

THESE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT
DE 3^{ème} CYCLE LMD

Option :

Ecologie évolutive, fonctionnelle et des communautés

THÈME

Ecologie des populations de Grèbe huppé *Podiceps cristatus* et du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au Lac Tonga (Parc National d'El Kala) : Sélection de l'habitat et comportement de dispersion

Soutenu le : 14/09/2022

Présenté Par : Melle MECIF Fatima

Devant le jury composé de :

Mr NASRI Hichem	Professeur	Président	Univ. El Tarf
Mme LAZLI Amel	Professeur	Directrice de thèse	Univ. El Tarf
Mr TELAILIA Salah	Professeur	Examineur	Univ. El Tarf
Mr HOUHAMDI Moussa	Professeur	Examineur	Univ. Guelma
Mr MAAZI Mohamed Cherif	Professeur	Examineur	Univ. S. Ahras
Invité : Mr BOUCHEKER Abdenour	Professeur	Invité	Univ. Annaba

≈ Année universitaire 2021 - 2022 ≈

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier « **Dieu** » très clément et sa sainte miséricorde pour m'avoir donné la force, le courage et la témérité afin de mener à bien ce travail.

Je suis heureuse de pouvoir témoigner de toute ma reconnaissance à **Pr. LAZLI Amel**, qui a bien voulu assurer mon encadrement et pour les conseils et les encouragements qu'elle m'a prodigués tout au long de ce travail. Je la remercie sincèrement pour m'avoir toujours accordée le soutien moral dont j'avais besoin; je ne pourrai jamais trouver les mots qu'il faut, pour sa gentillesse et ses qualités humaines.

Je remercie tout particulièrement **Pr. NASRI Hichem**, qu'il trouve ici l'expression de mon profond respect, pour l'honneur qu'il m'a accordé en acceptant de présider mon jury de soutenance.

Je tiens également à témoigner de ma gratitude à **Pr. TELAILIA Salah, Pr. HOUHAMDI Moussa et Pr MAAZI Mohamed Cherif** pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de faire partie de mon jury de soutenance et d'examiner ce travail.

J'exprime ma gratitude et mon profond respect à **Pr BOUCHEKER Abdennour**, pour ses encouragements, ses conseils, sa disponibilité et son inestimable aide pour le traitement statistique des données.

Je remercie également toute personne qui a participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail, surtout **Mr GRIRA Abdesslem**, cadre technique au niveau du Parc National d'El Kala qui m'a toujours aidé, accompagné et soutenu dans mon travail.

Je témoigner de notre gratitude tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail, particulièrement **Mr MECIF Yahia**, notre ami « **Ali BOUZANA** », l'équipe et le guides de terrain.

A tous mes enseignants qui m'ont enrichie par leurs vastes connaissances et que contribués à notre formation en tant que futures écologistes surtout **M^{me} BRAHMIA ZAHRA**, sans omettre **Dr NAILI Sana** et **Dr BENMETIR Sarra**.

MECIF Fatima

DEDICACE

Je remercie avant tout << الله >> le tout puissant de nous avoir accordé la réussite durant toutes les années d'études, pour nous avoir donné la force, la patience et la volonté pour réaliser ce travail de recherche

Je dédie chaque lettre et chaque mot que j'ai appris et J'offre ce modeste travail :

*A mes chers parents, **YAHYA & HADDA***

Mais aucune dédicace ne serait témoin de mon profond amour, mon immense gratitude et mon plus grand respect, car je ne pourrais jamais oublier la tendresse et l'amour dévoué avec lesquels ils m'ont toujours entouré depuis mon enfance.

*Je dédie la fleur et le fruit de ce travail de recherche Le plus cher pressions dans ce monde et de la vie et à la mort: les plus belles et les mieux et meilleur père Mon père " **YAHYA**"*

*A ma grande mère : **KHADIJA***

*Mon unique petite belle-sœur et mon amie au le même temps : **ASMA**
« **DJOUJA** », qui me donne le courage pour la continuité de ce travail.*

*Dédicace spéciale mes frères **Younse, Soufiane, Taher**, et ses dames **Fayrouz, Sihem, Fouziya** et **AHMED, LOTFI** et ses enfants.*

*A toute la famille **MECIF** et surtout **MECIF LILIA***

A tous mes amis

*A ami « **Ali BOUZANA** » qui nous a aidés dans la recherche des nids et leur identification, les propriétaires de la barque, **Abdo** et **REZOGUE Kamel,***

LOTFI, et SAMI

A toute le groupement de travail de Banque du Sang dans

*L'Hôpital d'El-Tarf surtout **Tata SOUAID YOUNBI***

FATIMA



RESUMES



Résumé

Entre septembre 2015 et août 2017, une étude a été menée au Lac Tonga, site Ramsar d'importance internationale (Nord-est algérien). L'objectif a été d'étudier l'écologie et la sélection de l'habitat de deux espèces : le Grèbe huppé *Podiceps cristatus*, espèce très peu documentée en Algérie et le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, espèce classée sur la liste rouge de l'UICN comme « quasi-menacée ». Ce travail était basé sur un suivi régulier des effectifs des populations des deux espèces, l'étude de leur biologie de reproduction (caractéristiques des nids et des œufs, les dates et périodes de ponte, la taille de ponte, les éclosions et les succès de la reproduction) et la caractérisation de leur habitat en périodes d'hivernage et de nidification (végétation, profondeur de l'eau, paramètres physico-chimiques).

Les résultats obtenus montrent des fluctuations mensuelles et saisonnières des effectifs, avec des pics respectifs de 499 Grèbes en 2016 et 608 en 2017, enregistrés au cours du mois d'août, ainsi que 1324 Nyrocas en août 2016 et 1483 en septembre 2017. Les nids de Grèbe huppé ont été découverts loin des berges et localisés dans les Phragmites et construits avec les feuilles et les tiges de cette plante, ainsi que de Cornifle immergé et de Myriophylle. Ceux du Fuligule nyroca ont été découverts principalement dans les Typhas, les Scirpes, Phragmites et autres ilots flottants constitués de diverses associations végétales. Le nombre de pontes a varié entre les deux espèces, le plus élevé a été enregistré en avril 2016 et en mai 2017 pour le Grèbe et en juin pour les deux années d'étude pour le Fuligule nyroca. La taille de ponte a été de 2,88 œufs (N= 105 nichées) pour le Grèbe huppé et de 9,36 (N= 112 nichées) pour le Nyroca. Les nids de Fuligule nyroca avec au moins un poussin éclos ont représenté plus 65% des nids trouvés entre 2016 et 2017, ceux du Grèbe huppé plus de 77%. Les facteurs d'échec le plus remarquables ont été la disparition des œufs dans les nids des Grèbes et l'abandon pour ceux du Nyroca.

Le suivi de la distribution des deux espèces étudiées à travers le plan d'eau durant les saisons d'hivernage et de nidification a montré que les effectifs les plus importants étaient localisés dans les secteurs où la profondeur de l'eau était la plus élevée, confirmant leur statut d'oiseaux plongeurs.

Au cours de la période d'étude, nous avons procédé à la mesure des paramètres physico-chimiques là où se trouvaient les deux espèces étudiées. Ainsi, ces prélèvements ont montré des variations saisonnières pendant les deux années considérées qui étaient plus ou moins semblables indiquant que les deux modèles biologiques fréquentaient globalement les mêmes secteurs.

Mots-clés : Grèbe huppé, Fuligule nyroca, Lac Tonga, abondance, nid, œufs, paramètres de la reproduction, sélection de l'habitat.

Abstract

Between September 2015 and August 2017, a study was carried out at Lake Tonga, a Ramsar site of international importance (North-East Algeria). The objective was to study the ecology and habitat selection of two species: the Great Crested Grebe *Podiceps cristatus*, a species that is very poorly documented in Algeria, and the Ferruginous Duck *Aythya nyroca*, a species classified on the IUCN Red List as "near threatened". This work was based on regular monitoring of the population numbers of the two species, the study of their breeding biology (nest and egg characteristics, laying dates and periods, egg size, hatching and breeding success) and the characterisation of their habitat during wintering and nesting periods (vegetation, water depth, physico-chemical parameters).

The results obtained show monthly and seasonal fluctuations in numbers, with respective peaks of 499 Grebes in 2016 and 608 in 2017, recorded during August, as well as 1324 Ferruginous Duck in August 2016 and 1483 in September 2017. The Great Crested Grebe nests were found far from the banks and located in Phragmites and built with the leaves and stems of this plant, as well as of Submerged Cornish and Milfoil. Ferruginous Duck nesting sites were found mainly in Typhas, Bulrushes, Phragmites and other floating islands made up of various plant associations. The clutches number varied between the two species, the highest being recorded in April 2016 and May 2017 for the Grebe and in June for both years of the study for the Ferruginous Duck. The clutch size was 2.88 eggs (N= 105 clutches) for the first species and 9.36 (N= 112 clutches) for the second one. Ferruginous Duck nests with at least one hatched chick represented more than 65% of the nests found between 2016 and 2017, those of the Great Crested Grebe more than 77%. The most notable failure factors were the disappearance of eggs in Grebe nests and abandonment in Nyroca nests.

Monitoring of the two species distribution across the water body during the wintering and nesting seasons showed that the largest numbers were located in the areas with greatest water depth, confirming their status as diving birds.

During the study period, we measured physico-chemical parameters in the areas where the two studied species were found. Thus, these samples showed seasonal variations during the two years under consideration that were more or less similar indicating that the two biological models were generally frequenting the same areas.

Keywords: Great Crested Grebe, Ferruginous Duck, Lake Tonga, abundance, nest, eggs, breeding parameters, habitat selection.

ملخص

بين سبتمبر 2015 وأوت 2017 ، أجريت دراسة في بحيرة طنقة ، وهو موقع رامسار ذا أهمية دولية (شمال شرق الجزائر). كان الهدف هو دراسة البيئة واختيار الموائل لنوعين: نوع الغطاس المتوج « *Podiceps cristatus* » وهو نوع قليل الدراسة في الجزائر والبطة الحديدية « *Aythya nyroca* » ، وهو نوع مصنف في القائمة الحمراء لـ IUCN على أنه "قريب من التهديد" . اعتمد هذا العمل على الرصد المنتظم لأعداد العشائر من النوعين ، ودراسة بيولوجيا التكاثر (خصائص الأعشاش والبيض ، زمن وفترات الوضع ، وحجم الوضع ، والفقس ، ونجاح التكاثر) ووصف موطنها خلال فترات الشتاء والتعشيش (الغطاء النباتي ، عمق المياه ، المعايير الفيزيائية والكيميائية).

تُظهر النتائج التي تم الحصول عليها تقلبات شهرية وموسمية في الأرقام، مع قمم كل منها 499 الغطاس المتوج في 2016 و 608 في 2017 ، تم تسجيلها خلال شهر أغسطس ، بالإضافة إلى 1324 البطة الحديدية في أغسطس 2016 و 1483 في سبتمبر 2017. اكتشف بعيداً عن الضفاف ويقع في القصب المائي (*Phragmites australis*) حيث يبني بأوراق وسيقان هذا النبات ، بالإضافة إلى أصناف نباتية مغمورة مختلفة من الطحالب هذا بالنسبة للغطاس المتوج أما للبطة الحديدية قد تم اكتشاف تلك الموجودة بشكل رئيسي في التيفا (*Typha angustifolia*) عُشبة البرك، القصب المائي والديس ، وغيرها من الجزر العائمة المكونة من مجموعات نباتية مختلفة.

اختلف عدد القوايض بين النوعين ، وسجلت أعلى نسبة في حالة الغطاس المتوج في أبريل 2016 وماي 2017 وفي جوان لمدة عامين من الدراسة للبط الأحمرة ، كان حجم القابض 2.88 بيضة (العدد = 105 حاضنة) للغطاس المتوج و 9.36 (العدد = 112 حاضنة) للبطة الحديدية و كانت الأعشاش التي أتت بفقس فرخ واحد على الأقل تمثل أكثر من 65% من الأعشاش التي تم العثور عليها بين عامي 2016 و 2017، أما الغطاس المتوج أكثر من 77%. كانت أبرز عوامل الفشل هي اختفاء البيض من أعشاشه والهجر كان لأعشاش البطة الحديدية وأظهر رصد توزيع النوعين المدروسين في جميع أنحاء المسطح المائي خلال فصلي الشتاء والتعشيش أن العدد الأكبر كان موجوداً في القطاعات التي كان عمق المياه فيها هو الأعلى ، مما يؤكد مكانتها كطيور غاطسة . خلال فترة الدراسة، قمنا بقياس المعلمات الفيزيائية والكيميائية حيث تم العثور على النوعين المدروسين. وبالتالي ، أظهرت هذه العينات اختلافات موسمية خلال العامين المذكورين والتي كانت متشابهة إلى حد ما ، مما يشير إلى أن النموذجين البيولوجيين يترددان عموماً في نفس القطاعات.

الكلمات المفتاحية الغطاس المتوج : ، البطة الحديدية ، بحيرة طنقة ، الوفرة ، العش ، البيض ، معايير التكاثر ، اختيار الموائل.



LISTES DES FIGURES, TABLEAUX ET PHOTOS



LISTE DES FIGURES

N°	Intitulés	Pages
01	Localisation du site d'étude, « le Lac Tonga », dans le nord-est algérien	04
02	Carte de délimitation du site d'étude, le Lac Tonga (in Houmani, 2012)	07
03	Carte géologique du bassin versant du Lac Tonga (Landscape Amenagement, 1998)	09
04	Carte pédologique montrant différents types de sol du Lac Tonga (Landscape Amenagement, 1998)	11
05	Carte du réseau hydrographique de la région d'étude (Raachi, 2007)	12
06	Carte générale et bathymétrie du Lac Tonga (Kadid, 2014)	13
07	Direction de l'écoulement des eaux des bassins versants des lacs Oubeïra et Tonga (Boumaraf, 2018)	14
08	Position de la région d'étude dans le Climagramme d'Emberger (Période : 1988-2018)	17
09	Diagramme pluviométrique de la région d'étude pour la période (1988- 2018).	18
10	Carte de situation du Lac Tonga avec les plus importantes formations végétales (in Rizi <i>et al.</i> , 2016)	19
11	Carte de répartition des différents habitats du Lac Tonga (Saifouni <i>et al.</i> , 2020)	25
12	Quelques espèces de Podicipédidés en période d'hivernage et de reproduction (Senoussi, 2014)	36
13	Plusieurs positions dans le comportement du Grèbe huppé (Senoussi, 2014)	43
14	Distribution mondiale du Grèbe huppé (Limona <i>et al.</i> , 2014a)	49
15	Carte de répartition du Grèbe huppé dans le Nord-Est de l'Algérie (Roubi, 2013)	50
16	Statut du Grèbe huppé dans le monde (BirdLife International, 2019)	51
17	Caractères descriptifs d'un couple de Fuligule nyroca	65
18	Distribution mondiale du Fuligule nyroca (BirdLife International, 2015)	67
19	Aire de distribution du Fuligule nyroca en Algérie (Lazli, 2011)	68
20	Statut du Fuligule nyroca dans le monde (BirdLife International, 2019)	69
21	Localisation des points d'observation au niveau du Lac Tonga	76
22	Évolution des effectifs de la population de Grèbe huppé au Lac Tonga durant la période d'étude	87
23	Pourcentage des effectifs comptés de Grèbe huppé à travers les stations d'observation au cours de l'année 2015-2016.	88
24	Pourcentage des effectifs comptés de Grèbe huppé à travers les stations d'observation au cours de l'année 2016-2017.	88
25	Variation du nombre de nids de Grèbe huppé au Lac Tonga durant la période d'étude	89
26	Proportions des matériaux de construction des nids de Grèbe huppé au cours de la saison de reproduction de 2017	90
27	Chronologie mensuelle de la découverte des nids de Grèbe huppé au Lac Tonga pendant les deux saisons de reproduction	90
28	Chronologie mensuelle des pontes de Grèbe huppé au niveau du site d'étude	95
29	Variation de la taille de ponte du Grèbe huppé au Lac Tonga au cours de la période d'étude	96
30	Chronologie mensuelle des éclosions du Grèbe huppé au niveau du site d'étude	98

31	Pertes d'œufs enregistrées durant la période d'étude.	99
32	Evolution des effectifs de la population de Fuligule nyroca au Lac Tonga durant la période d'étude	106
33	Pourcentage des effectifs comptés de Fuligule nyroca à travers les stations d'observation au cours de l'année 2015-2016.	107
34	Pourcentage des effectifs comptés de Fuligule nyroca à travers les stations d'observation au cours de l'année 2016-2017	108
35	Variation du nombre de nids de Fuligule nyroca au Lac Tonga durant la période d'étude	108
36	Répartition des nids de Fuligule nyroca selon leurs localisations	110
37	Distribution des nids de Fuligule nyroca par îlot au niveau du Lac Tonga durant la saison de reproduction de 2017	110
38	Chronologie mensuelle de la découverte des nids de Fuligule nyroca au Lac Tonga pendant les deux saisons de reproduction	111
39	Chronologie mensuelle des pontes de Fuligule nyroca au niveau du site d'étude	116
40	Variation de la taille de ponte du Fuligule nyroca au Lac Tonga au cours de la période d'étude	119
41	Chronologie mensuelle des éclosions de Fuligule nyroca au niveau du site d'étude	121
42	Pertes d'œufs enregistrées durant la période d'étude.	123
43	Evolution des effectifs de Grèbe huppé et de Fuligule nyroca au Lac Tonga durant la période d'étude	130
44	Boxplot des effectifs de Grèbe huppé et de Fuligule nyroca au Lac Tonga durant la période (2015-2017)	131
45	Chronologie mensuelle des pontes des deux espèces étudiées au niveau du site d'étude.	133
46	Boxplot des tailles de ponte de Grèbe huppé et de Fuligule nyroca au Lac Tonga durant les deux saisons de reproduction	134
47	Détails des éclosions des œufs de Grèbe huppé au Lac Tonga durant les 2 saisons de reproduction	135
48	Détails des éclosions des œufs de Fuligule nyroca au Lac Tonga durant les 2 saisons de reproduction	135
49	Localisation des nids de Grèbe huppé au cours des deux saisons de reproduction considérées	139
50	Localisation des nids de Fuligule nyroca au cours des deux saisons de reproduction considérées	140
51	Répartition des effectifs de Grèbe huppé en période d'hivernage de 2016 en fonction de la profondeur de l'eau	141
52	Répartition des effectifs de Grèbe huppé en période de nidification de 2016 en fonction de la profondeur de l'eau	142
53	Répartition des effectifs de Grèbe huppé en période d'hivernage de 2017 en fonction de la profondeur de l'eau	142
54	Répartition des effectifs de Grèbe huppé en période de nidification de 2017 en fonction de la profondeur de l'eau	143
55	Répartition des effectifs du Fuligule nyroca en période d'hivernage de 2016 en fonction de la profondeur de l'eau	144
56	Répartition des effectifs du Fuligule nyroca en période de nidification de 2016 en fonction de la profondeur de l'eau	144

57	Répartition des effectifs du Fuligule nyroca en période d'hivernage de 2017 en fonction de la profondeur de l'eau	145
58	Répartition des effectifs du Fuligule nyroca en période de nidification de 2017 en fonction de la profondeur de l'eau	145
59	Evolution des paramètres physico-chimiques au niveau des habitats de Grèbes huppés au Lac Tonga	147
60	Evolution des paramètres physico-chimiques au niveau des habitats de Fuligule nyroca au Lac Tonga	147
61	Distribution du Grèbe huppé et du Fuligule nyroca au Lac Tonga	152

LISTE DES TABLEAUX

N°	Intitulés	Pages
01	Les différents types du sol du Lac Tonga	10
02	Moyennes des températures mensuelles pour la période (1988 à 2018)	15
03	Moyennes des précipitations mensuelles pour la période (1988 à 2018)	15
04	Hygrométrie mensuelle de la période (1988 à 2018)	16
05	Degré de rareté des espèces aquatiques (in Aissaoui, 2012)	24
06	Présentation taxonomique et statut du peuplement des oiseaux dans le Lac Tonga	26
07	Quelques Mammifères du Lac Tonga (source : PNEK, 2022).	28
08	L'abondance des macro-invertébrés trouvés au niveau du Lac Tonga (Djamai, 2020)	30
09	Principales mesures biométriques et poids du Grèbe huppé (Fjeldsa, 2004)	38
10	Caractéristiques des nids et des œufs de Grèbe huppé au niveau du Lac Tonga pour 2016 et 2017	93
11	Estimations des dates de ponte, période de ponte, dates d'incubation et d'éclosion du Grèbe huppé au niveau du Lac Tonga	95
12	Taille de ponte du Grèbe huppé au niveau du Lac Tonga durant les deux saisons de reproduction étudiées	96
13	Résultats des corrélations entre les caractéristiques des nids pour la saison de reproduction de 2016	112
14	Résultats des corrélations entre les caractéristiques des nids pour la saison de reproduction de 2017	113
15	Caractéristiques des nids et des œufs de Fuligule nyroca au Lac Tonga pour 2016 et 2017	115
16	Estimations des dates de ponte, période de ponte, dates d'incubation et d'éclosion du Fuligule nyroca au Lac Tonga	116
17	Taille de ponte du Fuligule nyroca au niveau du Lac Tonga durant les deux saisons de reproduction étudiées	118
18	Comparatif des dimensions des nids et des œufs des deux espèces étudiées au cours de la période d'étude	132
19	Estimations des dates de ponte, période de ponte, dates d'incubation et d'éclosion des deux espèces étudiées au cours de la période d'étude	132
20	Taille de ponte du Grèbe huppé et du Fuligule nyroca au niveau du Lac Tonga pour les deux saisons de reproduction étudiées	134
21	Emplacement des nids de Grèbes huppés au Lac Tonga durant la période d'étude	136
22	Emplacement des nids de Fuligule nyroca au Lac Tonga durant la saison de reproduction de 2016	137
23	Emplacement des nids de Fuligules nyrocas au Lac Tonga durant la saison de reproduction de 2017	137
24	Espèces les plus observées à proximité des deux modèles étudiés en période d'hivernage durant la période d'étude	150
25	Espèces les plus observées à proximité des deux modèles étudiés en période de nidification durant la période d'étude	151

LISTE DES PHOTOS

N°	Intitulés	Pages
01	Vues à l'intérieure de Lac Tonga (Mecif F., 2016)	05
02	Vues du Lac Tonga (Mecif F., 2016)	05
03	Pompage de l'eau pour irriguer les terres agricoles dans lac Tonga	32
04	Dérangements par les persécutions humaines côté de Feid El-Aligue en l'hiver (Mecif F., 2016)	33
05	Le surpâturage au niveau du Lac Tonga (Mecif F., 2016)	34
06	Noyade probable d'oiseaux dans les filets de pêche destinés aux Carpes et Mulets (Mecif F., 2016)	34
07	L'installation des matériaux de pêche (Nasses pour les Anguilles) (Mecif F., 2016)	34
08	L'augmentation des tapis de Cornifle (Ceratophylle) et la croissance intensive de masse de Nénuphar blanc (Mecif F., 2016)	35
09	Pollution de l'eau suite à l'extension des zones urbaines et des rejets d'eaux usées (Mecif F., 2016)	35
10 a	Description morphologique du corps du Grèbe huppé (Site 1)	38
10 b	Diagramme de la patte du Grèbe huppé avec dimension (Rouibi, 2013)	38
11 a	Mâle de Grèbe huppé (Site 1)	39
11 b	Femelle de Grèbe huppé (Site 2)	39
12	Individu juvénile de Grèbe huppé au Lac Tonga (Mecif F., 2016)	40
13	Les plumes de Grèbe huppé en période de mue dans le Lac Tonga (Mecif F., 2017)	41
14	Grèbe huppé mangeant un poisson (Rouibi, 2013)	45
15	Grèbe huppé mangeant une grenouille (Site 3)	45
16	Parade nuptiale du Grèbe huppé (Site 4)	47
17 a	L'éclosion d'un poussin de Grèbe huppé (Mecif F., 2017)	48
17 b	Le plumage d'un jeune Grèbe huppé (Mecif F., 2017)	48
18 a	Femelle + jeune de Grèbe huppé pris dans les filets de pêche au Lac Tonga (Mecif F., 2017)	52
18 b	Exemple de noyade d'un individu de Grèbe castagneux dans les filets de pêche au Lac Tonga (Mecif F., 2017)	52
19	Dérangements des pêcheurs et le braconnage des oiseaux en période de mue	53
20	Photographie présentant des hybrides de Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i>	55
21	Mâle de Fuligule nyroca (Site 1)	56
22	Femelle de Fuligule nyroca (Site 1)	56
23	Poussins de Fuligule nyroca au Lac Tonga (Mecif F., 2017)	57
24	Plusieurs positions dans le comportement du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> (Djelailia, 2017).	61
25	Renoncule aquatique au niveau de la digue du Lac Tonga (Mecif F., 2017)	62
26	Nénuphar blanc au niveau des parties centrales du Lac Tonga (Mecif F., 2017)	63
27	Poussins du Fuligule nyroca au Lac Tonga (Mecif F., 2016)	66
28	Un Fuligule nyroca blessé par la chasse (Mecif F., 2016)	70

29	Mortalité d'un individu de <i>Fuligule nyroca</i> (Mecif F., 2016)	70
30	Dénombrement des Grèbes huppés et des <i>Fuligules nyrocas</i> au Lac Tonga (Mecif F., 2016)	71
31	Matériels utilisés lors du travail de terrain (Mecif F., 2016)	72
32	Guides ayant collaboré au travail de terrain (Mecif F., 2016)	72
33	Lac Tonga observé en hiver à partir du Mirador de Meizila (Mecif F., 2016)	76
34	Lac Tonga observé au printemps à partir de la Digue (Mecif F., 2016)	77
35	Partie centrale du Lac Tonga en été (Mecif F., 2016)	77
36	Vue du Lac Tonga en automne à partir de la station de Feid El Aligue (Mecif F., 2016)	78
37	Recherche des nids des deux espèces à travers le Lac Tonga (Mecif F., 2016)	79
38	Installation d'un nid de Grèbe huppé dans <i>Phragmites australis</i> (Mecif F., 2017)	79
39	Nids du <i>Fuligule Nyroca</i> dans ilots de végétation et tronc d'arbres au Lac Tonga (Mecif F., 2016)	80
40	Etapas suivies pour la mensuration des œufs et des nids de Grèbe huppé au Lac Tonga (Mecif F., 2017)	82
41	Etapas suivies pour la mensuration des œufs de <i>Fuligule Nyroca</i> au Lac Tonga (Mecif F., 2017)	83
42	Mesures des paramètres physico-chimiques (Mecif F., 2016)	85
43	Nid de Grèbe huppé à Feid Mrad (Mecif F., 2017)	89
44 a	Couleur de premier œuf du Grèbe huppé dans un nid flottant (Mecif F., 2017)	92
44 b	Couleur d'œuf du Grèbe huppé au cours de l'incubation (Mecif F., 2017)	92
45 a	Œufs de Grèbe huppé recouverts par <i>Ceratophyllum demersum</i> et de <i>Myriophyllum sp</i> après la ponte (Mecif F., 2017)	94
45 b	Œufs du Grèbe huppé recouverts par <i>Ceratophyllum demersum</i> et <i>Myriophyllum sp.</i> en période d'incubation (Mecif F., 2017)	94
46	Des nids du Grèbe huppée contenant 4 et 5 œufs marqués au feutre (Mecif F., 2017)	97
47	Début d'éclosion d'œuf dans un nid de Grèbe huppé (Mecif F., 2017)	97
48 a	Nid avec 3 œufs de Grèbe huppé (Mecif F., 2017)	99
48 b	Éclosion d'œufs dans un nid de Grèbe huppé (Mecif F., 2017)	99
48 c	Œuf de Grèbe huppé flottant sur l'eau (Mecif F., 2017)	99
48 d	Œuf immergé dans l'eau (Mecif F., 2017)	99
49 a	Couleuvre vipérine à proximité d'un nid de Grèbe huppé (Mecif F., 2017)	100
49 b	Nid avec les traces de prédation (Mecif F., 2017)	100
50 a	Destruction d'un nid de Grèbe huppé suite au passage d'une barque dessus (Mecif F., 2017)	101
50 b	Femelle de Grèbe huppé prise dans les filets de pêche au Lac Tonga (Mecif F., 2017)	101

51 a	Nid du Fuligule nyroca dans <i>Agropyron repens</i> (Mecif F., 2017)	109
51 b	Nid du Fuligule nyroca dans <i>Typha angustifolia</i> au Lac Tonga (Mecif F., 2017)	109
52	Nid du Fuligule nyroca à l'intérieur de troncs d'Aulnes, Côté de <i>l'Arboretum du Tonga</i> (Mecif F., 2017)	109
53 a	Couleur de premier œuf du Fuligule nyroca (Mecif F., 2017)	114
53 b	Couleur d'œuf au cours de l'incubation (Mecif F., 2017)	114
54 a	Couleur des œufs (8) d'un nid de Fuligule nyroca à la ponte (Mecif F., 2017)	114
54 b	Couleur des œufs (12) d'un nid de Fuligule nyroca au cours de l'incubation (Mecif F., 2017)	114
55	Nid avec des œufs couverts de duvet au cours de l'incubation (Mecif F., 2017)	118
56	Couvée de Fuligule nyroca avec (5 et 12) œufs en 2016 (Mecif F., 2017)	119
57	Couvée de Fuligule nyroca avec (10 et 15) œufs (Mecif F., 2017)	120
58	Couvée de Fuligule nyroca avec (2 et 22) œufs en 2017 (Mecif F., 2017)	120
59	Début d'éclosion des œufs dans un nid de Fuligule nyroca (Mecif F., 2017)	121
60	L'éclosion des œufs dans un nid de Fuligule nyroca (Mecif F., 2017)	122
61	Poussins du Fuligule nyroca dans lac Tonga (Mecif F., 2017)	122
62 a	Les œufs du Fuligule nyroca abandonnés (Mecif F., 2017)	124
62 b	Les œufs du Fuligule nyroca prédatés (Mecif F., 2017)	124
63	Les plumes de femelle éparpillées par les attaques des prédateurs (Mecif F., 2017)	124
64	Parasitisme interspécifique dans 2 nids de Fuligule nyroca avec 01 œuf de Poule sultane <i>Porphyrio porphyrio</i> dans chacun (Mecif F., 2017)	125
65	Parasitisme intraspécifique dans deux nids de Fuligule nyroca (Mecif F., 2017)	126

SOMMAIRE

INTRODUCTION	01
CHAPITRE I/ PRESENTATION DU SITE D'ETUDE : LE LAC TONGA	04
1. Description générale	04
1.1. Situations géographique, administrative et juridique	06
1.2. Situation socioéconomique	07
2. Caractéristiques physiques	08
2.1. Géologie	08
2.2. Pédologie	10
2.3. Hydrologie	11
2.4. Bilan hydrique du plan d'eau	12
2.4.1. Bathymétrie	12
2.4.2. Volume	13
3. Caractères climatiques et bioclimatiques	14
3.1. Climatologie	14
3.1.1. La Température	15
3.1.2. La Pluviométrie	15
3.1.3. L'humidité	16
3.2. Synthèse bioclimatique	16
3.2.1. Climagramme d'Emberger	17
3.2.2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen	18
4. Caractéristiques écologiques du Lac Tonga	18
4.1. La Flore	18
4.1.1. La végétation des forêts avoisinantes	20
4.1.1.1. Les espèces arborescentes	20
4.1.1.2. Les espèces arbustives	20
4.1.1.3. La flore herbacée	20
4.1.2. La végétation périphérique du Lac Tonga	21
4.1.3. La végétation aquatique du lac.	22
4.1.2.1. Végétation émergée	23
4.1.2.2. Végétation immergée	24
4.2. La faune	25
4.2.1. Oiseaux aquatiques	25
4.2.2. Les mammifères	28
4.2.3. L'entomofaune	29
4.2.4. Les reptiles et les amphibiens	31
4.2.5. L'ichtyofaune	32
5. Les menaces contre le Lac Tonga	32
CHAPITRE II/ MATERIELS ET METHODES	36
1. Présentation des modèles biologiques : le Grèbe huppé et le Fuligule nyroca	36
1.1. Le Grèbe huppé <i>Podiceps cristatus</i>	36
1.1.1. Position systématique	37
1.1.2. Caractéristiques biométriques	37
1.1.3. Caractéristiques générales de l'espèce	37
1.1.3.1. Le mâle	38
1.1.3.2. La femelle	39
1.1.3.3. Les jeunes	39

1.1.3.4 Longévité	40
1.1.3.5 Plumage et mue	40
1.1.4 Ecologie du Grèbe huppé	41
1.1.4.1 L'habitat	41
1.1.4.2 Comportement	42
1.1.4.3 Régime alimentaire	44
1.1.4.4 Migration	45
1.1.5 Reproduction	46
1.1.5.1 Saison de reproduction	46
1.1.5.2 Parade nuptiale	46
1.1.5.3 La nidification	47
1.1.5.4 Les poussins	48
1.1.6 Répartition géographique	49
1.1.6.1 Au niveau mondial	49
1.1.6.2 En Algérie	49
1.1.7 Statut juridique de l'espèce	50
1.1.8 Menaces	51
1.2. Le Fuligule nyroca	53
1.2.1 Position systématique	53
1.2.2 Caractéristiques biométriques	53
1.2.3 Caractéristiques générales de l'espèce	54
1.2.3.1 Le mâle	55
1.2.3.2 La femelle	55
1.2.3.3 Les jeunes	56
1.2.3.4 Longévité	57
1.2.3.5 Plumage et mue	57
1.2.4 Ecologie du Fuligule nyroca	58
1.2.4.1 L'habitat	58
1.2.4.2 Comportement	59
1.2.4.3 Régime alimentaire	61
1.2.4.4 La migration	63
1.2.5 La reproduction	64
1.2.5.1 La formation des couples	64
1.2.5.2 La nidification	65
1.2.5.3 Les poussins	66
1.2.6 Répartition géographique	66
1.2.6.1 Au niveau mondial	66
1.2.6.2 En Algérie	68
1.2.7 Statut juridique de l'espèce	69
1.2.8 Menaces	69
2 Matériels utilisés sur terrain	71
3 Méthodes de dénombrement des oiseaux d'eau	72
3.1 Les méthodes relatives	73
3.2 Les méthodes absolues	73
3.3 Techniques de dénombrement utilisées lors de notre étude	74
3.3.1 Le comptage direct ou individuel	74
3.3.2 Estimation des effectifs	74
3.3.3 Conditions de comptage	74

3.3.4 Dates et fréquences des dénombrements	75
3.3.5 Choix des points d'observation	75
4. Etude de la biologie de la reproduction	78
4.1 Recherche et localisation des nids	78
4.2 Caractéristiques des nids et des œufs	81
4.2.1 Mesure sur la végétation	81
4.2.2 Mensurations des nids	81
4.2.3 Dimensions des œufs	81
4.3 Paramètres de la reproduction	84
4.3.1 La date de ponte	84
4.3.2 La taille de ponte	84
4.3.3 La durée d'incubation	84
4.3.4 Le succès à l'éclosion	84
4.3.5 Le succès de reproduction	84
4.3.6 Parasitisme intra et interspécifique	84
5. Sélection de l'habitat et dispersion des deux espèces à travers le plan d'eau	84
6. Analyses des données	86
CHAPITRE III / RESULTATS ET DISCUSSION	87
1. Dynamique et phénologie de la reproduction du Grèbe huppé au Lac Tonga	87
1.1 Dénombrements des Grèbes huppés	87
1.2. Recherche et caractéristiques des nids et des œufs	89
1.2.1 Localisation et matériaux de construction des nids	89
1.2.2 Mensurations des nids	91
1.2.3 Caractéristiques des œufs	91
1.3. Paramètres de la reproduction	95
1.3.1 La ponte	95
1.3.2 La taille des pontes	96
1.3.3 Les éclosions	97
1.3.4 Le succès de la reproduction	100
1.3.5 Discussion	101
2. Dynamique et phénologie de la reproduction du Fuligule nyroca au Lac Tonga	106
2.1 Dénombrements des Fuligules nyrocas	106
2.2. Recherche et caractéristiques des nids et des œufs	108
2.2.1 Localisation et matériaux de construction des nids	108
2.2.2 Mensurations des nids	111
2.2.3 Caractéristiques des œufs	113
2.3. Paramètres de la reproduction	116
2.3.1 La ponte	116
2.3.2 La taille des pontes	118
2.3.3 Les éclosions	120
2.3.4 Le succès de la reproduction	123
2.3.5 Cas de parasitisme des nids	125
2.3.6 Discussion	126
3. Comparaison des résultats obtenus entre les deux espèces considérées	130
3.1 Dynamique des populations de Grèbe huppé et de Fuligule nyroca	130
3.2 Caractéristiques des nids et des œufs	131
3.3 Phénologie de la reproduction des deux espèces	132
3.3.1 La ponte	132

3.3.2 Taille de ponte	134
3.3.3 Le succès d'éclosion	135
3.3.4 Le succès de la reproduction	136
4. Sélection de l'habitat et comportement de dispersion de deux espèces étudiées	136
4.1 La végétation	136
4.1.1. Type de végétation	136
4.1.2 Hauteur de végétation	138
4.1.3 Localisation des nids à travers le plan d'eau	138
4.2 Profondeur de l'eau	140
4.3 Mesure in situ des paramètres physico-chimiques des eaux du lac	146
4.3.1 Paramètres physico-chimiques mesurés dans les secteurs où le Grèbe huppé et le Fuligule nyroca ont été observés	146
4.3.1.1 La température	146
4.3.1.2 Le Potentiel d'Hydrogène (pH)	148
4.3.1.3 L'oxygène dissous (O ₂)	149
4.3.1.4 La conductivité électrique (CE)	149
4.4 Distribution des deux espèces à travers le plan d'eau	152
CONCLUSION	153
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	157
ANNEXE	-



INTRODUCTION



INTRODUCTION

Au vu de sa situation géographique et de son potentiel en zones humides de grande valeur patrimoniale et de la diversité de ses habitats, l'Algérie jouie d'une mosaïque de biotopes favorisant l'installation d'une faune et d'une flore remarquables (Stevenson *et al.* 1988 ; Samraoui & De Belair, 1997 ; Quezel & Médial, 2003).

Les zones humides algériennes jouent un rôle primordial pour l'accueil d'une avifaune riche et diversifiée. Ces dernières sont d'importants sites pour la migration, l'hivernage et la reproduction d'une multitude d'espèces d'oiseaux. La région nord-est du pays totalise pas moins de 72 zones humides qui sont considérées comme exceptionnelles au Maghreb pour leurs étendues, la variété de leurs habitats et leur biodiversité (Stevenson *et al.*, 1988). Ces milieux attirent régulièrement des effectifs très importants d'oiseaux d'eau grâce aux conditions qu'elles offrent durant les saisons d'hivernage et de nidification (conditions climatiques, ressources alimentaires, abris, quiétude...) (Ledant *et al.*, 1981 ; Isenmann & Moali, 2000).

Le Lac Tonga, site Ramsar d'importance internationale constitue l'un des sites lacustres les plus connus dans le bassin méditerranéen pour la diversité de ses habitats et de son avifaune. Diverses études y ont été menées, telles que celles de Boumezbeur (1993), Boucheker *et al.* (2009), Lazli (2011), Zitouni (2014), Athamnia *et al.* (2015), Gherib & Lazli (2016 & 2017), Menasria & Lazli (2017) ; Rizi *et al.* (2019), Loucif *et al.* (2020)... En effet, cette zone humide accueille d'innombrables espèces d'oiseaux en périodes d'hivernage et de nidification, dont certaines sont menacées et figurent sur des textes législatifs et divers traités internationaux. Ainsi, les oiseaux d'eau sont considérés comme des bio-indicateurs ou des descripteurs des fonctionnements écologiques de ces écosystèmes (productivité biologique, instabilité des conditions, qualité globale d'écosystème, organisation spatiale et hétérogénéité des milieux) (MAAS, 2013). Parmi l'avifaune aquatique du Lac Tonga, nous avons retenu comme modèles biologique le Grèbe huppé *Podiceps cristatus* et le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*.

Les Podicipédidés sont une famille d'oiseaux aquatiques nommée Grèbes qui réunit selon le congrès ornithologique international 06 genres et 22 espèces (Athamnia, 2015). Ces oiseaux qui fréquentent nos zones humides, connaissent de nos jours des expansions à travers le territoire national aussi bien au Nord qu'au Sud et leur présence est signalée tout au long de l'année.

Appartenant à la famille des Podicipedidés, le Grèbe huppé *Podiceps cristatus* est une espèce très répandue en Algérie et connue pour être sédentaire nicheuse dans les zones humides de l'Est du pays (Samraoui & Samraoui, 2008). Isenmann & Moali (2000) mentionnent sa présence sur les Lacs Tonga, Oubeira, Mellah et des Oiseaux. Ces auteurs rapportent la nidification sur les lacs de barrage à Boughzoul, Reghaia, à Draa-El-Mizan et à Makouda (Kabylie). De septembre-octobre à mars, d'importants contingents arrivent d'Europe pour l'hivernage, notamment le long des côtes et même sur certains plans d'eau sahariens du pays comme Oued Rhigh, Touggourt et Ouargla (Isenmann & Moali, 2000). 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 en Algérie, où nous n'avons recensé que deux travaux sur la reproduction de l'espèce (Rouibi, 2013 ; Cheriet, 2016) et une étude sur son comportement diurne (Abdellioui, 2017).

Les Anatidés représentés par seize espèces constituent le groupe d'oiseaux d'eau le plus abondant dans les zones humides d'Afrique du Nord (Heim De Balsac & Mayaud, 1962 ; Van Dijk & Ledant, 1983 ; Isenmann & Moali, 2000 ; Thévenot *et al.*, 2003 ; Isenmann *et al.*, 2005) et notamment celles d'Algérie. Au Lac Tonga, Gherib (2018) a recensé 14 espèces dont le Fuligule nyroca. Figurant sur la liste rouge de l'UICN en tant qu'espèce quasi-menacée, l'espèce a subi une forte régression et des changements dans la distribution de sa population au cours des dernières décades (Islam, 2003). Son hivernage se déroule sur la ceinture méditerranéenne et en Afrique tropicale à l'Ouest, et sur les grandes zones humides d'Asie occidentale et centrale à l'Est (Robinson & Hughes, 2003). Au Lac Tonga, le Fuligule nyroca est sédentaire nicheur et sa population a été estimée à : 1024 individus en 1991 (Boumezbeur, 1993), 2326 en 2008 (Lazli, 2011) et 1947 en juin 2014 (Gherib, 2018).

Ainsi, la diversité et la qualité des habitats, les ressources trophiques ainsi qu'une quiétude relative a permis au Grèbe huppé et au Fuligule nyroca de prospérer dans le Lac Tonga. En effet, le choix de l'habitat a souvent une influence déterminante sur les performances de reproduction des oiseaux en raison de la nature inégale des habitats et de leur qualité (Burger & Gochfeld, 1988 ; Newton, 1988).

L'objectif de notre travail a été d'étudier l'écologie des deux espèces, le Grèbe huppé et le Fuligule nyroca, ainsi que leur comportement de dispersion à travers le Lac Tonga. Pour se faire, nous avons suivi leur démographie et caractérisé leurs habitats en périodes d'hivernage et de nidification. Nous avons également étudié les paramètres de leur reproduction et la sélection de leur habitat pendant cette même période.

Le manuscrit a été structuré comme suit :

- Un premier chapitre présente le site d'étude (description géographique et administrative, caractéristiques physiques, caractéristiques écologiques, menaces, statut de protection).
- Un deuxième chapitre décrit les « Matériels et méthodes », à travers la présentation des deux modèles biologiques, le matériel de terrain et la méthodologie de travail.
- Un troisième chapitre présente sous forme de figures et de tableaux divers, les résultats obtenus, argumentés par la suite dans une discussion,

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



CHAPITRE I

PRESENTATION DU SITE D'ETUDE LE « LAC TONGA »



CHAPITRE I/ PRESENTATION DU SITE D'ETUDE : LE LAC TONGA

1. Description générale

L'étude s'est déroulée au niveau du Lac Tonga situé dans la wilaya d'El-Tarf à l'extrême nord-est du pays (Fig. 01). Le lac est classé comme réserve intégrale au sein du Parc National d'El-Kala (PNEK) et inscrit depuis 1982 sur la liste des sites Ramsar d'importance internationale (Lazli, 2011 ; Menasria & Lazli, 2017 ; Gherib, 2018). Il joue un rôle important durant le cycle biologique annuel des oiseaux d'eau.

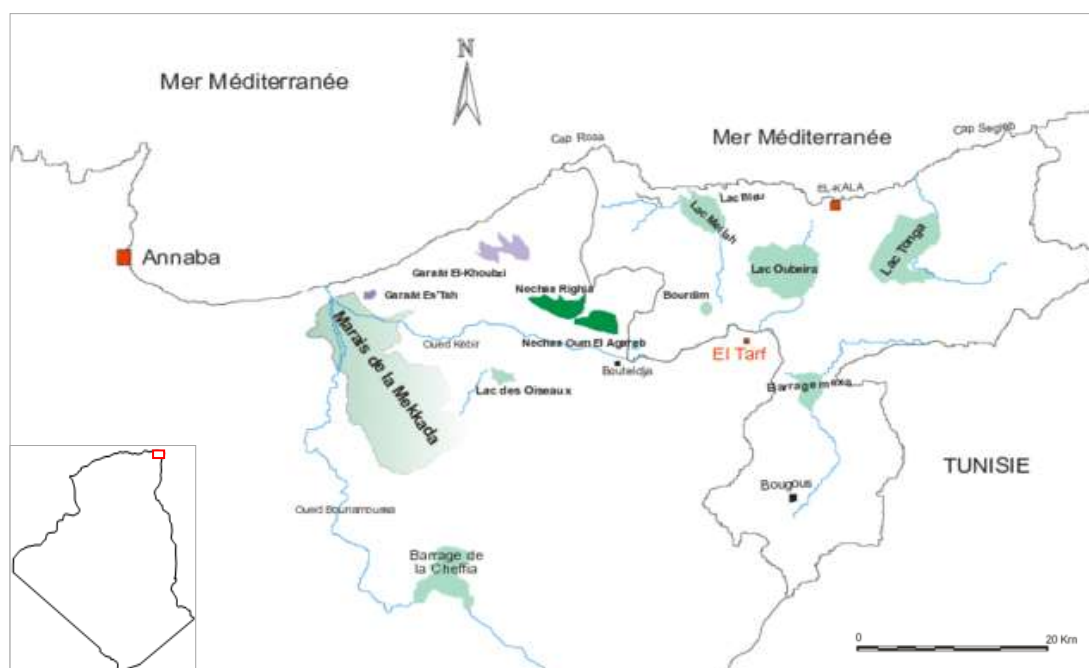


Figure 1 : Localisation du site d'étude, « le Lac Tonga », dans le nord-est algérien

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 (DGF, 2003 ; Lazli, 2011 ; Zitouni, 2014).

C'est un marais d'eau douce d'une superficie de 2600 ha qui communique avec la mer par le chenal artificiel de la Messida, long de 900 m. Bordé au nord par un cordon de dune

Littorales, il est entouré par ailleurs de collines boisées ou couvertes de maquis et de pâturage (Van Dijk & Ledant, 1983).



Photo 1. Vues à l'intérieure de Lac Tonga (Mecif F., 2016)



Photo 2. Vues du Lac Tonga (Mecif F., 2016)

Par ailleurs, le Lac Tonga est recouvert en mosaïque à 80% environ d'une végétation émergente composée d'hélophytes (scirpes, phragmites et typhas), avec de grandes plages d'eau libre occupées en grande partie par le Nénuphar blanc *Nymphaea alba*, notamment en période de nidification (Photos 1 & 2) (Lazli *et al.*, 2011 a et b ; Mecif *et al.*, 2020).

Cette zone humide est considérée comme un important site d'hivernage pour de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau. Il accueille classiquement en hiver près de 25 000 Anatidés et Foulques (Rouibi, *et al.*, 2009) et abrite la nidification de centaines de couples d'Érismatures à tête blanche, de Fuligules nyrocas, de Talèves sultanes... (LAZLI *et al.*, 2011, a, b ; Lazli *et al.*, 2012 ; Mecif *et al.*, 2020). De par la diversité de ses habitats et sa richesse en ressources trophique, le Lac Tonga abrite également la nidification numériquement importante d'espèces comme la Foulque macroule, le Grèbe huppé, le Grèbe castagneux, les colonies de Hérons crabiers, de Bihoreaux gris, de Hérons pourprés, d'Ibis falcinelles, de Guifettes moustac, etc. (Mecif *et al.*, 2020). Plusieurs espèces migratrices y sont aussi observées, telles que l'Oie cendrée, la Grue cendrée, Le Tadorne de Belon... (LAZLI, 2011 ; GHERIB, 2018).

1.1. Situations géographique, administrative et juridique

Situé à une altitude de 2, 2 m, le lac est bordé à l'est, au sud et à l'ouest par les derniers contreforts de la Kroumirie couverts de forêts plus au moins dégradées de Chêne liège (*Quercus suber*). Côté Nord, il est limité par des crêtes dunaires, variant entre 75 et 100 m et au NW par un mont, culminant à 167 m avec Argoub Erched. Ce sont des dunes maritimes fixées pour l'essentiel par un maquis dense de Chêne Kermès (*Quercus coccifera*) qui le sépare de la Méditerranée (Draïdi, 2014). Au Nord-Ouest des collines gréseuses le séparent du Lac Oubeira (Fig. 01).

Le Lac Tonga s'étend sur 7,5 Km de long et 4 Km de large et il a une profondeur moyenne de 1,5 à 2 m. Il est distant d'environ 3 km de la frontière algéro-tunisienne à l'Est, à l'Ouest d'environ 80 km des complexes industriels d'Annaba (DGF, 2003). Sa limite épouse pour une part la frontière algéro-tunisienne avec le Kef Segleb 327 m au Nord de la chaâba Dridir, puis le djebel Haddada (Ayaichia, 2018).

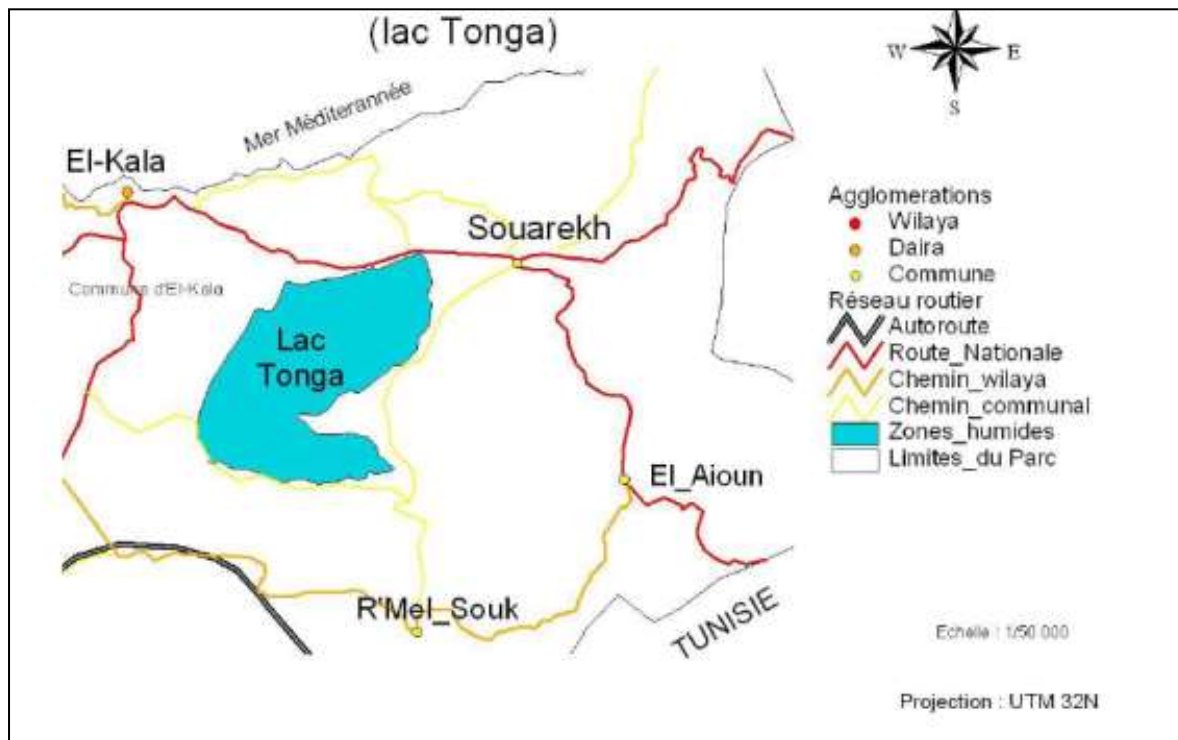


Figure 2 : Carte de délimitation du site d'étude, Lac Tonga (in Houmani, 2012).

Le lac se trouve dans le territoire du PNEK et il est géré administrativement par la direction de celui-ci. Un certain nombre de décrets internationaux concernant sa gestion ont été établies :

- Décret n° 82-440 du 11/12/1982, portant ratification de la convention africaine sur la conservation de la nature et des ressources naturelles, signée à Algérie le 15/09/1968.
- Décret n° 82-498 du 25/12/1982 portant adhésion à la convention sur le commerce international des espèces de la faune et la flore sauvage menacée d'extinction signée à Washington (USA) le 03/03/1973.
- Décret n° 85-01 du 05/01/1985, portant ratification du protocole relatif aux aires spécialement protégées de la méditerranée, signé à Genève (Suisse) le 03/04/1982. (Abbaci, 1999).

1.2. Situation socioéconomique :

Les activités des habitants de cette région sont peu diversifiées, ils pratiquent généralement :

- Une agriculture traditionnelle et familiale dont les rendements sont faibles (Touati, 2008).

- Le pâturage et l'élevage sur le territoire du bassin versant du lac Tonga s'élève à environ 22 080 têtes (bovines, ovines et caprines) (El Afri, 2017).

On trouve aussi des activités en relation directe avec le plan d'eau :

- la chasse, le braconnage des oiseaux d'eau
- la pêche de l'Anguille d'Europe (*Anguilla anguilla*), la carpe..
- le tourisme en périodes de pré-nidification et de nidification des oiseaux d'eau (circulation de barques à travers le plan d'eau).

2. Caractéristiques physiques

2.1. Géologie

Selon la carte géologique de Joleaud (1935), les différentes formations géologiques rencontrées dans le bassin du Lac Tonga (Fig. 03) sont:

- ✓ Les alluvions lacustres couvertes d'eau l'hiver, formées d'argiles dont l'imperméabilité est liée aux argiles de Numidie.
- ✓ Les alluvions limoneuses au fond des vallées du Pléistocène, formées de sable et de limon.
- ✓ Les grés à hélices qui par désagrégation ont donné les dunes;
- ✓ Les formations du Pontien qui présentent deux faciès argiles sableuses grises, jaunes ou rouges; conglomérats et sables rouges ou jaunes à Archaelixsoliignaci et des argiles marneuses, salifères et argiles rouges gypseuses; dans le bassin du Lac Tonga c'est le premier faciès qui domine.
- ✓ Les grés de Numidie, quartzeux, souvent blanchâtres, parfois assez friables, transgressifs sur les argiles de Numidie et formant des reliefs abrupts. Ils recouvrent 33% de la superficie du bassin versant.
- ✓ Les marnes argilo-schisteuses de couleurs variées avec intercalation de petits bancs de grés quart-ziteux développés surtout sur les pentes des vallées et groupées sous le nom d'argiles de Numidie.

- ✓ Les argiles, grès et calcaires noirs à nummulites de l'Éocène moyen.

Le Lac Tonga est constitué de diverses formations géologiques :

- Sols de marécages : formés de limons de bas-fonds.
- Alluvions limoneuses : formées de sable et de limons récents.
- Des argiles, grès et calcaires noirs de l'Eocène moyen qui constituent les contreforts entourant le lac (Raachi, 2007).

Creusée dans les argiles de l'Éocène supérieur, la cuvette du Lac Tonga avec celle du Lac Oubeira, offre l'originalité d'être complètement fermée ce qui lui confère un fonctionnement à écoulement endoréique total, phénomène rare dans l'Atlas Tellien où l'exoréisme est de règle. Son fond argileux assure son imperméabilité (Chettibi, 2013).

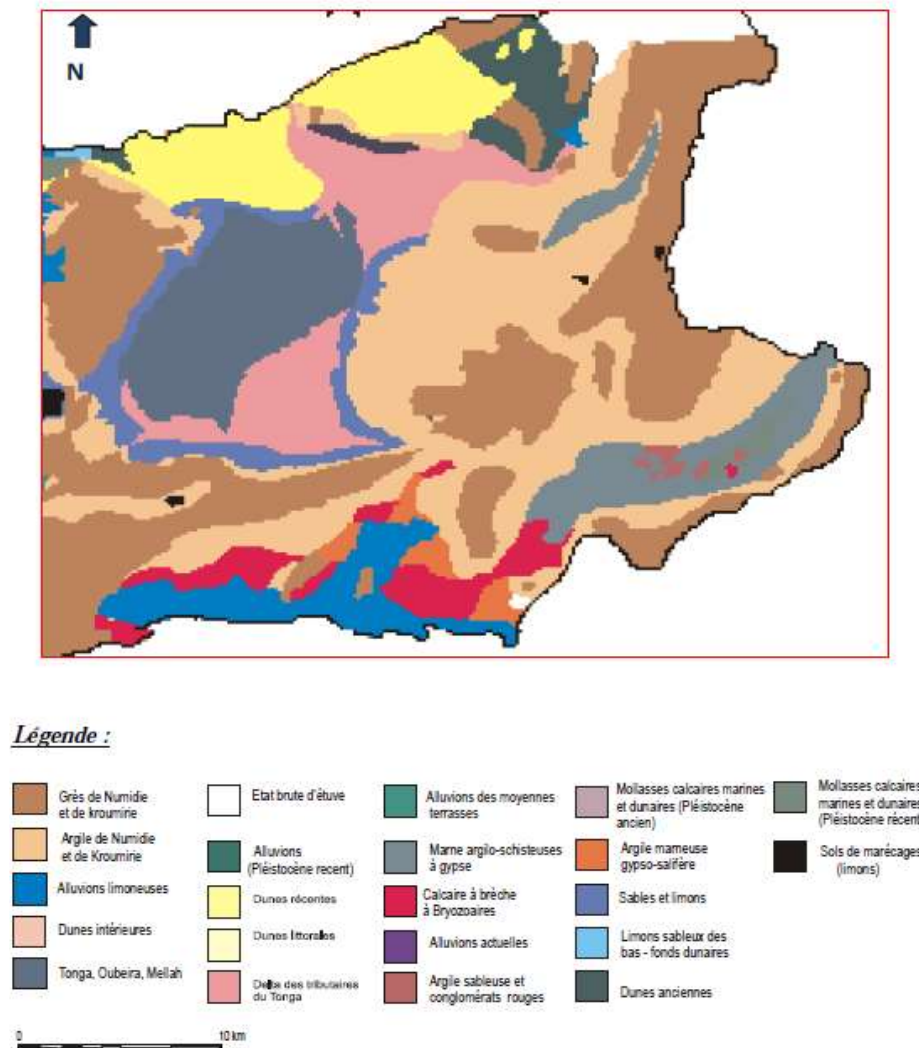


Figure 3 : Carte géologique du bassin versant du Lac Tonga (Landscape Aménagement, 1998)

2.2 Pédologie

Dans la cuvette du Tonga, on peut distinguer plusieurs types de sols dont la pédogenèse est liée principalement à la présence d'une nappe d'eau permanente (Durand, 1954).

La partie centrale de la cuvette est occupée par des sols de marais, formés d'argiles lacustres, ils sont caractérisés par leur humidité permanente qui ne permet qu'une vie microbienne anaérobie.

En surface, ces sols ont des teneurs importantes en matière organique et une forte acidité (Kadid, 2014). Au niveau de l'aulnaie, on retrouve des sols tourbeux, des dépôts alluvionnaires des oueds et, autour du lac, des sols de prairies marécageuses (Bouchecker, 2009).

Selon Durand (1954), le bassin versant du Lac Tonga comprend deux types de sols:

- Sols zonaux: ce groupe comprend cinq catégories de sols à tendance évolutive dépendants surtout du climat (Tab. 1, Fig. 04).
- Sols azonaux: ce groupe comprend six catégories de sols indépendants du climat (Tab. 1, Fig. 04).

Tableau 1 : Les différents types du sol du Lac Tonga

Types de sols	Sols zonaux	Sols azonaux
1	Podzols ferrugineux	Sols des marais
2	Sols oxyhumiques	Sols de prairies marécageuses
3	Sols insaturés acides	Sols tourbeux non inondés
4	Sols insaturés	Solods
5	Sols décalcifiés	Sols alluviaux
6	/	Sols dunaires

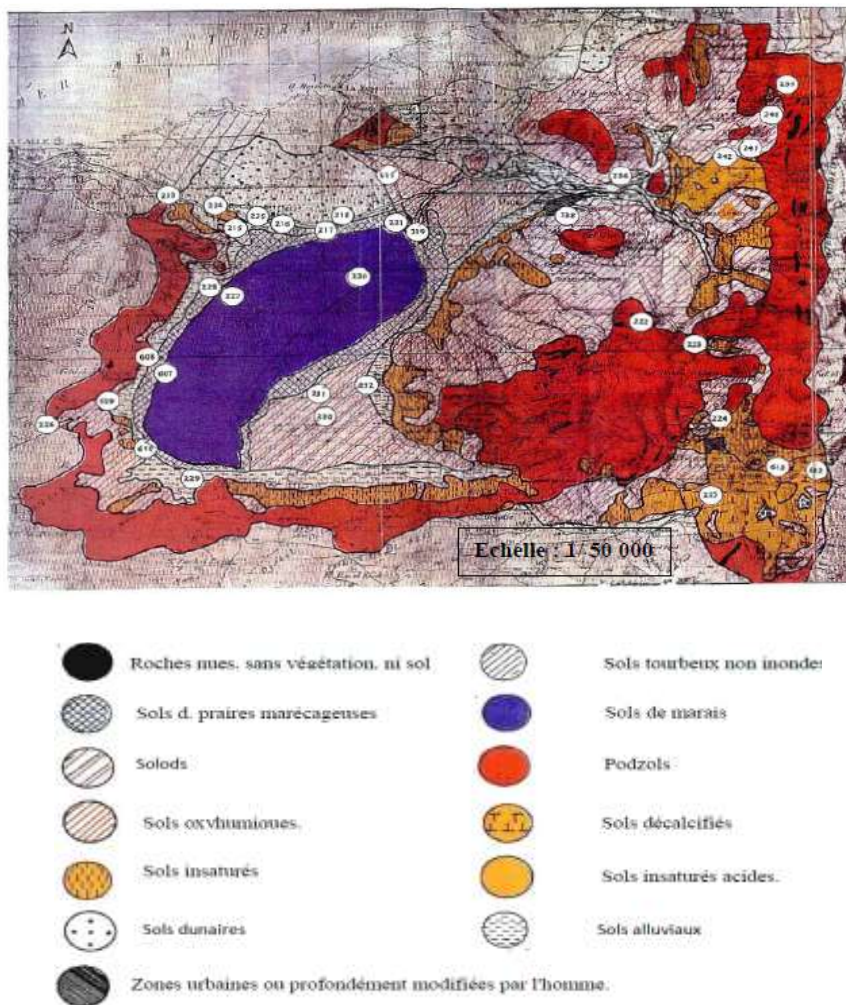


Figure 4 : Carte pédologique montrant différents types de sol du Lac Tonga (Landscape Aménagement, 1998).

2.3 Hydrologie

Les principaux cours d'eau qui alimentent le Lac Tonga sont « Oued El Hout » au sud-ouest et « Oued El Eug » au nord-est (Fig. 05). Ces oueds ont édifié de véritables deltas dont les apports ont progressivement réduit la surface du lac au profit des prés riverains (Draïdi *et al.*, 2013). Le caractère fermé du Lac Tonga lui confère un fonctionnement à écoulement exoréique en présence du chenal artificiel de « la Messida ».

On peut distinguer trois sous bassin versant dans la cuvette du Tonga:

- Le bassin versant d'oued El Eug.
- Le bassin versant d'oued El Hout.
- La zone qui s'étend depuis la bordure Sud du massif dunaire de la rive gauche de la Messida jusqu'à la rive sud du lac.

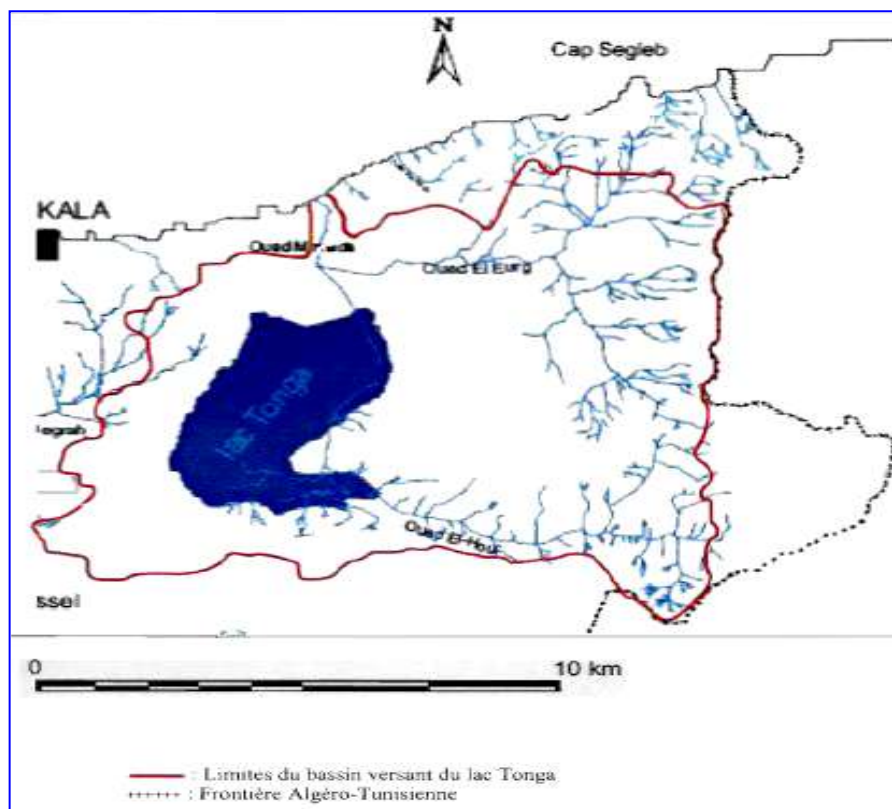


Figure 5 : Carte du réseau hydrographique de la région d'étude (Raachi, 2007)

2.4 Bilan hydrique du plan d'eau

2.4.1 Bathymétrie

Les mesures bathymétriques font ressortir que le Lac Tonga est un plan d'eau peu profond. La profondeur maximale mesurée en période estivale est de 1,80 m. La profondeur moyenne est de 1,20 m (Fig. 06). En situation de pleine eau la profondeur peut atteindre 3 m (Draïdi, 2014).

A l'instar du Lac Oubeira, on retiendra que le Lac Tonga se caractérise par une variation relativement faible de la profondeur au niveau des rives sauf au niveau de la digue. Selon la topographie du fond la majeure partie de cette zone humide est très homogène (Lazli, 2011).

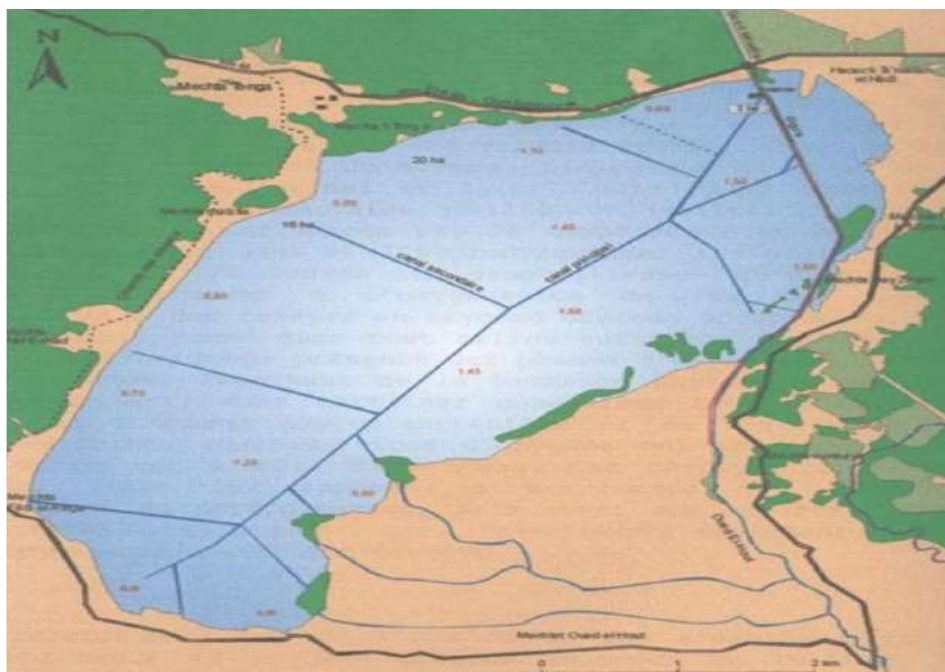


Figure 6 : Carte générale et bathymétrie du Lac Tonga (Kadid, 2014).

2.4.2 Volume

Le Lac Tonga, qui est une zone marécageuse, est un site particulier. Son plan d'eau n'a pas de forme précise qui permettrait de mesurer un volume global et les fluctuations du niveau de l'eau comme celui du Lac Oubeïra (Boumaraf, 2018). Cependant, son volume a été estimé à partir de sa profondeur moyenne, ce qui a donné une valeur d'environ 28.000.000 m³ en période de pré étiage. Cette valeur doit être sensiblement supérieure en période de pleine eau (Lazli, 2011).

Le caractère endoréique du Tonga l'expose à des variations sensibles de son volume et de sa surface en eau. L'intense évaporation estivale peut retirer un volume d'eau important, supérieur à 50% du volume maximum (MPRH/ONDPA, 2004 in Lazli, 2011).

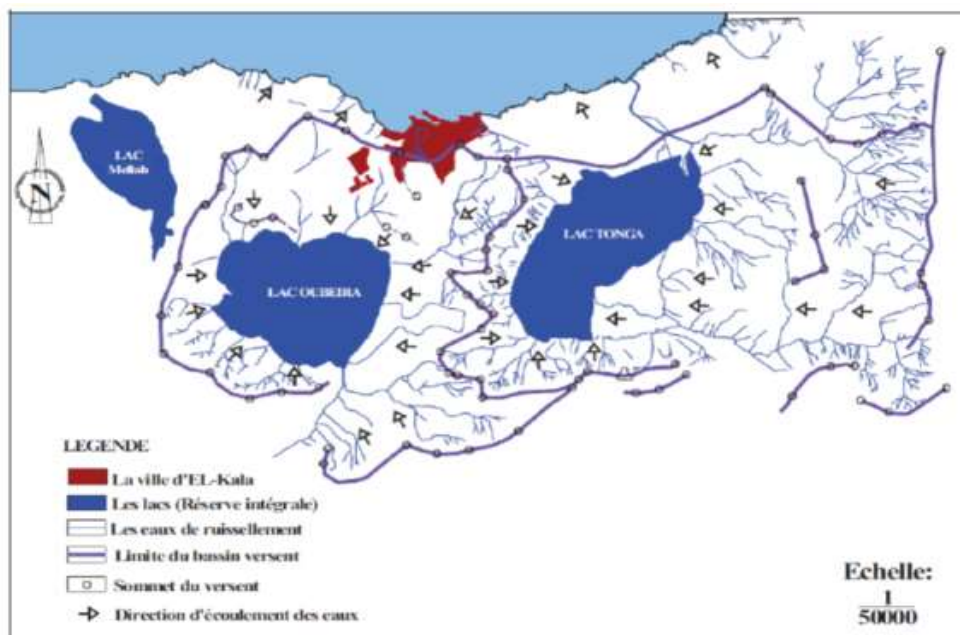


Figure 07 : Direction de l'écoulement des eaux des bassins versant des lacs Oubeïra et Tonga (Boumaraf, 2018).

3. Caractères climatiques et bioclimatiques

3.1. Climatologie

Le climat est un facteur important dans la vie et l'évolution d'un écosystème (Dajoz, 1971). Il influence d'une manière directe la diversité de la faune et de la flore (Samraoui & De Belair, 1997) dont il régule la distribution. Ce sont surtout les températures, les précipitations, l'humidité relative et les vents qui agissent (Faurie *et al.*, 2003). En effet, ces facteurs climatiques influence directe sur la flore et faune, il a une agissent à tous les stades du développement de l'oiseau en limitant l'habitat de l'espèce.

Un climat méditerranéen règne sur la région caractérisé par une pluviométrie abondante pendant la saison humide et les mois froids et par une sécheresse pendant l'été (Ozenda 1982, Samraoui & de Bélair ,1998 in Touati, 2008).

Afin de caractériser le climat de notre zone d'étude, nous avons exploité une série de donnés climatiques sur une période allant de 1988 à 2018. Celles-ci ont été recueillies auprès de la station météorologique du Lac des oiseaux (Wilaya d'El-Tarf).

3.1.1 La Température :

La température change en fonction de l'altitude, la distance par rapport à la mer et des saisonnalités, c'est l'un des facteurs qui agissent d'une manière directe sur le climat et sur le bilan hydrique d'une région puisqu'elle est un facteur limitant de l'évaporation et l'évapotranspiration (Toubal, 1986). 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, 1984).

Le rôle de la température est déterminant dans la vie de l'oiseau. Son action se manifeste à tous les stades du cycle vital, de l'œuf jusqu'à l'adulte (Bourrelière, 1950).

Tableau 2: Moyennes des températures mensuelles pour la période (1988 à 2018)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy. ann.
T. min. (°C)	7,2	7,4	9,5	11,5	14,2	18,0	20,3	21,4	19,4	16,2	11,9	10,1	13,9
T. max. (°C)	17,0	17,1	20,1	21,6	24,9	28,5	31,5	32,5	29,8	27,0	22,1	18,3	24,2
T. moy. (°C)	12,1	12,2	14,8	16,5	19,5	23,2	26	27	24,6	21,6	17	14,2	19,1

D'après le tableau ci-dessus, nous constatons que les mois les plus chauds sont juillet et août avec respectivement 31,5 °C et 32,5°C. Les mois les plus froids restent janvier et février avec 7,2°C et 7, 4°C.

3.1.2 La Pluviométrie :

En Algérie, les pluies sont pour la plupart influencées par le relief. La pluviométrie est donc déterminée par la direction des axes montagneux par rapport à la mer et aux vents humides (Seltzer, 1946). La région de l'extrême Nord-Est du pays est parmi les plus abondamment arrosées avec 1300 mm/an (B.N.E.F, 1985).

Tableau 3: Moyennes des précipitations mensuelles pour la période (1988 à 2018)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	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	687,3

L'analyse du tableau ci-dessus montre nettement que la région n'est pas aussi bien arrosée (687,3 mm) qu'elle ne l'était pendant la période SELTZER (1913-1938) où il a été

enregistré une pluviométrie de 950 mm. Par rapport à cette dernière, nous constatons pour ces dernières années un déficit assez important d'environ 263 mm.

A partir du tableau 3, il apparaît que la saison pluvieuse s'étale approximativement du mois d'octobre au mois de mai. Les pics sont atteints au cours des mois de novembre et décembre avec respectivement : 106,6 mm et 100 mm. Le mois le plus sec reste juillet depuis la période de SELTZER avec des valeurs ne dépassant guère la moyenne des 5 mm (Lazli, 2011).

3.1.3 L'humidité :

La région d'El-Kala est caractérisée par à des taux d'humidité élevés pendant toute l'année. La mer, les nombreux plans d'eau ainsi que la richesse de la région en écosystèmes forestiers (zones montagneuses), sont à l'origine de cette humidité (Djamai, 2020). Cela favorise le maintien d'une végétation éprouvée pendant la période sèche (Benyacoub, 1993). Les oiseaux supportent les alternances de saison sèche et de saison humide.

L'humidité intervient sur la longévité et le développement, sur la fécondité, sur le comportement, sur la répartition géographique, sur la répartition dans les biotopes et sur la densité des populations (Dajoz, 1971).

Tableau 4 : Hygrométrie mensuelle de la période (1988 à 2018)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy. ann.
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

Située dans une zone marécageuse, notre zone d'étude est particulièrement humide. L'analyse du tableau ci-dessus révèle que l'humidité varie entre 71,9% et 80,4% pour la période suscitée, avec un maximum relevé durant l'hiver (décembre).

3.2. Synthèse bioclimatique :

Les différents facteurs climatiques n'agissent pas indépendamment les uns des autres, Pour cela, divers indices ont été créés et les plus employés utilisent les facteurs les plus importants : la température et la précipitation. Dans la région méditerranéenne, ce sont le

Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson et le quotient pluviothermique d'Emberger qui sont souvent les plus employés.

3.2.1 Climagramme d'Emberger :

Selon Emberger (1955), le climat méditerranéen est divisé en 5 étages climatiques. Le rythme climatique est défini graphiquement par la combinaison des températures et précipitations moyennes mensuelles. D'après Stewart (1975), le climagramme d'Emberger permet la classification des différents climats méditerranéens, grâce au calcul d'un quotient qui est donné par la formule suivante : $Q_2 = 3,43 (P/M-m)$

Où : Q_2 = quotidien pluviométrique ;

P = précipitations annuelles ;

M = Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (°C) ;

m = Moyenne des températures minimales du mois le plus froid (°C).

Ainsi, le quotidien pluviométrique de la région d'El-Kala pour la période de 1988 à 2018 est : $Q_2 = 93,2$.

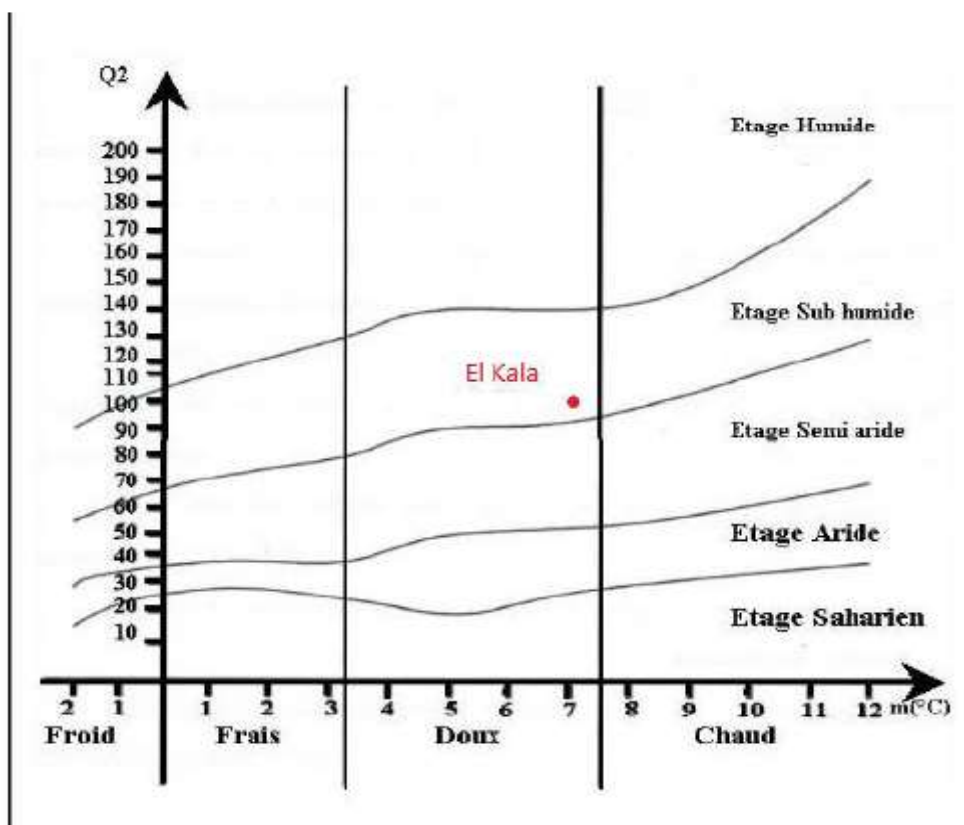


Figure 08. Position de la région d'étude dans le Climagramme d'Emberger (Période : 1988-2018)

D'après les données climatiques pour la période 1988 à 2018, le Lac Tonga se localise dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver doux (Fig. 08). Toutefois, De Belair (1990) souligne que le bassin versant du Tonga est dans le sub-humide tempéré au Nord, dans l'humide doux et humide chaud au Nord-est, et dans l'humide tempéré au Sud et à l'Est.

3.2.2 Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

Selon Bagnouls, un mois est sec lorsque le total des précipitations P (mm) est égal ou inférieur au double de la température T (°C), une période sèche est une suite de mois secs, elle peut s'exprimer par ($P < 2T$) (Le Houerou, 1995 ; Lazli, 2011).

Le diagramme pluviométrique de Gausсен (Fig. 09) 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.

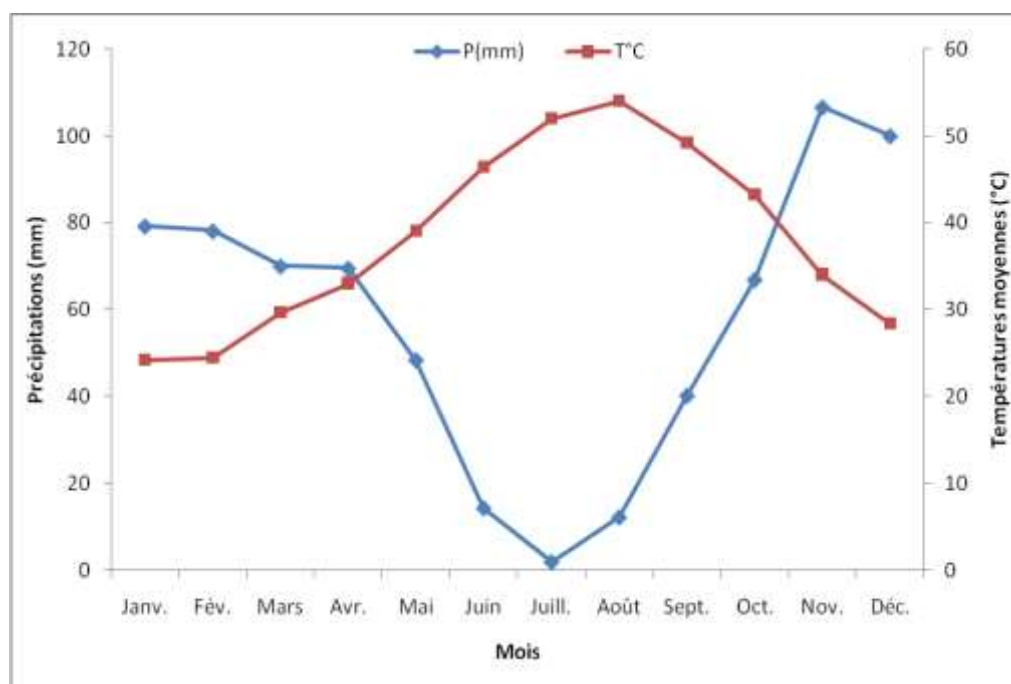


Figure 09 : Diagramme pluviométrique de la région d'étude pour la période (1988- 2018).

4. Caractéristiques écologiques du Lac Tonga

4.1. La Flore

Le Lac Tonga abrite une végétation luxuriante très riche et très diversifiée (Abbaci, 1999). Selon la cartographie de la végétation du lac, on peut dénombrer 309 espèces réparties

en 71 familles et 47 ordres (Draïdi, 2014). Les plus importantes appartiennent aux sous – embranchement des Angiospermes qui regroupe 293 espèces distribuées en 64 familles.

Le bassin versant du Tonga présente des formations végétales variées :

➤ Selon le facteur bioclimatique qui joue un rôle important dans l'installation et la répartition du couvert végétal, on observe ce qui suit :

- Dans la zone littorale (ou le cordon dunaire), une dominance bien nette du Pin maritime *Pinus maritimus* et d'un maquis à Chêne kermès *Quercus coccifera*.
- Dans la plaine, une végétation arbustive composée principalement d'une aulnaie, qui comprend également des ormes, des frênes et des saules.
- Dans les massifs montagneux : caractérisés par la présence d'une chênaie mixte formée de Chêne liège *Quercus suber*, Chêne zeen *Quercus faginea* et un maquis dégradé de Chêne liège.

➤ Selon les catégories floristiques particulières, le bassin versant du Lac Tonga comprend trois types de formation végétale (Fig. 10).

- Végétation forestière
- Végétation périphérique
- Végétation aquatique :
 - Végétation émergée
 - Végétation immergée.

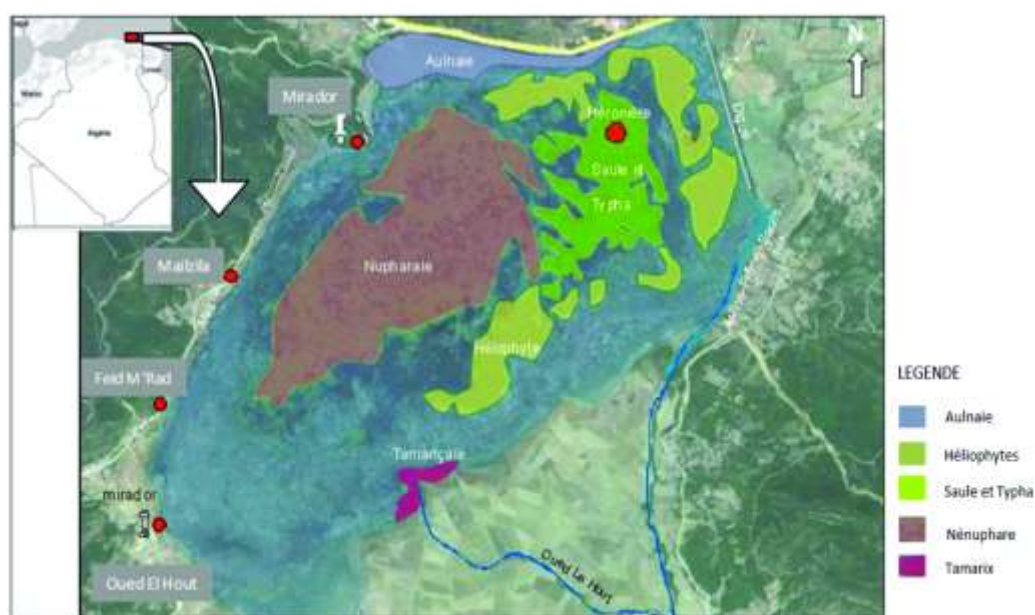


Figure 10 : Carte de situation du Lac Tonga avec les plus importantes Formations végétales (Rizi *et al.*, 2016).

4.1.1. La végétation des forêts avoisinantes

La formation forestière du bassin versant du Lac Tonga est liée à la présence d'un substratum d'origine acide (BENSLAMA, 1993). La communauté végétale forestière est constituée par l'ensemble d'une formation boisée caractérisée par différentes strates très développées, exclusivement dans les bordures Nord et au milieu du lac (Saïfouni & al, 2020).

4.1.1. 1 Les espèces arborescentes : est composée principalement par :

- Le Chêne liège *Quercus suber* : qui est rencontré à certains endroits, soit mélangés, soit totalement supplantés par les pins maritimes.
- Micro-populations pures de chênes zéen *Quercus faginea* , côte Ain Bergougaya (El Aouin-Oum theboul).
- Le Pin maritime *Pinus maritimus* et le pin pignon *Pinus pinaster*.
- Aulne glutineux *Alnus glutinosa* (dans surface de de 57 ha)
- Cyprès chauves *Taxodium distichum*
- Peuplier de Virginie *Populus virginica*
- Orme champêtre *Ulmus campestris*
- Acacia *Acacia melanoxylon*
- Frêne *Fraxinus angustifolia*
- Une petite formation d'Eucalyptus (*Eucalytus cameldelensis*)
- La Ronce *Rubus ulmifolius* et l'Aubépine *Cratagus monogyna* (sont les espèces d'origine euro-méditerranéenne) (PNEK, 2022).

4.1.1. 2 Les espèces arbustives: particulièrement comme :

- La Bruyère arborescente *Erica arborea*
- Le Pistachier lentisque *Pistacia lentiscus*
- Le Chêne kermès *Quecus coccifera*
- Le Myrte *Myrtus communis*
- Le Caliotome *Calycotome villosa* – *Calycotome spinosa*
- La Filaire à feuilles étroites *Phillyrea angustifolia*
- Le Genêt *Genista ferox*

4.1.1. 3 La flore herbacée : est la plus riche et la plus diversifiée. Elle est représentée par les:

- Astéracées
- Fabacées
- Brassicacées
- Cypéracées
- Renonculacées.

Au niveau du chenal de la Messida ; une strate herbacée formée principalement par :

- L' Hélianthème à feuilles d'arroche *Halium halimifolium*
- Le Retame *Retama retam*

4.1.2. La végétation périphérique du Lac Tonga :

Est représentée par des formations végétales boisées qui s'étendent le long des bords du lac, leur périphérie couvrant les terrasses du quaternaire récent. Elle est constituée par :

- **Au niveau de la périphérie Nord :** Aulnaie présentée par une formation naturelle relique (Kadid, 1989) dont leur catégorie pédologique fondamentale semble évoluer en tourbière (96,26% de fibres et PH - 4,32, sol de couleur marron à noir, structure lamellaire spongieuse humide à saturé en eau).
 - Aulnes glutineux *Alnus glutinosa*
 - Ormes champêtres *Ulmus campestris*

- **Au Nord-Ouest :** l'Arboretum du Tonga, d'une superficie d'environ 100 ha, avec un corridor se composant d'essences variées à bois tendre et à bois dur (Gherib, 2018). Il est formé par des plantations de Peuplier et autres essences arborescentes (Sarri, 2017), comme :
 - Peuplier (I214 : 32,5 ha)
 - Aulne glutineux *Alnus glutinosa* (50 ha)
 - Peuplier de Virginie *Populus virginica* (0.5 ha)
 - Peuplier blanc *Populus alba* et Peuplier noir *Populus nigra* (0.5 ha)
 - Acacia à bois dur *Acacia melanoxylon* (3.5 ha)
 - Cyprès chauve *Taxodium distichum* (9.5 ha)
 - Cyprès toujours vert *Cupressus sempervirens* (0.25 ha)
 - Ormes champêtre *Ulmus campestris*
 - Quelques sujets de Frênes *Fraxinus angustifolia* et de Tamaris *Tamarix gallica*

- Espace vide (2,5 ha).

Il existe trois espèces végétales protégées dans l'Arboretum du Lac Tonga (Gherib, 2018) :

- Peuplier noir *Populus nigra*
- Fougère aquatique Marsilie à feuilles diffuses *Marsilia diffusa*
- Fougère royale *Osmunda regalis*

➤ Au Sud, se trouve la spectaculaire Saulaie du Tonga formée de plus de 6 espèces de saules, dont :

- Saule blanc *Salix alba*,
- Saule pédicellé *Salix pedicellata*

➤ A l'Est se trouvent les plaines, la dominance agricole par un fourrage naturel formé d'un mélange de graminées et de légumineuses :

- *Paspalum distichum*
- *Cynodon dactylon*
- *Trifolium arvens*
- *Lolium italicum*
- *Festuca onina*, particulièrement sur les alluvions de l'Oued El-Hout.

1.3.4. La végétation aquatique du lac

La végétation aquatique de cette zone humide se présente sous forme d'une mosaïque d'hydrophytes et d'hélophytes réparties en ceinture autour du plan d'eau et en îlots flottants avec des plages d'eau libre (Fig. 11).

La flore aquatique abondante de ce lac joue un rôle prépondérant dans la répartition des espèces d'oiseaux d'eau en offrant à la fois l'abri et l'alimentation (Abbaci, 1999). Le plan d'eau du lac est occupé par une végétation aquatique riche et diversifiée, et qui très variable selon les saisons et la situation géographique. Dans la plupart des cas, ces types de végétation ne se rencontrent pas isolés mais forment des associations singulières.

La surface est recouverte à plus de 90 % par cette végétation aquatique subdivisée en 14 groupements dont dix associations, 82 espèces végétales recensées qui appartiennent à 31 familles botaniques, dont 32 espèces (39% de l'ensemble) sont classées d'assez rares à

rarissimes (Tab. 5) telles que *Marsilea diffusa*, *Nymphaea alba*, *Utricularia exoleta* (Draidi, 2014).

4.1.2.1. Végétation émergée

Les communautés végétales du lac se présentent sous forme d'une mosaïque d'hydrophytes et d'hélophytes (ceinture de végétation et zone d'eau libre). La physionomie de la végétation est déterminée par la dominance apparente du *Nymphaea alba* qui occupe le centre du lac, *Phragmites australis*, *Scirpus lacustris*, *Typha angustifolia*, *Iris pseudoacorus* (Meniaia *et al.*, 2014), dans la partie Sud-ouest, le *Scirpus maritimus* (Van Dijk & Ledant, 1983). Cette grande formation végétale couvre l'équivalent de 1430 hectares soit 65 % de la surface totale du lac (Abbaci 1999).

Les îlots de végétation, composés de plantes émergentes et à feuilles flottantes, sont très étendus comme :

- *Sparganium erectum*,
- *Lycopus europaeus*
- *Salix pedicellata* (Saulaie flottante)
- *Lytrum salicaria*
- *Epilobium hirsutum*
- *Trifolium campestre*
- *Oenanthe fistulosa et Ranunculus baudotii*

Le groupe de phragmites, de massette, de scirpes et de saules, fournit sécurité et sites de nidification à plusieurs espèces d'oiseaux d'eau (Belhadj, 1996 ; Boumezbeur, 1993 ; Ledant & Vandijk, 1977).

Selon leur habitat, la végétation émergée se regroupe en deux (Saïfouni *et al.*, 2020) :

- **Roselière** : Dans la Roselière du Lac Tonga, on trouve 6 habitats naturels : la Scirpaie, le Sparganaie, Scirpaie-Sparganaie, la Typhaie, la Phragmitaie et l'Iridaie.
- **Formation végétale herbacée de faible hauteur** : constituée de 2 habitats : Prairie humide et Pelouse naturelle.

Tableau 5 : Degré de rareté des espèces aquatiques (in Aissaoui, 2012)
R : Rares; RR: Très rare; RRR : Rarissime

Espèces	Degré de rareté
<i>Marsilea quadrifolia</i>	RRR
<i>Hydrocharis morsus ranae</i>	RR
<i>Naja pectinata</i>	RR
<i>Salvinia natans</i>	RR
<i>Scirpus inclinatus</i>	RR
<i>Scirpus supinus</i>	RR
<i>Lemna trisulca</i>	RR
<i>Nymphaea alba</i>	R
<i>Ranunculus flammula</i>	RR
<i>Utricularia exoleta</i>	RRR

4.1.2.2. Végétation immergée :

Sur le Lac Tonga, la flore submergée et flottante est essentiellement formée et dominée par le Nénuphar blanc (*Nymphaea alba*) (Fig. 11), surtout au niveau de la partie centrale (Djelailia, 2017).

Les espèces immergées, sont celles qui vivent entièrement dans l'eau, elles sont représentées par un seul habitat. Plage d'eau libre, estimées à 20% de la superficie totale de la cuvette, tapissées d'une végétation hydrophyte dense et diversifiée. En général, ces étendues d'eau libres se localisent au centre.

On y trouve surtout des espèces de fortes profondeurs (Saïfouni *et al.*, 2020). Dans les plages d'eau libre, on retrouve les principales formations suivantes :

- Cornifle d'eau : *Ceratophyllum demersum*
- Myriophylles : *Myriophyllum spicatum*, *Myriophyllum alterniflorum* et *Myriophyllum verticillatum*,
- Potamot : *Potamogeton lucens*, *Potamogeton trichoides* et *Potamogeton Pectinatus*
- Callitriche des eaux stagnantes : *Callitriche stagnalis*
- Renoncule aquatique : *Ranunculus aquatilis*
- Renouée amphibie : *Polygonum amphibium*

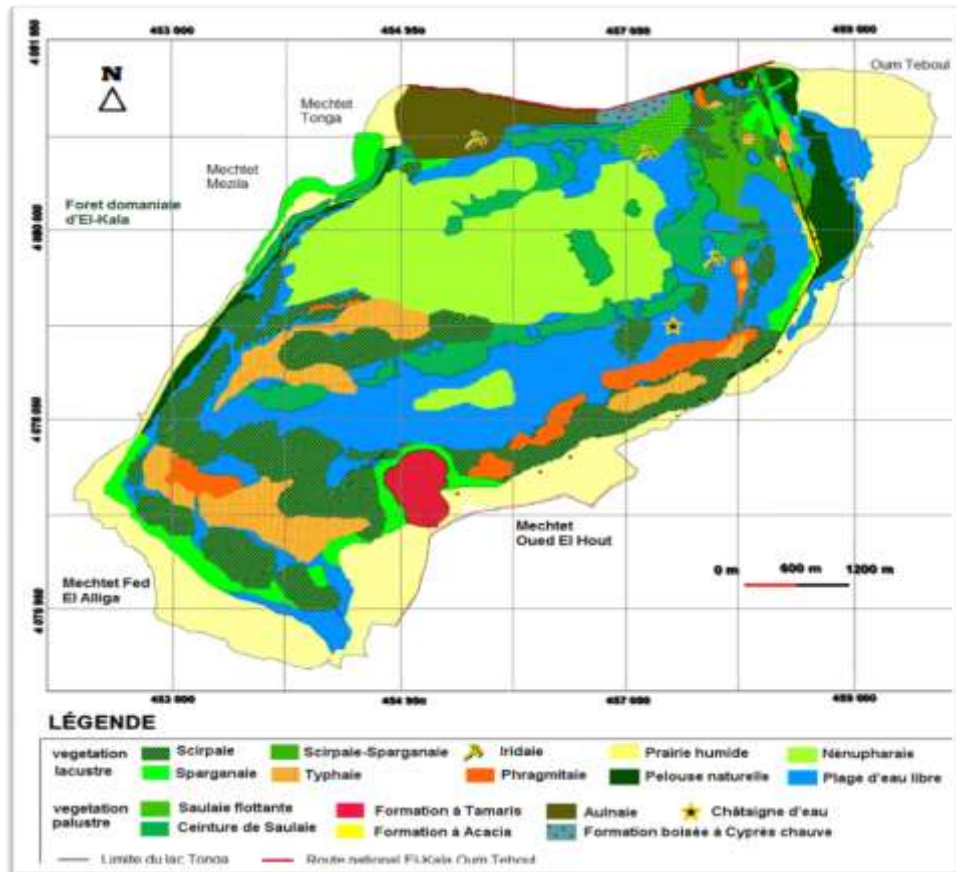


Figure 11 : Carte de répartition des différents habitats du Lac Tonga (Saïfouni & *al.*, 2020).

4.2. La faune

4.2.1. Oiseaux aquatiques

Site de nidification le plus important d'Algérie et d'Afrique du Nord pour les oiseaux d'eau, cet écosystème limnique est un excellent quartier d'hivernage pour les populations du Paléarctique occidental, comme il peut servir comme site de repos pour d'autres espèces d'oiseaux pendant les périodes de migration.

Le bassin versant du Tonga compte 170 espèces d'oiseaux dont 12 rapaces. 69 espèces sont protégées par le décret présidentiel du 20/08/83 complété le 17/01/95. Certaines de ces espèces protégées sont des migratrices strictes à savoir : Oie cendrée *Anser anser*, Grue cendrée *Grus grus*, Tadorne de Belon *Tadorna tadorna*, Grande aigrette *Egretta alba* ... (Raachi, 2007 in Lazli, 2011) (Tab. 6).

Une colonie mixte de hérons est observée au Lac Tonga, c'est la plus importante et la plus ancienne en Afrique du Nord. Parmi ces espèces : le Héron garde-boeufs *Ardea ibis*, l'Aigrette garzette *Egretta garzetta*, le Crabier chevelu *Ardeola ralloides*, le Bihoreau gris *Nycticorax nycticorax*, le Héron pourpré *Ardea purpurea* et l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus* (Samraoui & Samraoui, 2008 ; Boucheker *et al.*, 2009 ; Nedjah *et al.*, 2010).

Le site est ainsi d'importance internationale pour de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau, y compris des espèces hivernantes telles que le Canard siffleur *Anas penelope*, le Canard chipeau *Anas strepera*, le Canard pilet *Anas acuta* et l'Oie cendrée et des espèces nicheuses telles que l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* (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).

Tableau 6 : Présentation taxonomique et statut du peuplement des oiseaux dans le Lac Tonga (PNEK, 2022)

Type des oiseaux	Famille	Nom commun	Genre – espèce	Statut
Les oiseaux d'eau	Podicipedidae	Grèbe huppé	<i>Podiceps cristatus</i>	SN
		Grèbe castagneux	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	SN
	Rallidae	Foulque macroule	<i>Fulica atra</i>	SN
		Poule d'eau	<i>Gallinula chloropus</i>	SN
		Poule sultane	<i>Porphyrio porphyrio</i>	SN
		Râle d'eau	<i>Rallus aquaticus</i>	SN
	Anatidae	Fuligule nyroca	<i>Aythya nyroca</i>	SN
		Fuligule milouin	<i>Aythya ferina</i>	HI
		Erismature à tête blanche	<i>Oxyura leucocephala</i>	SN
		Canard siffleur	<i>Anas penelope</i>	HI
		Canard chipeau	<i>Anas strepera</i>	HI
		Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	SN
		Canard souchet	<i>Anas clypeata</i>	HI
		Sarcelle d'hiver	<i>Anas crecca</i>	HI
		Sarcelle d'été	<i>Anas querquedula</i>	MP
		Sarcelle marbrée	<i>Marmaronetta angustirostris</i>	MP
		Canard souchet	<i>Anas clypeata</i>	SN
		Canard pilet	<i>Anas acuta</i>	HI
		Fuligule morillon	<i>Aythya fuligula</i>	HI
		Tadorne de Belon	<i>Tadorna tadorna</i>	HI
	Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>	SN	
	Grande aigrette	<i>Egretta alba</i>	HI	
	Héron cendré	<i>Ardea cinerea cinerea</i>	SN	
	Héron pourpré	<i>Ardea purpurea</i>	EN	

	Ardeidae	Héron bihoreau	<i>Nycticorax nycticorax</i>	EN
		Héron crabier	<i>Ardeola ralloides</i>	SN
		Héron garde-boeufs	<i>Bubulcus ibis</i>	SN
		Blongios nain	<i>Ixobrychus minutus</i>	EN
		Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	HI
	Phalacrocoracidae	Ibis falcinelle	<i>Plegadis falcinellus</i>	SN
	Threskiornithidae	Spatule blanche	<i>Platalea leucorodia</i>	MP
		Cigogne blanche	<i>Ciconia ciconia</i>	EN
	Ciconiidae	Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>	HI
	Laridae	Goéland leucophée	<i>Larus michahellis</i>	SN
		Goéland railleur	<i>Larus genei</i>	HI
		Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	HI
		Guifette moustac	<i>Chlidonias hybridus</i>	HI
	Sternidae	Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	SN
	Falconidae	Echasse blanche	<i>Himantopus himantopus</i>	HI
	Recurvirostridae	Avocette élégante	<i>Recurvirostra avosetta</i>	SNN
		Gravelot à collier interrompu	<i>Charadrius alexandrinus</i>	SN
	Charadriidae	Grand gravelot	<i>Charadrius hiaticula</i>	MP
		Petit gravelot	<i>Charadrius dubius</i>	HI
		Pluvier doré	<i>Pluvialis apricaria</i>	MP
Vanneau huppé		<i>Vanellus vanellus</i>	HI	
Bécasseau minute		<i>Calidris minuta</i>	HI	
Scolopacidae	Bécassine des marais	<i>Gallinago gallinago</i>	HI	
	Bécasseau variable	<i>Calidris alpina</i>	HI	
	Barge à queue noire	<i>Limosa limosa</i>	HI	
	Bécassine sourde	<i>Lymnocyptes minimus</i>	HI	
	Chevalier arlequin	<i>Tringa erythropus</i>	HI	
	Chevalier aboyeur	<i>Tringa nebularia</i>	HI	
	Courlis corlieu	<i>Numenius phaeopus</i>	MP	
	Cormoran huppé	<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	NE	
Les oiseaux Marins	Phalacrocoracidae	Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>	HI
	Sternidae	Sterne caugek	<i>Sterna sandvicensis</i>	HI
		Fou de Bassan	<i>Sula bassana</i>	SNN
	Pandionidae	Martin pêcheur	<i>Alcedo atthis</i>	SN
Les rapaces	Alcedinidae	Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	SN
	Accipitridae	Elanion blanc	<i>Elanias caeruleus</i>	HI
		Milan noir	<i>Milvus milvus</i>	SN
			Milan royal	<i>Milvus migrans</i>

Accipitridae Strigidae	Vautour percnoptère	<i>Neophron percnopterus percnopterus</i>	SNN
	Vautour fauve	<i>Gyps fulvus</i>	SNN
	Circaète Jean-le-Blanc	<i>Circaetus gallicus</i>	N
	Epervier d'Europe	<i>Accipiter nisus punicus</i>	SNN
	Buse féroce	<i>Buteo rufinus</i>	SN
	Aigle pomarin	<i>Aquila pomarina</i>	SN
	Aigle botté	<i>Hieraaetus pennatus</i>	SN
	Aigle de Bonelli	<i>Hieraaetus fasciatus</i>	SN
	Chouette chevêche	<i>Athene noctua</i>	SN

4.2.2 Les mammifères

Les mammifères du bassin versant du Lac Tonga sont représentés par 37 espèces dont : la Loutre *Lutra lutra* (espèce rare et menacée d'extinction), le Cerf de Barbarie *Cervus elaphus barbarus* (espèce rare et menacée d'extinction et seul grand mammifère endémique du Maghreb tellien), le Renard roux, la Mangouste, l'Hyène rayée, le Caracal *Caracal caracal* (le plus grand félin d'Afrique du Nord, grand prédateur et très rare), La Genette *Genetta genetta*...(Tab. 7)

Tableau 7. Quelques mammifères du Lac Tonga (PNEK, 2022)**4.2.3. L'entomofaune**

Selon l'étude de Djamai (2020), la diversité des macroinvertébrés des eaux du Lac Tonga a été estimée à 1733 individus correspondant à 30 familles et 07 ordres qui appartiennent à trois classes faunistiques : Insectes (86,82%), Gastropodes (13, 56 %) et Arachnides (0,12 %).

✚ Les insectes :

Le Lac Tonga compte de nombreuses espèces, l'ordre le plus abondant est les Hétéroptères (24,87%), suivi par les Diptères (21,41%), les Coléoptères (19,39%), les Epheméroptères, Basommatophora, Odonates et Acarien, avec respectivement 17,20%, 13,56%, 3,46% et 0,12% (Djamai, 2020).

✚ Zooplanctoniques : comptent les Rotifères, Cladocères, Copépodes et Ostrapodes qui

	Ordres	Familles	Nom commun	Genres - Espèces
Mammifères	Carnivora	Mustelidae	La Loutre	<i>Lutra Lutra</i>
			La Belette	<i>Mustela nivalis</i>
		Viverridae	La Genette	<i>Genetta Genetta</i>
		Felidae	Le Caracal	<i>Caracal Caracal</i>
			Le Chat Sauvage	<i>Felis Silvestris</i>
		Canidae	Le Renard Roux	<i>Vulpes Vulpes</i>
			Le Loup doré d'Afrique	<i>Canis Aureus</i>
		Hyaenidae	L'Hyène rayée	<i>Hyaena hyaena</i>
	Herpestidae	La Mangouste	<i>Herpestes ichneumon</i>	
	Artiodactyla	Suidae	Le Sanglier	<i>Sus Scrofa</i>
		Cervidae	Le Cerf de Barbarie	<i>Cervus Elaphus Barbarus</i>
	Erinaceomorpha	Erinaceidae	Le Hérisson d'Algérie	<i>Erinaceus Algeris</i>
	Rodentia	Hystricidae	Le Porc-épic	<i>Hystrix cristata</i>
	Lagomorpha	Leporidae	Le Lièvre	<i>Lepus capensis</i>
Le Lapin de Garenne			<i>Oryctolagus Cuniculus</i>	

semblent restreints au Lac Tonga tels que *Asplanchnopus hyalinus*, *Lepadella vendenbradei* (Samraoui *et al.*, 1998).

Embranch.	Classes	Ordres	Familles	Taxons
-----------	---------	--------	----------	--------

Tableau 08 : Listing des macro-invertébrés trouvés au niveau du Lac Tonga
(Djamai, 2020)

Arthropodes	Insectes	Diptère	Culicidae	<i>Culex</i> Linnaeus, 1758
				<i>Coquillettidia</i> Dyar, 1904
			Chironomidae	/
				<i>Tr: Tanytarsini</i> Zavrel, 1917 <i>Chironomus</i> Meigen, 1803
			Ephydriidae	/
			Dixidae	<i>Dixella</i> Dyar et Shannon , 1924
		Chaobridae	<i>Mochlonyx</i>	
		Hétéroptère	Pleidae	<i>Neoplea</i> Esaki et China, 1928
				<i>Plea</i> Leach, 1817
			Corixidae	<i>Paracorixa concinna</i> Fieber, 1848
				<i>Corixa</i> Geoffroy, 1762
				<i>Sigara</i> Fabricius, 1775
				<i>Micronecta</i> Kirkaldy, 1897
		Notonectidae	<i>Notonecta</i> Linnaeus, 1758	
		Naucoridae	<i>Ilyocoris cimicoides</i> Linnaeus, 1758	
			<i>Naucoris maculatus</i> Fabricius, 1798	
		Odonate	Lestidae	<i>Lestes</i> Leach, 1815
			Libellulidae	<i>Sympetrum</i> Nweman, 1833
			Coenagrionidae	<i>Ishnnura</i> Charpentier, 1840
				<i>Phyrrhosoma nymphula</i> Sulzer, 1779
				<i>Coenagriides</i>
			Aeshnidae	<i>Anax imperator mauriciannus</i> Rambur, 1842
		<i>Aeshna</i> Fabricius, 1775		
		Calopterygidae	<i>Calopteryx</i> Leach, 1815	
		Ephéméroptère	Baetidae	<i>Baetis</i> Leach, 1815
			Siphonuridea	<i>Siphonurus</i> Eaton, 1868
			Caenidae	<i>Caenis</i> Stephens, 1835
		Coléoptère	Dytiscidae	<i>Dytiscus</i> Leach, 1815
				<i>Eretes</i> Castelnau, 1832
				<i>Cybister</i> Curtis, 1827
				<i>Rhantus</i> Dejean, 1833
				<i>Laccophilus</i> Leach, 1815
				<i>Hydroporus</i> Schellenberg, 1806
				<i>Hydroglyphus</i> Motschulsky, 1853
				<i>Agabus</i> Leach, 1815
			Hydrophilidae	<i>Helochares tristis</i>
				<i>Enochrus</i> Latreille, 1802
<i>paracymus</i> Thomson, 1867				
<i>Berosus Signaticollis</i>				

				Charpentier, 1825
				<i>Laccobuis</i> Erichson, 1837
				<i>Hydrobius</i> Leach, 1815
			Hydrochidae	<i>Hydrochus</i> Leach, 1817
			Hylophoridae	<i>Helophorus</i> Fabricius, 1775
			Haliplidae	<i>Haliplus</i> Latreille, 1802
			Elmidae	<i>Limnius</i> Illiger, 1802
			Hydraenidae	<i>Ochthebius</i> Leach, 1815
				<i>Hydraena</i> Kugelann, 1794
			Gyrinidae	<i>Gyrinus</i> Geoffroy, 1762
			Hygrobidae	<i>Hygrobia</i> Latreille, 1802
	Arachnida	Acariens	Hydrachenellae	/
Mollusques	Gastropode	Basommatopora	Physidae	<i>Physa fontinalis</i> Linnaeus, 1758
			Lymnaeidae	<i>Radix</i> Monfort, 1810
			Planorbidae	<i>Planorbis</i> O. F. Muller, 1773

4.2.4. Les reptiles et les amphibiens

Le Lac Tonga abrite plusieurs espèces de reptiles et d'amphibiens (Rouag, 1999), comme :

- ✚ *Les amphibiens* : - Le Crapaud de mauritanie (*Bufo mauritanicus*),
- La Rainette méridionale (*Hyla meridionalis*),
- La Grenouille verte (*Rana saharica* ou *Pelophylax saharicus*)
- La Grenouille rieuse *Rana ridibunda*
- Le Triton de poiret (*Pleurodelus poireti*),
- la Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) ; très rare et protégée
- l'Emyde lépreuse (*Mauremys leprosa*)
- Le Psammodrome algérien (*Psammodromus algirus*),
- Le Discoglosse peint (*Discoglossus spictus*).

- ✚ *Les reptiles* : - Le Sep ocellé (*Chalcides ocellatus*),
- Le Lézard ocellé (*Lacerta pater*)
- La Couleuvre vipérine (*Natrix maura*)
- La Couleuvre à collier (*Natrix natrix*).

4.2.5. L'ichtyofaune

Elle est représentée par :

- Les Cyprinidés endémiques: *Barbus callensis* et *Pseudophoxinus calensis* (Samraoui *et al.*, 1998 ; Meddour & Bouderd, 2011).
- L'Anguille européenne *Anguilla anguilla* (Djebbari *et al.*, 2009 ; Loucif *et al.*, 2009), la Gambusie *Gambusia affinis* (Lazli, 2011 ; Samraoui *et al.*, 2012) et le Mulet (*Mugil ramada*) (Amokrane, 2000).
- La Carpe commune *Cyprinus caprio*
- Le Carassin commun *Carassius carassius*

5. Les menaces contre le Lac Tonga

Les menaces relevées au Lac Tonga sont :

- L'érosion des berges
- les feux des forêts au niveau du bassin versant
- le défrichement
- les coupes illicites de bois
- L'eutrophisation
- Pompage et irrigation : exploitations agricoles riveraines qui pratiquent systématiquement l'irrigation pré-estivale et estival (Boumaraf , 2018).



Photo 3. Pompage de l'eau pour irriguer les terres agricoles autour du Lac Tonga (Mecif F., 2016)



Photo 4. Dérangements par les persécutions humaines côté
De Feid El-Aligue en hiver (Mecif F., 2016)

- Pollution de l'eau au niveau du lac Tonga et oueds due à l'extension des zones urbaines et à leurs rejets d'eaux usées.
- Les activités récréatives pendant la saison estivale et l'urbanisation avec l'accroissement des demandes en eau
- Le surpâturage au niveau du Lac Tonga est représenté par le cheptel ovins en particulier, caprins et bovins.
- L'activité agricole et pollution
- La pêche et la chasse
- Perte et/ou perturbation des habitats.
- Braconnage des oiseaux en période de Mue (Foulque+ Colvert)
- Encombrement du plan d'eau par la végétation et colmatage de son chenal (Benmetir, 2021).



Photo 5. Le surpâturage au niveau du Lac Tonga (Mecif F., 2016)



Photo 6. Noyade probable d'oiseaux dans les filets de pêche (pour les Carpes et Mulets)
(Mecif F., 2016)



Photo 7. L'installation des matériaux de pêche (les Nasses pour les Anguilles)
(Mecif F., 2016)



Photo 8 : L'augmentation des tapis des Cornifle (*Ceratophylle*) et la croissance intensive du Nénuphar blanc
(Mecif F., 2016)



Photo 9 : Pollution de l'eau suite à l'extension des zones urbaines et des rejets d'eaux usées
(Mecif F., 2016)



CHAPITRE II

MATERIELS ET METHODES



CHAPITRE II/ MATERIELS ET METHODES

1. Présentation des modèles biologiques : le Grèbe huppé et le Fuligule nyroca

1.1 Le Grèbe huppé *Podiceps cristatus*

Le Grèbe huppé aussi bien appelé « Grèbe à collerette », est un oiseau aquatique de la famille des Podicipédidés ou des Grèbes. Cette famille rassemble 06 genres et 22 espèces qui sont extrêmement adaptées au milieu aquatique (Géroudet, 1946) (Fig. 12).

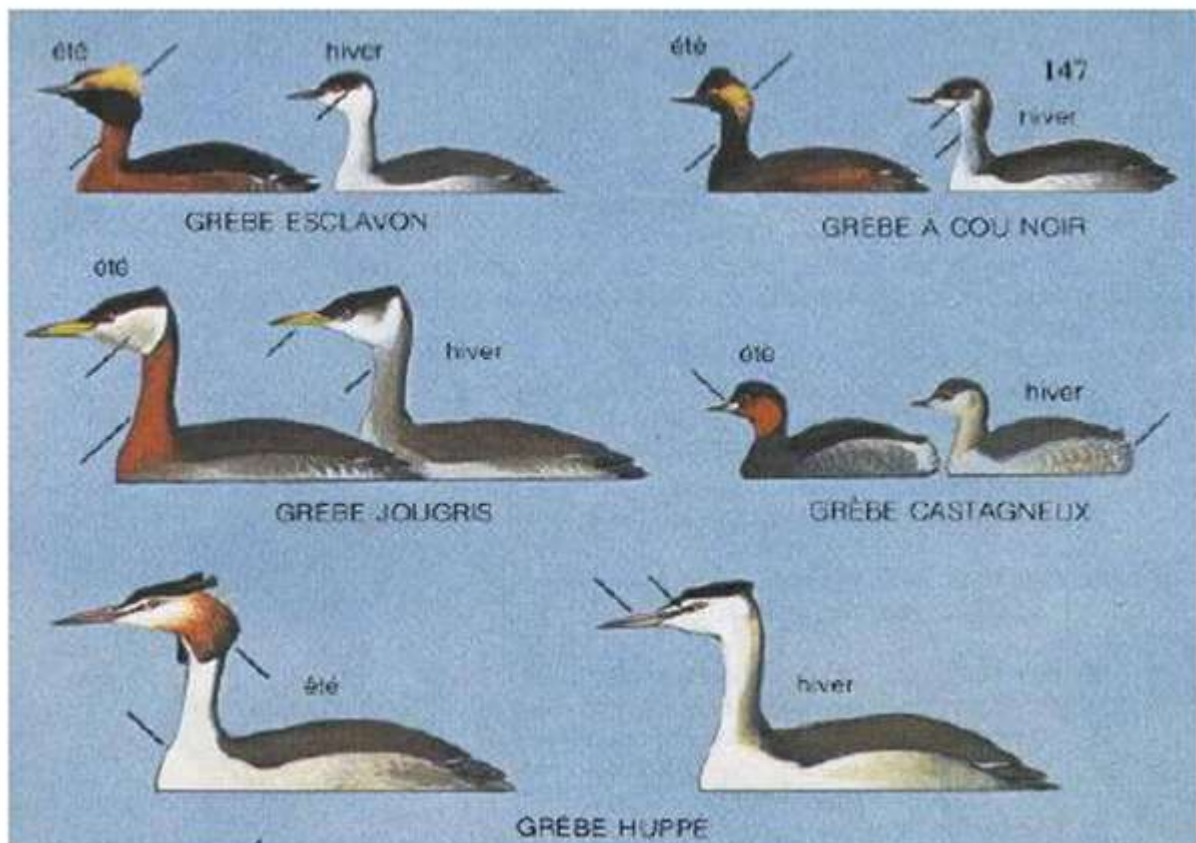


Figure 12 : Quelques espèces de Podicipédidés en période d'hivernage et de reproduction (Senoussi, 2014).

Au Lac Tonga, les Podicipédidés sont représentés par trois espèces : le Grèbe huppé *Podiceps cristatus*, le Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* et le Grèbe à cou noir *Podiceps nigricollis* (Rouibi, 2013 ; Ghebib & Lazli, 2017 ; Gherib, 2018).

Le Grèbe huppé est un excellent bio-indicateur de la structure et du fonctionnement des écosystèmes aquatiques 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 & Fjeldsâ, 1997 ; Fjeldsâ, 2004).

1.1.1 Position systématique

Règne : Animalia

Embranchement : Chordatae

Sous-embranchement : Vertebrata

Classe : Aves

Ordre : Podicipediformes

Famille : Podicépididés

Genre : *Podiceps*

Espèce : *Podiceps cristatus* (Linné, 1758)

1.1.2 Caractéristiques biométriques

Taille : 46 à 56 cm

Envergure : 85 et 90 cm

Poids : 700 à 1200 g.

1.1.3 Caractéristiques générales de l'espèce

Le Grèbe huppé présente un corps élancé, une tête et un cou allongés et long qu'il tient souvent dressé (Senoussi, 2014). Cou mince, joues blanches, dessous blanc satiné, dessus brun-gris (Rouibi, 2013). La tête est très belle et porte une crête assez spectaculaire sur le devant de la calotte et une sorte de collerette remarquable autour, depuis les joues jusqu'à l'arrière de la calotte et la nuque. Cette collerette est faite de plumes châtain-roux à la base et noires aux extrémités. La face est noire et blanche, avec le front et la calotte noirs, les joues et les couvertures auriculaires blanches. Les lores sont noirs surmontés d'une ligne lorelle blanche (Cheriet, 2016).

Le bec est gris rosâtre, assez long, droit et pointu, les doigts lobés (non pas palmés mais aussi efficace que les palmures des canards) et la queue très réduite. Un trait noir relie l'œil à la base du bec, en forme de poignard (Senaoui, 2014). Les yeux sont d'un beau rouge profond (Photo 10 a).

Le long corps de l'oiseau est en fuseau et les pattes très en arrière et très courtes, ce qui constitue une adaptation à la vie aquatique. C'est cette position des pattes par rapport au corps qui leur a valu le nom de Podicipedidae ("pieds au derrière"). Les pattes sont noirâtres. Le colure des pattes, palmées est vert-olive, les pattes courtes sont plantées loin, vers

l'arrière de l'abdomen, rendant le grèbe très maladroit sur le sol mais très efficace dans l'eau (Photo 10 b) (Rouibi, 2013).



Photo 10 a

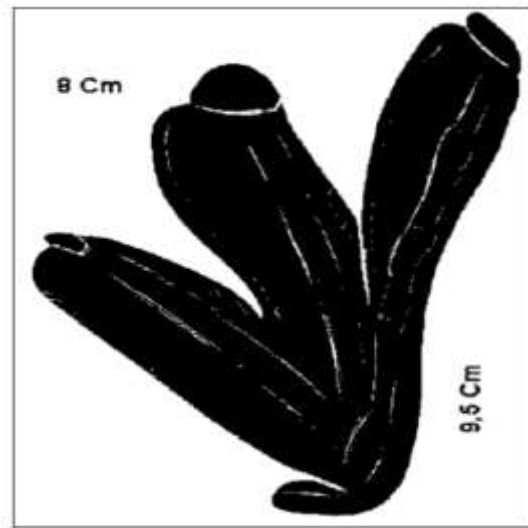


Photo 10 b

Photo 10 a : Description morphologique du corps du Grèbe huppé (Site 1).

Photo 10 b : Diagramme de la patte du Grèbe huppé avec dimension (Rouibi, 2013).

1.1.3.1 Le mâle

Le Grèbe huppé, généralement de grande taille et massif, se repère facilement sur un plan d'eau grâce à sa huppe noirâtre et double, et au printemps, grâce aux touffes de plumes rousses et noires ornant les côtés de la tête (Photo 11 a) (Fjeldsa, 2004). Les longueurs de bec diffèrent légèrement avec une différence de 11%. En plumage d'été, la crête des mâles est plus grande que celle des femelles (Piersma, 1988).

Tableau 09 : Principales mesures biométriques et poids du Grèbe huppé (Fjeldsa, 2004).

	<i>Podiceps cristatus</i>	
	Mâle	Femelle
Aile (mm)	175- 209	168- 199
Tarse (mm)	59- 65	57- 65
Culmen (mm)	42- 58.8	39- 51
Poids (g)	596- 1490	568- 1380
N	204	199

1.1.3.2 La femelle

Est difficilement reconnue entre les deux sexes, sa taille est généralement petite mais selon les caractères biométriques elle montre des écarts extrêmes de dimensions et de poids (Fjeldsa, 2004). En plumage d'été, la crête des femelles est plus petite que celle des males (Photo 11 b) (Piersma, 1988).



Photo 11 a : Mâle de Grèbe huppé
(Site 1)



Photo11 B: Femelle de Grèbe huppé
(Site 2)

1.1.3.3 Les jeunes

Les jeunes présentent un plumage identique à celui des adultes interuptiaux, avec toutefois, les parties sombres plus brunes. Le cri consiste en des sifflements clairs et plaintifs (MEEDDAT - MNHN, 2009b). Le plumage est brun-grisâtre et la tête striée noir et blanc. Le jeune Grèbe reste rayé jusqu'au changement de plumage avant l'hiver. On les reconnaît aux raies sombres sur les côtés de la tête (Geroudet, 1946). Leur croissance est lente, ils ne se risquent à plonger volontairement qu'à l'âge de six semaines; et même lorsqu'ils ont acquis leur plumage immature et la capacité de se nourrir seuls, certaines juvéniles réclament encore de la nourriture à leurs parents (Duboc, 1982).

Les jeunes Grèbes préfèrent ne pas mouiller leurs pattes tout de suite et profiter du confort du dos de leurs parents (Fjeldsâ, 2004). Il n'est capable de se reproduire qu'à l'âge de deux ans (Piersma, 1988) (Photo 12).



Photo 12 : Individu *juvénile* de Grèbe huppé au Lac Tonga (Mecif F., 2016).

1.1.3.4 Longévité:

Il peut vivre de 10 à 15 ans (Cramp & Simmons, 1977). Mais le record actuel (enregistré en 2008) de longévité est détenu par un individu bagué en Russie : 19 ans et 3 mois.

1.1.3.5 Plumage et mue

En plumage d'hiver, le Grèbe n'a plus de collerette et la tête est noire et blanche. Le plumage du corps est plus terne et plus gris (Cheriet, 2016). La nuque et les parties supérieures sont brun grisâtre, les parties inférieures, le cou et la joue blancs. Les flancs sont grisâtres. Un trait noir relie l'œil à la base du bec, en forme de poignard. La face est noire et blanche, avec le front et la calotte noirs, les joues et les couvertures auriculaires blanches. Les lores sont noirs surmontés d'une ligne loreale blanche.

En plumage nuptial, les adultes ont les parties supérieures brun grisâtre, y compris la très courte queue. Les ailes sont noires et blanches. L'arrière du cou est noirâtre. Sur les parties inférieures, le cou, la poitrine, l'abdomen et le bas-ventre sont blanchâtres. Les côtés du corps et les flancs sont d'un brun-roux clair. Le dessous des ailes est blanc ainsi que les couvertures sous-caudales.

La mue simultanée des plumes de vol et, en même temps, la mue de l'assemblée des couvertures alaires, ont lieu dans la période d'août à la première moitié d'Octobre, sachant

que les males muent 2-3 semaines avant les femelles (O'Donnel & Fjeldsa, 1997), avec la diminution de la masse corporelle d'environ 9-15% au mi- hiver, la masse des muscle de la poitrine diminue en moyenne de 15% pendant le début de la mue, avec une nouvelle réduction de 7% dans la première moitié de la mue des ailes. (Van Eerden *et al.*, 1997). Pendant la chute simultanée des plumes, le Grèbe huppé consomme en moyenne 70-90 g/jour de poissons (Cheriet, 2016). Un Grèbe huppé adulte prend 17 jours pour achever la mue des plumes de vol et la masse en gramme de plumes produite par jour diffère d'un organe à l'autre : la mue de la tête 0,052g/j, le cou = 0,098g/j, le ventre = 0,7290 g/j, les scapulaires = 0,206 g/jour (Piersma, 1987). La période de mue des ailes commence généralement fin juillet à la première moitié d'Octobre. Les oiseaux ont en général une température corporelle et un taux métabolique plus élevé qui contribuent à une sensibilité accrue aux maladies (Konter, 2008).



Photo 13 : Les plumes de Grèbe huppé en période de mue dans le Lac Tonga (Mecif F., 2017).

1.1.4 Ecologie du Grèbe huppé

1.1.4.1 L'habitat :

Les Grèbes huppés habitent principalement dans les zones aquatiques d'eau tranquille et poissonneuses aux rives envahies par une végétation protectrice (Senaoui, 2014) et comprenant quelques zones d'eau découvertes pour pêcher. Ils fréquentent aussi les cours d'eau artificiels, les mares, les fleuves à cours lent, les lacs, réservoir, estuaire, les deltas, les

baies, les étangs, les marais, et tous les autres milieux d'eaux calmes surtout pendant la mauvaise saison (Del Hoyo *et al.*, 1992 ; Snow & Perrins, 1998).

L'espèce habite également les marécages des grands lacs salés les lagunes, les marais salés, en Australie (Marchant & Higgins, 1990). Mais en Afrique tropicale, on peut la voir sur les lacs de haute montagne jusqu'à 3000 mètres d'altitude et même plus et en Nouvelle Zélande, elle fréquente les lacs jusqu'à 1000 mètres d'altitude (Del Hoyo *et al.*, 1992), les zones côtières moins de 10 m de profondeur et sur les grandes zones d'eau libre de gel pendant les périodes de froid (Fjeldsà, 2004). Cependant, les grèbes du Paléarctique ne supportent pas des conditions aussi dures comme les lacs aux eaux partiellement gelées. Après la saison de reproduction, on peut observer des dispersions vers les côtes, les estuaires, les grands lacs et les réservoirs.

Le Grèbe huppé se reproduit dans les eaux douces ou saumâtres bordées d'une végétation abondante, émergente et submergée avec une quantité suffisante de poissons (Del Hoyo *et al.*, 1992 ; Snow & Perrins, 1998). Il préfère les milieux trophiques d'eau douce stagnante avec un fond boueux ou sableux et de grandes zones d'eau libre (Abdellioui, 2016) et plus rarement les rivières (Del Hoyo *et al.*, 1992). La taille minimale du plan d'eau est d'environ 1 ha et la profondeur entre 0.5 à 5 mètres (Fjeldsa, 2004).

1.1.4.2 Comportement :

Les Grèbes huppés sont d'excellents nageurs et plongeurs, capables de plonger aux grandes profondeurs. Leurs plongées moyennes durent 25 secondes, la durée maximum est de 50 secondes avec une profondeur habituelle variant généralement entre 1 et 7 m. Ils sont également capables de parcourir plusieurs dizaines de mètres sous l'eau (Geroudet, 1946). En cas de danger, l'espèce préfère en général plonger et nager plutôt que de s'envoler.

Il est rare de voir les Grèbes huppés voler tant ils préfèrent plonger sous l'eau pour fuir le danger, car ils ont besoin de parcourir une certaine distance sur l'eau en courant et en battant rapidement des ailes pour voler. Cependant, ils sont capables de voler vite et sur de longues distances quand ils migrent ou se dispersent. Cette espèce effectue jusqu'à six battements par seconde. Les pattes servent de gouvernail, tant dans l'air que dans l'eau (Cheriet, 2016). En vol, le dessous est blanc pur et l'aile est largement marquée de blanc sur le miroir ainsi qu'à l'épaule (Losange, 2007).

Le Grèbe huppé se nourrit surtout de poisson de taille variable et de différentes espèces, il capture aussi des quantités d'autres petits animaux aquatiques : insectes et invertébrés aquatiques, en particulier au printemps, ainsi que des amphibiens adultes et

larves. Il pêche en plongeant et souvent il poursuit sa proie sous l'eau. Il peut se nourrir à la surface en immergeant juste la tête et aussi en picorant des insectes sur les plantes aquatiques (Rouibi, 2013).

L'oiseau se toilette en nageant sur le côté, renversé sur le flanc et le corps paraît entièrement blanc brillant. Ces activités affichent des taux saisonniers proches durant les deux saisons d'hivernage et de nidification avec une petite augmentation pendant la saison de nidification reproduction. Le sommeil est relativement élevé au début de la saison d'hivernage et à la fin de la saison de reproduction (Abdellioui, 2016). Au repos le cou et la tête sont repliés sur le dos entre les ailes, le bec enfoui dans le duvet du cou et la poitrine blanche est alors très visible (Fjeldsa, 2004).

Le Grèbe huppé est un oiseau espiègle, qui est apte à la plongée, la natation, il est très bruyant. Les cris sont variés, le plus commun étant un croisement, mais d'autres sont aigus, caquetés, ronflés, etc. (Kaf, 2011). En parade, il émet un fort croisement trompetant et ronflant, lentement répété. Les jeunes émettent des petits cris insistants (Grzimek & Fontaine, 1972 ; Mullarney *et al.*, 2004 ; Beaman & Madge, 2003 in Rouibi, 2013).

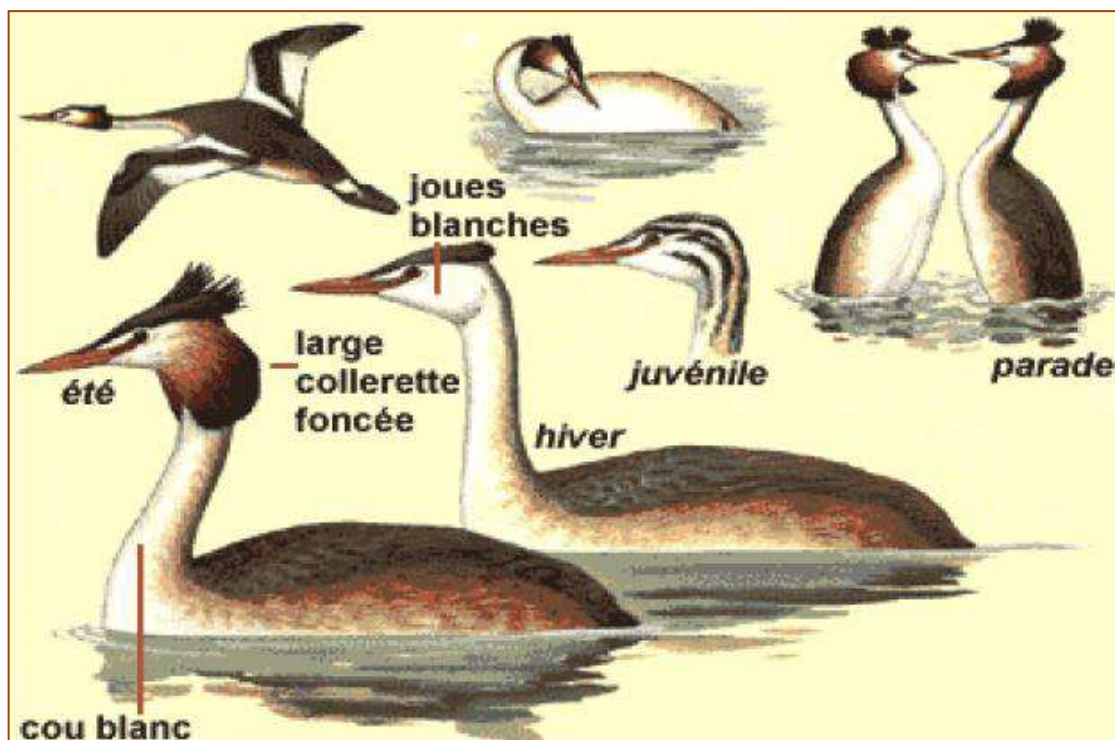


Figure 13 : Plusieurs positions dans le comportement du Grèbe huppé (Senoussi, 2014).

L'activité de parades qui annonce le début de la saison de reproduction se manifeste à partir de février jusqu'en mai (Konter, 2008a, 2011). Les comportements antagonistes intra-

spécifiques sont plus ou moins communs à travers la saison de nidification. Par ailleurs, un comportement offensif a été noté avec la Foulque macroule. Il est bien connu que le Grèbe huppé a tendance à nicher au voisinage de la Foulque macroule *Fulica atra*, principalement pour accroître la protection anti-prédateurs (Goc, 1986 ; Stanevičius, 1994 ; Stanevičius & Kurlavičius, 2008). Cette espèce adopte un comportement très particulier, elle recouvre ses œufs lorsqu'elle quitte son nid par des matériaux tel que les végétaux en décomposition, une sorte d'option de camouflage (Keller, 1989).

1.1.4.3 Régime alimentaire :

C'est un excellent plongeur, capable de plonger jusqu'à 3 minutes et à 20 mètres de profondeur, mais sa profondeur habituelle de plongée est le plus souvent de 4 à 6 m. Les individus s'alimentent individuellement, pas en groupes, à travers tout le plan d'eau, ce qui peut contribuer à la concurrence entre les individus pour la nourriture (Konter, 2008a).

Ce piscivore a une ration quotidienne qui atteint 150 à 200 g/jour. Il se nourrit principalement de poissons de tailles diverses (de 5 à 20 cm), ses prises ordinaires sont les espèces les plus abondantes de son secteur de pêche, notamment les Cyprinidés: Gardons, Rotengles, Vandoises, Goujons ; la perche étant la principale proie. Les proies ont en moyenne 12 cm de longueur. Les poissons représentent 89% du régime quotidien et peuvent atteindre 21 cm de longueur chez un adulte male (Fjeldsa, 2004). Il consomme aussi de nombreuses sortes d'insectes et d'invertébrés aquatiques, des crustacés (écrevisses et crevettes en milieu marin) (Doornbos, 1984), des mollusques (escargots), des amphibiens et même des grenouilles et du zooplancton, aussi bien adulte que larve. Il lui arrive aussi de se nourrir d'algues et de quelques végétaux. C'est la seule espèce à manger aussi des plumes.

Les efforts d'activité alimentaire détermine principalement deux fois par jours; pendant une heure ou deux à l'aube et puis à nouveau au cours la tombée de nuit. Pendant ces périodes, les Grèbes huppés ont les meilleures conditions pour chercher leur nourriture quand une grande partie de leur proie est près de la surface. Leurs proies sont attrapent en dessous de l'eau pour les avaler au-dessus de la surface (Simmons, 1955 in Gwiazda, 1997). Le succès des plongées augmente avec la diminution de poids de poissons (Ulenaers *et al.*, 1992).



Photo 14: Grèbe huppé mangeant un poisson (Rouibi, 2013)



Photo 15 : Grèbe huppé mangeant une grenouille (Site 3)

1.1.4.4 Migration

La plupart des effectifs de cette espèce sont migrateurs, bien que certaines populations ne se déplacent que localement (Del Hoyo et *al.*, 1992). Les populations du Nord ou à l'Est de son aire de répartition, où le gel fige les plans d'eau, sont migratrices. Elles vont passer l'hiver plus au Sud ou à l'Ouest, dans des régions plus proches de l'océan Atlantique ou de la mer Méditerranée.

Le vol se fait de nuit. Les départs d'automne se font à dates variables, selon le climat de la région et les conditions météorologiques ; les retours de printemps ont lieu vers mars ou avril. Ce sont des migrateurs partiels (Limona et *al.*, 2014a).

1.1.5 Reproduction

Le Grèbe huppé est très territorial en période de nidification, la taille du territoire n'excédant cependant pas 1600 m² (Bandhorf, 1970). Mais comme la densité des nicheurs peut atteindre jusqu'à 4 à 5 couples par hectare dans les zones les plus riches, cela offre localement l'impression d'installations en colonies (Bauer & Glutz von Blotzheim, 1966).

1.1.5.1 Saison de reproduction

La saison de reproduction a lieu principalement en avril-juin en Europe. En Afrique du Nord, elle coïncide avec la fin de la saison froide et de pluies et elle s'étale rarement en saison sèche et chaude (Samraoui & Samraoui, 2007). En Australasie, le pic de ponte a lieu entre novembre et mars. Dans d'autres régions, la période de reproduction est plus longue, elle s'étend de la fin de mars jusqu'à début d'août (Keller, 1989). A partir de la mi-février, les Grèbes huppés reviennent progressivement à leurs aires de reproduction (Ulenaers & Dhondt, 1990).

1.1.5.2 Parade nuptiale

Les parades nuptiales sont très spectaculaires avec les plumes de la huppe redressées. Lors des parades, les Grèbes huppés se font face et balancent la tête comme pour s'embrasser sur les deux joues. Mâle et femelle se rapprochent l'un de l'autre avec des cris rauques rrrab... crraorr... ; mais au lieu de finir par une attaque, la provocation s'atténue et tous les deux paradent face à face (Geroudet, 1946).

Une autre parade spectaculaire est celle que l'on appelle "la danse des pingouins". Les deux Grèbes plongent simultanément et remontent à la surface avec des végétaux dans le bec. Ils se font alors face, le corps complètement redressé hors de l'eau. Les jeunes montent sur le dos des adultes dès la naissance. Ils sont déjà nourris avec des plumes pour constituer une sorte de pelote qui protégera leur système digestif des arêtes de poisson.



Photo 16 : Parade nuptiale du Grèbe huppé (Site 4)

1.1.5.3 La nidification

Les couples commencent à se former en hiver. La nidification peut commencer dès le mois de janvier si les conditions météorologiques ne sont pas trop rudes, mais elle a généralement lieu entre avril et juillet. Le grèbe niche le plus souvent en colonies parfois très serrées. Le nid est juste un amas flottant généralement une plate-forme de plantes aquatiques flottantes, ancrée à la végétation émergente ou bien construit non loin du bord dans les roseaux, pouvant atteindre 60 cm d'épaisseur (Ulfvens, 1988). Le mâle et la femelle édifient ensemble leur nid. La couvaison commence habituellement à la mi-mai. La grandeur de ponte des nids des Grèbes huppés nichant en colonie est plus grande (Bukacinska *et al.*, 1993).

L'accouplement a lieu sur l'eau. La femelle dépose 3 à 5 œufs que les deux parents couvent.

La ponte doit commencer en avril mais continue en mai. L'incubation dure environ 25 à 29 jours. Les œufs sont d'abord blanc-crème, mais après quelques jours, le fait de les recouvrir d'algues et autres plantes aquatiques quand la femelle quitte le nid, les rend plus colorés, ocrés ou roussâtres (Bologna, 1980). Au cours de l'incubation, le mâle vient relayer la femelle. A l'éclosion, les poussins se réfugient sur le dos de leur mère qui a alors sur l'eau un aspect ébouriffé caractéristique (Losange, 2007). Pendant qu'ils sont sur le dos de la femelle, le nourrissage incombe au mâle seul. Le succès de reproduction des Grèbes huppé à l'intérieur des colonies peut être supérieur à celui des congénères territoriaux du même lac de sorte que la formation de groupes peut être bénéfique (Konter, 2008).

1.1.5.4 Les poussins:

Les poussins montent sur le dos des adultes dès la naissance, ils nagent à côté des parents à l'âge de 15 jours, et à 5-6 semaines, chaque adulte prend en charge une partie de la nichée. Les jeunes étant nourris pendant près de 3 mois par les deux parents et sont emplumés au bout de 70 à 80 jours après la naissance. La famille se divise souvent en deux parties et chaque parent nourrit un jeune ou deux. Les poussins sont rayés de noir et de blanc à la tête et au cou, de brun noir et de blanc jaunâtres dessus et aux flancs, reste du dessous blanc. Duvet court et serré, adhérent encore tardivement aux plumes; taches de peau nue rougeâtre au sommet du crâne, au front et lorums. Bec blanchâtre avec deux barres transversales noires (Piersma, 1988). Le plumage zébré des poussins leur permet de se fondre dans le fouillis des plantes aquatiques, quand ils ne se cachent pas sur le dos de leurs parents (Losange, 2007).

Les poussins restent environ deux mois et demi avec leurs parents. Leur croissance est lente, ils ne se risquent à plonger volontairement qu'à l'âge de six semaines et même lorsqu'ils ont acquis leur plumage immature et la capacité de se nourrir seuls (Duboc, 1982).



Photo 17 a



Photo 17 b

Photo 17 a : L'éclosion d'un poussin de Grèbe huppé
Photo 17 b : Le plumage d'un jeune Grèbe huppé
(Mecif F., 2017).

1.1.6 Répartition géographique

1.1.6.1 Au niveau mondial

Le Grèbe huppé est fréquent partout en Europe et en Asie centrale, cependant il hiverne dans une partie de l'Asie méridionale (comme l'Inde du Nord) (Fig. 14). Des colonies sont dispersées à travers l'Afrique, la Tunisie et l'Égypte au Nord, à travers quelques colonies dispersées de l'Afrique centrale à l'Afrique du Sud. Il se reproduit également dans le Sud de l'Australie et en Nouvelle-Zélande, avec des individus hivernant dans l'Est et le Nord de l'Australie (Fig. 14) (Del Hoyo *et al.*, 1992).

Le Grèbe huppé *Podiceps cristatus* a trois sous espèces réparties largement dans le Paléarctique: *P. cristatus cristatus*, l'Afrique: *P.c infuscatus* et l'Australasie et nouvelle Zélande: *P.c australis* (Robertson & Gemmell, 2002).

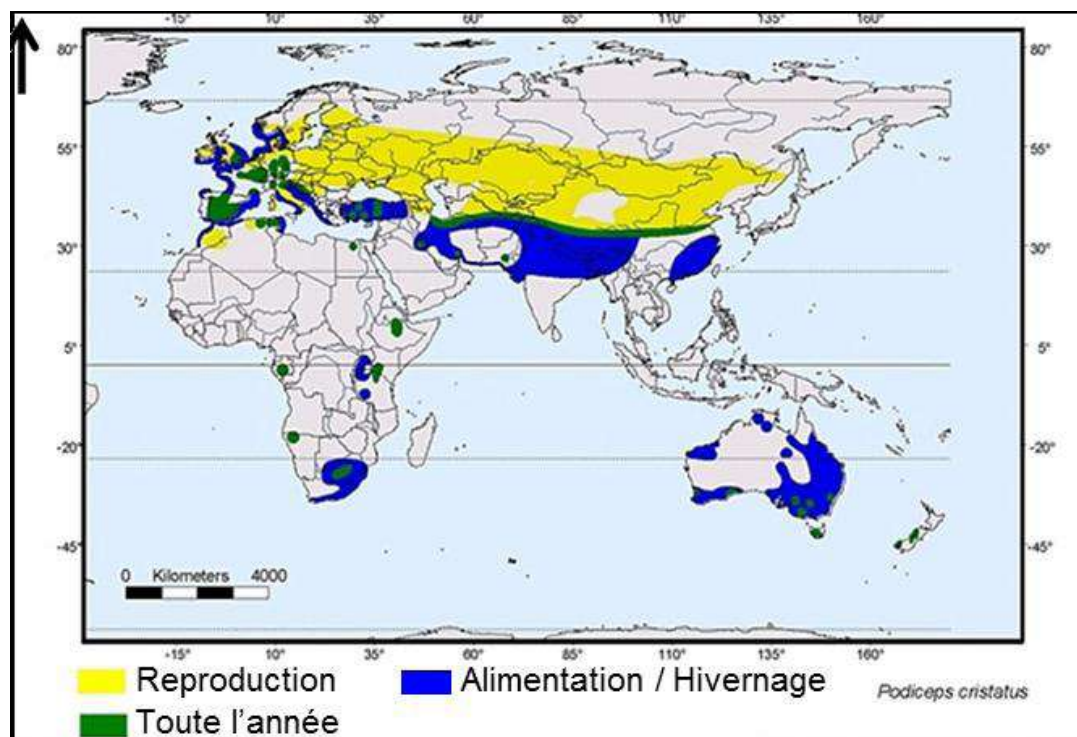


Figure 14 : Distribution mondiale du Grèbe huppé (Limona *et al.*, 2014a)

1.1.6.2 En Algérie

L'espèce est répandue dans les zones humides du Nord (Lacs Oubeira, Tonga, Mellah et Lac des Oiseaux) (Le Fur, 1984 ; Chalabi *et al.*, 1985 ; Boumezbeur, 1993 ; Gherib, 2018). Les lacs de barrage sont également utilisés pour nicher : 20 individus et 2 couples avec des

jeunes ont été observés en 1977 à Boughzoul (Jacob & Jacob, 1980), 2 poussins en juin 1976 à Réghaia (Jacob *et al.*, 1979), 7 couples à Draa El Mizan en 1993 et 2 couples à Makouda/Kabylie en 1997 (Moali, 1999 in Isenmann & Moali, 2000).

De septembre/octobre à mars, le Grèbe huppé, par l'arrivée d'hivernants d'Europe, se concentre davantage, notamment le long des côtes, les lacs de barrage et même sur certains plans d'eau sahariens comme à Oued Rhigh, Touggourt et Ouargla (Dupuy, 1969). Leurs effectifs sont inconnus mais, plusieurs centaines hivernent régulièrement près d'El Kala, 500 individus ont été recensés en 1992 au Lac Oubeira (Chown & Linsley, 1994).

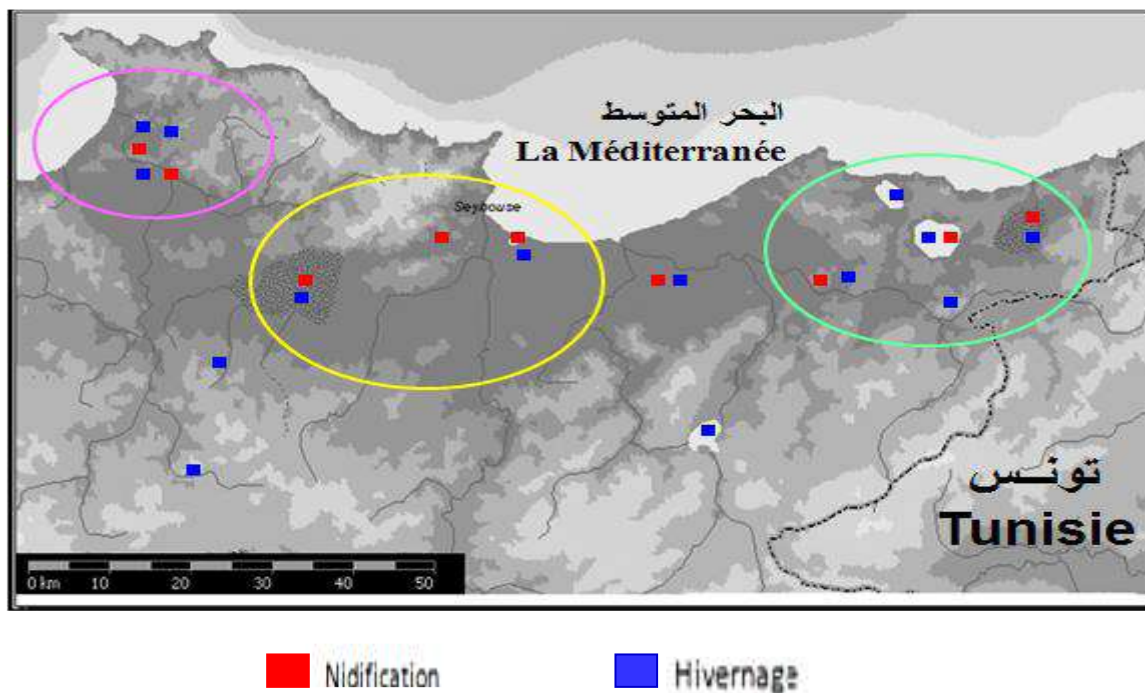


Figure 15. Carte de répartition du Grèbe huppé Dans le Nord-Est de l'Algérie (Rouibi, 2013).

1.1.7 Statut juridique de l'espèce

L'UICN classe cette espèce dans la catégorie « préoccupation mineure, LC ou Least Concern » (Fig. 16). Cette espèce est protégée en France (Article 1 et 5 de l'arrêté modifié du 17 avril 1981), ainsi que dans toute l'Europe par la Convention de Berne, en annexe III.

L'AEWA fait cependant une estimation plus nuancée en distinguant les populations : si les populations du Nord et du Nord-Ouest de l'Europe, de la mer Noire et de la mer Méditerranée ne sont classées qu'en catégorie C (populations comptant plus de 100 000 individus), les populations de la mer Caspienne et du sud-ouest de l'Asie sont classées en A2 (populations menacées comptant approximativement entre 10 000 et 25 000 individus) et celle d'Afrique

de l'est et du sud en A1c (populations très menacées de moins de 10 000 individus) (MEEDDAT - MNHN, 2009d).

De récentes observations suggèrent une certaine stabilité des populations dans l'ensemble, et actuellement, le Grèbe huppé n'est pas menacé.

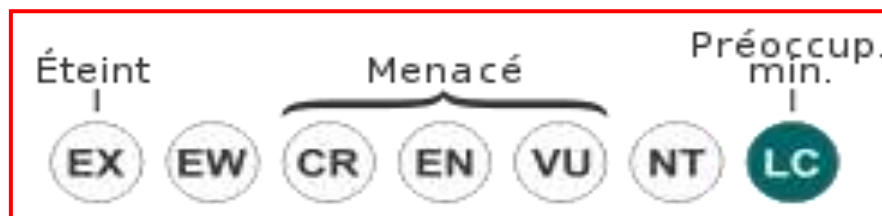


Figure 16 : Statut du Grèbe huppé dans le monde
(BirdLife International, 2019).

1.1.8 Menaces :

Le Grèbe huppé est largement répandu, mais plusieurs déclin ont été observés en Europe au cours du 19^{ème} siècle à cause de la chasse pour le commerce illégal des plumes. Mais les populations se sont reconstituées. Cette espèce est capable de s'adapter aux zones humides façonnées par la main de l'homme, ce qui produit des augmentations des populations dans plusieurs parties de la distribution (Del Hoyo et *al.*, 1992).

Plusieurs menaces ont été cependant relevées :

- La modification des lacs pour les activités de loisirs (Del Hoyo et *al.*, 1992),
- le développement des activités hydroélectriques et l'introduction des espèces concurrentes exotiques
- Perte et/ou perturbation des habitats
- Pompage excessif de l'eau de la zone humide pour l'irrigation des cultures maraichères ce qui appauvrit les réserves hydriques
- les prédateurs dans lac Tonga comme les belettes, chats ou par les rongeurs comme les rats soit par les rapaces comme Busard des roseaux *Circus aeruginosus harterti*.
- Les Grèbes est noyée accidentellement dans les filets de pêche dont (les mailles sont supérieures à 5 cm selon Quan et *al.*, 2002) (Photo 18 a et b).
- L'espèce peut également être menacée par la pollution par les hydrocarbures (Gorski et *al.*, 1977).

- Les maladies telles que la grippe aviaire (Melville & Shortridge, 2006).
- La chasseresse et l'augmentation des mortalités
- La concurrence intra et inter-spécifique pour la disponibilité de la nourriture et les territoires de reproduction.



Photo 18 a : Femelle+ jeune de Grèbe huppé pris dans les filets de pêche au Lac Tonga (MECIF F., 2017).



Photo 18 b : Exemple de noyade d'un individu de Grèbe castagneux dans les filets de pêche au Lac Tonga (MECIF F., 2017).



Photo 19 : Dérangements des pêcheurs et le braconnage des oiseaux en période de mue

1.2. Le Fuligule nyroca

Le Fuligule nyroca est un oiseau aquatique qui appartient à la famille des Anatidés. C'est un excellent modèle pour l'étude du fonctionnement des écosystèmes aquatiques et représente un véritable baromètre servant à déduire la bonne santé de ces derniers (Draïdi, 2014). Cette espèce peut s'hybrider avec le genre *Aythya* et d'autres genres *Anas* et *Netta* (Güldenstädt, 1770).

1.2.1 Position systématique

Règne : Animalia

Embranchement : Chordata

Classe : Aves

Ordre : Ansériformes

Famille : Anatidae

Genre : *Aythya*

Espèce : *Aythya nyroca* (Güldenstädt, 1770)

1.2.2 Caractéristiques biométriques

Taille : 38 à 42 cm

Envergure : 63 à 67cm

Poids : 670 à 800 g

1.2.3 Caractéristiques générales de l'espèce

Le Fuligule nyroca est un canard plongeur de taille moyenne, plus petite que le Fuligule milouin, il ressemble à une femelle de Fuligule morillon *Aythya fuligula* avec un plumage très sombre (Géroutet *et al.*, 1946 ; Géroutet, 1972). Il fait partie du groupe des canards plongeurs, mais aussi des espèces de gibiers d'eaux chassées en Algérie (Birouk, 2015).

Il peut être facilement identifié grâce à son dos à la teinte plus sombre, velouté nettement visible et le blanc des sous caudales (MEEDDAT - MNHN, 2009a). Un corps plus court, un bec plus long, un profil du crâne plus fuyant (Cramp & Simmons, 1977). Il s'agit d'une espèce monotypique aux mesures modestes et compactes (c'est le plus petit des fuligules).

La tête du Fuligule nyroca est marron roux foncée (pas de huppe sur la tête), la poitrine, les flancs et le dessus sont plus sombres. La bande alaire également blanche, est normalement peu perceptible lorsque l'oiseau est posé sur l'eau. La couleur de la femelle est plus terne et tirant plus sur le brun que le mâle. La couleur de l'œil est nettement différente entre les deux sexes, le mâle avec un œil blanc et la femelle avec un œil sombre permet de différencier les deux sexes toute l'année (y compris avec le plumage d'éclipse) (Lazli, 2011).

La réelle confusion vient des hybrides – nombreux dans le genre *Aythya* – et singulièrement entre nyroca et milouin (mais aussi entre milouin et morillon en plumage femelle). Certains oiseaux sont phénotypiquement très proches du Fuligule nyroca et doivent être observés attentivement. On finit alors toujours par retrouver des éléments particuliers aux deux espèces incriminées (Reeber, 2002).



Photo 20 : Photographie présentant des hybrides de Fuligule nyroca *Aythya nyroca*.
 (a) : F. milouin * F. nyroca (1); (b) : F. morillon * F. nyroca (2).
 (Photos par János Olah, Hungary Hide Photography, 2011).

1.2.3.1 Le mâle

Le mâle adulte possède une couleur brun chaud avec des reflets roussâtres, avec un ventre blanc. La tête, le cou et la poitrine sont brun-marron et les flancs fauves. Les parties supérieures ont aussi une tonalité avec des reflets acajou brillant-châtaigne pourpre-violacé (il est également connu comme “canard caramel”). Les couvertures supérieures des ailes, les sus-caudales et les rectrices sont brun-sombre. Les ailes ont des nuances vert terne avec un large miroir alaire blanc-brillant très visible en vol (de plus grande dimension par rapport au Fuligule morillon). Le dessous de la queue est blanc et le ventre est blanc brillant avec des nuances plus grises vers les sous-caudales, ces parties, assemblées au-dessous de l’aile, toujours claire, sont très visibles quand l’oiseau est en vol (Djelailia, 2017).

Une petite tache blanc-fauve est présente sur le menton et un collier brun sombre se trouve à la base du cou. Le bec, assez long, (37,5-43 mm), est gris ardoise avec les extrémités et les bords plus clairs. Il a un front haut assez caractéristique, avec une sorte de “petite couronne relevée” sur le sommet de la tête. Les pattes sont de couleur gris-olivâtre avec une membrane noire. Le tarse mesure environ de 29 à 36,5 mm. L’iris est blanc-jaune très clair

1.2.3.2 La femelle

La femelle adulte est plus terne et tirant plus sur le brun que le mâle, pas de blanc à la base du bec. La gorge est faiblement tachetée de blanc et le ventre est blanc. L’œil est brun devenant blanc chez les vieilles femelles ; le bec est gris foncé à gris noir et les pattes sont

gris cendré (Draïdi, 2014). Les joues sont fauves et la couleur du cou est dans un dégradé de tons rouge-brun-terne sur la partie inférieure et sur la poitrine. Les parties supérieures sont semblables à celles du mâle. Le bec est de couleur noirâtre-mat avec les bords et le sommet gris. Les pattes sont semblables à celles du mâle mais en plus mat. L'iris est brun.

On note également des sous-caudales qui se détachent bien du reste du corps à distance, mais aussi les barres alaires larges, sur les rémiges, bien visibles quand l'espèce est en vol. La zone blanche est alors à peu près identique en surface au brun de l'aile (Abdellioui, 2016).



Photo 21 : Mâle de Fuligule nyroca
(Site 1)



Photo 22 : Femelle de Fuligule nyroca

1.2.2.3 Les jeunes

Les jeunes de première année sont semblables à l'adulte femelle (Henzel *et al.*, 1992), mais plus uniforme par-dessus, bien que plus ternes encore. Le blanc des sous-caudales et du ventre est aussi moins pur, plus « sale ». La proportion de blanc sur l'aile est identique à celle des oiseaux adultes (MEEDDAT - MNHN, 2009a). La tête et la poitrine sont d'une couleur marron – noir avec seulement une légère teinte rougeâtre. Le ventre est tacheté par le marron et le blanc et les sous caudales partiellement terne avec du marron. Après la mue, durant le premier hiver, les juvéniles deviennent similaires aux adultes, les yeux d'immaturs (tournent au gris en Mars) (Cramp & Simmons, 1977).



Photo 23 : Poussins de *Fuligule nyroca* au Lac Tonga (MECIF F., 2017).

1.2.3.4 Longévité :

Les *Fuligules nyroca* se rencontrent de façon habituelle dans les zones humides d'eau douce caractérisées par de fortes densités de végétation. Ils vivent entre 4 à 5 ans mais peuvent atteindre un maximum de 8 ans (Gherib, 2018).

1.2.3.5 Plumage et mue

Le plumage de *Fuligule nyroca* est plus important en période de reproduction (par rapport à la période d'hivernage). Les deux sexes ont un plumage similaire, la seule différence qui existe entre le mâle et la femelle, et qui est visible à l'oeil nu, est la couleur des yeux.

La mue postnuptiale des adultes est complète, celle des femelles étant un peu plus tardive que celle des mâles. Les adultes effectuent également une mue partielle pré-nuptiale. Les jeunes ont une mue postjuvénile, mais, comme beaucoup de canards, d'importance et de durée très variables.

Les jeunes ont une mue post-juvénile, mais comme beaucoup de canards, d'importance et de durée très variables (MEEDDAT - MNHN, 2009a). Quand les oiseaux sont en période de mue à la fin de l'été, ils passent la majorité de leurs temps au repos, soit dans les réservoirs d'eau isolée entouré de roseaux, ou en grand nombre en eau libre (Petkov

& Mittev, 2001 ; Petkov, 2003) comme au Nord-Est algérien où des grandes concentrations de *Fuligule nyroca* ont été observés dans l'eau libre.

Au cours de cette période de mue, l'espèce se débarrasse des parasites qui l'ont infesté pendant la période de reproduction (incubation et élevage des poussins) (Hurtrez-Boussès *et al.*, 2000 ; Bouzlama *et al.*, 2002).

Au Lac Tonga, la période de mue des *Fuligules nyroca* commence en juillet –août (*Obs. personnelle*).

1.2.4 Ecologie du *Fuligule nyroca*

1.2.4.1 L'habitat :

Les *Fuligules nyroca* habitent exclusivement les eaux douces, stagnantes ou lentes, souvent dans la végétation palustre, marais, roselières (Heinzel *et al.*, 2005). En Asie centrale, l'espèce se rencontre également sur des milieux aquatiques saumâtres, voire salés, notamment sur les lagunes et lacs steppiques (Birouk, 2015). Dans l'Ouest, en revanche, ils peuvent nicher sur des milieux plus ou moins artificialisés comme les étangs de pisciculture. Ils fréquentent également les milieux aquatiques assez fermés, riches en roselières, les canaux encombrés de végétation, ressemblant ainsi dans ses choix, aux Grèbes *Podiceps sp.* et *Tachybaptus sp.* (Cramp *et al.*, 1998).

Durant la période de la reproduction, le *Fuligule nyroca* niche sur des étangs, les lacs eutrophisés et lagunes de faible profondeur ayant des berges riches en végétation paludicole, du même qu'avec une végétation submergée et flottante (notamment des nénuphars) (Metallaoui, 2010), telle que les roseaux *Phragmites*, les saules *Salix*, les aulnes *Alnus*, et autres arbres. En absence de plans convenables d'eau douce, les *Fuligules* peuvent se contenter de réservoirs salins. De passage ou en hiver, ils peuvent également fréquenter les eaux côtières, les mers intérieures et les grandes lagunes ouvertes (Aissaoui, 2006).

En hiver, il aime les eaux libres abritées et peu étendues ou les réservoirs dégagés, les cours d'eau à débit lent, et localement les lagunes littorales, les étendues d'eau peu profondes (Houmani, 2012), l'espèce fréquente volontiers les grands plans d'eau, les lacs de barrages, les réservoirs, les gravières, les lacs voire même des mers intérieures ou des eaux côtières. En

Afrique, il recherche les grands marais, les zones deltaïques intérieures, les marais d'eau douce côtiers (MEEDDAT - MNHN, 2009a).

Au Lac Tonga, pendant la période hivernale qui indique la période de passage post-nuptiale, les Fuligules nyrocas cohabitent avec de nombreuses espèces d'oiseaux dont les principales sont les Fuligules milouins *Aythya ferina*, les Canards souchet *Anas clypeata*, Sarcelles d'hiver *Anas crecca crecca* et les Foulques macroules. Lors de la saison de reproduction qui coïncide avec la poussée envahissante du Nénuphar blanc *Nymphaea alba*, ils partagent les espaces d'eau libres avec les Foulques macroules dominants avec leurs effectifs (Aissaoui *et al.*, 2009). Il leur arrive aussi de visiter les rivages de mer (Géroudet, 1965 in Boumezebeur, 1993).

1.2.4.2 Comportement

Le Fuligule nyroca est actif principalement en soirée et dans la matinée. Dans la journée, il dort sur des bancs émergés ou directement sur l'eau (Merzougi, 2015). En général, il adopte des mœurs assez solitaires. Son habitude de se nourrir au sein même de la végétation palustre ou dans sa proximité immédiate le font facilement passer inaperçu et accentue l'impression de sa très grande discrétion. Il a un instinct grégaire très développé : en hiver, il forme de larges bandes souvent mêlé avec des morillons, des canards colverts ou des Fuligules milouins, seule espèce avec laquelle il montre de la sociabilité. Le Nyroca préfère les petits groupes aux grandes concentrations (contrairement aux autres plongeurs), il est ainsi très rare d'observer des groupes de plus de quelques centaines d'individus (Cramp & Simmons, 1977).

En été, il affectionne les étendues d'eau douce peu profondes mais riches en végétation qui lui permettent de se nourrir, de se reproduire et de se cacher, alors que la plupart des canards plongeurs préfèrent les grands plans d'eau. Sur les sites protégés, le nyroca niche souvent en petites colonies, les nicheurs sont dispersés sur des sites situés plus en retrait et isolés des autres espèces. On le trouve en couples ou en petits groupes sur des lacs ou des marais d'eau douce (Potiez, 2004). De grands rassemblements ont lieu seulement à la fin de la mue postnuptiale et au début de la migration ; ils excèdent rarement quelques centaines d'individus (Madge & Burn, 1988).

Le comportement diurne de ces canards plongeurs est dominé par un repos diurne dans l'eau qui rappelle le caractère nyctéméral de l'espèce dans les zones humides du bassin

méditerranéen (Houhamdi & Samraoui, 2008). La nage qui est une activité primordiale se manifeste durant toute l'année avec des taux plus notée durant la période de la reproduction par rapport à celle d'hivernage. Le sommeil est une activité primordiale chez les oiseaux (Tamisier & Dehorter, 1999) et le meilleur moyen de conservation de l'énergie (Tamisier, 1972). Le sommeil à des valeurs faibles notées à la fin de la saison d'hivernage, puis ils adaptent leurs comportements à minimiser leurs dépenses énergétiques durant les périodes les plus froides de l'hiver (Tucakov, 2005; Aissaoui *et al.*, 2011). Des valeurs élevées de sommeil sont enregistrées pendant la période post-nuptiale afin de récupérer de la reproduction qualifiée du coûteuse du point de vue énergétique. Ainsi, pendant cette période post-nuptiale (Abdellaoui, 2016).

Le Fuligule nyroca s'alimente plus en période de reproduction qu'en période d'hivernage (Abdellaoui, 2016). Le temps d'alimentation sont des valeurs faibles à la matinée et augmentent durant toute l'après-midi. La toilette est une activité plutôt matinale notamment durant la deuxième saison de nidification. Le vol est également matinal et montre des fluctuations considérables exhibant des pics pendant la matinée en période de reproduction.

Les couples, monogames, se forment plutôt tardivement, à partir du mois de janvier (Birouk, 2015). La parade est une activité qui annonce exclusivement le début de la saison de reproduction.

Les comportements d'antagonisme sont rarement enregistrés, ils sont observés de février jusqu'en juillet suite au choix de la femelle, la compétition pour choisir les lieux de nidification ainsi que la concurrence alimentaire et la protection des poussins à la fin de la période de reproduction (Merzoug, 2015). En outre, de l'antagonisme inter-spécifique a été signalé chez le nyroca vis-à-vis les autres espèces d'Anatidés notamment le Fuligule milouin *Aythya ferina* et les Grèbes.



Photo 24 : Plusieurs positions dans le comportement du Fuligule nyroca *Aythya nyroca*. (Djelailia A., 2017)

1.2.4.3 Régime alimentaire :

Le Fuligule nyroca est omnivore, mais le matériel végétal prédomine. Il se nourrit essentiellement de feuilles, de graines et de plantes aquatiques qu'il recueille en surface ou sur les berges du lac.

L'analyse des contenus stomacaux a révélé la prédominance des graines et d'autres parties des plantes aquatiques telles que : *Potamogeton spp.*, *Polygonum*, *Carex spp.*, *Ceratophyllum spp.*, *Hydrocharis*, *Bolboschoenus maritimus*, *Echinochloa*, *Nymphaea alba* et aussi de *Chara*, *Lemna* et diverses herbes vertes (Del Hoyo *et al.*, 1992 ; Ayaichia, 2018).

La fraction animale se compose principalement par les insectes, surtout les larves de *Chironomus*, des scarabées d'eau (notamment Hydrophilidae), des punaises d'eau (*Notonecta*, *Sigara*, *Coriza*), des larves de Libellules (Cramp & Simmons, 1977), punaises d'eau, trichoptères ; mais également des larves d'Odonates, des coléoptères aquatiques, mouches (Brown *et al.*, 1982) et amphibiens (Del Hoyo *et al.*, 1992). Parfois, on note la présence de crabes (*Branchinecta ferox*), grenouilles, têtards et œufs (Kear, 2005; Brown *et al.*, 1982) et des petits des poissons dont la taille ne dépasse pas 3 centimètres de long (Brown *et al.*, 1982). Son gain journalier en nourriture est < 100 g (Paspaleva *et al.*, 1984).

L'espèce nage et plonge avec agilité à la recherche de nourriture. Elle est particulièrement active au crépuscule et se nourrit aussi de nuit. Elle trouve la majeure partie de sa nourriture dans des eaux peu profondes mais aussi en barbotant et en basculant le corps tel un canard de surface (Cramp & Simmons 1977).

Au Lac Tonga, le Nénuphar blanc et la Renoncule aquatique *Ranunculus aquatilis* sont les principales sources trophiques végétales du Fuligule nyroca. Le Nénuphar blanc est localisé dans tout le lac surtout le centre mais la Renoncule aquatique est localisée surtout au niveau de la digue du Lac Tonga.



Photo 25 : Renoncule aquatique au niveau de la digue du Lac Tonga (MECIF F., 2017)



Photo 26: Nénuphar blanc au niveau des parties centrales du Lac Tonga (MECIF F., 2017).

1.2.4.4 La migration

La migration est un cycle annuel, qui se répète de manière globalement semblable. Chaque automne, les oiseaux migrateurs quittent leurs territoires de reproduction à une date presque identique et de même au printemps pour la migration de retour sauf conditions extraordinaires (vague de froid, grands vents...) ; certains individus ne quittent pas les sites de reproduction et y résident toute l'année (Kear, 2005).

La migration postnuptiale

Elle se déroule de septembre à novembre. Contrairement aux autres canards plongeurs européens, de nombreux Fuligules nyroca vont passer l'hiver en Afrique. Les principales zones d'hivernage sont situées de l'Est de l'Afrique (Soudan et Éthiopie) à l'Ouest jusqu'au Sénégal et parfois jusqu'au Kenya au Sud. Il n'est observé qu'irrégulièrement sur la côte atlantique africaine. Il hiverne aussi mais en plus petit nombre dans les plaines proches des mers Noire et Caspienne, sur les côtes de la Méditerranée, sur le Nil, dans le golfe persique, dans le nord de l'Inde, en Birmanie septentrionale et en Chine méridionale. Son hivernage dans le Nord-Ouest européen est accidentel (Robinson & Hughes, 2003 ; Robinson et Callaghan, 2003).

La migration pré-nuptiale

Elle a lieu en mars-avril. Sa zone de nidification se situe principalement en Europe orientale, parfois en des endroits très localisés : depuis le Sud de l'ex- U.R.S.S (Union des républiques socialistes soviétiques) jusqu'en Chine (Sinkiang et Nord du Szechwan) et en Mongolie occidentale (Fig. 16). Il niche aussi en petit nombre en Libye, Turquie, Iran, Afghanistan et Cachemire. Il a aussi niché dans plusieurs pays méditerranéens (Maroc, Algérie) (Potiez, 2004).

De par sa très grande valeur écologique et la richesse de ses habitats, le Lac Tonga accueille le Fuligule nyroca en périodes de migration post et pré nuptiales, durant la période hivernale mais aussi en période de nidification.

1.2.5 La reproduction

Le Fuligule nyroca se reproduit principalement dans le Sud-ouest de l'Asie (à l'Est de la Chine et au Sud du Pakistan à l'Inde), l'Europe centrale et L'Europe de L'Est, ainsi que l'Afrique du Nord.

1.2.5.1 La formation des couples

Les couples durent normalement une saison de reproduction (Aissaoui, 2005). Dès avril, les mâles entament leurs parades autour des femelles, cou tendu au ras de l'eau, puis rejetant leur tête en arrière, un peu comme le Garrot à œil d'or *Bucephala clangula*. (MEEDDAT - MNHN, 2009a).

Au Lac Tonga, Lazli (2011) note que l'apparition des couples a eu lieu à la fin mars et en début du mois d'avril. Les femelles quant à elles apparaissent au début de la saison de reproduction avec des effectifs plus faibles que ceux des mâles. Les effectifs les plus importants sont enregistrés entre mars-mai.



Figure 17 : Caractères descriptif d'un couple de *Fuligule nyroca*

1.2.5.2 La nidification

La nidification peut commencer dès le mois de janvier si les conditions météorologiques ne sont pas trop rudes, mais elle a généralement lieu entre avril et juillet. La sélection des sites de nidification est fortement influencée : par la densité de végétation pour assurer un bon camouflage des nids, la hauteur du support végétal et une profondeur d'eau relativement importante. La plupart des oiseaux s'accouplent dès leur arrivée sur les sites de nidification (début avril à fin mai, au plus tôt à la mi-Mars). La femelle construit un nid directement sur le sol et à proximité de l'eau, voire en partie dans l'eau. Parfois, elle utilise un îlot de végétations flottantes aquatiques qui est très diversifiée ou encore sur la berge bien végétalisée, pourvu que l'accès à l'eau soit immédiat (Lazli, 2011 ; Birouk, 2015). Il est constitué de débris végétaux – Typhas, Phragmites, Carex et autres végétaux aquatiques – et garni à l'intérieur de duvet (Merzoug, 2015 ; Gherib, 2018). La ponte annuelle est de 8-10 œufs beige clair. Ceux-ci sont incubés par la femelle pendant 25 à 28 jours (Lazli, 2011). A noter que la femelle peut pondre dans le nid d'autres Anatidés (surtout le *Fuligule milouin*) (Cramp & Simmons, 1977).

1.2.5.3 Les poussins

Les poussins quittent le nid quelques heures après leur éclosion car ils sont nidifuges. Ceux dont le duvet est alors brun foncé, suivent la femelle pendant près de deux mois avant de s'envoler. Dès cet instant, ils sont capables de se nourrir seuls, leurs parents ne faisant donc que les surveiller. Contrairement aux autres fuligules, le mâle prend (parfois) part à l'élevage des jeunes. À la fin de l'été, les familles se séparent. Les jeunes sont aptes à voler vers l'âge de 55-60 jours, date approximative à laquelle, ils acquièrent leur totale autonomie. Chez le Fuligule nyroca, la maturité sexuelle est atteinte à 1 an (Lazli, 2011).



Photo 27 : Poussins du Fuligule nyroca au Lac Tonga (MECIF F., 2016).

1.2.6 Répartition géographique

1.2.6.1 Au niveau mondial

Les estimations de population les plus récentes, rassemblées par Wetlands International, sont les suivantes : 5 700-6 300 individus en Méditerranée occidentale et en Afrique du Nord et de l'Ouest ; 50 000-82 000 individus en Europe de l'Est, en Méditerranée orientale et en Afrique sahélienne ; 25 000-50 000 individus en Asie occidentale et du Sud-Ouest ainsi qu'en Afrique du Nord-Est, et 100 000 individus ailleurs en Asie (Wetlands International 2017a,b ; Mundkur *et al.*, 2017), soit un total d'environ 180 000-240 000 individus (BirdLife International, 2019).

Pendant la période estivale, l'espèce se répartit de l'Asie centrale jusqu'à la Grèce, le sud-est de l'Espagne et en Afrique du Nord, alors qu'en hiver sa répartition s'étend jusqu'en Inde, nord de l'Indochine, sud du Sahara (Lazli, 2011). Dans le bassin méditerranéen, les populations de *Fuligule nyroca* sont subdivisées en deux catégories : une première, eurasienne, située dans la rive Nord et une seconde se concentrant surtout dans les pays du Maghreb et le Sahel (Green *et al.*, 1998 & 1999 & 2002 ; Green & El Hamzaoui, 2000 & 2006 ; Robinson & Hughes, 2002). Les oiseaux européens hivernent principalement en Afrique du Nord et en Afrique de l'Ouest (Fig.18) (Robinson et Hughes, 2003).

Le *Fuligule nyroca* se reproduit principalement en Pologne, en Italie et dans les Balkans à l'Ouest jusqu'en Sibérie centrale. Plus à l'Est (Mongolie et Chine occidentales), sa reproduction, si elle est connue, n'est pas quantifiée précisément. Au Nord, il atteint la Lituanie, au Sud, l'Iran. Ailleurs, sa répartition est fragmentée. Il niche occasionnellement en France, en Allemagne ; plus régulièrement en Italie, en Autriche, en république Tchèque, en Algérie ou encore en Arabie Saoudite (Robinson & Hughes, 2003).

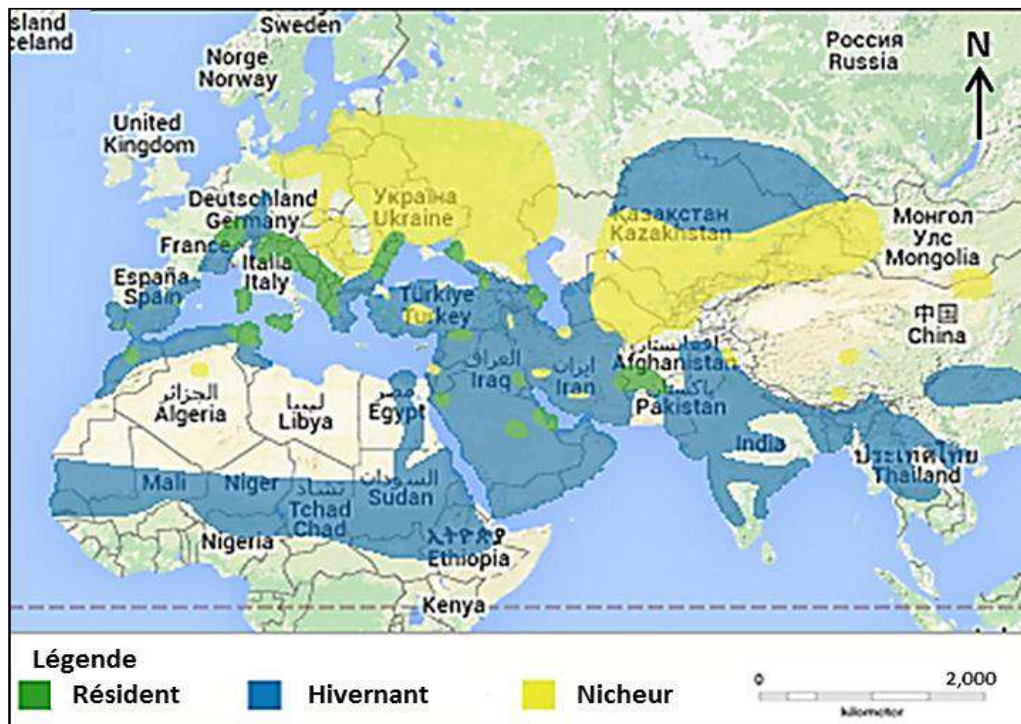


Figure 18 : Distribution mondiale du *Fuligule nyroca* (BirdLife International, 2015)

1.2.6.2 En Algérie

Le Fuligule nyroca est une espèce estivante nicheuse dans la majorité des zones humides du Nord-Est algérien (Fig. 19) (Chalabi, 1990 ; Samraoui & De Belair, 1997) présentant un statut de sédentaire (Houhamdi, 2002 ; Houhamdi & Samraoui, 2002).

L'espèce a été connue au Lac Fetzara où elle a niché en masse, dans les marais de Zana et de Djendjeli (Heim de Balsac & Mayaud, 1962). Jacob *et al.* (1979) l'ont trouvé à Réghaia et van Berg (1982) a observé un groupe à Boughzoul. Boumezbour (1993) a confirmé sa nidification en 1991 et 1992 autour d'El Kala : Mekhada, Lac des Oiseaux et, surtout, Lac Tonga (550-600 couples). En 2008, 734 mâles et 728 femelles ont été comptés au Lac Tonga au cours du mois d'avril (Lazli, 2011). Une autre population nicheuse a été signalée dans le marais de Boussedra (Samraoui & Samraoui, 2008a). Plusieurs observations sahariennes ont eu lieu à El Goléa, Tamerna/Touggourt et Ouargla) (Brehme *et al.*, 1994 in Isenmann & Moali, 2000).

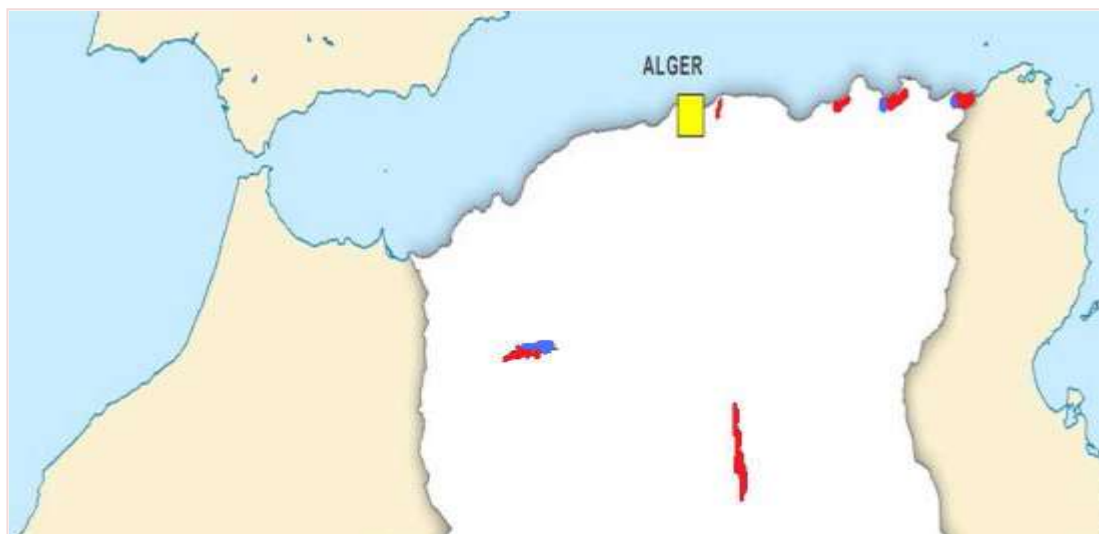


Figure 19 : Aire de distribution du Fuligule nyroca en Algérie
(Rouge : nidification ; bleu : hivernage) (Lazli, 2011)

L'essentiel des nicheurs algériens va probablement hiverner au Sud du Sahara où une moyenne de 4000 individus a été comptée entre 1983 à 1987.

1.2.7 Statut juridique de l'espèce

Actuellement et selon la dernière classification UICN de la liste rouge des espèces menacées, le Fuligule nyroca occupe le statut d'espèce quasi menacée (Near Threatened - NT) (BirdLife International, 2019) (Fig. 20).

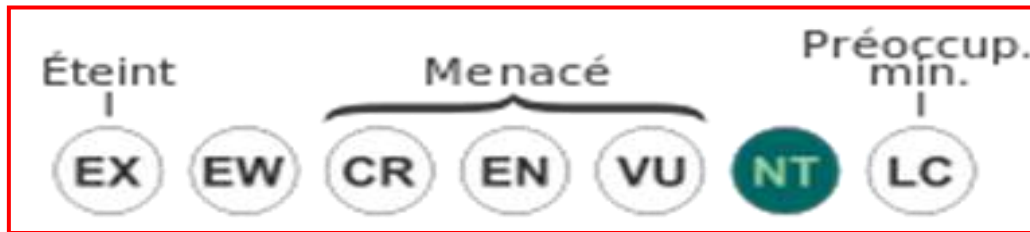


Figure 20 : Statut du Fuligule nyroca dans le monde (BirdLife International, 2019).

Pour l'Europe, le Nyroca a été récemment évalué pour la liste rouge des espèces menacées de l'UICN en 2020. *Aythya nyroca* est listé comme étant de préoccupation mineure « Least concern - LC » (BirdLife International, 2021).

En Algérie, l'espèce est protégée par le décret N°83-509 du 20 août 1983 et l'ordonnance N° 06-05 du 15 juillet 2006, relative à la protection et à la préservation de certaines espèces animales menacées de disparition (Lazli, 2011 ; Houmani, 2012). Par ailleurs elle figure également dans le décret exécutif n° 12-235 du 24 mai 2012 fixant la liste des espèces animales non domestiques protégées.

1.2.8 Menaces

Les menaces qui pèsent principalement sur le Fuligule nyroca peuvent être résumées dans les points suivants :

- La dégradation et/ou la perte d'habitat (Robinson & Hughes, 2006 ; Lazli, 2011).
- Sécheresse et changements climatiques.
- Chasse excessive.
- Coupe des roseaux
- Pêche et pisciculture en eau douce ou salée, étant à l'origine dans certains cas à la noyade et la prise dans les filets de pêche
- dérangements par les persécutions humaines, notamment la circulation d'embarcations à travers les plans d'eau
- Empoisonnement par le plomb (saturnisme).

- Activités de loisirs comme la découverte de la nature (cas notamment du Lac Tonga durant la période estivale), ou actions pédagogiques (Bernard, 1994 ; Fustec & Lefevre, 2000).
- Compétition avec les espèces exotiques invasives ou indigènes.
- Drainage excessif de l'eau, la construction des barrages et la canalisation des rivières
- le surpâturage des prairies et l'eutrophisation
- l'hybridation avec des espèces indigènes (comme Fuligule morillon *Aythya fuligula* et le Fuligule milouin *Aythya ferina* en Suisse) (Leuzinger, 2010).



Photo 28 : Un Fuligule nyroca blessé par la chasse
(Mecif F., 2016)



Photo 29 : Mortalité d'un individu de Fuligule nyroca (Mecif F., 2016)

2. Matériels utilisés sur terrain

Durant la période d'étude, nous avons utilisé le matériel suivant :

- Fiches de terrain.
- Une carte du terrain
- Carnet de notes, crayon, marqueur,
- Guides d'identification des oiseaux
- Pied à coulisse (0,02 mm) pour la mensuration des œufs.
- Paire de jumelles Soligor 10x50
- Télescope (KONUS-SPOT 20x60).
- Appareil photos numérique.
- GPS (Garmin 72).
- Valise multi paramètre, pour la mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau (T°C, pH, conductivité électrique, oxygène dissous, Turbidité et TDS).
- Barre métallique millimétrée pour la mesure de la profondeur de l'eau
- Barque
- Combinaison et paire de bottes
- Ruban mètre (03 m) et règle (50 cm);
- Sachets en plastique.



Photo 30 : Dénombrement des Grèbes huppés et de Fuligules nyrocas (Télescope KONUSPOT 20x60 et Paire de jumelles Soligor 10x50) au Lac Tonga (Mecif F., 2016).



Photo 31 : Matériels utilisés lors du travail de terrain (appareil photo, GPS, pied à coulisse...) (Mecif F., 2016)



Photo 32 : Guides ayant collaboré au travail de terrain (Mecif F., 2016)

3. Méthodes de dénombrement des oiseaux d'eau

Les méthodes d'étude des oiseaux d'eau se basent essentiellement sur les dénombrements. Ce sont les pratiques les plus utilisées pour l'étude de l'avifaune, le but majeur étant de contribuer le plus possible à la connaissance et à la conservation des espèces et de leurs habitats.

Les dénombrements de populations ont pris une importance considérable en ornithologie au cours des dernières années. Il existe peu de recherches écologiques qui ne comportent pas actuellement l'utilisation de données numériques précises sur les densités des populations aviennes et leurs fluctuations dans le temps et dans l'espace.

Différents facteurs rentrent en ligne de compte pour mener à bien les comptages d'oiseaux d'eau sur le terrain, tels que:

- L'espèce suivie
- La superficie de la zone humide
- L'accessibilité de la rive
- La présence de points d'observations offrant une vue globale du site
- Le temps disponible pour réaliser le comptage
- Le nombre de personnes impliquées
- L'équipement disponible (Wetlands International, 2010).

La connaissance de l'importance numérique des populations, de leur composition et de leur structure, de la capacité-limite d'une aire déterminée nécessite des dénombrements et des recensements de divers types (Dorst, 1963).

3.1 Les méthodes relatives

Basées sur le calcul d'indices d'abondance et non sur le comptage direct des espèces, elles sont généralement utilisées pour le dénombrement des oiseaux nicheurs. Elles permettent d'explorer des sites de grandes superficies et de gagner du temps et de l'énergie. Elles utilisent des indices qui renseignent sur l'abondance relative des espèces d'oiseaux ; on y inclut les indices kilométriques d'abondance et les indices ponctuels d'abondances, entre autres.

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 (Gherib, 2018).

3.2 Les méthodes absolues

Leur objectif est de donner un aperçu aussi proche que possible de la densité par rapport à une superficie (Blondel, 1969). Elles permettent de déterminer un nombre d'individus le plus proche de la réalité, d'une population rassemblée sur un espace délimité et relativement court dans le temps (oiseaux coloniaux, hivernants...); entrent dans cette catégorie les comptages au sol et aériens. Ces méthodes sont les plus utilisées pour les oiseaux d'eau.

Ces techniques de recensement visent à obtenir des valeurs non biaisées du nombre d'individus. Les effectifs d'oiseaux peuvent être soit comptés précisément soit estimés ; le choix dépend des conditions du site et des populations à dénombrer.

3.3 Techniques de dénombrement utilisées lors de notre étude

Nous avons considéré deux méthodes de comptage décrites par Blondel (1975) et Legendre & Legendre (1979):

3.3.1 Le comptage direct ou individuel

On compte les individus d'une même espèce un par un et on passe à une autre espèce. Cette méthode est utilisée dans les cas où :

- la population est présente en petit nombre.
- il y a peu de mouvements (nourriture, repos).
- la perturbation est faible ou nulle.
- le site est de petite taille ou une zone ouverte.

3.3.2 Estimation des effectifs

L'estimation se fait par la méthode des « paquets » : il s'agit de compter précisément un paquet de 10, 50 ou 100 individus, de faire un balayage de toute la population et de compter le nombre de paquets de mêmes dimensions. Cette méthode est utilisée lorsque:

- Le nombre des individus est important.
- Les oiseaux sont en mouvement.
- Il y a une cause de perturbation d'où une observation prolongée difficile.
- Les oiseaux forment un groupe compact (foulques....).
- La distance d'observation est grande d'où une difficulté de bien observer.

L'acquisition d'une certaine expérience facilite ce type de recensement.

3.3.3 Conditions de comptage

- une connaissance préalable du terrain et de la détermination des espèces.
- un choix de positions dominantes pour les points d'observation.
- le comptage se fait les premières heures matinales tout en ayant soin d'avoir le soleil dans le dos pendant l'opération. Les comptages de l'après-midi sont moins fiables.

- Le dénombrement requiert aussi de bonnes conditions météorologiques (vent et pluies fortes entravent considérablement les comptages).

Par ailleurs, un bon suivi implique l'utilisation des mêmes techniques, les mêmes points et si possible des conditions similaires.

3.3.4 Dates et fréquences des dénombrements

Le suivi des effectifs de Grèbe huppé et de Fuligule nyroca au Lac Tonga a été réalisé de septembre 2015 jusqu'à la fin du mois d'août 2017, au rythme de trois sorties par mois ; couvrant ainsi la quasi-totalité de la période d'hivernage et celle de la reproduction.

3.3.5 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).

En ce qui nous concerne, les dénombrements se sont effectués à partir d'une barque et parfois à partir de promontoires naturels ou encore à partir des deux miradors localisés à l'ouest et au sud du Tonga.

Ainsi, nous avons réalisé des observations à partir de neuf (09) points d'observation ou stations utilisés lors d'études antérieurs (Lazli, 2011 ; Gherib, 2018): Zone Inondable, Secteur Tonga, Mirador, Meizila, Feid Mrad, Feid El Aligue, Oum Ejdour, Oued El Hout et Dey Zitoune (Fig. 19).

Afin d'éviter tout dérangement pour les oiseaux, nous avons utilisé un bateau à rames pour sillonner la zone humide et compter les Grèbes huppés et les Fuligules nyrocas.

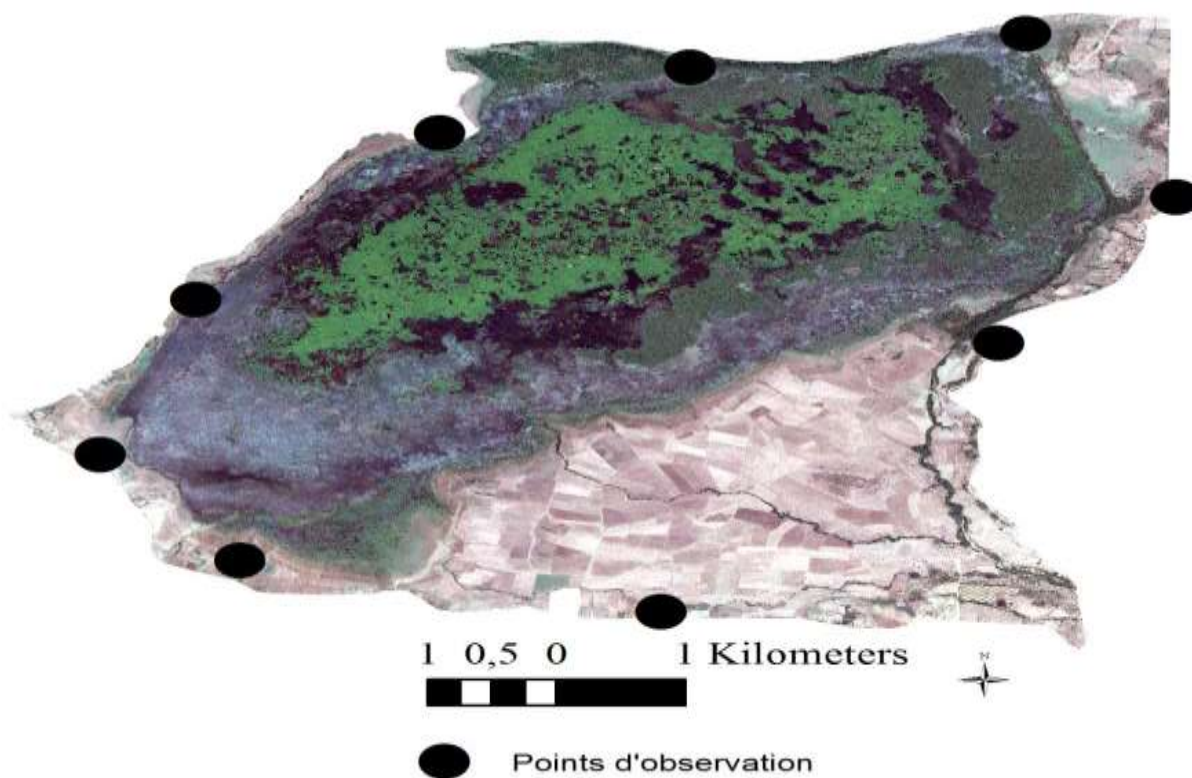


Figure 21 : Localisation des points d'observation au niveau du Lac Tonga



Photo 33 : Lac Tonga observé en hiver à partir du Mirador de Meizila (Mecif F., 2016)



Photo 34 : Lac Tonga observé au printemps à partir de la Digue
(Mecif F., 2016)



Photo 35: Partie centrale du Lac Tonga en été (Mecif F., 2016)



Photo 36 : Vue du Lac Tonga en automne à partir de la station de Feid El Aligue (Mecif F., 2016)

4. Etude de la biologie de la reproduction

L'étude de la biologie de la reproduction a été menée entre mi-mars et fin août pour 2016 et 2017, à raison de deux à trois sorties par semaine pour les deux espèces.

Les paramètres pris en considération durant la période d'étude ont été globalement : la végétation prise comme support de nidification et celle utilisée pour l'édification des nids.

Concernant les paramètres de la reproduction : les dates et périodes de ponte et d'éclosion, la grandeur de ponte et le succès de reproduction.

4.1 Recherche et localisation des nids

Nous avons procédé à la prospection systématique de toute la surface du secteur étudié, afin de repérer les différents habitats susceptibles d'accueillir des nids. Les investigations ont couvert la végétation aquatique, les îlots de végétation et même les berges (Photo 37). Cette opération, commencée en février, avait pour objectif de détecter le début de la reproduction des individus précoces et d'estimer les couples ayant réussi à pondre. Le suivi de la réussite des pontes, nous a renseigné sur le nombre de pontes étant arrivées ou non à terme, celles qui ont été abandonnées et enfin celles qui ont été la proie des prédateurs. Le

déplacement à l'intérieur du lac s'est fait exclusivement à l'aide d'une embarcation propulsée par des perches.



Photo 37 : Recherche des nids des deux espèces à travers le Lac Tonga (Mecif F., 2016)



Photo 38 : Installation d'un nid de Grèbe huppé dans *Phragmites australis* (Mecif F., 2017).



Photo 39 : Nids du Fuligule Nyroca dans les ilots de végétation et tronc d'arbres au Lac Tonga (Mecif F., 2016)

Une fois localisé, le nid est d'abord numéroté à l'aide d'un papier collant attaché à la végétation des berges et sa localisation est relevée à l'aide d'un GPS (Garmin *Etrex*). Par la suite, les nids sont inspectés à raison de deux à trois fois par semaine, pour contrôle et détection des premières pontes et ce, du début de la saison de reproduction (mars) jusqu'à l'éclosion des derniers œufs (août).

4.2 Caractéristiques des nids et des œufs

Pour chaque nid, nous avons relevé les caractéristiques suivantes :

4.2.1 Mesure sur la végétation

Ici est traitée la végétation prise comme support de nidification et celle utilisée pour la construction des nids :

- *Matériaux de construction :*
 - Les différentes espèces végétales utilisées
 - Les proportions de chaque espèce

- *La végétation comme support des nids :*
 - Type de végétation
 - la hauteur de la végétation,
 - la végétation la plus proche du nid

4.2.2 Mensurations des nids :

Nous avons noté les caractéristiques suivantes :

- hauteur du nid.
- diamètre interne.
- diamètre externe.
- profondeur de l'eau à l'emplacement du nid.

4.2.3 Dimensions des œufs :

Les œufs ont été individuellement identifiés à l'aide d'un marqueur permanent, la longueur (L) et la largeur (B) ont été mesurées en utilisant un pied à coulisse (précision : 0,01 mm) ; puis ils ont été pesés à l'aide d'une balance à ressort « Pesola » (précision 0,1 g). Le volume des œufs (V, en mm³) a été calculé en utilisant la formule de Hoyt : $[V = 0.000509 * L * B^2]$, (L : la longueur et B : la largeur) (Hoyt, 1979).



Photo 40 : Etapes suivies pour la mensuration des œufs et des nids de Grèbe huppé au Lac Tonga (Mecif F., 2017).



Photo 41 : Etapes suivies pour la mensuration des œufs de *Fuligule nyroca* au Lac Tonga (Mecif F., 2017)

4.3 Paramètres de la reproduction

Les paramètres considérés ont été :

4.3.1 La date de ponte:

Elle correspond à la date de ponte du premier œuf de la première couvée.

4.3.2 La taille de ponte:

Représente le nombre d'œufs qu'une femelle peut pondre dans un nid.

4.3.3 La durée d'incubation:

C'est l'intervalle du temps nécessaire pour chaque œuf jusqu'à l'éclosion.

4.3.4 Le succès à l'éclosion :

Représente le nombre des œufs éclos sur le nombre total des œufs pondus.

4.3.5 Le succès de reproduction:

Représente le nombre des nids éclos sur le nombre total des nids suivis.

4.3.6 Parasitisme intra et interspécifique:

Le parasitisme intra-spécifique a été déterminé selon des critères établis :

- la règle de la ponte d'un œuf par jour
- la présence d'œufs nouvellement ajoutés après l'achèvement de la ponte (Cramp & Simmons 1977),
- et/ou l'absence de synchronisation pendant l'éclosion (Lyon, 1993 ; McRae, 1997 ; Jamieson *et al.*, 2000).

Le parasitisme interspécifique est déterminé par la présence d'un œuf ou plus d'une autre espèce dans le nid.

5. Sélection de l'habitat et dispersion des deux espèces à travers le plan d'eau

Les oiseaux se distribuent ou se répartissent dans le plan d'eau selon les modalités qui leurs sont propres. Cette distribution n'est pratiquement jamais aléatoire, mais répond à des critères biologique et écologique qui caractérisent à la fois l'espèce et le site (Tamisier & Dehorter, 1999).

Nous avons caractérisé la sélection de l'habitat du Grèbe huppé et du Fuligule nyroca, à travers :

- La mesure de la profondeur de l'eau, là où évoluent les deux espèces.
- La mesure des paramètres physico-chimiques (température, PH, oxygène dissous, turbidité, TDS, conductivité électrique). Ces mesures ont été faites à raison de deux prises par mois (au début et à la fin du mois).
- Caractérisation du type de végétation à proximité des oiseaux
- Les autres espèces d'oiseaux d'eau proches



(A)



(B)



(C)



(D)

Photo 42 /(A) : Valise multi-paramètre ; (B) : Mesures des paramètres physico-chimiques des eaux du Lac Tonga ; (C) : Sonde de mesure des paramètres physico-chimiques ; (D):Afficheur des valeurs des paramètres physico-chimiques considérés (Mecif F., 2016)

2.4 Analyses des données

L'analyse des données a été réalisée avec le logiciel R-version 3.6.1 (05-07- 2019). 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 différentes années d'étude.



CHAPITRE III

RESULTATS & DISCUSSION



CHAPITRE III/ RESULTATS ET DISCUSSION

1. Dynamique et phénologie de la reproduction du Grèbe huppé au Lac Tonga

1. 1 Dénombrements des Grèbes huppés

66 sorties ont été effectuées durant les deux années d'étude. Les données ont été recueillies à partir de neuf stations d'observation. Les comptages effectués entre 2015 et 2017 ont montré une présence quasi continue des Grèbes huppés sur le Lac Tonga. Des fluctuations du nombre d'oiseaux ont été enregistrées entre les années. Les effectifs les plus faibles de l'espèce ont été comptés entre novembre et février pour les deux années d'étude, les plus importants en juillet et août (Fig. 22).

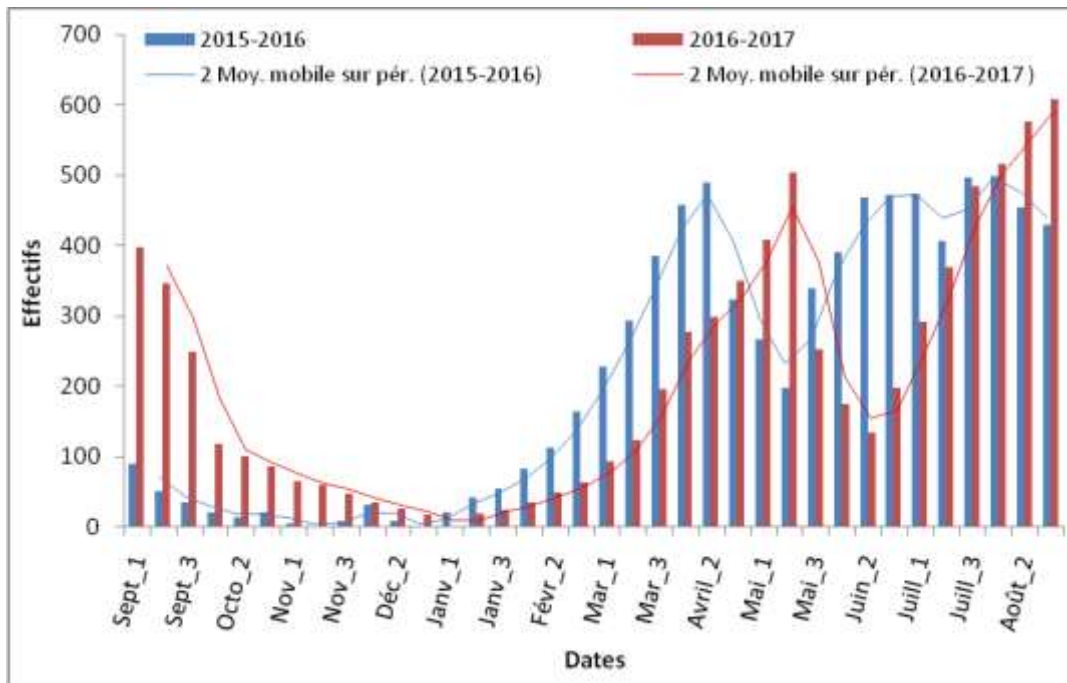


Figure 22 : Évolution des effectifs de la population de Grèbe huppé au Lac Tonga durant la période d'étude.

Le maximum des effectifs a été relevé au cours de la première semaine d'août 2016, 499 individus et pendant la troisième semaine d'août 2017, 608 individus.

Aucune différence significative n'a été enregistrée entre les effectifs de l'espèce entre les deux années étudiées : $t = 0,15$; $p = 0,877$; $dl = 69$.

Les stations nord-ouest du Mirador et de Meizila sont celles qui ont abrité le plus d'oiseaux entre septembre et décembre pendant la première année d'étude (Fig. 23). En

période de reproduction, ce sont les stations sud de Feid El Aligue et Feid Mrad qui présentent les effectifs les plus importants. En effet, à partir de la première semaine de mars, une augmentation progressive du nombre d'individus est constatée (Fig. 23).

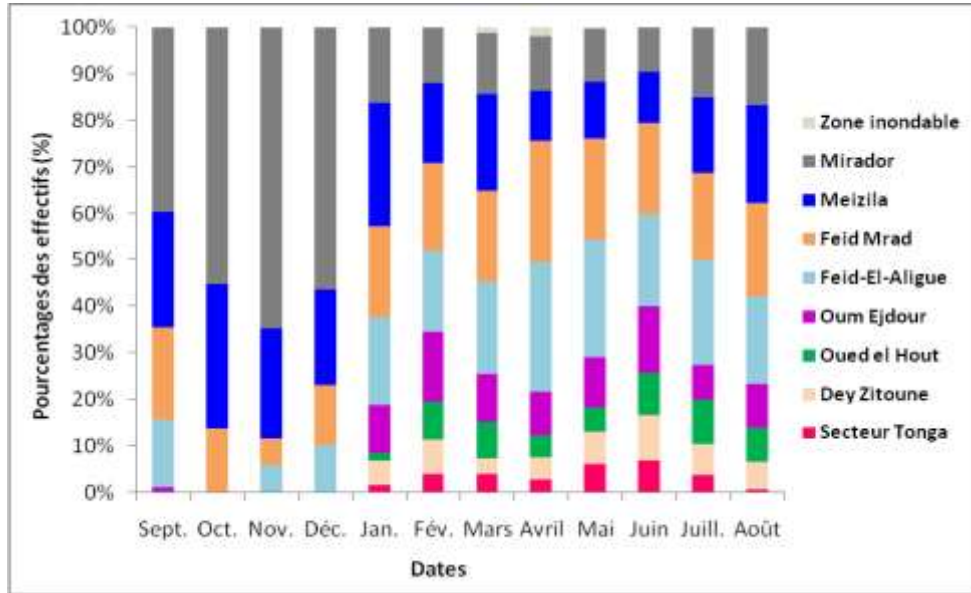


Figure 23 : Pourcentage des effectifs comptés de Grèbe huppé à travers les stations d'observation au cours de l'année 2015-2016.

Au cours de la deuxième année d'étude, les effectifs de Grèbes huppés les plus importants ont été observés au niveau des stations du Mirador, Meizila et Feid Mrad en période d'hivernage et de nidification (Fig. 24).

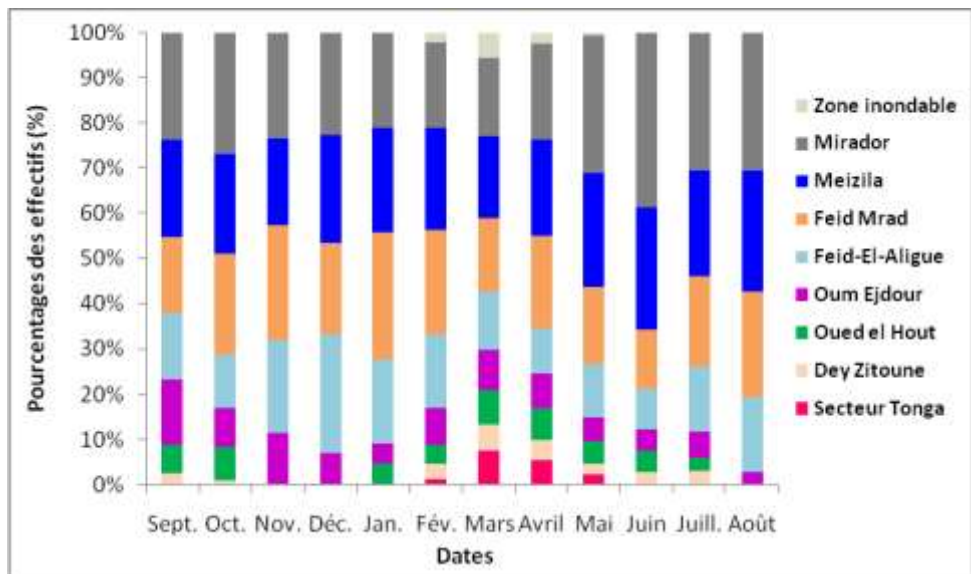


Figure 24 : Pourcentage des effectifs comptés de Grèbe huppé à travers les stations d'observation au cours de l'année 2016-2017.

1.2. Recherche et caractéristiques des nids et des œufs

1.2.1 Localisation et matériaux de construction des nids

131 nids ont été découverts, 58 en 2016 et 73 en 2017 (Fig. 25). Tous ont été trouvés dans les Phragmites *Phragmites australis* et étaient composés principalement des feuilles et des tiges de cette plante ainsi que de Cornifle immergé *Ceratophyllum demersum* et de *Myriophyllum sp.* (Photo 43), à l'exception de deux nids en 2017 dont l'un comportait en plus des feuilles de Nénuphar blanc *Nymphaea alba* et l'autre contenait en plus des feuilles de rubanier *Sparganium erectum* (Fig. 26).

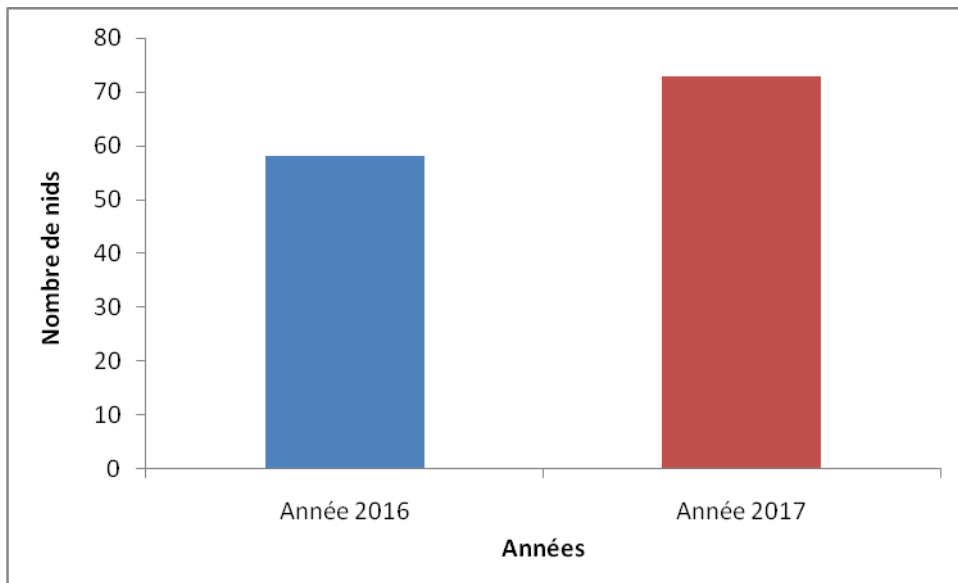


Figure 25 : Variation du nombre de nids de Grèbe huppé au Lac Tonga durant la période d'étude



Photo 43 : Nid de Grèbe huppé observé à Feid Mrad (Mecif F., 2017).

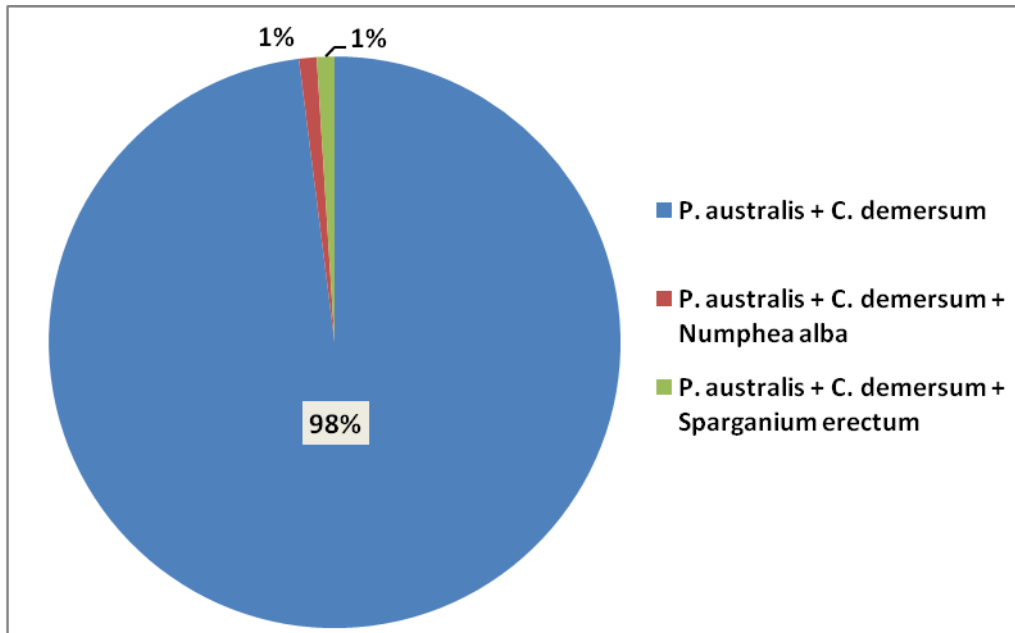


Figure 26: Proportions des matériaux de construction des nids de Grèbe huppé au cours de la saison de reproduction de 2017

Au cours de notre étude, le nombre maximum de nids a été observé au mois d’avril pour la saison de reproduction de 2016 avec 32 nids et au mois de mai pour celle de 2017 avec 56 nids (Fig. 27).

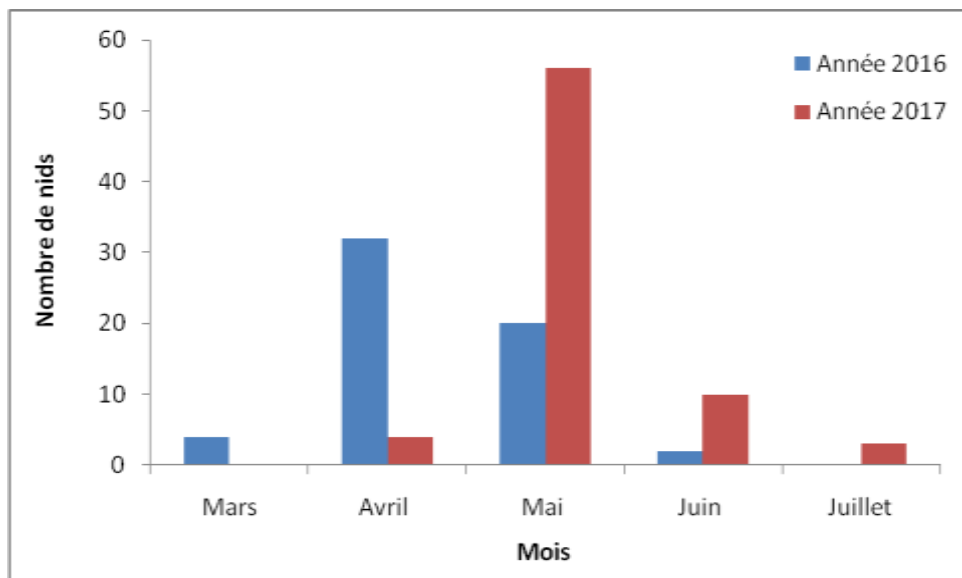


Figure 27 : Chronologie mensuelle de la découverte des nids de Grèbe huppé au Lac Tonga pendant les deux saisons de reproduction

1.2.2 Mensurations des nids

Le diamètre externe des nids a varié entre 23 et 35 cm en 2016 et entre 24 et 43 cm en 2017. La valeur moyenne entre les deux années a été de $30,55 \pm 2,73$ cm (Tab. 10). Le diamètre interne des nids a oscillé entre 13 et 17 cm en 2016 et entre 10 et 23 cm en 2017, la moyenne entre les deux années a été de $14,9 \pm 1,13$ cm (Tab. 10). La profondeur des nids entre les deux années a varié entre 2 et 7 cm, avec une moyenne de $4,76 \pm 1,25$ cm (Tab. 10). L'analyse statistique des données a montré des différences très significatives de ces dimensions des nids (diamètres externes et interne, profondeur) entre 2016 et 2017 ($P < 0,05$) (Tab.10).

La profondeur de l'eau à l'emplacement de chaque nid a varié entre 125 et 190 cm en 2016 et entre 100 et 160 cm en 2017 ; la moyenne enregistrée entre les deux années a été de $144,53 \pm 14,62$ cm (Tab. 10). Des différences hautement significatives ont été notées entre les valeurs mesurées entre 2016 et 2017 ($P < 0,05$) (Tab. 10).

La distance du nid le plus proche a varié entre 2 et 85 m en 2016 et entre 2 et 97 m en 2017. La hauteur de la végétation autour du nid a varié entre 0,9 et 2,4 m en 2016 et entre 0,9 m et 3,1 m en 2017. Des différences hautement significatives ont été enregistrées entre la hauteur de la végétation entre les deux années d'études ($p < 0,05$) (Tab. 10).

Les résultats obtenus ne montrent pas de corrélations entre les dimensions des nids (hauteur, diamètres externe et interne) et la profondeur de l'eau ($p > 0,05$).

1.2.3 Caractéristiques des œufs

Entre 2016 et 2017, 304 œufs de Grèbe huppé ont été comptés dans les nids découverts sur le site d'étude. Leur longueur a varié entre environ 47 et 68 mm et leur largeur entre 34 mm et plus de 46 mm.

Au cours de la première saison de reproduction, nous avons enregistré une longueur moyenne de $55,44 \pm 3,95$ mm, avec des valeurs extrêmes de 49,7 - 68,49 mm ; une largeur moyenne de $37,29 \pm 3,70$ mm, avec des valeurs extrêmes de 32,05 - 46,91 mm et un poids moyen de $42,61 \pm 1,87$ g, avec des valeurs extrêmes de 38 - 48 g (Tab.10).

Lors de la seconde saison de reproduction, nous avons enregistré une longueur moyenne de $52,81 \pm 2,13$ mm, avec des valeurs extrêmes de 46,8 - 60,27 mm ; une largeur

moyenne de $36,5 \pm 1,35$ mm, avec des valeurs extrêmes de 33,7 - 46,77 mm et un poids moyen de $40,74 \pm 2,29$ g, avec des valeurs extrêmes de 33 - 45 g (Tab.10).

Il est à noter que les œufs notés pour la première fois étaient de couleur blanche (à l'état frais) mais prenaient par la suite une teinte brune au contact prolongé avec la végétation des nids et au cours de l'incubation (Photo 44 a et b). (Tab.10).

Des différences hautement significatives ont été enregistrées pour les caractéristiques des œufs entre les deux années d'étude ($P < 0,001$) (Tab. 10).



Photo 44 a : Couleur du premier œuf de Grèbe huppé dans un nid flottant (Mecif F., 2017)



Photo 44 b : Couleur d'un œuf de Grèbe huppé en cours d'incubation (Mecif F., 2017).

Tableau 10 : Caractéristiques des nids et des œufs de Grèbe huppé au niveau du Lac Tonga pour 2016 et 2017

Paramètres des nids	Années								Test t de Student
	2016				2017				
	N	Min	Moyenne ± écartype	Max.	N	Min.	Moyenne ± écartype	Max.	
Diamètre externe du nid (cm)	58	23	29,3 ± 2,09	35	73	24	31,8 ± 3,38	43	t=-4,99 ; df=129; p=0,0001 ***
Diamètre interne du nid (cm)		13	15,3 ± 1,15	17		10	14,42 ± 2,5	23	t=2,39 ; df=129; p=0,01 **
Profondeur du nid (cm)		2	5,08 ± 1,39	7		2	4,44 ± 1,12	7	t=2,90 ; df=129; p=0,001 ***
Volume du nid (cm ³)		4006	8253,2±2292,85	13678		4069	8597,55±2443,04	16120	t = -0,82; df = 129; p= 0,41
Hauteur du nid (cm)		7	12,11 ± 2,62	19		5	10,7 ± 1,83	15	t=3,61 ; df=129; p=0,0001 ***
Profondeur de l'eau (cm)		125	160,44 ± 14,19	190		100	128,63 ± 15,05	160	t=12,32 ; df=129; p=0,0001 ***
Distance du nid le plus proche (cm)		200	1886,21±1728,85	8500		200	2599,73 ± 2454,92	9700	t = -1,87; df = 129 ;p= 0.06
Hauteur de la végétation autour du nid (cm)		90	184,71±33,14	240		90	225,62±60,79	310	t=-4,60 ;df=129; p=0,0001 ***
Paramètres des œufs	N	Min	Moyenne ± écartype	Max.	N	Min.	Moyenne ± écartype	Max.	Test t de Student
Longueur des œufs (mm)	150	49,71	55,44±3,95	68,49	154	46,8	52,81±2,13	60,27	t = 7,19; df = 300; p = 0,0001***
Largeur des œufs (mm)		32,05	37,29±3,70	46,91		33,7	36,5±1,35	46,77	t = 2,45; df = 300; p = 0,01**
Poids des œufs (g)		38	42,61±1,87	48		33	40,74±2,29	45	t = 7,77 ; df = 290; p =0,000***
Volume des œufs (mm ³)		26,95	40,14±11,80	76,71		29,8	35,91±3,74	67,1	t = 4,21; df = 300; p = 0,0001***

Il est à noter qu'à partir de la ponte du premier œuf, lorsque le Grèbe huppé quitte son nid pour s'alimenter ou autre, il recouvre ses œufs de végétation, notamment de *Ceratophyllum* et de *Myriophyllum* (Photo 45 a et b).



Photo 45 a : Œufs de Grèbe huppé recouverts par *Ceratophyllum demersum* et *Myriophyllum sp* après la ponte (Mecif F., 2017)



Photo 45 b : Œufs de Grèbe huppé recouverts par *Ceratophyllum demersum* et *Myriophyllum sp* en période d'incubation (Mecif F., 2017)

1.3. Paramètres de la reproduction

1.3.1 La ponte

Les premières pontes ont été enregistrées à la fin mars en 2016 (n=48 nids) et à la fin avril en 2017 (n=57 nids). La période de ponte a duré entre 6 et 7 semaines pour les deux années d'étude. Les dernières pontes ont été découvertes à la mi-mai en 2016 et la mi-juin pour 2017. La durée d'incubation a été de 7 semaines en 2016 et 6 semaines pour 2017. Les éclosions ont se sont étalées sur 6 semaines pour 2016 et 2017 (Tab. 11).

Tableau 11 : Estimations des dates de ponte, période de ponte, dates d'incubation et d'éclosion du Grèbe huppé au niveau du Lac Tonga

Années	2016	2017
Paramètres		
Date de 1 ^{ère} ponte	25 mars	28 avril
Date de ponte de la nichée la plus tardive	15 mai	16 juin
Période de ponte	6 Semaines	7 Semaines
Début d'incubation	29 mars	01 mai
Fin d'incubation	19 mai	18 juin
Début d'éclosion	21 avril	23 mai
Fin d'éclosion	07 juin	07 juillet

Le nombre de pontes le plus élevé a été enregistré en avril 2016 et en mai 2017, avec respectivement, 32 et 44 pontes (Fig. 28).

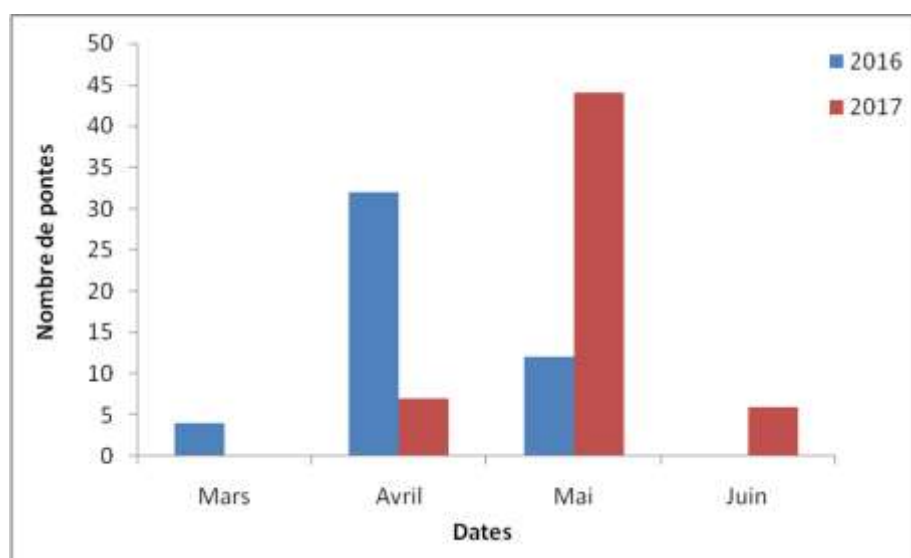


Figure 28 : Chronologie mensuelle des pontes de Grèbe huppé au niveau du site d'étude

1.3.2 La taille des pontes

La taille de ponte moyenne de Grèbe huppé a été de $3,10 \pm 0,80$ (N= 48 nids) en 2016 et de $2,70 \pm 0,71$ (N= 57 nids) en 2017 (Tab.12). La taille de ponte complète a varié entre 2 et 5 œufs en 2016 et entre 1 et 4 œufs en 2017 (Fig. 29).

Tableau 12 : Taille de ponte du Grèbe huppé au niveau du Lac Tonga
Durant les deux saisons de reproduction étudiées

Années	Nombre de nichées	Taille (Moyenne±Ecart-type) (valeurs extrêmes)	Nombre d'œufs
2016	48	$3,10 \pm 0,80$ (2 - 5)	150
2017	57	$2,70 \pm 0,71$ (1 - 4)	154

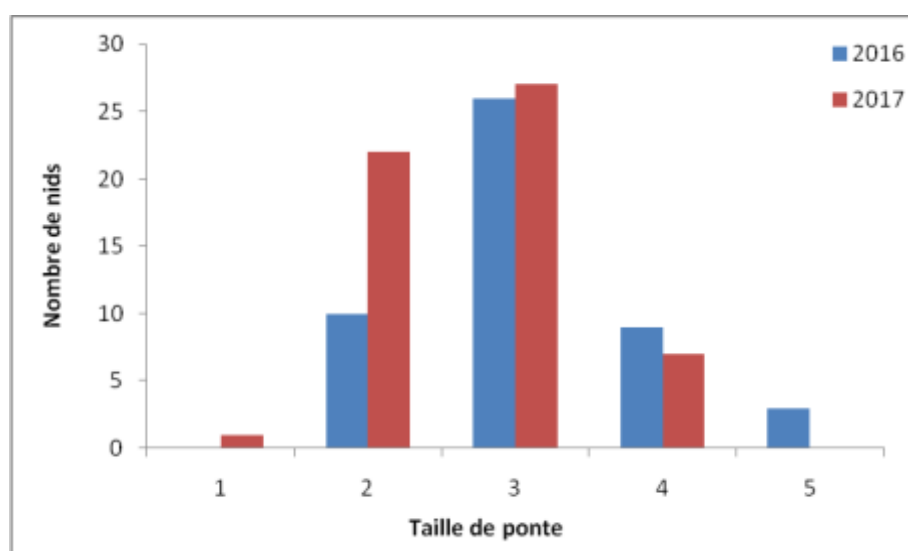


Figure 29 : Variation de la taille de ponte du Grèbe huppé au Lac Tonga au cours de la période d'étude

L'analyse statistique des données montre des différences significatives entre les tailles de ponte de 2016 et 2017 ($t = 2,70$; $ddl = 94$; $p = 0,008$).



Photo 46 : Des nids de Grèbe huppé contenant 4 et 5 œufs marqués au feutre (Mecif F., 2017)

1.3.3 Les éclosions

Le suivi des éclosions a concerné 45 nids en 2016 et 54 nids en 2017. En effet, après la ponte, il y a eu des pertes au niveau des nids :

- En 2016 : 01 nid a fait l'objet de prédation et 02 ont été inondés
- En 2017 : 03 nids ont fait l'objet de prédation.

Les premières éclosions de Grèbe huppé ont été enregistrées à partir de la troisième semaine d'avril en 2016 (n=45 nids) et à partir de fin mai en 2017 (n=54 nids) (Photo 47).



Photo 47 : Début d'éclosion d'œuf dans un nid de Grèbe huppé (Mecif F., 2017)

Les dernières éclosions ont été observées pendant la quatrième semaine de juin 2016 et la première semaine de juillet 2017. Le nombre maximum d'éclosions a été noté en mai 2016 et en juin 2017 (Fig. 30).

Le succès à l'éclosion a été de 82% en 2016 et 91% en 2017.

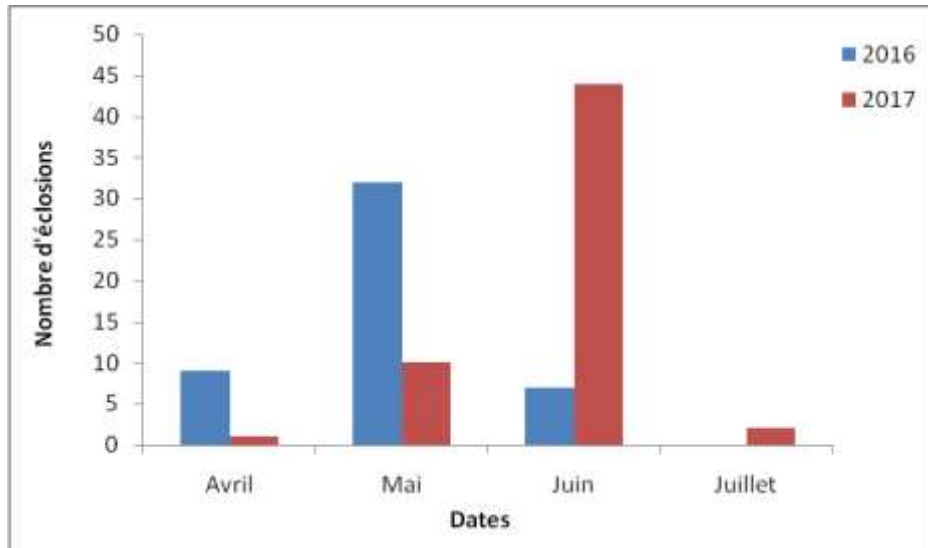


Figure 30 : Chronologie mensuelle des éclosions du Grèbe huppé au niveau du site d'étude

Durant les deux saisons de reproduction considérées, nous avons constaté des pertes d'œufs (Fig. 31):

Sur l'ensemble des œufs comptés durant les deux années d'étude, 41 ont été perdus, soit plus de 15%, parmi lesquels :

- les œufs non éclos (10) représentent 24% ;
- les disparus (18 œufs), 44%
- ceux trouvés flottant sur l'eau ou complètement immergés (13 œufs), 32%

(Photo 48 c et d).

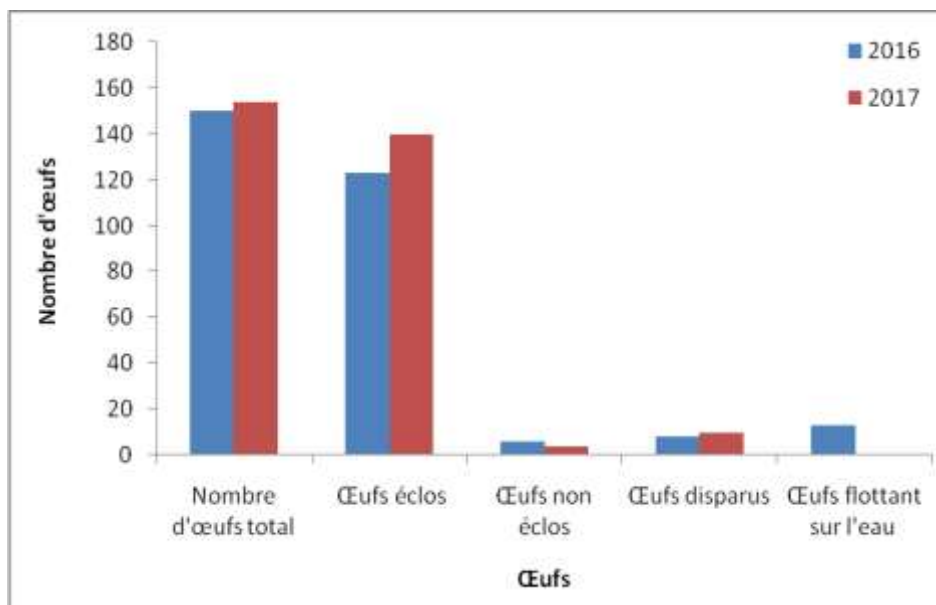


Figure 31 : Pertes d'œufs enregistrées durant la période d'étude.

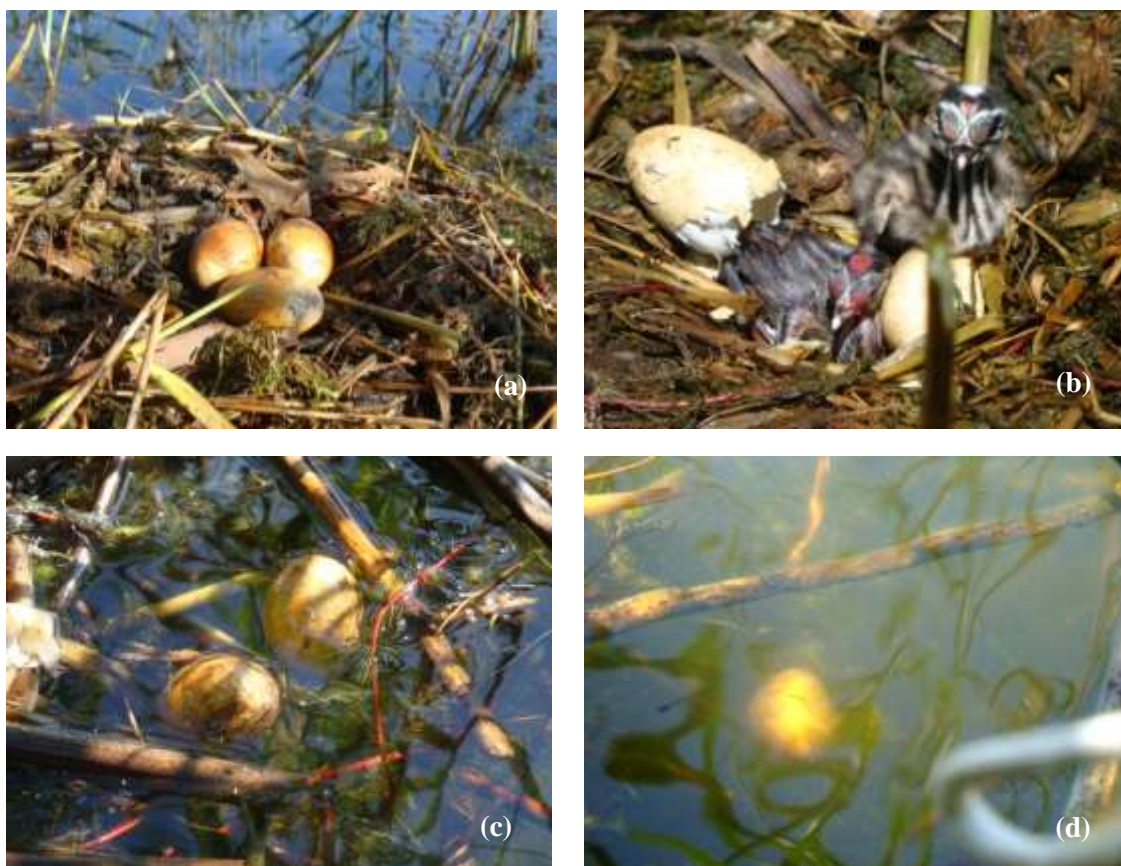


Photo 48 : (a) : Nid avec 3 œufs de Grèbe huppé ; (b) : Éclosion d'œufs dans un nid de Grèbe huppé ; (c) : Œufs de Grèbe huppé flottant sur l'eau ; (d) : Œuf immergé dans l'eau (Mecif F., 2017)

1.3.4 Le succès de la reproduction

Sur la totalité des nids suivis au cours des deux saisons de reproduction, 77% des nids ont connu l'éclosion d'au moins un poussin en 2016 et 78% en 2017.

Sur les 58 nids découverts en 2016, il y a eu l'abandon de 6 nids, l'inondation de 2 et la prédation d'un nid. En 2017, sur les 73 nids retrouvés, 8 ont été abandonnés et 3 ont subi des prédatons (Photo 48 a). Par ailleurs, nous avons raté la reproduction de 12 nids, 4 en 2016 et 8 en 2017. Ces nids ont été retrouvés lors de nos premières sorties avec à l'intérieur des traces d'éclosion.

Lors de nos sorties sur terrain entre avril et mai, nous avons assisté à quelques cas de prédation sur les nids. A ce titre, nous avons pu observer des rapaces qui survolaient le lac notamment les Busards des roseaux *Circus aeruginosus*, des rongeurs *Rattus rattus* et des couleuvres vipérines *Natrix maura* à proximité de nids dont certains comportaient des œufs cassés (Photo 49 a et b).



Photo 49 : (a) : Couleuvre vipérine à proximité d'un nid de Grèbe huppé ;
 (b) : Nid avec les traces de prédation
 (Mecif F., 2017)

Nous avons eu également l'occasion de secourir des Grèbes huppés adultes et même juvéniles pris dans les filets des pêcheurs, sachant que le Lac Tonga a été cédé depuis quelques années sous forme de concession pour la pêche de l'Anguille européenne *Anguilla anguilla* (Photo 50 a et b).

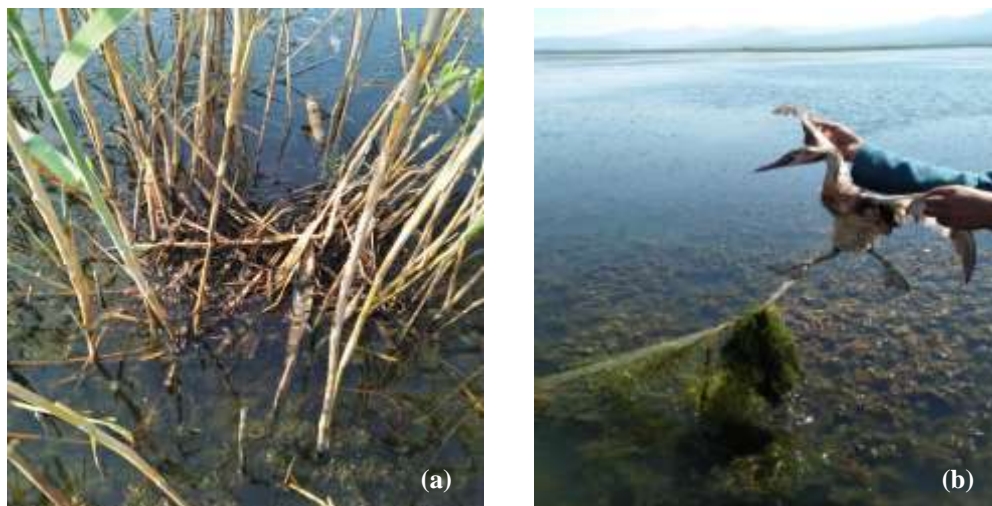


Photo 50 : (a): Destruction d'un nid de Grèbe huppé suite au passage d'une barque dessus
(b): Femelle de Grèbe huppé prise dans les filets de pêche au Lac Tonga
 (Mecif F., 2017)

1.3.5 Discussion

Les zones humides du Nord-est algérien accueillent une multitude d'espèces d'oiseaux d'eau ayant des statuts phénologiques différents : hivernants, sédentaire nicheur, sédentaire non nicheur, estivants ou encore migrateurs de passage. Parmi ces derniers, le Grèbe huppé est considéré comme une espèce sédentaire nicheuse (Isenmann & Moali, 2000 ; Rouibi, 2013; Abdellioui, 2016 ; Cheriet *et al.*, 2015 ; Athamnia *et al.*, 2015).

L'étude menée au Lac Tonga entre 2015 et 2017 a montré le Grèbe huppé était observé tout au long de l'année, avec des effectifs variant d'un mois à l'autre. Ainsi, en période d'hivernage, le nombre moyen de Grèbes a varié entre 48 et 53. C'est à partir de fin février-début mars qu'une augmentation des effectifs est constatée, attestant de l'arrivée d'oiseaux pour la période de nidification. Cette zone humide accueille donc deux populations au cours du cycle annuel : une population sédentaire représentée par un nombre plus ou moins réduit d'individus et une seconde plus importante fréquentant le site pendant la période de nidification. Ceci a été également rapporté à Garaet Hadj Tahar (Skikda, nord-est algérien) (Abdellioui, 2016). Cependant, les effectifs nicheurs comptés au Lac Tonga sont bien plus importants, confirmant le rôle et l'importance de cette zone humide pour l'accueil de contingents de diverses espèces d'oiseaux d'eau pour la reproduction, au vu de la diversité de ses habitats et de la richesse du milieu en ressources trophiques (Boumezbeur, 1993 ; Lazli, 2011 ; Rouibi, 2013 ; Gherib, 2018 ; Gherib *et al.*, 2021). Divers travaux ont indiqué que la

principale raison de l'augmentation des effectifs du Grèbe huppé dans ce site lacustre serait l'interdiction de la chasse, l'eutrophisation de l'eau et la disponibilité de stocks importants de poissons (Cramp & Simmons, 1977 ; Goc, 1986 ; Vogrin, 1999).

Le Lac Tonga connaît depuis quelques temps divers apports terrestres, notamment en sels nutritionnels, en raison des terres agricoles et des zones urbaines entourant le site (villages d'Oued El Hout et de Meizila) qui ont causé, en grande partie, l'eutrophisation de cette zone humide (Lazli, 2011 ; Menasria & Lazli, 2017). Par ailleurs, il est le siège d'une concession de pêche d'anguilles *Anguilla anguilla* et l'on rapporte même la présence de carpes, ce qui fait de ce lac un milieu propice pour les oiseaux piscivores.

Le monitoring de la population de Grèbe huppé du Lac Tonga a montré que l'espèce a fréquenté les zones qui leurs procuraient les conditions optimales de vie (stations Mirador, Meizila, Feid El Aligue et Feid Mrad), à savoir : la quiétude, la densité de végétation adéquate pour l'installation des nids et la protection contre les prédateurs, la profondeur d'eau idéale pour la recherche de la nourriture et la fuite dans le cas d'attaques.

Les mêmes constatations ont été également mentionnées par Gherib (2018) au Lac Tonga, qui confirme l'observation de l'espèce surtout dans les parties les plus profondes qui sont recouvertes notamment en période de reproduction de végétation variée organisée le plus souvent en îlots de tailles différentes propices comme abri, lieu de nidification, procurant d'innombrables ressources alimentaires... Dans ce contexte, différents auteurs ont également rapporté que les densités et la dynamique des populations de Grèbes pouvaient être tributaires des disponibilités des ressources trophiques et de la couverture végétale qui influenceraient le succès de la reproduction (Salonen & Penttinen, 1988 ; Odonoghue & Krebs, 1992 ; Vogrin, 2001 ; Abbott *et al.*, 2008).

Les données recueillies concernant la phénologie de reproduction de l'espèce étudiée ont montré que les nids ont été découverts dans les Phragmites et assez loin des berges. Sur le même site, Rouibi *et al.* (2013) indiquent que la majorité des nids de Grèbe huppé était localisée dans les Scirpes *Scirpus lacustris*. Cependant, les résultats obtenus par Cheriet (2016) confortent les nôtres et ce pour les deux saisons de reproduction considérées (2010-2012). L'emplacement des nids de Grèbe huppé a fait l'objet de diverses mentions, par exemple : à Garaet Hadj Tahar, Abdellioui (2016) avait retrouvé les nids dans les touffes de Typhas et les Scirpes et au Lac IJssel (Pays-Bas), Konter (2008a) rapporte leur localisation dans deux types d'habitats, les Phragmites et les Scirpes.

Ces nids localisés dans les Phragmites, parfois d'aspect assez lâches, gardaient cependant un accès facile à l'eau pour permettre au Grèbe de plonger rapidement et d'être tout

près pour surveiller les œufs et plus tard les poussins. Et parfois même, lorsque la femelle quittait le nid pour se nourrir ou pour toute autre raison, nous avons retrouvé le mâle dans le nid, fait non mentionné dans les travaux consultés.

Au cours de nos sorties, nous avons distingué que l'espèce préconisait différentes astuces pour se protéger :

- nous avons pu observer des poussins cachés sous les feuilles de nénuphar blanc de manière à se prémunir des prédateurs notamment des rapaces.
- L'utilisation de feuilles et branches de roseaux dans la construction des nids de même que leur installation au milieu des Phragmites assurent une protection contre le vent et les vagues, notamment lors de pluies abondantes et de la montée du niveau d'eau.

L'étude des caractéristiques des nids du Grèbe huppé au Lac Tonga nous a permis de constater que leurs diamètres externes moyens étaient plus petits que ceux enregistrés par Rouibi (2013) et Cheriet (2016) sur le même site, alors qu'aucune différence significative n'a été constatée pour les diamètres internes moyens des nids relevés par Cheriet au cours de son travail au Lac Tonga entre 2011 et 2012. Cependant, la hauteur des nids relevée au cours de la présente étude a été supérieure à celle mentionnée par Cheriet (2016) sur le même site mais était plus petite que celle mesurée par Vogrin (1999) au nord-est de la Slovénie et par Marxmeier & Düttmann (2002) au Lac Dümmer en Allemagne. La profondeur de l'eau à l'emplacement des nids a été globalement semblable à celle relevée par Rouibi (2013) et Cheriet (2016) au Lac Tonga, mais bien plus importante que celles mesurées par Lawniczak (1982) en Pologne et par Vogrin (1999). Divers travaux ont rapporté l'importance de la construction de nids élevés pour éviter la perte des œufs (Keller, 1992 ; Vogrin, 1999) et l'élargissement de l'assiette des nids pour garantir leur stabilité (Vogrin, 1999).

Lors de notre étude, les nids découverts en 2016 étaient plus petits que ceux de 2017 et la profondeur de l'eau plus importante en 2016. Cela serait dû aux conditions climatiques défavorables exprimées par une période des pluies qui s'était prolongée, augmentant ainsi le niveau d'eau dans le lac. Cramp & Simmons (1980) avaient noté que les dimensions des nids diminuaient à mesure que la profondeur de l'eau augmentait.

Les œufs étaient recouverts de végétation aquatique notamment d'algues et de Cératophylles et/ou Myriophylles. Il a été rapporté que le fait de couvrir les œufs de matériel végétal avant de quitter le nid, lorsqu'ils sont dérangés, était typique des grèbes (Simmons, 1955 ; Melde, 1973 ; Keller, 1989). Ce comportement peut être interprété comme un moyen

de protection contre les prédateurs (Schifferli, 1967 ; Broekhuysen & Frost, 1968 ; Broekhuysen, 1973 ; Melde, 1973 ; Keller, 1989).

Les dimensions des œufs ont varié par rapport à celles mesurées par Rouibi (2013) et Cheriet (2016) sur le même site et par Ulenaers & Dhondt (1991) aux Pays-Bas. Ainsi, le volume, la longueur et la largeur des œufs calculés au cours de cette étude ont été supérieurs à ceux rapportés par les auteurs ci-dessus. La taille des œufs peut jouer un rôle important dans le succès de reproduction des oiseaux. En effet, elle peut avoir des conséquences sur l'éclosion des œufs et la survie des jeunes (Järvinen & Väisänen 1983 ; Williams 1994 ; Cheriet *et al.*, 2015). La taille appréciable des œufs enregistrée pendant cette étude suggère la disponibilité des ressources alimentaires au niveau du Lac Tonga. En effet, Newton (1998) indique que l'approvisionnement alimentaire constitue, avec le type d'habitats, l'un des principaux facteurs influençant l'écologie de nombreux groupes aviaires.

Concernant les paramètres de la reproduction pris en compte au cours de ce travail, il a été montré que la ponte avait lieu entre fin mars et mi-mai en 2016 et entre fin avril à mi-juin en 2017, avec des pics en avril 2016 et en mai 2017. Nos résultats de 2016 concordent avec ceux de Cheriet *et al.* (2015) sur le même site (de la fin mars à la fin mai avec un pic au cours de la troisième semaine) et ceux de Konter (2008b) au lac IJssel (Pays-Bas). Cependant, Rouibi *et al.* (2013) ont indiqué que les premiers œufs ont été découverts la première semaine d'avril. Le décalage d'un mois dans la ponte entre nos deux années d'étude est expliqué par l'abondance des pluies qui se sont prolongées jusqu'à une bonne partie du printemps 2016, par rapport à 2017 qui a connu un hiver plus ou moins doux avec une durée de précipitations assez courte. En effet, Vogrin (2001) note que des conditions environnementales défavorables, telle que l'absence d'eau en avril et en mai dans certaines zones humides, pourraient influencer non seulement le nombre de couples mais aussi le retard de reproduction et son succès.

La ponte complète du Grèbe huppé au Lac Tonga a varié entre 2 et 5 œufs en 2016 et entre 1 et 4 œufs en 2017. Cheriet *et al.* (2015) ont rapporté une taille de ponte de 2 à 6 œufs. La taille de ponte moyenne relevée au cours de cette étude a été plus ou moins petite par rapport à celle Cheriet *et al.* (2015) enregistrée en 2009 et 2010, respectivement 3,67 et 4,00, mais plus grande que celle de Rouibi (2013), 2,81. Divers travaux menés à travers différents pays ont rapporté des tailles de ponte supérieures aux nôtres : au Lac Menzelinskoe en Serbie, Blinov *et al.* (1981) avient 4,58 œufs; au Lac Żarnowieckie (Pologne), Moskal & Marszalek (1986) rapportent 4,49 œufs; Ulenaers & Dhondt (1991), 4,3 œufs ; Bukacinska *et*

al. (1993), 4,1 œufs au Lac Łuknajno en Pologne ; Fjeldsa (2004), 3,57-4,73 œufs, Konter (2008b) (3,67-4,19 œufs).

La différence entre la taille de ponte moyenne enregistrée sur le même site pourrait être expliquée par la variation des microhabitats où sont installés les nids, l'effort d'échantillonnage et la difficulté d'accès à certaines stations où résident la plupart des couples. En effet, les études menées par Rouibi (2013) et Cheriet (2016) ont couvert juste une portion de la partie Ouest du Lac Tonga dont la végétation était constituée surtout de *Phragmites* et dans une moindre mesure de *Scirpes* et de *Typhas*. Konter (2008b) a fait état de ces constatations et a indiqué que la taille moyenne de ponte des Grèbes huppés pouvait varier avec le type de végétation ou l'emplacement des groupes d'oiseaux sur le même plan d'eau ; aspect également rapporté par Blinov *et al.* (1981), Goc (1986) et Bukacinska *et al.* (1993).

À la différence de divers travaux (Leys & de Wilde, 1971 ; Melde, 1973 ; Goc, 1986 ; Ulenaers & Dhondt, 1991, Dittberner, 1996 ; Konter (2008b) ; Cheriet *et al.*, 2015), la taille de ponte n'a pas diminué entre le début et la fin de la période de ponte, fait également constaté par Rouibi *et al.* (2013).

Au cours de la période d'étude, les succès des éclosions ont été 82 % en 2016 et 91 % en 2017. Ils étaient supérieurs à ceux de Rouibi *et al.* (2013), 67,5 % et de Cheriet (2016) qui a enregistré 68 % en 2011 et 75 % en 2012 au Lac Tonga. Il était également plus important que celui rapporté par Leys *et al.* (1969) à Flevoland (Pays-Bas), 76 % et par Renevey (1988), 79 % au Lac de Neuchâtel (Suisse). Le succès de reproduction élevé du Grèbe huppé au Lac Tonga pourrait être attribué au type d'habitat et au choix des sites de nidification qui assurent à l'espèce des ressources alimentaires suffisantes, d'une part, et une protection efficace pour les œufs et les poussins envers des prédateurs, d'autre part. Ce fait a été également signalé dans divers travaux (Kim & Monaghan, 2005 ; Konter, 2008b ; Rouibi, 2013 ; Cheriet, 2016 ; Gherib & Lazli, 2016 et 2017). En plus, il est rapporté que le Grèbe huppé quitte rarement son nid pendant la période de reproduction, ce qui lui assure la survie de sa progéniture (Keller, 1988). Selon Keller (1989), trois raisons incitent cet oiseau à s'absenter de son nid : le dérangement, la construction du nid, les attaques contre d'autres grèbes pénétrant dans son territoire de nidification.

2. Dynamique et phénologie de la reproduction du *Fuligule nyroca* au Lac Tonga

2.1 Dénombrements des *Fuligules nyrocas*

Le suivi du *Fuligule nyroca* au Lac Tonga entre 2015 et 2017 à travers les neuf points d'observation, a abouti au dénombrement d'effectifs variant d'un mois à un autre (Fig. 32).

Les effectifs les plus élevés de la saison de reproduction de 2016 ont été globalement enregistrés entre la deuxième semaine de mars et la quatrième semaine de mai, puis entre début juillet et fin août. Les effectifs les plus faibles de l'espèce ont été comptés entre fin septembre et début février (Fig. 32).

Pour la saison de reproduction de 2017, les effectifs les plus importants ont été comptés au cours de trois période : de début septembre à début octobre, de la mi-mars à la fin mai et de la fin juin à la fin août. Les effectifs les plus faibles de *Nyrocas* ont été dénombrés de la mi-octobre à début mars (Fig. 32).

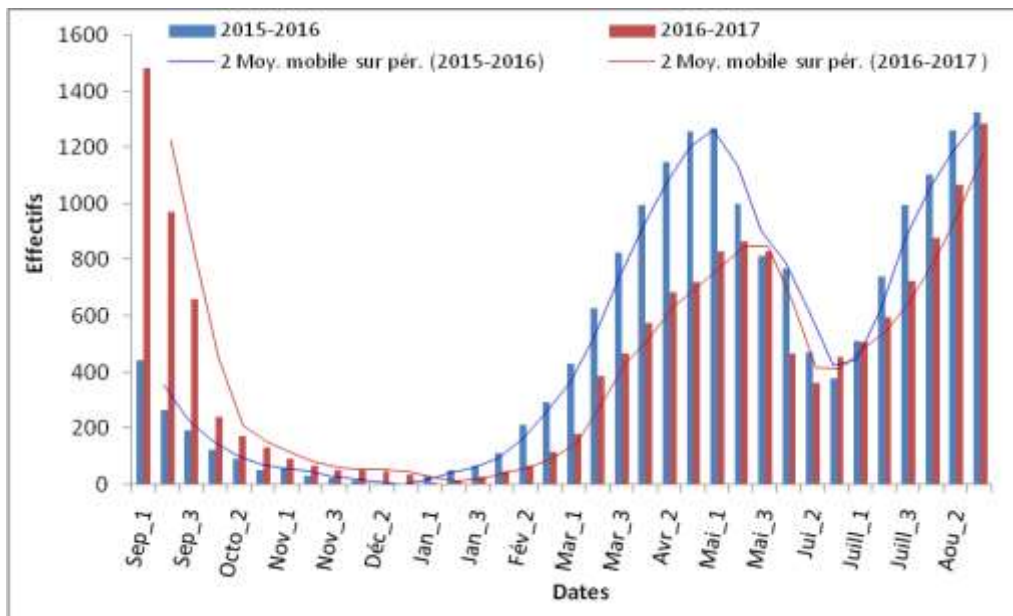


Figure 32 : Evolution des effectifs de la population de *Fuligule nyroca* au Lac Tonga durant la période d'étude

Au cours de la période d'étude (2015-2017), deux pics ont été enregistrés : 01 premier au cours d'année 2015-2016, en août 2016 (1324 individus) et 01 second pendant l'année 2016-2017, en septembre 2017 (1483 individus).

Aucune différence significative n'a été enregistré entre les effectifs de l'espèce entre les deux années étudiées : $t = 0,50$; $p = 0,616$; $dl = 68$.

Les stations nord-ouest de Meizila et du Mirador sont celles qui ont abrité le plus d'oiseaux durant le cycle annuel mais surtout entre septembre et décembre pendant la première année d'étude (saison d'hivernage) (Fig. 33). En période de reproduction, les effectifs semblent presque également répartis entre les stations nord-ouest et sud (Feid El Aligue et Feid Mrad) (Fig. 33).

Durant la seconde année d'étude, les stations nord-ouest du Tonga, Meizila et Mirador, restent celles qui ont accueillies les effectifs les plus élevés entre septembre et janvier (saison d'hivernage) (Fig. 34). Pendant la saison de nidification, ces 2 stations se partagent avec celles des rives sud-est et sud un nombre plus ou moins proche d'individus de *Fuligule nyroca* (Fig. 34).

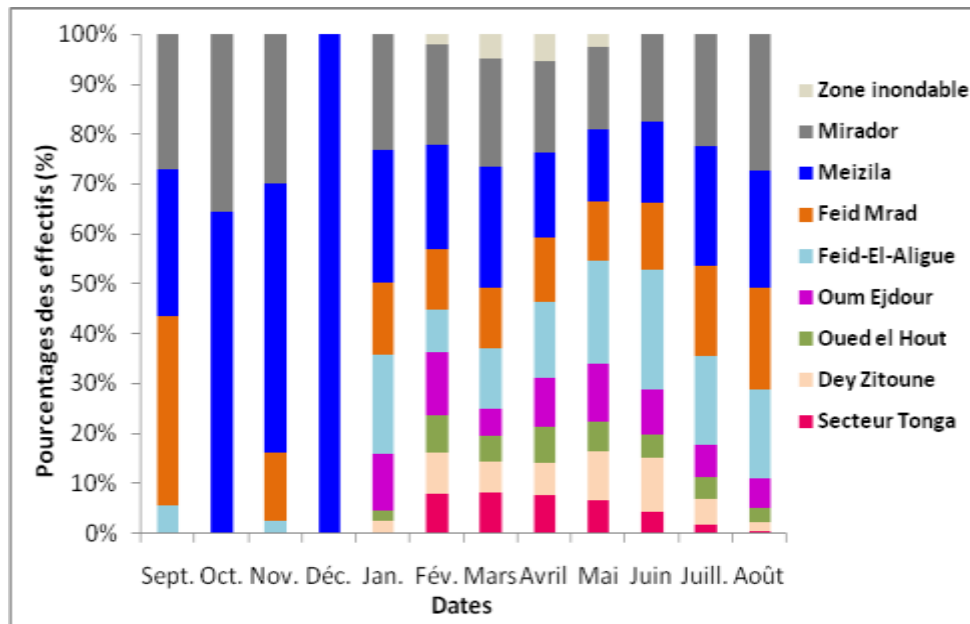


Figure 33 : Pourcentage des effectifs comptés de *Fuligule nyroca* à travers les stations d'observation au cours de l'année 2015-2016.

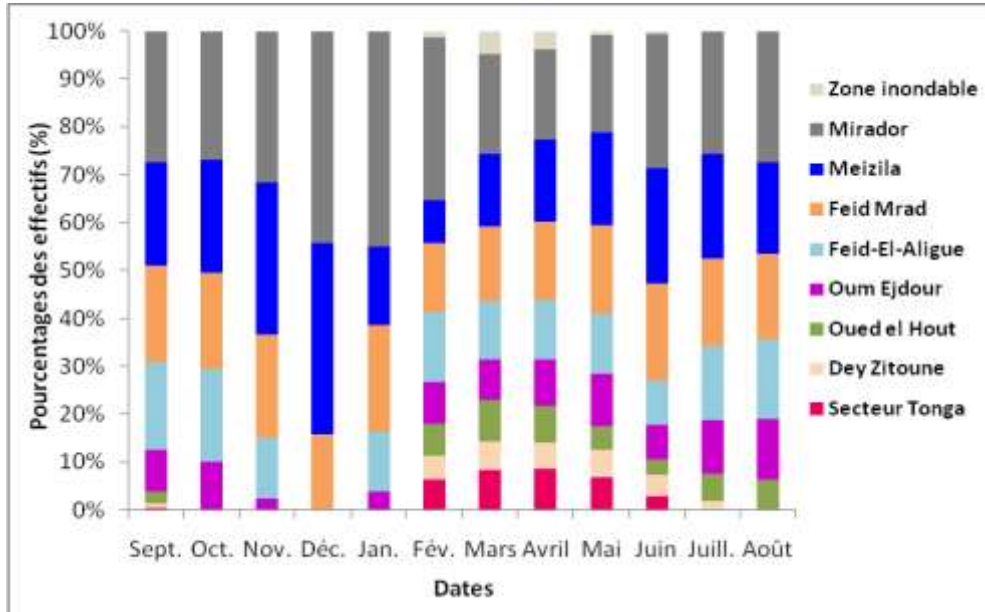


Figure 34 : Pourcentage des effectifs comptés de *Fuligule nyroca* à travers les stations d’observation au cours de l’année 2016-2017.

2.2. Recherche et caractéristiques des nids et des œufs

2.2.1 Localisation et matériaux de construction des nids

Durant les deux saisons d’étude au Lac Tonga et après une recherche active des nids, nous avons pu trouver 142 nids du *Fuligule nyroca*, 35 en 2016 et 107 en 2017 (Fig. 35).

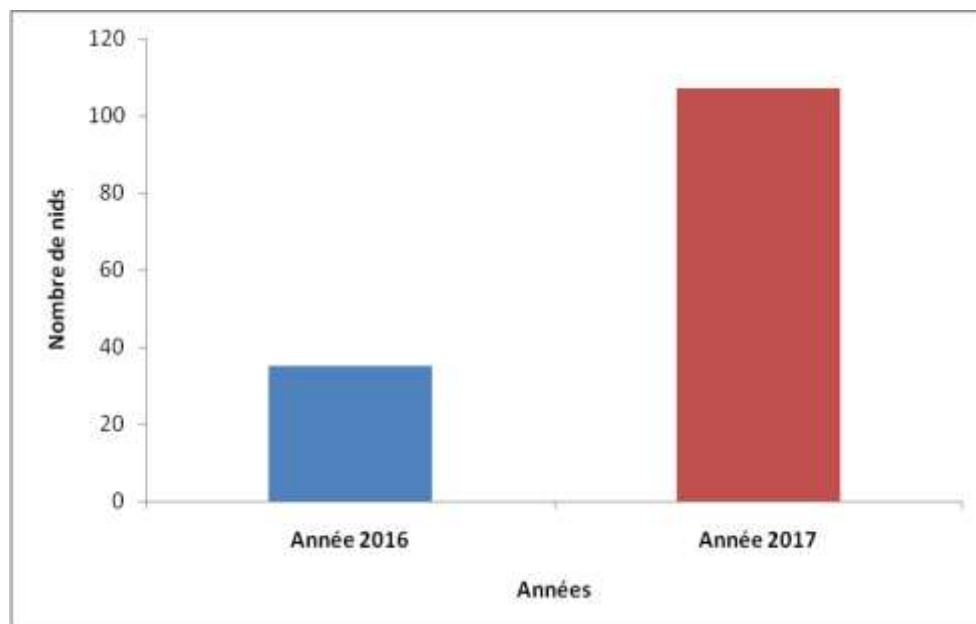


Figure 35 : Variation du nombre de nids de *Fuligule nyroca* au Lac Tonga Durant la période d’étude

Ces nids étaient bien cachés dans la végétation très dense et haute. La quasi totalité des nids était localisée à l'intérieur du lac, certains sur les berges ou encore en bordure à l'intérieur des troncs d'Aulnes, notamment du côté de l'*Aulnaie de l'arboretum du Tonga* (Fig. 36).



Photo 51 : a : Nid de Fuligule nyroca dans *Agropyron repens* (Mecif F, 2017).

b : Nid du Fuligule nyroca dans *Typha angustifolia* au Lac Tonga (Mecif F, 2017).



Photo 52 : Nid de Fuligule nyroca à l'intérieur de troncs d'Aulnes, Côté de l'*Arboretum du Tonga* (Mecif F., 2017).

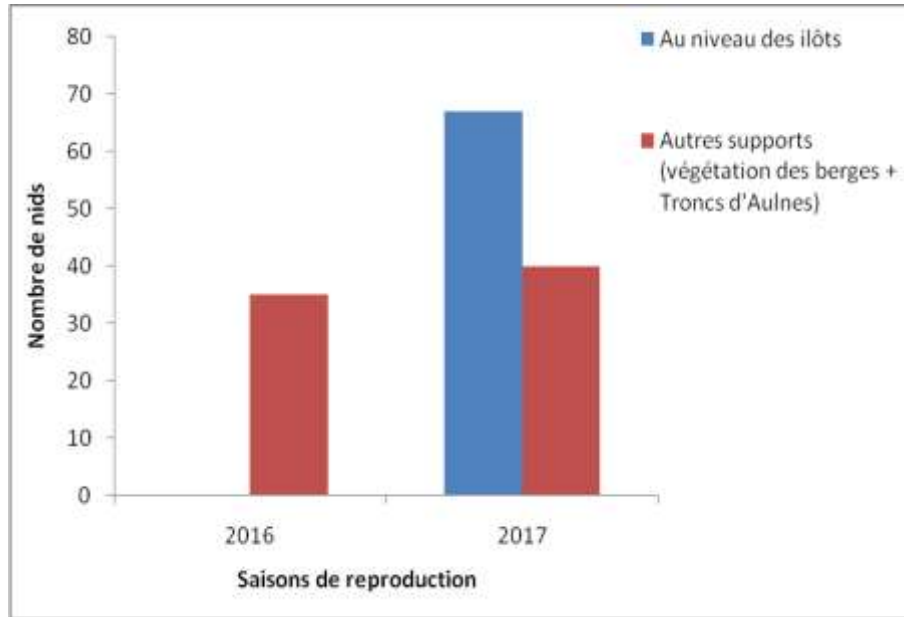


Figure 36 : Répartition des nids de *Fuligule nyroca* selon leurs localisations

Il est à noter qu'en 2016, la totalité des nids étaient éparpillés ici et là à travers la végétation du lac, cependant en 2017, la plupart des nids, soit 67 ($\approx 63\%$), étaient dispersés sur 16 îlots flottants à structures végétales variées. Ces derniers étaient constitués d'une association de différentes plantes : Scirpe lacustre *Scirpus lacustris*, Salicaire commune *Lythrum salicaria*, Phragmite *Phragmites australis*, de Typha *Typha angustifolia*, de Saule *Salix pedicellata*, Lycope d'Europe *Lycopus europaeus*, Iris jaune *Iris pseudoacorus*....

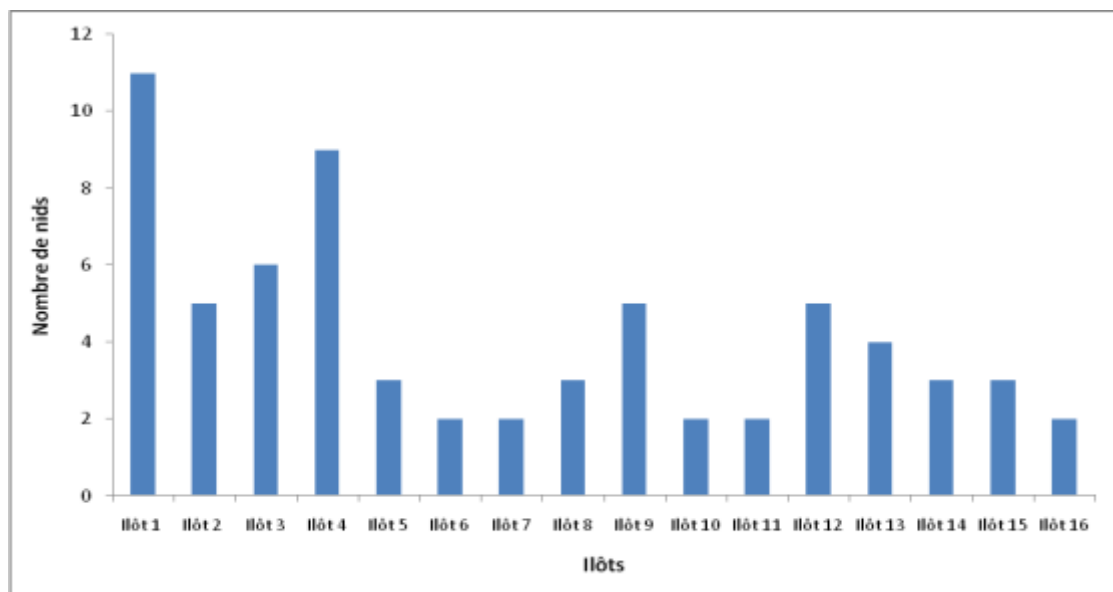


Figure 37 : Distribution des nids de *Fuligule nyroca* par îlot au niveau du Lac Tonga durant la saison de reproduction de 2017

Les matériaux de construction des nids se composaient presque en totalité de tiges et de feuilles sèches de végétaux pris dans les environs, comme le débris végétaux de Typhas, Phragmites, Scirpes, laïches et autres végétaux aquatiques et garnis à l'intérieur de duvet (Photo 54).

Les nids ont été découverts à partir d'avril en 2016 et à partir de mai en 2017. Les derniers ont été trouvés en juillet en 2016 et en août en 2017 (Fig. 38).

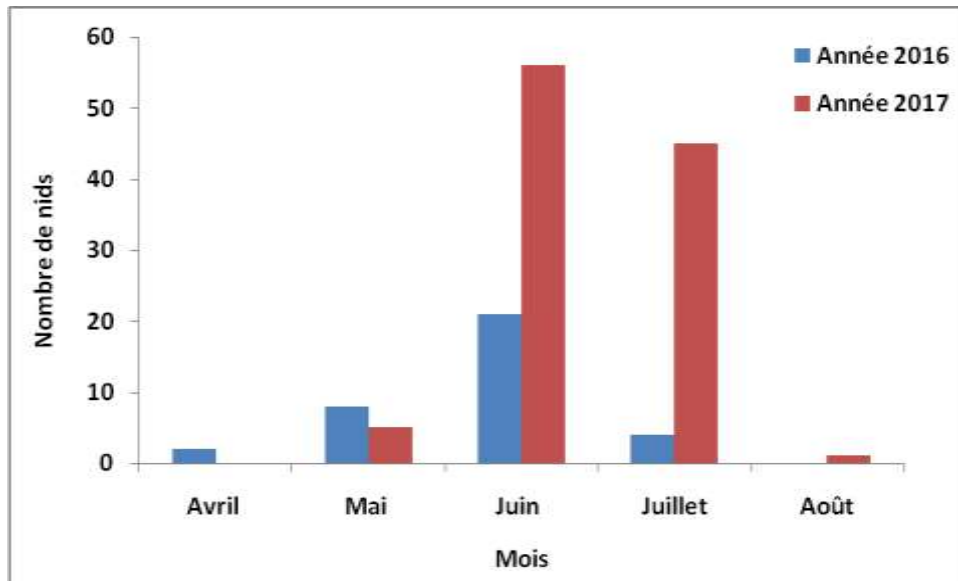


Figure 38 : Chronologie mensuelle de la découverte des nids de *Fuligule nyroca* au Lac Tonga pendant les deux saisons de reproduction

Au cours de notre étude, le nombre maximum de nids a été observé au mois de juin pour les deux saisons de reproduction : 21 nids en 2016 et 56 en 2017 (Fig. 38).

2.2.2 Mensurations des nids

Le diamètre externe des nids a varié entre 18 et 31cm en 2016 avec une moyenne de $24,4 \pm 3,35$ cm et entre 17 et 35 cm en 2017, avec une moyenne de $25,04 \pm 3,99$ cm (Tab. 15). Le diamètre interne des nids a oscillé entre 8 et 22 cm avec une moyenne de $15,11 \pm 2,68$ cm en 2016 et entre 09 et 20 cm avec une moyenne de $15,73 \pm 2,46$ cm en 2017 (Tab. 15).

La hauteur du nid a été en moyenne de $31,17 \pm 9,48$ cm, variant de 16 à 53 cm en 2016 et de $33,79 \pm 23,59$ cm en 2017, avec des valeurs extrêmes de 9 à 16 cm (Tab. 15). La profondeur

des nids entre les deux années a varié entre 6 et 20 cm, avec une moyenne de $12,63 \pm 2,78$ cm en 2016 et $10,05 \pm 2,00$ cm en 2017 (Tab. 15).

L'analyse statistique des données n'a pas montré des différences significatives de ces dimensions des nids (diamètres externes et interne, hauteur) entre 2016 et 2017 ($P < 0,05$), à part pour la profondeur des nids entre les deux années (Tab. 15).

La profondeur de l'eau à l'emplacement de chaque nid a varié entre 80 et 160 cm entre les deux années ; la moyenne enregistrée en 2016 était de $114 \pm 18,0$ cm et celle de 2017 était de $115,09 \pm 19,96$ cm (Tab. 15). Aucune différence significative n'a été enregistrée pour ce facteur (Tab. 15).

La distance du nid le plus proche a varié entre 0,4 et 0,2 m en 2016 et entre 0,5 et 0,1 m en 2017. La hauteur de la végétation autour du nid a varié entre 0,65 et 0,4 m en 2016 et entre 0,6 m et 0,6 m en 2017. Des différences significatives ont été enregistrées pour la distance entre les nids entre les deux années d'étude ($p < 0,05$) (Tab. 15).

Les résultats de l'analyse des données obtenues au cours des deux saisons de reproduction considérées montrent des corrélations entre certaines caractéristiques des nids relevées ($p < 0,05$) (Tab. 15).

Tableau 13 : Résultats des corrélations entre les caractéristiques des nids pour la saison de reproduction de 2016 ($p < 0,05$).

	D_ext_nid	D_int_nid	Profond_nid	Haut_nid_eau	Profond_eau
D_interne_nids	$r=0,565$ $P=0,000$				
Profondeur du nid	$r=0,075$ $P=0,667$	$r=-0,354$ $P=0,037$			
Hauteur du nid par rapport au niveau d'eau	$r=0,398$ $P=0,018$	$r=0,396$ $P=0,019$	$r=-0,187$ $P=0,281$		
Profondeur de l'eau à l'emplacement du nid	$r=-0,493$ $P=0,003$	$r=-0,362$ $P=0,033$	$r=0,144$ $P=0,410$	$r=-0,470$ $P=0,004$	
Volume du nid	$r=0,749$ $P=0,000$	$r=0,137$ $P=0,431$	$r=0,682$ $P=0,000$	$r=0,166$ $P=0,341$	$r=-0,209$ $P=0,228$

Tableau 14 : Résultats des corrélations entre les caractéristiques des nids pour la saison de reproduction de 2017 ($p < 0,05$).

	D_ext._nid	D_int._nid	Profond_nid	Haut._nid_eau	Profond._eau
D_internes_nids	r=0,543 P=0,000				
Profondeurs des nids	r= 0,240 P=0,013	r=0,411 P=0,000			
Hauteurs des nids par rapport au niveau d'eau	r= 0,188 P=0,053	r= -0,238 P=0,014	r= 0,043 P=0,662		
Profondeurs de l'eau à l'emplacement des nids	r= -0,018 P=0,851	r= 0,186 P=0,055	r= 0,306 P=0,001	r= -0,273 P=0,004	
Volumes des nids	r= 0,878 P=0,000	r= 0,607 P=0,000	r= 0,650 P=0,000	r=0,166 P=0,341	r= 0,140 P=0,151

2.2.3 Caractéristiques des œufs

Les œufs du *Fuligule nyroca* sont elliptiques à sub-elliptiques, de type ovale court, à coquille lisse et mate et de couleur beige clair (Photo 53 a et b). 1052 œufs ont été découverts au niveau du Lac Tonga au cours de la période d'étude (Photo 54 a et b) : 199 en 2016 et 853 en 2017 (Tab. 15). Leur longueur a varié entre 47 et environ 55 mm en 2016 et entre 44 et près de 60 mm en 2017. La largeur moyenne a été de : $37,57 \pm 0,85$ mm avec des valeurs extrêmes de 35,5 - 40,3 mm pour 2016 et de $37,49 \pm 1,12$ mm (33,8 - 44,6 mm) pour 2017 (Tab. 15).

Par ailleurs, au cours de la période d'étude, le poids moyen des œufs a oscillé entre 39 et 40 g avec des valeurs extrêmes variant entre 30 et 49 g (Tab. 15).

Le volume des œufs a varié entre 28 et environ 66 mm^3 au cours des deux saisons de reproduction avec des moyennes de $36,74 \pm 2,40 \text{ mm}^3$ pour la première année et 31,32 à $44,00 \text{ mm}^3$ pour la seconde (Tab. 15).

Deux différences significatives ont été relevées entre les mensurations des œufs de 2016 et 2017 ; il s'agit des valeurs enregistrées pour la longueur des œufs et celles du poids de ces derniers (Tab. 15).



Photo 53 : (a) : Couleur de premier œuf du Fuligule nyroca (Mecif F., 2017).

(b) : Couleur d'œuf au cours de l'incubation (Mecif F., 2017).



Photo 54

(a) : Couleur des œufs (8) d'un nid de Fuligule nyroca à la ponte Mecif F., 2017).

(b) : Couleur des œufs (12) d'un nid de Fuligule nyroca au cours de l'incubation (Mecif F., 2017).

Tableau 15 : Caractéristiques des nids et des œufs de *Fuligule nyroca* au Lac Tonga pour 2016 et 2017

Paramètres des nids	Années								Test t de Student
	2016				2017				
	N	Min	Moyenne ± écartype	Max.	N	Min.	Moyenne ± écartype	Max.	
Diamètre externe du nid (cm)	35	18	24,4 ± 3,35	31	107	17	25,04 ± 3,99	35	t=-0,97 ; df=68 ; p=0,335
Diamètre interne du nid (cm)		8	15,11 ± 2,68	22		09	15,73 ± 2,46	20	t=-1,20 ; df=54 ; p=0,234
Profondeur du nid (cm)		8	12,63 ± 2,78	20		06	10,05 ± 2,00	19	t=5,09 ; df=46 ; p=0,000 ***
Volume du nid (cm ³)		2543,4	6021,17±2331,51	15087,7		2041,78	5142,61±2173,57	10889,52	t = 1,97 ; df = 54 ; p= 0,054
Hauteur du nid (cm)		16	31,17 ± 9,48	53		09	33,79 ± 23,59	16	t=-0,94 ; df=134 ; p=0,348
Profondeur de l'eau (cm)		90	114 ± 18,0	160		80	115,09 ± 19,96	160	t=-0,26 ; df=63 ; p=0,792
Distance du nid le plus proche (cm)		40	3032±3706	2000		50	1482 ± 2085	1000	t = 2,29 ; df = 41 ; p= 0.027**
Hauteur de la végétation autour du nid (cm)		65	200±73,00	400		60	217,57±89,86	600	t=-1,15 ; df=70 ; p=0,256
Paramètres des œufs	N	Min	Moyenne ± écartype	Max.	N	Min.	Moyenne ± écartype	Max.	Test t de Student
Longueur des œufs (mm)	199	47,42	51,08±1,58	54,98	849	44,39	51,40±1,90	59,92	t = -2,59 ; df = 358 ; p = 0,01**
Largeur des œufs (mm)		35,49	37,57±0,85	40,29		33,85	37,49±1,12	44,56	t = 1,09 ; df = 379 ; p = 0,278
Poids des œufs (g)		31	39,29±3,09	47		30	40,08±3,28	49	t = -3,23 ; df = 310 ; p= 0,001***
Volume des œufs (mm ³)		31,32	36,74±2,40	44,00		28,09	36,86±3,33	55,83	t = -0,60 ; df = 396 ; p = 0,549

2.3. Paramètres de la reproduction

2.3.1 La ponte

Les premières pontes ont été enregistrées le 19 avril en 2016 (n=26 nids) et le 20 mai en 2017 (n=86 nids). La période de ponte a duré entre 9 et 11 semaines, respectivement pour les deux années d'étude. Les dernières pontes ont été relevées en début juillet de l'année 2016 et au cours de la troisième semaine de juillet en 2017. Les éclosions se sont étalées sur environ 9 semaines au cours de la première saison de reproduction et près de 7 semaines au cours de la seconde (Tab. 16).

Tableau 16 : Estimations des dates de ponte, période de ponte, dates d'incubation et d'éclosion du *Fuligule nyroca* au Lac Tonga

Paramètres	Années	2016	2017
Date de 1 ^{ère} ponte		19 avril	20 mai
Date de ponte de la nichée la plus tardive		01 juillet	18 juillet
Période de ponte		09 semaines	11 semaines
Début d'incubation		29 avril	01 juin
Fin d'incubation		11 juillet	23 juillet
Début d'éclosion		24 mai	26 juin
Fin d'éclosion		31 juillet	15 août

Le nombre de pontes le plus élevé a été enregistré en juin pour les deux années d'étude, respectivement : 17 et 52 pontes (Fig. 39).

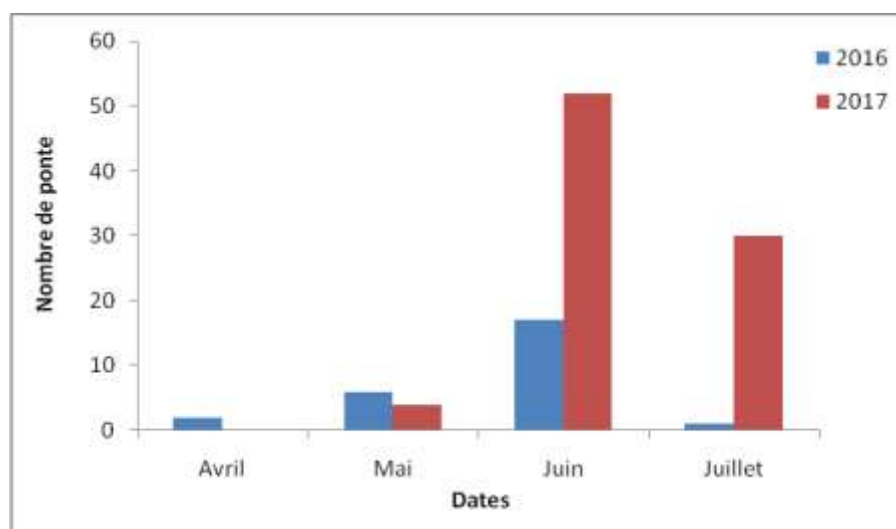


Figure 39 : Chronologie mensuelle des pontes de *Fuligule nyroca* au niveau du site d'étude.



Photo 55 : Nid avec des œufs couverts de duvet au cours de l'incubation (Mecif F., 2017).

2.3.2 La taille des pontes

La taille de ponte du Fuligule nyroca a varié entre 5 et 12 œufs en 2016 et entre 2 et 22 œufs en 2017 (Fig. 40). La taille de ponte moyenne a oscillé globalement entre 8 (N=26) et 10 œufs (N=86) (Tab. 17).

Tableau 17 : Taille de ponte du Fuligule nyroca au niveau du Lac Tonga
Durant les deux saisons de reproduction étudiées

Années	Nombre de nichées	Taille (Moyenne±Ecart-type) (valeurs extrêmes)	Nombre d'œufs
2016	26	7,65 ± 1,87 (5 - 12)	199
2017	86	9,87 ± 4,59 (2 - 22)	849

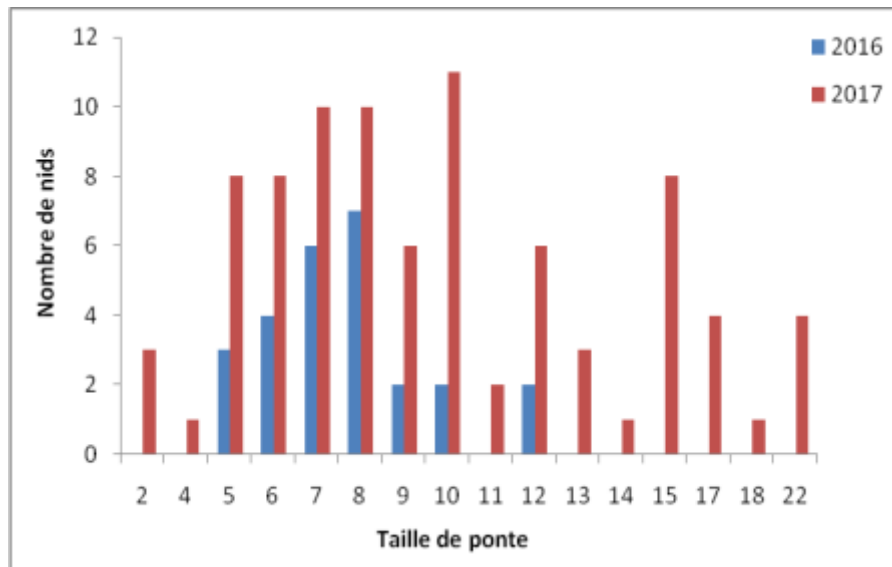


Figure 40 : Variation de la taille de ponte du *Fuligule nyroca* au Lac Tonga au cours de la période d'étude

L'analyse statistique des données montre des différences significatives entre les tailles de ponte de 2016 et 2017 ($t = -3,59$; $ddl = 100$; $p = 0,001$).



Photo 56 : Couvées de *Fuligule nyroca* constituées de 5 à 12 œufs en 2016 (Mecif F., 2017).



Photo 57 : Couvées de *Fuligule nyroca* composées de 10 à 15 œufs (Mecif F., 2017).



Photo 58 : Couvées de *Fuligule nyroca* constituées de 2 à 22 œufs en 2017. (Mecif F., 2017).

2.3.3 Les éclosions

Les premières éclosions de *Fuligule nyroca* au Lac Tonga ont été constatées pendant la quatrième semaine de mai en 2016 (N=23 nids) et au cours de la quatrième semaine de juin en 2017 (N=69) (Photo 59). Les dernières éclosions ont été observées vers la dernière semaine de juillet 2016 et au cours de la deuxième semaine d'août en 2017 (Fig. 41).

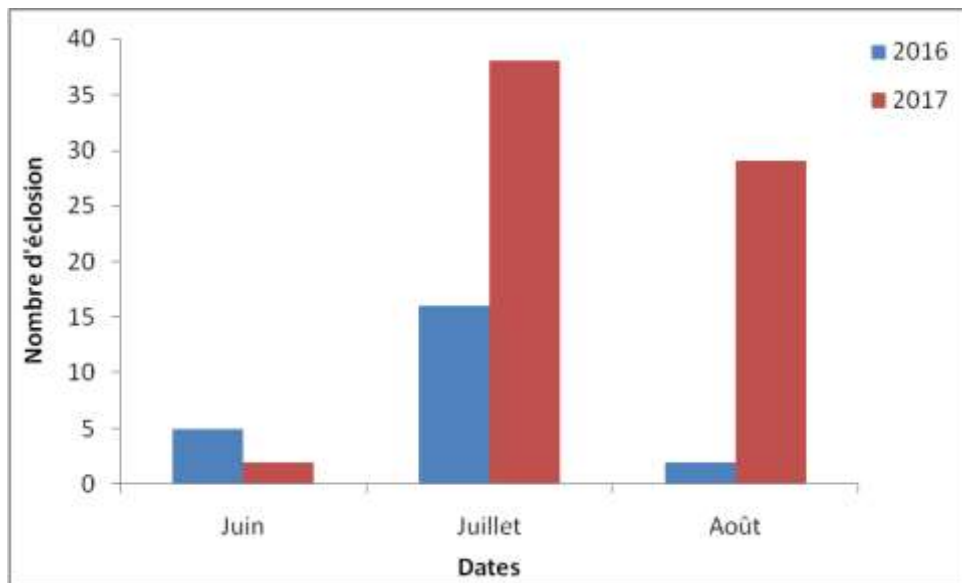


Figure 41 : Chronologie mensuelle des éclosions de Fuligule nyroca au niveau du site d'étude



Photo 59 : Début d'éclosion des œufs dans un nid de Fuligule nyroca (Mecif F., 2017).



Photo 60 : L'éclosion des œufs dans un nid de *Fuligule nyroca* (Mecif F., 2017).



Photo 61 : Poussins de *Fuligule nyroca* au Lac Tonga (Mecif F., 2017).

Le nombre maximum d'éclosions a été noté en juillet pour les deux années d'étude 2016 et 2017.

Le succès à l'éclosion a été de 81,9% en 2016 et 69,6% en 2017.

Au cours de notre période d'étude, nous avons enregistré un certain nombre de pertes d'œufs, 18% en 2016 et 30,4% en 2017. Ces pertes étaient dues à différentes raisons : œufs non éclos, œufs ayant subis des prédateurs, œufs cassés... (Fig. 42)

D'après la figure 42, nous constatons qu'en 2017 l'abandon des œufs (19,5%) était la cause principale de la perte d'œufs, suivi de la non-éclosion des œufs (5%) et de leur prédation (3%).

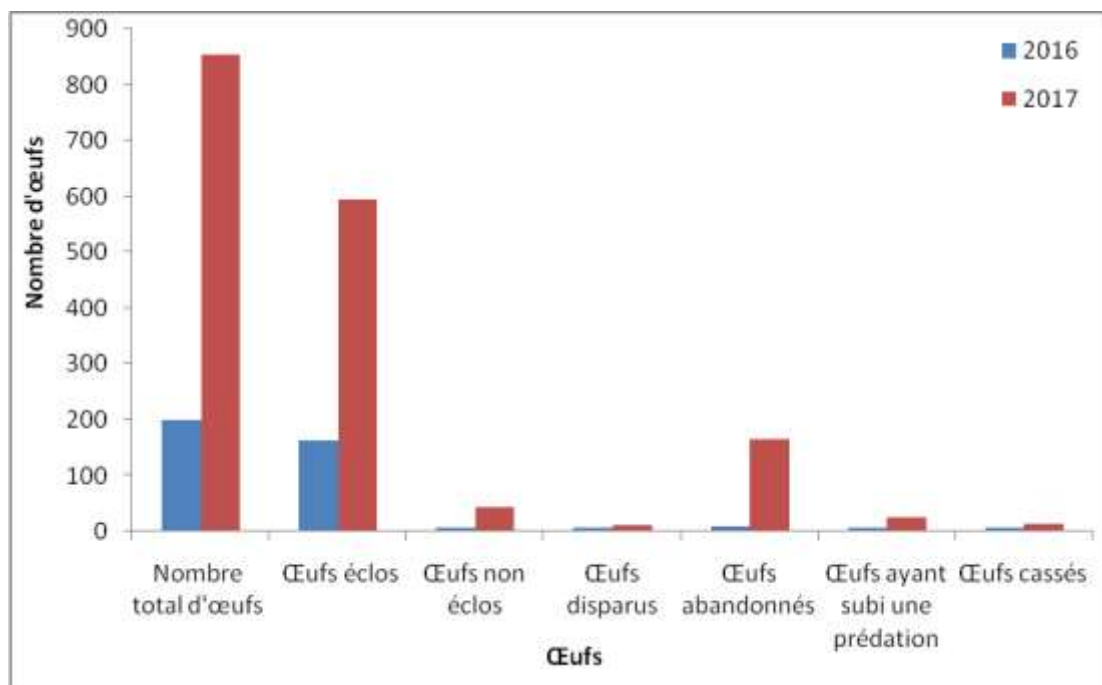


Figure 42 : Pertes d'œufs enregistrées durant la période d'étude.

2.3.4 Le succès de la reproduction

Les nids avec au moins un poussin éclos représentent plus 65% des nids trouvés entre 2016 et 2017.

Sur la totalité des nids suivis au cours des deux saisons de reproduction, 23 ont connus l'éclosion d'au moins un poussin en 2016, soit environ 66% et 69 ont connu l'éclosion d'au moins un poussin en 2017, soit 64,5 %.

Sur les 35 nids découverts en 2016, il y a eu l'abandon de 1 nid, l'inondation de 1 et la prédation d'un nid. En 2017, sur les 107 nids retrouvés, 12 ont été abandonnés, 03 ont subi des prédateurs et 02 non éclos (Photo 62 a et b). Par ailleurs, nous avons raté la reproduction de 09 nids en 2016 et 21 en 2017. Ces nids ont été retrouvés lors de nos premières sorties avec à l'intérieur des traces d'éclosion.



Photo 62

(a) : Les œufs de *Fuligule nyroca* abandonnés (Mecif F., 2017).

(b) : Les œufs de *Fuligule nyroca* prédites (Mecif F., 2017).

Nous avons constaté lors de nos sorties sur terrain entre mai et juillet, quelques cas de prédation sur les nids. En effet, nous avons observé des Busards des roseaux *Circus aeruginosus* survolant les îlots de végétation, des rongeurs *Rattus rattus* et des couleuvres vipérines *Natrix maura* à proximité de nids dont certains comportaient des œufs cassés, des poussins morts et une fois les plumes de femelle éparpillées (Photo 63).



Photo 63: Plumes de femelle éparpillées par les attaques des prédateurs (Mecif F., 2017).

2.3.5 Cas de parasitisme des nids

Au cours de notre suivi sur terrain, nous avons constaté en 2017 des cas de parasitisme de couvées. En effet, nous avons trouvé :

- 02 cas de parasitisme interspécifique où les nids comportaient chacun 01 œuf de Poule sultane *Porphyrio porphyrio*.
- 09 cas de parasitisme intraspécifique où des tailles de ponte variaient entre 17 et 22 œufs



Photo 64 : Parasitisme interspécifique (Mecif F., 2017).

(a) : un nid à 8 oeufs du *Fuligule nyroca* avec 01 œuf de Poule sultane *Porphyrio porphyrio*

(b) : un nid à 6 oeufs du *Fuligule nyroca* avec 01 œuf de Poule sultane *Porphyrio porphyrio*



Photo 65 : Parasitisme intraspécifique dans deux nids de Fuligule nyroca (Mecif F., 2017).

2.3.6 Discussion :

Le Fuligule nyroca est un oiseau commun en Afrique du Nord et notamment en Algérie, où il est signalé en Numidie et précisément dans les complexes de zones humides d'El Kala (Boumezbeur, 1993 ; Isenmann & Moali 2000 ; Lazli, 2011 ; Lardjane-Hamiti, *et al.*, 2013 ; Fouzari *et al.*, 2015 ; Merzoug, 2014 ; Gherib, 2018 ; Lazli *et al.*, 2018 ; Narsis *et al.*, 2019 ; Loucif *et al.*, 2021) et de Guerbès-Sanhadja (Metallaoui, 2010 ; Atoussi, 2014 ; Merzoug, 2015 ; Abdi *et al.*, 2016).

Au Lac Tonga, il est connu comme sédentaire nicheur. En effet, l'espèce est observée à longueur d'année avec des effectifs variant entre la saison d'hivernage et celle de la nidification (Boumezbeur, 1993 ; Aissaoui, 2009 ; Lazli, 2011 ; Lazli *et al.*, 2012 ; Gherib, 2018 ; Rizi *et al.*, 2019 ; Narsis *et al.*, 2019 ; Gherib *et al.*, 2021 ; Loucif *et al.*, 2021).

Le suivi de l'évolution des effectifs de Fuligule nyroca au Lac Tonga a révélé une certaine dynamique au cours de la période d'étude. En effet, nous avons constaté pendant les 2 saisons hivernales des effectifs faibles entre fin octobre et fin janvier reflétant la présence uniquement d'oiseaux sédentaires et une augmentation à partir de la deuxième semaine de février indiquant l'arrivée progressive des oiseaux nicheurs et le début de la saison de reproduction ; résultat concordant avec les travaux de Boumezbeur (1993). Les effectifs hivernaux, particulièrement enregistrés au cours de la période suscitée, semblent faibles par rapport à ceux rapportés sur le même site (Boumezbeur 1993 ; Aissaoui *et al.*, 2009 ; Lazli, 2011 ; Lazli *et al.*, 2012 ; Narsis *et al.*, 2019). Ces faibles effectifs seraient attribués à la

Présence de Nyrocas et d'autres Anatidae sur d'autres zones humides proches du Lac Tonga et qui sont plus en eau, comme le Lac Oubeira ou encore le Lac des oiseaux. Notons également que ces deux années d'étude ont connu de rudes conditions climatiques, notamment le manque de précipitations, ce qui a été à l'origine de la faible profondeur des eaux du lac, sachant que l'espèce de par son écologie est un canard plongeur.

Les effectifs importants enregistrés en août 2016 et septembre 2017 suggèrent des rassemblements post-nuptiaux d'individus adultes et juvéniles comme rapporté dans Lazli (2011) et Lazli *et al.*, (2012).

Le suivi des nids a montré que ces derniers ont été découverts sur des supports variés à travers le lac (berges, végétations périphérique et centrale, arboretum du Tonga) en 2016 mais en 2017 la plupart était construit sur des îlots composés de différentes structures végétales. Des travaux sur le même site d'étude rapportent la localisation des nids sur divers supports. Boumezbeur (1993) indique que les typhaies constituent le support de nidification les plus favorables pour les Nyrocas au Lac Tonga car elles procurent en période de ponte les conditions les plus favorables de sécurité et de quiétude. Aissaoui *et al.* (2009), Fouzari *et al.* (2015) et Loucif *et al.* (2021) rapportent la découverte des nids au niveau d'îlots flottants, de même que sur des troncs d'Aulne ou encore au sein d'hélophytes ; faits confortant les données recueillies lors de notre étude. Djelailia *et al.* (2017) mentionnent leur découverte dans les Scirpes ou encore dans un mélange de Scirpe et Typha. Narsis *et al.* (2019) notent la présence de nids sur les berges du Tonga dans les touffes de végétation composées uniquement de Typha ou de typha mélangé à du Chiendent pied de poule *Cynodon dactylon* et/ou à *Scirpus maritimus* ; comme ils signalent également leur localisation dans les Phragmites et les troncs d'Aulnes (Arboretum du Lac Tonga), ce qui conforte globalement les résultats obtenus lors du présent travail.

Concernant les matériaux de construction des nids, ceux cités par différents auteurs au Lac Tonga ou ailleurs dans d'autres zones humides d'Algérie, paraissent généralement semblables aux nôtres (Aissaoui *et al.*, 2009 ; Lardjane-Hamite, 2013 ; Merzoug, 2015 ; Narsis *et al.*, 2019).

Les dimensions des nids enregistrées au cours de la période d'étude semblent proches de celles de Boumezbeur (1993) et Narsis *et al.* (2019) dans le même site, mais plus ou moins petites par rapport à celles mentionnées par Djelailia *et al.* (2017) et Loucif *et al.* (2021) au Lac Tonga. A Garaet Hadj Tahar, Merzoug (2015) note des mensurations supérieures à celle recueillies lors de nos investigations. Ces différences de taille des nids pourraient être dues à un niveau d'eau plus élevé ou encore à des risques de prédation plus grands lors de notre

étude, ce qui a conduit ces oiseaux à construire des nids plus petits pour protéger leurs œufs et les préserver de tout danger.

Plus de 1000 œufs ont été comptés au Lac Tonga. Leur dimensions (longueur, largeur, poids, volume) ont varié entre les deux saisons étudiées, mais étaient très proches de celles rapportées dans le même site par Boumezbeur (1993), Fouzari *et al.* (2015), Djelailia *et al.* (2017), Gherib (2018), Narsis *et al.* (2019) et Loucif *et al.* (2021) ; et un peu plus volumineux des œufs trouvés à Garaet Hadj Tahar par Merzoug (2015). La comparaison de nos données à celles fournies par d'autres auteurs, montre que nos résultats rentrent tout à fait dans les normes (Etchecoper, 1964 ; Ali & Ripley, 1968 ; Cramp & Simmons, 1977). Les légères différences de dimensions relevées entre nos résultats et ceux de Merzoug (2015) seraient dues à la faiblesse de ses échantillons (n=4). Ainsi, de par la richesse et la diversité des habitats du Lac Tonga, les Fuligules nyrocas ont pu trouver les conditions et les ressources nécessaires pour la production d'œufs et l'élevage des poussins.

Au cours de notre étude, la date de première ponte a varié entre 2016 et 2017. Elle a eu lieu le 3^{ème} semaine d'avril en 2016 et 3^{ème} semaine de mai en 2017. Entre 1990 et 1992, elle a été notée entre la 1^{ère} semaine et la 4^{ème} semaine d'avril (Boumezbeur, 1993). Fouzari *et al.* (2015), Djelailia *et al.* (2017), Loucif *et al.* (2021), et Merzoug (2014) la situent au cours de la mi avril dans le même site ; mais Gherib (2018) la situe entre la 1^{ère} et la 3^{ème} semaine d'avril, selon les années. Ainsi, il semble que la date de 1^{ère} ponte signalée en 2016 concorde avec celle mentionnée dans divers travaux au Lac Tonga et dans d'autres zones humides du pays. Cependant, celle de la 2^{ème} année d'étude a été décalée d'un mois, ceci pourrait être expliqué par le fait qu'en 2017, il y a eu une prolongation de la période de pluies induisant un début de ponte tardif. Fiala (1966) mentionne le retard de la 1^{ère} ponte après des hivers rudes. Divers travaux ont rapporté l'influence des facteurs externes notamment l'action du climat sur la physiologie de l'oiseau par rapport au développement de la végétation en relation avec la disponibilité des ressources alimentaires nécessaires aux besoins énergétiques fortement augmentés chez les femelles pour l'initiation de la ponte (Bezzel, 1962 ; Halvin, 1966). Bezzel (1969) note le ralentissement des rythmes de ponte et le retard du début de couvaison en raison de conditions défavorables.

Le période de ponte qui a variée entre 9 et 11 semaines au cours du présent travail concorde globalement avec celle de travaux menés dans la même zone humide (Djelailia *et al.*, 2017 ; Loucif *et al.*, 2021) mais semble un peu plus courte comparée à celle de Boumezbeur (1993), 11 à 12 semaines et un peu plus longue par rapport à Narsis *et al.* (2019) au Lac Tonga (08 semaines) et Merzoug (2015) à Garaet Hadj Tahar (6 à 7 semaines). Cramp & Simmons

(1977) rapportent une durée de 08 semaines dans le sud de l'aire de répartition du *Fuligule nyroca* et 11 semaines au Nord. Ainsi, il semblerait que la période de ponte enregistrée au Lac Tonga au cours de notre travail et celle d'autres travaux dans le même site se rapproche le plus des données fournies pour le Nord de l'aire de distribution de l'espèce, suggérant semble-t-il l'existence d'une seule période ponte aussi bien pour le nord que pour le sud.

Au Lac Tonga, Boumezbeur (1993) rapporte une taille de ponte moyenne de 9,38 entre 1990 et 1992. Narsis *et al.* (2019) mentionne 11 œufs en moyenne par nid, Djelailia *et al.* (2017) rapporte une taille de ponte de 13,3 œufs et LOUCIF *et al.*, (2021) enregistre une valeur moyenne de 9,8 œufs. Les tailles de ponte rapportées dans notre travail semblent identiques à celle des auteurs suscités mais plus petites par rapport aux autres. Elles sont cependant supérieures à celle de Merzoug (2015) à Garaet Hadj Tahar à cause probablement du petit échantillon considéré par ce dernier.

Le succès d'éclosion a varié au cours des deux saisons de reproduction considérées. Les valeurs moyennes enregistrées lors de ce travail semblent supérieures à celles mentionnées par Djelailia *et al.* (2017) et Loucif *et al.*, (2021), de même celle notée par Merzoug (2015). Cependant les pourcentages enregistrés semblent moins importants que ceux enregistrés entre 1990 et 1992 par Boumezbeur (1993). Ces taux d'éclosion fluctuant d'une année à l'autre et d'un auteur à un autre seraient dus à des facteurs rapportés dans tous les travaux menés sur l'espèce dans le site d'étude en particulier et les autres zones humides proches ; il s'agit de l'abandon des nids, la prédation, l'inondation ou encore le vandalisme (pillage des œufs) (Boumezbeur, 1993 ; Merzoug, 2015 ; Fouzari *et al.*, 2015 ; Djelailia *et al.*, 2017 ; Loucif *et al.*, 2021). La désertion des nids a été la cause d'échec la plus importante relevée dans cette étude, concordant avec les travaux menés sur le même site (Djelailia *et al.*, 2017 ; LOUCIF *et al.*, 2021). Cependant, Merzoug (2015) et Fouzari *et al.* (2015) indiquent que la prédation a été la cause principale d'échec au cours de leurs études. Deux cas de parasitismes interspécifiques ont été enregistrés, l'espèce intruse était la Poule sultane qui avait pondu 1 œuf dans chacun des 2 nids de *Nyroca*. Ce cas de parasitisme avec cette espèce particulière a été rapporté pour la première fois dans cette étude. Boumezbeur (1993), Fouzari *et al.*, (2015), Djelailia *et al.* (2017) et Loucif *et al.* (2021) avaient mentionné globalement les mêmes espèces parasites : l'Erismature à tête blanche, la Foulque macroule, le Canard colvert et la Poule d'eau. Lebedeva et Markitan (2001) avaient rapporté dans la région d'Azov en Russie, la découverte de couvées mixtes constituées d'un mélange d'œufs de *Fuligule nyroca* et de Canard colvert, ou encore avec le *Fuligule milouin*, la Poule d'eau et même le Blongio nain.

D'autre part, nous avons présumé qu'une taille de ponte supérieure à 15 œufs constituait un cas de parasitisme intraspécifique comme indiqué par certains auteurs (Djelailia *et al.*, 2017).

3. Comparaison des résultats obtenus entre les deux espèces considérées

3.1 Dynamique des populations de Grèbe huppé et de Fuligule nyroca

La comparaison entre les résultats du monitoring des populations de Grèbe huppé et de Fuligule nyroca au niveau du Lac Tonga au cours de la période 2015-2017, a montré des effectifs de Nyrocas plus élevés que ceux du Grèbe huppé, et ce depuis les premières sorties de septembre jusqu'à août (Fig. 43)

Les effectifs les plus abondants de Fuligule nyroca ont été comptés au cours des périodes de pré-nidification (mars-mai) et de nidification (juin- fin août) comme rapporté lors de travaux antérieurs sur l'espèce (Boumezbeur, 1993 ; Lazli, 2011 ; Lazli *et al.*, 2012). La première période correspondant aux arrivages de nicheurs sur le site et la seconde au rassemblement de la population globale (adultes + juvéniles).

Des différences très significatives entre le nombre des individus des deux espèces ont été constatées (Fig. 44) ; $t = -3,60$; $p = 0,001$; $dl = 47$.

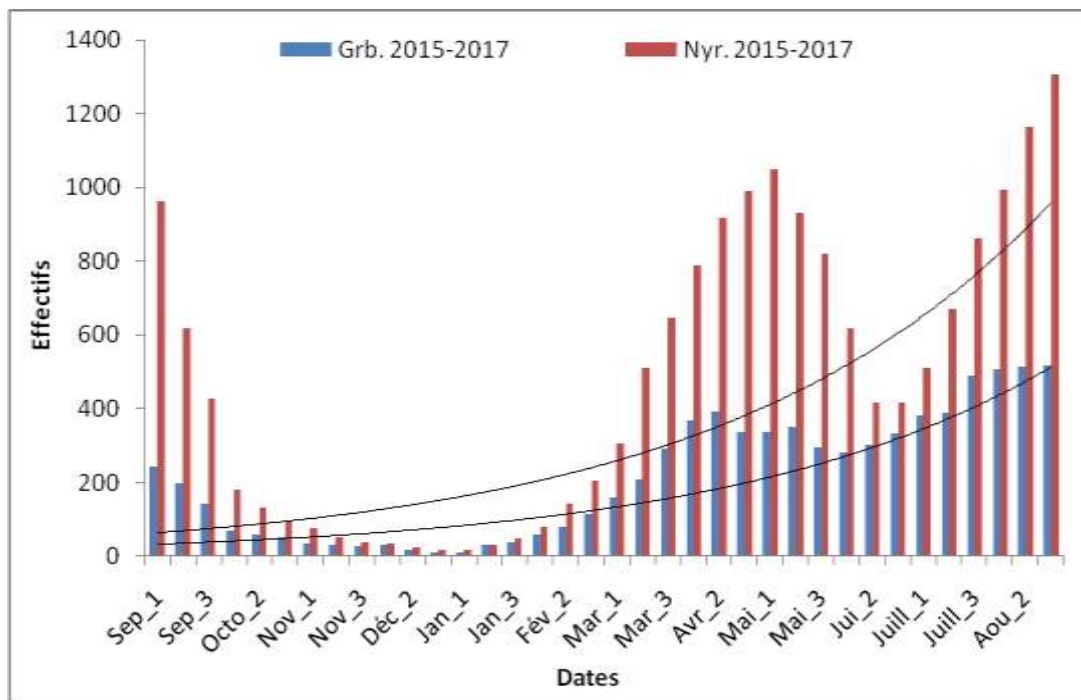


Figure 43 : Evolution des effectifs de Grèbe huppé et de Fuligule nyroca au Lac Tonga durant la période d'étude

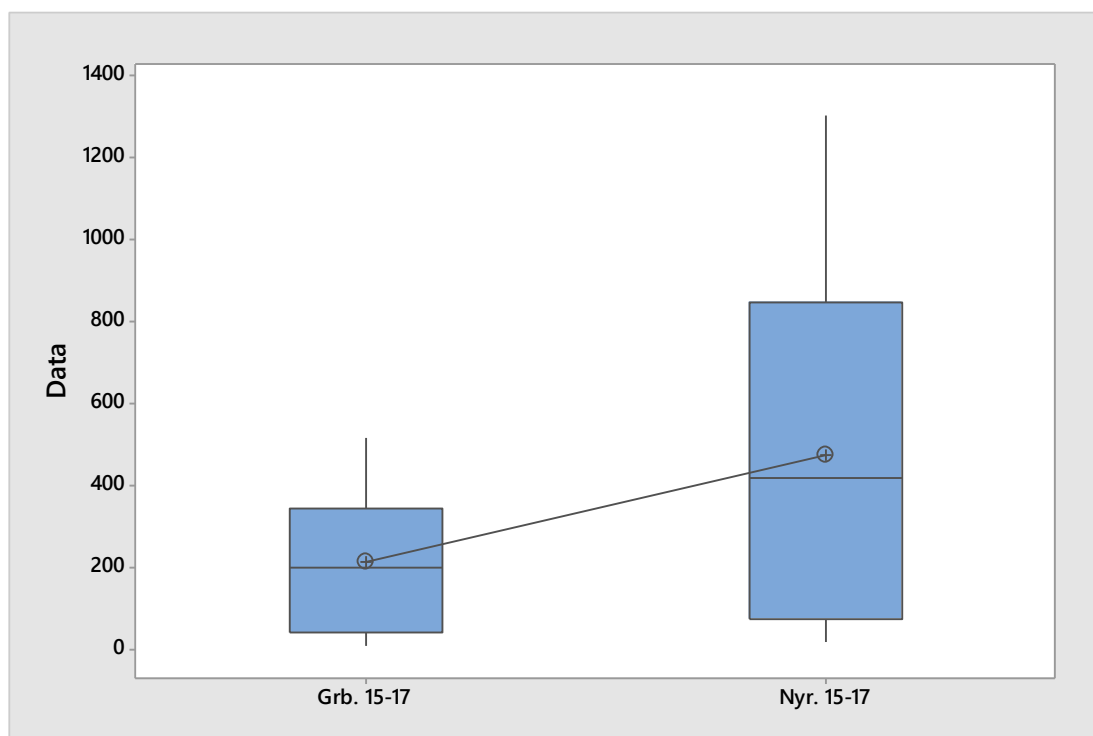


Figure 44 : Boxplot des effectifs de Grèbe huppé et de Fuligule nyroca au Lac Tonga durant la période (2015-2017)

La distribution des effectifs des deux espèces à travers le plan d'eau semble identique. En effet, au cours de la saison d'hivernage les oiseaux se concentrent plus dans les stations du Mirador et de Meizila où ils trouvent l'abri et la protection dans la végétation contre les conditions météorologiques défavorables (pluies et vents). Pendant la saison de reproduction, les oiseaux se dispersent à travers tout le plan d'eau en raison de la présence de plusieurs espèces nicheuses sur le site et de l'installation d'une importante compétition pour les sites de nidification et les ressources trophiques. Ces mêmes constatations ont été faites également par Boumezbeur (1993) et Lazli (2011).

3.2 Caractéristiques des nids et des œufs

Au cours de notre étude, nous avons découvert 131 nids de Grèbe huppé et 142 de Fuligule nyroca. Les premiers étaient installés uniquement dans les Phragmites alors que les seconds étaient éparpillés ici et là à travers la végétation du lac au cours de l'année 2016 ; cependant en 2017, plus de la moitié des nids étaient dispersés sur des îlots flottants à structures végétales variées.

Tableau 18 : Comparatif des dimensions des nids et des œufs des deux espèces étudiées
Au cours de la période d'étude

Caractéristiques des nids et des œufs	Grèbe huppé	Fuligule nyroca
Diam. ext. (cm)	30,6	24,7
Diam. int. (cm)	14,9	15,4
Prof. Nid (cm)	4,8	11,3
Volume du nid (cm ³)	8425	5582
Longueur des œufs (mm)	54,1	51,2
Largeur des œufs (mm)	36,9	37,5
Poids des œufs (g)	41,7	40,1
Volume des œufs (mm ³)	38,0	36,8

Le tableau ci-dessus montre des différences entre la taille des nids et des œufs des deux espèces considérées. En effet, le nid du Grèbe huppé semble plus grand et moins profond que celui du Nyroca et ses œufs paraissent plus volumineux.

Le nombre maximum de nids de Nyroca a été observé au mois de juin pour les deux années d'étude, et en avril 2016 et mai 2017 pour le Grèbe huppé. Ce qui indique que la reproduction du Grèbe débute bien avant celle du Nyroca.

3.3 Phénologie de la reproduction des deux espèces

3.3.1 La ponte

Le suivi de la phénologie de la reproduction des deux espèces au cours de deux saisons considérées, a montré des décalages dans les dates et période de ponte, de même que pour les dates d'incubation et d'éclosion (Tab. 19).

Tableau 19 : Estimations des dates de ponte, période de ponte, dates d'incubation et d'éclosion des deux espèces étudiées au cours de la période d'étude

Paramètres	Années	2016 (Grb. / Nyr.)	2017 (Grb. / Nyr.)
Date de 1 ^{ère} ponte		25 mars / 19 avril	28 avril / 20 mai
Date de ponte de la nichée la plus tardive		15 mai / 01 juillet	16 juin / 18 juillet
Période de ponte		6 Semaines / 9 semaines	7 Semaines / 11 semaines
Début d'incubation		29 mars / 29 avril	01 mai / 01 juin

Fin d'incubation	19 mai / 11 juillet	18 juin / 23 juillet
Début d'éclosion	21 avril / 24 mai	23 mai / 26 juin
Fin d'éclosion	07 juin / 31 juillet	07 juillet / 15 août

D'après le tableau ci-dessus, il apparaît que les dates d'initiation des pontes, d'incubations et d'éclosions du Grèbe huppé sont plus précoces que celles du Fuligule nyroca. Un décalage de 1 à deux semaines est enregistré pour la période de ponte entre les deux espèces. Ainsi, le Grèbe débute la nidification au Lac Tonga bien avant le Nyroca. Ce choix d'initier une reproduction précoce avant d'autres espèces d'oiseaux pourrait être une stratégie adoptée par l'espèce pour occuper les sites de nidification les plus favorables et qui présentent les ressources alimentaires adéquates et la quiétude nécessaire pour optimiser leur efforts de reproduction.

Le nombre de pontes a varié entre les deux espèces lors de nos investigations, le plus élevé a été enregistré en avril 2016 et en mai 2017 pour le Grèbe, avec respectivement, 32 et 44 pontes et en juin pour les deux années d'étude pour le Fuligule nyroca, respectivement : 17 et 52 pontes (Fig. 45).

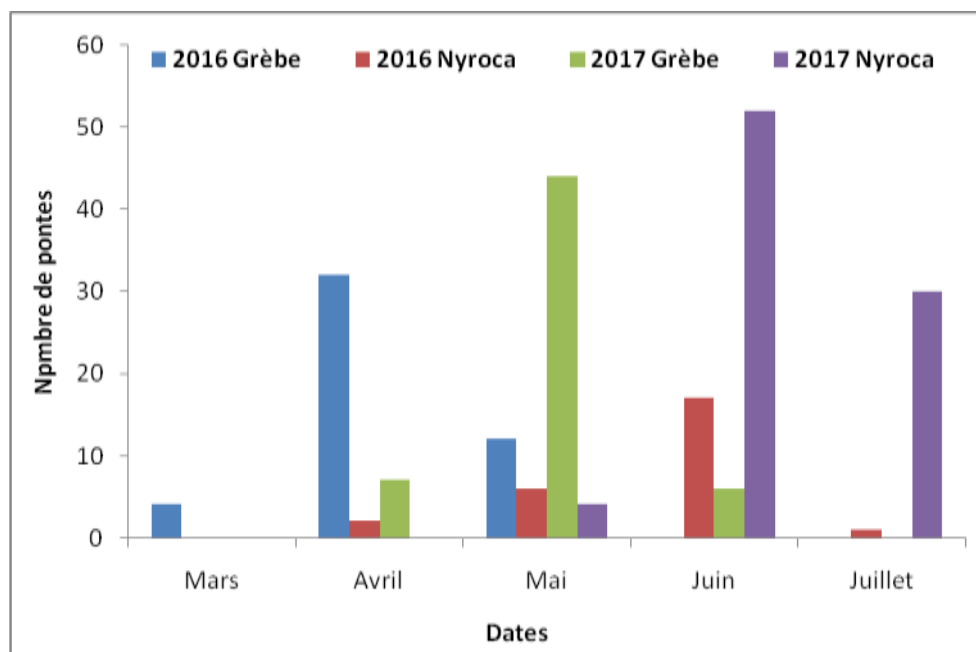


Figure 45 : Chronologie mensuelle des pontes des deux espèces étudiées au niveau du site d'étude.

3.3.2 Taille de ponte

La taille de ponte moyenne des deux espèces enregistrée au cours des deux saisons de reproduction considérées a varié d'année en année mais celle du Fuligule nyroca était la plus importante (Tab. 20).

Elle a été de 2,88 œufs (N= 105 nichées) pour le Grèbe huppé et de 9,36 (N= 112 nichées) pour le Nyroca. La taille de ponte complète a varié entre 1 et 5 œufs pour la première espèce et entre 2 et 22 œufs pour la seconde (Tab. 20).

Tableau 20 : Taille de ponte du Grèbe huppé et du Fuligule nyroca au niveau du Lac Tonga pour les deux saisons de reproduction étudiées

Espèces	Nombre de nichées	Taille (Moyenne±Ecart-type) (valeurs extrêmes)	Nombre d'œufs
Grèbe huppé	105	2,88 ± 0,77 (1 - 5)	304
Fuligule nyroca	112	9,36 ± 4,22 (2 - 22)	1048

Des différences hautement significatives ont été enregistrés entre les tailles de ponte des deux espèces au cours de la période d'étude ($T = -15,92$; $P = 0,000$ $dl = 118$) (Fig. 46).

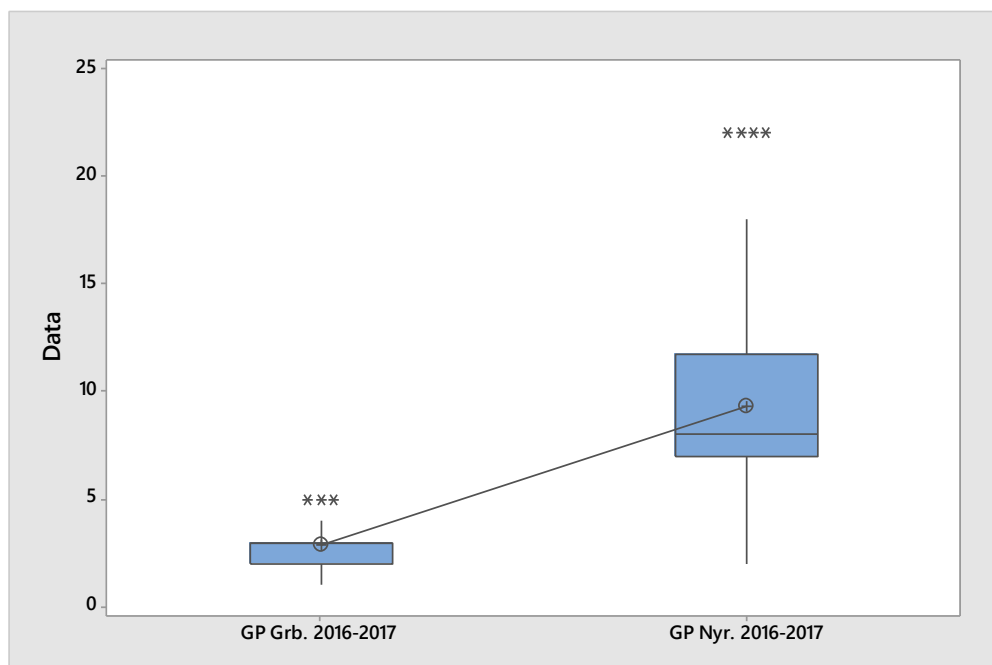


Figure 46: Boxplot des tailles de ponte de Grèbe huppé et de Fuligule nyroca au Lac Tonga durant les deux saisons de reproduction

3.3.3 Le succès d'éclosion

Le succès à l'éclosion enregistré entre 2016 et 2017 a été de plus de 86% pour le Grèbe huppé et de 72% pour le Nyroca (Fig. 47).

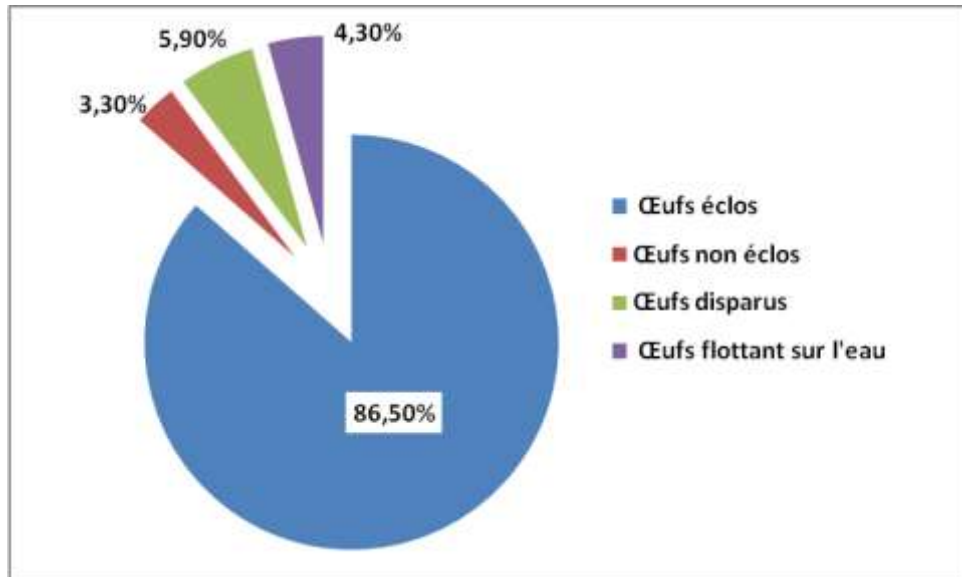


Figure 47 : Détails des éclosions des œufs de Grèbe huppé au Lac Tonga durant les 2 saisons de reproduction

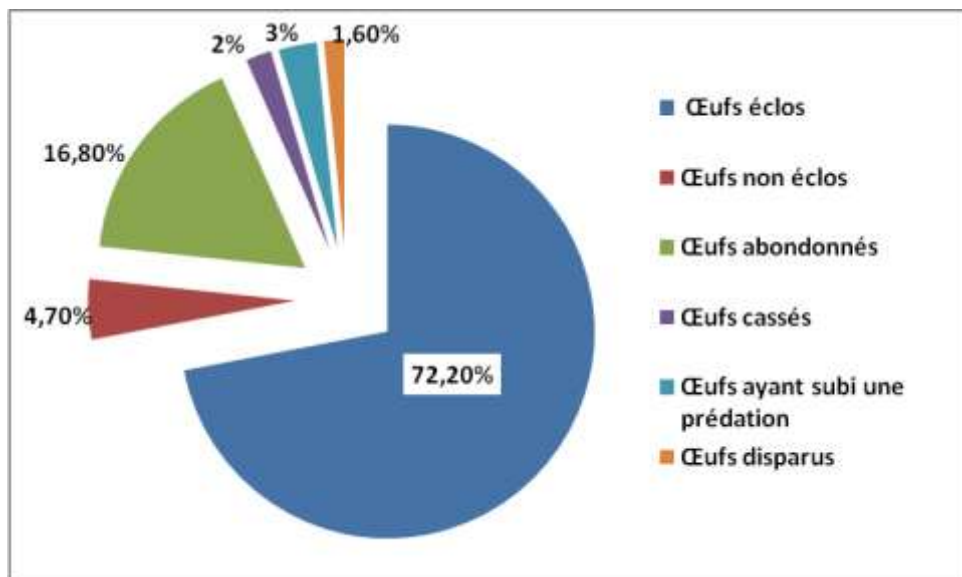


Figure 48 : Détails des éclosions des œufs de Fuligule nyroca au Lac Tonga durant les 2 saisons de reproduction

Durant l'étude, plusieurs causes ont été à l'origine de la perte des œufs : désertion des nids, prédation, pillage, œufs cassés ... Les plus remarquables ont été leur disparition dans les nids des Grèbes et l'abandon pour ceux du Nyroca (Fig. 48).

3.3.4 Le succès de la reproduction

Les nids avec au moins un poussin éclos pour le Fuligule nyroca ont représenté plus 65% des nids trouvés entre 2016 et 2017, ceux du Grèbe huppé plus de 77%.

4. Sélection de l'habitat et comportement de dispersion de deux espèces étudiées

Afin de caractériser l'habitat du Grèbe huppé et du Fuligule nyroca, nous avons examiné les paramètres suivants : la végétation, l'eau et les espèces d'oiseaux d'eau à proximité desquelles évoluent nos deux modèles biologiques.

4.1 La végétation

Pour ce paramètre, nous avons considéré le type, la densité et la hauteur.

4.1.1. Type de végétation

Au cours de notre travail, nous avons constaté que les Phragmites étaient la végétation préférée pour l'emplacement des nids des Grèbes huppés au Lac Tonga (Tab. 21). Même dans leur composition, cette espèce végétale constituait 80 à 90% du matériel végétal composant les nids. Les données rapportées par Cheriet (2016) dans le même site d'étude confortent nos résultats. Cependant d'autres auteurs notent la présence des nids dans les Scirpes, les Typhas (Rouibi *et al.*, 2013 ; Abdellioui (2017) ; Konter 2008a).

Tableau 21 : Emplacement des nids de Grèbes huppés au Lac Tonga durant la période d'étude

	2016	2017
Nombre de nids	58	73
Phragmites australis	100%	100%

D'un autre côté, les Fuligules nyroca ont surtout choisi d'installer leurs nids dans des formations mixtes de phragmites et Typhas ou encore des deux plantes associées à l'Iris jaune

Iris pseudacorus ou encore dans d'autres formations végétales notamment Scirpes, Saule pédicellé, Sparganium, Salicaire... (Tab. 22; 23). Certains étaient installés sur des îlots flottants ou encore dans la végétation émergente à travers le plan d'eau. Ce type d'emplacement des nids a été rapporté par plusieurs auteurs au niveau du site d'étude et ailleurs dans d'autres zones humides (Del Hoyo *et al.*, 1992 ; Boumezbeur, 1993 ; Aissaoui, 2012. Lardjane-Hamiti, 2013 ; Fouzari, 2015 ; Merzoug, 2015 ; Djelailia, 2017 ; Loucif *et al.*, 2021).

Tableau 22 : Emplacement des nids de Fuligules nyrocas au Lac Tonga durant la saison de reproduction de 2016

Localisation des nids	Nombre de nids	%
<i>Salix pedicellata</i> + <i>Phragmites australis</i> + <i>Iris pseudacorus</i>	3	8.57%
<i>Typha angustifolia</i> + <i>Scirpus lacustris</i>	4	11.43%
<i>Phragmites australis</i> + <i>Typha angustifolia</i>	15	42.86%
<i>Phragmites australis</i> + <i>Iris pseudacorus</i> + <i>Typha angustifolia</i>	2	5.71%
<i>Phragmites australis</i> + <i>Persicaria amphibia</i> + <i>Lytrum salicaria</i>	2	5.71%
<i>Lycopus europaeus</i> + <i>Scirpus lacustris</i> + <i>Typha angustifolia</i> + <i>Iris pseudacorus</i>	1	2.86%
<i>Scirpus lacustris</i>	02	5.71%
<i>Salix pedicellata</i> + <i>Sparganium erectum</i>	01	2.86%
<i>Lytrum salicaria</i> + <i>Typha angustifolia</i> + <i>Iris pseudacorus</i>	2	5.71%
<i>Salix pedicellata</i> + <i>Iris pseudacorus</i>	02	5.71%
Tronc d' <i>Alnus glutinosa</i>	01	2.86%

Tableau 23 : Emplacement des nids de Fuligules nyrocas au Lac Tonga durant la saison de reproduction de 2017

Localisation des nids	Nombre de nids	%
<i>Salix pedicellata</i> + <i>Lytrum salicaria</i> + <i>Scirpus lacustris</i>	04	3.74%
<i>Typha angustifolia</i> + <i>Scirpus lacustris</i>	1	0.93%
<i>Phragmites australis</i> + <i>Typha angustifolia</i>	20	18.70%
<i>Phragmites australis</i> + <i>Iris pseudacorus</i> + <i>Typha angustifolia</i>	10	9.35%
<i>Phragmites australis</i> + <i>Lycopus europaeus</i> + <i>Typha angustifolia</i>	07	6.54%
<i>Phragmites australis</i>	04	3.74%
<i>Scirpus lacustris</i>	07	6.54%
<i>Typha angustifolia</i>	02	1.87%
<i>Salix pedicellata</i> + <i>Lycopus europaeus</i>	06	5.61%
<i>Salix pedicellata</i> + <i>Sparganium erectum</i>	08	7.48%
<i>Sparganium erectum</i> + <i>Lycopus europaeus</i> + <i>Phragmites australis</i> + <i>Typha angustifolia</i>	16	14.95%

<i>Lytrum salicaria</i> + <i>Iris pseudacorus</i> + <i>Typha angustifolia</i>	03	2.80%
<i>Epilobium hirsutum</i> + <i>Typha angustifolia</i> + <i>Lycopus europaeus</i>	04	3.74%
<i>Alisma plantago-aquatica</i> + <i>Trifolium campestre</i> + <i>Sparganium erectum</i>	02	1.87%
<i>Persicaria amphibia</i> + <i>Phragmites australis</i> + <i>Lytrum salicaria</i>	04	3.74%
Tronc d' <i>Alnus glutinosa</i>	04	3.74%
<i>Lycopus europaeus</i>	05	4.67%

Holopainen *et al.* (2015) rapportent que le Fuligule nyroca niche dans des sites qui lui permettent d'éviter la prédation en sélectionnant des habitats bien couverts de végétation et/ou alternativement des sites qui ont une bonne vue sur les environs.

4.1.2 Hauteur de végétation

Au cours de la période d'étude, la hauteur de la végétation autour des nids a varié entre 1,84 et 2,2 m en moyenne pour le Grèbe huppé et a été de 2 m pour le Fuligule nyroca.

Au Lac Tonga, ROUIBI (2013) rapporte une hauteur moyenne de végétation variant entre 1,50 et 2 m autour des nids de Grèbe huppé et Cheriet (2017) enregistre une valeur moyenne de 1,25 et 2,5 m. Quant aux nids de Fuligule nyroca, Fouzari *et al.* (2015) mentionnent une hauteur moyenne de végétation oscillant entre 1,6 et 2,9 m ; Djelaili (2017) indique une hauteur moyenne oscillant entre 1,30 et 3,55 m et Loucif *et al.* (2021) mentionnent une valeur moyenne fluctuant 0,5 et 3,6 m.

4.1.3 Localisation des nids à travers le plan d'eau

Durant les deux saisons de reproduction considérées, les nids des deux espèces ont été localisés dans divers emplacements (Fig. 49 ; 50).

Au cours de la première saison de reproduction de 2016, la majorité des nids de Grèbe huppé a été localisée au niveau des secteurs de sud-ouest, Feid mrad et Feid El Aligue.. En 2017, c'est le secteur de Meizila qui a abrité la quasi-totalité des nids. Notons que ces 3 secteurs ont enregistré les effectifs maximaux en période d'hivernage et de nidification. Ces lieux loin de la fréquentation humaine, procurent à l'espèce la quiétude et probablement les ressources trophiques nécessaires pour assurer leur besoins aussi bien en hiver qu'en période de reproduction.

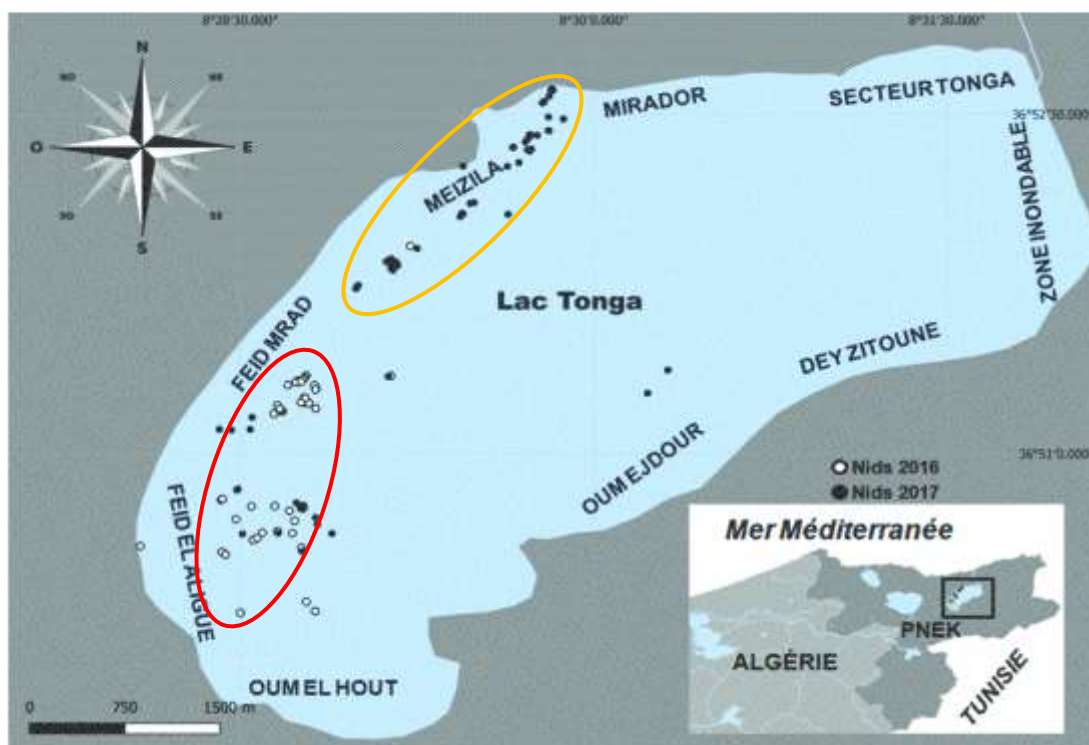


Figure 49 : Localisation des nids de Grèbe huppé au cours des deux saisons de reproduction considérées

Comme constaté lors de nos investigations, les nids de Grèbe huppé étaient installés non loin de l'eau, facilitant l'accès direct à l'eau pour permettre à l'oiseau de plonger rapidement et d'être tout près pour surveiller les œufs et plus tard les poussins. Cet état de fait a été également rapporté par Cheriet (2016) au niveau du même site.

Concernant les nids de Fuligule nyroca, ces derniers ont été surtout retrouvés au niveau du secteur sud de Feid El Aligue en 2016 et au niveau des secteurs de Meizila et Feid Mrad en 2017 (Fig. 50). L'occupation de ses secteurs a été également mentionnée par Boumezbeur (1993) et Lazli (2011). Ces auteurs rapportent une importante occupation pour la zone de Meizila en période de prénidification (entre mars et juin) puis à partir de juillet c'est le Mirador qui accueille les plus gros effectifs de l'espèce. Ce choix d'occupation a été relié aux richesses en alimentation que présentent ces endroits.

Boumezbeur (1993) et Lazli (2011) ont indiqué que le Mirador était le microsystème qui présentait une importance primordiale pour le repos des Nyrocas et leur regroupement postnuptial avant la migration. C'est ce qui a été constaté également au cours de notre étude pour les deux espèces étudiées.

Nous avons constaté que vers la fin de la période de nidification, les Grèbes huppés et les Fuligules nyrocas occupaient les secteurs du Mirador et les plages d'eau libres car les berges du lac étaient asséchées et envahies par le Rubanier, Scirpes ... et le centre du lac plus ou moins couvert par le Nénuphar blanc.

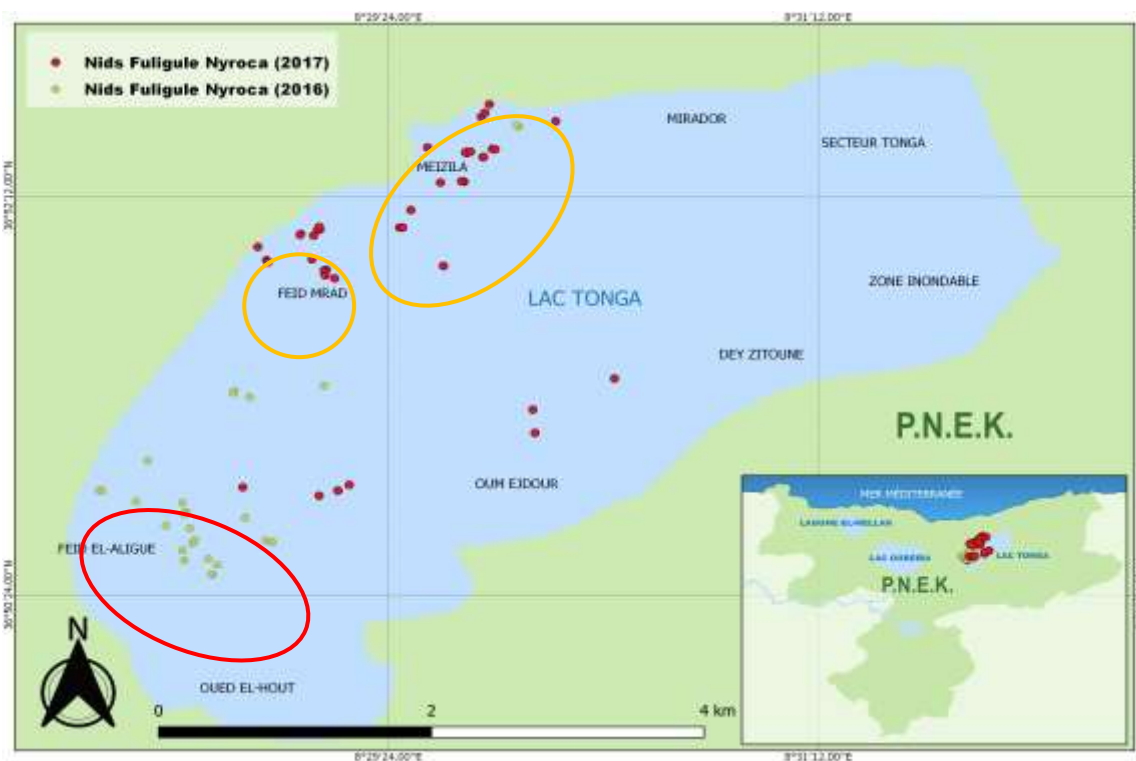


Figure 50 : Localisation des nids de Fuligule nyroca au cours des deux saisons de reproduction considérées

D'après les figures 49 et 50, il apparaît qu'en 2016 et en 2017, les deux espèces étudiées ont occupé pratiquement les mêmes secteurs pour l'installation de leurs nids.

4.2 Profondeur de l'eau

Le suivi de la distribution des deux espèces étudiées à travers le plan d'eau durant les saisons d'hivernage et de nidification a montré que les effectifs les plus importants étaient localisés dans les secteurs où la profondeur de l'eau était la plus élevée, confirmant leur statut d'oiseaux plongeurs (Fig. 51; 52 ; 53 ; 54).

Il convient de noter que la distribution de cette espèce et de tous les oiseaux en général est tributaire de la profondeur de l'eau, de la présence des hélophytes et de la proximité des routes et des agglomérations.

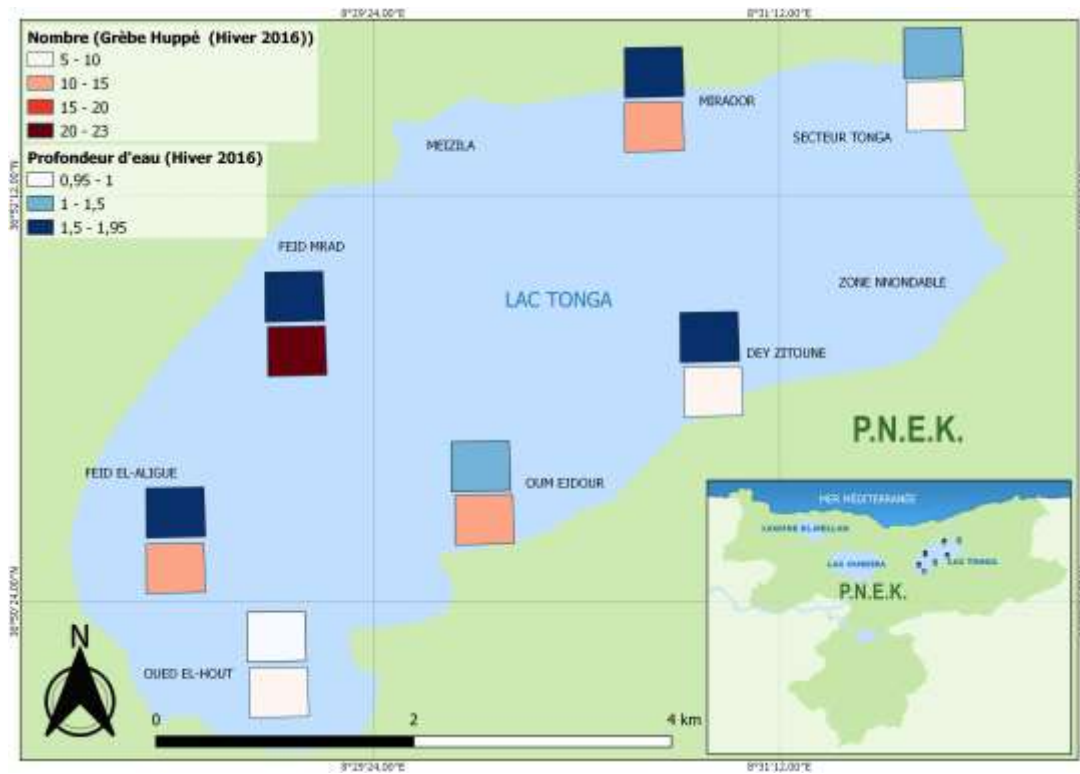


Figure 51 : Répartition des effectifs de Grèbe huppé en période d’hivernage de 2016 en fonction de la profondeur de l’eau

La figure ci-dessus montre que les effectifs de Grèbe huppé les plus abondants (classe 20-23 individus) ont été comptés au niveau des eaux les plus profondes du lac (secteur Feid Mrad), à savoir entre 1,5 et 1,95 m pendant la saison d’hivernage de 2016. Ce même secteur avec celui de Feid El Aligue ont exhibé la même année, le nombre le plus élevé de l’espèce durant la période de nidification bien que la profondeur de l’eau ait été entre 1 et 1,2 m.

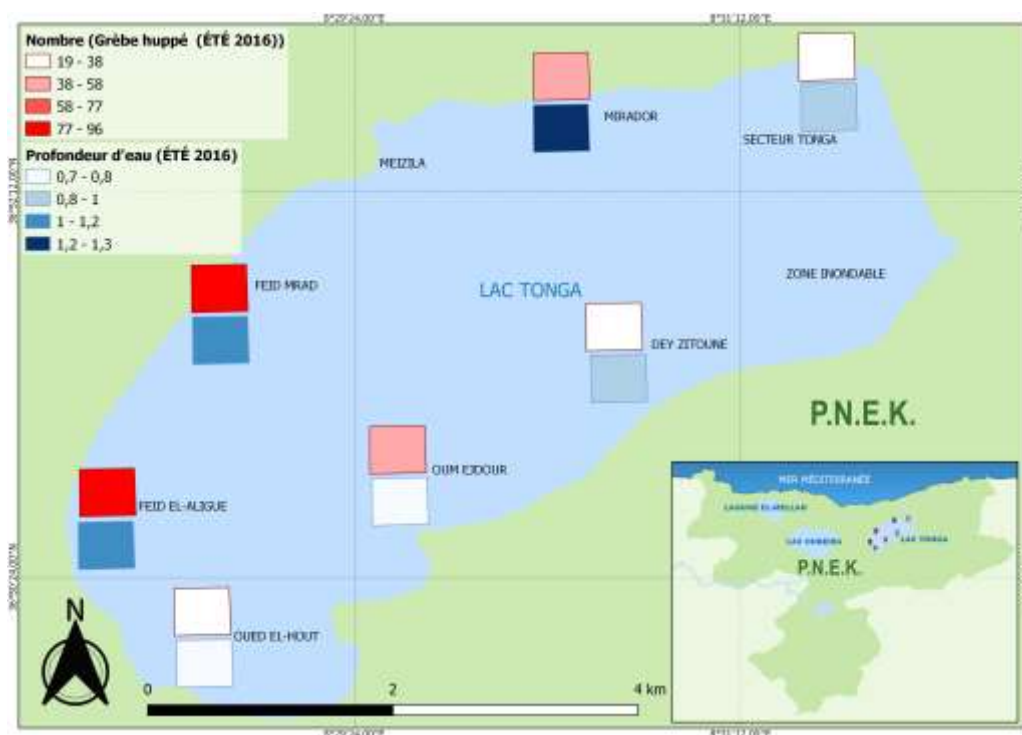


Figure 52 : Répartition des effectifs de Grèbe huppé en période de nidification de 2016 en fonction de la profondeur de l'eau

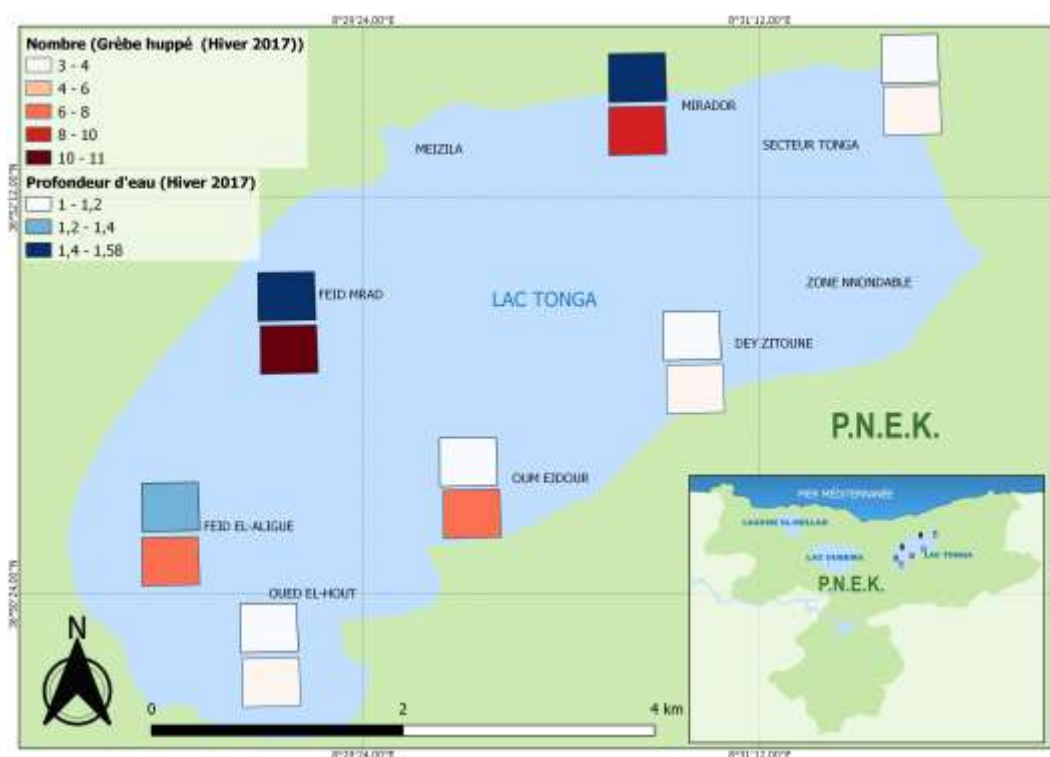


Figure 53 : Répartition des effectifs de Grèbe huppé en période d'hivernage de 2017 en fonction de la profondeur de l'eau

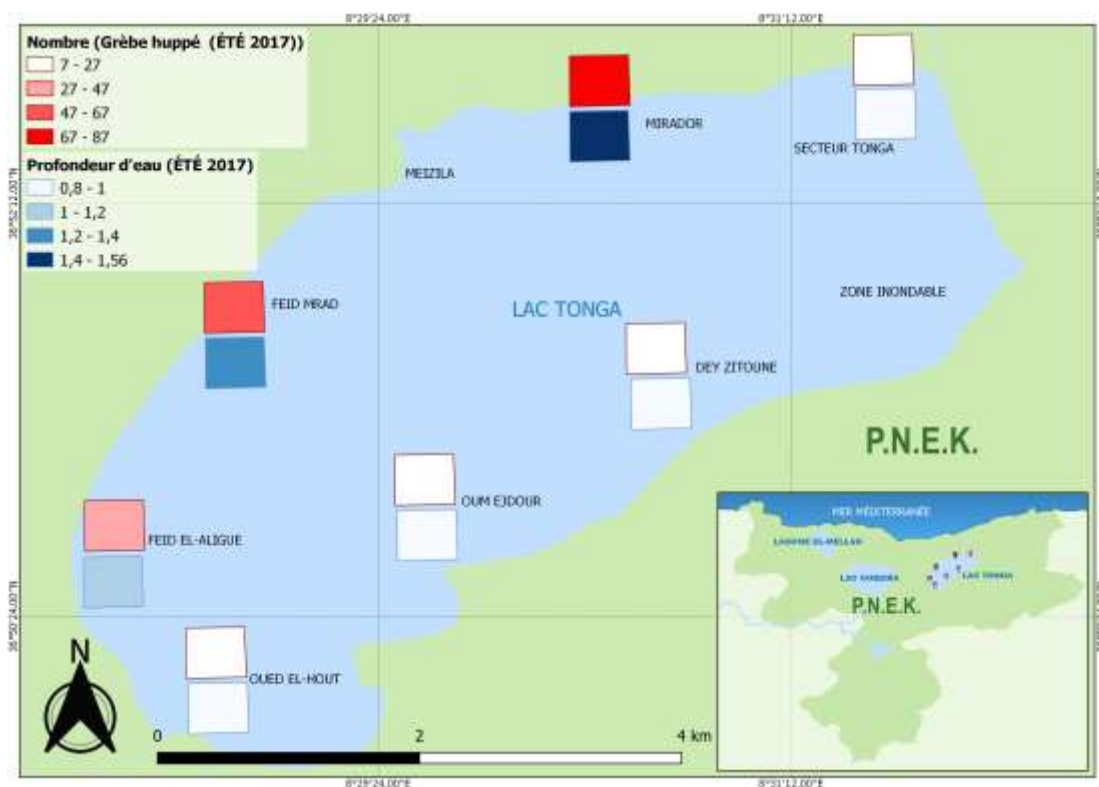


Figure 54 : Répartition des effectifs de Grèbe huppé en période de nidification de 2017 en fonction de la profondeur de l'eau

Cheriet (2016) indique que le Grèbe huppé préfère les profondeurs d'eau les plus élevées qui peuvent assurer leurs plongées pour l'alimentation ou en cas de danger. Par ailleurs, il peut également installer ses nids dans des secteurs de faibles profondeurs mais avec de faibles pourcentages, à condition que la profondeur reste toujours supérieure à 0,75 m.

Concernant les Fuligule nyroca, le suivi de la distribution de l'espèce à travers le Lac Tonga a montré que ces oiseaux ont été observés surtout dans les parties les plus profondes de la zone humide où les effectifs les plus importants y ont été dénombrés (Fig. 55; 56; 57; 58). Les travaux menés dans le même site et dans d'autres zones humides du pays confortent ces observations (Boumezbeur, 1993 ; Lazli, 2011 ; Abdi, 2016 ; Djelailia, 2017 ; Loucif *et al.*, 2021)

Ces oiseaux semblent préférer les lieux vastes et dégagés où ils présentent souvent un grégarisme particulier, témoignant que la quiétude conditionne la distribution des espèces (Nilsson, 1970 ; Houhamdi & Samraoui, 2008 in Abdi, 2016).

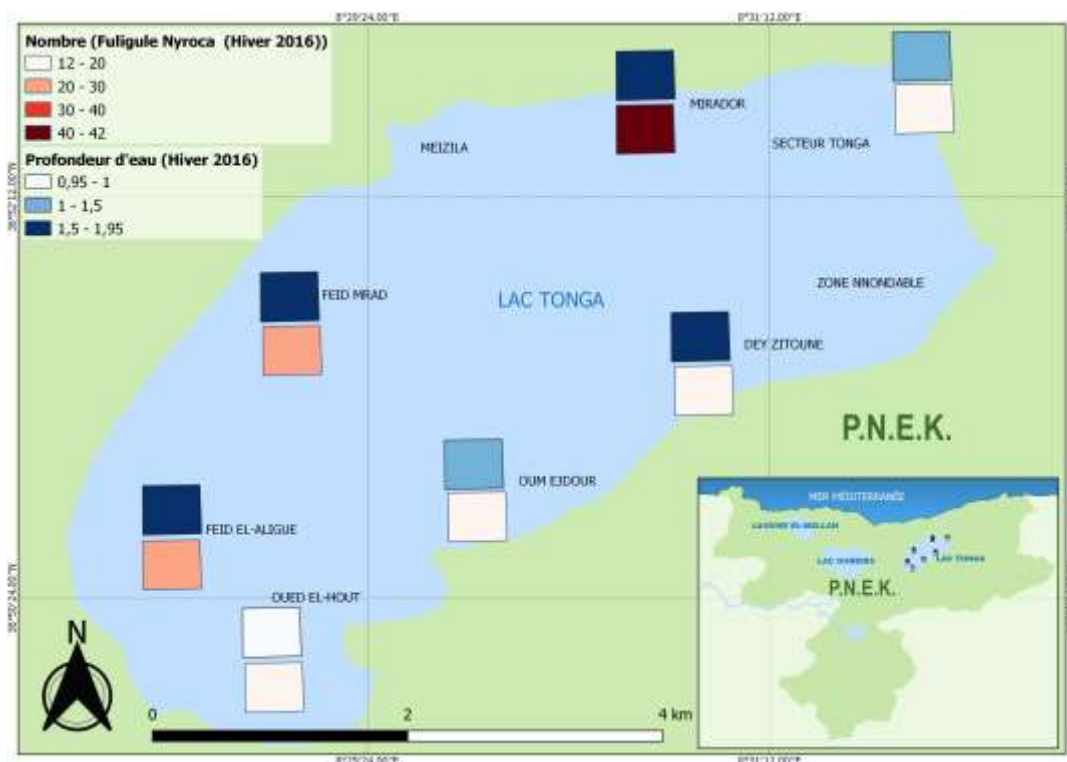


Figure 55 : Répartition des effectifs du Fuligule nyroca en période d’hivernage de 2016 en fonction de la profondeur de l’eau

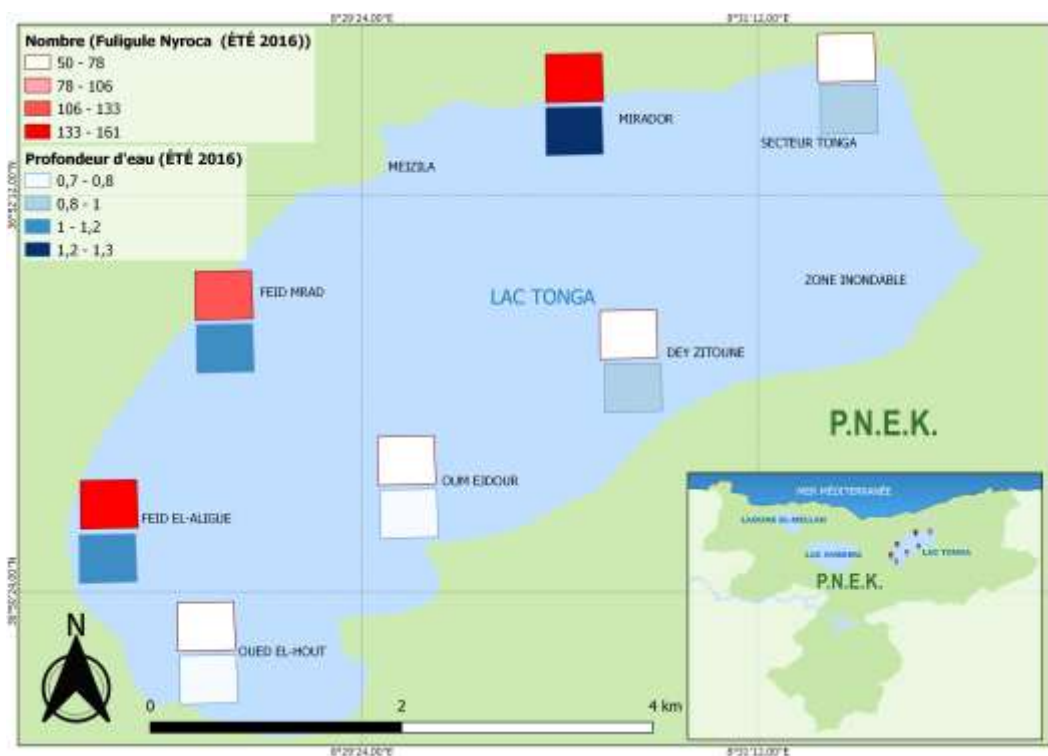


Figure 56 : Répartition des effectifs du Fuligule nyroca en période de nidification de 2016 en fonction de la profondeur de l’eau

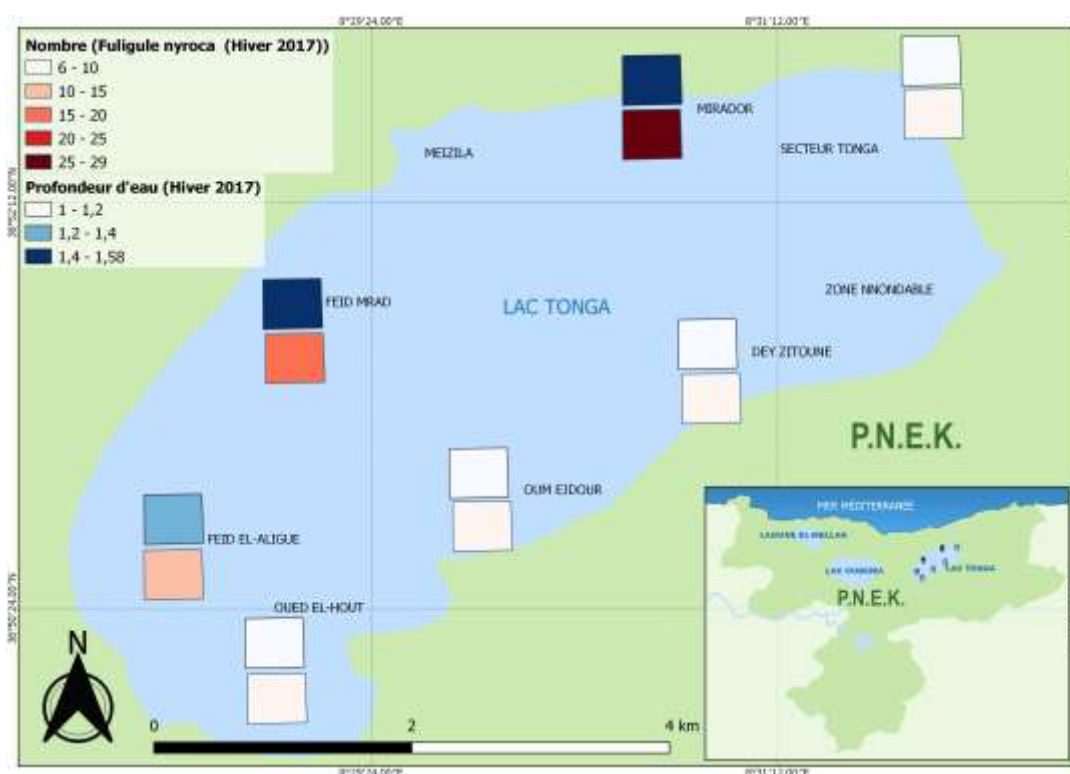


Figure 57 : Répartition des effectifs du Fuligule nyroca en période d’hivernage de 2017 en fonction de la profondeur de l’eau

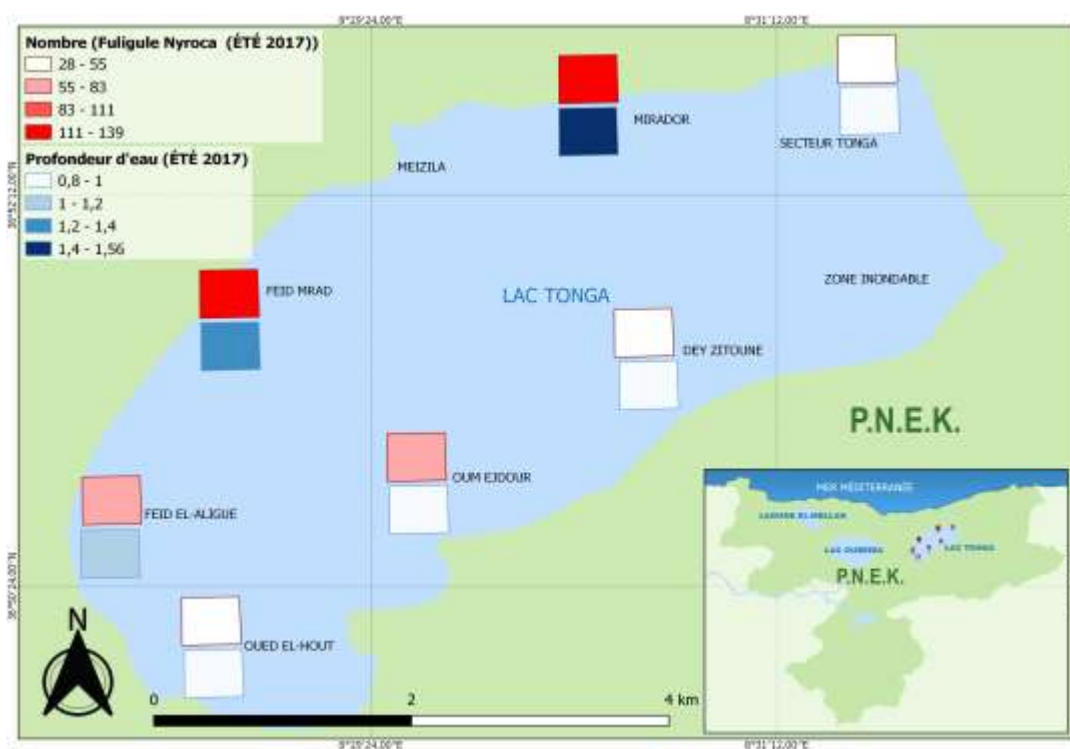


Figure 58 : Répartition des effectifs du Fuligule nyroca en période de nidification de 2017 en fonction de la profondeur de l’eau

4.3 Mesure in situ des paramètres physico-chimiques des eaux du lac

La détermination de la qualité d'un écosystème aquatique sur le plan physico-chimique en tant que site d'accueil et habitat de divers espèces avifaunistiques constitue un préalable à toute stratégie de gestion et de conservation.

La description des micro-niches écologiques et des micro-habitats des oiseaux d'eau sont souvent de bons paramètres indicateurs de l'état de santé d'un milieu et de tout le biotope (Delarras, 2007 in Merzoug, 2015).

Cette caractérisation de l'état des hydrosystèmes doit se faire à travers l'étude de la qualité de leurs eaux. Cette évaluation de la qualité des eaux de surface se fait sur la base de la mesure de paramètres physico-chimiques, notamment le pH, l'oxygène dissous, température et la conductivité électrique.

Au cours de la période d'étude, nous avons procédé à la mesure des paramètres physico-chimiques là où se trouvaient les deux espèces étudiées. Ainsi, ces prélèvements ont montré des variations saisonnières pendant les deux années considérées.

4.3.1 Paramètres physico-chimiques mesurés dans les secteurs où le Grèbe huppé et le Fuligule nyroca ont été observés

4.3.1.1 La température

Dans les secteurs que fréquentaient les Grèbes huppés, les températures extrêmes ont oscillé entre 9 et près de 30°C. Les valeurs moyennes minimales (13°C) ont été relevées en hiver et les plus importantes en été (25°C) (Fig. 59). Les secteurs Sud (Feid El Aligue et Feid mrad) et Nord-ouest (Meizila et Mirador) ont été ceux qui ont présentés les températures les plus élevées en été (29-30°C) et les stations de la digue les températures les plus fraîches notamment en hiver (9 - 12°C).

Les zones où les Fuligules nyroca ont été observés, ont exhibé des valeurs extrêmes de 8 et 25°C. Les températures moyennes minimales (13°C) ont été relevées en hiver et les plus importantes en été (23°C) (Fig. 60). Le secteur Nord (Digue) a présenté les températures les plus élevées en été (24,9°C) et en hiver (8,7- 11,4°C).

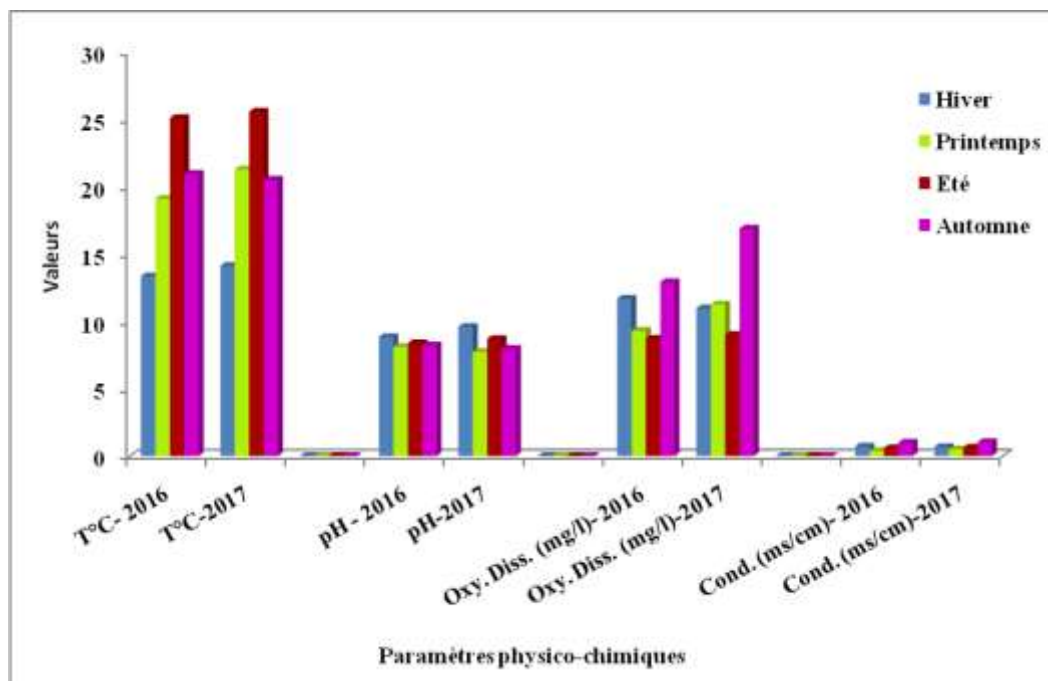


Figure 59 : Evolution des paramètres physico-chimiques au niveau des habitats de Grèbes huppés au Lac Tonga

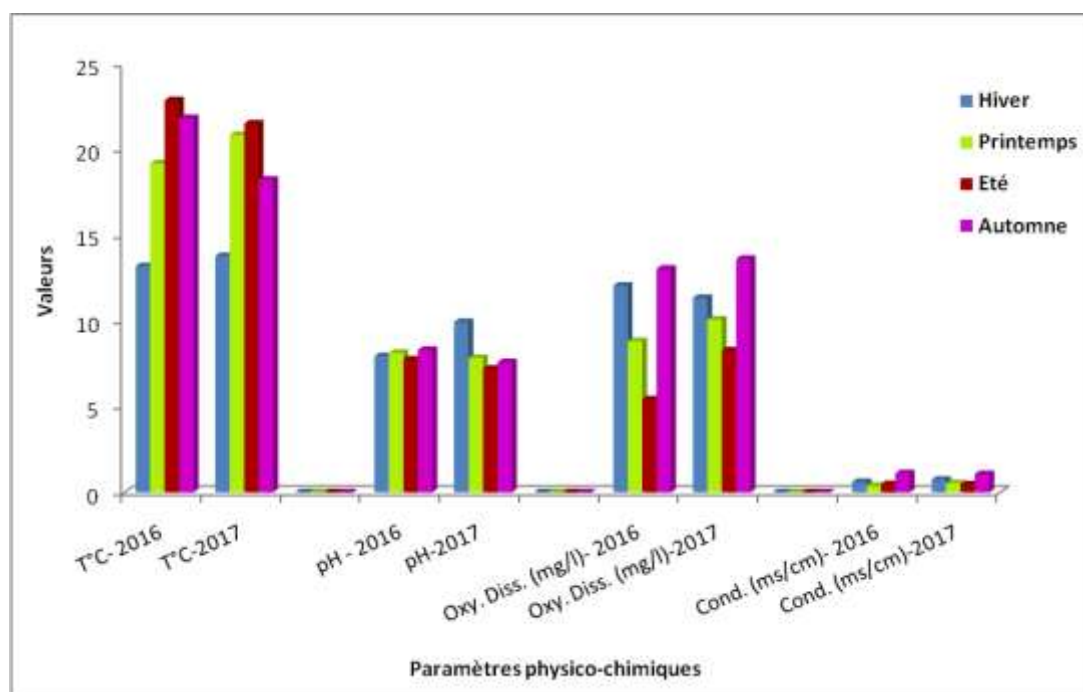


Figure 60 : Evolution des paramètres physico-chimiques au niveau des habitats de Fuligule nyroca au Lac Tonga

Dans le même site, Naili *et al.* (2021) rapportent des variations de température entre 15 et 17°C en hiver et entre 20 et plus de 29.73°C en été. Ces variations sont en relation avec les conditions climatiques et suivent plus particulièrement la température de l'air de la région (Souissi, 2007 ; Makhoukh *et al.*, 2011 ; Merzoug, 2015 ; Naili *et al.*, 2021).

En plus de son influence sur l'évaporation des eaux superficielles, la température agit en même temps sur la salinité des eaux. Ses effets sont également constatés sur les autres paramètres physico-chimique notamment le pH, la conductivité électrique, les réactions de dégradation, de minéralisation des matières organiques ainsi que le développement des micro-organismes favorisant ainsi la productivité primaire et donc une disponibilité des ressources trophiques pour la faune aquatique (Djamia, 2020 ; Naili *et al.*, 2021).

4.3.1.2 Le Potentiel d'Hydrogène (pH)

Le pH joue un rôle très important dans le développement de la vie aquatique. Pendant la période d'étude, il a oscillé globalement entre 6,7 et 9,3 dans les secteurs où le Grèbe huppé et le Nyroca ont été observés. Ce type de constatations concernant les valeurs de pH dans les eaux a été également relevé à Garaet Hadj Tahar par Merzoug (2015) et par Naili *et al.* (2021) dans le même site. Ces derniers auteurs ont enregistré un pH relativement neutre à alcalin avec des valeurs saisonnières se situant entre 6,2 notamment et 8,7.

Les normes fixées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) étant $6,5 < \text{pH} < 9,5$ (Dimon *et al.*, 2014), ce qui permet de conclure que les valeurs obtenues dans notre travail sont dans la limite de tolérance pour la vie aquatique.

Par ailleurs, nous avons constaté que les stations où étaient observés les Grèbes huppés en hiver, exhibaient des valeurs de pH comprises entre 6,7 - 7,2 ; il s'agit notamment de celles du secteur Nord-ouest (Mirador et Meizila). Les secteurs Nord-est (Digue) et Nord-ouest (Meizila et Feid Mrad) présentaient des pH les plus élevés (8 – 9,3) en automne.

Pour les Fuligules nyrocas, ils ont été observés dans les secteurs Nord et Sud (Digue et Oum Ejdour), qui ont été ceux qui ont présentés les valeurs de pH les plus faibles (6,7 – 7) au printemps et en automne et au niveau des stations du secteur Nord (Digue) qui ont montrés les valeurs de pH les plus élevées (8 – 9,3).

4.3.1.3 L'oxygène dissous (O₂)

L'oxygène dissous constitue un excellent indicateur de la qualité des écosystèmes aquatiques. Il est très important par le fait qu'il conditionne la dégradation de la matière organique et la vie des animaux aquatiques et joue un rôle primordial dans l'auto-épuration (HCEFLCD, 2007 ; Ngaram, 2011 ; Belghiti *et al.*, 2013 ; Merzoug, 2015 ; Naili *et al.*, 2021). Rodier (2009) indique son importance pour les êtres vivants aquatiques qui ne peuvent survivre à des taux inférieurs à 3 mg/l.

Dans notre étude, l'oxygène dissous a présenté des variations inter-saisonniers. Là où ont été observés les Grèbes huppés, il a varié entre 2 et 37,6 mg/l (valeurs extrêmes) et là où nous avons aperçu les Nyroca, il a oscillé globalement entre 2 et 39 mg/l. Les concentrations les plus importantes ont été enregistrées, respectivement en automne et hiver (Fig. 59). Ceci étant expliqué par l'abondance de précipitation enregistrée pendant ces saisons ainsi que l'activité des végétaux autotrophes.

Les stations où la concentration en l'oxygène a été < 3mg/l et représentaient donc un danger à la vie aquatique ont été : (i) l'une des station du secteur Digue en hiver (1,89 - 2,53 mg/l) ; (ii) la station du secteur Sud, Oued El Hout, au printemps (1,85 - 2,18 mg/l) et (iii) la station Nord-ouest, Mirador, en été (1,63 – 2,8 mg/l).

Les facteurs pouvant mener à une réduction de l'oxygène dissous dans le milieu serait l'augmentation de la température de l'eau et la décomposition de grandes quantités de matière organique qui proviennent généralement des animaux et des rejets domestiques, sachant que le Lac Tonga est entouré d'habitation et d'activités agricoles.

Au Lac Tonga, Naili *et al.* (2021) notent un maximum de concentration de 18,3 mg/l et un minimum d'ordre de 3 mg/l, ce qui concorde avec nos résultats.

4.3.1.4 La conductivité électrique (CE)

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution (RODIER *et al.*, 2009 ; ATTAB, 2011).

Les résultats du suivi de la conductivité électrique indiquent que les secteurs ayant été fréquentés par les Grèbes au Lac Tonga ont montré des valeurs variant entre 0,32 et 1,49 ms/cm (valeurs extrêmes) entre les deux années d'étude. Les Fuligules nyrocas ont fréquenté les zones où la CE a varié entre 0,2 et 1,4 ms/cm. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées en hiver et en automne et les faibles en été (Fig. 59). L'augmentation de la CE en période de crue proviendrait des eaux riches en ions apportés par le lessivage des pluies (NGARAM, 2011), ceci est probablement dû à l'augmentation du volume de rejets domestiques très riches en matières dissoutes qui sont issues des oueds El Hout et El Eroug (DEHBI, 2021 in NAILI *et al.*, 2021) et également dû aux entrées des eaux d'origines marines par le chenal de la Messida située en amont du lac (EL MORHIT, 2009 ; BENDJAMA, 2014).

4.4 Espèces d'oiseaux d'eau voisines

Au cours de nos investigations de terrain et selon l'habitat considéré, les Grèbes huppés et les Fuligules nyrocas se sont trouvés en période d'hivernage et de nidification au contact de diverses autres espèces d'oiseaux d'eau (Tab. 24, 25) :

Tableau 24 : Espèces les plus observées à proximité des deux modèles étudiés en période d'hivernage durant la période d'étude.

Secteurs	Période d'hivernage
Secteur Nord-est (Stations Digue)	Foulque macroule, Poule d'eau, Poule sultane, Grèbe castagneux, Canard colvert
Secteur Nord-ouest (Mirador – Meizila)	Foulque macroule, Grèbe castagneux, Sarcelle d'hiver, Canard colvert, Poule d'eau, Poule sultane, Fuligule milouin, Grand cormoran, Mouette rieuse, Erismature à tête blanche
Secteur Sud-ouest (Feid Mrad – Feid El Aligue)	Foulque macroule, Grèbe castagneux, Canard souchet, Canard chipeau, Canard siffleur, Poule d'eau, Poule sultane, Grand cormoran, Erismature à tête blanche
Secteur Sud (Oum Ejdour et Oued El Hout)	Foulque macroule, Grèbe castagneux, Canard colvert, Canard chipeau, Canard siffleur, Fuligule milouin, Poule d'eau, Poule sultane, Grand cormoran

Lors de notre suivi sur terrain, nous avons pu constater que la Foulque macroule était l'espèce la plus fréquente du point de vue abondance et proximité par rapport aux deux espèces étudiées. Cette espèce était observée au voisinage des Grèbes huppés et des Fuligules

nyrocas tout au long de la période d'hivernage et dans tous les secteurs fréquentés par les deux modèles biologiques (Tab. 24). La présence d'autres espèces a été également relevée et en effectifs assez importants comme le Grèbe castagneux et la Poule d'eau notamment dans le secteur Nord-est. Au niveau du secteur Nord-ouest, en plus des espèces déjà citées, nous avons noté la présence de deux autres oiseaux en proportions assez importantes le Grand cormoran et la Mouette rieuse. Les secteurs Sud ont accueillis plus de diversité avifaunistique entre Rallidés, Podicipedidés et notamment les Anatidés avec des effectifs plus ou moins élevés, surtout pour les Canards siffleurs et chipeaux (Tab. 24).

Tableau 25 : Espèces les plus observées à proximité des deux modèles étudiés en période de nidification durant la période d'étude.

Secteurs	Période de nidification
Secteur Nord-est (Stations Digue)	Foulque macroule, Grèbe castagneux, Poule d'eau, Poule sultane
Secteur Nord-ouest (Mirador – Meizila)	Foulque macroule, Grèbe castagneux, Canard colvert , Poule d'eau, Poule sultane, Guifette moustac, Erismature à tête blanche, Fuligule milouin
Secteur Sud-ouest (Feid Mrad – Feid El Aligue)	Foulque macroule, Grèbe castagneux, Canard souchet, Poule d'eau,
Secteur Sud (Oum Ejdour et Oued El Hout)	Secteur asséché

Au cours de la période de nidification, les Foulque macroule et les Grèbe castagneux ont été les espèces voisines des Grèbes huppés et des Fuligules nyrocas au niveau des stations de la Digue (Tab. 25), mais leurs effectifs étaient moins abondants qu'au cours de la période hivernale. Le Secteur Nord-ouest a été fréquenté par diverses espèces qui ont cotoyées nos deux modèles biologiques, notamment les nicheuses. Parmi les plus abondantes, nous pouvons citer la Guifette moustac, la Foulque macroule et le Grèbe castagneux.

Au niveau du secteur Sud-ouest, les deux espèces étudiées ont été observées avec les espèces sédentaires nicheuses du Lac Tonga comme le Canard souchet et la Poule d'eau mais avec des effectifs faibles.

4.5 Distribution des deux espèces à travers le plan d'eau

La distribution spatiotemporelle des deux espèces étudiées à travers le lac Tonga a été en fonction leur écologie et de leur habitudes alimentaires.

Le *Fuligule nyroca* a été observé globalement dans la partie centrale du lac mais d'autres concentrations et fréquentations ont été également constatées à travers le site (Fig. 61). LAZLI (2011) signale sa présence en proportions assez importantes dans les zones du Mirador et de Meizila. Dans la partie sud et nord-est, l'espèce est présente mais en proportions assez moyennes à faibles. ABDI et al. (2016) indiquent que la distribution de cette espèce et de tous les oiseaux est tributaire de la profondeur de l'eau et de la présence des héliophytes.

Le *Grèbe huppé* a été observé à travers tout le plan d'eau mais surtout dans la partie centrale qui est la plus profonde (Fig. 61) et qui est recouverte notamment en période de nidification par une végétation variée organisée le plus souvent en îlots de tailles différentes, propices comme abri, lieu de nidification, quiétude et pour ses innombrables ressources alimentaires.

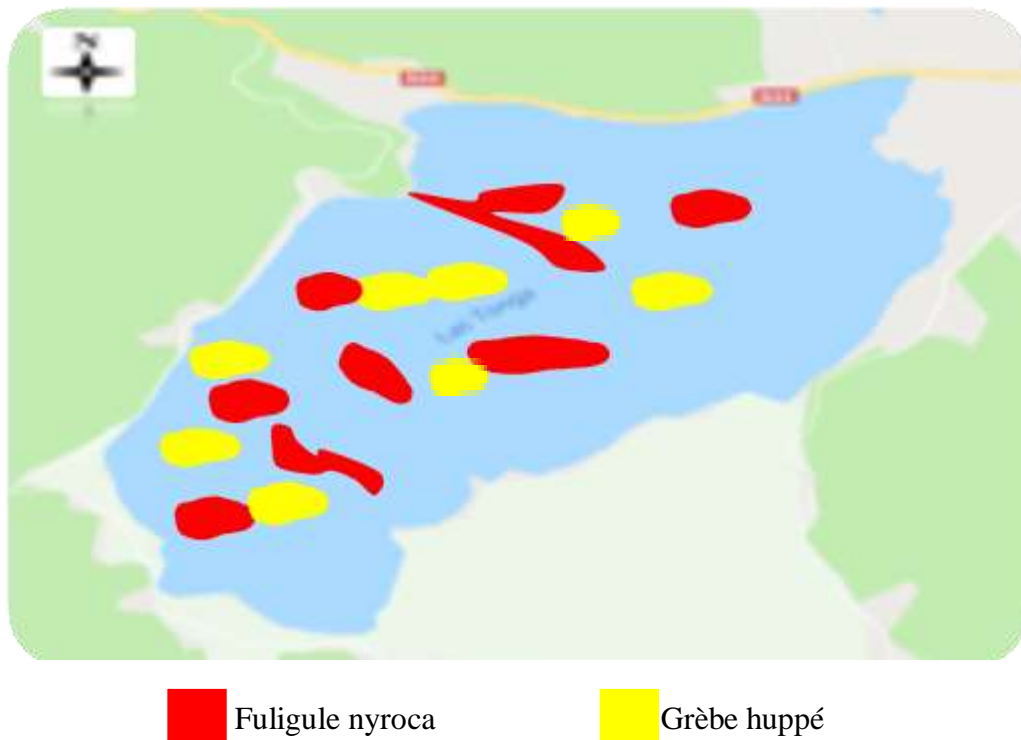


Figure 61 : Distribution du Grèbe huppé et du Fuligule nyroca au Lac Tonga



CONCLUSION



CONCLUSION

L'étude menée au Lac Tonga entre septembre 2015 et août 2017 a permis de montrer le rôle important joué par ce site pour l'avifaune aquatique pendant les saisons d'hivernage et la saison de nidification, notamment pour les Podicipédidés, tel que le Grèbe huppé *Podiceps cristatus* et les Anatidés, principalement le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*.

Au cours de notre travail, ce site, d'importance internationale a hébergé d'importants contingents des deux espèces étudiées. Ainsi, le maximum des effectifs de Grèbe huppé a été relevé les mois d'août de 2016 et 2017, avec respectivement 499 et 608 individus. Celui du Fuligule nyroca a été enregistré en août 2016 (1324 individus) en septembre 2017 (1483 individus).

Les stations nord-ouest du Mirador et de Meizila ont abrité les effectifs de Grèbe huppé et de Fuligule nyroca les plus importants en période d'hivernage de la première année d'étude ; et en période de reproduction, ce sont les stations sud de Feid El Aligue et Feid Mrad qui ont exhibées les effectifs les plus importants. Au cours de la seconde année d'étude, les stations du Mirador, Meizila avec celles des rives sud-est ont accueillies le maximum des effectifs des deux espèces en période d'hivernage et de nidification

131 nids de Grèbe huppé ont été découverts au cours de la période d'étude. Tous ont été trouvés dans les Phragmites *Phragmites australis* et étaient composés principalement des feuilles et des tiges de cette plante ainsi que de Cornifle immergé *Ceratophyllum demersum* et de *Myriophyllum sp.* Le nombre maximum des nids a été observé en avril en 2016 (32 nids) et en mai en 2017 (56 nids). Leur diamètre externe a varié entre 23 et 35 cm en 2016 et entre 24 et 43 cm en 2017 et leur diamètre interne a oscillé entre 13 et 17 cm en 2016 et entre 10 et 23 cm en 2017. Leur profondeur a varié entre 2 et 7 cm, entre les deux années considérées. La profondeur de l'eau à l'emplacement de chaque nid a varié entre 125 et 190 cm en 2016 et entre 100 et 160 cm en 2017. La distance du nid le plus proche a varié entre 2 et 85 m en 2016 et entre 2 et 97 m en 2017. La hauteur de la végétation autour du nid a varié entre 0,9 et 2,4 m en 2016 et entre 0,9 m et 3,1 m en 2017.

142 nids de Fuligule nyroca ont été trouvés lors de nos investigations. Ces derniers étaient cachés dans la végétation très dense et haute et localisés globalement à l'intérieur du lac, certains sur les berges ou encore en bordure à l'intérieur des troncs d'Aulnes, notamment

du côté de l'*Aulnaie de l'arboretum du Tonga*. Cependant, en 2017, la plupart des nids ($\approx 63\%$), étaient dispersés sur 16 îlots flottants à structures végétales variées. Les matériaux de construction de ces nids se composaient de tiges et de feuilles sèches de végétaux divers comme les Typhas, Phragmites, Scirpes, laïches et autres végétaux aquatiques et garnis à l'intérieur de duvet. Le nombre maximum de nids a été observé en juin pour les deux saisons de reproduction : 21 nids en 2016 et 56 en 2017. Leur diamètre externe a varié entre 18 et 31 cm en 2016 et entre 17 et 35 cm en 2017, leur diamètre interne a oscillé entre 8 et 22 cm en 2016 et entre 09 et 20 cm en 2017. La profondeur des nids entre les deux années a varié entre 6 et 20 cm. La profondeur de l'eau à l'emplacement de chaque nid a varié entre 80 et 160 cm entre les deux années. La distance du nid le plus proche a varié entre 0,4 et 02 m en 2016 et entre 0,5 et 01 m en 2017. La hauteur de la végétation autour du nid a varié entre 0,65 et 04 m en 2016 et entre 0,6 m et 06 m en 2017.

Entre 2016 et 2017, 304 œufs de Grèbe huppé ont été comptés dont la longueur a varié entre environ 47 et 68 mm et leur largeur entre 34 mm et plus de 46 mm. Par ailleurs, 1052 œufs de Fuligule nyroca ont été découverts : 199 en 2016 et 853 en 2017. Leur longueur a varié entre 47 et environ 55 mm en 2016 et entre 44 et près de 60 mm en 2017.

Les premières pontes de Grèbe huppé ont été enregistrées à la fin mars en 2016 (n=48 nids) et à la fin avril en 2017 (n=57 nids) et la période de ponte a duré entre 6 et 7 semaines pour les deux années d'étude. Le nombre de pontes le plus élevé a été enregistré en avril 2016 (32 pontes) et en mai 2017 (44 pontes). La taille de ponte complète a varié entre 2 et 5 œufs en 2016 et entre 1 et 4 œufs en 2017. Les premières éclosions ont été enregistrées à partir de la troisième semaine d'avril en 2016 (n=45 nids) et à partir de fin mai en 2017 (n=54 nids). Le succès à l'éclosion a été de 82% en 2016 et 91% en 2017. Durant les deux saisons de reproduction considérées, il y a eu des pertes d'œufs soit 41 représentant plus de 15%. Sur la totalité des nids suivis au cours des deux saisons de reproduction, 77% des nids ont connu l'éclosion d'au moins un poussin en 2016 et 78% en 2017. Les causes de pertes ont été principalement l'abandon des nids, l'inondation et la prédation.

Concernant le Fuligule nyroca, les premières pontes ont été notées le 19 avril en 2016 (n=26 nids) et le 20 mai en 2017 (n=86 nids). La période de ponte a duré entre 9 et 11 semaines, respectivement pour les deux années d'étude. Le nombre de pontes le plus élevé a été enregistré en juin pour les deux années d'étude, respectivement : 17 et 52 pontes. La taille de ponte a varié entre 5 et 12 œufs en 2016 et entre 2 et 22 œufs en 2017. Les premières

éclosions ont été constatées pendant la quatrième semaine de mai en 2016 (n=23 nids) et au cours de la quatrième semaine de juin en 2017 (n=69). Le nombre maximum d'éclosions a été noté en juillet pour les deux années d'étude 2016 et 2017. Le succès à l'éclosion a été de 81,9% en 2016 et 69,6% en 2017. Au cours de notre période d'étude, il a été enregistré un certain nombre de pertes d'œufs : 18% en 2016 et 30,4% en 2017. Ces pertes étaient dues à différentes raisons : non éclosion, prédatations, œufs cassés... Les nids avec au moins un poussin éclos représentent plus 65% des nids trouvés entre 2016 et 2017. Au cours du suivi de terrain, des cas de parasitisme de couvées en 2017 : 02 cas de parasitisme interspécifique où et 09 cas de parasitisme intraspécifique où des tailles de ponte variaient entre 17 et 22 œufs ;

Concernant la sélection de l'habitat, il apparaît que les Grèbes huppés sont observés dans toutes les zones du Lac Tonga, ils sillonnent pendant la journée le plan d'eau et se réfugient généralement dans les phragmites. Pour nicher, ils occupent le secteur nord-occidental où se trouve une ceinture de végétation qui va leur servir à fixer et à accrocher leurs nids flottants. A la fin de la période de nidification, les jeunes, à la tête rayée, rejoignent le secteur central du plan d'eau, qui correspond au seul endroit d'eau libre envahi ici et là par des tapis de Nénuphar blanc, ils nagent avec leurs parents ou sur leur dos et se font nourrir sur l'eau en poussant des cris caractéristiques.

Les zones où ont été observés les Grèbes huppés et Fuligules nyrocas ont exhibé des valeurs de température, pH, oxygène dissous et conductivité électrique différentes variant au gré des saisons.

Durant la période d'hivernage, les Fuligules nyrocas partagent le plan d'eau avec le Grèbe huppé et sont inféodés au secteur central qui accueille les effectifs les plus importants de l'espèce, et parfois même la région septentrionale du Lac. Les couples installent leurs nids dans la partie sud du plan d'eau ainsi que dans l'extrême nord-est et nord-ouest bordées par les touffes de Typha et de Scirpes qui leur offrent une bonne quiétude et de la nourriture. Dès la fin de la nidification, les Fuligules nyroca deviennent grégaires et se regroupent dans le secteur central du plan d'eau.

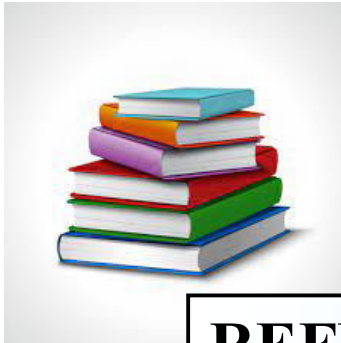
Lors de notre suivi sur terrain, nous avons pu constater que la Foulque macroule était l'espèce la plus fréquente du point de vue proximité par rapport aux deux espèces étudiées au cours de la période d'étude. En fonction de la saison et du secteur où ont été observés nos deux modèles biologiques, ces derniers étaient accompagnés par diverses espèces telles que

les Grèbes castagneux, les poules d'eau, les Sarcelles d'hiver, les Canards colvert, chipeaux, siffleurs, les Grands Cormorans, les Guifettes moustac, les Erismatures à têtes blanches...

De par les résultats obtenus au cours de cette étude, il apparaît que face aux différents facteurs anthropiques et environnementaux, le Grèbe huppé a su s'adapter et optimiser ses chances pour réussir sa reproduction au Lac Tonga. En effet, sa stratégie de survie axée sur le choix : (i) d'un habitat qui procure les ressources trophiques nécessaires, (ii) des sites de nidification adaptés qui permettent une protection efficace contre les prédateurs, a eu pour conséquence l'augmentation des effectifs de sa population et le succès de sa reproduction.

D'autres études seront nécessaires afin d'améliorer la connaissance sur l'écologie du Grèbe huppé qui reste très peu documentée en Afrique du Nord et notamment en Algérie. Ces travaux concerneront aussi bien l'aspect démographique de la population pour déterminer les tendances numériques de l'espèce dans le pays et dans le Maghreb, mais aussi tout ce qui pourrait avoir trait à sa reproduction, son régime alimentaire, son éco-éthologie, ses stratégies d'adaptation aux conditions du milieu, son comportement vis-à-vis d'individus de la même espèce ou ceux d'autres espèces ou encore par rapport aux changements environnementaux...

Des études sur l'utilisation et la sélection des micro-habitats, l'abondance des ressources trophiques et les variables limnologiques notamment, pourraient fournir une caractérisation fine du type d'habitat le plus favorable à ces deux espèces.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

Abbaci H. 1998. Ecologie du Lac Tonga: Cartographie de la végétation, palynothèque et utilisation de l'espace lacustre par l'avifaune. Thèse de Magister. Univ Badji Mokhtar, Annaba.

Abbaci, H. (1999). Ecologie du Lac Tonga: Cartographie de la végétation, Palynothèque et utilisation de l'espace lacustre par l'avifaune. Mémoire de Magister, Université Badji Mokhtar, Annaba.

Abdellioui, S. Bensouilah, T. & Houhamdi, M. (2016). – Abundance and diurnal activity budget of sympatric Podicipedidae species at a Ramsar site in north-east Algeria. *Zoology and Ecology* 25(4): 327–338.

Abdellioui, S. (2017).- *Écologie des Grèbes et du Fuligule nyroca au niveau de Garaet Hadj-Tahar (Complexe de Guerbes-Sanhadja, Skikda, Nord-Est de l'Algérie)*. Thèse de doctorat. Univ.Larbi Ben M'Hidi, Oum El-Bouaghi, Algérie, 199 p.

Abdi S., Merzoug S.E., Tabouche K., Maazi M.-C. & Houhamdi, M. (2016).- Structure des effectifs et stationnement hivernal du fuligule nyroca *Aythya nyroca* dans le complexe des zones humides de Guerbes-Sanhadja (nord-est algérien). *Bull. Soc. zool. Fr.*, 141 (2), 91-102.

Abbott, K.C., Morris, W.F. & Gross, K. (2008).- Simultaneous effects of food limitation and inducible resistance on herbivore population dynamics. *Theoretical Population, Biology*, 73, 63-78.

Abrams, P.A. (2000).- The evolution of predator prey interactions: theory and evidence. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31, 79-105.

Aissaoui, R., Houhamdi, M. & Samraoui, B. (2009).– Eco-Éthologie des Fuligules nyroca *Aythya nyroca* dans le Lac Tonga (Site Ramsar, Parc National d'El-Kala, Nord-Est de l'Algérie). *European Journal of Scientific Research* 28(1): 47–59.

Aissaoui, R., Tahar, A., Saheb, M., Guergueb, E. L. & Houhamdi, M. (2011). – Diurnal behaviour of Ferruginous Duck *Aythya nyroca* wintering at The El-Kala Wetlands (Northeast Algeria). *Bulletin De l'Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences De La Vie* 33 (2): 67–75.

Aissaoui, R. (2012). – Eco-éthologie des Anatidés dans la Numidie orientale : Cas de la Fuligule nyroca *Aythya nyroca* dans le Lac Tonga. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba (Algérie). 167 p.

Ali S-A. et Ripley S-D. (1968).- Handbook of the Birds of India and Pakistan. *Oxford University Press*, Bombay, 1.

Ali, S. & Ripley, S. D. (1978). – Handbook of the birds of India and Pakistan: Together with those of Bangladesh, Nepal, Bhutan and Sri Lanka, Vol. 1. Divers to Hawks. Second Edition. Delhi (India): Oxford University Press. 382 p.

Amokrane, S. (2000).- Approche bioécologique d'un poisson semi-marin : l'Anguille d'Europe « *Anguilla anguilla* Linnaeus 1758 » dans la région d'El-Kala.

Annani F, Al-Farhan AH & Samraoui B. 2012. Aquatic Hemiptera of Northeastern Algeria; Distribution, phenology and conservation. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)* 67: 423-435.

Athamnia, M., Samraoui, F., Kelailia, B., Rouabah, 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.

Athamnia M., (2015). – Ecologie de la reproduction du Gèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* en Algérie. Thèse de Doctorat. Université 8 Mai 1945, Guelma (Algérie). 124 p.

Atoussi, S., Bara, M. & Houhamdi, M. (2013). – Phenology and diurnal behavior of the Tufted Duck *Aythya fuligula* in Garaet Hadj Tahar (Occidental Numidia, Northeast Algeria). *Journal Academica* 3: 117–126.

Atoussi S., (2013). – Etude des rythmes d'activités diurnes des fuligules hivernants dans Garaet Hadj Tahar (Skikda, Nord- Est Algerien). Thèse de Doctorat. Université 8 Mai 1945, Guelma (Algérie). 67 p.

Attab S., (2011).- Amélioration de qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées de la station d'épuration Haoud Berkaoui par l'utilisation d'un filtre à sable local. Thèse de Magister en Biologie. Univ. Kasdi Merbah Ouargla (Algérie). 152 p.

Ayaichia F, (2018). – Etude comparative du régime alimentaire des canards du lac Tonga, Nord-est Algérien. Thèse de Doctorat. Université Université 8 Mai 1945-GUELMA, (Algérie). 131 p.

B

Bandhorf, H. (1970). *Der Zwergtaucher*. Wittenberg, Lutherstadt.

Bandrof, H. 1968. Beitrage zum Verhalten des Zwergtauchers *Podiceps ruficollis* *Vogelwelt*, 7: 61.

Bauer, K. M. & Glutz von Blotzheim, U. N. (1969).– *Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 3*. Frankfurt am Main (Germany): Akademische Verlagsgesellschaft. 504 p.

Beaman, M. & Madge, S., (2003).- Guide encyclopédique des oiseaux du paléarctique occidental. *Nathan, Paris, France, 2003, 872p.*

Belghiti, M.I., Chahlaoui, A., Bengoumi, D. et El Moustaine, R. (2013).- Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de eaux soterraines de la nappe plio-quadernaire dans la région de Meknés (Maroc). *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, n° 14, Juin 2013, pp. 21 - 36.

- Belhadj J., (1996)-.** Contribution à la cartographie des ornithocénoses en Algérie: Atlas de l'avifaune nicheuse du parc national d'El-Kala. *Thèse Magistère INA El-Harrach. Alger.199 p.*
- Bendjama, A. (2007).-** Niveaux de contamination par les métaux lourds du complexe lacustre « Tonga, Oubeira, El-Mellah » du Parc National d'El-Kala. Thèse de Magistère. Université de Badji Mokhtar, Annaba, 180 p.
- Bendjama, A. (2014).-** Variation de la qualité des eaux et son impact sur le sol des zones humides du PNEK. Thèse de doctorat. Université de Badji Mokhtar, Annaba, 238 p.
- Benmtir, S., Bedaif, S., Boucheker. N., Ghérib, A. & Lazli, A. 2020.** Données préliminaires sur l'hivernage du Grand courmoran *Phalacrocorax carbo* dans la numide orientale (Nord-Est Algérien). *Bull. Soc. zool. Fr.*, 2020, 145(2) : 155-167.
- Benmtir, S. 2021.** Hivernage du Grand courmoran *Phalacrocorax carbo* les zones humides la région d'El-Klala. Thèse de Doctorat, Univ. Chadli Bendjedid, El Tarf, Algérie. 148p.
- Benslama M., (1993).-** Contribution à l'étude de la couverture Eco-pédologique et de la matière organique dans la différenciation des sols en milieu humide sous couvert forestier (Bassin versant du lac Tonga P.N.E.K) extrême Est Algérien. *Thèse de Magistère en Sciences Agronomiques INA El-Harrach. Alger.152p*
- Benslama M., (2007).-** Les sols du complexe humide de l'Algérie Nord Orientale (Formation, Organisation et Evolution) *.Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences Agronomiques INA El-Harrach. Alger.315p*
- Benyacoub, S., (1993).-** Ecologie de l'avifaune forestière nicheuse dans la région d'El-Kala (Nord-Est Algérien). Thèse de Doctorat, Univ. de Dijon, 285p.
- Benyacoub, S., Louanchi, M., & Baba Ahmed, R., (1998).** -Plan directeur de gestion du Parc National d'El Kala et du complexe des zones humides (wilaya d'El Tarf), Projet GEF (Global Environment Facility), Banque Mondial. 220p.
- Benyacoub, S. & Chabi, Y., (2000).-**Diagnose écologique de l'avifaune du parc national d'El-Kala. Synthèse, publication de l'université d'Annaba, N°7 (sp), Juin 2000, 98p, Algérie.
- Bernard P (1994).** -Les zones humides, rapport d'évaluation. La documentation française, Paris.391pp.
- Bernard F (2000).-** les oiseaux nicheurs ou bassin Artois-Picardie. Liaison graphique.
- Bezzel E. (1969).** Die Tafelente (Aythya ferina). Wittenberg Lutherstadt: A.Neue Brehm Bücherei/Ziemsen Verlag.
- Birdlife International (2000).–** *Threatened birds of the world.* Barcelona and Cambridge (United Kingdom): Lynx Edicions and BirdLife International. 864 p.
- Birdlife International (2004).–** *Birds in Europe: Population estimates, trends and conservation status.* Cambridge (England): Birdlife Conservation Series N° 12. 374 p.
- Birdlife International (2015).–** IUCN Red List For Birds.

- BirdLife International. 2019. *Podiceps cristatus*. The IUCN Red List of Threatened Species** 2019:e.T22696602A154250080<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20193.RLTS.T22696602A154250080.en>. Accessed on 28 February 2022.
- BirdLife International. 2019. *Aythya nyroca*. The IUCN Red List of Threatened Species** 2019:e.T22680373A152620862<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20193.RLTS.T22680373A152620862.en>. Accessed on 02 March 2022.
- BirdLife International. 2021. *Aythya nyroca*. The IUCN Red List of Threatened Species** 2021:e.T22680373A166204665.<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20213.RLTS.T22680373A166204665.en>. Accessed on 02 March 2022.
- Birouk A. (2015).**- Etude de la diversité avifaunistique des marais d'El-Kennar et Redjla, Taher (Nord-Est de Jijel). Thèse de Magister. Université de Mohammed Es-saddik Jijel.62p.
- Blinov, V.N., Koshelev, A.I. & Yanovskiy, A.P. (1981).**- Struktura koloniy, uspekh razmnozheniya ipovedenie bolshoi poganki (*Podiceps cristatus* L.) naoz. Menzelinskoe (Structure of colonies, breeding success and behaviour of the Great Crested Grebe (*Podiceps cristatus* L.) on Menzelinskoe Lake, West Siberia). *Ekologiya i biotsenoticheskie svyazi pereletnykh ptits Zapadnoi Sibiri*. Nauka Publishers, Novosibirsk: 30-48 (in Russian).
- Blondel J (1969).**- Methodes de denombrement des populations d'oiseaux in Lamotte et Bourlière: problemes d'ecologie : l'échantillonnage des peuplements animaux terrestres. Masson.Paris. 303 : 97-147.
- Blondel J (1975).**- L'analyse des peuplements d'oiseaux, element d'un diagnostic ecologique. I. La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P.). *Revue Ecologie, La Terre et la Vie* 29 : 533-589.**Blondel, J., 1979.** Bibliographie et écologie. Ed. Masson, Paris, 173 p.
- B.N.E.F.(1985).**- Etude du Parc National d'El Kala. Schéma directeur d'aménagement du Parc National d'El Kala.176 p.
- Bologna, G., (1980).**- Les oiseaux du monde.*Tr. Versini, D. ; Ed. Solar, 512p.*
- Boucheker A., Nedjah R., samraoui f., Menai R. & Samraoui b. (2009).** Aspects of the breeding ecology and conservation of the Glossy Ibis in Algeria. *Waterbirds* 32: 345-351.
- Boucheker A. (2009).**- Écologie de l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus* en Numidie (Nord-est Algérien). Thèse de doctorat. Univ. Annaba. 134p.
- Boumaraf W.(2018).**- Evolution des sols des principaux lacs du Parc National d'El Kala sous l'influence de la qualité des eaux. Thèse de doctorat. Univ. Annaba. 117p.
- 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. Thèse de doctorat, Université de Montpellier (France). 254 p.

- Boumezbeur, A., Moali, A. & Isenmann, P. (2005).** – Nidification du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* et de L'Echasse blanche *Himantopus himantopus* en zone saharienne (El Goléa, Algérie). *Alauda* 73(2): 143–144.
- Bourliere F. 1950.** Senescence and rate of wound healing in the rat. *Revue médicale de Liège*, 5(20), pp.71-669.
- Bouzlama, Z., Lambrechts, M. M., Ziane, N., Djenidi, R. & Chabi, Y. (2002).** – The effect of nest ectoparasites on parental provisioning in a north-African population of the Blue Tit *Parus caeruleus*. *Ibis* 144 : 73– 78.
- Brehme, S., Hahnke, H., Mielke, M., Helbic, A. J. & Ehmig, G. (1994).**– Beiträge sur Wintervogelwelt Algeriens mit ernährungsökologischen Beobachtungen speziell an Sylviiden. *Vogelwelt* 115: 227 – 241.
- Broekhuysen, G.J. & Frost, P.G.H. (1968).**-Nesting behaviour of the Black-necked Grebe *Podiceps nigricollis* (Brehm) in Southern Africa. I. The reaction of disturbed incubating birds. *Bonn. zool. Beitr.*, 19, 350-361.
- Broekhuysen, G.J. (1973).**- Behavioural responses of Dabchicks *Podiceps ruficollis* to disturbances while incubating. *Ostrich*, 44, 111-117.
- Brown, L. H., Urban, E. K. & Newman, K. (1982).**– *The Birds of Africa, Volume I*. London (United Kingdom): Academic Press. 521 p.
- Brown, C. R. & Bryant, D. M. (1996).**– Energy expenditure during molt in Dippers (*Cinclus cinclus*): No evidence of elevated costs. *Physiological Zoology* 65: 1036–1056.
- Brown, J. S. (2000).** – Foraging ecology of animals in response to heterogeneous environments. Pp. 181–214. *In*: Hutchings, M. J., John, E. A. & Stewart, A. J. A. (eds.). *The ecological consequences of environmental heterogeneity: the 40th symposium of the British Ecological Society*. University of Sussex, 23–25 March 1999. Oxford (England): Blackwell Science. 434 p.
- Bukacinska, M., Bukacinski, D. & Jablonski, P. (1993).**- Colonial and non colonial GreatCrested Grebes (*Podiceps cristatus*) at Lake Łuknajno: Nest site characteristics, clutch size and egg biometry. *Colonial Waterbirds*, 16 (2), 111-118.
- Burger J. 1974.** Determinants of colony and nest-site selection in the Silver Grebe *Podiceps occipitalis* and Rolland's Grebe *Rollandia Rolland*. *Condor* 76: 301- 306.
- Burger J. & Gochfeld M. 1988.** Habitat selection in mew gulls : small colonies and site plasticity. *Wilson Bulletin*, 100 : 395-410.

C

- Campredon, P. (1982).** – Démographie et écologie du Canard Siffleur *Anas penelope* L. pendant son hivernage en France. Thèse de doctorat. Université des Sciences et Techniques de Montpellier, Montpellier (France). 161 p.

Campredon, P. (1984). – Comportement alimentaire du Canard siffleur (*Anas penelope* L.) en période hivernale. *Gibier Faune Sauvage* 3 : 5–20.

Chalabi, B., 1990. Contribution à l'étude de l'importance des zones humides algériennes pour la protection de l'avifaune. Cas du Lac Tonga (P.N.E.K). *Thèse magister. INA. Alger* 133p

Chalabi, B., J.Skinner, J.Harrison & G. Van Duk 1985. Les zones humides de Nord Est Algérien en 1984 WIWO N°8. Zeist/NL.

Chettibi, F., Khelifa, R., Aberkane, M., Bouslama, Z. & Houhamdi, M. (2013). – Diurnal activity budget and breeding ecology of the White-headed Duck *Oxyura leucocephala* at Lake Tonga (North-east Algeria). *Zoology and Ecology* 23(3): 183–190.

Chettibi, F. (2014). – 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. Université Badji Mokhtar, Annaba (Algérie). 126 p.

Cheriet, S., Samraoui, F., Alfarhan, A. H. & Samraoui, B. (2015).– Factors affecting nesting success in the Great-crested Grebe *Podiceps cristatus* at Lake Tonga, north-east Algeria. *Ostrich* 86(3): 239-245.

Cheriet, S. (2016).– Écologie de la reproduction du Grèbe huppé *Podiceps cristatus* au Lac Tonga. Thèse de Doctorat, Université Guelma, Algérie, 125 p.

Chown, D. & Linsley, M. (1994).– *Wetlands in Northern Algeria and Coastal Tunisia. An PSPB Waterfowl Survey December 1991 to March 1992.* Cambridge (United Kingdom): Research Department of the Royal Society for the Protection of Birds.178 p.

Cramp S & Simmons KEL. 1977. The birds of the Western Palearctic. Vol I. *Oxford. University Press, Oxford.*

Cramp, S. L., Simmons, K. E. L., Snow, D. W. & Perrins, C. M. (1998). The Complete Birds of the Western Palearctic on CD-ROM. Version 1.0 for PC. Oxford University Press.London, UK.

D

Dajoz, R. (1971). – Précis d'écologie. Paris (France) : Dunod. 434 p.

Dajoz, R. (2006). Précis d'écologie. Cours et question de réflexion. Dunod. Paris.

Dans Band 1: Gaviiformes to Phoenicopteriformes. Frankfurt am Main (Germany): Akademische Verlagsgesellschaft.483 p.

De Bélair G & Bencheikh LM. 1987. Composition et déterminisme de la végétation d'une plaine côtière marécageuse: La Mafragh (Annaba, Algérie). *Bulletin d'Ecologie* 18: 393- 407.

- De Belair, G. (1990).** Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre écosystèmes lacustre et marécageux (El-Kala Est Algérien). Thèse de doctorat. Université Montpellier 2.
- De Bélair G & Samraoui B. 1994.** Death of a lake: Lac Noir in northeastern Algeria. *Environmental Conservation* 21: 169- 172.
- Dehbi M. (2021).**- Contamination en éléments traces métalliques (ETM) des eaux de surface et des sédiments estuariens du bassin versant de la Soummam. Thèse de Doctorat. Université de Ferhat Abbas - Setif1. 173 p.
- Delarras., C. et Trébaol, B. (2003).**- Surveillance sanitaire et Microbiologique des eaux Réglementation, prélèvements, Analyses. Lavoisier : Tec & Doc. Paris. 249 p.
- Delarras C. (2007).**- Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyses ou de contrôle sanitaire. Lavoisier : Tec & Doc. Paris.463 p.
- Del Hoyo, J., Elliot, A. & Sargatal, J. (1992).**- *Handbook of the Birds of the World*, vol. 1: *Ostrich to Ducks*. Lynx Edicions, Barcelona.
- Del Hoyo, J., Collar, N. J. (2014).**- *HBW and BirdLife International Illustrated Checklist of the Birds of the World*.Volume 1. Lynx Edicions and BirdLife International.Barcelona, Spain and Cambridge, U. K.
- Devallois, V. (2009).**- Transferts et mobilité des éléments traces Métalliques dans la colonne sédimentaire Des hydrosystèmes continentaux. Thèse de doctorat. Académie d'Aix-Marseille Université de Provence (in French).
- DGF. (2003).**- Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar : La Réserve Intégrale du Lac Tonga, Wilaya d'El Tarf. Direction générale des Forêts. Alger.
- Dimon, F., Dovonou , F., Adjahossou, N., Chouti, W., Mama, D., Alassane, A. & Boukari, M. (2014).** Caractérisation physico-chimique du lac Ahémé (Sud Bénin) et mise en relief de la pollution des sédiments par le plomb, le zinc et l'arsenic. *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie.*, **37** : 36- 42.
- Dittberner, W. 1996.** Die Vogelwelt der Uckermark. Verlag Erich Hoyer, Galenbeck.
- Djamai, S. (2020).**- Variations Spatiales des Macro-invertébrés benthiques dans le lac Tonga (El-Kala – Wilaya El-Tarf). Thèse de Doctorat. Université Mohamed Boudiaf - M'sila. 156 p.
- Djebbari, N, Boudjadi Z & Bensouilah M. (2009).**- L'infestation de l'anguille *Anguilla anguilla* Linné, 1758 par le parasite *Anguillicola crassus* Kuahara, Niimi & Itagaki. 1974 dans le complexe de zones humides d'El Kala (Nord Est Algérien). Bulletin de l'Institut Scientifique (Sciences de la Vie) 31: 45- 50.
- Djelailia, A. Baaziz, N., Samraoui, F., Ahmed H, Alfarhan . & Boudjéma Samraoui 2017.** Distribution and breeding ecology of the Ferruginous Duck *Aythya nyroca* in Algeria. *Ostrich*, 88: 1-8.

Djelailia S, 2017. – Ecologie de la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du lac Tonga, Nord-est de l'Algérie Thèse de Doctorat. Université Université 8 Mai 1945-GUELMA, (Algérie). 155p.

Doornbos, G. 1984. Piscivorous birds on the saline lake Grevelingen, the Netherlands: abundance, prey selection and annual food consumption. *Netherlands Journal of Sea Research* 18: 457- 479.

Draïdi K., Bakhouch B., Tlailia S., Houhamdi M. et Bouslama Z. (2013) Le Fuligule Nyroca (*Aythya Nyroca*) dans le Lac Tonga (Nord Est de l'Algérie): Dénombrement et Étude des Rythmes d'Activités. *European Journal of Scientific Research*, 103(2), pp. 333-342.

Draïdi, K. (2014). – Le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) dans le lac Tonga (Nord-est de l'Algérie) : Etude du budget temps, stratégie d'hivernage et étude de l'écologie parasitaire. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba (Algérie). 188 p.

Duboc, P. 1982. Notes sur la biologie et la répartition du Grèbe huppé (*Podiceps cristatus*) en Auvergne. *Le Grand Duc* 161: 16- 27.

Dubois, P.J. & Perennou, C. (1997).— Protection d'une espèce menacée, l'Erismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*). *Ornithos* 4-2, pp49-53.

Durand, J.H. 1952. Les sols du bassin versant du lac Tonga (carte au 1/50 000) S.E.S, Alger. 12p

Durand, J.-H. 1954. Les sols du bassin versant du lac Tonga (Algérie). Direction du service de la colonisation et de l'Hydraulique. Gouvernement Général de l'Algérie. 254 p.

Dupuy, A., 1969. Catalogue ornithologique du Sahara algérien. *L'oiseau et R.F.O.*, 39 : 140-160.

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.*, 26 (2), 85-92.

Elafri, A. (2017).- Inventaire et écologie du peuplement d'oiseaux aquatiques dans un site Ramsar du Nord-est algérien (Lac Tonga, wilaya El-Tarf). Thèse de Doctorat. Université de Ferhat Abbas Sétif 1. 131 p.

Elmberg, J., Nummi, P., Poysa, H. & Sjobers, K. (1993).— Factors affecting species number and density of Dabbling Duck Guilds in Northern Europe. *Ecography* 16: 251–260.

Emberger, L. (1955). – Une classification biogéographique des climats. Recueil des travaux du laboratoire de Botanique, Géologie et Zoologie, de la Faculté des Sciences de l'Université de Montpellier (France)7: 3 – 43.

Emberger, L. (1955). Une classification biogéographique des climats. Trac.Bot.géo. Zool. Fasc. Scie : Montpellier, série botanique, 7: 3-43.

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

Etchecopar, R.D. et H ÜE, F. (1964). *Les oiseaux du nord de l'Afrique, de la Mer Rouge aux Canaris*. Ed. Boubée, Paris. 606p.

F

Faurie, C., Ferra, C., Medori, P., Devot, J., Hemptienne, J. L., 2003.- Ecologie. Approche scientifique et pratique, 5ème édition. Edditions TEC & DOC, Paris.

Fjeldså, J. (1973). – Antagonistic and heterosexual behaviour of the Horned Grebe, *Podiceps auritus*. *Sterna* 12: 161–217.

Fjeldså, J. 2004. The Grebes: Podicipedidae. Oxford (United Kingdom), Oxford University Press,264 p.

Fiala, K.L. (1966).-Ecothau. Synthèse des résultats – Archimer - Laboratoire Arago, Université P.M. Curie et U.A. CNRS 117, 66650 ... Faculté des Sciences de Montpellier, 25 Juin 1966,96p.

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), pp. 299-305.

Fustec, E. & Lefeuvre, J.-C., (2000).- Fonctions et valeurs des zones humides.Dunod, 426 P.

G

Géroudet, P. (1946).- La vie des oiseaux: Les palmipèdes, vol III. *Délachaux & Niestlé, Neuchâtel*.

Geroudet P. (1969). - *Les palmipèdes*. Ed. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel. 284p.

Ghalmi R. (1997).- *Étude préliminaire du régime alimentaire de la loutre (Lutra lutra) dans le nord-est algérien (Parc National d'El Kala)*. Mémoire D.E.S, Université de liège, 57 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.
- GOC, M. (1986).**-Colonial versus territorial breeding of the great crested grebe *Podiceps cristatus* on Lake Dru.no. *Acta Ornithologica*, 22, 95-145.
- Gorski, W., Jakuczun, B., Nitecki, C. & Petryna, A. (1977).**– Investigation of oil pollution on the Polish Baltic Coast In 1974–1975. *Przełąd Zoologiczny*21(1): 20–23.
- Gorski, W. & Gorska, E. (1997).**– Breeding ecology of the Tufet Duck *Aythya fuligula* on the west Pomeranian (NW Poland) lakes in the years 1987–1989. *Acta ornithologica* 32: 157–165.
- Green, A. J. & Anstey, S. (1992).** – The Status of the White-Headed Duck *Oxyura leucocephala*. *Bird Conservation International* 2: 185–200.
- Green, A. J. (1993).** – *The status and conservation of the Marbled Teal Marmaronetta angustirostris*. Slimbridge (United Kingdom): International Waterfowl and Wetlands Research Bureau, Special Publication No. 23.107 p.
- Green, A. J. (1995).** – Observations of Ferruginous Duck at Sidi Bou Ghaba, Morocco. *Threatened Waterfowl Specialist Group Newsletter* 7: 18.
- Green, A. J., Fox, A. D., Hughes, B., Yarar, M. & Salathé, T. (1996).**– Threats to Burdur Lake Ecosystem, Turkey and its waterbirds particularly the White-Headed Duck *Oxyura leucocephala*. *Biological Conservation* 76: 241–252.
- Green, A. J. (1998a).** – Comparative feeding behaviour and niche organisation in a mediterranean Duck community. *Canadian Journal of Zoology* 76(3): 500–507.
- Green, A. J. (1998b).** – Habitat selection by the Marbled Teal *Marmaronetta angustirostris*, Ferruginous Duck *Aythya nyroca* and other Ducks in The Goksu Delta, Turkey in late summer. *Ecologie: La Terre et La Vie* 53: 225–243.
- Green, A. J., Fox, A. D., Hughes, B. & Hilton, G. M. (1999).**– Time-activity budgets and site selection of White-headed Ducks *Oxyura leucocephala* at Burdur Lake, Turkey in late winter. *Bird Study* 46: 62–73.
- Green, A. J. & El Hamzaoui, M. (2000).**– Diurnal behaviour and habitat use of non breeding Marbled Teal, *Marmaronetta angustirostris*. *Canadian Journal of Zoology* 78: 2112–2118.

Green, A. J., El Hamzaoui, M., El Agbani, M. A. & Franchimont, J. (2002).– The conservation status of Moroccan wetlands with particular reference to waterbirds and to changes since 1978. *Biological Conservation* 104: 71–82.

Green, A. J. & El Hamzaoui, M. (2006).– Interspecific associations in habitat use between Marbled teal and other waterbirds wintering at Sidi Boughaba, Morocco. *Ardeola* 53: 99–106.

Grzimek, B. & Fontaine, M., (1972).– Le monde animal. Tome VII. *Stauffacher S.A., Zurich, 1972, 556p.*

Gwiazda, R. (1997). – Foraging ecology of the Great Crested Grebe (*Podiceps cristatus L.*) at amesotrophic-eutrophic Reservoir. *Hydrobiologia* 353: 39–43.

H

Hafedh-Hamza, M., Added, A., Frances, A. & Odriguez, R. (2007).– Validité de l'application des méthodes de vulnérabilité DRASTIC, SINTACS et SI à l'étude de la pollution par les nitrates dans la nappe phréatique de Metline–Ras Jebel–Raf Raf (Nord-Est tunisien). *Comptes Rendus Geosciences.*, **339** (7), 493-505.

Harbi, S. (2006). Etude de la biologie de reproduction de deux populations de Rallidae : La Poule d'eau *Gallinula chloropus* et la Talève sultane *Porphyrio porphyrio* dans le Nord-est Algérien. *Mémoire d'ingénieur.* Univ. Badji Mokhtar, Annaba (Algérie),

Havlin, J. (1970).– Breeding season and success in the Coot. *Zoologicke Listy*, 19, 35-53.

Heim De Balsac, H. & Mayaud, V. (1962). – Les oiseaux du Nord-Ouest de l'Afrique : Distribution géographique, écologie, migration, reproduction. Paris (France): Lechevalier. 486p.

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

Heinzel H., Richard, F. & Parslow J. 2005. Guide Heinzel des oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-orient. Delachaux et Niestlé, Paris, France.

Heinzel, H., Fitter, R. S. R., Parslow, J. L. F. & Cuisin, M. (2008). *Guide Heinzel des oiseaux d'Europe d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient.* Delachaux et Niestlé. Paris.

HCEFLCD. (2007) « **Haut-commissariat Aux Eaux et Forêt et la Lutte Contre la Désertification (HCEFLCD).**– Etude diagnostique de la zone humide AL Massira-Faija, cercle d'EL Bouri et Cercle de Settat (Maroc), 242 p.

Houhamdi, M. & Samraoui, B. (2001). – Diurnal time budget of wintering Teal *Anas crecca* at Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Wildfowl* 52: 87–96.

Houhamdi, M. (2002). – Ecologie des peuplements aviens du Lac des Oiseaux. Thèse de doctorat d'état. Université adjji Mokhtar, Annaba (Algérie). 146 p.

Houhamdi, M. & Samraoui, B. (2002). – Occupation spatio-temporelle par l'avifaune aquatique du Lac des oiseaux (Algérie). *Alauda* 70: 301–310.

Houhamdi, M. & Samraoui, B. (2003). – Diurnal behaviour of wintering Wigeon Anas Penelope at Lac Des Oiseaux, Northeast Algeria. *Wildfowl* 54: 51–62.

Houhamdi, M. & Samraoui, B. (2008). – Diurnal and nocturnal behaviour of Ferruginous Duck *Aythya nyroca* at Lac Des Oiseaux, Northeast Algeria. *Ardeola* 55: 59–69.

Houhamdi, M. & SAMRAOUI, B. (2008).– Diurnal and nocturnal behaviour of Ferruginous duck *Aythya nyroca* at Lac des Oiseaux, Northeast Algeria. *Ardeola*, 55 (1), 59-69.

Houmani M. (2012).– Ecologie du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) dans le Nord-Est Algérien : Lac Tonga. Thèse de Magistère. Université Badji Mokhtar-Annaba. 48 p.

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

Hurtrez-Boussès, S., Renaud, F., Blondel, J., Perret, P. & Galan, M. J. (2000). – Effects of ectoparasites of young on parents' behavior in a Mediterranean population of blue tits. *Journal of Avian Biology* 31: 266–269.

I

Islam, Z. U. (2003). – Ferruginous Duck in India. Pp. 104–113. In: Petkov, N., Hughes, B. & Gallo-Orsi, U. (eds.). *Ferruginous Duck: From research to conservation*. International Meeting Proceedings. Sofia (Bulgaria), 11–14 October 2002. Conservation Series No 6. Sofia (Bulgaria): Birdlife International, Bulgarian Society for The Protection of Birds - Threatened Waterfowl Specialists Group. 144 p.

Isenmann, P. & Moali, A. (2000). – Oiseaux d'Algérie. Paris (France) : Société d'Etudes Ornithologiques De France. 336 p.

Isenmann, P., Gaultier, T., El-Hili, A., Azafzaf, H., Dlensi, H. & Smart, M. (2005). Oiseaux de Tunisie. Paris (France) : Société d'Etudes Ornithologiques De France. 432 p.

Isenmann, P. & Moali, A. (2000). – Oiseaux d'Algérie. Paris (France) : Société d'Etudes Ornithologiques De France. 336 p.

J

Jacobs, P & Ochando, B. 1979. Répartition géographique et importance numérique des anatidés hivernants en Algérie. *Gerfaut*, 69 : 239-251.

Jacob, J. P. & Courbet, B. (1980). Oiseaux de mer nicheurs sur la Cote Algérienne. *Gerfaut*, 70: 385-401.

Jamieson, I. G. & McRae, S.B., Simmons, R.E., & Trewby, M. (2000).– High rates of conspecific brood parasitism and egg rejection in Coots and Moorhens in ephemeral wetlands in Namibia. *Auk*, 117: 250-255.

Järvinen, A. & Väisänen, R.A. (1983).-Egg size and related reproductive traits in a southern passerine *Ficedula hypoleuca* breeding in an extreme northern environment. *Ornis Scandinavica*, 14, 253-262.

Joleaud, L. 1936. Etude géologique de la région de la Calle. Imprimerie la Typo-LithoCarbonel, Alger.

Joleaud, L. 1936. Etude géologique de la région de Bone et la Calle, 2ème série : stratigraphie et description générale. Typo-litho & Jules Carbon. Alger.

Journal officiel de la république algérienne (JORA). (2011).- Qualité de l'Eau de Consommation Humaine, Imprimerie Officielle, Les Vergers: Bir-mourad Rais.Algiers, Algeria, pp. 7-25 (in French).

K

Kadid, Y., 1989. Contribution à l'étude de la végétation aquatique du Lac Tonga. Parc National d'El-kala. Thèse ingénieur agronome. INA. Alger 106p.

Kadid, Y., Thébaud, G., Pétel, G. & Abdelkrim, H. (2007). Les communautés végétales aquatiques de la classe des Potametea du lac Tonga, El-Kala, Algérie. *Acta Botanica Gallica*, 154: 597-618.

Kaf A. (2011). -Valeur écologique de la Garaet de timerguanine. Thèse de master 1-15,51-52p

Kear J. (2005). Ducks, geese and swans volume 2: species accounts (Cairina to Mergus). Oxford University Press, Oxford, U.K.

Keller, V. 1989. – Egg-covering behavior by Great Crested Grebes *Podiceps cristatus*. *Ornis Scandinavica* 20: 129–131.

Keller, V. (1988).- Zur Frage der Anpassung brütender Haubentaucher *Podiceps cristatus* an Bedingungen ihres vom Menschen als Erholungsgebiet genutzten Bruthabitats. Dissertation Universität Bern.

Keller, V. (1992).- Schutzzonen für Wasservögel zur Vermeidung von Störungen durch Menschen:wissenschaftliche Grundlagen ihre Umsetzung in die Praxis. *Der Ornithologische Beobachter*,89, 217-223.

Kim, S.-Y.& Monaghan, P. 2005.Interacting effects of nest shelter and breeder quality on behavior and breeding performance of herring gulls. *Anim. Behav.*, 69, 301-306.

Konter, A.2001.Grebes of our world. Barcelona (Spain): Lynx Edicions. 187 p.

Konter, A. 2004. Caring for the off-Spring with changing water levels in *Tachybaptus ruficollis*. *Regulus Wissenschaftliche Berichte* 20: 1–7.

Konter, A. 2007. Zur Brutnachbarschaft von Haubentaucher *Podiceps cristatus* und Blässhuhn *Fulica atra*. *Regulus* 22: 20-29.

Konter, A. 2008a. Colonial nesting in the Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* (Linné 1758). Research Results from a Colony on the Dutch IJsselmeer in Comparison to Other Studies on Colonial Nesting in the Species. Luxembourg: Ferrantia 56, Musée national d'histoire naturelle. 121 p.

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

L

Lack, D. (1950). The breeding season of European birds. *Ibis*. 92: 288-316.

Lack, D. (1966). Population studies of birds. Clarendon press, Oxford.

Landscape Amenagement Co. (1998). Plan directeur de gestion du Parc National d'El Kala et du complexe des zones humides + 16 cartes au 1/25 000. Agence nationale pour la conservation de la nature. Algérie.

LARDJANE-HAMITI, A., METNA, F., MERABET, S., RAKEM, K., BOUKHEMZA, M. & HOUHAMDI, M. (2013).- Quelques aspects éthologiques du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* (Anatidae) dans la réserve naturelle du lac de Réghaia (Algérie). *Bull. Soc. zool. Fr.*, 138 (1-4), 103-113.

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 niveau du lac Tonga. Thèse de Doctorat. Université Abderrahmane Mira, Béjaia (Algérie). 123 p.

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.

Lazli, A., Boumezbeur, A., Moali, A., (2012).- Statut et phénologie de la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au Lac Tonga (Algérie). *Alauda*, 80(3): 219–228.

Lazli, A., Nouar, I., Chater, N. & Moali, A. (2014).- Diurnal behaviour of breeding White-headed Duck *Oxyura leucocephala* at Lake Tonga, North-east Algeria. *Terre et Vie.*, **69**, 131-141.

- Lazli, A., Benmetir, S., Bediaf, 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.
- Lawniczak, D. (1982).**- On the ecology and biology of Great Crested Grebe (*Podiceps cristatus*), Rednecked Grebe (*Podiceps griseigena*) and Blacknecked Grebe (*Podiceps nigricollis*) breeding on the fish-ponds near Milicz. *Acta Universitatis Wratislaviensis*, **487**, 63-81.
- Lebedeva N-V. et Markitan L-V. (2001).** Problems of Population Dynamics of the White-eyed Pochard (*Aythya nyroca* Guld., 1770) in the Eastern Sea of Azov Region. *Russian Journal of Ecology*, **32**(6), pp.425-431
- Ledant J.P., Jacobs J.P., Jacobs P., MALHER F., OCHANDO B. & ROCHE J. (1981).** - Mise à jour de l'avifaune algérienne. *Gerfaut*, **71** : 295-398.
- Ledant J.P. & Van dijk G. (1987).** - Situation des zones humides algériennes et leur avifauna. *Aves*, **14** : 217-232.
- Le Fur, R., 1981.** Notes sur l'avifaune algérienne II. *Alauda*, **49** :295-299.
- Le Fur, R. (1984).** – Notes d'ornithologie saharienne. *Alauda* **52**: 309–310.
- Legendre, P., Legendre, L., (1979).**– Écologie numérique: la structure des données écologiques, Tome 2. Masson, Paris.
- Le Houerou, H.N.,(1995).**- Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique, diversité biologique développement durable et désertification. *Options médit.*, série B,**10**, 396p.
- Leys, H.N., Marbus, J. & De wilde, J.J.F.E. 1969.** Waarnemingen bij een broedpopulatie van Futen (*Podiceps cristatus* L.) in Oostelijk Flevoland. *De Levende Natuur*, **72**, 97-141.
- Leys, H.N. & De wilde, J.J.F.E. 1971.**Het voorkomen van de Fuut (*Podiceps cristatus*) in Nederland. *Limosa*, **44**, 133-183.
- Limona, F., Del Hoyo, J., Christie, D. A., Jutglar, F. & Kirwan, G. M. (2014a).**– Great Crested Grebe (*Podiceps cristatus*).In: Del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D. A. & De Juana, E. (eds.). *Handbook of the birds of the world alive*. Barcelona (Spain): Lynx Edicions.
- Limona, F., Del Hoyo, J., Christie, D. A., Jutglar, F., Garcia, E. F. J. & Kirwan, G. M. (2014b).** – Little Grebe (*Tachybaptus ruficollis*).In: Del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & De Juana, E. (eds.). *Handbook of the birds of the world alive*.Barcelona (Spain):Lynx Edicions.
- Llimona, F., Del Hoyo, J., Christie, D. A., Jutglar, F. & Kirwan, G. M. (2015).**– Black-Necked Grebe (*Podiceps nigricollis*).In: Del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D. A. & De Juana, E. (eds.). *Handbook of the birds of the world alive*.Barcelona (Spain): Lynx Edicions.
- Losange. (2007).** – *Oiseaux De France*. Chamalières (France): Artemis Editions. 144 p.

Loucif N, Meddour A & Samraoui B. (2009).- Biodiversité des Parasites chez *Anguilla anguilla* Linnaeus, 1758 Dans le Parc National D'El- Kala, Algérie. *European Journal of Scientific Research*. 25: 300- 309.

Loucif, K., Neffar, S., Menasria, T., Maazi, M.C., Houhamdi, M. & Chenchouni, H. (2020).- Physico-chemical and bacteriological quality assessment of surface water at Lake Tonga in Algeria. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management.*, **13**, 100-284.

Lyon BE. (1993).- Conspecific brood parasitism as a flexible female reproductive tactic American coots. *Animal Behavior* 46: 911- 928.

Lyon BE. (2003).- Egg recognition and counting reduce costs of avian conspecific brood parasitism. *Nature* 422: 495- 499.

M

Maas. S, 2013. Rapport final : Synthèse de la phase test en région Franche-Comté. PPNMEFC, CEN FC, LPO FC, CBN FC-ORI, RNN Lac de Remoray, FEDER et Agence de l'eau RMC : 142p.

Madge, S. & Burn, H. (1988).– *Wildfowl: An identification guide to the Ducks, Geese and Swans of the World*. London (United Kingdom): Christopher Helm. 298 p.

Makhoukh, M., Sbaa, M., Berrahou, A. & Van-Clooster, M. (2011).- Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya (Maroc oriental). *Larhyss Journal.*, **09**, 149-169.

Marchant, S. & Higgins, P.J., 1990.Handbook of Australian, New Zealand and Antarctic birds. *Vol 1. Ratites to Ducks Oxford University Press, Oxford*.

McRae, S. B. (1997).- Identifying eggs of conspecific brood parasites in the field: a cautionary note. *Ibis*, 139: 701-704.
Mecif F., Bouchecker A et Lazli A. (2020). Biologie de la reproduction du Grèbe huppé *Podiceps cristatus* au Lac Tonga (Nord-Est Algérien). *Bull. Soc. zool. Fr.*, 2020, 145(3) : 225-246.

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.

Meeddat –Mnhn. (2009a). – Fiche projet « Fuligule nyroca *Aythya nyroca* ». Cahiers d'Habitat « Oiseaux ». Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire/Museum National d'Histoire Naturelle. 4 p.

Meeddat –Mnhn. (2009b). – Fiche projet « Grèbe à cou noir *Podiceps nigricollis* ». Cahiers d'Habitat « Oiseaux ». Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire/Museum National d'Histoire Naturelle. 4 p.

Meeddat –Mnhn. (2009c). – Fiche projet « Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* ». Cahiers d'Habitat « Oiseaux ». Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire/Museum National d'Histoire Naturelle. 4 p.

- Meeddat –Mnhn. (2009d).** – Fiche projet « Grèbe huppé *Podiceps cristatus* ». Cahiers d'Habitat « Oiseaux ». Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire/Museum National d'Histoire Naturelle. 4 p.
- Melville, D. S. & Shortridge, K. F. (2006).**– Migratory waterbirds and avian influenza. In the East Asian-Australasian flyway with particular reference to the 2003–2004 H5N1 Outbreak. Pp. 432–438. In: Boere, G., Galbraith, C. & Stroud, D. (eds.). *Waterbirds around the world*. Edinburgh (United Kingdom): The Stationary Office. 960 p.
- Meddour A & Bouderdia K. (2011).**- Biodiversité et développement piscicole au lac Oubeira (Parc National El- Kala, Algérie). The Inter-Islamic Sciences & Technology Network on Oceanography, INOC-MPRH Report 7: 42- 51.
- Medwet. (1998).**- *Le lac Tonga. Fiche descriptive*. DGF.Ben-Aknoun - Alger. 7 p.
- Melde, M. (1973).**- Der Haubentaucher (*Podiceps cristatus*). *Neue Brehm-Bücherei* 461, Wittenberg-Lutherstadt
- 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.
- Meniaia, Z., Samraoui, F., Alfarhan, A. H., Samraoui, B., (2014).**- Nest–site selection, breeding success and brood parasitism in the common moorhen *Gallinula chloropus* in Algeria. *Zoology and Ecology*, 24: 305–313.
- Merzoug, S. E., Amor Abda, W., Belhamra, M. & Houhamdi, M. (2014).**– Eco-ethology of the wintering Ferruginous Duck *Aythya nyroca* (Anatidae) in Garaet Hadj-Tahar (Guerbes-Sanhadja, Northeast of Algeria). *Zoology and Ecology* 24(4): 297–304.
- Merzoug, A., Bara, M. & Houhamdi, M. (2015).**– Diurnal time budget of Gadwall *Anas strepera* in Guerbes-Sanhadja Wetlands (Skikda, Northeast Algeria). *Zoology and Ecology*. 25 (2): 101–105.
- Merzoug, S. E. (2015).** – Structure du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* dans les zones humides du littoral Est de l'Algérie : Statut et description des habitats. Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou (Algérie). 145 p.
- Metallaoui, S. & Houhamdi, M. (2008).** – Données préliminaires sur l'avifaune aquatique de la Garaet Hadj-Tahar (Skikda, Nord-Est algérien). *African Bird Club Bulletin* 15: 71–76.
- Metallaoui, S., Atoussi, S., Merzoug, A. & Houhamdi, M. (2009).** – Hivernage de l'Érismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) dans Garaet Hadj-Tahar (Skikda, Nord-Est de l'Algérie). *Aves* 46: 136–140.
- Metallaoui, S. & Merzoug, A. (2009).** – Observation hivernale de la Nette rousse *Netta rufina* près de Skikda (Algérie). *Alauda* 77(1): 57.

Metallaoui, S. (2010). Ecologie de l'avifaune aquatique hivernante dans Garaet Hadj- Tahar (Numidie occidentale, Nord-Est de l'Algérie). Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar. Annaba.

Metallaoui, S., Dziri, H., Bourenne, M. & Benguiba, M. (2013). – Valeurs ornithologiques des zones humides de l'éco-complexe de Guerbes-Sanhadja (Skikda, Nord-Est de l'Algérie). *Bulletin of The Mediterranean Waterbirds* 1: 9–17.

Metallaoui, S., Maazi, M. C., Saheb, M., Houhamdi, M. & Barbraud, C. (2014).– A comparative study of the diurnal behaviour of the Northern Shoveller (*Anas clypeata*) during the wintering season at Garaet Hadj-Tahar (North-East Algeria) and Garaet Timerganine (Algerian Highlands). *Turkish Journal of Zoology* 38: 158–167.

Moali, A. (1999). – Déterminisme écologique de la distribution biologique des populations des Oiseaux nicheurs en Kabylie. Thèse de Doctorat d'Etat. Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou (Algérie). 285 pages.

Moskal, J. & Marsalek, J. 1986. Effect of habitat and nest distribution on the breeding success of the great crested grebe *Podiceps cristatus* on Lake arnowieckie. *Acta Ornithologica*, 22, 147-158.

MPRH/ONDPA(2004).- Fonctionnement des lacs Mellah, Oubeira, Tonga et des oiseaux. Pp 173-250.

Mullarney, K., Svensson, L., Zetterstrom, D. & Grant, P.J., (2004).- Le guide ornitho. *Delachaux et Niestlé, Paris, 2004, 400p.*

Mullarney, K., Svensson, L., Zetterström, D., Peter, J. & Grant, J. (2007).– *Guide ornitho, les 848 espèces d'Europe en 4000 dessins.* Paris (France): Delachaux et Nestlé. 399 p.

N

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

Naili S. (2022). – Contribution à la caractérisation de la pollution au plomb au Lac Tonga (Nord-est algérien). Thèse de doctorat, Université Chadli Bendjedid El Tarf. 189 p.

Nedjah, R., Bouchecker, A., Samraoui, F., Menai, R., Alfarhan, A., Al-Rasheid, K. A. & Samraoui, B. (2010). - Breeding ecology of the Purple Heron *Ardea purpurea* in Numidia, north-eastern Algeria. *Ostrich*, 81: 189-196.

Nedjah, R. (2011).- Ecologie de l'Héron pourpre *Ardea purpurea* en Numidie (Nord -est Algérien). Thèse de Doctorat. Université de Babdji Mokhtar. Annaba.

Nedjah, R., Samraoui, F., Bouchecker, A., Alfarhan, A. H. & Samraoui, B. (2014).- On the breeding of the Grey Heron *Ardea cinerea* in Algeria. *Zoology and Ecology*, 24: 208-214.

- Newton, I. (1998).**- Population limitation in birds. London (England): Academic Press. 597p.
- Ngaram, N. (2011).**- Contribution à l'étude analytique des polluants (en particulier de type métaux lourds) dans les eaux du fleuve Chari lors de sa traversée de la ville de N'Djamena. Thèse De Doctorat. Université de Lyon. 166 p.
- Nilsson, L. (1970).** – Food seeking activity of South Swedish Diving Ducks in the non-breeding season. *Oikos* 21: 145–154.

O

- Odonoghue, M. & Krebs, C. J. (1992).** – Effects of supplemental food on snowshoe hare reproduction and juvenile growth at a cyclic population peak. *Journal of Animal Ecology* 61: 631–641.
- O'Donnel, C. & Fjeldså, J. (1997).**– Grebes status survey and conservation action plan. Union Internationale Pour La Conservation De La Nature/Species Survival Commission Grebe Specialist Group. Gland (Switzerland) and Cambridge (United Kingdom): International Union for Conservation of Nature, IUCN. 66 p.
- Ouldjaoui, A. houhamdi, M. & Samraoui, B. (2004).**- Distribution spatio-temporelle et comportement du flamant rose *Phoenicopterus ruberroseus* dans l'est algérien. Meme Congrès Panafricain d'ornithologie, Djerba.
- Ouldjaoui, A. (2010).**- Contribution à l'étude de l'écologie du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans les zones humides des hautes plaines de l'Est Algérien. Université Badji Mokhtar –Annaba-
- Owen, M. & Black, J. M. (1990).** -*Waterfowl ecology*, Blackie, Glasgow.
- Ozenda P., (1982).**- Les végétaux dans la biosphère. Ed. Doin, Paris, 431p.

P

- Paspaleva M., Kiss J-B. et Talpeanu M. (1984).**- Sur la dynamique de quelques espèces d'oiseaux dominants dans le Delta du Danube. *Travaux du Museum d'histoire naturelle 'Grigore Antipa', Bucarest, 1984*, pp.313-329.
- Perrins, C. (1974).**- Birds of Britain and Europe. Glasgow (United Kingdom): First university of Texas. 360 p.
- Perrins, C.M. (1991).**- Encyclopédie mondiale des oiseaux : Marshall Edition Developpements limited.170 Piccadilly, Londres W1V 9DD.
- Petkov, N. (1998).** – Studies on the Ferruginous Duck in Bulgaria. *Threatened Waterfowl Specialist Group Newsletter* 11: 14–19.
- Petkov, N. (2000).** – Population trends of breeding Ferruginous Duck in Bulgaria. *The bulletin of the Threatened Waterfowl Specialist Group News* 12: 44–49.

Petkov, N. & Mittev, D. (2001). – Ferruginous Ducks at Durankulak Lake Complex, Bulgaria, 1995–2001. *Threatened Waterfowl Specialist Group Newsletter* 13: 49–55.

Petkov, N. (2003). – Ferruginous Duck habitat characteristics and daily activity rhythm in Bulgaria. Pp. 122–129. *In*: Petkov, N., Hughes, B. & Gallo-Orsi, U. (eds.). Ferruginous Duck: From research to conservation. International Meeting Proceedings. Sofia (Bulgaria), 11–14 October 2002. Conservation Series No 6. Sofia (Bulgaria): Birdlife International, Bulgarian Society for The Protection of Birds - Threatened Waterfowl Specialists Group. 144 p.

Petkov, N., Hughes, B. & Gallo-Orsi, U. (2003). – Ferruginous Duck: From Research To Conservation. International Meeting Proceedings, 11–14 October 2002, Sofia, Bulgaria. Conservation Series (No. 6). Birdlife International & Bulgarian Society For The Protection Of Birds - Threatened Waterfowl Specialists Group, Sofia. 144 p.

Petkov, N. (2004). – Comparative study on the ecological requirements of the Ferruginous Duck *Aythya nyroca* and Pochard *Aythya ferina* during breeding season in Bulgaria. Phd Thesis. Central Laboratory of General Ecology at The Bulgarian Academy Of Sciences, Sofia (Bulgaria). 220 p.

Piersma, T., (1988 a).- The annual moult cycle of Great Crested Grebes. *Ardea* 76:82-95.

Piersma, T., (1988 b).- Morphological variation in a European population of Great Crested Grebes *Podiceps cristatus* in relation to age, sex and season. *Journal fur Ornithologie* 129:299-316.

Piersma, T. & Van Eerden, M.R. (1989).- Feather eating in Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* a unique solution to the problems of debris and gastric parasites in fish-eating birds. *Ibis* 131: 477- 486.

Piersma T, Wiersma P & Van Eerden MR. (1997).- Seasonal changes in the diet of Great Crested Grebes *Podiceps cristatus* indicate the constraints on prey choice by solitary pursuing diving fish-eaters. *Van Zee Tot Land* 65: 351- 376.

Potiez, D. (2004). – Fiche technique : le Fuligule nyroca. *Chronique d'avifauna* 10: 37.

Q

Quan, R. C., Wen, W. & Yang, X. (2002).– Effects of human activities on migratory waterbirds at Lashihai Lake, China. *Biological Conservation* 108: 273–279.

Quézel P & Médail F. 2003. Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Elsevier, Paris.

R

- Raachi, M.L. (2007).**- Étude préalable pour une gestion intégrée des ressources du bassin versant du lac Tonga au nord-est Algérien. Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en géographie. Université du Québec- Montréal. 188p.
- Ramade F. (1984).**- Eléments d'écologie, écologie fondamentale. Me.Graw. Hill. Paris.397 p.
- Ramade F. (1991).** - La conservation de la diversité biologique. Le courrier de la nature 130: 16-34.
- Ramade, F. (2002).**- Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. 2ème Ed. DUNOD. Paris. 1075 pp.
- Ramade, F. (2003).**- Eléments d'écologie -Ecologie fondamentale. Ed. Dunod, Paris, 690 p.
- Ramade, F., (2008).**- Eléments d'écologie, écologie appliquée. McGraw-Hill, Paris, 452p.
- Reeber, S. (2002).** – Problèmes d'identification posés par les hybrides de Fuligules *Aythya Sp.* en Europe de l'Ouest. *Ornithos* 9 (5): 177–209.
- Renevey, B. (1989).**- Écologie de la reproduction du Grèbe Huppé, *Podiceps cristatus*, sur la rive sudestdu lac de Neuchatel. *Alauda*, 57, 92-107.
- RIZI, H., Ziane, N., Rouag, R. & Boulaakoud, M.S. (2016).**- Evolution of the breeding population of the Ferruginous Duck (*Aythya nyroca*, *Güldenstädt*, 1770) at lake Tonga (Northeast of Algeria). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4 (6), 191-195.
- Rizi, H., Rouag, R., & Ziane, N. (2019).**- Phénologie de l'hivernage et budget d'activités diurnes du fuligule nyroca (*aythyanyrocagüldenstädt*, 1770) au lac Tonga (Nord-est algérien). *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 144(3), 147-153 (in French).
- Robinson J.A. & Hughes B. (2002).** - The global status and distribution of the Ferruginous Duck. In *Ferruginous Duck: From Research to Conservation; International Meeting Proceedings. Conservation Series N°6.*
- Robinson, J. (2003).** – A global overview of the ecology of the Ferruginous Duck. Pp. 114–121. In: Petkov, N., Hughes, B. & Gallo-Orsi, U. (eds.). *Ferruginous Duck: From research to conservation. International Meeting Proceedings. Sofia (Bulgaria), 11–14 October 2002. Conservation Series No 6. Sofia (Bulgaria): Birdlife International, Bulgarian Society for The Protection of Birds - Threatened Waterfowl Specialists Group.* 144 p.
- Robinson, J. A. & Callaghan D. A. (2003).** – The Feruginous Duck as a near-threatened species: problems, causes and solutions. Pp. 138–143. In: Petkov, N., Hughes, B. & Gallo-Orsi, U. (eds.). *Ferruginous Duck: From research to conservation. International Meeting Proceedings. Sofia(Bulgaria), 11–14 October 2002. Conservation Series No 6. Sofia (Bulgaria): Birdlife International, Bulgarian Society for The Protection of Birds - Threatened Waterfowl Specialists Group.* 144 p.
- Robinson, J.A. & Hughes, B. (2003).** — *International Species Review: Ferruginous Duck Aythya nyroca.* AEWa.
- Robinson J.A. & Hughes B. (2006).** — *Ferruginous Duck Action plan published.* WWT,

TWSG news. The bulletin of the threatened waterfowl specialist Group. No. 15.

Rodier J., Bazin C., Broutin J. P., Chambon P., Champsaur H. & Rodi L. (2005).- L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Ed. Dunod, Paris, 1384 p.

Rodier, J., Legube, B. & Merlet, N. (2009).- L'analyse de l'eau, 9ème édition. Ed. Dunod. Paris.

Rose, P. M. & Pirot, J. Y. (1990).- The international waterfowl census in Africa. 1957–1985. Pp. 159–71. In: Matthews, G.V.T. (eds.). *Managing Waterfowl Populations*. Proceedings of an IWRB Symposium. Astrakhan, USSR, 2–5 Octobre 1989. Slimbridge (United Kingdom): International Waterfowl and Wetlands Research Bureau special Publication N° 12.230 p.

Rouag, R. (1993).- *Inventaire et écologie des reptiles du Parc national d'El Kala*. Mémoire d'ingénieur d'état en écologie environnement, Université de Annaba, 61 p.

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.

Rouibi, A.H., Merzoug, A. et Zitouni, A. (2009).- : Première observation de Cygnes tuberculés Nord-est algérien, *Alauda*, 77 (4), 2009.

Rouibi, A.H., Zitouni, A., Tahar, A. & Houhamdi, M. (2013).- Breeding Ecology of the Great Crested Grebe (*Podiceps cristatus*) in Tonga Lake (Northeast Algeria). *European Journal of Scientific Research*. 100: 534- 541.

Rouibi, A.H. (2013).- Ecologie de la reproduction du Grèbe huppé (*Podiceps cristatus*) dans le lac Tonga, (Parc national d'El-Kala). Thèse de doctorat, 97 pages, Univ. de Annaba, Algérie

Roux, F. & Jarry, G. (1984).- Numbers, composition and distribution of populations of Anatidae wintering in West Africa. *Wildfowl* 35: 48– 60.

S

Saïfouni, A. (2009).- État des lieux des zones humides et des oiseaux d'eau en Algérie. Description et cartographie des habitats de l'avifaune aquatique nicheuse du lac Tonga (El-Kala). Thèse Magister, ENSA, El-Harrach, Alger, 272 p.

Saïfouni, A ; et Bellatreche, M. (2014).- Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien). *Mediterranea serie de estudios biológicos* 25 : 10-52.

Saïfouni, A., Bellatreche, M. & Chebouti-Meziou, N. (2020).- Identification et cartographie des habitats naturels du lac Tonga (EL-Kala, Algérie). *Revue Agrobiologia* : 1999 -2009p.

- Salonen, V. & Penttinen, A. (1988).**– Factors affecting nest predation in the Great Crested Grebe: Field observations, experiments and their statistical analysis. *Ornis Fennica* 65: 13–20.
- Samraoui B., De Belair G. et Benyacoub S. (1992).** A much threatnedlake: Lac des Oiseaux (North-East Algeria). *Environnemental conservation* 19:264-267+276.
- Samraoui, B. & de Bélair, G., 1997.**The Guerbes-Senhadja wetlands (N.E. Algeria). Part I: an overview. *Ecologie*, 28(3): 233-250.
- Samraoui, B. & de Belair, G., 1998.** Les zones humides de la Numidie orientale. Bilan des connaissances et perspectives de gestion. *Synthèse numéro spécial 4* : 1-90.
- Samraoui, B., Bouzid, S., Boulahbal, R. & Corbet, P.S. (1998).** Postponed reproductive maturation in upland refuges maintains life-cyclecontinuity during the hot, dry season in Algerian dragonflies (Odonata:Anisoptera). *International journal of odonatology* 1: 119-135.
- Samraoui B. et De Belair G. (1998).** Les zones humides de la Numidie orientale: Bilan des connaissances et perspectives de gestion. *Synthèse (Numéro spécial) 4*: 1-90.129.
- Samraoui, B. & Menai, R. (1999).** A contribution to the study of Algerian Odonata. *International journal of odonatology*. 2: 145-165.
- Samraoui, B. & Corbet, P.S. (2000).**The Odonata of Numidia. PartII: seasonal ecology. *International journal of odonatology*. 3: 27-39 .
- Samraoui, B. 2002.** Branchiopoda (Ctenopoda and Anomopoda) and Copepoda from eastern Numidia, Algeria. *Hydrobiologia* 470: 173- 179.
- Samraoui, F., Samraoui, B., (2007).**- The Reproductive Ecology of the Common Coot (Fulicaatra) in the HautsPlateaux, Northeast Algeria. *Waterbirds*, 30(1): 133–139.
- Samraoui, B. & Samraoui, F. (2008a).** – An ornithological survey of Algerian wetlands: Important Bird Areas, Ramsar sites and threatened species. *Wildfowl* 58: 71 – 96.
- Samraoui, B. & Samraoui, F. (2008b).** – The reproductive ecology of the Common Coot Fulicaarta L. in the Hauts plateaux, northeast Algeria. *Waterbirds* 30: 133–139.
- Samraoui, B. (2010).** - Breeding ecology of the Purple Heron *Ardea purpurea* in Numidia, north-eastern Algeria. *Ostrich*, 81(3), pp.189-196.
- Samraoui, F., Alfarhan, A. H., Al-Rasheid, K. A., & Samraoui, B. (2011).**- An appraisal of the status and distribution of waterbirds of Algeria: indicators of global changes? *Ardeola*, 58:137-163.
- Samraoui, F., Nedjah, R., Bouchecker, A., Alfarhan, A. H., & Samraoui, B. (2012).**- Breedingecology of the Little Bittern *Ixobrychus minutus* in northeast Algeria.*Bird Study*, 59(4), 496-503.

- Sánchez, M. I., Green, A. J. & Dolz, J. C. (2000).**– The diets of the White-headed Duck *Oxyura leucocephala*, Ruddy Duck *O. jamaicensis* and their hybrids from Spain. *Bird Study*, 47 : 275-284.
- Sarri, D. (2017).**– Développement durable au sein des aires protégées algériennes, cas du Parc National d'El Kala et des sites d'intérêts biologique de la région d'El Tarf. Thèse de Doctorat. Université de Ferhat Abbas, Sétif. 240 p.
- Schifferli, A. (1967).**– Aus dem Leben des Haubentauchers. Bericht 1967 der Schweiz. Vogelwarte Sempach.
- Schricke, V., Blet, J.N. & Brochier, J.J. (1992).** - Les canards. Hatier. Paris.
- Seltzer, P. (1946).** – Le climat de l'Algérie. Alger (Algérie): La Typo-Litho et J. Carbonel. 219 p.
- Senoussi S. (2014).**– Contribution à l'étude de l'écologie du Grèbe Huppé (*Podiceps cristatus*) et du Grèbe Castagneux (*Tachypaptus ruficollis*) à Garaet Timerguanine Wilaya d'Oum El Bouaghi Algérie. Thèse Magister, Ecologie des écosystèmes aquatiques. Univ. d'Oum El Bouaghi, 66 p.
- Simmons, K. E. L. (1955).** – Studies on Great Crested Grebes. *Avicultural Magazine* 61(1): 3–13, 61(2): 93–102, 61(3): 131–146, 61(4): 181–201, 61(5): 235–253, 61(6): 294–316.
- Simmons, K. E. L. (1977).** – Further studies on Great Crested Grebes, 2. Maintenance activities and routine. *Bristol Ornithological Club* 10: 175–196.
- Skinner J & Smart M. (1984).**– The El-Kala wetlands of Algeria and their use by waterfowl. *Wildfowl*, 35: 106- 118.
- Snow D.W. & Perrins, C.M. (1998).**– *The Birds of the Western Palearctic* Concise Edition Volume 1. Oxford University Press, Oxford, New York.
- Souissi, M. (2007).**– Le complexe Zones Humides d'El Kala : Niveaux de contaminations et risques pour la santé humaine et animale .Thèse de Doctorat, Université d'El Tarf. 256 p.
- Stanevičius, V. (1994).** – Abundance and distribution of the Great-Crested Grebe nesting on the eutrophic lakes of South Lithuania. *Acta Ornithologica Lituanica* 9(10): 118–126.
- Stanevičius V. (2002).** - Nest-site selection by coot and Great-crested Grebe in relation to structure of halophytes. *Acta Zoologica Lituanica* 12: 265- 275.
- Stanevičius V & Švažas S. (2005).**– Colonial and associated with Coot *Fulica atra* nesting in Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* comparison of three Lakes. *Acta Zoologica Lituanica* 15: 324- 329.
- Stanevičius, V. & Kurlavičius, P. (2008).** – Comparison of fine-scale spatial distribution and nest-site selection in great crested grebe (*Podiceps cristatus*) and coot (*Fulica atra*). *Ekologia*, 57(2): 98–103.

Stevenson AC, Skinner J, Hollis GE & Smart M. (1988). - The El-Kala National Park and environs, Algeria: An ecological evaluation. *Environmental Conservation*, 15: 335- 348.

Stewart P-h. (1975).- Un nouveau climagramme pour l'Algérie et son application au barrage vert. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 65, pp. 1-2.

T

Tamisier, A. (1971). – Les biomasses de nourriture disponible pour les Sarcelles d’hiver *Anas crecca crecca* en Camargue. *Revue d’écologie (Terre et Vie)* 6: 344 – 377.

Tamisier, A. (1972). – Rythmes nycthémeraux des Sarcelles d’hiver pendant leur hivernage en Camargue. *Alauda* 2: 107–135.

Tamisier, A. (1974). – Etho-Ecological studies of Teal Wintering in the Camargue (Rhône Delta, France). *Wildfowl* 25: 122–133.

Tamisier, A. (1978). – The functional units of wintering Ducks: A spatial integration of their comfort and feeding requirements. *Verh.Orn.Ges. Bayern* 23: 229–238.

Tamisier, A. & Tamisier, M. C. (1981). – L’existence d’unité fonctionnelle démontrée chez les Sarcelles d’Hiver en Camargue par la biotelemetry. *Revue d’écologie (Terre et Vie)* 35: 563 – 579.

Tamisier, A. & Dehorter, O. (1999). – *Camargue: Canard et Foulques. Fonctionnement d’un prestigieux quartier d’hiver*. Nîmes (France): Centre Ornithologique du Gard. 369 p.

Thévenot, M., Vernon, J. D. R. & Bergier, R. (2003).– The Birds of Morocco. British Ornithologists Union Checklist Series 20. Tring (England): British Ornithologists’ Union. 626p.

Toubal, B. O. (1986). – *Phytoécologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux du Massif de l’Edough (Algérie Nord-Orientale) : Cartographie A 1/25000ème*. Thèse de Doctorat de 3eme Cycle. Université De Grenoble (France). 111 p.

Toubal, B. O., Boussehaba, A., Toubal, A. & Samraoui, B. (2014). – Biodiversité méditerranéenne et changements globaux : cas du complexe de zones humides de Guerbès-Senhadja (Algérie). *Physio-Géo*. 8 : 273–295.

Touati, L. (2008).- Distribution spatio-temporelle des Genres *Daphnia* et *Simocephalus* dans les mares temporaires de la Numidie. Université Guelma.

Tucakov, M. (2005). – Migration of Common Pochard *Aythya ferina* and Ferruginous Duck *Aythya nyroca* on Kolut Fishpond (Northern Serbia). *Aquila* 112: 15–22.

U

UICN (1994). - Liste nation-unis et des aires protégées 1993, UICN. Cambridge.

Ulenaers, P. & Dhondt, A. A. (1990). - Phenology, habitat choice and reproduction of the Great Crested Grebes *Podiceps cristatus* on fish farm. *Ardea* 79: 395- 408.

Ulenaers, P. & Dhondt, A. A. (1991).– Phenology, habitat choice and reproduction of the GreatCrested Grebe *Podiceps cristatus* L., on a fishfarm. *Ardea* 79: 395–408.

Ulenaers, P. (1992). – Reproductie en foerageerge drag van de fuut (*Podiceps cristatus* L.) op visvijvers. PhD Thesis. University of Antwerp, Belgium. 137 p.

Ulenaers, P, van Vessem J & Dhondt AA. (1992).- Foraging of the Great Crested Grebe in relation to food supply. *Journal of animal Ecology*, 61: 659- 667.

Ulenaers, P. & Van Vessem, J. (1994).– Impact of Great Crested Grebes (*Podiceps cristatus* L.) on fish ponds. *Hydrobiologia* 279/280: 353–366.

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

Van Dijk, G., & Ledant, J. P. (1983). – La valeur ornithologique des zones humides de l’Est algérien. *Biological Conservation*, 26: 215–226.

Van Eerden, MR., Piersma, T. & Lindeboom, R. (1993). - Competitive food exploitation of Smelt *Osmerus eperlanus* by Great Crested Grebes *Podiceps cristatus* and Perch *Perca fluviatilis* at Lake Ijsselmeer, the Netherlands. *Oecologia*, 93: 463- 474.

Vogrin, M. (1999). – Breeding ecology of Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* in northeasternSlovenia. *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.

W

Williams, M. (1990). - Agricultural impacts in temperate wetlands. *in*: Wetlands: a threatened landscape. *Blackwell*. Oxford.

Williams, T.D. (1994). - Intraspecific variation in egg size and egg composition in birds: effects on offspring fitness. *Biological Reviews*, 68, 35-59.

Z

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.

Zitouni, A., Tahar, A., Bouslama, Z. & Houhamdi, M. (2014).- Premières données sur la structure et l'écologie des populations de la Foulque macroule *Fulica atra* (Rallidés) dans les zones humides de la région d'El-Kala (Nord-Est de l'Algérie). *Rev. Sci. Technol., Synthèse.*, 28, 25-33.

Sites web

Site 1 : <https://www.oiseaux-birds.com/>

Site 2: <http://www.instantsdesologne.fr/galleries.php?gal=eta>

Site 3: <https://www.oiseaux-birds.com/liste-photographes.html>

Site 4: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK>



ANNEXE





PUBLICATION SCIENTIFIQUE



Ornithologie

BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION DU GRÈBE HUPPÉ *PODICEPS CRISTATUS* AU LAC TONGA (NORD-EST ALGÉRIEN)

par

Fatima MÉCIF¹, Abdennour BOUCHEKER^{1,2}

& Amel LAZLI¹

L'écologie de la reproduction du Grèbe huppé *Podiceps cristatus* a été étudiée pendant deux saisons de reproduction (2015-2016 et 2016-2017) au Lac Tonga, site Ramsar, dans le Nord-Est algérien. Les effectifs les plus importants ont été enregistrés au cours du mois d'août avec, respectivement, 499 individus en 2016 et 608 en 2017. Les nids ont été découverts loin des berges et localisés dans les Phragmites *Phragmites australis* et construits avec les feuilles et les tiges de cette plante, ainsi que de Cornifle immergé *Ceratophyllum demersum* et de Myriophylle *Myriophyllum* sp. La ponte a eu lieu entre mars et mai en 2016 et entre avril et juin en 2017. La période de ponte, relativement courte, s'est étalée entre 6 et 7 semaines. La taille de ponte moyenne a été de $3,1 \pm 0,8$ œufs en 2016 (N = 48) et $2,7 \pm 0,8$ œufs en 2017 (N = 57). Les pontes qui ont survécu jusqu'au moment de l'éclosion ont eu un succès très élevé, 82 % en 2016 et 91 % en 2017. Le succès moyen de la reproduction a été de près de 76 % au cours des deux années d'étude. Les facteurs ayant pu influencer la réussite de la nidification sont l'abandon, la prédation et l'inondation des nids.

Cette étude tente d'apporter des données récentes sur la phénologie de la reproduction d'une espèce qui reste très peu étudiée en Afrique du Nord et notamment en Algérie, malgré son statut de sédentarité.

Mots-clés : Grèbe huppé, Lac Tonga, abondance, nid, grandeur de ponte, éclosion, succès de la reproduction.

1. Laboratoire d'écologie fonctionnelle et évolutive. Université Chadli Bendjedid, El Tarf, Algérie.

2. Laboratoire de conservation des zones humides, Université 8 mai 1945, Guelma, Algérie.

Auteur correspondant : Fatima MECIF [E-mail: fati_mecif36@yahoo.com].

Bulletin de la Société zoologique de France 145 (3)

Reproductive biology of the Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* at Lake Tonga (Northeast Algeria)

The breeding ecology of the Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* was studied during two breeding seasons (2015-2016 and 2016-2017) at Lake Tonga, a Ramsar site of international importance, in north-eastern Algeria. The monitoring of the population showed that the largest numbers of Great Crested Grebe occurred during August, with 499 individuals in 2016 and 608 in 2017. Nests were found in *Phragmites* located far from the banks. Nests were built with *Phragmites australis* leaves and branches, Hornwort *Ceratophyllum demersum* and Watermilfoil *Myriophyllum* sp. Laying mostly took place between March and May in 2016 and between April and June in 2017. The relatively short laying period lasted between six and seven weeks. The average clutch size was 3.1 ± 0.8 eggs in 2016 (N = 48) and 2.7 ± 0.8 eggs in 2017 (N = 57). Eggs hatching success was very high, being 82% in 2016 and 91% in 2017. The average breeding success during the study period was about 76%. Factors that may have influenced breeding success were nest abandonment, predation and flooding.

This study provides new data on the breeding biology of *P. cristatus*, a species that remains little studied in North Africa and especially in Algeria, despite its sedentary status. **Keywords:** Great Crested Grebe, Lake Tonga, abundance, nest, clutch size, hatching, breeding success.

Introduction

Les zones humides algériennes sont d'importants sites pour la migration, l'hivernage et la reproduction d'une multitude d'espèces d'oiseaux. La région nord-est du pays totalise pas moins de 72 zones humides qui sont considérées comme exceptionnelles au Maghreb pour leur étendue, la variété de leurs habitats et leur biodiversité (STEVENSON *et al.*, 1988).

Ces zones humides attirent régulièrement des effectifs très importants d'oiseaux d'eau grâce aux conditions qu'elles offrent durant les saisons d'hivernage et de nidification (conditions climatiques, ressources alimentaires, abris, quiétude...) (LEDANT *et al.*, 1981 ; ISENMANN & MOALI, 2000).

De nombreuses études ont été menées sur la reproduction des oiseaux d'eau dans cette 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). Ces travaux ont surtout concerné certaines espèces d'Anatidés, de Threskiornithidés, d'Ardéidés et de Rallidés.

Appartenant à la famille des Podicipedidés, le Grèbe huppé *Podiceps cristatus* est une espèce très répandue en Algérie et connue pour être sédentaire nicheuse dans les zones humides de l'Est du pays (SAMRAOUI & SAMRAOUI, 2008). ISENMANN & MOALI (2000) mentionnent sa présence sur les Lacs Tonga, Oubeira, Mellah et des Oiseaux. Ces auteurs rapportent la nidification sur les lacs de barrage à Boughzoul, Reghaia, à Draa-El-Mizan et à Makouda (Kabylie). De septembre-octobre à mars, d'importants contingents arrivent d'Europe pour l'hivernage, notamment le long des côtes et même sur certains plans d'eau sahariens du pays comme Oued Rhigh, Touggourt et Ouargla (ISENMANN & MOALI, 2000).

Reproduction du Grèbe huppé au Lac Tonga (Algérie)

Le Grèbe huppé est un excellent bio-indicateur de la structure et du fonctionnement des écosystèmes aquatiques 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'DONNELL & 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 ; VOGGRIN, 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 deux travaux sur la reproduction de l'espèce (ROUIBI, 2013 ; CHERIET, 2016) et une étude sur son comportement diurne (ABDELLIOUI, 2017).

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

Matériels et méthodes

Site d'étude

L'étude s'est déroulée sur le Lac Tonga, Site Ramsar, dans le Parc National d'El-Kala, à l'extrême nord-est de l'Algérie. Ce lac couvre une superficie de 2 600 ha et est relié à la mer par un canal, le Chenal de la Messida (Figure 1).

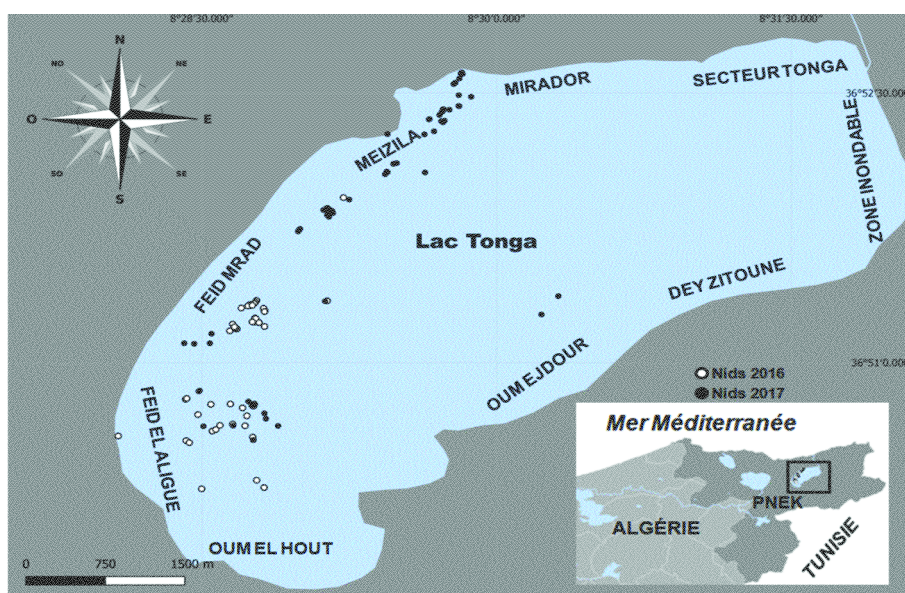


Figure 1

Localisation du site d'étude « le Lac Tonga » et des nids découverts lors de la période d'étude.
Location of the Lake Tonga study site and the nests found during the study period.

Bulletin de la Société zoologique de France 145 (3)



Photos 1

Vues du Lac Tonga (clichés F. MECIF).
Views of Lake Tonga (photographs by F. MECIF).

Reproduction du Grèbe huppé au Lac Tonga (Algérie)

La surface du lac est recouverte à plus de 80 % d'une végétation émergente où domine au centre le nénuphar blanc *Nymphaea alba*. KADID *et al.* (2007) y ont recensé 82 espèces végétales dont 32 sont classées assez rares à très rares. Les communautés végétales se présentent sous forme d'une mosaïque d'hydrophytes et d'hélophytes réparties en ceinture autour du plan d'eau et en îlots flottants avec des plages d'eau libre (Photos 1).

Ce lac est considéré comme un important site d'hivernage pour de nombreux Anatidés. Il accueille classiquement en hiver près de 25 000 Anatidés et Foulques et abrite la nidification de centaines de couples d'Érismatures à tête blanche, de Fuligules nyrocas, de Talève sultane... et la nidification numériquement importante d'espèces comme la Foulque macroule, le Grèbe huppé, le Grèbe castagneux, les colonies de Hérons crabiers, de Bihoreaux gris, de Hérons pourprés, d'Ibis falcinelles, de Guifettes moustac, etc. Plusieurs espèces migratrices sont aussi observées, telles que l'Oie cendrée, la Grue cendrée, Le Tadorne de Belon... (LAZLI, 2011 ; GHERIB, 2018).

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).

Méthodes

Dénombrements des oiseaux

Les dénombrements ont été effectués au rythme de trois sorties par mois entre septembre 2015 et août 2017. Le matériel d'optique utilisé pour « scanner » au mieux l'ensemble de la superficie en eau du lac Tonga était constitué d'un télescope *Konus-Spot* 20 x 60 et d'une paire de jumelles 10 x 50. Afin d'éviter tout dérangement pour les oiseaux, nous avons utilisé un bateau à rames pour sillonner la zone humide et recenser les Grèbes huppés.

Recherche des nids

Nous avons prospecté la végétation émergente à travers tout le plan d'eau à la recherche de l'emplacement des nids. Cette opération, commencée en février, avait pour but de repérer les premiers transports de matériaux de construction. Une fois les nids localisés, nous marquons leur position avec un GPS pour les retrouver facilement et nous effectuons ensuite 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 montée des eaux ou encore par un prédateur.

Bulletin de la Société zoologique de France 145 (3)

Caractéristiques des nids et des œufs

Entre 2016 et 2017, tous les nids ont été visités deux fois par semaine, de la mi-février à la mi-septembre. Nous avons marqué chaque nid avec un stylo-feutre permanent et avons mesuré les diamètres interne et externe, la hauteur et la profondeur de l'eau à son emplacement, ainsi que la distance entre les nids.

Nous avons ensuite identifié la végétation ayant servi à la construction des nids, de même que les supports sur lesquels ces derniers ont été retrouvés. Chaque œuf a été marqué puis pesé à l'aide d'une balance à ressort « Pesola » (précision 0,1 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 cm^3) en utilisant la formule de HOYT ($V = 0,000509 * \text{longueur} * \text{largeur}^2$) (HOYT, 1979).

Paramètres de la reproduction

Les paramètres considérés ont été les dates de ponte et d'éclosion, la grandeur de ponte et le succès de la reproduction. Une couvée a été considérée comme complète lorsque le nombre de poussins éclos était égal à celui des œufs pondus.

Pour le calcul des dates de ponte et d'éclosion, seuls les nids suivis à partir de la découverte du premier œuf ont été considérés (LACK, 1950). Le succès à l'éclosion a été défini comme la proportion des œufs à avoir éclos dans les nids avec succès, c'est-à-dire dans les nids avec au moins un œuf éclos. Les nids réussis ont été considérés comme étant ceux où au moins un poussin s'est envolé.

Analyses des données

L'analyse des données a été réalisée avec le logiciel R-version 3.6.1 (05-07-2019). 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 différentes années d'étude.

Résultats

Dénombrements des oiseaux

66 sorties ont été effectuées durant les deux années d'étude. Les données ont été recueillies à partir de neuf stations d'observation (Figure 1). Les comptages effectués entre 2015 et 2017 ont montré une présence quasi continue des Grèbes huppés sur le Lac Tonga. Des fluctuations du nombre d'oiseaux ont été enregistrées entre les années (Figure 2).

Les effectifs les plus faibles de l'espèce ont été comptés entre novembre et février pour les deux années d'étude, les plus importants en juillet et août (Figure 2).

Reproduction du Grèbe huppé au Lac Tonga (Algérie)

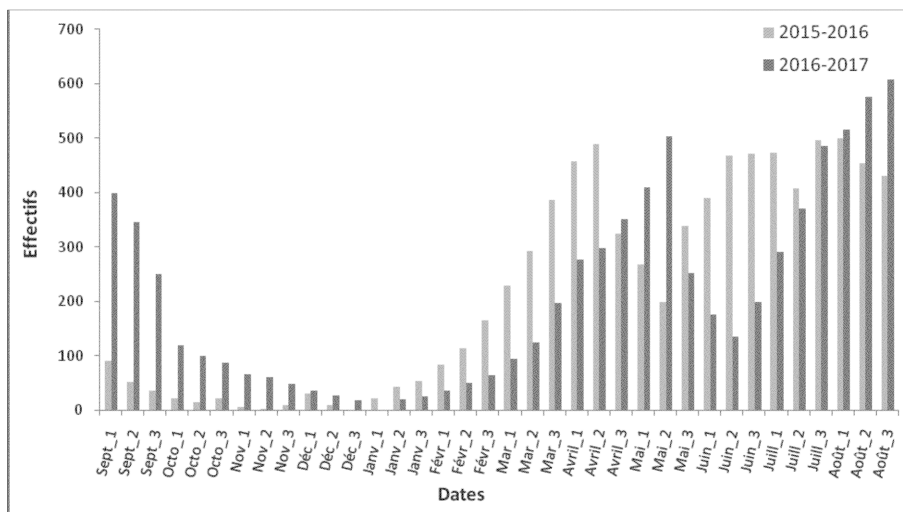


Figure 2

Évolution des effectifs de la population de Grèbe huppé au Lac Tonga durant la période d'étude.
Changes in numbers of Great-crested Grebe on Lake Tonga during the study period.

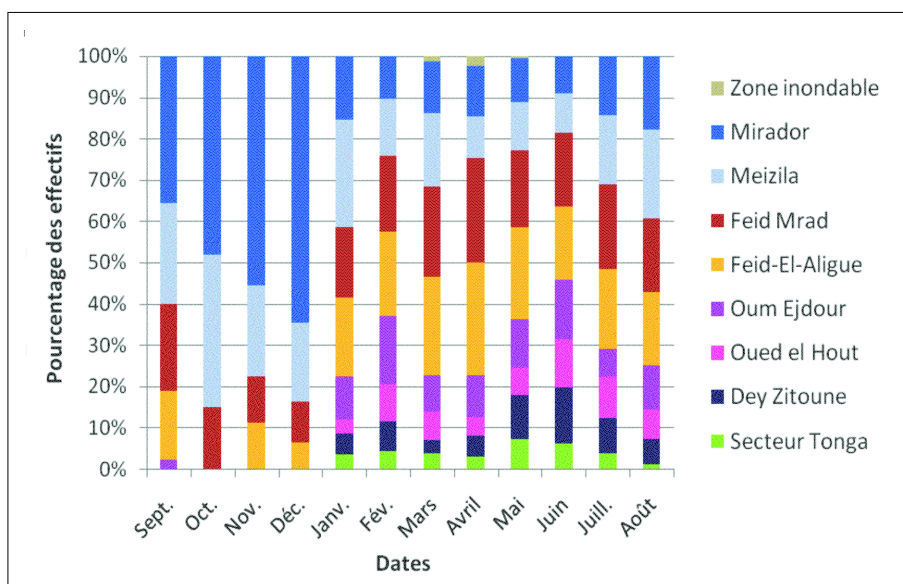


Figure 3

Pourcentage des effectifs comptés de Grèbe huppé à travers les stations d'observation au cours de l'année 2015-2016.
Relative number of Great-crested Grebe observed at the different sites during 2015-2016, expressed as percentages of the total.

Bulletin de la Société zoologique de France 145 (3)

Le maximum a été relevé au cours de la première semaine d'août 2016, 499 individus et pendant la troisième semaine d'août 2017, 608 individus.

Les stations nord-ouest du Mirador et de Meizila sont celles qui ont abrité le plus d'oiseaux entre septembre et décembre pendant la première année d'étude (Figure 3). En période de reproduction, ce sont les stations sud de Feid El Aligue et Feid Mrad qui présentent les effectifs les plus importants (Figure 3). En effet, à partir de la première semaine de mars, une augmentation progressive du nombre d'individus est constatée (Figure 2).

Au cours de la deuxième année d'étude, les effectifs de Grèbes huppés les plus importants ont été observés au niveau des stations du Mirador, Meizila et Feid Mrad en période d'hivernage et de nidification (Figure 4).

Recherche et caractéristiques des nids et des œufs

131 nids ont été découverts, 58 en 2016 et 73 en 2017. Tous ont été trouvés dans les *Phragmites australis* et étaient composés principalement des feuilles et des tiges de cette plante ainsi que de Cornifle immergé *Ceratophyllum demersum* et de *Myriophyllum sp.*, à l'exception de deux nids en 2017 dont l'un comportait en plus des feuilles de Nénuphar blanc *Nymphaea alba* et l'autre contenait en plus des feuilles de rubanier *Sparganium erectum*.

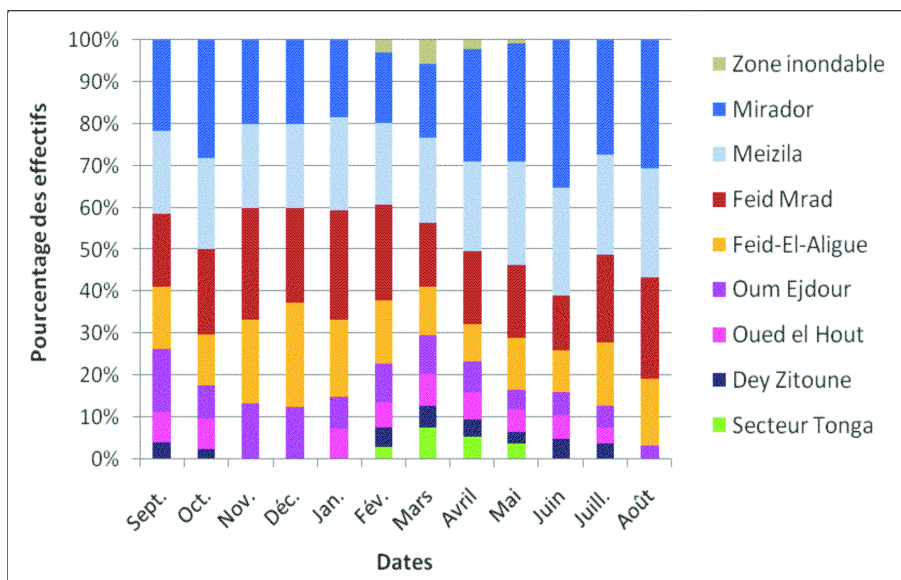


Figure 4

Pourcentage des effectifs comptés de Grèbe huppé à travers les stations d'observation au cours de l'année 2016-2017.

Relative number of Great-crested Grebe observed at the different sites during 2016-2017, expressed as percentages of the total.

Reproduction du Grèbe huppé au Lac Tonga (Algérie)

Le diamètre externe des nids a varié entre 23 et 35 cm en 2016 et entre 24 et 43 cm en 2017. La valeur moyenne entre les deux années a été de $30,55 \pm 2,73$ cm (Tableau 1). Le diamètre interne des nids a oscillé entre 13 et 17 cm en 2016 et entre 10 et 23 cm en 2017, la moyenne entre les deux années a été de $14,9 \pm 1,13$ cm (Tableau 1). La profondeur des nids entre les deux années a varié entre 2 et 7 cm, avec une moyenne de $4,76 \pm 1,25$ cm (Tableau 1). L'analyse statistique des données a montré des différences très significatives de ces dimensions des nids (diamètres externes et interne, profondeur) entre 2016 et 2017 ($P < 0,05$) (Tableau 1).

La profondeur de l'eau à l'emplacement de chaque nid a varié entre 125 et 190 cm en 2016 et entre 100 et 160 cm en 2017 ; la moyenne enregistrée entre les deux années a été de $144,53 \pm 14,62$ cm (Tableau 1). Des différences hautement significatives ont été notées entre les valeurs mesurées entre 2016 et 2017 ($P < 0,05$) (Tableau 1).

La distance du nid le plus proche a varié entre 2 et 85 m en 2016 et entre 2 et 97 m en 2017. La hauteur de la végétation autour du nid a varié entre 0,9 et 2,4 m en 2016 et entre 0,9 m et 3,1 m en 2017. Des différences hautement significatives ont été enregistrées entre la hauteur de la végétation entre les deux années d'études ($p < 0,05$) (Tableau 1).

Les résultats obtenus ne montrent pas de corrélations entre les dimensions des nids (hauteur, diamètres externe et interne) et la profondeur de l'eau ($p > 0,05$).

Les œufs notés pour la première fois sont de couleur blanche (à l'état frais) mais prennent par la suite une teinte brune au contact prolongé avec la végétation des nids et au cours de l'incubation (Photo 2a, p. 237). Leur longueur varie entre environ 47 et 68 mm et leur largeur entre 34 mm et plus de 46 mm (Tableau 1). Des différences hautement significatives ont été enregistrées pour les caractéristiques des œufs entre les deux années d'étude ($P < 0,001$) (Tableau 1).

Il est à noter qu'à partir de la ponte du premier œuf, lorsque le Grèbe huppé quitte son nid pour s'alimenter ou autre, il recouvre ses œufs de végétation, notamment de Cératophylle et de Myriophylle.

Paramètres de la reproduction

La ponte

Les premières pontes ont été enregistrées à la fin mars en 2016 ($n=48$ nids) et à la fin avril en 2017 ($n=57$ nids). La période de ponte a duré entre 6 et 7 semaines pour les deux années d'étude. Les dernières pontes ont été découvertes à la mi-mai en 2016 et la mi-juin pour 2017. Le nombre de pontes le plus élevé a été enregistré en avril 2016 et en mai 2017 (Figure 5).

La taille des pontes

La taille de ponte moyenne de Grèbe huppé au Lac Tonga a été de $3,10 \pm 0,80$ ($N= 48$ nids) en 2016 et de $2,70 \pm 0,71$ ($N= 57$ nids) en 2017. La taille de ponte complète a varié entre 2 et 5 œufs en 2016 et entre 1 et 4 œufs en 2017 (Figure 6).

Tableau 1
Caractéristiques des nids et des œufs du Grèbe huppé au niveau du Lac Tonga pour 2016 et 2017.
Nest and egg characteristics of Great Crested Grebe at Lake Tonga in 2016 and 2017.

Paramètres des nids	Années										Test t de Student
	2016					2017					
	N	Min	Moyenne ± écartype	Max.	N	Min.	Moyenne ± écartype	Max.	N	Min.	
Diamètre externe du nid (cm)	23	29,3 ± 2,09	35	24	31,8 ± 3,38	43	t=-4,99 ; df=129; p=0,0001 ****				
Diamètre interne du nid (cm)	13	15,3 ± 1,15	17	10	14,42 ± 2,5	23	t=2,39 ; df=129; p=0,01 **				
Profondeur du nid (cm)	2	5,08 ± 1,39	7	2	4,44 ± 1,12	7	t=2,90 ; df=129; p=0,001 ***				
Volume du nid (cm ³)	4006	8253,2 ± 2292,85	13678	4069	8597,55 ± 2443,04	16120	t = -0,82; df = 129; p= 0,41				
Hauteur du nid (cm)	7	12,11 ± 2,62	19	5	10,7 ± 1,83	15	t=3,61 ; df=129; p=0,0001 ***				
Profondeur de l'eau (cm)	125	160,44 ± 14,19	190	100	128,63 ± 15,05	160	t=12,32 ; df=129; p=0,0001 ****				
Distance du nid le plus proche (cm)	200	1886,21 ± 1728,85	8500	200	2599,73 ± 2454,92	9700	t = -1,87; df = 129 ;p= 0,06				
Hauteur de la végétation autour du nid (cm)	90	184,71 ± 33,14	240	90	225,62 ± 60,79	310	t=-4,60 ;df=129; p=0,0001 ****				
Paramètres des œufs	N	Min	Moyenne ± écartype	Max.	N	Min.	Moyenne ± écartype	Max.	Test t de Student		
Longueur des œufs (mm)	150	49,71	55,44 ± 3,95	68,49	154	46,8	52,81 ± 2,13	60,27	t = 7,19; df = 300; p = 0,0001 ****		
Largeur des œufs (mm)		32,05	37,29 ± 3,70	46,91		33,7	36,5 ± 1,35	46,77	t = 2,45; df = 300; p = 0,01**		
Volume des œufs (mm ³)		26,95	40,14 ± 11,80	76,71		29,8	35,91 ± 3,74	67,1	t = 4,21; df = 300; p = 0,0001 ****		

Reproduction du Grèbe huppé au Lac Tonga (Algérie)

L'analyse statistique des données montre des différences significatives entre les grandeurs de ponte de 2016 et 2017 ($t = 2,70$; $ddl = 94$; $p = 0,008$).

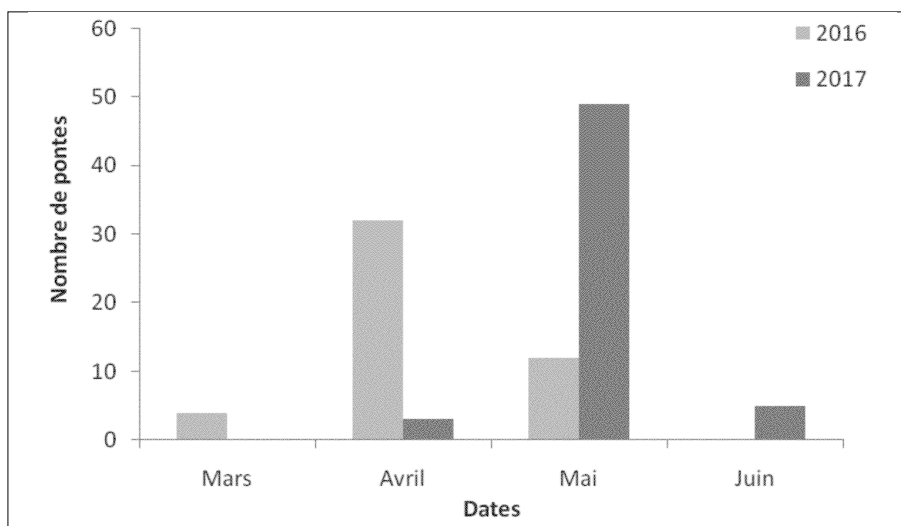


Figure 5

Chronologie mensuelle des pontes de Grèbe huppé au niveau du site d'étude (2015-2017).
Monthly pattern of laying by Great Crested Grebe in the study area (2015-2017).

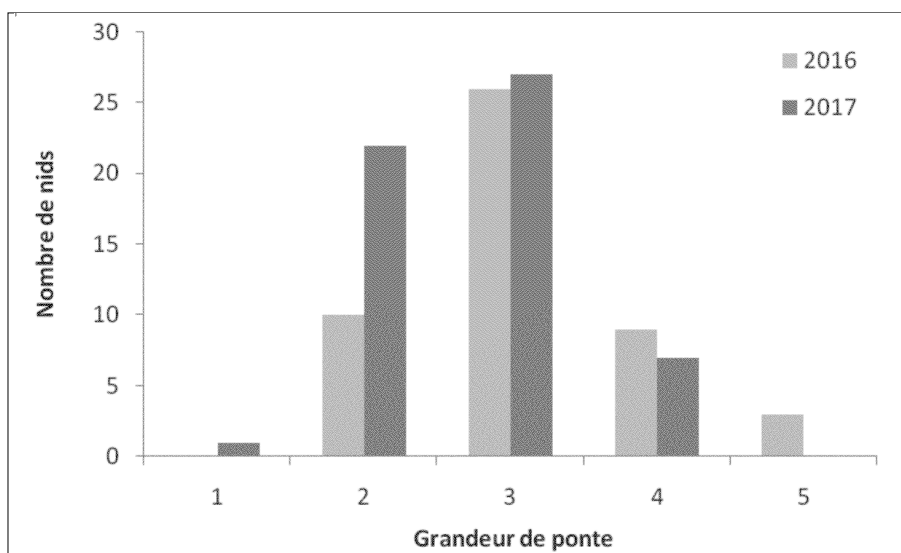


Figure 6

Répartition des tailles de ponte du Grèbe huppé au Lac Tonga au cours de la période d'étude.
Distribution of clutch sizes of Great Crested Grebe at Lake Tonga during the study period.

Bulletin de la Société zoologique de France 145 (3)

Les éclosions

Le suivi des éclosions a concerné 45 nids en 2016 et 54 nids en 2017. En effet, après la ponte, 1 nid a fait l'objet de prédation, 2 ont été inondés en 2016 et 3 nids ont fait l'objet de prédation en 2017.

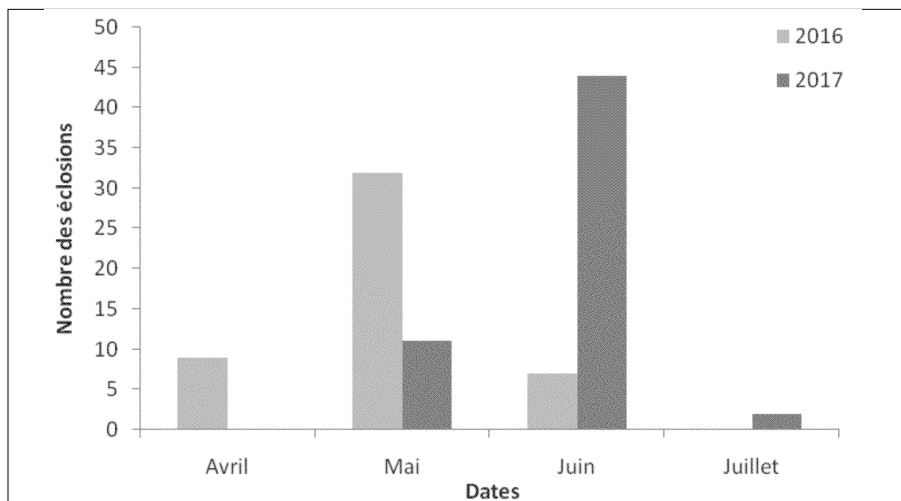


Figure 7

Chronologie mensuelle des éclosions de Grèbe huppé au niveau du site d'étude durant la période d'étude.
Monthly pattern of hatching of Great Crested Grebe in the study area during the study period.

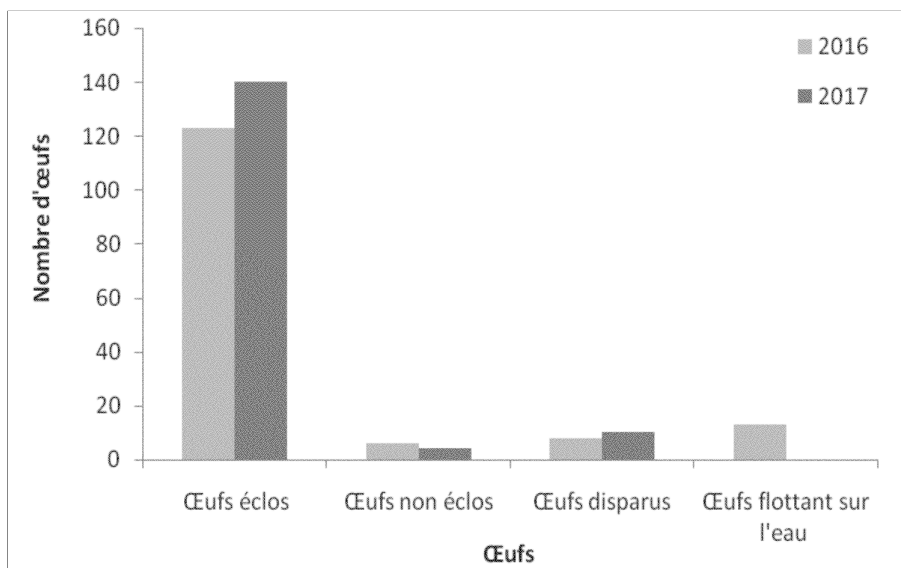


Figure 8

Éclosions et pertes d'œufs enregistrées durant la période d'étude.
Egg hatching and losses recorded during the study period.

Reproduction du Grèbe huppé au Lac Tonga (Algérie)

Ainsi, les premières éclosions du Grèbe huppé au Lac Tonga ont été constatées à partir de la troisième semaine d'avril en 2016 (n=45 nids) et à partir de fin mai en 2017 (n=54 nids) (Photo 2b). Les dernières éclosions ont été observées pendant la quatrième semaine de mai en 2016 et la première semaine de juillet en 2017. Le nombre maximum d'éclosions a été noté en mai en 2016 et en juin en 2017 (Figure 7).

Le succès à l'éclosion a été de 82 % en 2016 et 91 % en 2017. Les pertes d'œufs constatées durant la période d'étude sont résumées dans la Figure 8.

Sur les 263 œufs comptés durant les deux années d'étude, 41 ont été perdus, soit plus de 15 % parmi lesquels les œufs non éclos représentent 24 % ; les disparus 44 % et ceux trouvés flottant sur l'eau ou complètement immergés 32 % (Photo 2c & d).

Le succès de la reproduction

Les nids avec au moins un poussin éclos représentent plus de 77 % des nids suivis en 2016 et 78 % des nids en 2017.



Photos 2

(a) : Nid avec 3 œufs de Grèbe huppé ; (b) : Éclosion d'œufs dans un nid de Grèbe huppé ; (c) : Œufs de Grèbe huppé flottant sur l'eau ; (d) : Œuf immergé dans l'eau. Clichés F. MECIF.

(a): Eggs Great Crested Grebe nest ; (b): Hatching in a Great Crested Grebe nest ; (c): Great Crested Grebe eggs floating on water ; (d): Egg immersed in water.

Photographs by F. MECIF.

Bulletin de la Société zoologique de France 145 (3)

Sur les 58 nids découverts en 2016, 6 ont été abandonnés, 2 inondés et 1 a fait l'objet de prédation. En 2017, sur les 73 nids retrouvés, 8 ont été abandonnés et 3 ont subi la prédation (Photos 3). Par ailleurs, nous avons manqué la ponte et l'éclosion de 12 nids, 4 en 2016 et 8 en 2017. Ces nids ont été retrouvés lors de nos premières sorties avec à l'intérieur des traces d'éclosion.

Nous avons relevé quelques cas de prédation sur les nids entre avril et mai. À ce titre, nous avons pu observer lors de nos sorties des rapaces qui survolaient le lac, notamment les Busards des roseaux *Circus aeruginosus*, des rongeurs *Rattus rattus* et des couleuvres vipérines *Natrix maura* à proximité de nids dont certains comportaient des œufs cassés (Photos 3a & b).



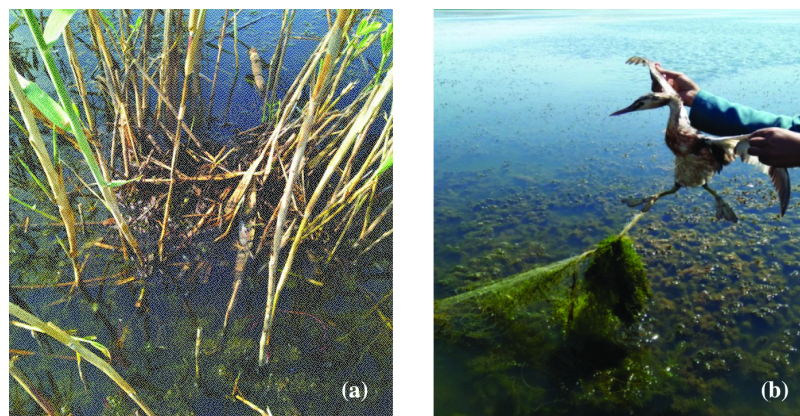
Photos 3

(a) : Couleuvre vipérine à proximité d'un nid de Grèbe huppé ;

(b) : Nid avec les traces de prédation. Clichés F. MECIF.

(a): Viper snake near a Crested Grebe nest; (b): Nest with traces of predation.

Photographs by F. MECIF.



Photos 4

(a) : Destruction d'un nid de Grèbe huppé suite au passage d'une barque dessus ;

(b) : Femelle de Grèbe huppé prise dans les filets de pêche au lac Tonga. Clichés F. MECIF.

(a) : Destruction of a Great Crested Grebe's nest due to passage of a boat ;

(b) : Great Crested Grebe female caught in fishing nets in Lake Tonga. Photographs by F. MECIF.

Reproduction du Grèbe huppé au Lac Tonga (Algérie)

Nous avons eu également l'occasion de secourir des Grèbes huppés adultes et juvéniles pris dans les filets des pêcheurs, sachant que le Lac Tonga a été cédé depuis quelques années sous forme de concession pour la pêche de l'Anguille européenne *Anguilla anguilla* (Photo 4 a et b).

Discussion

Dans le Nord-Est algérien, le Grèbe huppé est considéré comme une espèce sédentaire nicheuse (ISENMANN & MOALI, 2000 ; ROUIBI, 2013 ; ABDELLIOUI, 2017 ; CHERIET *et al.*, 2015 ; ATHAMNIA *et al.*, 2015). Les résultats obtenus au cours de cette étude montrent que l'espèce est observée tout au long de l'année au Lac Tonga, avec des fluctuations mensuelles de ses effectifs. Ainsi, en période d'hivernage, le nombre moyen de Grèbes varie entre 48 et 53. C'est à partir de fin février-début mars qu'une augmentation des effectifs est constatée, attestant de l'arrivée d'oiseaux pour la période de nidification. Il apparaît donc que deux populations sont observées sur le site : une population sédentaire représentée par un nombre plus ou moins réduit d'individus et une seconde plus importante fréquentant le site pendant la période de nidification. Cet état de fait a été également rapporté à Garaet Hadj Tahar (Skikda, nord-est algérien) (ABDELLIOUI, 2017). Cependant, les effectifs nicheurs comptés au Lac Tonga sont bien plus importants, confirmant le rôle et l'importance de cette zone humide pour l'accueil de contingents de diverses espèces d'oiseaux d'eau pour la reproduction, au vu de la diversité de ses habitats et de la richesse du milieu en ressources trophiques (BOUMEZBEUR, 1993 ; LAZLI, 2011 ; ROUIBI, 2013 ; GHERIB, 2018). Divers travaux ont indiqué que la principale raison de l'augmentation des effectifs du Grèbe huppé dans les zones humides serait l'interdiction de la chasse, l'eutrophisation de l'eau et la disponibilité de stocks importants de poissons (CRAMP & SIMMONS, 1977 ; GOC, 1986 ; VOGRIN, 1999). Ces dernières années, le Lac Tonga connaît des apports terrestres, notamment en sels nutritionnels, en raison des terres agricoles et des zones urbaines entourant le site (villages d'Oued El Hout et de Meizila) qui ont causé, en grande partie, l'eutrophisation de cette zone humide (LAZLI, 2011 ; MENASRIA & LAZLI, 2017). Par ailleurs, il est le siège d'une concession de pêche d'anguilles *Anguilla anguilla* et l'on rapporte même la présence de carpes, ce qui fait de ce lac un milieu propice pour les oiseaux piscivores.

Le suivi a montré que ces oiseaux ont fréquenté globalement les stations Mirador, Meizila Feid El Aligue et Feid Mrad qui leurs procuraient les conditions optimales de vie, à savoir : la quiétude, la densité de végétation adéquate pour l'installation des nids et la protection contre les prédateurs, la profondeur d'eau idéale pour la recherche de la nourriture et la fuite dans le cas d'attaques. Les mêmes constatations ont été également faites par GHERIB (2018) au Lac Tonga, qui confirme l'observation de l'espèce surtout dans les parties les plus profondes qui sont recouvertes notamment en période de reproduction de végétation variée organisée le plus souvent en îlots de tailles différentes propices comme abri, lieu de nidification, procurant

Bulletin de la Société zoologique de France 145 (3)

d'innombrables ressources alimentaires... Il a été également rapporté que les densités et la dynamique des populations des Grèbes pouvaient être tributaires de la disponibilité en nourriture et de la couverture végétale qui influenceraient le succès de la reproduction (SALONEN & PENTTINEN, 1988 ; ODOGHOUE & KREBS, 1992 ; VOGRIN, 2001 ; ABBOTT *et al.*, 2008).

Les données recueillies concernant la phénologie de reproduction de l'espèce étudiée ont montré que les nids ont été découverts dans les Phragmites et assez loin des berges. Sur le même site, ROUIBI *et al.* (2013) indiquent que la majorité des nids de l'espèce étaient localisés dans les Scirpes *Scirpus lacustris*. Cependant, les résultats obtenus par CHERIET (2017) confortent les nôtres et ce pour les deux saisons de reproduction (2010-2012). À Garaet Hadj Tahar, ABDELLIOUI (2017) découvre les nids dans les touffes de Typhas et les Scirpes. Au Lac IJssel (Pays-Bas), KONTER (2008a) note que les nids de Grèbe huppé sont retrouvés dans deux types d'habitats, les Phragmites et les Scirpes.

Ces nids localisés dans les Phragmites, parfois d'aspect assez lâches, gardaient cependant un accès facile à l'eau pour permettre au Grèbe de plonger rapidement et d'être tout près pour surveiller les œufs et plus tard les poussins. Et parfois même, lorsque la femelle quittait le nid pour se nourrir ou pour toute autre raison, nous avons retrouvé le mâle dans le nid, fait non mentionné dans les travaux consultés. Au cours de nos sorties, nous avons pu observer des poussins cachés sous les feuilles de nénuphar blanc, manière efficace de se prémunir des prédateurs notamment des rapaces.

L'utilisation de feuilles et branches de roseaux dans la construction des nids de même que leur installation au milieu des Phragmites assurent une protection contre le vent et les vagues, notamment lors de pluies abondantes et de la montée du niveau d'eau.

Le diamètre externe moyen des nids est plus petit que ceux de ROUIBI (2013) et CHERIET (2016) sur le même site, alors qu'aucune différence significative n'a été constatée pour le diamètre interne moyen des nids relevé par CHERIET au cours de son travail au Lac Tonga entre 2011 et 2012. Cependant, la hauteur des nids relevée au cours de la présente étude a été supérieure à celle mentionnée par CHERIET (2016) sur le même site mais est plus petite que celle mesurée par VOGRIN (1999) au nord-est de la Slovénie et par MARXMEIER & DÜTTMANN (2002) au Lac Dümmer en Allemagne. La profondeur de l'eau à l'emplacement des nids a été globalement semblable à celle relevée par ROUIBI (2013) et CHERIET (2016) au Lac Tonga, mais bien plus importante que celles mesurées par LAWNICZAK (1982) en Pologne et par VOGRIN (1999). Divers travaux ont rapporté l'importance de la construction de nids élevés pour éviter les pertes des œufs (KELLER, 1992 ; VOGRIN, 1999) et l'élargissement de l'assiette des nids pour garantir leur stabilité (VOGRIN, 1999).

Lors de notre étude, les nids découverts en 2016 étaient plus petits que ceux de 2017 et la profondeur de l'eau plus importante en 2016. Cela serait dû aux conditions climatiques défavorables exprimées par une période des pluies qui s'était prolongée, augmentant ainsi le niveau d'eau dans le lac. CRAMP & SIMMONS (1980)

Reproduction du Grèbe huppé au Lac Tonga (Algérie)

avaient noté que les dimensions des nids diminuaient à mesure que la profondeur de l'eau augmentait.

Les œufs étaient recouverts de végétation aquatique notamment d'algues et de Cératophylles et/ou Myriophylles. Il a été rapporté le fait de couvrir les œufs de matériel végétal avant de quitter le nid lorsqu'ils sont dérangés est typique des grèbes (SIMMONS, 1955 ; MELDE, 1973 ; KELLER, 1989). Ce comportement peut être interprété comme un moyen de protection contre les prédateurs (SCHIFFERLI, 1967 ; BROEKHUYSEN & FROST, 1968 ; BROEKHUYSEN, 1973 ; MELDE, 1973 ; KELLER, 1989).

Les dimensions des œufs ont varié par rapport à celles mesurées par ROUBI (2013) et CHERIET (2016) sur le même site et par ULENAERS & DHONDT (1991) aux Pays-Bas. Ainsi, le volume, la longueur et la largeur des œufs calculés au cours de cette étude ont été supérieurs à ceux rapportés par les auteurs ci-dessus. La taille des œufs peut jouer un rôle important dans le succès de reproduction des oiseaux. En effet, elle peut avoir des conséquences sur l'éclosion des œufs et la survie des jeunes (JÄRVINEN & VÄISÄNEN 1983 ; WILLIAMS 1994 ; CHERIET *et al.*, 2015). La taille appréciable des œufs enregistrée pendant cette étude suggère la disponibilité des ressources alimentaires au niveau du Lac Tonga. En effet, NEWTON (1998) indique que l'approvisionnement alimentaire constitue, avec le type d'habitats, l'un des principaux facteurs influençant l'écologie de nombreux groupes aviaires.

Le suivi des paramètres de la reproduction au cours de la présente étude a montré que la ponte a eu lieu entre fin mars et mi-mai en 2016 et entre fin avril à mi-juin en 2017, avec des pics en avril 2016 et en mai 2017. ROUBI *et al.* (2013) ont indiqué que les premiers œufs ont été découverts la première semaine d'avril alors que CHERIET *et al.* (2015) ont rapporté que la ponte s'était étalée de la fin mars à la fin mai avec un pic au cours de la troisième semaine. Ainsi, nos résultats de 2016 concordent avec ceux de CHERIET *et al.* (2015) sur le même site et ceux de KONTER (2008b) au lac IJssel (Pays-Bas). Le décalage d'un mois dans la ponte entre nos deux années d'étude est expliqué par l'abondance des pluies qui se sont prolongées jusqu'à une bonne partie du printemps 2016, par rapport à 2017 qui a connu un hiver plus ou moins doux avec une durée de précipitations assez courte. En effet, VOGRIN (2001) note que des conditions environnementales défavorables, telle que l'absence d'eau en avril et en mai dans certaines zones humides, pourraient influencer non seulement le nombre de couples mais aussi le retard de reproduction et son succès.

Au Lac Tonga, la ponte complète du Grèbe huppé a varié entre 2 et 5 œufs en 2016 et entre 1 et 4 œufs en 2017. CHERIET *et al.* (2015) ont rapporté une taille de ponte de deux à six œufs. La taille de ponte moyenne relevée au cours de cette étude a été plus ou moins petite par rapport à celle CHERIET *et al.* (2015) enregistrée en 2009 et 2010, respectivement 3,67 et 4,00, mais plus grande à celle de ROUBI (2013), 2,81. D'autres auteurs ont également observé des tailles de ponte supérieures aux nôtres : BLINOV *et al.* (1981), 4,58 œufs au Lac Menzelinskoe en Serbie ; MOSKAL & MARSZALEK (1986), 4,49 œufs au Lac Żarnowieckie (Pologne) ;

Bulletin de la Société zoologique de France 145 (3)

ULENAERS & DHONDT (1991), 4,3 œufs ; BUKACINSKA *et al.* (1993), 4,1 œufs au Lac Łuknajno en Pologne ; FJELDSA (2004), 3,57-4,73 œufs, KONTER (2008b) (3,67-4,19 œufs).

La différence entre la taille de ponte moyenne enregistrée sur le même site pourrait être expliquée par la variation des microhabitats où sont installés les nids, l'effort d'échantillonnage et par l'accessibilité de certaines stations où résident la plupart des couples. En effet, les études menées par ROUIBI (2013) et CHERIET (2016) ont couvert juste une portion de la partie ouest du Lac Tonga dont la végétation était constituée surtout de Phragmites et dans une moindre mesure de Scirpes et de Typhas. KONTER (2008b) a fait état de ces constatations et a indiqué que la taille moyenne de ponte des Grèbes huppés pouvait varier avec le type de végétation ou l'emplacement des groupes d'oiseaux sur le même plan d'eau ; aspect également rapporté par BLINOV *et al.* (1981), GOC (1986) et BUKACINSKA *et al.* (1993).

À la différence de divers travaux (LEYS & de WILDE, 1971 ; MELDE, 1973 ; GOC, 1986 ; ULENAERS & DHONDT, 1991, DITTBERNER, 1996 ; KONTER (2008b) ; CHERIET *et al.*, 2015), la taille de ponte n'a pas diminué entre le début et la fin de la période de ponte, fait également constaté par ROUIBI *et al.* (2013).

Au cours de la période d'étude, les succès des éclosions ont été 82 % en 2016 et 91 % en 2017. Ils étaient supérieurs à ceux de ROUIBI *et al.* (2013), 67,5 % et de CHERIET (2016) qui a enregistré 68 % en 2011 et 75 % en 2012 au Lac Tonga. Il était également plus important que celui rapporté par LEYS *et al.* (1969) à Flevoland (Pays-Bas), 76 % et par RENEVEY (1988), 79 % au Lac de Neuchâtel. Le succès de reproduction élevé du Grèbe huppé au Lac Tonga pourrait être attribué au type d'habitat et au choix des sites de nidification qui assurent à l'espèce des ressources alimentaires suffisantes, d'une part, et une protection efficace pour les œufs et les poussins envers des prédateurs. Ce fait a été également signalé dans divers travaux (KIM & MONAGHAN, 2005 ; KONTER, 2008b ; ROUIBI, 2013 ; CHERIET, 2016 ; GHERIB & LAZLI, 2016 et 2017). En plus, il est rapporté que le Grèbe huppé quitte rarement son nid pendant la période de reproduction, ce qui lui assure la survie de sa progéniture (KELLER, 1988). Selon KELLER (1989), trois raisons incitent cet oiseau à s'absenter de son nid : le dérangement, la construction du nid, les attaques contre d'autres grèbes pénétrant dans son territoire de nidification.

Conclusion

De par les résultats obtenus au cours de cette étude, il apparaît que face aux différents facteurs anthropiques et environnementaux, le Grèbe huppé a su s'adapter et optimiser ses chances pour réussir sa reproduction au Lac Tonga. En effet, sa stratégie de survie axée sur le choix : (i) d'un habitat qui procure les ressources trophiques nécessaires, (ii) des sites de nidification adaptés qui permettent une protection efficace contre les prédateurs, a eu pour conséquence l'augmentation des effectifs de sa population et le succès de sa reproduction.

Reproduction du Grèbe huppé au Lac Tonga (Algérie)

D'autres études seront nécessaires afin d'améliorer la connaissance sur l'écologie du Grèbe huppé qui reste très peu documentée en Afrique du Nord et notamment en Algérie. Ces travaux concerneront aussi bien l'aspect démographique de la population pour déterminer les tendances numériques de l'espèce dans le pays et dans le Maghreb, mais aussi tout ce qui pourrait avoir trait à sa reproduction, son régime alimentaire, son éco-éthologie, ses stratégies d'adaptation aux conditions du milieu, son comportement vis-à-vis d'individus de la même espèce ou ceux d'autres espèces ou encore par rapport aux changements environnementaux...

Remerciements

Nous tenons à témoigner de notre gratitude tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail, particulièrement Mr MECIF Yahia, notre ami « Ali BOUZANA » qui nous a aidés dans la recherche des nids et leur identification, les propriétaires de la barque, Abdo et REZOUAGUE Kamel, sans omettre Melle NAILI Sana et M. Abdesslem GRIRA, cadre technique au niveau du Parc National d'El Kala.

Ce travail fait partie des thématiques de recherche développées par l'équipe « Biologie et santé des organismes et des populations » du laboratoire « Écologie fonctionnelle et évolutive » de l'université Chadli Bendjedid–El Tarf (Algérie) et c'est également une partie de la thèse de doctorat de Melle Fatima MECIF.

RÉFÉRENCES

- ABDELLIOUI, S. (2016).- *Écologie des Grèbes et du Fuligule nyroca au niveau de Garaet Hadj-Tahar (Complexe de Guerbes-Sanhadja, Skikda, Nord-Est de l'Algérie)*. Thèse de doctorat. Univ. Larbi Ben M'Hidi, Oum El-Bouaghi, Algérie, 199 p.
- ABBOTT, K.C., MORRIS, W.F. & GROSS, K. (2008).- Simultaneous effects of food limitation and inducible resistance on herbivore population dynamics. *Theoretical Population, Biology*, **73**, 63-78.
- ATHAMNIA, M., SAMRAOUI, F., KELAILIA, B., ROUABAH, A., ALFARHAN, A.H. & SAMRAOUI, B. (2015).- Nest-site selection and reproductive success of the Little grebe *Tachybaptus ruficollis* in northeast Algeria. *Ardeola*, **62** (1), 113-124 [DOI: 10.13157/arla.62.1.2015.113].
- BLINOV, V.N., KOSHELEV, A.I. & YANOVSKIY, A.P. (1981).- Struktura koloniy, uspekh razmnozheniya ipovedenie bolshoi poganki (*Podiceps cristatus* L.) naoz. Menzelinskoe (Structure of colonies, breeding success and behaviour of the Great Crested Grebe (*Podiceps cristatus* L.) on Menzelinskoe Lake, West Siberia). *Ekologiya i biotsenoticheskie svyazi pereletnykh ptits Zapadnoi Sibiri. Nauka Publishers, Novosibirsk*: 30-48 (in Russian).
- BOUCHEKER, A., NEDJAH, R., SAMRAOUI, F., MENA, I.R. & SAMRAOUI, B. (2009).- Aspects of breeding ecology and conservation of the Glossy Ibis in Algeria. *Waterbirds*, **32**, 345-351.
- BOUMEZBEUR, A. (1993).- *Écologie et biologie de la reproduction de l'Érismature à tête blanche Oxyura leucocephala et du Fuligule nyroca Aythya nyroca sur la lac Tonga et le lac des Oiseaux (Est Algérien) – Mesures de protection et de gestion du lac Tonga*. Thèse de doctorat EPHE, Montpellier.
- BROEKHUYSEN, G.J. & FROST, P.G.H. (1968).- Nesting behaviour of the Black-necked Grebe *Podiceps nigricollis* (Brehm) in Southern Africa. I. The reaction of disturbed incubating birds. *Bonn. zool. Beitr.*, **19**, 350-361.
- BROEKHUYSEN, G.J. (1973).- Behavioural responses of Dabchicks *Podiceps ruficollis* to disturbances while incubating. *Ostrich*, **44**, 111-117.

Bulletin de la Société zoologique de France 145 (3)

- BRZEZINSKI, M., CHIBOWSKI, P., GORNIA, J., GORECKI, G. & ZALEWSKI, A. (2018).- Spatio-temporal variation in nesting success of colonial waterbirds under the impact of a non-native invasive predator. *Oecologia*, **188** (4), 1037-1047.
- 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.
- CHÉRIET, S. (2016).- *Écologie de la reproduction du Grèbe huppé Podiceps cristatus au Lac Tonga*. Thèse de Doctorat, Université Guelma, Algérie, 125 p.
- CHÉRIET, S., SAMRAOUI, F., AL-FARHAN, A.H. & SAMRAOUI, B. (2015).- Factors affecting nesting success in the Great crested Grebe *Podiceps cristatus* at Lake Tonga, northeast Algeria. *Ostrich*, **86**, 239-245.
- CRAMP, S. & SIMMONS, K.E.L. (1977).- *Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa*. Vol. 1. *Ostrich to ducks*. Oxford, Oxford University Press.
- CRAMP, S. & SIMMONS, K.E.L. (1980).- *The birds of the western Palearctic*. Volume II. Oxford, Oxford University Press, 695 p.
- DITTBERNER, W. (1996).- *Die Vogelwelt der Uckermark*. Verlag Erich Hoyer, Galenbeck.
- FJELDSÅ, J. (2004).- *The Grebes: Podicipedidae*. Oxford (United Kingdom), Oxford University Press, 264 p.
- FUCHS, E. (1982).- Bestand, Zugverhalten, Bruterfolg und Mortalität des Haubentauchers *Podiceps cristatus* auf dem Sempachersee. *Ornit. Beob.*, **79**, 255-264.
- 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. (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.
- GOC, M. (1986).- Colonial versus territorial breeding of the great crested grebe *Podiceps cristatus* on Lake Dru.no. *Acta Ornithologica*, **22**, 95-145.
- HOYT, D.F. (1979).- Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs. *Auk*, **96**, 73-77.
- ISENMANN, P. & MOALI, A. (2000).- *Oiseaux d'Algérie – Birds of Algeria*. Paris, Société d'études ornithologiques de France. 336 p.
- JÄRVINEN, A. & VÄISÄNEN, R.A. (1983).- Egg size and related reproductive traits in a southern passerine *Ficedula hypoleuca* breeding in an extreme northern environment. *Ornis Scandinavica*, **14**, 253-262.
- KADID, Y., THÉBAUD, G., PÉTEL, G. & ABDELKRIM, H. (2007).- Les communautés végétales aquatiques de la classe des Potamogeton du Lac Tonga, El- Kala, Algérie. *Acta Botanica Gallica*, **154**, 597-618.
- KELLER, V. (1988).- *Zur Frage der Anpassung brütender Haubentaucher Podiceps cristatus an Bedingungen ihres vom Menschen als Erholungsgebiet genutzten Bruthabitats*. Dissertation Universität Bern.
- KELLER, V. (1989).- Egg-covering behavior by Great Crested Grebes *Podiceps cristatus*. *Ornis Scandinavica*, **20**, 129-131.
- KELLER, V. (1992).- Schutzzonen für Wasservögel zur Vermeidung von Störungen durch Menschen: wissenschaftliche Grundlagen ihre Umsetzung in die Praxis. *Der Ornithologische Beobachter*, **89**, 217-223.

Reproduction du Grèbe huppé au Lac Tonga (Algérie)

- KIM, S.-Y. & MONAGHAN, P. (2005).- Interacting effects of nest shelter and breeder quality on behaviour and breeding performance of herring gulls. *Anim. Behav.*, **69**, 301-306.
- 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.
- LACK, D. (1950).- The breeding seasons of European birds. *Ibis*, **92**, 288-316.
- LAZLI, A. (2011).- *Contribution à la connaissance de l'écologie et de la biologie de l'Érismature à tête blanche Oxyura leucocephala et du Fuligule nyroca Aythya nyroca au lac Tonga*. Thèse de Doctorat, Université de Béjaia. Algérie.
- LAWNICZAK, D. (1982).- On the ecology and biology of Great Crested Grebe (*Podiceps cristatus*), Rednecked Grebe (*Podiceps griseigena*) and Blacknecked Grebe (*Podiceps nigricollis*) breeding on the fish-ponds near Milicz. *Acta Universitatis Wratislaviensis*, **487**, 63-81.
- LEDANT, J.P., JACOB, J.P., JACOBS, P., MALHER, F., OCHANDO, B. & ROCHE, J. (1981).- Mise à jour de l'avifaune algérienne. *Gerfault*, **71**, 295-398.
- LEYS, H.N., MARBUS, J. & DE WILDE, J.J.F.E. (1969).- Waarnemingen bij een broedpopulatie van Futen (*Podiceps cristatus* L.) in Oostelijk Flevoland. *De Levende Natuur*, **72**, 97-141.
- LEYS, H.N. & DE WILDE, J.J.F.E. (1971).- Het voorkomen van de Fuut (*Podiceps cristatus*) in Nederland. *Limosa*, **44**, 133-183.
- MARXMEIER, U. & DÜTTMANN, H. (2002).- Röhrlichtsterben beeinflusst Brutverhalten des Haubentauchers (*Podiceps cristatus*) am Dümmer (Niedersachsen, Deutschland). *Journal Für Ornithologie*, **143** (1), 1-14.
- MELDE, M. (1973).- Der Haubentaucher (*Podiceps cristatus*). *Neue Brehm-Bücherei* 461, Wittenberg-Lutherstadt.
- 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.
- MOSKAL, J. & MARSALEK, J. (1986).- Effect of habitat and nest distribution on the breeding success of the great crested grebe *Podiceps cristatus* on Lake arnowieckie. *Acta Ornithologica*, **22**, 147-158.
- NEWTON, I. (1998).- *Population limitation in birds*. London (England): Academic Press. 597 p.
- ODONOGHUE, M. & KREBS, C.J. (1992).- Effects of supplemental food on snowshoe hare reproduction and juvenile growth at a cyclic population peak. *J. anim. Ecol.*, **61**, 631-641.
- O'DONNELL, C. & FJELDSÅ, J. (1997).- *Grebes status survey and conservation action plan*. Union internationale pour la conservation de la nature/Species survival commission grebe specialist group, Gland (Switzerland) and Cambridge (United Kingdom): International Union for Conservation of Nature, IUCN. 66 p.
- 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.
- ROUIBI, A. (2013).- *Écologie de la reproduction du Grèbe huppé (Podiceps cristatus) dans le lac Tonga (Parc national d'El-Kala)*. Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba (Algérie), 122 p.
- ROUIBI, A., ZITOUNI, A., TAHAR, A. & HOUHAMDI, M. (2013).- Breeding ecology of the Great Crested Grebe (*Podiceps cristatus*) in Tonga Lake (Northeast Algeria). *European Journal of Scientific Research*, **100**, 534-541.

Bulletin de la Société zoologique de France 145 (3)

- SALONEN, V. & PENTTINEN, A. (1988).- Factors affecting nest predation in the Great Crested Grebe: Field observations, experiments and their statistical analysis. *Ornis Fennica*, **65**, 13-20.
- 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.
- SARROCCO, 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.
- SCHIFFERLI, A. (1967).- Aus dem Leben des Haubentauchers. Bericht 1967 der Schweiz. Vogelwarte Sempach.
- SIMMONS, K.E.L. (1955).- Studies on Great Crested Grebes. *Avicult. Mag.*, **61**, 3-13, 93-102, 131-146, 181-202, 235- 253, 294-316.
- STEVENSON, A.C., SKINNER, J., HOLLIS, G.E. & SMART, M. (1988).- The El-Kala National Park and environs, Algeria: An ecological evaluation. *Environmental Conservation*, **15**, 335-348.
- 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.
- 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.
- 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.
- WILLIAMS, T.D. (1994).- Intraspecific variation in egg size and egg composition in birds: effects on offspring fitness. *Biological Reviews*, **68**, 35-59.
- 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.

(reçu le 03/03/20 ; accepté le 26/04/20)



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
Département de Biologie
Laboratoire de Recherche sur la Biodiversité et la Pollution des Écosystèmes



**1^{er} Congrès international de Biodiversité, Risques Environnementaux et Santé Publique
-En Ligne Via ZOOM- CIBRESP, les 07 et 08 Avril 2021**

ATTESTATION DE PARTICIPATION


La Présidente du Congrès et le Président du Comité Scientifique attestent par la présente que :

Mme/Mlle/Mr. **Mecif Fatima**, Université Chadli Bendjedid, El-Tarf, Algérie
a participé au **1^{er} Congrès international de Biodiversité, Risques Environnementaux et Santé Publique CIBRESP, En ligne - via Zoom- les
07 et 08 Avril 2021** par une communication par affiche intitulée :
« Évolution des populations nicheuses du fuligule nyroca et du grèbe huppe au lac tonga (parc national d'el kala- Algérie) »
En collaboration avec : **Boucheker Abdennour, Lazli Amel**

Le Président du Comité Scientifique
Pr. Nasri Hichem


Pr. NASRI HICHEM
Professeur et Directeur de Recherche
Laboratoire de Recherche Biodiversité et
Pollution des Ecosystèmes
Faculté SNV, Université Chadli Bendjedid
-W- El-Tarf

La Présidente du Congrès
Dr. Djabali Nacira


Université Chadli Bendjedid - El-Tarf
Dr. DJABALI NACIRA
Présidente du 1^{er} Congrès International:
"Biodiversité, Risques Environnementaux Et
Santé Publique CIBRESP" En Ligne Via ZOOM
Les 07 et 08 Avril 2021

