

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur
et de la recherche scientifique
Université Chadli Bendjedid
El Tarf



جامعة الشاذلي بن جديد
UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشاذلي بن جديد
الطارف

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Agronomiques

كلية علوم الطبيعة والحياة
فلاحة



THESE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
DE DOCTORAT EN SCIENCES

THÈME

**STATUT ET ECOLOGIE DES PEUPELEMENTS DE
LARO-LIMICOLES DANS LA NUMIDIE
(NORD-EST ALGERIEN)**

Soutenue le : 29/01/2025

Présentée Par : Mr NEBBACHE Madjid

Devant le jury composé de :

Pr ROUAG Rachid	Président	Univ. Chadli Bendjedid- El Tarf
Pr LAZLI Amel	Direct. thèse	Univ. Chadli Bendjedid- El Tarf
Pr BOUCHEKER Abdennour	Co-direct. thèse	Univ. Badji Mokhtar- Annaba
Dr BOULAHBEL Raouf	Examineur	Univ. Chadli Bendjedid- El Tarf
Pr HOUHAMDI Moussa	Examineur	Université 8 mai 1945- Guelma
Pr BARA Mouslim	Examineur	Université 8 mai 1945- Guelma

≈ Année universitaire 2024 – 2025 ≈

DÉDICACES



Je dédie ce travail :

À la mémoire de mes très Chers Parents

À ma femme et mes enfants Yanis, Yara et Miral

À mes frères : Omar, Farouk, Houari, Abd-Kader,

Amel et Rahima

À mes neveux; Abd-Samad, Mohammed Iyed, Mouad, Aridj,

Djinen, et Maryem

À toute la famille NEBBACHE et à tous mes amis.

À toute l'équipe du Parc National d'El-Kala.

Madjid

REMERCIEMENTS



Tout d'abord, je remercie Dieu le tout-puissant de m'avoir donné la force, la volonté, et le courage afin d'accomplir ce modeste travail

Le grand remerciement à ma Directrice de thèse *Pr LAZLI Amel* pour ses précieux conseils et son aide durant toute la période de mon travail

Mes vifs remerciements à mon Co-Encadreur *Pr BOUCHEKER Abdennour* pour son appui et son assistance durant le travail de terrain

Toute ma gratitude et respect aux membres du jury de soutenance, *Pr ROUAG Rachid*, *Dr BOULAHBEL Raouf*, *Pr HOUHAMDI Moussa* et *Pr BARA Mouslim* ; d'avoir accepté d'évaluer ce modeste travail

Je tiens également à exprimer mes sincères remerciements à tous les enseignants que j'ai eu tout au long de parcours, qui par leurs compétences et expériences m'ont soutenu dans la poursuite de mes études.

A ma famille et mes amis qui par leurs prières et leurs encouragements, j'ai pu surmonter tous les obstacles

Finalement, je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont participées de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Madjid



Résumés

Résumé

Réputée pour sa richesse en zones humides de renommée, l'Algérie abrite de nombreux quartiers d'hiver et de nidification pour de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau qui sont considérés actuellement comme des excellents bio-indicateurs de la bonne santé des écosystèmes aquatiques. Parmi cette avifaune, le groupe des Laro-limicoles qui trouve dans la partie Est du pays les conditions de vie favorables tout au long de son cycle annuel.

L'objectif de notre thèse a été d'identifier les espèces de Laro-limicoles présentes sur trois sites Ramsar du Parc National d'El Kala : les Lacs Tonga et Oubeira et la lagune d'El Mellah, de déterminer leurs statuts phénologiques (sédentaires, hivernants, migrateurs ou de passage) et de fournir des informations sur leur écologie. Un volet traité, a été l'étude de la biologie de reproduction de l'une des espèces les plus abondantes de ce groupe, à savoir la Guifette moustac « *Chlidonias hybrida* » au Lac Tonga.

Les résultats obtenus au cours de la présente étude indiquent le recensement de 22 espèces appartenant à 5 familles au Lac Tonga, 25 espèces réparties entre 6 familles au Lac Oubeira et 25 espèces appartenant à 6 familles dans la lagune d'El Mellah. La famille la plus représentée a été les Scolopacidae pour les 3 zones humides étudiées. Différents statuts phénologiques des espèces inventoriées ont été enregistrés : hivernants, résidents, migrateurs reproducteurs, hivernants reproducteurs. Cependant, les hivernants ont été les plus représentatifs au niveau des 3 sites étudiés, suivis des résidents. Concernant la chronologie d'hivernage des espèces dans les 3 sites, il apparaît que ces oiseaux commencent à arriver dès septembre et leurs effectifs ne cessent d'augmenter jusqu'à arriver à des valeurs maximales au mois de janvier. Ainsi, les espèces les plus abondantes ont été globalement : la Guifette moustac, le Vanneau huppé, la Mouette rieuse, l'Avocette élégante, l'Echasse blanche, le Chevalier aboyeur, la Bécassine des marais et le Goéland leucophaea. La distribution spatio-temporelle des Laro-limicoles inventoriés a montré que l'occupation des sites étudiés, dépendait principalement de la biologie et de l'écologie des espèces inventoriées, mais aussi de la disponibilité de la nourriture et la quiétude.

L'étude de la biologie de reproduction de la Guifette moustac au Lac Tonga, a permis la découverte 107 nids, trouvés sur les tapis flottant de Nénuphar blanc et principalement composés de Rubanier et de quelques feuilles et tiges de Scirpes et de Phragmites. Leur diamètre externe a varié entre 11 et 23 cm entre 2016 et 2017 et le diamètre interne moyen a été de 9,42 cm. La profondeur des nids a varié entre 1,7 et 5,7 cm entre les deux années d'étude. La profondeur de l'eau à l'emplacement des nids a oscillé entre 62 et 105 cm entre 2016 et 2017. Un total de 319 œufs a été trouvé entre les deux saisons de nidification. Leur longueur a varié entre 3,6 et 3,9 cm et leur largeur entre 2,5 et 2,8 cm. Leur poids moyen a été de $14,54 \pm 0,89$ g. La taille de ponte moyenne a été d'environ $3,4 \pm 1,00$ (N= 97 nids). Le succès à l'éclosion a été de 67% en 2016 et 75% en 2017 et le succès de reproduction a été de 83% au cours des 2 années d'étude.

Cette étude a permis d'acquérir des données intéressantes et originales sur un groupe d'oiseaux, les Laro-limicoles, qui sont peu étudiés en Algérie et sur une espèce, la Guifette moustac, dont le seul site de nidification en Afrique du Nord, est le Lac Tonga. Les informations recueillies au cours de ce travail permettront de mettre en place des stratégies de conservation et de gestion adéquate des habitats favorables à ces oiseaux.

Mots clés : Laro-limicoles, Numidie, inventaire, effectifs, distribution spatio-temporelle, Guifette moustac, reproduction.

Abstract

Renowned for its many famous wetlands, Algeria is home to many wintering and nesting quarters for numerous waterbird species, which are currently considered to be excellent bioindicators of the good health of aquatic ecosystems. Among these avifauna is the Laro-limicolae group, which finds favourable living conditions throughout its annual cycle in the eastern part of the country.

The aim of our thesis was to identify the Laro-limicolae species present at three Ramsar sites in the El Kala National Park: Lakes Tonga and Oubeira and the El Mellah lagoon, to determine their phenological status (sedentary, wintering, migratory or passing through) and to provide information on their ecology. The study of breeding biology of one of the most abundant species in this group, the Whiskered Tern "*Chlidonias hybrida*" in Lake Tonga, was also part of the research.

The results obtained during the present study indicate the census of 22 species belonging to 5 families in Lake Tonga, 25 species divided between 6 families in Lake Oubeira and 25 species belonging to 6 families in the El Mellah lagoon. The most represented family was Scolopacidae for the 3 wetlands studied. Different phenological statuses of inventoried species were recorded: winterers, residents, breeding migrants, breeding winterers. However, winterers were the most representative at the 3 sites studied, followed by residents. As for the wintering chronology of the species, it appears that these birds start arriving as early as September and their numbers continue to increase until reaching maximum values in January. The most abundant species overall were: the Whiskered Tern, Northern Lapwing, Black-headed Gull, Pied Avocet, Black-winged Stilt, Common Greenshank, Common Snipe and Yellow-legged Gull. The spatio-temporal distribution of the Laro-limicoles inventoried showed that the studied sites occupation depended mainly on the biology and ecology of inventoried species, but also on availability of food and quietude.

The study of the Whiskered Tern breeding biology at Lake Tonga enabled to discovery 107 nests, found on floating carpets of white water lily and mainly composed of Bur-reed and a few leaves and stems of Bulrush and Common reed. Their external diameter varied between 11 and 23 cm between 2016 and 2017 and the average internal diameter was 9.42 cm. The depth of the nests varied between 1.7 and 5.7 cm between the two survey years. Water depth at nest locations varied between 62 and 105 cm in both 2016 and 2017. A total of 319 eggs were found during the two nesting seasons. Their length varied between 3.6 and 3.9 cm and their width between 2.5 and 2.8 cm. Their average weight was 14.54 ± 0.89 g. The average clutch size was approximately 3.4 ± 1.00 (N= 97 nests). Hatching success was 67% in 2016 and 75% in 2017 and reproductive success was 83% over the 2 years of the study.

This study has enabled us to acquire interesting and original data on a group of bird species, the Laro-limicoles, which are little studied in Algeria, and on one species, the Whiskered Tern, whose only nesting site in North Africa is Lake Tonga. The information gathered in the study will provide the basis for conservation strategies and appropriate management of habitats favourable to these birds.

Key words: Laro-limicolae, Numidia, inventory, numbers, spatio-temporal distribution, Whiskered Tern, breeding.

العديد من مناطق أنواع الطيور المائية الشتاء والتعشيش التي تُعتبر حاليًا مؤشرات حيوية ممتازة صحة النظم البيئية المائية. من بين هذه الطيور، مجموعة Larolimicolae التي تجد في الجزء الشرقي من البلاد الظروف المعيشية الملائمة طوال دورتها السنوية. كان هدف أطروحتنا هو تحديد أنواع الطيور المائية الموجودة في ثلاثة مواقع رامسار في الحظيرة الوطنية : بحيرات أوبير ، وتحديد أوضاعها الفينولوجية وتقديم معلومات عن بيئتها. دراسة بيولوجيا التكاثر لأحد الأنواع الأكثر رة في هذه المجموعة، وهو خطاف المستنقعات أبيض الخدين «*Chlidonias hybrida*» في بحيرة .

خلال هذه الدراسة إحصاء 22 5 عائلات في بحيرة 25 نوعًا موزعة بي 6 عائلات في بحيرة أوبيرة و25 Scolopacidae في المناطق الرطبة الثلاث التي تم دراستها. تم تسجيل حالات فينولوجية مختلفة : الشتوية، المقيمة، المهاجرة المتكاثرة، الشتوية . الأصناف المشتية ه الأكثر تمثيلًا في المواقع الثلاثة المدروسة، تليهم المقيمون. فيما يتعلق بتسلسل هجرة الطيور في المواقع الثلاثة، يبدو أن هذه الطيور تبدأ في الوصول منذ سبتمبر ولا تتوقف أعدادها عن الزيادة حتى تصل إلى أقصى قيمها في شهر يناير. وهكذا، كانت الأنواع الأكثر وفرة بشكل عام: القمة، النورس الضاحك، الأفوكتة الأنيفة، الشاحذ الأبيض، الفارس الصارخ، البقع المستنقعية، والنورس الأبيض. أظهرت التوزيعات الزمانية والمكانية للطيور الساحلية التي تم جردها أن احتلال المواقع المدروسة يعتمد بشكل رئيسي على بيولوجيا وإيكولوجيا الأنواع التي تم جردها، ولكن أيضًا على توفر الغذاء والهدوء .

دراسة بيولوجيا ت خطاف المستنقعات أبيض الخدين «*Chlidonias hybrida*» في بحيرة 107 أعشاش، وجدت على السجاد العائم من زنبق الماء الأبيض وتتكون أساسًا من حشائش النيل وبعض أوراق وسيقان القصب والبردي. تراوح قطرها الخارجي بين 11 23 سم بين عامي 2016 2017 وكان متوسط قطرها الداخلي 9.42 . الأعشاش بين 1.7 5.7 سم بين عمق المياه في موقع الأعشاش بين 62 105 سم بين عامي 2016 2017 . 319 بيضة بين موسمي التعشيش. لها بين 3.6 3.9 سم وعرضها بين 2.5 2.8 . كان متوسط وزنها 0.89 ± 14.54 . كان متوسط حجم البيض حوالي 1.00 ± 3.4 .

%67	2016	%75	2017	%83
-----	------	-----	------	-----

هذه بيانات أصلية ومثيرة للاهتمام الطيور، Larolimicolae دراستها قليلاً أبيض الخدين جمعها هذا له ذه الطي .

الكلمات المفتاحية: Numidie Larolimicolae داد، التوزيع خطاف المستنقعات أبيض الخدين

LISTE DES FIGURES

N°	Intitulés	Pages
01	Vue satellitaire des sites d'étude dans le Nord-est algérien (www.googleearth.com modifié)	4
02	Localisation du Lac Tonga dans le complexe des zones humides d'El-Kala (Anonyme, 2011)	5
03	Réseau hydrographique du bassin du lac Tonga (Mecif, 2022)	9
04	Carte simplifiée des zones bioclimatiques de l'Est algérien (Cote, 1998 <i>in</i> Guerfi, 2019).	10
05	Etage bioclimatique de la région d'étude selon le climagramme d'Emberger (Période : 1988-2018)	15
06	Diagramme pluviométrique de la région d'étude pour la période (1988-2018)	16
07	Principales formations végétales du Lac Tonga (Anonyme, 2011)	18
08	Localisation du Lac Oubeira dans le complexe de zones humides d'El-Kala (Anonyme, 2011)	22
09	Principales formations végétales du Lac Oubeira (Anonyme, 2011)	26
10	Localisation du Lac Mellah dans le complexe de zones humides d'El-Kala (Anonyme, 2011)	29
11	Principales formations végétales du Lac Mellah (Anonyme, 2011)	36
12	Localisation des points d'observation (flèches blanches) pour le suivi de la distribution du peuplement de Laro-limicoles au lac Tonga	56
13	Localisation des points d'observation (flèches blanches) pour le suivi de la distribution du peuplement de Laro-limicoles au lac Oubeira	57
14	Localisation des points d'observation (flèches blanches) destinés au suivi de la distribution du peuplement de Laro-limicoles à la lagune d'El-Mellah	58
15	Composition du peuplement de Laro-limicoles hivernant au Lac Tonga (2014- 2016)	61
16	Statuts Phénologiques des Laro-limicoles recensés au niveau du Lac Tonga	64
17	Statuts de protection des Laro-limicoles recensés au niveau du Lac Tonga	64
18	Composition du peuplement de Laro-limicoles au Lac Oubeira (2014-2016)	65
19	Statuts Phénologiques des Laro-limicoles recensés au niveau du Lac Oubeira	68
20	Statuts de protection des Laro-limicoles recensés au niveau du Lac Oubeira	69
21	Composition du peuplement de Laro-limicoles recensés à la Lagune d'El- Mellah (2014-2016)	69
22	Statuts Phénologiques des Laro-limicoles recensés au niveau de la Lagune d'El-Mellah	72
23	Statuts de protection des Laro-limicoles recensés au niveau de la Lagune d'El- Mellah	73
24	Effectifs moyens annuels des espèces de Laro-limicoles recensées au niveau du Lac Tonga au cours des deux années d'étude	75
25	Effectifs moyens annuels des espèces de Laro-limicoles recensées au niveau du Lac Oubeira au cours des deux années d'étude	76
26	Effectifs moyens annuels des espèces de Laro-limicoles recensées au niveau de la Lagune d'El-Mellah au cours des deux années d'étude	77

27	Evolution mensuelle des effectifs moyens des espèces de Larolimicoles inventoriés au Lac Tonga durant la période d'étude (2014-2016)	79
28	Evolution mensuelle des effectifs moyens des espèces de Larolimicoles inventoriés au Lac Oubeira durant la période d'étude (2014-2016)	80
29	Evolution mensuelle des effectifs moyens des espèces de Larolimicoles inventoriés à la lagune d'El Mellah durant la période d'étude (2014-2016)	81
30	Variation mensuelle des abondances des familles du peuplement de Larolimicoles aux Lacs Tonga et Oubeira et à la lagune d'El-Mellah durant la période d'étude (2014-2015 et 2015-2016)	84
31	Variation saisonnière de la richesse spécifique du Peuplement de Larolimicoles aux Lacs Tonga et Oubeira et à la lagune d'El-Mellah durant la période d'étude	85
32	Variation mensuelle des abondances et de la richesse spécifique du peuplement de Larolimicoles aux Lacs Tonga et Oubeira et à la lagune d'El-Mellah durant la période d'étude	86
33	Variations annuelles des valeurs moyennes des indices de diversité de Shannon et d'Equitabilité au niveau des 3 sites considérés durant les deux années d'étude	87
34	Variations mensuelles des moyennes des indices de diversité de Shannon et d'Equitabilité au niveau des 3 sites considérés.	88
35	Analyse factorielle de correspondance des familles de Laro-limicolae observées au Lac Tonga, Lac Oubeira et de la Lagune d'El Mellah durant les périodes d'étude (2014-2015 et 2015-2016) : Aut, automne ; Win, hiver ; Spr, printemps ; Sum, été ; 1, 2014-2015 ; 2, 2015-2016.	89
36	Distribution des Laridés au niveau du Lac Tonga durant la période d'étude	94
37	Distribution des Limicoles au niveau du Lac Tonga durant la période d'étude	96
38	Distribution des Laridés au niveau du Lac Oubeira durant la période d'étude	98
39	Distribution des Limicoles au niveau du Lac Oubeira durant la période d'étude	100
40	Distribution des Laridés au niveau de la lagune d'El Mellah durant la période d'étude	102
41	Distribution des Limicoles au niveau de la lagune d'El Mellah durant la période d'étude	104
42	Carte de répartition de la Guifette moustac dans le monde (Source : UICN, 2024)	113
43	Classement de l'espèce selon les catégories de la liste rouge de l'UICN	114
44	Evolution des effectifs hebdomadaires de la Guifette moustac au Lac Tonga durant les 2 saisons de reproduction étudiées.	119
45	Variation du nombre de nids de la Guifette moustac au Lac Tonga entre les deux saisons de reproduction considérées	119
46	Localisation des nids de la Guifette moustac dans le Lac Tonga	121
47	Chronologie hebdomadaire de la découverte des nids de Guifette moustac au Lac Tonga durant les deux saisons de nidification	121
48	Boxplot des diamètres internes des nids de Guifettes moustac au Lac Tonga durant les deux années d'étude	122
49	Boxplot de la profondeur de l'eau à l'emplacement des nids de Guifettes moustac au Lac Tonga durant les deux années d'étude	123
50	Boxplot de la distance du nid le plus proche de Guifettes moustac au Lac Tonga durant les deux années d'étude	124

51	Corrélation entre les diamètres externes et internes des nids de Guifettes moustac au Lac Tonga durant les deux années d'étude	125
52	Corrélation entre la profondeur et le diamètre interne des nids de Guifettes moustac au Lac Tonga durant les deux années d'étude	125
53	Chronologie hebdomadaire des pontes de Guifette moustac au Lac Tonga	128
54	Variation de la taille de ponte de la Guifette moustac au Lac Tonga au cours des deux saisons de reproduction	129
55	Chronologie hebdomadaire des éclosions de la Guifette moustac au Lac Tonga durant les deux années d'étude	132
56	Pertes d'œufs de Guifette moustac constatées lors des 2 années d'étude au Lac Tonga	132
57	Pertes détaillées d'œufs enregistrées durant les deux années d'étude.	133

LISTE DES TABLEAUX

N°	Intitulés	Pages
01	Températures moyennes mensuelles pour la période (1988 – 2018) (Station météorologique du Lac des oiseaux)	11
02	Précipitations moyennes mensuelles pour la période 1988-2018 (Station météorologique du Lac des oiseaux)	12
03	Hygrométrie mensuelle de la période 1988-2018 (Station météorologique du lac des oiseaux)	12
04	Valeurs du quotient pluviométrique d'Emberger de la région d'étude (période 1988-2018) (Station météorologique du Lac des Oiseaux).	14
05	Composition du peuplement de Laro-limicoles au Lac Tonga	62
06	Statuts phénologiques des espèces de Laro-limicoles rencontrées au Lac Tonga	63
07	Composition du peuplement de Laro-limicoles au Lac Oubeira	66
08	Statuts Phénologiques des espèces de Laro-limicoles rencontrées au Lac Oubeira	67
09	Composition du peuplement de Laro-limicoles à la Lagune d'El-Mellah	70
10	Statuts phénologiques des espèces de Laro-limicoles rencontrées au Lagune El Mellah.	71
11	Les espèces de Laro-limicoles fréquentant les trois sites d'étude durant les deux années (2014-2015 ; 2015-2016)	83
12	Caractéristiques des nids et des œufs de Guifette moustac au niveau du Lac Tonga pour 2016 et 2017	127
13	Estimations des dates de ponte, période de ponte, dates d'incubation et d'éclosion de la Guifette moustac au Lac Tonga	128
14	Taille de ponte de la Guifette moustac au Lac Tonga durant les deux saisons de reproduction étudiées	129

LISTE DES PHOTOS

N°	Intitulés	Pages
01	Vue du Lac Tonga (Nebbache M., 2016)	6
02	Quelques espèces faunistiques observées au Lac Tonga (Anonyme, 2011)	20
03	Vue générale sur le Lac Oubeira (Nebbache M., 2016)	23
04	Quelques espèces floristiques observées au Lac Oubeira (Anonyme, 2011)	25
05	Quelques espèces faunistiques observées au Lac Oubeira (Anonyme, 2011)	27
06	Vue générale du Lac Mellah (Nebbache M., 2016)	30
07	Quelques espèces floristiques observées au Lac Mellah (Anonyme, 2011)	35
08	Quelques espèces faunistiques observées au Lac Mellah (Anonyme, 2011)	38
09	(A): Goéland leucophée; (B): Sterne caugek (https://www.oiseaux.net)	44
10	(A): Goéland railleur; (B): Sterne pierregarin (https://www.oiseaux.net)	47
11	(A): Barge à queue noire; (B): Echasse blanche ; (C) : Becassine des marais (https://www.oiseaux.net)	49
12	Observations au niveau du Lac Oubeira (Nebbache, M. 2016)	52
13	Guifette moustac Source : https://www.oiseaux.net	109
14	Guifette moustac. A : Juvénile en vol ; B : Adulte plumage nuptial (Source : https://www.oiseaux.net)	110
15	Guifette moustac en chasse sur l'eau (Source : https://www.oiseaux.net)	111
16	Couple de Guifette moustac en période de reproduction (Source : https://www.oiseaux.net)	112
17	Photos du Lac Tonga prises lors de l'étude de la nidification de la <i>C.hybrida</i> (Nebbache, M. 2016).	115
18	A : Nid de Guifette moustac en début de construction ; B : Nid achevé (Nebbache, M., 2016)	120
19	Œufs de Guifette moustac dans un nid (Nebbache, M., 2016)	126
20	Des nids de Guifette moustac contenant 1, 2 et 3 œufs au lac Tonga (Nebbache, M., 2016)	130
21	Eclosion d'œuf et poussins de Guifette moustac au Lac Tonga (Nebbache, M., 2016)	131

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I/ PRESENTATION DES SITES D'ETUDE	
Préambule	4
1. Le Lac Tonga	5
1.1 Localisation	5
1.2 Description	6
1.3 Caractéristiques physiques	6
1.3.1 Bassin versant	6
1.3.2 Géologie	7
1.3.3 Pédologie	8
1.3.4 Hydrologie, bathymétrie et volume	8
1.3.5 Caractéristiques climatiques	9
1.3.5.1 La température	10
1.3.5.2 Les précipitations	11
1.3.5.3 L'hygrométrie	12
1.3.5.4 Le vent	13
1.3.6 Synthèse climatique	13
1.3.6.1 Climagramme d'EMBERGER.....	13
1.3.6.2 Diagramme ombrothermique de Gaussen	15
1.3.7 Caractéristiques écologiques	16
1.3.7.1 La flore	16
1.3.7.2 La faune	18
1.3.8 Statut de protection	20
1.3.9 Menaces	21
2. Le Lac Oubeira	22
2.1 Localisation	22
2.2 Description	22
2.3 Caractéristiques physiques	23
2.3.1 Bassin versant	23
2.3.2 Géologie	24
2.3.3 Hydrographie	25
2.3.4 Bathymétrie et volume	25
2.3.5 Caractéristiques écologiques	25
2.3.5.1 La flore	25
2.3.5.2 La faune	26
2.3.6 Statut de protection	27
2.3.7 Menaces	28
3. Le Lac Mellah	29
3.1 Localisation	29
3.2 Description	30

3.3 Caractéristiques physiques	31
3.3.1 Bassin versant	31
3.3.2 Géologie	32
3.3.3 Pédologie	33
3.3.4 Hydrologie	33
3.3.5 Bathymétrie et volume	33
3.3.6 Caractéristiques écologiques	33
3.3.6.1 La flore	33
3.3.6.2 La faune	36
3.3.7 Statut de protection	38
3.3.7 Menaces	40

CHAPITRE II/ INVENTAIRE ET STRUCTURE DU PEUPEMENT DE LARO-LIMICOLES DANS LES SITES D'ETUDE

1. Matériels biologiques : Les Laro-limicoles	41
1.1 Les Laridés	41
1.1.1 Description	41
1.1.2 Caractéristiques	42
1.1.3 Ecologie	43
1.1.3.1 Régime alimentaire	43
1.1.3.2 Habitat	44
1.1.3.3 Nidification	45
1.2 Les Limicoles	47
1.2.1 Description	47
1.2.2 Caractéristiques	48
1.2.3 Ecologie	48
1.2.3.1 Régime alimentaire	48
1.2.3.2 Habitat	49
1.2.3.3 Nidification	50
2. Matériels de terrain	51
3. Méthodologie	52
3.1 Dénombrement des oiseaux d'eau	52
3.1.1 Techniques usuelles de dénombrement des oiseaux	52
3.1.1.1 Méthodes absolues	52
3.1.1.2 Les méthodes relatives	54
3.1.2 Technique de dénombrement utilisée lors de notre travail	54
3.1.2.1 Comptage direct ou dénombrement exhaustif	54
3.1.2.2 Estimation des effectifs	54
3.1.3 Fréquence d'échantillonnage	55
3.1.4 Choix des points d'observation	55
3.1.4.1 Lac Tonga	55
3.1.4.2 Lac Oubeira	56
3.1.4.3 Lagune d'El-Mellah	57
3.2 Les indices écologiques	58

3.2.1 L'abondance totale	58
3.2.2 L'abondance relative	59
3.2.3 La richesse spécifique (S)	59
3.2.4 La fréquence d'occurrence ou constance des espèces (C).....	59
3.2.5 L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H')	60
3.2.6 L'indice d'Equitabilité ou (E)	60
4. Analyse des données	61
5. Résultats et discussion	61
5.1 Au niveau du Lac Tonga	61
5.1.1 Composition du peuplement	61
5.1.2 Statuts phénologiques et de protection des espèces de Laro-limicoles recensées au Lac Tonga	62
5.2 Au niveau du Lac Oubeira	65
5.2.1 Composition du peuplement.....	65
5.2.2 Statuts phénologiques et de protection des espèces de Laro-limicoles inventoriées au Lac Oubeira	66
5.3 Au niveau de la Lagune d'El-Mellah	69
5.3.1 Composition du peuplement	69
5.3.2 Statuts phénologiques et de protection des espèces de Laro-limicoles recensées à la Lagune d'El-Mellah	70
5.4 Chronologie d'hivernage des Larolimicoles à travers les 3 sites d'étude.....	73
5.5 Etude des indices écologiques	82
5.5.1 L'abondance.....	82
5.5.2 La richesse spécifique	85
5.5.3 Indice de diversité de Shannon et indice d'équitabilité.....	86
5.5.3.1 Indice de diversité de Shannon	86
5.5.3.2 Indice d'équitabilité.....	87
5.5.4 Analyse du facteur de correspondance	88
5.6. Discussion	89

CHAPITRE III/ DISTRIBUTION SPATIO-TEMPORELLE DU PEULEMENT DE LARO-LIMICOLES A TRAVERS LES SITES D'ETUDE

1. Distribution spatio-temporelle des Laro-limicoles au Lac Tonga	93
1.1 Les Laridés	93
1.1.1 Les Goélands	93
1.1.2 Les Mouettes	93
1.1.3 Les Guifettes	93
1.1.4 Les Sternes	93
1.2 Les Limicoles	94
1.2.1 Les Bécasseaux et Bécassines	94
1.2.2 Les Chevaliers	94
1.2.3 Les Gravelots	94
1.2.4 Les Barges à queue noire et les Courlis cendrés	95
1.2.5 Les Vanneaux huppés	95

1.2.6 Les Echasses blanches	95
1.2.7 L’Huitrier pie	95
1.2.8 Les Avocettes élégantes	95
2. Distribution spatio-temporelle des Laro-limicoles au Lac Oubeira	96
2.1 Les Laridés	96
2.1.1 Les Goélands	96
2.1.2 Les Mouettes	97
2.1.3 Les Guifettes	97
2.1.4 Les Sternes	97
2.2 Les Limicoles	98
2.2.1 Les Bécasseaux et les bécassines	98
2.2.2 Les Chevaliers	98
2.2.3 Les Gravelots	99
2.2.4 Les Barges à queue noire et les Courlis cendrés	99
2.2.5 Les Vanneaux huppés	99
2.2.6 Les Echasses blanches	99
2.2.7 L’Huitrier pie	99
2.2.8 Les Avocettes élégantes	100
3. Distribution spatio-temporelle des Laro-limicoles à la lagune d’El Mellah.....	100
3.1 Les Laridés	100
3.1.1 Les Goélands	100
3.1.2 Les Mouettes	101
3.1.3 Les Sternes	101
3.2 Les Limicoles	102
3.2.1 Les Bécasseaux et bécassines	102
3.2.2 Les Chevaliers	102
3.2.3 Les Gravelots	102
3.2.4 Les Courlis cendré	103
3.2.5 Les Vanneaux huppés	103
3.2.6 Les Echasses blanches	103
3.2.7 L’Huitrier pie	103
3.2.8 Les Avocettes élégantes	104
4. Discussion	105

CHAPITRE IV/ BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION DE LA GUIFETTE MOUSTAC *CHLIDONIAS HYBRIDA* AU LAC TONGA

Introduction	108
1. Présentation du modèle biologique : la Guifette moustac.....	109
1.1. Position systématique.....	109
1.2. Caractéristiques biométriques.....	109
1.3. Caractéristiques générales de l’espèce.....	109
1.4 Ecologie	110
1.4.1 Habitat	110
1.4.2 Comportement	111

1.4.3 Régime alimentaire	111
1.4.4 Reproduction	112
1.5 Répartition géographique	112
1.6 Statut juridique de l'espèce	113
1.7 Menaces.....	114
2. Matériels et Méthodes	114
2.1 Matériels de terrain	114
2.2 Méthodologie	116
2.2.1 Dénombrement des Guifettes moustac	116
2.2.2 Recherche et localisation des nids	116
2.2.3 Caractéristiques des nids et des œufs	116
2.2.3.1 Travail sur les nids	117
2.2.3.2 Travail sur les œufs	117
2.2.4 Paramètres de la reproduction	117
2.2.5 Analyses des données	118
3. Résultats et discussion	118
3.1 Dénombrement de la population de Guifette moustac au Lac Tonga durant les deux saisons de reproduction	118
3.2. Recherche et caractéristiques des nids et des œufs	119
3.2.1 Localisation et matériaux de construction des nids	119
3.2.2Mensurations des nids	122
3.2.3 Caractéristiques des œufs	126
3.3 Paramètres de la reproduction	128
3.3.1 La ponte	128
3.3.2 La taille des pontes	129
3.3.3 Les éclosions	130
3.3.4 Le succès de la reproduction	133
4. Discussion	134
 CONCLUSION.....	 139
 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	 144

ANNEXES

A group of shorebirds, possibly sandpipers or similar species, are shown in a natural, grassy field. The birds are in various poses, some standing and some with wings slightly raised. The background is a soft-focus landscape with tall grasses and a bright, hazy sky. The word "Introduction" is written in a black, italicized serif font, centered over the middle of the image.

Introduction

INTRODUCTION

L'Algérie est riche en zones humides qui font partie des ressources les plus précieuses sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle, elles jouent un rôle important dans les processus vitaux, entretenant des cycles hydrologiques et accueillant une flore importante, des poissons et des oiseaux migrateurs (Lazli, 2011).

De nombreuses espèces d'oiseaux utilisent les zones humides pendant une ou plusieurs phases de leur cycle biologique. Certaines d'entre elles, peu nombreuses, restent sédentaires et habitent tout au long de l'année le même marais ou le même étang. Beaucoup d'autres, au contraire, se déplacent au fil des saisons d'une zone humide à une autre et certaines fréquentent même, temporairement, les prairies, les cultures ou d'autres milieux secs. Tous ces oiseaux trouvent dans les zones humides la nourriture, l'abri ou le site de reproduction (Fustec & Lefeuvre, 2000)

Les principales zones humides algériennes qui se situent sur les 2 grandes voies de migration du Fly-Way international de l'atlantique Est et de l'Algérie du Nord, jouent un important rôle de relais entre les deux obstacles constitués par la Mer Méditerranée d'une part et le Sahara d'autre part pour l'avifaune migratrice. Parmi ces milieux, les plus connus à l'heure actuelle, sont ceux des complexes d'El Kala et de Guerbes-Sanhadja, considérés comme exceptionnels, constituant l'un des principaux réservoirs de la biodiversité du bassin méditerranéen. C'est d'ailleurs, quelques uns des lacs et marécages d'El Kala qui ont permis à l'Algérie d'adhérer à la convention de Ramsar (Lazli, 2011).

Le complexe des zones humides d'El-Kala qui occupe une grande partie du territoire du Parc National compte cinq sites inscrits sur la liste Ramsar comme habitat de la sauvagine : les Lacs Tonga (2600 ha) et Oubeira (2200 ha), la réserve intégrale de la tourbière du Lac Noir, les Aulnaies de Ain Khiaar (180 ha) ainsi que les lacs Mellah et Bleu classés à leur tour en 2004 et, dernièrement le Marais de Bourdim (11 ha) en 2009.

Dans cette rive sud du bassin méditerranéen, les trois sites « Lac Tonga, Lac Oubeira et lagune d'El-Mellah » (Nord-est de l'Algérie), de par leurs capacités d'accueil, demeurent les plus importants à l'échelle du pays et de la région. L'écologie et la biologie de reproduction des peuplements de Laro-limicoles y restent encore peu étudiées à l'instar des autres régions d'Algérie, de même que leur phénologie d'hivernage.

Il s'avère donc impératif de combler les lacunes se rapportant à ce groupe d'oiseaux très peu documenté. Toute information serait primordiale afin d'améliorer les connaissances sur l'écologie de ces espèces et de comprendre le rôle et l'importance des écosystèmes qui les accueillent.

Les études en Algérie sur le groupe des Laro-limicoles ont débuté dès les années 1980 dans de nombreuses zones humides (Ledant *et al.*, 1981 ; Van Dijk & Ledant, 1983 ; Ledant & Van Dijk, 1987 ; Isenmann & Moali, 2000 ; Houhamdi, 2002 ; Houhamdi & Samraoui, 2002 ; Saheb, 2003 ; Saheb *et al.*, 2009 ; Bouchecker, 2005 ; Nedjah, 2005 ; Seddik, 2005 ; Baaziz, 2006 ; Boulakhssaim *et al.*, 2006 ; Saheb *et al.*, 2006 ; Samraoui *et al.*, 2006 ; Metallaoui & Houhamdi, 2008 ; Houhamdi *et al.*, 2008). Cependant, la majorité de ces travaux considéraient les espèces appartenant au groupe des Laro-limicoles et des Echassiers essentiellement comme des migrateurs de passage ou des nicheurs migrateurs.

Le principal facteur du déclin de leur population est leur faible succès de reproduction : ces oiseaux sont associés à des espaces aux caractéristiques bien précises pour leur reproduction, espaces qui tendent malheureusement à disparaître avec l'artificialisation du pourtour méditerranéen.

L'étude menée permettra d'identifier les espèces de Laro-limicoles présentes sur les sites considérés, de déterminer leurs statuts phénologiques (sédentaires, hivernants, migrateurs ou de passage) et de fournir des informations sur leur écologie ainsi que sur le rôle clé joué par les zones humides fréquentées dans le maintien d'une avifaune aussi riche et diversifiée.

Un autre volet qui sera traité dans cette thèse, c'est l'étude de la biologie de reproduction de l'une des espèces les plus abondantes de ce groupe, à savoir la Guifette moustac « *Chlidonias hybridus* ». Cette espèce coloniale migratrice, se reproduit de façon régulière, au niveau du Lac Tonga, unique site de reproduction en Afrique du Nord connu à l'heure actuelle et ce, malgré l'existence d'autres zones humides limitrophes et le nomadisme qui caractérise cette espèce en Europe, où les colonies sont instables et changent fréquemment de site même après l'initiation des pontes (Fuggles-Couchman, 1962 ; Trotignon 1994 ; Cézilly et Hafner 1995).

Les résultats obtenus au cours de ce travail permettront de renforcer la protection et la conservation de ces espèces par le développement de propositions et recommandations visant

la mise en place de plans d'actions nécessaires à leur sauvegarde et à celle de leur habitat.

Le manuscrit a été structuré comme suit :

- Un premier chapitre présente les sites d'étude (description géographique et administrative, caractéristiques physiques et écologiques, menaces, statut de protection).
- Un deuxième chapitre est consacré à l'inventaire et à la structure du peuplement de Laro-limicoles rencontrés dans les sites d'étude (description du groupe, méthodologie de dénombrement appliquée, les indices écologiques considérés et les résultats obtenus suivis d'une discussion).
- Un troisième chapitre décrit la distribution spatio-temporelle du peuplement de Laro-limicoles à travers les 3 zones humides étudiées.
- Un quatrième chapitre expose l'étude de la biologie de reproduction de la Guifette moustac (description du modèle biologique, du matériel et de la méthodologie de travail pour la recherche et la caractérisation des nids et des œufs, les paramètres de la reproduction..., les résultats obtenus et discussion).

Enfin, une conclusion générale comportant l'essentiel des données obtenues, ponctuée par des recommandations et perspectives.



Chapitre I
Présentation des sites
d'étude



CHAPITRE I/ PRESENTATION DES SITES D'ETUDE

Préambule

Les zones humides algériennes jouent un rôle primordial dans les cycles annuels des oiseaux. Ces dernières sont d'importants sites pour la migration, l'hivernage et la reproduction d'une multitude d'espèces d'oiseaux. Celles du Nord-est du pays comptent parmi les plus réputées du bassin Méditerranéen pour leur biodiversité et la richesse de leurs habitats. Parmi elles, les zones humides du Parc National d'El Kala reconnues à l'échelle internationale.

L'étude écologique de ces écosystèmes a été amorcée par des inventaires floristiques, entomologiques et ornithologiques, qui ont progressivement montrés l'originalité de ces milieux et classés certains d'entre eux en site RAMSAR (Samraoui & de Belair, 1998).

Notre travail a concerné trois principaux sites lacustres de la région d'El-Kala : les Lac Tonga, Lac Oubeira et la lagune d'El-Mellah (Fig. 1).



Figure 1. Vue satellitaire des sites d'étude dans le Nord-est algérien (www.google.earth.com modifié)

1. Le Lac Tonga

1.1 Localisation

Le Lac Tonga est un marais d'eau douce d'une superficie de 2600 ha, situé à l'extrême Nord-est de l'Algérie « latitude 36° 53' Nord, longitude 08° 31' Est ». Il est classé réserve intégrale au sein du Parc National d'El-Kala et site d'importance internationale depuis 1982.

Il occupe une vaste dépression côtière et mesure 7,5 Km de long et 4 Km de large. Au Nord, il est séparé de la mer Méditerranée par des crêtes dunaires qui sont fixées pour l'essentiel par un maquis dense de Chêne Kermès et dont l'altitude peut atteindre 100 m (Kadid, 1989). Il est limité au Nord-Ouest par Djebel Argoub Errechéd, à l'Est et au Sud par les montagnes de Kroumirie, couvertes de forêts plus ou moins dégradées de Chêne liège, qui épousent la frontière algéro-tunisienne avec Kef Segleb, qui culmine à 327 m. A l'Ouest, le Tonga est délimité par le bassin versant du Lac Oubeira dont les collines oscillent entre 50 et 70 m d'altitude (Boumezbeur, 1993).

D'une profondeur moyenne de 1 à 1,5 m, le Lac Tonga est relié à la mer par le chenal de la Messida (Fig. 2). Son bassin versant s'étend sur 155 Km². En effet, nous pouvons distinguer deux bassins versants, celui d'Oued El-Hout au Sud-Ouest et celui d'Oued El-Eurg au Nord-Est (Benyacoub *et al.*, 1998).



Figure 2. Localisation du Lac Tonga dans le Parc National d'El-Kala (Anonyme, 2011)

1.2 Description

Le Lac Tonga se caractérise par la présence d'îlots flottants colonisés par des Saules, de grandes plages d'eau libre occupées partiellement par le Nénuphar blanc et une importante couverture végétale en forme de mosaïque. Zone humide importante d'hivernage pour 25.000 d'Anatidés et Foulques, c'est également un site de nidification exceptionnel pour plusieurs espèces dont certaines sont très rares ou en recul dans les aires de répartition comme l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, la Talève sultane *Porphyrio porphyrio* et la Guifette moustac *Chlidonias hybridus* et une colonie composée de plusieurs hérons, la Guifette moustac *Chlidonias hybrida* et l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus*... (Boumezbeur, 1993 ; Anonyme, 2002 ; Lazli, 2011 ; Gherib, 2018).



Photo 1 : Vue du Lac Tonga (Nebbache M., 2016)

1.3 Caractéristiques physiques


1.3.1 Bassin versant :

Il est formé:

❖ D'une part, par le cordon dunaire littoral qui s'étend d'Ouest en Est, se prolonge vers le sud et est formé essentiellement de sable quaternaire. En se dirigeant de la mer vers l'intérieur des terres ; quatre degrés de formations dunaires peuvent être identifiés : la plage à sable blanc et dunes littorales dans la partie occidentale, les dunes sublittorales à sable gris à l'Est et

enfin les dunes intérieures à sable rougi par les dépôts d'oxyde de fer plus à l'est. On reconstitue en fait, de la mer vers l'intérieur des terres, un gradient de degrés de fixation ou de fossilisation des dunes. Les dunes mortes sont les plus anciennes donc les plus éloignées de la mer. Elles sont colonisées par une végétation dense (Chêne kermès) bien stabilisées, même en cas de destruction du couvert végétal par le feu. Elles sont remises en mouvement lorsque l'homme y intervient par l'exploitation immodérée du sable et la destruction de tout le chevelu racinaire, qui constitue le principal élément de cohésion. Les principales dunes sont celles de Cap Rosa, de Mezira, et de la Messida (Benyacoub, 1993).

❖ d'autre part, par les plaines sublittorales qui présentent un relief plat à ondulé ; elles se réduisent à une série de petites vallées que draine l'oued Kebir-Est. La région renferme une partie d'une des plus grandes nappes. Elle s'étend sur les plaines de Bouteldja et d'El-Tarf (Benyacoub, 1993).

 **Récapitulation des caractéristiques du BV** (Samraoui & de Belair, 1997)

Superficie totale du bassin versant :	16 390 ha
Superficie du plan d'eau :	2 049 ha
Superficie du bassin versant ruisselant (sans le lac) :	14 341 ha
Périmètre du bassin versant :	63, 57 km
Périmètre du plan d'eau :	23 km
Superficies des zones inondables :	1250 ha
Longueur totale du réseau hydrographique :	419 Km
Densité du drainage du bassin versant ruisselant du lac Tonga :	2, 9 Km/Km ²
Apport annuel en eau vers le lac Tonga à partir de son bassin versant :	46, 2 hm ³ /an.
Apport annuel moyen en eau des précipitations sur le plan d'eau :	17 hm ³ /an.
Evaporation (1580mm/an) soit :	32, 4 hm ³ /an
Volume d'eau souterraine qui rejoint le lac en débit d'étiage moyen :	1, 5 hm ³ /an

1.3.2 Géologie

Le Lac Tonga date du quaternaire, des mouvements tectoniques ont permis le creusement de sa cuvette composée d'argiles de Numidie. De dépression laguno-marine, elle s'est transformée en lac d'eau douce par envasement consécutif à des dépôts de limons arrachés aux collines. Le bassin versant est constitué de sols de marécages et d'alluvions formés de sable et limons récents, des formations du Pontien, composées de conglomérats de grès de

Numidie formant des reliefs abrupts, d'argiles de Numidie et de calcaires noirs de l'Eocène moyen (Joelaud, 1935). Son fond argileux assure son imperméabilité (Chettibi, 2013).

Dans la partie centrale du lac, on distingue des sols de marais, des sols tourbeux au niveau de l'Aulnaie, des dépôts alluvionnaires des oueds et, autour du lac, des sols de prairies marécageuses. Le lac est alimenté par de nombreux affluents et par deux oueds importants : Oued El Hout au Sud et Oued El Eurg au Nord (Boumezbeur, 1993).

1.3.3 Pédologie :

On y distingue 4 types de sols : les sols des marais dans la partie centrale du lac, les sols tourbeux au niveau de l'Aulnaie au Nord du Tonga, les dépôts alluvionnaires d'Oued El Hout et Oued El Eurg et autour du lac et les sols de prairies marécageuses qui s'assèchent en été (De Belair, 1990).

Selon Durand (1954), l'étude des sols du bassin versant du Lac Tonga a mis en évidence deux types de sol : Sols zonaux dont la tendance évolutive est le lessivage quelques soit les caractères du produit final et des Sols azonaux ils comprennent les sols qui dépendent d'un facteur que le climat qui joue cependant un rôle.

1.3.4 Hydrologie, bathymétrie et volume

Le Tonga est alimenté d'une part par de nombreux affluents (petits ravins) secs en été tout au long des rives Ouest et sud et d'autre part à l'Est et au Nord-Est par des oueds et de 02 sous bassins versants, celui d'Oued EL Hout au sud et d'Oued El Eurg au Nord ; l'exutoire du Tonga étant l'Oued Messida (De Belair, 1990).

De Belair (1990), mentionne que le système hydrique est naturellement endoréique, artificiellement exoréique. L'assèchement du lac supposait l'utilisation du chenal de Messida comme exutoire des eaux du lac vers la mer (Abbaci, 1999).

Le Lac Tonga joue un rôle important dans la maîtrise des crues en période hivernale, le captage des sédiments et des matières arrachées par les crues en amonts et charriées vers le lac et la stabilisation des dunes littorales (De Belair, 1990). Ces principaux cours d'eau qui approvisionnent le lac ont édifié selon Joelaud (1936) de véritables deltas dont les apports ont progressivement réduit la surface du lac au profit des prés riverains des Oueds El-Hout et Oum Teboul.

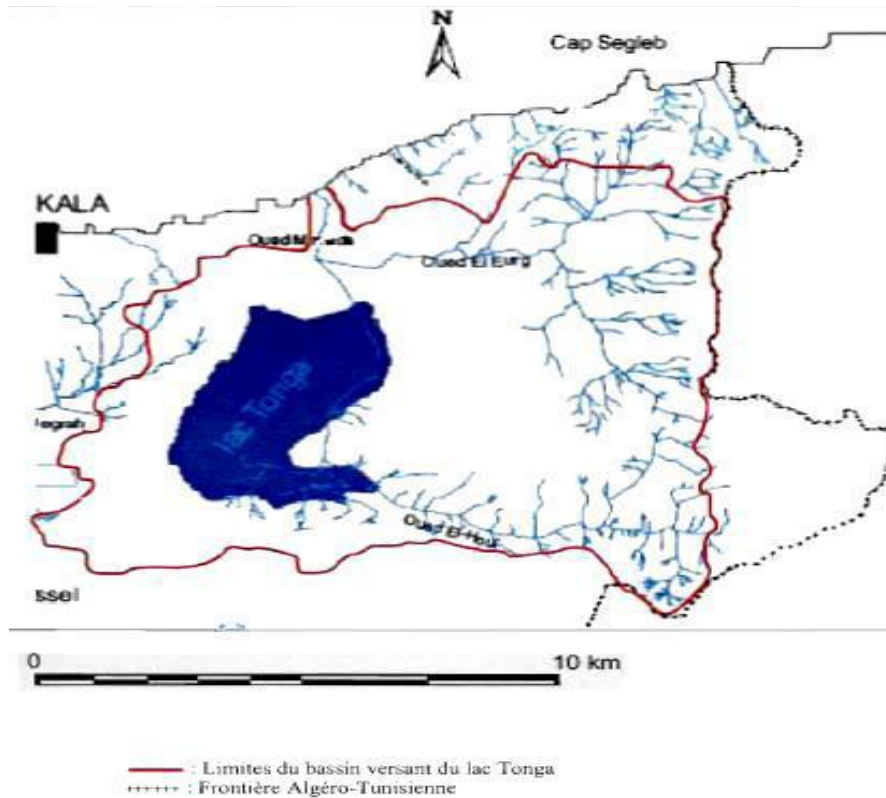


Figure 3 : Réseau hydrographique du bassin du lac Tonga (Mecif, 2022)

Les profondeurs de l'eau au niveau du Lac Tonga varient de 1,2 à 3 m. Le volume est estimé à environ 28 000 000 m³.

1.3.5 Caractéristiques climatiques

Cette partie concerne aussi bien le Lac Tonga que le Lac Oubeira et la lagune d'El Mellah, étant donné que les 3 sites appartiennent à la même région et sont soumis donc au même climat.

En région Méditerranéenne, le climat représente le facteur primordial en raison de son importance dans le maintien et l'évolution des écosystèmes. Il influence directement la biodiversité existante « faunistique et la floristique ». Le climat c'est le régulateur de la distribution des êtres vivants. Parmi les composantes du climat, on note globalement: la température, les précipitations, l'humidité et le vent. D'une manière générale, la vie des êtres vivants ne peut se maintenir qu'entre certaines limites ou intervalles bien déterminées vis-à-vis à la température et la pluviométrie. En dehors de ses limites, au deçà ou au-delà, les populations sont éliminées. De ce fait, la température et les précipitations représentent les facteurs les plus déterminants du climat (Djamai, 2020).

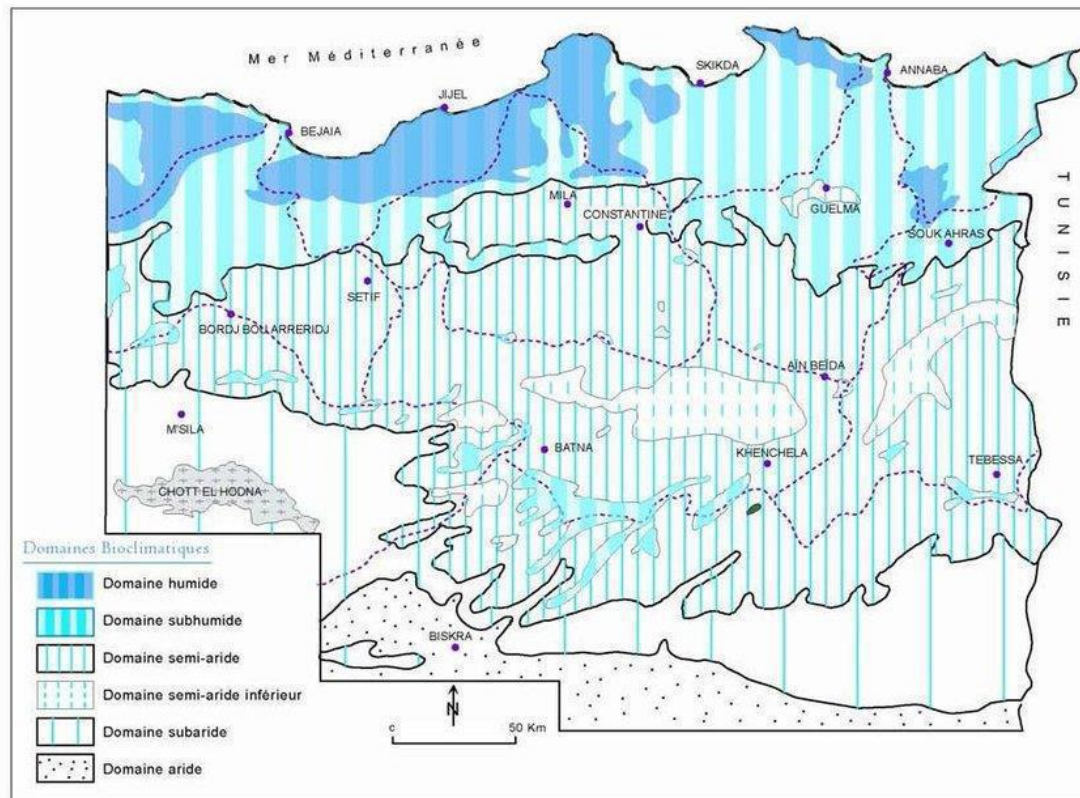


Figure 4 : Carte simplifiée des zones bioclimatiques de l'Est algérien (Cote, 1998 in Guerfi, 2019).

L'une des principales caractéristiques de la région d'El Kala, est son appartenance au climat méditerranéen à l'étage de végétation subhumide, connu par une saison humide avec une pluviosité abondante durant l'hiver et une sécheresse durant l'été (Aissaoui, 2010).

Les données climatiques indispensables pour notre travail, ont été collectées à partir de la station météorologique du Lac des oiseaux (Wilaya El-Tarf), nous avons exploité une série de données climatiques sur une période allant de 1988 à 2018.

1.3.5.1 La température

La température représente un élément fondamental qui conditionne le climat d'une région. Elle permet de déterminer l'évapotranspiration et le déficit d'écoulement, intervient aussi dans le développement du rythme biologique des végétaux et facilite l'établissement du bilan hydrique (Guerfi, 2019). Elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 2003).

D'une manière globale, le climat de la région d'El Kala est caractérisé par un hiver doux et un été chaud avec des températures pouvant atteindre 50°C (Benyacoub, 1993). Ceci est lié généralement au sirocco, à l'altitude, la distance de la mer et la position topographique (Ozenda, 1982 ; Toubal, 1986).

Les températures les plus basses sont enregistrées en altitude durant l'hiver, au Djebel El Ghorra avec environ 5 à 6 mois de gelée blanche par an. Au niveau de la mer, les températures descendent très rarement à 0°C.

Tableau 1 : Températures moyennes mensuelles pour la période (1988 – 2018)
(Station météorologique du Lac des oiseaux)

Mois	Jn.	F.	M.	A.	M.	J.	Juil.	A.	S.	O.	N.	D.	Année
(M+m)/2 (°C)	11,50	12,10	13,90	16,40	19,90	23,8	26,70	27,30	24,70	21,50	16,80	13,30	17,10
M (°C)	17,00	17,10	20,10	21,60	24,90	28,50	31,50	32,50	29,80	27,00	22,10	18,30	22,10
m (°C)	7,20	7,40	9,50	11,50	14,2	18,00	20,03	21,40	19,40	16,20	11,90	10,10	14,00

(M+m) / 2 : Moyennes des températures ; M : Moyennes des températures maximales

m: Moyennes des températures minimales

Suivant le tableau 01, il apparait que le mois le plus froid est janvier avec une température moyenne de 11,50 °C et le mois le plus chauds est août avec une température moyenne de 32,50 °C.

Durant la période considérée, les températures annuelles moyennes maximales et les moyennes minimales ont été respectivement : 22,10 °C et 14°C.

1.3.5.2 Les précipitations

Elles représentent un facteur écologique d'importance primordiale, non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres, mais aussi pour certains écosystèmes limniques, tels que les mares, les lacs temporaires et les lagunes saumâtres soumises à des périodes d'assèchement (Ramade, 2003).

La chute des pluies au niveau de la région et en général en Algérie, est déterminée par la géographie, la topographie et notamment la direction des axes montagneux par rapport à la mer et l'altitude. Cela conduit à une irrégularité des précipitations à travers toute la zone :

augmentation des pluies en altitudes, diminution de leur taux du Nord vers le Sud (Guerfi, 2019).

Tableau 2 : Précipitations moyennes mensuelles pour la période 1988-2018
(Station météorologique du Lac des oiseaux)

Mois	Jn.	F.	M.	A.	M.	J.	Juil.	A.	S.	O.	N.	D.	Année
P (mm)	79,2	78,1	70,0	69,5	48,4	14,3	1,9	12,2	40,2	66,9	106,6	100,0	723,0

L'analyse du tableau 02 montre que la pluie présente un régime typiquement méditerranéen, avec une saison humide de septembre à avril où le bilan hydrique est positif et une saison sèche de mai à août où le même bilan est négatif. Ainsi, les précipitations moyennes maximales sont enregistrées durant le mois de novembre avec 106,6 mm et les moyennes minimales au cours de juillet avec 1,90 mm. Le total annuel des précipitations est égal à 723 mm.

1.3.5.3 L'hygrométrie

L'humidité relative est la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air par rapport à la quantité maximale de vapeur d'eau que cet air peut contenir à température et pression constantes. Elle présente un intérêt pour la végétation et la faune sauvage lorsque les conditions hygrométriques sont défavorables pour les organismes vivants.

La région d'El Kala, se caractérise par un degré d'hygrométrie qui est très élevé tout au long de l'année où il est presque constant. Ceci est dû surtout à l'action modératrice de la mer et des plans d'eau ainsi que la richesse de la région en écosystèmes forestiers qui contribuent au maintien d'une hygrométrie élevée en été réduisant la durée et l'intensité de la sécheresse estivale (Gherib, 2018 ; Djamaï, 2020).

Durant la période (1988-2018), il a été enregistré une humidité moyenne annuelle de 76,3 %. Les valeurs moyennes mensuelles les plus élevées ont été relevées pendant les deux mois de décembre et janvier avec respectivement : 80,4 % et 79,8 % (Tab. 03).

Tableau 3 : Hygrométrie mensuelle de la période 1988-2018
(Station météorologique du lac des oiseaux)

Mois	Jn.	F.	M.	A.	M.	J.	Juil.	A.	S.	O.	N.	D.	Année
H (%)	79,8	79,6	77,4	77,2	76,2	71,9	73,2	73,1	75,3	76,3	75,6	80,4	76,3

Selon De Belair (1990), ce facteur est désigné comme précipitation «occulte». La proximité de la mer et les étendues de zones humides en sont les principaux responsables. Durant une partie de la saison sèche, ce facteur est certainement favorable au maintien d'une végétation éprouvée par un important déficit hydrique.

1.3.5.4 Le vent

Dans la région d'El-Kala, les vents sont généralement faibles ou modérés, ceci explique la présence d'une barrière naturelle constituée par les chaînes de montagnes littorales intérieures qui limitent la force du vent dominant Nord-est. Les vents sont caractérisés par deux régimes ; le vent du *Nord-est* qui est assez fréquent mais de faible force pendant la saison chaude, ce qui assèche l'atmosphère et favorise avec les températures élevées les incendies de forêt ; et le vent du *Nord-ouest* qui souffle avec régularité pendant la saison froide (Djamai, 2020).

1.3.6 Synthèse climatique

La synthèse climatique consiste, pour une station donnée, à déterminer les périodes sèches et humides par l'intermédiaire du diagramme ombrothermique de Gaussen ainsi que le positionnement de cette station dans le Climagramme d'Emberger pour repérer son étage bioclimatique (Djamai, 2020).

1.3.6.1 Climagramme d'EMBERGER

Le quotient pluviométrique d'Emberger (Q2), est un indice climatique traduisant la réalité du climat méditerranéen suivant un gradient du Nord au Sud (Emberger, 1955 ; Sauvage, 1961). Il tient compte des précipitations et des températures. Il permet de délimiter les étages bioclimatiques et de situer une station dans l'un des étages d'Emberger et ce, grâce au quotient pluviométrique, qui est une expression synthétique utilisable du climat méditerranéen et calculée par l'utilisation de la moyenne de la température minimale du mois le plus froid (m), la moyenne de la température maximale du mois le plus chaud (M) et de la pluviométrie annuelle (P) (Djamai, 2020).

Le quotient pluviométrique d'Emberger est calculé par la formule suivante (Stewart, 1969).

$$Q_2 = \frac{P}{M-m}$$

Q₂ : quotient pluviométrique d'Emberger.

P : exprime les précipitations moyennes annuelles (mm).

M : la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud, exprimée en °C.

m : la moyenne des températures minimales du mois le plus froid, exprimée en °C.

Les résultats du calcul de ce quotient en fonction des valeurs thermiques et pluviométrique de la station sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4 : Valeurs du quotient pluviométrique d'Emberger de la région d'étude (période 1988-2018) (Station météorologique du Lac des Oiseaux).

Station	P (mm)	m (°C)	M (°C)	Q2	Etage bioclimatique
Lac des oiseaux	723,00	7,20	32,50	98,80	Sub-humide à hiver doux

D'après les données climatiques recueillies et le résultat des calculs effectués (Fig. 5), il apparaît que la région d'étude se situe dans *l'étage bioclimatique sub-humide à hiver doux*.

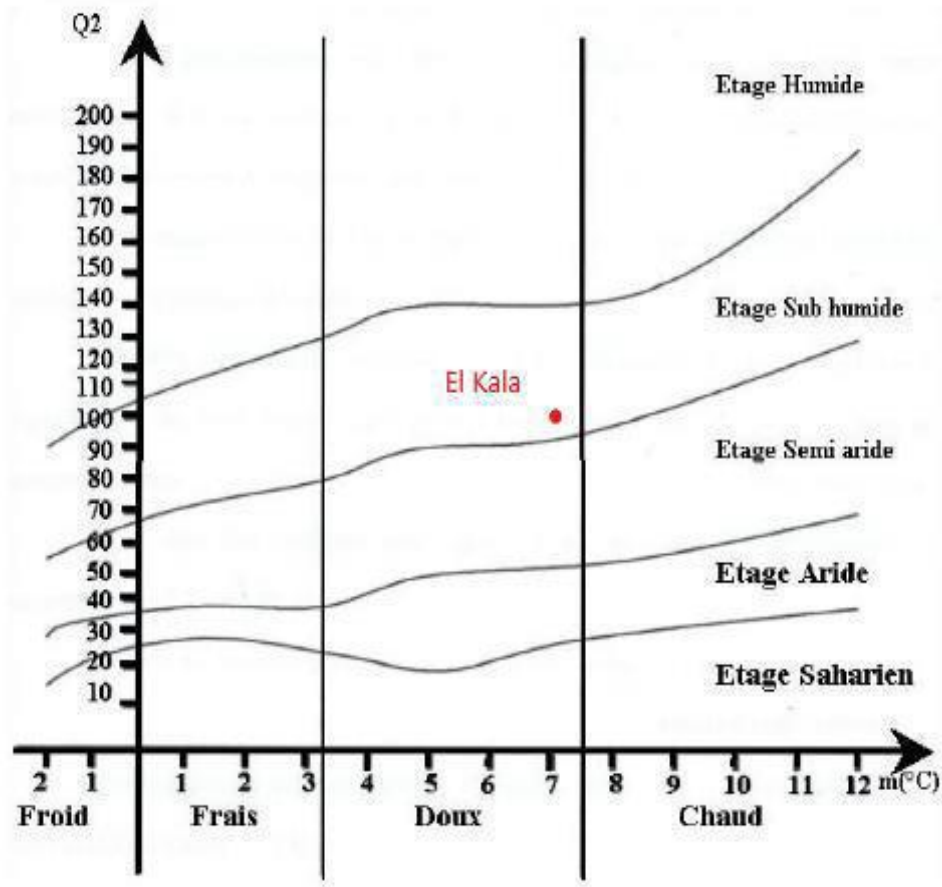


Figure 5 : Etage bioclimatique de la région d'étude selon le climagramme d'Emberger
(Période : 1988-2018)

1.3.6.2 Diagramme ombrothermique de Gaussen

Le diagramme ombrothermique de Gaussen permet de définir les mois secs (Mutin, 1977). Le climat est sec quand l'histogramme des précipitations est sous la courbe des températures. A l'inverse, le climat est humide quand l'histogramme des précipitations dépasse la courbe des températures (Gherib, 2018).

Le diagramme pluviométrique de Gaussen (Fig. 6) pour la période (1988- 2018) montre que l'année est répartie en une saison sèche allant de mai à septembre et une saison humide le reste de l'année.

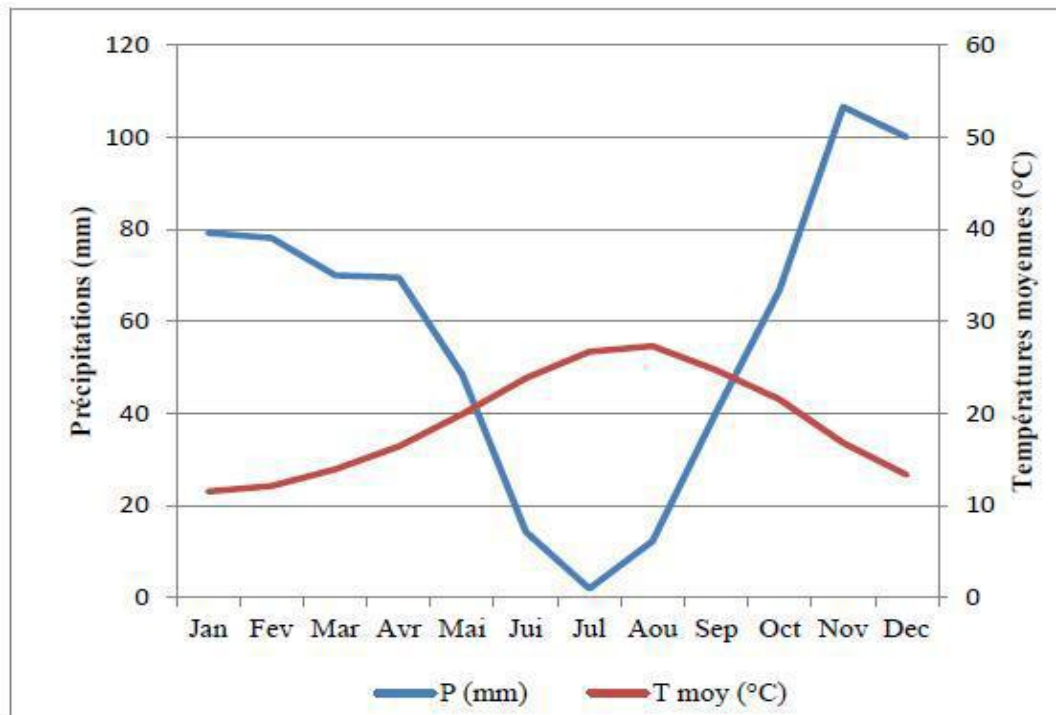


Figure 6: Diagramme pluviométrique de la région d'étude pour la période (1988-2018)

1.3.7 Caractéristiques écologiques

Le Lac Tonga est un site important d'hivernage et de nidification pour des dizaines de milliers d'oiseaux d'eau (Boumezbeur, 1993 ; Bouchecker *et al.*, 2009 ; Lazli, 2011 ; Zitouni, 2014 ; Athamnia *et al.*, 2015 ; Gherib & Lazli, 2016, 2017). Ceci est permis par la grande diversité des milieux : grandes surfaces d'eau libre, végétation en mosaïques et îlots de forêts flottants de saule pédicellé et Aulnaie-ripisylve.

1.3.7.1 La flore

Le Lac Tonga est envahi par une végétation luxuriante très riche et très diversifiée dont l'étude détaillée reste à faire. Une liste globale des espèces dominantes a été fournie. Kadid (1989) a restreint son travail à la zone du Mirador et a pu décrire 10 associations et 04 groupements. Abbaci (1999) a réalisé une cartographie de la végétation du lac et a échantillonné 309 espèces réparties en 71 familles et 47 ordres.

Certaines de ces espèces végétales sont classées assez rares à rarissimes, comme *Marsilea diffusa*, *Nymphaea alba* et *Utricularia exoleta*.

Le Lac Tonga présente une végétation aquatique très diversifiée, elle peut être classée en trois groupes.

✚ Végétation émergée :

La surface du lac est recouverte à 90% d'une végétation émergente, les espèces inventoriées sont au nombre de 82 dont 32 sont classées assez rares et rarissimes (Kadid, 1989). Selon Boumezbeur (1993), le Scirpe lacustre *Scirpus lacustris* très dominant apparaît au centre du lac et s'étend jusqu'à l'extrémité Sud du plan d'eau. Au sud du lac, il se mélange avec les Phragmites *Phragmites australis*, où ils sont beaucoup plus denses et dispersés qu'au centre. Vient ensuite le Typha *Typha augustifolia* que l'on rencontre partout, de faible densité. Enfin l'Iris *Iris pseudacorus* s'étend sur les limites des parties inondées de l'aulnaie. L'iris est complètement absent de la partie Sud où il est remplacé par le rubanier *Sparganium erectum*. Un cortège de plantes émergées accompagne ces plantes dominantes, telle que la Glycérie *Glyceria maxima*, le Carex *Carex data*, la Salicaire *Lythrum salicaria*, le *Paspalum disticum*, les Renouées *Polygonum amphibium*... (Boumezbeur, 1993).

Enfin, les Saules *Salix pedicelata* que l'on rencontre en grands bouquets au centre du lac.

✚ Végétation immergée :

Les plans d'eau libre sont recouverts d'une végétation immergée dense, les premiers représentants sont les Potamots *Potamogeton lucens*, *Potamogeton pectinatus*. Ensuite, sous les nénuphars se développent le Myriophylle *Myriophyllum verticillatum* et le Cératophylle *Ceratophyllum demersum* ; ainsi que beaucoup d'autres espèces, citons : les Callitriches *Callitriche sp.*, les Renoncules *Ranunculus aquatilis*, la Lentille d'eau *Lemna gibba* et les Wolffia *Wolffia arrhiza* (Boumezbeur, 1993). On peut rencontrer aussi *Altemanthera sessilis*, *Bidens tripartita*, *Rarippa amphibia*, *Carex pseudocyperus*, *Paspalidium obtusifolium*... (Kadid, 1989).

✚ Végétation flottante

Elle est constituée surtout par le Nénuphar blanc *Nymphaea alba*.

✚ Les habitats et paysages du Lac Tonga

Le Lac Tonga est composé d'une mosaïque de formations végétales qui lui confère une valeur paysagère exceptionnelle. Cette grande formation végétale couvre l'équivalent de 1430 Ha

soit 65% de la surface totale du lac (Abbaci, 1999). Aussi, elle représente des habitats naturels pour la nidification et d'accueil des oiseaux migrateurs (Fig. 07):

- Une aulnaie et cyprès chauve (arboretum)
- Les radeaux de Saule et Tamarix
- La nupharaie
- La Tamaricaie
- Scirpaie
- Typhaie

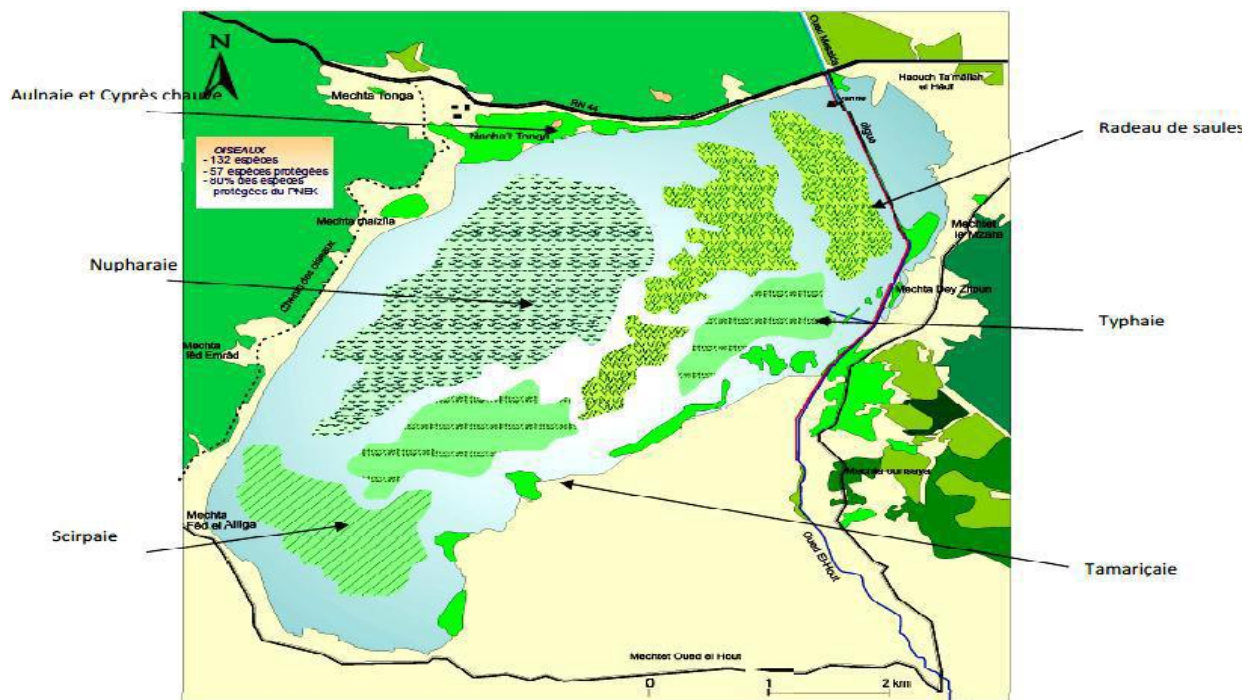


Figure 7 : Principales formations végétales du Lac Tonga
(Anonyme, 2011)

1.3.7.2 La faune

L'entomofaune

Le Lac Tonga présente une diversité importante de macroinvertébrés. Djamaï (2020) a rapporté la présence de 30 familles et 07 ordres qui appartiennent à trois classes faunistiques : Insectes (86,82%), Gastropodes (13, 56 %) et Arachnides (0,12 %).

Parmi les insectes retrouvés, l'ordre le plus abondant est celui des Hétéroptères (24,87%), suivi par les Diptères (21,41%), les Coléoptères (19,39%), les Ephéméroptères,

Basommatophora, Odonates et Acarien, avec respectivement 17,20%, 13,56%, 3,46% et 0,12% (Djamai, 2020).

Les reptiles et les amphibiens :

Plusieurs espèces de Reptiles et d'Amphibiens vivent dans le Tonga. L'Emyde lépreuse *Mauremys leprosa*, la Grenouille verte *Rana saharica*, le Discoglose peint *Discoglossus pictus*, le Crapaud de Mauritanie *Bufo mauritanicus*, le Triton de poiret *Pleurodels poireti*, le Psammodrome algiré *Psammodromus algirus*, le Sep ocellé *Chalcides ocellatus*, le Lézard ocellé *Lacertapater* et la couleuvre vipérine *Natrix maura* (Rouag, 1999).

 **Les mammifères :** 10 espèces (loutre, Genette, Belette...)

 **Les rongeurs et lagomorphes :** 05 espèces (Lièvre, Lapin de garenne, Rat...)

 **Les chiroptères :** 8 espèces (Pipistrelle commune, Petit murin...)

Diversité halieutique

Trois espèces ont été recensées au Lac Tonga :

- Le Barbeau *Barbus callensis*
- L'Anguille *Anguilla anguilla*
- La Gambusie *Gambusia affinis*

Seule l'anguille est exploitée dans le site.

Diversité ornithologique

Le Lac Tonga recèle une richesse avifaunistique extraordinaire. C'est un site d'hivernage et de nidification pour de nombreux oiseaux dont certains rares ou en recul dans leurs aires de distribution. De nombreuses études ont été menées sur la reproduction des oiseaux d'eau dans cette la partie Est du pays et notamment au Lac Tonga (Boumezbeur, 1993 ; Boucheker *et al.*, 2009 ; Lazli, 2011 ; Zitouni, 2014 ; Athamnia *et al.*, 2015 ; Gherib & Lazli, 2016, 2017 ; Gherib, 2018). Ces travaux ont surtout concerné certaines espèces d'Anatidés, de Threskiornithidés, d'Ardéidés et de Rallidés.

De par la richesse de ses habitats, le site est très important pour de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau, y compris des espèces hivernantes telles que le Canard siffleur *Mareca*

penelope, le Canard chipeau *Mareca strepera*, le Canard pilet *Anas acuta* et l'Oie cendrée et des espèces nicheuses telles que l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*... (Lazli, 2011 ; Lazli, 2014 ; Menasria & Lazli, 2017), le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* (Lazli, 2011 ; Lazli *et al.*, 2012 ; Fouzari *et al.*, 2015 ; Loucif *et al.*, 2020, 2021 ; Gherib *et al.*, 2021).

Les effectifs d'oiseaux d'eau hivernants au Lac Tonga sont dominés par les Anatidés et la Foulque et dans une moindre mesure par les Hérons et les Grèbes (Loucif *et al.*, 2020 ; Gherib *et al.*, 2021).

Par ailleurs, les groupements forestiers qui couvrent les berges du lac constituent des biotopes favorables à l'installation d'une avifaune riche et diversifiée dont des Rapaces diurnes et nocturnes (Isenmann & Moali, 2005), avifaune arboricole, avifaune des buissons et avifaune des milieux ouverts.

69 espèces ont été identifiées dans l'ensemble des groupements forestiers des berges du Lac Tonga. Ce chiffre important reflète la diversité de la nature et la diversité structurale des groupements végétaux de ce milieu (Plan d'action du Parc National d'El-Kala, 2011).



Photo 2 : Quelques espèces faunistiques observées au Lac Tonga

(Anonyme, 2011)

1.3.8 Statut de protection

Le Lac Tonga est doublement classé : c'est une zone centrale « intégrale » selon le zonage du PNEK (CENEAP, 2011) et site Ramsar depuis 1982 (Anonyme, 2011)

 **Justification des Critères RAMSAR** (Birdlife International, 2017)

Critère 1 : Zone humide d'importance internationale unique dans la région méditerranéenne. La réserve intégrale du Lac Tonga est un bon exemple d'une zone humide représentative, rare

et unique de type de zone humide naturelle de la région méditerranéenne se situant dans un complexe de zones humides qui viendrait en troisième position après ceux du Delta de l'Ebre en Espagne et la Camargue en France.

Critère 2 : Nidification de l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* et du Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, la première en danger et la seconde quasi-menacée sur la liste Rouge de l'UICN, sans oublier la Talève sultane (*Porphyrio porphyrio*), des colonies d'Ardéidés et de Guifette moustac *Chlidonias hybridus*. Nous citerons également la présence en grand nombre de la loutre *Lutra Lutra*.

Critère 3 : Du fait de la qualité et de la diversité de ses habitats, le site abrite une diversité biologique très importante. C'est le plus important site de nidification en Afrique du Nord pour au moins deux espèces vulnérables l'Erismature à tête blanche et le Fuligule nyroca dont il abrite les populations les plus importantes de la Méditerranée. On y rencontre le Busard des roseaux *Circus aeruginosus*, la Poule d'eau *Gallinula chloropus*, le Râle d'eau *Rallus aquaticus*, les Grèbes castagneux et huppé, la Talève sultane *Porphyrio porphyrio*, le Blongios nain *Ixobrychus minimus*, la Guifette moustac *Chlidonias hybridus*, l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus* et bien d'autres espèces. On y observe également la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* et la Sarcelle d'été *Anas querquedula*.

Critère 5 : Le Lac Tonga abrite habituellement plus de 20.000 oiseaux d'eau hivernants.

Critère 6 : Le Lac accueille le 1 % de la population mondiale pour plusieurs espèces comme l'Erismature à tête blanche et le Fuligule nyroca.

1.3.9 Menaces

Le Lac Tonga connaît des pressions croissantes, comme l'érosion des berges, le braconnage, la collecte d'œufs, l'eutrophisation, le braconnage, les activités récréatives pendant la saison estivale et l'urbanisation avec les demandes croissantes en eau qui amplifient les difficultés des actions de conservation à mener localement (PNEK, 2011 ; Lazli *et al.*, 2014 ; Gherib & Lazli, 2017).

Présents : Encombrement du plan d'eau par la végétation, risque d'eutrophisation qui apparaît momentanément et colmatage de son chenal, braconnage et rejet des eaux usées des agglomérations alentours, pompage d'eau pendant la période d'étiage (cultures spéculatives), incendies répétés au niveau de son bassin versant d'où une mise à nu des sols.

Potentiels : Exploitation de l'Anguille et construction de barrages en amont.

2. Le Lac Oubeira

2.1 Localisation :

Le Lac Oubeira (latitude 36° 50' 41,39" Nord – longitude 8° 23' 14,58" Est) est un plan d'eau de type « étang » c'est-à-dire de moins de 6 m de profondeur. Il est situé à l'extrême Nord-est de l'Algérie, entre les deux Lacs Mellah et Tonga, à 2 km au Sud-ouest de la ville d'El-Kala et à 04 km à vol d'oiseau de la mer Méditerranée. Sa superficie est estimée à 2200 hectares en situation de pleine eau. Il est de forme subcirculaire et présente un périmètre égal à 19,75 km (Boumezber, 1993).

La grande ville la plus proche est Annaba à 70 Km à l'Ouest. C'est un lac d'eau douce endoréique dont la profondeur maximale est de 04 m, avec une moyenne de 1,24 m, un fond plus au moins plat et légèrement incliné vers le nord. (Fig. 08).



Figure 8 : Localisation du Lac Oubeira dans le Parc National d'El-Kala (Anonyme, 2011)

2.2 Description :

Le Lac Oubeira est caractérisé par une ceinture de végétation autour de la berge, l'existence de nombreuses espèces végétales rares et c'est l'un des sites d'hivernage le plus important pour les Canards et Foulques dans la région (Anonyme, 2002).

Il est au centre d'un bassin versant de 9900 ha, abritant une flore aquatique intéressante. C'est l'unique station de la Châtaigne d'eau *Trapa natans* et du Nénuphar jaune *Nuphar luteum*. C'est également le foyer d'une importante pêche artisanale dont celle de la carpe chinoise introduite (Benyacoub, 1993 ; Lazli *et al.*, 2018).



Photo 3 : Vue générale sur le Lac Oubeira (Nebbache M., 2016)

2.3 Caractéristiques physiques

2.3.1 Bassin versant :

Le bassin versant du Lac Oubeira couvre une superficie de 125 km². C'est un sous bassin du grand bassin versant d'Oued El-Kebir. Il occupe une superficie de 9919,35 ha dont la cuvette même du lac (De Belair, 1990).

Le Lac Oubeira est alimenté par quatre oueds dont le plus important est l'Oued Messida au Sud-Est qui recueille les eaux de crues de l'Oued El Kebir au Nord d'El Tarf. En été, le système hydrologique fonctionne dans le sens inverse donnant à cet oued la particularité de couler dans les deux sens (affluent et émissaire), les autres affluents du lac sont : Oued Demnet Errihane au Nord, Oued Boumerchène au Nord-Est, Oued Deygrah à l'Est et de petits affluents des collines avoisinantes qui forment des ripisylves (Messerer, 1999).

✚ *Récapitulation des caractéristiques du BV* (Samraoui & de Belair, 1997)

Superficie totale du bassin versant :.....	9 728 ha
Superficie du plan d'eau:.....	2257 ha
Périmètre du bassin versant :.....	48,75 km
Périmètre du plan d'eau :.....	19,75 km
Superficie de la zone inondable :.....	737ha
Longueur totale du réseau hydrographique :.....	121 km
Densité de drainage :.....	1,6 km/km ²
Apport annuel en eau vers le lac Oubeïra à partir de son bassin	24,4 hm ³ /an.
Apport annuel direct des précipitations sur le plan d'eau	17,9 hm ³ /an
Evapotranspiration 1580 mm/an soit	32,4 hm ³ /an
Volume d'eau souterraine qui rejoint le lac.....	0,3 hm ³ / an.

✚ *Caractéristiques morphologiques du lac* (Samraoui & de Belair, 1997)

La longueur est de :.....	5,22 km
La largeur est de :.....	4, 20 km
La superficie en situation de pleine eau est de :.....	2257 ha
Volume en eau :.....	45.277.076 m ³
Bathymétrie : les profondeurs varie de :.....	2,10 m et 2,50 m
La profondeur moyenne :.....	2,24 m
La profondeur maximale :.....	2, 50 m

2.3.2 Géologie

Selon Joelaud (1935), la première couche de vase qui constitue le toit a une profondeur moyenne de 1, 30 m. Le fond qui constitue le substratum réel du lac est concave, incliné vers le Sud-ouest. Le substrat est entièrement composé d'argile de Numidie datant du tertiaire, avec, tout autour du lac, des dépôts récents de Quaternaire. Les alluvions limoneuses du fond de vallée datent du Quaternaire et se trouvent au Sud-est.

Sur le plan géomorphologique, l'Oubeira est un lac endoréique, d'eau douce, permanent. Il est en forme de cuvette à fond plus ou moins plat légèrement incliné vers le Nord, d'origine naturelle ayant une profondeur maximale de 4 mètres, la profondeur moyenne étant de 1,24 mètre (Messerer, 1999).

2.3.3 Hydrographie:

Le Lac Oubeira est alimenté par quatre Oueds dont le plus important, le Messida au Sud-est, recueille les eaux de crues de l'Oued El Kebir. En été, ce système hydrologique, en même temps affluent et émissaire, fonctionne dans le sens inverse. Les autres affluents sont au nombre de 03 : Oued Demnet Errihana au Nord, Oued Boumerchène au Nord-Est, et l'Oued Degrah à l'Est (Joelaud, 1936).

Le Lac Oubeira est un lac endoréique jouant un rôle permettant la maîtrise des crues parfois spectaculaires de l'Oued El Kebir. Il constitue un réservoir de dépôt des sédiments provenant du bassin versant et charriés par les eaux de crues (Messerer, 1999).

2.3.4 Bathymétrie et volume

La profondeur de l'eau du Lac Oubeira varie entre 2,10 m et 2,50 m. La profondeur moyenne est estimée à environ 2, 24 m. La profondeur maximale est d'environ 2,50 m.

Le volume en eau est estimé à environ 45.277.076 m³.

2.3.5 Caractéristiques écologiques

2.3.5.1 La flore

Le Lac Oubeira présente une organisation spatiale typique en ceinture de végétation (Hélophiles) avec une importante superficie colonisée par des herbiers flottants d'Hydrophytes. En été, les ceintures de végétation sont bien viables et pratiquement ininterrompues tout autour du lac et ont une largeur et une densité différentes selon les rives. Les plus larges, environ 400 m, sont formées essentiellement de Phragmites, Typha, et Scirpes, ainsi que d'herbiers flottants de châtaigne d'eau, de Myriophylles et de Cératophylles (Miri, 1996).



Photo 4 : Quelques espèces floristiques observées au Lac Oubeira
(Anonyme, 2011)

Les habitats et paysages du Lac Oubeira

Selon Miri (1996), Le Lac Oubeira est composé d'une mosaïque de formations végétales qui lui confère une valeur paysagère exceptionnelle et représente des habitats naturels pour la nidification et l'accueil des oiseaux migrateurs :

- Une frênaie
- Nupharaie (jaune)
- Scirpaie (*S. lacustris*, *S. maritimus*, *S. inclinatus*)
- Juncacées (*J. effusus*, *J. subulatus*, *J. articulatus*, *J. maritimus*)

Parmi les espèces rares et très rares, nous citons, la Châtaigne d'eau *Trapa natans* et le Nénuphar jaune *Nuphar luteum* (seule station en Algérie), le Nénuphar blanc *Nymphaea alba*, le Polygonum *Polygonum senegalense*, le Scirpe incliné *Scirpus inclinatus* et l'Utriculaire *Utricularia exoleta* (Miri, 1996 ; CENEAP, 2011 ; Anonyme, 2011).

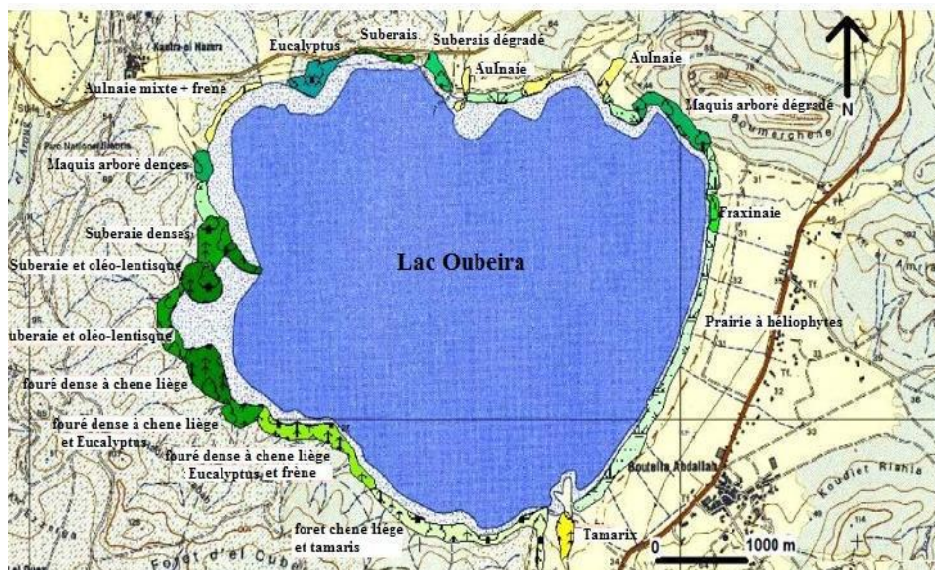


Figure 9 : Principales formations végétales du Lac Oubeira
(Anonyme, 2011)

2.3.5.2 La faune

Diversité ornithologique

* *Les sédentaires* : sont représentés par l'Erismature à tête blanche, le Blongios nain, la Talève sultane, la Rosserolle turdoïde *Acrocephalus arundinaceus*, le Butor étoilé *Botaurus*

stellaris, le Busard des roseaux *Circus aeruginosus* et le Balbuzard pêcheur *Pandion haliaetus*... (Belhadj, 1996 ; Boulahbal, 1999).

* **Les hivernants** : sont représentés par la Grande aigrette *Egretta alba*, la Spatule blanche *Plantalea eucorodia*, l'Oie cendrée *Anser anser*, le Grand cormoran *Phalacrocorax carbo*, la Grue cendrée *Grus grus* et plusieurs espèces de limicoles, telles que l'Avocette élégante *Recurvirostra avosetta*, les Chevaliers, les Bécasseaux, la Bécassine des marais *Gallinago gallinago* ... (Belhadj, 1996 ; Boulahbal, 1999).

* **Les oiseaux d'eau observés tout au long de l'année mais de façon irrégulière** : sont l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus* et le Flamant rose *Phoenicopterus ruber*.

✚ Les insectes

Le site abrite 28 espèces d'Odonates dont *Anax imperator*, *Anax parthenope*, *Aeshna mixta*, *Aeshna affinis*, *Hemianax ephippiger*, *Orthetrum cancellatum*, *Acisoma panorpoides ascalaphoides* (Bouguessa, 1993).

✚ **Les mammifères** : 10 espèces (loutre, Genette, Belette...)

✚ **Les rongeurs et lagomorphes** : 05 espèces (lièvre, lapin de garenne, rat...)

✚ **Les chiroptères** : 08 espèces (pipistrelle commune, petit murin...)

✚ **La faune halieutique** : 06 espèces (Anguille, Mulet, Barbeau, Carassin, Carpe commune, Carpe miroir)

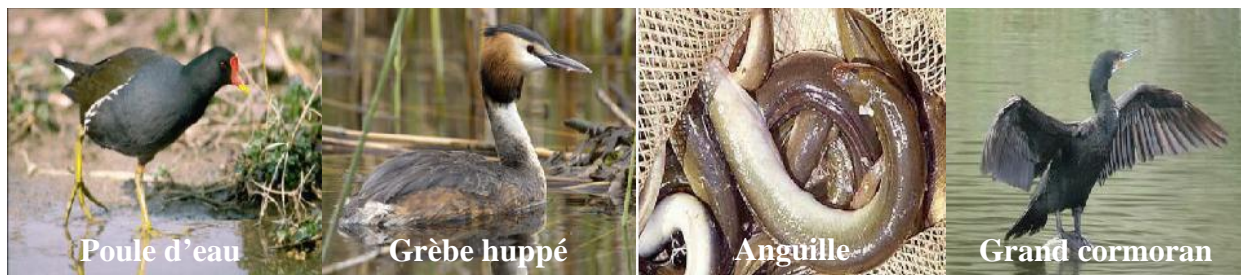


Photo 5 : Quelques espèces faunistiques observées au Lac Oubeira
(Anonyme, 2011)

2.3.6 Statut de protection

Le Lac Oubeira est doublement classé : c'est une zone centrale « intégrale » selon le zonage du PNEK (CENEAP, 2011) et site Ramsar depuis 1982 (Anonyme, 2011).

✚ **Justification des Critères RAMSAR** (Birdlife International, 2017)

Critère 1 : C'est une zone humide d'importance internationale rare dans la région méditerranéenne.

Critère 3 : Le Lac Oubeira abrite des populations d'espèces animales et végétales parmi lesquelles plusieurs sont rares. Une ceinture d'Hélophytes indispensables à la nidification des oiseaux d'eau. Parmi les espèces rares et très rares, nous citons la châtaigne d'eau *Trapa natans* (unique station en Algérie), le Nénuphar blanc *Nymphaea alba*, le Nénuphar jaune *Nymphaea luteum*, dont le site est désormais la seule station Nord-africaine pour l'espèce qui auparavant existait aussi au niveau du Lac noir, le *Polygonum senegalense*, le Scirpe incliné *Scirpus inclinatus* et l'Utriculaire *Utricularia exoleta*.

Critère 5 : Il abrite habituellement plus de 20.000 oiseaux d'eau hivernants

Critère 6 : Il abrite plus de 1 % des populations de Fuligule morillon *Aythya fuligula* et de Fuligule milouin *Aythya ferina*.

2.3.7 Menaces

Ce site Ramsar a connu par le passé diverses péripéties (CNRDPA, El-Kala)

L'office National de Développement et de Production Aquacole (ONDPA) (entreprise dissoute) a procédé sans étude d'impact préalable à l'introduction d'une carpe chinoise herbivore dans le cadre d'une opération de valorisation du lac. C'est ainsi qu'en Juin 1985, 3.150.000 alevins appartenant aux espèces *Aristichthys nobilis*, *Hypophthalmichthys molitrix* et *Ctenopharyngodon idella*, ont été introduits. En Avril 1986, un supplément de 3.000.000 alevins de *Cyprinus carpio* et de *Stizstedia lucio perca* a été effectué. Suite à l'assèchement naturel de l'été 1990, toutes les carpes sont mortes. Mais, en 1991, encore une fois sans étude d'impact préalable, un nouvel empoisonnement du lac en carpes, a eu lieu avec 1.700.000 alevins de deux espèces planctonophages cette fois, les carpes argentées et la carpe à grande bouche. Ce stock est aujourd'hui épuisé..

Dans les années passées :

Le déversement des eaux usées provenant du village Boutella Abdellah et d'une partie de la cité Djefal Torki ainsi que les agglomérations d'El-Mridima à El Kala, est une autre menace non négligeable dont les effets ne sont pas encore visibles (Benyacoub, 1993).

Dans le pourtour de la zone humide :

L'extention d'une agriculture spéculative autour du lac, à base d'arachides, de pastèque et de melon grâce à un pompage illicite et non contrôlé durant la saison d'étiage, constitue une autre menace.

3. Le Lac Mellah

3.1 Localisation

Le site est limité au Nord par la mer Méditerranée, au Sud par les forêts des deux Lacs et d'Aïn Khiair, à l'Est par la Forêt de Boumalek et l'agglomération du Pont de la République (Gantra El Hamra, anciennement El Melha) et à l'Ouest, par les plaines de Boutheldja et de Ben M'hidi (Fig. 10). Le Lac Mellah, situé à une distance de 10 Km à l'Est de Cap-Rosa, fait partie d'un ensemble de dépressions du complexe de zones humides dit d'El Kala et à 15 Km à l'Ouest de la ville du même nom. Ce plan d'eau se caractérise par une diversité de situations hydrologiques (dont les gradients de salinité) qui lui confère une grande richesse halieutique et limnologique (De Belair, 1990).



Figure 10 : Localisation du Lac Mellah dans le complexe de zones humides d'El-Kala (Anonyme, 2011)

3.2 Description :

D'une superficie égale à 860 ha, c'est une lagune en liaison avec la Mer méditerranée. L'eau est salée avec un taux de sel de 8.5 g/l, elle est caractérisée par des prairies à Salicornes (De Belair, 1990).

La Lac Mellah se compose de 2 plans d'eau, il se caractérise par une diversité de situations hydrologiques, dont le gradient de salinité lui confère une grande richesse halieutique et limnologique. Il est relié à la mer par un chenal artificiel de 900 mètres de long, de 20 mètres de large et d'une profondeur de 0,5 à 2 mètres. Cette lagune d'une profondeur maximale de 6 mètres, de forme ovoïde, dont le grand axe est orienté au Nord-Ouest, reçoit les eaux des Oueds El Mellah, Erguibet et El Aroug. Ce dernier oued en se jetant au Sud du lac forme un delta de milieux saumâtres constitués de Salicornes et de Joncs et inonde une ripisylve constituée de Frêne *Fraxinus angustifolia*. Sporadiquement ouverte à la mer par un chenal artificiel traversant le cordon dunaire, ce lac fait partie du complexe de zones humides du Parc National d'El-Kala.



Photo 6 : Vue générale du Lac Mellah (Nebbache M., 2016)

3.3 Caractéristiques physiques:

3.3.1 Bassin versant :

Le bassin versant, avec un périmètre de 44 kilomètres, couvre une superficie de 83,66 kilomètres carrés, le site reçoit les eaux des Oueds Eriguibet au Nord-Ouest et El Aroug au Sud-Ouest. Son régime hydrologique est influencé d'une part, par les mouvements de l'eau marine pénétrant par le chenal, les échanges entre le lac se faisant dans une lente rotation périphérique dans le sens des aiguilles d'une montre, et d'autre part, par les apports directs d'eau douce lors des pluies et, enfin, les eaux charriées par les Oueds (Benyacoub, 1993).

Le bassin versant est en majorité une zone dunaire et montagneuse occupée par des chênaies à Chêne liège *Quercus suber* et Chêne Kermès *Quercus coccifera*.

La région, peu urbanisée, est occupée par une population très clairsemée dans des habitations en majorité de type traditionnel. Celle-ci vit principalement d'élevage bovin et caprin, et des cultures d'arachides.

Les bordures du bassin versant du Lac Mellah sont formées à l'ouest par les reliefs du Kef Karussa (247 m), du djebel Koursi (329 m), du djebel Bez Zeze (309 m) et du Kef Feggāa (325 m). Leurs flancs sont entaillés par une multitude de talweg qui donne naissance aux trois principaux oueds du bassin versant. Les limites se poursuivent en suivant au sud-ouest les reliefs du Rched El Kirane (239 m), au Sud-Est ceux de djebel el Oubeira (100 m) pour aller rejoindre le Kef Tribiche (256 m) au Nord-Ouest.

Le bassin versant du Lac Mellah a la forme générale d'un triangle isocèle avec la base parallèle au littoral (Guimazane, 1982).

Récapitulation des caractéristiques du BV du Mellah (Samraoui & de Belair, 1997)

- Superficie totale:8366 ha
- Superficie du plan d'eau.....859,8 ha
- Périmètre du bassin versant:44,04 Km
- Périmètre du plan d'eau.....15,63Km
- La longueur totale du réseau hydrographique.....124, 3 Km
- Superficie des zones d'inondation.....140 ha
- La densité du drainage :.....1,65 Km/Km².

- Apport en eau du bassin versant ruisselant du lac Mellah.....24, 2 hm³ /an.
- Apport direct des précipitations sur le plan d'eau..... 7,16 hm³/an.
- Evaporation au dessus du plan d'eau 1580 mm/an soit.....13,5 hm³/an
- Le volume d'eau souterraine qui rejoint le lac sous forme ruisselée.....1 Hm³ /an.

✚ *Caractéristiques morphologiques* (Samraoui & de Belair, 1997)

- situé dans un bassin versant qui s'étale sur..... 8 366 ha
- La longueur est de3 km
- La largeur est de2, 60 km
- Le périmètre est égal à13,53 km
- La superficie en situation de pleine eau est de.....860 ha.
- Volume en eau :27.116.847 m³
- Bathymétrie : les profondeurs varie de..... 4,50 – 5,00mm
- Les faibles profondeurs 0,00 – 0,50 m, n'occupent que 1,4 % de la superficie du lac
- La profondeur moyenne est égale à..... 2,7 m

3.3.2 Géologie

Joelaud (1935), affirme que sur le plan géologique, le site est formé de sables et d'argiles laguno-marines du Néopleistocène, résultant de l'inclinaison de dépôts siciliens suivie d'affaissements successifs. Au néo-pléistocène ancien, la mer pénétra largement dans la dépression du Mellah. Le côté situé au-dessous du déversoir du lac est constitué de mollasse calcaire marine et dunaire. Les formations tertiaires sont représentées par des éléments de l'éocène moyen (argiles de Numidie) et d'éléments du miocène (sables, conglomérats et argiles rouges du Pontien). Au quaternaire, des mouvements transverses et des directions variables ont mis en place une série de dômes et de cuvettes. Cette néotectonique s'est prolongée jusqu'à la période actuelle (De Belair, 1990). Ces mouvements sont représentés essentiellement par des dépôts marins et fluviaux, mais on distingue aussi des galets, des limons et des sables. Il semble que les dépôts marins soient à l'origine des amas dunaires au Nord du lac Mellah, alors que les dépôts fluviaux sont représentés par des amas dunaires résultants de l'action érosive de la mer sur les falaises gréseuses. On distingue les sables dunaires répartis en cordons parallèles de direction WW-SE, ce sont les plages actuelles, les dunes littorales, Sud-littorales et anciennes rassemblées sous la dénomination de sables dunaires, de sols de marécages généralement situés à l'exutoire des Oueds et dans le lac,

d'alluvions laguneux-marins spécifiques à ce lac et de sols alluviaux des basses terrasses des Oueds. Et enfin, les argiles et les grès de Numidie (Joelaud, 1936 ; Alleg, 1986).

3.3.3 Pédologie

L'envahissement du terrain par *Quercus coccifera* confirme et met en valeur l'existence de sables dunaires (Ganibaldi, 1987). Les sols sont à dominance de sables fins associés soit à des limons grossiers soit à des argiles, parfois aussi à des limons fins. Les sables grossiers sont très peu représentés au niveau des profils. De manière générale, la texture est sablonneuse à sablonno-limoneuse (Durand, 1954). L'étude du sol des Aulnaies du Mellah montre que l'acidité du milieu ainsi que sa richesse en matières organiques est mise en valeur par l'existence de 3 types de tourbes, mézique, fibrique et humique (Assi & Siblot, 1981).

3.3.4 Hydrologie

L'altitude du Mellah étant au niveau de la mer, le chenal évacue à son niveau moyen, lorsque l'apport des précipitations est important, le trop-plein d'eau douce. Ce phénomène qui s'observe surtout d'octobre à avril permet au lac d'avoir un bilan positif. A l'inverse, pendant la saison chaude, de mai à septembre, la réduction des précipitations et l'augmentation de l'évaporation ont tendance à diminuer le niveau moyen du lac, et on assiste alors à une compensation du volume général par un apport d'eau marine par le biais du chenal (De Belair, 1990). Ce bilan négatif du lac provoque un courant lent, prenant naissance dans la baie du chenal qui, conjugué aux vents dominants Nord-Ouest, circule du Nord au Sud en ce qui concerne la rive-Est du lac et du Sud au Nord pour la rive-Ouest adoptant ainsi un mouvement circulaire en boucle.

3.3.5 Bathymétrie et volume

Les profondeurs de l'eau au niveau de la lagune d'El-Mellah varient de 4,50 – 5,00 m. Les faibles profondeurs de 0,00 – 0,50 m, n'occupent que 1,4 % de la superficie du lac. La profondeur moyenne est égale à 2,7 m.

Le volume en eau est estimé à environ 27.116.847 m³.

3.3.6 Caractéristiques écologiques

3.3.6.1 La flore

Le Lac Mellah se caractérise par l'existence de rives extrêmement réduites dont une grande partie de la végétation très diversifiée est terrestre (Ganibaldi, 1987). En effet, la configuration

générale des rives permet à la végétation ligneuse constituée de maquis de *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Calycotum villosa*, *Cistus salvifolius*, *Quercus coccifera*, *Quercus suber* et *Quercus faginea* de s'installer très près de la limite des eaux du lac. Au niveau de la rive Ouest s'élèvent des massifs de Chêne liège avec un cortège de végétation allant jusqu'à 2 ou 3 mètres de la limite des eaux. La partie Nord-Ouest a fait l'objet d'un reboisement d'Eucalyptus qui cède la place vers le Nord à une vaste aulnaie développée à la faveur du delta de l'Oued Erriguibet (Guimazane, 1982 ; Ganirardi, 1987).

Sur le plan floristique, un groupement de Pin d'Alep *Pinus halepensis* se situe au Nord-Ouest du Mellah sur des sables et des argiles laguno-marins riches en lumachelles ou calcaires issus de la décomposition de coquillages marins (Grimes, 1994). Il occupe environ 2 % de la superficie étudiée à une altitude de 10 mètres. Il existe aussi une variété de groupements végétaux composés d'une subéraie pure, d'une cocciferaie pure, d'un mélange de Chêne liège et de Chêne kermès avec une prédominance de Chêne liège et un mélange de ces deux espèces avec la bruyère *Erica arborea* (De Belair, 1990). La pinède de Pin d'Alep constitue une curiosité floristique sur les dunes car cette espèce est essentiellement calcicole. Le maquis à *Myrtus communis*, celui à *Calycotum villosa* et à lavande *Lavandula stoechas*, les pelouses, le peuplement à Pin maritime *Pinus maritima*, les peuplements à Eucalyptus, l'olivieraie et les cultures, constituent la couverture végétale du bassin versant de la lagune. (Guimazane, 1982 & De Belair, 1990).

Trois aulnaies sont observées :

- ✓ une première, située sur la rive-Est, est alimentée par une nappe phréatique dunaire et une chaâba (ou ruisseau), favorisant ainsi l'existence d'un milieu marécageux (De Belair, 1990). Cette aulnaie renferme un seul type de faciès à Aulne glutineux *Alnus glutinosa* et une espèce de fougère *Athyrium filix femina* qui sont accompagnées par l'Iris jaune *Iris pseudo-acorus*, le Lierre *Hedera helix*, la Salsepareille *Smilax aspera*, le Saule *Salix pedicellata*, le Liseron *Convolvulus sepia*, Callitriche *Callitriche palustris* ... (Ganirardi, 1987).
- ✓ Une deuxième aulnaie est alimentée par des chaâbas et de petits fossés drainant l'eau des sables dunaires et par des sources qui jaillissent au pied des dunes (De Belair, 1990). La surface est recouverte par une litière de feuilles plus au moins dégradée (Haouli, 1994). On y trouve 3 types de faciès, un premier à *Alnus glutinosa* et *Nerium*

oleander, un deuxième à *Alnus glutinosa* en contact avec *Quercus coccifera*, une forêt humide composée de *Convolvulus sepia*, *Nerium oleander*, *Rubus ulmifolius*, *Myrtus communis*, *Pteridium aquilinum*, *Phillyrea angustifolia* et enfin un troisième milieu submergé à *Alnus glutinosa* et *Rhynchospora glauca* (Ganirardi, 1987).

- ✓ Une troisième aulnaie, se situant sur la rive-Ouest, est alimentée par Oued Erriguibet qui s'est frayé une voie entre les dunes sablonneuses au Nord et une plaine recouverte d'alluvions limoneux au sud. A l'embouchure de l'Oued, ces alluvions évoluent en sables et argiles laguno-marins. Au fur et à mesure que l'Oued s'écoule vers la plaine, le milieu devient de plus en plus marécageux (De Belair, 1990).

La flore algale abondante est surtout représentée par *Ruppia cirrhosa* et dans une moindre mesure, *Potamogeton pectinatus* (Morgan, 1982). Les zones à forte salinité au Nord du lac, à proximité du chenal, hébergent quelques herbiers à *Zostera moltii* ainsi que des phodophycées, algues typiquement marines (Ganirardi, 1987 ; Haouli, 1994).



Althenia filiformis



Phragmites australis



Juncus acutus

Photo 7 : Quelques espèces floristiques observées au Lac Mellah
(Anonyme, 2011)

Les habitats et paysages du Lac Mellah

Le lac Mellah est composé d'une mosaïque de formations végétales qui lui confère une valeur paysagère représentée par des habitats naturels pour l'accueil des oiseaux migrateurs : l'Aulnaie, la Tamaricaie, la Juncacaie, la Scirpaie (Ganirardi, 1987).



Figure 11 : Principales formations végétales du Lac Mellah
(Anonyme, 2011)

3.3.6.2 La faune

61 espèces constituent le peuplement du site aquatique stricto sensu avec une présence renforcée des Phalacrocoracidés, Laridés et des Limicoles (Plan d'action du Parc National d'El-Kala, 2011).

Les espèces d'oiseaux sont réparties en: (Hamza & Slimani, 1982)

- 32 espèces de Charadriiformes
- 7 espèces de Ciconiiformes
- 3 espèces de Coraciiformes
- 8 espèces de Passériforme
- 6 espèces d'Ansériformes
- 2 espèces de Gruiformes
- 1 espèce de Podicipédiformes
- 1 espèce de Pélécianiformes
- 1 espèce de Falconiformes

Il est à noter que par rapport aux observations précédentes, 05 nouvelles espèces supplémentaires d'oiseau marin s'ajoutent à la liste de la diversité ornithologique du Parc National d'El-Kala : le Goéland brun, le Goéland railleur, le Goéland d'Audouin, la Mouette pygmée et la Sterne caspienne (Bouchecker, 2009).

Avant l'aménagement du chenal l'avifaune hivernale du Lac mellah était constituée essentiellement d'Anatidés, notamment des Canards plongeurs, des Grèbes et Foulques (Hamza & Slimani, 1982). Le lac avait une fonction de remise-gagnage pour les Canards plongeurs alors qu'il ne représentait qu'une zone de remise pour les Canards de surface. Spatialement, c'étaient surtout les rives Ouest, Sud et Sud-Est qui étaient les plus régulièrement fréquentées par cette avifaune (Boumezber, 1993). Depuis l'aménagement du chenal et l'intrusion massive d'eau marine dans le lac, on assiste à l'augmentation d'une avifaune particulière où dominant des espèces piscivores (Bakalem *et al.*, 1981 ; Guelorget *et al.*, 1989). La marinisation du site s'est naturellement accompagnée d'une marinisation des ressources trophiques et d'une marinisation de l'avifaune (Benyacoub *et al.*, 1998).

Sur le plan de la diversité planctonique, 200 espèces de phytoplancton ont été identifiées (Haouli, 1994 ; Retima, 1999) et 47 espèces de zooplancton (Haridi, 1999).

En outre, le Mellah et sa périphérie font l'objet d'une importante fréquentation faunique qui utilise ses potentialités biologiques (Grimes, 1994), notamment des mammifères, comme le Chacal doré ou Loup doré africain *Canis aureus*, le Renard roux *Vulpes vulpes*, la Genette *Genetta genetta* et la Mangouste *Herpestes ichneumon* dont de nombreuses traces sont visibles sur le sable des rives, des fèces, des empreintes ou des restes de repas, généralement des plumes. Le sanglier *Sus scrofa* ne dédaigne pas fréquenter les abords immédiats du lac pour y consommer des champignons ou des mollusques gastropodes, de nombreux retournements de sable et de terre témoignent de ses fréquentes visites (Benyacoub, 1993).

Les eaux du lac possèdent une forte productivité et hébergent un peuplement piscicole relativement diversifié composé d'une quinzaine d'espèces dont l'anguille *Anguilla Anguilla*, la sole *Solea vulgaris*, le loup *Dicentrachus labrax*, cinq espèces de mulets (*Mugil cephalus*, *M. saliens*, *Liza aurata*, *L. ramada* et *Chelon labrosus*) qui font l'objet d'une exploitation extensive, surtout pour l'anguille (Guelorget *et al.*, 1982 ; Djebbar *et al.*, 2003).

Un riche peuplement d'invertébrés benthiques constitué d'Annélides et de Mollusques bivalves suscitent un intérêt certain pour la conchyliculture (Grimes, 1994), faisant de la lagune d'El-Mellah la principale zone de production d'huîtres et de moules d'Algérie (Draredja, 1986 ; Refes, 1994. Grimes, 1994).

L'inventaire de la macrofaune benthique du Mellah a révélé la présence de 50 espèces dont 22 Annélides (21 Polychètes et 1 Oligochète), 11 Mollusques (5 Bivalves et 6 Gastéropodes), 11 Crustacés (4 Amphipodes, 4 Isopodes, 2 Décapodes et 1 Cirripède). La densité moyenne de la macrofaune benthique dans la lagune s'élève à 1640 ind.m² (Drardja *et al.*, 2012).



Mytilus galloprovincialis

Matsagoune

sar commun

Photo 8 : Quelques espèces faunistiques observées au Lac Mellah
(Anonyme, 2011)

3.3.7 Statut de protection

Le Lac Mellah est doublement classé : c'est une zone centrale « intégrale » selon le zonage du PNEK (CENEAP, 2011) et site Ramsar depuis 2004 (Anonyme, 2011)

✚ **Justification des Critères RAMSAR** (Birdlife International, 2017)

Critère 1 : Localisée dans un site naturel couvert d'une forêt dense, l'unique lagune en Algérie auquel s'associe le lac bleu, un étang naturel d'eau douce entouré d'un épais cordon dunaire, une forêt humide et un cordon dunaire important, est un exemple représentatif d'une zone humide naturelle rare, voire unique, de la région méditerranéenne.

Le Lac Mellah se caractérise par l'existence de rives extrêmement réduites dont une grande partie de la végétation très diversifiée est terrestre. En effet, la configuration générale des rives permet à la végétation ligneuse constituée de maquis de *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Calycotum villosa*, *istus salvifolis*, *Quercus coccifera*, *Quercus suber* et *Quercus faginea* de s'installer très près de la limite des eaux du lac. Au niveau de la rive Ouest s'élèvent des massifs de Chêne liège avec un cortège de végétation allant jusqu'à 2 ou 3

mètres de la limite des eaux. La partie Nord-Ouest a fait l'objet d'un reboisement d'Eucalyptus qui cède la place vers le Nord à une vaste aulnaie développée à la faveur du delta de l'Oued Erriguibet. Sur le plan floristique, un groupement de Pin d'Alep se situe au Nord-Ouest du Mellah sur des sables et des argiles laguno-marins riches en lumachelles ou calcaires issus de la décomposition de coquillages marins (Anonyme, 1982). La pinède de Pin d'Alep constitue une curiosité floristique sur les dunes car cette espèce est essentiellement calcicole. Le maquis à *Myrtus communis*, celui à *Calycotum villosa* et à lavande (*Lavandula stoechas*), les pelouses, le peuplement à Pin maritime (*Pinus maritima*), les peuplements à Eucalyptus, l'oliveraie et les cultures, constituent la couverture végétale du bassin versant de la lagune.

Une première aulnaie, ripisylve ou forêt humide, située sur la rive-Est est alimentée par une nappe phréatique dunaire et une chaâba (ou ruisseau), favorisant ainsi l'existence d'un milieu marécageux. Elle se présente comme une mosaïque où alternent de petites dépressions inondées et de petites éminences exondées.

Critère 4 : Site de gagnage et de remise, le Mellah est important pour l'avifaune en hiver. Le Fuligule morillon l'exploite durant 5 mois environ, y prélevant ses ressources alimentaires spécifiques constituées principalement de mollusques bivalves (Coques blanches ou *Cardium edule*, de palourdes *Ruditapes decussatus* et de moules *Mytilus galloprovincialis* très abondantes qui en font une des espèces les plus nombreuses hivernant dans ce site. Le Canard siffleur *Anas penelope* l'exploite surtout comme remise durant près de 7 mois, de septembre à mars. La Foulque macroule l'exploite essentiellement comme gîte d'étape en cours de migration. Le Grèbe huppé *Podiceps cristatus*, présent toute l'année, l'exploite à des fins alimentaires y prélevant une nourriture piscicole abondante. Le Grèbe castagneux *Podiceps ruficollis* l'exploite durant 5 mois en cours de migration. Les caractéristiques écologiques (eaux douces et eaux marines) spécifiques de ce site conditionnent largement la composition du peuplement aviaire qui s'y installe. La présence du Grand cormoran et des Grèbes, huppé et castagneux, s'explique par la richesse piscicole du site, tandis que le fuligule morillon y trouve de quoi satisfaire ses besoins alimentaires grâce à l'abondance des bivalves. La présence d'herbiers à *Ruppia spiralis* et plusieurs invertébrés, notamment les annélides dans la vase, constitue une ressource alimentaire largement exploitée par les canards plongeurs. De plus, le Mellah est une zone de remise non négligeable pour les espèces qui subissent des dérangements dans les sites environnants, c'est à dire le Chipeau *Anas strepera*, le colvert *Anas platyrhynchos*, occasionnellement le souchet *Anas clypeata* et surtout le siffleur qui s'y

remisent en permanence. Notons aussi la présence de quelques couples de Balbuzards pêcheurs *Pandion haliaetus* qui nichent sur les falaises des côtes avoisinantes. En période d'hivernage plusieurs espèces de sternes utilisent la lagune pour s'alimenter.

Critère 8 : Le Lac Mellah est un site important pour l'alevinage d'importants stocks de poissons qui y vivent et se reproduisent. C'est ici que viennent grandir les jeunes anguilles avant de partir se reproduire dans leurs lieux de reproduction dans les îles des Sargasses. Sur le plan de la diversité planctonique, 200 espèces de phytoplancton y ont été identifiées (Remita, 1999) et 47 espèces de zooplancton (Haridi, 1999).

Les eaux du lac possèdent une forte productivité et hébergent un peuplement piscicole relativement diversifié composé d'une quinzaine d'espèces dont l'anguille, la sole, le loup, cinq espèces de mulets (*Mugil cephalus*, *M. saliens*, *Liza aurata*, *L. ramada* et *Chelon labrosus*) qui font l'objet d'une exploitation extensive surtout pour l'anguille (Guelorget *et al.*, 1982).

3.3.8 Menaces

- Travaux d'aménagement du chenal entraînant une marinisation de la lagune.
- Agriculture spéculative à proximité.



Chapitre II

Inventaire et structure du peuplement de Larolimicoles dans les sites d'étude

CHAPITRE II/ INVENTAIRE ET STRUCTURE DU PEUPLEMENT DE LARO-LIMICOLES DANS LES SITES D'ETUDE

1. Matériels biologiques : Les Laro-limicoles

1.1 Les Laridés

1.1.1 Description

Les Laridés forment une famille d'oiseaux fortement homogène, ils constituent trois sous familles et une cinquantaine d'espèces qui se distinguent les unes des autres par certains caractères (Besnard, 2001). Ce sont des oiseaux marins très sociables que l'on rencontre souvent à proximité des côtes, des marais, des villes où ils cherchent leur nourriture. De nombreuses paléo-espèces et des modernes sont connus depuis le pléistocène, il y a moins de 2 millions d'années. La classification actuelle suggère l'existence de 5 à 12 groupes qui diffèrent au sein des Laridés mais des études de phylogénie moléculaire suggèrent une plus grande homogénéité (Crochet *et al.*, 2000).

Une multitude d'oiseaux marins, notamment les Laridés ont des taux de survie adultes élevés, une maturité sexuelle tardive et une fécondité faible (Weimerskirch, 2002). De nombreux paramètres relatifs à l'écologie, au comportement et aux traits d'histoire de vie de ces oiseaux, s'avèrent fortement influencés par la disponibilité locale en ressources alimentaires. Ainsi, la distribution spatiale des effectifs (Ballance *et al.*, 1997), le choix des sites de nidification (Jouventin & Mougin, 1981 ; Brown & Rannala, 1995), l'intensité des interactions interspécifiques (Gonzalez-Solis *et al.*, 1997), le succès de la reproduction (Brown *et al.* 1992 ; Chudzik *et al.* 1994) et le régime alimentaire (Götmark, 1984 ; Belant *et al.*, 1993) dépendent en partie de la nature et de l'abondance des ressources alimentaires disponibles dans l'environnement plus ou moins proche des sites de reproduction. Ces relations semblent être particulièrement nettes chez les Laridés, dont certaines espèces présentent un caractère anthropophile et une grande plasticité écologique (Pierotti & Annett, 1991 ; Ewins *et al.*, 1994) qui leur permettent d'exploiter abondamment les ressources alimentaires d'origine humaine (Pons & Migot, 1995). Du fait de ce caractère opportuniste et anthropophile, certaines espèces de Laridés ont récemment connu une forte expansion démographique, particulièrement en Europe (Thomas, 1972 ; Blokpoel & Spaans, 1991) et en Amérique du Nord (Blokpoel & Scharf, 1991), mais également dans une moindre mesure en Asie et en Australie (Coulson, 1998).

1.1.2 Caractéristiques

Les Laridés sont présents partout dans le monde et nichent sur tous les continents. Les modalités de la dispersion hivernale varient considérablement d'une espèce à l'autre. Certains, tels que le Goéland marin, sont des sédentaires convaincus, d'autres à l'instar du Goéland argenté sont un peu plus erratiques, et d'autres se montrent de véritables migrateurs, nichant en Europe et hivernant en Afrique (Dif & Vallier, 1981). La Mouette rieuse fréquente régulièrement les plans d'eau douce, bien qu'elle soit une espèce marine (Qninba *et al.*, 1999 ; Bologna, 1980 ; Ledant *et al.*, 1981 ; Jacob, 1983 ; Sueur, 1999). Elle vient hiverner abondamment sur les côtes et les zones humides de l'intérieur du pays (Ledant *et al.*, 1981 ; Isenmann & Moali, 2000), habituelle des zones humides de la Numidie algérienne (Houhamdi, 2002 ; Houhamdi & Samraoui, 2003). Sa nidification a été confirmée pour la première fois en Afrique, au Maroc en 2002 et depuis cette date, elle est devenue régulière (Thevenot *et al.*, 2004). Un premier cas de nidification a été prouvé en Algérie en 2010 à Dayet El-Ferd, par l'observation de plusieurs nids et de poussins (Moulay-Meliani *et al.*, 2011). C'est un oiseau aquatique très distingué, les deux sexes sont identiques. L'adulte en plumage nuptial a le dos et le dessus des ailes gris clair. La Mouette rieuse a un capuchon brun-chocolat qui s'étend jusqu'à l'arrière de la partie auriculaire et des croissants blancs autour de l'œil. Le juvénile et l'immature n'ont pas de capuchon noir (Beaman & Madge, 1999).

En Algérie, les premières études remontent à Loche (1858). Il a fallu attendre le milieu des années 1970 pour voir apparaître plusieurs contributions, dont celles de François (1975), Kérautret (1976), Leberre & Rostan (1976) ou Metzmacher (1976), Jacob & Courbet (1980) qui ont précisé le statut de quelques espèces d'oiseaux de mer sur l'ensemble du littoral, et Jacob (1983) celui des Laridés hivernants en Algérie. Plusieurs travaux ultérieurs ont été focalisés sur l'une ou l'autre des espèces marines, ou ils ont proposé des synthèses locales ou globales (Ledant *et al.*, 1981 ; Doumandji *et al.*, 1988 ; Boukhalifa, 1990 ; Michelot & Laurent, 1988, 1993 ; Thibault, 1993 ; Isenmann & Moali, 2000 ; Brahmia, 2006 ; Moulai, 2006 ; Bougaham, 2013).

1.1.3 Ecologie

1.1.3.1 Régime alimentaire

Plus que tous les autres groupes d'oiseaux, les Laridés exploitent une très large gamme de nourriture selon des méthodes très variées (Del Hoyo *et al.*, 1996).

Les espèces les plus petites telles que les mouettes attrapent généralement leur nourriture à la surface de l'eau ; les espèces plus grandes comme les goélands se nourrissent de charogne, d'oisillons, d'œufs et même d'autres oiseaux adultes, ainsi que de poissons et de déchets qu'ils trouvent dans les ports, dans le sillage des bateaux et sur les décharges publiques.

Le régime alimentaire de base du Goéland leucophée est traditionnellement constitué de petits poissons, d'oisillons et de charognes. Cet oiseau, au puissant bec crochu, est aussi le prédateur occasionnel de plus grosses proies, comme le Pigeon biset (Vincent & Guiguen, 1989) le Martinet noir (Gory & André, 1997), ou même le rat surmulot (Beaubrunp, 1988). L'alimentation de cet oiseau opportuniste s'est modifiée pour profiter de certains travers de la société moderne. Il trouve de la nourriture à foison sur les décharges et dans les rejets de bateaux de pêche industrielle (Moulaï *et al.*, 2008). Cette modification du régime alimentaire est certainement la cause de l'explosion de sa population. Le Goéland railleur est un grand consommateur de poissons et d'invertébrés aquatiques (IL'Icev & Zubakin, 1990). L'espèce exploite les proies habituellement trouvées dans les habitats utilisés : poissons (mulets, athérines...), crustacés (crevettes...), insectes (Isenmann, 1976). Le Goéland d'Audouin est aussi capable de se nourrir d'invertébrés marins, d'insectes et peut même à l'occasion capturer des passereaux, des rongeurs ou encore des lézards (Thibalut *et al.*, 1996). La Mouette rieuse est très éclectique, avec un régime alimentaire dominé par une part animale (Cramp & Simmons, 1983).

La Sterne caugek *Thalasseus sandvicensis* est essentiellement piscivore. Elle se nourrit de spécimens d'espèces de petite taille (lançon *Ammodytes sp.*, petits harengs *Clupea harengus*, Sprat *C. sprattus*...) qu'elle capture à la surface de l'eau en plongeant, souvent précédé d'un vol sur place. Elle peut aussi nager sous l'eau à l'aide de ses ailes lorsque la visibilité le permet, atteignant des profondeurs de cinq mètres (Jonin, 1990). La sterne pierre-garin se nourrit de petits poissons qu'elle capture en plongeant dans l'eau de manière spectaculaire. Les crustacés (crevette essentiellement) peuvent constituer localement une part importante

du régime alimentaire. La capture d'insectes reste très occasionnelle, tout comme la consommation de baies et autres fragments végétaux (Franck, 1992).



Photo 9: (A): Goéland leucopnée; (B): Sterne caugek

(<https://www.oiseaux.net>)

1.1.3.2 Habitat

Le littoral algérien abrite le long de ses côtes des milieux qui méritent d'être protégés et mieux exploités ; la juxtaposition des vasières littorales, des falaises maritimes, des embouchures des oueds, des plages et des zones humides environnantes est indispensable à l'équilibre biologique de nombreux oiseaux marins. Ces organismes sont particulièrement sensibles aux perturbations de l'environnement et leur réponse démographique est susceptible d'intégrer et d'amplifier la variabilité environnementale, à différentes échelles spatiales et temporelles (Furness & Greenwood, 1993). Ces oiseaux ont des capacités de déplacement remarquables ; ils sont présents dans toutes les zones exploitées par les principales pêcheries mondiales (Yodzis, 1998), avec lesquelles ils interagissent, par leurs prélèvements sur les écosystèmes (Yodzis 2001) et pourraient par conséquent être utilisés comme indicateurs des stocks exploités (Furness & Camphuysen, 1997). Dans les zones humides, les oiseaux constituent le deuxième groupe taxonomique comportant le plus d'individus, représentant ainsi près de 20,7% des espèces de vertébrés de cet écosystème (Lalèye, 2003). Selon Lougbégnon (2002), l'observation des oiseaux peut apporter beaucoup d'explications à l'évolution climatique d'une région et ses conséquences botaniques et zoologiques sur le milieu.

1.1.3.3 Nidification

Les Laridés sont fortement grégaires aussi bien pendant qu'en dehors de la saison de la reproduction. Ils nichent majoritairement en colonies dont les distances entre les nids sont fortement variables, souvent même au sein d'une espèce. Les sites de colonies peuvent être occupés ponctuellement ou pendant plusieurs années. La reproduction se déroule généralement selon un cycle typique : arrivée sur les sites de reproduction quelques jours à quelques mois avant les pontes, défense du territoire, parades et construction des nids s'étalant sur une à trois semaines puis la ponte (Besnard, 2001).

La ponte comprend généralement deux ou trois œufs de couleur variable mais le plus souvent crème à olive ou fauve avec des taches sombres. Ils sont couvés trois à quatre semaines par les deux adultes.

Les poussins ont un duvet gris ou fauve avec des marques foncées, ils restent au nid ou à proximité, ils sont nourris par régurgitation et deviennent indépendants à l'âge de quatre et six semaines, le plus souvent. Il n'y a qu'une seule ponte par an, mais en Afrique du sud et en Australie occidentale la Mouette australienne à deux saisons de nidification par an (Heinzel & Tuck, 1985).

Le mode de nidification des oiseaux de mer (nids souvent posés au sein de vastes colonies, sur des îles isolées) les rend très vulnérables aux intrusions humaines et à la prédation de leurs œufs par des espèces introduites par l'homme comme les rats, les chats haretts ou les chiens. En effet, ces oiseaux ont perdu tout comportement instinctif de défense contre ce genre de prédation (Moors *et al.*, 1984). En sus, des herbivores comme les chèvres, les lapins, bovidés peuvent détruire également la végétation essentielle aux oiseaux ou au maintien des sols (Carlile *et al.*, 2003).

L'influence exacte de la pollution de l'eau, contaminant le plancton puis les poissons est mal connue, mais les taux de produits chimiques dangereux accumulés dans leurs graisses, laissent penser que la santé des populations d'oiseaux marins en est fragilisée. Par exemple, le DDT crée des troubles du développement embryonnaire (Fry & Toone, 1981).

Le Goéland railleur *Chroicocephalus genei* niche de façon très discontinue du Pakistan et du Kazakhstan jusqu'en Afrique de l'Ouest. La Mer Noire et plus particulièrement le sud de l'Ukraine et de la Russie, constituent le cœur de l'aire de distribution (Il'icev & Zubakin,

1990 ; Rudenko, 1996 ; Siokhin, 2000). En Méditerranée, le Goéland railleur est présent comme nicheur en Turquie, Grèce, Egypte (Meininger *et al.*, 1993), Tunisie (Isenmann *et al.*, 2005), Italie, France et Espagne (Isenmann & Goutner 1993 ; Costa Pérez, 1997 ; Isenmann & Sadoul 1999 ; Bricchetti *et al.*, 2000 ; Karauz *et al.*, 2000). Sur la côte atlantique, il se reproduit essentiellement au Sénégal et sur le Banc d'Arguin en Mauritanie. Il niche en colonie, le plus souvent en compagnie des mouettes et sternes, en forte densité (distance inter-nid de 20 à 70 cm) sur les zones peu ou pas végétalisées des îlots sableux ou limoneux-argileux (Cramp & Simmons 1985 ; Besnard 2001). Les pontes sont déposées début mai dans un nid peu élaboré. Ces pontes comptent le plus souvent 3 œufs (2,57 en moyenne dans le delta de l'Ebre Oro (2002) et 2,45 en Camargue calculé sur 31 colonies de plus de 35 couples. En cas d'échec, une ponte de remplacement peut être déposée. Après une durée d'incubation d'environ 22 jours, les premiers poussins ne restent que quelques jours au nid avant de se rassembler en crèche. C'est grâce à une reconnaissance individuelle vocale que les adultes retrouvent leurs poussins et peuvent ainsi les nourrir (Staav, 1998).

L'aire de nidification est circonscrite au bassin méditerranéen. En 2001, un premier cas de reproduction a toutefois été noté en Algarve (Castro Marina, Portugal). L'Espagne héberge une grande part des effectifs mondiaux essentiellement regroupés dans deux colonies situées dans le delta de l'Ebre et les Iles Chaffarines (Oro, *et al.*, 2000) . Vers l'Est, des colonies sont connues en Algérie, Tunisie, dans la mer d'Aggée en Turquie et à Chypre.

La Sterne pierregarin *Sterna hirundo* niche en Amérique du nord, dans le nord de l'Amérique du sud, les îles de l'Atlantique, l'Europe, le Nord et l'Ouest de l'Afrique, le Moyen-Orient jusqu'à la mer Caspienne et la vallée de l'Ienisseï. Dans la zone de Sibérie centrale, les oiseaux sont rattachés à la sous-espèce *minussensis* et à la sous-espèce *tibetana* dans les montagnes et plateaux d'Asie centrale (ce taxon étant peut-être à rattacher au complexe *minussensis-tibetana*) (Franck, 1992).



Photo 10 : (A): Goéland railleur; (B): Sterne pierregarin

(<https://www.oiseaux.net>)

1.2 Les Limicoles

1.2.1 Description

Les Limicoles faisaient partie de l'ancien ordre des Echassiers que la systématique a scindé en trois ordres (Frété, 1960) : les Charadriiformes (Limicoles), les Ardéiformes (Hérons, Aigrettes, Butors, Blongios) et les Gruiformes (Grues, Outardes, Foulques, Râles, Poules d'eau). Par la suite, les Limicoles ont été rapprochés des oiseaux qui constituaient l'ordre des Lariformes ; l'ordre des Charadriiformes se composa alors de 18 familles réparties en trois sous-ordres : *Charadrii* (Limicoles) avec 13 familles, *Lari* (Labbes, Goélands et Mouettes, Sternes et Guifettes) avec 4 familles et *Alcae* (Pingouins et Guillemots) avec une seule famille (Cramp & Simmons, 1983).

Plus récemment, une autre classification a été proposée par Sibley & Monroe (1990). Ces auteurs ont intégré les données biochimiques disponibles pour établir les liens éventuels de parenté entre espèces et entre groupes d'espèces. Selon cette dernière classification, le sous-ordre des *Charadrii* (Limicoles et Laridés) est placé au sein de l'ordre des Ciconiiformes à côté des Cigognes, des Grèbes, des Faucons et des Aigles. La proposition de Sibley et Monroe (1990) est encore sujette à controverses, ce qui nous a poussé à adopter la classification de Voous (1973), encore utilisée dans un grand nombre de travaux d'ornithologie dont ceux de Cramp & Simmons (1983) et de Géroutet (1982 et 1983).

Les Limicoles, apparus dès le Crétacé (environ 100 millions d'années), ont des affinités complexes : les Oedicnèmes, par exemple, présentent des points communs avec les Outardes; les Gangas sont assez proches des Limicoles ; les Flamants seraient des parents

éloignés des Avocettes ... (Géroutet, 1982). Cela laisse supposer que les Limicoles actuels seraient issus de diverses souches ancestrales.

1.2.2 Caractéristiques

Une voie migratoire peut être définie comme un modèle distinct de routes migratoires utilisées par un groupe donné d'espèces (Piersma *et al.*, 1987). Ce sont Altenburg *et al.* (1982) *in* Piersma *et al.* (1987) qui ont créé le terme de "voie migratoire Est-atlantique" pour décrire l'hivernage des populations de Limicoles en Afrique et en Europe occidentales et, géographiquement, toutes les zones que ces populations utilisent durant le reste de l'année.

La zone de la voie Est-atlantique comprend, d'une part, l'aire de nidification des populations de Limicoles qui s'étend depuis environ la longitude 70°W (Île d'Ellesmere au Nord-Est du Canada) jusqu'à 110°E (la Péninsule de Taymir au Nord de la Sibérie) et, d'autre part, leurs aires d'hivernage, le long de la rive Est de l'Océan Atlantique, jusqu'à l'Afrique du Sud (Piersma & *al.*, 1987). Le système de migration le long de la voie Est-atlantique a été défini grâce au développement des études relatives aux Limicoles qui ont démarré avec les activités de baguage initiées dans l'Est de l'Angleterre en 1959 et étendues par la suite à d'autres régions d'Europe et d'Afrique, en passant par les dénombrements des oiseaux d'eau organisés par le Bureau International de Recherche sur les Oiseaux d'Eau (BIROE, actuellement Wetlands International) à travers plusieurs pays et les différentes expéditions menées entre 1970 et 1974 par des équipes britanniques au Groenland, Islande, Norvège, Maroc et Mauritanie (Piersma *et al.*, 1987).

1.2.3 Ecologie

1.2.3.1 Régime alimentaire

L'alimentation des Limicoles est constituée presque exclusivement de proies animales ; les végétaux ne forment, dans la plupart des cas, qu'une partie minimale du régime alimentaire de ces oiseaux (Del Hoyo *et al.*, 1996). Les principales proies exploitées sont représentées par les Annélides terrestres ou marins, les stades immatures de divers Insectes (bien que les imagos des Diptères Tipulidés et des Orthoptères soient capturés aussi), les Crustacés (petits crabes, crevettes, amphipodes ou ostracodes) et les Mollusques, surtout les Gastéropodes localisés sur la surface du substrat et les Lamellibranches généralement situés en dessous. Les têtards, les grenouilles ou les petits poissons peuvent aussi faire partie de l'éventail des

proies exploitées (Isenmann, 1976). D'une manière générale, des becs forts et courts comme ceux des Pluviers et des Gravelots sont caractéristiques des espèces chassant à vue, alors que la chasse par sondage dans le substrat nécessite très souvent un long bec dont la pointe est riche en terminaisons nerveuses très sensibles aux vibrations émises par les proies endogées en activité (Heinzel *et al.*, 2004). Par exemple, la Barge à queue noire *Limosa limosa* se nourrit d'insectes et de leurs larves, de vers, de mollusques, d'araignées, de petits crustacés et d'autres invertébrés (Felix, 1975). Le Chevalier aboyeur *Tringa nebularia* se nourrit d'une grande variété d'invertébrés aquatiques comprenant des insectes et leurs larves (Coléoptères, Hémiptères, Diptères, Trichoptères, Lépidoptères, Odonates), des Crustacés (crabes, crevettes, gammares), des Mollusques (planorbes, littorines, hydrobies) et des vers polychètes (Néréides). Des vertébrés comme les batraciens (adultes et larves) et surtout les poissons sont localement des proies régulières. La Bécassine des marais *Gallinago gallinago* quand a elle se nourrit principalement d'insectes et de leurs larves (Diptère, trichoptères, éphémères...), ainsi que de petits mollusques, vers, araignées et autres invertébrés s'y ajoutent des fragments de végétaux (Dejonghe, 1980 in Mettalaoui, 2010). L'Echasse blanche *Himantopus himantopus* se nourrit d'insectes adultes et de larves, spécialement des Coléoptères, des Trichoptères, des Araignées, des vers, des têtards, des amphibiens et des œufs des petits poissons (Cramp & Simmons, 1983).

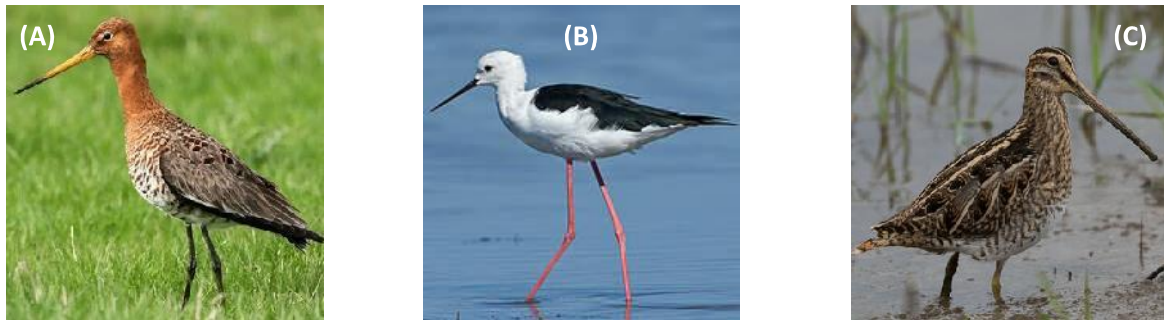


Photo 11 : (A): Barge à queue noire; (B): Echasse blanche ; (C) : Bécassine des marais

(<https://www.oiseaux.net>)

1.2.3.2 Habitat

Les Limicoles recherchent principalement les habitats ouverts ; ils sont surtout inféodés aux zones humides, mais la présence d'eau libre n'est pas obligatoire pour bon nombre d'entre eux. En période de reproduction, ce sont les marais, les zones palustres des « *Marjas* » et des

lacs ainsi que les pelouses humides qui sont recherchés par certaines espèces pour dissimuler leurs nids dans la végétation herbacée. D'autres oiseaux préfèrent les rivages découverts, les bordures pierreuses et les îles des cours d'eau, ou bien les steppes et les déserts. Quelques Limicoles s'installent uniquement au bord des eaux salées, d'autres affectionnent les champs de culture (Géroutet, 1982). La Barge à queue noire est une espèce très farouche, fréquente généralement les plans d'eau peu profonds et spacieux (Fournier & Spitz, 1965). Le Chevalier Guignette hiverne dans les régions côtières (Ledant *et al.*, 1981), dans les zones humides des hautes plaines de l'Est algérien (Seddik *et al.*, 2006; Seddik, 2011) et même au Sahara (Laferrere, 1968 ; Ledant *et al.*, 1981), et de passage dans le Lac Boughzoul (François, 1975). Le Chevalier aboyeur hiverne depuis la région méditerranéenne et le sud de l'Asie jusqu'au sud de l'Afrique, l'Australie et la Nouvelle Zélande (Cramp & Simmons, 1983 ; Sibley & Monroe, 1990).

1.2.3.3 Nidification

Pour de nombreuses espèces de Limicoles, la période de nidification diffère d'une région à l'autre. Le Chevalier aboyeur, par exemple, niche au nord de l'Europe (Cyril, 2013). Heim de Balsac & Mayaud donnent comme périodes de passages : février-avril et août-octobre tout en indiquant que le Sahara est souvent traversé. Il hiverne en nombre restreint dans le nord de l'Algérie : en Oranie, El-Kala, Boulhilet, sur les Hauts-Plateaux, mais aussi dans le Sahara : dans la Vallée de Oued Righ, à Béni-Abbès, El Golea, El Atteuf, Ouarglas et Ghardaia (Dupuy, 1966 ; Johnson *et al.*, 1975 ; François, 1975 ; Le Berre et Rostan, 1977 ; Burnier, 1979). La Barge à queue noire niche essentiellement dans l'Est de l'Europe. Elle vit également dans les régions septentrionales de l'Allemagne, du Danemark, des Pays bas, de la Belgique et l'extrémité Sud de la Suède. Il est également observé à l'Ouest de la France et dans le Sud de l'Angleterre (Cramp & Simmons, 1974 ; Felix, 1975; Heinzl *et al.*, 1985 ; Qninba, 1999). Parmi les trois sous-espèces de la race *Limosa* (*Limosa limosa islandica*, *Limosa limosa limosa*, *Limosa limosa melanuroides*), la sous espèce *Limosa limosa limosa* est la seule population qui hiverne régulièrement en Algérie, Tunisie, Maroc et en Afrique tropicale (Fournier & Spitz, 1965 ; Fournier, 1969 ; Beaman & Madge, 1999). Selon Isenmann & Moali (2000), cette espèce est hivernante au Sahel avec seulement quelques estivants rencontrés pendant le mois de juillet en Afrique du Nord du fait qu'elle fréquente les zones humides près de l'Atlantique. Le Chevalier arlequin est une espèce monotypique, niche dans des zones arctiques et subarctiques, depuis la Scandinavie jusqu'au nord de la

Sibérie ; il hiverne depuis l'Ouest de l'Europe et l'Ouest de l'Afrique jusqu'au Sud-Est de l'Asie (Cramp & Simmons, 1983 ; Sibley & Monroe, 1990). En Afrique, ses principaux quartiers d'hivernage se trouvent dans la zone couvrant les territoires du Mali, du Niger, du Nigéria et du Ghana (Dodman & Taylor, 1995, 1996 ; Dodman *et al.*, 1997). La Bécassine des marais est la plus répandue dans la région du Paléarctique occidental. Elle se reproduit sur la partie nord de cette aire où l'on note qu'environ 60% de la population mondiale niche en Lituanie avec 20 000 couples (Macikumas *et al.*, 2000 ; Seddik, 2011). Le Vanneau huppé *Vanellus vanellus* couvre une population mondiale de 7 000 000 individus, avec une aire de reproduction couvrant l'Europe et l'Asie moyenne (Qninba, 1999 ; Seddik, 2011). Le Gravelot à collier interrompu *Charadrius alexandrinus* est une espèce très répandue à l'échelle mondial, dont la race nominale niche au niveau l'Eurasie et l'Afrique du Nord (Cramp & Simmons, 1983). Il se reproduit régulièrement dans les autres zones humides des hauts plateaux (Seddik *et al.*, 2010), et dans le Lac Boughzoul (François, 1975). L'Echasse blanche, espèce présente durant toute l'année, niche dans de nombreuses zones humides d'Algérie (Isenmann & Moali, 2000, Saheb, 2009, Maazi *et al.*, 2010 ; Samraoui *et al.*, 2011). Elle hiverne principalement en Afrique tropicale et dans le delta intérieur du Niger/ Mali (Dubois, 1992 ; Tinarelli, 1992).

2. Matériels de terrain :

Durant nos sorties sur terrain, nous avons utilisé le matériel suivant :

- ✓ **Une fiche de Terrain** : qui comprenait les renseignements suivants : nom du site, date et heure, conditions météorologiques, station et localisation.
- **Un Télescope (20X60)**
- **Une Paire de Jumelle (8X50)**
- **Un Compteur**
- **Guides des Oiseaux** (Heinzel, 2004 ; Richarz & Puchta, 2011)
- **Crayon**
- **GPS : GARMIN 60**
- **Appareil Photos** « utilisation du téléphone portable ».



Photo 12 : Observations au niveau du Lac Oubeira (Nebbache, M. 2016)

3. Méthodologie

3.1 Dénombrement des oiseaux d'eau

3.1.1 Techniques usuelles de dénombrement des oiseaux

Il existe plusieurs méthodes d'observation des oiseaux. Celles-ci dépendent des espèces étudiées, de la superficie du site et du but recherché. Les plus connues sont les méthodes absolues et les méthodes relatives.

3.1.1.1 Méthodes absolues :

Elles sont variées et le choix de l'une d'entre elles dépendra de la taille du site étudié, de la taille des populations d'oiseaux d'eau à dénombrer, de leur homogénéité et de leur distribution.

🚦 Dénombrement exhaustif :

Cette méthode est appliquée pour les espèces à faible effectif. Il s'agira donc de compter les oiseaux un par un.

Estimation des effectifs :

C'est la méthode la plus utilisée dans les dénombrements hivernaux, à cause du nombre souvent important d'individus et des distances d'observations. Dans ce cas, nous sommes amenés à donner une estimation qui se rapproche le plus possible de la réalité.

Ainsi, on dénombre à chaque fois un groupe d'individus de taille connue (5, 10, 100) que l'on superpose sur le champ du télescope sur toute la bande.

Remarque : Si les effectifs sont encore plus importants, l'observateur pourra opter pour un dénombrement à l'aide d'une photographie de bonne qualité prise sur le site.

Méthodes des pourcentages :

Plus délicate, cette méthode peut être utilisée pour les espèces les plus abondantes sur le site, lorsque les groupes d'oiseaux sont trop éloignés pour être dénombrés.

On considère un groupe d'individus de différentes espèces, et si on juge que la distribution de celles-ci n'est pas homogène, on procède à une estimation de l'ensemble et on calcule les effectifs de chaque espèce à partir des pourcentages du premier groupe considéré (in Ziane, 1998).

Comptage au sol :

Cette méthode est utilisée surtout le matin de bon heure, lorsque les groupes d'oiseaux s'approchent des prairies humides et des rives du lac où les espèces et les individus sont facilement identifiables, ce qui permet à l'observateur d'effectuer des comptages absolus « comptage direct à l'œil nu ».

On peut également utiliser cette méthode au crépuscule car l'activité des oiseaux d'eau est assez importante, ce qui permet d'effectuer des dénombrements plus au moins absolus.

Comptage aérien :

Utilisé également en période de nidification pour dénombrer les oiseaux qui nichent en colonie sur les arbres, cette méthode consiste à dénombrer de façon exhaustive les oiseaux à partir de photos prises par un avion survolant le site à une altitude convenable. De très grandes surfaces peuvent être ainsi couvertes dans un court laps de temps et de très grandes quantités d'informations peuvent être recueillies (Simon, 2005).

3.1.1.2 Les méthodes relatives :

Elles consistent à exprimer les résultats d'observations par rapport à une variable fixée par l'observateur, qui peut être une distance ou une durée (Blondel, 1971).

Ces méthodes sont généralement utilisées pour le dénombrement des oiseaux nicheurs. Elles sont basées sur le calcul d'indices d'abondances et non sur le comptage direct des espèces. Leurs avantages c'est qu'elles permettent de couvrir de grandes surfaces avec une économie de temps et d'énergie (in Ziane, 1998).

Un bon dénombrement dépendra des conditions climatiques, du moment de la journée et de la pression de dérangement. Il devra également être exécuté le plus rapidement possible pour éviter les erreurs dues aux déplacements des oiseaux.

3.1.2 Technique de dénombrement utilisée lors de notre travail

Pour les sites d'étude, nous avons utilisé deux méthodes que nous pensions les plus adéquates :

3.1.2.1 Comptage direct ou dénombrement exhaustif :

Il s'agit de dénombrer les individus un par un. Cette méthode a été appliquée pour les espèces à faible effectifs.

3.1.2.2 Estimation des effectifs :

En plus du comptage direct des oiseaux d'eau, nous avons également utilisé cette méthode qui est la plus courante dans les dénombrements hivernaux, à cause du nombre souvent important d'individus et des distances d'observations (Lamotte & Bourlière, 1969 ; Blondel, 1975 ; Bediaf *et al.*, 2020). Elle consiste à diviser le champ visuel de la lunette en plusieurs bandes, nous comptons le nombre d'oiseaux d'une bande moyenne que nous reportons autant de fois sur les bandes observées (Bibby *et al.*, 1998).

Il est à noter que comme pour n'importe quelle technique de comptage, cette dernière exhibe une marge d'erreur comprise entre 5 et 10% (Lamotte & Bourlière, 1969 ; Tamisier & Dehorter, 1999).

Comme les sites d'étude ont des superficies relativement grandes (Lac Tonga 2600 ha, Lac Oubeira 2200 ha et Lagune d'El-Mellah 860 ha) et que les effectifs d'oiseaux sont

importants avec une distribution irrégulière, nous avons procédé comme suit : lorsque la taille du groupe était supérieure à 500 individus, nous dénombrions le plus exactement possible à l'une des extrémités de la bande d'oiseaux un lot de 50 ou 100 individus et nous reportons ensuite autant de fois que nécessaire sur le reste de la bande la surface que représente ces individus, nous découpions ainsi mentalement dans le champ du télescope la bande d'oiseaux en autant de fractions de 50 ou 100 individus.

3.1.3 Fréquence d'échantillonnage

Pour les besoins de l'étude, nous avons effectué une sortie par semaine, c'est-à-dire 4 sorties par mois. Mais, lors de la période d'hivernage, nos dénombrements ont été tributaires des conditions climatiques et des moyens logistiques disponibles.

Les sorties sur terrain ont été effectuées pendant la matinée ou tard l'après midi.

3.1.4 Choix des points d'observation

Les stations d'observation sont généralement choisies en fonction de la superficie des sites d'étude, de la vision globale du site et de la répartition des bandes d'oiseaux sur le site (Schricke, 1990).

3.1.4.1 Lac Tonga

En raison de la grande superficie du Lac Tonga, 2600 ha, et de l'éloignement de certains points d'observation des berges, nous avons choisi quatre « 04 » stations à partir desquelles nous pouvions cerner la totalité du plan d'eau et selon les critères suivants : la bonne visibilité, l'accessibilité et la localisation des bandes d'oiseaux.



Figure 12 : Localisation des points d'observation (flèches blanches) pour le suivi de la distribution du peuplement de Laro-limicoles au lac Tonga

- Deux stations au niveau de la partie Sud et Sud-Ouest d'Oued El-Hout. Il s'agit de « Feid El-Elegua et Feid Mrad ou Carrière ».
- Une station dite « Mirador de Meizila» qui donne une vue générale sur le plan d'eau du Lac Tonga.
- Une station dite « la Brigade de Tonga» qui se situe du côté Nord-Est du Lac sur la route nationale 44 qui mène à la commune d'Oum-Teboul.

3.1.4.2 Lac Oubeira

Trois stations ont été considérées:

- Une station dite « Dey El-Graa » du côté Est du lac.
- Une station dite « Brigade de surveillance » du côté Nord du lac.
- Une station dite « Station biologique » qui donne une vue générale sur le plan d'eau du lac du côté Sud-Ouest.



Figure 13 : Localisation des points d'observation (flèches blanches) pour le suivi de la distribution du peuplement de Laro-limicoles au lac Oubeira

3.1.4.3 Lagune d'El-Mellah

Deux stations ont été choisies:

- Une station dite « Brigade de surveillance » du côté Est de la lagune, qui permet une vue générale sur le plan d'eau.
- Une station dite « Embouchure d'El-Mellah » du côté Nord-Ouest de la lagune.



Figure 14 : Localisation des points d'observation (flèches blanches) destinés au suivi de la distribution du peuplement de Laro-limicoles à la lagune d'El-Mellah

3.2 Les indices écologiques

Les indices écologiques permettent d'étudier la structure des peuplements en faisant référence ou non à un cadre spatio-temporel concret. Ils permettent d'avoir rapidement, en un seul chiffre, une évaluation de la biodiversité des communautés. Toutefois, leur caractère synthétique peut s'avérer être un handicap dans la mesure où il masque une grande partie de l'information.

Un peuplement peut être caractérisé par son abondance, sa richesse spécifique, sa densité et sa structure que l'on peut exprimer sous forme d'indices de diversité.

3.2.1 L'abondance totale:

L'abondance totale est le nombre total d'oiseaux qui ont visité le site au cours d'un jour donné. Il s'agit d'une valeur absolue qui n'est déterminée que dans les groupes animaux et végétaux les plus faciles à dénombrer.

3.2.2 L'abondance relative

L'abondance relative (A.R. %) des espèces est le nombre d'individus de l'espèce (i) par rapport au nombre total d'individus de toutes les espèces recueillies sur chaque site (Zaïme & Gautier, 1989).

$$A. R. (\%) = \frac{n_i}{N} * 100$$

Où n_i est le nombre d'individus de l'espèce i et N le nombre total d'individus

3.2.3 La richesse spécifique (S) :

C'est le nombre total d'espèces d'un peuplement observées au cours d'une série de n relevés réalisés dans un milieu (Blondel, 1975, 1979). Elle permet de déterminer et de caractériser les périodes les plus riches et les plus pauvres en oiseaux (Gherib, 2018).

3.2.4 La fréquence d'occurrence ou constance des espèces (C)

La fréquence d'occurrence est le rapport du nombre de relevés contenant l'espèce étudiée (P_i) au nombre total de relevés (P) ; exprimée en pourcentage (Dajoz, 2006).

$$C (\%) = \frac{P_i}{P} * 100$$

Où P_i représente le nombre total des prélèvements contenant l'espèce i et P le nombre total des prélèvements effectués.

En fonction de la valeur de C, on distingue les catégories suivantes :

Espèce omniprésente : si $C\% = 100\%$;

Espèce constante : si $75\% < C\% < 100\%$;

Espèce régulière : si $50\% < C\% < 75\%$;

Espèce accessoire : si $25\% < C\% < 50\%$;

Espèce accidentelle : si $5\% < C\% < 25\%$;

Espèces rare : si $C\% < 5\%$.

3.2.5 L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H'):

Blondel *et al.* (1973), définissent la diversité comme le degré d'hétérogénéité d'un peuplement. Cet indice est considéré comme le meilleur moyen de traduire la diversité, il est calculé de la manière suivante :

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i \quad \text{où } p_i = n_i/N$$

H' : indice de diversité exprimé en unité de bits

n_i : Effectif de l'espèce i .

N : Effectif total du peuplement.

Cet indice mesure le degré de complexité d'un peuplement. Une valeur élevée de cet indice correspond à un peuplement riche en espèces dont la distribution d'abondance est équilibrée. A l'inverse, une valeur faible de cet indice correspond soit à un peuplement caractérisé par un petit nombre d'espèces pour un grand nombre d'individus, soit à un peuplement dans lequel il y a une espèce à dominante.

3.2.6 L'indice d'Équitabilité ou (E):

L'équitabilité ou l'équi-répartition (E) décrit la manière dont les individus sont répartis entre les différentes espèces (Blondel, 1979 ; Magurran, 2004).

Cet indice correspond au rapport de la diversité observée H' à la diversité maximale H'_{\max} (Barbault, 1981). Blondel (1979), juge que l'équitabilité est le rapport de la diversité observée à la diversité maximale. Elle se calcule comme suit :

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

Blondel (1979) exprime la diversité maximale (H'_{\max}) par la relation suivante :

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

S : la richesse totale.

L'équitabilité varie de 0 à 1 ; elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une espèce, elle tend vers 1 lorsque toutes les espèces ont une même abondance.

4. Analyse des données :

Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel R-version. 4.3.1 (R Core Team, 2023). Afin d'effectuer des comparaisons entre les années, nous avons utilisé un test χ^2 et une analyse factorielle multivariée (AFC).

5. Résultats et discussion :

A l'issue du travail réalisé entre septembre 2014 et août 2016 au niveau des trois sites d'étude, nous avons obtenu les résultats suivants :

5.1 Au niveau du Lac Tonga

5.1.1 Composition du peuplement:

L'inventaire du peuplement de Laro-limicoles au Lac Tonga, a abouti au recensement de 22 espèces appartenant à 5 familles et 15 genres (Fig. 15). La famille la plus représentée a été celle de Scolopacidae avec 10 espèces, suivie des Laridae avec 05 espèces, puis des Charadriidae avec 04 espèces, les deux autres familles sont composées par 01 à 02 espèces (Tab. 5).

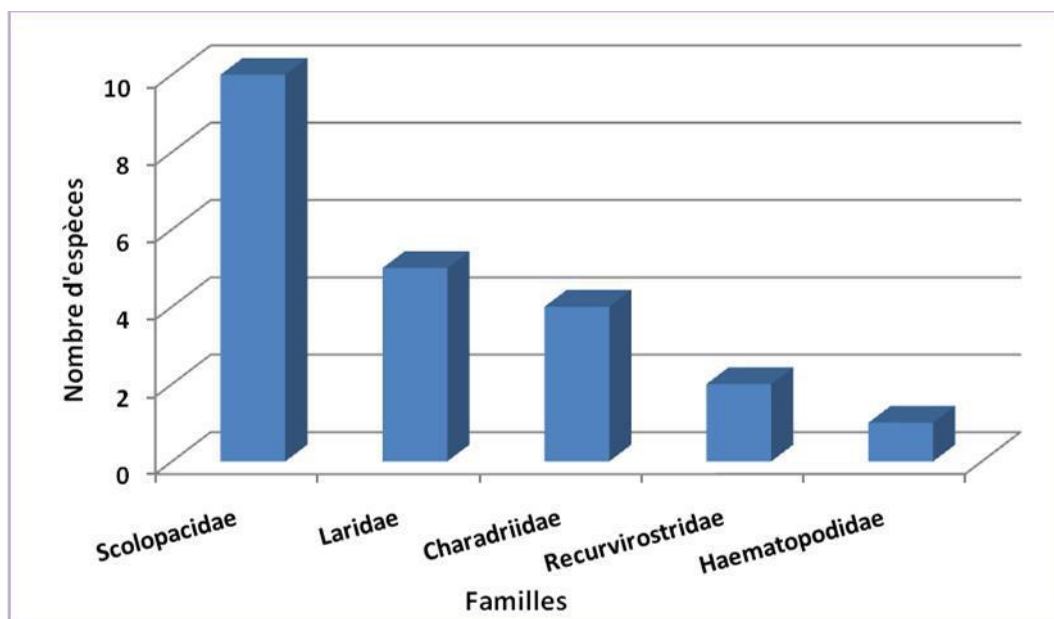


Figure 15 : Composition du peuplement de Laro-limicoles hivernant au Lac Tonga (2014-2016)

Tableau 5. Composition du peuplement de Laro-limicoles au Lac Tonga

N°	Noms Communs	Noms Scientifiques	Familles
1	Huîtrier pie	<i>Haematopus ostralegus</i>	Haematopodidae
2	Avocette élégante	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Recurvirostridae
3	Échasse blanche	<i>Himantopus himantopus</i>	
4	Barge à queue noire	<i>Limosa limosa</i>	Scolopacidae
5	Bécasseau sanderling	<i>Calidris alba</i>	
6	Bécasseau variable	<i>Calidris alpina</i>	
7	Bécasseau minute	<i>Calidris minuta</i>	
8	Chevalier aboyeur	<i>Tringa nebularia</i>	
9	Chevalier arlequin	<i>Tringa erythropus</i>	
10	Chevalier guignette	<i>Actitis hypoleucos</i>	
11	Chevalier gambette	<i>Tringa totanus</i>	
12	Bécassine des marais	<i>Gallinago gallinago</i>	
13	Courlis cendré	<i>Numenius arquata</i>	
14	Petit gravelot	<i>Charadrius dubius</i>	Charadriidae
15	Grand gravelot	<i>Charadrius hiaticula</i>	
16	Gravelot à collier interrompu	<i>Charadrius alexandrinus</i>	
17	Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>	Laridae
18	Goéland leucophée	<i>Larus michahellis</i>	
19	Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>	
20	Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	
21	Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>	
22	Guifette moustac	<i>Chlidonias hybrida</i>	

5.1.2 Statuts phénologiques et de protection des espèces de Laro-limicoles recensées au Lac Tonga

Les espèces rencontrées au niveau de cette zone humide durant la période d'étude ont montré des statuts phénologiques différents : hivernants, résidents, migrateurs reproducteurs, hivernants reproducteurs (Tab. 6, Fig. 16).

Tableau 6. Statuts phénologiques des espèces de Laro-limicoles rencontrées au Lac Tonga
(Statuts phénologiques : *R*, Résident ; *H* : Hivernant ; *M/R* : Reproducteur Migrateur ; *H/R*,
Hivernant/Reproducteur)

(Statut de protection UICN: *LC* : Préoccupation mineure ; *NT* : quasi-menacé - *Législation Algérienne* : *LA* : Décret exécutif n° 12-235 du 24 mai 2012 fixant la liste des espèces animales non domestiques protégées - *CMS* : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage - *AEWA* : Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie).

N°	Espèces	Statuts phénologiques	Statuts de protection	Statut local	Abondance relative (%)
1	Huîtrier pie	H	LC - AEWA	MC	4.05
2	Avocette élégante	R	LC- LA - CMS- AEWA	MC	3.65
3	Échasse blanche	R	LC- CMS- AEWA	MC	5.33
4	Barge à queue noire	H	NT- CMS- AEWA	MC	3.56
5	Bécasseau sanderling	H	LC- CMS- AEWA	MC	3.87
6	Bécasseau variable	H	LC- CMS- AEWA	MC	3.30
7	Bécasseau minute	R	LC- CMS- AEWA	MC	3.74
8	Chevalier aboyeur	H	LC- CMS- AEWA	MC	4.87
9	Chevalier arlequin	R	LC- CMS- AEWA	MC	2.90
10	Chevalier guignette	H	LC - AEWA	MC	3.88
11	Chevalier gambette	R	LC- CMS- AEWA	MC	3.70
12	Bécassine des marais	M/ R	LC- CMS- AEWA	MC	4.31
13	Courlis cendré	H	NT- CMS- AEWA	MC	2.47
14	Petit gravelot	H/R	LC- CMS- AEWA	UC	1.47
15	Grand gravelot	H/R	LC - LA- CMS- AEWA	UC	1.16
16	Gravelot à collier interrompu	H/R	LC- CMS- AEWA	UC	0.85
17	Vanneau huppé	H	NT- CMS- AEWA	MC	10.54
18	Goéland leucopnée	R	LC - AEWA	C	2.55
19	Goéland brun	H	LC- AEWA	UC	0.22
20	Mouette rieuse	M/R	LC- AEWA	C	7.43
21	Sterne pierregarin	M/R	LC- CMS- AEWA	MC	1.33
22	Guifette moustac	R	LC - LA- AEWA	UC	24.80

Statut local (fi : Fréquence d'occurrence) : Espèce Omniprésente (O) (fi = 100%); Espèce Constant ou Commune (C) (75% < fi < 100%); Espèce Modérément Commune (MC) (50% < fi < 75%); Espèce peu commune (UC) (25% < fi < 50%); Espèce Rare (R) (5% < fi < 25%) et Espèce exceptionnelle (E) (5%).

D'après la figure 16, il apparaît que la majorité des Laro-limicoles du Lac Tonga sont des Hivernants, représentant près de 41% du peuplement, suivis des Résidents avec environ 32%. le quart du peuplement qui reste se partage les statuts de Migrateurs et Hivernants/Reproducteurs avec 13,6% chacun (Fig. 16).

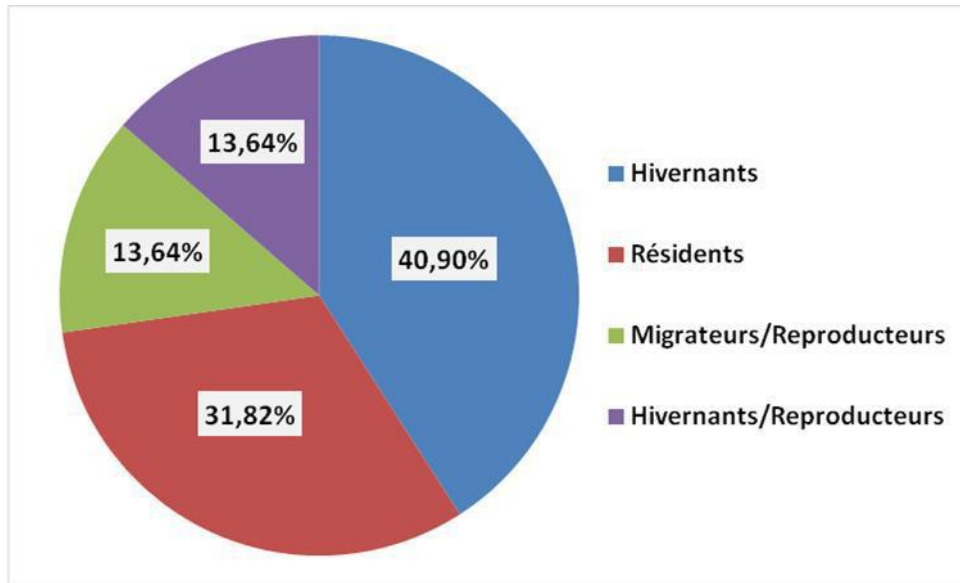


Figure 16. Statuts Phénologiques des Laro-limicoles recensés au niveau du Lac Tonga

Parmi les 22 espèces inventoriées, 3 sont inscrites sur la liste rouge de l'UICN, en tant que quasi-menacées, soit environ 14%, les autres représentant plus de 86% y figurent en tant qu'espèces à préoccupation mineure (Fig. 17).

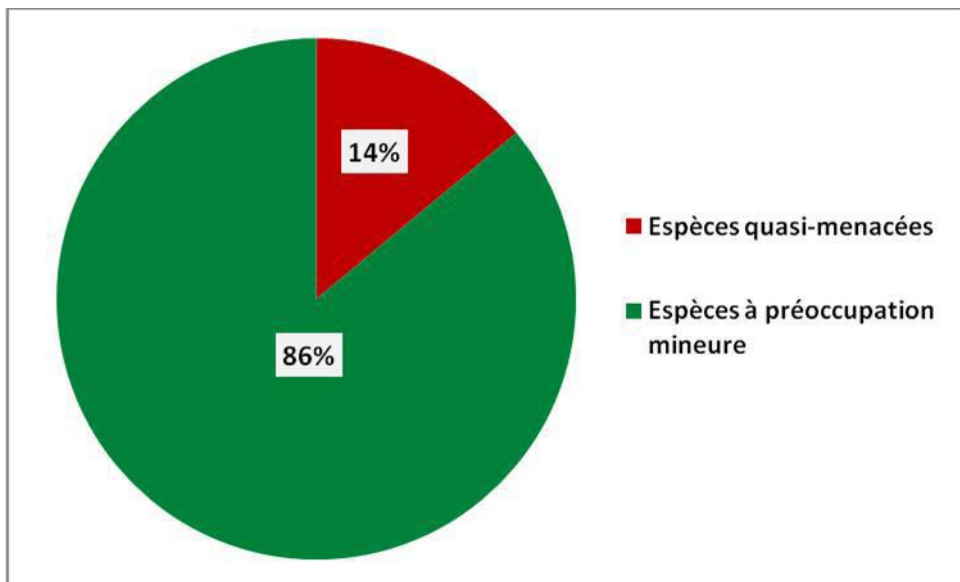


Figure 17. Statuts de protection des Laro-limicoles recensés au niveau du Lac Tonga

Parmi les espèces recensées, 3 sont protégées par la législation algérienne, selon le décret exécutif n° 12-235 du 24 mai 2012 fixant la liste des espèces animales non domestiques protégées. D'autres espèces figurent également sur les listes de la convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS) et l'Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie (AEWA) (Tab. 6).

5.2 Au niveau du Lac Oubeira

5.2.1 Composition du peuplement:

Le suivi du peuplement de Laro-limicoles au Lac Oubeira, a abouti à l'inventaire de 25 espèces appartenant à 6 familles et 19 genres (Fig. 18). Les Scolopacidés ont dominé avec 10 espèces, suivie des Laridés avec 07 espèces, les Charadriidés : 04 espèces, les Recurvirostridés : 02 espèces, puis les Haematopodidae et les Glaréolidae avec 01 espèce chacune (Tab. 7).

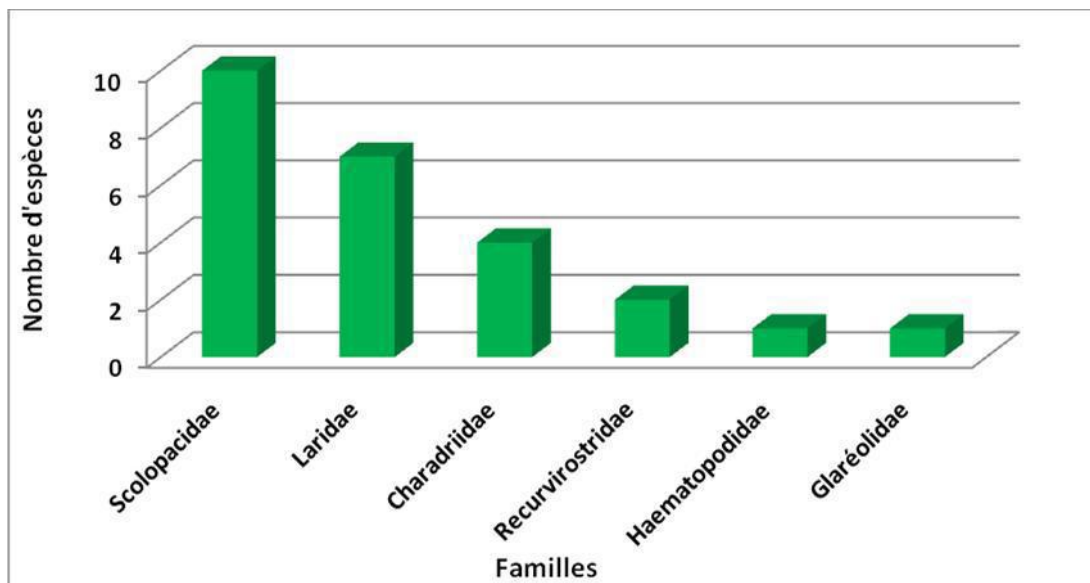


Figure 18 : Composition du peuplement de Laro-limicoles au Lac Oubeira (2014-2016)

Tableau 7. Composition du peuplement de Laro-limicoles au Lac Oubeira

N°	Noms Communs	Noms Scientifiques	Familles
1	Glaréole à collier	<i>Glareola pratincola</i>	Glaréolidae
2	Huîtrier pie	<i>Haematopus ostralegus</i>	Haematopodidae
3	Avocette élégante	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Recurvirostridae
4	Échasse blanche	<i>Himantopus himantopus</i>	
5	Barge à queue noire	<i>Limosa limosa</i>	
6	Bécasseau sanderling	<i>Calidris alba</i>	
7	Bécasseau variable	<i>Calidris alpina</i>	
8	Bécasseau minute	<i>Calidris minuta</i>	
9	Chevalier aboyeur	<i>Tringa nebularia</i>	Scolopacidae
10	Chevalier arlequin	<i>Tringa erythropus</i>	
11	Chevalier guignette	<i>Actitis hypoleucos</i>	
12	Chevalier gambette	<i>Tringa totanus</i>	
13	Bécassine des marais	<i>Gallinago gallinago</i>	
14	Courlis cendré	<i>Numenius arquata</i>	
15	Petit gravelot	<i>Charadrius dubius</i>	Charadriidae
16	Grand gravelot	<i>Charadrius hiaticula</i>	
17	Gravelot à collier interrompu	<i>Charadrius alexandrinus</i>	
18	Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>	
19	Goéland leucophée	<i>Larus michahellis</i>	Laridae
20	Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>	
21	Goéland railleur	<i>Chroicocephalus genei</i>	
22	Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	
23	Sterne caugek	<i>Thalasseus sandvicensis</i>	
24	Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>	
25	Guifette moustac	<i>Chlidonias hybrida</i>	

5.2.2 Statuts phénologiques et de protection des espèces de Laro-limicoles inventoriées au Lac Oubeira

Les espèces recensées au niveau du Lac Oubeira pendant le cycle d'étude ont dévoilé des statuts phénologiques différents : hivernants, résidents, migrants reproducteurs, hivernants reproducteurs (Tab. 8, Fig. 19).

Tableau 8. Statuts phénologiques des espèces de Laro-limicoles rencontrées au Lac Oubeira
(Statuts phénologiques : **R**, Résident ; **H** : Hivernant ; **M/R** : Reproducteur Migrateur ; **H/R**,
Hivernant/Reproducteur)
(Statut de protection UICN: **LC** : Préoccupation mineure ; **NT** : quasi-menacé - **Législation**
Algérienne : **LA** : Décret exécutif n° 12-235 du 24 mai 2012 fixant la liste des espèces animales non
domestiques protégées - **CMS** : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à
la faune sauvage - **AEWA** : Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-
Eurasie).

N°	Espèces	Statuts phénologiques	Statuts de protection	Statut local	Abondance relative (%)
1	Glaréole à collier	H	NT- LA -CMS- AEWA	UC	0.28
2	Huîtrier pie	H	LC - AEWA	MC	4.08
3	Avocette élégante	R	LC- LA - CMS- AEWA	MC	5.70
4	Échasse blanche	R	LC- CMS- AEWA	MC	5.92
5	Barge à queue noire	H	NT- CMS- AEWA	MC	3.53
6	Bécasseau sanderling	H	LC- CMS- AEWA	MC	3.94
7	Bécasseau variable	H	LC- CMS- AEWA	MC	3.73
8	Bécasseau minute	R	LC- CMS- AEWA	MC	4.26
9	Chevalier aboyeur	H	LC- CMS- AEWA	MC	5.67
10	Chevalier arlequin	R	LC- CMS- AEWA	MC	3.51
11	Chevalier guignette	H	LC - AEWA	MC	4.58
12	Chevalier gambette	R	LC- CMS- AEWA	MC	4.29
13	Bécassine des marais	M/R	LC- CMS- AEWA	MC	6.87
14	Courlis cendré	H	NT- CMS- AEWA	MC	3.02
15	Petit gravelot	H/R	LC- CMS- AEWA	UC	1.67
16	Grand gravelot	H/R	LC - LA- CMS- AEWA	MC	1.87
17	Gravelot à collier interrompu	H/R	LC- CMS- AEWA	UC	0.89
18	Vanneau huppé	H	NT- CMS- AEWA	MC	13.02
19	Goéland leucopnée	R	LC - AEWA	C	3.48
20	Goéland brun	H	LC- AEWA	UC	0.46
21	Goéland railleur	M/R	LC- CMS- AEWA	MC	0.63
22	Mouette rieuse	M/R	LC- AEWA	C	13.76
23	Sterne caugek	H	LC- CMS- AEWA	MC	1.95
24	Sterne pierregarin	M/R	LC- CMS- AEWA	MC	1.91
25	Guifette moustac	R	LC - LA- AEWA	UC	0.97

Statut local (f_i : Fréquence d'occurrence) : Espèce Omniprésente (**O**) ($f_i = 100\%$); Espèce Constant ou Commune (**C**) ($75\% < f_i < 100\%$); Espèce Modérément Commune (**MC**) ($50\% < f_i < 75\%$); Espèce peu commune (**UC**) ($25\% < f_i < 50\%$); Espèce Rare (**R**) ($5\% < f_i < 25\%$) et Espèce exceptionnelle (**E**) (5%).

D'après la figure 19, on remarque que presque la moitié (1/2) du peuplement de Laro-limicoles recensé, 44% des espèces inventoriées au niveau du Lac Oubeira, sont des Hivernants. L'autre moitié se partage entre Résidents avec 28% du peuplement recensé et les

Migrateurs/Reproducteurs - Hivernants/Reproducteurs avec respectivement 16% et 12% totalisant 28% du peuplement de Laro-limicoles inventorié (Fig. 19).

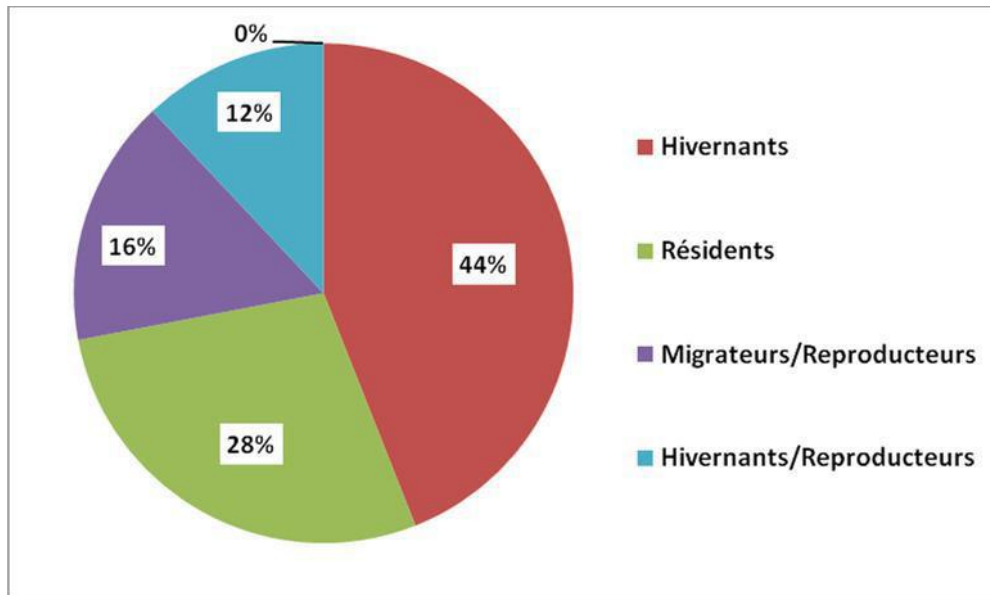


Figure 19. Statuts Phénologiques des Laro-limicoles recensés au niveau du Lac Oubeira

Parmi les 25 espèces inventoriées, 4 sont inscrites sur la liste rouge de l'UICN, en tant que quasi-menacées, soit 16%, les autres représentant 84% y figurent en tant qu'espèces à préoccupation mineure (Fig. 20).

Parmi les espèces recensées, 3 sont protégées par la législation algérienne, selon le décret exécutif n° 12-235 du 24 mai 2012 fixant la liste des espèces animales non domestiques protégées. D'autres espèces figurent également sur les listes de la convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS) et l'Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie (AEWA) (Tab. 8).

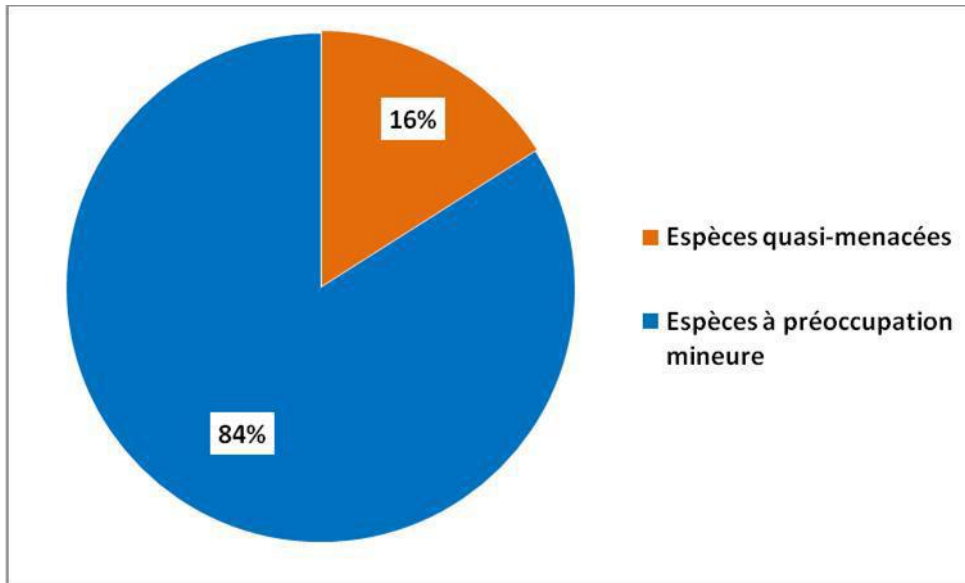


Figure 20. Statuts de protection des Laro-limicoles recensés au niveau du Lac Oubeira

5.3 Au niveau de la Lagune d'El-Mellah

5.3.1 Composition du peuplement:

Le suivi du peuplement de Laro-limicoles dans la Lagune d'El-Mellah, a montré la présence de 25 espèces appartenant à 6 familles et 18 genres (Fig. 21). La famille la plus représentée a été celle de Scolopacidae avec 09 espèces, suivie des Laridae avec 08 espèces, les Charadriidae avec 04 espèces, les Recurvirostridae avec deux espèces, puis les Haematopodidae et les Glareolidae avec 01 espèce chacune (Tab. 9).

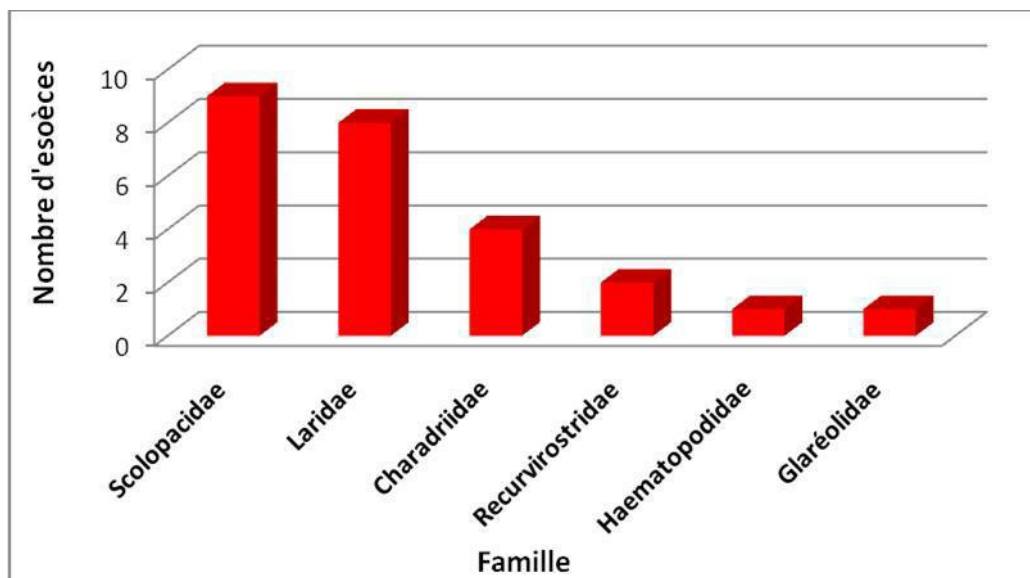


Figure 21 : Composition du peuplement de Laro-limicoles recensés à la Lagune d'El-Mellah (2014-2016)

Tableau 9. Composition du peuplement de Laro-limicole à la Lagune d'El-Mellah

N°	Noms Communs	Noms Scientifiques	Familles
1	Glaréole à collier	<i>Glareola pratincola</i>	Glaréolidae
2	Huîtrier pie	<i>Haematopus ostralegus</i>	Haematopodidae
3	Avocette élégante	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Recurvirostridae
4	Échasse blanche	<i>Himantopus himantopus</i>	
5	Bécasseau sanderling	<i>Calidris alba</i>	Scolopacidae
6	Bécasseau variable	<i>Calidris alpina</i>	
7	Bécasseau minute	<i>Calidris minuta</i>	
8	Chevalier aboyeur	<i>Tringa nebularia</i>	
9	Chevalier arlequin	<i>Tringa erythropus</i>	
10	Chevalier guignette	<i>Actitis hypoleucos</i>	
11	Chevalier gambette	<i>Tringa totanus</i>	
12	Bécassine des marais	<i>Gallinago gallinago</i>	
13	Courlis cendré	<i>Numenius arquata</i>	
14	Petit gravelot	<i>Charadrius dubius</i>	
15	Grand gravelot	<i>Charadrius hiaticula</i>	
16	Gravelot à collier interrompu	<i>Charadrius alexandrinus</i>	
17	Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>	Laridae
18	Goéland leucophée	<i>Larus michahellis</i>	
19	Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>	
20	Goéland railleur	<i>Chroicocephalus genei</i>	
21	Goéland d'Audouin	<i>Ichthyaetus audouinii</i>	
22	Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	
23	Mouette melanocephale	<i>Ichthyaetus melanocephalus</i>	
24	Sterne caugek	<i>Thalasseus sandvicensis</i>	
25	Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>	

5.3.2 Statuts phénologiques et de protection des espèces de Laro-limicoles recensées à la Lagune d'El-Mellah

Les espèces inventoriées à la Lagune d'El-Mellah durant la période d'étude ont montrés des statuts phénologiques différents : hivernants, résidents, migrateurs reproducteurs, hivernants reproducteurs (Tab. 10, Fig. 22).

Tableau 10. Statuts phénologiques des espèces de Laro-limicoles rencontrées au Lagune El Mellah. (Statuts phénologiques : **R**, Résident ; **H** : Hivernant ; **M/R** : Reproducteur Migrateur ; **H/R**, Hivernant/Reproducteur)

(Statut de protection UICN: **LC** : Préoccupation mineure ; **NT** : quasi-menacé - **Législation Algérienne** : **LA** : Décret exécutif n° 12-235 du 24 mai 2012 fixant la liste des espèces animales non domestiques protégées - **CMS** : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage - **AEWA** : Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie).

N°	Espèces	Statuts phénologiques	Statuts de protection	Statut local	Abondance relative (%)
1	Glaréole à collier	H	NT- LA -CMS- AEWA	UC	0.35
2	Huîtrier pie	H	LC - AEWA	MC	5.86
3	Avocette élégante	R	LC- LA - CMS- AEWA	MC	7.00
14	Échasse blanche	R	LC- CMS- AEWA	C	10.94
5	Bécasseau sanderling	H	LC- CMS- AEWA	MC	4.92
6	Bécasseau variable	H	LC- CMS- AEWA	MC	3.07
7	Bécasseau minute	R	LC- CMS- AEWA	MC	3.63
8	Chevalier aboyeur	H	LC- CMS- AEWA	MC	4.28
9	Chevalier arlequin	R	LC- CMS- AEWA	MC	2.68
10	Chevalier guignette	H	LC - AEWA	MC	3.73
11	Chevalier gambette	R	LC- CMS- AEWA	MC	3.92
12	Bécassine des marais	M/R	LC- CMS- AEWA	C	6.51
13	Courlis cendré	H	NT- CMS- AEWA	MC	2.89
14	Petit gravelot	H/R	LC- CMS- AEWA	MC	1.87
15	Grand gravelot	H/R	LC - LA- CMS- AEWA	MC	1.72
16	Gravelot à collier interrompu	H/R	LC- CMS- AEWA	MC	1.06
17	Vanneau huppé	H	NT- CMS- AEWA	MC	6.86
18	Goéland leucophée	R	LC - AEWA	C	4.12
19	Goéland brun	H	LC- AEWA	MC	0.68
20	Goéland railleur	M/R	LC- CMS- AEWA	C	1.80
21	Goéland d'Audoiuin	H	LC- LA- CMS-	MC	0.57

			AEWA		
22	Mouette rieuse	M/R	LC- AEWA	C	14.62
23	Mouette mélanocéphale	H	LC- CMS- AEWA	MC	1.35
24	Sterne caugek	H	LC- CMS- AEWA	MC	2.37
25	Sterne pierregarin	M/R	LC- CMS- AEWA	MC	3.20

Statut local (f_i : Fréquence d'occurrence) : Espèce Omniprésente (**O**) ($f_i = 100\%$); Espèce Constant ou Commune (**C**) ($75\% < f_i < 100\%$); Espèce Modérément Commune (**MC**) ($50\% < f_i < 75\%$); Espèce peu commune (**UC**) ($25\% < f_i < 50\%$); Espèce Rare (**R**) ($5\% < f_i < 25\%$) et Espèce exceptionnelle (**E**) (5%).

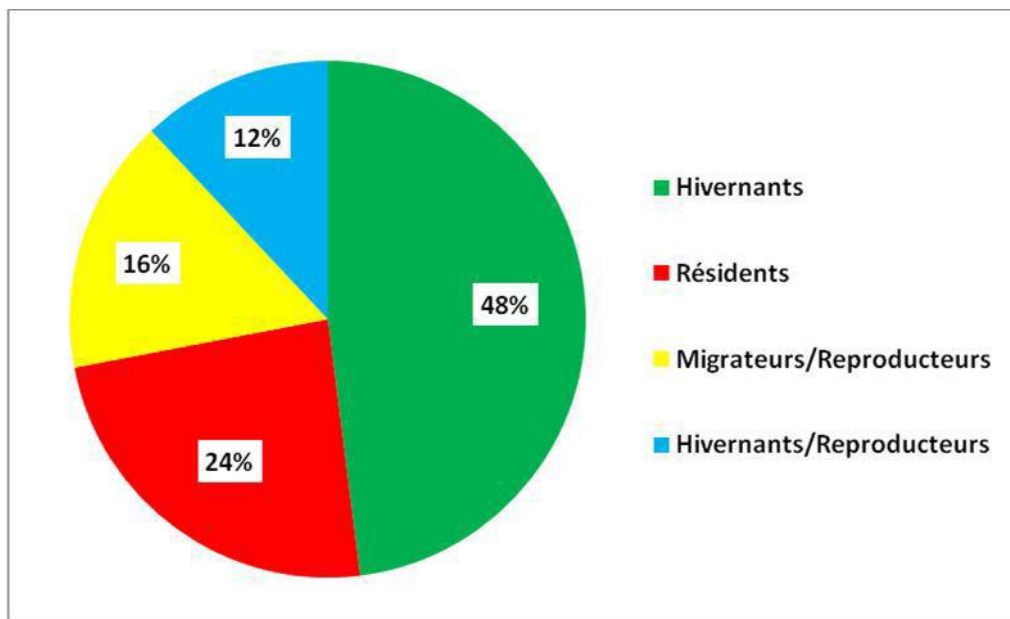


Figure 22. Statuts Phénologiques des Laro-limicoles recensés au niveau de la Lagune d'El-Mellah

D'après la figure 10, on remarque que près de la moitié (1/2) du peuplement de Laro-limicoles recensé, c.à.d « 48% » des espèces inventoriées au niveau de la Lagune d'El-Mellah, sont des Hivernants. Le quart (1/4) du peuplement sont des Résidents avec « 24% » du total du peuplement de Laro-limicoles recensé au niveau du site d'étude. Le reste du peuplement se partage entre « Migrateurs/Reproducteurs et Hivernants/Reproducteurs » avec respectivement 16% et 12% (Fig. 22).

Parmi les 25 espèces inventoriées, 3 sont inscrites sur la liste rouge de l'UICN, portant le statut « Quasi-menacée » avec un pourcentage qui est égal à 12% des espèces de

Larolimicoles inventoriées. Le reste du peuplement soit 88% sont des espèces à statut « Préoccupation mineure » (Fig. 23).

Parmi les espèces dénombrées, 4 sont préservées par la législation algérienne, selon le décret exécutif n° 12-235 du 24 mai 2012 fixant la liste des espèces animales non domestiques protégées. D'autres espèces figurent également sur les listes de la convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS) et l'Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie (AEWA) (Tab. 10).

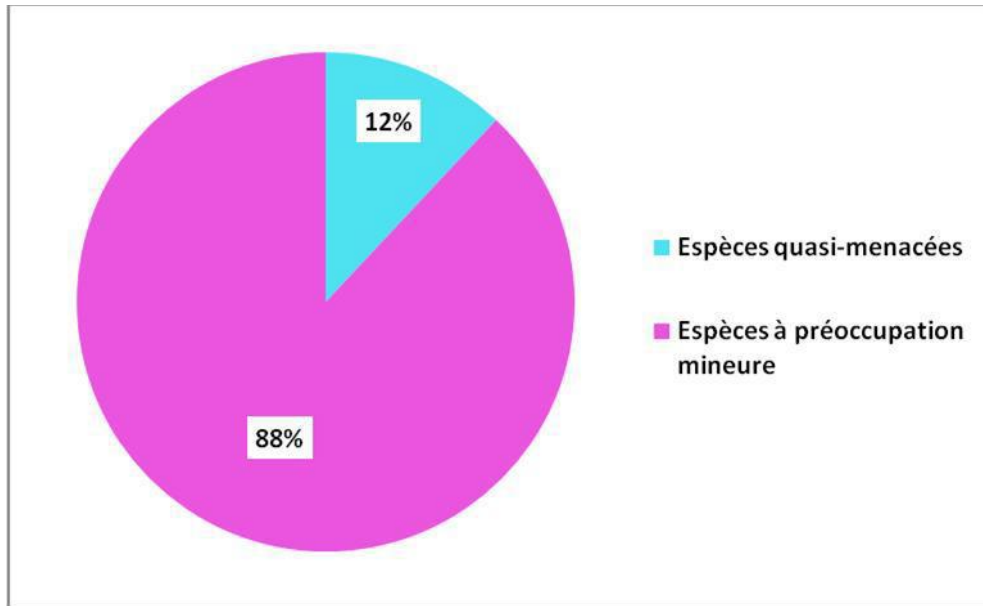


Figure 23. Statuts de protection des Laro-limicoles recensés au niveau de la Lagune d'El-Mellah

5.4 Chronologie d'hivernage des Larolimicoles à travers les 3 sites d'étude

Le monitoring du peuplement de Larolimicoles à travers les 3 sites d'étude a montré une variation des effectifs des différentes espèces inventoriées.

Au niveau du Lac Tonga, les espèces ayant présenté les effectifs moyens annuels les plus importants au cours des deux années d'étude ont été respectivement la Guifette moustac, le Vanneau huppé, la Mouette rieuse, l'Avocette élégante et l'Echasse blanche, notamment la 1^{ère} année (Fig. 24).

Au niveau du Lac Oubeira, les espèces ayant présenté les effectifs moyens annuels les plus élevés au cours de la période considérée ont été respectivement la Mouette rieuse, le Vanneau huppé, la Bécassine des marais, l'Avocette élégante, l'Echasse blanche, le Chevalier aboyeur notamment la 2^{ème} année (Fig. 25).

Au niveau de la Lagune d'El Mellah, les espèces ayant présenté les effectifs moyens annuels les plus importants au cours de deux années d'étude ont été respectivement la Mouette rieuse, l'Echasse blanche, l'Avocette élégante, le Vanneau huppé, la Bécassine des marais, le Chevalier aboyeur et le Goéland leucophée notamment la 2^{ème} année (Fig. 26).

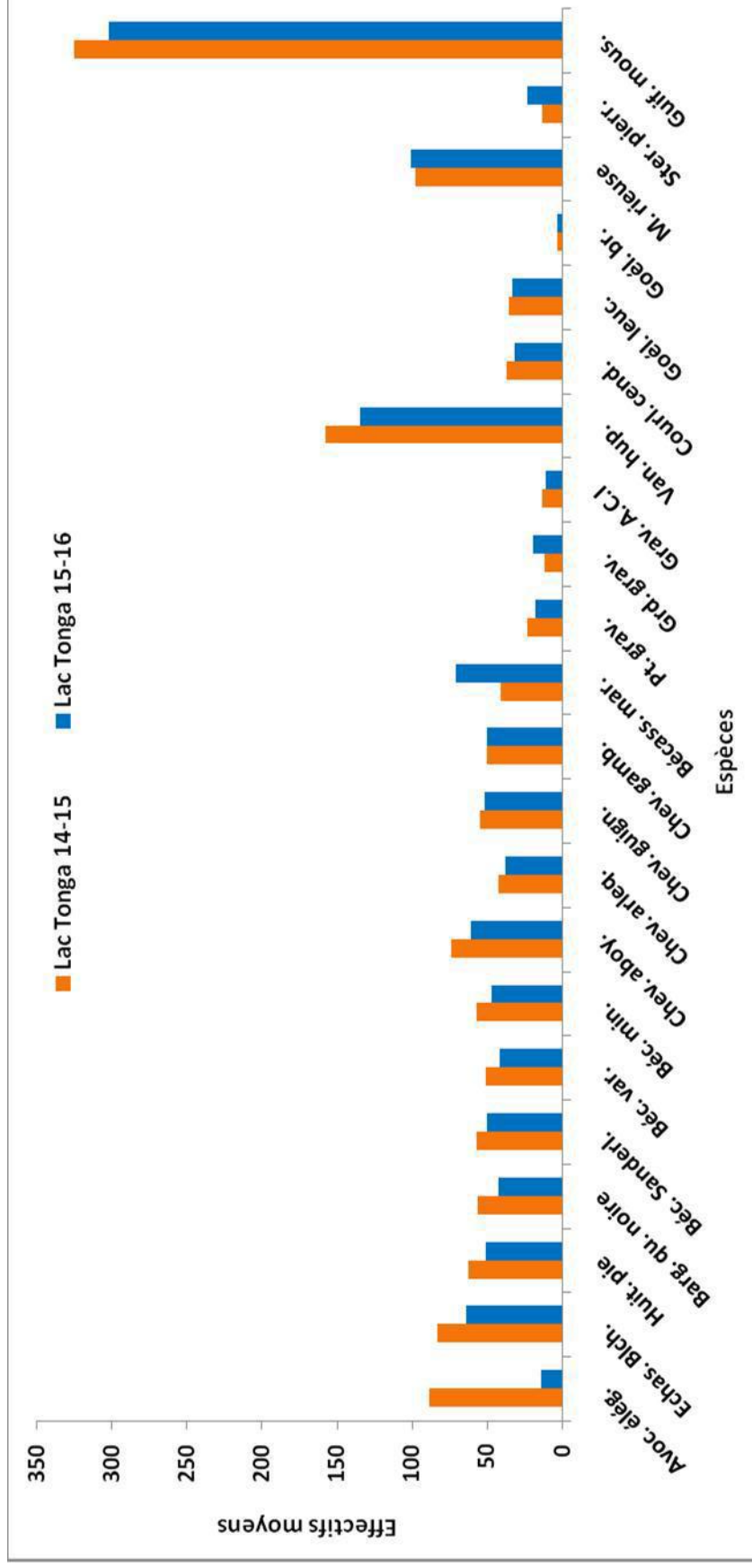


Figure 24. Effectifs moyens annuels des espèces de Laro-limicoles recensées au niveau du Lac Tonga au cours des deux années d'étude

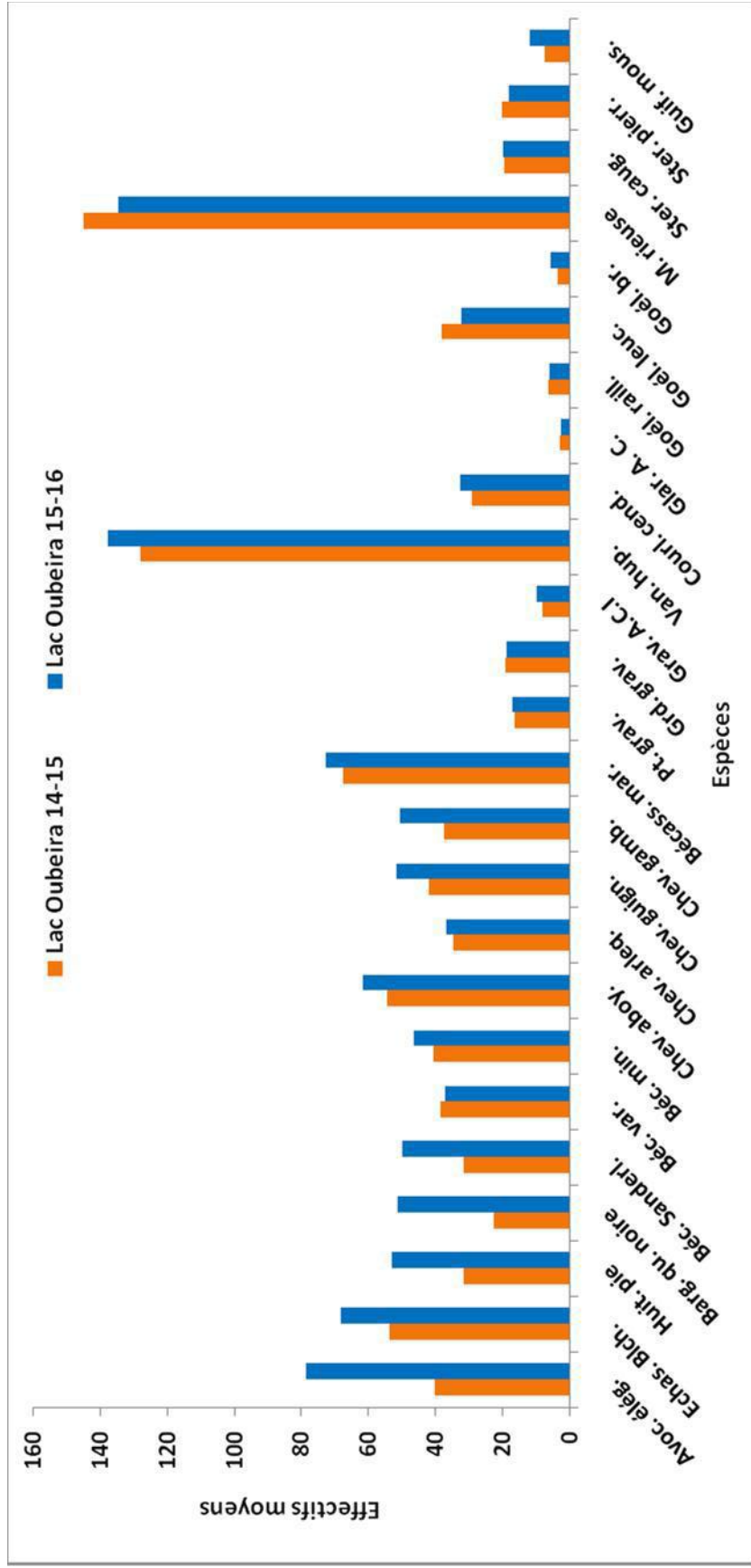


Figure 25. Effectifs moyens annuels des espèces de Laro-limicoles recensées au niveau du Lac Oubeira au cours des deux années d'étude

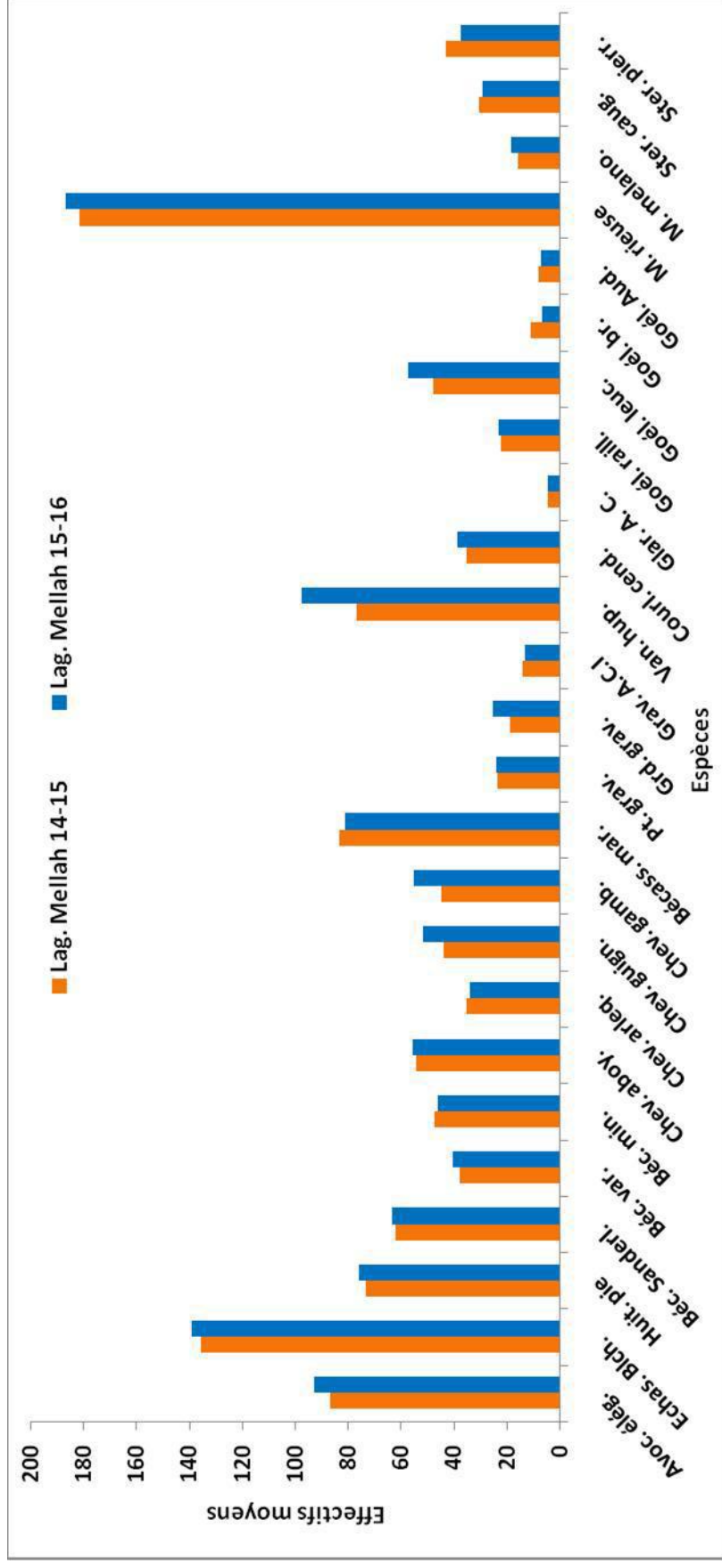


Figure 26. Effectifs moyens annuels des espèces de Laro-limicoles recensées au niveau de la Lagune d'El-Mellah au cours des deux années d'étude

Les effectifs moyens maximaux des différentes espèces recensées ont été généralement comptés au cours de la première quinzaine de janvier au niveau des 3 sites d'étude (Fig. 27, 28, 29). Toutefois, au niveau du Lac Tonga, c'est la Guifette moustac qui a montré l'effectif moyen le plus important, 2707 individus, dénombré la 2^{ème} semaine de mai 2015. L'effectif maximal de cette espèce a été enregistré à la même date, 3020 individus.

Les espèces qui ont montrées les effectifs annuels les plus élevés durant la période d'étude (2014-2016), ont été globalement :

Au niveau du Lac Tonga : la Guifette moustac (3020 ind., la 2^{ème} semaine de mai 2015) ; le Vanneau huppé (776 ind., Jan._2 2015 et Fév._2 2015) ; la Mouette rieuse (550 ind., Jan._2 2016) ; l'Avocette élégante (370 ind., Jan._2 2015) ; la Bécassine des marais (342 ind., Jan._1 2016) ; le Chevalier aboyeur (323 ind., Jan._2 2015). Le reste des espèces a vu ses effectifs varier entre 1 et 320 oiseaux au cours des deux années d'étude.

Au niveau du Lac Oubeira : la Mouette rieuse (778 ind., Jan._2 2015) ; le Vanneau huppé (764 ind., Jan._2 2016) ; l'Echasse blanche (365 ind., Jan._2 2016) ; la Bécassine des marais (359 ind., Jan._2 2016) ; l'Avocette élégante (343 ind., Jan._2 2016) ; le Chevalier aboyeur (317 ind., Jan._2 2016) ; le Chevalier guignette (310 ind., Jan._2 2016) ; le Huitrier pie (303 ind., Jan._2 2016). Le reste des espèces a vu ses effectifs varier entre 1 et 300 oiseaux durant de la période d'étude.

Au niveau de la Lagune d'El Mellah : la Mouette rieuse (793 ind., Jan._1 2015) ; l'Echasse blanche (445 ind., Jan._2 2016) ; le Vanneau huppé (406 ind., Jan._2 2016) ; l'Avocette élégante (396 ind., Jan._2 2016) ; le Huitrier pie (393 ind., Jan._2 2016) ; la Bécassine des marais (360 ind., Jan._1 2016) ; le Bécasseau sanderling (342 ind., Jan._2 2016) ; le Chevalier gambette (313 ind., Jan._2 2016), le Chevalier aboyeur (302 ind., Jan._2 2016). Le reste des espèces a vu ses effectifs varier entre 1 et 300 oiseaux pendant les deux années considérées.

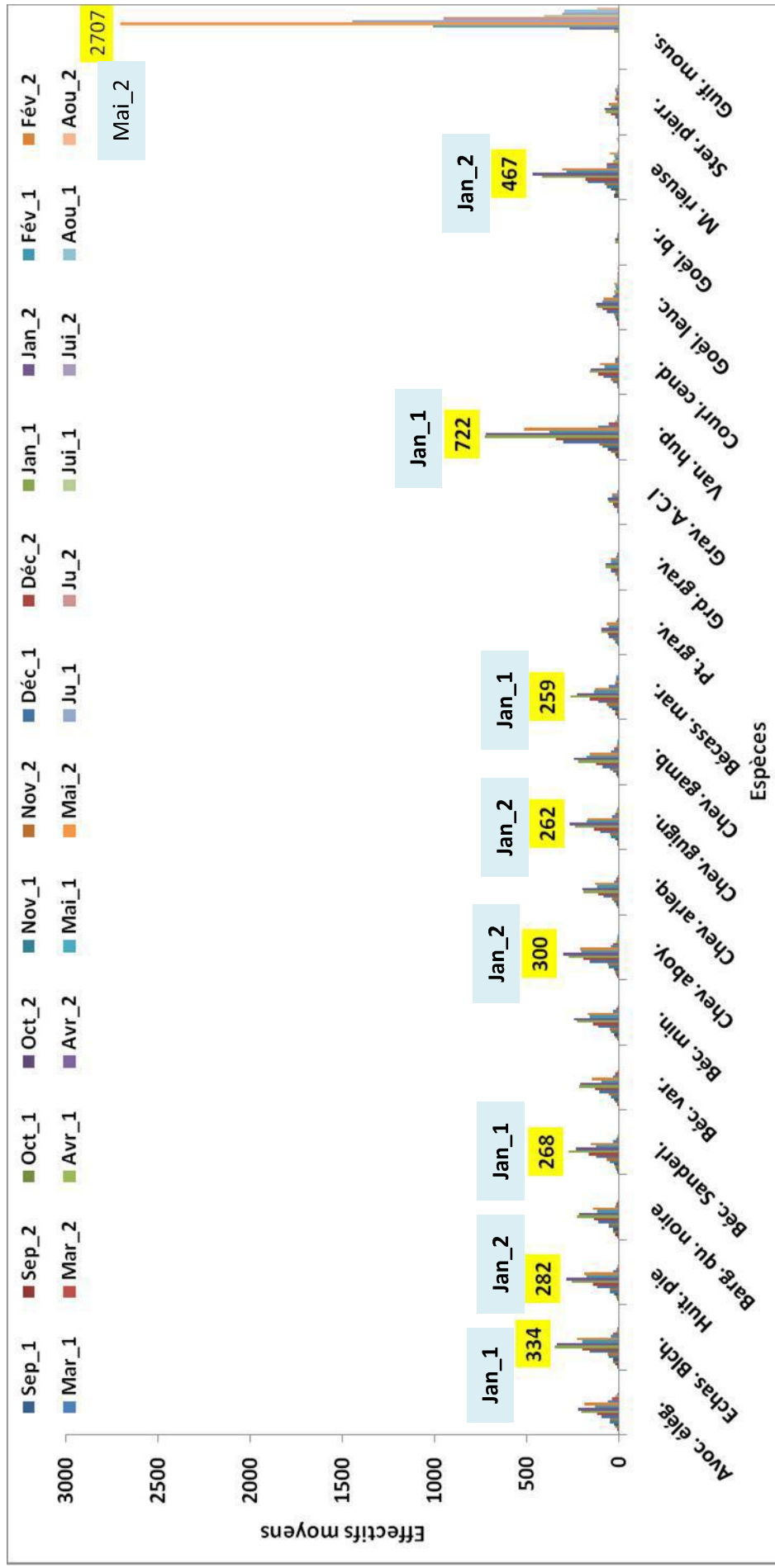


Figure 27. Evolution mensuelle des effectifs moyens des espèces de Laro-limicoles inventoriés au Lac Tonga durant la période d'étude (2014-2016)

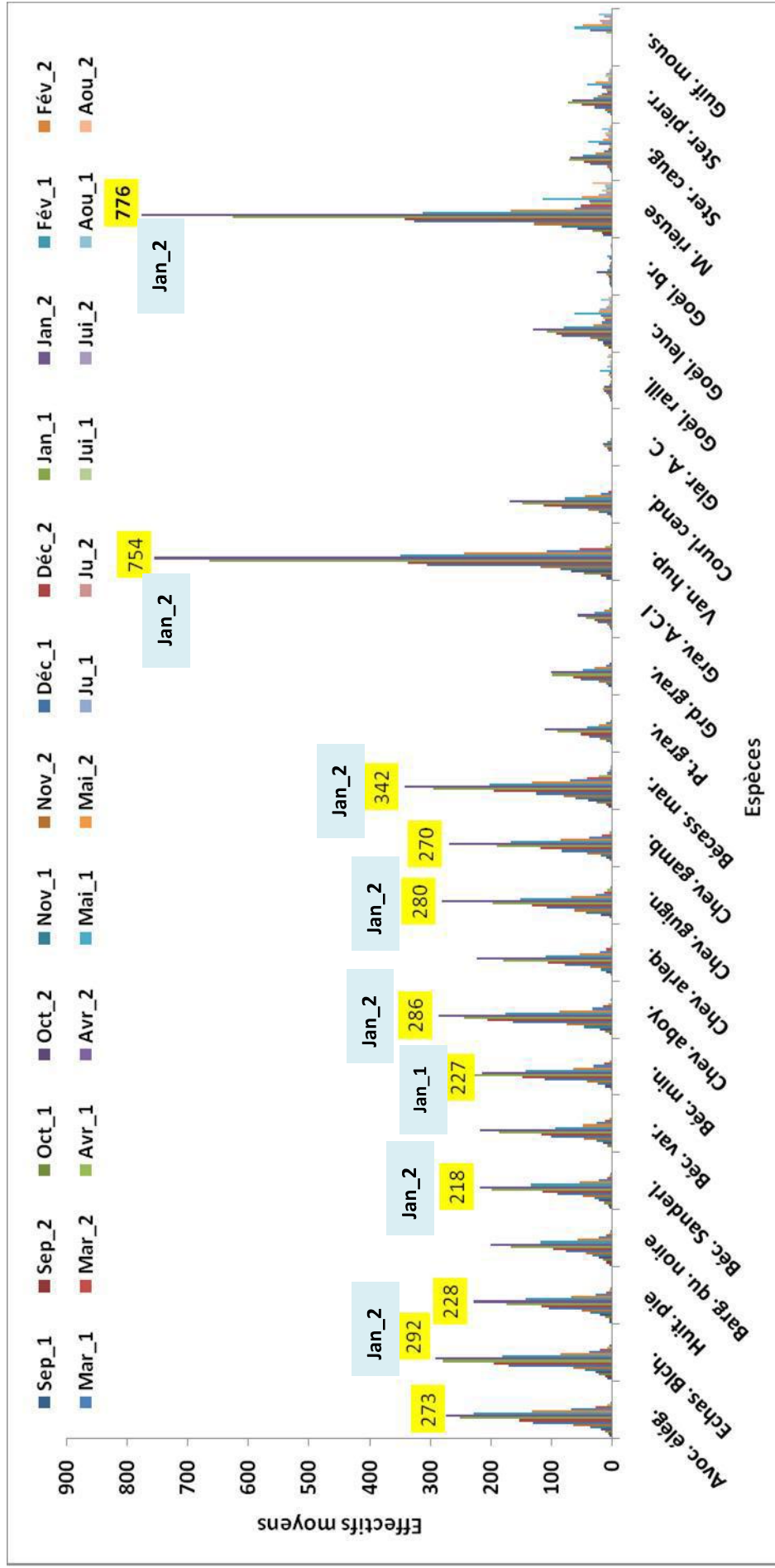


Figure 28. Evolution mensuelle des effectifs moyens des espèces de Laro-limicoles inventoriés au Lac Oubeira durant la période d'étude (2014-2016)

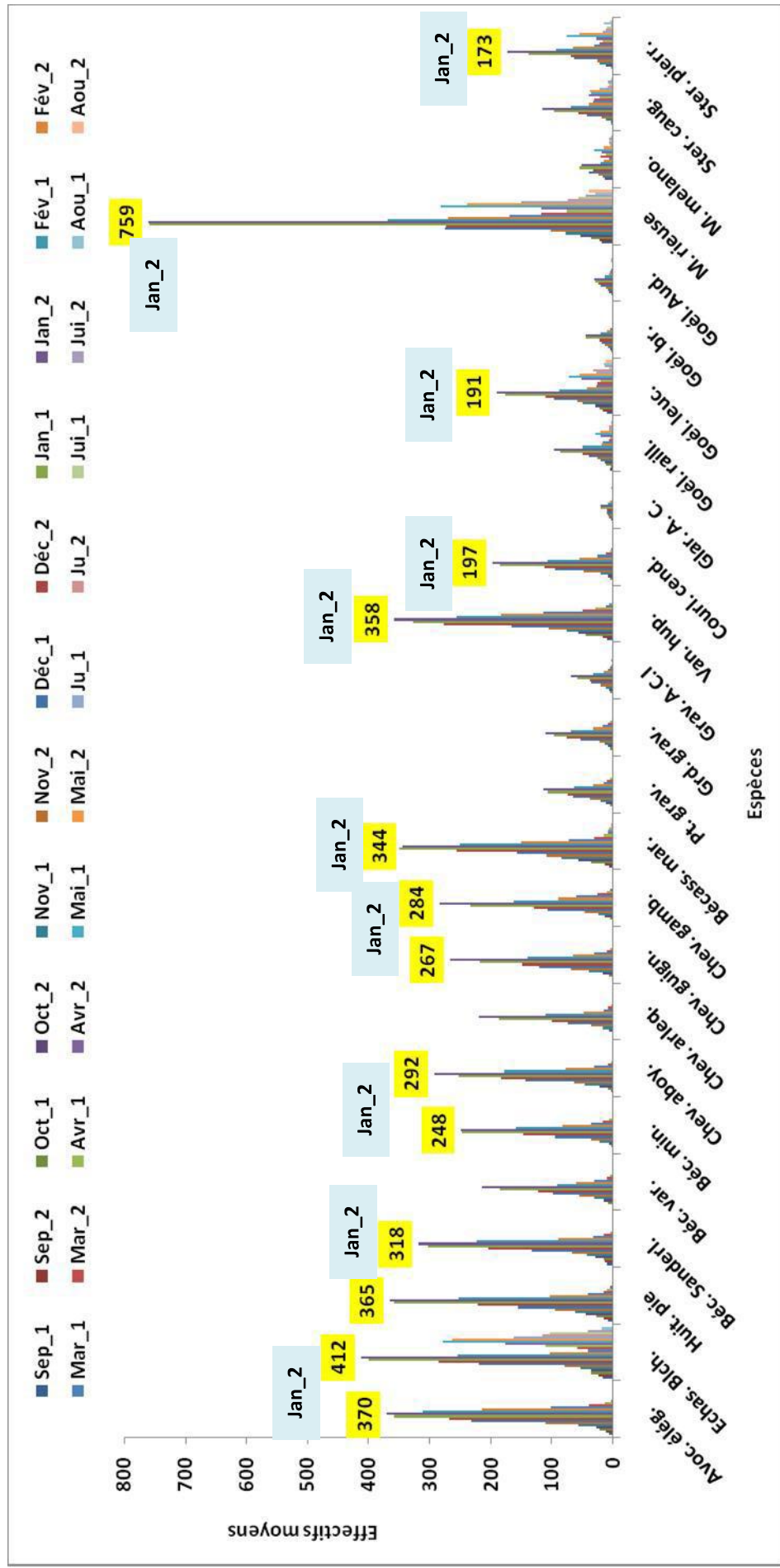


Figure 29. Evolution mensuelle des effectifs moyens des espèces de Larolimicoles inventoriés à la lagune d'El Mellah durant la période d'étude (2014-2016)

5.5 Etude des indices écologiques

5.5.1 L'abondance

Au cours de notre travail sur terrain, le peuplement de Laro-limicoles des zones humides étudiées a connu des fluctuations considérables. Sur les deux années d'étude (2014-2015 et 2015-2016), les effectifs maximums ont été enregistrés en janvier pour tous les sites, avec 3,550 et 3,789 individus, respectivement. Les plus faibles effectifs ont été relevés en août avec 74 et 94 individus comptés respectivement pour les 2 périodes considérées (Tab. 11, Fig. 30).

Aucune différence significative d'abondance de Laro-limicoles n'a été observée sur aucun des sites ($\chi^2 = 0.96$; $df = 1$; $p = 0.33$). Cependant, entre sites, elle a présenté des différences significatives pour les deux années étudiées ($X^2_{\text{année 2014-2015}} = 189,89$, $df = 2$, $p < 0,0001$ et $X^2_{\text{année 2015-2016}} = 45,18$, $df = 2$, $p < 0,0001$).

Pendant les deux périodes (2014-2015 et 2015-2016), les abondances maximales des familles de Laro-limicolae ont été observées pendant les périodes d'hivernage et de migration (prénuptiale et postnuptiale) (Fig. 30, Fig. 31). Ainsi, nous avons constaté de différences significatives entre les deux années uniquement dans le Lac Tonga ($X^2_{\text{année 2014-2015 et 2015-2016}} = 22.87$; $df = 1$; $p < 0.0001$) et lac Oubeira ($X^2_{\text{année 2014-2015 et 2015-2016}} = 8.23$; $df = 1$; $p < 0.004$).

Tableau 11. Les espèces de Laro-limicoles fréquentant les trois sites d'étude durant les deux années (2014-2015 ; 2015-2016)

	Lac Tonga			Lac Oubeira		
	Lagune d'El-Mellah			Année 2014-2015		
	Année 2014-2015	Année 2015-2016	Année 2015-2016	Année 2014-2015	Année 2014-2015	Année 2015-2016
Glareolidae						
<i>Glareola pratincola</i>	4 ± 7 (1-28)	4 ± 6 (1-20)	-	-	3 ± 5 (1-19)	3 ± 4 (1-15)
Haematopodidae						
<i>Haematopus ostralegus</i>	73 ± 110 (8-344)	76 ± 117 (7-393)	62 ± 100 (4-302)	50 ± 79 (1-263)	32 ± 45 (4-154)	53 ± 83 (1-303)
Recurvirostridae						
<i>Recurvirostra avosetta</i>	87 ± 121 (1-344)	92 ± 133 (1-396)	88 ± 123 (1-370)	14 ± 23 (1-77)	41 ± 62 (1-204)	78 ± 115 (1-343)
<i>Himantopus himantopus</i>	135 ± 117 (15-379)	139 ± 129 (17-445)	83 ± 120 (1-358)	64 ± 103 (1-347)	54 ± 74 (1-220)	68 ± 110 (1-365)
Scolopaciidae						
<i>Limosa limosa</i>	-	-	56 ± 79 (4-234)	42 ± 64 (1-224)	23 ± 35 (3-122)	51 ± 79 (1-279)
<i>Calidris alba</i>	62 ± 97 (3-294)	63 ± 102 (3-342)	57 ± 85 (4-262)	50 ± 78 (275)	32 ± 48 (4-178)	50 ± 82 (2-268)
<i>Calidris alpina</i>	38 ± 63 (1-224)	40 ± 60 (1-205)	51 ± 76 (5-232)	41 ± 62 (1-223)	39 ± 68 (1-240)	37 ± 56 (1-197)
<i>Calidris minuta</i>	47 ± 81 (2-268)	46 ± 75 (1-236)	57 ± 87 (4-261)	47 ± 71 (1-226)	41 ± 67 (1-234)	46 ± 76 (1-249)
<i>Tringa nebularia</i>	54 ± 89 (1-248)	56 ± 87 (1-302)	74 ± 106 (1-323)	61 ± 90 (1-278)	54 ± 85 (1-255)	62 ± 93 (1-317)
<i>Tringa erythropus</i>	35 ± 65 (2-238)	34 ± 58 (2-201)	42 ± 66 (3-200)	38 ± 61 (1-205)	35 ± 64 (2-245)	37 ± 60 (1-202)
<i>Actitis hypoleucos</i>	44 ± 71 (1-237)	51 ± 81 (1-297)	55 ± 86 (1-260)	52 ± 81 (1-265)	42 ± 67 (4-251)	52 ± 83 (1-310)
<i>Tringa totanus</i>	45 ± 73 (4-256)	55 ± 87 (1-313)	50 ± 75 (1-225)	50 ± 79 (3-254)	38 ± 66 (1-243)	51 ± 81 (1-297)
<i>Gallinago gallinago</i>	83 ± 112 (1-344)	81 ± 112 (1-360)	41 ± 50 (5-176)	71 ± 102 (1-342)	67 ± 92 (1-326)	73 ± 104 (1-359)
<i>Numenius arquata</i>	35 ± 59 (2-202)	39 ± 60 (5-193)	37 ± 53 (6-156)	32 ± 51 (1-179)	29 ± 49 (3-165)	33 ± 53 (1-174)
Charadriidae						
<i>Charadrius dubius</i>	23 ± 35 (5-115)	24 ± 35 (1-120)	23 ± 35 (1-103)	18 ± 28 (1-88)	17 ± 33 (1-129)	17 ± 28 (1-93)
<i>Charadrius hiaticula</i>	19 ± 29 (4-95)	25 ± 39 (1-127)	12 ± 19 (3-59)	20 ± 31 (1-97)	19 ± 34 (2-128)	19 ± 30 (1-94)
<i>Charadrius alexandrinus</i>	14 ± 20 (2-68)	13 ± 19 (1-72)	13 ± 20 (1-60)	11 ± 18 (1-62)	8 ± 14 (2-51)	10 ± 17 (1-63)
<i>Vanellus vanellus</i>	77 ± 102 (1-333)	97 ± 128 (1-406)	157 ± 254 (2-776)	135 ± 212 (1-728)	128 ± 204 (5-745)	138 ± 217 (2-764)
Laridae						
<i>Larus michahellis</i>	47 ± 66 (1-232)	57 ± 44 (8-158)	35 ± 46 (1-137)	33 ± 34 (3-121)	38 ± 37 (3-155)	32 ± 38 (3-123)
<i>Larus fuscus</i>	11 ± 17 (1-58)	7 ± 10 (1-34)	3 ± 5 (1-15)	3 ± 5 (1-20)	4 ± 5 (1-23)	6 ± 7 (1-31)
<i>Chroicocephalus genei</i>	22 ± 31 (2-114)	23 ± 24 (3-87)	-	-	7 ± 6 (1-25)	6 ± 5 (1-16)
<i>Ichthyaelus audouinii</i>	8 ± 10 (1-33)	7 ± 9 (1-29)	-	-	-	-
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	181 ± 210 (17-793)	186 ± 199 (18-745)	97 ± 121 (1-385)	101 ± 158 (1-550)	45 ± 195 (4-788)	134 ± 212 (4-764)
<i>Ichthyaelus melanocephalus</i>	16 ± 14 (2-46)	18 ± 19 (2-64)	-	-	-	-
<i>Thalasseus sandvicensis</i>	30 ± 34 (5-120)	29 ± 29 (2-115)	-	-	20 ± 20 (4-65)	20 ± 25 (3-92)
<i>Sterna hirundo</i>	43 ± 52 (2-197)	37 ± 39 (6-149)	13 ± 26 (1-80)	23 ± 21 (3-73)	20 ± 20 (3-63)	8 ± 23 (2-84)
<i>Chlidonias hybrida</i>	-	-	325 ± 686 (31-3020)	302 ± 598 (14-2395)	7 ± 15 (1-61)	12 ± 21 (1-69)

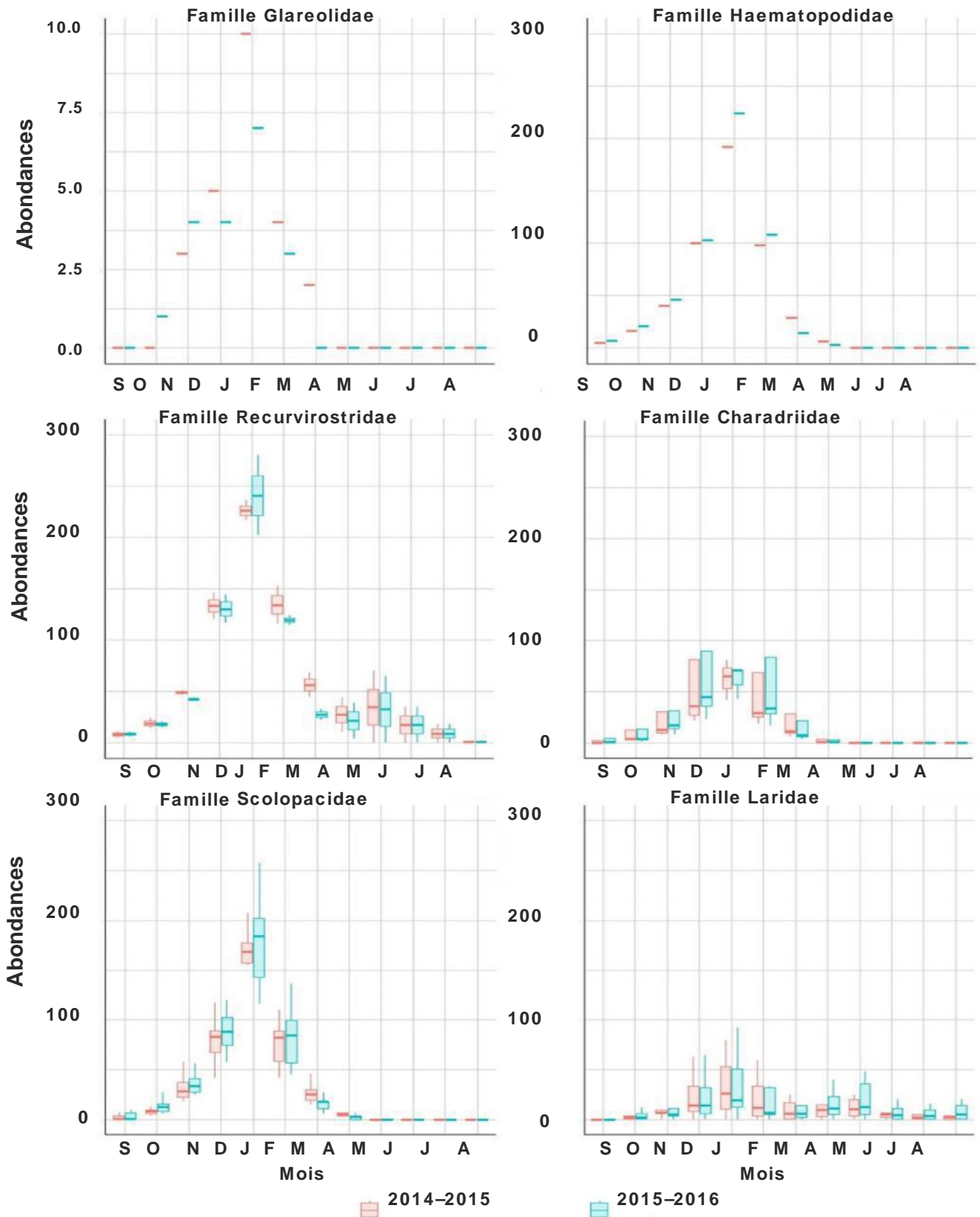


Figure 30. Variation mensuelle des abondances des familles du peuplement de Larolimicoles aux Lacs Tonga et Oubeira et à la lagune d'El-Mellah durant la période d'étude (2014-2015 et 2015-2016)

5.5.2 La richesse spécifique

Durant les deux années d'étude, la richesse spécifique a atteint son maximum en milieu d'hivernage, soit les mois de janvier et février, traduisant l'arrivée des espèces hivernantes qui viennent s'ajouter aux résidentes.

Au cours des 2 années d'étude, la richesse spécifique moyenne dans les trois sites Ramsar a été de 16 ± 8 espèces de Laro-limicoles. Le minimum, 3 espèces, a été observé au Lac Tonga en août (Fig. 19, 20). Cependant, le maximum a été enregistré pendant les saisons d'hivernage, soit en janvier à la lagune d'El Mellah (25 espèces), Lac Oubeira (24 espèces) et Lac Tonga (21 espèces) (Fig. 31, 32).

Les figures 31 et 32 traduisent en fait la chronologie d'hivernage des Larolimicoles dans les 3 sites étudiés, montrant clairement l'arrivée de ces oiseaux dès le début de l'automne, avec une richesse et des effectifs qui ne cessent d'augmenter au fur et à mesure des saisons et des mois, jusqu'à leur régression progressive en période estivale.

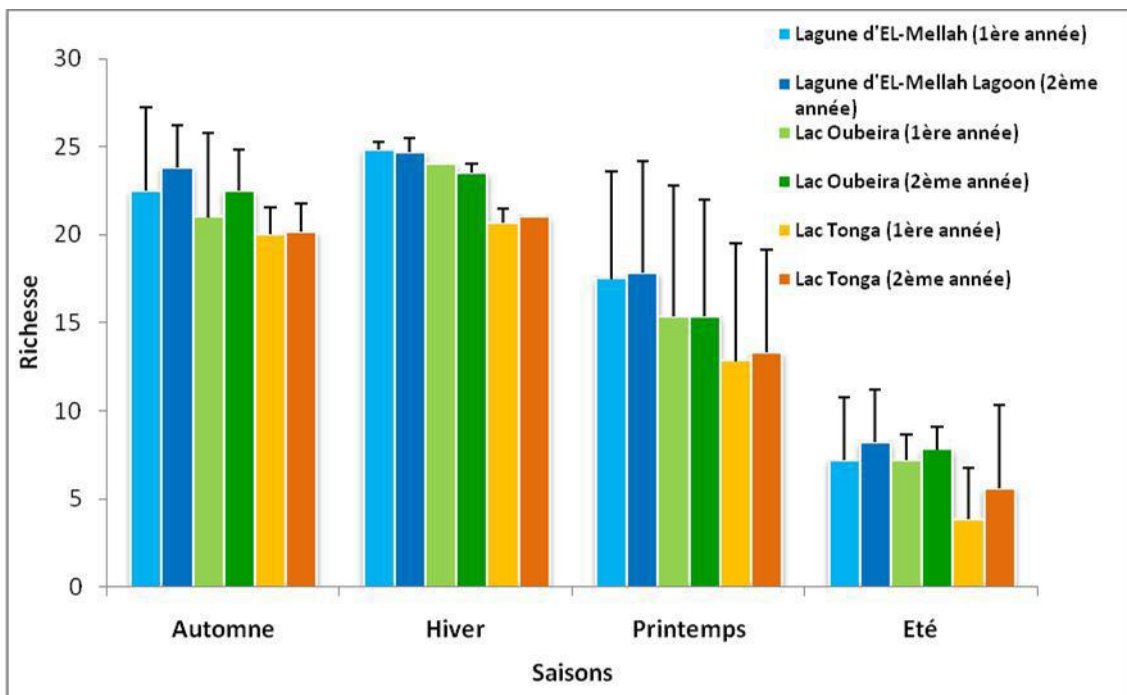


Figure 31. Variation saisonnière de la richesse spécifique du Peuplement de Larolimicoles aux Lacs Tonga et Oubeira et à la lagune d'El-Mellah durant la période d'étude

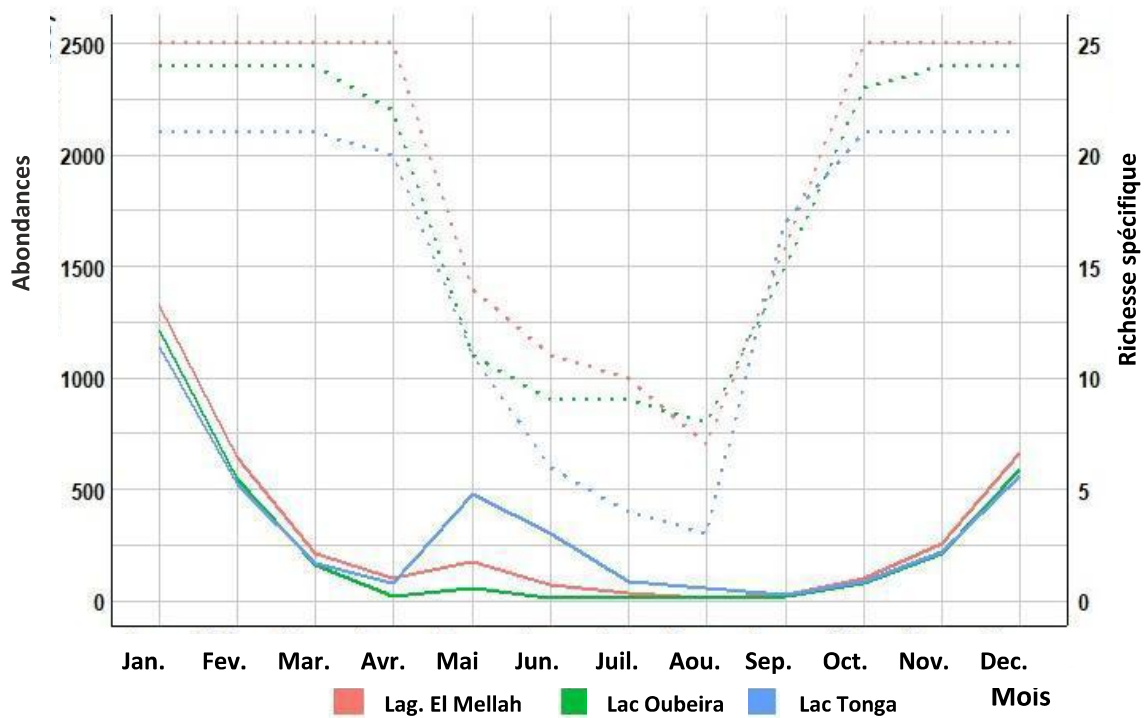


Figure 32. Variation mensuelle des abondances et de la richesse spécifique du peuplement de Larolimicoles aux Lacs Tonga et Oubeira et à la lagune lagune d'El-Mellah durant la période d'étude

5.5.3 Indice de diversité de Shannon et indice d'équitabilité

5.5.3.1 Indice de diversité de Shannon

L'indice de diversité de Shannon (H') a montré de légères fluctuations durant la période d'étude (Fig. 33, 34). Les valeurs moyennes enregistrées ont été de $2,16 \pm 0,89$ (pas moins de 0,07 noté au Lac Tonga en juin et jusqu'à 3,01 en novembre dans la lagune El Mellah (Fig. 34).

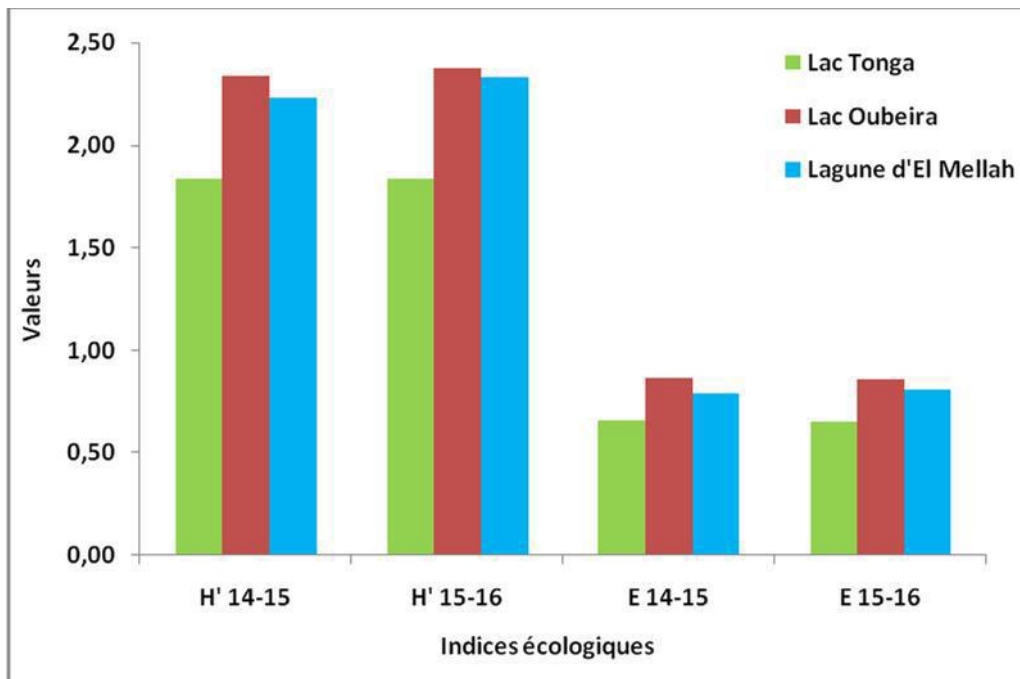


Figure 33. Variations annuelles des valeurs moyennes des indices de diversité de Shannon et d'Equitabilité au niveau des 3 sites considérés durant les deux années d'étude

Le Lac Oubeira et la lagune d'El Mellah ont montré les valeurs d'indices les plus élevés tout au long de la période d'étude (Fig. 33).

5.5.3.2 Indice d'équitabilité

L'indice d'Equitabilité (E) a varié d'un mois à un autre. La valeur moyenne a été de $0,8 \pm 0,23$. Le minimum a été observé au Lac Tonga (0,08 en juin) et le maximum au Lac Oubeira (0,94 en juin) (Fig. 34).

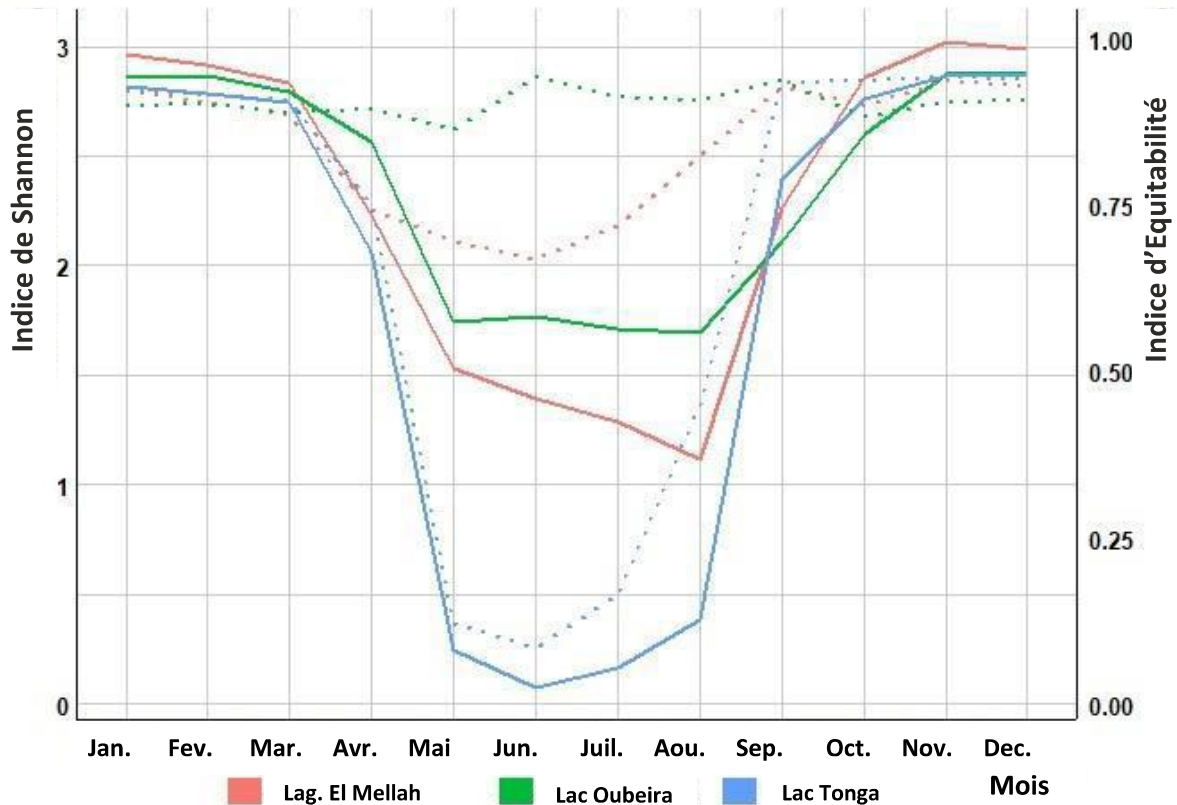


Figure 34. Variations mensuelles des moyennes des indices de diversité de Shannon et d'Equitabilité au niveau des 3 sites considérés.

5.5.4 Analyse du facteur de correspondance

Le plan factoriel (Dim1 X Dim2) de l'analyse du facteur de correspondance des familles comptées Laro-limicoles fréquentant les trois sites Ramsar au cours des deux années a eu une inertie de 97,4 %. Ces résultats ont montré que les familles Scolopacidae, Chardriidae, Haematopodidae et Glareolidae étaient principalement observées en hiver et en automne (saison hivernale) dans les trois sites Ramsar, tandis que la famille Laridae et la famille Recurvirostridae ont principalement été observées au printemps et en été (saison de reproduction). La famille des Recurvirostridae est particulièrement associée à la lagune d'El Mellah (Fig. 35).

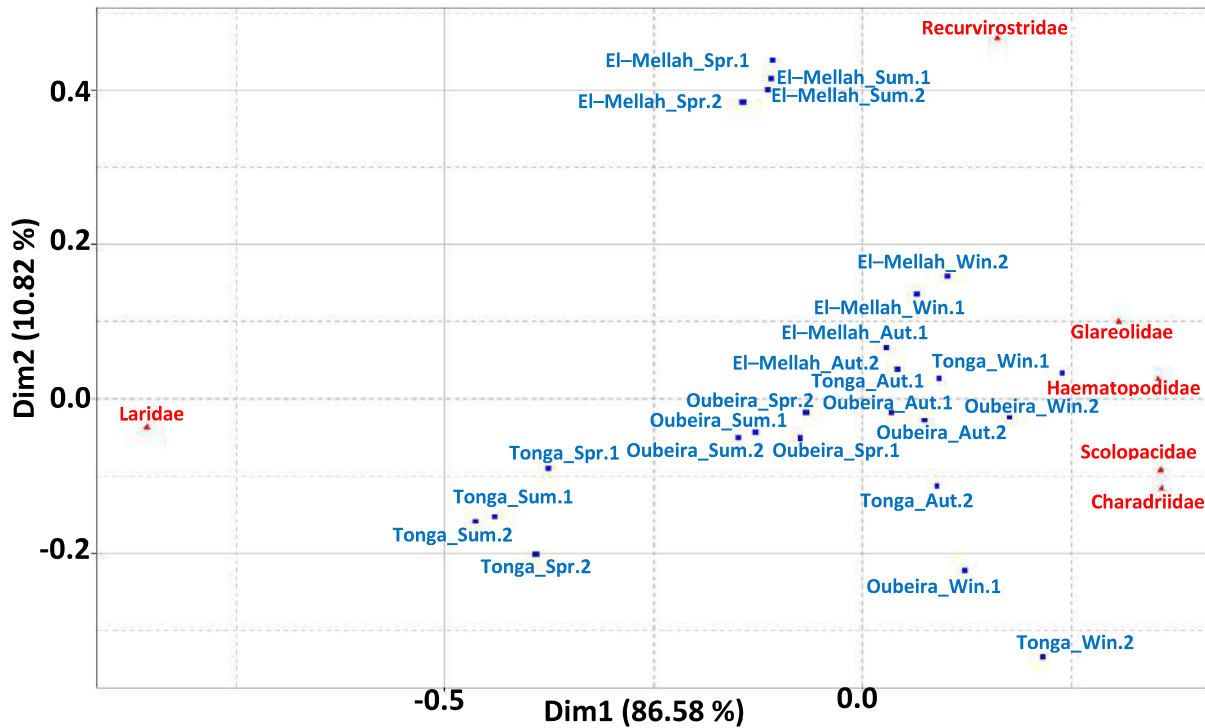


Figure 35. Analyse factorielle de correspondance des familles de Laro-limicoles observées au Lac Tonga, Lac Oubeira et de la Lagune d'El Mellah durant les périodes d'étude (2014-2015 et 2015-2016) : Aut, automne ; Win, hiver ; Spr, printemps ; Sum, été ; 1, 2014-2015 ; 2, 2015-2016.

5.6. Discussion

Les zones humides côtières de la Méditerranée constituent des Hots spots (Points chauds) exceptionnels pour cette région. C'est l'un des endroits les plus riches au monde en termes d'oiseaux d'eau (Cuttelod *et al.*, 2008). Chaque printemps et chaque automne, des milliers d'oiseaux migrent entre les lieux d'hiver et de reproduction sur des routes bien établies connues sous le nom de Fly ways (Barnagaud *et al.*, 2019). Situé à l'ouest du Paléartic-Afrique, les zones humides de la Numidie orientale (Algérie du Nord-Est) jouent un rôle très important pour une avifaune aquatique riche et variée. Pendant la migration, les zones humides de l'Est sont les lieux d'arrêt les plus importants pour les oiseaux en Algérie (Samraoui & Samraoui, 2008).

Les données obtenus au cours du présent travail fournissent une vue d'ensemble détaillée de la phénologie inter-annuelle et intra-sainnière des Laro-limicoles durant la période d'étude et soulignent l'importance du complexe de zones humides d'El-Kala pour l'accueil d'une

avifaune diversifiée. Bien que les informations recueillies reste à compléter, des études antérieures ont montré que la région est le principal site de migration d'oiseaux d'eau en Algérie (Ochando & Jacobs, 1978; Boumezbeur, 1993; Lazli *et al.*, 2011a, 2011b; Lazli *et al.*, 2012; Gherib & Lazli, 2017; Menasria & Lazli, 2017). À l'instar des autres zones humides côtières du pays, cette région s'est également révélée être un endroit favorable pour les Laro-limicoles, qui restent peu étudiés (Seddik, 2011 ; Soltani *et al.*, 2023 ; Boukhari *et al.*, 2023). Nos résultats indiquent que le complexe de zones humides d'El-Kala semble offrir des conditions favorables en hiver pour les Laro-limicoles (car seulement un quart du statut phénologique enregistré des Laro-limicoles appartenait à des espèces résidentes), et les résultats de plusieurs études antérieures soutiennent. Dans l'étude réalisée par Telailia *et al.* (2017) à la lagune d'El-Mellah, 25 espèces de Laro-limicoles ont été comptabilisées. Soltani *et al.*, 2023 ont rapporté 16 espèces au niveau du marais de la Mekhada.

Parmi les Larolimicoles recensés, la Mouette rieuse *Chroicocephalus ridibundus* et la Sterne caugek *Thalasseus sandvicensis* sont les plus abondants en hiver, et le Goéland leucophée *Larus michahellis* et l'Echasse blanche *Himantopus himantopus* sont les plus abondants en saison de reproduction. Au Lac Oubeira, Lazli *et al.* (2018) ont recensés 19 espèces de Laro-limicoles, parmi lesquels le Vanneau huppé *Vanellus vanellus* et la Mouette rieuse *Chroicocephalus ridibundus* dominaient l'hiver. Elafri *et al.* (2016), Loucif *et al.* (2020) et Gherib *et al.* (2021) ont signalé respectivement 16, 07 et 19 espèces de Laro-limicoles sur le Lac Tonga : les plus abondantes étaient le Vanneau huppé *Vanellus vanellus* en hiver et la Guifette moustac *Chlidonias hybrida*, le Goéland leucophé *Larus michahellis* et la Mouette rieuse *Chroicocephalus ridibundus* en saison de reproduction.

Sur les hauts plateaux du Constantinois (nord-est de l'Algérie), Djerboua (2022) a compté 28 espèces de Laro-limicoles à Sebket Bazer, dont certaines n'ont été observées que dans cette zone humide, comme la Guifette noire *Chlidonias niger*, la Guifette leucoptère *Chlidonias leucopterus*, le Pluvier doré *Pluvialis apricaria* et le Bécasseau cocorli *Calidris ferruginea*. Dans la même région, Seddik *et al.* (2010) ont enregistré 25 espèces de Laro-limicoles sur le Lac Timerganine, dont 52 % avaient le statut d'hivernants.

L'analyse factorielle de correspondance (FCA) a montré une succession temporelle de l'occupation du complexe des zones humides d'El-Kala par les Laro-limicoles. Deux périodes ont été distinguées : la première correspond à la saison de reproduction (avril à septembre) caractérisée par les familles Laridae et Recurvirostridae. La deuxième période

(de novembre à mars) est caractérisée par une augmentation de la population des Laro-limicoles et est dominée par les familles Scolopacidae et Charadriidae. Cette succession de la diversité du peuplement des Laro-limicoles est probablement liée à l'hétérogénéité de l'habitat et à la disponibilité des ressources (Menasria & Lazli, 2017; Telailia *et al.*, 2017; Bouali *et al.*, 2021 ; Soltani *et al.*, 2023 ; Boukhari *et al.*, 2023).

Les valeurs de la richesse, de l'abondance et des indices écologiques des espèces de Laro-limicoles au cours des deux années ont été liées aux fluctuations saisonnières. Les valeurs les plus élevées ont été observées pendant la saison hivernale, alors qu'elles sont restées faibles durant la saison de reproduction en raison du départ des espèces de Laro-limicoles qui hivernent et visitent leur lieu de reproduction (Elafri *et al.*, 2016; Lazli *et al.*, 2018 ; Loucif *et al.*, 2020; Gherib *et al.*, 2021, Soltani *et al.*, 2023). Il est intéressant de noter qu'en dépit de la diminution de la richesse des espèces avant les saisons de reproduction, nous avons observé une colonie de Guifette moustac *chlidonias hybrida* au niveau du ac Tonga, ce dernier est considéré comme le seul site de nidification en Algérie et en Afrique du Nord. (Bakaria *et al.*, 2009).

The background of the page features a soft, out-of-focus image of a bird's nest. The nest is constructed from dry, brownish twigs and is situated in the center of the frame. A single bird is captured in flight, its wings spread, positioned in the upper right quadrant. The overall color palette is muted, consisting of various shades of brown, tan, and beige, creating a natural and serene atmosphere.

Chapitre III

Distribution spatio-temporelle du peuplement de Laro-limicoles à travers les sites d'étude

CHAPITRE III/ DISTRIBUTION SPATIO-TEMPORELLE DU PEULEMENT DE LARO-LIMICOLES A TRAVERS LES SITES D'ETUDE

En parallèle avec le suivi des effectifs du peuplement de Laro-limicoles au niveau des sites d'étude, nous avons également focalisé notre travail de terrain sur la répartition spatio-temporelle des espèces de Laro-limicoles à travers tout le plan d'eau.

Ainsi, nous avons constaté que la distribution des espèces recensées était homogène en début d'hivernage c.à.d. les mois de septembre, octobre et novembre. La plupart d'entre-elles se concentrent sur les berges des lacs, notamment celles du Nord-est et Sud-ouest, où nous avons enregistré des groupes de Limicoles et de Laridés assez stables et réguliers avec une augmentation progressive des effectifs.

En plein hivernage (période de décembre à février), les effectifs d'oiseaux augmentent et leur distribution est surtout localisée dans les endroits dégagés c.à.d. sur les plans d'eau. Les Laro-limicoles s'éloignent de la rive et se rassemblent en groupes plurispécifiques ; tel est le cas du Vanneau huppé et de l'Echasse blanche qui tolèrent la présence d'autres espèces comme les canards et les Foulques macroules.

Lors de la saison post-hivernale ou pré-nidification (mars-mai), certains groupes d'oiseaux se concentraient au centre des zones humides considérées, selon le cas. C'est la période de pré-nidification, parades, formation des couples... ; il s'agit des espèces nicheuses telles que : la Guifette moustac, le Goéland leucophaé... Pour les autres espèces comme les chevaliers, les bécasseaux, les barges, les avocettes..., elles se rassemblent en formant des groupes d'oiseaux plus ou moins importants en préparation pour la migration.

En période de nidification (juin-août), les effectifs d'oiseaux nicheurs augmentent et leur distribution est localisée surtout dans les endroits camouflés des lacs, c.à.d. dans la végétation aquatique (Nénuphar blanc, Typha, Phragmite, etc.) qui présente le support sur laquelle certaines espèces de Laro-limicoles installent leurs nids. C'est le cas de la Guifette moustac qui utilise le Nénuphar blanc comme support sur lequel elle construit son nid. Certaines espèces comme le Gravelot à collier interrompu, utilise les rives de sable des lacs afin de pondre ses œufs.

A la fin de la saison de nidification (août-début septembre), la plus part des espèces de Laro-limicoles nicheurs achèvent leurs cycles de nidification d'où l'apparition des juvéniles en vol,

ce qui indique que ces espèces commencent à préparer leur retour, dont on remarque des rassemblements d'oiseaux d'eau plus ou moins importants (la migration de retour).

1. Distribution spatio-temporelle des Laro-limicoles au Lac Tonga

1.1 Les Laridés :

1.1.1 Les Goélands :

Le Goéland brun et le Goéland leucophée fréquentent le lac Tonga du fait de sa position géographique à proximité de la mer (03 Km à vol d'oiseau). Ces Goélands sont observés surtout dans le plan d'eau et sur la végétation aquatique émergente telle que : les arbres d'Eucalyptus, les Cyprès chauve et l'Aulne glutineux. Le Goéland leucophée est le plus abondant des Goélands fréquentant la zone Nord et Nord-est de Tonga, on l'observe pas mal de fois dans des bandes plurispécifiques avec des Mouettes rieuses et des Sternes pierregarin (Fig. 36).

1.1.2 Les Mouettes rieuses:

C'est l'unique espèce de Mouettes qui se trouve au niveau du Lac Tonga. Elle est plus ou moins abondante surtout durant la saison estivale et on la trouve beaucoup plus avec la Sterne pierregarin et la Guifette moustac. Elle fréquente la partie centrale car elle préfère une certaine profondeur et parfois sur la berge Est perchée sur des branches. (Fig. 36).

1.1.3 Les Guifettes :

Elles sont représentées principalement par la Guifette moustac. Cette espèce niche uniquement au niveau du Lac Tonga de toute la région Nord-est de l'Afrique. On la trouve au centre mais aussi au Nord-est du lac (côté de Meizila), sur la rive Sud du lac (Om-Jedour) et aussi en vol sur la rive Nord (Brigade de Tonga). Elle tolère la présence d'autres espèces telles que la Mouette rieuse et la Sterne pierregarin (Fig. 36).

1.1.4 Les Sternes :

Elles sont principalement représentées par la Sterne pierregarin qui fréquente le lac dès l'arrivée de la saison estivale. On la trouve en groupe plurispécifique avec la Mouette rieuse et la Guifette moustac. Elle fréquente les zones profondes du lac et parfois en l'aperçoit en vol sur la rive Nord et Nord-est du Tonga (Fig. 36).

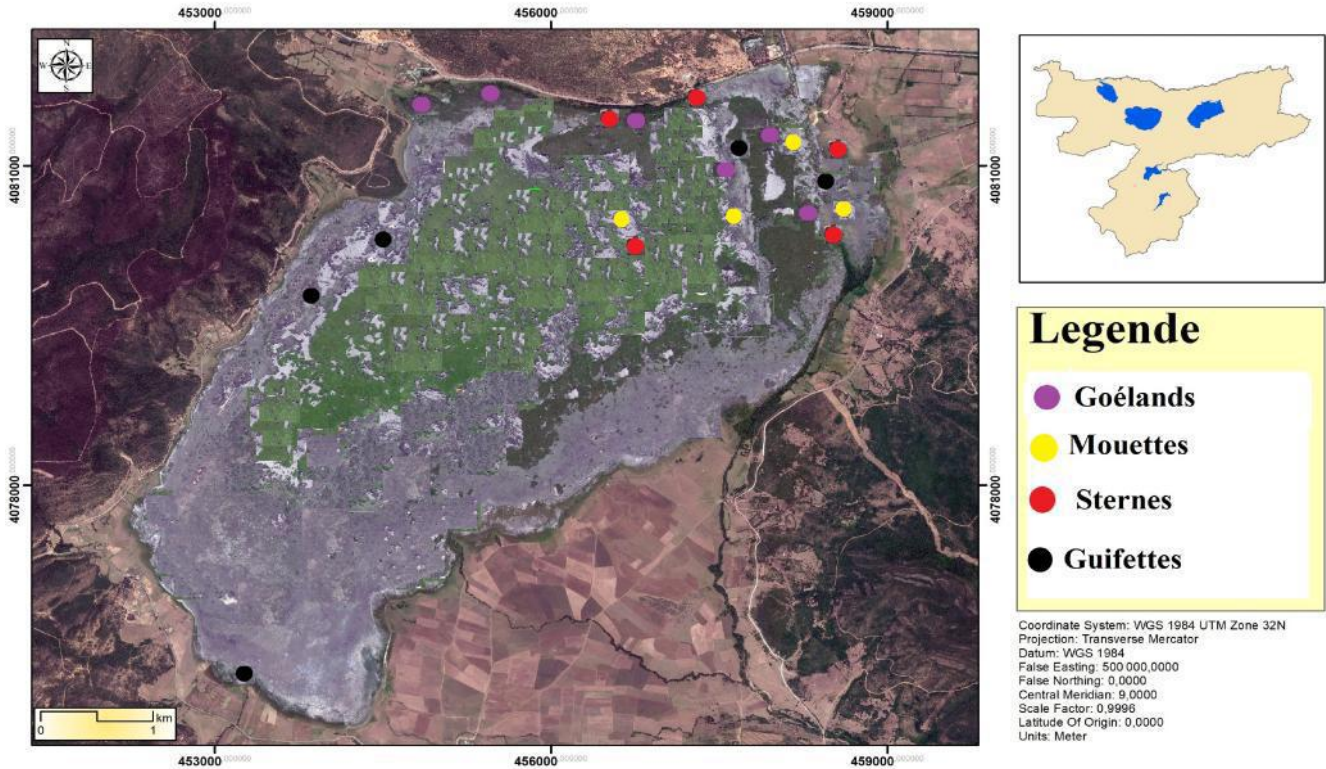


Figure 36. Distribution des Laridés au niveau du Lac Tonga durant la période d'étude

1.2 Les Limicoles :

1.2.1 Les Bécasseaux et Bécassines :

On les voit souvent pâtreur au niveau des rives Sud du Lac Tonga (Bécasseau sanderling, Bécasseau variable et Bécassine des marais), mais ils occupent également les prairies humides du lac (Fig. 37).

1.2.2 Les Chevaliers :

Ils sont rencontrés à l'ouest et surtout au Sud du lac (Chevalier aboyeur, Chevalier arlequin et Chevalier gambette) (Fig. 37).

1.2.3 Les Gravelots :

Ils fréquentent les zones limitrophes ou périphériques du lac. On les rencontre généralement sur les rives du lac (Petit gravelot et Grand gravelot).

En période estivale, le Gravelot à collier interrompu se concentre surtout sur la rive Est et la rive Sud-Ouest du lac, où il utilise le sable comme support pour la construction de son nid. Ces rives de sable s'installent en période estivale suite à l'assèchement des berges du lac (Fig. 37).

1.2.4 Les Barges à queue noire et les Courlis cendrés :

On les rencontre habituellement en groupe plurispécifique avec d'autres espèces comme les Mouettes rieuses, les Goélands leucophées et les Sternes pierregarins, ou en couple à l'ouest et au sud du Lac Tonga (Fig. 37).

1.2.5 Les Vanneaux huppés :

Ils fréquentent les berges du lac. On les rencontre généralement en groupe plurispécifique avec les Barges à queue noire et les Courlis cendrés sur la rive Est du Tonga mais aussi dans sa rive Sud (Fig. 37).

1.2.6 Les Echasses blanches :

Elles fréquentent les eaux peu profondes du lac. On les observe au niveau des berges, dans les parties Ouest et Sud du Tonga. Cette espèce se trouve quelques fois en mélange avec d'autres espèces telles que l'Avocette élégante et l'Huîtrier pie (Fig. 37).

1.2.7 L'Huîtrier pie :

Cette espèce apparaîtra au niveau du Lac Tonga dès le début de la saison hivernale et son effectif maximal est atteint au mois de janvier. Au-delà de cette date, on note une baisse de ses effectifs.

Cette espèce fréquente les endroits plus ou moins dégagés du lac. Elle tolère la présence d'autres espèces telles que l'Echasse blanche, le Chevalier aboyeur et le Vanneau huppé (Fig. 37).

1.2.8 Les Avocettes élégantes :

Cette espèce se trouve principalement dans la zone périphérique du lac Tonga. Elle tolère la présence d'autres espèces de Laro-limicoles telles que : l'Echasse blanche et l'Huîtrier pie, voir même d'autres espèces d'Ardéidés et de grands échassiers telles que l'Aigrette garzette, la Grande aigrette, le Héron cendré et la Spatule blanche (Fig. 37).

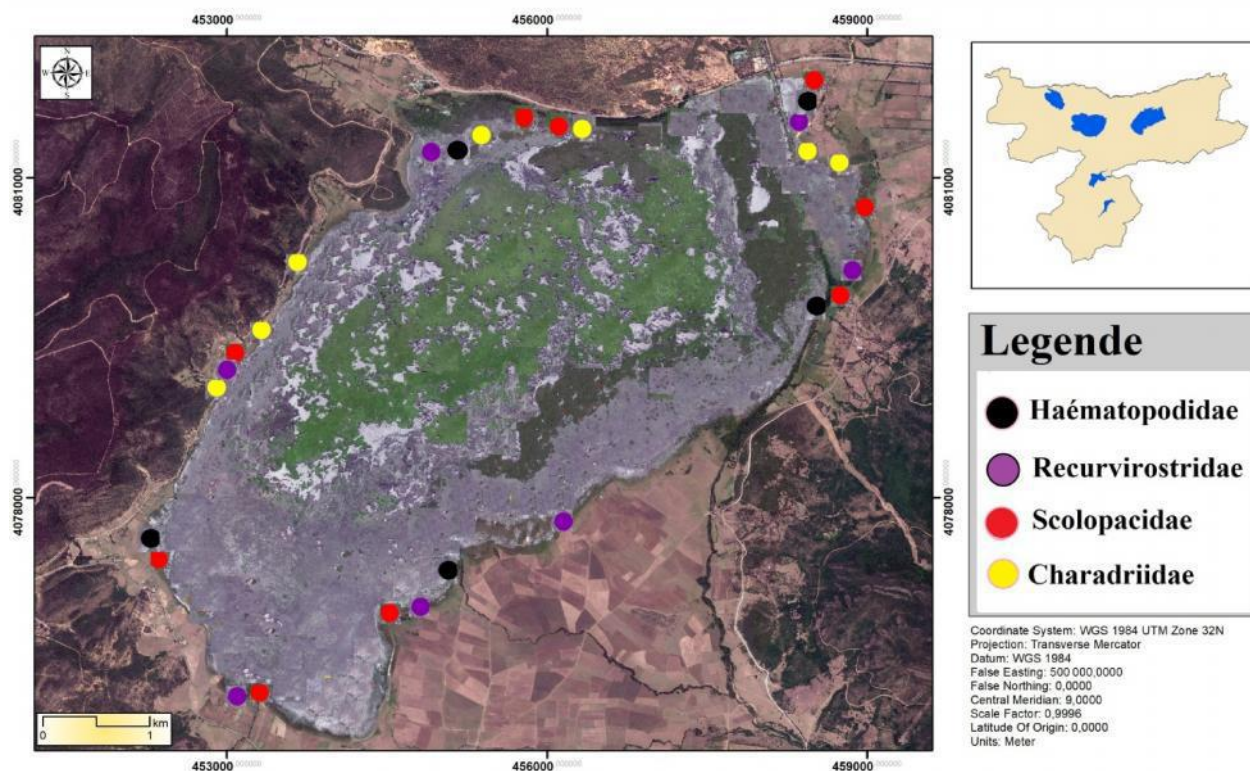


Figure 37. Distribution des Limicoles au niveau du Lac Tonga durant la période d'étude

2. Distribution spatio-temporelle des Laro-limicoles au Lac Oubeira

2.1 Les Laridés :

2.1.1 Les Goélands :

Le Goéland railleur, le Goéland brun et le Goéland leucophée fréquentent le Lac Oubeira du fait de sa position géographique à proximité de la mer et de la lagune d'El-Mellah (04 Km à vol d'oiseau). Ces Goélands sont observés surtout dans le plan d'eau ou perchés sur des branches sur la rive Nord « siège de la concession » et sur les rives Sud et Sud-ouest du lac « zone de Bouhchicha et de El-Eiche lahmer » en raison de la faible densité de végétation au niveau cette zone humide. Le Goéland leucophée est le plus abondant des Goélands fréquentant la zone limitrophe de l'Oubeira « Pourtour du lac ». On l'observe presque toujours en bandes plurispécifiques avec le Goéland brun et la Mouette rieuse. Pour le Goéland railleur, il est moins observé que les autres et il préfère les eaux plus ou moins salées (Fig. 38).

2.1.2 Les Mouettes :

Elles sont représentées principalement par la Mouette rieuse du fait de la présence d'une lagune et d'une zone marine à proximité. On la trouve en bande plurispécifique avec des goélands (Goélands brun et leucophée) et des sternes (Sterne pierregarin et Sterne caugek). Au niveau du Lac Oubeira, ces espèces fréquentent la partie centrale du lac du fait de la faible densité de végétation et aussi on les trouvent perchées sur les branches des filets sur les rives Nord « côté de la concession », Est « zone de Day El-Graa » et Sud-est « lieu-dit station biologique » (Fig. 38).

2.1.3 Les Guifettes :

Représentées principalement par la Guifette moustac, elles fréquentent les zones les plus profondes du lac mais également elles ratissent ses berges « berge Nord du côté de la concession et berge Sud-ouest du côté de El-Eiche lahmer » à la recherche de nourriture. On les observe généralement en groupe plurispécifique avec les Sternes pierregarin. Elles commencent à apparaître sur le site dès le début du mois d'avril. Leur reproduction n'est pas confirmée au niveau de l'Oubeira (Fig. 38).

2.1.4 Les Sternes :

Comme les guifettes, elles fréquentent les zones profondes du lac mais aussi les rives Nord et Sud de l'Oubeira. Représentées principalement par la Sterne caugek et la Sterne pierregarin, elles tolèrent la présence d'autres espèces comme la Mouette rieuse et le Goéland leucophée (Fig. 38).

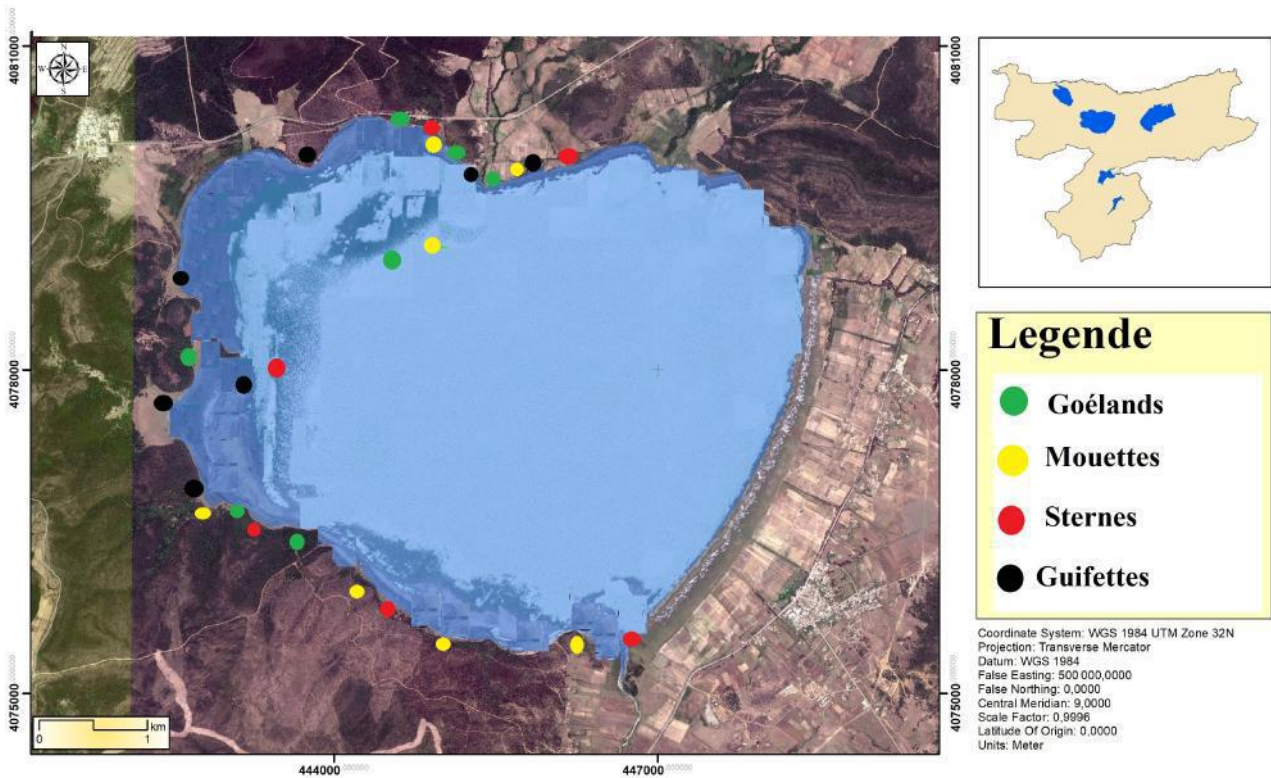


Figure 38. Distribution des Laridés au niveau du Lac Oubeira durant la période d'étude

2.2 Les Limicoles :

2.2.1 Les Bécasseaux et les bécassines :

On les voit souvent pâtreur au niveau des rives sud de l'Oubeira (Bécasseau sanderling, Bécasseau variable et Bécasseau minute), mais ils occupent également les rives Nord du lac avec les Bécassines des marais. Les bécasseaux tolèrent la présence d'autres espèces telles que : la Barge à queue noire, le Chevalier aboyeur, le Chevalier arlequin et l'Echasse blanche (Fig. 39).

2.2.2 Les Chevaliers :

Ils se concentrent surtout à l'Ouest et au Sud du Lac Oubeira (Chevalier aboyeur, Chevalier arlequin, Chevalier guignette et Chevalier gambette). Ils déplacent en groupe mono-spécifique (comme le Chevalier guignette) et aussi en bandes plurispécifiques comme le Chevalier guignette et le Chevalier gambette mais aussi le Chevalier aboyeur et le Chevalier arlequin (Fig. 39).

2.2.3 Les Gravelots :

Représentés principalement par : le Grand gravelot, le Petit gravelot et le Gravelot à collier interrompu, ils fréquentent la zone périphérique et les berges Sud et Sud-est du lac Oubeira. Ils tolèrent la présence d'autres espèces telles que le Chevalier guignette et la Glaréole à collier. Pour le Grand gravelot et le Petit gravelot, on les observe surtout durant la saison hivernale. Tandis que le Gravelot à collier interrompu, son apparition sur le site a lieu dès le début de saison de nidification (Fig. 39).

2.2.4 Les Barges à queue noire et les Courlis cendrés :

Ces espèces se rencontrent habituellement en groupe avec d'autres espèces comme le Bécasseau variable, le Bécasseau sanderling, le Chevalier aboyeur et le Chevalier arlequin ; ou en couple sur les plages de sable des rives Est et Sud de l'Oubeira. Parfois, on les observe pâtreur à proximité du lac avec des espèces d'Ardéidés et de grands échassiers tels que : l'Aigrette garzette, le Héron cendré et la Cigogne blanche (Fig. 39).

2.2.5 Les Vanneaux huppés :

Ils fréquentent les zones limitrophes ou périphériques du Lac Oubeira. On les observe généralement durant la saison hivernale en bande mono-spécifique. Parfois en bande plurispécifique avec les Barges à queue noire et les Courlis cendrés. Ils se concentrent surtout au Sud de l'Oubeira mais aussi dans sa partie Est (Fig. 39).

2.2.6 Les Echasses blanches :

Elles fréquentent les eaux peu profondes du pourtour du lac. On les rencontre au niveau des berges dans les parties Est et sud de l'Oubeira. Cette espèce se trouve quelques fois en mélange avec d'autres espèces telles que : l'Avocette élégante, le Chevalier aboyeur et l'huitrier pie. Elles sont parfois observées sur les rives du lac en train de pâtreur avec des Goélands leucophée et des Mouettes rieuses (Fig. 39).

2.2.7 L'Huitrier pie :

Cette espèce se trouve principalement au niveau des rives Sud et Sud-ouest du lac Oubeira. Elle tolère la présence d'autres espèces telles que l'Echasse blanche et l'Avocette élégante. C'est une espèce plus ou moins discrète, ce qui rend difficile sa localisation sur terrain (Fig. 39).

2.2.8 Les Avocettes élégantes :

Cette espèce se concentre principalement dans la zone périphérique du lac où la profondeur est plus ou moins faible avec la disponibilité d'une alimentation assez riche et diversifiée. Les Avocettes fréquentent d'autres espèces de Laro-limicoles, telles que : l'Echasse blanche, le Chevalier aboyeur et la Barge à queue noire, voir même d'autres espèces qui appartiennent à d'autres familles d'oiseaux d'eau comme : la Spatule blanche, l'Aigrette garzette et la Grande aigrette (Fig. 39).

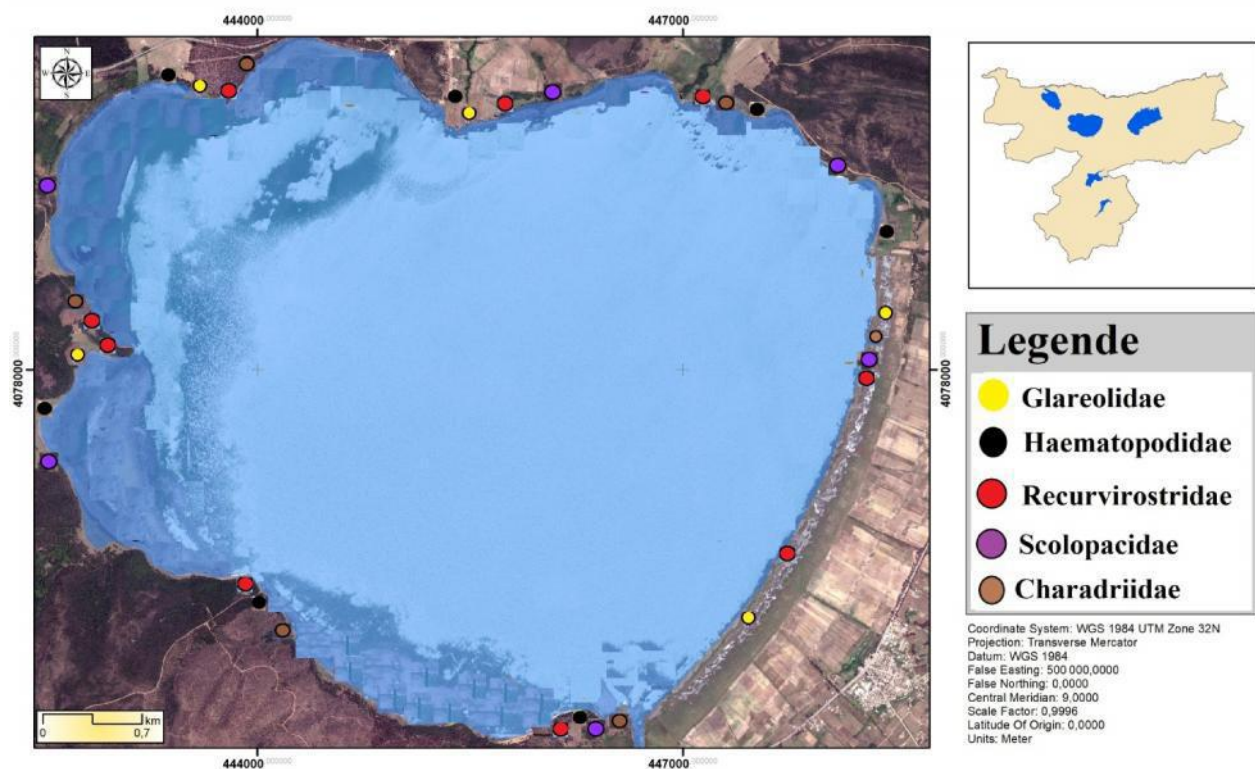


Figure 39. Distribution des Limicoles au niveau du Lac Oubeira durant la période d'étude

3. Distribution spatio-temporelle des Laro-limicoles à la lagune d'El Mellah

3.1 Les Laridés :

3.1.1 Les Goélands :

Ces oiseaux fréquentent la lagune d'El-Mellah avec excellence du fait de sa position géographique à proximité de la Mer Méditerranée. Il s'agit du Goéland leucophée, Goéland brun, Goéland d'audouin et du Goéland railleur. Ces espèces sont observées surtout dans le plan d'eau ou perchées sur des plates-formes en bois ou métalliques qui font partie de la concession de pêche et aussi sur la rive Nord d'El-Mellah. Ces goélands vivent en groupes

mono-spécifiques ou en bandes plurispécifiques avec les Mouettes rieuses et quelques fois avec les Mouettes mélanocéphales (Fig. 40).

3.1.2 Les Mouettes :

Comme les goélands, les mouettes fréquentent la lagune d'El-Mellah en nombre très important du fait de la proximité de la mer. Elles sont représentées par la Mouette rieuse et la Mouette mélanocéphale. On les trouve en groupe plurispécifique avec des goélands surtout le Goéland leucophée et le Goéland brun ; mais aussi avec les Sternes pierregarin et les Sternes caugek. Ces espèces fréquentent la partie centrale de la lagune et parfois même ses berges « berge Nord du côté de la méditerranée, berge Nord-est du côté de la dune d'El-Mellah et berge Nord-ouest du côté de la concession El-Mellah et aussi la berge Est du côté de la brigade d'El-Mellah », étant tolérantes de la présence de l'être humain. (Fig. 40).

3.1.3 Les Sternes :

Très abondantes au niveau de la lagune d'El-Mellah, elles sont représentées par les Sternes caugek et les Sternes pierregarin. Elles tolèrent la présence d'autres espèces comme la Mouette rieuse et la Mouette mélanocéphale. Elles occupent presque tous les espaces : plan d'eau, berges « Nord du côté de la méditerranée, berge Nord-ouest du côté de la concession El-Mellah et Est du côté de la brigade d'El-Mellah », parties couvertes de végétation, canal de l'embouchure, et parfois en vol sur la partie Sud de la lagune). C'est des espèces très actives qui ratissent tout l'espace de la lagune en quelques minutes (Fig. 40).

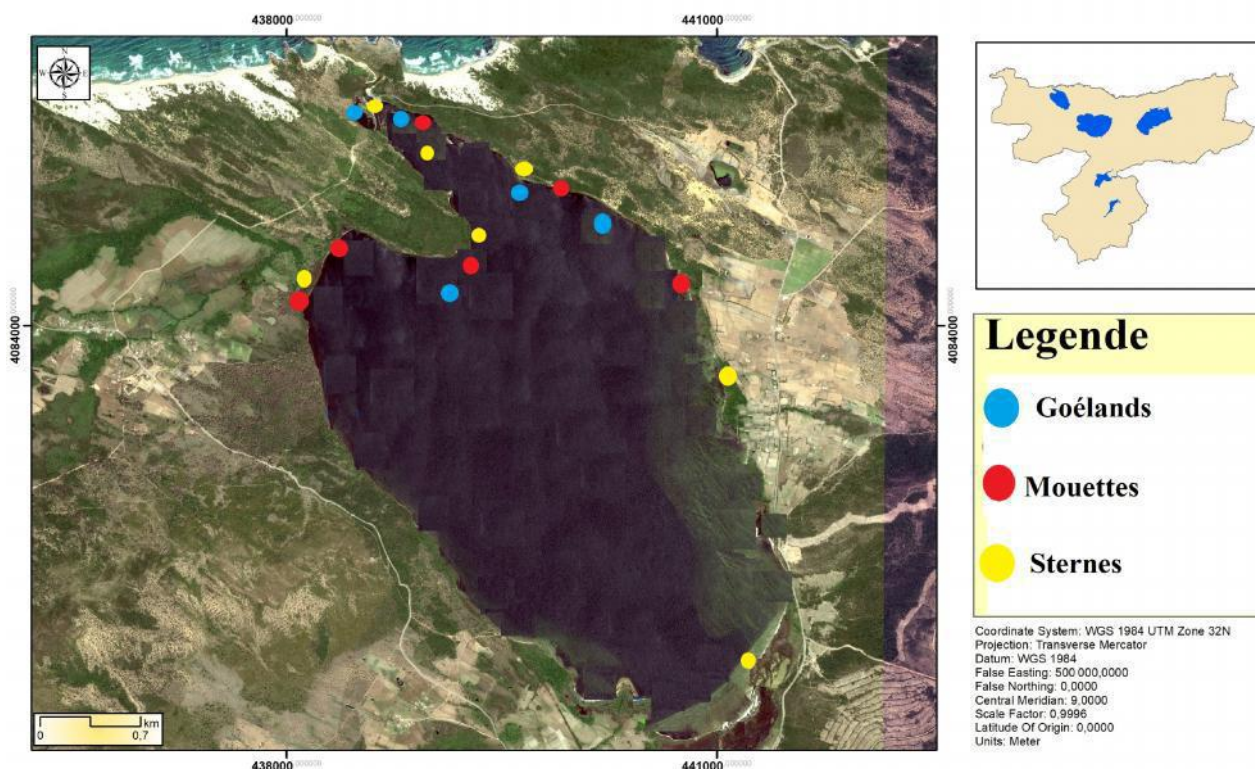


Figure 40. Distribution des Laridés au niveau de la lagune d'El Mellah durant la période d'étude

3.2 Les Limicoles :

3.2.1 Les Bécasseaux et bécassines :

Représentés au niveau de la lagune par le Bécasseau sanderling, Bécasseau minute, Bécasseau variable et Bécassine des marais. On les observe sur la rive Est et Nord-Ouest et parfois sur la rive Ouest du côté de la concession comme le cas du Bécasseau minute et de la Bécassine des marais. Ces espèces tolèrent la présence d'autres espèces de Laro-limicoles telles que : Chevalier aboyeur, Chevalier arlequin, Echasse blanche et Huitrier pie (Fig. 41).

3.2.2 Les Chevaliers :

Ce groupe est composé de : Chevalier aboyeur, Chevalier arlequin, Chevalier guignette et Chevalier gambette. Au niveau de la lagune d'El-Mellah, on les voit au niveau des berges Est et Ouest (Fig. 41).

3.2.3 Les Gravelots :

Composé de Gravelot à collier interrompu, Petit gravelot et Grand gravelot, ce groupe fréquente les zones périphériques de la lagune. Le Petit gravelot et le Grand gravelot se rencontrent généralement à l'Est et au Sud de la lagune. Alors que les Gravelot à collier

interrompu se concentrent en période de nidification surtout sur les plages de sable qui se trouvent aux alentours de la lagune. Les gravelots vivent en bandes plurispécifiques avec d'autres espèces comme : Glaréole à collier, Chevalier guignette et Echasse blanche (Fig. 41).

3.2.4 Les Courlis cendré :

On les rencontre habituellement en groupe avec d'autres espèces comme le Chevalier aboyeur, l'Echasse blanche et l'Avocette élégante. Ils occupent les berges Sud et Sud-Ouest de la lagune où il existe des prairies humides avec une végétation assez dense composée de scirpes et de salicornes (Fig. 41).

3.2.5 Les Vanneaux huppés :

On les observe à la périphérie de la lagune. On les rencontre généralement en mélange avec les Avocettes élégantes et les Courlis cendrés mais aussi dans la partie Est et Nord-Ouest. Ils se déplacent la plupart du temps en bande mono-spécifique pouvant dépasser les 100 individus (Fig. 41).

3.2.6 Les Echasses blanches :

Au niveau de la lagune d'El-Mellah, l'espèce se concentre principalement sur le canal de l'embouchure du lac et au niveau des scirpes du côté de la concession, c.à.d. les parties Nord et Nord-Ouest de la lagune. Cette espèce se trouve quelques fois en mélange avec d'autres espèces telles que l'Avocette élégante et l'Huitrier pie. L'effectif de cette espèce augmente lors de la saison de reproduction, où on l'observe en parade à partir du mois de mars, voir même la construction du nid avec un comportement d'agressivité à chaque fois qu'on se rapproche de sa zone de nidification (juste tout près du siège de la concession en allant vers l'embouchure) (Fig. 41).

Quelques spécimens sont observés également du côté sud, dans le marais à proximité des maisons des riverains.

3.2.7 L'Huitrier pie :

Cette espèce se trouve surtout dans la zone de transition entre la lagune d'El-Mellah et la Mer Méditerranée. On l'observe sur la plage de l'embouchure et aussi sur la plage de Machraa El-Cheir et El-Gmihat. Elle a été aussi aperçue sur les berges Ouest de la lagune. Cette espèce tolère la présence d'autres espèces comme l'Echasse blanche, le Goéland leucophée et la

Mouette rieuse. Nos observations sur le terrain ont révélé que cette espèce est beaucoup plus marine que lagunaire ; d'ailleurs la plupart du temps elle fréquente la frange marine (Fig. 41).

3.2.8 Les Avocettes élégantes :

Cette espèce se trouve principalement dans la partie Est et Nord-Ouest du Mellah. Elle tolère la présence d'autres espèces comme l'Echasse blanche, l'Huitrier pie et le Chevalier guignette.

Les Avocettes élégantes sont trop discrètes, ce qui rend difficile leur localisation sur site surtout en début d'hivernage. Par contre en plein hivernage, ces oiseaux occupent la partie centrale de la lagune, ce qui les rend plus visibles et facilement localisables sur site. D'ailleurs, nous avons pu dénombrer plus d'une centaine d'individus lors du mois de janvier (Fig. 41).

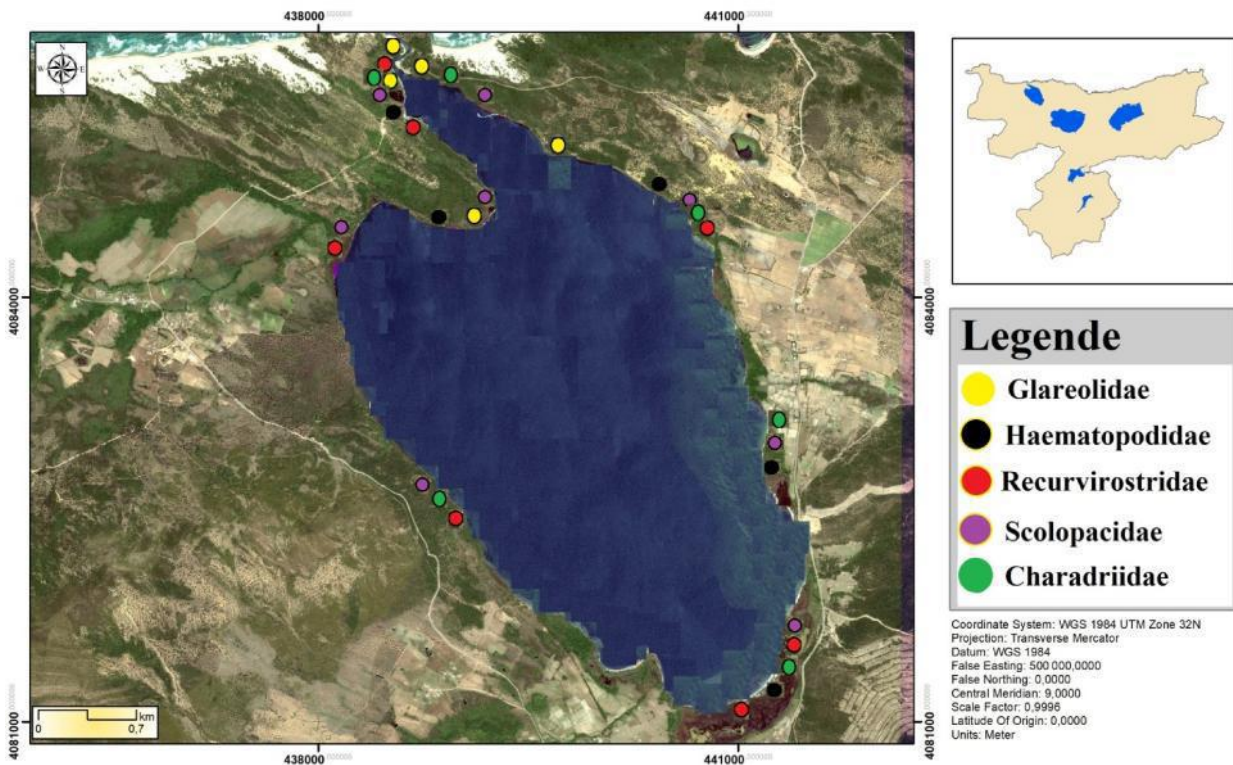


Figure 41. Distribution des Limicoles au niveau de la lagune d'El Mellah durant la période d'étude

4. Discussion

Le suivi de la distribution spatio-temporelle des Larolimicoles au niveau des trois zones humides considérées a montré que l'occupation du plan d'eau au cours de la période d'étude dépendait principalement de la biologie et de l'écologie des espèces étudiées mais aussi d'exigences telles que la disponibilité de la nourriture, la sécurité et la quiétude.

Au Lac Tonga, les Laridés sont généralement observés en vol ou au centre du plan d'eau perchés sur les arbres des îlots mobiles du lac, mais aussi au niveau de la partie occidentale sur la végétation autour, notamment la partie nord-ouest, sur les Eucalyptus, les Cyprès chauves et les Aulnes ; c'est le cas des Goélands. Les Mouettes, les Guifettes et Sternes, trouvées en groupe plurispécifique, ont été observés le plus souvent au centre du plan d'eau, là où la Guifette moustac construit son nid sur les Nénuphars blancs. Le Tonga étant l'unique site de toute la région Nord-est d'Afrique où niche cette espèce (Bakaria, 2012). Les limicoles sont quant à eux localisés sur les rives Ouest et Sud du Tonga, comme les Bécasseaux, Bécassines, Chavaliers, Echasses blanches... D'autres, tels que les Gravelots et Vanneaux huppés préfèrent les berges Sud. Cette distribution particulière des Larolimicoles au Lac Tonga procure à ces oiseaux les conditions de quiétude et les ressources alimentaires nécessaires à leur survie. En effet, l'occupation du centre du plan d'eau par certaines espèces comme les Mouettes et les sternes permet la pêche en plongeant pour saisir des poissons ou des insectes soit en vol ou à la surface de l'eau (Del Hoyo *et al.*, 1996 ; Beaman & Madge, 1998). L'occupation des berges permet aux limicoles de rechercher leur nourriture dans la vase étant globalement friant d'invertébrés, mollusques, crustacées... Selon la longueur de leur bec ou de leurs pattes, ils arrivent à cohabiter et à se répartir autour d'une même zone humide à la recherche de nourriture, dans des hauteurs d'eau différentes. Les courlis et les barges au bec assez long ont l'aptitude d'atteindre des proies vivant profondément dans la vase. Alors que les gravelots au bec court, recherchent plutôt leur nourriture en surface. Gherib *et al.* (2021) rapportent sur le même site des faits identiques et indiquent que les limicoles tel que le Vanneau huppé occupe généralement les prairies humides et les berges du lac Tonga, mais certains ont également été observés sur les berges boisées. Quant aux Laridés, comme le Goéland argenté, le Goéland leucophée et la Sterne pierregarin, ils se rassemblent généralement en colonies dans la partie ouest du lac. Par ailleurs, la Mouette rieuse et le Goéland leucophée, sont également observés près des rives occidentales du Tonga qui semble être une zone humide qui sert d'aire de repos et d'alimentation à cette espèce dans cette région.

Au Lac Oubeira, les Laridés occupent globalement le centre de la zone humide. Ils sont observés en vol (notamment les Goélands) ou au repos sur l'eau, mais aussi perchés sur des branches du côté de l'ancienne concession aquacole, au milieu de l'eau. Leur abondance dans ce lac s'explique par la proximité de la lagune d'El Mellah et de la mer non loin. Ces oiseaux forment des groupes plurispécifiques tantôt des Goélands avec les Mouettes, tantôt des Sternes avec des Guifettes, Mouette et Goélands leucophée. C'est dans le centre du plan d'eau que ces Laridés trouvent leur alimentation (poisson, insectes...). Ils peuvent se nourrir en volant au-dessus de l'eau happant au passage des insectes volants comme les Sternes ou en plongeant pour capturer leurs proies sous l'eau ou juste en plongeant le bec pour saisir une proie juste sous la surface (Del Hoyo *et al.*, 1996 ; Beaman & Madge, 1998). Les Limicoles se répartissent au niveau de l'Oubeira selon les exigences écologiques de chaque espèce. La plupart des espèces sont observées sur les rives Sud, Ouest et Est du lac ; c'est le cas des Bécasseaux, Chevaliers, Gravelots, Barges à queue noire et Courlis cendré. Cependant, c'est sur les rives Nord que sont observées les Bécassines de marais. Ces oiseaux trouvent sur les berges du lac les ressources trophiques nécessaires à leur survie, notamment des vers de terre, libellules, mouches, moustiques, amphibiens ... Sur le même site, Brahmia (2002) a noté que les Mouettes, les Goélands et les Sternes occupaient les rives Ouest de l'Oubeira ; mais les Mouettes pouvaient s'observer également en petit nombre sur les rives sud-est et les Sternes sur les rives Nord-est, ce qui corroborent globalement les résultats obtenus dans la présente étude. Plus récemment, Lazli *et al.* (2018) rapportent l'observation des Echassiers à la périphérie, dans les zones peu profondes, à la recherche de macro-invertébrés et de batraciens. Quant aux petits limicoles, ils occupent les berges et les zones de balancements des eaux. Les Laridés fréquentent la partie Est, là où se dressent des perches, vestiges d'une ancienne activité aquacole (ONDPA). Ce même type de constatations concernant la répartition des larolimicoles a été antérieurement rapporté par Seddik *et al.* (2010) au niveau du Lac de Timerganine (Oum El-Bouaghi, Algérie).

A la lagune d'El Mellah, les Larolimicoles ont présenté une richesse spécifique et une abondance assez importantes, qui peuvent être expliquées par la proximité de la mer et le caractère saumâtre des eaux, ainsi que la diversité des milieux annexes qui sont à l'origine de la présence de ressources trophiques abondantes et spécifiques. Les Laridés représentés par les Goélands, les Mouettes et les Sternes ont occupé la quasi-totalité du plan d'eau. Comme signalé au niveau des Lacs Tonga et Oubeira, les Goélands sont observés le plus souvent en vol ou perchés sur des plateformes installées dans certains endroits du Mellah par la concession de

pêche. Les Mouettes et les Sternes formant souvent des groupes plurispécifiques occupent le plan d'eau et les berges, notamment Nord. Les Sternes caugek et pierregarin sont également observés sur les parties couvertes de végétation et même au niveau du canal de l'embouchure. Toutes ces espèces trouvent dans ces lieux les conditions idéales pour leur survie. En effet, cette lagune est réputée pour sa richesse halieutique composée notamment l'anguille *Anguilla Anguilla*, la sole *Solea vulgaris*, plusieurs espèces de mullets *Mugil cephalus*, *M. saliens*, *Liza aurata*, etc. La lagune abrite également une riche population d'invertébrés benthiques composée d'annélides et de mollusques bivalves (Boumezbeur, 2005). Deux cents espèces de phytoplancton ont été identifiées (Remita, 1999) et 47 espèces de zooplancton (Haridi, 1999). Brahmia (2002) indique que la répartition des organismes obéit à un déterminisme strict lié à la présence et à la diversité des proies dont les Laridés se nourrissent mais également à des exigences de sécurité et de quiétude. D'après le même auteur, les secteurs les plus fréquentés dans le Mellah sont localisés au Nord-Est et au Nord-Ouest du lac, ce qui conforte nos résultats. Pour les Limicoles, ils se distribuent globalement sur les rives Est et Ouest, notamment les Bécasseaux, Bécassines, Vanneaux huppés, les Echasses blanches, les Avocettes et les Chevaliers. Ces derniers sont observés sur les plages de sable qui leur servent comme sites de repos. Les Gravelots et les Courlis cendrés sont trouvés au niveau des rives Sud, où les premiers utilisent le sable comme support la construction de leurs nids. Cette distribution comme au niveau des deux autres sites d'étude est tributaire de la richesse des berges en ressources alimentaires, notamment crustacés, mollusques, invertébrés...



Chapitre IV

*Biologie de la reproduction
de la Guifette moustac
Chlidonias hybrida
au Lac Tonga*

CHAPITRE IV/ BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION DE LA GUIFETTE MOUSTAC *CHLIDONIAS HYBRIDA* AU LAC TONGA

Introduction

En Algérie, les zones humides sont considérées comme d'importants sites d'hivernage et de nidification pour plusieurs espèces avifaunistiques. La partie Nord-est du pays englobe au minimum 72 zones humides qui sont considérées exceptionnelles dans la région du Maghreb pour leurs vastes superficies, la variété de leurs habitats et leur biodiversité (Stevenson *et al.*, 1988).

Grâce aux services qu'elles offrent durant les saisons d'hivernage et de nidification (ressources alimentaires, abris, quiétude, conditions climatiques...), les zones humides de la partie Est du pays captivent régulièrement des effectifs très importants d'oiseaux d'eau (Ledant *et al.*, 1981 ; Isenmann & Moali, 2000).

L'étude de la reproduction des oiseaux d'eau dans cette partie d'Algérie et notamment au Lac Tonga a été menée par plusieurs chercheurs : (Boumezbeur, 1993 ; Bouchecker *et al.*, 2009 ; Lazli, 2011 ; Bakaria, 2013 ; Zitouni, 2014 ; Athamnia *et al.*, 2015 ; Gherib & Lazli, 2016 & 2017). Ces travaux ont surtout touché certaines espèces d'Anatidés, de Threskiornithidés, d'Ardéidés et de Rallidés.

Appartenant à la famille des Laridés, ordre des Charadriiformes, la Guifette moustac *Chlidonias hybrida* classée sur la liste rouge de l'UICN en « Préoccupation mineure » (Geroudet, 1999 ; Riegel & Gorman, 2000 ; BirdLife International, 2017), à double statut phénologique : hivernante (Dubois, 1993 ; Trotignon *et al.*, 1996 ; Rufay *et al.*, 1998) et estivante nicheuse (Trotignon *et al.*, 1996 ; Gorman, 2000 ; Latraube *et al.*, 2005 ; Latraube, 2006).

En Algérie, l'espèce est connue par son statut d'estivante nicheuse dans les zones humides du Nord-est du pays, exactement au niveau du complexe des zones humides d'El-Kala. Sa présence est spécifiquement signalée au Lac Tonga où elle niche de manière régulière (Bakaria *et al.*, 2002). De mars à avril, d'importantes bandes arrivent d'Europe après une saison d'hivernage pour se reproduire en Algérie « l'unique colonie en Afrique du Nord qui niche au Lac Tonga ».

Grace à son rôle écologique important, la Guifette moustac est un très bon indicateur biologique de la structure des écosystèmes aquatiques et de leurs fonctionnement car sa survie est étroitement liée à l'eau et toute modification dans le milieu induirait une réponse ou une réaction rapide de l'espèce (O'Donnel & Fjeldså, 1997; Fjeldså, 2004). L'espèce est relativement commune et bien étudiée dans son aire de répartition septentrionale (Fuchs, 1982; Sarroco, 1986 ; Ulfvens, 1988 ; Renevey, 1989 ; Ulnaers & Dhont, 1991 ; Bukacinska *et al.*, 1993 ; Vogrin, 1999 & 2002 ; Konter, 2008a & 2011 ; Brzezinski *et al.*, 2018...), mais peu de données existent sur son écologie et sa biologie de reproduction en Afrique du Nord et notamment l'Algérie, où nous avons recensé un travail sur sa reproduction (Bakaria *et al.*, 2002) et un autre sur son comportement diurne et sur la qualité des habitats (Benmergui, & Broyer, 2005 ; Fonteneau *et al.*, 2007).

Cette étude tente donc d'apporter des données récentes sur la biologie de reproduction de la Guifette moustac. Elle vise par ailleurs à caractériser ses sites de nidification et à identifier les facteurs pouvant influencer le succès de sa reproduction.

1. Présentation du modèle biologique : la Guifette moustac

1.1 Position systématique

Règne : Animalia

Embranchement : Chordata

Classe : Aves

Ordre : Charadriiformes

Famille : Laridae

Genre : *Chlidonias*

Espèce : *Chlidonias hybrida* Pallas, 1811



Photo 13 : Guifette moustac

Source : <https://www.oiseaux.net>

1.2. Caractéristiques biométriques

Taille : 29 cm

Envergure : 64 à 70 cm

Poids : 80 à 95 g

Longévité : 10 ans

1.3 Caractéristiques générales de l'espèce

En plumage d'été, la Guifette moustac a la tête noire, les joues blanches et le dessous gris profond que le blanc des joues fait nettement ressortir. Le bec est rouge foncé, les joues et les côtés du cou sont blancs, contrastant avec la calotte noire et les parties inférieures gris foncé. En plumage d'hiver, la calotte est plutôt blanche, avec une ligne horizontale foncée descendante venant de l'œil. Le bec est plus gros que chez ses congénères. Les parties supérieures sont plus claires, la poitrine est moins foncée, et la calotte moins noire. Le bec est noirâtre. La Guifette moustac a une encoche profonde à la queue.

Sur les aires de reproduction, la guifette moustac lance un cri rauque quand elle est en hauteur, qui ressemble au crissement d'un ongle sur un tableau.

La guifette moustac vole juste au-dessus des eaux pour se nourrir. Elle a un vol gracieux et plus rapide que la Guifette noire, avec des piqués.



Photo 14 : Guifette moustac. **A :** Juvénile en vol ; **B :** Adulte plumage nuptial (Source : <https://www.oiseaux.net>)

1.4 Ecologie

1.4.1 Habitat

L'espèce utilise une variété d'habitats humides mais montre une préférence pour les marais d'eau douce avec des mares dispersées, en particulier lorsque la végétation environnante est pâturée par le bétail ou les chevaux (Richards, 1990). Elle fréquente les lacs intérieurs, les rivières, les marais, les mares temporaires, les étangs à poissons artificiels et les étangs de drainage couverts de nénuphars (del Hoyo *et al.*, 1996), marécages, bassins fluviaux, réservoirs, grands barrages, bassins d'épuration, marais salants inondés, champs cultivés (Higgins & Davies 1996 ; del Hoyo *et al.*, 1996) et rizières (del Hoyo *et al.*, 1996).

1.4.2 Comportement

La Guifette moustac est un migrateur. Les populations reproductrices septentrionales de cette espèce sont totalement migratrices alors que les reproducteurs tropicaux sont plus nomades ou localement dispersifs (del Hoyo *et al.*, 1996). Après la reproduction, elle part pour les zones d'hivernage de fin juillet à septembre, revenant entre avril et mai (Richards, 1990).

Elles ne cessent de voler au-dessus des eaux, fébrilement occupées à capturer leurs proies au milieu des nuées d'insectes. Quand elles découvrent une proie, elles planent, en s'élançant dans un rapide piqué, l'attrapant instantanément.

Quand la reproduction est terminée, elles se réunissent au coucher du soleil dans de grands dortoirs qui regroupent plusieurs milliers d'oiseaux. Au lever du jour, elles repartent vers les aires de nourrissage où elles passent plus de la moitié de la journée en mouvement permanent.

1.4.3 Régime alimentaire

La guifette moustac se nourrit de libellules, de larves d'insectes aquatiques, de coléoptères, de têtards et de rainettes, araignées, petits crabes, têtards, crevettes, ainsi que de petits poissons (BirdLife International, 2017).

L'espèce se nourrit parfois seule, mais elle est plus fréquente en petits groupes ou en plus grands troupes mixtes lors des passages et en hiver (Snow & Perrins, 1998). Elle peut s'alimenter de 1 à 9 km des sites de reproduction (del Hoyo *et al.* 1996).



Photo 15 : Guifette moustac en chasse sur l'eau (Source : <https://www.oiseaux.net>)

1.4.4 Reproduction

L'espèce se reproduit de mai à début juin (Richards, 1990) en colonies monospécifiques de 10-100 couples (del Hoyo et al. 1996). Au départ, la Guifette moustac construit une plateforme flottante qui est un amoncellement de végétation aquatique ou d'herbe sèche (Richards 1990 ; del Hoyo *et al.*, 1996). Le nid est construit dessus par les parents. C'est un nid fait d'herbes et de joncs placé soit sur la végétation flottante et émergente au-dessus d'une eau de 60-80 cm de profondeur, soit reposant sur le fond d'une eau très peu profonde (BirdLife International, 2017). La femelle pond entre 3 et 5 œufs verdâtres tachés de brun foncé. L'incubation dure de 14 à 18 jours, assurée par le couple. La ponte a lieu d'avril à juin. Les poussins, élevés par les deux parents, quittent le nid au bout de 12 à 14 jours, et volent au bout de trois semaines.

L'espèce niche en colonies, les paires voisines étant espacées de 1 à 5 m (del Hoyo et al. 1996).



Photo 16 : Couple de Guifette moustac en période de reproduction

(Source : <https://www.oiseaux.net>)

1.5 Répartition géographique

La Guifette Moustac se reproduit sous les latitudes moyennes et tempérées du Paléarctique Occidental : Europe de l'Ouest et Centrale, Proche et Moyen Orient, marginalement en Afrique du Nord, à l'est jusqu'à la Russie Occidentale et le Kazakhstan (BirdLife International, 2017).

En Europe, le quart des sites de nidification de la Guifette en Europe, sont principalement en Roumanie, dans les steppes de l'Ukraine et de la Russie (Mees 1979; Cramp *et al.*, 1985 ; Ilyichev & Zubakin, *in* Tomialojc, 1994).

En Afrique du Nord, la Guifette moustac a niché de façon certaine au Maroc, à Ras El Douara et Sidi Ben Mansour, maintenant drainés (De Balzac & Mayaud, 1962 ; Mees, 1977 in Bakaria, 2013). Elle a aussi niché plus au sud à Iriki (Robin, 1965 in Mees, 1979). En Tunisie, l'espèce aurait niché en petites colonies au Nord et au centre (De Balzac & Mayaud, 1962 ; Bakaria, 2013) mais selon Mees (1977), ces données restent peu certaines (Bakaria, 2013). En Algérie, la Guifette moustac niche au Lac Tonga qui correspond de nos jours au seul site de nidification de l'espèce en Afrique du Nord (Bakaria, 2013).

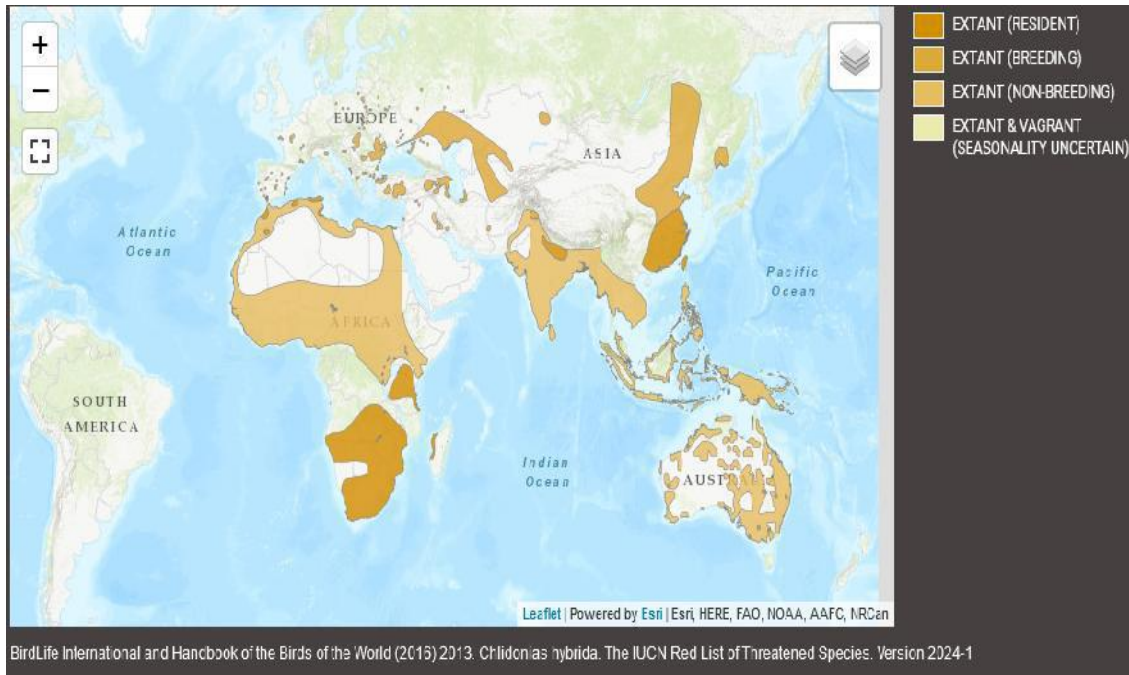


Figure 42 : Carte de répartition de la Guifette moustac dans le monde
(Source : UICN, 2024)

1.6 Statut juridique de l'espèce

Cette espèce a une aire de répartition extrêmement vaste et elle est donc loin des seuils de vulnérabilité selon le critère de la taille, de l'aire de répartition. La taille de la population est très importante et n'approche donc pas les seuils de vulnérabilité selon le critère de la taille de la population (<10 000 individus matures avec un déclin continu estimé à >10% en dix ans ou trois générations, ou avec une structure de population spécifiée). Pour ces raisons, l'espèce est évaluée comme étant en préoccupation mineure (LC Least Concern) (BirdLife International, 2024).

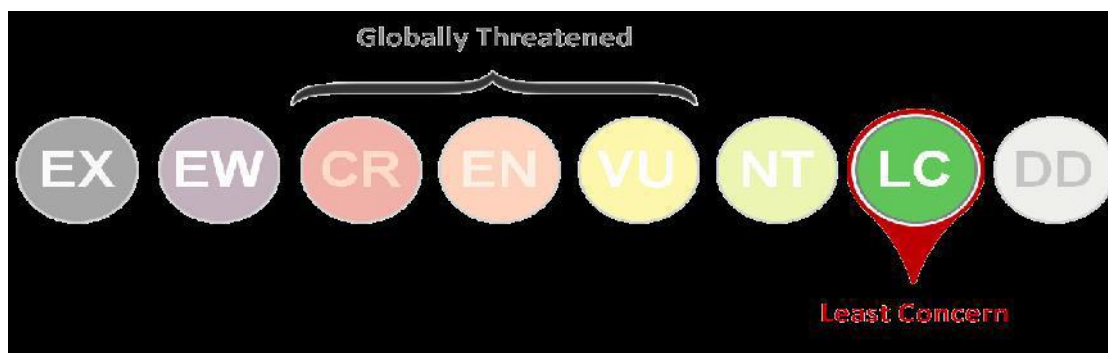


Figure 43 : Classement de l'espèce selon les catégories de la liste rouge de l'UICN

Référence: BirdLife International (2024): Species factsheet: Whiskered Tern

Chlidonias hybrida. Downloaded from

<https://datazone.birdlife.org/species/factsheet/whiskered-tern-chlidonias-hybrida>

1.7 Menaces

La population de guifette moustac varie fortement en raison des facteurs naturels. Menacée principalement par la destruction de son habitat, par suite du drainage des zones humides, des saisons sèches et à la canalisation des rivières, l'eutrophisation des eaux, la disparition de la végétation submergée (Tucker & Heath, 1994 ; Hagemeyer & Blair, 1997). En outre, les menaces suivantes ont été identifiées dans son aire de répartition européenne : l'augmentation du tourisme et des sports nautiques à proximité des colonies de reproduction entraîne des perturbations et la perte de sites de nidification (BirdLife International, 2024) et de nombreux nids sont perdus en raison de conditions météorologiques défavorables. L'espèce est affectée par la qualité de l'eau et la pollution par les insecticides et l'eutrophisation constituent une menace (Martí & Moral, 2004) ; en outre, l'intensification de la pêche et les prises accidentelles dans les filets de pêche sont des problèmes (Golemansky, 2011).

2. Matériels et Méthodes

2.1 Matériels de terrain

Au cours de nos investigations de terrain au Lac Tonga pour l'étude de la biologie de reproduction de la Guifette moustac, nous avons utilisé le matériel suivant :

- **Fiches de Terrain** : sur lesquelles nous mentionnions les informations suivantes : date et heure de sortie, nom de la station, localisation, conditions météorologiques
- **Paire de Jumelle** : pour repérer les couples de Guifettes et les nids au niveau de la zone de nidification.
- **GPS « GARMIN 60 »** : afin de déterminer les coordonnées géographiques de chaque nid.
- **Appareil photos du portable** : pour photographier les différentes phases de la reproduction.
- **Embarcation** : afin d'effectuer des déplacements à l'intérieur du lac et pour une meilleure couverture de la zone de nidification.

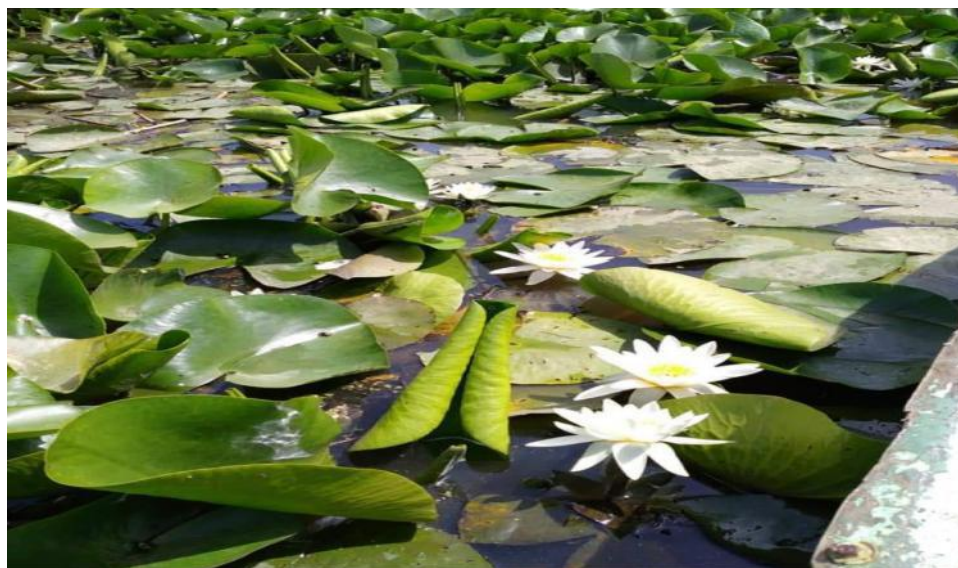


Photo 17 : Photos du Lac Tonga prises lors de l'étude de la nidification de la *C. hybrida* (Nebbache, M. 2016).

2.2 Méthodologie

L'étude de la biologie de la reproduction de la Guifette moustac a été menée entre début avril et fin août pour deux saisons de reproduction (2016 et 2017).

Au cours de notre suivi de la nidification de l'espèce considérée, nous avons considéré certains paramètres en relation avec les nids, notamment la végétation prise comme support de nidification et celle utilisée pour l'édification des nids ; et d'autres en relation avec la reproduction, comme les dates et périodes de ponte et d'éclosion, la grandeur de ponte et le succès de reproduction.

2.2.1 Dénombrement des Guifettes moustac

Nous avons commencé le comptage des Guifette moustac à partir du mois de mars jusqu'au mois d'août de chaque saison.

Le dénombrement s'est fait globalement à partir des berges grâce à un télescope (20x60) lorsque les oiseaux étaient éloignés, pour éviter les dérangements pendant la reproduction et parfois aussi avec une paire de jumelle sur une embarcation.

2.2.2 Recherche et localisation des nids

Nous avons prospecté la végétation flottante « la Nuphéraie », c'est à dire les plages de Nénuphar blanc à travers tout le plan d'eau à la recherche de l'emplacement des nids. Cette opération, débutée en avril, avait pour but de repérer les premiers transports de matériaux de construction. Une fois les nids localisés, nous pointions leurs positions avec le GPS, afin de les retrouver facilement plus tard.

Nous avons réalisé deux à trois visites par semaine jusqu'à l'achèvement complet de leur édification. Cela nous a permis d'estimer le succès de la reproduction et d'acquérir des données sur le nombre de pontes arrivées à terme, celles désertées ou détruites par la prédation ou encore par la montée des eaux.

2.2.3 Caractéristiques des nids et des œufs

Une fois la construction des nids achevée, nous les avons visités deux fois par semaine au cours des deux saisons de reproduction considérées.

Au cours de la saison de 2016, les nids ont été visités du 2 juin au 15 août pour la saison 2016. Pour la 2^{ème} saison, les visites ont eu lieu entre le 10 mai au 25 juillet. Un total de 72 sorties a été réalisé ; 36 pour chaque saison.

2.2.3.1 Travail sur les nids

Nous avons numéroté chaque nid avec du papier glacé marqué au stylo-feutre permanent et nous avons effectués les mesures suivantes: diamètres internes et externes, la hauteur et la profondeur de l'eau à son emplacement, la distance entre les nids ainsi que la distance des nids de la rive.

Nous avons traité 2 volets :

✓ *Les matériaux végétaux ayant servi à la construction des nids :*

Nous avons identifié les différentes espèces végétales utilisées et les proportions de chacune

✓ *La végétation comme support des nids :*

Nous avons identifié le type de végétation, sa hauteur et celle proche du nid

2.2.3.2 Travail sur les œufs

Chaque œuf a été marqué puis pesé à l'aide d'une balance à ressort « Pesola » (précision 0,01 g). Sa longueur et sa largeur ont été mesurées avec un pied à coulisse de précision 0,1 mm. Nous avons déterminé le volume des œufs (V, en cm³) en utilisant la formule de HOYT ($V = 0,000509 \times \text{longueur} \times \text{largeur}^2$) (Hoyt, 1979).

2.2.4 Paramètres de la reproduction

Lors du présent travail, nous nous sommes intéressés aux paramètres de reproduction suivants :

- ✚ La date de ponte qui correspond à la date de ponte du premier œuf de la première couvée.
- ✚ La taille de ponte qui Représente le nombre d'œufs qu'une femelle peut pondre dans un nid.
- ✚ La durée d'incubation qui est l'intervalle du temps nécessaire pour chaque œuf jusqu'à l'éclosion.

- ✚ Le succès à l'éclosion qui représente le nombre des œufs éclos sur le nombre total des œufs pondus.
- ✚ Le succès de reproduction: qui est le nombre des nids éclos sur le nombre total des nids suivis.

2.2.5 Analyses des données

L'analyse des données a été réalisée avec le logiciel R-version 4.3.1 (R Core Team, 2023). Les résultats sont présentés sous forme de moyennes \pm écart type et $P < 0,05$ a été retenu comme seuil de significativité. Les corrélations entre les mesures de nids et la profondeur de l'eau à leur emplacement ont été testées par le coefficient de corrélation.

Le *test de Student* a été utilisé pour déterminer s'il y avait une différence entre les dimensions des nids et entre les tailles de ponte et pour vérifier si les dimensions des œufs étaient différentes au cours des deux années d'étude.

3. Résultats et discussion

3.1 Dénombrement de la population de Guifette moustac au Lac Tonga durant les deux saisons de reproduction

Durant les deux saisons de reproduction étudiées, nous avons effectué 72 sorties. Les données ont été recueillies à partir de 4 stations d'observation (Fig. 12). Le dénombrement de la Guifette moustac au Lac Tonga a montré des effectifs fluctuant d'une année à l'autre (Fig. 44).

Les effectifs les plus faibles ont été comptés en début et fin de la saison de nidification pour les deux années étudiées. Ainsi, 6 et 13 guifettes ont été comptées respectivement à la 3^{ème} semaine de mars 2016 et à la 2^{ème} semaine de mars 2017 (Fig. 44).

Les effectifs les plus élevés ont été dénombrés la 3^{ème} semaine de mai 2017, 890 guifettes et la 2^{ème} semaine de mai 2016, 780 guifettes (Fig. 44).

Les effectifs régressent progressivement pour atteindre en fin de saison de reproduction, 45 guifettes la 3^{ème} semaine d'août 2016 et 67 à la 3^{ème} semaine d'août 2017 (Fig. 44).

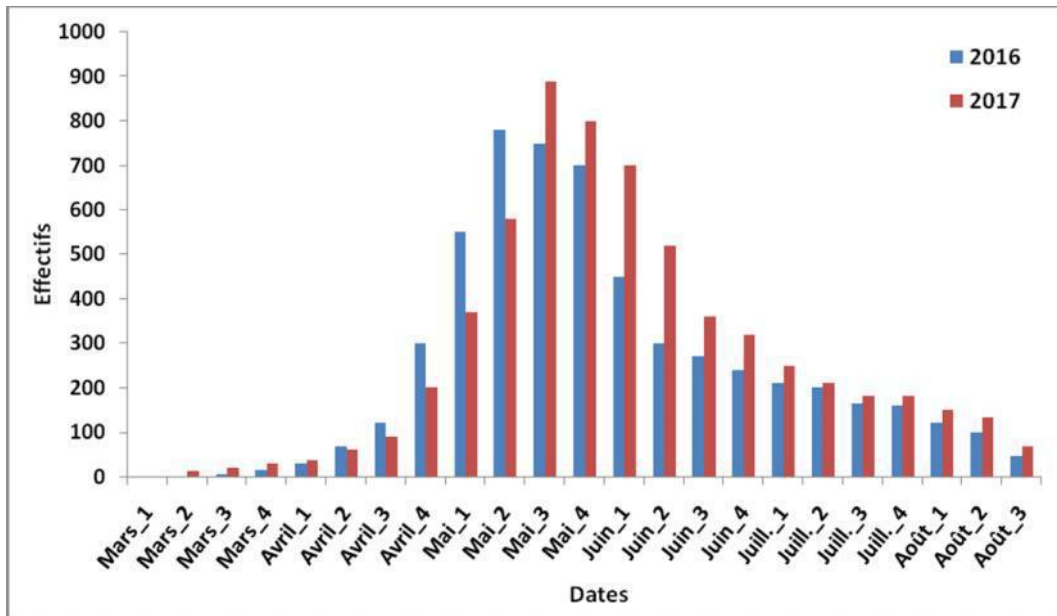


Figure 44 : Evolution des effectifs hebdomadaires de la Guifette moustac au Lac Tonga durant les 2 saisons de reproduction étudiées.

3.2. Recherche et caractéristiques des nids et des œufs

3.2.1 Localisation et matériaux de construction des nids

107 nids ont été découverts, 40 en 2016 et 67 en 2017 (Fig. 45). Tous ont été trouvés sur les tapis flottant de Nénuphar blanc *Nymphaea alba* et étaient principalement composés de Rubanier *Sparganium erectum* et de quelques feuilles et tiges de Scirpes et de Phragmites (Photo 18).

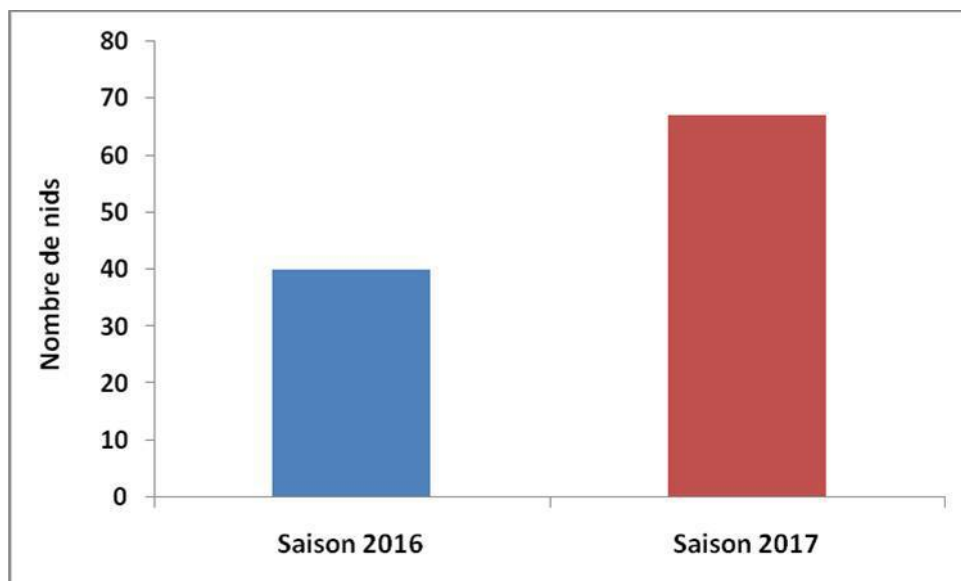


Figure 45 : Variation du nombre de nids de la Guifette moustac au Lac Tonga entre les deux saisons de reproduction considérées



Photo 18 : A : Nid de Guifette moustac en début de construction ; B : Nid achevé
(Nebbache, M., 2016)

Les nids sont parfois soutenus en dessous avec quelques tiges de Corniflora immergé ou de Myriophylle (Photo 18).

Les nids ont été découverts du côté du Mirador de Meizila, côté Nord-ouest du Lac Tonga (Fig. 46).

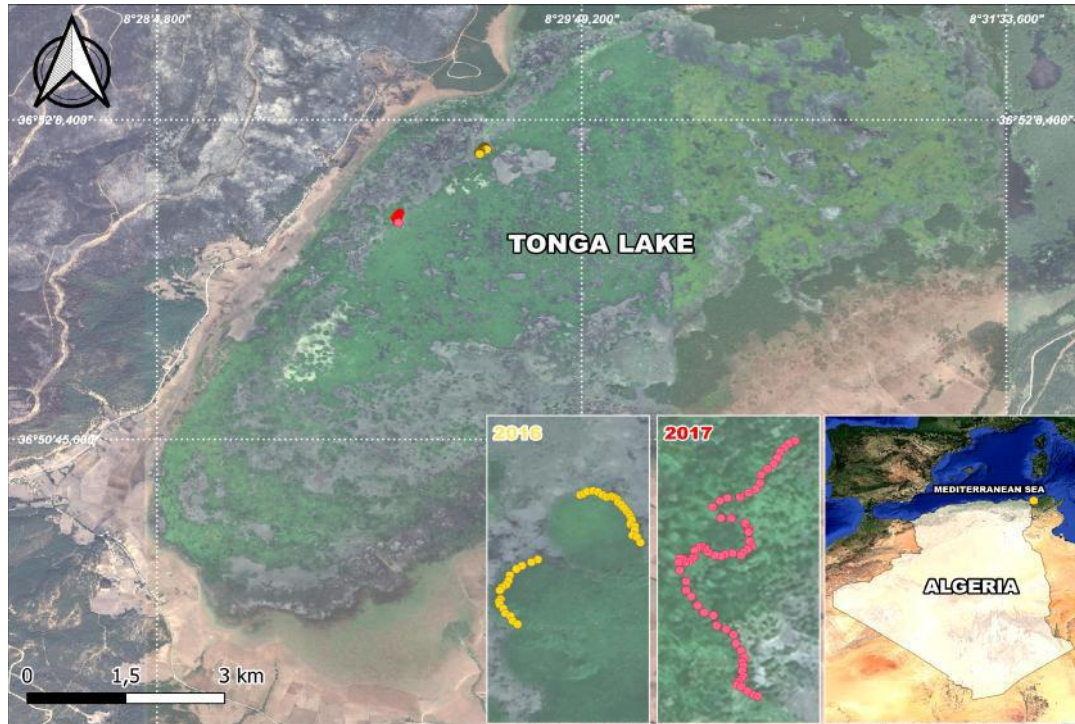


Figure 46 : Localisation des nids de la Guifette moustac dans le Lac Tonga

Au cours de notre étude, le nombre maximum de nids a été observé la 2^{ème} semaine de juin 2016, avec 20 nids et au cours de la 3^{ème} et 4^{ème} semaine de mai 2017, avec 27 nids (Fig. 47)

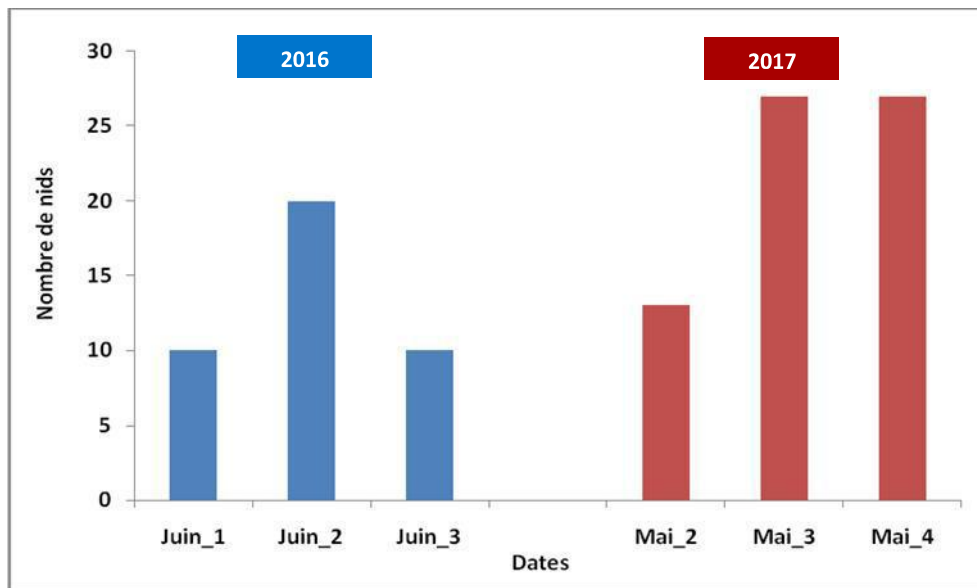


Figure 47 : Chronologie hebdomadaire de la découverte des nids de Guifette moustac au Lac Tonga durant les deux saisons de nidification

3.2.2 Mensurations des nids

Les nids de Guifette moustac mesurés au Lac Tonga ont exhibé des mensurations différentes durant les deux années d'étude. Le diamètre externe des nids a varié entre 12 et 21 cm en 2016 et entre 11 et 23 cm en 2017. La valeur moyenne entre les deux saisons a été de $17,81 \pm 3,30$ cm (Tab. 12). Le diamètre interne moyen des nids entre les deux années a été de $9,42 \pm 2,29$ cm et ses valeurs extrêmes ont varié entre 5 et 13 cm en 2016 et entre 4 et 12 cm en 2017.

La profondeur des nids a varié entre 1,7 et 5,5 cm en 2016 et entre 2 et 5,7 cm en 2017 (Tab. 12). La hauteur moyenne des nids entre les deux saisons de reproduction a été de $3,01 \pm 0,89$ cm.

L'analyse statistique des données a montré une différence significative pour les diamètres internes des nids entre 2016 et 2017 ($P < 0,05$) (Tab.12, Fig. 48).

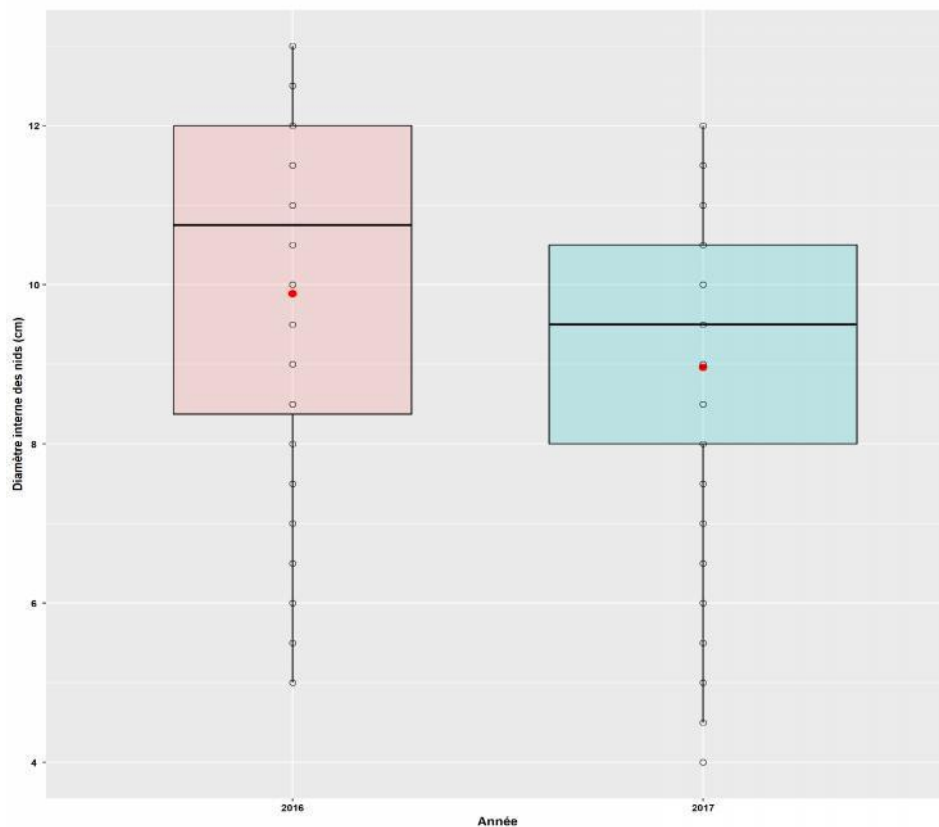


Figure 48 : Boxplot des diamètres internes des nids de Guifettes moustac au Lac Tonga durant les deux années d'étude

La profondeur moyenne de l'eau à l'emplacement de chaque nid a varié entre les deux années étudiées. Les valeurs extrêmes entre les deux saisons ont oscillé entre 62 et 105 cm. La

profondeur moyenne a été de $77,05 \pm 8,35$ cm en 2016 et $85,19 \pm 10,52$ en 2017 (Tab. 12). Des différences hautement significatives ont été notées entre les valeurs mesurées entre 2016 et 2017 ($P < 0,05$) (Tab. 12, Fig. 49).

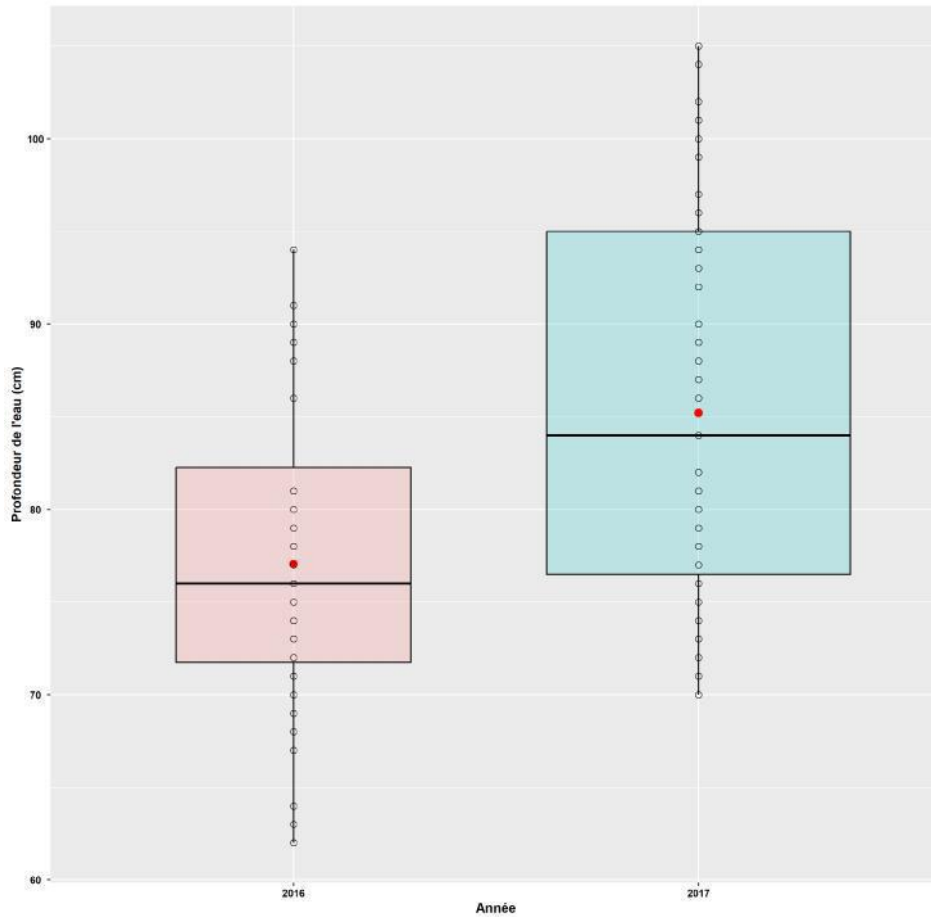


Figure 49 : Boxplot de la profondeur de l'eau à l'emplacement des nids de Guifettes moustac au Lac Tonga durant les deux années d'étude

La distance du nid le plus proche a varié entre 158 et 273 cm en 2016 et entre 175 et 203 cm en 2017. La distance moyenne entre les nids a été de 213 ± 29 cm en 2016 et $191 \pm 6,7$ cm en 2017. Des différences hautement significatives ont été enregistrées pour la distance des nids entre les deux années d'études ($p < 0,05$) (Tab. 12, Fig. 50).

Les distances entre les nids et la rive ont varié entre 378 m et 429 m en 2016 et entre 433 et 480 m en 2017.

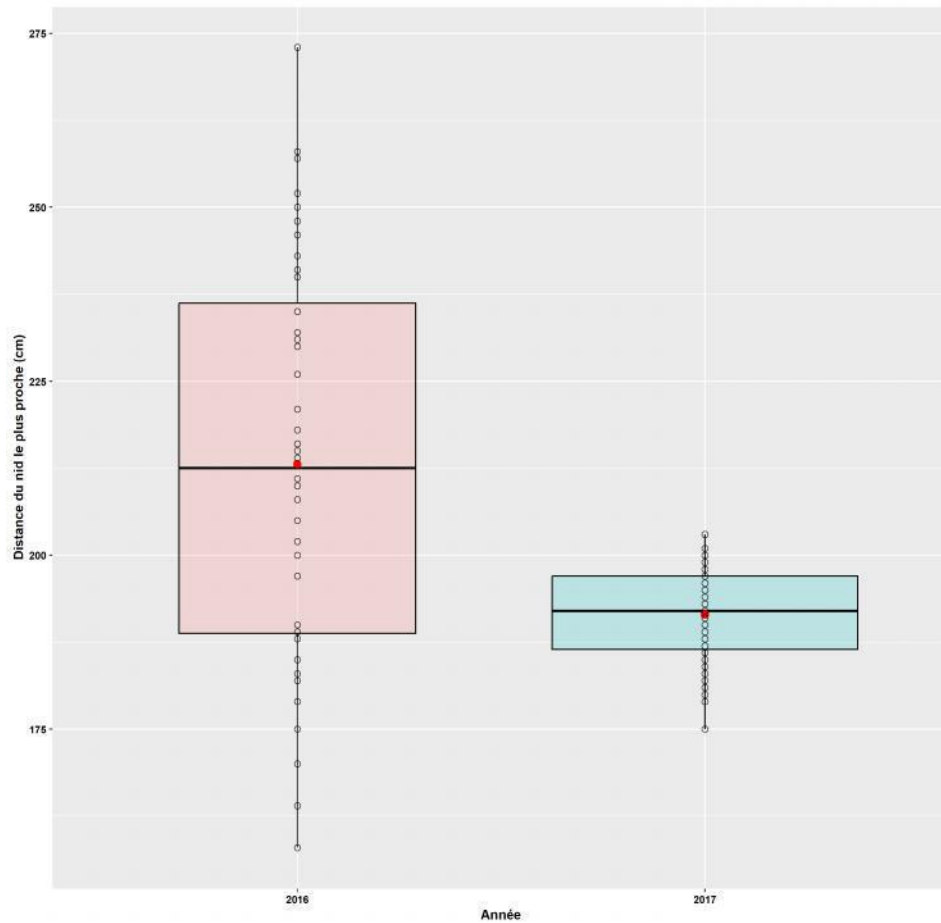


Figure 50 : Boxplot de la distance du nid le plus proche de Guifettes moustac au Lac Tonga durant les deux années d'étude

Les résultats obtenus montrent des corrélations entre les diamètres externes et internes des nids pour 2016 et 2017 ($P < 0,001$) (Fig. 51) et entre la profondeur et les diamètres internes des nids pour les deux années ($P < 0,001$) (Fig. 52).

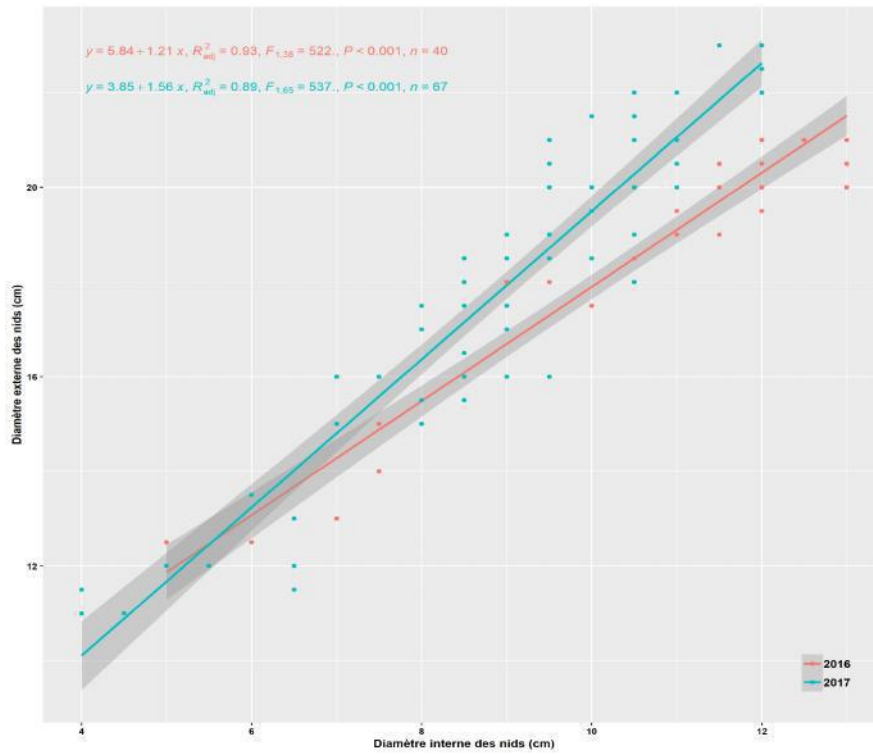


Figure 51: Corrélation entre les diamètres externes et internes des nids de Guifettes moustac au Lac Tonga durant les deux années d'étude

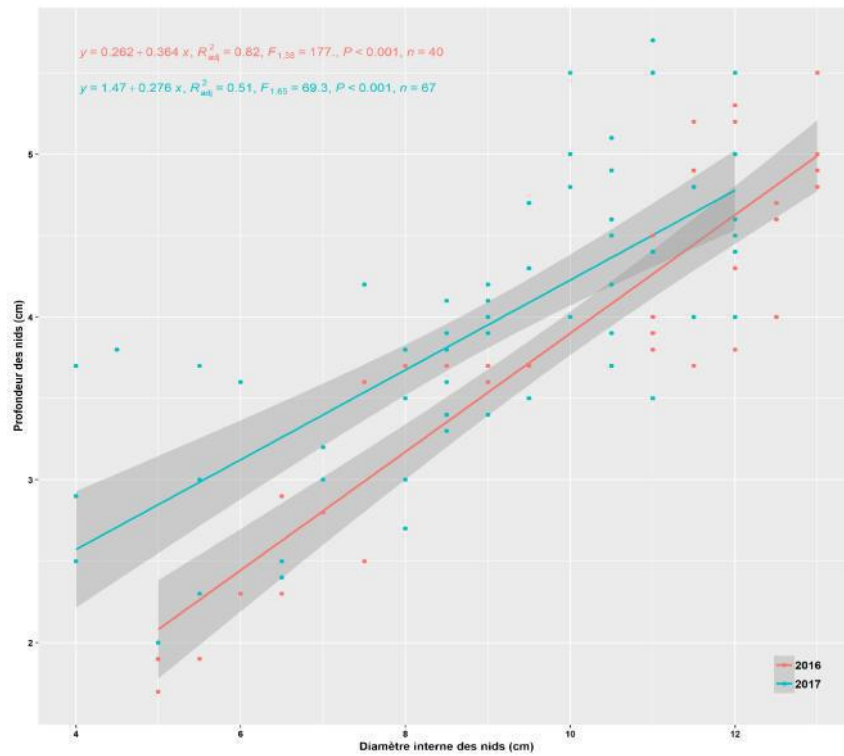


Figure 52: Corrélation entre la profondeur et le diamètre interne des nids de Guifettes moustac au Lac Tonga durant les deux années d'étude

3.2.3 Caractéristiques des œufs

Nous avons découvert au total 319 œufs de Guifette moustac au cours des 2 saisons de reproduction étudiées, 125 en 2016 et 194 en 2017. Leur longueur a varié entre 3,8 et 3,9 cm en 2016 et entre 3,6 et 3,9 cm en 2017 (Tab. 12). La longueur moyenne des œufs entre les 2 années a été de $3,82 \pm 0,07$ cm.

La largeur moyenne des œufs a été de $2,76 \pm 0,02$ cm en 2016 et $2,71 \pm 0,09$ cm en 2017. Elle a globalement varié entre 2,5 et 2,8 cm entre les deux saisons considérées (Tab. 12).

Le poids des œufs a varié entre 14,4 et 16,1 g en 2016 et entre 11,4 et 15,5 g en 2017. Le poids moyen entre les deux années étudiées a été de $14,54 \pm 0,89$ g (Tab. 12).

Des différences hautement significatives ont été enregistrées pour les caractéristiques des œufs entre les deux années d'étude ($P < 0,001$) (Tab. 12).



Photo 19 : Œufs de Guifette moustac dans un nid
(Nebbache, M., 2016)

Tableau 12 : Caractéristiques des nids et des œufs de Guifette moustac au niveau du Lac Tonga pour 2016 et 2017

Paramètres des nids	Saison 2016				Saison 2017				Test T de Student
	N	Min	Moy. ± SD	Max.	N	Min.	Moy. ± SD	Max.	
Diamètre externe du nid (cm)	40	12	17.76 ± 3,05	21	67	11	17.87 ± 3.56	23	t = -0.16, df = 105, p = 0.870
Diamètre interne du nid (cm)		5	9.89 ± 2,44	13		4	8.96 ± 2.15	12	t = 2.04, df = 105, p = 0.043
Profondeur du nid (cm)		1.7	3.86 ± 0.98	5.5		2	3.94 ± 0.83	5.7	t = -0.46, df = 105, p = 0.6451
Hauteur du nid (cm)		2	3.11 ± 0.92	4.5		2	2.92 ± 0.86	4.5	t = 1.06, df = 105, p = 0.28
Profondeur de l'eau (cm)	40	62	77.05 ± 8.35	94	67	70	85.19 ± 10.52	105	t = -4.17, df = 105, p < 0.0001
Distance du nid le plus proche (cm)		158	213 ± 29.02	273		175	191.48 ± 6.69	203	t = 5.86, df = 105, p < 0.0001
Longueur des œufs (cm)	125	3.8	3.85 ± 0.04	3.95	194	3.6	3.79 ± 0.1	3.9	t = 6.48, df = 317, p < 0.0001
Largeur des œufs (cm)		2.73	2.76 ± 0.02	2.83		2.5	2.71 ± 0.09	2.8	t = 6.79, df = 317, p < 0.0001
Poids des œufs (g)		14.4	14.96 ± 0.48	16.1		11.4	14.12 ± 1.3	15.5	t = 6.88, df = 317, p < 0.0001
Volume des œufs (mm ³)		14.41	14.52 ± 2 ; 65	16.1		11.45	14.16 ± 1.29	15.56	t = 6.74, df = 317, p < 0.0001

3.3 Paramètres de la reproduction

3.3.1 La ponte

Les premières pontes ont été enregistrées au cours de la troisième semaine de juin en 2016 (n=40 nids) et à la fin mai en 2017 (n=67 nids). La période de ponte a duré 1 semaine pour les deux années d'étude. Les dernières pontes ont été découvertes à la fin juin en 2016 et le début du même mois en 2017. La durée d'incubation a été de 20 jours en moyenne pour les deux saisons de reproduction. Les éclosions se sont étalées sur 1 semaine pour 2016 et 2017 (Tab. 13).

Tableau 13 : Estimations des dates de ponte, période de ponte, dates d'incubation et d'éclosion de la Guifette moustac au Lac Tonga

Paramètres	Années	2016	2017
Date de 1 ^{ère} ponte		22 juin	31 mai
Date de ponte de la nichée la plus tardive		28 juin	06 juin
Période de ponte		1 semaine	1 semaine
Durée moyenne d'incubation		20 jours	20 jours
Début d'éclosion		13 juillet	21 juin
Fin d'éclosion		19 juillet	27 juin

Le nombre de ponte le plus important a été constaté la quatrième semaine de juin en 2016 et la première semaine de juin en 2017 (Fig. 53).

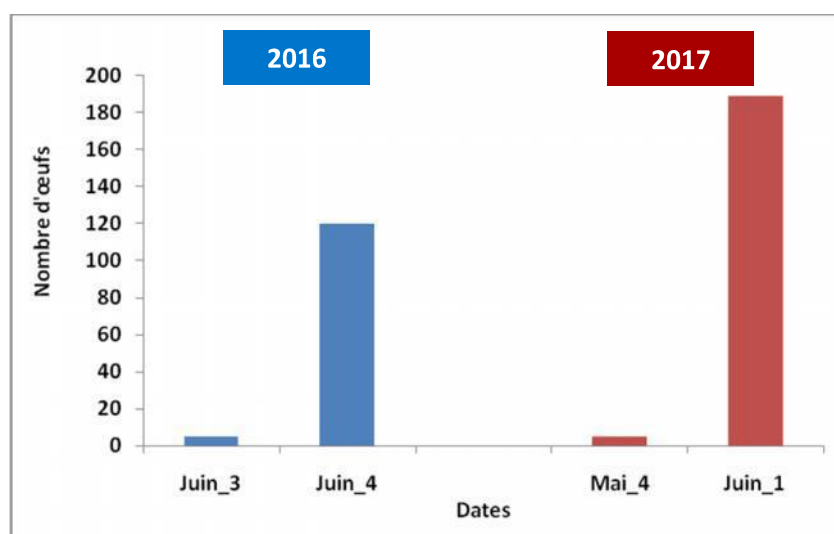


Figure 53 : Chronologie hebdomadaire des pontes de Guifette moustac au Lac Tonga

3.3.2 La taille des pontes

La taille de ponte moyenne de la Guifette moustac a été d'environ $3,5 \pm 1,00$ (N= 36 nids) en 2016 et de près $3,3 \pm 1,00$ (N= 61 nids) en 2017 (Tab.14). La taille de ponte complète a varié entre 2 et 5 œufs en 2016 et entre 1 et 5 œufs en 2017 (Fig. 54).

Tableau 14 : Taille de ponte de la Guifette moustac au Lac Tonga durant les deux saisons de reproduction étudiées

Années	Nombre de nichées	Taille (Moyenne±Ecart-type) (valeurs extrêmes)	Nombre d'œufs
2016	36	$3,47 \pm 1,08$ (2 - 5)	125
2017	61	$3,28 \pm 1,07$ (1 - 5)	194

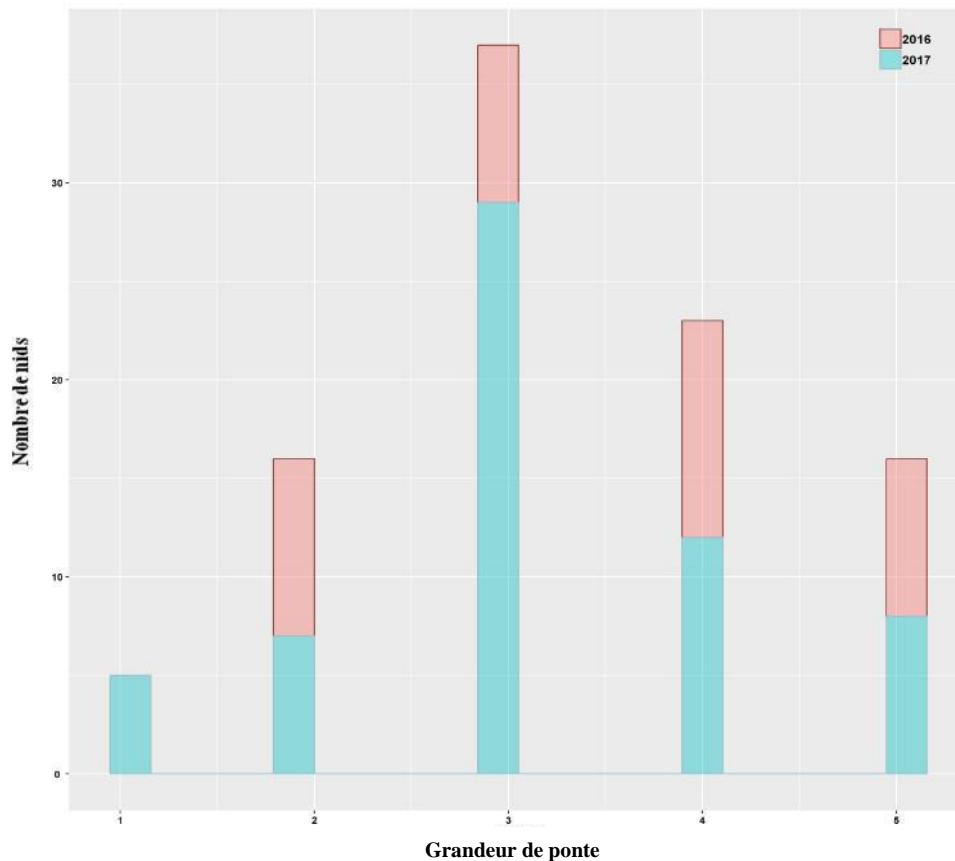


Figure 54 : Variation de la taille de ponte de la Guifette moustac au Lac Tonga au cours des deux saisons de reproduction

L'analyse statistique des données ne montre pas des différences significatives entre les tailles de ponte de 2016 et 2017 ($t = 1.40$, $df = 95$, $p = 0.16$).



Photo 20 : Des nids de Guifette moustac contenant 1, 2 et 3 œufs au lac Tonga
(Nebbache, M., 2016)

3.3.3 Les éclosions

Sur les cent sept (107) nids trouvés entre les deux saisons de reproduction étudiées, 36 ont été occupés en 2016 et 61 en 2017.

Les premières éclosions de la Guifette moustac ont été enregistrées à partir de la deuxième semaine de juillet en 2016 (n= 35 nids) et à partir de la troisième semaine de juin en 2017 (n=54 nids) (Photo 21).



Photo 21 : Ecllosion d'œuf et poussins de Guifette moustac au Lac Tonga
(Nebbache, M., 2016)

Les dernières éclosions ont été observées pendant la troisième semaine de juillet 2016 et la quatrième semaine de juin 2017. C'est à ces dates qu'a été observé le nombre maximum d'éclosions (Fig. 55).

Le succès à l'éclosion a été de 67% en 2016 et 75% en 2017.

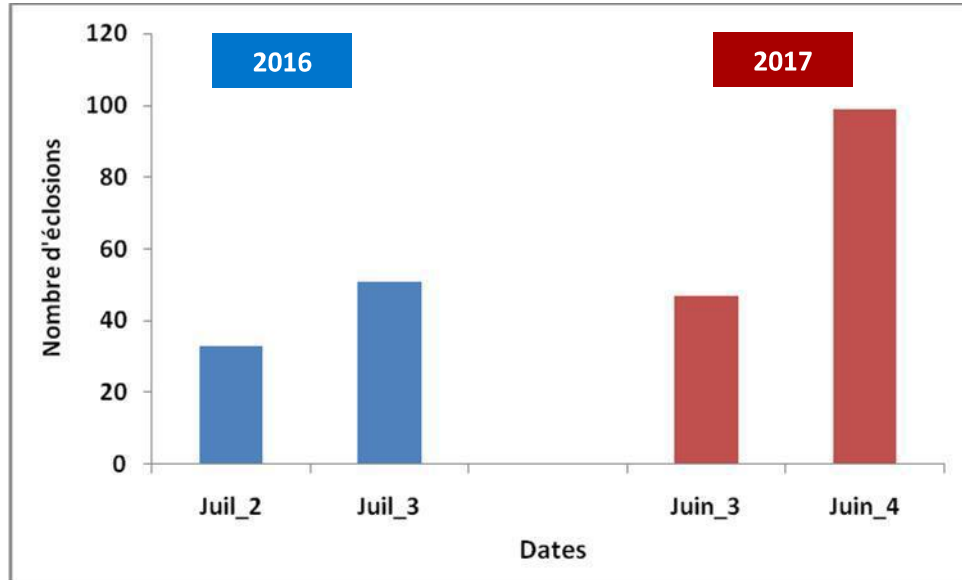


Figure 55 : Chronologie hebdomadaire des éclosions de la Guifette moustac au Lac Tonga durant les deux années d'étude

Au cours de ces deux saisons de reproduction considérées, nous avons constaté des pertes d'œufs, 33% en 2016 et 25% en 2017 (Fig. 56):

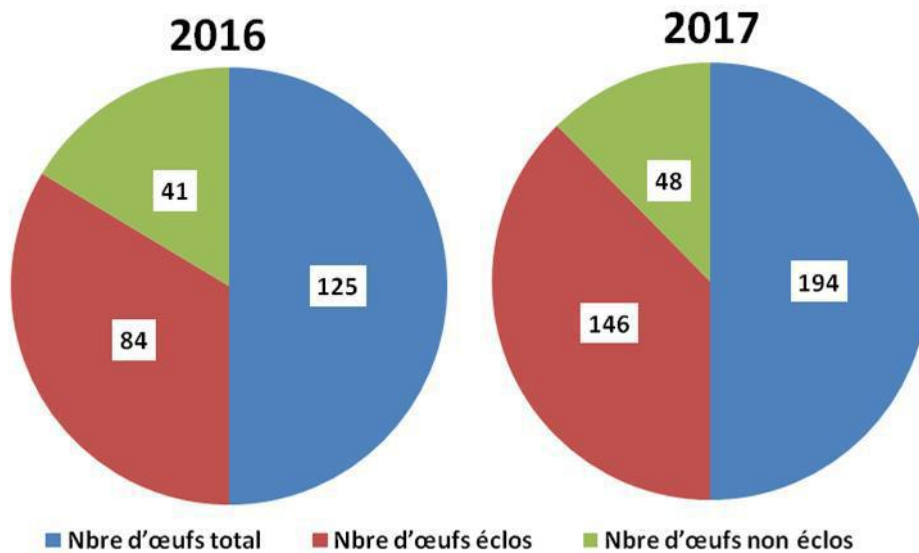


Figure 56 : Pertes d'œufs de Guifette moustac constatées lors des 2 années d'étude au Lac Tonga

Sur l'ensemble des œufs comptés durant les deux années d'étude, 89 ont été perdus, soit près de 28%, parmi lesquels :

- Dix (10) œufs abandonnés, soit 11% ;
- Onze (11) œufs disparus, soit 12% ;
- Vingt sept (27) œufs cassés, soit 30% ;
- Quarante et un (41) œufs ayant subi une prédation, soit 46%

(Fig. 57)

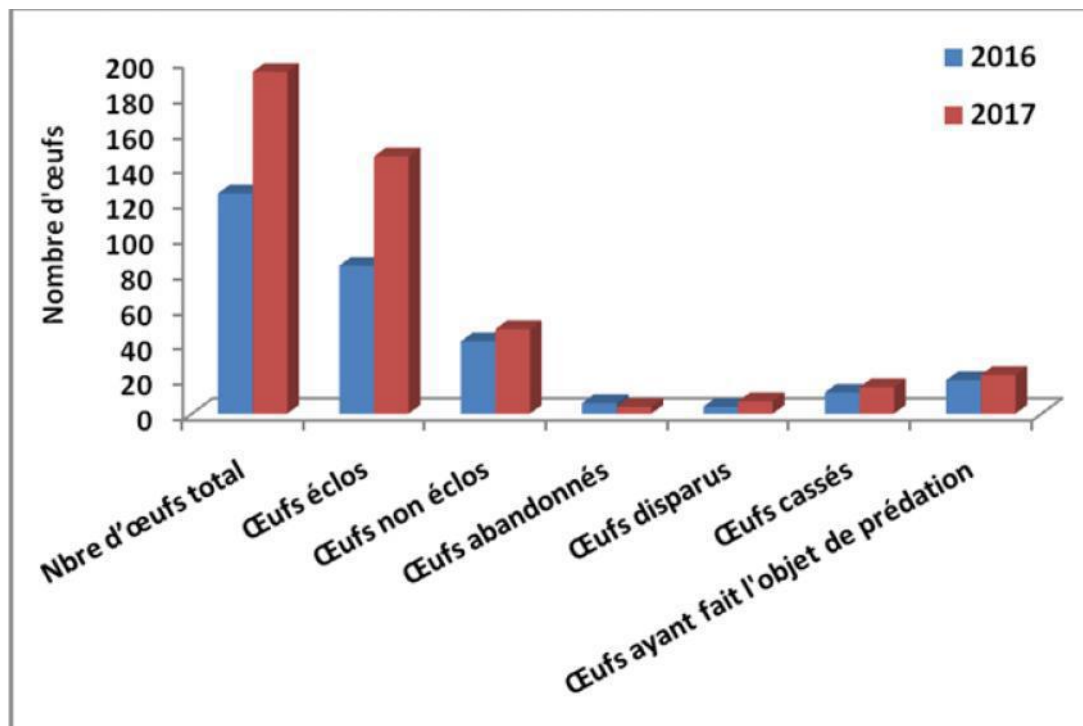


Figure 57 : Pertes détaillées d'œufs enregistrées durant les deux années d'étude.

3.3.4 Le succès de la reproduction

Les nids avec au moins un poussin éclos en 2016 et 2017 ont été 97, soit plus de 83% des nids trouvés au cours des 2 années d'étude.

Sur les 40 nids trouvés en 2016, 35 ont connus l'éclosion d'au moins un poussin, soit 87,5% ; sur les 67 nids découverts en 2017, 54 ont connu l'éclosion d'au moins un poussin, ce qui représente 80,6 %.

🚩 Sur les 40 nids découverts en 2016, il y a eu l'abandon de 5 nids :

- 1 nid abandonné à cause de la présence de prédateur à proximité (Couleuvre vipérine, *obs. personnelle*)
- 1 nid abandonné avec 2 œufs non éclos
- 3 nids abandonnés après leur construction (sans présence d'œufs)

🚩 Sur les 67 nids découverts en 2017, il y a eu l'abandon de 13 nids :

- 5 nids abandonnés avec 1 seul œuf dedans, non éclos
- 2 nids abandonnés avec 2 œufs non éclos dedans
- 3 nids non occupés
- 2 nids sans œufs, à cause de la présence de prédateur à proximité (Couleuvre vipérine, *obs. personnelle*)
- 1 nid sans œufs, où s'y disputaient 2 guifettes (compétition intraspécifique)

4. Discussion

La Guifette moustac *Chlidonias hybrida* est une espèce à statut biologique d'estivante nicheuse, au Lac Tonga qui constitue son seul site de nidification à l'échelle de l'Afrique du Nord.

Les comptages effectués entre 2016 et 2017 ont dévoilé une présence de l'espèce uniquement en saison de reproduction. Les effectifs les plus faibles ont été comptés durant les mois de mars et août pour les deux années d'étude, les plus importants en mai. Rizi (1994) et Bakaria (2013) avaient rapporté l'arrivée des Guifettes moustacs dans le même site en début avril. Bakaria (2013) avait noté que les premiers individus étaient observés le 2 et le 22 avril, respectivement en 1996 et 1997. En 2005, elle avait enregistré leur arrivée le 9 avril. Cependant dans notre étude, l'arrivée de l'espèce au Tonga était précoce, soit la 3^{ème} semaine de mars 2016 et la 2^{ème} semaine du même mois en 2017.

En France, notamment Brenne, les premières guifettes étaient arrivées en mars de 1981 à 1987 et le nombre n'a augmenté qu'au cours du mois d'avril et essentiellement en mai. Pour Trotignon *et al.* (1989), l'arrivée de l'espèce est située en moyenne le 3 avril. Bernard & Teyssier (2008) ont toutefois noté la venue de tous les nicheurs en avril et en mai, parfois même en juin.

Au cours de notre travail, tous les nids trouvés ont été construits sur les feuilles de Nénuphar qui constituent le support idéal pour l'espèce au Lac Tonga. Benmergui & Broyer (2005) et (Cazacu 2006) ont mentionné le Nénuphar blanc comme l'une des plantes flottantes utilisées par les guifettes comme supports des nids. Paillisson (2006) a indiqué l'usage exclusif du Nénuphar blanc dans quelques zones humides françaises. Nos résultats concordent avec ces diverses mentions. Les nids découverts lors de notre travail étaient principalement composés de *Sparganium erectum* et de quelques feuilles et tiges de Scirpes et Phragmites. Bakaria (2013) a rapporté que de légères différences dans le climat pouvaient causer des fluctuations du niveau d'eau et changer les conditions d'émergence et de croissance des différentes espèces de plantes, qui peuvent à leur tour influencer la reproduction des guifettes ainsi que le choix des matériaux de construction du nid qui étaient constitués lors de son étude par *Scirpus lacustris* et *Phragmites australis*. Certaines différences annuelles ont probablement été causées par les précipitations tantôt abondantes tantôt faibles. Geroudet (1999) a indiqué que la Guifette moustac choisissait des espaces découverts et des eaux peu profondes, de l'ordre de 60 cm à 1 m, et amassait des tiges vertes, formant une plateforme flottante retenue par les joncs ou par les tapis immergés de végétation aquatique. Sur cet amas, quelques apports de végétaux palustres esquissent une cuvette qui retiendra les œufs.

Les dimensions des nids ont varié d'une année à l'autre, notamment les diamètres internes, au cours des deux années d'étude. Bakaria (2013) a indiqué que les diamètres internes pour la population algérienne varient de 7 cm à 14 cm, par contre Spina (1986) a noté que pour les populations italiennes de guifettes, ils oscillaient de 7 cm à 10 cm ; ce qui montre que les dimensions de nos nids sont plus ou moins dans les normes (5 – 13 cm en 2016 et 4 – 12 cm en 2017) par rapport à ceux de Bakaria (2013).

Cependant les diamètres externes relevés dans notre étude semble plus petits par rapport à ceux de la bibliographie (Cramp *et al.*, 1977 ; Muzinic & Délic 1997 ; Tarboton *et al.* In Allan 1988 ; Bakaria, 2013). Les différences de valeurs relevées entre le travail de Bakaria (2013) (Tab. 3) et les nôtres peuvent être expliquées par les changements dans les matériaux utilisés lors des deux études. Par ailleurs, La construction de petits nids dans notre cas pourrait également être expliquée par le fait que c'est un moyen de les protéger contre d'éventuels prédateurs (Balbuzards, serpents...), ou encore une augmentation brusque du niveau d'eau, sachant que dans la région la possibilité d'orages entre mai et juin est fréquente.

La profondeur moyenne de l'eau à l'emplacement des nids a oscillé entre 62 et 105 cm pendant les deux années d'étude. Dans le même site, Bakaria (2013) rapporte une valeur de 180 cm. La distance moyenne du nid le plus proche a varié entre 1,60 et 2,73 m en 2016 et 1,75 et 2 m en 2017. Bakaria (2013) a rapporté que les premiers reproducteurs rapprochent leurs nids pour mieux parer à la prédation et afin de se stimuler pour le déclenchement des pontes. La dispersion des nids peut être expliquée par le développement du Nénuphar obligeant les guifettes à occuper les trouées d'eau disponibles loin de la berge et de ses diverses menaces. Latraube (2006) note que les nids de Guifette moustac sont généralement groupés, très proches les uns des autres, avec une distance de l'ordre d'un à deux mètres.

Plusieurs facteurs peuvent affecter la taille de ponte chez les oiseaux, comme la disponibilité des ressources alimentaires pendant la période de reproduction, notamment de la phase de formation des œufs à leur éclosion (Mills, 1979 ; Ojanen *et al.*, 1978), la condition physique des femelles (Ojanen *et al.*, 1978 ; Ojanen, 1983), l'âge de la femelle peut également influencer la taille des œufs (Wendeln, 1997 *in* Ojanen 1983 ; Mills, 1979), la pression de la prédation, le rang et le développement de l'œuf avant l'éclosion, la durée de l'incubation (Heinroth *et al.* *in* Ojanen *et al.* 1978b), la latitude (Encabo *et al.*, 2002) et enfin la taille de la ponte. La comparaison des mensurations de nos œufs (longueur et largeur) avec ceux de Rizzi (1994, n=350) et Bakaria (2002, n=71 ; 2013, n=238) au Lac Tonga, montre que les nôtres sont plus petits. Ceci a été également constaté pour les dimensions rapportées dans d'autres travaux, notamment ceux d'Allan (1988), Musinic & Delic (1997, n=151), Sehhatibti & Nezami (2006, 2 colonnies) et Latraube (2006, n=662).

L'initiation des pontes a été tardive dans notre cas par rapport à celle enregistré par Bakaria (2013). Etchecopar & Hüe (1964) suggèrent que les pontes commencent début juin en Afrique du nord. Laraube (2006) rapporte qu'en région méditerranéenne, la Guifette moustac commence à se reproduire entre la fin mai et le début du mois de juin. Plusieurs travaux rapportent que chez certaines espèces de guifettes, notamment la Guifette moustac, il existe une flexibilité dans les dates des premières pontes car ces espèces sont très sensibles aux changements climatiques et aux fluctuations du niveau d'eau (Chapman-Mosher, 1986). Lors de notre période d'étude, nous avons enregistré de longues périodes de sécheresse et de déficit hydrique traduisant des niveaux d'eau variables. Coulson (2002) a rapporté que les conditions climatiques peuvent compromettre la reproduction et retarder les pontes. Un autre fait enregistré lors de notre travail sur terrain fut la destruction des nids de Guifette suite à des

pluies torrentielles hors saison lors de la saison de reproduction 2015-2016, ce qui a causé l'abandon des nids et des ilots touchés et l'installation des couples touchés plus loin. Lors de la saison de 2016-2017, les couples de Guifette moustac ont changé d'emplacement, du côté de Meizila vers le côté Nord-Ouest du lac Tonga, et se sont éloignés de la rive un peu plus que l'année précédente « saison 2015-2016 », car lors de cette saison il y'avait de grosses canicules dues probablement aux forts incendies de forêts qui ont touchés la région à l'époque, ce qui a eu pour conséquence la réduction du niveau d'eau et l'assèchement des rives du lac. Geroudet (1988), rapporte que la structure lâche des nids de la Guifette moustac et leur situation exposée, sont telles que la moindre bourrasque ou la montée un peu trop rapide des eaux peut les détruire.

La taille moyenne de ponte enregistrée au cours de la présente étude a été de $3,37 \pm 1,07$ œufs. Bakaria (2013) a mentionné une taille de ponte moyenne de $2,54 \pm 0,634$ œufs en 2005, qui était sensiblement équivalente à celle trouvée lors des deux précédentes saisons 1996 et 1997 avec respectivement : $2,6 \pm 0,683$ (n=169) et $2,62 \pm 0,644$ (n=215). Cette même taille de ponte a été rapportée par Rizi (1994) pour le même site ou encore pour les populations européennes (Fornasari, 1992 ; Muzinic & Delic, 1997 ; Latraube, 2006 ; Paillisson, 2008 ; Cazacu, 2006). Latraube (2006) a indiqué que la Guifette moustac dépose généralement 3 œufs d'avril à juin et que les pontes à 4 ou 5 œufs sont attribuées à des pontes parasites c'est à dire d'autres femelles. Ce même état de fait a été également rapporté par Swift (1960) et Paillisson *et al.* (2008). Si nous retenons cette affirmation, cela voudrait dire que les nids contenant 4 et 5 œufs trouvés dans notre étude sont des cas de parasitisme intraspécifique, soit un total de 23 nids à 4 œufs et 15 nids à 5 œufs entre les deux années d'étude.

Les durées d'incubation les plus enregistrées dans cette étude ont été celles de 20 et 21 jours et les moins fréquentes étant respectivement celles de 19 et 18 jours. Ce qui se rapproche plus ou moins des données contenues dans la littérature (Camp *et al.*, 1985 ; Rizi, 1994 ; Muzinic & Délic, 1997, Bakaria, 2002, 2013).

Le succès de reproduction enregistré pendant ces 2 années d'étude a été important, 90%. Dans le même site et pour la même espèce, Bakaria (2013) rapporte un succès d'éclosion annuel de 76.63 % en 1996 (169 nids), 87.44 % en 1997 (193 nids) et 82,9 % en 2005 (302 nids). Latraube (2006) a rapporté que les grandes tailles de ponte représentaient un meilleur succès à l'éclosion et auraient un effet sur le succès reproducteur de la guifette. Il semblerait donc que la taille de ponte enregistrée dans cette étude expliquerait le succès de reproduction obtenu.

Le succès de reproduction élevé de la Guifette moustac au Lac Tonga pourrait être attribué à la diversité de ses habitats et à la disponibilité de ses ressources alimentaires, d'une part, et une protection efficace pour les œufs et les poussins envers des prédateurs, d'autre part. D'ailleurs, de par sa vigilance accrue, elle est appelée « sentinelle des marais ».

Lors de nos investigations de terrain, nous avons constaté divers facteurs qui pourraient être à l'origine de la destruction des nids et de la perte des œufs : le passage d'embarcation au milieu des ilots de nénuphars lors la période estivale, le braconnage, les averses de début d'été causant l'élévation rapide du niveau d'eau, les prédateurs, notamment des Busards des roseaux *Circus aeruginosus* qui survolaient le lac et des couleuvres vipérines *Natrix maura*. Ces mêmes constatations ont été rapportées dans divers travaux sur l'espèce et sur d'autres, tels que : Amininasab *et al.* (2004), Shealer *et al.* (2006), Lenzi *et al.* (2010), Bakaria (2013), Mecif (2022).

A group of birds, possibly terns, standing on a sandy beach. The birds are in various poses, some facing left, some right, and some looking towards the camera. The background is a bright, sandy beach with some faint shadows.

CONCLUSION GÉNÉRALE

CONCLUSION GENERALE

Situé à l'ouest du Paléartic-Afrique, les zones humides de la Numidie orientale jouent un rôle très important pour une avifaune aquatique riche et variée. Pendant la migration, les zones humides de l'Est algérien sont les lieux d'arrêt les plus importants pour les oiseaux en Algérie (Samraoui & Samraoui, 2008).

Les données obtenus au cours du présent travail fournissent une vue d'ensemble détaillée de la phénologie inter-annuelle et intra-sainnière des Laro-limicoles durant la période d'étude et soulignent l'importance du complexe de zones humides d'El-Kala pour l'accueil d'une avifaune diversifiée. Bien que les informations recueillies reste à compléter, des études antérieures ont montré que la région est le principal site de migration d'oiseaux d'eau en Algérie (Ochando & Jacobs, 1978; Boumezbeur, 1993; Lazli *et al.*, 2011a, 2011b; Lazli *et al.*, 2012; Gherib & Lazli, 2017; Menasria & Lazli, 2017). À l'instar des autres zones humides côtières du pays, cette région s'est également révélée être un endroit favorable pour les Laro-limicoles, qui restent peu étudiés (Seddik, 2011 ; Soltani *et al.*, 2023 ; Boukhari *et al.*, 2023).

Les résultats obtenus au cours de la présente étude indiquent le recensement de 22 espèces appartenant à 5 familles et 15 genres au Lac Tonga, 6 familles représentées par 25 espèces et 19 genres au Lac Oubeira et 25 espèces appartenant à 6 familles et 18 genres à la lagune d'El Mellah. La famille la plus représentée a été les Scolopacidés pour les 3 zones humides étudiées.

Nous avons enregistré différents statuts phénologiques des espèces inventoriées : hivernants, résidents, migrateurs reproducteurs, hivernants reproducteurs. Cependant, les hivernants ont été les plus représentatifs au niveau des 3 sites étudiés, suivis des résidents : 41% hivernants et 32% résidents pour le Tonga, 44% hivernants et 28% résidents pour l'Oubeira et 48% hivernants et 24% résidents pour la lagune d'El Mellah. Par ailleurs, nous avons relevé 10 espèces inscrites sur la liste rouge de l'UICN en tant qu'espèces « quasi menacées » : 3 au Lac Tonga, 4 au Lac Oubeira et 3 au Mellah.

Concernant la chronologie d'hivernage des Laro-limicoles à travers les 3 sites d'étude, il apparaît que les espèces commencent à arriver au mois de septembre et leurs effectifs ne cessent d'augmenter jusqu'à arriver à des valeurs maximales au mois de janvier (milieu de la saison d'hivernage). Ainsi, les espèces ayant montré les effectifs moyens annuels les plus

élevés au Lac Tonga, ont été la Guifette moustac, le Vanneau huppé, la Mouette rieuse, l'Avocette élégante et l'Echasse blanche, notamment durant la première année d'étude. Au Lac Oubeira, ce sont la Mouettes rieuse, le Vanneau huppé, la Bécassine des marais, l'Avocette élégante et l'Echasse blanche et le chevalier aboyeur, qui ont présentés les effectifs moyens annuels les plus importants, notamment durant la deuxième année d'étude. Quant à la Lagune d'El Mellah, ce sont la Mouette rieuse, l'Echasse blanche, l'Avocette élégante, le Vanneau huppé, la Bécassine des marais, le chevalier aboyeur et le Goéland leucopnée qui ont exhibés les effectifs moyens annuels les plus élevés notamment la deuxième année d'étude.

A titre d'exemple, les espèces ayant présenté les effectifs annuels les plus élevés durant la période d'étude ont été :

- Au Lac Tonga : la Guifette moustac : 3020 ind. à la mi-mai 2015 et le Vanneau huppé : 776 ind. à la mi-janvier et février 2015 ;
- Au Lac Oubeira : la Mouettes rieuse : 778 ind. ind. à la mi-janvier 2015 et le Vanneau huppé : 764 ind. à la mi-janvier 2016 ;
- A la lagune d'El Mellah : la Mouette rieuse : 793 ind. début janvier 2015, l'Echasse blanche et le Vanneau huppé, avec respectivement : 445 ind. et 406 ind. à la mi-janvier 2016 ;

L'analyse de la structure du peuplement a montré que les abondances maximales ont été enregistrées en janvier pour les 3 sites, avec 3,550 en 2016 et 3,789 individus en 2017 ; soit pendant les périodes d'hivernage et de migration (prénuptiale et postnuptiale). Les plus faibles ont été relevées en août avec 74 et 94 individus comptés respectivement pour les 2 années considérées. La richesse spécifique a atteint son maximum aux mois de janvier et février, traduisant l'arrivée des espèces hivernantes qui viennent s'ajouter aux résidentes. Les valeurs des indices écologiques des espèces de Laro-limicoles au cours des deux années ont été liées aux fluctuations saisonnières. Les plus élevées ont été observées pendant la saison hivernale et les plus faibles durant la saison de reproduction en raison du départ des espèces de Laro-limicoles vers leurs lieux de reproduction.

Le suivi de la distribution spatio-temporelle des Laro-limicoles a montré que l'occupation des Lacs Tonga et Oubeira ainsi que de la lagune d'El Mellah, dépendait principalement de la biologie et de l'écologie des espèces inventoriées mais aussi de la disponibilité de la nourriture, la sécurité et la quiétude. Les Laridés ont été généralement observés en vol ou au centre du plan d'eau, perchés sur divers supports selon la zone humide considérée (îlots mobiles, piquets en bois ou branches mortes, plateformes...). Les limicoles ont été quant à eux localisés sur les rives. L'occupation ou le survol du centre des plans d'eau par certaines espèces permet la pêche en plongeant pour saisir des poissons ou des insectes soit en vol ou à la surface de l'eau et l'occupation des berges permet aux limicoles de rechercher leur nourriture dans la vase comme certains invertébrés, mollusques, crustacés...

L'étude de la biologie de reproduction de la Guifette moustac au Lac Tonga, a permis de recueillir nombre d'informations. Le dénombrement de l'espèce a montré des effectifs fluctuant d'une année à l'autre ; les plus élevés ont été dénombrés la 3^{ème} semaine de mai et la 2^{ème} semaine de mai 2016, respectivement 890 et 780 individus.

Au total, 107 nids ont été découverts au cours de la période d'étude. Ils ont été trouvés sur les tapis flottant de Nénuphar blanc *Numphaea alba* et étaient principalement composés de Rubanier *Sparganium erectum* et de quelques feuilles et tiges de Scirpes et de Phragmites. Le nombre maximum de nids a été observé la 2^{ème} semaine de juin 2016 (20 nids) et au cours de la 3^{ème} et 4^{ème} semaine de mai 2017 (27 nids). Le diamètre moyen externe des nids entre les deux saisons a été de 17,81 cm et le diamètre interne moyen a été de 9,42 cm. La profondeur des nids a varié entre 1,7 et 5,7 cm entre 2016 et 2017. La profondeur moyenne de l'eau à l'emplacement de chaque nid a été de $77,05 \pm 8,35$ cm en 2016 et $85,19 \pm 10,52$ en 2017. La distance du nid le plus proche a oscillé entre 158 et 273 cm en 2016 et entre 175 et 203 cm en 2017. Les distances entre les nids et la rive ont varié entre 378 m et 429 m en 2016 et entre 433 et 480 m en 2017.

Au cours des 2 saisons de reproduction étudiées, 319 œufs de Guifette moustac ont été découverts : 125 en 2016 et 194 en 2017. Leur longueur a varié entre 3,8 et 3,9 cm en 2016 et entre 3,6 et 3,9 cm en 2017 et leur largeur a globalement oscillé entre 2,5 et 2,8 cm entre les deux saisons considérées. Leur poids a varié entre 14,4 et 16,1 g en 2016 et entre 11,4 et 15,5 g en 2017.

Les premières pontes ont été enregistrées au cours de la troisième semaine de juin en 2016 (n=40 nids) et à la fin mai en 2017 (n=67 nids). La période de ponte a duré 1 semaine pour les deux années d'étude. Le nombre de ponte le plus important a été constaté la quatrième semaine de juin en 2016 et la première semaine de juin en 2017. La taille de ponte complète a varié entre 2 et 5 œufs en 2016 et entre 1 et 5 œufs en 2017.

Les premières éclosions de la Guifette moustac ont été enregistrées à partir de la deuxième semaine de juillet en 2016 (n= 35 nids) et à partir de la troisième semaine de juin en 2017 (n=54 nids). Le succès à l'éclosion a été de 67% en 2016 et 75% en 2017. Au cours de ces deux saisons de reproduction considérées, nous avons constaté des pertes d'œufs, 33% en 2016 et 25% en 2017 ; les causes étant l'abandon, la disparition, la prédation et la « casse ». Les nids avec au moins un poussin éclos en 2016 et 2017 ont été 97, soit plus de 83%.

Au vu des résultats obtenus au cours de cette étude, il apparaît que les 3 zones humides considérées, de par la diversité de leurs habitats et la disponibilité de leurs ressources trophiques, ont favorisé l'accueil d'un peuplement varié de Laro-limicoles en périodes d'hivernage et de nidification ; notamment la Guifette moustac dont le Lac Tonga constitue le seul site à l'échelle de l'Afrique du Nord où niche l'espèce.

La protection et la conservation de ces zones humides s'avèrent donc primordiale pour le maintien de ces oiseaux. Diverses mesures devront être prises, notamment :

- la mise en place et l'application rigoureuse d'une législation appropriée plus stricte à l'égard des délits et des infractions au niveau des zones humides
- l'Elaboration des plans de gestion plus fiables pour les sites et leur biodiversité
- la mise en place d'un réseau d'observateurs ornithologues local en collaboration avec tous les partenaires « Parc National d'El-Kala, Conservation des Forêts, Direction de l'Environnement, L'Institut National des Recherches Forestières, universités, bénévoles, etc. ».
- Etablir des programmes de suivi de la flore aquatique et des eaux des zones humides qui sont les habitats privilégiés d'une faune et flore variées.
- Interdire le drainage des eaux des lacs pour l'irrigation des cultures agricoles surtout en période estivale.
- Correction torrentielle des bassins versant des zones humides.
- Fixation biologique et mécanique des berges et des zones dénudées des bassins versants.

- Bornage et délimitation des zones de nidification à des laro-limicoles nicheurs l'intérieur des lacs.
- Accès contrôlé aux sites Ramsar (autorisation) et sanction des braconniers contre tout acte de vandalisme.
- Mettre en place des brigades de surveillance mixte « PNEK-CF-Gendarmerie Nationale »
- Elaboration des programmes de sensibilisation, de vulgarisation et d'éducation environnementale.
- Encourager les thèmes de recherche sur la qualité des eaux.

D'autres études complémentaires seront nécessaires afin d'améliorer la connaissance sur l'écologie et la biologie des peuplements de Laro-limicoles fréquentant la région d'El Tarf. Ces travaux auront trait aussi bien à l'aspect démographique des populations pour déterminer les tendances numériques des espèces à l'échelle locale et régionale, mais aussi tout ce qui pourrait avoir trait à la reproduction de certaines espèces nicheuses comme la Guifette moustac, le Goéland leucophée..., le régime alimentaire, les stratégies d'adaptation vis-à-vis des changements environnementaux... Des études sur l'utilisation et la sélection des micro-habitats, la disponibilité des ressources trophiques et la qualité des eaux notamment, pourraient fournir une caractérisation fine du type d'habitat le plus favorable à ces espèces, afin de mettre en place des stratégies de gestion et de développement durable adéquats.

Les Oiseaux limicoles

RÉFÉRENCES

BIBLIOGRAPHIQUES



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

~~A~~

Abbaci H. (1999). Ecologie du Lac Tonga: Cartographie de la végétation, palynothèque et utilisation spatio-temporelle de l'espace lacustre par l'avifaune aquatique. Thèse de magister. Université Badji Mokhtar, Annaba. 219p

Aissaoui M., Benhamza M., Guettaf M. (2017). Caractéristiques Hydro chimiques des eaux de l'Oued Seybouse et ses affluents dans la région de Guelma Nord est Algérie. Rev. Sci. Technol., Synthèse 35: 178-186.

Alleg G. (1986). Géologie et Géomorphologie de la Réserve intégrale du Lac El Mellah (Wilaya d'El Tarf). Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar ; 16p

Altenburg, W. ; Engelman, M. ; MES, R. & Piersma, T. (1982). Wintering waders on the Banc d'Arguin, Mauritania. Comm. n° 6, Wadden Sea Working Group, Stichting Veth tot steun aan Waddenonderzoek, Leiden.

Amininasab et al., (2004). Reproductive phenology and breeding success on the whiskered tern (*Chlidonias hybridus*) in southern of Caspian Sea Ab-bandans (artificial wetlands) in the north of Iran (Mazandaran province). Section 5: Caspian Sea: Ecology and Biology

Anonyme (2002). Atlas des zones humides Algériennes d'importance internationale. 78p

Anonyme (2011). Plan d'action du Parc National d'El-Kala, Direction Générale des Forêts.

Assi A., Siblot D. (1981). Etude du lac Mellah (W. Annaba). Les métaux lourds dans certains organismes. 5ème journées d'étude. Pollution mer. Médit. Cagliari CIESM : 151-151.

Athamnia, M., Samraoui, F., Kelailia, B., Roubah, A., Alfarhan, A.H. & Samraoui, B. (2015). Nest-site selection and reproductive success of the little grebe *Tachybaptus ruficollis* in northeast Algeria. *Ardeola*, 62: 113-124

~~B~~

Bakalem A. et Romano J.C. et Semroud R. (1981). Contribution à l'étude des milieux saumâtres en Algérie : les peuplements benthiques du lac el mellah. Rapp. Comm. Int. Mer. Médit., 27 (4) : 135-136.

Bakaria, F., Benyacoub, S., Gauthier-Clerc, M., Ba bura, J., (2009). Long-term changes in the size, structure and location of whiskered tern *Chlidonias hybridus* (L.) nests in deteriorating environmental conditions of a North African lake. *Polish Journal of Ecology*, 57(4): 749-759.

Bakaria, F (2012). Stratégies de la reproduction de la guifette moustac *Chlidonias hybridus* (Pallas, 1811) dans le lac Tonga, wilaya d'El Tarf : Caractéristiques et qualité d'accueil de son unique site nord-africain de reproduction. Thèse de Doctorat Université Badji Mokhtar Annaba. 151p.

- Bakaria, F (2013).** Stratégies de la reproduction de la guifette moustac *Chlidonias hybrida hybrida* (Pallas, 1811) dans le lac Tonga, wilaya d'El Tarf : Caractéristiques et qualité d'accueil de son unique site nord-africain de reproduction. Université Badji Mokhtar Annaba 151p.
- Ballance L.T., Pitman R.L. & Reilly S.B., (1997).** Seabird community structure along a productivity gradient: importance of competition and energetic constraint. *Ecology*, 78: 1502-1518.
- Barbault, R. (1981).** Ecologie des populations et des peuplements. Des théories aux faits. Paris, Masson, Collection Maîtrises de Biologie, 200p.
- Beaman & Madge, 1999).** Guide Encyclopédique des oiseaux du paléarctique occidental / Mark Beaman et Steve Madge. Auteur Edité par Nathan. [Paris] – 1998.
- Beaman & Madge (1998).** The Handbook of Bird Identification for Europe and Western Palearctic. London: Christopher Helm, 868 p.
- Beaubrunp C., (1988).** Le Goéland leucophée (*Larus cachinnans michahellis*) au Maroc. Reproduction, alimentation, répartition et déplacements en relation avec les activités de pêche. Thèse Doctorat d'état, Univ. Montpellier, 448 p.
- Bediaf et al., (2020).** Diversité de l'avifaune aquatique hivernante du Marais de la Mekhada. Etat actuel et valeur patrimoniale d'un site Ramsar (Nord-est algérien). Thèse de Doctorat. Université Chadli Bendjedid El-Tarf. 22p
- Belant J.L., Seamans T.W., Gabrey S.W. & Ickes S.K. (1993).** Importance of landfills to nesting Herring Gulls. *The Condor*, 95: 817-830.
- Belhadj G. (1996).** Atlas des oiseaux nicheurs dans le Parc National d'El Kala. Magister.
- Benmergui M. et Broyer J., (2005).** La guifette moustac: démographie et qualité des habitats étude en Dombes. *Faune sauvage* 269 : 14-19.
- Benyacoub S. (1993).** Ecologie de l'Avifaune forestière nicheuse dans la région d'EL-Kala (Nord-Est algérien). Thèse Doc. Univ. Dijon. France. 285p.
- Benyacoub et Al. (1998).** Plan de gestion du Parc National d'El Kala et du complexe de zones humides (wilaya d'El Tarf), projet banque mondiale 200 pp + 28 cartes.
- Besnard A., (2001).** Evolution de l'élevage des poussins en crèche chez les Laridés. Thèse de doctorat. Univ. Montpellier II.107pp
- Bibby, C., Jones, M. and Marsden, S. (1998)** Expedition Field Techniques, Bird Surveys. Royal Geographical Society (with Institution of British Geographers) I Kenington Gore London. www.rgs.org
- BirdLife International. 2017.** *Chlidonias hybrida* (amended version of 2016 assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2017: e.T22694764A111750380. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-1.RLTS.T22694764A111750380.en>.

BirdLife International (2024). Species factsheet: Whiskered Tern *Chlidonias hybrida*. Downloaded from <https://datazone.birdlife.org/species/factsheet/whiskered-tern-chlidonias-hybrida>

Blokpoel H.& Scharf W.C (1991). The Ring-billed Gull in Lakes of North America. Proceedings of the international Ornithological Congress 20 :2361-2377.

Blokpoel, H. & Spaans, A.L. (1991). Introductory remarks: superabundance in gulls: causes, problems and solutions. Acta Congressus Internationalis Ornithologici, Christchurch, Nouvelle Zélande: 2361-2363.

Blondel J. (1971). La compétition intra-spécifique chez les oiseaux. Rev. Quest. Sc. 142. 357-385.

Blondel J. Ferry C. et Frochot B., (1973). Avifaune et végétation, essai d'analyse de la diversité. Alauda, Vol. 10, (1 – 2) : 63 – 84.

Blondel J. (1975). Analyse des peuplements d'oiseaux d'eau. Elément d'un diagnostic écologique. I: La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs. (E.F.P.). *Terre et Vie* 29: 533-589.

Blondel J. (1979). – Biogéographie et écologie. Ed. Masson, Paris, 173 p.

Bouali, N., Baaloudj, M., Touarfa, I., Houhamdi, I., Maazi, M. C., Houhamdi, M., (2021). Ecology, phenology and wintering behavior of Anatidae in the wetlands of Souk–Ahras (north–eastern Algeria). *Arxius de Miscel.lània Zoològica*, 19: 135–149. DOI: 10.32800/amz.2021.19.0135

Boucheker, A. (2009). Écologie de l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus* en Numidie (Nord - Est algérien). Thèse de Doctorat. Université de Badji Mokhtar Annaba.

Boucheker A., Nedjah R., Samraoui F., Menaï R. & Samraoui B. (2009). Aspects of the breeding ecology and conservation of the Glossy Ibis in Algeria. *Waterbirds* 32: 345-351.

Bouguessa S. (1993). Etude du développement larvaire chez les Odonates du lac Oubeira. Magister.

Bougaham A.F., Moulai R., (2013). Observations sur quelques espèces d'oiseaux de la côte à l'ouest de Jijel (Algérie). *Go-South Bull.* 10, 76-85.

Boulahbal R. (1999). Caractéristiques d'un modèle de peuplement d'oiseaux d'eau Nicheurs. Cas du lac Oubeira et du marais du lac Mellah (Parc National D'El Kala – Wilaya D'El Tarf). Magister (U. d'Annaba).

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). Doctorat. Université des hautes études Montpellier. 254p.

Boumezbeur Ammar & Bouteldji Ali, (2005). Ministère de l'agriculture et du développement rural - Direction Générale des Forêts - 124 Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar - Réserve intégrale du Lac El Mellah, Wilaya d'El Tarf -

Boukhalfa D., (1990). Observations de quelques espèces d'oiseaux de mer nicheurs sur la côte d'Oran (Algérie). Rev. L'oiseau et RFO, Vol.60 (3) : 248-251.

Brahmia. Z (2002). Rôle fonctionnel du lac Oubeira et du lac Mellah (parc national d'El-Kala) pour les oiseaux marins. Thèse de Magister. Université Badji Mokhtar Annaba. 101p.

Brichetti P., Cherubini G. & Serra L., (2000). Uccelli acquatici nidificanti : 1997-1998. Avocetta, 24 : 55-57.

Brown C.R., Brown M.B. & Ives A.R. (1992). Nest placement relative to food and its influence on the evolution of avian coloniality. The American Naturalist, 139: 205-218.

Brown C.R., & Rannala B. (1995). Colony choice in birds: models based on temporally invariant site quality. Behav. Ecol Sociobiol., 36 : 221-228

Bukacinska, M., Bukacinski, D. & Jablonski, P. (1993). Colonial and non-colonial Great Crested Grebes (*Podiceps cristatus*) at Lake Łuknajno: Nest site characteristics, clutch size and egg biometry. Colonial Waterbirds, 16 (2), 111-118.



Carlile N., Proiddel D., Zino F., Natividad C. & Wingate D.B., (2003). « A review of four successful recovery programmes for threatened sub-tropical petrels », Marine Ornithology, vol. 31, 2003, p. 185–192

Cazacu M., (2006). Nesting sites for *Chlidonias hybridus* (Aves, Charadriiformes, Sternidae) North-Western. Journal of Zoology 2 (2): 73-87.

CENEAP, (2011). Etude actualisation du zonage du parc national d'El Kala, T.A.D Consult – (2011). Etude plan directeur de gestion des sites Ramsar du Parc National d'El Kala.

Chapman-Mosher B. A., (1986). Factors influencing reproductive success and nesting strategies in black terns. Dissertation. Simon Fraser University. Burnaby British Columbia, Canada.

Chettibi, F. (1993). Ecologie de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* dans les zones humides de la Numidie algérienne (du Littoral Est de l'Algérie). Thèse de doctorat UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA, 126 P

Chudzik J.M., Graham K.D. & Morris R.D., (1994). Comparative breeding success and diet of Ring-billed and Herring Gulls on south limestone islands, Georgian bay. Colonial Waterbirds, 17: 1827.

Costa Pérez, L., (1997). Gaviota Picofina *Larus genei*. In Purroy F. (Coord.), Atlas de las aves de España (1975-1995). SEO / BirdLife, Lynx Edicions, Barcelona : 206-207.

Coulson R. & Coulson G., (1998). Population change among Pacific, Kelp and Silver gulls using natural and artificial feeding sites in south-eastern Tasmania. Wildlife Research, 25: 183-198

Cramp, S. & Simmons, K.E.L. (1983). “Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palearctic. Vol III. Waders to Gulls,” Oxford University Press, Oxford.

Cramp S. & Simmons K.E.L. (Eds.), (1985). The Birds of the Western Palearctic. Vol. III, Waders to Gulls. Oxford University press, Oxford, London, New-York

Crochet P.A., Bonhomme F., Lebreton., (2000). Molecular phylogeny and plumage evolution in gulls (Larini). *Journal of evolutionary biology* 13:47-57.

~~D~~

De Belair, G. (1990). Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre écosystèmes lacustres et marécageux (El Kala, Est-Algérien). Thèse de doctorat, Université des sciences et techniques Languedoc .Montpellier. II (FR).

Dejongue J.F. (1978). Note sur les comportements du Grèbe catagneux *Podiceps ruficollis* en période de nidification. *Nos Oiseaux* 34: 237-244.

Del Hoyo J, Elliot A, Argatal J., (1996). Handbook of the birds of the world. Lynx Edicions. Barcelona, Spain.

Dif G , Yves V ., (1981). Les Oiseaux De Mer. 121 pp.

Djamai, (2020). Les facteurs climatiques de l'écoulement les précipitations. Master Hydrologie, Climatologie et Territoires ; 17p.

Djebar et al., (2003). Equilibres hydrologiques du Lac Mellah (Complexe lacustre d'El Kala). Laboratoire EMMAL Département des Sciences de la Mer Faculté des Sciences Université de Annaba B.P. 12, 23000 Annaba, Algérie.

Djeboua, S., (2022). Diagnostic écologique et impacts de l'environnement sur la biodiversité du complexe des zones humides des hautes plaines sétifiennes (Cas de Sebkhet Bazer et Sebkhet Melloul). PhD thesis, Chadli Bendjedid University, El Tarf, Algeria.

Dodman T. & Taylor V. (1995). African Waterfowl Census 1995. Les Dénombrements Internationaux d'Oiseaux d'Eau en Afrique 1995. IWRB, Slimbridge, U.K. 192 p.

Dodman T. & Taylor V. (1996). African Waterfowl Census 1996. Les Dénombrements Internationaux d'Oiseaux d'Eau en Afrique 1996. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands. 206 p.

Dodman, T. ; Vaan, C. de ; Hubert, E. & Nivet, C. (1997). African Waterfowl Census 1997. Les Dénombrements Internationaux d'Oiseaux d'Eau en Afrique 1997. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands. 260 p.

Doumandji S., Benkouider M., Bakkar H., Mertad A., Biche M, Harizia A. et Koudour A., (1988). Recensement hivernal des oiseaux d'eau dans l'Ouest algérien en janvier 1988. *Ann. Inst. nati. agro., El Harrach, Vol. 12 (2) : 99 – 119.*

Draredja B. (1986). Etude de la biologie des atherines (poissons mugiliformes) du lac El Mellah DES Univ. Annaba.

Draredja, B., Melouah, K., Beldi, H. & Benmarce S. (2012). Diversité De La Macrofaune Benthique De La Lagune Mellah (Parc National D'El-Kala, Algérie Nord-Est). *Bull. Soc. Zool. Fr*; 137(1-4): 73-86.

Dubois, J. (1992). Populations-grösse und Bruterfolg bei *Aythya ferina* und *Aythya fuligula*. *Folia Zoologica* 37: 41-57.

Dubois, J. (1993). Whiskered Terns wintering in France. *Dutch Birding*, 15 : 176.

Durand (1954). Les sols d'Algérie (Gouvernement général de l'Algérie, Direction du Service de la Colonisation et de l'Hydraulique, Service des Études scientifiques, Pédologie, n° 2), Alger, 1954, un vol. in-4°, 244 p., 37 fig., 58 phot. 2. J. H. Durand, Étude géologique, hydrologique et pédologique des croûtes en Algérie, Alger, s. d. [1953] (compte rendu par J. Despois, *Annales de Géographie*, LXIII, 1954, p. 59-60).

~~E~~

Elafri, A., Halassi, I., Houhamdi, M., (2016). Diversity patterns and seasonal variation of the waterbird community in Mediterranean wetlands of Northeastern Algeria, *Zoology and Ecology*, 27: 11–18. DOI: 10.1080/21658005.2016.1163865

Etchécopar R.D. et Hüe F., (1964). Les oiseaux du Nord de l'Afrique, de la mer rouge aux Canaries. Ed. Boubée, Paris, 606 p.

Ewins P.J., Weseloh D.V., Groom J.H., Dobos R.Z. & Mineau P., (1994). The diet of Herring Gulls (*Larus argentatus*) during winter and early spring on the lower Great Lakes. *Hydrobiologia* 279/280: 39-55.

~~F~~

Felix J. (1975). Les oiseaux aquatiques. Atra, Prague et marabout S.A., Verviers. 178 p.

Fournier O & Spitz F. (1965) – Etude biométrique des limicoles. I. Ecologie et bionature des barges à queue noire *Limosa limosa* hivernant sur le littoral du sud de la Vendée. *L'Oiseau et R.F.O.* 39: 15-20.

Fournier O. (1969) Recherche sur les barges à queue noire *Limosa limosa* et les combattants *Philomachus pugnax* stationnant en Camargue au printemps 1966. *Nos Oiseaux*. 325. 87-102.

Fouzari, A., Samraoui, F., Alfarhan, A. H. & Samraoui, B. (2015).- Nesting ecology of Ferruginous Duck *Aythya nyroca* in north-eastern Algeria. *African Zoology*, 50 (4), 299-305

Francois, J. (1975). Contribution à la connaissance de l'avifaune de l'Afrique du Nord. *Alauda* 43 : 279-292.

Franck D., (1992). The influences off feeding conditions on food provisioning of chicks in common terns *Sterna hirundo* nesting in the German Wadden Sea. *Ardea* 80: 57-69.

Fry D. & Toone C., (1981). « DDT-induced feminization of gull embryos », *Science*, vol. 213, n o 4510, 1981, p. 922–924.

Furness R. W. & Greenwood J. J. D., (1993). Birds as monitor of environmental changes: Chapman & Hall, London.

Furness R. W. & Camphuysen C. J., (1997). Seabirds as monitors of the marine environment. ICES J. Mar. Sci. 54, 726-737.

~~G~~

Ganirardi M. (1987). Contribution à l'étude de la végétation autour du lac Mellah. Parc national d'El Kala, écologie, cartographie. Mémoire de fin d'étude DES. Univ. Annaba 51 p.

Geroudet, P. (1982). Limicoles, Gangas et Pigeons d'Europe. Vol. I. Delachaux & Niestlé., S.A. ; Perret, D. & Perret, Y. (éds). Neuchâtel (Suisse). 240 p.

Geroudet, P. (1983). Limicoles, Gangas et Pigeons d'Europe. Vol. II. Delachaux & Niestlé., S.A. ; Perret, D. & Perret, Y. (éds). Neuchâtel (Suisse). 260 p.

Geroudet, P. (1999). Les Palmipèdes d'Europe. 4e Edition. Delachaux et Niestlé, Lausanne, Suisse. 510 p.

Gherib, A. & Lazli, A. (2016). Aspects of the breeding ecology of three Rallidae species in northeastern Algeria. Bull. Soc. zool. Fr., 141 (4), 155-169.

Gherib, A. & Lazli A., (2017). Les oiseaux d'eau nicheurs de l'Arboretum du Lac Tonga (Nord-est algérien). Bull. Soc. zool. Fr., 142 (3), 119-142.

Gherib, A. (2018). Contribution à l'étude des oiseaux d'eau nicheurs de l'Arboretum du Lac Tonga (Nord-est algérien). Thèse de doctorat, Univ. Chadli Bendjedid-El Tarf, Algérie, 191 p.

Gherib, A., Lazli, A., Naili, S., Bouchecker, A., Ikhlef, D., Mechaka, N.-I., (2021). Avifauna diversity and phenology in a Ramsar site: Lake Tonga (Northeastern Algeria). Arxius de Miscel·lània Zoològica, 19: 321–344. DOI: 10.32800/amz.2021.19.0321

Gonzalez-Solis J., Ruiz X. & Jover L., (1997). Influence of food availability on interactions between *Larus cachinnans* and *L. audouinii*. Canadian Journal of Zoology, 75: 719-724. i J

Google Earth. Imagery © 2016Cnes/Spot Image, Digital Globe, Land SAT.

Gorman, G. (2000). The birds of the Danube Delta. *Aluda6* (4) : 154-159.

Grimes S. (1994). Contribution à la connaissance des populations de *Cardium glaucum* (Bryguière, 1789), *Loripes lacteus* (Linnaeus, 1758) ; *Brachydontes marioni* (Locard, 1889) du lac El Mellah, Algérie), écologie et dynamique. Thèse de magister, ISMAL., 244pp.

Guelorget O., Ximens M.C., Frisoni G.F., Perthuisot J.P. (1982). Diagnose écologique du lac El Mellah (Algérie) pour l'évaluation de ces potentialités halieutiques et aquacoles. Rapport de mission FAO(PNUD/MEDRAP),130p.

Guelorget O., Frisoni G.F., Ximens M.C., Perthuisot J.P. (1989). Expressions biologiques du confinement dans une lagune méditerranéenne. Le lac El Mellah (Algérie) Rev. Hydrobiol. Trop. 22 (2) : 87-99.

Gimazane J.P., (1982). L'exploitation conchylicole du lac Mellah, (Algérie). Mission FAO/PNUD/MEDRAP/ du 26.06.82 : 37p.

Golemansky, V. (2011). Coccidian parasites (Apicomlexa) of penguins (*Pygoscelis* ssp) from livingston Island and King George Island, the Antarctic

Gory G et André R., (1997). « Prédation du Martinet noir *Apus apus* par le Goéland leucophée *Larus cachinnans* », *Alauda*, Société d'Etudes Ornithologiques de France, vol. 65, n o 2, p. 197-198.

Götmark F. (1984). Food and foraging in five European *Larus* gulls in the breeding season: a comparative review. *Ornis Fennica*, 61: 9-18.

Guerfi, (2019). Types de précipitations torrentielles et leurs relations avec les inondations dans les wilayas de Constantine, Mila et Guelma. Thèse de Master 2 Universit2 des Frères Mentouri –Constantine- 65p.

~~H~~

Hagemeijer, E. J. M. and Blair, M. J. (eds.) (1997). The EBCC atlas of European breeding birds: their distribution and abundance. London: T. and A. D. Poyser.

Hamza A. et Slimani S. (1982). Contribution à l'étude des oiseaux d'eau hivernant dans le lac el mellah (Parc national d'El Kala). Thèse d'ingénieur d'Etat en écologie et environnement "option pathologie des écosystèmes".

Haouli A. (1994). Contribution à l'étude de la biomasse phytoplanctonique en fonction des paramètres physico-chimiques dans les lagunes méditerranéennes : lac Mellah. Thèse de Magister Univ. Annaba.

Haridi A., (1999). Le zooplancton de la lagune Mellah (El-Kala, Algérie). Bilan d'échange avec la mer et incidences écologiques en hiver et au printemps 96- 97. Thèse magister, Océanographie biologique. ISMAL (Alger) : 59p.

Heinzel H., Fitter R. & Parslow J. (2004). Guide Heinzel des oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient. Edition : Delachaux et Niestlé. 384p

Heinzel H ,Tuck G., (1985). Guide des oiseaux de mer,toutes les espèces du monde.310pp.

Houhamdi M., (2002). Ecologie des peuplements aviens du Lac des Oiseaux (Numidie orientale). Thèse de doctorat d'état, Univ. Annaba, 238 pp.

Houhamdi M. & Samraoui B., (2003). Diurnal behaviour of wintering Wigeon *Anas penelope*. in Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Wildfowl*. 54 : 51-62.

HOYT, D.F. (1979). Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs. *Auk*, 96, 73-77.

~~I~~

Il 'Icev V.D. & Zubakin V.A., (1990). Hanbuch der Vögel der Sowjetunion.A. ZiemsenVerlag Wittenberg, Lutherstadt

Isenmann P., (1976). Contribution à l'étude de la biologie de la reproduction et de l'éthoécologie du Goéland railleur, *Larus genei*. *Ardea* 64: 48-61.

Isenmann P. & Goutner V., (1993). Breeding status of the Slender-billed gull (*Larus genei*) in the Mediterranean basin. In Aguilar, J. S., Monbailliu, X., & Paterson, A.M. Status and conservation of seabirds SEO/ Birdlife/ MEDMARAVIS : 65-70.

Isenmann P. & Sadoul N., (1999). Goéland railleur. In Rocamora G. & Yeatman-Berthelot, D., Oiseaux menacés et à surveiller en France. Listes rouges et recherches de priorités. Populations. Tendances. Menaces. Conservation. SEOF / LPO, Paris : 244-245.

Isenmann P, et Moali., (2000). Oiseaux d'Algérie. Soc. Etud. Ornith. France, (S.E.O.F.), Paris, 336 p

Isenmann, P. & Moali, A. (2005). Oiseaux d'Algérie. Paris: Société d'Etudes Ornithologiques de France, Muséum National d'Histoire Naturelle. Paris. 336p.

Isenmann P., Gaultier T., El Hili A., Azafzaf H., Diensi H. et Smart M., (2005). Oiseaux de Tunisie, Birds of Tunisia, S.E.O.F., Paris, 432 p.

~~J~~

Jacob J.P., (1983). Oiseaux de mer de la côte centrale d'Algérie. *Alauda*, 51(1) : 49- 61.

Jacob J.P. et Courbet B., (1980). Oiseaux de mer nicheur de la côte Algérienne. *Le Gerfaut – De Giervalk*, 70 :385-401.

Joleaud L. (1935). Les Sols vertiques, Les veptisols Et les sols tirsifiés de la Tunisie du Nord (1) 451-462 ; 11P

Joleaud L. (1936). Etude géologique de la région de Bône et la Calle. *Bull sem. Carte géol. Algérie. Imp. Typo. Litho. Et cie Alger. 2ème série, strat. N° 12, 185p+ annexes.*

Jonin M., (1990). Les sternes de Bretagne : oiseaux sous haute surveillance. *Penn Ar Bed* 138: 11-15. *Biology*, 32: 603-612.

Jouventin P. & Mouglin J.L., (1981). Les stratégies adaptatives des oiseaux de mer. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 35 : 217-272.

~~K~~

Kadid. Y (1989). Contribution à l'étude de la végétation aquatique du lac Tonga. Ingéniorat d'état en agronomie (INA El Harrach)

Karauz S., Kiraç C. O. & Eken G., (2000). Mediterranean Gull *Larus melanocephalus*, Slender-billed Gull *Larus genei* and Gull-billed Tern *Gelochelidon nilotica* in Turkey. In Yésou P. & Sultana J., Monitoring and conservation of birds, mammals and sea turtles of the Mediterranean and the Black Seas, proceedings of the 5th Medmaravis symposium. Medmaravis & BirdLife Malta, Environment Protection Department, Malta : 106-118.

Kerautret, L., (1967). Observation ornithologique dans le Nord de la Grande Kabylie (Algérie) (Mars 1961- Août 1963). *L'oiseau et R.F.O.* 37 : 221-239.

Konter, A. (2008a). Seasonal evolution of colonial breeding in the Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* : a four years study at Lake Ijssel. *Ardea*, 96 (1), 13-24.

Konter, A. (2008b). Colonial nesting in the Great Crested Grebes *Podiceps cristatus* (L, 1758). Research results from a colony on the Dutch Ijsselmeer in comparison to other studies on colonial nesting in the species. *Ferrantia* 56, Musée national d'histoire naturelle, Luxembourg, 120 p.

Konter, A. (2011). Seasonal patterns of aggressiveness in colonial Great Crested Grebes *Podiceps cristatus*. *Ardea*, 99, 85-92.

~~~L~~~

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

**Lalèyè P.A., (2003).** Fonctionnement et gestion des écosystèmes aquatiques. Communication personnelle. DAGE/FSA. Bénin. 93p.

**Lamotte J & Bourliere A. (1969).** – Problèmes d'écologie: l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres. Ed : Masson. 151p.

**Latraube, F., Trotignon, J., & Bretagnolle, V. (2005).** Biologie de la reproduction de la Guifette moustac *Chlidonias hybridus* en Brenne (France). *Alauda*, 73 (4) : 425-429.

**Latraube F., (2006).** Biologie de la reproduction de la guifette moustac *Chlidonias hybrida* en Brenne. Diplôme de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes (E.P.H.E). Sciences de la vie et de la Terre. Montpellier (France). 103 p.

**Lazli. A (2003).** Contribution à l'étude de deux population de Mésanges Bleues (*Parus caeruleus ultramarinus*) nichant dans deux habitats du Nord-est Algérien : Structure du régime alimentaire et effet de la manipulation des nichées sur les paramètres morphologiques et hématologiques des poussins. 51p Thèse de Magister.

**Lazli. A (2011).** Contribution à la connaissance de l'écologie et de la biologie de reproduction de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* et du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au Lac Tonga. Thèse de Doctorat en Biologie de la Conservation et Eco-Développement. Université A. Mira. Béjaia.

**Lazli, A., Boumezbeur, A., Moali-Grine, N., Moali, A., (2011)a.** Évolution de la population nicheuse de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* sur le lac Tonga (Algérie). *Revue d'Écologie (la Terre et la Vie)*, 66: 173–181.

**Lazli, A., Boumezbeur, A., Perennou, C., Moali, A., (2011)b.** Biologie de la reproduction de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* au lac Tonga (Algérie). *Revue d'Écologie (la Terre et la Vie)*, 66: 255–265.

**Lazli. A, Boumezbeur. A, Moali. A (2012).** Statut et phénologie de la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au lac Tonga (Nord-Est Algérien). *Alauda*. 80 (3), 219-228.

**Lazli, A., Nouari, I., Chater, N., Moali, A., (2014).** Diurnal behaviour of breeding White-headed duck *Oxyura leucocephala* at Lake Tonga, North-east Algeria. *Revue d'Écologie (la Terre et la Vie)*, 69: 131–141.

**Lazli, A., Benmetir, S., Beddiaf, S., Mazni, S., Messai, Z., Iboud, T., (2018).** L'avifaune aquatique hivernante du Lac Oubeira (Nord-est algérien): état actuel et intérêt patrimonial. *Alauda*, 86(2): 95–108.

**Leberre, M. et Rostan, J. C., (1976).** Inventaire de l'avifaune d'une zone de mise en valeur agricole dans le Constantinois. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 66 : 243-270.

**Ledant J.P; Jacob P; Jacob F ; Malher B ; Ochando J & Roché J ; (1981).** Mise à jour de l'avifaune algérienne. *Le Gerfaut* 71 : 295-398

**Lenzi J., Jiménez S., Caballero-Sadi D., Alfaro M., et Laporta P. (2010).** Some aspects of the breeding biology of royal Thalasseus maximus and Cayenne terns *T. sandvicensis eurygnathus* on Isla Verde, Uruguay. *Ornithologia Neotropical* 21: 361-370.

**Loucif et al. (2020).** Ecology Of Avian Settlements In Lake Tonga Northeast Algeria. 25p

**Loughégnon T. O., (2002).** Le rôle de l'habitat dans la diversité de la faune avienne de la zone subéquatoriale du Bénin. Thèse de DEA. FLASH/UAC. Bénin.

~~M~~

**Maazi M-C, Saheb M, Bouzegag A, Seddik S, Nouidjem Y, Bensaci E, Mayache B, Chefrou A & Houhamdi M. (2010).** Ecologie de la reproduction de l'Echasse blanche *Himantopus himantopus* dans la Garaet de Guellif (Hauts plateaux de l'Est algérien). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, 2010, n°32 (2), 101-109.

**Macikumas A., Savazas S. & Jusys V. (2000)** Taille de la population, choix de l'habitat migration et écologie de la reproduction de la Bécassine des marais (*Gallinago gallinago*) et de la Bécassine sourd (*Lymnocyptes minimus*) en Lituanie. *OMPO. Bulletin* 21: 51-60

**Magurran, A.E (2004).** *Measuring Biological Diversity.* Blackwell Publishing, Oxford, 256p.

**Marti R. & del Moral J.C. (2004).** Atlas de las aves reproductoras de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Sociedad Española de Ornitología, Madrid.

**Mecif, F. (2022).** Biologie de la reproduction du grèbe huppé *Podiceps cristatus* au lac Tonga (Nord-est Algérien).

**Mees G.F. (1979).** Distribution et nidification de la Guifette moustac *Chlidonias hybrida* (P), en Europe et en Afrique du Nord. *Zoologische Bijdragen*: 46-51.

**Meininger P.L., Schekkerman H. & Atta G.A.M. , (1993).** Breeding populations of gulls and terns in northern Egypt. *Avocetta*, 17 : 79-80.

**Menasria, B. & Lazli, A. (2017).**- Quelques aspects de la sélection de l'habitat par l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* sur le Lac Tonga. *Alauda*, 85, 283-294.

**Messerer Y. (1999).** Etudes morphométriques et hydrologiques du complexe lacustre d'El Kala (Algérie) cas des lacs El Mellah et Oubeira. Thèse de magister. Université Badji Mokhtar Annaba, 123 pp.

- Metallaoui S (2010).** Ecologie de l'avifaune aquatique hivernante dans Garaet HadjTahar (Numidie occidentale, Nord-Est de l'Algérie). Thèse de doctorat, Univ de Annaba, 200p.
- Metzmacher, M. (1976).** Contribution à l'ornithologie de l'Est Oranais. Bull. Soc. Géogr. et Archeo.Oran : 66-76.
- Michelot J. L. et Laurent L., (1993).** Observations estivales d'oiseaux marins sur les plages Algériennes et Marocaines. Le Bievre, T.13 :109-117.
- Mills D.H., (1979).** Bird predation - current views. In Proceedings of the Institute of Fisheries Management Tenth Annual Study Course. University of Nottingham. London, Janssen Services: 264-71
- Miri Y. (1996).** Etude de la végétation aquatique du lac Oubeira. Magister INA El-Harrach, Alger.
- Moors P.J.; Atkinson, I.A.E., (1984).** Predation on seabirds by introduced animals, and factors affecting its severity., Status and Conservation of the World's Seabirds, Cambridge, ICBP, 1984.
- Morgan N.C. (1982).** An ecological survey of standings water in North west Africa II. Site descriptions for Tunisia and Algeria", Biological conservation, pp. 24-83-113.
- Moulay-Meliani et al., (2011).** Analyse de la chronologie d'occupation de la zone humide de Dayet El Ferd par les oiseaux d'eau. Thèse de magister. Univ.Tlemcen. 119 p + annexes.
- Moulai R. (2006).** Bioécologie de l'avifaune terrestre et marine du Parc National de Gouraya (Béjaia), cas particulier du Goéland leucophée, *Larus michahellis* Naumann, 1840. Thèse de Doctorat d'État, Inst. nati. agro., El-Harrach, 185 p.
- Moulai R, Doumandji S, Sadoul N., (2008).** Impact des décharges d'ordures ménagères sur le régime alimentaire du Goéland leucophée *LARUS MICHAHELLIS* dans la région de Béjaia (Algérie) Dans la Revue d'écologie, vol. 63, n°3, pp. 239-250. ISSN 0249-7395.
- Muzinic J. et Delic A. (1997).** Nesting biology of whiskered tern *Chlidonias hybridus* in Croatia. *Avocetta* 21: 165-168.

~~O~~

- Ochando, B., Jacobs, P., (1978).** Recensement hivernal, Algérie 1978. Roneotyped report, INA, Algiers.
- Ojanen M., Orell M. et Väisänen R. A. (1978).** Egg and clutch sizes in four passerine species in northern Finland. *Ornis Fennica* 55: 60-68.
- Ojanen M., (1983).** Significance of variation in egg traits in birds, with special reference to passerines. *Séries a scientiae rerum naturalium* n° 154. *Biologica* n° 20 *Acta universitatis Oulu* 154 A, *Biol.* 20: 1-61.
- Oro D. and Martinez-Vilalta A., (2000).** Factors affecting kleptoparasitism and predation rates upon colony of Audouin's Gull (*Larus audouinii*) by Yellow-legged Gulls (*Larus cachinnans*) in Spain. *Colonial Waterbirds* 17 (1) : 35 – 41.

**Ozenda P. (1982).** Les végétaux dans la biosphère .Ed .Doin .Paris.431p.

~~P~~

**Paillisson J. M., (2006).** Etude de la biométrie des œufs de Guifette moustac au Lac de Grand-Lieu Univ. de Renne I. 9 p.

**Pierotti R. & Annett C.A., (1991).** Diet choice in the Herring Gull: constraints imposed by reproductive and ecological factors. *Ecology*, 72: 319-328.

**Piersma, T. ; Beintema, A.J. ; Davidson, N.C. ; Munster, O.A.G. & Pinkowski, M.W. (1987).** - Wader migration systems in the East Atlantic. *Wader Study Group Bull.* 49, Suppl. / IWRB Spec. Publ. 7 : 35-56.

**Pons J.M. & Migot P., (1995).** Life-history strategy of the Herring gull: changes in survival and fecundity in a population subjected to various feeding conditions. *Journal of Animal Ecology*, 64: 592-599.

~~Q~~

**Qninba, A. ; Dakki, M. ; El Agbani, M.A. ; Benhoussa, A. & Thevenot, M. (1999).** Hivernage au Maroc des Gravelots et Pluviers (Aves, Charadrii, Charadriinae) et identification des sites d'importance internationale. *Alauda*, 67 (3) : 161-172.

~~R~~

**Ramade, F. (2003).** Elément d'écologie : écologie fondamentale .Edition : Dudnod, Paris .690p.

**Refes W. (1994).** Contribution à la connaissance de la population de *Ruditapes decussatus* (Linnaeus 1758) du lac Mellah (Algérie) écologie et reproduction, dynamique de la reproduction et exploitation. Thèse de Magister, ISMAL, 197pp.

**Renevey, B. (1989).** Écologie de la reproduction du Grèbe Huppé, *Podiceps cristatus*, sur la rive sud-est du lac de Neuchâtel. *Alauda*, 57, 92-107.

**Rétima A. (1999).** Incidences des échanges hydrologiques, chimiques, biochimiques et phytoplanctoniques sur la fertilité de la lagune Mellah et du littoral voisin (El-Kala, Algérie), selon le régime de la marée dix ans après l'aménagement du chenal de communication. Thèse Magister en écologie et environnement. Univ. Annaba: 87p

**Richarz K. & Puchta A. (2011).** 420 espèces « Oiseaux ». Guides Nature. Edition : Ulmer. Paris. 384p.

**Rizi H. 1994.** Caractérisation de l'écologie de reproduction de la Guifette moustac *Chlidonias hybrida* (Pallas), dans le Parc National d'El Kala (Wilaya d'El Tarf). Ingénieur d'état, Université de Annaba.

**Rouag, R. (1999).** Inventaire et écologie des reptiles et amphibiens du Parc National d'El kala (Nord –Est Algérien ). Thèse de Magister . Université de Annaba. 79 p.

**Rudenko, A.G.,(1996).** Present status of gulls and terns nesting in the Black Sea Biosphere Reserve. *Colonial Waterbirds*, 19 (Special publication) : 41-45.

~~S~~

**Saheb M. (2009).** L'écologie de la reproductive de l'Echasse blanche *Himantopus himantopus* et de l'Avocette élégante *Recurvirostra avosita* dans les hautes plaines de l'Est algérien. Thèse de Doctorat. Univ Badji Mokhtar, Annaba. 178p.

**Samraoui B. & De Bélair G, (1997).** The Guerbes-Senhadja Wetlands : Part 1, Overview. *Ecology* 28: 233-250.

**Samraoui B. & De Bélair G, (1998).** Les zones humides de la Numidie orientale : Bilan des connaissances et perspectives de gestion. Synthèse (Numéro spécial). 4 : 90pp.

**Samraoui B. et Samraoui F. (2008).** An ornithological survey of the wetlands of Algeria: Important Bird Areas, Ramsar sites and threatened species. *Wildfowl*, 58, 71-96.

**Samraoui F, Alfarhan A. H, Al-Rasheid K. A. S, & Samraoui B. (2011).** "An Appraisal of the Status and Distribution of Waterbirds of Algeria: Indicators of Global Changes?" *Ardeola* 58: 137-163.

**Sarrocchio, S. (1986).** Alcuni dati sulla biologia riproduttiva dello svasso maggiore, *Podiceps cristatus*, in due bacini dell'Italia central, Laghi reatini (Rieti). *Rivista Italiana di Ornitologia*, 56, 197-202.

**Seddik S, Maazi M-C, Hafid H, Saheb M, Mayache B, Mettalaoui S & Houhamdi M. (2010).** – Statut et écologie des peuplements de Laro-limicoles et d'Echassiers dans le Lac de Timerganine (Oum El-Bouaghi, Algérie). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, 2010, n°32 (2), 111-118.

**Seddik S. (2011).** Inventaire et écologie des peuplements de Laro-limicoles et d'Echassiers dans les zones humides des hautes plaines de l'Est algérien. Thèse de Doctorat, Université d'Annaba. 73p.

**Sehhatisabet M. E. et Nezami B., (2007).** Preliminary Survey of Breeding Whiskered Tern *Chlidonias hybrida* at Selkeh Wildlife Refuge, Anzali wetland, Southwest Caspian Sea: *Podoces* 2 (1): 72-76.

**Shannon – Weaver, (1949).** Indice de mesure de la structure globale d'un peuplement.

**Shealer D.A., Buzzell, J.M. et Heiar J.P. (2006).** Effect of floating nest platforms on the breeding performance of Black Terns. *J. Field Ornithol.* 77(2) :184-194.

**Sibley, C.G. & Monroe, B.L. (1990).** Distribution and taxonomy of birds of the world. Yale University, New-Haven. 1111 pp.

**Siokhin V. D., (2000).** Numbers and distribution of breeding waterbirds in the wetlands of Azov-Black Sea Region of Ukraine. *Wetlands International, Kiev.* 475.

**SOLTANI & al (2023).** Contribution à l'étude de l'effet de la téléphonie cellulaire sur les souches bactériennes. Université de Guelma.

**Staav, R., (1998).** Longevity of birds ringed in Europe. *Euring Newsletter* 2 : 9-18.

## ~~T~~

**Tamisier A. & Dehorter O. (1999).** Camargue: Canard et Foulques. Fonctionnement d'un prestigieux quartier d'hiver. Centre Ornithologique du Gard. Nimes. 369p.

**Telailia, S., Boutabia, L., Dhaya El-Hak Khemis, M., Elafri, A., Djebbari, N., (2017).** Multiannual and seasonal patterns of waterbird assemblages in a mediterranean and coastal lagoon (El Mellah Lagoon) of Northeastern Algeria. *Ekologia (Bratislava)*, 36: 146–157. DOI: 10.1515/eko-2017-0013

**Thévenot, M. & Bergier, P. (2004).** Les observations d'espèces néarctiques au Maroc. Données détaillées. *GoSouth Bull.* 2 : 1-10.

**Thibault, J. C., Zotier, R., Guyot, I. et Bretagnolle, V., (1996).** Recent trends in breeding marine birds of the Mediteranean region with special reference to Corsica. *Colonial Waterbirds* 19 : 31-40.

**Thomas G.J., (1972).** A review of gull damage and management methods at nature reserves. *Biological Conservation*, 4: 117-127.

**Tinarelli, A. (1992).** Waterfowl populations estimate, 2e ed., W.I. publ.44.

**Toubal-Boumaza O. (1986)** - Phytoécologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux du massif de l'Edough (Algérie nord orientale). Cartographie au 1/25000. Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle, Université de Grenoble, 111 p.

**Trotignon J. Williams T. et Hemery G. (1989).** La reproduction de la guifette moustac en Brenne (Indre). S.R.E.T.I.E. Secrétariat d'état à l'environnement. 13 p.

**Trotignon, J., Williams, T & Hemery, G. (1996).** Reproduction et dynamique des colonies de la population de Guifette moustac (*Chlidonias hybrida*) en Brenne *Alauda*, 62 (3) : 89-104.

**Tucker, G. M. and Heath, M. F. (1994).** Birds in Europe: their conservation status. Cambridge, U.K.: BirdLife International.

## ~~U~~

**UICN (2006).** IUCN Red list of Threatened Species, Downloaded from [www.redlist.org](http://www.redlist.org)

**Ulenaers, P. & Dhondt, A.A. (1991).** Phenology, habitat choice and reproduction of the Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* L., on a fishfarm. *Ardea*, 79, 395-408.

**Ulfvens, J. (1988).** Nest characteristics and nest survival in the Horned Grebe *Podiceps auritus* and Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* in a Finnish archipelago. *Annales Zoologici Fennici*, 25, 293-298.

## ~~V~~

**Vincent T et, Guiguen C., (1989).** « Prédation sur des pigeons domestiques *Columba livia* par des goélands, *Larus argentatus* et *Larus cachinnans*, et conséquences éventuelles pour la pathologie humaine », *Nos Oiseaux*, vol. 40, p. 129-140

**Vogrin, M. (1999).** Breeding ecology of Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* in northeastern Slovenia. *Ornis Hungarica*, 8 (9), 27-32.

**Vogrin, M. (2001).** Breeding of Little Grebe *Tachybaptus ruficollis* and Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* on Race Ponds in Northern Slovenia (Central Europe) – A 13-years study. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4 (3), 241-243.

**Vogrin, M. (2002).** Breeding success of Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* on fishponds. *Ornis Svecica*, 12, 203-210.

**Voous, K.H. (1973).** List of recent Holarctic bird species. Non Passerines. *Ibis*, 115 : 612- 638.

~~W~~

**Weimerskirch H. (2002).** Seabird demography and its relationship with the marine. In *Biology of Marine Birds* (ed. E. A. Schreiber, & Burger, J.), pp. 722. Boca Raton: CRC Press.

~~Y~~

**Yodzis P., (1998).** Local trophodynamics and the interaction of marine mammals and fisheries in the Benguela ecosystem. *J. An. Ecol.*67.

**Yodzis P., (2001).** Must top predators be culled for the sake of fisheries *TREE* 16, 78-84.

~~Z~~

**Zaïme, A. & Gautier, J.Y. (1989).** Comparaison des régimes alimentaires de trois espèces sympatriques de Gerbillidae en milieu saharien au Maroc. *Rev. Ecol. Terre et Vie*, 4: 153-163.

**Ziane. N (1998).** Le peuplement d'Anatidés hivernants dans la région d'El-Kala chronologie d'hivernage et rythme d'activité. Thèse de Magister. Univ. Annaba. 103p.

**Zitouni. A (2014).** Écologie de la reproduction de la Foulque macroule (*Fulica atra*) dans le Lac Tonga (Parc National d'El-Kala). Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar. Annaba (Algérie). 79 p.



*ANNEXES*



*Articles*

## Article 1 :

**Nebbache M.,** Lazli A., Boucheker A. (2023) : An ecological survey of Larolimicolae in Northeastern Algeria. *Arxius de Miscel·lània Zoològica*, 21: 261–274. DOI: <https://doi.org/10.32800/amz.2023.21.0261>

# An ecological survey of Laro–limicolae in Northeastern Algeria

M. Nebbache, A. Lazli, A. Boucheker

Nebbache, M., Lazli, A., Boucheker, A., 2023. An ecological survey of Laro–limicolae in Northeastern Algeria. *Arxius de Miscel·lània Zoològica*, 21: 261–274. DOI: <https://doi.org/10.32800/amz.2023.21.0261>

## Abstract

*An ecological survey of Laro–limicolae in Northeastern Algeria.* We conducted an inventory and characterization of Laro–limicolae settlement at three Ramsar sites located in Eastern Numidia (Lake Tonga, Lake Oubeira and El Mellah Lagoon) between 2014 and 2016. We identified 27 species belonging to six families, dominated by Scolopacidae (10 sp.) and Laridae (9 sp.) followed by Charadriidae (4 sp.), Recurvirostridae (2 sp.) and for Glareolidae and Haematopodidae families (1 sp.) Inventoried species exhibited different phenological status: resident (26%), wintering (44%), migratory breeders (19%) and wintering/breeding (11%). Population analysis showed the presence of protected species such as black-tailed godwit and Northern lapwing. Bird counts showed monthly variations in total abundance and richness, peaking during winter. Highest numbers were recorded in January and lowest numbers in August. Analysis of diversity and equitability indices indicated that maximum values ( $H' = 3.01$  and  $E = 0.94$ ) were noted at El Mellah Lagoon in November and at Lake Oubeira in June. Our study provides recent and unpublished data on a group of birds that are little-documented for North Africa, particularly for Algeria. Our findings open the way for further, more detailed work on the subject, and may serve to develop action plans for the management and conservation of these bird populations and their habitats.

Data published through GBIF (DOI: [10.15470/tehczyv](https://doi.org/10.15470/tehczyv))

Key words: Laro–limicolae, Eastern Numidia, Inventory, Count, Ecological indices

## Resumen

*Estudio ecológico de aves larolimícolas en el noreste de Argelia.* Entre 2014 y 2016 realizamos el inventario y caracterización del asentamiento de aves larolimícolas en tres sitios Ramsar ubicados en Numidia oriental (lago Tonga, lago Oubeira y laguna El Mellah). Identificamos 27 especies pertenecientes a seis familias dominadas por Scolopacidae (10 especies) y Laridae (9 especies), seguidas de Charadriidae (4 especies), Recurvirostridae (2 especies), Glareolidae (1 especie) y Haematopodidae (1 especie). Las especies inventariadas mostraron diferentes estados fenológicos: residentes (26%), invernantes (44%), criadores migratorios (19%) e invernantes/reproductores (11%). El análisis poblacional reveló la presencia de

especies protegidas como la aguja colinegra y la avefría europea. Los recuentos de aves presentaron variaciones mensuales en la abundancia y riqueza totales, alcanzando su punto máximo durante el invierno. Las cifras más altas se registraron en enero y las más bajas en agosto. El análisis de los índices de diversidad y equidad indicó que los valores máximos ( $H' = 3,01$  y  $E = 0,94$ ) se registraron en la laguna El Mellah, en noviembre, y en el lago Oubeira, en junio, respectivamente. Nuestro estudio aporta datos recientes e inéditos sobre un grupo de aves que sigue estando muy poco o nada documentado en el norte de África y particularmente en Argelia. Abre el camino para un trabajo posterior y más detallado sobre el tema que servirá para desarrollar planes de acción para la gestión y conservación de estas poblaciones de aves y sus hábitats.

Datos publicados en GBIF (DOI: [10.15470/tehczy](https://doi.org/10.15470/tehczy))

Palabras clave: Larolimícolas, Numidia oriental, Inventario, Recuento, Índices ecológicos

### Resum

*Estudi ecològic d'ocells larolimícoles al nord-est d'Algèria.* Entre 2014 i 2016 vam portar a terme l'inventari i caracterització de l'assentament d'ocells larolimícoles en tres llocs Ramsar situats a la Numídia oriental (llac Tonga, llac Oubeira i llacuna El Mellah). Hi vam identificar 27 espècies pertanyents a sis famílies dominades per Scolopacidae (10 espècies) i Laridae (9 espècies), seguides de Charadriidae (4 espècies), Recurvirostridae (2 espècies), Glareolidae (1 espècie) i Haematopodidae (1 espècie). Les espècies inventariades van mostrar diferents estats fenològics: residents (26%), hivernants (44%), reproductors migratoris (19%) i hivernants/reproductors (11%). L'anàlisi poblacional va revelar la presència d'espècies protegides com ara el tètol cuanegra i la fredeluga europea. Els recomptes d'ocells van presentar variacions mensuals en l'abundància i la riquesa totals, amb un màxim durant l'hivern. Les xifres més altes es van registrar al gener i les més baixes a l'agost. L'anàlisi dels índexs de diversitat i equitat va indicar que els valors màxims ( $H' = 3,01$  i  $E = 0,94$ ) es van registrar a la llacuna El Mellah, al novembre i al llac Oubeira, al juny, respectivament. El nostre estudi aporta dades recents i inèdites sobre un grup d'ocells que continua estant molt poc o gens documentat al nord d'Àfrica i particularment a Algèria. Obre el camí per a un treball posterior i més detallat sobre la matèria que servirà per desenvolupar plans d'acció per a la gestió i conservació d'aquestes poblacions d'ocells i els seus hàbitats.

Dades publicades a GBIF (DOI: [10.15470/tehczy](https://doi.org/10.15470/tehczy))

Paraules clau: Larolimícoles, Númidia oriental, Inventario, Recompte, Índexs ecològics

*Received: 22/08/2022; Conditional acceptance: 13/02/2023; Final acceptance: 18/10/2023*

*Madjid Nebbache, Department of Agricultural Sciences, Faculty of Natural and Life Sciences, Chadli Bendjedid University, BP 73, 36000 El Tarf, Algeria.– Amel Lazli, Laboratory of Environmental Sciences and Agro-Ecology, Chadli Bendjedid University, Algeria.– Abdennour Bouchecker, Badji Mokhtar Annaba University, Faculty of sciences, Laboratory of Wetland Conservation, Department of Biology, University 8 May 1945, Guelma, Algeria.*

Corresponding author: Abdennour Bouchecker. E-mail: [babdenmour2007@yahoo.fr](mailto:babdenmour2007@yahoo.fr)

ORCID ID: A. Lazli: 0000-0001-9929-7198; A. Bouchecker: 0000-0001-9433-9934

## Introduction

Mediterranean coast wetlands constitute outstanding hotspots for numerous taxa in this region and are one of the richest places in the world in terms of waterbirds (Cuttelod et al., 2008). Each spring and autumn, billions of birds migrate between wintering and breeding grounds along well-established routes known as flyways (Barnagaud et al., 2019). Situated on the western Palearctic–African flyway, Eastern Numidia wetlands (North–East Algeria) play a very important role for many species of birds. During migration, the Eastern Numidia are the most important stopover sites for birds in Algeria (Samraoui and Samraoui, 2008). Migratory birds (particularly Charadriidae, Scolopacidae, Laridae and several other families (hereafter, Laro–limicolae) are strict invertibrates or piscivores, and thus occupy a top–position in trophic networks, making them an important component of the dynamics of the wetland, and they are considered an efficient indicator of their ecological integrity (Burger, 1984; Boere et al., 2006; Amat and Green, 2010). Laro–limicolae occur on nearly every shoreline of the world and many other biotopes, with the exception of Antarctica (Cramp and Simmons, 1977). They are attractive birds, of economic and ecological importance, and accordingly, they are well–studied in some parts of the world (Stroud et al., 2006). Despite the protective measures that have been instituted around the world, most populations of Laro–limicolae show a declining trend (Boere et al., 2006). The reasons for such decline are diverse but are generally caused by loss of habitat or degradation (Zöckler et al., 2003). In Algeria, Laro–limicolae have benefited from the following two protective measures: (i) Decree 83–509, 20 August 1983, which covers protected non–domestic animal species; and (ii) Decree No. 12–235, 24 May 2012, that establishes a list of protected, non–domestic animal species. Nevertheless, the role of wetlands as Laro–limicolae diversity reservoirs remains relatively poorly known in this areas despite the studies carried out in the region to date (Heim de Balsac and Mayaud, 1962; Le Fur, 1975; Ledant et al., 1981; Boucheker et al., 2009), and information about Laro–limicolae phenology and richness in Eastern Numidia is scant, with the exception of a few studies describing waterbirds wintering and breeding patterns (e.g., Saheb et al., 2009; Maazi et al., 2010; Bourafa et al., 2018; Lazli et al., 2018; Bediaf et al., 2020; Loucif et al., 2020; Gherib et al., 2021).

Our study is the first to show the structure and migration phenology of Laro–limicolae in the North–Eastern Algerian wetlands, particularly in three Ramsar sites in the El Kala National Park. This study thus provides a new Laro–limicolae assessment of these sites. We aimed to increase our knowledge of Laro–limicolae migration in these poorly known North–African areas and to monitor abundances and species distribution in these sites. This is the first study to monitor and evaluate Laro–limicolae diversity in the El Kala National Park sites over two consecutive years, and may serve as a scientific baseline for the sustainable management and conservation of these wetlands.

## Material and methods

### Study area

The study was carried out at three Ramsar wetlands in the El Kala National Park, located in the extreme north eastern Algeria (fig. 1):

(1) Lake Tonga (36° 51' N 8° 29' E), a large shallow exorheic lake with an area of 2,700 ha and an average depth of 1 m. It is fed by three tributaries: the El Hout wadi from the southeast, the El Eurg wadi from the east, and the Messida Channel from the north (fig. 1). Due to the richness and diversity of its habitats, it is a renowned wintering and breeding site for a multitude of waterbird species, some of which are rare and declining in range, such as the white–headed duck *Oxyura leucocephala* and the marbled teal *Marmaronetta angustirostris* (Boumezbeur, 1993; Lazli et al., 2011a, 2011b, 2012; Menasria and Lazli, 2017; Mecif et al., 2020; Gherib et al., 2021).

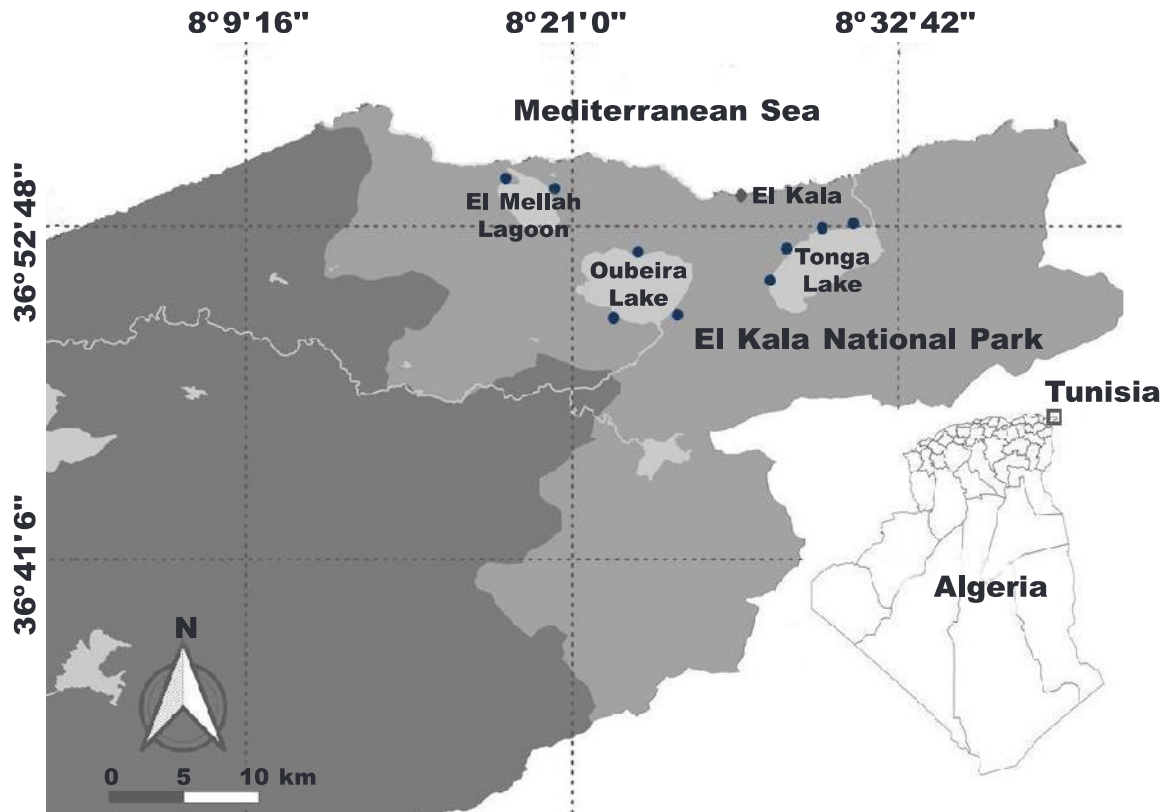


Fig. 1. Location of the study sites in Eastern Numidia (Northeast Algeria). Dots indicate the observation points.

Fig. 1. Localización de los lugares de estudio en Numidia oriental (noreste de Argelia) con los diferentes puntos de observación.

(2) Lake Oubeira ( $36^{\circ} 50' N$   $8^{\circ} 23' E$ ), an endorheic freshwater lake with an area of 2,200 ha and an average depth of 2.15 m (fig. 1). With a typical spatial organisation of belt vegetation, it is considered a wintering and nesting site, hosting numerous species, such as the greylag goose *Anser anser*, the great cormorant *Phalacrocorax carbo* and several shorebird species, such as the pied avocet *Recurvirostra avosetta*, the black-winged stilt *Himantopus himantopus*, the little ringed plover *Charadrius dubius* and the Eurasian bittern *Botaurus stellaris* (DGF, 2002; Lazli et al., 2018).

(3) El Mellah Lagoon ( $36^{\circ} 53' N$   $8^{\circ} 19' E$ ), the only lagoon on the Algeria coast, connected to the sea by a 900 meter channel. It has a surface area of 860 ha and is ranked fifth largest among the 14 North African lagoons (Baba Ahmed, 2008). This lagoon is not only fueled by marine waters, which are partly responsible for its brackish nature, but also by the gentle waters of two wadis: R'guibet and Boularoug (fig. 1).

#### Inventory and count of waterbirds

To assess richness and abundance of Laró-limicolae species in the three Ramsar sites we made bi-weekly visits from September to August 2014–2015 and from September to August 2015–2016. We conducted a total of 192 counts. At each visit, the sites were systematically covered, following a course chosen in advance (fig. 1). Censuses of avian populations were carried out from various points to allow the most exhaustive count of species and their num-

bers. Observations of Laro–limicolae were made from 8:00 h to 16:00 h using a telescope (Kowa™ 20 x 60). Because we were able to count the birds at short range it was easy to determine the exact number of birds and their species using the scanning sampling protocol.

#### Analysis of avian population structure

Laro–limicolae phenology and ecology were measured using the following ecological indices: (1) total abundance, that is, the total number of birds that visited site on a given day; (2) specific richness, that is, the number of species observed at a given visit; (3) the Shannon–Weaver diversity index, that is a way to measure the diversity of a species in a community, this index was calculated according to the formula:

$$H' = \sum P_i \ln P_i$$

where  $P_i$  is the proportion of each specie in the sample, and (4) equitability index, is a way to measure the evenness of species in a community, this index is calculated as:

$$E = H'/\ln(S)$$

where  $S$  is the total number of unique species and when  $E$  is close to 1 (the diversity observed reflects an abundance distribution close to equilibrium (Shannon and Weaver, 1949; Legendre and Legendre, 1979).

Phenological status observed: (1) resident, observed throughout the year; (2) wintering, observed only in the winter; (3) migratory breeders, observed only in breeding season; and (4) wintering/breeding, observed during winter and breeding season.

#### Statistical data analysis

To perform comparisons between years we used a  $\chi^2$  test and a multivariate factor analysis (CFA). Statistical analyses were applied using R–version software. 4.3.1 (R Core Team, 2023).

## Results

### Laro–limicolae population comparison in eastern Numidia

During the study period, six families and twenty–seven Laro–limicolae species were reported (table 1 and dataset published through GBIF with DOI: [10.15470/tehczy](https://doi.org/10.15470/tehczy)). The most species rich families were Scolopacidae (ten species) and Laridae (nine species), followed by Charadriidae (four species), Recurvirostridae (two species) and four Glariolidae and Haematopodidae families (one species) (table 1). The comparison of species family during the two years showed a highly significant difference ( $\chi^2 = 65.84$ ,  $df = 5$ ,  $p < 0.0001$ ).

Regarding ecological status of birds at the three study sites, the species monitored exhibited different phenological status: residents, wintering, migratory breeders and wintering/breeding (table 1; fig. 2). Wintering birds accounted for over 44 % of the species surveyed and residents accounted for 26 %. Approximately 19 % of the species were reported as migratory breeders and 11 % as wintering/breeding (fig. 2).

Four of the species recorded are listed on the IUCN Red List (Birdlife International, 2017a, 2017b, 2017c, 2019), representing almost 15 % of the settlement richness (table 1). Those protected by Algerian legislation, such as *Recurvirostra avosetta*, *Numenius arquata* and *Ichthyaetus andouinii*, account for over 22 % of the richness.

Table 1. Larolimicolae frequenting studied sites in both years (2014–2015 and 2015–2016): x, mean, x±SD (min–max) (SD, standard deviation; min, minimum; max, maximum); FCS, Frochot constancy status (CS, constant status, > 50% of observations; AS, accessory status, between 25 to 50% of observations). PS, phenology status (R, resident; W, wintering; MB, migratory breeder; WB, wintering/breeding). IUCN, IUCN conservation status (LC, least concern; NT, near threatened (IUCN, 2022)).

Table 1. Larolimicolae que frequentaron los sitios estudiados durante los dos años (2014–2015 y 2015–2016). x, media x±SD (mín–máx) (SD, desviación estándar; mín, mínimo; máx, máximo); FCS, estado de constancia de Frochot (CS, estado constante, > 50% de las observaciones; AS, estado accesorio, entre 25 y 50% de las observaciones); PS, estado fenológico (R, residente; W, invernante; MB, reproductor migratorio; WB, invernante/reproductor); IUCN, estado de conservación de la UICN (LC, preocupación menor; NT, casi amenazado (IUCN, 2022)).

|                                    | El Mellah Lagoon |                  |                | Tonga Lake        |                   |                | Oubeira Lake    |                 |                | PS | IUCN |    |
|------------------------------------|------------------|------------------|----------------|-------------------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----|------|----|
|                                    | Year 2014–2015   |                  | Year 2015–2016 | Year 2014–2015    |                   | Year 2015–2016 | Year 2014–2015  |                 | Year 2015–2016 |    |      |    |
|                                    | Year 2014–2015   | Year 2014–2015   | Year 2015–2016 | Year 2014–2015    | Year 2014–2015    | Year 2015–2016 | Year 2014–2015  | Year 2014–2015  | Year 2015–2016 |    |      |    |
| Glareolidae                        |                  |                  |                |                   |                   |                |                 |                 |                |    |      |    |
| <i>Glareola pratincola</i>         | 4±7 (1–28)       | 4±6 (1–20)       | –              | –                 | –                 | –              | 3±5 (1–19)      | 3±4 (1–15)      | –              | AS | W    | NT |
| Haematopodidae                     |                  |                  |                |                   |                   |                |                 |                 |                |    |      |    |
| <i>Haematopus ostralegus</i>       | 73±110 (8–344)   | 76±117 (7–393)   | –              | 62±100 (4–302)    | 50±79 (1–263)     | –              | 32±45 (4–154)   | 53±83 (1–303)   | –              | CS | W    | LC |
| Recurvirostridae                   |                  |                  |                |                   |                   |                |                 |                 |                |    |      |    |
| <i>Recurvirostra avosetta</i>      | 87±121 (1–344)   | 92±133 (1–396)   | –              | 88±123 (1–370)    | 14±23 (1–77)      | –              | 41±62 (1–204)   | 78±115 (1–343)  | –              | CS | R    | LC |
| <i>Himantopus himantopus</i>       | 135±117 (15–379) | 139±129 (17–445) | –              | 83±120 (1–358)    | 64±103 (1–347)    | –              | 54±74 (1–220)   | 68±110 (1–365)  | –              | CS | R    | LC |
| Scolopacidae                       |                  |                  |                |                   |                   |                |                 |                 |                |    |      |    |
| <i>Limosa limosa</i>               | –                | –                | –              | 56±79 (4–234)     | 42±64 (1–224)     | –              | 23±35 (3–122)   | 51±79 (1–279)   | –              | CS | W    | NT |
| <i>Calidris alba</i>               | 62±97 (3–294)    | 63±102 (3–342)   | –              | 57±85 (4–262)     | 50±78 (275)       | –              | 32±48 (4–178)   | 50±82 (2–268)   | –              | CS | W    | LC |
| <i>Calidris alpina</i>             | 38±63 (1–224)    | 40±60 (1–205)    | –              | 51±76 (5–232)     | 41±62 (1–223)     | –              | 39±68 (1–240)   | 37±56 (1–197)   | –              | CS | W    | LC |
| <i>Calidris minuta</i>             | 47±81 (2–268)    | 46±75 (1–236)    | –              | 57±87 (4–261)     | 47±71 (1–226)     | –              | 41±67 (1–234)   | 46±76 (1–249)   | –              | CS | R    | LC |
| <i>Tringa nebularia</i>            | 54±89 (1–248)    | 56±87 (1–302)    | –              | 74±106 (1–323)    | 61±90 (1–278)     | –              | 54±85 (1–255)   | 62±93 (1–317)   | –              | CS | W    | LC |
| <i>Tringa erythropus</i>           | 35±65 (2–238)    | 34±58 (2–201)    | –              | 42±66 (3–200)     | 38±61 (1–205)     | –              | 35±64 (2–245)   | 37±60 (1–202)   | –              | CS | R    | LC |
| <i>Actitis hypoleucos</i>          | 44±71 (1–237)    | 51±81 (1–297)    | –              | 55±86 (1–260)     | 52±81 (1–265)     | –              | 42±67 (4–251)   | 52±83 (1–310)   | –              | CS | W    | LC |
| <i>Tringa totanus</i>              | 45±73 (4–256)    | 55±87 (1–313)    | –              | 50±75 (1–225)     | 50±79 (3–254)     | –              | 38±66 (1–243)   | 51±81 (1–297)   | –              | CS | R    | LC |
| <i>Gallinago gallinago</i>         | 83±112 (1–344)   | 81±112 (1–360)   | –              | 41±50 (5–176)     | 71±102 (1–342)    | –              | 67±92 (1–326)   | 73±104 (1–359)  | –              | CS | MB   | LC |
| <i>Numenius arquata</i>            | 35±59 (2–202)    | 39±60 (5–193)    | –              | 37±53 (6–156)     | 32±51 (1–179)     | –              | 29±49 (3–165)   | 33±53 (1–174)   | –              | CS | W    | NT |
| Charadriidae                       |                  |                  |                |                   |                   |                |                 |                 |                |    |      |    |
| <i>Charadrius dubius</i>           | 23±35 (5–115)    | 24±35 (1–120)    | –              | 23±35 (1–103)     | 18±28 (1–88)      | –              | 17±33 (1–129)   | 17±28 (1–93)    | –              | CS | W/B  | LC |
| <i>Charadrius hiaticula</i>        | 19±29 (4–95)     | 25±39 (1–127)    | –              | 12±19 (3–59)      | 20±31 (1–97)      | –              | 19±34 (2–128)   | 19±30 (1–94)    | –              | CS | W/B  | LC |
| <i>Charadrius alexandrinus</i>     | 14±20 (2–68)     | 13±19 (1–72)     | –              | 13±20 (1–60)      | 11±18 (1–62)      | –              | 8±14 (2–51)     | 10±17 (1–63)    | –              | CS | W/B  | LC |
| <i>Vanellus vanellus</i>           | 77±102 (1–333)   | 97±128 (1–406)   | –              | 157±254 (2–776)   | 135±212 (1–728)   | –              | 128±204 (5–745) | 138±217 (2–764) | –              | CS | W    | NT |
| Laridae                            |                  |                  |                |                   |                   |                |                 |                 |                |    |      |    |
| <i>Larus michahellis</i>           | 47±66 (1–232)    | 57±44 (8–158)    | –              | 35±46 (1–137)     | 33±34 (3–121)     | –              | 38±37 (3–155)   | 32±38 (3–123)   | –              | CS | R    | LC |
| <i>Larus fuscus</i>                | 11±17 (1–58)     | 7±10 (1–34)      | –              | 3±5 (1–15)        | 3±5 (1–20)        | –              | 4±5 (1–23)      | 6±7 (1–31)      | –              | CS | W    | LC |
| <i>Chroicocephalus genei</i>       | 22±31 (2–114)    | 23±24 (3–87)     | –              | –                 | –                 | –              | 7±6 (1–25)      | 6±5 (1–16)      | –              | CS | MB   | LC |
| <i>Ichthyaeetus audouinii</i>      | 8±10 (1–33)      | 7±9 (1–29)       | –              | –                 | –                 | –              | –               | –               | –              | AS | W    | LC |
| <i>Chroicocephalus ridibundus</i>  | 181±210 (17–793) | 186±199 (18–745) | –              | 97±121 (1–385)    | 101±158 (1–550)   | –              | 45±195 (4–788)  | 134±212 (4–764) | –              | CS | MB   | LC |
| <i>Ichthyaeetus melanocephalus</i> | 16±14 (2–46)     | 18±19 (2–64)     | –              | –                 | –                 | –              | –               | –               | –              | AS | W    | LC |
| <i>Thalasseus sandvicensis</i>     | 30±34 (5–120)    | 29±29 (2–115)    | –              | –                 | –                 | –              | 20±20 (4–65)    | 20±25 (3–92)    | –              | CS | W    | LC |
| <i>Sterna hirundo</i>              | 43±52 (2–197)    | 37±39 (6–149)    | –              | 13±26 (1–80)      | 23±21 (3–73)      | –              | 20±20 (3–63)    | 8±23 (2–84)     | –              | CS | MB   | LC |
| <i>Chlidonias hybrida</i>          | –                | –                | –              | 325±686 (31–3020) | 302±598 (14–2395) | –              | 7±15 (1–61)     | 12±21 (1–69)    | –              | AS | R    | LC |

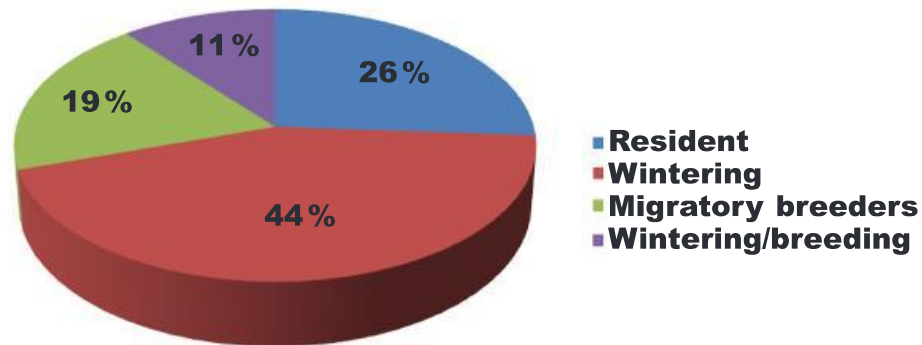


Fig. 2. Phenological status of Larolimicolae species observed at the study sites.

Fig. 2. Estatus fenológico de las especies de aves larolimícolas observadas en los sitios de estudio.

### Abundances

The lowest Larolimicolae abundances over the two years were counted in August for all sites (74 and 94 individuals, respectively) and the highest counts were in January (3,550 and 3,789 individuals, respectively) (table 1, fig. 3). No significant differences in abundance of Larolimicolae were observed in either year at any sites ( $\chi^2 = 0.96$ ;  $df = 1$ ;  $p = 0.33$ ). However, the abundance of Larolimicolae between sites showed significant differences for both within-year ( $\chi^2_{\text{year 2014-2015}} = 189.89$ ;  $df = 2$ ;  $p < 0.0001$  and  $\chi^2_{\text{year 2015-2016}} = 45.18$ ;  $df = 2$ ;  $p < 0.0001$ ).

In both years, maximum abundances of Larolimicolae families were recorded in overwintering and migratory periods (prenuptial and postnuptial migration) (fig. 3, 4). Furthermore, we found significant differences between the two years only in Lake Tonga ( $\chi^2_{\text{years 2014-2015 and 2015-2016}} = 22.87$ ;  $df = 1$ ;  $p < 0.0001$ ) and Lake Oubeira ( $\chi^2_{\text{years 2014-2015 and 2015-2016}} = 8.23$ ;  $df = 1$ ;  $p < 0.004$ ).

### Species richness

During the study years, mean  $\pm$  standard deviation species richness at the three RAMSAR sites was  $16 \pm 8$  Larolimicolae species. The minimum (three Larolimicolae species) was observed at Lake Tonga in August (fig. 4). However, the maximum was recorded in wintering seasons (January) at El Mellah Lagoon (25 Larolimicolae species) (fig. 4).

### Shannon diversity index

The Shannon diversity index tended to fluctuate slightly. The average values were  $2.16 \pm 0.89$  (not less than 0.07 noted at Lake Tonga in June and up to 3.01 in El Mellah Lagoon in November) (fig. 5).

### Equitability index

The equitability index shows that the mean values were between  $0.8 \pm 0.23$ . The minimum was observed at Tonga Lake (0.08 in June) and the maximum was observed at Oubeira Lake (0.94 in June) (fig. 5).

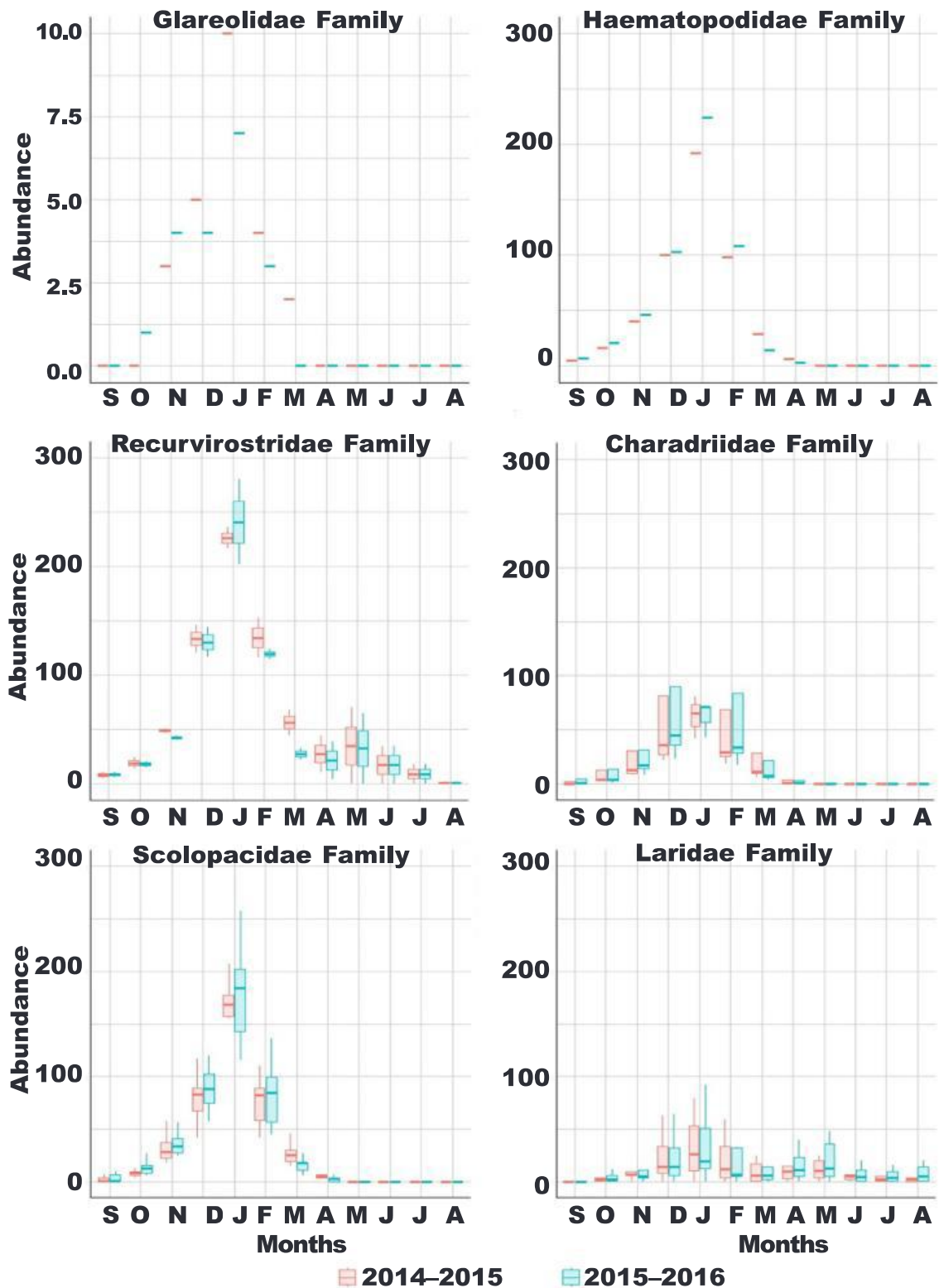


Fig. 3. Monthly variation in Larolimicolae family abundance using all three Ramsar sites over the two years (2014–2015 and 2015–2016).

Fig. 3. Variación mensual de la abundancia de la familia larolimícolas en los tres sitios Ramsar durante los dos años (2014–2015 y 2015–2016).

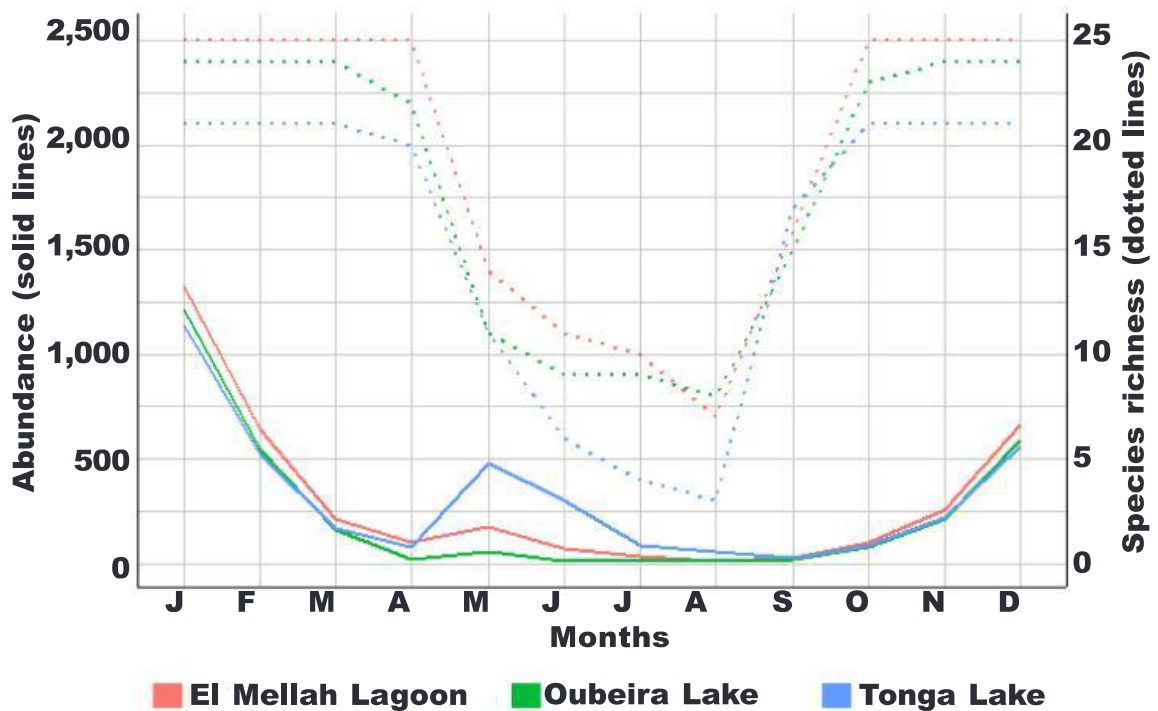


Fig. 4. Variation in monthly means of Larolimicolae abundance and species richness at studied sites.

*Fig. 4. Variación mensual de la abundancia de larolimícolas y riqueza de especies en los sitios estudiados.*

#### Correspondence factor analysis

The factorial plan (Dim1 and Dim2) of the correspondence factor analysis of the counted Larolimicolae families frequenting the three Ramsar sites during the two years had inertia of 97.4% (fig. 6). These results showed that Scolopacidae, Chardriidae, Haematopodidae, and Glareolidae families were mainly observed in winter and autumn (wintering season) in the three Ramsar sites, whereas the Laridae and Recurvirostridae families were mainly observed in spring and summer (breeding season). The recurvirostridae family was particularly associated with the El Mellah Lagoon.

#### Discussion

Our data provide a detailed overview of Larolimicolae phenology at inter-annual and intra-seasons and highlight the importance of the El Kala wetland complex. Although the data are incomplete, previous studies showed that the region is the major site in Algeria for migrating waterbirds (Ochando and Jacobs, 1978; Boumezbeur, 1993; Lazli et al., 2011a, 2011b; Lazli et al., 2012; Gherib and Lazli, 2017; Menasria and Lazli, 2017). Similar to the other Algerian coastline wetlands, this region has also proved to be a favourable location for Larolimicolae, which remain little studied (Seddik, 2011). Our findings indicate that the El Kala wetland complex seems to offer favourable conditions for overwintering of Larolimicolae (as only one-quarter of recorded Larolimicolae phenological status belonged to resident species), and support results from several previous studies. In the study by

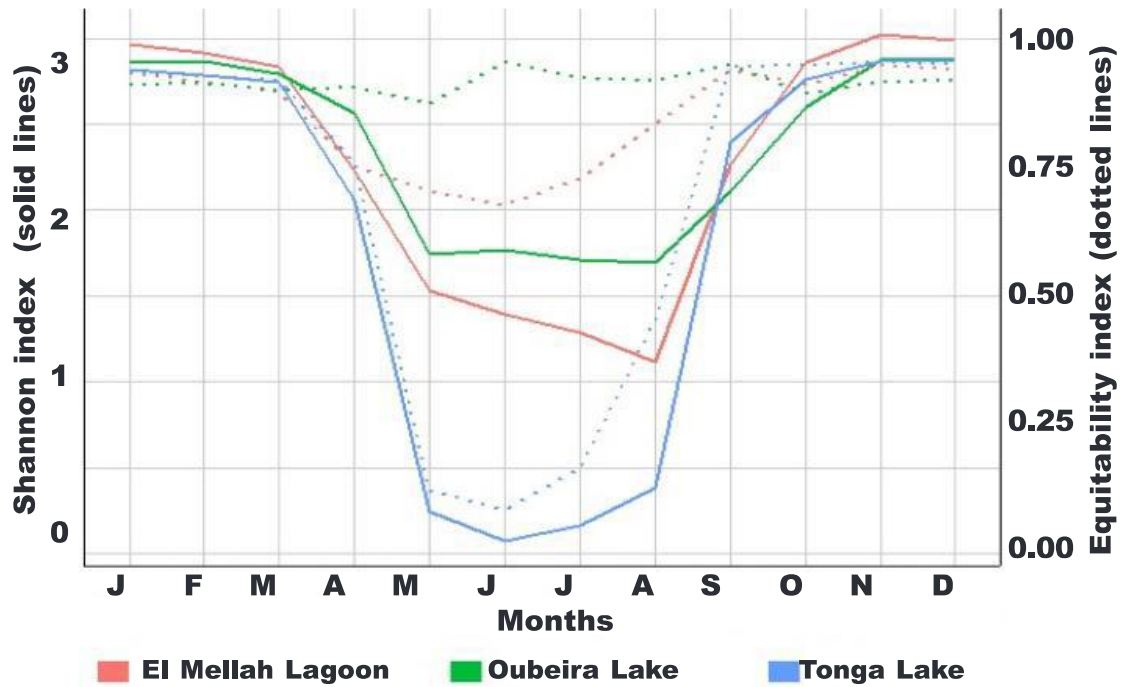


Fig. 5. Monthly means variation of Larolimicolae Shannon diversity and equitability indices between studied sites.

Fig. 5. Variación mensual de los índices de diversidad y equidad de larolimícolas Shannon entre los sitios estudiados.

Telailia et al. (2017) at El Mellah Lagoon, 25 species of Larolimicolae were counted. Among these, the black-headed gull *Chroicocephalus ridibundus* and the sandwich tern *Thalasseus sandvicensis* were the most abundant in winter and the yellow-legged gull *Larus michahellis* and the black-winged stilt were the most abundant in the breeding season *Himantopus himantopus*. At Oubeira lake, Lazli et al. (2018) counted 19 species of Larolimicolae, while Northern lapwing *Vanellus vanellus* and black-headed gull *Chroicocephalus ridibundus* dominated in the wintering period. Elafri et al. (2016), Loucif et al. (2020) and Gherib et al. (2021) reported 16, 07 and 19 of Larolimicolae species, respectively, at Tonga Lake: the most abundant were Northern lapwing *Vanellus vanellus* in winter and whiskered terns *Chlidonias hybrid*, yellow-legged gulls *Larus michahellis*, black-headed gulls *Chroicocephalus ridibundus* in the breeding season.

At the Constantinois high plateaus (north-eastern of Algeria), Djerboua (2022) counted 28 species of Larolimicolae at Sebkheth Bazer, some of which have only been observed in this wetland, such as the black tern *Chlidonias niger*, the white-winged tern *Chlidonias hybrid*, the Eurasian golden plover *Pluvialis apricaria*, and the curlew sandpiper *Calidris ferruginea*. In the same region, Seddik et al. (2010) recorded 25 species of Larolimicolae at Timerganine Lake, 52% of which had wintering status.

Factorial correspondence analysis (FCA) showed a temporal succession of the occupation of the El Kala wetlands complex by Larolimicolae. Two periods were distinguished: the first corresponds to the breeding season (April to September) characterized by Laridae and Recurvirostridae families. The second period (November to March) is characterized by an increase in the Larolimicolae population and is dominated by Scolopacidae and Charadriidae families. This Larolimicolae diversity succession is probably related to habi-

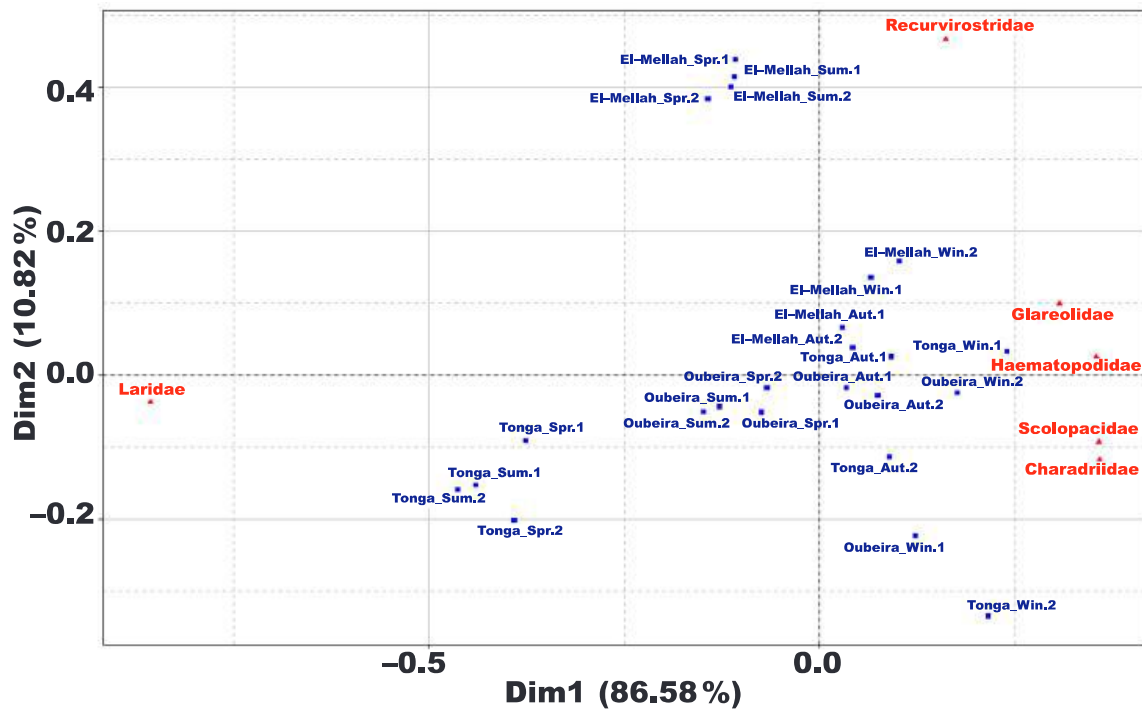


Fig. 6. Correspondence factor analysis of Laro–limicolae families observed at Tonga Lake, Oubeira Lake and El Mellah Lagoon during the study periods (2014–2015 and 2015–2016): Aut, autumn; Win, winter; Spr, spring; Sum, summer; 1, 2014–2015; 2, 2015–2016.

Fig. 6. Análisis del factor de correspondencia de las familias de larolimícolas observadas en el lago Tonga, el lago Oubeira y la laguna El Mellah durante los períodos de estudio (2014–2015 y 2015–2016): Aut, otoño; Win, invierno; Spr, primavera; Sum, verano; 1, 2014–2015; 2, 2015–2016.

tat heterogeneity and resource availability (Menasria and Lazli, 2017; Telailia et al., 2017; Bouali et al., 2021).

The values of Laro–limicolae species richness, abundances and ecological indices during the two years were linked to seasonal fluctuation. The highest values were observed during the wintering season, while they remained low during the breeding season due to the departure of wintering and visiting Laro–limicolae species to their breeding grounds (Elafri et al., 2016; Loucif et al., 2020; Gherib et al., 2021). Interestingly, despite the decrease in species richness before breeding seasons, we observed a nesting colony of the whiskered tern *Chlidonias hybrida* on Tonga Lake, which is considered the only breeding site in Algeria and North Africa (Bakaria et al., 2009).

The El Kala wetlands are clearly an important wintering and breeding area for Laro–limicolae. In light of our findings, the protection of these sites is critical for the preservation and conservation of Laro–limicolae.

## Acknowledgements

The authors are grateful to the reviewers for their remarks that greatly improved the content of this article. This research was supported by the Algerian Ministry of Higher Education and Scientific Research (MESRS) and the General Directorate for Scientific Research and Technological Development (DGRSDT).

## References

- Amat, J. A., Green, A. J., 2010. Waterbirds as Bioindicators of Environmental Conditions. In: *Conservation Monitoring in Freshwater Habitats*: 45–52 (C. Hurford, M. Schneider, I. Cowx, Eds.). Springer, Dordrecht.
- Baba-Ahmed, R., 2008. Identification des sources d'effluents domestiques et voies de contamination d'une zone humide: cas du lac Mellah. Mémoire de Magister. Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie.
- Bakaria, F., Benyacoub, S., Gauthier–Clerc, M., Bañbura, J., 2009. Long-term changes in the size, structure and location of whiskered tern *Chlidonias hybridus* (L.) nests in deteriorating environmental conditions of a North African lake. *Polish Journal of Ecology*, 57(4): 749–759.
- Barnagaud, J. Y., Papaix, J., Audevard, A., Lascève, M., Wroza, S., Geoffroy, D., 2019. Interspecific variations in shorebird responses to management practices on protected Mediterranean salt pans. *Biological Conservation*, 237: 470–479. DOI: [10.1016/j.biocon.2019.07.035](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.07.035)
- Bediaf, S., Benmetir, S., Boucheker, A., Lazli, A., 2020. Diversité de l'avifaune aquatique hivernante du marais de la Mekhada. État actuel et valeur patrimoniale d'un site Ramsar (nord-est algérien). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 145(2): 97–118.
- BirdLife International, 2017a. *Limosa limosa* (amended version of 2016 assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2017: e.T22693150A111611637, <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-1.RLTS.T22693150A111611637.en>
- BirdLife International, 2017b. *Numenius arquata*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2017: e.T22693190A117917038, <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T22693190A117917038.en>
- BirdLife International, 2017c. *Vanellus vanellus* (amended version of 2016 assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2017: e.T22693949A111044786, <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-1.RLTS.T22693949A111044786.en>
- BirdLife International, 2019. *Haematopus ostralegus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2019: e.T22693613A154998347, <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T22693613A154998347.en>
- Boere, G. C., Galbraith, C. A., Stroud, D. A., 2006. *Waterbirds around the world*. The Stationery Office, Edinburgh, UK.
- Bouali, N., Baaloudj, M., Touarfia, I., Houhamdi, I., Maazi, M. C., Houhamdi, M., 2021. Ecology, phenology and wintering behavior of Anatidae in the wetlands of Souk-Ahras (north-eastern Algeria). *Arxius de Miscel·lània Zoològica*, 19: 135–149. DOI: [10.32800/amz.2021.19.0135](https://doi.org/10.32800/amz.2021.19.0135)
- Boucheker, A., Nedjah, R., Samraoui, F., Menai, R., Samraoui, B., 2009. Aspects of the breeding ecology of the Glossy Ibis in Algeria. *Waterbirds*, 32(2): 345–351. DOI: [10.1675/063.032.0215](https://doi.org/10.1675/063.032.0215)
- Boumezbeur, A., 1993. Écologie et biologie de la reproduction de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* et du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* sur le Lac Tonga et le Lac des oiseaux, Est algérien. PhD thesis, University of Montpellier, France.
- Bourafa, Y., Boucheker, A., Seddik, S., Maazi, M. C., Houhamdi, M., 2018. First study on waterbirds wintering at the southern Mekhada marsh (North-East Algerian Ramsar site). *Ecology Environment and Conservation*, 24(3): 1123–1130.
- Burger, J., 1984. *Behavior of Marine Animals*, Vol. 6. *Shorebirds: Migration and Foraging Behavior*. Plenum Press, New York.
- Cramp, S., Simmons, K. E. L., 1977. *Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa*. Oxford University Press, Oxford, London.
- Cuttelod, A., García, N., Abdul Malak, D., Temple, H., Katariya, V., 2008. The Mediterranean: a biodiversity hotspot under threat. In: *The 2008 Review of The IUCN Red List of Threatened Species* (J.-C. Vié, C. Hilton-Taylor, S. N. Stuart, Eds.). IUCN Gland, Switzerland.


- DGF (Direction Générale des Forêts Algérie), 2002. *Atlas des 26 zones humides algériennes d'importance internationale*. Direction Générale des Forêts, Alger.
- Djeboua, S., 2022. Diagnostic écologique et impacts de l'environnement sur la biodiversité du complexe des zones humides des hautes plaines sétifiennes (Cas de Sebkhet Bazer et Sebkhet Melloul). PhD thesis, Chadli Bendjedid University, El Tarf, Algeria.
- Elafri, A., Halassi, I., Houhamdi, M., 2016. Diversity patterns and seasonal variation of the waterbird community in Mediterranean wetlands of Northeastern Algeria, *Zoology and Ecology*, 27: 11–18. DOI: [10.1080/21658005.2016.1163865](https://doi.org/10.1080/21658005.2016.1163865)
- Gherib, A., Lazli, A., 2017. Les oiseaux d'eau nicheurs de l'Arboretum du lac Tonga (Nord–est algérien). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 142(3): 119–142.
- Gherib, A., Lazli, A., Naili, S., Bouchecker, A., Ikhlef, D., Mechaka, N.–I., 2021. Avifauna diversity and phenology in a Ramsar site: Lake Tonga (Northeastern Algeria). *Arxius de Miscel·lània Zoològica*, 19: 321–344. DOI: [10.32800/amz.2021.19.0321](https://doi.org/10.32800/amz.2021.19.0321)
- Heim de Balsac, H., Mayaud, N., 1962. *Oiseaux du Nord–Ouest de l'Afrique*. Éd. Paul Lechevalier, Paris.
- IUCN, 2022. *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2022–2. <https://www.iucnredlist.org>
- Lazli, A., Benmetir, S., Beddiaf, S., Mazni, S., Messai, Z., Iboud, T., 2018. L'avifaune aquatique hivernante du Lac Oubeira (Nord–est algérien): état actuel et intérêt patrimonial. *Alauda*, 86(2): 95–108.
- Lazli, A., Boumezbeur, A., Moali, A., 2012. Statut et phénologie de la reproduction du Fuligule Nyroca *Aythya nyroca* au lac Tonga (Nord–Est Algérien). *Alauda*, 80(3): 219–228.
- Lazli, A., Boumezbeur, A., Moali–Grine, N., Moali, A., 2011a. Évolution de la population nicheuse de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* sur le lac Tonga (Algérie). *Revue d'Écologie (la Terre et la Vie)*, 66: 173–181.
- Lazli, A., Boumezbeur, A., Perennou, C., Moali, A., 2011b. Biologie de la reproduction de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* au lac Tonga (Algérie). *Revue d'Écologie (la Terre et la Vie)*, 66: 255–265.
- Ledant, J. P., Jacob, J. P., Jacobs, P., Malher, F., Ochando, B., Roche, J., 1981. Mise à jour de l'avifaune algérienne. *Le Gerfaut*, 71: 295–398.
- Le Fur, R., 1975. Note sur l'avifaune algérienne. *Alauda*, 43(3): 317–319.
- Legendre, P., Legendre, L., 1979. *Écologie numérique: la structure des données écologiques*, Tome 2. Masson, Paris.
- Loucif, K., Bara, M., Grira, A., Maazi, M. C., Hamli, A., Houhamdi, M., 2020. Ecology of avian settlements in Lake Tonga (Northeast Algeria). *Zoodyversity*, 54(4): 275–284. DOI: [10.15407/zoo2020.04.275](https://doi.org/10.15407/zoo2020.04.275)
- Maazi, M. C., Saheb, M., Bouzegag A., Seddik, S., Nouidjem, Y., Bensaci, E., Mayache, B., Chefrou, A., Houhamdi, M., 2010. Ecologie de la reproduction de l'Echasse blanche *Himantopus himantopus* dans la Garaet de Guellif (Hauts plateaux de l'Est algérien). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, 32(2): 101–109.
- Mecif, F., Bouchecker, A., Lazli, A., 2020. Biologie de la reproduction du Grèbe huppé *Podiceps cristatus* au Lac Tonga (Nord–est algérien). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 145(3): 225–246.
- Menasria, B., Lazli, A., 2017. Quelques aspects de la sélection de l'habitat par l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* sur le Lac Tonga. *Alauda*, 85(4): 283–294.
- Ochando, B., Jacobs, P., 1978. *Recensement hivernal, Algérie 1978*. Roneotyped report, INA, Algiers.
- R Core Team, 2023. *R: language and environment for statistical computing*. R foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, URL <https://www.R-project.org/>
- Saheb, M., Nouidjem, Y., Bouzegag, A., Bensaci, T., Samraoui, B., Houhamdi, M., 2009. Ecologie de la reproduction de l'Avocette élégante *Recurvirostra avosetta* dans la Garaet de Guellif (Algérie). *European Journal of Scientific Research*, 25(4): 513–525.

- Samraoui, B., Samraoui, F., 2008. An ornithological survey of Algerian wetlands: Important Bird Areas, Ramsar sites and threatened species. *Wildfowl*, 58: 71–98.
- Seddik, S., 2011. Inventaire et écologie des peuplements de laro-limicoles, d'échassiers dans les zones humides des hautes plaines de l'est algérien. Thesis, Badji Mokhtar Annaba University.
- Seddik, S., Maazi, M. C., Hafid, H., Saheb, M., Mayache, B., Houhamdi, M., 2010. Statut et écologie des peuplements LaroLimicoles et Echassiers dans les zones humides des hauts plateaux de l'Est de l'Algérie. *Bulletin de l'Institut Scientifique de Rabat*, 32(2): 111–118.
- Shannon, C. E., Weaver, W., 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana.
- Stroud, D. A., Baker, A., Blanco, D. E., Davidson, N. C., Delany, S., Ganter, B., Gill, R., Gonzalez, P., Haanstra, L., Morrison, R. I. G., Piersma, T., Scott, D. A., Thorup, O., West, R., Wilson, J., Zöckler, C., 2006. The conservation and populations status of the world's waders at the turn of the millennium. In: *Waterbirds around the world*: 643–648 (G. C. Boere, C. A. Galbraith, D. A. Stroud, Eds.). The Stationery Office, Scotland Ltd., Edinburgh, UK.
- Telailia, S., Boutabia, L., Dhaya El-Hak Khemis, M., Elafri, A., Djebbari, N., 2017. Multianual and seasonal patterns of waterbird assemblages in a mediterranean and coastal lagoon (El Mellah Lagoon) of Northeastern Algeria. *Ekologia (Bratislava)*, 36: 146–157. DOI: [10.1515/eko-2017-0013](https://doi.org/10.1515/eko-2017-0013)
- Zöckler, C., Delany, S., Hagemeyer, W., 2003. Wader populations are declining—how will we elucidate the reasons? *Wader Study Group Bulletin*, 100: 202–211.

## Article 2 :

Boukhari Chaima, Lazli Amel, Nouri Nada, Benmetir Sarra, Soltani Roumaissa, Beldi Moncef, **Nebbache Madjid** (2023): Population dynamics and wintering behavior of the black-headed gull *Chroicocephalus ridibundus* at El Mellah lagoon (Northeastern Algeria). *Ekológia (Bratislava)*. 42 (3)/239 – 247

# POPULATION DYNAMICS AND WINTERING BEHAVIOR OF BLACK-HEADED GULL *Chroicocephalus ridibundus* AT EL MELLAH LAGOON (NORTHEASTERN ALGERIA)

CHAIMA BOUKHARI<sup>1</sup>, AMEL LAZLI <sup>2,3</sup>, NADA NOURI<sup>2,3</sup>, SARRA BENMETIR<sup>1</sup>, ROUMAÏSSA SOLTANI<sup>3</sup>, MONCEF BELDI<sup>2,3</sup>, MADJID NEBBACHE<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup>Department of Biology, Chadli Bendjedid University, BP: 73, 36000 El Tarf, Algeria

<sup>2</sup>Laboratory of Environmental Sciences and Agro-ecology, Chadli Bendjedid University, BP: 73, 36000 El Tarf, Algeria; e-mail: am-lazli@univ-eltarf.dz

<sup>3</sup>Laboratory of Biodiversity and Ecosystems Pollution, Chadli Bendjedid University, BP: 73, 36000 El Tarf, Algeria

<sup>4</sup>El Kala National Park, BP:73, 36100 El Kala, W-El Tarf, Algérie

 Corresponding author

**Received:** 21 January 2023 / **Accepted:** 21 April 2023

## Abstract

Boukhari Ch., Lazli A., Nouri N., Benmetir S., Soltani R., Beldi M., Nebbache M.: Population dynamics and wintering behavior of the black-headed gull *Chroicocephalus ridibundus* at El Mellah lagoon (Northeastern Algeria). *Ekológia (Bratislava)*, Vol. 42, No. 3, p. 239–247, 2023.

The population dynamics and behavior of the black-headed gull of an Algerian coastal wetland, El Mellah lagoon (Lake Mellah), were studied during three consecutive wintering seasons (2018–2021). Maximum numbers of the species were counted in December and January depending on the year. A peak of 536 individuals was recorded in the first half of December 2018, another of 538 individuals in the second half of December 2019, and a final peak of 636 birds in the first half of January 2021. Diurnal activity patterns showed that feeding was the primary behavior, with a mean of 24% for the three seasons. It was followed by sleeping (21%), swimming (19%), preening (18%), and flight (17%). Black-headed gulls appeared to be more active in the morning than at other times of the day.

This study attempts to provide recent and unpublished data on the wintering and behavior of the black-headed gull, which remains poorly documented in North Africa and particularly in Algeria, and highlights the patterns of wetland use by these species, which could help to evaluate the importance of certain areas and develop management plans specific to coastal habitats and their avifaunal diversity.

*Key words:* Black-headed gull, *Chroicocephalus ridibundus*, El Mellah lagoon, numbers, behavior, diurnal activity patterns.

## Introduction

Algeria homes a diversity of ecosystems that play an important role in hosting a rich and varied avifauna. In the north-east of the country, the wetlands of eastern Numidia occupy more or less vast areas. These areas are mainly composed of lakes, marshes, chotts, sebkhas, and gueltas, which are globally interconnected and offer excellent conditions for wintering, migration, and breeding of several bird species (De Belair, Bencheikh, 1987; Houhamdi, Samraoui, 2002; Lazli et al., 2018; Benmetir et al., 2020; Gherib et al., 2021). Among these wetlands, those located in the El Kala National Park are the most famous for the diversity of their species and habitats. Moreover, it is two wetlands, Lake Tonga and Lake Oubeira that are inscribed on Ramsar list in 1982 which earned the classification of this territory as a protected area in 1983.

Despite the existence of various works on Algerian aquatic avifauna, in particular, Anatidae, Rallidae, and Podicipedidae (Boumezbeur, 1993; Lazli et al., 2011a, b, 2014; Gherib, Lazli, 2017; Menasria, Lazli, 2017; Lazli et al., 2018; Bediaf et al., 2020;

Benmetir et al., 2020; Mecif et al., 2020; Ziani et al., 2020; Gherib et al., 2021), few studies have been devoted to seabirds, which have so far received very little attention from researchers. Recent information on this subject is limited to occasional observations and local or global syntheses (Jacob, Coubet, 1980; Ledant et al., 1981; Doumandji et al., 1988; Hamza, Slimani, 1990; Thibault, 1993; Benyacoub, Chabi, 2000; Isenmann, Moali, 2000; Boukhroufa, 2001; Brahmia, 2002; Moulai, 2006; Bougaham, Moulai, 2013). The result is a very imprecise knowledge. Yet seabirds, in general, and larids, in particular, are attracting increasing interest in many countries; due to their colonial and territorial behavior, aggressiveness, opportunism, and abundance, they are now accused of causing multiple environmental problems.

The black-headed gull *Chroicocephalus ridibundus* is one of the Laridae species observed in Algeria. It is a medium-sized species whose range includes Europe, Asia, and Mongolia. This species is sedentary in Britain and in Mediterranean countries and migratory elsewhere. In winter, it is found from the Baltic Sea to the Mediterranean Sea, including the North African coast. In Algeria, the species winters abundantly on the coasts and in-

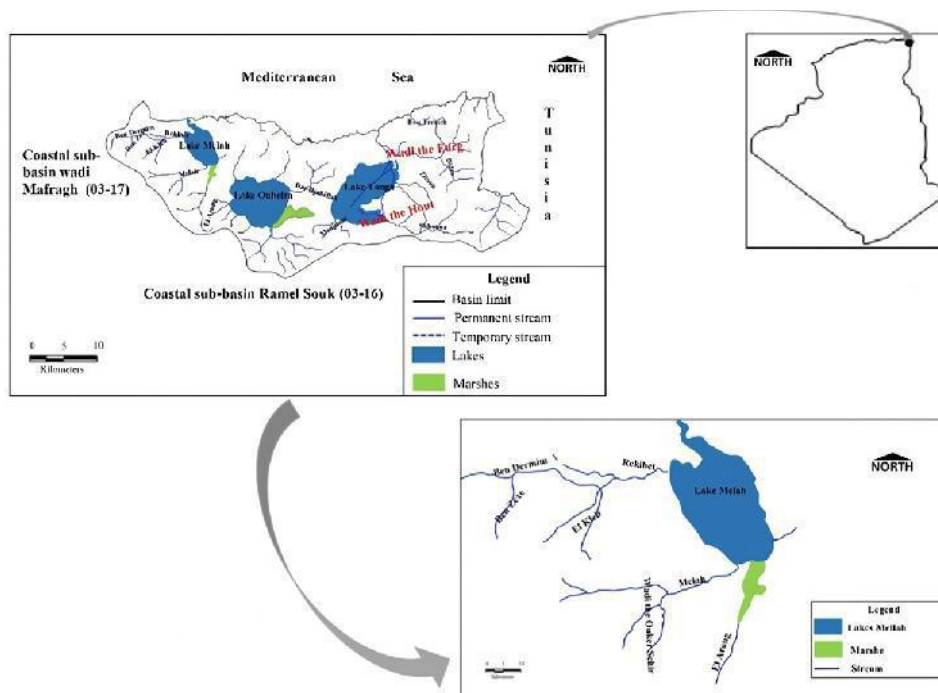


Fig. 1. Location of the study site, El Mellah Lagoon, in Northeastern Algeria.

land wetlands between September/October and March/April. It has also been recorded in the oasis wetlands (Touggourt, Ouargla, El Goléa, etc.) (Isenmann, Moali, 2000). Wintering birds originate from a wide area from Britain and France in the west to the Baltic and Hungary in the east (Glutz von Blotzheim, Bauer, 1982; Isenmann, Moali, 2000).

Although the black-headed gull has been studied and its numbers monitored in Europe, especially in France (Isenmann, 1976; Lebreton, Isenmann, 1976; Lebreton, 1987; Isenmann et al., 1991; Prévot-Julliard et al., 1998), Sweden (Andersson et al., 1981), Poland (Bukacińska, Bukaciński, 1993; Skórka et al., 2012), and Greece (Liordos, 2012), it remains little studied in North Africa and particularly in Algeria. Hence, this study is important as it aims to monitor the dynamics of the species during three consecutive wintering seasons and characterize its diurnal activity rhythm in a wetland, Lake Mellah (the only lagoon in Algeria), where a large part of the investigations have mainly focused on water quality, ichthyofauna, and malacofauna (Guelorget et al., 1989; Djebar et al., 2003; Chaoui et al., 2006; Benmarce, 2012; Draredja et al., 2012; Kherifi, Kherici-Bousnoubra, 2012; Melouah, 2014; Melouah et al., 2014). In addition, to our knowledge, the study of the time-budget of the species remains an undocumented aspect of its life traits in Algeria and elsewhere in North Africa.

In view of the few studies that have been carried out in the El Mellah lagoon on the wintering of waterbirds, particularly seabirds, including the black-headed gull, this study also attempts to verify, on the one hand, the current trends of the species studied in relation to the impact of human activities on the site and, on the other hand, the constancy or otherwise of its wintering chronology in comparison with the existing data in the country and elsewhere.

## Material and methods

### Study area

The study was conducted at El Mellah Lagoon (also named Lake Mellah), a Ramsar site and an integral zone of the El Kala National Park, located in the extreme north-east of Algeria (Figs 1, 2). This lagoon covers an area of 865 ha with a maximum depth of 6 m. Its connection with the sea is ensured by a long (almost 900 m) and narrow channel (10–20 m) (Draredja et al., 2012; Melouah et al., 2014). It is an ancient river valley invaded by the sea and which transformed into a lagoon. It is fed essentially in the south by Ouadi El-Aroug and Ouadi Mellah. In the north, Ouadi Reguibet and Ouadi Boumalek contribute in a relatively weak way to the feeding of this wetland. El Mellah lagoon is considered as the only lagoon in the Mediterranean region and is ranked fifth among the 14 North African lagoons (Baba Ahmed, 2008). It is an important site for waterfowl in winter and is considered as a foraging and staging site for several bird species (Benmetir et al., 2020). It provides habitat for many animal and plant species, including some endemic or rare species.

It has always been used by local residents for not only its fish resources and for swimming, but also for its water and plant resources. For several years, it has been the focus of development projects for fishing, tourism, and leisure activities. This wetland is renowned for its rich fishery, which is made up of about 15 species, including eels (*Anguilla anguilla*), sole (*Solea vulgaris*), wolffish (*Dicentrarchus labrax*), and mullet species (*Mugil cephalus*, *M. saliens*, *Liza aurata*, etc.), which are extensively exploited. The lagoon also homes a rich population of benthic invertebrates consisting of annelids and bivalve molluscs (Boumezbear, 2005). Two hundred phytoplankton species (Retima, 1999) and 47 zooplankton species



Fig. 2. View of El Mellah lagoon and its fishing concession (Nebbache, 2021).

(Haridi, 1999) have been identified. El Mellah lagoon hosts a very diverse avifauna composed of Anatidae, Laridae, Sternidae, and Phalacrocoracidae (Brahmia, 2002; Telailia et al., 2017).

### ***Black-headed gull counts***

Counts were conducted twice a month, from October to March, during three wintering seasons (2018–2019, 2019–2020, and 2020–2021) at El Mellah lagoon. Thirty-six surveys were carried out from 08:00 hours. Observations were made using a KONOSPOT telescope (20 × 60) and a pair of binoculars (8 × 30). Overall, we carried out an individual count when the groups of birds were at a distance of less than 200 m and a quantitative estimate when the groups of birds were greater than 200 or at a longer distance, this method being the most common in winter counts because of the often large number of individuals and the viewing distances (Lamotte, Bourlière, 1969; Blondel, 1975; Tamisier, Dehorter, 1999). All counts were performed from clear and dominant observation points, so as to cover the entire perimeter of the site and to avoid repeated counting of the individuals surveyed.

### ***Monitoring of rhythm of the daily activities***

Black-headed gull diurnal behavior was studied in the three wintering seasons under consideration. During this campaign, regular surveys of the diurnal activity rhythms were carried out. We chose an open area with a clear view, away from any disturbance for the birds and the observer. We used the “instantaneous scan sampling” or the “SCAN” method (Altman, 1974; Baldassare et al., 1988; Losito et al., 1989; Tamisier, Dehorter, 1999; Houhamdi, 2002; Bouali et al., 2021) fortnightly, with one scan every hour, that is, from 08:00 to 16:00 hours, thus making a total of 96 h of surveillance per wintering sea-

son. This method is based on the observation of a group of birds, allowing the instantaneous activities of each individual to be recorded and then, using mathematical transformations, brings out the temporal percentage of each of them (Altman, 1974). However, it is subjected to conspicuousness bias, since the most active individuals are more likely to be discovered (Holmes, Robinson, 1988; Morse, 1990; Liordos, 2012). Nevertheless, in the absence of obstacles that could have hindered the observations, the birds of El Mellah lagoon were all easy to detect and close to the observer. The monitored activities were feeding, sleeping, swimming, preening, and flying (comfort activities), as well as courtship.

### ***Statistical analysis***

Statistical analyses were carried out using Minitab 17 Inc.. To compare between seabird numbers, the data were analyzed with a parametric test (analysis of variance [ANOVA]) because they followed a normal distribution.  $P < 0.05$  was used as the significance level.

## **Results**

### ***Evolution of population***

Monitoring of black-headed gulls during the study period showed fluctuations in numbers. The highest numbers were counted in December or January depending on the wintering season considered: 536 individuals in the first half of December 2018, 538 individuals in the second half of December 2019, and 636 birds in the first half of January 2021 (Fig. 3). From this date, a gradual decrease in the number was observed. The lowest abundance was

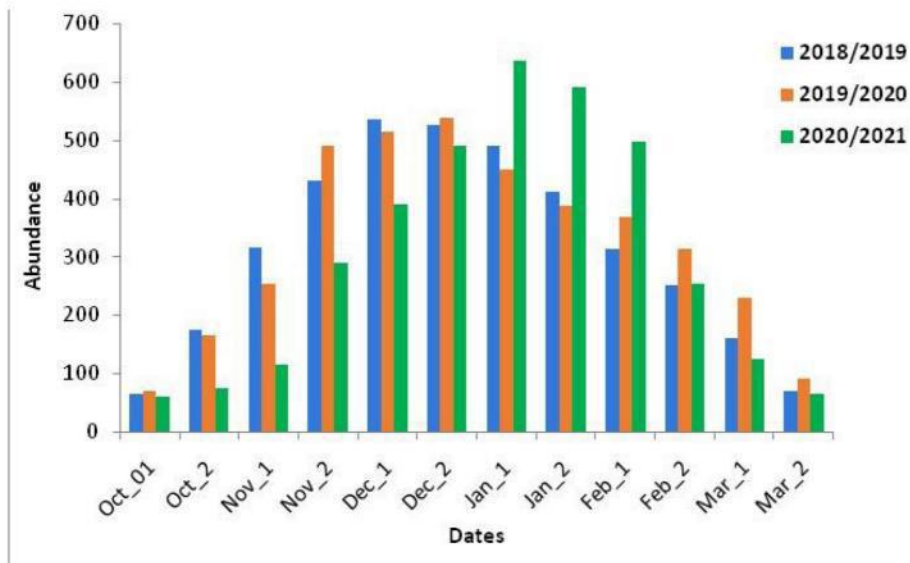


Fig. 3. Variation in the abundance of black-headed gull in El Mellah lagoon during the study period.

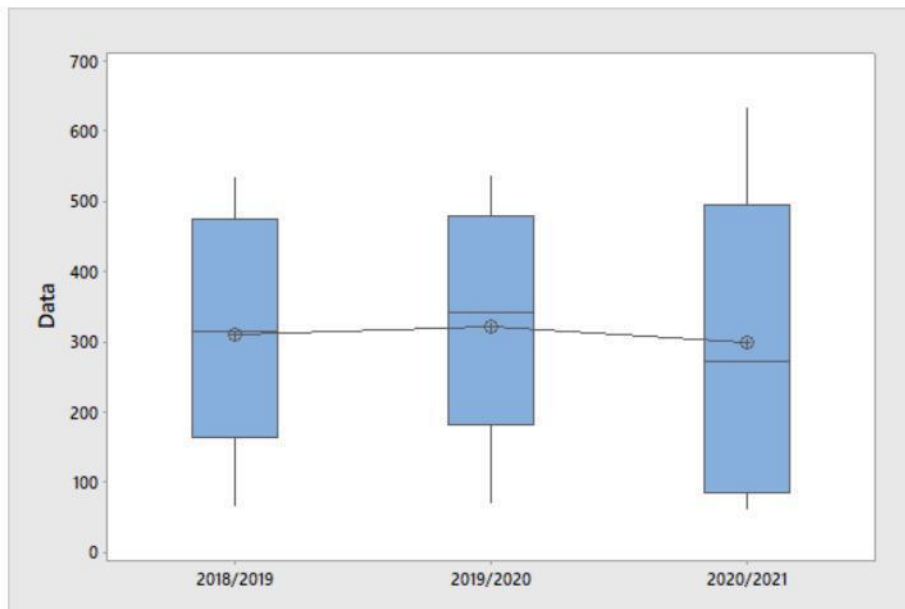


Fig. 4. Boxplot of 2018/2019, 2019/2020, and 2020/2021.

observed in the first half of October and second half of March (Fig. 3). No significant difference in abundance was recorded among the three years (ANOVA test,  $F = 0.05$ ,  $P = 0.950$ ) (Fig. 4).

### Study of diurnal behaviors

Monitoring of diurnal behaviors showed different activities of black-headed gull, which was dominated globally by feeding, with a mean value of 24% for the three wintering seasons considered. It was followed by preening, swimming, and then sleeping (21.7, 18.7, and 17%, respectively). Flight was the penultimate activity and courtship holds a very small rate, close to 1% in this diurnal time-budget (Fig. 5).

### Monthly variation in the diurnal activity patterns

Diurnal time-budget survey showed generally similar scheme across the three wintering seasons considered. Black-headed gulls were found to devote the majority of their time-budget to sleeping. This activity peaked in October or November according to years (Fig. 6a–c). It was followed by feeding, swimming, and flying between December and February. Preening also stood out during this period. Flight was noted from the first observations at the study site. This activity progressed gradually to reach maximum values during March (Fig. 6a–c). Courtship was observed with very low rates during the two last wintering seasons, but not in the first one.



*Participations aux  
manifestations  
scientifiques*



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
 MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
 UNIVERSITÉ CHADLI BENDJEDID- EL-TARF  
 FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE



21 Février 2024

# ATTESTATION DE PARTICIPATION

Le Comité Scientifique de la Journée d'Etude sur les Zones Humides  
 (JEZH, 24 - webinaire) qui s'est déroulé le **21 Février 2024**

Certifie que : **NEBBACHE Madjid**

Co-auteurs : LAZLI Amel & BOUCHEKER Abdennour.

A présenté une **communication orale** dont l'intitulé: **STATUT ET ECOLOGIE DES PEUPLEMENTS DE LARO-LIMICOLES AU NIVEAU DU LAC TONGA « NORD-EST ALGERIEN ».**



Le Doyen de la Faculté  
 جامعة الشاذلي بن عبد الحفيظ  
 عميد كلية العلوم الطبيعية والبيئية  
 الأستاذ الدكتور: هوشيا عبد الحفيظ

Université Chadli Ben Djedid et Tariq  
 la Présidente  
 Faculté Des Sciences Et La Vie

Président  
 Dr : RIZI HADIA



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
 MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
 UNIVERSITÉ CHADLI BENDJEDID EL-TARF  
 FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
 1ER SÉMINAIRE NATIONAL DE BIODIVERSITÉ, RISQUES ENVIRONNEMENTAUX  
 ET SANTÉ PUBLIQUE (SNBRESP 24)



# ATTESTATION DE PARTICIPATION



Mme/Mlle/Mr. NEBBACHE Madjid

A présenté une Communication Affichée intitulée : STATUT ET ECOLOGIE DES PEUPLEMENTS DE LARO-LIMICOLES AU NIVEAU DE LA LAGUNE D'EL-MELLAH « NORD-EST ALGERIEN »

Co-auteurs : LAZLI Amel, SOLTANI Roumaissa & BOUCHEKER Abdennour

Lors du 1er Séminaire National De Biodiversité, Risques Environnementaux Et Santé Publique (SNBRESP 24), Qui S'est tenu les 23 Et 24 Avril 2024, À L' université Chadli Bendjedid El-Tarf.

LA PRÉSIDENTE  
 Université Chadli-Ben Ojedid el Tarf  
 Faculté Des Sciences De la Nature et De la Vie  
 Présidente Dr GHEFD SAMIRA  
 1 er Séminaire National de Biodiversité  
 Risquesenvironnementaux et santé publique





RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ CHADLI BENDJEDID EL-TARF  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
1<sup>ER</sup> SÉMINAIRE NATIONAL DE BIODIVERSITÉ, RISQUES ENVIRONNEMENTAUX  
ET SANTÉ PUBLIQUE (SNBRESP 24)



# ATTESTATION DE PARTICIPATION

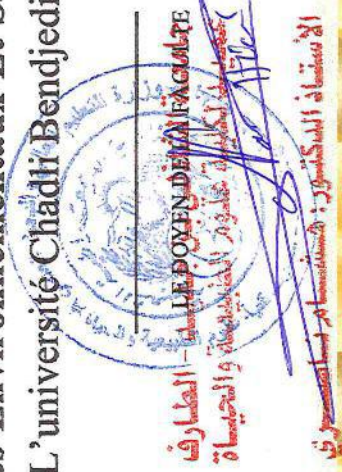
Mme/Mlle/Mr. LAZLI Amel

A présenté une Communication Affichée intitulée : **FLORISTIC INVESTIGATIONS AT BOUGOUS REGION (EL KALA NATIONAL PARK)**

Co-auteurs : BELDI Moncef, NOURI Nada, GHELDANE Roukaya, MECIF Manel, SOLTANI Roumaïssa, BENMETIR Sarra, NEBBACHE Madjid & LABBACI Rhida

Lors du **1er Séminaire National De Biodiversité, Risques Environnementaux Et Santé Publique (SNBRESP 24)**, Qui S'est tenu les 23 Et 24 Avril 2024, À L'Université Chadli Bendjedid El-Tarf.

LA PRÉSIDENTE  
Université Chadli Ben Djedid el Tarf  
Faculté Des Sciences De la Nature et De  
la Vie  
Présidente Dr.GHEID SAMIRA  
1<sup>er</sup> Séminaire National de Biodiversité  
Risques environnementaux et santé  
publique





# ATTESTATION DE PARTICIPATION



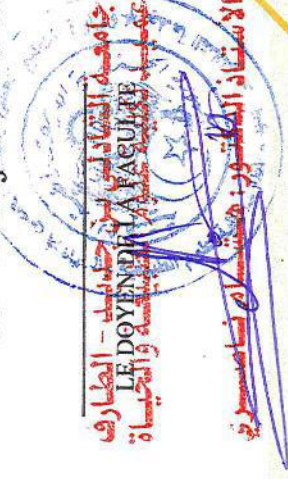
Mme/Mlle/Mr. LAZLI Amel

A présenté une Communication Orale intitulée : WINTERING OF ANATIDAE AT  
MEKHADA MARSH (NORTHEASTERN ALGERIA)

Co-auteurs : NOURI Nada, NAFFA Chaima, OUALI Maroua, SOLTANI Roumaïssa, BENMETIR  
Sarra & NEBBACHE Madjid

Lors du 1er Séminaire National De Biodiversité, Risques Environnementaux Et Santé Publique  
(SNBRESP 24), Qui S'est tenu 23 Et 24 Avril 2024, À L'Université Chadli Bendjedid El-Tarf.

Université ROUSSEAUEN Ojedid el Tarf  
Faculté Des Sciences De la Nature et De  
la Vie  
Présidente Dr GHEID SAMIRA  
1 er Séminaire National de Biodiversité  
Risques environnementaux et santé  
publique





# ATTESTATION DE PARTICIPATION

◆ ◆  
Mme/Mlle/Mr. ADJEMI Aya

A présenté une Communication Affichée intitulée: DEVELOPMENT AND  
REHABILITATION OF CORK OAK IN THE WILAYA OF EL TARF

Co-auteurs: BOUTTABA Raounekl, LAZLI Amel, BENMETIR Sarra, BELDI Moncef, NOURI  
Nada, NEBBACHE Madiid, ZAHI Kamel, LABBACI Ridha

Lors du 1er Séminaire National De Biodiversité, Risques Environnementaux Et Santé Publique  
(SNBRESP 24), Qui S'est tenu les 23 Et 24 Avril 2024, À L'Université Chadli-Bendjedid El-Tarf.

Université Chadli Ben Djedid el Tarf  
Faculté Des Sciences De la Nature et De  
la Vie  
Présidente Dr GHEID SAMINA  
1<sup>er</sup> Séminaire National de Biodiversité  
Risques environnementaux et santé  
publique

جامعة الشاذلي بن جديد - الطارف  
عمادة الأبحاث العلمية  
LE DOUEN DE LA FACULTE  
الأستاذة الدكتورة غويد سامينا





RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
 MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
 UNIVERSITÉ CHADLI BENDJEDID EL-TARF  
 FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
 1<sup>ER</sup> SÉMINAIRE NATIONAL DE BIODIVERSITÉ, RISQUES ENVIRONNEMENTAUX  
 ET SANTÉ PUBLIQUE (SNBRESP 24)



# ATTESTATION DE PARTICIPATION



**Mme/Mlle/Mr. BOUJTABA Raounek**

A présenté une Communication *Affichée* intitulée : **DEVELOPMENT OF QUERCUS SUBER PRODUCTION SYSTEMS IN EL KALA NATIONAL PARK**

Co-auteurs : ADJEMI Aya, LAZLI Amel, BENMETIR Sarra, BELDI Moncef, NOURI Nada, NEBBACHE Madjid, ZAHI Kamel & LABBACI Ridha

Lors du **1<sup>er</sup> Séminaire National De Biodiversité, Risques Environnementaux Et Santé Publique (SNBRESP 24)**, Qui S'est tenu les 23 Et 24 Avril 2024, À L' université Chadli Bendjedid El-Tarf.

LA PRÉSIDENTE  
 Université Chadli Ben Djedid el Tarf  
 Faculté Des Sciences De la Nature et De la Vie  
 Présidente Dr. CHEID SAMIRA  
 1<sup>er</sup> Séminaire National de Biodiversité  
 Risques environnementaux et santé publique

