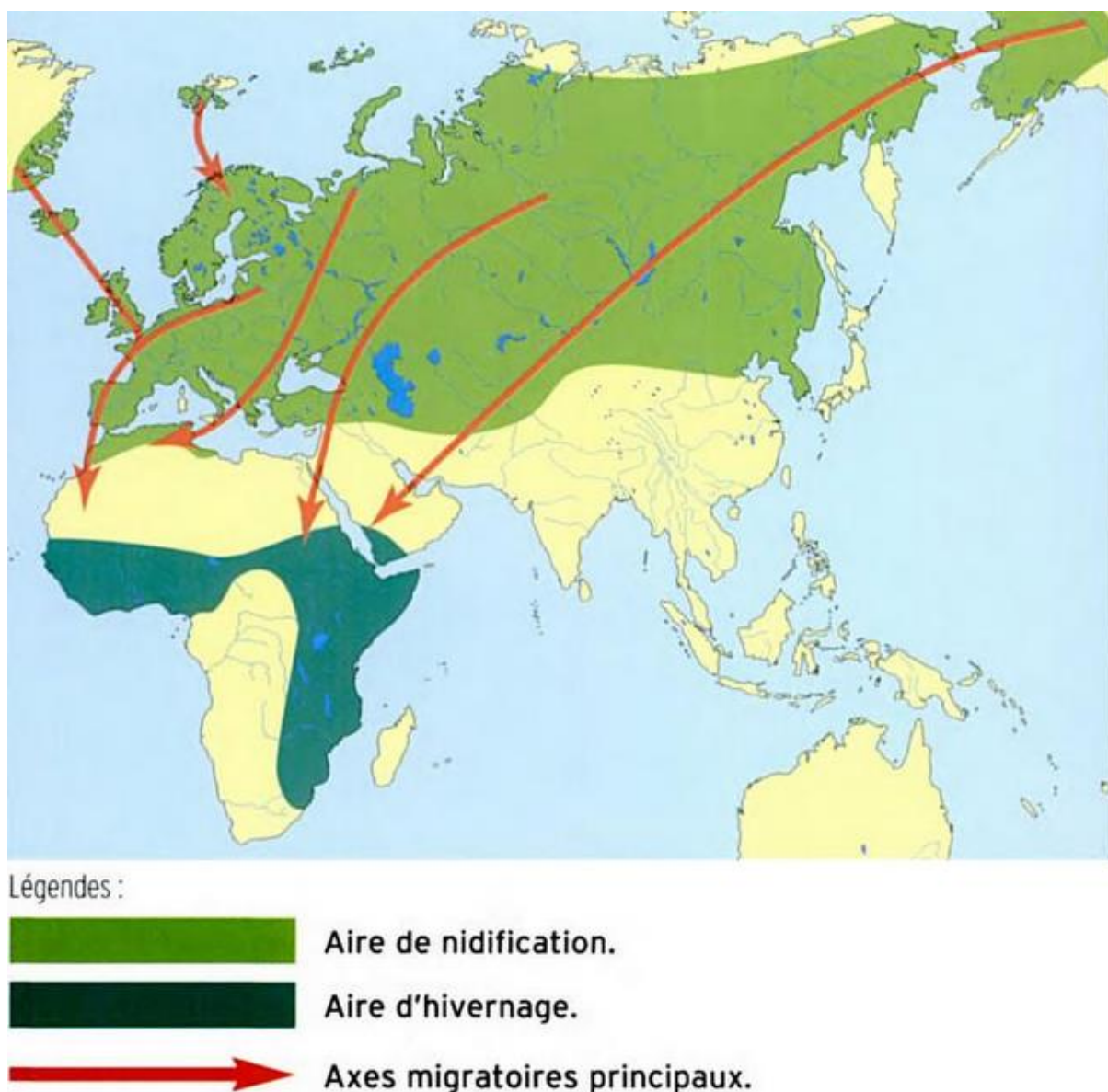


Figure 01 : Les principales voies de migration chez les oiseaux (DARMANGEAT , 2008).

II- Écologie et biogéographie

II.1-Le cycle biologique annuel

Le cycle biologique annuel des oiseaux comprend deux périodes principales (LEFEUVRE, 1999) :

- **La période de reproduction**, définie comme la succession de plusieurs processus : le cantonnement, la ponte, l'incubation et l'élevage des jeunes.
- **La période d'hivernage**, qui correspond à l'intervalle de temps compris entre la migration d'automne et la migration de printemps. La conception la plus largement acceptée est celle qui

définit l'hivernage comme le temps passé en dehors de la période de reproduction de ces oiseaux migrateurs et donc loin de leurs quartiers de nidification.

A l'intérieur de ces deux périodes, d'autres processus interviennent :

- **La mise en couple**, qui survient en novembre-décembre pour des nicheurs précoces tels que le Canard colvert (*Anas platyrhynchos*) et le Canard pilet (*Anas acuta*) et en janvier-février pour les canards plongeurs tel que le Fuligule morillon et le Fuligule milouin (TAMISIER et DEHORTER, 1999).

- **La mue des rémiges** (plumes des ailes), qui survient généralement en juillet-août et peut s'achever aussitôt après la migration d'automne sur les lieux d'hivernage (TAMISIER et DEHORTER, 1999; ALAFRI, 2017).

II.2- le Dénombrement International d'Oiseaux d'Eau

Le Dénombrement International d'Oiseaux d'Eau (DIOE) est un programme de suivi sur site des effectifs d'oiseaux d'eau, coordonné depuis 1967 par Wetlands International, initialement connu sous le nom de Bureau International de Recherche pour les Oiseaux d'Eau et les Zones Humides

Le Dénombrement est effectuée au niveau global, et l'ancienne division en quatre suivis continentaux a été remplacé en 2003 par une nouvelle stratégie de coordination globale. La coordination au niveau continental se fait comme suit:

- La coordination globale et les comptages pour le Paléarctique Occidental et l'Asie du Sud-est sont organisés depuis le siège de Wetlands International, à Wageningen, Pays-Bas.
- Le Dénombrement d'Oiseaux d'Eau en Afrique est coordonné par une antenne à Nairobi, Kenya
- Le Dénombrement d'Oiseaux d'Eau en Asie, qui inclut l'Océanie, est coordonné depuis une antenne à Delhi, Inde.
- En Amérique, le Dénombrement d'Oiseaux d'Eau pour le Néotropique est coordonné depuis l'antenne Amérique de Wetlands International à Buenos Aires, Argentine.

Les objectifs des dénombrements sont les suivants:

- Évaluer la taille des populations d'oiseaux d'eau.
- Décrire l'évolution de l'effectif et de la distribution de ces populations.
- Identifier les zones humides d'importance internationale pour les oiseaux d'eau, quelle que soit la saison.

- Fournir les informations nécessaires à la gestion et à la protection des populations d'oiseaux d'eau grâce à des conventions internationales, à la législation nationale et à autres moyens.

Le dénombrement a lieu chaque année dans près de 100 pays, avec la participation d'environ 15000 compteurs, dont la plupart sont bénévoles. Plus de la moitié des efforts est concentré en Europe, mais l'implication dans d'autres parties du monde a nettement augmenté depuis 1990. Entre 30 et 40 millions d'oiseaux d'eau sont comptés chaque année autour du monde.

II.3- Les méthodes de l'ornithologie

La stature, le plumage, la voix et certains traits de biologie permettent la reconnaissance des espèces et parfois même du sexe et de l'âge. L'observation est facilitée par l'usage de jumelles ; un grossissement de 8 fois est généralement suffisant, mais un bon télescope est utile pour les dénombrements sur de grandes surfaces d'eau libre. La voix est une aide souvent précieuse, mais l'emploi du magnétophone est très délicat, et, d'autre part, la reconnaissance des espèces à l'oreille nécessite l'écoute de disques de référence dont la publication est en cours (BIBBY et al., 2000 ; DEVINEAU, 2010 ; ELAFRI, 2017).

L'étude des oiseaux libres dans la nature se suffit à elle-même, mais si l'occasion se présente d'avoir un spécimen en main, certaines données complémentaires sont à relever. L'état du plumage, notamment s'il est en cours de mue, le degré d'engraissement et le poids n'ont d'intérêt que s'ils sont notés très précisément.

De toutes les mensurations, celle de l'aile « pliée » est la plus utile, celles du bec (ligne droite de la pointe aux premières plumes du front) et du « tarse » (entre les deux articulations) sont souvent moins précises. Si l'oiseau est mort, inciser l'abdomen, retirer les intestins (que l'on peut conserver pour y chercher des parasites ou des restes plus ou moins reconnaissables de nourriture). Les bols alimentaires peu fournis se révèlent en général non représentatifs du régime car les éléments fragiles ont disparus et on n'y trouve plus que certains éléments durs. L'interprétation des résultats doit s'appuyer sur des observations dans la nature : méthodes de la capture de sa nourriture par l'oiseau étudié, ressources alimentaires de son terrain de chasse (DEVINEAU, 2010 ; TRIPLET, 2012 ; ELAFRI, 2017).

II.4- Systématique : Clé des familles

II.4.1- PODICIPEDIDÉS (fig.2, a et b).

Oiseaux archaïques aux pattes lobées, au plumage épais, ne quittant pas l'eau et préférant plonger plutôt que de fuir en vol, représentés par le petit Castagneux (*Podiceps ruficollis*) et le Huppé *Podiceps cristatus* des lacs permanents (DEJONGHE, 1990 ; ALAFRI, 2017).

II.4.2- PHALACROCORACIDÉS (fig.2, c).

Caractérisés comme les pélicans par une palmure englobant les 4 doigts, les Cormorans (le gros Phala-crocorax carbo bien répandu) sont d'habiles plongeurs, pêcheurs de poissons, mais leur plumage sombre se mouille et ils doivent se sécher au soleil (CALLAGHAN *et al.*, 1998; ELAFRI, 2017).

II.4.3- ARDÉIDÉS (fig.2, d,e,f et g).

Échassiers de stature élevée avec leur long cou terminé d'un bec en poignard, les Hérons (le gris *Ardea cinerea*, le pourpré *A. purpurea*, et l'Egretta garzetta, sont les plus répandus) disséminés dans les marais, les Aigrettes (plusieurs espèces voisines, blanches comme le Garde-bœufs *Bubulcus ibis* souvent sociables associé au bétail et les Butors vivant plutôt cachés et isolés, sont des chasseurs à l'affût : insectes en général, poissons pour les plus grosses espèces. La reproduction a lieu en principe dans les arbres en colonies et dans les Héronnières (BOLOGNA, 1980 ; BIDDAU, 1996; ELAFRI, 2017).

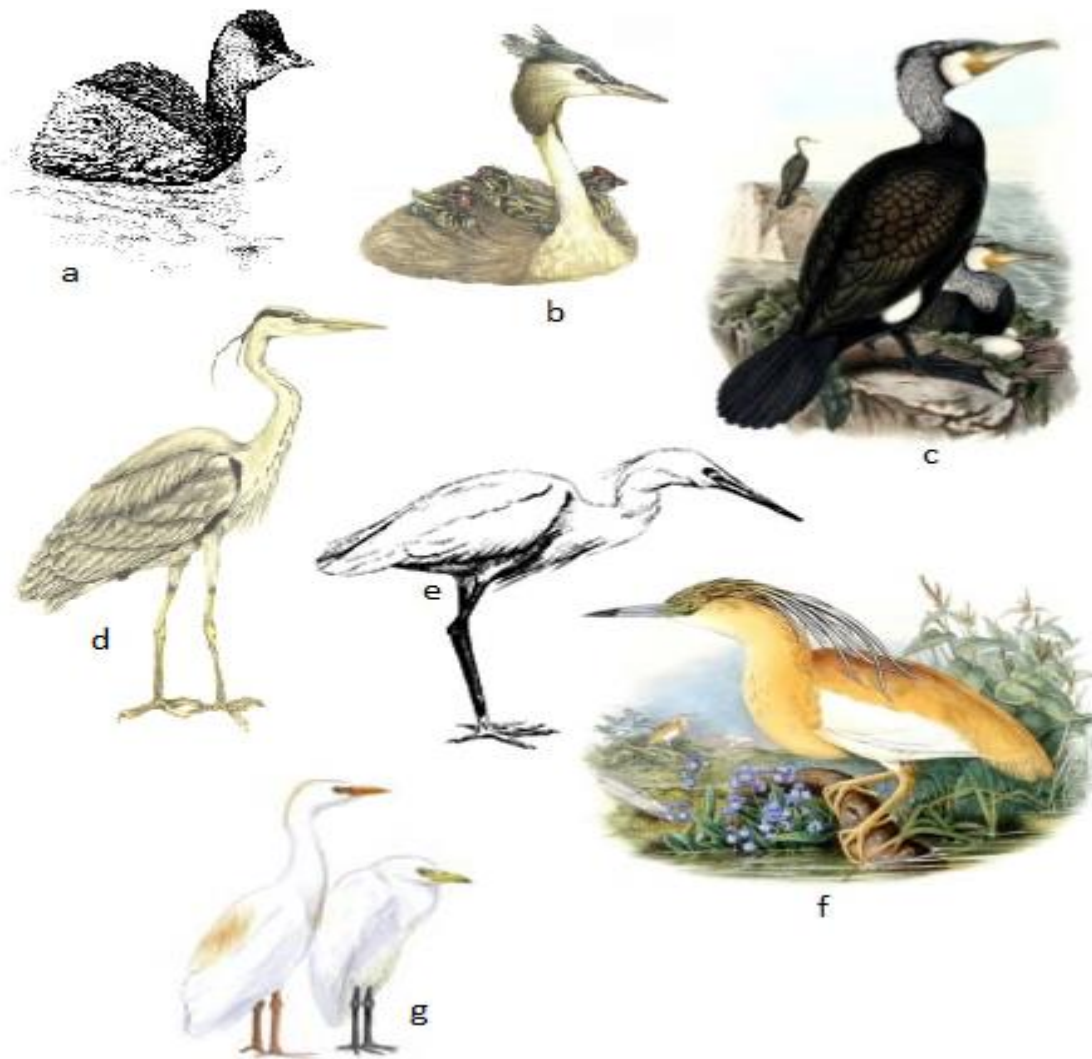


Figure 02 : a : *Podiceps ruficollis*. b : *Podiceps cristatus*. c : *Phalacrocorax carbo*. d : *Ardea cinerea*. e : *Egretta garzetta*. f : *Ardeola alaraloides*. g : *Bubulcus ibis*.

II.4.4- CICONIDÉS (fig.3, a)

Ce sont des grands oiseaux aux pattes longues, au cou allongé et aux ailes longues et larges. La base palmée des pieds dénotent des habitudes aquatiques. Ils se nourrissent cependant dans les terrains plus secs que la plupart des oiseaux du même ordre. Leur vol, extrêmement puissant, est saisissant : le cou et les pattes sont étendus à l'horizontale, ces derniers traînant légèrement. Il existe 17 espèces de cigognes, toutes sauf trois se retrouvent dans l'Ancien Monde. Les populations nordiques sont migratrices La Cigogne blanche est la seule espèce qui existe au niveau de l'Afrique du nord venue du sud pour y nicher (GEROUDET, 1978 ; HEINZEL, 1997; ELAFRI, 2017).

II.4.5- TRESKIORNITHIDÉS (fig.3, c et d)

Les Ibis se reconnaissent à leur gros bec courbe, que ce soient l'Ibis sacré (*Threskiornis aethiopicus*) blanc et noir ou falcinelle, tous noirs (*Plegadis falcinellus*). Les Spatules sont blanches avec un bec aplati, rose chez l'espèce africaine (*Plalalea alba*) ou noir chez la Spatule d'Europe (HEINZEL, 1997; ELAFRI, 2017)

II.4.6- PHOENICOPTÉRIDÉS (fig.3, f)

Roses et dégingandés les Flamants vivent en groupes sur les lagunes et lacs saumâtres où ils se nourrissent de plancton. Pendant sa migration, cette espèce préfère les étendues spacieuses d'eau salée (JOHNSON, 1989; ELAFRI, 2017)

II.4.7- ANATIDÉS (fig.3, b, e et g)

Les anatidés regroupent les cygnes, les oies et les canards. Ce sont des oiseaux plutôt massifs, avec des pattes courtes, des pieds palmés et des ailes courtes, mais puissantes. Leur régime alimentaire est assez varié. Certaines espèces sont exclusivement végétariennes, d'autres filtrent le plancton et des petits invertébrés, d'autres pêchent des poissons ou des coquillages. Certaines espèces pâturent sur la terre ferme, d'autres barbotent à la surface de l'eau, d'autres enfin plongent, quelquefois profondément. La plupart des espèces sont grégaires pour se nourrir, dormir ou migrer et solitaires pour nicher (MADGE et BURN, 1988 ; OWEN et BLACK, 1990; ELAFRI, 2017).

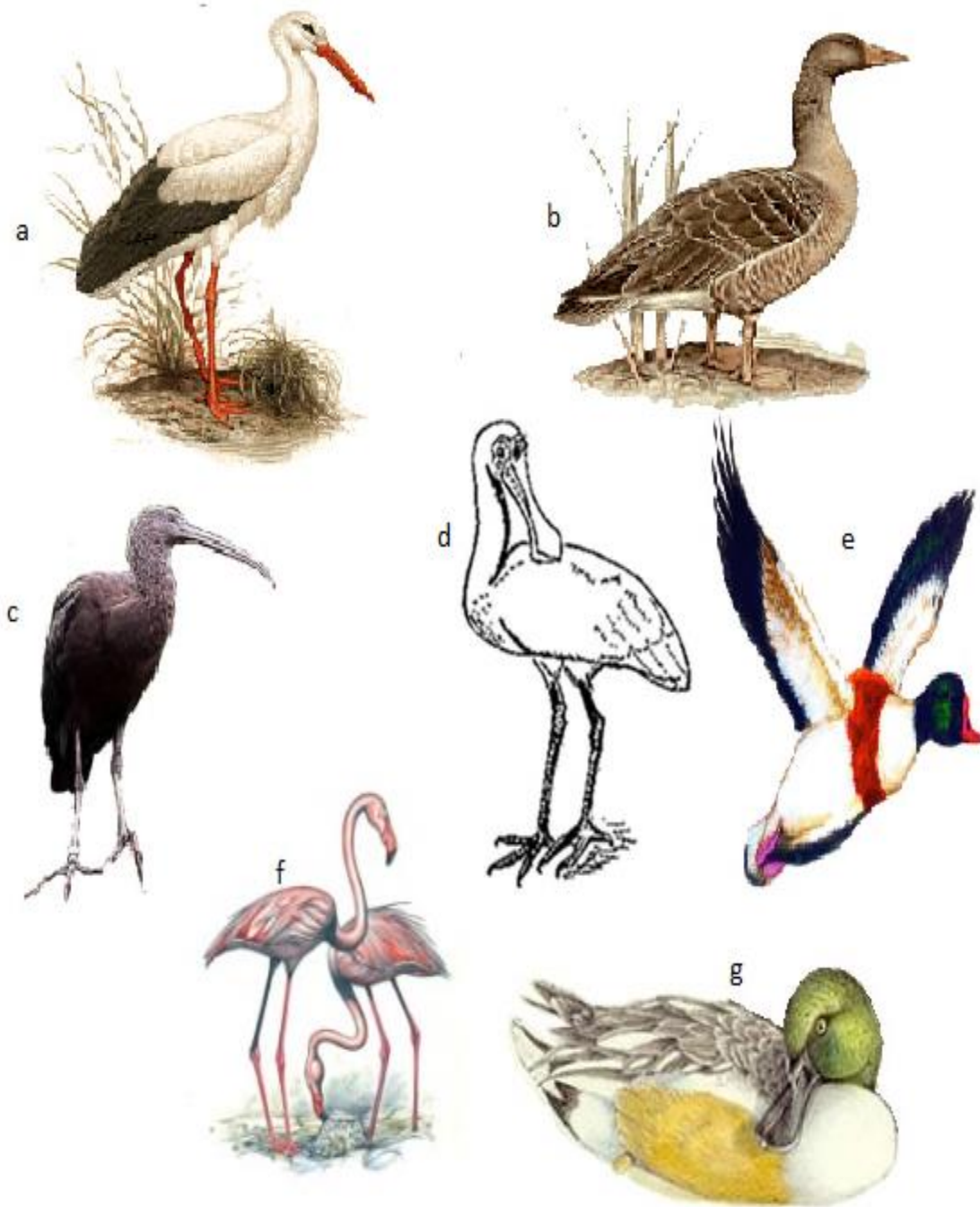


Figure 03 : **a :** *Ciconiaciconia*. **b :** *Anser anser*. **c :** *Plegadisfalcinellus*. **d :** *Platalea leucorodia*. **e :** *Tadornatadorna*. **f :** *Phoenicopterusroseus*. **g :** *Anas clypeata*

II.4.8- RALLIDÉS (fig. 4, a, b et c)

Tantôt se faufilant dans les roseaux, comme les Râles d'eau, tantôt nageant à découvert comme les Poules d'eau (espèces du genre *Gallinula*), sont des oiseaux assez variables d'allure. Leur plumage lâche leur donne une silhouette ronde en général et leurs doigts sont assez longs, fins ou (chez les Foulques *Fulica*) festonnés ; les Poules sultanes (*Porphyrio*) se

reconnaissent aux reflets bleu et vert brillants de leur plumage et à leur bec et leurs pattes rouge vif (DEJONGHE, 1990; ALAFRI ,2017)

II.4.9- RÉCURVIROSTRIDÉS (fig. 4, d et e)

Très hauts sur pattes, bariolés de blanc et de noir et déambulant dans les eaux peu profondes, ces oiseaux sont bien visibles : l'Échasse (*Himantopus himantopus*) au bec droit très fin, l'Avocette (*Recurvirostra avoselia*) au bec retroussé (DAVIS et SMITH, 1998; ELAFRI ,2017).

II.4.10- LARIDÉS (fig. 4, f et g)

Les Goélands et Mouettes (quelques visiteurs du genre *Larus* et une espèce locale *L. cirrhocephalus*) sont d'élégants voiliers, blancs avec un manteau ou un capuchon plus sombre. Les Sternes et Guifettes (une dizaine d'espèces du genre *Sterna*) ont une silhouette particulièrement fine et un vol très habile. Le curieux Bec-en-ciseaux (*Rhynchops flabellifera*) fend l'eau de la lame de son bec, tout en volant ; lorsqu'il heurte un petit poisson, celui-ci est projeté dans son gosier (CRAMP et SIMMONS, 1983; ELAFRI ,2017).



Figure 04 : **a :** *Fulicaatra*. **b :** *Gallinulachloropus*. **c :** *Porphyrioporphyrio*. **d :** *Himantopushimantopus*. **e :** *Recurvirostraavocetta*. **f :** *Laruscachinnansg.* **g. :** *Larus Ridibundus*

II.4.11-CHARADRIIDÉS(fig. 5, a, b et c)

Il s'agit de petits échassiers qui se tiennent sur le sol nu au bord de l'eau et qui chassent les insectes en courant. Les Vanneaux (une demi-douzaine d'espèces du genre *Vanellus*, dont la plus répandue est le Vanneau huppé, (*V. vanellus*) sont plus gros et bariolés de noir et blanc, les Pluviers (quelques visiteurs du genre *Pluvialis*) sont de taille moyenne et gris-brun uni, les petits Gravelots (7 ou 8 espèces du genre *Charadrius*) sont brun dessus et blanc dessous avec parfois des marques noires (LE DREAN-QUENEC'H DU ; MAHEO 1997; ELAFRI, 2017).

II.4.12- SCOLOPACIDÉS(fig. 5, d, e, f et g)

Il s'agit uniquement de migrateurs venant d'Europe et peu reconnaissables dans leurs livrées blanchâtres maculées de gris et de brun. Le bec est fin et long, droit chez les Chevaliers (du genre *Tringa* et le Combattant souvent très denses) et les petits Bécasseaux (une demi-douzaine d'espèces du genre *Calidris*), très long et droit chez les Barges (genre *Limosa*, taille forte et en troupe) et les Bécassines (genre *Gallinago*, taille moyenne, pattes assez courtes, vivant cachées et isolées), long et arqué chez les Courlis (genre *Numenius*). (CRAMP et SIMMONS, 1983 ; TRIPLET, 2012; ELAFRI, 2017).



Figure 05 : **a:** *Charadrius hiaticula*. **b:** *Charadrius alexandrinus*. **c:** *Vanellus vanellus*. **d:** *Limosa limosa*. **e:** *Calidris alpina*. **f:** *Tringa ochropus*. **g:** *Gallinago gallinago*.

II.4.13. STERNIDÉS (fig. 6, a et b)

Les sternidés comprennent les sternes et les guifettes. Ce sont des oiseaux aquatiques, marins ou dulçaquicoles, grégaires, aux longues ailes effilées et à la queue souvent échancrée, ce qui leur vaut parfois le qualificatif d'hirondelle de mer. Les sternes et les guifettes sont des oiseaux élégants au vol ou quand ils pêchent des poissons en plongeant sous l'eau ou en cueillant, au vol, des insectes à la surface des eaux ; un peu moins, à terre, quand elles trottent sur leurs courtes pattes (VIELLIARD, 1981; ALAFRI, 2017).

II.4.14. ALCÉDINIDÉS (fig. 6, c)

À l'affût sur un perchoir qui domine l'eau, les Martins-pêcheurs, dont le plus (Alcedo atthis), se reconnaissent à leur bec en forme de poignard, arme efficace pour saisir petits poissons et insectes aquatiques (CRAMP et SIMMONS, 1983; ALAFRI, 2017).

II.4.15- ACCIPITRIDÉS (fig. 6, d)

Parmi les divers Rapaces, certains fréquentent surtout les marais et leurs proies sont diversifiées elle peut être des amphibiens, reptiles, oeufs et poussins, petits mammifères (campagnols, rats...), insectes et même des charognes. D'autres sont spécialement des pêcheurs de poisson : le Balbuzard (*Pandion haliaetus*, blanc et gris cendré) plonge habilement sur ses proies. (DEJONGHE, 1980; ALAFRI, 2017).

II.4.16-GRUIDÉS (fig. 6, e)

Ces grands échassiers ont l'allure des Hérons et Cigognes, mais leur bec est plus court et plat. La Grue couronnée (*Balearica pavonina*), qui porte bien son nom, vit en troupes bruyantes et ses parades s'accompagnent de véritables pas de danse (VIELLIARD, 1981; ALAFRI, 2017).

II.4.17- HIRUNDINIDÉS (fig. 6, f)

Les Hirondelles chassent les insectes en vol et sont souvent attirées au-dessus des marais. La petite Hirondelle de rivage (*Riparia riparia*), venue d'Europe, se perche pour la nuit en grands dortoirs dans les roseaux (VIELLIARD, 1981; ALAFRI, 2017).

II.4.18- MOTACILLIDÉS (fig. 6, g)

L'un des migrateurs européens les plus répandus en hiver en Afrique est la Bergeronnette printanière (*Motacilla flava*), dont la silhouette fine et vive anime tous les terrains humides. Cette famille compte plusieurs autres espèces plus ou moins liées à la présence d'eau (VIELLIARD, 1981; ALAFRI, 2017).

II.4.19- SYLVIIDÉS (fig. 6, h)

Parmi les nombreuses Fauvettes, les espèces du genre *Acrocephalus* ne vivent que dans les roselières inondées (VIELLIARD, 1981; ALAFRI, 2017).



Figure 06 : a : *Sterna nilotica*. b : *Childonia hybridus*. c : *Alcedo atthis* d : *Circus aeruginosus* e : *Grus grus* f : *Riparia riparia* g : *Molocilla flavah* h : *Acrocephalus paludicola*

III- Facteurs structurant les communautés d'oiseaux aquatiques et sélection de l'habitat

Il est d'observation courante que les zones humides, abritent une grande diversité d'oiseaux aquatiques. La nature et la densité de ces espèces dépend de caractéristiques de la station plus ou moins confusément perçues par l'observateur averti, qui connaît l'influence de facteurs environnementaux comme, la profondeur et la qualité de l'eau, la nature et la pente des rives ou la nature et l'importance de la végétation aquatique et riveraine (BOURNAUD, 1980).

C'est la combinaison de ces variables qui permet aux individus de survivre et de se reproduire qui constitue la niche écologique d'une espèce (HUTCHINSON, 1957). Des relations précises sont délicates à exprimer, voire à détecter.

III.1- La profondeur d'eau

De nombreuses études ont montré que la profondeur de l'eau est un facteur très important qui affecte l'utilisation des habitats des zones humides par les oiseaux aquatiques et cette relation a servi comme base pour les lignes directrices de gestion de ces écosystèmes. La profondeur d'eau détermine directement l'accessibilité de l'alimentation pour les oiseaux aquatiques en raison des restrictions dans leur morphologie, tels que les longueurs de tarse chez les Echassiers ou le cou chez les canards (COLWELL et TAFT, 2000).

Les oiseaux aquatiques non plongeurs, comme les Echassiers et les barboteurs (canard de surface), exigent généralement des eaux peu profondes pour se nourrir, et leur accès à l'habitat d'alimentation est limité par la profondeur de l'eau. En revanche, les oiseaux aquatiques plongeurs ont besoin d'eau profonde, au moins qui leur permet de plonger pour se nourrir (ZHIJUN et al, 2010; ELAFRI, 2017).

III.2- Végétation

En plus que la fourniture des aliments tels que les graines, les feuilles, les tubercules et les rhizomes pour les oiseaux herbivores, la végétation est un élément important de l'habitat et influence fortement l'utilisation des zones humides par ces espèces. L'effet et l'importance de la végétation dépend de la saison et du groupe d'oiseaux aquatiques.

Dans la saison de reproduction, les plantes dites hydrophytes (émergente ou flottantes) constituent les principaux matériaux de construction des nids de foulques, colverts et poules d'eau et d'améliorer par conséquent leur succès de reproduction (FRONEMAN et al., 2001; ELAFRI, 2017). Aussi, les hydrophytes (émergentes) offrent également un abri contre la prédation ou toute sorte de perturbation soit dans les sites de reproduction, de gagnage ou de

remise. En outre, les îlots d'arbres fournissent un endroit propice pour la reproduction principalement des oiseaux coloniaux, surtout dans les zones humides ouvertes (HATTORI et MAE, 2001; ELAFRI, 2017).

En outre, la végétation dense fournit également des conditions favorables pour la croissance des invertébrés ce qui augmente leur densité et par conséquent celle des oiseaux aquatiques (ZHIJUN et al., 2010; ELAFRI, 2017).

III.3- La salinité

En général, l'eau de salinité élevée est nuisible pour les oiseaux aquatiques. Les individus qui boivent l'eau d'une salinité élevée perdent de poids corporel par déshydratation et ils évitent aussi, même pour le repos ou d'autre activité, car les sels réduisent l'imperméabilité des plumes et augmentent ainsi les coûts énergétiques de thermorégulation (RUBEGA et ROBINSON, 1997; ALAFRI, 2017). La salinité de l'eau affecte également la composition et l'abondance de la végétation, zoo-benthos et les animaux aquatiques et donc influence la présence et la répartition des oiseaux aquatiques (ZHIJUN et al., 2010; ELAFRI, 2017).

III.4- La topographie

Avec une profondeur d'eau donnée la variation de la topographie d'une zone humide contribue à élargir la gamme des micro-habitats, boues ; vasières et eau profonde ce qui répond aux besoins des différents groupes d'oiseaux aquatiques associés, les limicoles, les échassiers, les canards de surface et plongeurs (ZHIJUN et al., 2010; ELAFRI, 2017). En plus la répartition des plantes aquatiques émergentes et conditionnée par une favorable profondeur d'eau ce qui génère un habitat hétérogène pour les oiseaux aquatiques. En outre, les îlots et les terres hautes au sein d'une zone humide constitue un lieu de nidification et de mue propice pour plusieurs espèces (HOFFMAN et al., 1994; ALAFRI, 2017) et plusieurs études ont montré que la combinaison entre la variabilité de la topographie avec une profondeur d'eau convenable constitue un habitat accessible pour divers oiseaux aquatiques (ISOLA et al., 2002; ELAFRI, 2017).

III.5- La taille de la zone humide

De nombreuses études ont montré que la taille des zones humides influence positivement la richesse l'abondance des oiseaux aquatique. En général, la configuration spatiale et l'hétérogénéité des micro-habitats d'une zone humide sont absolument liés à sa taille. Tandis que les oiseaux aquatiques ont des préférences différentes vis-à-vis

l'aphysionomie de l'habitat, les zones humides de grande taille qui sont plus hétérogène par rapport à celles de petite taille, sont les plus susceptibles d'accueillir une grande diversité d'oiseaux d'eau. En général, les espèces qui se nourrissent près du rivage persistent dans les grands et les petites zones humides et sont considérées comme des espèces de la indépendante de la taille du site, alors que les espèces qui se nourrissent dans les espaces dégagées et en eau profonde sont considérées comme des espèces de la dépendante de la taille du site et sont relativement limités à des grandes zones humides (PARACUELLOS 2006 ;PARACUELLOS et TELLERIA, 2004; ALAFRI ,2017).

III.6- La proximité des zones humides

La prise en compte d'un site comme entité séparé pour étudier et comprendre la présence et l'abondance des oiseaux aquatiques est une erreur. En général, une zone humide individuelle répond rarement à toutes les exigences de ces espèces d'oiseaux (alimentation, repos, perchoir, sites de nidification, etc.) (Zhijun et al., 2010; ELAFRI ,2017).

La stratégie d'alimentation basée sur l'exploitation tournante des milieux complémentaires qu'il s'agit d'exploiter efficacement au bon moment ces milieux. Ainsi, le maintien de plusieurs zones humides, complémentaires au sein d'une mosaïque, peut fournir les ressources requises par l'avifaune aquatique. Le succès de la reproduction de certaines espèces d'oiseaux aquatiques dans une zone humide peut être affecté par d'autres zones humides de proximité. A ce titre, pour les espèces qui consomment des proies surabondantes mais éphémères, la recherche de la nourriture en se déplaçant entre les zones humides est plus efficace que de rester au niveau d'une seule zone humide, même si elle est de superficie importante (FRONEMAN et al., 2001;KELLY et al., 2008; ELAFRI ,2017).

CHAPITRE II

À propos de Ramsar La Convention relative aux zones humides d'importance internationale, plus connue sous le nom de Convention de Ramsar, est un traité intergouvernemental mondial qui sert de cadre pour l'action nationale et la coopération internationale en faveur de la conservation et de l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources. La Convention a pour mission: «La conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides par des actions locales et nationales et par la coopération internationale, en tant que contribution à la réalisation du développement durable dans le monde entier»

I- Les zones humides

I-1- Définitions

- **Définition d'une zone humide au sens de la convention de Ramsar** : « les zones humides, sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières où l'eau est naturelle ou artificielle, permanente ou temporaire, stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur ne dépasse pas 6 mètres ».

Autrement dit :

- Une zone humide est une région où l'eau est le principal facteur, qui contrôle le milieu naturel et la vie animale et végétale associées. Elle apparaît là où la nappe phréatique arrive près de la surface ou affleure, ou encore, là où des eaux peu profondes, recouvrent les terres (RAMSAR.,) .
- Une zone humide c'est aussi toute zone de transition entre les systèmes terrestres et aquatiques où la nappe phréatique est proche de la surface du sol, ou dans laquelle cette surface est recouverte d'eau peu profonde, de façon permanente ou temporaire ; 3. Enfin, on entend par zone humide, des terrains exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre, de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année (Loi sur l'eau, France, 1992)

Les zones humides sont des terres de transition entre les systèmes terrestres et aquatiques, la nappe phréatique étant habituellement soit à la surface, soit à proximité ou alors le terrain étant couvert d'une couche d'eau peu profonde. (COWARDIN et al., 1979 ,FUSTEC et al., 2000)

.Les zones humides pourront inclure des zones de rives ou de côtes adjacentes à la zone humide et des îles ou des étendues d'eau marine d'une profondeur supérieure à six mètres à marée basse, entourées par la zone. (ALLOUT, 2013). De leur côté, HUGHES et

HUGHES (1992) définissent les zones humides comme étant « toutes les terres inondées de manière permanente ou périodique tel que les lacs, les étangs, les marécages, les marais, les tourbières, les plaines d'inondation riveraines ou lacustres, les cuvettes et les oueds, les marais salés du littoral et les mangroves, les retenues artificielles sont également comprises dans cette définition ». Dans le Dictionnaire Encyclopédique de l'écologie, RAMADE (1993) introduit les menaces qui pèsent sur ces milieux singuliers. Ainsi, « zone humide » apparaît être un « terme général désignant tous les biotopes aquatiques marécageux ou lagunaires continentaux ou littoraux. Ces derniers sont particulièrement menacés par les drainages et les assèchements pour leur mise en culture ».

I-2-1 Critères d'identification des zones humides d'importance internationale

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

Critère 1: Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle contient un exemple représentatif, rare ou unique de type de zone humide naturelle ou quasi naturelle de la région biogéographique concernée.

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

1-2-2 Critères tenant compte des espèces ou des communautés écologiques

Critère 2: Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite des espèces vulnérables, menacées d'extinction ou gravement menacées d'extinction ou des communautés écologiques menacées.

Critère 3: Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite des populations d'espèces animales et/ou végétales importantes pour le maintien de la diversité biologique d'une région biogéographique particulière.

Critère 4: Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite des espèces végétales et/ou animales à un stade critique de leur cycle de vie ou si elle sert de refuge dans des conditions difficiles.

Critères spécifiques tenant compte des oiseaux d'eau

Critère 5: Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite, habituellement, 20 000 oiseaux d'eau ou plus.

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

1-2-3 Critères spécifiques tenant compte des poissons

Critère 7: Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite une proportion importante de sous-espèces, espèces ou familles de poissons indigènes, d'individus à différents stades du cycle de vie, d'interactions interspécifiques et/ou de populations représentatives des avantages et/ou des valeurs des zones humides et contribue ainsi à la diversité biologique mondiale.

Critère 8: Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle sert de source d'alimentation importante pour les poissons, de frayère, de zone d'alevinage et/ou de voie de migration dont dépendent des stocks de poissons se trouvant dans la zone humide ou ailleurs.

I-3- Caractéristiques générales :

Une zone humide est caractérisée par :

- Le degré de la salinité de l'eau, celle-ci peut être douce, saumâtre ou salée ;
- Le niveau d'eau (élevé, faible et variable) ;
- La durée de submersion : une zone humide peut être permanente ou temporaire
- Présence ou absence de végétation hygrophile ;
- Composée d'espèces adaptées à la submersion ou aux sols saturés d'eau ;
- La nature de la zone humide (naturelle / artificielle) ;
- La stabilité de l'eau dont les zones humides continentales comprennent : Eaux dormantes, étangs, lacs, lagunes, mares, retenues collinaires et barrages.
- Eaux courantes : fleuves, rivières, ruisseaux et leurs sources ; zones inondables et / ou hygromorphes : bois marécageux, forêts alluviales ou humides, aulnaies, roselières, saulaies, marécages, prairies alluviales ou humides, ripisylves, plaines et vallées alluviales...(SAIFOUNI ; 2009).

1.3-1 Composition d'une zone humide :

En général, les milieux humides se composent de trois parties, la première comprend des terres hautes, soit des zones sèches qui abritent des arbres, des plantes herbacées et de nombreux autres types de végétation. La deuxième partie est constituée d'une bande riveraine, il s'agit d'une lisière de terre et de végétation entre les terres hautes et les zones d'eau de

faible profondeur. La troisième partie d'un milieu humide est la zone aquatique, celle-ci peut être profonde et comporter une grande superficie d'eau libre, ou elle peut être peu profonde, sans aucune étendue d'eau libre, on y trouve des joncs, des carex et une grande variété de plantes aquatiques.

1.3-2 État des lieux des zones humides :

Composition d'une zone humide : Les milieux humides font partie d'un bassin versant, qui est l'ensemble d'un territoire drainé par un cours d'eau et ses affluents. Ces derniers sont de vastes systèmes hydrologiques au sein desquels l'eau s'écoule vers une même rivière, un même lac ou un même océan.

- Types de zones humides Un milieu humide peut être de nature organique ou minérale, le sol des milieux humides organiques comporte une grande quantité de tourbe ou de matière végétale, les milieux humides minéraux comportent beaucoup d'eau, très peu de tourbe et moins de végétation que les milieux humides organiques.

a- Les milieux humides organiques Les milieux humides organiques renferment beaucoup moins d'eau libre que les milieux humides minéraux. En général, les milieux humides organiques sont des écosystèmes moins productifs que les milieux humides minéraux.

L'eau dans ces habitats, n'interagit pas beaucoup avec les sols et c'est pourquoi elle est pauvre en nutriments.

b- Les milieux humides minéraux Les milieux humides minéraux se caractérisent par des sols riches en minéraux et une vie animale et végétale abondante. Les eaux libres, qui proviennent de différentes sources (eaux souterraines, précipitations, ruissellement, par exemple), attirent une faune très variée. Les milieux humides minéraux sont des systèmes très productifs. Les eaux libres, souvent riches en nutriments, abritent de nombreuses espèces végétales et animales, dont des insectes et des poissons. D'autres animaux, comme les Oies, les Canards et d'autres espèces de sauvagine migratrice, ont également besoin de l'eau libre de ces habitats.

I-4- Composition :

En général, les milieux humides se composent de trois parties (figure01), la première comprend des terres hautes, soit des zones sèches qui abritent des arbres, des plantes herbacées et de nombreux autres types de végétation. La deuxième partie est constituée d'une bande riveraine, il s'agit d'une lisière de terre et de végétation entre les terres hautes et les zones d'eau de faible profondeur. La troisième partie d'un milieu humide est la zone aquatique, celle-ci peut être profonde et comporter une grande superficie d'eau libre, ou peu profonde, sans aucune étendue d'eau libre, on y trouve des joncs, des carex et une grande variété de plantes aquatiques (Saifouni, 2009).

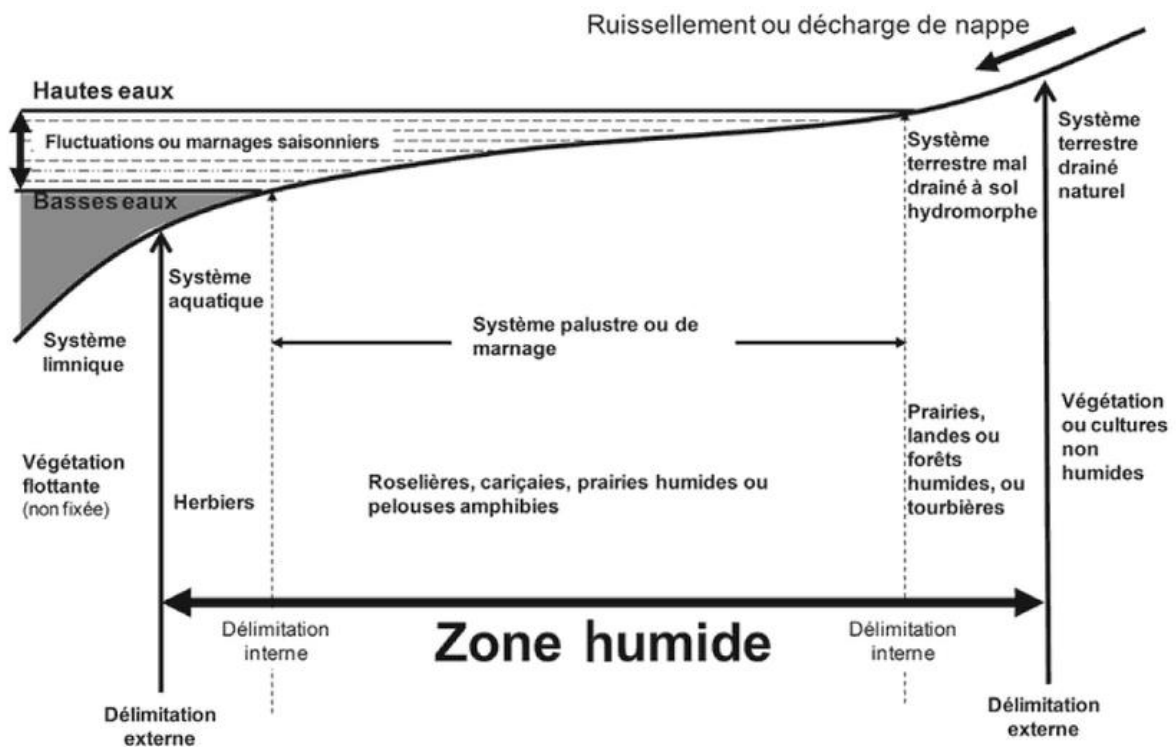


Figure07 : Schéma théorique de situation d'une zone humide (BOUZILLÉ, 2014)

I-5- Diversité :

A l'échelle du globe, les zones humides sont situées sous toutes les latitudes. Elles sont soumises à des climats variant ; des plus froids au plus chaud ; faisant d'elles un des écosystèmes mondiaux les plus diversifiés (Fustec et al., 2000).

En effet, allant du littoral jusqu'à l'intérieur des continents, les zones humides offrent des types et des milieux très variés : deltas, estuaires, mangroves, lagunes, marais, prairies humides, forêts alluviales et ripisylves, lacsetc.

La convention de Ramsar a adopté en 1990 une classification des types de zones humides qui comprend 42 types groupés en trois catégories :

- Les zones humides marines et côtières (12 zones).
- Les zones humides continentales (20 zones).
- Les zones humides artificielles (10 zones). (FRAZIER, 1999)

I-6- Fonctions et valeurs des zones humides.

I-6-1 Fonctions des zones humides.

I.6.1.1- Fonctions hydrologiques.

Les zones humides fonctionnent comme un filtre épurateur, (filtre physique et biologique) ; elles favorisent le dépôt des sédiments y compris le piégeage d'éléments toxiques (les métaux lourds) et l'absorption de substances indésirables ou polluantes par les végétaux (nitrates et phosphates) ; contribuant ainsi à améliorer la qualité de l'eau (Fustec et Frochet, 1996). Elles ont aussi un rôle déterminant dans la régulation des régimes hydrologiques ; Le comportement des zones humides à l'échelle d'un bassin versant peut être assimilé à celui d'une éponge. Lorsqu'elles ne sont pas saturées en eau, les zones humides retardent globalement le ruissellement des eaux de pluies et le transfert immédiat des eaux superficielles vers les fleuves et les rivières situés en aval. Elles « absorbent » momentanément l'excès d'eau puis le restituent progressivement lors des périodes de sécheresse (Fustec et Frochet, 1996).

I.6.1.2- Fonctions biologique.

Les zones humides sont des réserves de biodiversité importantes qui accueillent une très grande diversité d'espèces animales et végétales ainsi qu'une grande diversité d'habitats, car elles recèlent de nombreuses ressources nutritives. Les caractéristiques des habitats des milieux humides sont déterminées par l'hydrologie et l'hydrodynamique, la minéralité du substrat, la disponibilité en azote et en phosphore ainsi que l'usage de la végétation. Un grand nombre d'habitats de zones humides sont d'intérêt communautaire et constituent pour la faune des lieux de vie complets ou partiels mais indispensables, comme la reproduction ou le repos lors des migrations (FUSTEC et LEFEUVRE, 2000).

Parmi les fonctions biologiques nous citons les plus utiles à la vie des oiseaux d'eau :

✓ **Fonction d'alimentation.**

La richesse et la concentration en éléments nutritifs dans les zones humides, assurent les disponibilités de ressources alimentaires pour de nombreuses espèces animales telles que : les poissons, les crustacées, les mollusques et les oiseaux d'eau (Fustec et Frochot, 1996).

✓ **Fonction de reproduction.**

La présence de ressources alimentaires variées et la diversité des habitats constituent des éléments essentiels conditionnant la reproduction des organismes vivants.

Les caractéristiques générales des grands types de zones humides en font des habitats de reproduction privilégiée pour certains groupes d'oiseaux. Les étangs et les marais doux d'origine naturelle ou artificielle, se distinguent par la très grande diversité de types d'espèces qu'ils accueillent : grèbes, guifettes, canards, hérons, fauvette aquatiques, râles,...etc.

(FUSTEC et LEFEUVRE 2000). Les zones humides ne peuvent assurer de bonnes conditions de reproduction aux oiseaux d'eau qu'en leur offrant des sites de nids de qualité, de la nourriture et la sécurité. Deux facteurs restent d'une grande importance pour la plupart d'entre elle : la végétation et la taille de milieu (FUSTEC et LEFEUVRE, 2000).

✓ **Fonction d'abri, de repos et de refuge.**

Les zones humides qui s'échelonnent des régions arctiques à l'Afrique sont des haltes potentielles pour les migrateurs en transit par l'Europe de l'Ouest, Ceux-ci vont alors s'y reposer et prendre des forces. Elles jouent aussi le rôle de refuge climatique lors des grands froids. Cette fonction s'exerce en deux temps. Le premier est le repli des oiseaux vers des

milieux non gelés. Le deuxième quand toutes les zones humides sont gelées, la fuite vers des régions méridionales s'impose (Fustec et *al.*, 2000).

I.6.1.3- Fonctions biologique.

Les zones humides participent aussi à la régulation des microclimats. Les précipitations et la température atmosphérique peuvent être influencées localement par les phénomènes d'évaporation intense d'eau au travers des terrains et de la végétation (évapotranspiration) qui caractérisent les zones humides. Elles peuvent ainsi tamponner les effets des sécheresses au bénéfice de certaines activités agricoles, donc elles jouent un rôle dans la stabilité de climat (Skinner et Zalewski, 1995).

I.6.1.4- Fonctions récréatives et culturelles.

Par leur beauté naturelle ainsi que par la diversité de la vie animale et végétale que l'on y trouve, les zones humides sont des destinations touristiques idéales. De nombreuses activités récréatives y sont associées, de la navigation et d'autres sports aquatiques, en passant par la chasse, la pêche, l'observation de la faune sauvage, l'animation et la sensibilisation à la protection des milieux naturels, voire même l'art et la littérature (Saifouni, 2009).

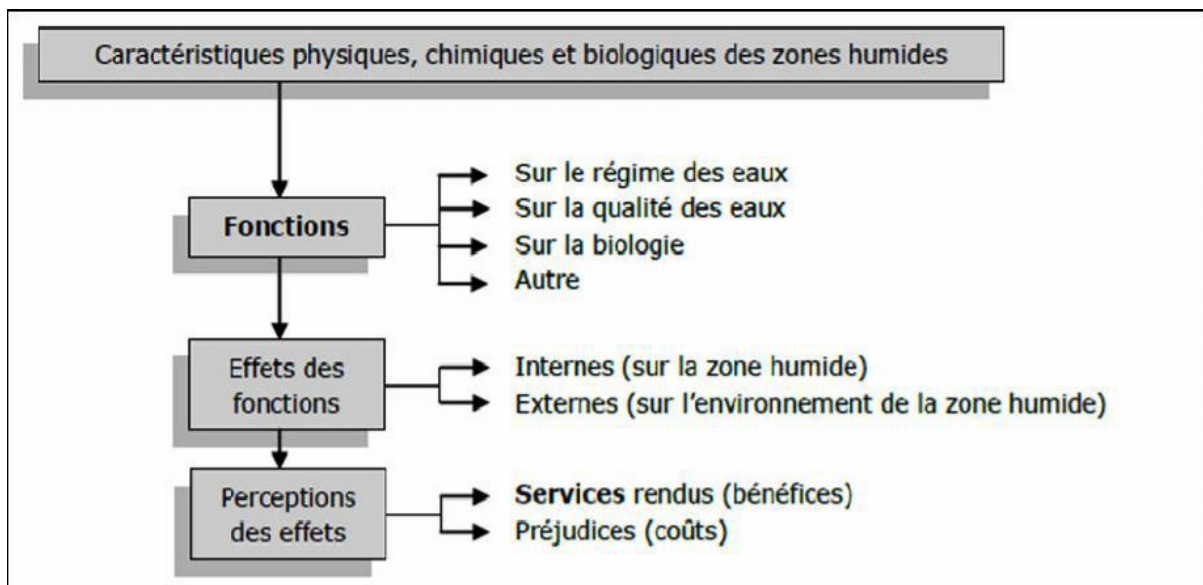


Figure08: Fonctions des zones humides, effets et perceptions (Barnaud et Fustec, 2007 in Martin, 2012).

I-6-2 Valeurs des zones humides.

I.6.2.1 Valeur économique.

Les zones humides sont très productives ayant permis le développement de nombreuses activités professionnelles : saliculture, pêche, la conchyliculture,...et une importante production agricole : herbage, pâturage, élevage, rizières... (GANA, 2013)

Les économistes ont décomposé la valeur monétaire des zones humides en trois composantes principales, dont la plus facile à intégrer dans les systèmes économiques courants : est la valeur de l'utilisation directe qui englobe tous les bénéfices issus de la vente des produits des zones humides comme, par exemple, les poissons ou les roseaux ainsi que l'exploitation touristique (SKINNER et ZALEWSKI, 1995).

I.6.2.2 Valeur culturelle.

Dans une étude préliminaire récente des valeurs culturelles des sites Ramsar, on a souligné que la fonction culturelle des zones humides est largement répandue et mérite qu'on s'y attarde. Sur les 603 sites Ramsar examinés, plus de 30% possèdent en plus de leurs nombreuses autres valeurs, une importance archéologique, historique, culturelle, religieuse, mythologie ou artistique/créative, que se soit au niveau local ou national (GOUGA, 2014).

I.6.2.3 Valeur touristique et récréatives.

Les zones humides, par leur beauté naturelle ainsi que par la diversité de la vie animale et végétale que l'on y trouve, sont des destinations touristiques idéales. Les sites les plus beaux sont protégés dans des parcs nationaux ou des biens du patrimoine mondial et peuvent générer un revenu considérable du tourisme et des utilisations pour les loisirs. Dans certains pays, ce revenu est un poste non négligeable de l'économie nationale (DE GROOT, 2006; MEA, 2005). Aux activités récréatives telles que la pêche, la chasse et la navigation participent des millions de personnes qui dépensent des milliards de dollars (GOUGA, 2014).

I-7 Zones humides en Algérie :

I.7. 1 Principales zones humides algériennes :

En Algérie, les zones humides peuvent être classées en Cinq zones écologiques (ornithologiques), dont seules les deux premières sont totalement exoréiques. Ce sont, d'Est en Ouest et du Nord au Sud (LEDANT et VAN DIK., 1977, ELAFRI, 2017):

- la région d'El Kala, dans le Nord-Est du pays, près de la frontière tunisienne, qui comprend des lacs et marais côtiers, pour la plupart d'eau douce. Le climat y est doux et pluvieux en hiver;
- les lacs artificiels de barrage, répartis pour la plupart dans l'Atlas Tellien montagnes longeant la mer;
- la région oranaise, dans le Nord-Ouest, de climat semi-aride, voire aride, doux, selon la classification bioclimatique d'Emberger. Les conditions de salinité y sont plus variées que dans les régions précédentes et se caractérise surtout par des plans d'eau salée tels que ; les marais de la Macta et la sebkha d'Oran ;
- les chotts sahariens et des Hauts-Plateaux steppiques, salés et intermittents, souvent secs, en climat rigoureux, aride ou saharien, parfois très froid l'hiver sur les Hauts- Plateaux. On rencontre principalement des chotts et des sebkhas qui sont des lacs continentaux salés de très faible profondeur qui se sont formés au Pléistocène et s'étendent sur de très grandes superficies en millions de km carré, tel que Chott El Hodna, Chott chergui et Chott Melghir.
- Le Sahara renferme de nombreuses zones humides artificielles : les oasis, créées totalement par l'homme grâce à son génie hydraulique, c'est l'oasien qui a profité des ressources aquifères souterraines dans un milieu très aride pour créer des petits paradis d'ombre et de verdure. Les massifs montagneux de l'Ahaggar et du Tassili renferment dans leur réseau hydrographique de nombreuses zones humides permanentes appelées Gueltats qui témoignent encore d'une période humide du Sahara.

Aussi, certains points d'eau non repris ci-dessus, comme les oueds ou les oasis, ne sont pas à négliger non plus, notamment pour leur rôle dans le stationnement des oiseaux migrateurs transsahariens.

I.7.2 Les zones humides côtières Algériennes d'importance internationale.

L'autorité de la Convention de Ramsar en Algérie, la Direction Générale des Forêts, avait classé en 2011, 50 sites sur la Liste de la Convention de Ramsar des zones humides d'importance internationale, englobant une superficie totale plus de près de 3 millions d'hectares, soit 50 % de la superficie totale estimée des zones humides en Algérie ; en effet à l'horizon 2025 , il est prévu la création de 60 sites RAMSAR (DGF, 2014).

I.7.3 Les zones humides des hautes plaines de l'Est-algérien :

Le Nord- Est algérien rassemble un vaste ensemble de zones humides côtières. Plus au sud, cette région recèle également de vastes complexes de lacs salés et autres zones humides d'une importance écologique. L'un des ces habitats est le complexe des zones humides des Hauts plateaux du Constantinois qui renferme une vingtaine de sites (Saheb, 2003, Houhamdi et al., 2008). L'éco-complexe de zones humides des hautes plaines de l'Est algérien, par sa diversité de plans d'eau, couvre une superficie très importante, qui dépasse 160 000 ha en crue. Il s'étale de Sétif (1 200 m) à Ain El-Beida (plus de 1000 m) sur 300 km et il est composé d'une vingtaine de milieux humides plus ou moins grands et plus ou moins salés. La mise en eau dans ces zones humides est en fonction d'un équilibre entre l'entrée (précipitation, la nappe d'eau souterraines) et la sortie (évaporation). La plupart de ces milieux s'assèchent en été et d'autres ne se remplissent d'eau que durant les années de grandes pluviosités. Les milieux humides les plus spacieux de ces hautes plaines se trouvent encerclés dans la région des Sebkhates enclavée entre les wilayas d'Oum El-Bouaghi, Khenchela et Batna. Ces hydro-systèmes sont dans leur majorité salés, difficilement accessibles et très peu de littérature scientifique les décrit (Benazouz, 1986 ; Saheb, 2003 ; Boumezbeur, 2004). Les zones humides constituent également un lieu idéal d'une diversité biologique. Elles jouent un rôle essentiel dans l'alimentation et la reproduction de plusieurs espèces animales (oiseaux, micro invertébrés, macro invertébrés ...etc.).

I.7.4 Les zones humides de la wilaya de Khenchela

La position géographique de la wilaya de Khenchela dans les hautes plaines du Sud constantinois lui permet une situation riche en matière de présence de différents types de zones humides dont la majeure partie est dominée par les forêts qui couvrent toute la partie Nord- Ouest surtout la forêt du Cèdre des monts de Chelia et la pinède d'Ouledyagoub, à ce patrimoine s'ajoute des différents cours d'eau qui sillonnent toute la région tel que Oued Mellagou, Oued Boughegal, Oued Tebrdga. Mais en terme de zone humide constitué du plan d'eau naturel stagnant la wilaya de Khenchela dispose d'un seul site qu'est Sebkhete El Mahmel sur une superficie de 612 ha en plus de neuf sites artificiels (ANNEXE02).

Barrage de BABAR (Babar-Tamza-Khirane):

✓ **Superficie :** 376 Ha

✓ **Coordonnée géographique :**

X= 892 Km Y= 216 Km Z = 942 m

X : 07° 033704E ,Y :35° 172943N

✓ **Caractéristique physique :** Eau douce

✓ **ROLE HYDROLOGIQUE :** maîtrise des crues et stabilisation des rives

✓ **Activités sur le site :** irrigation, élevage, agriculture et pêche.

✓ **Flore :** Pin d'Alep, Laurier rose, Armoise blanche, Opuntia et Alfa

✓ **Faune :** Grèbecastagneux , Grand cormoran , Aigrette garzette , Foulque macroule .

(CFK ,2019)



Photo N°01 :Barrage de Babar (source :photo prise par Boumaaza.N,2020)

Sabkhet ElMahmel(S'BIKHA- ELMahmel) :

- ✓ **Superficie** : 386Ha
- ✓ **Coordonné géographique** :
X= 916 Km Y= 239 Km Z = 1064 m
X : 07° 335495E , Y : 35° 393212N
- ✓ **Caractéristique physique** : Eau salé
- ✓ **Rôle hydrologique** : maîtrise des crues et stabilisation des rives
- ✓ **Activité sur le site** : dortoir et zones d'alimentation
- ✓ **Flore** : salicorne, Tamarix et jonc.
- ✓ **Faune** : Erismature à tête blanche, flamant rose, Canard colvert, Canard siffleur, Tadorne de belon et Tadorne casarca (CFK ,2019)



Photo N°02 :Sabkhet el Mahmel (source :photo prise par Abderrezag F,2021)

Retenue collinaire TOUAGUET(Chélia) :

- ✓ **Superficie** : 25 Ha
 - ✓ **Coordonnées géographiques** :
 - ✓ N = 35°21'96 E=006°48'898 Z= 1225 m
 - ✓ **Caractéristique physique** : Eau douce
 - ✓ **Rôle hydrologique** : maîtrise des crues et stabilisation des rives
 - ✓ **Activités sur le site** : irrigation, élevage et agriculture
 - ✓ **Flore** : Pin d'Alep, Astragale, Armoise blanche, Globulaire, G.oxycèdre
 - ✓ **Faune** : Grèbecastagneux , Grand cormoran , Aigrette garzette , Foulque macroule
- (CFK ,2019)



Photo N°03 : Retenue collinaire Touaguet (source CFK.2019)

Retenue collinaire AMEZROUB(Chélia) :

- ✓ **Superficie** : 15 Ha
- ✓ **Coordonnées géographiques** :
N = 35°28'82 E=006°50'428 Z= 967 m
- ✓ **Caractéristique physique** : Eau douce
- ✓ **Rôle hydrologique** : maîtrise des crues et stabilisation des rives
- ✓ **Activités sur le site** : irrigation, élevage et agriculture
- ✓ **Flore** : Pin d'Alep, Astragale, Armoise blanche, Globulaire, G.oxycèdre
- ✓ **Faune** : Grèbecastagneux , Grand cormoran , Aigrette garzette , Foulque macroule.

(CFK ,2019)



Photo N°04 : Retenue collinaire Amezroub (source CFK.2019)

BARRAGE DE FOUM EL GUISS (Kais):

- ✓ **Superficie** : 250 Ha
- ✓ **Coordonné géographique** :
- ✓ X= 884.2 Km Y= 249 Km Z = 965 Km
: 06° 938394E , Y : 35° 468551N
- ✓ **Caractéristique physique** : Eau douce
- ✓ **Rôle hydrologique** : maîtrise des crues et stabilisation des rives
- ✓ **Activités sur le site** : irrigation de la plaine de R'mila, élevage, agriculture et pêche.
- ✓ **Flore** : pin d'Alep,
- ✓ **Faune** : Canard siffleur, Canard chipeau, Canard pilet, Tadorne de belon, Grèbecastagneux, Héron cendré et Busard des roseaux. (CFK ,2019)



Photo N°05 : Barrage de Foug El Guiss (source CFK.2015).

BARRAGE DE TAGHARIST (Yabous):

- ✓ **Superficie :** 20 Ha
- ✓ **Coordonné géographique :**
X= 6°647253 Y= 35°390818
- ✓ **Caractéristique physique :** Eau douce
- ✓ **Rôle hydrologique :** maîtrise des crues et stabilisation des rives
- ✓ **Activité sur le site :** dortoir et zones d'alimentation
- ✓ **Flore :** pin d'Alep, Frêne Dimorphe.
- ✓ **Faune :** Fuligule morillon, Fuligule nyroca, Grèbe castagneux, Grèbe huppé, Foulque macroule, Canard colvert. (CFK ,2019)



Photo N°06 : Barrage de Tagharist (source CFK.2015).

Retenue collinaire ZIRIZ(Tamza) :

- ✓ **Superficie** : 02 Ha
- ✓ **Coordonné géographique** :
X= 6°947333 Y= 35°237100 Z = 965 Km
- ✓ **Caractéristique physique** : Eau douce
- ✓ **Rôle hydrologique** : maîtrise des crues et stabilisation des rives
- ✓ **Activité sur le site** : irrigation, élevage et agriculture
- ✓ **Flore** : Armoise blanche, Laurier rose, Alfa
- ✓ **Faune** : canard colvert, Foulque macroule. (CFK ,2019)



Photo N°07 : Retenue collinaire ZIRIZ (source CFK.2015).

Retenue collinaire HITIR(Tamza) :

- ✓ **Superficie** : 1.65 Ha
- ✓ **Coordonné géographique** :
- ✓ X= 6°99561 Y= 35°44759
- ✓ **Caractéristique physique** : Eau douce
- ✓ **Rôle hydrologique** : maîtrise des crues et stabilisation des rives
- ✓ **Activités sur le site** : irrigation, élevage et agriculture
- ✓ **Flore** : pin d'Alep ,chêne vert
- ✓ **Faune** : Poule d'eau ,Fuligule milouin. (CFK ,2019)

Retenue collinaire OUANGHAL(Kheirane) :

- ✓ **Superficie** : 1.50 Ha
- ✓ **Coordonné géographique** :
- ✓ X= 7°10539 Y= 35°11130
- ✓ **Caractéristique physique** : Eau douce
- ✓ **Rôle hydrologique** : maîtrise des crues et stabilisation des rives
- ✓ **Activités sur le site** : irrigation, élevage et agriculture
- ✓ **Flore** : Armoise blanche, Laurier rose, Alfa
- ✓ **Faune** : Poule d'eau, Fuligule milouin. (CFK ,2019)



Photo N°08 : Retenue collinaire OUANGHAL (source CFK.2015).

Retenue collinaire MERKADH(M'sara) :

- ✓ **Superficie** : 2.86 Ha
- ✓ **Coordonné géographique** :
- ✓ X= 6°59'79.12 Y= 35°24'81.11
- ✓ **Caractéristique physique** : Eau douce
- ✓ **Rôle hydrologique** : maîtrise des crues et stabilisation des rives
- ✓ **Activités sur le site** : irrigation, élevage et agriculture
- ✓ **Flore** : pin d'Alep ,chêne vert
- ✓ **Faune** : Neant (CFK ,2019)



Photo N°09 : Retenue collinaire MERKADH (source CFK.2015).

CHAPITRE III

I.1. Présentation générale de la wilaya de khenchela

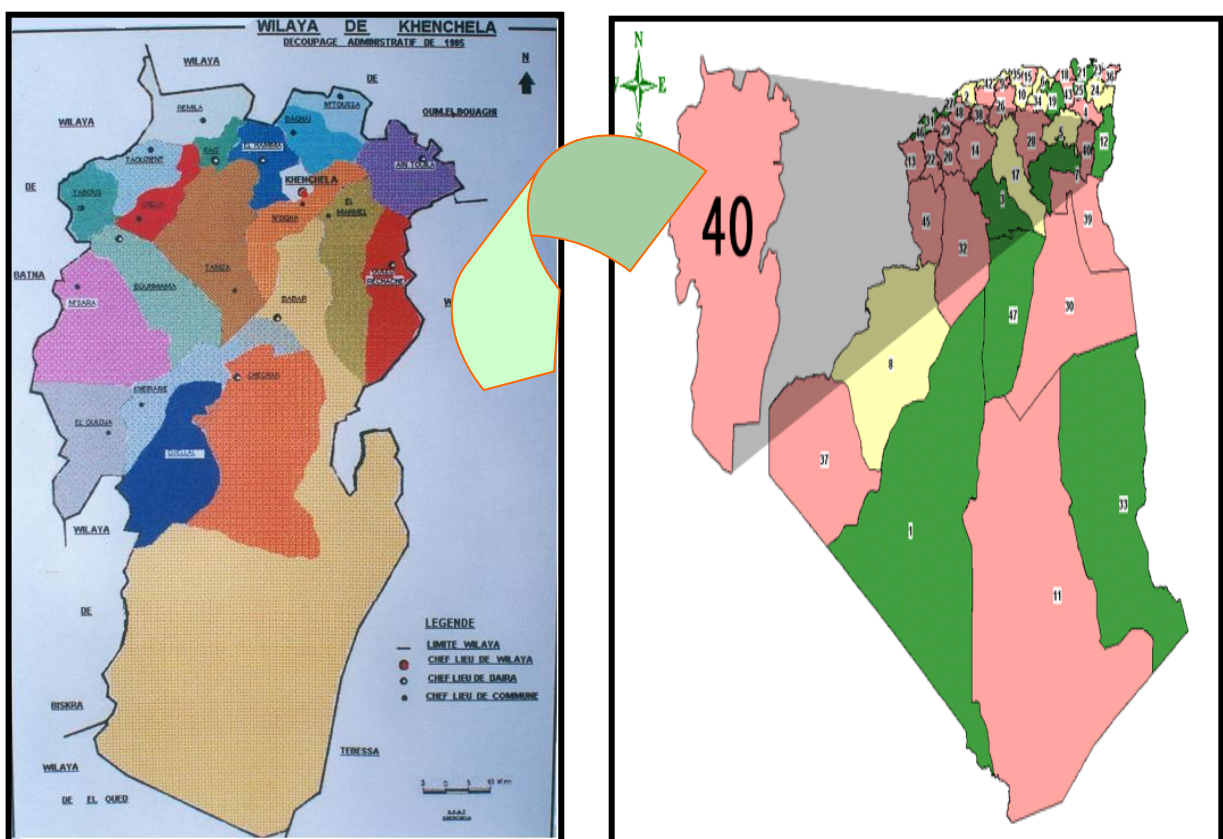
I-1-1.Situation géographique :

La wilaya de Khenchela est située au Nord-est de l'Algérie, au Sud-Est du constantinois ; et au contrefort du mont des Aurès entre $34^{\circ} 06' 36''$ et $35^{\circ} 41' 21''$ latitudes Nord ; et entre $06^{\circ} 34' 12''$ et $07^{\circ} 35' 56''$ de longitudes Est.

Elle s'étend sur une superficie de 9715,6 km² regroupant une importante population de 384 146 habitants,, Elle est composée de 21 communes et 08 daïra.

Elle est limitée géographiquement au :

- **Nord** : par la Wilaya d'Oum El Bouaghi
- **Sud** : par la wilaya d'El Oued
- **Est**: par la wilaya de Tébessa
- **Ouest**: par la wilaya de Batna
- **Sud- Ouest** : par la wilaya de Biskra.



CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

Sur le plan géographique, la wilaya de kenchela appartient à l'ensemble naturel des hauts plateaux, un ensemble occupant la partie médiane du territoire national et bien individualisé géographiquement par les deux chaînes montagneuses de l'atlas : l'Atlas tellien au nord et l'atlas saharien au sud.

La wilaya se distingue par ses milieux physiques et naturels très diversifiés et à facettes multiples, alliant entre :

- **Paysages telliens**(zones de haute montagne,bien arrosées et bien boisées à paysages verdoyants) : Monts des Aurès occupant la partie ouest de la wilaya ;
- **Paysages de hautes plaines** (hautes plaines céréalières semi-arides) pour la partie nord de la wilaya.
- **Paysages steppiques et sahariens** composés : de monts totalement dénudés et érodés (monts des Némemchas à l'est), d'oasis (Siar,Khirane et El oueldja) et de basse plaines (El Meita).

I-1-2 .lerelief :

Le relief est la résultante de la combinaison entre deux facteurs : l'altitude et la pente ; cette dernière, par ses effets handicapants, constitue l'un des facteurs les plus contraignants pour l'aménagement du territoire en général et la mise en valeur agricole en particulier.

Le relief de la wilaya de Khenchela présente, d'une manière générale, trois compartiments distincts :

- Une zone de hautes plaines, au nord qui se singularise par une altitude d'ensemble oscillant entre 850 et 900 mètres et une pente généralement faible (inférieur à 3%) ;
- Une zone de Montagnes au centre de la wilaya, formée par le massif des Aurés et Némemchas,dont le point culminant atteint2169 M sur le djebel Chélia, ce qui fait de lui l'un des sommet les plus élevés de l'atlas Algérien. Cette zone, dont l'altitude oscille entre 1000 et 2169 mètres.est entrecoupée par des vallées étroites, de direction générale Nord-Est.
- Une zone de plaines steppiques et présahariennes au sud. dont une partie se situe au dessous du niveau de la mer (Oglat El Baarra : moins 26 m)

I-1-3. Approche géologique générale :

La région de Khenchela est caractérisée par trois (03) zones naturelles qui peuvent être distinguées comme suit :

- Au Nord : c'est le bassin miocène de Timgad et de Douffana. C'est une zone plate, steppique qui correspond à la bordure méridionale de la grande dépression de Garat El Taref.
- les parties occidentales et centrales constituent la terminaison périclinale Nord/Est de la chaîne des Aurès, région caractérisée par les Diapirs triasiques.
- La zone méridionale au Sud constitue les monts des Nememchas ; et plus au Sud, c'est la zone plate qui correspond à la bordure septentrionale du pays des chotts.

Du point de vue tectonique, le territoire de la Wilaya de Khenchela est situé au Nord de la flexure sud atlasique. Les reliefs montagneux sont très accidentés par des failles. On rencontre deux principales familles :

La première correspond aux plus grandes failles de direction Est/Ouest à Nord-Est/ Sud-Ouest.

La seconde celle des plus petites et dont la direction est de Nord-Ouest/Sud –Est. Ces deux types de failles sont verticaux.

Il est à noter que les Diapirs ou dômes triasiques, qui se rencontrent dans la partie orientale, empruntent généralement les zones de failles et de faible résistance pour remonter à la surface du sol et affleurer.

Du point de vue lithologie et pétrographie, on rencontre des calcaires , des marnes, des argiles, du gypse, des sables, des grès et des conglomérats (**Khabthane, 2010**).

I-1-4. Aperçu géomorphologique général :

Le territoire de la région de Khenchela est situé dans une zone de transition entre le domaine atlasique, assez plissé au Nord et la plate forme saharienne au Sud.

Le contact entre ces deux domaines est très brutal ; est marqué par un grand accident tectonique, appelé « flexure Sud-atlasique ».

Dans la wilaya, on rencontre deux grands ensembles sédimentaires :

- Un ensemble souple affecté par des plis ayant généralement une direction Sud-Ouest/Nord-Est ;
- Un ensemble rigide affecté par des failles.

I-1-4. Le potentiel forestier :

La wilaya de Khenchela se caractérise par une richesse et une diversité forestière exceptionnelle avec une superficie de 146.303 ha de forêts et de 42 000 ha d'alfa, Le taux de boisement est relativement important (15% de la superficie totale de la wilaya),

Il est réparti essentiellement entre trois grands blocs :

-La Forêt des Béni-Imloul : 67 655 Ha ;

-La Forêt des OuledYacoub : 27 307 Ha ;

-La Forêt des Béni-Oudjana : 34 666 Ha ;

Auxquels s'ajoutent 26 027 ha disséminés à travers l'ensemble du territoire de la wilaya.

-Taux De Couverture : 15.03%

Composés essentiellement de :

Pin d'Alep (*Pinushalepensis*) : 95 778 Ha , soit 68 % ;

Chêne vert (*Quercus ilex*) : 17 257 Ha, soit 12 % ;

Cèdre (*CedrusatlanticaManetti*) : 15 229 Ha , soit 10 % ;

Genévrier de phénicie (*Juniperusphoenicea*) : 13 283 Ha soit 9 % ;

Genévrier oxycèdre (*Juniperusoxycédrus*) : 1 366 Ha soit 1 % ;

Espèces endémiques : Frêne dimorphe (*Fraxinusxanthoides*) et Genévrier thurifère (*Juniperusthurifera*) qui est une espèce menacée de disparition.

CARTE D'OCCUPATION DE LA WILAYA DE KHENCHELA

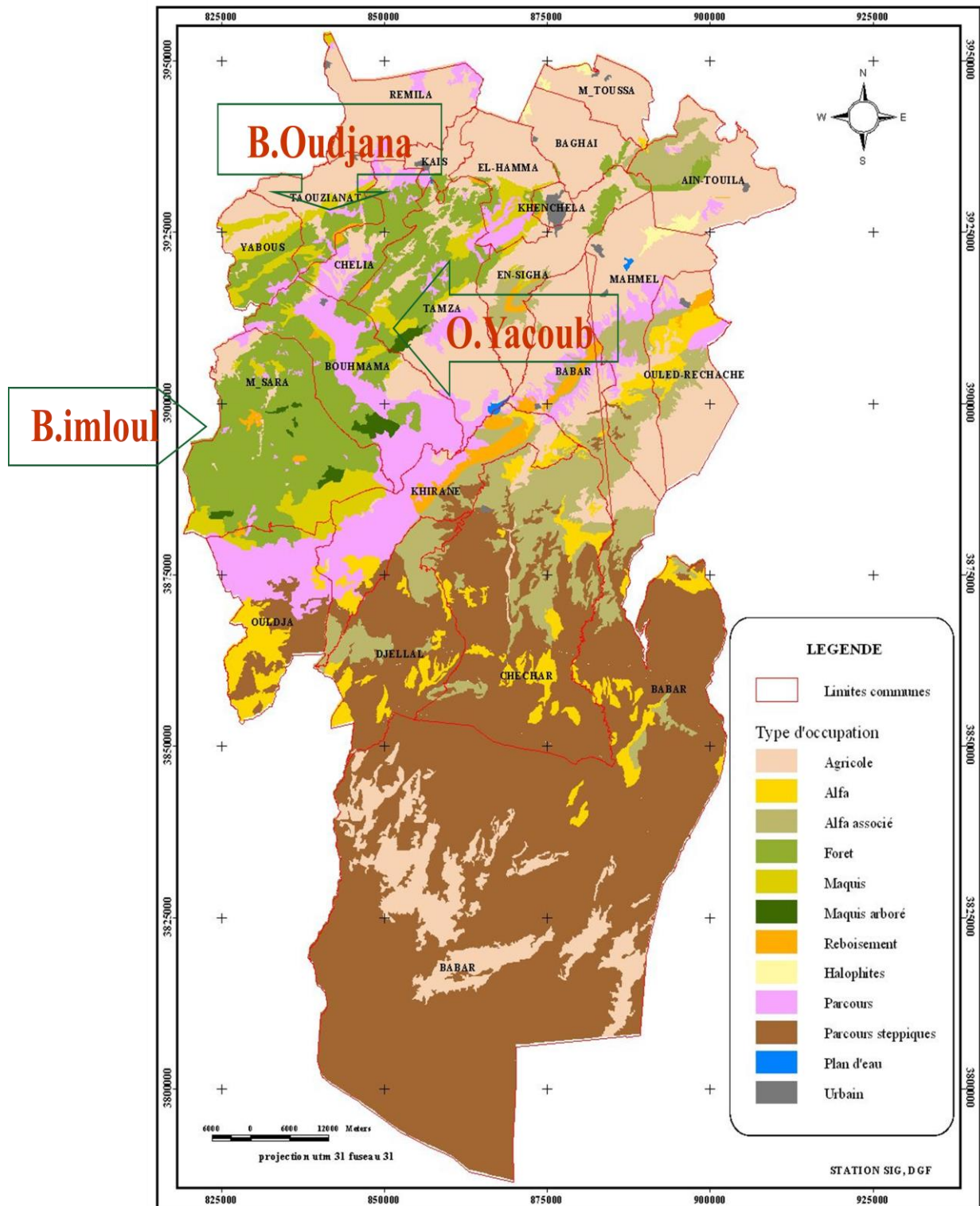


Figure N° 10 : Carte d'occupation Forestière de la wilaya de Khenchela (source : C F K ,2013)

CARTE DES ESSENCES FORESTIERES

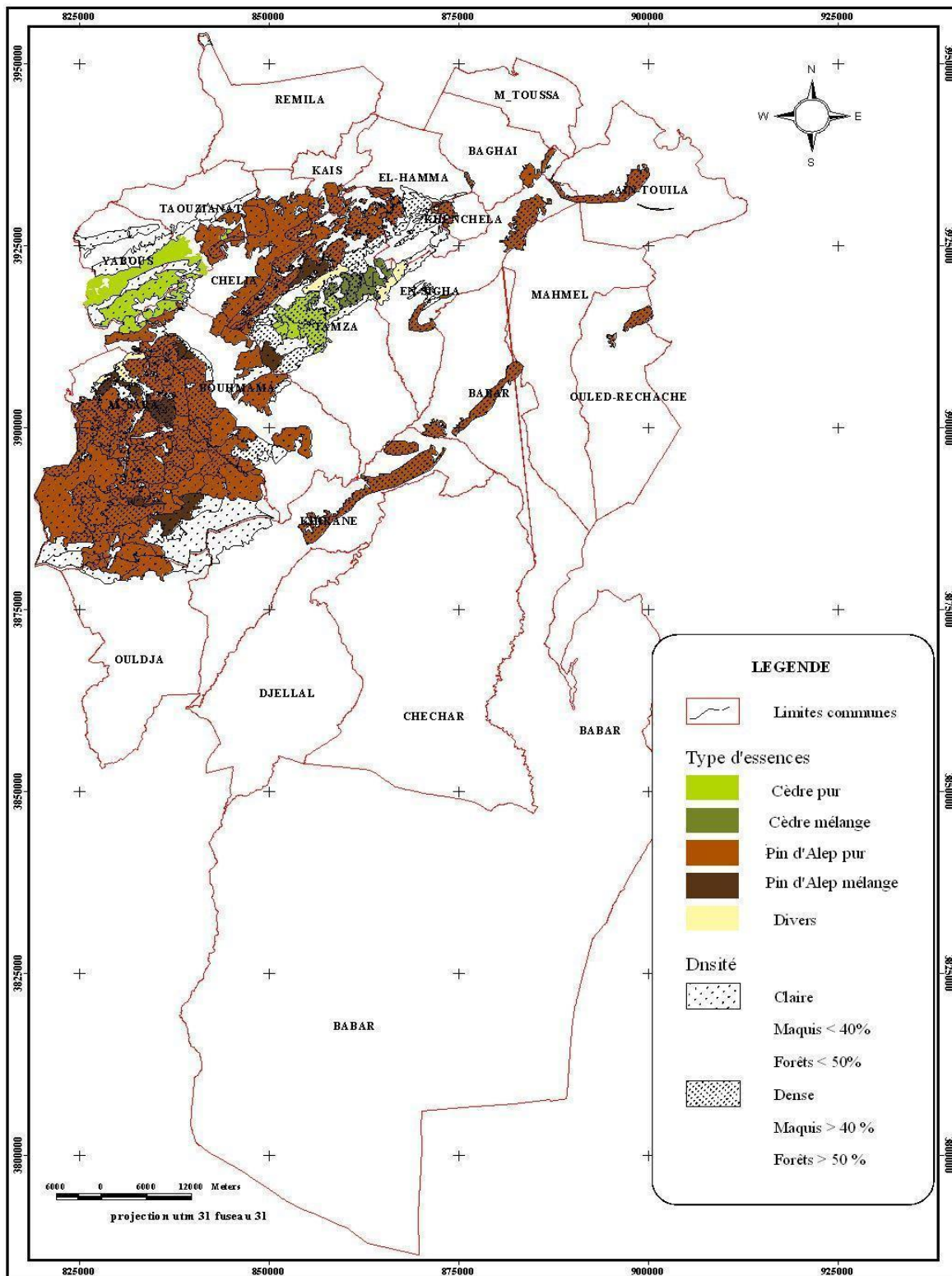


Figure N° 11 : Carte des essences Forestière de la wilaya de Khenchela (source : C F K ,2013)

II.1. Description du site d'étude :

II.1.1. Cadre général :

II.1.1.1. La commune :

Avant le découpage administratif de février 1985, la commune d'El-Mahmel faisait partie du territoire de la wilaya de Tébessa. Elle a été, donc rattachée à la wilaya de Khenchela en 1985 et elle fait partie de la daïra d'OuledRechache (Figure 05). Elle est située dans la partie Nord-orientale de la wilaya de Khenchela entre :

- Au Nord ; les communes de Ain Touila et N'sigha,
- A l'Ouest : la commune de Babar,
- A l'Est et au Sud : les communes de Bedjén et StahGuentis.

Historiquement, la sebkha était essentiellement la propriété de colon français où il pratiquait deux activités essentielles :

- L'agriculture et l'élevage
- L'exploitation du sel durant les années de la révolution celui-ci était acheminé vers

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

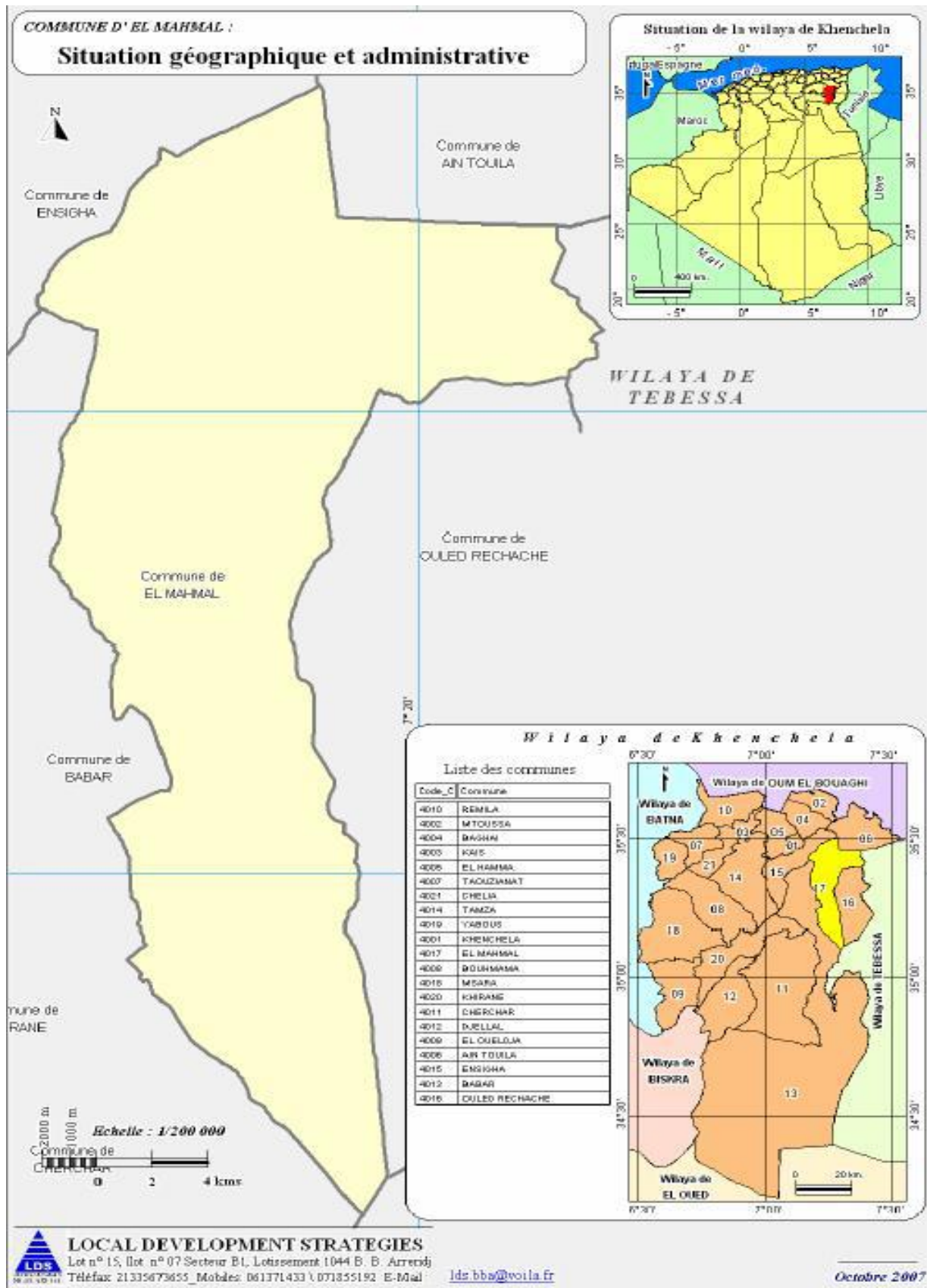


Figure. 12. Carte de situation de Sebkheth el Mahmel, wilaya de Khenchela

(Source : Direction de l'hydraulique de Khenchela).

II.1.1.2. Histoire de la zone :

Le site « *Esbikha* » est considéré comme l'une des plus importantes zones humides de la wilaya de Khenchela. Son importance est due à sa grande superficie et le rôle qu'elle joue au niveau social, économique et industriel. Il était essentiellement la propriété des colons français.

II.1.1.3. Coordonnées géographiques :

- Longitude: 914 km (5°, 49'), 924 km (5°, 25')

- Latitude: 236 km (39°, 25'), 244 km (39°, 33')

- Altitude: 1070 m

II.1.2. Géographie et hydrologie

Les hydrosystèmes *Esbikha* « El-Mahmel » sont considérés comme les plus importantes zones humides et le seul écosystème aquatique naturel de la wilaya de Khenchela.

Cette zone humide se trouve dans la partie nord de la commune, au nord de la RN 32 reliant

El-Mahmel à Zoui (Figure 12). *Sebkhet El-Mahmel*, est un lac salé allongé, divisé en

plusieurs séries d'unités, dont deux sont les principaux, connus sous le nom de *Sebkhet Ouled*

Amara et *Sebkhet Ouled M'Barek*.

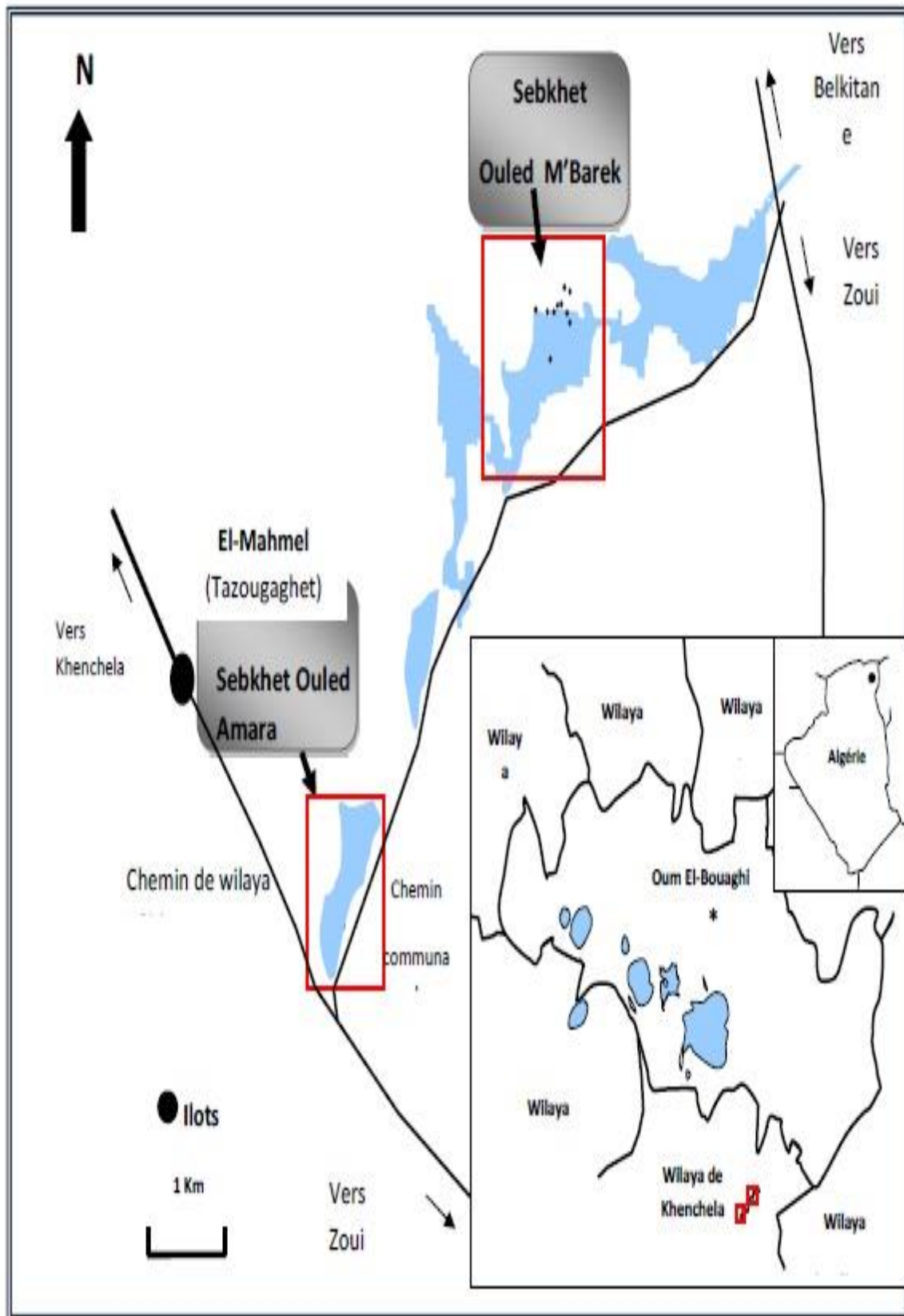


Figure 13 : Situation géographique de la Sebka d'El-Mahmel (Khenchela) (Saheb, 2003)

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

La Sebkhha El-Mahmel couvrant 1.290 hectares, elle se trouve entourée par djebel Chattaia (1455 m d'altitude) à l'Ouest, Djebel Tafrennt (1406 m) au nord, Djebel Tadinart (1408m) et Djebel Tadelist (1410 m) au sud, alors qu'à l'Est, elle s'ouvre sur la plaine de Dhalaal, alimenté continuellement par Oued Ounrhal et Oued Gueuntis qui déversent dans Oued Meskiana via Oued El-Melah(Nedjah, 2005 ; Boucheker, 2005).



Photo N°10 : Vue générale de site (photo prise par Boumaaza,2020)

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

Ces deux Sebkhats d'une profondeur variant entre 0.6 et 1.2 m abritent une avifaune aquatique très diversifiée. La Sebka de Ouled M'Barek renferme une série de petits îlots souvent utilisés par l'avifaune aquatique pour se reposer, se réfugier et se reproduire et dont les caractéristiques sont mentionnées sur le tableau N° 1 :

Tableau N° 1. Caractéristiques des îlots de la Sebka de Ouled M'Barek. (Saheb, 2003).

Paramètres Ilots	Surface (ha)	Distance berge la plus proche/Ilot en (m)	Niveau d'eau (cm)	Pourcentage de recouvrement végétal	Hauteur de l'îlot (m)
Ilot 1	0.63	203	60	70	2.8
Ilot 2	0.38	155	58	75	1.9
Ilot 3	0.09	1	15	60	0.013
Ilot 4	0.03	178	30	80	0.9
Ilot 5	0.04	178	30	80	0.9
Ilot 6	0.03	18	20	65	0.3
Ilot 7	0.29	328	30	35	0.3

II.1.3. Pédologie :

Les sols salins se rencontrent principalement dans la région des Sebkhats. Ils se développent au-dessus de roches riches en sodium. Il peut s'agir de roches naturellement riches en sodium ou de roches secondairement enrichies en sodium en provenance d'une nappe salée d'origine continentale. L'enrichissement secondaire résulte des mauvaises pratiques culturales, au cours desquelles des remontées d'eau chargées en sel finissent par stériliser les sols. Les causes de ces remontées de sel sont multiples. L'irrigation, associée à une forte évapotranspiration, est une des causes la plus souvent avancée (Benazouz, 1986).

Les sols salins se caractérisent par un profil simple avec un seul horizon, assez épais, constitué de matières organiques et minérales encroûtées de dépôts de sel précipité. (Figure 14)



Figure 14 : Les sols salés de la région des Sebkha (Photo Bouakkaz, 2015)

II.1.4. Menaces écologiques et environnementales :

II.1.4.1. Pollution par les rejets solides et liquides :

Les rejets sans traitement, des ordures ménagères et des eaux usées domestiques, directement dans le périmètre des sebkhas présentent des effets dont personne n'ignore la nuisance à l'encontre de l'écosystème. (Bouakkaz, 2015)

Ainsi comme il n'y'a pas une station d'épuration, ces eaux usées viennent se concentrer dans le plan d'eau de la sebkha et contribuent à la surcharge de polluants chimiques et microbiologiques du plan d'eau de la sebkha. La microflore de la sebkha se trouve ainsi changée, ce qui influencera directement ou indirectement sur les communautés animales et végétales vivantes dans cette zone humide. (Bouakkaz, 2015)

Cette situation désastreuse a conduit les autorités locales de programmer la réalisation d'une station d'épuration (dont les travaux sont en cours) et que peut jouer un rôle important dans la protection de cet écosystème écologique, la préservation et la protection de ces lieux de regroupement, d'hivernage et de nidification de cette diversité avifaunistique utilisant cette zone humide.



Figure 15 : Pollution de la Sebkhet d'El Mahmel(Photos Bouakkaz, 2015)

II.1.4.2. Exploitation croissante des ressources hydriques :

L'exploitation croissante des ressources hydriques (superficielles et souterraines) pour les besoins de l'agriculture risque d'entraîner, avec l'utilisation des cultures irriguées, une baisse du niveau des nappes sous-jacentes et une augmentation de la salinité de Sebkhat ElMahmel.

II.1.4.3. Activités agricoles

Les activités agricoles ainsi que l'élevage pratiqué dans le secteur engendrent les effets néfastes suivants:

- ✓ Une extension des cultures aux dépens des habitats naturels, réduisent ainsi les superficies des zones humides.
- ✓ Une pollution par les fertilisants et pesticides qui portent préjudice, en particulier, aux herbiers aquatiques dont dépendent les oiseaux.
- ✓ Le surpâturage qui contribue à la dégradation du couvert végétal naturel entourant Sebkhat El-Mahmel.

II.1.4.4. La chasse et le braconnage :

La chasse et le braconnage pratiqués par la population locale ne nuit pas ou peu sur les oiseaux d'eau, par contre, l'intrusion des chasseurs non résidents dans la commune présente de nombreux inconvénients tels la chasse non réglementaire, le prélèvement supérieur à leurs besoins. (Bouakkaz, 2015)

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

Un braconnage pratiqué dans les endroits fréquentés par des espèces menacées d'extinction a été constaté. De plus, la chasse du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* est une espèce appréciée pour les chasseurs de la région. Cette espèce est chassée durant toute l'année dans ce site et dans d'autres zones humides des Hautes plaines de l'Est algérien. (Bouakkaz, 2015) De plus, les enfants des riverains qui trouvent dans la sebkha un lieu de jeu, ont pris l'habitude de prendre les oeufs des nids, non pas pour les consommer mais tout simplement

pour jouer avec, menaçant ainsi la nidification des espèces d'oiseaux d'eau (l'Avocette élégante *Recurvirostra avosetta*, l'Echasse blanche *Himantopus himantopus*, le Canard colvert *Anas platyrhynchos*...). Le même sort touche les oeufs qui arrivent à éclore car les poussins finiront d'une manière ou d'une autre dans les mains de ces enfants. (Bouakkaz, 2015)

III.1.5. Climatologie :

Le climat est le facteur du milieu le plus important qui influe d'une manière directe sur les populations animales (Thomas, 1976). La région de Khenchela, comme le reste du pays est sous la dominance du climat méditerranéen. Ce climat est caractérisé par une sécheresse estivale qui varie de quatre à cinq mois et une pluviométrie assez régulière dont la plus grande quantité est notée durant l'hiver. (Bouakkaz, 2015).

Ainsi, en se basant sur les données météorologiques récoltées sur vingt quatre années consécutives (2008-2017) de la station d'El-Hamma (Tableau N°2), le tracé du graphique (le diagramme pluviothermique) selon la méthode de Bagnouls et Gaussen qui nous permet de calculer la durée de la saison sèche en portant la pluviométrie moyenne annuelle et la température sur des axes où le premier est pris à une échelle double du second. La saison sèche apparaît lorsque la courbe des précipitations rencontre et passe sous celle des températures (Bagnouls et Gaussen, 1957; Fustec et Lefeuvre, 2000). Ceci fait ressortir une période sèche qui s'étale sur quatre mois allant du mois de mai jusqu'au mois de septembre.

La région de Khenchela prend une place dans le Climagramme d'Emberger dans l'étage bioclimatique à végétation semi-aride à aride à hiver froid (Figure 16).

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

Tableau N°2 :Données météorologiques de la station de Khenchela (2008-2018).

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

Paramètres Mois	Température moyenne mensuelle (°C)	Précipitation moyenne mensuelle (mm)	Moyenne mensuelle des températures maximales (°C)	Moyenne mensuelle des températures minimales (°C)
Janvier	6,68	42,76	12,5	3,16
Février	7,3	36,23	12,8	2,14
Mars	10,15	49,5	15,8	4,65
Avril	14,5	48,4	20,4	7,71
Mai	18,5	59,58	25,2	11,9
Juin	22,90	22,87	30,56	21,19
Juillet	27,7	17,73	35,2	19,3
Août	26,35	31,91	34,12	18,75
Septembre	21,70	56,42	28,15	15,54
Octobre	15,81	43,56	21,66	10,56
Novembre	11,25	29,93	16,67	6,58
Décembre	7,51	30,15	11,93	3,6
Précipitation annuelle (mm)		469,04		

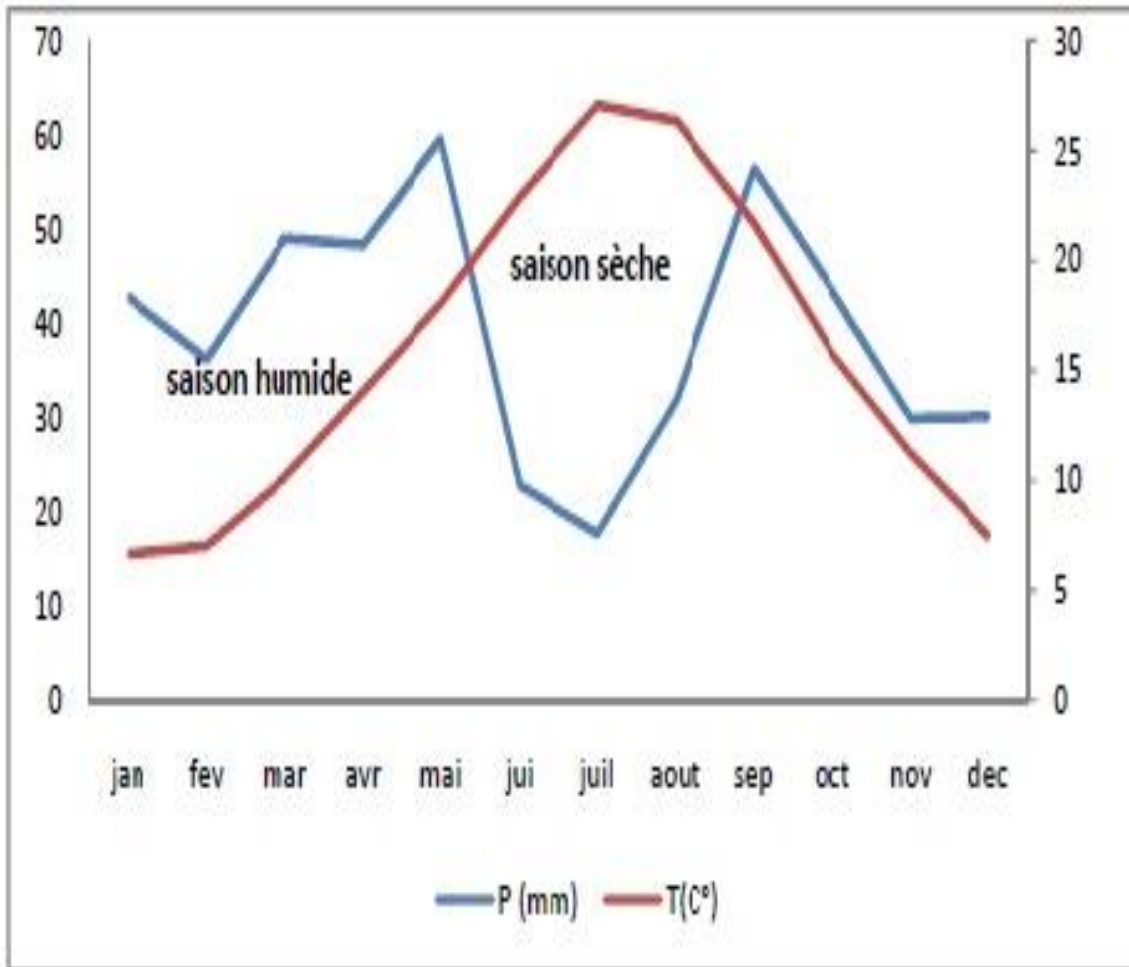


Figure 16 : Diagramme pluviothermique de la région de Khenchela (2008-2018)

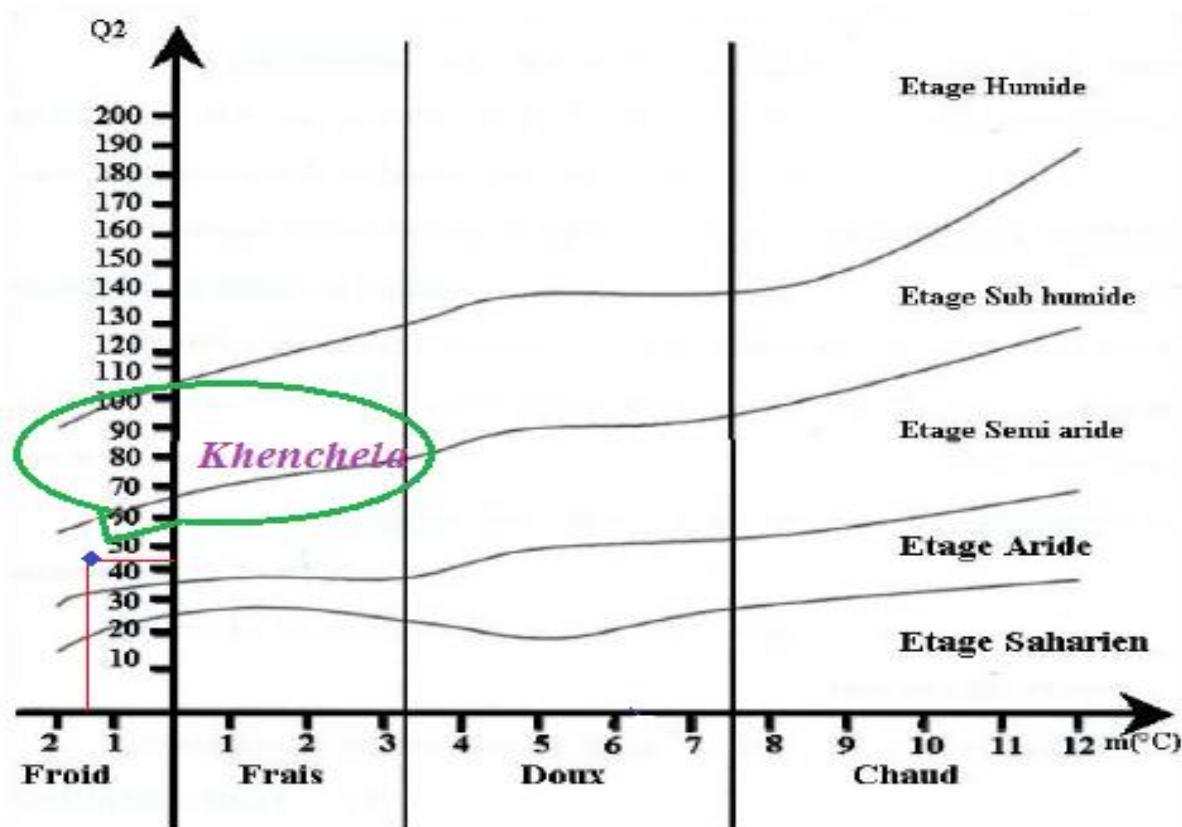


Figure 17 :Situation de la région de Khenchela dans le Climagramme d'Emberger

II.1.6. Caractéristiques écologiques :

II.1.6.1. Cadre biotique :

II.1.6.1.1. La flore :

La sebkha est entourée par une ceinture de végétation constituée principalement de plantes halophytes dont les principales sont *Salicornia fruticosa*, *Atriplex halimus*, *Salsola fruticosa*, *Chenopodium album* (Chénopodiacées), *Moricandia arvensis*, *Diploaxis erucoïdes*, *Brassica oleracea* (Crucifères), *Centaurea calcitrapa*, *Hypochaeris radicata* (Astéracées). Les plantes caractéristiques des zones salées sont ainsi présentes durant toute l'année sur les rives de cette sebkha (Tableau N° 3). (Bouakkaz, 2015).

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

Tableau N° 3 : Les familles représentées dans sebkhat El mahmel(Bouakkaz, 2015).

<i>Familles</i>	<i>Les espèces</i>
<i>Les Chénopodiacées</i>	Elles occupent les zones salées, ces plantes forment des biotopes classiques au niveau du chott, elles s'installent en position pionnières sur les rives des sebkhas. Exemple : <i>Salicornia fruticosa</i> , <i>Atriplex halimus</i> , <i>Salsola fruticosa</i> et <i>Chénopodium</i>
<i>Les Crucifères</i>	une plante annuelle qui se présente sous forme de touffes, elle occupe des terrains rocailloux. L'espèce la plus représentée et <i>Moricandia arvensis</i>
<i>Les Composées</i>	C'est une plante herbacée vivace. On a noté la présence de plusieurs espèces : <i>Traxacum officinalis</i> , <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Calendula arvensis</i> et <i>Scorzonera Laciniata</i> .
<i>Les Caryophyllacées</i>	Nous avons recensé deux espèces : <i>Spergularia salina</i> (spergulaire saline) et <i>silène gallica</i> (silène)./.
<i>Les Plantaginacées</i>	C'est une herbe vivace qui colonise la plaine et champs. Nous avons recensé deux espèces : <i>Plantago major</i> et <i>Plantago albicans</i>
<i>Les Zygophyllacées</i>	<i>Peganum harmala</i> « Harmel » : C'est une plante herbacée vivace qui fleurit en mai, colonise les sols sablonneux, les plaines et les champs.
<i>Les Graminées</i>	Cette plante herbacée annuelle. Elle s'accommode bien aux sols relativement salins. . Nous avons recensé plusieurs espèces : <i>sativa</i> « Avoine «folle » choufane », <i>Dactylis</i>

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

	<i>glomérata, Stipa retrata, Bromus rubens, Cynodon dactylon.</i>
<i>Les Papilionacées</i>	C'est une plante vivace qui fleurit de mai à octobre, elle est considérée comme plante de lumière abondante dans les pâtures : <i>Trifolium repens</i> et <i>Medicago ciliaris</i>
<i>Les Euphorbiacées</i>	<i>Euphorbia umbellata</i> : C'est une plante vivace qui colonise les terrains sablonneux
<i>Les Malvacées</i>	<i>Malva sylvestris</i> : Cette plante herbacée, elle est vivace ou bisannuelle.
<i>Les Ombellifères</i>	- <i>Tapsiagarganica</i> : Plante vivace, elle fleurit d'avril à juillet
<i>Les Géraniacées</i>	<i>Erodium moschatum</i> « Bec - de - Grue, Ebra er raai »: C'est une plante annuelle que l'on rencontre dans les cultures et les friches.
<i>Les polygonacées</i>	<i>Polygonum aviculare</i> « Renouée des oiseaux » : Plante herbacée, annuelle, on la rencontre dans la plaine, elle fleurit en mars.

II.1.6.1.2. L'avifaune

Sebkhath El-Mahmel est un lieu propice pour de nombreuses espèces d'oiseaux aquatiques. Durant la période étalant de 2010 à 2019, 28 espèces appartenant aux 09 familles ont été recensées (Tableau N°4)

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

Tableau N° 4 :Liste des espèces des oiseaux d'eaux observées au niveau de Sabkhat El-Mahmel durant la période (2010-2019). (C.F.K, 2020)

Espèce	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Canard colvert	36	170	98	300	278	-	120	08	94	12
Canard siffleur	08	47	-	-	-	-	-	-	12	09
Canard souchet	06	01	-	110	-	-	-	12	-	400
Canard pilet	-	-	06	-	-	-	-	07	-	-
Canard chipeau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25
Foulque macroule	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40
Tadorne de belon	78	203	311	987	604	241	620	234	214	05
Tadorne casarca	02	-	02	-	-	01	08	04	06	-
Fuligule milouin	-	02	-	120	-	-	-	-	-	80
Erismature à tête blanche	-	-	-	-	-	-	-	-	-	09
Sarcelle d'hiver	-	-	06	06	-	-	-	-	-	33
Vanneau huppé	02	42	-	-	-	-	-	-	07	44

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

Flamant rose	18	06	02	35	-	120	643	370	21	150
Chevalier combattant	-	-	-	-	-	-	-	-	04	-
Chevalier aboyeur	-	-	-	-	-	-	-	-	04	-
Chevalier arlequin	-	-	10	-	-	-	46	-	-	-
Chevalier guignette	-	-	-	-	-	-	-	-	-	07
Combattant varié	-	-	-	-	-	-	-	-	04	54
Bécasseau sanderling	-	-	-	-	-	03	-	-	-	-
Bécassine des Marais	-	-	-	-	-	-	-	-	01	-
Avocette élégante	-	-	-	-	-	02	-	-	-	-
Echasse blanche	-	-	-	11	-	-	27	-	-	-
Grue cendrée	-	-	02	-	-	-	14	-	-	-
Gravelot à collier interrompu	-	-	01	-	07	40	-	22	20	-
Aigrette garzette	-	-	-	-	180	600	-	-	-	01
Etourneaux	-	34	-	84	-	-	-	-	140	10

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

sansonnet										
Mouette rieuse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	02
Tarier pâtre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	02

II.1.6.1.3. Autres animaux :

Les abords de la Sebkhatehmahmel sont fréquentés par plusieurs espèces d'animaux, qu'ils soient, les amphibiens *Bufo bufo*, les reptiles *Testudo graeca* ou bien les Mammifères tels le Sanglier *Sus scrofa*, le Renard *Vulpes vulpes*, le Chacal *Canis aureus* et le Lièvre *Lepus ca*

III. 1. Matériels et méthodes

Les objectifs de notre étude se résument en un inventaire régulier bimensuel avec le suivi de la phénologie des oiseaux d'eau ayant fréquenté Sebkhatehmahmel, durant une période de six mois consécutives, du Février au juillet 2020, d'une journée entière (8h à 16h, soit 8h de suivi/jour) ont été effectuées, faisant ainsi un total de 12 sorties, soit 96 heures pendant toute la période d'étude afin de déterminer leurs statuts phénologiques.

De plus, nous avons suivi l'occupation et l'utilisation de ce plan d'eau par l'avifaune aquatique. Nous avons utilisé des repères constants dans les Sites d'étude pour localiser cette avifaune aquatique.

III- 1-1- Inventaire et évaluation du statut écologique du peuplement d'oiseaux et

l'analyse de l'évolution de leurs structures

III- 1-1-1 Suivi des oiseaux aquatiques

Quel que soit la méthode, les comptages reposent essentiellement sur le principe de l'estimation. Lors de nos dénombrements, nous avons procédé à un comptage individuel lorsque la bande des oiseaux d'eau est proche du point d'observation et si elle a une taille inférieure à 200 individus. En revanche, une estimation visuelle est nécessaire si la population des oiseaux d'eau est assez importante (plus de 200 individus) ou si elle se trouve à une distance éloignée (LAMOTTE et BOURLIERE, 1969; BLONDEL, 1975; BIBBY et al., 1975). Cette technique consiste à diviser le champ de vision en des bandes virtuelles égales

de 50 à 200 individus puis compter le nombre de bandes totales qui reflètera l'effectif estimé dans le site. Les données sont collectées à partir de plusieurs points d'observations (04 stations) choisis de manière à couvrir au maximum le pourtour de la sebkha. La marge d'erreur de cette méthode est de l'ordre de 5 % à 10 % (LAMOTTE et BOURLIERE, 1969). Cette méthode est la plus utilisée pour recenser les effectifs des oiseaux d'eau, elle dépend essentiellement de l'expérience de l'observateur et de la qualité du matériel utilisé les bonnes conditions météorologiques requièrent aussi un bon dénombrement des espèces (absence de vents, fortes pluies qui rendent les pistes inaccessibles, etc.).

III- 1-2-Etude des rythmes d'activités diurnes

Deux méthodes classiques sont habituellement utilisées pour l'étude du rythme d'activité des oiseaux, l'animal focal sampling ou FOCUS et l'instantaneous scan sampling ou SCAN.

❖ **Méthode FOCUS:**

L'échantillonnage focalisé implique l'observation d'un individu pendant une période prédéterminée, où nous enregistrons continuellement les activités manifestées. Les résultats obtenus sont par la suite proportionnés afin de déterminer le pourcentage de temps de chaque comportement (Altmann, 1974). Cette observation continue permet d'enregistrer certains comportements qui ne sont pas toujours fréquents, tel que l'exhibition sociale et l'agression, mais représente aussi certains inconvénients dont la fatigue de l'observateur, la sélection aléatoire des individus spécialement à partir d'un grand groupe et surtout la perte de vue des oiseaux focalisés soit dans la végétation dense ou dans un groupe nombreux (Baldassare et al., 1988). Cette méthode est de ce fait appropriée à l'étude du comportement de petits groupes d'oiseaux et dans des surfaces réduites. Bien qu'elle étudie un échantillon restreint des populations aviennes d'un site, cette technique permet d'avoir un meilleur suivi, définit et valorise mieux les différentes activités manifestées. Les pertes "continuelles" de vue ont été signalées à plusieurs reprises et jusqu'à présent le seul remède est prescrit dans la méthode Focal-switchsampling ou SWITCH (Losito et al., 1989) où chaque perte de vue est automatiquement remplacée par un autre individu du même groupe manifestant la même activité

❖ Méthode SCAN:

Cette méthode se basant sur l'observation d'un groupe permet d'enregistrer les activités instantanées de chaque individu puis grâce à des transformations mathématiques fait ressortir le pourcentage temporel de chacune d'elle (Altmann, 1974). Elle présente l'avantage d'être la seule méthode appliquée dans des sites à végétations denses où les oiseaux d'eau (surtout les Anatidés) ne sont pas toujours observés durant de longues périodes (limite de l'échantillonnage focalisé). Elle élimine aussi le choix d'individus (Baldassar*et al.*, 1988) mais comme il s'agit d'un échantillonnage instantané, il est pratiquement impossible de déterminer le statut social (par paires ou séparés) des oiseaux observés (Paulus, 1984).

Quant à notre cas nous avons opté pour la méthode SCAN. Les comportements observés, sans distinction du sexe ni d'âge sont classés en six types : Alimentation, Sommeil, Toilette, Nage, Vol et parade.

III- 1-1-3 Matériel utilisé

Afin de mener à bien ce travail, nous avons utilisé le matériel suivant :

- ✚ Un télescope monté sur trépied de model *KONUS SPOT* (20 X 60)
- ✚ Une paire de jumelles: *SBS. VERGÜTET*, (6 x 50)
- ✚ Un GPS Garmen
- ✚ Un appareil photo numérique
- ❖ Un guide ornithologique (Guide Heinzel des Oiseaux d'Europe d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient) ;
- ✚ Un bloc note,



Figure 18 :Matériel utilisé durant l'étude

III- 1-1-4 Paramètres écologiques

Pour l'analyse de nos résultats, on a eu recours à l'utilisation de certains paramètres et indices écologiques :

a. Richesse spécifique (S)

La richesse spécifique décrite par (BLONDEL, 1975) est le nombre d'espèces rencontrées au moins une fois en termes de N relevés. Plus le peuplement est riche plus le milieu est complexe et stable.

b. Abondance

Elle quantifie le nombre des individus de toutes les espèces (peuplement), dans chaque station (Ramade, 2003).

c. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')

Cet indice mesure le degré et le niveau de complexité d'un peuplement. Il intègre les deux éléments de la composition du peuplement, la richesse spécifique S et l'abondance des espèces. Il semble constituer le moyen le plus utile pour obtenir des indices de diversité significatifs, relativement indépendants de la taille des échantillons (STIRN, 1981).

Plus il est élevé, plus il correspond à un peuplement composé d'un grand nombre d'espèces avec une faible représentativité. A l'inverse, une valeur faible traduit un peuplement dominé par une espèce ou un peuplement à petit nombre d'espèces avec une grande représentativité (BLONDEL, 1975). Il s'exprime en Bit (Binary Digit Unit) et est calculé par la formule suivante :

d. Indice d'équitabilité (E)

L'indice d'équitabilité permet d'apprécier les déséquilibres que l'indice de diversité ne peut pas connaître. Elle est toujours comprise entre 0 et 1, plus E est proche de 1 plus la diversité observée se rapproche de la diversité maximale théorique (BLONDEL, 1975).

Pour chaque sortie, nous avons calculé les richesses spécifiques, les indices de diversité et d'équitabilité pour l'effectif global des oiseaux d'eau peuplant la sebkha.

CHAPITRE IV

I- Résultats

1-Inventaire et évaluation du statut écologique du peuplement d’oiseaux et analyse de l’évolution de leurs structures

Le suivi de l'avifaune aquatique de Sabkhet El Mahmel durant la période qui s'étale de Février jusqu'au mois de Juillet 2021 nous a permis d'inventorier un total de 17 espèces appartenant à 08 familles. La famille la plus représentée est celle des Anatidés (Anatidae) avec 08 espèces tel que l'Erismature à tête blanche une espèce classée menacée (Tableau 5), suivie par les Ardéidés (Ardeidae), les Rallidés (Rallidae), les Scolopacidés (Scolopacidae) et enfin les Charadriidés (Charadriidae) qui sont présents avec 02 espèces pour chacune. Les autres familles sont faiblement représentées (Recurvirostridae, Ciconiidae, et Phoenicopteridae) avec une seule espèce. En termes d'abondance, les familles qui comportent le plus nombre d'individu sont les Rallidés (37% du nombre total d'individu), les Anatidés (22%) et les Phoenicopteridés (21%) (Fig. 19).

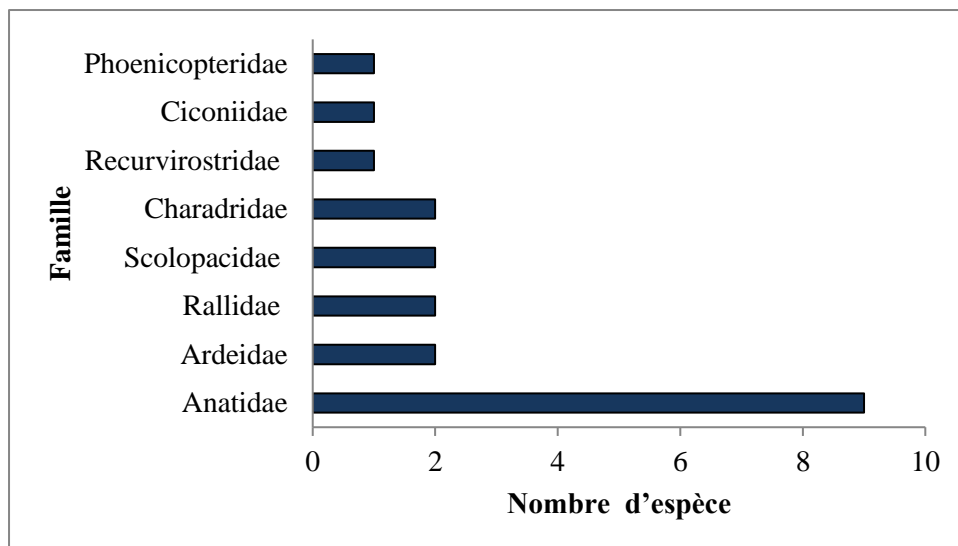


Figure19: Richesse spécifiques des différentes familles d’oiseaux aquatiques rencontrés dans la zone humid’ El-mahmel durant tout la période d’étude.

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS

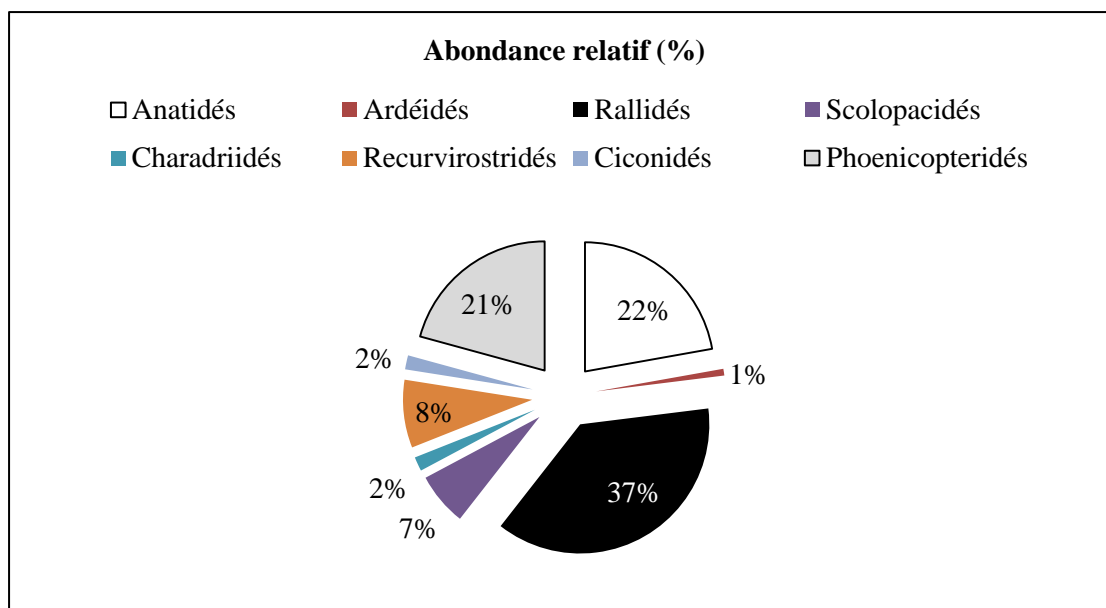


Figure 20: Fréquences des familles dénombrées à Sabkhet el mahmel

Tableau 05: Statut écologiques des oiseaux aquatiques observés dans la zone humide El-Mahmel durant la période du Février à juillet 2021.

Nom scientifique (abbreviation)	Nom commun	Statut** de conservation
<i>Fulicaatra</i>	Foulque macroule	LC
<i>Ardea cinerea</i>	Héroncendré	LC
<i>Egretta garzetta</i>	Aigrette garzette	LC
<i>Tadornatadorna</i>	Tadorne de Belon	LC
<i>Anas platyrhynchos</i>	Canard colvert	LC
<i>Anas clypeata</i>	Canard souchet	LC
<i>Oxyuraleucocephala</i>	Erismature a tête blanche	EN
<i>Aythyaferina</i>	Fuligulemilouin	LC
<i>Aythyafuligula</i>	Fuligulemorillon	LC
<i>Anas crecca</i>	Sarcelled'hiver	LC
<i>Gallinagogallinago</i>	Bécassine des marais	LC
<i>Tringa totanus</i>	Chevalier gambette	LC

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS

<i>Charadriusalexandrinus</i>	Gravelot à collier interrompu	LC
<i>Vanellusvanellus</i>	Vanneauhuppé	LC
<i>Ciconiaciconia</i>	Cigogne blanche	LC
<i>Phoenicopterus roseus</i>	Flamant rose	LC
<i>Himantopus</i> <i>himantopus</i>	Echasse blanche	LC

CR = En danger critique; **EN** = En danger; **VU** = Vulnérable; **NT** = Quasi menacée; **LC** = préoccupation mineur

1. Evolution quantitative et phénologie de la communauté aviaire de la zone humide El-mahmel (Bilan quantitatif)

L'allure du graphique de l'abondance totale des peuplements aviennes (nombre d'individus) ayant fréquentés le site pendant la période d'étude (fig 21) montre que le plan d'eau n'été jamais vide mais toujours occupé par des espèces d'oiseaux d'eau bien déterminées. Les effectifs des oiseaux d'eau présentent des fluctuations remarquables où nous avons enregistré un effectif de 550 individus la première quinzaine de mois de février, cet effectif diminue d'une façon continue jusqu'au la fin du mois de mars, après une deuxième augmentation est notée a partir de la deuxième semaine du mois d'avril jusqu'a la fin du mois de mai où nous avons marqué une valeur maximale de **594** individus. Cet effectif reconnaît une régression durant la première semaine de mois de juin où l'effectif atteint 181 individus, cet effectif connaît une troisième légère augmentation durant la deuxième semaine de mois de juin pour atteindre un total de 331 individus. La courbe de tendance de l'évolution de la richesse spécifique (nombre d'espèce) tout au long de l'étude nous montre que les maximums sont enregistrés durant la période d'hivernage durant le mois de février et mars caractérisée par la présence des espèces hivernantes régulières, où généralement nous pouvons observés dans le site une diversité équivalente à 14 espèces aviennes composées principalement des Anatidés. Puis à partir du mois d'avril, nous remarquons une régression continue de la richesse spécifique jusqu'à la première semaine de mois de juin où nous avons noté l'existence de 05 espèces seulement. Pendant la période estivale (juin et juillet), la richesse en oiseaux d'eau s'étalant entre 05 et 07 espèces avec une représentativité très faible.

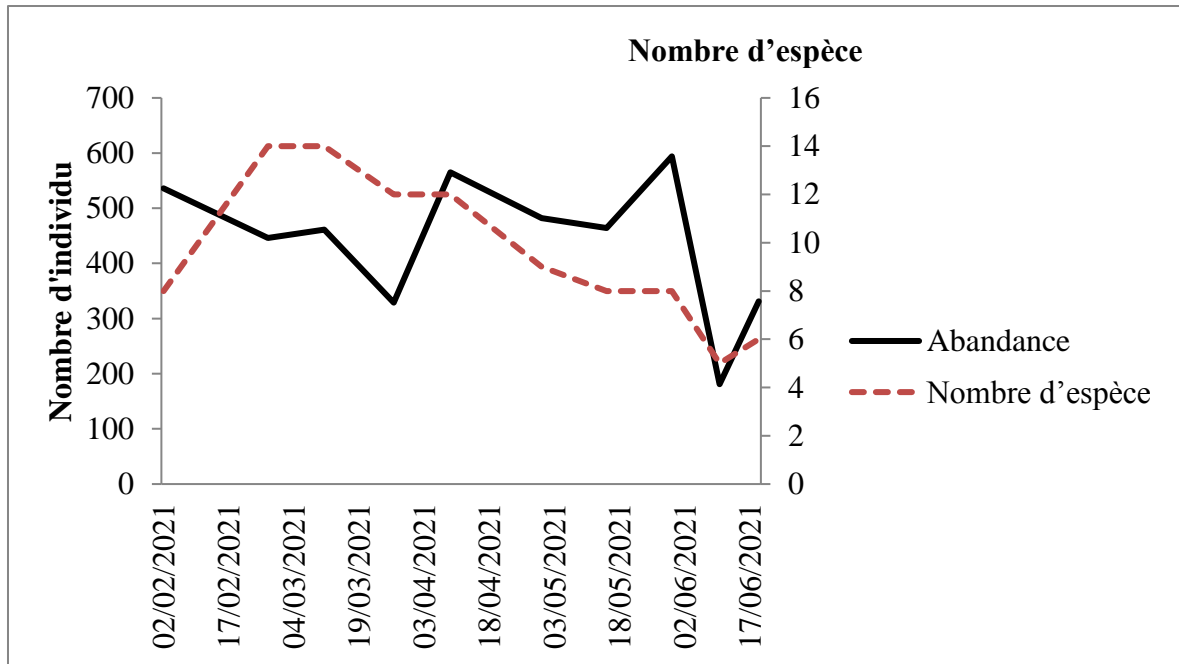


Figure 21 : Variation mensuelle du nombre d'espèce et d'individus dans la zone humide El-mahmel

L'analyse du graphique des variations mensuelles des différentes familles d'oiseaux d'eau dans la zone humide El-mahmel (**fig22**), nous permet d'observer une véritable distribution temporelle de l'occupation de ce plan d'eau au cours de toute la période de l'étude par cette avifaune aquatique, ainsi nous le graphe montre des fluctuations remarquables dans la répartition de ces familles, durant la période d'hivernage (mois de février et mars) où nous avons mentionnées la présence de six familles (Recurvirostridés, Charadriidés, Rallidés, Phœnicoptéridés, Scolopacidés, Anatidés) avec des effectifs importants. L'effectif augmente principalement pendant le mois d'Avril où un maximum est enregistré avec 08 familles (Recurvirostridés, Charadriidés, Rallidés, Phœnicoptéridés, Scolopacidés, Anatidés, Ardéidés, Ciconidés) qui représente la majorité des familles recensés durant le suivi d'étude. Durant le mois de mai nous remarquons la disparition des deux familles (Charadriidés, Ciconidés). Durant le mois de juin et juillet nous observons la disparition définitive de deux autres familles (Charadriidés, Scolopacidés) avec l'apparition encore des Ciconidés mais avec des effectifs très faibles. Finalement à la fin du mois de juillet nous observons l'existence de quatre familles seulement (Recurvirostridés, Rallidés, Phœnicoptéridés, Anatidés) avec des effectifs faibles. Ce qui est remarquable est la dominance de ces quatre familles (Recurvirostridés, Rallidés, Phœnicoptéridés, Anatidés) qui sont présentes durant toute la durée de notre étude avec des effectifs assez importants.

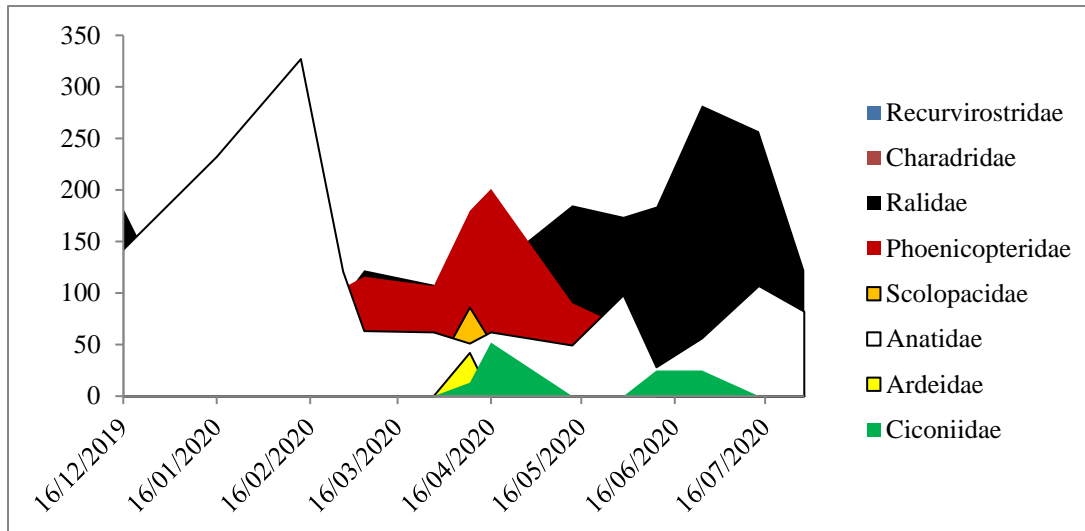


Figure 22 : Variation mensuelle des différentes Famille d’oiseaux d’eau dans la zone humide El-mahmel

Nos résultats sont conformes avec ceux représentés par Bouakkaz (2015) où les Anatidés sont les mieux représentés avec 07 espèces, ainsi que ceux de Moulay (2011), où il note que dans la région de Tlemcen à Dayet El fard, le groupe le plus important est les Anatidés, suivi par Rallidés et Limicoles. Aussi Isemann et Moali, 2000 ont déclaré que la famille la plus représentée est celle des Anatidés avec 07 espèces parmi les 16 espèces citées en Algérie. Aussi Bouras, 2019 note que les Anatidés représentent le groupe le plus important suivis par les Phoenicopteridae et les Gruidae dans les zones humides d’Oum el bouagui. Donc avec un total de 17 espèces dont 7 sont des Anatidés la capacité d’accueil de notre zone humide non classée et non protégée est légèrement diversifiée par rapport à la zone humide classée RAMSAR et protégée de l’extrême nord-est du pays notamment Lac Tonga (Wilaya d’El Taref) avec 52 espèces (Elafri et al. 2016) ; Lac Hadj Tahar (Wilaya de Skikda) avec 52 espèces (Metallaoui et Houhamdi 2008).

Malgré que le nombre d’espèces qui fréquente cette zone humide soient assez important, le nombre total maximal d’individus reste très faible si en fait la comparaison avec les précédentes zones humides. Notre zone humide ne s’agit pas de site protégé ou classé RAMSAR comme Lac Tonga ET Lac Hadj Taher, ces deux sites bénéficient d’un statut de protection par l’état algérien depuis une dizaine d’années c’est pour ça qu’ils arrivent à accueillir un nombre très important d’oiseaux d’eau au contraire de notre site d’étude abkheth el mahmel.

2. Evolution de la diversité du peuplement d'oiseaux aquatiques dans la zone humide El-mahmel

✓ **L'indice de diversité de Shannon et Weaver (H')**

Les résultats de cette étude montrent une différence significative de la diversité des oiseaux d'eau d'un mois à l'autre. Les maxima de diversité est de ($H'=1,73$) enregistré durant la fin de mois de février, alors que les minima ($H'=0,35$) est observé durant la première semaine de mois de juin.

✓ **L'indice d'équitabilité (E)**

L'évolution du graphique de l'indice d'équitabilité ou d'équirépartition des espèces dans le site exhibe la même allure que celle de l'indice de diversité de Shannon et Weaver (**Fig. 23**). L'équitabilité présente le degré d'équilibre d'un peuplement, En effet, les valeurs maximales ont été enregistrées en Février et en Mai où la valeur maximale a été calculée $E=0.82$. Les valeurs les plus basses ont été enregistrées durant la période estivale où les minima calculés est de $E=0,32$ au mois de Juin.

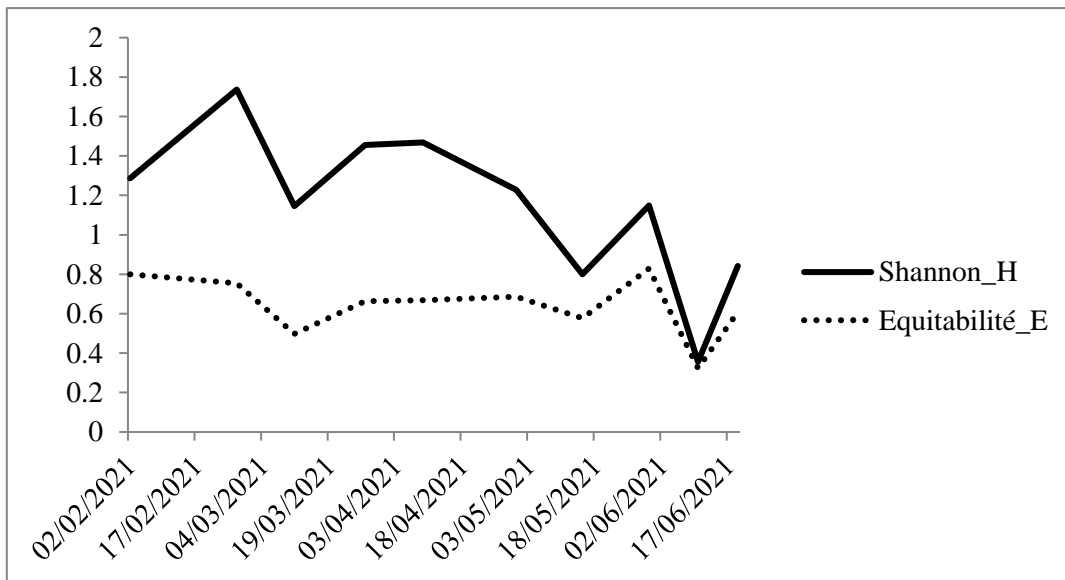


Figure 23 : Variation des indices écologiques de la diversité avifaunistique dans la zone humide El-mahmel

Les paramètres écologiques : l'abondance des oiseaux d'eau et la richesse spécifique (nombre d'espèce) ont affiché des variations mensuels au cours de la période d'étude, les valeurs les plus élevées sont enregistrées en hiver (mois de février) avec 14 espèces et 424 individus, quand des grandes masses d'oiseaux migrateurs arrivent successivement dans la région depuis septembre (canards, foulque et limicoles). Cet effectif s'effondre progressivement jusqu'à la fin de mois de mars ensuite une légère augmentation a été enregistrée durant le mois d'avril et mai ou nous avons enregistrés (**536** individus). Elle

corrobore avec les passages pré-nuptiaux des oiseaux d'eau hivernants ou ayant fréquentés la sebkha pendant la période de regroupement pré-migratoire vers les rives septentrionales de la Méditerranée, soit vers les lieux habituels de leur nidification. En revanche les valeurs de ces deux paramètres écologiques (abondance et richesse) sont plus faibles entre les mois de juin et juillet quand tous les oiseaux migrateurs hivernants reviennent à leur cartiers de reproduction notamment, le nord du Paléarctique et même les régions sub-saharienne (SAMRAOUI et al., 2011). Donc, la sebkha est devenue pratiquement vide, seuls les sédentaires et certains estivant et/ou nicheurs migrateurs sont uniquement observés durant cette période dans cette zone humide, notamment (Echasse blanche, Foulque macroule, flamant rose, l'Erismature à tête blanche) et la Poule d'eau avec une représentativité très faible. Ceci est conditionné par la situation du site où le niveau d'eau est à son niveau le plus faible et où les dérangements sont intenses.

Les effectifs des oiseaux d'eau diffèrent durant la période d'étude, d'une population à une autre et au sein de la même population (Tamisier et Dehorter, 1999). Cela peut être expliqué par les passages pré-nuptiaux, les passages post-nuptiaux ou par l'arrivée des hivernants ou encore par des facteurs liés aux sites à la situation géographique, type de l'habitat, superficie du site, niveau d'eau, disponibilité de nourriture et tranquillité du site (Bourouf, 2006).

Le graphique de la variation de l'abondance totale de l'avifaune aquatique ayant fréquenté la sebkha nous montre que le plan d'eau n'est jamais vide mais toujours occupé par une espèce d'oiseau d'eau donnée. Les espèces les plus abondantes sont la Foulque macroule, le Flamant. Cette abondance est expliquée par le mode de vie de ces espèces, qui vivent en colonies importantes. Selon BENCASI et al. (2013) les effectifs du flamant rose reproducteurs de Chott Merouane sont les plus importants dans la région d'El-Oued à la vallée d'Oued Righ. Cette colonie de la dépression d'Oued Righ est considérée comme la plus importante de cette espèce dans le Sahara algérien.

En comparaison avec d'autres zones humides similaires du nord-est algérien, la Foulque macroule est la plus abondante, c'est une espèce monogame, très grégaire dans ces aires d'hivernage et très territoriale pendant la saison de reproduction (ZITOUNI, 2014-ELAFRI, 2017). En outre leur expansion est principalement due à leur caractère sociable vis-à-vis des activités humaines, puisque il est admis que les populations de cette espèce sont beaucoup plus vulnérables aux fluctuations des ressources alimentaires qu'à la proximité des constructions humaines (KAMBUROVA et MICHEV, 2003). Cet oiseau a été observé partout dans la sebkha telmahmel, dans tous les jours des recensements (dans la zone d'eau libre, zone

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS

de végétation, zone littorale et la zone riveraine) et observés souvent agressif contre d'autres espèces pour la concurrence des ressources alimentaires (ELAFRI ,2017).

Les maxima de diversité est de ($H' = 2.101$) enregistré durant la fin de mois de février est expliqué par une grande richesse spécifique de 14 espèces existants dont la majorité c'est des hivernants, alors que les minima ($H' = 0,924$) est observé durant la première semaine de mois de juin ce qui traduit par une faible richesse spécifique où 05 espèces seulement ont été enregistrés. L'augmentation progressive de la diversité dès le début de notre étude indique le regroupement des hivernants. Et les valeurs élevées de la diversité notées pendant le printemps indique le regroupement visiteurs de passage pré-nuptiaux. La valeur minimale de cet indice représente le taux des sédentaires nicheurs resté dans le site.

En comparaison avec d'autres zones humides similaires du nord-est algérien pendant la période d'hivernage, la diversité aviaire (structure et non nombre d'espèces) dans la sabkha d'el mahmel semble un peu réduite, les valeurs de l'indice (Shannon et Weaver) obtenus au cours de cette étude sont très faibles par rapport à ceux enregistrés dans, Garaet Hadj-Tahar ($H' = 3,5$) (METALLAOUI et HOUHAMDI, 2010) wilaya de Skikda, le lac Beni-Belaid ($H' = 3,58$) et El-Kennar marais ($H' = 3,5$) (MAYACHE, 2008) wilaya de Jijel.

La variation de l'équitabilité au cours de notre étude (0.599-0.933) indique que la communauté avienne expose un équilibre à certain niveau qui coïncide particulièrement le timing d'arrivée des hivernants et des passages pré-nuptiaux au niveau de site. Il s'agit principalement des mois de février et de mars. Une faible valeur d'indice d'équitabilité qui l'on note 0.599 indique généralement la dominance d'un nombre considérable d'espèces sur l'ensemble des autres espèces recensées ; c'est le cas de Foulque macroule en date de 25-06-2021 où nous avons recensés 282 individus, et ceci traduirait un peuplement assez équilibré. La diminution de la diversité dans le temps est traduite probablement par la régression du plan d'eau voire sa sécheresse. Les valeurs enregistrées durant la période de notre étude sont semblable a ceux notés par Bouakkaz, 2015 dans sabkhet Ouledamara ; dont (E) varié entre (0.490-0.908).

3. Evolution et phénologie spécifique

Après la description globale de l'évolution et la phénologie de la communauté aviaire de la zone humide El-mahmel, la sous partie suivante sera consacré à une illustration spécifique on donnant ainsi le modèle «pattern» phénologique (la phénologie de migration) des espèces d'oiseaux aquatiques clés qui fréquentent cette zone humide.

3.1. Les Anatidés

Au cours de la période d'observation, huit espèces d'Anatidés ont été notées à Sabkhet el Mahmel durant la période d'hivernage.

✓ **Le Canard Colvert** *Anas platyrhynchos*

Le Canard colvert est une espèce à très large distribution, il niche pratiquement dans tous les pays du Paléarctique occidental (CRAMP et SIMMONS, 1977). C'est une espèce nicheuse sédentaire en Algérie (ISENMANN et MOALI, 2000). Il préfère les plans d'eau ouverts et couverts d'arbres avec une légère végétation émergente (JORDE et al., 1984). Il peut nicher à même le sol à proximité d'un plan d'eau. Le Canard Colvert a été enregistré durant les mois de février, mars et avril où l'effectif maximal est de **110** oiseaux durant le mois d'avril, cet effectif diminue pendant la première quinzaine du mois d'avril et atteint **4** individus où nous remarquons une disparition totale de l'espèce.

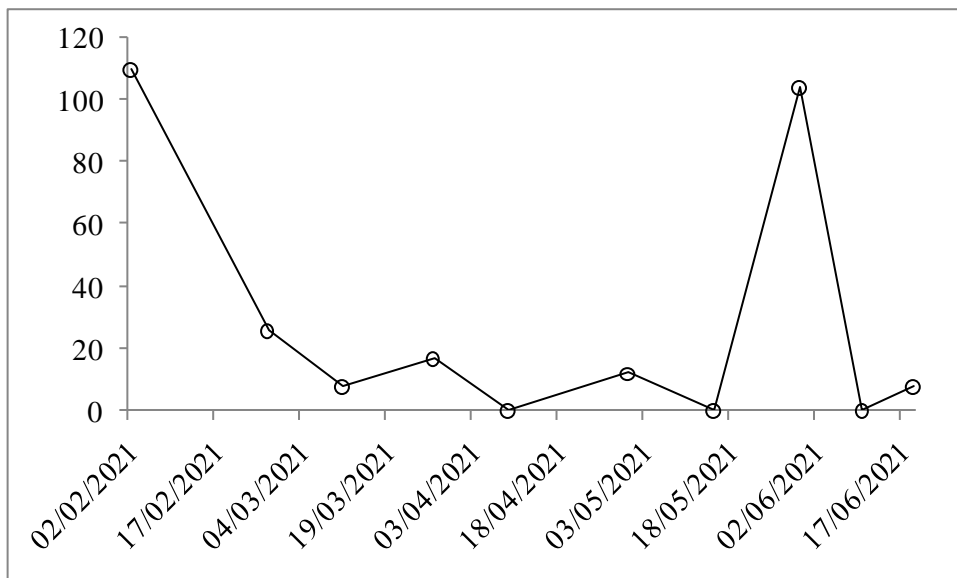


Figure 24: Evolution des effectifs du Canard colvert

✓ **Le Canard Souchet** *Anas clypeata*

Le Canard Souchet, le seul Anatidés zooplanctonophage, est bien représenté dans toutes les zones humides algériennes, que ça soit celles d'El-Kala, celles des hautes plaines de l'Est algérien et celles du Sahara (Samraoui et De Belair, 1998 ; Houhamdi et Samraoui, 2004a ; Houhamdi et Samraoui, 2004b; Saheb, 2003; Maazi, 2005, Maaziet *al.*, 2006).

Les populations nordiques et d'Europe centrale hivernent plus au Sud et à l'Ouest jusqu'en Afrique du Nord. Les mouvements migratoires ont lieu à partir du mois d'Août jusqu'au mois de Novembre et en Mars à Avril (HEINZEL et *al.*, 1995).

Le Canard souchet est présent dans la sabkhet el mahmeldurant la période hivernale jusqu'au mois de Mai 188 individus sont observés en ce mois constitue ainsi l'effectif maximale, puis l'effectif diminue de plus en plus, jusqu'à que l'espèce quitte totalement la zone humide (Figure 25). Le Canard souchet est une espèce hivernante dans notre zone d'étude.

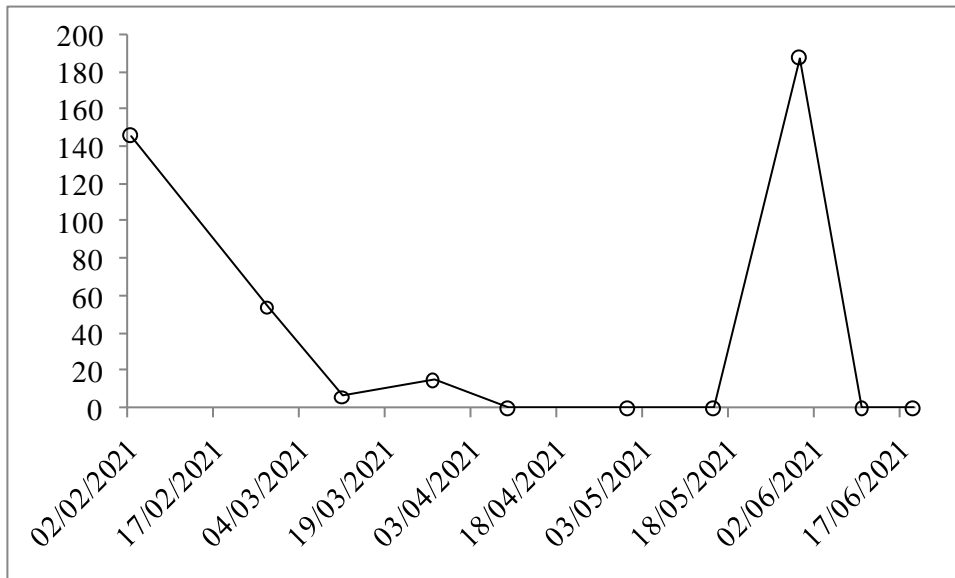


Figure 25: Evolution des effectifs de Canard souchet

✓ **Le Fuligule Milouin** *Aythya ferina*,

Le Fuligule Milouin est un canard plongeur qui fréquente généralement les zones humides de la Numidie algérienne (Abbaci, 1999; Samraoui et De Belair, 1998; Samraoui et *al.*, 1992; Houhamdi et Samraoui, 2002). Il présente aussi le statut d'hivernant dans la Garaet de Timerganine, Oum El-Bouaghi (Maazi, 2005). En période de nidification, le Fuligule milouin occupe essentiellement les plans d'eau douce, riches en végétation aquatique et en zooplancton. Il peut aussi fréquenter les milieux saumâtres, ou les plans d'eau artificiels tels que les lacs de barrage, sablières, étangs de pisciculture, etc.

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS

Il se nourrit principalement la nuit en plongeant à des profondeurs moyennes de l'ordre de 2 m (CRAMP et SIMMONS, 1977). Il se nourrit principalement des matières végétales (PHILLIPS, 1991; MARSDEN et SULLIVAN, 2000).

Espèce hivernante dans la Sabkha, il se présente avec des effectifs faible, **20** individus ont été observés durant le mois de février, continue avec une diminution et atteint un effectif de **06** individus au début de mois de mars puis évoluer pour atteindre **20** individus à la première semaine de Juin.

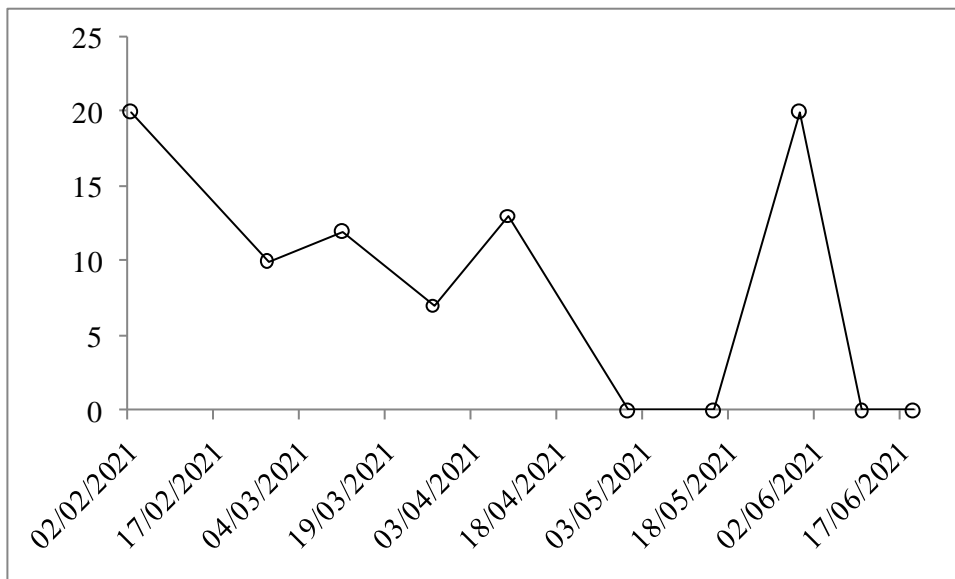


Figure 26: Evolution des effectifs de Fuligule milouin

✓ Tadorne de belon *Tadornatadorna*

Le Tadorne de belon est une espèce intermédiaire entre les oies et les Canards tant par sa morphologie que par son comportement (TRIPLET et *al.*, 1997). La population méditerranéenne a, probablement depuis longtemps, été sous-estimée, malgré que le Tadorne de Belon bénéficie d'un statut de protection et donc d'un suivi (WALMSLEY, 1986). Cette population est estimée à 4000 individus en Algérie, concentrés dans la grande Sebkheth d'Oran, les marais de la Macta et les Salins d'Arzew à l'Ouest et GaraetTarf, AnkDjemel et Baghai du Constantinois. (WALMSLEY, 1986). Il se nourrit d'invertébrés, surtout de crustacés et de petits mollusques, donc à cause de ses exigences spécialisées, l'espèce est sensible à tout changement du biotope qui perturbe son approvisionnement alimentaire (ATKINSON-WILLES, 1969).

Le tadorne de belon a été observé durant la période de février à la fin de mois de mai, **18** individus ont été marqués à mi-février, cet effectif a augmenté progressivement pour

atteindre **28** individus la fin du mois de mai, avant son disparition totale à partir de mois de juin.

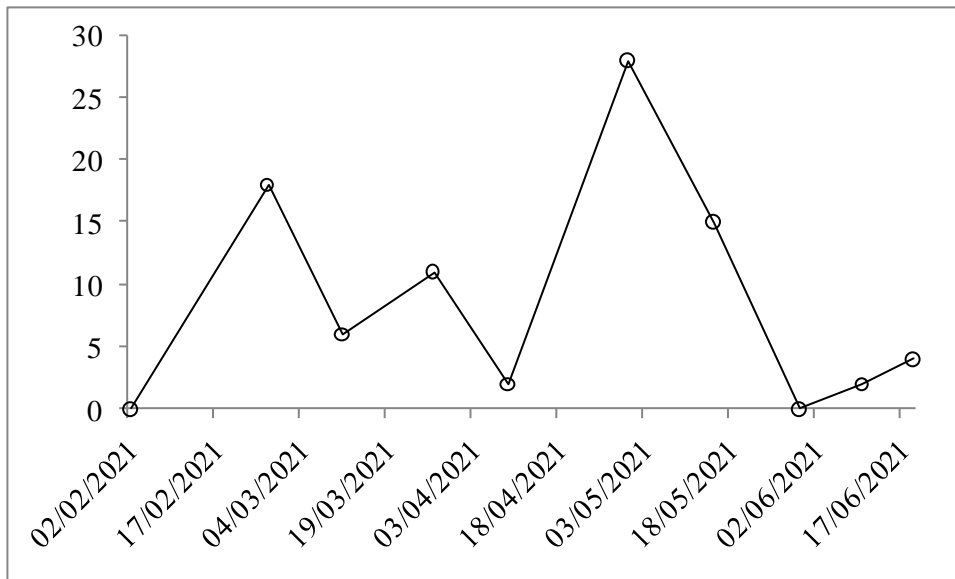


Figure 27: Evolution des effectifs de la Tadorne de belon

✓ **La Sarcelle d'hiver** *Anas crecca crecca*,

La population Méditerranée-mer Noire de cette espèce est très importante, elle est estimée à 750.000 individus. Elle a une large distribution locale dans les îles britanniques (Szijj, 1972 ; Ogilvie, 1975). Les populations scandinaves, nordiques et d'Europe de l'Ouest hivernent plus au Sud et à l'Ouest jusqu'en Afrique du nord. Les migrations ont lieu en Juillet à Novembre et en Mars à Mai (HEINZEL et *al.*, 1995). En Algérie cette espèce hiverne en grand nombre et son effectif fluctue entre fin septembre et avril, surtout d'octobre à février sur les zones humides du Tell, notamment en Oranie (VANDIJK et LEDANT, 1983).

C'est une espèce hivernante dans notre zone d'étude, elle été observée durant les mois de février et mars avec un effectif faible, un maximum de 25 individus est enregistré en février, à partir de mois de mars l'effectif diminue à 6 individus où on a noté la disparition totale de cette espèce dès le mois d'avril, ce qui correspond au retour des Sarcelles vers leurs sites de reproduction.

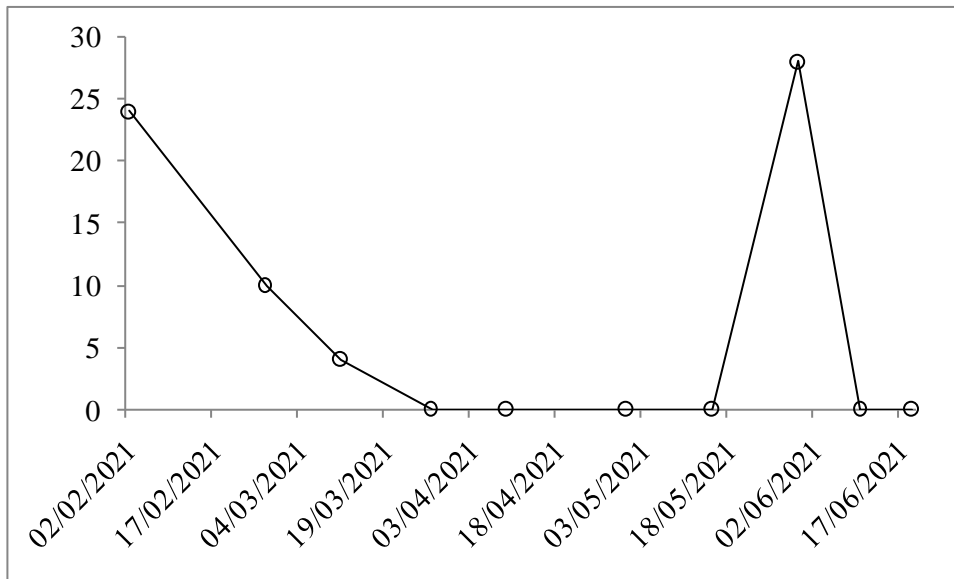


Figure 28: Evolution des effectifs de la Sarcelle d'hiver

✓ **L'Erismature à tête blanche** *Oxyuraleucocephala*

Elle est menacée d'extinction à l'échelle mondiale où l'effectif avoisine les 15000 individus, classée "En danger" par l'UICN (Groombridge, 1993 ; Bird Life International, 2004). L'Algérie compte parmi les pays qui renferment un effectif significatif d'Erismature à tête blanche. Au XIXe siècle, l'Erismature à tête blanche était une espèce très commune en Algérie (Heim de Balsac et Mayaud, 1962 ; Isenmann & Moali, 2000). Ce canard plongeur est à la fois un sédentaire nicheur et un hivernant en Algérie (Isenmann et Moali, 2000; Houhamdi *et al.*, 2009). C'est notamment le cas à la Garaet Hadj-Tahar (Metallaoui *et al.*, 2009).

L'Erismature à tête blanche a été enregistré durant toute la période de notre étude avec des effectifs très variables. L'effectif le plus élevé est marqué pendant le mois de février où il a atteint 11 individus (Fig.29), l'espèce est un sédentaire nicheur dans notre site d'étude.

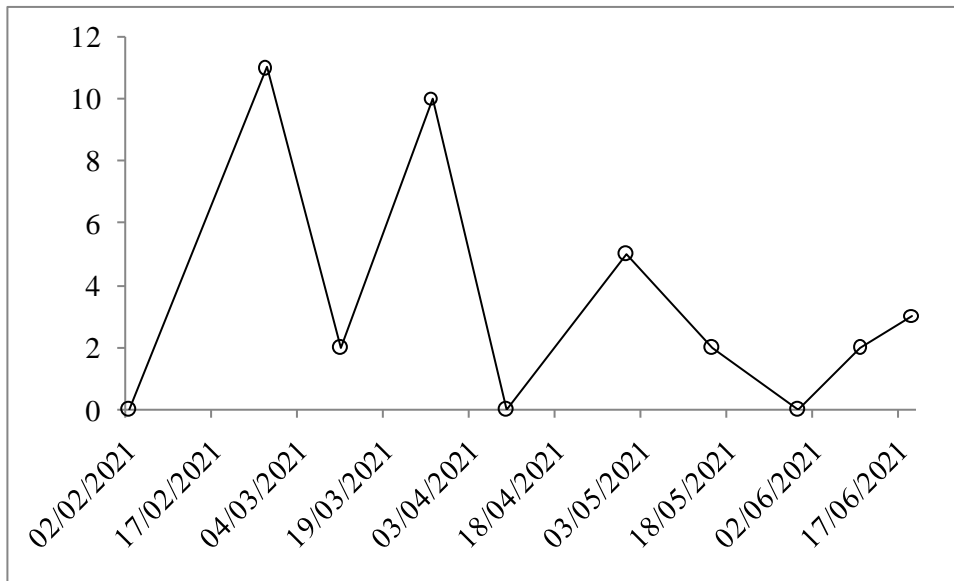


Figure 29: Evolution des effectifs de l'Erismature à tête blanche

✓ **Fuligule morillon** *Aythya fuligula*

Partiellement migrateur le Fuligule morillon est présent sur les quartiers de reproduction tout au long de l'année, excepter les populations nordiques, qui effectuent des migrations importantes. Les oiseaux qui hivernent en Europe centrale englobent deux populations, une sédentaire qui passe toute l'année sur les mêmes sites, et l'autre hivernante qui provient essentiellement du Nord-est de la Russie Européenne (Durinck et al., 1994). Il hiverne aussi dans tout le littoral de l'Afrique du Nord, du Maroc à l'Egypte. Dans le Nord central de l'Afrique, il est observé dans le lac du Tchad et de la vallée du Nil s'étale au Sud sur le littoral et jusqu'à l'Ethiopie, le Kenya, l'Ouganda, Nord-Est de la Tanzanie, le Malawi jusqu'à la Mauritanie, le Sénégal, la Gambie, le Nord du Nigéria et le Nord du Congo (Brickell et Shirley, 1988). Le bassin méditerranéen occidental, en général, et l'Algérie en particulier se trouve à l'extrême sud de l'aire d'hivernage du Fuligule morillon (ISENMANN et MOALI, 2000). Le Morillon est un Canard plongeur fréquentant de préférence les milieux profonds (CRAMP et SIMMONS, 1977). Une profondeur de plus de 3 m est nécessaire pour son alimentation (NILSON, 1968 in BOUKHALFA, 1991).

Le Morillon a été observé durant la période qui s'étale de février à mi-avril, 11 individus ont été marqués à mi-février, cet effectif a connu une augmentation jusqu'à qu'il atteigne 30 individus durant le mois d'avril, avant son disparition totale à partir de mois de mai.

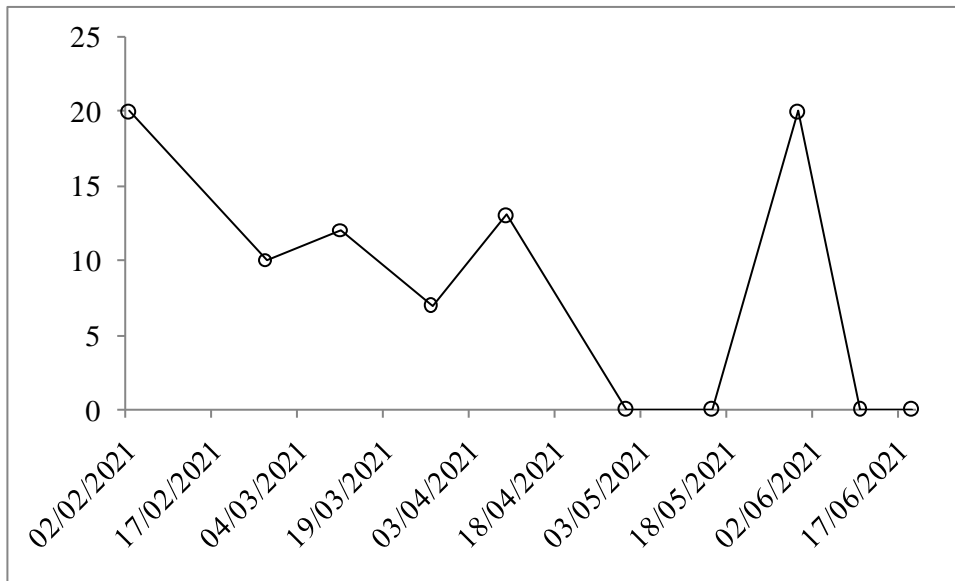


Figure 30: Evolution des effectifs du Fuligule morillon

3.2. Foulque macroule

Espèce sédentaire nicheuse en Algérie (RIZI et *al.*, 1999; SAMRAOUI et SAMRAOUI, 2007). Elle niche régulièrement dans les zones humides riches en végétation aquatique. En hiver, elle fréquente les lacs, les marais, les étangs, les réservoirs et les eaux saumâtres des lagunes ou des baies, alors qu'en printemps, elle habite les formations végétales marécageuses, riches en potamot (ALLOUCHE et *al.*, 1989,1990).

Elle est présente avec un effectif assez important dans notre site d'étude, où le nombre fluctue entre **60** individus durant la deuxième semaine de mois de février et **316** individus ont été recensés à mi-juillet dont le nombre total recensé est de l'ordre de **1915** individus durant toute la période d'étude. La Foulque macroule a le statut de sédentaire nicheur dans la sabkhet el Mahmel.

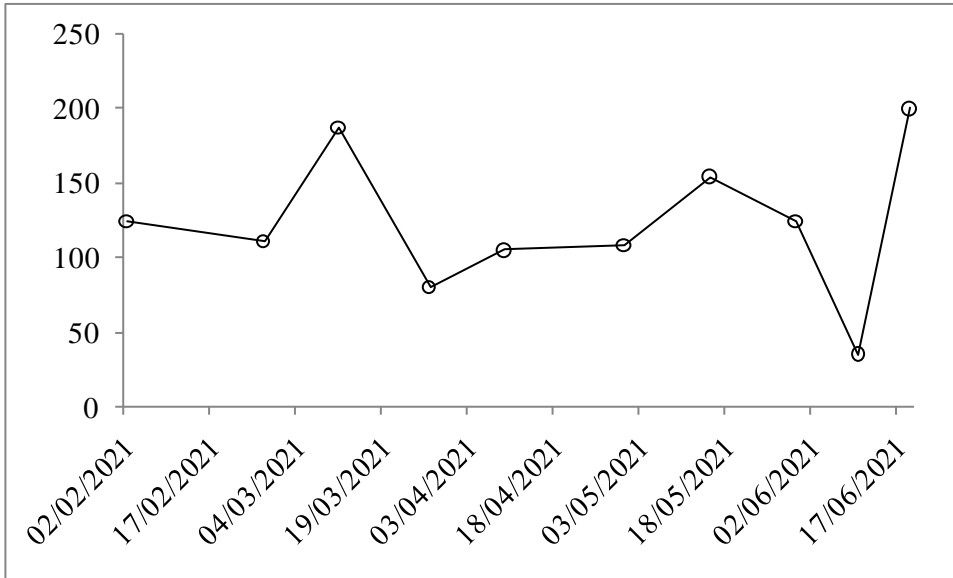


Figure 31: Evolution des effectifs de l'Erismature à tête blanche

3.3. Chevalier gambette *Tringa totanus*

Il est observé durant les mois de février- mars et avril dont le nombre minimum est de l'ordre de **03** durant les mois de février et mars , par la suite une augmentation a été marquée durant le mois d'avril ou le nombre totale atteint **36** individus . Cette espèce a le statut d'hivernant dans la sabkha.

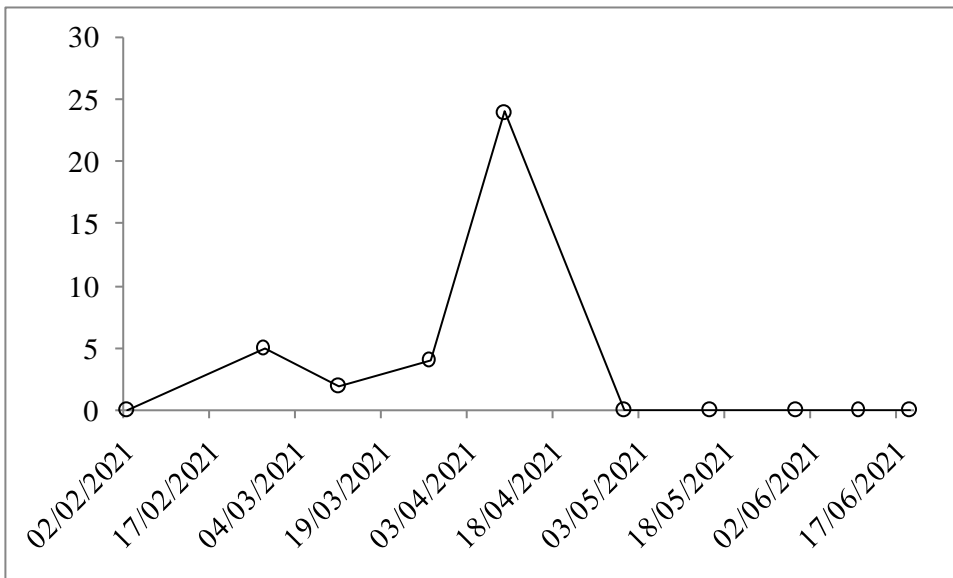


Figure 32: Evolution des effectifs de Chevalier gambette

3.4. Bécassine des marais *Gallinagallinago*

La Bécassine des marais, est observée durant la période d'étude, un effectif noté de **09** individus en février, une augmentation est aussitôt observée de fin- février à fin- mai avec respectivement **13** et **62** individus, puis l'espèce quitte le site d'étude au mois de juin (**Fig33**).

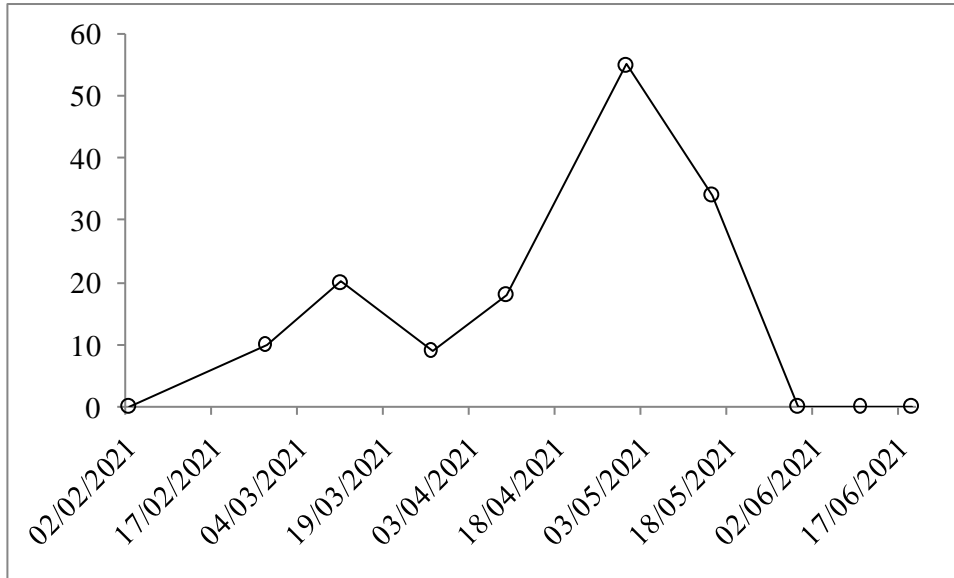


Figure 33: Evolution des effectifs de la Bécassine des marais

3.5. Le Gravelot à collier interrompu *Charadrius alexandrinus*

Le Gravelot à collier interrompu est une espèce à large distribution mondiale, dont la race nominale niche en Eurasie et en Afrique du Nord. La population nationale est composée d'une sous-population sédentaire qui fréquente les zones humides de la région semi-aride et aride et la sous-population migratrice de l'ouest européen atteignant le nord-ouest de l'Afrique par la voie est-atlantique (Cramp et Simmons, 1974 ; Qninba, 1999). Un grand nombre de cette espèce préfère les zones humides côtières de l'Atlantique (Qninba, 1999).

Dans notre site d'étude, les individus de cette espèce ont fréquentés le site avec des effectifs très faibles où nous avons marqué l'existence de **15** individus durant le mois de février et dès l'arrivée du printemps augmente progressivement pour atteindre une valeur maximale de **19** individus, puis cet espèce diminue pour atteindre un nombre de **30** individus à mi- avril (Fig.24). Ces petits oiseaux d'eau sont généralement observés sur les berges de la sabkha mélangés surtout aux populations de bécasseaux (Scolopacidés).

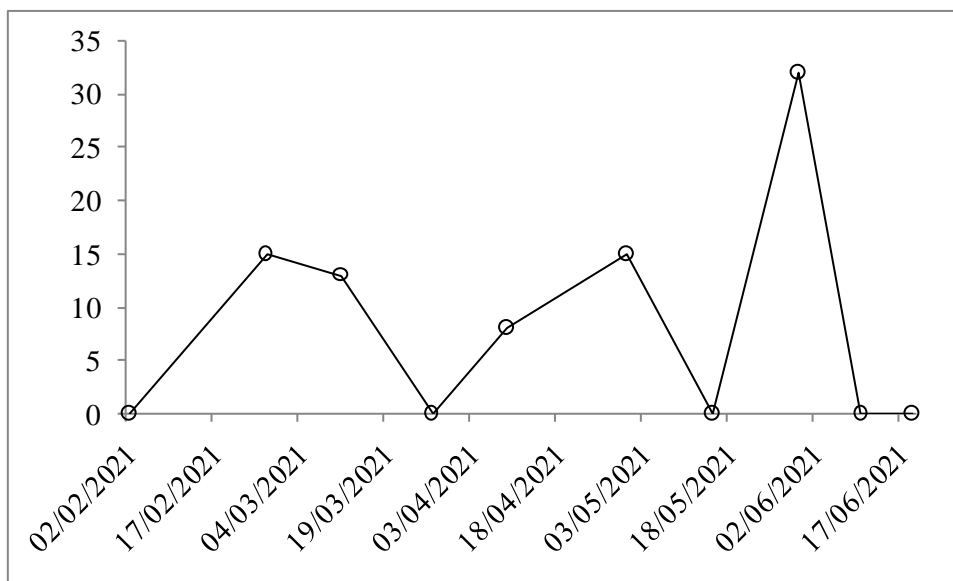


Figure 34: Evolution des effectifs de Gravelot à collier interrompu

3.6. Vanneau huppé *Vanellusvanellus*

Le vanneau huppé a été observé avec un effectif très faible de 10 individus durant les mois de février et mars.

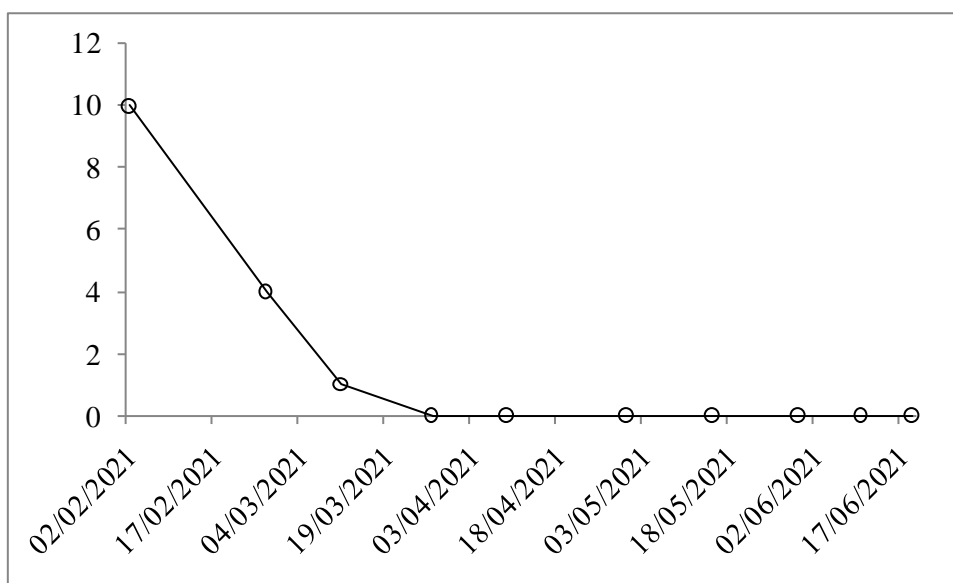


Figure 35: Evolution des effectifs de Vanneau huppé

3.7. Echasse blanche *Himantopus himantopus*

L'Echasse blanche a été observée pour la première fois en 1926 dans le Sud Algérien (HEIM DE BALZAC, 1926). Elle est très répandue en Afrique et actuellement est considérée comme une espèce nicheuse en Algérie (SAHEB *et al.*, 2009).

Elle est observée durant toute la période d'étude, avec un effectif qui varie de 45 à 25 individus entre février et Avril, ce dernier augmente progressivement jusqu'à la fin du mois de Mai où il a atteint le maximum avec 120 individus, Après quoi, l'effectif a commencé à diminuer et ce jusqu'à la fin du mois de juillet où le nombre recensé est de 19 individus. (Fig.36).

Cette espèce a le statut sédentaire nicheuse dans la sabkhet El mahmel.

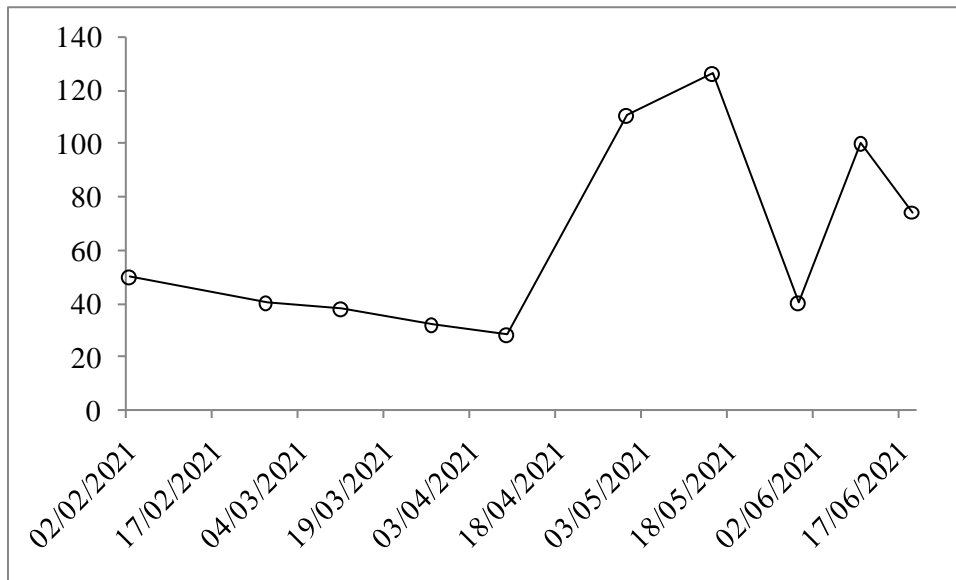


Figure 36: Evolution des effectifs de l'Echasse blanche

3.8. Flamant rose *Phoenicopterus roseus*

Les premiers ornithologues signalent la présence du Flamant rose presque toute l'année dans différentes régions du pays, à savoir l'Oranie, le Sud du Constantinois et dans le Sahara Septentrional. Ils ont une préférence pour les plans d'eau spacieux, salés et riches en *Artemia salina* (BENSACI, 2010). L'alimentation du Flamant rose n'est pas restreinte que sur les invertébrés, ils s'alimentent aussi sur les graines des plantes aquatiques (MADONE, 1932; ABDULALI, 1964).

Le Flamant rose a été observé durant toute la période de notre étude, L'effectif maximal a été enregistré durant le mois d'avril avec 201 individus et le minimum de 23 individus durant la fin de mois de juillet

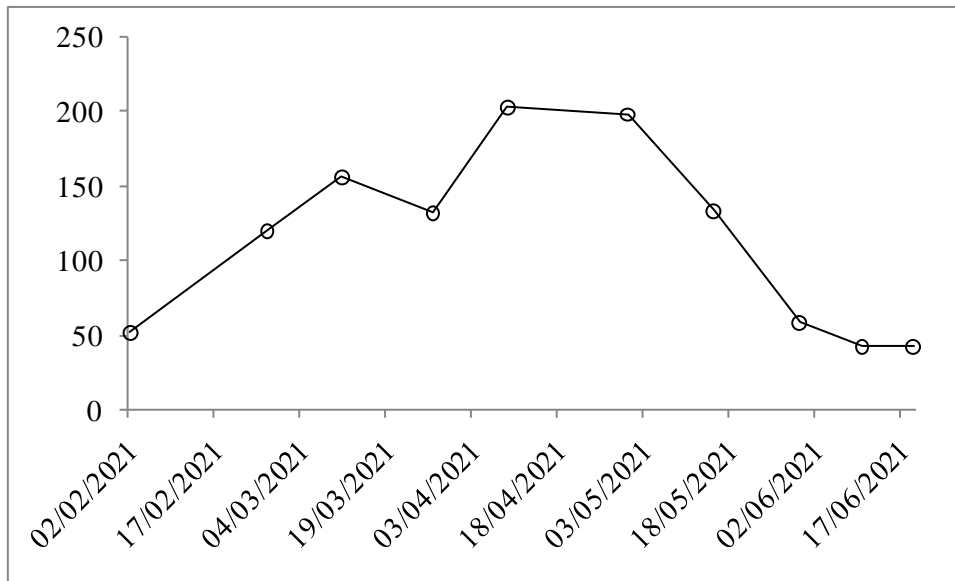


Figure 37: Evolution des effectifs de Flamant rose

4. Décrire et analyser les budgets d'activité diurne des oiseaux d'eau

4.1. Budget d'activités

Pour l'ensemble des 17 espèces d'oiseaux aquatiques avec des différentes exigences écologiques ont été considérées dans cette partie d'étude nous avons suivi le budget d'activité diurne des espèces rencontrés ; où nous avons marqués certaines activités les plus facilement identifiables comme : l'alimentation ; le sommeil ; la nage ; le toilettage (toute activité de confort) ; le vol ; l'alerte ou vigilance et enfin les activités nuptial.

L'alimentation, les activités de confort, le sommeil et la nage sont les principales activités diurnes chez les oiseaux étudiés.

Dans cette partie nous exposons les résultats obtenus pour certaines espèces choisis.

4-1-1 Budget d'activités de Foulque macroule

Le graphe ci – dessous nous montre que sur 83 heures de suivi de budget temps des activités diurne de la foulque macroule dans la sabkha , les principales activités mentionnées sont : l'alimentation sur 83 heures avec un pourcentage de 100 % , le sommeil sur 33 heures avec un pourcentage de 39.75 % , la nage sur 60 heures avec un pourcentage de 72.28% , le vol sur 08 heures avec un pourcentage de 9.63% , la parade sur 13 heures avec pourcentage de 15.66%.

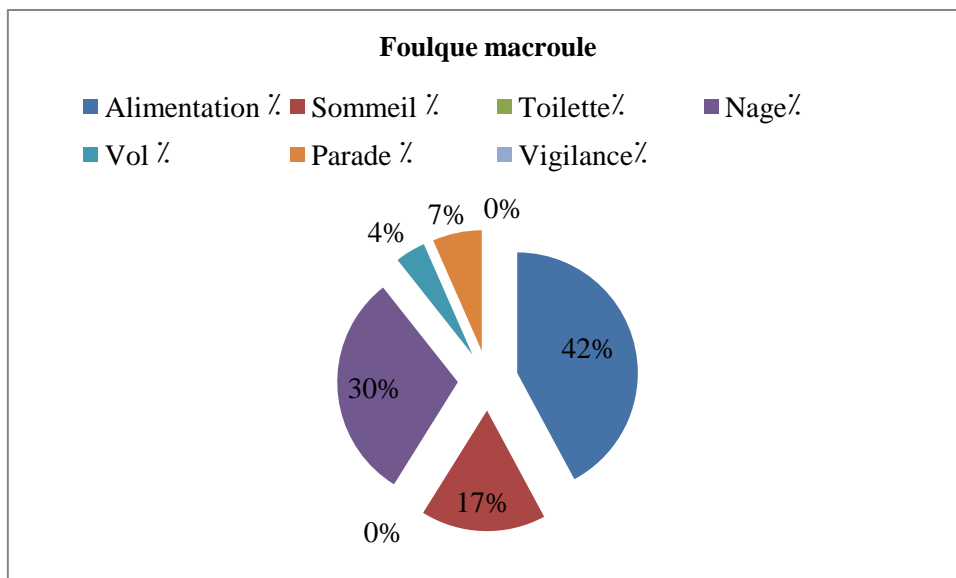


Figure 38: Pourcentage de budget d'activités diurne chez la foulque macroule

4-1-2 Budget d'activités de l'Echasse blanche

La lecture des résultats ci – dessous indique que sur 83 heures de suivi de budget temps des activités diurne de l'Echasse blanche dans la sabkha , les principales activités mentionnées sont : l'alimentation sur 83 heures avec un pourcentage de 100%, le sommeil sur 3 heures avec un pourcentage de 3.61%, la nage sur une heure avec un pourcentage de 1.2% , le vol sur 57 heures avec un pourcentage de 68.67%, la parade sur une heure avec pourcentage de 1.2% , et le toilettage sur 04 heures avec un pourcentage de 4.81% .

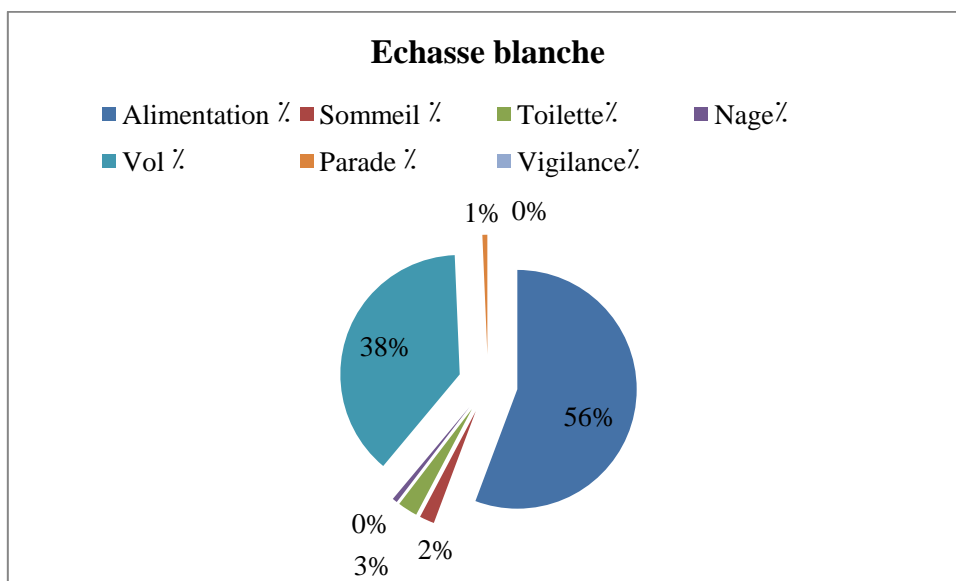


Figure 39: Pourcentage de budget d'activités diurne chez la foulque macroule

4-1-3 Budget d'activités de l'Erismature à tête blanche

La lecture de graphe ci – dessous indique que sur 76 heures de suivi de budget temps des activités diurne del'Erismature à tête blanche dans la sabkha , les principales activités mentionnées sont : l'alimentation sur 59 heures avec un pourcentage de 77.63%, le sommeil sur 40 heures avec un pourcentage de 52.63% , la nage sur 28 heures avec un pourcentage de 36.84 % , le toilettage sur 05 heures avec un pourcentage de 6.57 % .

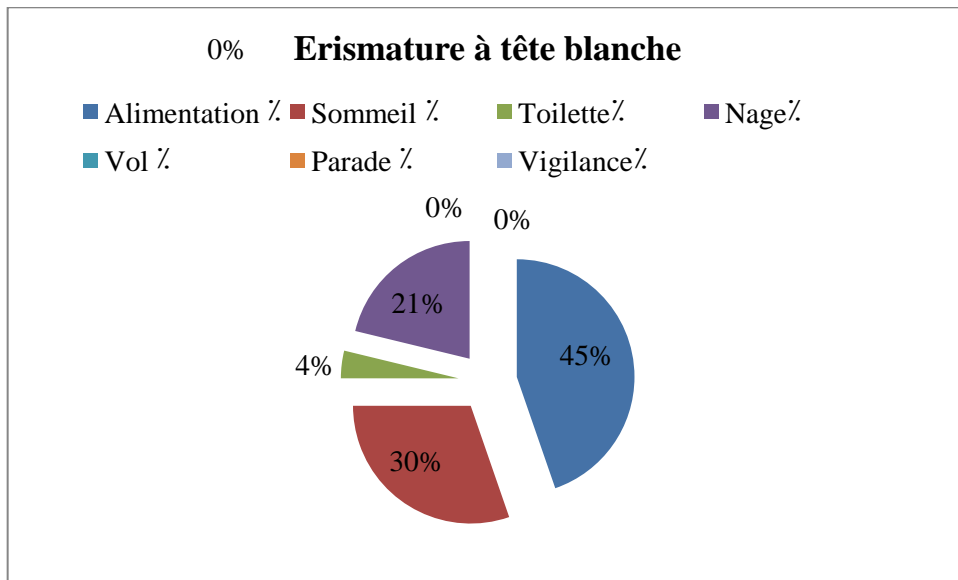


Figure 40: Pourcentage de budget d'activités diurne chez l'Erismature à tête blanche

4-1-4 Budget d'activités de Canard colvert

Le graphe ci – dessous nous montre que sur 33 heures de suivi de budget temps des activités diurne de Canard colvert dans la sabkha , les principales activités mentionnées sont : l'alimentation sur 26 heures avec un pourcentage de 78.78 % , le sommeil sur 13 heures avec un pourcentage de 39.39 % , la nage sur 30 heures avec un pourcentage de 90.9 % , le toilettage sur 02 heures avec un pourcentage de 6.06 %.

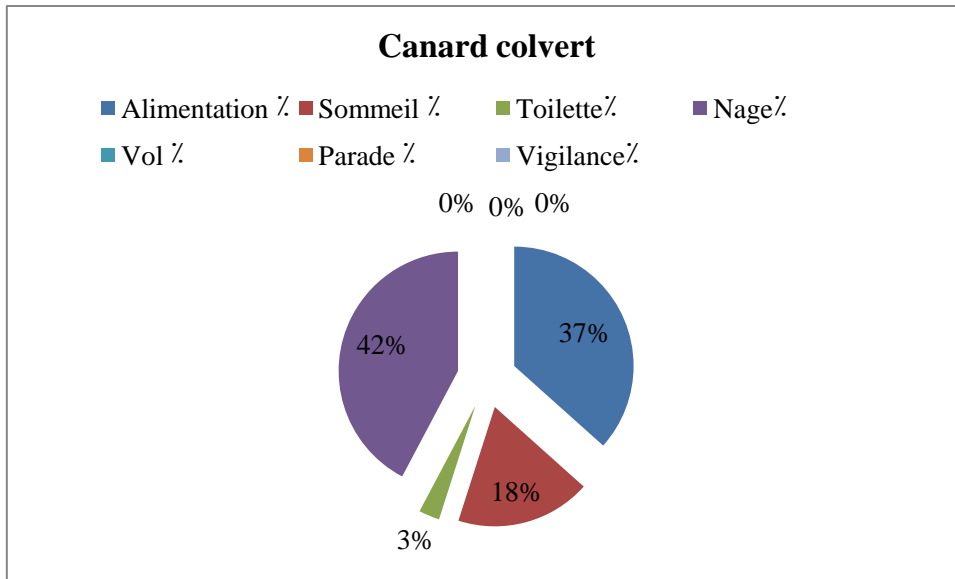


Figure 41: Pourcentage de budget d'activités diurne chez le Canard colvert

4-1-5 Budget d'activités de la Tadorne de belon

La lecture de graphe ci – dessous indique que sur 36 heures de suivi de budget temps des activités diurne de la Tadorne de belon dans la sabkha , les principales activités mentionnées sont : l'alimentation sur 32 heures avec un pourcentage de 88.88 %, le sommeil sur 12 heures avec un pourcentage de 33.33 % , la nage sur 21 heures avec un pourcentage de 58.33 % , le toilettage sur une heures avec un pourcentage de 2.77 %.

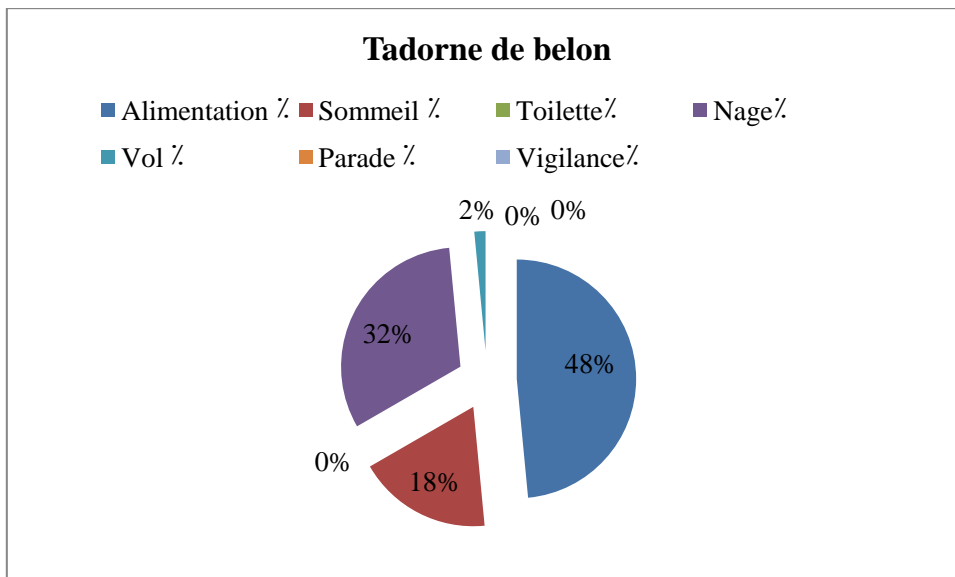


Figure 42: Pourcentage de budget d'activités diurne chez la Tadorne de belon

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS

Nos résultats obtenus d'analyse des budgets temps de 5 espèces d'oiseaux aquatiques fréquentant la sabkha d'el mahmel durant la période d'étude montrent que tous les oiseaux ont passé la plus part de leurs temps de la journée dans quatre activités majeures :

Premièrement, les comportements d'alimentation (y compris la recherche de nourriture) sont les plus fréquents, probablement en raison de la disponibilité de plusieurs sources d'alimentation et l'abondance d'aliments pendant la saison d'hivernage.

Les 05 espèces étudiées (Foulque macroule, Echasse blanche, l'Erismature à tête blanche, Canard colvert, Tadorne de belon) occupent une grande partie de leurs temps dans l'alimentation avec des pourcentages plus élevés atteindre jusqu'à 100 % pour la foulque macroule et l'Echasse blanche.

Deuxièmement, le sommeil est l'activité principale de trois canards plongeurs, parmi lesquels l'Erismature à tête blanche espèce rare et endanger. Ces oiseaux dorment exclusivement dans la partie centrale de point d'eau avec des pourcentages compris entre 33.33% et 52.63 %.

Le troisième comportement (nage) est l'activité principale de Canard colvert avec pourcentage de 90.9% et l'activité secondaire des autres canards et de Foulque macroule après l'alimentation et qui sont les espèces les plus actives dans ce site pendant l'hiver. Pour ces oiseaux, la nage est souvent utilisée comme comportement pour rechercher des ressources alimentaires sous ou sur les surfaces d'eau libre.

Quatrièmement, le vol est l'activité majeure chez l'Echasse blanche avec un pourcentage de 68.67 %, observé aussi chez la Foulque macroule et la Tadorne de belon mais avec des proportions faible justifié dans les cas de perturbation et dérangement naturels ou anthropique.

Pour le reste des activités, le toilettage, la parade et les interactions sociales telles que les agressions inter et intra-spécifiques ont occupé une partie mineure du temps diurne des oiseaux d'eau suivis, à l'exception de la vigilance qui est nul.

Les pourcentages élevés de l'alimentation enregistrés chez l'ensemble des espèces étudiées nous montre l'importance de cette zone humide comme site de gagnage pour les oiseaux d'eaux.

CONCLUSION

CONCLUSION

Conclusion :

L'Algérie a ratifié la Convention de Ramsar en 1982, l'engageant à prendre des mesures de protection pour assurer une conservation et une exploitation rationnelle des zones humides. L'Algérie a adhéré réellement à la convention de Ramsar en 1984 par l'inscription de 2 sites : le lac Tonga et le lac Obéira sur la liste des sites d'importance internationale. 50 sites classés sur la liste Ramsar des sites d'importance internationale avec une superficie de 2 991 013 ha.

Classement basé sur les 9 critères mis en place par la convention de Ramsar. En renseignant la fiche descriptive Ramsar (FDR). Dans la partie nord-est se rencontrent de nombreux lacs d'eau douce, des marais des ripisylves, et des plaines d'inondation. La frange nord-ouest et les hautes plaines steppiques se caractérisent par des plans d'eau salée telles que les chotts, les sebkhas et les dayas. Le Sahara renferme les oasis et les dayas dans le réseau hydrographique fossile des massifs montagneux du Tassili et du Hoggar des zones humides permanentes exceptionnelles appelées Gueltas.

Les zones humides salées des Hautes plaines de l'Est algérien par leurs caractéristiques édaphiques et écologiques jouent un rôle important pour le maintien de la biodiversité dans ces milieux semi-arides. En effet, ces milieux situés entre le Tell et le Sahara sont largement fréquentés par de nombreux oiseaux d'eau hivernants, estivants et de passages. Cette avifaune de structure et de composition différentes trouve dans ces écosystèmes aquatiques continentaux des lieux propices pour une période assez définie de sa vie.

Cependant, la Sebkhad'El-Mahmel, wilaya de Khenchela qui appartient à ce complexe de zones humides représente l'un des milieux naturels diversifiés de la région réputée par son caractère agricole. Cette dépression héberge ainsi chaque année un grand nombre d'oiseaux d'eau dont les plus communs sont le Flamant rose *Phoenicopterus roseus* et la Foulque macroule *Fulica atra*. La sebkha est aussi un site de nidification pour plusieurs familles telles que les Recurvirostridés, les Anatidés et les Charadriidés.

Durant notre étude étalant de février à juillet 2021, la Sebkha d'El mahmel s'est montrée riche et diversifiée en oiseaux d'eau. En effet, nous avons dénombrés 19 espèces d'oiseaux d'eau appartenant à huit familles avec un total de 5114 individus. Cette avifaune aquatique occupe le plan d'eau de la sebkha de différentes manières qui sont généralement érigés par la quiétude, le besoin, la disponibilité alimentaire et surtout la sécurité.

CONCLUSION

La famille la plus représentée est celle des Anatidés du fait qu'il a hébergé au cours de notre étude 9 espèces avec une représentativité en effectifs plus ou moins importante. Suivie par les Ardéidés, les Rallidés, les Scolopacidés et enfin les Charadriidés qui sont présents avec 02 espèces pour chacune. Les autres familles sont faiblement représentées (Recurvirostridés, Ciconidés, et Phœnicoptéridés) avec une seule espèce.

Les paramètres écologiques : l'abondance des oiseaux d'eau et la richesse spécifique (nombre d'espèce) ont affiché des variations mensuels au cours de la période d'étude, les valeurs les plus élevées sont enregistrées en hiver (mois de février) avec 14 espèces et 424 individus, quand des grandes masses d'oiseaux migrateurs arrivent successivement dans la région depuis septembre (canards, foulque et limicoles). Cet effectif s'effondre progressivement jusqu'à la fin de mois de mars ensuite une légère augmentation a été enregistrée durant le mois d'avril et mai ou nous avons enregistré (536 individus). En revanche les valeurs de ces deux paramètres écologiques (abondance et richesse) sont plus faibles entre les mois de juin et juillet.

Le graphique de la variation de l'abondance totale de l'avifaune aquatique ayant fréquentée la sebkha nous montre que le plan d'eau n'est jamais vide mais toujours occupé par une espèce d'oiseau d'eau donnée. Les espèces les plus abondantes sont la Foulque macroule, le Flamant rose. Cette abondance est expliquée par le mode de vie de ces espèces, qui vivent en colonies importantes. Six espèces sont protégées par les lois internationales et Algériennes, l'Erismature à tête blanche *Oxyuraleucocephala*, le Tadorne de Belon *Tadornatadorna*, Tadorne casarca *Tadornaferruginea*, Cigogne blanche *Ciconiaciconia*, Echasse blanche *Himantopus himantopus*, et le Flamant rose *Phoenicopterus roseus*.

La majorité des oiseaux nicheurs dans la sebkha présentent un statut d'hivernant nicheur. beaucoup d'entre eux sont observés en hiver. Du point de vue analyse écologique, nos dénombrements, nous ont révélés que la Sebkha est fortement exploitée en hiver. Le plan d'eau a hébergé des effectifs importants de Flamants roses et de Foulque macroule. Les indices écologiques (richesse spécifique, indice de diversité de Shannon et indice d'équitabilité) sont élevés pendant la période de reproduction, montrant que cette zone humide joue aussi un rôle important pour l'avifaune nicheuse et estivante dont la majorité sont des nicheurs réguliers dans la sebkha. La variation de l'équitabilité au cours de notre étude (0.599-0.933) indique que la communauté avienne expose un équilibre à certain niveau qui coïncide particulièrement le timing d'arrivée des hivernants et des passages pré-nuptiaux au niveau de site.

CONCLUSION

Nos résultats obtenus suite à l'analyse des budgets temps de 5 espèces d'oiseaux aquatiques fréquentant la sebkha d'el mahmel durant la période d'étude montrent que tous les oiseaux ont passés la plus part de leurs temps de la journée dans quatre activités majeures :

- ✓ l'alimentation : la Foulque macroule, Echasse blanche, l'Erismature à tête blanche, Canard colvert et Tadorne de belon occupent une grande partie de leurs temps dans l'alimentation avec des pourcentages plus élevés atteindre jusqu'à 100 % pour la foulque macroule et l'Echasse blanche.
- ✓ le sommeil : est l'activité principale de trois canards plongeurs, parmi lesquels l'Erismature à tête blanche.
- ✓ La nage : est l'activité principale de Canard colvert avec pourcentage de 90.9% et l'activité secondaire des autres canards et de Foulque macroule après l'alimentation .
- ✓ le vol : est l'activité majeure chez l'Echasse blanche avec un pourcentage de 68.67 % , observé aussi chez la Foulque macroule et la Tadorne de belon mais avec des proportions faible justifié dans les cas de perturbation et dérangement naturel ou anthropique.

CONCLUSION

PERSPECTIVES :

L'une des missions prioritaires d'un gestionnaire d'espace protégé est de bien connaître les espèces qui vivent sur son territoire et leur état de conservation. Il est ainsi capable de mesurer les évolutions et de conserver, voire restaurer les populations menacées pour se faire il faut:

- Identification, typologie et cartographie des habitats naturels;
- Entreprendre les inventaires de la faune et de la flore;
- Collecter des données en continu afin d'approfondir les connaissances sur la dynamique des espèces animales et leur statut biologique;
- Déterminer la valeur patrimoniale des habitats et des espèces pour définir des priorités d'action.

Au terme de cette étude, nous pouvons dire que beaucoup reste à faire en ce qui concerne l'écologie et la biologie des oiseaux d'eau dans les zones humides de la wilaya de Khenchela notamment le seul site naturel (Sabkhet el Mahmel).

Des études approfondies des phénomènes migratoires (sites fréquentés, espèces, effectifs, saisons et périodes de stationnement et durées,...) et sur les espèces nicheuses (espèces, effectifs, sites,...) sont très utiles pour la compréhension des mécanismes profonds de l'organisation et du fonctionnement écologique et biologique de ces zones humides.

Vue les potentialités écologiques, paysagère et d'habitat de la zone humide Sabkhet el Mahmel d'une part et les problèmes qu'ils menacent (pollution, pompage des eaux, chasse et braconnage, élevage, ... etc) d'autre part, et afin d'assurer une bonne stratégie de protection de ce site, nous nous proposons son classement en une réserve naturelle, conformément à l'article 10 de la loi 11- 02 du 17 février 2011 relative aux aires protégées dans le cadre du développement durable en tenant compte des critères 2,3 et 5 du groupe B de la convention de Ramsar relatives aux zones humides d'importance internationale.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Allouche. L, Dervieux. A, Lespinasse. P et Tamisier. A, (1989) - Sélection de l'habitat diurne par trois espèces d'oiseaux d'eau herbivores en Camargue (France). *Acta Oecologica*. Vol. 10 N°3: 197-212.
2. Allouche. L, Dervieux . A et Tamisier. A, (1990) - Distribution et habitat nocturnes comparées des Chipeaux et des Foulques en Camargue. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*. 45: 165-176.
3. Altmann . J, 1974 - Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 49: 227-267.
4. Bagnouls et Gaussen. H ,1957. Les climats biologiques et leurs classifications. *Ann. Géogr.* Bird Life International 2004. Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status – Bird Life Conservation Series No.12, Bird Life International, Cambridge.*Fr.* 355: 193-220.
5. Benazzouz, M-T, 1986. Recherche géomorphologique dans les hautes plaines de l'est algérien la Sebkha Tarf (Algérie). Thèse de doctorat 3ème cycle en géomorphologie. Université Paris 1, la Sorbonne. 262p.
6. Bendahmane. I, (2011) - Contribution à l'étude de la famille des Anatidés dans la zone humide de Dayet El Ferd (W. Tlemcen). Univ. Tlemcen. Mémoire de Master. 89 p +
7. Bencasi. E, Saheb. M, Nouidjem. Y, Bouzegag. A et Houhamdi. M, (2013) : Biodiversité de l'avifaune aquatique des zones humides sahariennes : cas de la dépression d'Oued Righ (Algérie),*Physio-Geo.* , 211-222. , Volume 7 /2013.Bologna. G, 1980. Les oiseaux du monde. Solar. 510p.
8. Bouakkaz. Amel, 2015.Ecologie du peuplement d'Ouled Amara (El-mahmel, wilaya Khenchela).Thèses doctorat. Université Badji Mokhtar-Annaba.96p
9. Boukhssaim. M, 2008 . Ecologie du tadorne dans les zones humides des hautes plaines de l'Est Algérien. Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba. 134p.
10. Boumezbeur. A, 1993.Ecologie et biologie de la reproduction de l'Erismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) et du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) sur le lac Tonga et le lac des oiseaux (Est algérien). (Mesures de protection et de gestion du lac Tonga).thèse Doctorat. Université des hautes études Montpellier.
11. Chalabi. B, 1990 . Contribution à l'étude de l'importance des zones humides algériennes pour la protection de l'avifaune : cas du lac Tonga (parc national d'El-Kala). Thèse de Magister, INA. 133p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

12. Cramp. S et Simmons. K.E.L, 1977. The birds of the western palearctic. Vol. I. Ostrich to
13. ducks. Oxford University press, Oxford.
14. Direction Générale des Forêts, 2002. Atlas des 26 zones humides algériennes d'importance internationale 26 sites inscrits sur la Liste Ramsar. Avec l'aide financière du WWF - International/Living. Waters Programme. 89p.
15. Elafri. A, 2017 .Inventaire et écologie du peuplement d'oiseau aquatique dans un site RAMSAR du Nord-est Algérien (lac Tonga, wilaya El-Taref). Thèse de Doctorat, Université Ferhat Abbas Sétif 1. 156p.
16. Heinzel, 1997. Guide des Oiseaux d'Europe d'Afrique .du Nord et du moyen –orient, 68.p
17. Hoffman. W, Bancroft. C.T et Sawicki. R.J, 1994. Foraging habitat of wading birds in the
18. Water Conservation Areas of the Everglades. In: Davis SM, Ogden JC (eds) Everglades:
19. The ecosystem and its restoration. *St. Lucie, Delray Beach*, 585-614
20. Houhamdi. M, Hafid. H, Seddik. S, Bouzegag. A, Nouidjem. Y, Maazi. M.C. et Saheb. M,
21. 2008. Hivernage des grus cendrées *Grus grus* dans le complexe des zones humides des
22. hautes plaines de l'est algérien. *Aves* 45(2) : 93-103.
23. Houhamdi. M, Maazi. M.C, Seddik. S, Bouaguel. L, Bougoudjil. S et Saheb. M, 2009. Statut et écologie de l'érisma à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) dans les hauts plateaux de l'est de l'Algérie. *Aves* 46(1): 129-148.
24. Isenmann. P et Moali. A, 2000. Les Oiseaux d'Algérie - Birds of Algeria. Société d'Etudes
25. Ornithologiques de France, Paris, 336p.
26. Isola. C.R, Colwell. M.A, Taft. O.W et Safran. R.J, 2002. Interspecific differences in habitat use of shorebirds and waterfowl foraging in managed wetlands of California's San Joaquin Valley. *Waterbirds* 25(2):196-203
27. IUCN (International Union for Conservation of Nature), 2012. Disponible a <http://www.iucnredlist.org> [accessed 18 may 2016].
28. KHABTANE. A, 2010.Contribution à l'étude du comportement écophysologique du genre *Tamarix* dans différents biotopes des zones arides de la région de Khenchela.
29. Kamburova. N et Michev. T, 2003. Breeding density and habitat of the Coot (*Fulica atra*) in the Srebarna Managed Reserve. *Acta Zoologica Bulgarica* 55 (1): 29-33.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

30. Ledant. J.P et Van Dijk. G, 1977. Situation des zones humides Algériennes et de leur avifaune. *Aves*, 14 (4) : 217-232.
31. Lefeuvre. J.C, 1999. Rapport scientifique sur les données à prendre en compte pour définir les modalités de l'application des dispositions légales et réglementaires de chasse aux oiseaux d'eau et oiseaux migrateurs en France. Texte imprimé, PARIS : Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, 204p.
32. Metallaoui. S et Houhamdi. M, 2010. Biodiversity and ecology of wintering waterfowl in
in
33. Garaet Hadj-Tahar (Skikda, North-East Algeria). *Hydroécol Appl* 17: 1-16.
34. Ramsar, (2011) - The Secretariat of the Convention on Wetlands (RAMSAR, Iran, 1971). Rue Mauverney, Gland. Suisse. Août 2011. 43p.
35. SAHEB. M, (2003) - Cartographie de la végétation des Sebkhass de Guellif et de Boucif (Oum el Bouaghi) et écologie de l'avifaune aquatique. Thèse magister. C.U. Larbi ben M'hidi, Oum el Bouaghi, 56p.
36. SAIFOUNI. A, 2009, État des lieux des zones humides et des oiseaux d'eau en Algérie, Thèse de Magister, Ecole Nationale Supérieure Agronomique (E.N.S.A.). El Harrach, Alger
37. Samraoui. B, Ouldjaoui. A, Boulekhssaim. M, Houhamdi. M, Saheb. M et Bechet. A, 2006. The first recorded reproduction of the greater flamingo. *Phoenicopterus roseus* in Algeria: behavioral and ecological aspects. *Ostrich*.77 (3 & 4): 153-159.
38. Tamisier. A et Dehorter. O, 1999. Fonctionnement et devenir d'un prestigieux quartier d'hiver, Camargue, Canards et Foulques.
39. Thomas. G, 1976 - Habitat usage of wintering ducks at de Ouse Waches England. *Wildfowl* 27: 148-152.
40. Triplet. P, 2012. Manuel d'étude et de gestion des oiseaux et de leurs habitats en zones côtières. Collection Paroles des Marais Atlantiques. Coéditée par Estuarium et le Forum des Marais Atlantiques, 779p.
41. Vieillard. S, 1981. Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahélo-soudanienne : tome 2. Paris : ORSTOM, (45), p. 827-839. (Initiations-Documentations Techniques ; 45).
42. Walmesley. J.G, 1986 - Wintering Shelduck *Tadorna tadorna* in the West Medetarean. Instituto nazionale di biologia della selvaggina Bologna Vol X: 339-354.
43. Zitouni. A, Tahar. A, Bouzlama. Z, Houhamdi. M, 2014. Premières données sur la structure et l'écologie des populations de la Foulque macroule *Fulica atra* (Rallidés) dans les zones humides de la région d'El-Kala (Nord-Est de l'Algérie). *Rev. Sci. Technol. Synthèse* 28: 25- 33.

ANNEXES

ANNEXE

Annexe 1 : Les zones humides Algériennes d'importance internationale

Sites	Date de désignation	Région	Superficie (ha)	Coordonnées
Aulnaie de Aï khiair	04/06/03	El Tarf	180	36°40'N 008°20'E
Chott Aïn El Beïda	12/12/04	Ouargla	6 853	31°58'N 005°22'E
Chott de Zehrez Chergui	04/06/03	Djelfa	50 985	35°15'N 003°30'E
Chott de Zehrez Gharbi	04/06/03	Djelfa	52 200	34°58'N 002°44'E
Chott Ech Chergui	02/02/01	Saïda	855 500	34°27'N 000°50'E
Chott El Beïdha- Hammam Essoukhna	12/12/04	Sétif-Batna	12 223	35°55'N 005°45'E
Chott El Hodna	02/02/01	M'sila-Batna	362 000	35°18'N 004°40'E
Chott Melghir	04/06/03	El-Oued-Biskra-Khenchela	551 500	34°15'N 006°19'E
Chott Merrouane et Oued Khrouf	02/02/01	El Oued	337 700	33°55'N 006°10'E
Chott Oum El Raneb	12/12/04	Ouargla	7 155	32°02'N 005°22'E
Chott Sidi Slimane	12/12/04	Ouargla	616	33°17'N 003°45'E
Chott Tinsilt	12/12/04	Oum El Bouaghi	2 154	35°53'N 006°29'E
Complexe de zone humide de la plaine de Guerbes Sanhadja	02/02/01	Skikda-El Tarf	42 100	36°53'N 007°16'E
Dayet El Ferd	12/12/04	Tlemcen	3323	34°28'N 001°15'W
Garaet Annk Djemel et El Merhsel	12/12/04	Oum El Bouaghi	18 140	35°47'N 006°51'E
Garaet El Taref	12/12/04	Oum El Bouaghi	33 460	35°41'N 007°08'E
Garaet Guellif	12/12/04	Oum El Bouaghi	24 000	35°47'N 006°59'E
Garaet Timerganine	18/12/09	Oum El Bouaghi	1 460	35°40'N 006°58'E
Grotte karstique de Ghar Boumaâza	04/06/03	Tlemcen	20 000	34°42'N 001°18'E
Gueltates Afilal	04/06/03	Tamanrasset	20 900	23°09'N 005°46'E
Ile de Rachgoun	05/06/11	Wilaya de Aïn Temouchent	66	35°19'N 001°28'W
La réserve naturelle du lac des oiseaux	22/03/99	El Kala	120	36°42'N 008°07'E
La vallée d'Iherir	02/02/01	Illizi	6 500	25°24'N 008°25'E
Lac de Fetzara	04/06/03	Annaba	20 680	36°47'N 007°32'E
Lac de Télamine	12/12/04	Oran	2 399	35°43'N 000°23'E
Lac du barrage de Boughzoul	05/06/11	Commune de Boughzoul	9 058	35°44'N 002°47'E

ANNEXE

Le cirque de Aïn Ouarka	04/06/03	Naâma	2 350	32°44'N 000°10'E
Les gueltates d'Issakarassene	02/02/01	Tamanrasset	35 100	22°25'N 005°45'E
Les salines d'Arzew	12/12/04	Oran-Mascara	5 778	35°40'N 000°81'E
Marais de Bourdim	18/12/09	El Tarf	11	36°48'N 008°15'E
Marais de la Macta	02/02/01	Mascara-Mostaganem-Oran	44 500	35°41'N 000°10'W
Marais de la Mekhada	04/06/03	El Tarf	8 900	36°48'N 008°00'E
Oasis de Moghrar et de Tiout	04/06/03	Naâma	195 500	32°53'N 000°40'E
Oasis de Ouled Saïd	02/02/01	Adrar	25 400	29°24'N 000°18'E
Oasis de Tamantit et Sid Ahmed Timmi	02/02/01	Adrar	95 700	27°45'N 000°15'E
Oglat Ed Daïra	12/12/04	Naâma	23 430	33°18'N 001°48'W
Oum Lâagareb	05/06/11	Wilaya El Tarf	729	36°49'N 008°13'E
Réserve intégrale du lac Mellah	12/12/04	El Tarf	2 257	36°53'N 008°20'E
Réserve intégrale du lac Oubeïra	04/11/83	El Tarf	3 160	36°50'N 008°23'E
Réserve intégrale du lac Tonga	04/11/83	El Tarf	2 700	36°53'N 008°31'E
Réserve naturelle du lac de Béni Belaïd	04/06/03	Jijel	600	36°53'N 006°05'E
Réserve naturelle du lac de Réghaïa	04/06/03	Alger	842	36°46'N 003°20'E
Sebkha d'Oran	02/02/01	Oran	56 870	35°22'N 000°48'W
Sebkhet Bazer	12/12/04	Sétif	4 379	36°05'N 005°41'E
Sebkhet El Hamiett	12/12/04	Sétif	2 509	35°55'N 005°33'E
Sebkhet El Melah	12/12/04	Ghardaïa	18 947	30°25'N 002°55'E
Site classé sebkhet Ezzmoul	18/12/09	Oum El Bouaghi	6 765	35°53'N 006°30'E
Site RAMSAR du lac Boulhilet	18/12/09	Oum El Bouaghi	856	35°45'N 006°48'E
Tourbière du lac Noir	04/06/03	El Tarf	5	36°53'N 008°12'E
Vallée de l'oued Soummam	18/12/09	kabylie	12 453	36°42'N 005°00'E

Source : (RAMSAR, 2011)

ANNEXE

Annexe 2 : Les zones humides de la Wilaya de Khenchela

Wilaya	Commune	Nom de la zone humide	Coo_y (Longitude)	Coo_x (Latitude)	Permanence ZH	Etage bioclimatique	Classement Ramsar	Catégorie AP	Nature ZH	Type du ZH selon le contexte algérien	Plan de gestion	Etat de conservation	Menace	Biodiversité		Association/Société civile	Superficie	Cartographie existante	Régime foncier
														Faune	Flore				
KHENCH ELA	KAIS	Barrage de Foum El Gueiss	6° 93' 83,94" E	35° 46' 85,51 N	Temporaire	Semi-Aride	Non Classé	Sans catégorie	Artificielle	Barrage	PGES MO	Optimale	Envasement -Ag -E	Canard-héron cendré- Busard	Pin d'Alep	NE	95,5	Néant	Domani al
	EL- MAHME L	SBIKHA EL-MAHMEL(Ouled m'barek, Ouled Amara,Ouled Boughdir)	7°26' 77,18" E	35° 34' 84,19" N	Temporaire	Semi-Aride	Non Classé	Sans catégorie	Naturelle	Sebkha	PGEC	Optimale	Pollution - REU	Flamant rose- Canard colvert- Tadorne	Salicorne et jonc	NE	82,8	Néant	Domani al
			7°29' 67,31" E	35° 37' 24,67" N													17		
			7°33'54,9 5" E	35° 39' 32,12" N													386		
TAMZA	Barrage de Babar	7°03' 37,04" E	35° 9' 57,002" N	Permanent	Semi-Aride	Non Classé	Sans catégorie	Artificielle	Barrage	PGES MO	Optimale	Pollution - Ag -E- - REU	Grebe castagneux- Grand cormoran- aigrette- Foulque	Pin d'Alep- Laurier rose- Armoise blanche- Alfa	NE	376	Néant	Domani al	

ANNEXE

	Retenue Hitir	6°59'43,5 2" E	35°26'53, 43" N	Permanen t	Semi- Aride	Non Classé	Sans catégor ie	Artifici elle	Etang RC	A	Médiocre	Sècheresse -Ag -		Pin d'Alep- Chêne vert	NE	1,65	Néant	Domani al
	Retenue de Ziriz	6° 94' 73,33" E	35° 23' 71,00" N	Temporai re	Semi- Aride	Non Classé	Sans catégor ie	Artifici elle	CED	A	Médiocre	Sècheresse prolongée - Désertifica tion	Canard	Alfa- Armoise Champêt re- Laurier rose	NE	2	Néant	Domani al
CHELIA	Retenue Touaguet	6°81' 42,77" E	35° 36' 76,53" N	Temporai re	Semi- Aride	Non Classé	Sans catégor ie	Artifici elle	Etang RC	A	Médiocre	Sècheresse -Ag -		Pin d'Alep- Chêne vert	NE	3,83	Néant	Domani al
	Retenue Amazroub	6°83'79,6 8" E	35° 48'21,81" N	Temporai re	Semi- Aride	Non Classé	Sans catégor ie	Artifici elle	Etang RC	A	Médiocre	Sècheresse -Ag -		Pin d'Alep- Chêne vert	NE	2,25	Néant	Domani al
M'SARA	Retenue Merkadh	6°59'79,1 2" E	35°24'81, 11" N	Permanen t	Semi- Aride	Non Classé	Sans catégor ie	Artifici elle	Etang RC	A	Médiocre	Sècheresse -Ag -		Pin d'Alep- Chêne vert	NE	2,86	Néant	Domani al
YABOU S	Barrage de Tagharist	6°64'7253	35°39'081 8	Permanen t	Semi- Aride	Non Classé	Sans catégor ie	Artifici elle	Barrag e	PGES MO	Optimale		Canard Colvert - Grèbe Castagne ux - Foulque Macroul e - Fuligule Morillon -Fuligule Milouin -Fuligule	Pin d'Alep- Chêne vert- Frêne	NE	20	Néant	Domani al

ANNEXE

														Nyroca					
KHEIRA NE	Retenue Ouanghal	7°06'28,0 4" E	35°06'43, 16" N	Permanen t	Semi- Aride	Non Classé	Sans catégor ie	Artifici elle	Etang RC	A	Médiocre	Sècheresse -Ag -			NE	10,15	Néant	Domani al	

Source : (C F K, 2019)

Annexe 3 : Photos prise de terrain par Boumaaza.N, 2020.



Photo de Canard colvert Sabkhet El Mahmel, Boumaaza.2020



Photo de Canard souchet Sabkhet El Mahmel, Boumaaza.2020

ANNEXE



Photo de Tadorne casarca Sabkhet El Mahmel (prise par Boumaaza le 25-06-2020).



Photo de L'Erismature à tête blanche Sabkhet El Mahmel (prise par ABDERREZAG F le 12-06-2021).

ANNEXE



Photo de l' Echasse blanche Sabkhet El Mahmel(prise par ABDERREZAG F -2021).

ANNEXE

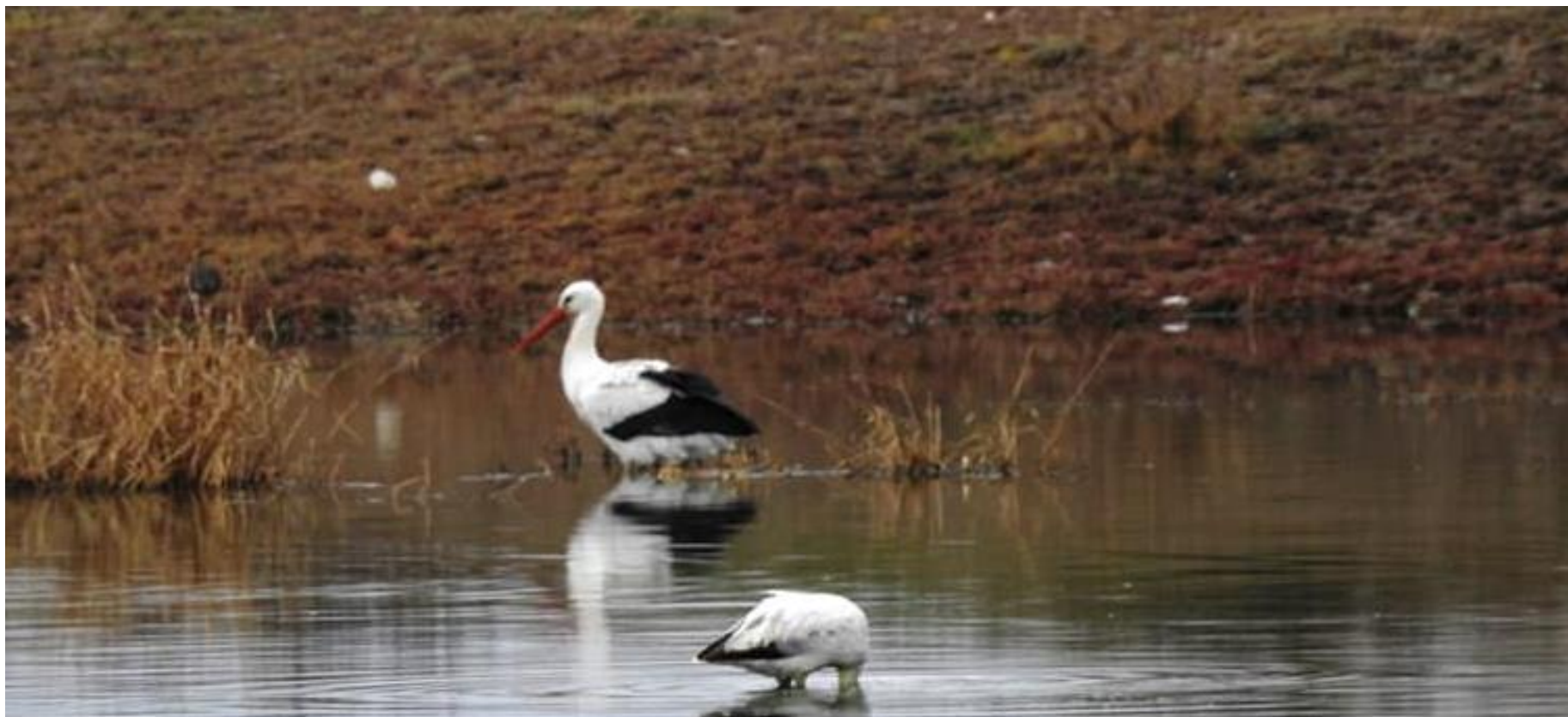


Photo de Cigogne blanche Sabkhet El Mahmel(prise par Boumaaza le 09-04-2020).

ANNEXE



Photo de Flamant rose Sabkhet El Mahmel(prise par ABDERREZAG F le 02-02-2021).

Résumé

Le suivi phénologique de l'avifaune aquatique de la Sebkha d'el mahmel (wilaya de Khenchela) durant la période étalant du Février à juillet 2021, nous a révélé une richesse spécifique de 19 espèces appartenant à 8 familles avec 5114 individus où les Anatidés sont les mieux représentés avec 09 espèces et les espèces les plus abondantes sont la Foulque macroule, le Flamant rose. Ces oiseaux d'eau sont structurés en hivernants, nicheurs, visiteurs de passage,

Les indices écologiques (richesse spécifique, indice de diversité de Shannon et indice d'équitabilité) sont élevés pendant la période de reproduction, montrant que cette zone humide joue aussi un rôle important pour l'avifaune nicheuse et estivante dont la majorité sont des nicheurs réguliers dans la sebkha. La variation de l'équitabilité au cours de notre étude (0.599-0.933) indique que la communauté avienne expose un équilibre à certain niveau qui coïncide particulièrement le timing d'arrivée des hivernants et des passages pré-nuptiaux au niveau de site. L'analyse des budgets temps de 5 espèces d'oiseaux montrent que tous les oiseaux ont passés la plupart de leurs temps de la journée dans quatre activités majeures : l'alimentation, le sommeil, La nage, le vol,

Mots clés : l'avifaune aquatique, hivernant, nicheur, visiteur de passage, reproduction, phénologie, abondance, zone humide, Sebkha, indice écologique.

ملخص

إن رصد وتتبع الطيور المائية في سبخة المحمل -ولاية خنشلة - خلال الفترة الممتدة من شهر فيفري 2021 إلى شهر جويلية 2021 ، قد أظهرت لنا ثروة نوعية بـ 19 نوع من الطيور المائية تنتمي إلى 9 عائلات تضم 5114 فرد تشكل البطيات العائلة الأكثر تمثيلا وتواجدا بـ 09 أنواع ، الأنواع الأكثر وفرة هي : طائر الغرة السوداء و النحام الوردي. هذه الطيور تتوزع كما يلي : مشتية، معششة، زوار عابرين .

المؤشرات الحيوية (الثراء النوعي، مؤشر تنوع شانون ،مؤشر الإنصاف) مرتفعة خلال فترة التزاوج مما يؤكد أن هذه المنطقة الرطبة تلعب دورا هاما بالنسبة للطيور المعششة والمصيفة والتي معظمها عبارة عن طيور معششة منتظمة في السبخة. الفروقات المسجلة في مؤشر التوازن خلال فترة الدراسة (0.599-0.933) تبين أن مجموعة الطيور المائية تظهر توازن لحد ما والذي يتزامن بشكل خاص في مع توقيت وصول الشتاء وممرات ما قبل التزاوج في الموقع ، أظهرت التحاليل التي أجريناها لخمسة أنواع من الطيور فيما يخص تغير النشاطات النهارية أن معظم الأنواع تقضي وقتها النهاري في أربعة أنشطة رئيسية هي : التغذية، النوم، السباحة والتحليق.

الكلمات المفتاحية: الطيور المائية، مشتية، مقيم ، زائر عابر، تكاثر، فينولوجية، الوفرة، المنطقة الرطبة، سبخة، مؤشر بيئي.

Summary

The phenological monitoring of the aquatic avifauna of the Sebkha of el mahmel (wilaya of Khenchela) during the period from February to July 2021 revealed to us a specific richness of 19 species belonging to 8 families with 5114 individuals where the Anatidae are the best represented with 09 species and the most abundant species are the Eurasian coot, the flamingo. These waterbirds are structured into winterers, nesters, passing visitors,

Ecological indices (specific richness, Shannon diversity index and fairness index) are high during the breeding season, showing that this wetland also plays an important role for nesting and summer birds, the majority of which are regular breeders. in the sebkha. The variation in fairness over the course of our study (0.599-0.933) indicates that the avian community exhibits a certain level of equilibrium which particularly coincides with the timing of the arrival of winterers and pre-nuptial passages at the site. Analysis of the time budgets of 5 bird species shows that all birds spent most of their time of the day in four major activities: feeding, sleeping, swimming, flying,

Key words: aquatic avifauna, wintering, breeder, passing visitor, reproduction, phenology, abundance, wetland, Sebkha, ecological index.