



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة باجي مختار- عنابة

UNIVERSITE BADJI-MOKHTAR-ANNABA

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

THESE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de doctorat es sciences
en Biologie Animale

**Etude de l'importance méditerranéenne du complexe
des zones humides de la région du Nord à travers
l'avifaune hivernante et nicheuse : Cas du Lac Tonga**

Présentée Par : M^{me} RIZI Hadia

Soutenue le : 09 juillet 2018

Devant le jury :

Président	M SOLTANI N	Professeur	Université d'Annaba
Directeur	M HOUHAMDI M	Professeur	Université de Guelma
Co-directeur	M ^{me} ROUAG ZIANE N	Maitre de conférences A	Université d'Annaba
Examineur	M OUAKID M	Professeur	Université d'Annaba
Examineur	M MAAZI M ^{ED} C	Professeur	Université de Souk Ahras
Examineur	M SAHEB M	Professeur	Université de Oum El Bouaghi

Année universitaire 2017/2018

Dédicace

A la mémoire de mes parents, Ali et Nouna, pour leur sacrifice, leur confort et leur rayonnement moraux et de ma sœur aînée, Fatima Zohra pour son soutien et ses encouragements pour que je termine mes études.

J'espère que par le biais de ce modeste travail, ils seront fiers de moi

A la mémoire du Professeur CHABI Yassine, initiateur de ce travail, qui fut attentif et présent, pour nous pousser à persévérer, sans omettre les Professeurs BOULAKOUD Mohamed Salah pour sa gentillesse et CHALABI Bouzid pour son aide et ses conseils, moi qui ne connaissais rien du monde des oiseaux,

Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à présenter mes profonds et vifs remerciements et à exprimer ma gratitude à tous ceux qui ont participés de près ou de loin à sa réalisation.

*A Monsieur **SOLTANI Nouredine**, Professeur à l'Université d'Annaba d'avoir eu la gentillesse d'examiner ce travail et d'en présider le jury.*

*A Monsieur **HOUHAMDI Moussa**, Professeur à l'Université de Guelma et mon directeur de thèse pour la confiance qu'il m'a témoignée, son soutien et ses conseils avisés tout au long de ce travail.*

*A Madame **ROUAG ZIANE Nadia**, Maître de Conférences A à l'Université d'Annaba, co-directrice de thèse, pour ses critiques constructives et ses conseils judicieux afin de mener à terme ce travail, sans oublier sa profonde gentillesse.*

*A Monsieur **OUAKID Mohamed**, Professeur à l'Université d'Annaba d'avoir répondu favorablement pour juger ce travail malgré ses multiples obligations.*

*A Messieurs **MAAZI Mohamed Chérif**, Professeur à l'Université de Souk Ahras et **SAHEB Menouar**, Professeur à l'Université d'Oum El Bouaghi pour leurs remarques et encouragements, et d'avoir accepté de faire partie du jury.*

*A Monsieur **ROUAG Rachid**, Maître de Conférences A à l'Université d'El Tarf pour son soutien de tous les instants. Ami et frère, tout en étant un élément indispensable dans la réussite de ce travail.*

*A tout le personnel de la station biologique de la Tour du Valat (Camargue), à Monsieur **Michel Gauthier-Clerc** pour son aide et son accueil afin de mener à bien cette étude, que Mme **Jacqueline Crivelli**, responsable de la bibliothèque trouve ici tout mon respect pour sa grande gentillesse ainsi que Monsieur **Yves Kayser**, ingénieur, pour sa disponibilité et ses conseils.*

*Un grand merci à toute l'équipe de la Station Biologique de Recherche El Mellah : **Fatiha (Loulou), Nadia, Lyliá, Ilhem, Ghania, Hassina, Hassina, Salíha, Rachid, Raouf, Faouzi** avec qui j'ai partagé des instants inoubliables.*

*A Mlles **Cheurfa Labiba, Djellali Hasna** et Mr **Ramdani Kamel** pour leur assistance durant la première année de terrain, Oh ! Combien importante.*

Mes remerciements vont aussi à mes amies (s) et collègues pour leurs encouragements et leurs soutiens.

Mes vifs remerciements à tous les membres de ma famille, plus neveux et nièces, qu'ils trouvent ici tout mon amour et ma gratitude.

*Toute ma reconnaissance à mon Frère **Hocine (El Hou)** pour son aide, son soutien et surtout pour le temps mis pour la relecture de ce manuscrit et les corrections appropriées.*

RESUME

Nous avons étudié durant deux années successives au niveau d'un site Ramsar le lac Tonga situé à l'extrémité du Nord-Est Algérien, l'hivernage, le comportement diurne ainsi que la reproduction de deux espèces : le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* et la Foulque macroule *Fulica atra* deux oiseaux d'eau appartenant à deux famille différentes en l'occurrence les Anatidés et les Rallidés.

Les résultats obtenus après analyse des compagnes de recensements des oiseaux d'eau sur une période de 38ans, montrent bien l'importance du complexe d'El Kala en tant que zone d'hivernage en Afrique du Nord. Les dénombrements hivernaux après un suivi régulier des espèces ont abouti à un effectif maximum enregistré pour le Fuligule nyroca de 140 individus par contre la Foulque macroule enregistre un pic de 11500 individus. L'étude du comportement diurne pour les deux espèces montre que le repos, toilette et l'alimentation domine chez le Fuligule nyroca, la parade existe avec de faible proportion. Chez la Foulque macroule l'alimentation, la nage et le repos domine entre 2005-2006 alors que pendant 2006-2007 c'est la nage, l'alimentation et le repos qui domine. Durant les deux saisons la toilette est aussi importante chez cette espèce ainsi que le vol quand à la parade elle présente une petite proportion dans le bilan global des activités diurnes de la Foulque macroule.

Nous avons également étudiés la phénologie de la reproduction de ces deux espèces pendant les deux saisons de reproduction, en se basant sur le suivi hebdomadaire des nichées à partir des berges. Les résultats obtenus montrent que *Aythya nyroca* a une période de ponte qui s'étale sur 8 semaines durant l'année 2006 et de 9 à 10 semaines pour l'année 2007. Elle est de 10 semaines pour la Foulque macroule.

Mots clés: Hivernage, comportement diurne, reproduction, *Aythya nyroca*, *Fulica atra*, Lac Tonga.

ABSTRACT

We studied in two successive years at Tonga Lake located at the northeastern of Algeria, wintering, diurnal activities and reproduction of two species: the Ferruginous Duck *Aythya nyroca* and the Common Coot *Fulica atra* two waterbirds belonging to two different families in this case Anatidae and Rallidae.

The results obtained after analyzing the waterbird censuses over a period of 38 years, show the importance of the El Kala complex as a wintering area in North Africa. Winter counts after a regular monitoring of the species have resulted in a maximum recorded population of about 140 individuals for the Ferruginous Duck, while the coot has a peak of 11500 individuals. The study of diurnal behavior for the two species shows that rest, toilet and feeding dominate in the Ferruginous Duck, the parry exists with a small proportion. In *Fulica atra* feeding, swimming and rest dominates between 2005-2006 while during 2006-2007 it is swimming, food and rest that dominates. During both seasons the toilet is also important in this species as well as the flight when at the parade it presents a small proportion in the overall balance of the day activities of the Coot.

We also studied the reproductive phenology of these two species during the two breeding seasons, based on weekly nest tracking from the riverbanks. The results show that *Aythya nyroca* has a spawning period that spans 8 weeks during the year 2006 and 9 to 10 weeks for the year 2007. It is about 10 weeks for *Fulica atra*.

Key words: Wintering, diurnal activity, behavior, reproduction, *Aythya nyroca*, *Fulica atra*, Tonga Lake.

المخلص

درسنا خلال سنتين متتاليتين في موقع بحيرة تونغنا (شمال شرق الجزائر) : تمضية فصل الشتاء النشاطات النهارية وتكاثر نوعين من الطيور البطية الحديدية *Aythya nyroca* و غر أوراسي *Fulica atra* اثنين من الطيور المائية التي تنتمي إلى عائلتين مختلفتين *Anatidae* و *Rallidae*.

النتائج التي تم الحصول عليها بعد تحليل تعداد الطيور المائية على مدى 38 سنة، يدل على أهمية مجمع القالة كمنطقة التشتية في شمال أفريقيا. عد الشتاء بعد أن أدت الرصد المنتظم لهذه الأنواع في أقصى بلغ عدد السكان حوالي 140 شخصا لبطة حديدية، تعداد الشتاء بعد الرصد المنتظم لهذه الأنواع بلغ حوالي 140 بطة حديدية، في حين أن طائر الغر الأوراسي لديه ذروة 11500 فرد.

وتبين دراسة السلوك النهاري للنوعين أن الراحة، التنظيف، والتغذية تهيمن على نشاط البط الحديدي، التودد موجود بنسب صغيرة. عند الغر أوراسي، تهيمن لتغذية، السباحة والراحة بين عامي 2005 و 2006 بينما كانت تهيمن السباحة، والطعام والراحة بين عامي 2006-2007. خلال الموسمين، يعتبر التنظيف مهم أيضاً بالإضافة إلى الطيران. التودد، تقدم نسبة صغيرة في جميع أنشطة الغر.

الكلمات الرئيسية. الشتاء، النشاط النهاري، السلوك، التكاثر، *Fulica atra*، *Aythya nyroca*، بحيرة تونغنا.

Liste des Figures

N	INTITULE	PAGE
01	Aire de répartition du Fuligule Nyroca (UICN, 2006)	11
02	Aire de répartition de la Foulque macroule (UICN, 2006)	14
03	Localisation et limites du Parc National d'El Kala (Benyacoub et 1998)	17
04	Répartition des unités géomorphologiques à travers la Wilaya d'El Tarf (Geosystem-Consult, 2013)	18
05	Carte de situation du Lac Tonga avec les plus importantes formations végétales.	22
06	Les comportements alimentaires chez les Canards et les Foulques (Szijj, 1965)	31
07	Localisation des points d'observation autour du Lac Tonga	32
08	Variation des effectifs des oiseaux d'eau dans le complexe de zones humides du PNEK (1977-2015)	36
09	Variation des effectifs du Fuligule nyroca dans le complexe de zones humides du PNEK (1977-2015)	37
10	Variation des effectifs de Foulque macroule dans le complexe de zones humides du PNEK (1977-2015)	37
11	Fluctuations des effectifs hivernants du Fuligule nyroca au Lac Tonga	38
12	Fluctuations des effectifs hivernants de Foulque macroule au Lac Tonga	39
13	Bilan d'activités saisonnier (% de temps) du Fuligule nyroca (2005-2006)	41
14	Variation mensuel du bilan d'activités (% de temps) du Fuligule nyroca (2005-2006)	42
15	Variation bimensuel des activités journalière du Fuligule nyroca en temps absolu (heures) (2005-2006)	44
16	Variation du rythme d'activité journalier moyen du Fuligule nyroca durant l'hivernage (2005-2006)	45
17	Variation mensuelle du rythme d'activité journalier du fuligule nyroca durant l'hivernage (2005-2006)	47
18	Bilan d'activités saisonnier (% de temps) du Fuligule nyroca (2006-2007)	49
19	Variation mensuel du bilan d'activités (% de temps) du Fuligule nyroca (2006-2007)	50

20	Variation bimensuel des activités journalière du Fuligule nyroca en temps absolu (heures) (2006-2007)	52
21	Variation du rythme d'activité journalier moyen du F. nyroca durant l'hivernage (2006-2007)	53
22	Variation mensuelle du rythme d'activité journalier du fuligule nyroca durant l'hivernage (2006-2007)	55
23	Bilan d'activités saisonnier (% de temps) de la Foulque macroule (2005-2006)	57
24	Variation mensuel du bilan d'activités (% de temps) de la Foulque macroule (2005-2006)	58
25	Variation bimensuel des activités journalière de la Foulque macroule en temps absolu (heures) (2005-2006)	60
26	Variation du rythme d'activité journalier moyen de la Foulque macroule durant l'hivernage (2005-2006)	61
27	Variation mensuelle du rythme d'activité journalier de la Foulque macroule durant l'hivernage (2005-2006)	63
28	Bilan d'activités saisonnier (% de temps) de la Foulque macroule (2006-2007)	65
29	Variation mensuel du bilan d'activités (% de temps) de la Foulque macroule (2006-2007)	66
30	Variation bimensuel des activités journalière de la Foulque macroule en temps absolu (heures) (2006-2007)	68
31	Variation du rythme d'activité journalier moyen de la Foulque macroule durant l'hivernage (2006-2007)	69
32	Variation mensuelle du rythme d'activité journalier de la Foulque macroule durant l'hivernage (2006-2007)	71
33	Evolution hebdomadaire et mensuelle de la population du Fuligule nyroca au Lac Tonga (2006-2007)	73
34	Evolution hebdomadaire et mensuelle des poussins du Fuligule nyroca au Lac Tonga (2006-2007)	74
35	Evolution hebdomadaire et mensuelle des couples de Fuligule nyroca au Lac Tonga (2006-2007)	75
36	Evolution hebdomadaire et mensuelle du sex-ratio du Fuligule nyroca au Lac Tonga (2006-2007)	76
37	Evolution hebdomadaire et mensuelle de la population de Foulque macroule au Lac Tonga (2006-2007)	78
38	Evolution hebdomadaire et mensuelle du nombre de couples de la Foulque macroule au Lac Tonga (2006-2007)	79
39	Variation hebdomadaire et mensuelle du Taux de formation de couples (%) de Foulque macroule au Lac Tonga (2006-2007)	79
40	Evolution hebdomadaire et mensuelle des poussins de la Foulque macroule au Lac Tonga (2006-2007)	80

41	Evolution hebdomadaire et mensuelle des effectifs de femelles avec niché de la Foulque macroule au Lac Tonga (2006-2007)	81
42	Répartition spatiale du Fuligule nyroca sur le Lac Tonga	82
43	Répartition spatiale de la Foulque macroule sur le Lac Tonga	83

Liste des Tableaux

N	INTITULE	PAGE
01	Variation du Statut du Fuligule Nyroca selon les années (Évaluations de la liste rouge de l'UICN (UICN, 2017))	07
02	Variation du Statut de la Foulque macroule selon les années (Évaluations de la liste rouge de l'UICN (UICN, 2017))	08
03	Température (C°) et pluviométrie (mm) mensuelles, enregistrées à El Kala de 2001 à 2010 (Station météorologique d'El Kala).	19
04	Paramètres spécifiques de la reproduction du Fuligule nyroca retenus pour les calculs	33
05	Paramètres spécifiques de la reproduction de la Foulque macroule retenus pour les calculs	33
06	Variation mensuel du bilan d'activités (% de temps) du Fuligule nyroca (2005-2006)	40
07	Durée journalière en temps absolu des activités diurnes du Fuligule nyroca (2005-2006)	42
08	Variation mensuel du bilan d'activités (% de temps) du Fuligule nyroca (2006-2007)	48
09	Durée journalière en temps absolu des activités diurnes du Fuligule nyroca (2006-2007)	50
10	Variation mensuel du bilan d'activités (% de temps) de la Foulque macroule (2005-2006)	56
11	Durée journalière en temps absolu des activités diurnes de la Foulque macroule (2005-2006)	58
12	Variation mensuel du bilan d'activités (% de temps) de la Foulque macroule (2006-2007)	64
13	Durée journalière en temps absolu des activités diurnes de la Foulque macroule (2006-2007)	66
14	Estimations des paramètres de la reproduction du Fuligule nyroca au lac Tonga (2006-2007)	72
15	Estimations des paramètres de la reproduction de la foulque macroule au Lac Tonga (2006-2007)	77

Liste des photos

N	INTITULE	PAGE
01	Diversité remarquables des habitats et des espèces	21
02	Vue générale de la zone d'étude	23
03	Nupharaie (<i>Nymphaea alba</i>)	25
04	Saulaie - <i>Héronnière</i>	25
05	Moto pompe destiné à l'irrigation	95

SOMMAIRE

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des photos

Introduction 01

Chapitre I : Matériel et Méthodes 10

1. LES MODELES BIOLOGIQUES 10

1.1. Le Fuligule nyroca (Güldenstädt, 1770) 10

1.1.1. Position systématique 10

1.1.2. Description de l'espèce 10

1.1.3. Distribution géographique du Fuligule Nyroca 10

1.1.4. Ecologie de l'espèce 12

1.1.5. Statut de conservation 12

1.2. La Foulque macroule (*Fulica atra*) (Linné, 1758) 13

1.2.1. Position systématique 13

1.2.2. Description de l'espèce 13

1.2.3. Distribution géographique de la Foulque macroule 14

1.2.4. Ecologie de l'espèce 15

1.2.5. Statut de conservation 15

2. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE 16

2.1. Présentation de la région d'étude 16

2.1.1. Caractères géomorphologiques 16

2.1.2. Caractères climatiques 19

2.1.3. Caractères bioclimatiques 20

2.1.4. Richesses biologiques 20

2.2. Description du site d'étude - Lac Tonga – 21

2.2.1. Les oiseaux d'eau 26

2.2.2. Les mammifères	26
2.2.3. Les Reptiles et les Amphibiens	27
2.2.4. Les poissons	27
2.2.5. Les insectes	27
3. METHODOLOGIE D'ETUDE	27
3.1. Méthodes de dénombrement des effectifs des deux populations des oiseaux d'eau	28
3.2. Méthodes d'étude des rythmes d'activités des deux espèces	29
3.2.1. La méthode Animal Focal Sampling (FOCUS)	29
3.2.2. La méthode Instantaneous Scan Sampling (SCAN)	29
3.3. Méthodes de suivi de la reproduction des deux espèces	31
3.3.1. Chronologie de la reproduction	32
3.3.2. Biologie de la reproduction	33
3.3.3. Date de première ponte	34
3.3.4. Suivi des nichées	34
4. ANALYSE STATISTIQUE	34
Chapitre II : Résultats et Interprétations	
1. ANALYSE DES DENOMBREMENTS DES OISEAUX D'EAU DANS LE PARC NATIONAL D'EL KALA	35
2. PHENOLOGIE D'HIVERNAGE DU FULIGULE NYROCA (<i>Aythya nyroca</i>)	38
3. PHENOLOGIE D'HIVERNAGE DE LA FOULQUE MACROULE (<i>Fulica atra</i>)	39
4. ETUDE DU BUDGET D'ACTIVITES DIURNES DU FULIGULE NYROCA	40
4.1. Budget d'activités diurnes du Fuligule nyroca pour la saison 2005-2006	40
4.1.1. Budget d'activités saisonnières du Fuligule nyroca pour 2005-2006	40
4.1.1.1. Variation saisonnière du budget d'activités en pourcentage du temps d'activité (%)	40

4.1.1.2. Variation saisonnière du budget d'activités diurnes en temps absolu (heures)	42
4.1.2. Variation journalière du budget d'activités en pourcentage du temps d'activité (%)	45
4.2. Budget d'activités diurnes du Fuligule nyroca pour la saison 2006-2007	48
4.2.1. Budget d'activités saisonnières du Fuligule nyroca pour 2006-2007	48
4.2.1.1. Variation saisonnière du budget d'activités diurnes en pourcentage du temps d'activité (%)	48
4.2.1.2. Variation saisonnière du budget d'activités diurnes en temps absolu (heures)	50
4.2.2. Variation journalière du budget d'activités diurnes en pourcentage du temps d'activité (%)	53
5. ETUDE DU BUDGET D'ACTIVITES DIURNES DE LA FOULQUE MACROULE	56
5.1. Budget d'activités diurnes de la Foulque macroule pour la saison 2005-2006	56
5.1.1. Budget d'activités saisonnières de la Foulque macroule pour 2005-2006	56
5.1.1.1. Variation saisonnière du budget d'activités en pourcentage du temps d'activité (%)	56
5.1.1.2. Variation saisonnière du budget d'activités diurnes en temps absolu (heures)	58
5.1.2. Variation journalière du budget d'activités diurnes en pourcentage du temps d'activité (%)	61
5.2. Budget d'activités diurnes de la Foulque macroule pour la saison 2006-2007	64
5.2.1. Budget d'activités diurnes de la Foulque macroule pour 2006-2007	64
5.2.1.1. Variation saisonnière du budget d'activités en pourcentage du temps d'activité (%)	64
5.2.1.2. Variation saisonnière du budget d'activités diurnes en temps absolu (heures)	66
5.2.2. Variation journalière du budget d'activités diurnes en pourcentage du temps d'activité (%)	69
6. PHENOLOGIE DE LA REPRODUCTION	72
6.1. Phénologie de la reproduction du Fuligule nyroca (Aythya nyroca) (2006 et 2007)	72
6.1.1. Paramètres de la reproduction du Fuligule nyroca (2006 et 2007)	72

6.2.1. Evolution hebdomadaire et mensuelle de la population du Fuligule nyroca	72
6.2.2. Evolution hebdomadaire et mensuelle des poussins du Fuligule nyroca	73
6.2.3. Evolution hebdomadaire et mensuelle du nombre de couples de Fuligule nyroca	74
6.2.4. Evolution hebdomadaire et mensuelle du sex-ratio du Fuligule nyroca	75
6.3. Phénologie de la reproduction de la Foulque macroule (Fulica atra)	76
6.3.1. Paramètres de la reproduction de Foulque macroule (2006 et 2007)	76
6.3.2. Evolution de la population de Foulque macroule (Fulica atra) (2006 et 2007)	77
6.3.3. Evolution du nombre de couples de Foulques macroule (2006 et 2007)	78
6.3.4. Evolution hebdomadaire et mensuelle des effectifs de poussins de la Foulque macroule	80
6.3.5. Evolution des effectifs de femelles de Foulques macroule avec niché (2006 et 2007)v	80
7. DISTRIBUTION SPATIALE	81
7.1. Distribution spatiale du Fuligule nyroca	81
7.2. Distribution spatiale de la Foulque macroule	82
Chapitre III : Discussion	
	84
Conclusion	92
Références Bibliographiques	
Publication	

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La région méditerranéenne de par sa position géographique entre deux masses continentales majeures, l'Eurasie et l'Afrique, constitue un point chaud «hot spot» de la biodiversité pour de nombreux groupes taxonomiques (Blondel & Aronson 1995; Quèzel & Medail 1995, Cowling et al.1995). Les oiseaux d'eau (canards, oies, hérons, mouettes, sternes, etc.) sont une composante importante de ce paysage; leur tendance à se rassembler, souvent en concentration spectaculaire, ont fait d'eux des objets de recherche et de suivis. Ils sont ainsi d'excellents indicateurs de la valeur et de la santé des zones humides. La grande majorité des espèces de ce groupe représente une belle illustration du phénomène de migration : chaque année, ces oiseaux procèdent à des déplacements périodiques plus ou moins longs (jusqu'à plusieurs milliers de kilomètres) entre leurs quartiers de nidification et ceux d'hivernage, à la recherche de conditions climatiques et trophiques meilleures.

Beaucoup d'habitats de cette région servent à l'homme depuis plusieurs millénaires, en entraînant la dégradation des habitats naturels et les communautés qui leurs sont associées, tout en favorisant la diversité écologique à l'échelle des paysages (Covas & Blondel 1997). Parmi ces habitats, les zones humides revêtent une importance inestimable. Elles regroupent toute une gamme d'écosystèmes de transition entre le milieu terrestre et le milieu aquatique. Des étendues d'eau libre, où l'eau peut être la composante principale, voir exclusive (fleuves, eaux côtières,.....), et également où eau, substrat, et végétation sont intimement liés. L'eau pouvant parfois n'être qu'une composante quantitativement mineure du milieu (étangs, marécages, tourbières,.....) mais détermine la physionomie (Covas & Blondel 1997). Le suivi des oiseaux d'eau représente en effet un outil simple et efficace non seulement pour déterminer l'importance relative des zones humides pour les oiseaux d'eau et les tendances des effectifs de ces populations, mais également pour établir les priorités de conservation (CEPF, 2013).

Les principales zones humides algériennes qui se situent sur les deux grandes voies de migration (Fly-Way) jouent un important rôle de relais entre les deux rives de la mer Méditerranée d'une part et le Sahara d'autre part pour la faune migratrice (Metallaoui, 2010). Dans ce contexte, l'Algérie occupe parmi les pays du Paléarctique occidental une place très privilégiée pour un grand nombre d'espèces d'oiseaux migrateurs qui empruntent la voie de migration occidentale de l'Ancien Monde. Elle constitue, à la fois par sa position sur cette

voie, et par la grande diversité et surface des zones humides qu'elle offre, une importante étape d'escale pour les contingents qui hivernent au sud du Sahara. Elle est en outre une aire d'hivernage favorite et certaines espèces y trouvent leur limite méridionale de distribution. (Metallaoui, 2010).

Parmi ces milieux, les plus connus à l'heure actuelle, le complexe des zones humides de la Numidie Algérienne est un important refuge pour la biodiversité (Samraoui & De Belair, 1997; 1998). Sa diversité en milieux naturels, sa position originale en méditerranée centrale et sa situation au sein d'un Maghreb isolé entre mer et désert (Roché & Yacovski 1990), en font que c'est aussi l'une des seules plaines de la région méditerranéenne qui reste encore à l'état de relique (Chabi 1998). Mais sa réputation repose avant tout sur le rôle de quartier d'hiver qu'il remplit pour l'avifaune migratrice (Houhamdi & Samraoui 2002). L'intérêt écologique de ce complexe humide, particulièrement pour l'avifaune hivernante et nicheuse n'est plus à démontrer (Heim de Balsac 1936; Hetchep et hùe 1964; Olney 1965; Houhamdi & Samraoui 2008, Metallaoui & Houhamdi 2008; Scott 1980; Morgan 1982 ; Van Dijk et Ledant 1983; Skinner et Smart 1984; Stevenson et al. 1988; De Belair 1990; Chalabi 1990; Triplet et al. 1991 ; Benyacoub 1993 ; Boumezbeur 1 993 ; Chabi 1998 ; Ziane 1999 ; Boulahbel 1999 ; Abbaci 1999 ; Rizi 2001 ; Bakaria 2002). Il accueillerait à lui seul 70% de l'ensemble des Anatidés et Foulques hivernant en Algérie, et viendrait à ce titre en troisième position après les zones humides du Delta de l'Ebre en Espagne et de la Camargue en France (Chalabi 1990). Toutes ces zones humides comprennent des sites d'hivernage et de reproduction reconnus du Paléarctique occidental.

La région d'El Kala représente la zone la plus importante pour l'accueil de l'avifaune aquatique migratrice, en accueillant un grand nombre d'oiseaux d'eau hivernants et dont certains, menacés de disparition, sont inscrits sur la Liste Rouge de l'UICN (Union Internationale pour la Conversation de la Nature). Toutes les zones humides naturelles incluses dans le territoire du parc national, sont classées «Réserves intégrales» par la législation du Parc National d'El Kala et ce dernier a également été classé par l'UNESCO en date du 17 décembre 1990 en "Réserve de la Biosphère", dans le cadre du programme "*Man and Biosphere*". Des comptages hivernaux réguliers soulignent le rôle majeur joué par le complexe de zones humides d'El-Kala, dans l'extrême Nord-Est du pays, pour l'hivernage des Anatidés avec une moyenne estimée de 90 000-100 000 individus (Van Dijk et Ledant 1983; Skinner et Smart 1984). Cette région est également importante pour les oiseaux d'eau

nicheurs, et de même pour les oiseaux de passage de printemps et d'automne (Isenmann et Moali 2000).

Parmi les zones humides les plus importantes dans cette région, le Lac Tonga utilisé par des milliers d'oiseaux migrateurs présente la particularité d'être à la fois un excellent quartier d'hivernage qui sert de repos pour les oiseaux d'eau migrateurs de la Mer Noire et de la Mer Méditerranée, et aussi un important site de nidification pour les espèces sédentaires et nicheuses. Parmi elles, nous avons une colonie d'Ardéidés représentée par l'Aigrette garzette, le Héron garde bœufs, le Héron crabier, le Héron pourpré, le Bihoureau gris, le Butor étoilé, le Héron cendré, le Blongios nain et l'Ibis falcinelle (Megdiche, 2006). Cet hydro système est également un site d'escale pour les espèces de passage qui font dans ce site une halte migratoire pour le repos, l'alimentation, la nourriture et la quiétude, nécessaires aux deux traversées : automnale et printanière. Les oiseaux d'eau nicheurs comptent plusieurs espèces dont certaines sont très rares ou en déclin dans leur aire de répartition telles que le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, l'Erimature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, la Poule sultane *Porphyrio porphyrio*. D'autres espèces aussi importantes nichent au niveau de ce site telles que la Foulque macroule *Fulica atra*, l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus*, plusieurs espèces d'Ardéidés (Aigrette garzette *Egretta garzetta*, Héron garde-bœufs *Bubulcus ibis*, Héron crabier *Ardeolaralloides*, Héron pourpré *Ardea purpurea*, Héron bihoreau *Nycticorax nycticorax*, Blongios nain *Ixobrychus minimus*, et le Butor étoilé *Botaurus stellaris*), deux espèces de Grèbes (castagneux et huppé) et le Busard des roseaux *Circus aeruginosus* (Bakaria, 2013). Il abrite en hiver une population importante d'espèces migratrices (Canards, Oies, Rallidés, Ardéidés, Limicoles et autres), dépassant largement les normes fixées par la convention de Ramsar qui permet de classer un site en zone humide d'importance internationale pour les oiseaux d'eau (Kadid., 1998). Il accueille des effectifs très importants d'Anatidés, de foulque macroule, de Limicoles qui sont régulièrement observés ainsi que des rapaces tels que le rapace des roseaux et le Balbuzard pêcheur *Pandianhaliaetus* (espèce sédentaire). Pour la liste exhaustive des espèces aviaires, voir le plan de gestion du parc national d'El Kala (Benyacoub et al. 1998).

Le Lac Tonga comme toute autre zone humide semblable, constitue un milieu spécifique en matière de gestion des ressources naturelles et de conservation, de par la fragilité et la richesse de ce milieu, de par l'irrégularité des flux et la saisonnalité très marquées (entre inondation et assèchement) Tous ces éléments font la complexité des dynamiques de fonctionnement de cet

écosystème et des équilibres naturels en jeu, surtout en l'absence de toute stratégie de gestion de ces ressources et richesses naturelles. Depuis trois décennies, la gestion hydraulique du lac a été abandonnée, les canaux principaux et secondaires du lac ainsi que le chenal de la Messida ne sont plus entretenus, les vannes ne sont plus contrôlées et les digues fortement endommagées et ébréchées (Geosystem Consult, 2014).

D'autres facteurs de dégradation sont liés directement à la gestion du patrimoine faunistique notamment l'avifaune exposée généralement à l'activité de l'homme et qui peut prendre plusieurs formes dont :

- Le braconnage durant la période hivernale; canards et foulques hivernants sont abondamment braconnés, malgré le statut de la zone humide. Le braconnage ne concerne pas seulement les espèces gibier; les hérons, les flamants et les rapaces sont aussi victimes de chasseurs peu scrupuleux. Aussi le dérangement causé par les coups de feu des braconniers où des groupes entiers de canards se déplacent vers d'autres parties des lacs ou parfois vers d'autres sites. Les activités vitales des espèces (sommeil, alimentation, toilettage) sont ainsi perturbées.
- Le prélèvement des œufs pendant la période de nidification où de nombreuses espèces même les plus sensibles comme l'Erismature à tête blanche, la Poule sultane, la F. nyroca, le Canard colvert et souchet subissent un pillage des œufs, ce qui constitue un préjudice à l'équilibre globale du système.
- La fréquentation du site rendu accessible par l'utilisation d'embarcation à rames ou à moteur.
- Bruit de plus en plus fréquent du fait d'une fréquentation accrue de biotopes de repos ou de nourrissage. Ce phénomène est causé par l'augmentation du bruit de la circulation au niveau du chemin des oiseaux dont la voie a été élargie et la protection végétale qui le séparait du lac détruite.

Dans ce contexte général de biodiversité et de richesse spécifique de la zone humide avec presque une absence totale d'éléments de gestion de son patrimoine et qui est souvent menacé par les facteurs déjà cités, nous avons ciblé deux espèces d'oiseaux d'eau à suivre et à étudier sur ce plan d'eau afin de comprendre et mettre en évidence le rôle de cette zone humide pour la conservation du patrimoine avifaunistique de la région. Le maintien de ces populations passe globalement par la conservation de ces zones humides. Il convient prioritairement de

préservé ou de favoriser la végétation aquatique afin de garantir la quiétude et la présence de nourriture éléments indispensables à la vie des oiseaux. (Santoul & Mastrorillo, 2003).

Le choix s'est porté sur des populations de Foulque macroule et de Fuligule nyroca, deux espèces qui ont des statuts très spécifiques que ce soit par rapport à leurs effectifs ou bien à leurs statuts de conservation à l'échelle mondiale. Ainsi l'étude de l'hivernage et la reproduction de ces deux espèces à savoir le Fuligule nyroca et la Foulque macroule nous permettra de connaître au mieux l'écologie de ces deux espèces ainsi que leurs effectifs pour mieux connaître les capacités d'accueil pour les oiseaux hivernants et nicheurs du Lac Tonga, qui offre à la fois les sites de nidification et de gagnage pour plusieurs espèces.

Dans ce contexte, nous nous proposons dans cette thèse de faire une approche sur le fonctionnement globale de cet écosystème à travers l'étude de l'écologie de ces deux espèces mené sur une période de deux saisons (2005-2006 et 2006-2007) et qui repose sur la connaissance de leurs phénologies (fluctuation des effectifs, variation inter-annuelle, dates d'arrivées et de départs, cycle reproductif et rythmes d'activitésetc.).

Le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* Güldenstädt, 1770 selon la liste rouge de l'UICN (UICN, 2017) est une espèce quasi menacée (NT) (Tab. 01). L'aire de répartition de cette espèce a beaucoup fluctué au cours des 150 dernières années, car elle a modifié sa distribution. Cependant, la plupart des chiffres suggèrent des déclinés généralisés (Wetlands International 2016). L'évaluation la plus récente de la population européenne a listé la tendance comme inconnue et le statut de l'espèce en tant que préoccupation mineure (LC) (BirdLife International 2015). 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).

L'extinction de la population n'est pas connue, mais celle-ci n'est pas considérée comme décroissante suffisamment pour atteindre les seuils d'extinction de la population (30% de déclin sur dix ans ou trois générations). La population européenne est estimée à 17 400-30 100 couples, ce qui équivaut à 34 800-60 300 individus adultes (Birdlife International, 2004). Les signes de déclin dans les grandes populations asiatiques sont clairsemés et parfois contradictoires. En l'absence d'une image globale plus claire, on soupçonne que la population globale est en déclin à un rythme modéré (UICN, 2017).

A. nyroca se reproduit principalement en Asie (est de la Chine et sud du Pakistan et Inde), en Europe centrale et de l'est et en Afrique du Nord (Callaghan, 1999 ; Vinicombe, 2000). L'aire d'hivernage chevauche avec l'aire de reproduction et s'étend au Moyen-Orient, le nord-est et l'ouest de l'Afrique, principalement Mali et Nigeria (Vinicombe, 2000) et le sud-est de l'Asie. Cette espèce était très commune il y a plus d'un siècle en Afrique du Nord (Heim De Balsac et Mayaud, 1962). Dans le bassin méditerranéen, les populations de *Fuligule nyroca* sont divisées en deux catégories : une population Eurasienne située sur la côte Nord, l'autre se concentrant spécialement au Maghreb et dans le Sahel (Green et El Hamzaoui, 1998; Green et al., 1999; Green et al., 2000 ; Green et al., 2002 ; Green et al., 2006; Robinson et Hughes, 2002).

En Algérie, la présence du *Fuligule nyroca* *A. nyroca* est signalée dans le nord-est du pays notamment en période de nidification autour de la région d'El Kala (Mekhada, Lac des oiseaux et surtout le Lac Tonga), mais d'autres sites accueillent l'espèce dans le centre et le sud du pays. (Boumezbeur, 1993, Houhamdi & Samraoui 2008, Aissaoui et al., 2011,...) a confirmé la nidification de l'espèce en 1991 et 1992 autour d'El-Kala : le marais de la Mekhada, le Lac des Oiseaux (1-2 couples) et particulièrement dans le Lac Tonga (550-600 couples); une autre population nicheuse a été signalé dans le marais de Boucedra (Samraoui et al., 2008). Le *Nyroca* est aussi connu comme hivernant (El Kala, l'Oranais, Réghaia et Boughzoul) et comme migrateur. Plusieurs observations sahariennes ont été faites à El Goléa, Touggourt et Ouargla ainsi que dans les grandes étendues d'eau salées (Garaets, Chotts et Sebkhets) des Hauts Plateaux et du Sahara (Samraoui & Samraoui, 2007; Samraoui et al., 2011). L'essentiel des nicheurs algériens hivernent probablement au sud du Sahara (Niger, Mali) (Isenmann & Moali, 2000).

Le *Fuligule Nyroca* est présent dans la Numidie et précisément dans l'ensemble des zones humides du PNEK, essentiellement au Lac Tonga (Boumezbeur, 1993; Isenmann et Moali 2000; Houhamdi et Samraoui, 2008) et dans le complexe de Guèrbes-Senhadja (Matallaoui, 2010).

Tableau 01 : Variation du Statut du Fuligule Nyroca selon les années (Évaluations de la liste rouge de l'UICN (UICN, 2017))

Année	Statut
2017 -	Quasi menacée (NT)
2016 -	Quasi menacée (NT)
2012 -	Quasi menacée (NT)
2008 -	Quasi menacée (NT)
2006 -	Quasi menacée (NT)
2004 -	Quasi menacée (NT)
2000 -	Quasi menacée (NT)
1996 -	Vulnérable (VU)
1994 -	Vulnérable (VU)
1988 -	Préoccupation mineure (LC)

La Foulque macroule *Fulica atra* Linnaeus, 1758 a une aire de répartition extrêmement étendue, et par conséquent elle n'atteint pas les seuils de vulnérabilité en vertu du critère de la taille de l'aire de répartition. La tendance de la population semble être en augmentation (UICN, 2017). En Europe, malgré le fait que la tendance de la population semble diminuer, on ne croit pas que le déclin soit suffisamment rapide pour approcher les seuils de vulnérabilité. Pour ces raisons, l'espèce est considérée comme moins préoccupante (LC) (Tableau 02). La population mondiale est estimée à environ 7 950 000 – 9 750 000 individus (Wetlands International, 2016). La population européenne est estimée entre 945 000 et 1 550 000 couples, soit 1 890 000 – 3 090 000 individus matures (Bird Life International, 2015). La tendance générale de la population augmente, bien que certaines soient en déclin, stables, fluctuantes ou aient des tendances inconnues (Wetlands International, 2016).

Cette espèce souffre de perturbations (Evans et Day 2002), de mortalité (Azerbaïdjan) dues à la chasse (Del Hoyo *et al.*, 1996) et empoisonnée par l'ingestion de plomb (France) (Mondain-Monval *et al.*, 2002). Elle est également menacée par la pollution pétrolière en Azerbaïdjan (Del Hoyo *et al.*, 1996), dans la région de Kaliningrad en Russie (Grishanov 2006)) et par la dégradation et la perte d'habitat dues aux systèmes de drainage agricole (Pakistan) (Taylor et van Perlo 1998), le drainage des zones humides, l'extraction de la tourbe, la modification des pratiques de gestion des zones humides (diminution du pâturage et du fauchage dans les prairies conduisant à la surexploitation), par le brûlage et la tonte des

roseaux (Grishanov 2006). L'espèce est souvent noyée dans des filets de pêche d'eau douce d'un maillage supérieur à 5 cm (Chine) (Quan *et al.*, 2002), et subit la prédation du vison américain *Neovison vison* (Slonsk Reserve, Pologne (Bartoszewicz et Zalewski 2003) et UK (Ferrerias et MacDonald 1999)). Il est également sensible à la grippe aviaire et pourrait donc être menacé par de futures épidémies de virus (Melville et Shortridge 2006).

Le Foulque se reproduit sur de nombreux plans d'eau dans la partie nord-africaine de la Méditerranée (Etchecopar & Hue, 1964; Snow & Perrins, 1998). En Algérie peu de travaux ont concerné sa biologie. Les plus connus ont concernés les paramètres de la reproduction (Rizi *et al.*, 1999), la biologie de la reproduction (Zitouni *et al.*, 2013), l'écologie parasitaire (Rouag-ziane *et al.*, 2007). De fait, la plupart des données concernent essentiellement l'évolution des effectifs et les modes de distribution (Chalabi 1990; Houhamdi 1998; Boumezbeur, 2004; Metallaoui, et Houhamdi, 2008, etc). Le Lac Tonga est un site d'hivernage par excellence pour les populations de Foulque macroule. Les effectifs sont très importants : on y dénombre jusqu'à plus de 20 000 oiseaux pour certaines années (24 350 individus en l'an 2000). En France les plus gros effectifs se rencontrent dans la Camargue de 11 500 à 18 800 individus. (Deceuninck, *et al.*, 2003). Sachant que la superficie des zones humides classées en Camargue est d'environ 84 556 ha et celle du Lac Tonga est de 2 600 ha on obtient un rapport de 1 : 60 individus ; ce qui est énorme pour notre site et témoigne de l'importance du Tonga en tant que site d'hivernage qui permet aux oiseaux d'eau la reconstitution des réserves énergétiques après les efforts investis dans la migration.

Tableau 02: Variation du Statut de la Foulque macroule selon les années (Évaluations de la liste rouge de l'UICN (UICN, 2017))

Année	Statut
2012 -	Préoccupation mineure (LC)
2009 -	Préoccupation mineure (LC)
2008 -	Préoccupation mineure (LC)
2004 -	Préoccupation mineure (LC)
2000 -	Préoccupation mineure (LC)
1994 -	Préoccupation mineure (LC)
1988 -	Préoccupation mineure (LC)

Notre étude donc comprendra le dénombrement des deux espèces pendant la période hivernale ainsi que leurs comportements diurnes sur cette zone humide classée Ramsar en comparant les résultats obtenus avec ceux trouvés par d'autres chercheurs dans d'autres zones. Ajouter à cela l'étude de la phénologie de reproduction du Fuligule nyroca et de la Foulque macroule. Au vu des observations faites, le Lac Tonga, demeure un des sites les plus importants à l'échelle de l'Afrique du Nord où Fuligule nyroca et Foulque macroule sont présentes pendant l'hiver et aussi pendant la période de nidification. Ainsi l'étude de l'écologie et la biologie de la reproduction d'espèce constitue un outil pour l'actualisation de leur statut et l'évaluation régulière de leurs effectifs, elle permettra également de comprendre le fonctionnement de leur population et surtout de voir l'impact des mesures de la conservation de leur habitat, le Lac Tonga, sur la durabilité des effectifs reproducteurs.

Dans un tel contexte, nous devons être en mesure de mieux comprendre l'écologie de ces espèces. Les connaissances actuelles sur l'écologie et les variations démographiques à court et à long terme de ces espèces justifient amplement l'intérêt accordé pour la connaissance des statuts de conservation des espèces qui est un facteur important pour l'évaluation de l'importance des habitats dans lesquelles elles y vivent. Ce statut représente en outre un outil important lorsqu'il s'agit de fixer des priorités en matière de conservation.

Le présent travail est structuré comme suit :

- Présentation d'une synthèse bibliographique de la région d'étude, du site étudié en exposant tous les détails essentiels de la biodiversité rencontré au sein de la Numidie ainsi que la biologie des deux espèces sans oublier les méthodes utilisées pour la réalisation de ce présent travail.
- Exposition des résultats du dénombrement hivernal des deux espèces, ainsi que de leurs rythmes d'activités diurnes.
- Etude de la phénologie de reproduction de ces oiseaux d'eau obtenue au cours des deux années d'investigation sur terrain, en les comparant avec ceux de la rive nord et sud de la méditerranée.
- Et on terminera par une conclusion générale et perspective.

CHAPITRE I

**MATERIEL ET
METHODES**

MATERIEL ET METHODES

1. LES MODELES BIOLOGIQUES

Notre travail s'est porté sur deux familles d'oiseaux d'eau, les Anatidés représentés par le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) et les Rallidés représentés par la Foulque macroule (*Fulica atra*).

1.1. *Le Fuligule nyroca* (Güldenstädt, 1770)

1.1.1. Position systématique

Classe : Aves

Ordre : Ansériformes

Famille : Anatidae

Genre : *Aythya*

Espèce : *Aythya nyroca* (Güldenstädt, 1770)

Nom français : Fuligule nyroca

Nom anglais : Ferruginous Duck



Fuligule nyroca

1.1.2. Description de l'espèce

Biométrie : Taille : 38 à 42 cm / Envergure: 63 à 67 cm / Poids: 650 à 800 g

Ce canard plongeur de taille moyenne a une tête marron-roux foncé, l'œil blanc. La poitrine, les flancs et le dessus sont plus sombres. Les sous-caudales blanc pur sont nettement visibles contrairement au ventre et à la bande alaire également blancs qui sont normalement peu perceptibles lorsque l'oiseau est posé sur l'eau. La femelle possède des couleurs plus ternes et tirant plus sur le brun (Dubois, 2000).

1.1.3. Distribution géographique du Fuligule Nyroca

Le Fuligule Nyroca *Aythya nyroca* selon la dernière classification de l'UICN (2006) a aujourd'hui le statut d'espèce menacée. Cette espèce était très commune il y a plus d'un siècle en Afrique du Nord (Heim De Balsacet Mayaud, 1962). *A. nyroca* se reproduit principalement en Asie du Sud-Ouest (à l'est de la Chine et au sud du Pakistan et de l'Inde), en Europe centrale et orientale et en Afrique du Nord (Callaghan, 1999 ; Vinicombe, 2000). L'aire

d'hivernage chevauche avec l'aire de reproduction et s'étend au Moyen-Orient, au nord-est et à l'ouest de l'Afrique (principalement le Mali et le Nigeria (Vinicombe, 2000) et l'Asie du Sud-Est). (Fig.01)

En Méditerranée, les populations du Fuligule Nyroca sont divisées en deux catégories: une population eurasiennne située sur la Côte-Nord, la seconde se concentre surtout au Maghreb et au Sahel (Green et El Hamzaoui, 1998 ; Green et *al.*, 1999 ; Green et El Hamzaoui, 2000 ; Green et *al.*, 2002 ; Green et El Hamzaoui, 2006, Robinson et Hughes, 2002).

Le Fuligule Nyroca est présent en Algérie et précisément au complexe des zones humides d'El Kala au lac Tonga (Boumezbeur, 1993 ; Isenmann et Moali, 2000 ; Houhamdi et Samraoui, 2008 ; Aissaoui et *al.*, 2009) et dans le complexe Guèrbes-Sanhadja (Metallaoui, 2010). L'espèce est considérée comme moins préoccupante qu'en Europe et ne semble pas diminuer assez rapidement. Environ 600 couples se reproduisaient dans le Parc National d'El Kala, Algérie (Boumezbeur, 1993). En Europe, la population nicheuse est estimée à 12 000 - 18 000 couples avec une large population en Roumanie (5000-6500 couples nicheurs, concentrée dans le Delta du Danube) (Birdlife International, 2004).

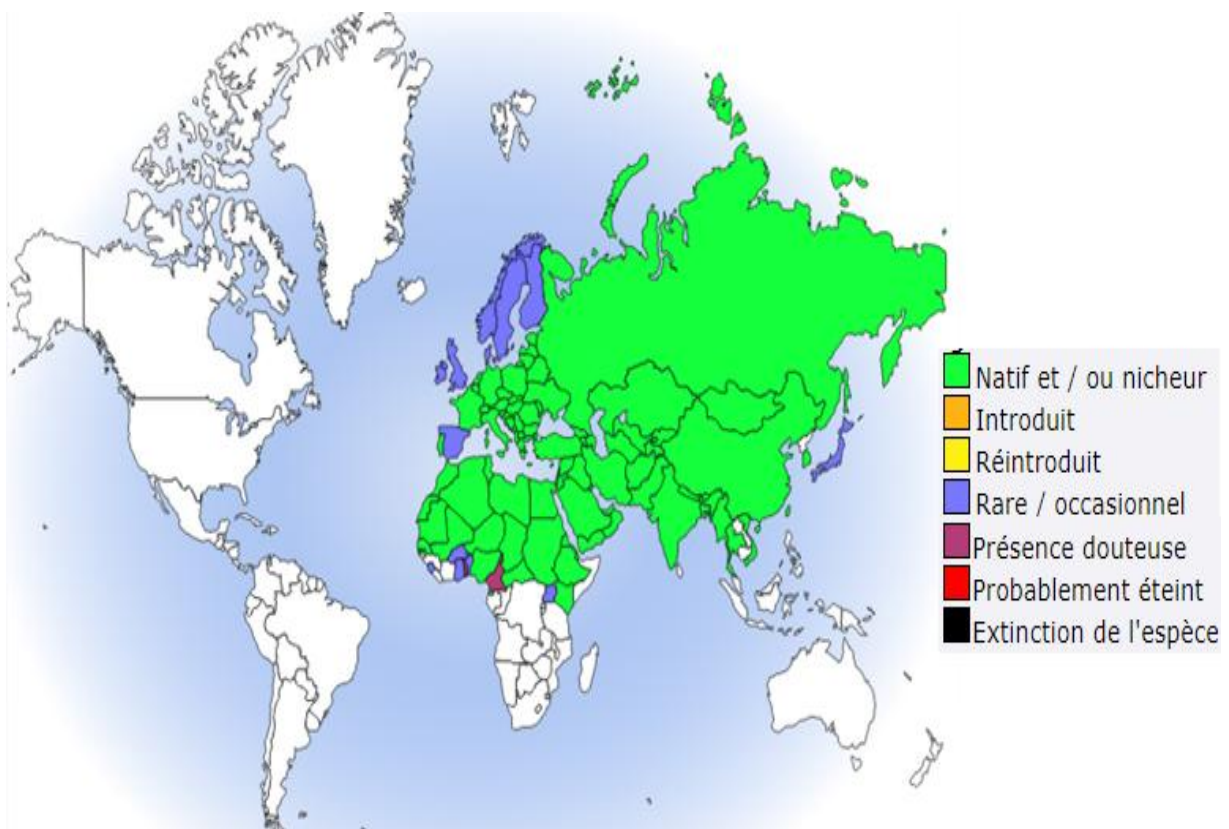


Figure 01 : Aire de répartition du Fuligule Nyroca (UICN, 2006)

1.1.4. Ecologie de l'espèce

Le *Fuligule nyroca* fréquente les lacs, les marais et les marécages situés en milieu ouvert, avec une végétation fournie. En hiver, il habite également les étendues d'eau ou les réservoirs dégagés, les cours d'eau à débit lent et les lagunes littorales. Il niche dans des zones humides d'eau douce peu profondes, riches en végétation et en faune. Le *Fuligule nyroca* est monogame et son association avec son partenaire dure en général une seule saison. Les couples se forment tard et arrivent sur les lieux de reproduction au mieux à la mi-mars. Le nid est construit à terre à proximité de l'eau, parfois même sur un îlot de végétation en plein milieu d'un lac. Il n'y a qu'une seule couvée annuelle, totalisant en moyenne entre 7 et 10 œufs. L'incubation qui dure environ 25 à 28 jours est le domaine réservé de la femelle. L'envol des canetons n'intervient pas avant 55 jours, date approximative à laquelle, ils acquièrent leur totale autonomie. Il est surtout végétarien, se nourrissant essentiellement de graines et de plantes aquatiques qu'il recueille en surface ou sur les berges. Il complète cependant son alimentation avec des invertébrés liés directement au milieu lacustre : insectes et leurs larves, crustacés, mollusques.

1.1.5. Statut de conservation



En raison des fluctuations considérables d'une année à une autre particulièrement en Asie dû aux changements des niveaux d'eau rendant les opérations d'estimation des populations globales et des migrations très difficiles, les experts concernés par le *Fuligule nyroca* ont été contraints de changer à chaque fois le statut de l'espèce au fil des années et selon les données disponibles et en se référant à plusieurs critères prédéfinis par les différentes conventions (IUCN, 2016). Il y a eu des déclin rapides en Europe, mais les signes de déclin dans les plus grandes populations asiatiques sont parfois contradictoires, de sorte qu'il est actuellement répertorié comme quasi menacé. Le déclin rapide de l'espèce en Asie la classerait dans la catégorie d'espèce presque menacée (NT) (IUCN, 2016).

L'espèce est menacée par la dégradation et la destruction des zones humides (Vinicombe 2000, Del Hoyo *et al.* 1992, Kear 2005b, Robinson et Hughes 2006) par les changements dans les communautés végétales, la perturbation des régimes hydriques, l'envasement et l'augmentation de la turbidité des eaux (Robinson et Hughes 2006), l'extraction de la tourbe (Grishanov 2006), l'eutrophisation (Robinson et Hughes 2006), la construction de barrages et d'infrastructures dans les plaines inondables (Vinicombe 2000, Robinson et

Hughes 2006) et la canalisation de la rivière (Kear 2005b). D'autres pratiques de gestion des terres peuvent s'avérer dangereuses pour l'espèce telle que la coupe et le brûlage des roseaux pendant la saison de reproduction (Petkov 2006), ainsi que le fauchage des prairies humides (Grishanov 2006).

La chasse est une autre menace sérieuse pour l'espèce (Vinicombe 2000, Del Hoyo *et al.* 1992, Robinson et Hughes 2006). De nombreux individus sont abattus à l'automne (par exemple dans le delta de la Volga) et dans les aires d'hivernage (Kear 2005b, Balmaki et Barati 2006). La chasse illégale et accidentelle persiste également dans la plupart des pays européens. Les autres menaces de niveau inférieur comprennent l'empoisonnement au plomb (ingestion de grenaille de plomb rejetée), les feux dans les zones de fourrés de roseaux, les tourbières et les bois (Grishanov 2006) et l'emmêlement et la noyade dans les filets de pêche (Robinson et Hughes 2006), ainsi que l'hybridation avec des espèces indigènes tel que le Fuligule morillon *Aythyafuligula* et le Fuligule milouin *Aythyaferina* en Suisse (Leuzinger, 2010).

1.2. La Foulque macroule (*Fulica atra*) (Linné, 1758)

1.2.1. Position systématique

Classe : Aves

Ordre : Gruiformes

Famille : Rallideae

Genre : *Fulica*

Espèce : *Fulica atra* (Güldenstädt, 1770)

Nom français : Foulque macroule

Nom anglais : The Eurasian coot



Foulque macroule

1.2.2. Description de l'espèce

Biométrie : Taille : 36 à 59 cm / Envergure: 66 à 80 cm / Poids: 575 à 800g

La Foulque macroule est un oiseau d'eau de taille moyenne de la famille des Rallideae, au genre *Fulica*, le nom scientifique (*Fulica atra*). Le plumage est sombre gris à noire, la queue est courte et semble même ne pas exister quand l'oiseau nage. La marque la plus importante pour l'identification c'est le bec et la plaque frontale entièrement blanche. Cette espèce a de

longues jambes, prolongées par de très longs et puissants orteils, qui lui permettent de se mouvoir sans difficulté dans la végétation aquatique dense (Dubois, 2000).

1.2.3. Distribution géographique de la Foulque macroule

La forme nominale *F. a. atra* se reproduit en Eurasie et en Afrique du Nord, des Açores à l'Ouest jusqu'au Japon à l'Est. Elle se rencontre aussi en Inde, mais paraît absente de Chine. Deux autres sous-espèces occupent l'île de Java, la Nouvelle-Guinée, l'Australie, la Tasmanie et la Nouvelle Zélande (Cramp et al, 1998). En Europe, l'espèce est absente de la moitié nord des pays scandinaves. Elle est d'occurrence rare en Islande et au Spitzberg (Cramp et al, 1998). Les quartiers d'hiver des populations européennes s'étendent depuis la mer du Nord et le Baltique jusqu'au delta du Sénégal, au Mali, au Tchad et au Soudan. Les principales zones d'hivernage se situent dans l'Europe de l'Ouest et du Centre-Ouest, le bassin Méditerranéen, autour des mers Noire et Caspienne et en Irak (Cramp et al, 1998). (Fig. 02)

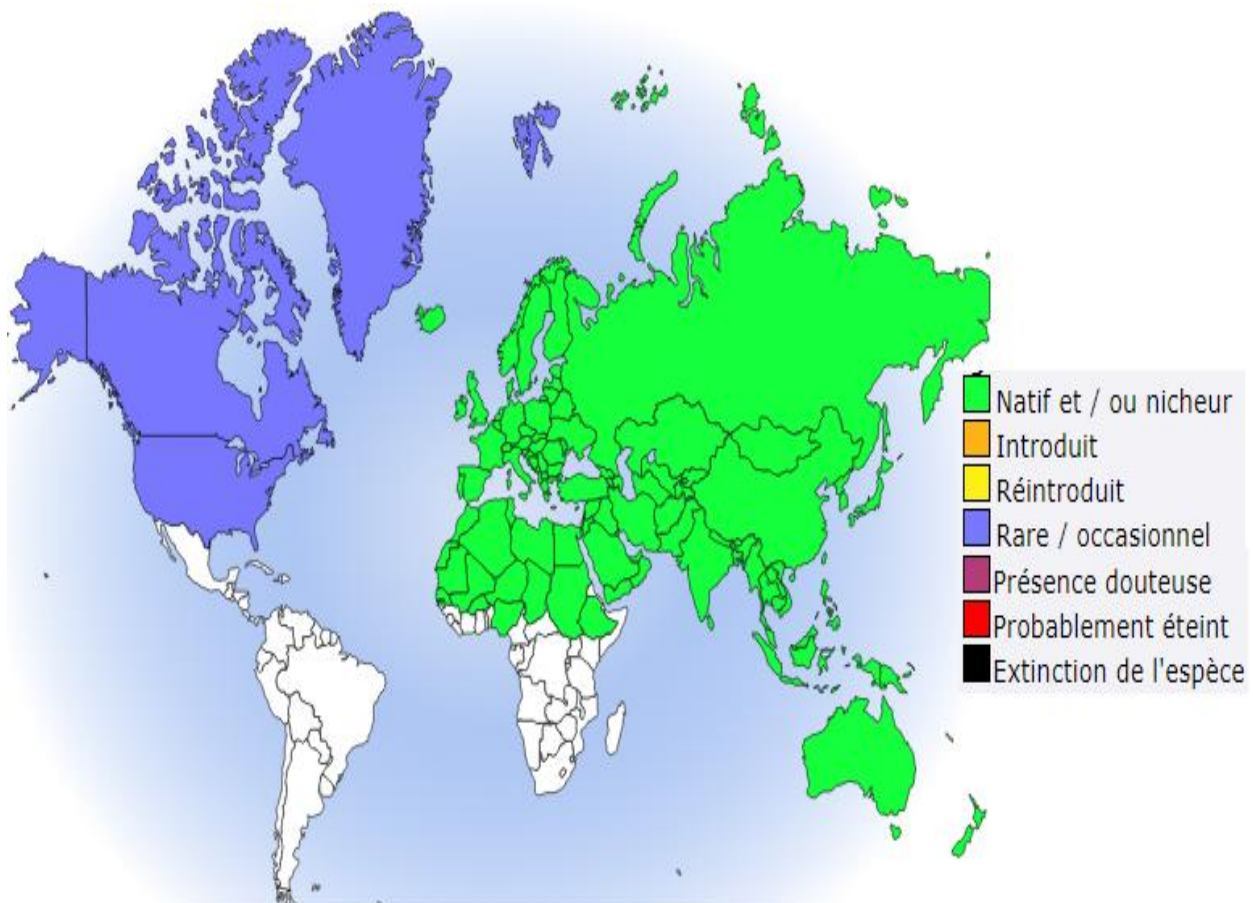


Figure 02 : Aire de répartition de la Foulque macroule (UICN, 2006)

1.2.4. Ecologie de l'espèce

La Foulque macroule se rencontre dans tous les types de milieux humides. Elle privilégie les lacs, les étangs, les fleuves et les rivières à cours lent. L'espèce fréquente également les petits plans d'eau citadins, ainsi que les lagunes, les baies maritimes, les ports et les bassins des stations d'épuration, surtout en hiver. (Samraoui et Samraoui, 2007 ; Bara, 2013). L'espèce fréquente volontiers la terre ferme pour se reposer ou pour pâturer, sans jamais s'éloigner très loin de l'eau. Au printemps, elle recherche pour nicher des étangs, souvent de faible taille ou même des mares eutrophes riches en végétation aquatique et rivulaire (Phragmitaies, Scirpaies...). Occupant ponctuellement les massifs montagneux, sa reproduction est connue jusqu'à 1 000 m d'altitude, parfois au-delà (Baaziz, 2009).

1.2.5. Statut de conservation



Cette espèce a une aire de répartition extrêmement étendue et par conséquent elle n'atteint pas les seuils de vulnérabilité en vertu du critère de la taille de l'aire de répartition. La population mondiale est estimée à environ 7, 950,000-9, 750,000 individus (Wetlands International 2016). La population européenne est estimée entre 945 000 et 1 550 000 couples, soit 1 890 000-3 090 000 individus matures (BirdLife International 2015). La tendance de la population semble donc être en augmentation. Pour ces raisons, l'espèce est évaluée comme étant à préoccupation mineure (LC).

Cette espèce souffre de perturbations (Evans et Day 2002) et de mortalité dues à la chasse (delHoyo et *al.*, 1996) elle est empoisonnée par l'ingestion de plomb (Mondain-Monval et *al.*, 2002) et également menacée par la pollution pétrolière (delHoyo et *al.*, 1996) et aussi par la dégradation et la perte d'habitat dues aux systèmes de drainage agricole (Taylor et van Perlo 1998). L'extraction de la tourbe, la modification des pratiques de gestion des zones humides (diminution du pâturage et du fauchage dans les prairies conduisant à la surexploitation) et le brûlage et la tonte des roseaux (Grishanov 2006) sont également des facteurs de dégradation.

L'espèce en Chine est souvent noyée dans des filets de pêche d'eau douce d'un maillage supérieur à 5 cm (Quan et *al.* 2002).

L'espèce est chassée pour le sport en Méditerranée (Taylor et van Perlo 1998), au Danemark (Bregnballe 2006), en Irlande du Nord (Evans et Day 2002) et en Iran (Balmaki et Barati 2006), et pour la nourriture en Méditerranée (Taylor et van Perlo 1998). En Europe, on estime que la taille de la population diminue et, bien qu'il y ait une forte incertitude dans les tendances rapportées, le taux de déclin devrait approcher 30% en 21 ans (trois générations) (BirdLife International 2015).

2. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

2.1. Présentation de la région d'étude

L'étude a été réalisée dans le Parc National d'El-Kala (P.N.E.K) contenu entièrement dans la wilaya d'El-Tarf et localisé à l'extrême nord-est algérien. Erigé en juillet 1983, le PNEK couvre une superficie d'environ 80.000 hectares constitués d'une mosaïque d'écosystèmes aussi riche que diversifiés et a été également classé en 1990 comme «Réserve de la biosphère» par l'UNESCO. Situé à 36°52 latitude nord et 8°27 longitude est, il est limité à l'est par la frontière algéro-tunisienne, au nord par la mer Méditerranée, à l'ouest par l'extrémité de la plaine alluviale d'Annaba et enfin au sud par les contreforts des monts de la Medjerda (Fig. 03).

2.1.1. Caractères géomorphologiques

La stratigraphie de la région se caractérise par des séries datées du tertiaire et du quaternaire (Marre, 1987). Les terrains tertiaires sont constitués d'argiles de Numidie datées de l'Eocène moyen et qui forment une épaisseur de 300 m environ, des bancs de grès de Numidie qui se distinguent dans le Relief des collines datées de l'Eocène supérieur et des sables et des argiles rouges ou grises, localisés dans la région sud-est et qui datent du Miocène. Les formations quaternaires sont caractérisées par les dépôts fluviatiles composés de limons, sables et galets et qui s'observent dans les talwegs des oueds.

Les dépôts marins, résultent de l'activité des courants marins et des vents, ce sont les amas dunaires qu'on observe dans le nord du lac El-Mellah, du lac Oubeira et également à l'est de la ville d'El-Kala. Enfin, les dépôts actuels, sont vaseux et disposés autour du lac Tonga, ainsi que les alluvions formants le fond des Oueds.

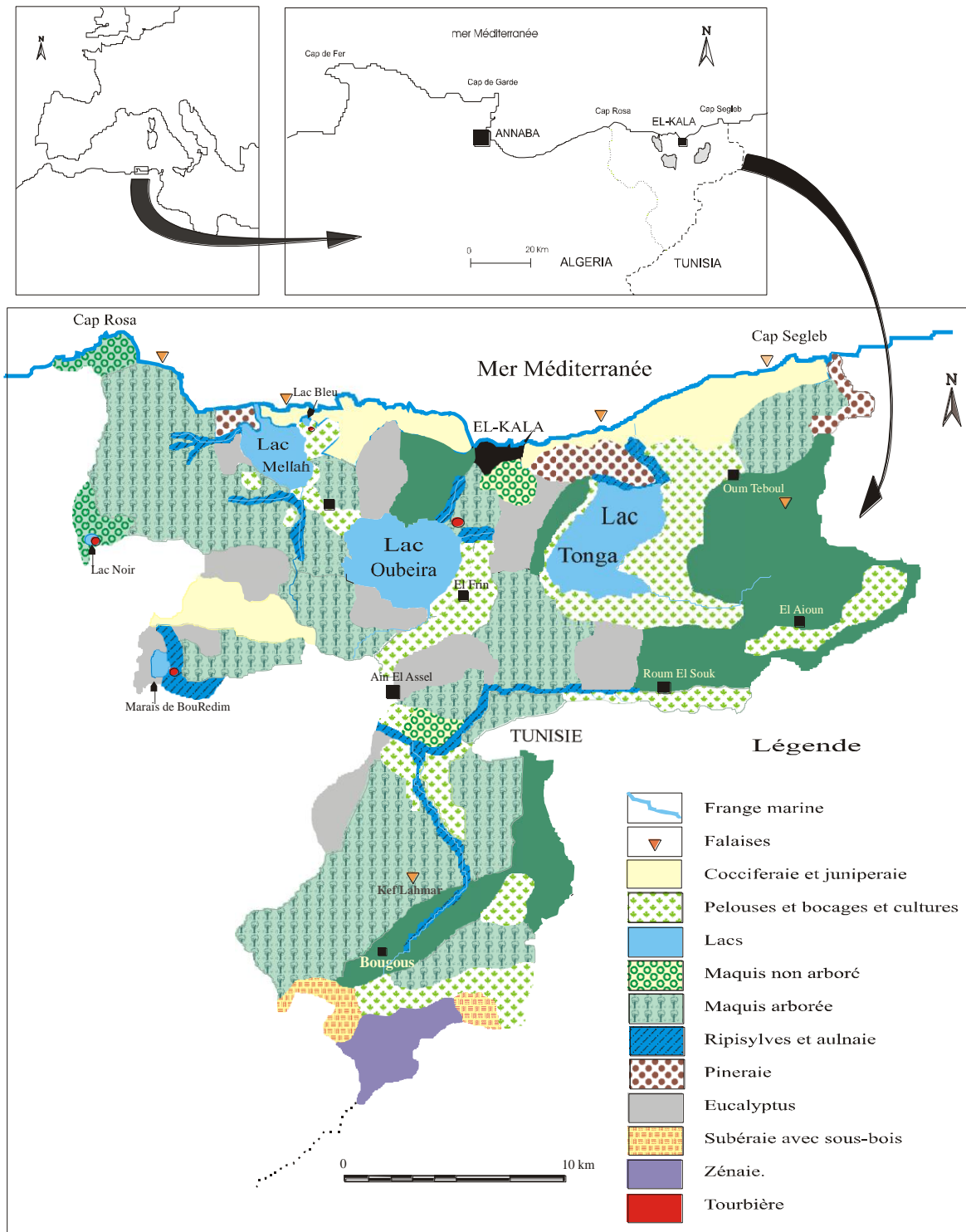


Figure 03 : Localisation et limites du Parc National d'El Kala (Benyacoub et al., 1998)

Le relief a pour origine les grands mouvements du tertiaire (phase alpine) auxquels sont rattachés les mouvements majeurs responsables des alignements NE et les mouvements transverses au quaternaire qui ont mis en place selon des directions variables, une série de dômes et de cuvettes (lacs Mellah, Oubeira, Tonga et les marais de la Mekkada). En allant du

littoral jusqu'à l'extrémité sud du Parc, on observe une succession de collines gréseuses d'altitude croissante qui entourent les dépressions lacustres. Ces monts qui sont El-Koursi, Brabtia et Kef Dzair constituent les collines basses (Fig. 4). Les collines hautes, dont les plus importantes sont Djebel El-Ghorra et Kef Reboua, sont situées à l'Est et au Sud du Parc (Benyacoub et *al.*, 1998).

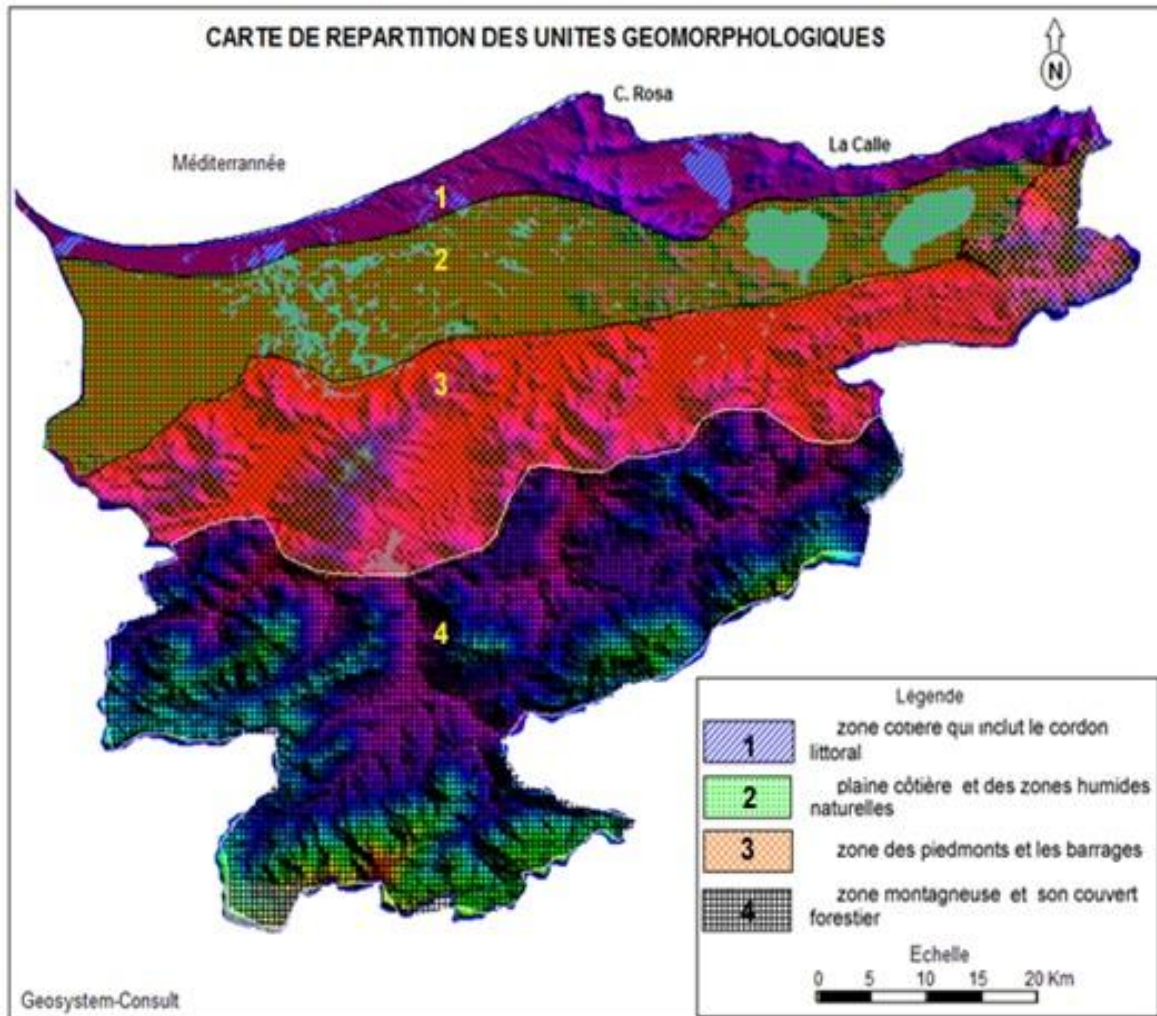


Figure 04 : Répartition des unités géomorphologiques à travers la Wilaya d'El Tarf (Geosystem-Consult, 2013)

Les ressources hydriques sont importantes et le réseau hydrographique est complexe. Il est décomposé en plusieurs unités. L'Oued El-kebir constitue le cours d'eau le plus important avec ses affluents (Guergour, Boulatane, Bourdim et El-Bhaim). A ces cours d'eau s'ajoutent les ouvrages de mobilisation (barrages, retenues et lacs). De plus le cordon dunaire situé au nord, joue le rôle d'aquifère pour la région en alimentant sources et châteaux.

2.1.2. Caractères climatiques

Le climat de la région est du type méditerranéen, avec alternance d'une saison pluvieuse et d'une saison sèche. La température de la région est influencée par la proximité de la mer et par les formations marécageuses et lacustres qui s'y trouvent. Ainsi la température moyenne annuelle est de 18,88°C (station météorologique d'El-Kala). Les températures les plus basses sont naturellement enregistrées en altitude durant l'hiver au Djebel Ghorra, avec environ 5 à 6 mois de gelée blanche par an. Au niveau de la mer, les températures descendent très rarement à 0°C. Les mois les plus froids sont janvier et février alors que juillet et août sont les plus chauds.

La moyenne calculée sur dix ans (2001-2010) donne une pluviométrie annuelle de la région d'El-Kala de 774,5 mm/an, le mois le moins arrosé est Juillet avec 4.9mm (Tab.03).

Tableau 03 : Température (C°) et pluviométrie (mm) mensuelles, enregistrées à El Kala de 2001 à 2010 (Station météorologique d'El Kala).

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Jul.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
T (C°)	13.03	12.47	14.52	15.87	19.47	23.08	25.67	27.02	24.57	20.98	16.68	13.2
P (mm)	110.2	91.5	77.1	65.8	37.3	7.9	4.9	16.3	44.8	66.1	118.3	134.3

L'humidité de l'air joue un rôle important dans le conditionnement de l'évaporation, elle atténue la sécheresse et par conséquent elle influence les conditions de développement de la végétation. L'humidité de la région varie de 72 % à 78.9 %, l'humidité maximale est observée au mois de novembre avec 82,7% (station météorologique d'El-Kala).

Les vents de la région sont de régime ouest et nord-ouest durant la saison hivernale, ils sont annonceurs de pluie. En été, il y a disparition du régime des vents d'ouest et l'apparition des vents variables tels que les brises de terre et les brises de mer. On observe également de nombreuses dépressions qui se creusent en Méditerranée et qui peuvent atteindre le désert en provoquant un brassage de l'air chaud du Sahara pour le remonter vers le nord. Il en résulte un vent chaud et sec soufflant du sud ou du sud-est (Benyacoub et *al.*, 1998)..

Pendant la saison d'hiver, les vents de direction N-0 prédominent. Pendant la saison estivale, la vitesse des vents s'affaiblit. Elle atteint 9 m/s au mois d'août, le vent souffle alors du NE en donnant une brise de mer importante.

Ce sont les vents du NW, souvent liés aux pluies d'équinoxe, qui apportent les précipitations les plus importantes venues de l'Atlantique, lorsque les hautes pressions du large des Açores ont cédé face aux basses pressions venues de l'Atlantique.

Pendant la saison estivale intervient également le sirocco : vent d'origine saharienne qui s'accompagne d'une élévation de la température qui assèche l'air et favorise les incendies de forêts.

2.1.3. Caractères bioclimatiques

D'après le Climagramme d'Emberger, la région d'étude est située dans l'étage humide. La région se révèle être une véritable mosaïque d'étages bioclimatiques et de végétation. Ainsi, du littoral au massif forestier de la Medjerda, on distingue trois étages bioclimatiques (Toubal, 1986) :

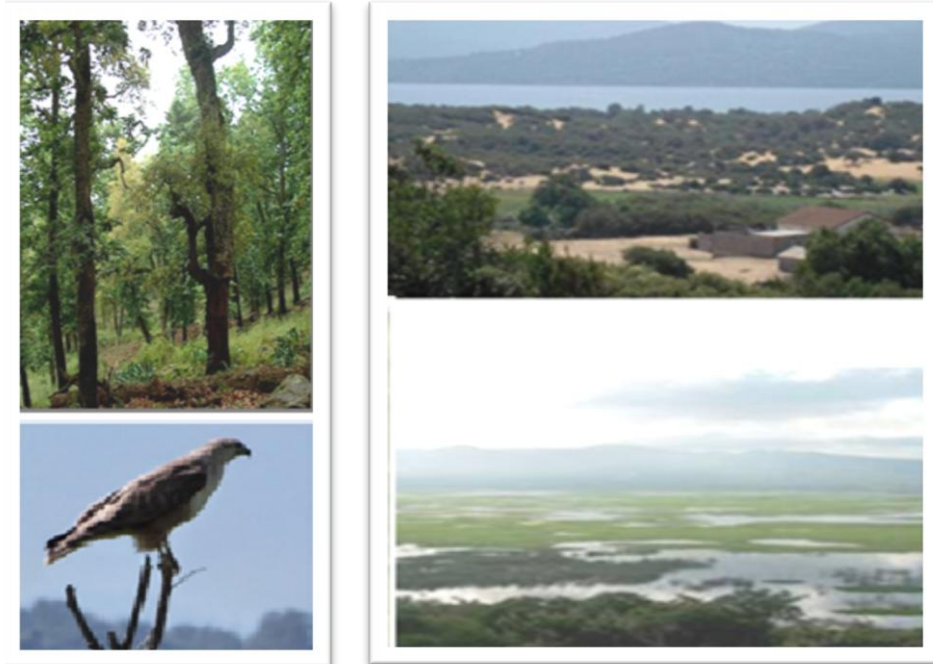
- Etage subhumide à hiver chaud : Il se caractérise par l'aire de l'Oléo Lentisque à Caroubier au niveau de la mer et par celle de l'Oléo lentisque à Myrte à un niveau altitudinal supérieur.
- Etage humide à hiver chaud à Tempéré : Il se caractérise par l'aire du Chêne liège (*Quercus suber*).
- Etage humide à hiver Tempéré : Il se manifeste au delà de 800 à 900 m d'Altitude et se caractérise par l'aire du Chêne zeen (*Quercus faginea*) qui se développe lorsque la pluviométrie est supérieure ou égale à 900 mm/an.

2.1.4. Richesses biologiques

La particularité de la région réside aussi dans sa biodiversité. Le Parc National d'El-Kala abrite une richesse faunistique remarquable, déjà Joleaud (1936), rapportait que les Lions s'y sont maintenus jusqu'en 1891 et les Panthères jusqu'en 1930. Aujourd'hui non moins riche, la faune compte environ 37 espèces de mammifères, 190 espèces d'oiseaux dont 55 hivernantes et 135 nicheuses, 42 espèces d'Odonates, 76 espèces de Syrphidés, 60 espèces de Carabidés, 45 espèces de Lépidoptères (Benyacoub et al., 1989) et 24 espèces de reptiles et 6 amphibiens (Rouag et Benyacoub, 2006).

Avec environ 850 espèces, le PNEK abrite près du tiers de la flore algérienne. Le patrimoine floristique est constitué de 550 Spermaphytes et 300 Cryptophytes (De Belair, 1990). Parmi ces derniers nous avons, 30 fougères, 110 champignons, 40 mousses, 70 algues

et 50 lichens. Des 135 familles recensées dans la flore de Quezel et Santa (1962), plus de 100 familles sont représentées dans la région. La flore du PNEK, constitue un véritable mélange d'espèces d'origines biogéographiques diverses, avec d'une part l'élément méditerranéen dominant (50%) et d'autre part, des espèces à affinité européenne (20%), cosmopolite (20%) et tropicale (10%) (Benyacoub et *al.*, 1998).



Photos 01 : Diversité remarquables des habitats et des espèces (© Benyacoub et *al.*, 1998)

2.2. Description du site d'étude - Lac Tonga –

La zone d'étude se situe au Lac Tonga, c'est une zone d'importance internationale unique dans la région méditerranéenne, inscrit depuis 1982, sur la liste Ramsar, il est également partie intégrante de la Réserve de la Biosphère. Situé à (36° 49 N – 08° 31 E), le Lac Tonga occupe une vaste dépression côtière d'une superficie de 2600 hectares, il s'étend sur 7,5 Km de long et 4 Km de large. Il est limité sur toute sa moitié Ouest, Sud et Est par les monts de la Kroumirie, au Nord-Ouest par les collines argilo-gréseuses qui le séparent du lac Oubeira et au Nord par les dunes de Messida qui le séparent de la mer. Sa profondeur moyenne de 1 à 1,5 m, il communique avec la mer par le chenal de la Messida.

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. Morgan

(1982) a fourni une liste globale des espèces dominantes, Kadid (1989) a restreint son travail à la zone du Mirador et a pu décrire 10 associations et 04 groupements, Abbaci (1999) a réalisé une cartographie de la végétation du lac et a échantillonné 309 espèces réparties en 71 familles et 47 ordres (Fig.05).

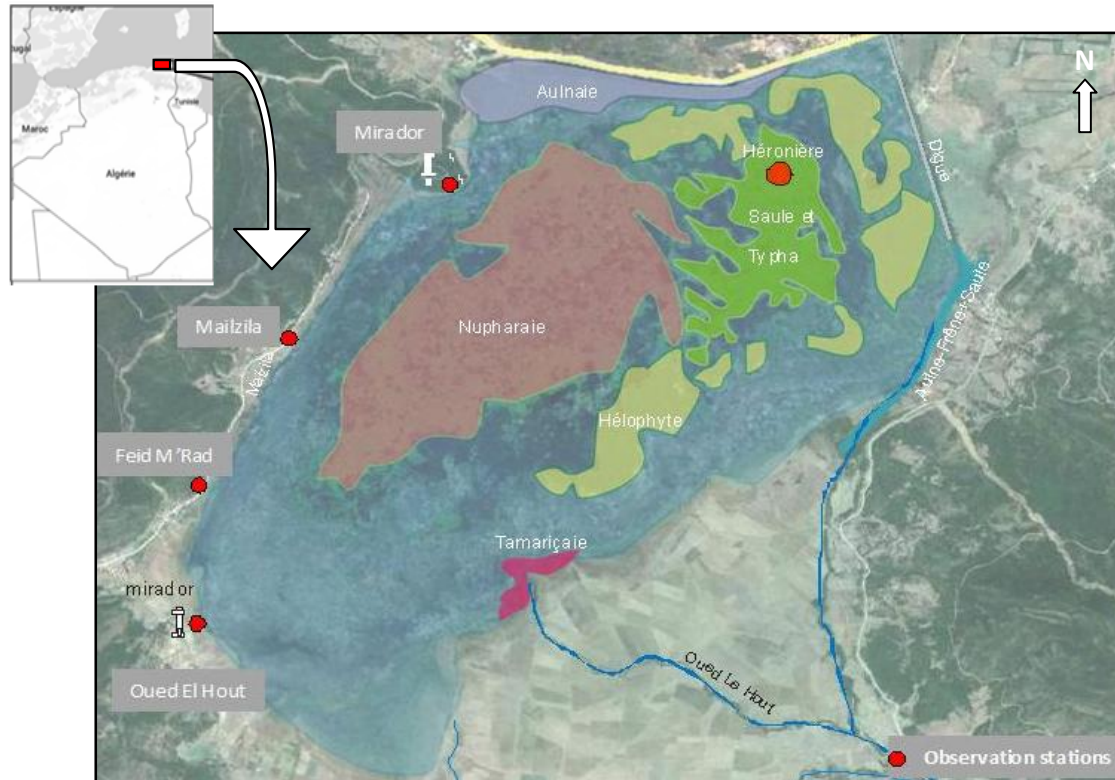


Figure 05 : Carte de situation du Lac Tonga avec les plus importantes formations végétales.

Son bassin versant dit côtier s'étend sur plus de 155 Km². En effet, ce bassin versant se distingue par deux sous bassins versants réunis qui alimentent le lac, celui d'Oued El-Hout au Sud et celui d'Oued El-Eurg au Nord-Est. Ces bassins drainent d'importantes lames d'eau en hiver acheminées vers la dépression du Tonga. Oued El-Hout, en raison du faible taux de couvert végétal, charrie des quantités de particules solides ce qui constitue une menace d'envasement pour le lac. Le résultat apparent est traduit par le développement d'une végétation considérable dans le lac.



Photo 02 : Vue générale de la zone d'étude (© Rizi)

En tant qu'entité écologique, le Lac Tonga se caractérise par une grande hétérogénéité de groupements végétaux qui s'y développent. Par leur disposition changeante, ces formations confèrent à la zone humide une physionomie paysagère typique grâce à laquelle elle a pu acquérir une notoriété internationale. Il peut être divisé en plusieurs habitats en rapport avec la faune qu'il abrite et spécialement l'avifaune aquatique qui exploite toutes les formations végétales, ainsi on peut distinguer l'Aulnaie au Nord-Est du lac, la Saulaie au Nord du plan d'eau et la Tamaricaie sur la rive Est, la Nupharaie quant à elle occupe la partie centrale du lac et la Typhaie, Phragmitaie et Jonçaie autour du Lac :

- **L'aulnaie** : Cette formation est située à la bordure nord du lac. Elle est contiguë à l'Arboretum de Tonga, plantation de Cyprès chauve, quelques Peupliers et Frênes. Cette partie assure un rôle fonctionnel important pour l'avifaune, bien que le côté ouest reste relativement anthropisé de par la présence d'habitations. De par sa position d'interface entre le milieu terrestre et aquatique, l'arboretum sert de refuge à de nombreuses espèces animales : mammifères, amphibiens, reptiles et d'innombrables espèces d'oiseaux. Cette formation joue un rôle majeur en soustrayant la partie nord du lac au regard et au bruit du trafic routier de la RN 44. Cette fonction est écologiquement indispensable pour assurer des conditions optimales de nidification dans la majeure partie nord du lac. Une étude en cours incluant l'inventaire faunistique et floristique de cette formation végétale, révèle le

recensement de 44 espèces végétales réparties en 20 espèces arborescentes, 8 espèces arbustives et 16 espèces herbacées. Parmi les espèces inventoriées 03 sont protégées (*Populus nigra*, *Marsilia diffusa*, *Osmunda regalis*). L'inventaire de l'avifaune de l'arboretum a abouti au recensement de 27 espèces réparties en 13 familles dont 05 protégées (*Aythya nyroca*, *Hieraaetus pennatus*, *Milvus migrans*, *Serinus serinus*, *Aigretta garzetta*...).

- **La Saulaie :** Formée par des îlots de Saule et Tamarix, cette formation constitue une des singularités du Tonga. Peu accessible, elle se caractérise par sa mobilité relative. La présence d'arbre sur un support flottant permet de créer des conditions de quiétude très favorable à la nidification de plusieurs espèces, dont l'Ibis falcinelle, *Plegadis falcinellus*. Les radeaux à saule et tamaris sont spécifiques du lac Tonga dans toute l'Afrique du Nord. Ils constituent un élément patrimonial incontestable sur le plan paysager. Réunis avec les Scirpes, Typhas et Phragmites, ces îlots peuvent également abriter des nids de Nyroca et d'Erismature. Des observations de colonies de Héron bihoreau *Nycticorax nycticorax*, Héron cendré *Ardea cinerea*, Héron pourpré *Ardea purpurea*, Héron garde-bœuf *Bubulcus ibis* et Héron crabier *Ardeolaralloides* sont également faites.
- **La Nupharaie :** Le nénuphar blanc, *Nymphaea alba*, est une espèce protégée importante des zones humides du nord-est Algérien. Elle est très sensible aux variations de profondeur. Dans le lac Tonga, cette espèce couvre environ une superficie de 350 ha. La nupharaie du Tonga, essentiellement centrale, constitue sans conteste un paysage emblématique de cette zone humide. De plus, son rôle fonctionnel est très important puisqu'elle permet la nidification de la seule colonie de Guifette moustac, *Chlidonias hybrida* d'Afrique.
- **La Tamaricaie :** La Tamaricaie est localisée au niveau de la rive Est du lac. Elle est relativement éloignée des voies carrossables. Elle constitue un paysage particulier. Inondée en permanence, cette formation a une physionomie singulière caractérisée par de nombreux arbres le tronc dans l'eau en permanence.



Photos 03 : Nupharaie (*Nymphaea alba*) - **Photos 04 :** Saulaie - Héronnière - (© Rizi)

Le Lac Tonga est un site d'hivernage pour le Canard Colvert, Canard Chipeau, Canard Souchet, Canard Siffleur, Canard Pilet, Sarcelles d'hiver, Fuligule Nyroca, Fuligule Milouin, Erismature à tête blanche, Echasse blanche, Héron cendré et Foulques macroules (Abbaci 1999). La qualité des habitats au sein du lac Tonga lui a valu son classement en étant le plus important site de nidification en Afrique du Nord pour une multitude d'espèces. Il est le siège de reproduction d'une colonie plurispécifique d'Ardéidés qui construisent leurs nids dans la saulaie à l'intérieur du lac. Cette héronnière comprend l'aigrette garzette, le héron pourpré, le héron bihoreau, le héron crabier.

Il est également le site privilégié de nidification pour le Busard harpaye *Circusaeruginosus*, la poule d'eau *Gallinula chloropus*, le râle d'eau *Rallus aquaticus*, les grèbes castagneux et huppé, l'erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, la poule sultane *Porphyrio porphyrio*, le blongios nain *Ixobrychus minimus*, la guifette moustac *Chlidonias hybridus*, l'ibis falcinelle *Plegadis falcinellus* et bien d'autres espèces. On y rencontre également la sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* et la sarcelle d'été *Anas querquedula* (Raachi, 2007).

Le lac Tonga abrite habituellement plus de 20.000 oiseaux d'eau. Il abrite également 1% de la population mondiale pour plusieurs espèces comme l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* (64, 108, 64 individus en 1990, 1991, 1992) et le Fuligule *Nyroca Aythya nyroca* (724, 1424, 650 individus en 1990, 1991, 1992) (Boumezbeur, 1993).

2.2.1. Les oiseaux d'eau

Le Lac Tonga est un site d'hivernage pour le Canard Colvert, Canard Chipeau, Canard Souchet, Canard Siffleur, Canard Pilet, Sarcelles d'hiver, Fuligule Nyroca, Fuligule Milouin, Erismature à tête blanche, Echasse blanche, Héron cendré et Foulques macroules (Abbaci 1999). La qualité des habitats au sein du lac Tonga lui a valu son classement en étant le plus important site de nidification en Afrique du Nord pour une multitude d'espèces. Il est le siège de reproduction d'une colonie plurispécifique d'Ardéidés qui construisent leurs nids dans la saulaie à l'intérieur du lac. Cette héronnière comprend l'aigrette garzette, le héron pourpré, le héron bihoreau, le héron crabier.

Il est également le site privilégié de nidification pour le Busard harpaye *Circusaeruginosus*, la poule d'eau *Gallinulachloropus*, le râle d'eau *Rallusaquaticus*, les grèbes castagneux et huppé, l'erismature à tête blanche *Oxyuraleucocephala*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, la poule sultane *Porphyrioporphyrus*, le blongios nain *Ixobrychus minimus*, la guifette moustac *Chlidonias hybridus*, l'ibis falcinelle *Plegadis falcinellus* et bien d'autres espèces. On y rencontre également la sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* et la sarcelle d'été *Anas querquedula* (Raachi, 2007).

Le lac Tonga abrite habituellement plus de 20.000 oiseaux d'eau. Il abrite également 1% de la population mondiale pour plusieurs espèces comme l'Erismature à tête blanche *Oxyuraleucocephala* (64, 108, 64 individus en 1990, 1991, 1992) et le Fuligule Nyroca *Aythya nyroca* (724, 1424, 650 individus en 1990, 1991, 1992) (Boumezbeur, 1993).

2.2.2. Les mammifères

La faune mammalienne est riche et diversifiée. Certaines de ces espèces sont rares et localisées. La loutre *Lutra lutra* espèce rare et menacée d'extinction, confinée au lac Tonga reste tributaire de l'intégrité de son biotope (Ghalmi, 1997). Le cerf de barbarie *Cervus elaphus barbarus*, seul grand mammifère du Maghreb est confiné au nord de la région frontalière Algéro-tunisienne et occupe donc toute la subéraie, la pineraie et la cocciferaie de bassin versant du Tonga et sa présence à l'intérieur des frontières algériennes est fortement liée à la présence d'eau dans le bassin versant, et le lac Tonga en périodes de sécheresse est l'unique point d'eau des deux côtés de la frontière. La faune chiroptérologique est constituée des espèces les plus courantes observées dans ce type de milieu : Pipistrelle commune, Petit

murin... Les chiroptères fréquentent volontiers les zones humides à cause de la diversité et de l'abondance des insectes qu'ils y capturent.

2.2.3. Les Reptiles et les Amphibiens

Plusieurs espèces de Reptiles et d'Amphibiens vivent dans le Tonga: L'Emyde lépreuse *Mauremysleprosa*, la Grenouille verte *Ranasaharica*, le Discoglosse peint *Discoglossuspictus*, le Crapaud de Mauritanie *Bufo mauritanicus*, le Triton de poiret *Pleurodelspoireti*, la couleuvre vipérine *Natrixmaura*, etc. (Rouag, 1999).

2.2.4. Les poissons

Concernant la diversité halieutique trois espèces ont été recensées dans le lac Tonga: le Barbeau *Barbus callensis*, l'Anguille *Anguilla anguilla* et la Gambusie *Gambusia affinis*. Seule l'anguille est exploitée (MPRH/ONDPA, 2004).

2.2.5. Les insectes

Concernant les insectes, 22 espèces d'odonates sont inventoriées au niveau du lac Tonga. Elles appartiennent à quatre familles taxonomiques : Lestidae, Coenagrillonidae, Aeshnidae et Libellulidae (Saoueche, 1993 ; DGF, 2002). Une étude récente sur les Hydracariens (Bendali-Saoudi *et al.*, 2014) révèle l'identification des espèces suivantes : *Pionauncata* Cook 1960, *Forelia Onondaga* Habeeb 1966, *Unionicolacrassips* Müller 1776, *Eylaishamata* Koenike 1897, *Arrenurus (Arrenuru) balladoniensis* Halik 1940 et *Hydrachnacruenta* Müller 1776.

3. METHODOLOGIE D'ETUDE

Notre étude s'est déroulée sur deux années successives (2006/2007) ou nous avons traité quatre aspects à savoir :

- Le dénombrement des effectifs des deux populations de la Foulque macroule et du Fuligule nyroca ;
- Distribution spatiale des espèces ;
- L'étude du comportement diurne ou rythmes d'activités des deux espèces ;
- Suivi de la reproduction des deux espèces sur la zone humide

Les méthodes d'observations des oiseaux d'eau sont nombreuses, les plus connues sont les méthodes absolues et les méthodes relatives; ils dépendent des espèces étudiées, de la variation de la taille du site, la taille de la population des oiseaux à dénombrer et de l'homogénéité de la population (Schricke, 1985).

Nous avons identifié des sites d'observations qui sont situées principalement sur la rive ouest et sud pour surplomber le lac et minimiser l'impact de la densité de la végétation qui s'avère souvent être un facteur contraignant pour le suivi des oiseaux en général et la nidification d'une manière particulière. Les postes d'observations ont été choisis selon les critères suivants :

- Vision générale du site
- Localisation des bandes d'oiseaux
- Accessibilité

Les observations ont été faites à distance à l'aide d'un télescope (KOWA 20 X 60) et d'une paire de jumelles Kite Pallas (10×42), à partir de points situés sur les berges ou encore des deux miradors localisés à l'ouest et au sud du lac.

3. 1. Méthodes de dénombrement des effectifs des deux populations des oiseaux d'eau

Quel que soit la méthode, les comptages reposent essentiellement sur le principe de l'estimation. Lors de nos dénombrements, nous avons procédé à un comptage individuel lorsque la bande des oiseaux est proche de notre point d'observation et de taille inférieure à 200 individus, dans le cas contraire nous avons procédé de la manière suivante : nous dénombrons le plus exactement possible à l'une des extrémités de la bande d'oiseaux un lot selon la taille du groupe (10, 50, 100) puis nous reportons autant de fois que nécessaire sur le reste de la bande la surface que représente notre groupe de référence. (Blondel, 1969 in Schrike, 1985). La marge d'erreur de cette méthode est de l'ordre de 5 à 10 % (Lamotte et Bourliere, 1969).

Pour les besoins de l'étude, nous avons effectué un dénombrement tous les quinze jours depuis le début du mois de septembre au mois d'avril couvrant ainsi la quasi-totalité de la période d'hivernage et cela durant (02) années 2005/2006, 2006/2007

3.2. Méthodes d'étude des rythmes d'activités des deux espèces

Afin de déterminer les principales exigences de l'espèce et caractériser le fonctionnement des zones humides étudiées pendant la saison hivernale, il est nécessaire de mesurer l'importance de chaque activité au cours d'une journée de 8H à 16H d'une part et tout le long de la saison hivernale d'autre part. Ainsi, nous avons choisi d'appliquer la méthode de l'étude des rythmes d'activités diurnes du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) et de la Foulque macroule (*Fulica atra*). L'activité dominante déterminera par la suite le mode d'exploitation de la zone étudiée et par conséquent ses fonctions par rapport aux espèces considérées.

Le protocole d'échantillonnage prend en compte tous les oiseaux de façon uniforme, quelle que soit leur position dans le groupe (les transects garantissent cette uniformité de gauche à droite, la sélection dans le champ de vision garantit l'uniformité du plus proche au plus lointain). Il fournit l'image instantanée des comportements manifestés par un ensemble d'individus et ces données peuvent être converties en temps. Deux méthodes classiques sont habituellement utilisées pour l'étude du rythme d'activité, Animal Focal Sampling (FOCUS) et Instantaneous Scan Sampling (SCAN).

3.2.1. La méthode Animal Focal Sampling (FOCUS)

L'échantillonnage focalisé implique l'observation d'un individu pendant une période prédéterminée, où nous enregistrons continuellement les activités manifestées. Les résultats obtenus sont par la suite proportionnés afin de déterminer le pourcentage de temps de chaque comportement (Altmann, 1974). Cette observation continue permet d'enregistrer certains comportements qui ne sont pas toujours fréquents, tel que l'exhibition sociale et l'agression, mais signale certains inconvénients que nous pouvons résumer dans la fatigue de l'observateur, la sélection aléatoire des individus spécialement à partir d'un grand groupe et surtout la perte de vue d'oiseaux focalisés soit dans la végétation dense ou dans un groupe nombreux (Baldassare et al., 1988 ; Losito et al., 1989)

3.2.2. La méthode Instantaneous Scan Sampling (SCAN)

Cette méthode se basant sur l'observation d'un groupe permet d'enregistrer les activités instantanées de chaque individu puis grâce à des transformations mathématiques fait ressortir le pourcentage temporel de chacune d'elle (Altmann, 1974). Elle présente l'avantage d'être la seule méthode appliquée dans des sites à végétations denses où les oiseaux d'eau (surtout les

Anatidés) ne sont pas toujours observés durant de longues périodes (limite de l'échantillonnage focalisé). Elle élimine aussi le choix d'individus (Baldassare et *al.*, 1988 ; Losito et *al.*, 1989).

En effet, c'est cette méthode que nous avons choisis et qui consiste à effectuer des observations sur des bandes au sein desquelles nous avons procédé chaque heure (8 h - 16 h soit 540 mn) à des séries de transects tracés virtuellement à travers le groupe d'oiseaux sur lesquels on oriente le télescope et on compte dans le champ de vision les différentes activités manifestées par les deux espèces. A cet effet six (06) activités ont été noté à savoir, le sommeil, la nage, la toilette, l'alimentation, le vol et la parade.

- **Le sommeil (repos) :** Le sommeil est la principale activité de confort des oiseaux. Les canards dorment la tête posée sur le dos, le bec glissé sous les scapulaires (et non pas tête sous l'aile, comme il est dit communément). Ils dorment le plus souvent sur l'eau.
- **La nage :** La nage est un comportement de base qui accompagne souvent d'autres activités (alimentation, parade). Mais elle est bien entendu un moyen pour l'oiseau d'éviter la dérive induite par le vent.
- **La toilette :** Le comportement de la toilette a une double fonction (Mckinney 1965) : d'une part nettoyer le plumage (retirer les ectoparasites notamment) et l'entretenir au moment de la mue des plumes de corps (retirer les vieilles plumes, mettre en bonne place celles qui poussent), d'autre part graisser les plumes avec le produit de la glande uropygienne (sur le croupion) pour en assurer l'imperméabilité. Les canards se servent surtout de leur bec pour ce travail d'entretien. La toilette des plumes du ventre est réalisée soit à terre pour les canards de surface, soit sur le dos, particulièrement pour les fuligules.
- **La parade :** La parade est un comportement observée le plus avant la période de reproduction qui correspond à la formation des couples.
- **Le vol :** Ce comportement coïncide avec le vol des oiseaux au sein du même site ou bien en se déplaçant vers d'autres sites.
- **L'alimentation :** Les comportements alimentaires les plus typiques (Szijj, 1965) illustrent les modalités selon lesquelles l'espace aquatique est exploité par les oiseaux d'eau en recherche de nourriture (Fig.06):

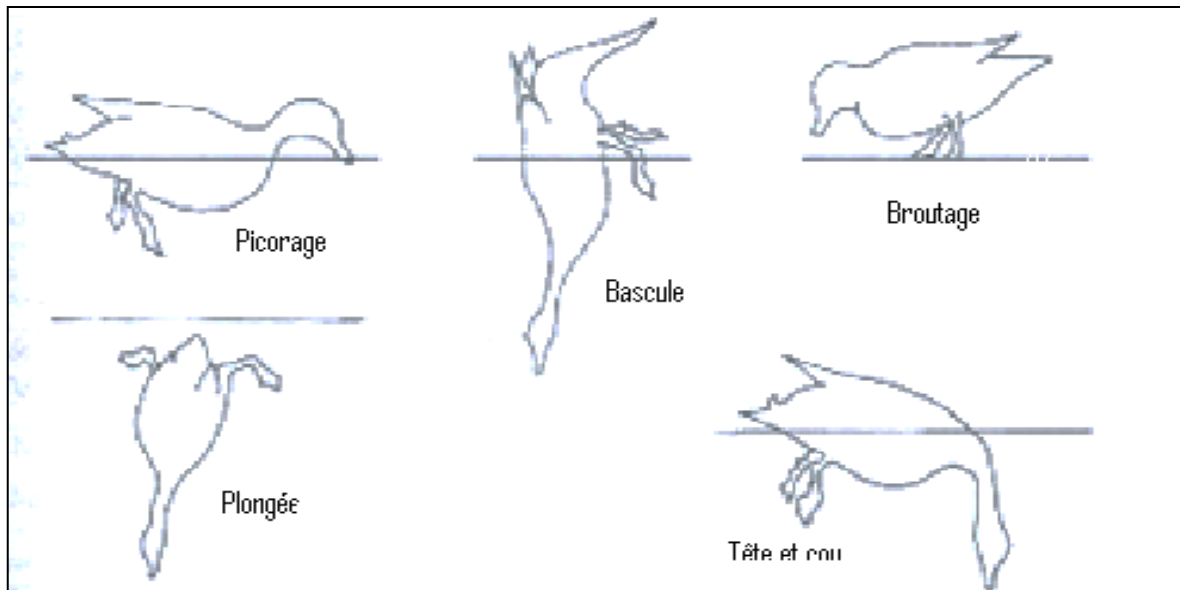


Figure 06 : Les comportements alimentaires chez les Canards et les Foulques
(Sziij, 1965)

L'échantillonnage instantané du rythme d'activité des espèces permet par une méthode de conversion d'obtenir le pourcentage de temps alloué à chaque activité (Tamisier, 1972). Le protocole d'échantillonnage prend en compte tous les oiseaux de façon uniforme, quelle que soit leur position dans le groupe (les transects garantissent cette uniformité de gauche à droite, la sélection dans le champ de vision garantit l'uniformité du plus proche au plus lointain). Il fournit l'image instantanée des comportements manifestés par un ensemble d'individus ces données peuvent être converties en temps.

Les activités manifestées par les oiseaux sont exprimées en pourcentage individus par rapport à l'effectif total observé. Afin de connaître le temps alloué à chaque activité, on multiplie le pourcentage de chaque activité par le temps d'observation (01 heure) qu'on divise par 100 et qu'on multiplie.

La répétition de ce type d'informations toutes les demi-heures fournit une image globale pour la journée. Le résultat final de ces observations est donc un schéma d'occupation du temps par la moyenne des oiseaux.

3.3. Méthodes de suivi de la reproduction des deux espèces

Au cours de cette étude, nous avons suivi la dynamique des populations ainsi que leur biologie de reproduction. Le travail de terrain proprement dit a été mené durant deux saisons

de reproduction consécutives 2006 et 2007 ; et ce de la mi-mars à la dernière semaine du mois d'août.

3.3.1. Chronologie de la reproduction

Des sorties hebdomadaires ont été effectuées au cours desquelles nous avons procédé aux recensements des adultes, mâles et femelles et des nichées pour le Fuligule nyroca et seulement des adultes et des nichées pour la Foulque macroule.

Afin d'éviter tout dérangement pouvant nuire à la pérennité de la nidification ou altérer le comportement naturel des oiseaux, les observations ont été faites à distance à partir de points situés sur les berges ou encore des deux miradors localisés à l'ouest et au sud du lac. Plusieurs points d'observations ont été choisis pour mieux cerner la nidification, ainsi quatre stations (**Fig. 07**) ont été retenues:

1. La brigade de surveillance au Nord.
2. Le mirador situé sur la berge ouest.
3. Feid M'rad et Feid El alleg, le long de la berge occidentale.
4. Oued El Hout, berge sud du lac.



Figure 07 : Localisation des points d'observation autour du Lac Tonga

3.3.2. Biologie de la reproduction

Nous avons utilisé le protocole standardisé et adapté pour le suivi des populations nicheuses de canards et de foulques dans les zones humides (Lefeuvre, 1999 ; Fouque et *al.*, 2004). L'unité d'observation est la nichée, seule façon d'obtenir des séries chronologiques continues et complètes, cette dernière étant recensée à partir des berges. Ce qui suppose un suivi rigoureux et régulier (sorties hebdomadaires) durant toute la période de reproduction.

Les données spécifiques retenues pour le calcul des paramètres de la reproduction dans la présente étude sont représentées dans les tableaux 4 et 5.

Tableau 04 : Paramètres spécifiques de la reproduction du Fuligule nyroca retenus pour les calculs

Paramètres	Donnée retenue dans la présente étude	Donnée dans la littérature	Auteurs
Grandeur de Ponte	09 œufs	07-10 œufs 08-10 œufs	- Robinson et Hugues 2006 - Cramp et Simmons 1977
Intervalles de ponte	01 jour	01 jour	- Cramp et Simmons 1977
Durée d'incubation	26 jours	25-27 jours 25-28 jours	- Cramp et Simmons 1977 - Robinson & Hughes 2006
Age à l'envol	60 jours	50-60 jours 55- 60 jours 60 jours	- Cramp et Simmons 1977 - Robinson & Hughes 2006 - Boumezbeur 1993

Tableau 05 : Paramètres spécifiques de la reproduction de la Foulque macroule retenus pour les calculs

Paramètres	Donnée retenue dans la présente étude	Donnée dans la littérature	Auteurs
Grandeur de Ponte	08 œufs	08-11 œufs 08-10 œufs	- Cramp et Simmons 1977 - Rizi et <i>al.</i> , 1999
Intervalles de ponte	01 jour	01 jour	- Cramp et Simmons 1977
Durée d'incubation	25 jours	24-25 jours 25 jours	- Cramp et Simmons 1977 - Rizi et <i>al.</i> , 1999
Age à l'envol	60 jours	55- 60 jours 60 jours	- Cramp & Simmons - Rizi et <i>al.</i> , 1999

3.3.3. Date de première ponte

La date de première ponte a été rétro-calculée à partir de l'estimation de l'âge des poussins les plus âgés. De ce fait, l'âge des poussins a été évalué à partir de critères morphologiques en comparant leur taille avec celle de la femelle (1 poussin d'une semaine aura une taille qui correspondra au 1/8 de la taille de la femelle). A partir de l'âge des poussins ainsi déterminé, nous avons déduit le calendrier des pontes par soustraction de la durée d'incubation plus la durée de ponte (à raison d'un œuf pondu avec un intervalle de 1 jour pour le Fuligule nyroca et la Foulque macroule), plus l'âge des poussins ; ainsi que le calendrier d'envol par addition de la durée d'élevage des jeunes jusqu'à l'envol.

3.3.4. Suivi des nichées

Le résultat de chaque visite comporte un certain nombre de nichées décelées au cours des visites précédentes, auxquelles s'ajoutent les nichées détectées pour la première fois. Le recensement des nichées mesure l'effectif des couples dont la nidification a effectivement réussi, il ne tient pas compte de ceux dont la nidification a échoué au niveau de la ponte, de l'incubation ou de l'éclosion, de même que le nombre d'individus qui ne se sont pas reproduits.

4. ANALYSE STATISTIQUE

L'indice de corrélation de Spearman été utilisé pour tester les corrélations entre les différentes activités. Des statistiques non variées (test t) ont été utilisées pour analyser l'évolution des effectifs entre les années; avec des différences considérées statistiquement significatives lorsque $P \leq 0,05$. L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel Excel et de Minitab® 15.1.30.0.

CHAPITRE II
RESULTATS ET
INTERPRETATIONS

RESULTATS ET INTERPRETATIONS

1. ANALYSE DES DENOMBREMENTS DES OISEAUX D'EAU DANS LE PARC NATIONAL D'EL KALA

Le complexe de zones humides d'El Kala renferme une multitude de zones humides d'importance internationale ; en plus du lac Tonga, le lac Oubeira, la lagune du Mellah, les marais de Bouredim, le lac bleu, le lac noir et l'aulnaie d'Aïn Khia, sont inclus dans le territoire du Parc National alors que d'autres zones humides non moins importantes sont limitrophes : le marais de la Mekhada et le lac des oiseaux. Ces zones humides sont également classés sites Ramsar.

Ces milieux abritent une avifaune très diversifié représenté par un nombre importants d'espèces sédentaires, d'espèces hivernantes, d'espèces estivantes nicheuses. Il constitue également un site d'escale pour les espèces de passage qui font des haltes migratoires pour le repos.

Ces sites sont aussi importants pour l'hivernage que pour la reproduction d'un très grand nombre d'espèces dont l'importance est variable à l'échelle de mondiale et le Fuligule nyroca est un très bon exemple de ces espèces qui connaissent une diminution de leurs effectifs dans leurs aires de répartition. Ces zones humides sont aussi importantes pour les espèces les plus répondues que pour les espèces les plus rares et leurs protections dépendent directement de la sauvegarde de leurs sites d'hivernage et de nidifications.

L'analyse des campagnes de dénombrement des oiseaux d'eau sur une période de 38 ans montrent bien l'importance de ces sites en tant que zone d'hivernage par excellence en Afrique du nord (Fig.08). Parmi ces espèces la Foulque macroule affecte ces zones humides avec des effectifs très important, d'ailleurs c'est l'espèce la plus dominante avec des moyennes de plus de 10 000 oiseaux par an. Durant certaines années exceptionnelles on est arrivé à dénombrer jusqu'à 38 113 Foulque comme pour l'année 1994. Les effectifs du Fuligule nyroca restent modestes et ceci est en rapport avec son statut dans son aire biogéographique.

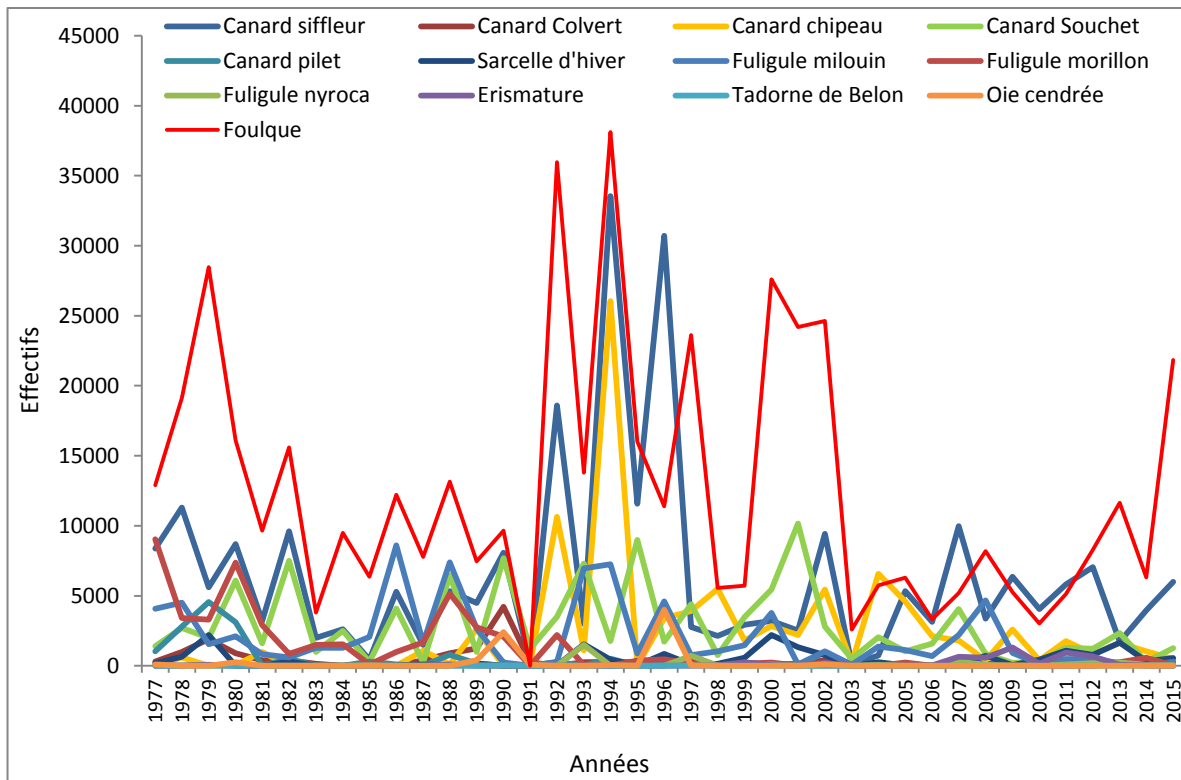


Figure 08 : Variation des effectifs des oiseaux d’eau dans le complexe de zones humides du PNEK (1977-2015)

Le Lac Tonga fait partie de cet éco-complexe composé par un grand nombre de zones humides. Il est aussi un site d'hivernage pour une dizaine de milliers de l'avifaune du paléarctique occidentale, et de nidification et de mue pour plusieurs espèces d'Ardéidés, Anatidés, Rallidés. Selon les études qui ont été menées, la qualité des habitats au niveau du Tonga permet un taux de réussite élevée de la reproduction allant jusqu'à 93% pour le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* (Boumezbeur, 1993 ; Chalabi, 1990 ; Bakaria, 1997)

Les conditions de quiétude favorisent une bonne transformation morphologique des individus telle que la mue. Les effectifs de Fuligule nyroca dans le PNEK dépassent rarement les 100 individus en moyenne, sauf pour l’année 1993 où on a dénombré près de 1500 individus au Lac Tonga qui reste le site le plus important et le plus régulier pour l’hivernage de cette espèce (Fig. 09).

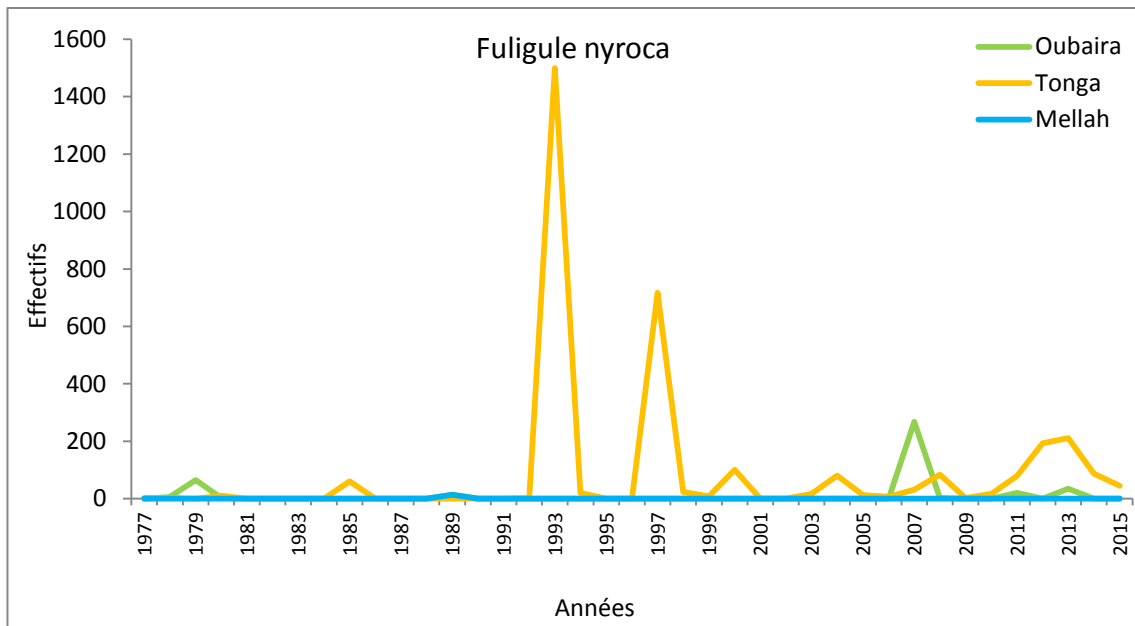


Figure 09 : Variation des effectifs du Fuligule nyroca dans le complexe de zones humides du PNEK (1977-2015)

La foulque est l'espèce la plus abondante des oiseaux d'eau avec des effectifs dépassant les 35 000 individus comme pour l'année 1992 au lac Oubeira. Le lac Tonga reste quand même le site d'hivernage le plus important avec des effectifs moyens dépassant les 6 000 individus et des années où on a enregistré jusqu'à 24 000 oiseaux (Fig.10).

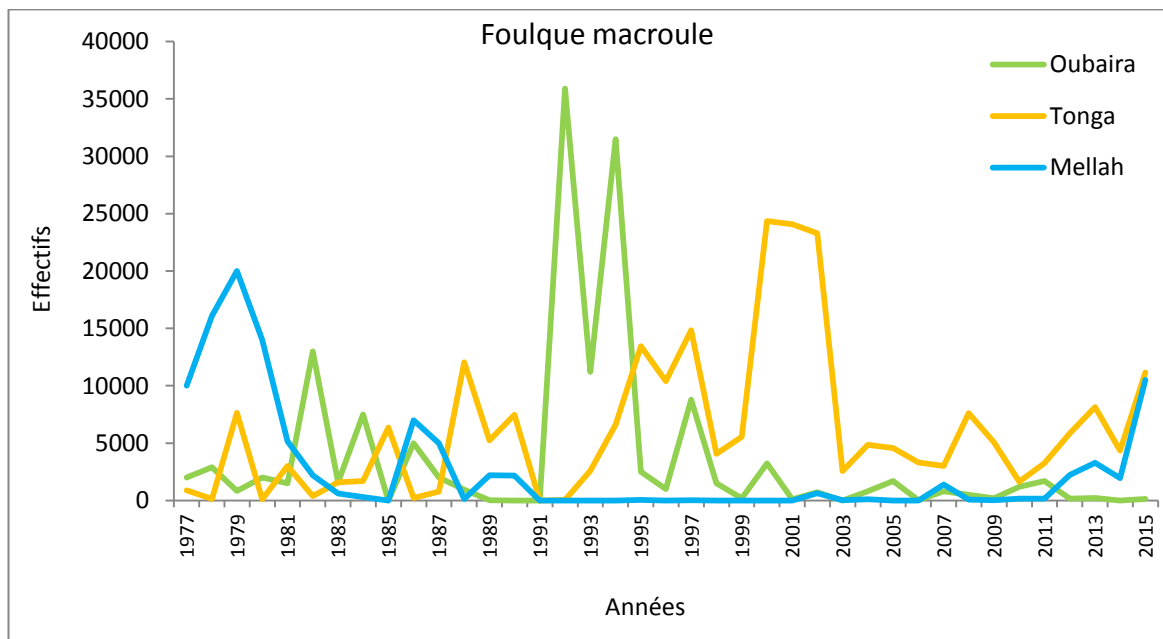


Figure 10 : Variation des effectifs de Foulque macroule dans le complexe de zones humides du PNEK (1977-2015)

2. PHENOLOGIE D'HIVERNAGE DU FULIGULE NYROCA (*Aythya nyroca*)

Les recensements effectués durant les périodes d'hivernage (2005/2006 et 2006/2007) au niveau du lac Tonga montrent que le Fuligule nyroca est présent tout au long de la saison (Fig.11). La variation bimensuelle des effectifs suit les mêmes tendances avec des effectifs qui se rapprochent pour les deux saisons.

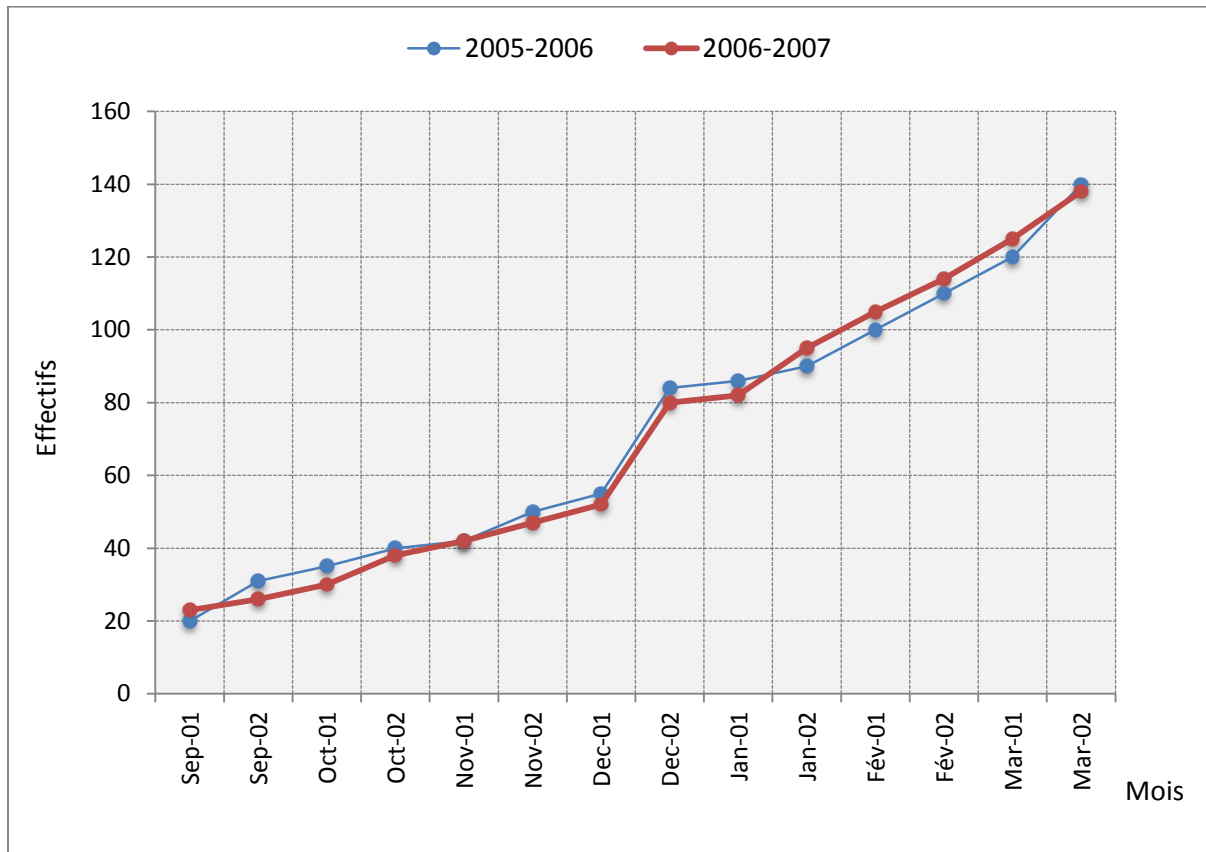


Figure 11 : Fluctuations des effectifs hivernants du Fuligule nyroca au Lac Tonga

Les populations hivernantes du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* fréquente le Lac Tonga à partir de septembre et y demeurent jusqu'à la fin mars. L'abondance suit une courbe linéaire dont les effectifs augmentent graduellement le long de la saison d'hivernage. Les effectifs recensés fluctuent entre 20 au début de la saison (septembre) à 140 individus vers la fin de la saison (mars) qui coïncide avec l'arrivée de la population nicheuse. Au cours des deux saisons d'étude on remarque que cette espèce double ces effectifs de 40 à 80 individus en moyenne pour les deux saisons.

3. PHENOLOGIE D'HIVERNAGE DE LA FOULQUE MACROULE

(Fulica atra)

Les résultats obtenus au cours des deux saisons d'étude, nous montrent que la population est stable du mois de septembre jusqu'au mois d'octobre allant de 2000 jusqu'à 2900 individus. Cette période survient juste après la phase de reproduction avec l'entretien et l'élevage des poussins qui ont atteint pendant cette période l'âge des juvéniles.

Les effectifs commencent à augmenter progressivement la première quinzaine de novembre avec 3600 individus la première saison et 3200 la deuxième saison de la deuxième quinzaine du mois de novembre. Le nombre des individus de la Foulque macroule enregistre un pic de 11500 individus pour le mois de janvier (Fig.12).

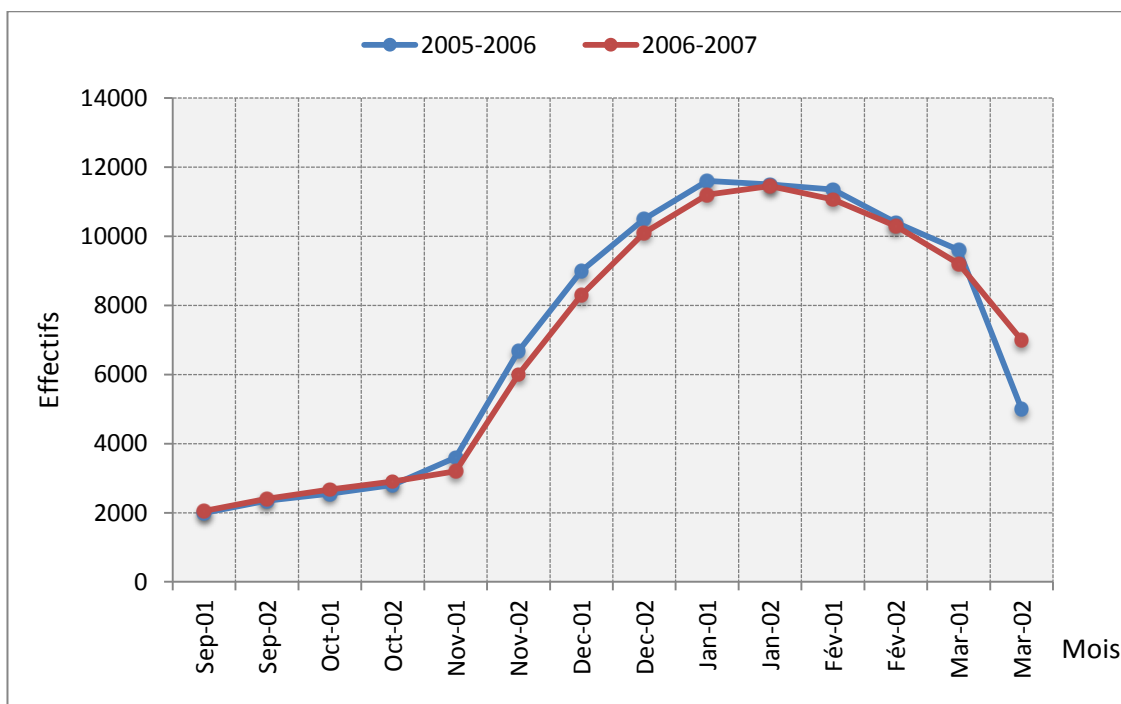


Figure 12 : Fluctuations des effectifs hivernants de la Foulque macroule au Lac Tonga

A partir du mois de février on enregistre 10400 individus la première saison 2005-2006. Le mois de mars, on recense 9600 individus de *Fulica atra* sur le lac Tonga qui coïncide avec la ponte des œufs. Les effectifs chutent continuellement et ce jusqu'à la fin de l'étude, témoignant de la présence de deux populations de foulques dans le site, une plus conséquente ne fréquentant le lac que durant la période hivernale et une seconde sédentaire nicheuse représentées avec une abondance avoisinant 1700-2000 individus.

4. ETUDE DU BUDGET D'ACTIVITES DIURNES DU FULIGULE NYROCA

4.1. Budget d'activités diurnes du Fuligule nyroca pour la saison 2005-2006

4.1.1. Budget d'activités saisonnières du Fuligule nyroca pour 2005-2006

4.1.1.1. Variation saisonnière du budget d'activités en pourcentage du temps d'activité (%)

L'analyse mensuelle des budgets d'activités diurnes calculés pour le Fuligule nyroca pour le mois de septembre montre la toilette (37,92%) et le repos (37,67 %) sont les activités les plus dominantes, ceci peut être expliqué par le besoin de repos près la phase de migration qui est généralement épuisante pour les oiseaux ; vient ensuite l'alimentation avec 16,84% du temps d'activité. Presque les mêmes rythmes avec les mêmes proportions se répètent pour les mois d'octobre, novembre et décembre. Pour le mois de janvier, alimentation, toilette, repos et nage ont des taux d'activités d'environ 20 %. Le vol occupe 10 % du temps d'activité de la journée. Les activités d'alimentation et repos à part presque égale occupent plus de 60 % du budget d'activité du mois de février. Mars est caractérisé par l'apparition d'une nouvelle activité qui est la parade nuptiale (Tab.06).

Tableau 06 : Variation mensuel du bilan d'activités (% de temps) du Fuligule nyroca (2005-2006)

	Alimentation (%)	Repos (%)	Nage (%)	Toilette (%)	Vol (%)	Parade (%)
Sep.	16,84	37,67	3,38	37,92	4,19	0,00
Oct.	20,64	35,08	2,94	34,13	7,20	0,00
Nov.	18,74	36,38	3,16	36,03	5,69	0,00
Déc.	26,54	31,95	2,83	36,16	2,52	0,00
Jan.	22,14	23,27	22,00	21,94	10,66	0,00
Fév.	30,68	31,62	14,59	15,53	7,58	0,00
Mar.	28,83	26,56	23,99	13,15	4,35	3,14

L'analyse des rythmes d'activités pendant la saison d'hivernage montre que l'activité qui prédomine est le repos avec (31,79 %) suivi par l'alimentation (23,49 %) et la toilette (27,84%). L'activité la moins importante est la parade (0,45 %) (Fig.13).

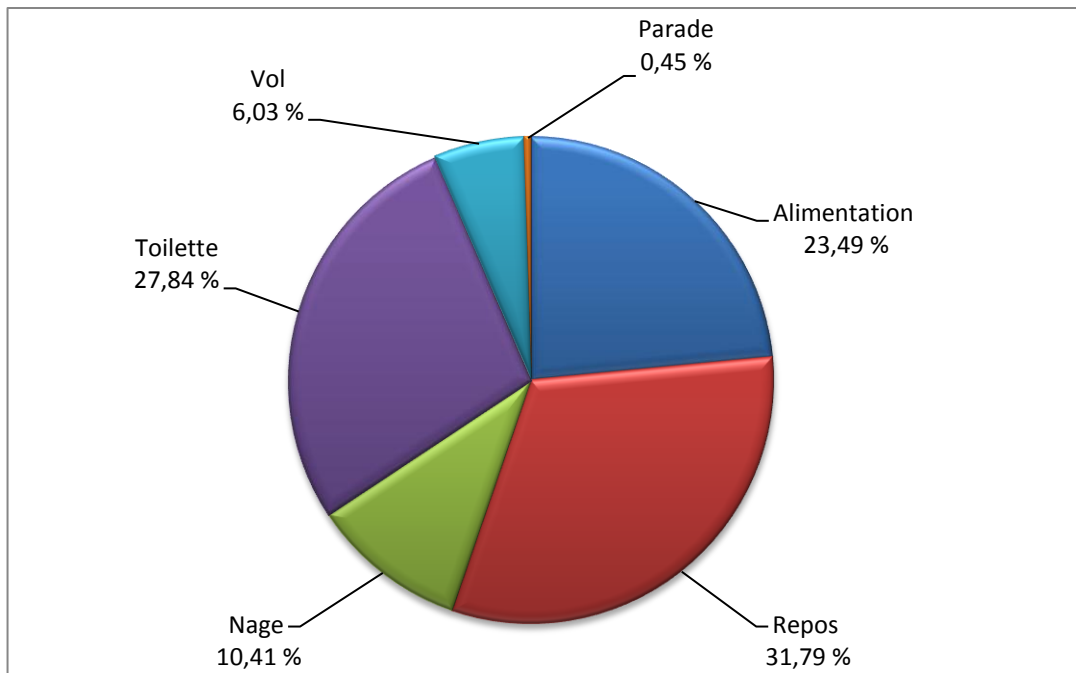


Figure 13 : Bilan d'activités saisonnier (% de temps) du Fuligule nyroca (2005-2006)

Mis à part la valeur maximum de 10,66 % exprimée pour le vol durant le mois de janvier, le temps consacré à cette activité est presque faible et stable pour le reste de la période d'occupation du site. Ceci témoigne sans doute d'une certaine quiétude qui règne sur le site durant cette saison.

Pour le nyroca l'alimentation passe au second plan après le repos et la toilette lorsqu'il arrive sur le site de l'hivernage. Au fil des mois au temps alloué cette activité va augmenter graduellement pour atteindre 28,83 % du temps total d'activité vers la fin de l'hivernage.

La toilette est une activité très importante durant toute la saison d'hivernage, les valeurs du temps alloué à cette activité restent élevées, mais elles le sont beaucoup plus durant la première moitié de la saison de l'hivernage. A l'inverse les valeurs de la nage sont beaucoup plus importantes à la fin de l'hivernage avec une moyenne de 20 % de temps qu'au début avec une valeur moyenne 3,08 %.

Le repos occupe un temps important avec une valeur maximale de 37,67 % au mois de septembre, c'est-à-dire dès l'arrivée sur le site d'hivernage, le budget diminue ensuite surtout vers la fin de l'hivernage pour atteindre 13,15 % de temps d'activité au mois de mars (Fig.14).

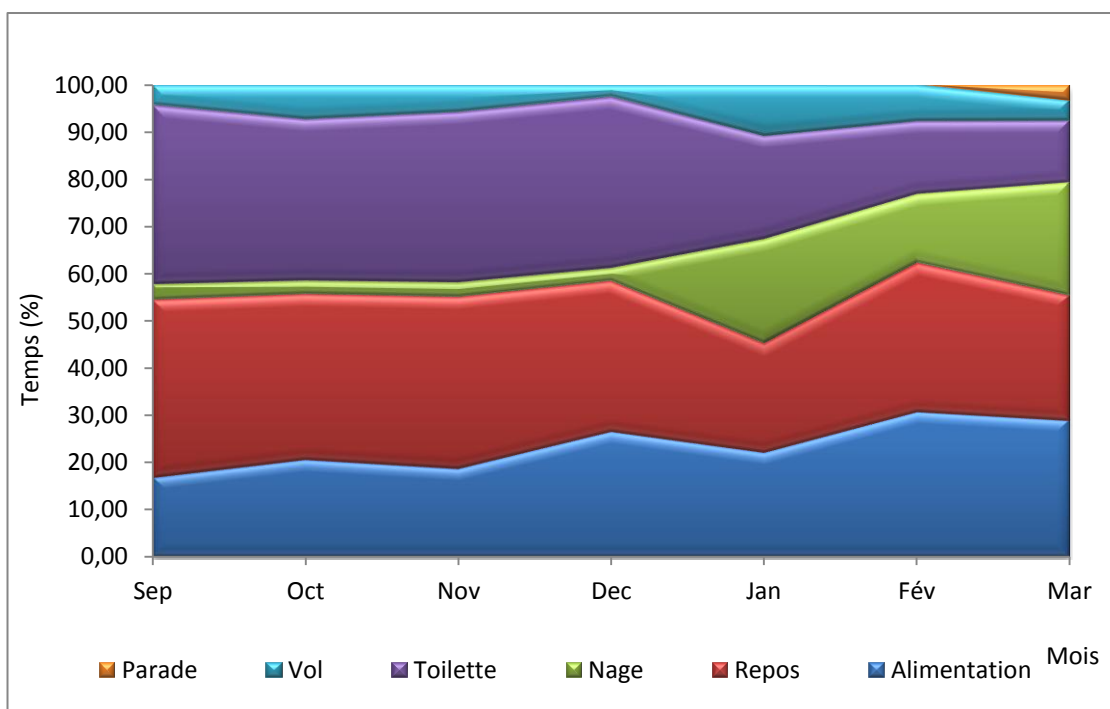


Figure 14 : Variation mensuel du bilan d'activités (% de temps) du Fuligule nyroca (2005-2006)

4.1.1.2. Variation saisonnière du budget d'activités diurnes en temps absolu (heures)

En temps absolu, le repos représente une durée de 2,5 heures suivi par la toilette avec une durée de plus de 2 heures. L'alimentation représente une durée de presque 2 heures. Les activités les moins importantes sont la Nage et le vol avec moins d'une heure (Tab.07).

Tableau 07 : Durée journalière en temps absolu des activités diurnes du Fuligule nyroca (2005-2006)

Activités	Temps absolu (heures)
Repos	2,50
Toilette	2,20
Alimentation	1,88
Nage	0,84
Vol	0,54
Parade	0,04

En nombre d'heures passées sur chaque activité l'alimentation affiche ces plus fortes valeurs plutôt vers la fin de l'hivernage que son début. Les valeurs des mois de février et mars restent les plus élevées avec un nombre d'heures successifs de 2,56 heures et 2,40 heures. Le temps imparti à cette activité est le plus faible au début de l'hivernage avec des valeurs d'environ 1,33 heure pour le mois de septembre.

Le nyroca exprime ces plus fortes valeurs de repos au début de la saison avec un maximum de 3,08 heures pour la 2^{ième} quinzaine de septembre. Cette activité connaît une diminution au milieu de la saison et elle reprend avec des chiffres proches du début de la saison avec une valeur maximum de 2,64 heures au mois de janvier.

Le temps alloué à la nage est le plus faibles des activités durant la 1^{ière} moitié de la saison d'hivernage avec un temps maximum ne dépassent pas les 0,34 heures (soit 20 mn) pour les 03 premier mois. Vers la fin de la saison les chiffres montent pour atteindre des valeurs de 1,97 heures et 1,94 heure pour les mois de décembre et mars.

La toilette est une activité majeure chez cette espèce néanmoins, elle est beaucoup plus importante au début de la sison que vers la fin de l'hivernage. Les valeurs sont comprises entre 3,23 heures et 2,90 heures entre septembre et décembre. Les plus basses valeurs sont entre début janvier et fin mars.

Le vol reste une activité faible et lié directement aux facteurs de dérangement. D'après le graphe une certaine quiétude règne sur le Tonga. Le temps le plus important est enregistré au mois de novembre (0,95 heures) puis cette activité diminue en décembre (0,09 heures). Elle reprend en janvier (0,88 heures) et elle redescend au mois de mars (0,34 heures).

La parade est l'activité la plus accessoire durant cette saison et elle ne se manifeste qu'à la fin de saison essentiellement au mois de mars avec un temps de 0,37 heures vers la fin du mois (Fig.15).

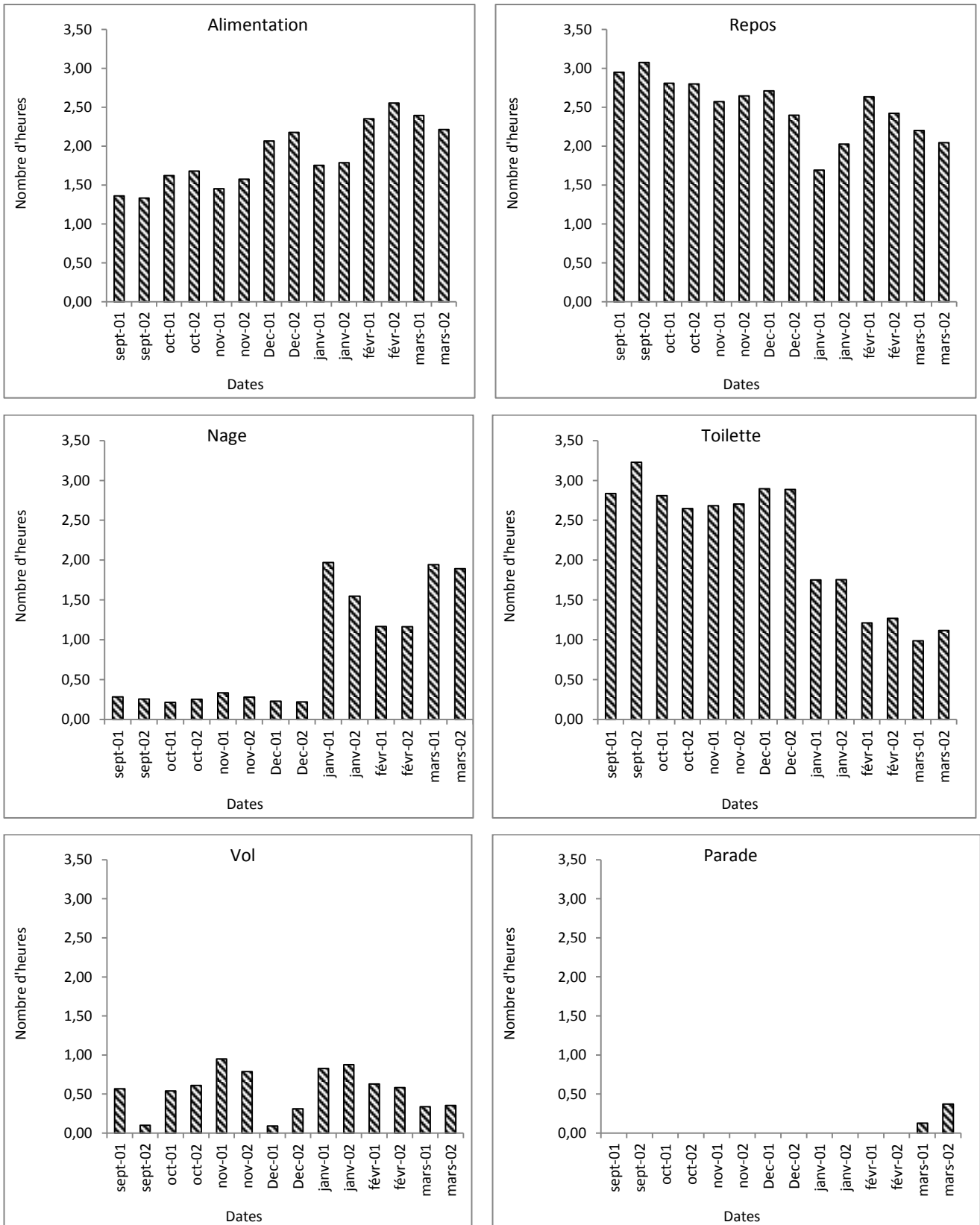


Figure 15 : Variation bimensuel des activités journalière du Fuligule nyroca en temps absolu (heures) (2005-2006)

4.1.2 Variation journalière du budget d'activités en pourcentage du temps d'activité (%)

Le calcul des taux moyens d'activités par tranche horaire font ressortit pour toute la saison 3 principales activités : le repos, la toilette et l'alimentation avec des moyennes dépassant les 20 % du temps d'activité par tranche horaire. Ce qu'on remarque sur la figure est plus ou moins la constance des taux d'activités durant toute la journée sauf pour l'alimentations qui accuse une diminution entre 12 heure et 16 heure. Entre 12h et 13 h, le repos est l'activité la plus importante avec 35,90 % du taux d'activité par heure (Fig.16).

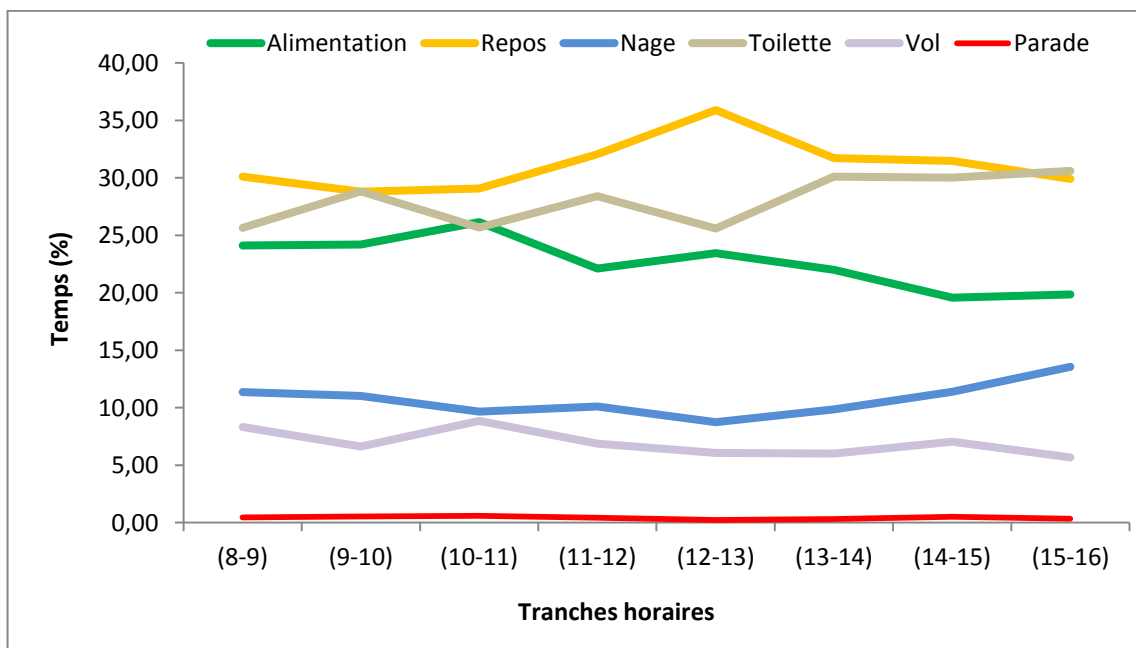


Figure 16 : Variation du rythme d'activité journalier moyen du Fuligule nyroca durant l'hivernage (2005-2006)

- **Septembre** : repos et toilette sont les principales activités, vient ensuite l'alimentation, la nage et le vol sont les activités les moins importantes. On remarque que entre 13h et 14 h la toilette diminue et l'alimentation augmente. Entre 15 h et 16 h les tendances s'inversent.
- **Octobre** : l'activité journalière dans ce moi ressemble à celle d'octobre sauf que le taux consacré à l'alimentation connaît une augmentation des valeurs.
- **Novembre** : les principales activités sont le repos et toilette. Les rythmes sont réguliers sauf pour l'alimentation qui diminue avec le temps.

- **Décembre** : l'alimentation devient aussi importante que le repos et la toilette. La nage est complètement absente la matinée, elle se manifeste en fin de journée.
- **Janvier** : les valeurs des différentes activités se rapprochent sauf pour le vol qui reste faible par rapport aux autres activités. L'alimentation occupe beaucoup plus la matinée alors que le repos occupe le milieu de la journée.
- **Février** : la matinée l'activité est dominée par l'alimentation. En milieu de journée c'est surtout le repos qui domine et enfin de journée les taux d'activités se ressemblent. L'activité de vol reste quand même faible.
- **Mars** : durant ce mois la nage occupe une partie aussi importante que l'alimentation et le repos. Les variations journalières ne sont pas si considérables entre les différentes activités (Fig.17).

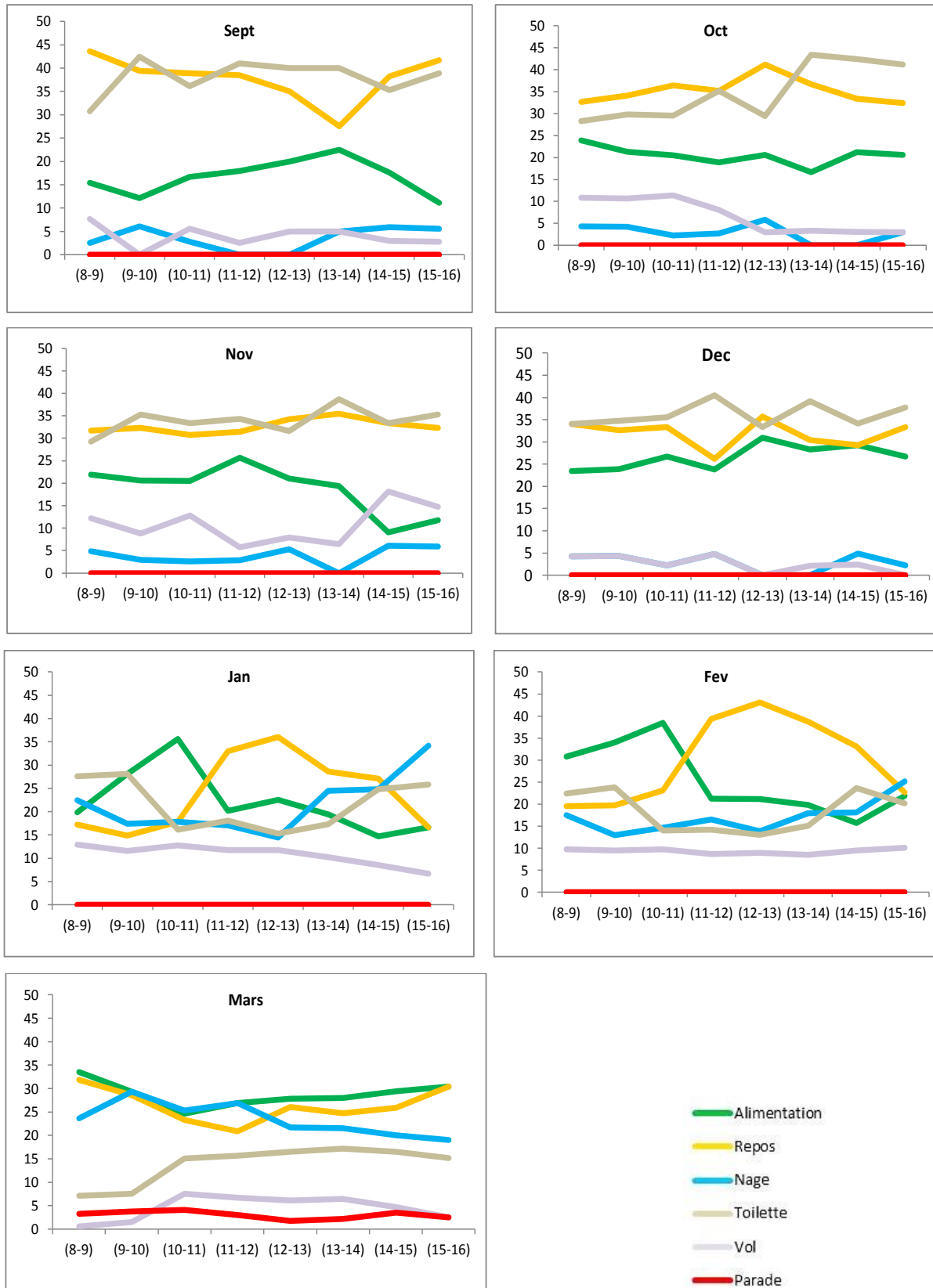


Figure 17 : Variation mensuelle du rythme d'activité journalier du fuligule nyroca durant l'hivernage (2005-2006)

4.2. Budget d'activités diurnes du Fuligule nyroca pour la saison 2006-2007

4.2.1. Budget d'activités saisonnières du Fuligule nyroca pour 2006-2007

4.2.1.1. Variation saisonnière du budget d'activités diurnes en pourcentage du temps d'activité (%)

Pour la saison 2006/2007, l'analyse mensuelle des budgets d'activités diurnes calculés pour le Fuligule nyroca pour le mois de septembre montre que la nage (27,18 %) occupe une grande partie des activités du nyroca, viennent ensuite le repos et l'alimentation avec des valeurs successives de 21,21 % et 23,39 %. La même configuration on la trouve pour les mois d'octobre, novembre et décembre. Vers la fin la sison d'hivernage et durant les mois de janvier, février et mars c'est surtout le repos et l'alimentation qui occupent la majeure partie du temps d'activité (environ 50 %). Mars c'est le seul mois à partir duquel commence la parade nuptiale mais avec un très faible taux (2,66 %). (Tab.08).

Tableau 08 : Variation mensuel du bilan d'activités (% de temps) du Fuligule nyroca (2006-2007)

	Alimentation (%)	Repos (%)	Nage (%)	Toilette (%)	Vol (%)	Parade (%)
Sep.	23,39	21,21	27,18	19,03	9,19	0,00
Oct.	23,90	21,35	27,15	17,72	9,88	0,00
Nov.	22,05	20,07	28,27	18,75	10,85	0,00
Déc.	25,84	22,27	27,73	18,71	5,45	0,00
Jan.	22,78	23,90	20,62	19,28	13,42	0,00
Fév.	24,54	25,32	20,80	19,28	10,07	0,00
Mar.	25,54	24,47	23,39	19,30	4,64	2,66

L'analyse des rythmes d'activités pendant la saison d'hivernage montre que les activités qui prédominent sont la nage (25,02 %), l'alimentations (24,00 %) et le repos (22,66 %) suivis par la toilette (18,87%). Toujours, l'activité la moins importante est la parade (0,38 %) (Fig.18).

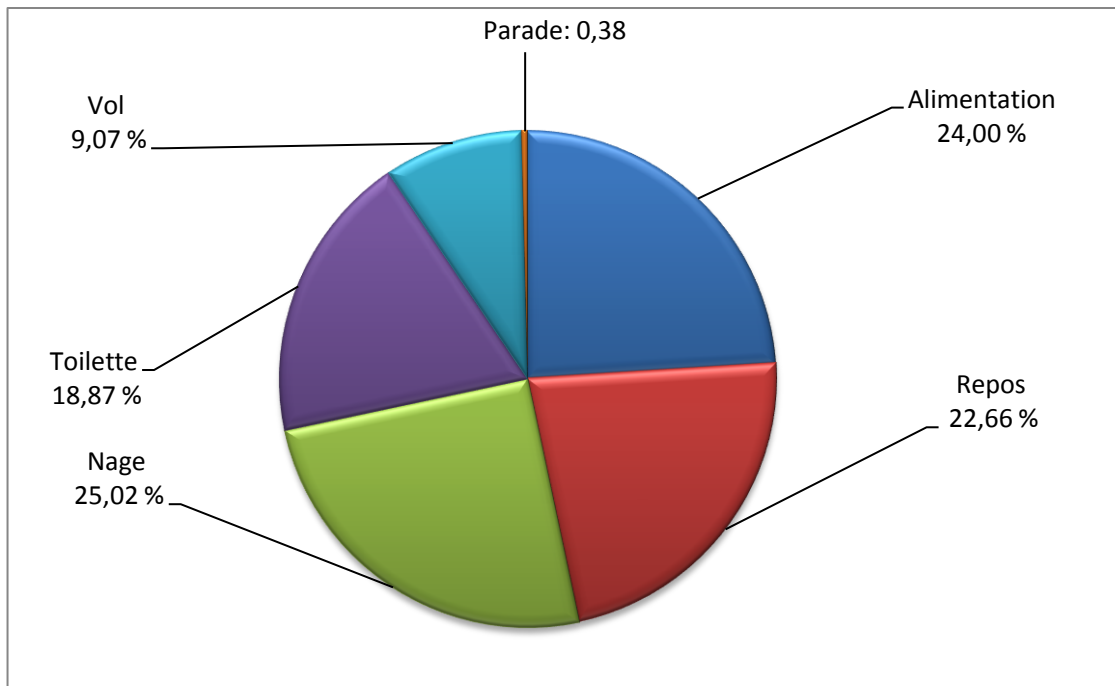


Figure 18 : Bilan d'activités saisonnier (% de temps) du Fuligule nyroca (2006-2007)

Pour cette saison, l'alimentation reste en moyenne une activité dominante et presque constante durant tous les mois d'hivernage. Néanmoins, cette activité est légèrement plus élevée vers la fin de l'hivernage (25,54 %). La même interprétation est valable pour le temps consacré au repos qui est aussi élevé vers la fin de l'hivernage.

Le repos est une activité pratiquement constante tout au long de l'hivernage avec des taux qui varient entre 21 % et 25 % du temps total d'activité.

La toilette est une activité à un degré moindre aussi importante que les précédentes activités, les valeurs du temps alloué à cette activité restent constantes entre 18 et 19 %. A l'inverse, les valeurs de l'activité de vol sont beaucoup plus faibles et très variables, ceci est sans doute en rapport avec la pression du dérangement sur le site.

La nage occupe un temps important avec une valeur maximale de 28,27 % au mois de novembre. Le temps consacré à cette activité est élevé et aussi stable pour toute de la période d'occupation du site (Fig.19).

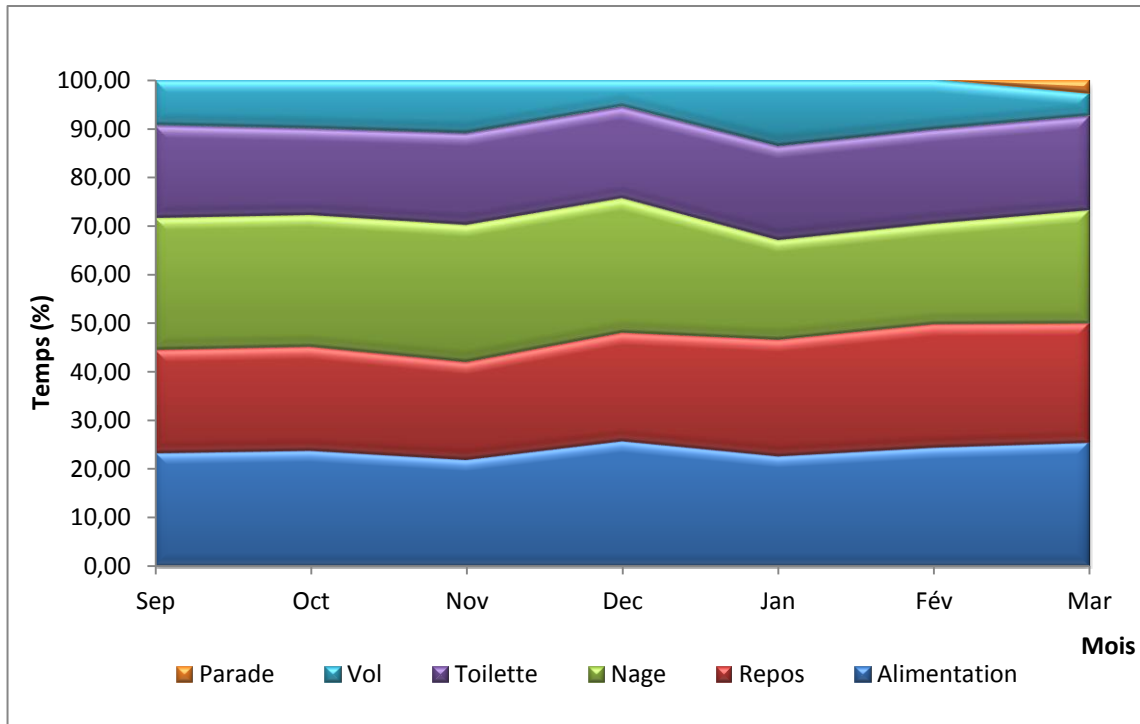


Figure 19 : Variation mensuel du bilan d'activités (% de temps) du Fuligule nyroca (2006-2007)

4.2.1.2. Variation saisonnière du budget d'activités diurnes en temps absolu (heures)

La nage représente une durée de 2,00 heures suivie par l'alimentation avec une durée de plus de 1,92 heure. Le repos représente une durée de 1,81 heure et la toilette 1,51 heure du temps d'activité journalier. L'activité la moins importante est le vol avec moins d'une heure (0.73 heure). (Tab 09)

Tableau 09 : Durée journalière en temps absolu des activités diurnes du Fuligule nyroca (2006-2007)

Activités	Temps absolu (heures)
Nage	2,00
Alimentation	1,92
Repos	1,81
Toilette	1,51
Vol	0,73
Parade	0,03

L'alimentation, repos, nage et toilette sont les activités les plus dominantes chez cette espèce durant cette saison. L'alimentation affiche ces plus fortes valeurs au milieu de la saison avec 2,09 heures d'activité au mois de décembre. Sinon cette activité reste élevée durant pratiquement toute la saison d'hivernage avec des temps d'activité compris entre 1,74 heures et 2,06 heures vers la fin du mois de mars.

Le repos est une activité constante presque toute la saison, on n'a pas une grande variation entre les mois du début jusqu'à la fin de l'hivernage. Le nyroca exprime ces plus fortes valeurs de la saison au mois de février (2,04 heures) et au mois de mars (2,00 heures).

Le temps d'activité consacré à la nage est le plus important de toutes les activités. Les plus fortes valeurs activités sont observés durant la 1^{ière} moitié de la saison d'hivernage avec des chiffres compris entre 2,16 heures en octobre et 2,25 heures en décembre. Entre janvier et mars les temps diminuent mais restent importants par rapport aux autres activités avec des valeurs allant de 1,62 heures au mois de janvier à 1,83 heures à la fin de mars.

La toilette est aussi importante pour cette saison que pour la saison précédente mais qui est beaucoup plus constante et aussi régulière le long de toute la saison d'hivernage. Les temps sont très rapprochés pour l'ensemble des observations et sont compris entre 1,39 heures et 1,55 heures.

Comme pour 2005/2006, le vol est une activité mineure par rapport aux autres activités. On constate une diminution de cette activité vers la fin de l'hivernage (0,40 heures) à la fin du mois de mars. D'après le graphe on constate aussi une diminution en décembre (0,37 heures).

La parade est aussi accessoire, elle ne se manifeste qu'à la fin de saison essentiellement au mois de mars comme pour la précédente saison avec un temps de 0,37 heures vers la fin du mois (Fig. 20).

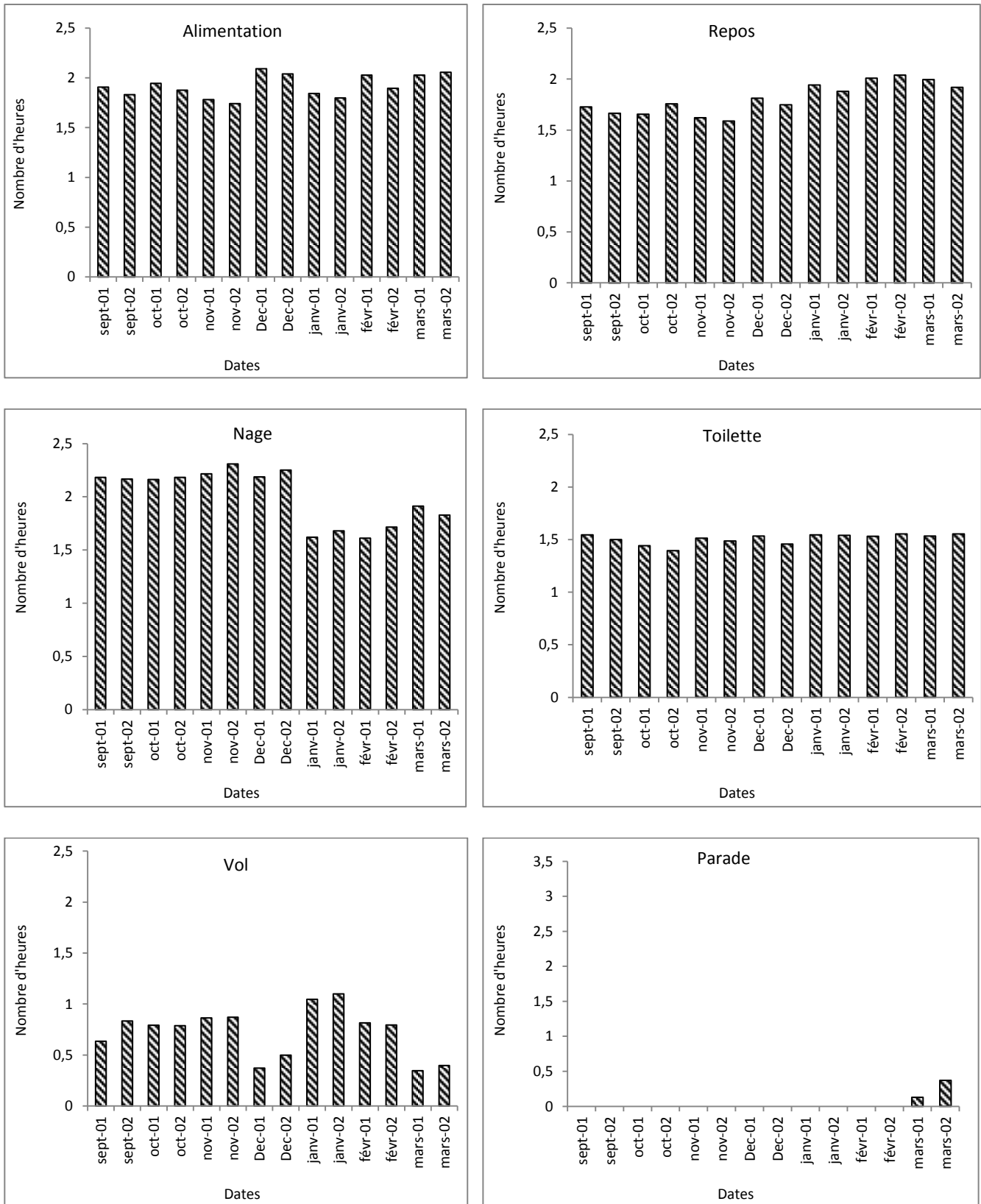


Figure 20 : Variation bimensuel des activités journalière du Fuligule nyroca en temps absolu (heures) (2006-2007)

4.2.2. Variation journalière du budget d'activités diurnes en pourcentage du temps d'activité (%)

Pour la saison 2006/2007 comme pour la saison précédente les 3 principales activités sont toujours le repos, la toilette et l'alimentation en plus de la nage qui les dépasse à certaines tranches horaires avec des moyennes qui dépassant les 25 % du temps d'activité (Fig. 21).

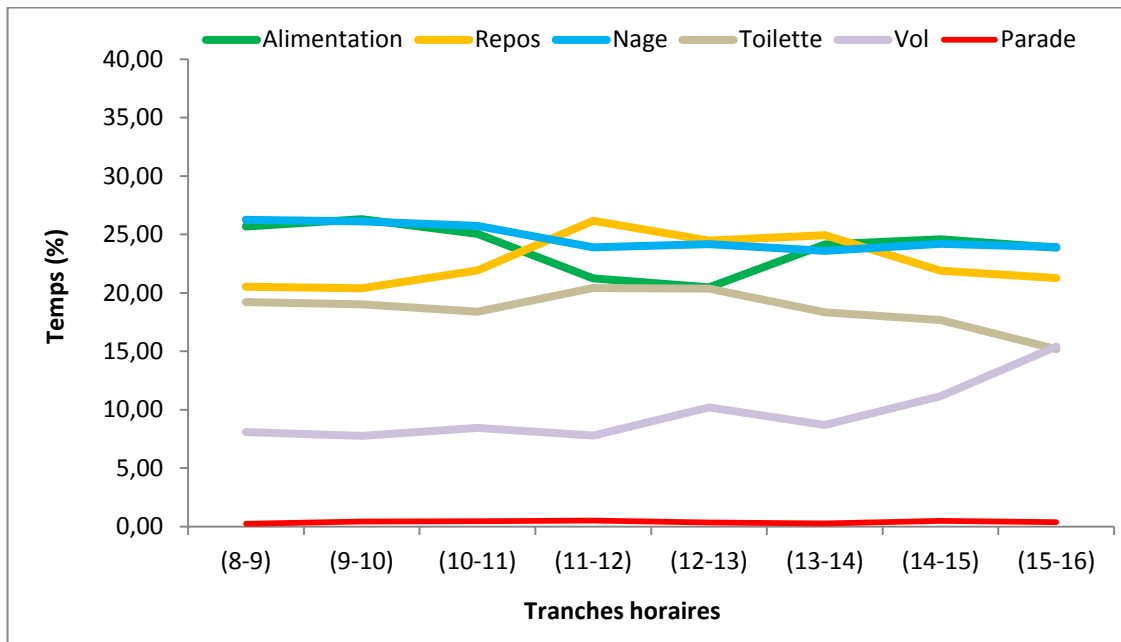


Figure 21 : Variation du rythme d'activité journalier moyen du F. nyroca durant l'hivernage (2006-2007)

- **Septembre :** Repos et toilette, repos et nage sont les principales activités durant la matinée. En milieu de journée seule la nage augmente (35 %), par contre l'alimentation, le repos et la toilette diminuent. Le vol est la seule activité qui augmente tout au long de la journée.
- **Octobre :** Pour la matinée on a des taux réguliers où nage, alimentation et repos dominent. En milieu de journée, c'est la toilette qui domine et tous les autres activités diminuent d'intensité. En fin de journée la toilette diminue et les autres activités augmentent.
- **Novembre :** Avec des valeurs supérieures à 20 %, la nage, l'alimentation et la toilette sont les principales activités matinales. En fin de journée les taux des différentes activités se rapprochent mis c'est le vol qui domine.

- **Décembre** : L'alimentation laisse la place à la nage, le repos et la toilette qui dominent la matinée. En fin de journée, l'alimentation redevient la principale activité avec des valeurs dépassant les 40 %. devient aussi importante que le repos et la toilette.
- **Janvier** : Les valeurs des différentes activités se rapprochent dans la matinée c'est surtout en milieu de journée que le repos prédomine avec des valeurs qui dépassent les 30 % du temps d'activité. En fin de journée on retrouve presque la même configuration que la matinée.
- **Février** : La matinée l'activité est dominée par l'alimentation ; le vol reste une faible activité. En milieu de journée c'est surtout le repos qui domine et en fin de journée les taux d'activités se ressemblent. L'activité de vol reste quand même faible mais elle accuse une nette amélioration en fin de journée.
- **Mars** : L'alimentation, le repos et la nage et la toilette sont les activités les plus importantes avec des valeurs presque identiques sauf pour la matinée où l'alimentation avec la nage et le repos prédominent (Fig. 22).



Figure 22 : Variation mensuelle du rythme d'activité journalier du fuligule nyroca durant l'hivernage (2006-2007)

5. ETUDE DU BUDGET D'ACTIVITES DIURNES DE LA FOULQUE MACROULE

5.1. Budget d'activités diurnes de la Foulque macroule pour la saison 2005-2006

5.1.1. Budget d'activités saisonnières de la Foulque macroule pour 2005-2006

5.1.1.1. Variation saisonnière du budget d'activités en pourcentage du temps d'activité (%)

L'analyse mensuelle des budgets d'activités diurnes calculés pour la Foulque macroule pour le mois de septembre montre que l'alimentation (28,79%) et la nage (25,69%) sont les activités les plus pratiquées par cette espèce sur le Tonga. Viennent ensuite le repos et la toilette avec des valeurs similaires (environ 17 %). Le vol reste faible durant ce mois et ne dépasse pas 11% du budget d'activité de la Foulque. Presque les mêmes rythmes avec plus ou moins les mêmes proportions se répètent pour les mois qui suivent à part les mois de février et mars qui sont aussi caractérisés par l'apparition d'une nouvelle activité qui est la parade nuptiale mis qui reste très faiblement représentée (Tab10).

Tableau 10 : Variation mensuel du bilan d'activités (% de temps) de la Foulque macroule (2005-2006)

	Alimentation (%)	Repos (%)	Nage (%)	Toilette (%)	Vol (%)	Parade (%)
Sep.	28,79	17,68	25,69	17,33	10,52	0,00
Oct.	29,16	17,67	26,23	16,43	10,51	0,00
Nov.	26,53	19,59	23,55	16,68	13,65	0,00
Déc.	24,43	22,31	23,73	17,09	12,44	0,00
Jan.	23,91	22,02	23,60	21,88	8,58	0,00
Fév.	23,52	21,72	22,22	21,22	10,55	0,78
Mar.	27,03	19,26	24,23	17,24	11,48	0,76

L'analyse des rythmes d'activités pendant la saison d'hivernage montre que l'activité qui prédomine est l'alimentation avec (26,20 %) du temps d'activité, suivie de très près par la nage (24,18 %) et le repos (20,04%). L'activité la moins importante est le vol (11,10 %). La parade est presque insignifiante (Fig.23).

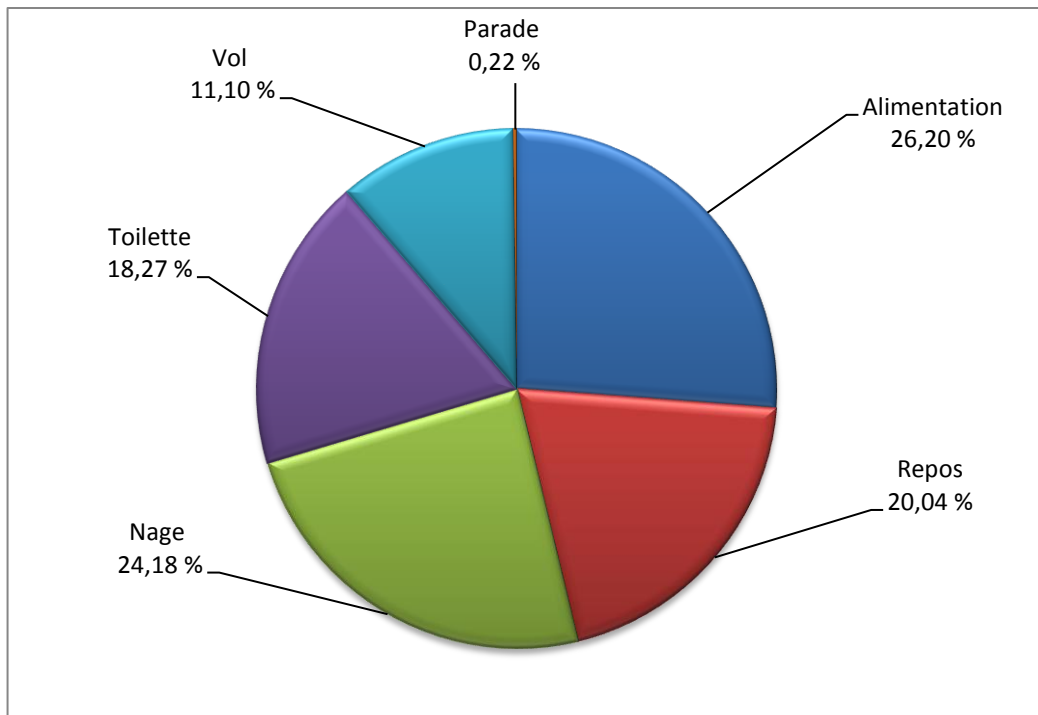


Figure 23: Bilan d'activités saisonnier (% de temps) de la Foulque macroule (2005-2006)

L'alimentation est une activité qui occupe une part importante du budget d'activité total de la Foulque. Elle est plus accentuée au début et aussi vers la fin de la saison d'hivernage. La nage passe au second plan et elle est étroitement liée à l'alimentation le test l'indice de corrélation de Spearman montre une très bonne corrélation ($r_s=0.67$ avec $p=0,008<0.05$).

Ceci peut être expliqué par le fait que les foulques nagent pour chercher leurs nourritures sur le site d'hivernage. Au même titre que l'alimentation la toilette est une activité qui est aussi assez très importante durant toute la saison d'hivernage avec une valeur moyenne de 18 % de temps (Fig. 24).

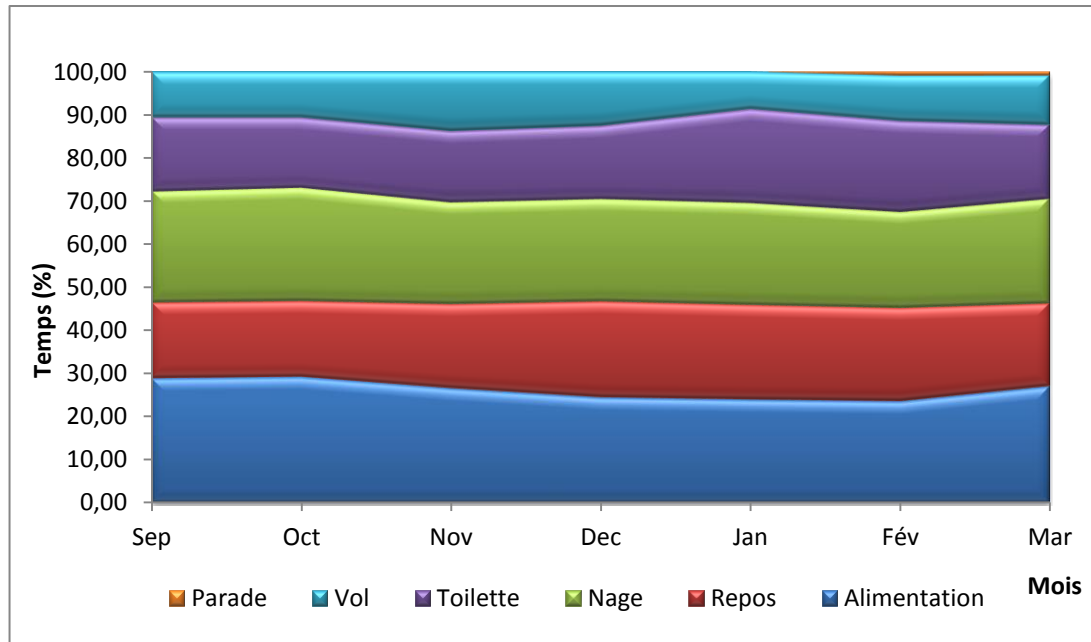


Figure 24: Variation mensuel du bilan d'activités (% de temps) de la Foulque macroule (2005-2006)

5.1.1.2. Variation saisonnière du budget d'activités diurnes en temps absolu (heures)

Sur les huit heures de suivi, l'alimentation et la nage, chacune de ces activités recouvre environ une heure de temps. La toilette et le repos représentent une durée de plus d'une heure (1.60 h et 1.46 h). L'activité la moins importante est le vol avec moins d'heure (0,89 h) (Tab. 11).

Tableau 11: Durée journalière en temps absolu des activités diurnes de la Foulque macroule (2005-2006)

Activités	Temps absolu (heures)
Alimentation	2,10
Nage	1,93
Repos	1,60
Toilette	1,46
Vol	0,89
Parade	0,02

Le schéma global de l'activité alimentation pour la foulque macroule exprime des valeurs élevées sur toute la saison avec des temps plus prononcés au début de la saison où le temps varie entre 2,28 heures et 2,36 heures entre septembre et octobre. Entre novembre et la 1^{ière} moitié de mars les temps baissent légèrement entre (2,21 heures à 1,99 heures). Vers la fin de mars l'activité reprend pour atteindre 2,33 heures.

Le repos affiche une tendance en forme de cloche avec des valeurs qui augmentent régulièrement depuis le début de la saison pour atteindre un maximum au milieu de la saison avec un temps maximum de 1,86 heure au mois de décembre. Ces valeurs diminuent légèrement pour finir à des chiffres de 1,41 heure vers la fin du mois de mars.

Le temps alloué à la nage est conséquent. Les valeurs sont très rapprochées le long de la saison d'hivernage. On a une légère diminution des temps d'activité entre la fin décembre et fin février. Vers la fin de la saison les chiffres montent pour atteindre des valeurs de 1,98 heure pour mars.

La toilette est beaucoup plus importante vers la fin de l'hivernage qu'au début de la saison.

Les valeurs sont comprises entre 1,75 heure et 1,55 heure entre janvier et début mars décembre. Vers la fin de mars l'activité descend à 1,20 heure.

Pour le vol, le temps le plus important est enregistré au mois de novembre (1,29 heures) et aussi à la fin de la saison (1,01 heures). Sinon sur l'ensemble de la période les valeurs restent très proches et se rapprochent de 01 heures.

La parade s'étale sur une période de deux mois qui correspondent à la fin de l'hivernage et la préparation de la saison de la reproduction avec un temps compris entre 0,60 et 0,70 heures (Fig. 25).

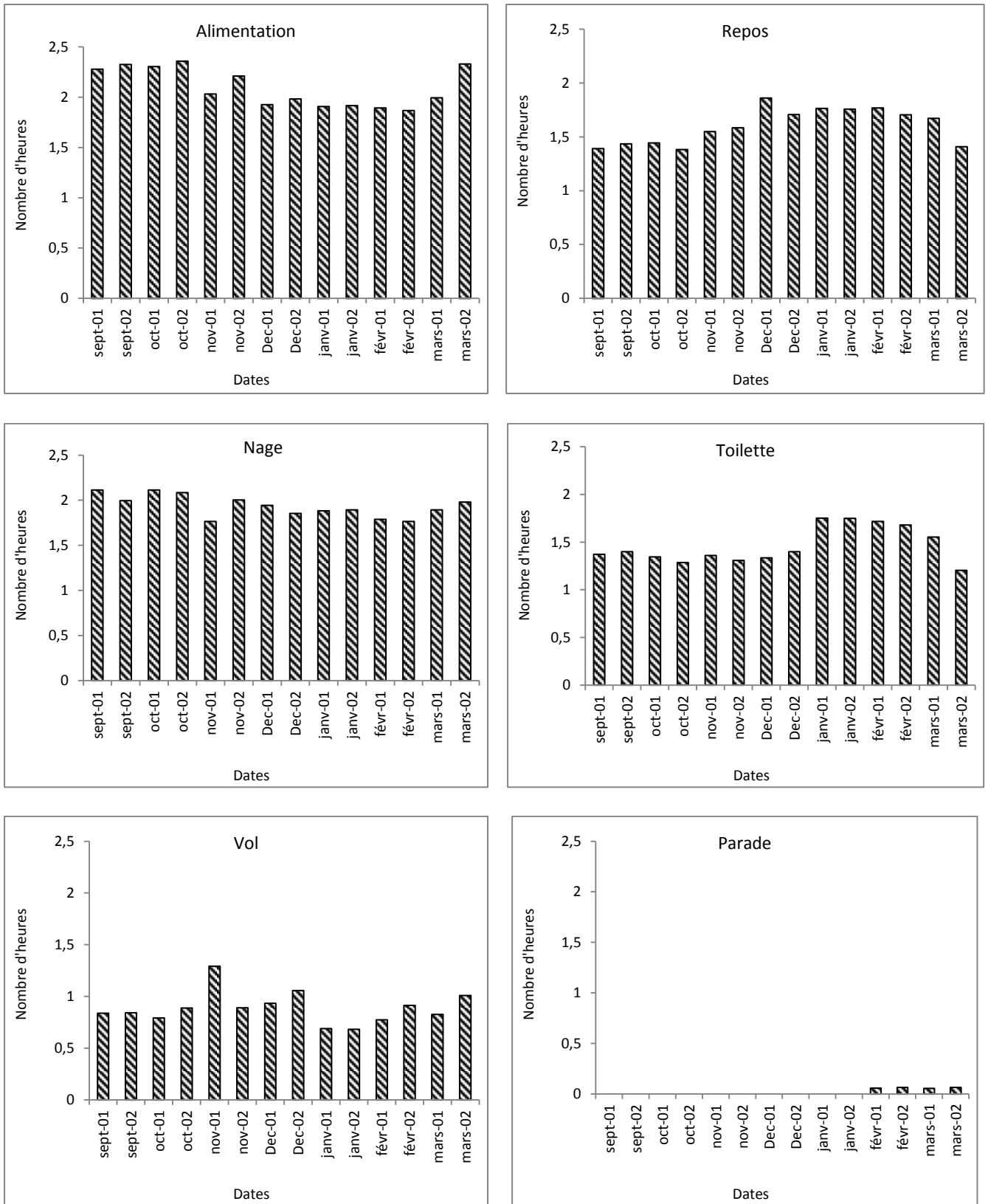


Figure 25: Variation bimensuel des activités journalière de la Foulque macroule en temps absolu (heures) (2005-2006)

5.1.2. Variation journalière du budget d'activités diurnes en pourcentage du temps d'activité (%)

Les taux moyens d'activités montrent que les principales activités sont l'alimentation, la nage, le repos et la toilette et avec des moyennes constantes et régulières le long de la journée et qui sont comprises entre 18 % et 28 % du taux d'activité par heure. Le vol avec moins de 15% reste l'activité la plus faible durant la journée (Fig.26).

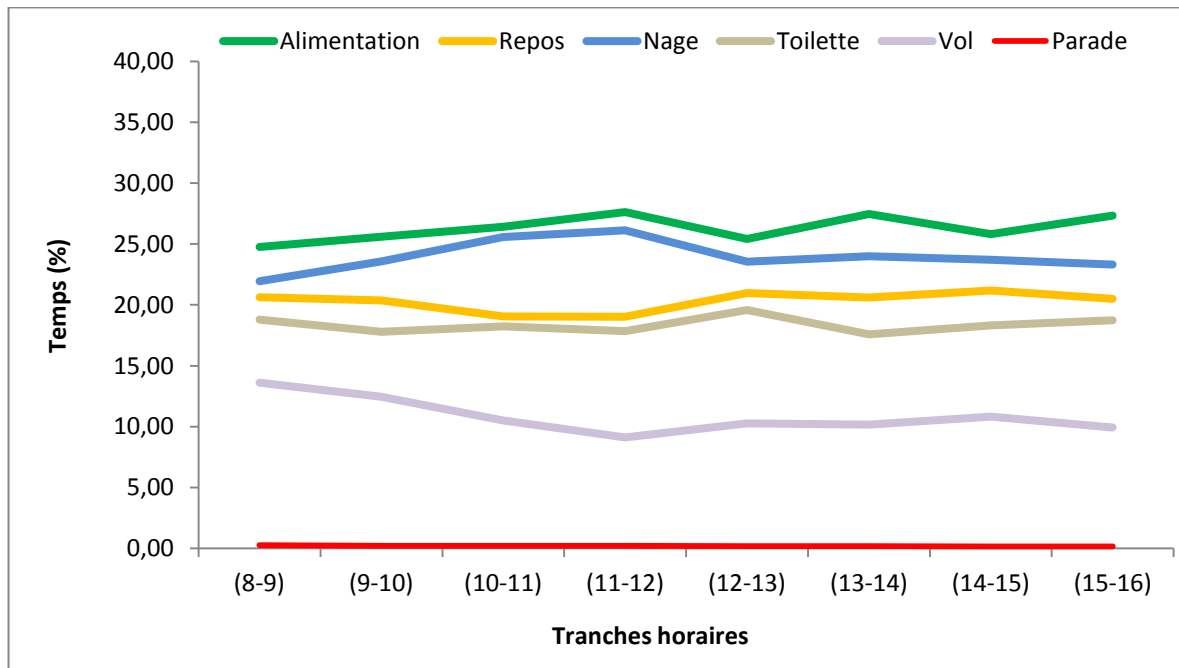


Figure 26 : Variation du rythme d'activité journalier moyen de la Foulque macroule durant l'hivernage (2005-2006)

- **Septembre** : La matinée est consacrée plus à la toilette et la nage qui augmentent pour atteindre successivement 33 % et 29 % en milieu de journée, puis les valeurs baissent en après-midi. repos et toilette sont les plus importantes mais elles rejoignent les mêmes valeurs que les autres activités en fin de journée.
- **Octobre** : L'activité journalière dans ce mois ressemble à celle de septembre sauf que la nage augmente considérablement au milieu de la journée pendant que la toilette diminue.
- **Novembre** : L'alimentation est la plus importante, elle a tendance à augmenter le long de la journée, vient ensuite la nage. Les autres activités suivent les mêmes tendances.

- **Décembre** : L'alimentation, le repos et la nage sont les plus importantes activités.
- **Janvier et février** : Les valeurs des différentes activités se rapprochent et se superposent durant ces deux mois. Elles sont comprises entre 20 % et 25 % durant toute la journée. pour le vol qui reste faible par rapport aux autres activités.
- **Mars** : Durant ce mois l'alimentation et la nage sont plus importante et beaucoup plus en milieu de journée. Les variations journalières ne sont pas si considérables entre les différentes activités. On note la présence du comportement de parade qui reste faible quand même (Fig.27).

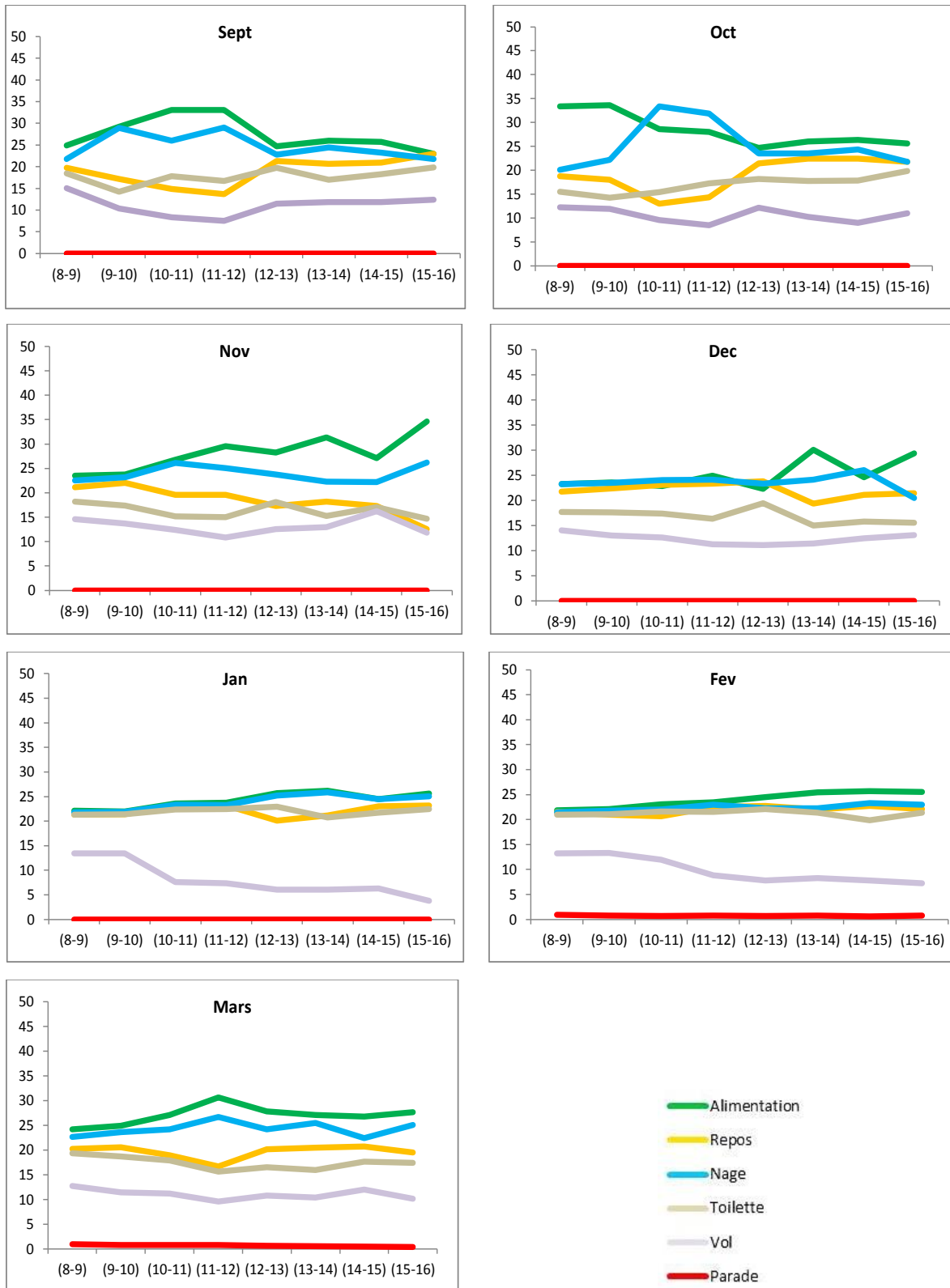


Figure 27 : Variation mensuelle du rythme d'activité journalier de la Foulque macroule durant l'hivernage (2005-2006)

5.2. Budget d'activités diurnes de la Foulque macroule pour la saison 2006-2007

5.2.1. Budget d'activités diurnes de la Foulque macroule pour 2006-2007

5.2.1.1. Variation saisonnière du budget d'activités en pourcentage du temps d'activité (%)

Comme pour 2005/2006, le budget d'activités pour le mois de septembre montre que l'alimentation (28,79%) et la nage (25,69%) sont les activités les plus dominantes. Elles sont aussi suivies par le repos et la toilette avec des valeurs similaires (environ 17 %). Le vol reste faible durant ce mois et ne dépasse pas 11% du budget d'activité de la Foulque. On constate aussi que ce partage des activités pour les mois suivant suit le même schéma que celui de septembre (Tab.12).

Tableau 12 : Variation mensuel du bilan d'activités (% de temps) de la Foulque macroule (2006-2007)

	Alimentation (%)	Repos (%)	Nage (%)	Toilette (%)	Vol (%)	Parade (%)
Sep.	29,10	18,11	25,99	16,73	10,08	0,00
Oct.	28,75	18,46	25,28	17,10	10,40	0,00
Nov.	26,34	19,61	23,41	16,92	13,72	0,00
Déc.	26,24	20,63	24,54	17,09	11,51	0,00
Jan.	25,89	21,39	24,27	19,83	8,61	0,00
Fév.	24,54	21,95	23,12	20,14	9,61	0,64
Mar.	28,46	19,07	25,27	15,13	11,22	0,84

L'analyse des rythmes d'activités pendant la saison d'hivernage montre que l'activité qui prédomine chez les foulques est la nage (25 %) et l'alimentation (24 %) suivi par le repos (22,66 %) et la toilette (18,87 %). Le vol représente 9,07 % du temps d'activité, quant à la parade elle n'est qu'à 0,45 % du budget d'activité (Fig. 28).

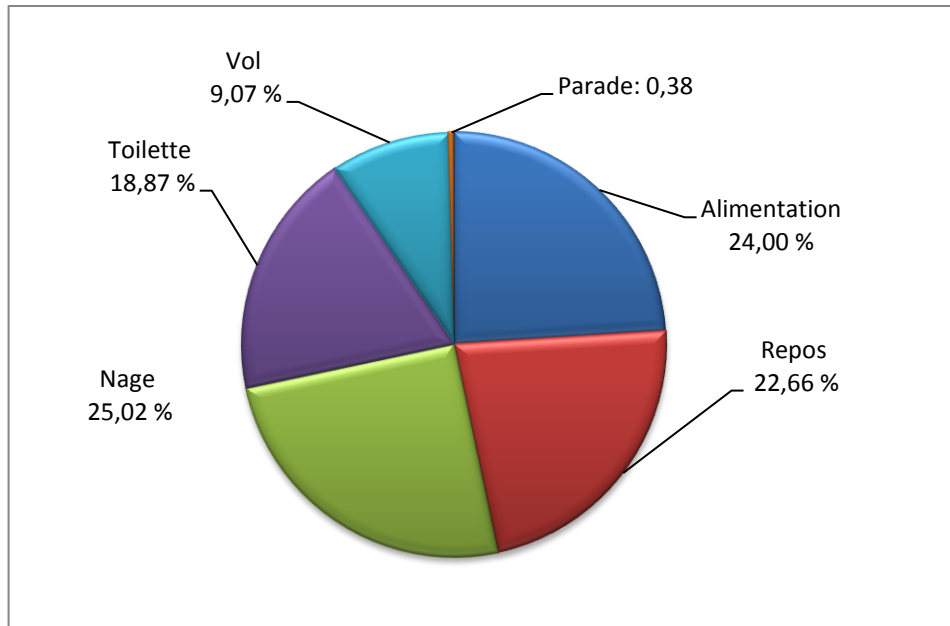


Figure 28 : Bilan d'activités saisonnier (% de temps) de la Foulque macroule (2006-2007)

Pour la Foulque l'alimentation occupe le premier rang et ceci durant toute la période d'hivernage. Au second plan on trouve la nage avec des valeurs comprises entre 23% et 25% pour tous les mois. La toilette aussi affiche des valeurs presque constantes toute la saison. On peut conclure que les budgets d'activités de la foulque macroule au Lac Tong sont presque invariables tout au long de la saison (Fig.29).

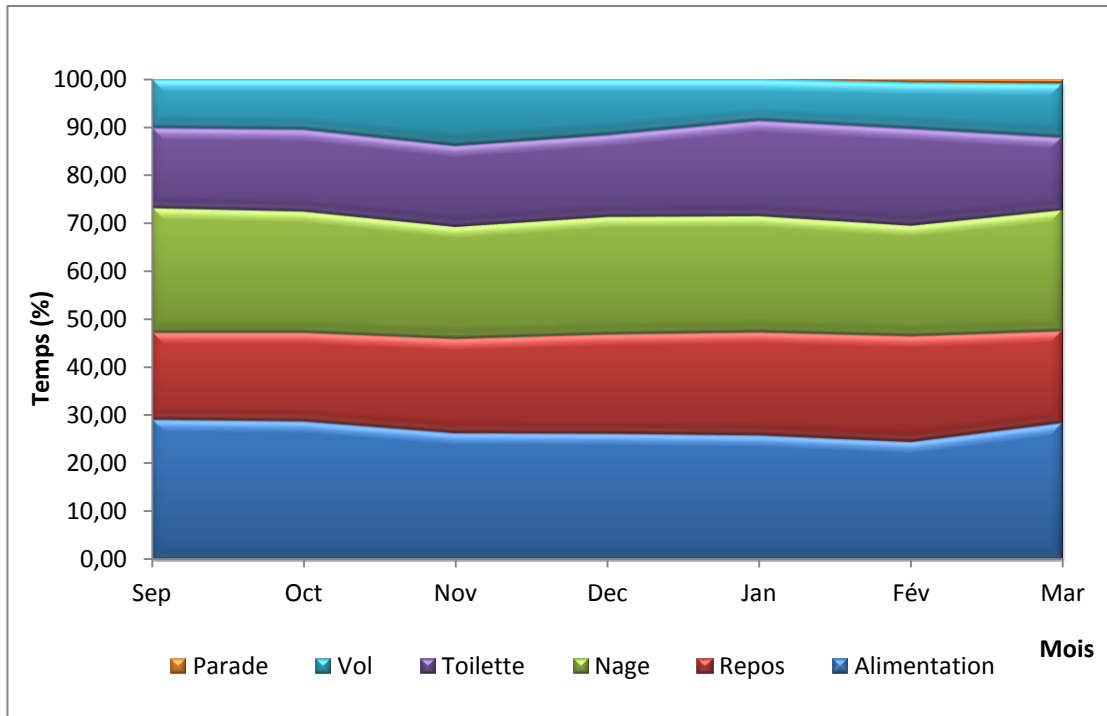


Figure 29 : Variation mensuel du bilan d'activités (% de temps) de la Foulque macroule (2006-2007)

5.2.1.2. Variation saisonnière du budget d'activités diurnes en temps absolu (heures)

L'alimentation représente une durée de 2,16 heures. La nage la suit avec une durée de 1,96 heure. Le repos représentent une durée de plus d'une heure d'activité ; le même constat pour la toilette (1,41 heure). Moins important est le vol avec 0,86 d'heure (Tab.13).

Tableau 13 : Durée journalière en temps absolu des activités diurnes de la Foulque macroule (2006-2007)

Activités	Temps absolu (heures)
Alimentation	2,16
Nage	1,96
Repos	1,59
Toilette	1,41
Vol	0,86
Parade	0,02

Les valeurs de la saison 2006/2007 sont très proches de celle de l'année précédente. La Foulque macroule exprime des valeurs élevées pour l'alimentation sur toute la saison avec des valeurs plus importantes au début et à la fin de la saison et qui sont comprises entre 2,37 heures et 2,36 heures pour les mois de septembre et le mois de mars. Au milieu de la saison, entre novembre et février les temps d'activité varient entre 2,02 heures et 1,92 heure.

Le repos affiche des valeurs aussi élevées que la précédente saison avec des temps rapprochés qui varient entre 1,49 heure en septembre et 1,78 en février. La valeur la plus faible concerne la fin mars (1,44 heures). Pour la nage, les valeurs du temps alloué se rapprochent de 2 heures le long de la saison d'hivernage. C'est une activité qui reste quand même essentielle pour les oiseaux d'eau.

A l'inverse de la saison précédente, cette année les temps alloués à la toilette sont importants toute la saison mis diminuent vers la fin avec des chiffres de 1,17- 1,25 heures pour le mois de mars. Pour le vol, le temps le plus important est enregistré au mois de novembre (1,29 heures) et aussi à la fin de la saison (1,01 heures). Sinon sur l'ensemble de la période les valeurs restent très proches et ne dépassent pas 0,91 heures. La parade aussi pour cette saison s'étale sur une période de deux mois qui correspondent à la fin de l'hivernage et la préparation de la saison de la reproduction avec un temps compris entre 0,60 et 0,70 heures (Fig.30).

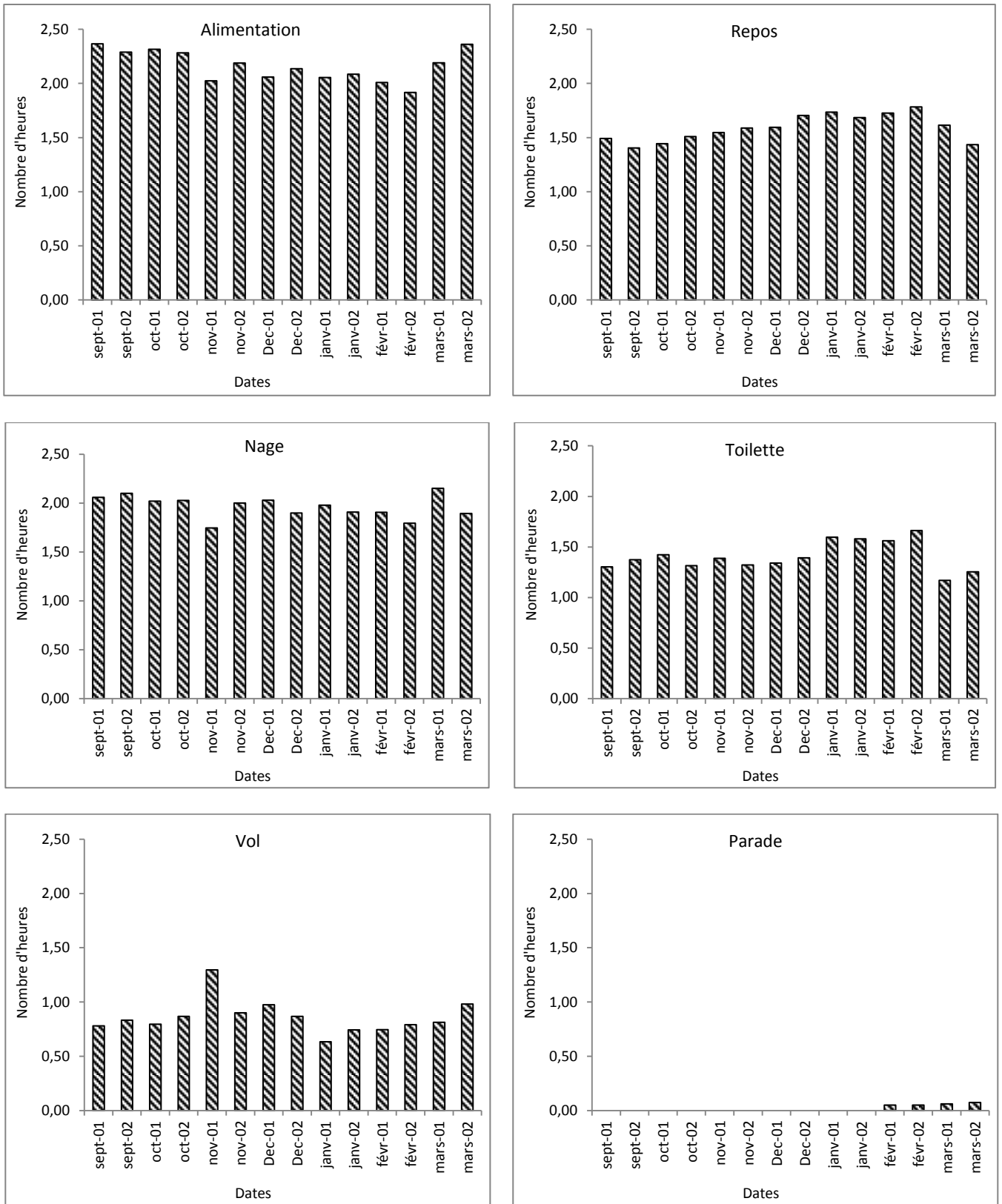


Figure 30 : Variation bimensuel des activités journalière de la Foulque macroule en temps absolu (heures) (2006-2007)

5.2.2. Variation journalière du budget d'activités diurnes en pourcentage du temps d'activité (%)

Le calcul des taux moyens d'activités par tranche horaire font ressortit pour toute la saison 3 principales activités tout comme pour la saison précédente : le repos, la toilette, l'alimentation et la nage avec des moyennes comprises entre 15 % et 25 % du temps d'activité par tranche horaire. On remarque aussi la stabilité des taux d'activités durant toute la journée (Fig. 31).

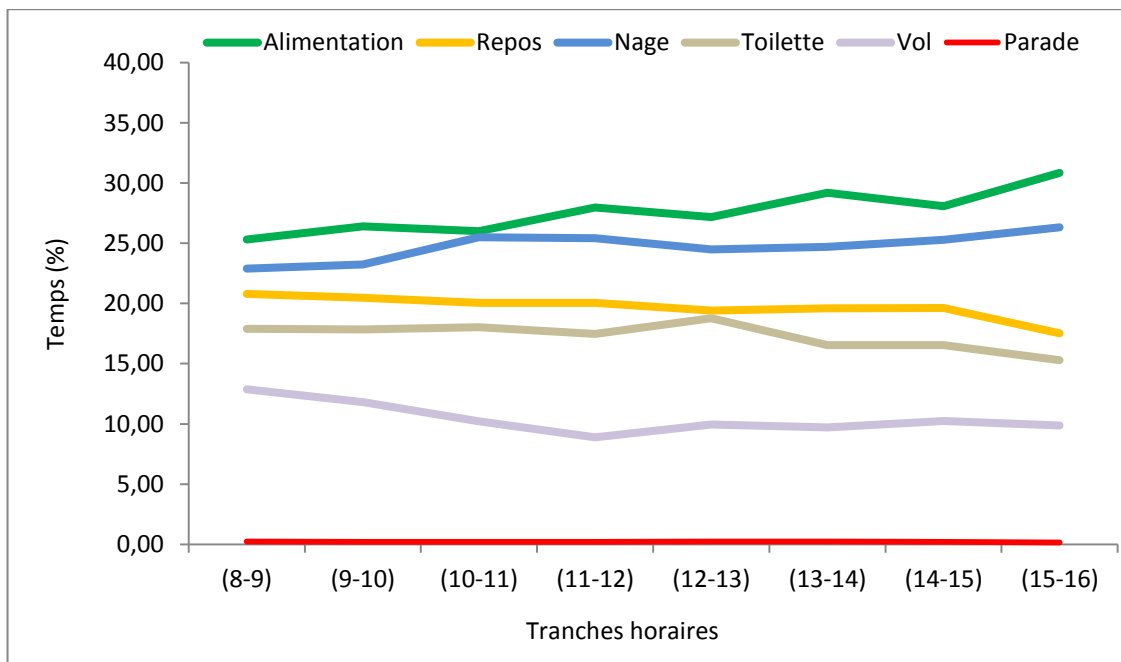


Figure 31: Variation du rythme d'activité journalier moyen de la Foulque macroule durant l'hivernage (2006-2007)

- **Septembre :** Alimentation et nage sont les principales activités, elles augmentent considérablement pour atteindre 35 % d'activité en fin de journée. La toilette augmente entre 10 h et 12 h puis diminue. Le repos et le vol diminuent tout au long de la journée.
- **Octobre :** L'activité alimentaire est la plus dominante. La nage occupe plus le milieu de la journée.
- **Novembre :** A part l'alimentation qui augmente au fil de la journée, les autres activités restent constantes et régulières.
- **Décembre :** Toutes les activités sont régulièrement réparties sur toute la journée.

- **Janvier** : Les valeurs des différentes activités se rapprochent sauf pour le vol qui reste faible par rapport aux autres activités. L'alimentation occupe beaucoup plus la matinée alors que le repos occupe le milieu de la journée.
- **Février et mars** : On a presque les mêmes rythmes pour toutes les activités le long de la journée sauf pour le vol qui reste avec des valeurs faible (Fig.32).

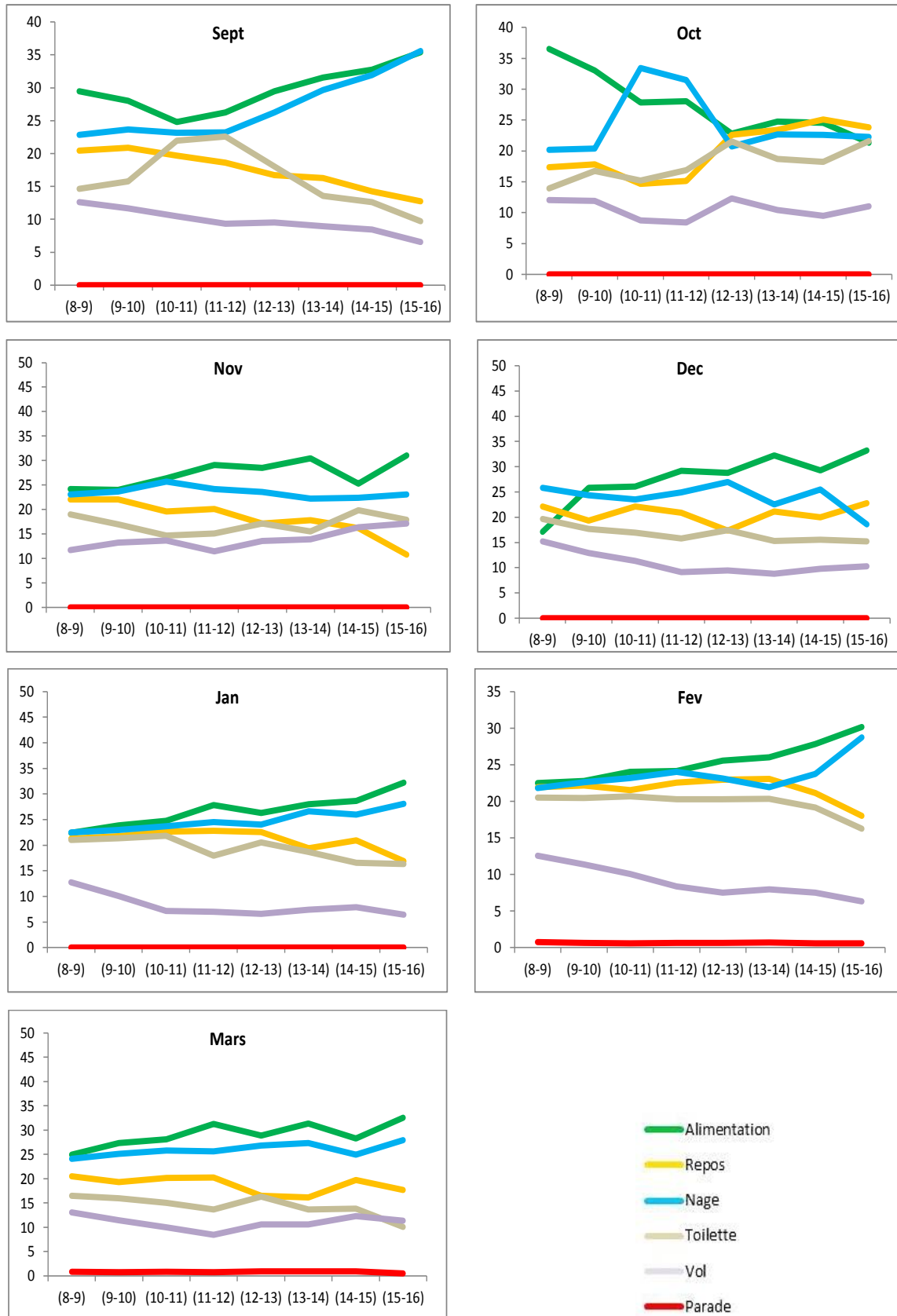


Figure 32 : Variation mensuelle du rythme d'activité journalier de la Foulque macroule durant l'hivernage (2006-2007)

6. PHENOLOGIE DE LA REPRODUCTION

6.1. Phénologie de la reproduction du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) (2006 et 2007)

6.1.1. Paramètres de la reproduction du Fuligule nyroca (2006 et 2007)

La ponte : Les pontes ont commencé le 22 avril et se sont étalées sur 8 semaines, soit une période de ponte de 55 jours en 2006, du 22 avril au 22 juin. Une période de ponte de 9-10 semaines, soit 85 jours en 2007 s'étalant du 17 avril au 28 juin. La plus longue période de ponte est donc enregistrée en 2007.

L'incubation : La période d'incubation pour l'année 2006 s'étalées sur 8 semaines et commence le 01 mai pour se terminer le 30 juin. En 2007, la période d'incubation s'étalées sur 10-11 semaines, elle commence le 25 avril pour se terminer le 4 juillet.

Les éclosions : Les éclosions se sont étalées du 26 mai au 25 juillet, soit, une période de 64 jours en 2006. Pour l'année 2007, les éclosions s'étalent sur une période de 69 Jours, du 20 mai au 29 juillet (Tab.14).

Tableau 14 Estimations des paramètres de la reproduction du Fuligule nyroca au lac Tonga (2006-2007)

Paramètres	2006	2007
Date 1 ^{ière} ponte	22-avr	17-avr
Date de la ponte Tardive	22-juin	26-juin
Période de ponte	08 semaines	9-10 semaines
Début d'incubation	01-mai	25-avr
Fin d'incubation	30-juin	04-juil
Début éclosion	26-mai	20-mai
Fin éclosion	25-juil	29-juil

6.2.1. Evolution hebdomadaire et mensuelle de la population du Fuligule nyroca

En 2006, le nombre maximum a été observé en mai avec un pic pendant la 4^{ème} semaine (1752 individus). Pendant la saison de reproduction, le nombre maximum d'individus a été relevé la 3^{ème} semaine de juin (1800 individus), (Fig.33) chiffre qui décroît à la fin de juin et reste stable jusqu'à la fin de la saison (845 – 1411 individus).

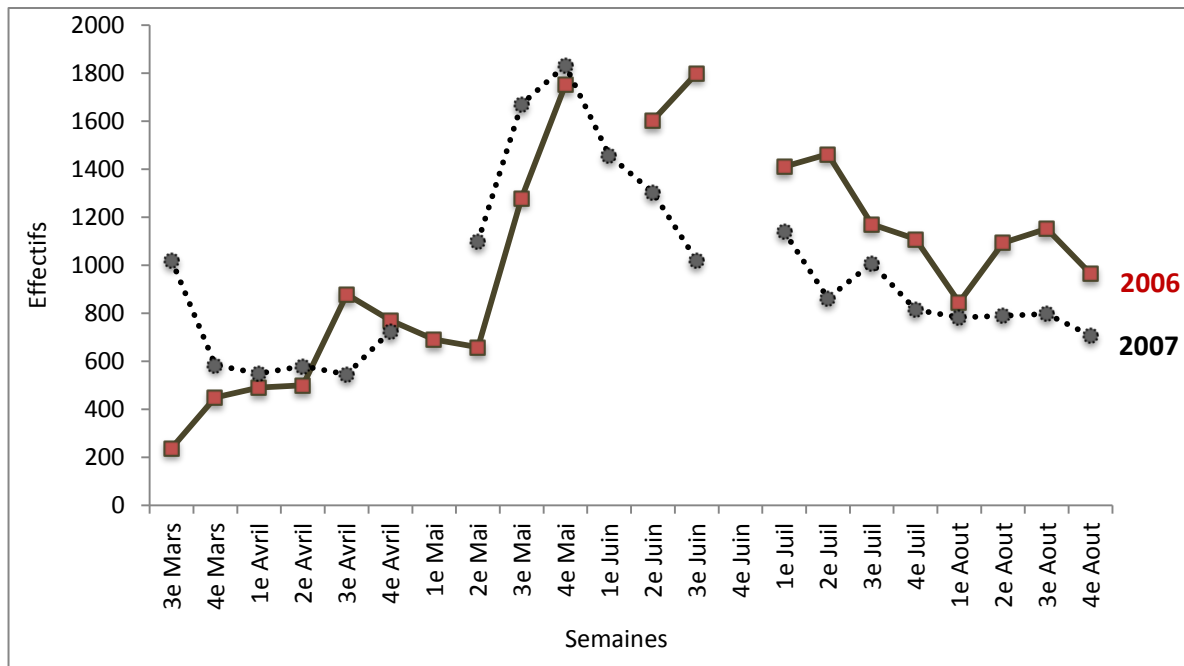


Figure 33 : Evolution hebdomadaire et mensuelle de la population du Fuligule nyroca au Lac Tonga (2006-2007)

En 2007, durant la période de pré-nidification, le nombre maximum a été aussi observé pendant la 4^{ème} semaine de mai avec des chiffres allant de 1452 individus à 1832. Pendant la période de nidification, le nombre maximum d'individus a été enregistré durant la 2^{ème} semaine de juin (1304 individus) et déclinant jusqu'à la fin juin comme en 2006. Entre juillet et août, les chiffres restent aussi stables et varient entre 707 et 1139 individus.

L'analyse statistique de la variation hebdomadaire dans la taille de la population entre les deux années d'études ne montre aucune différence significative ($t=0.320$, $df= 42$, $p=0.751>0.05$).

Les comparaisons entre le nombre des mâles et des femelles ne montrent pas de différences importantes, ni en 2006 ($t=0.909$, $df= 42$, $p=0.368>0.05$) ou en 2007 ($t=1.484$, $df= 42$, $p=0.145>0.05$).

6.2.2. Evolution hebdomadaire et mensuelle des poussins du Fuligule nyroca

Les femelles avec les couvées et les poussins ont fait leurs apparitions durant la 2^{ème} semaine de juin 2007 et la 3^{ème} semaine de juin 2006. La plupart des canards ont été observés entre la 2^{ème} semaine de juillet et la 3^{ème} semaine d'août pour ces 2 années, avec des pics de 284 poussins en 2006 et 187 poussins en 2007. Le nombre décroît sensiblement à partir de la

fin août pendant ces 2 années (Fig. 34) et qui correspond avec la période d’envol des poussins qui est de 60 jours (Cramp and Simons, 1977).

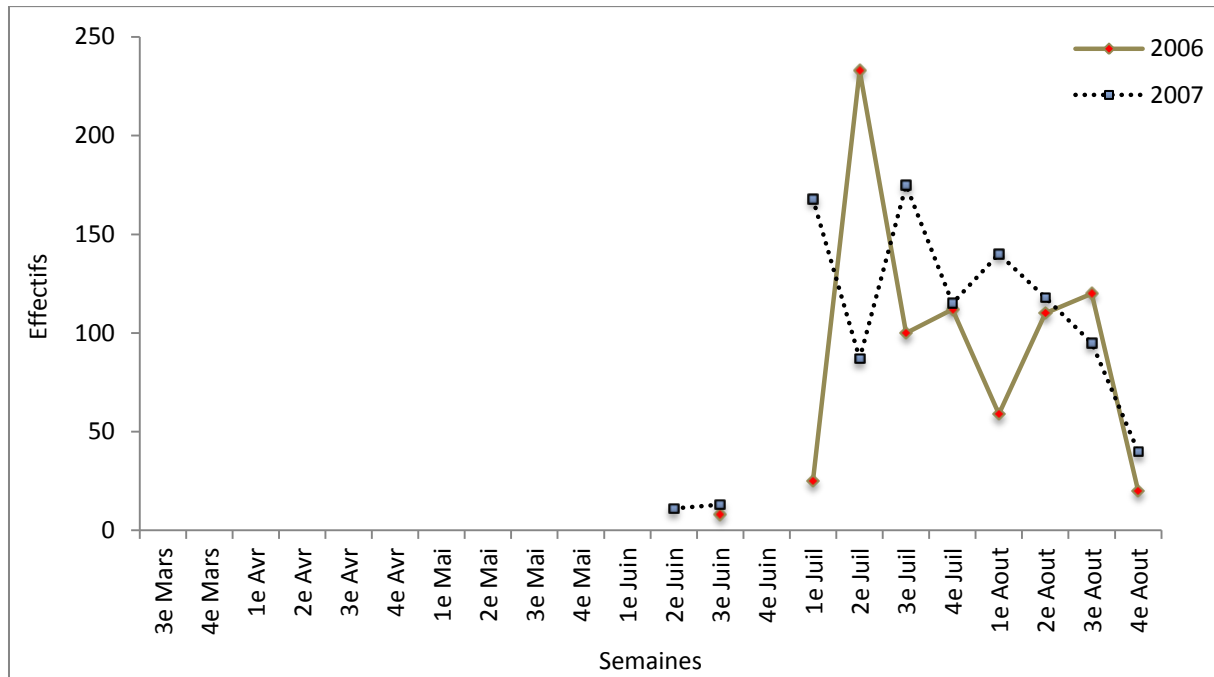


Figure 34 : Evolution hebdomadaire et mensuelle des poussins du Fuligule nyroca au Lac Tonga (2006-2007)

6.2.3. Evolution hebdomadaire et mensuelle du nombre de couples de Fuligule nyroca

En 2006, les couples se sont formés à partir de la 3^{ième} semaine de mars, avec un nombre croissant jusqu’à 225 individus au début de mai. À la fin mai, il y a un accroissement significatif avec un pic de 680 couples. Le nombre demeure à 500 couples jusqu’à la fin de juillet. Après, les couples entament leur séparation. En 2007, nous avons noté un accroissement sensible à partir de la 4^{ème} semaine de mars pour atteindre aussi un pic de 680 couples à la fin de mai, et après le nombre décroît sensiblement pour les couples qui se séparent à la fin du mois de juillet (Fig. 35).

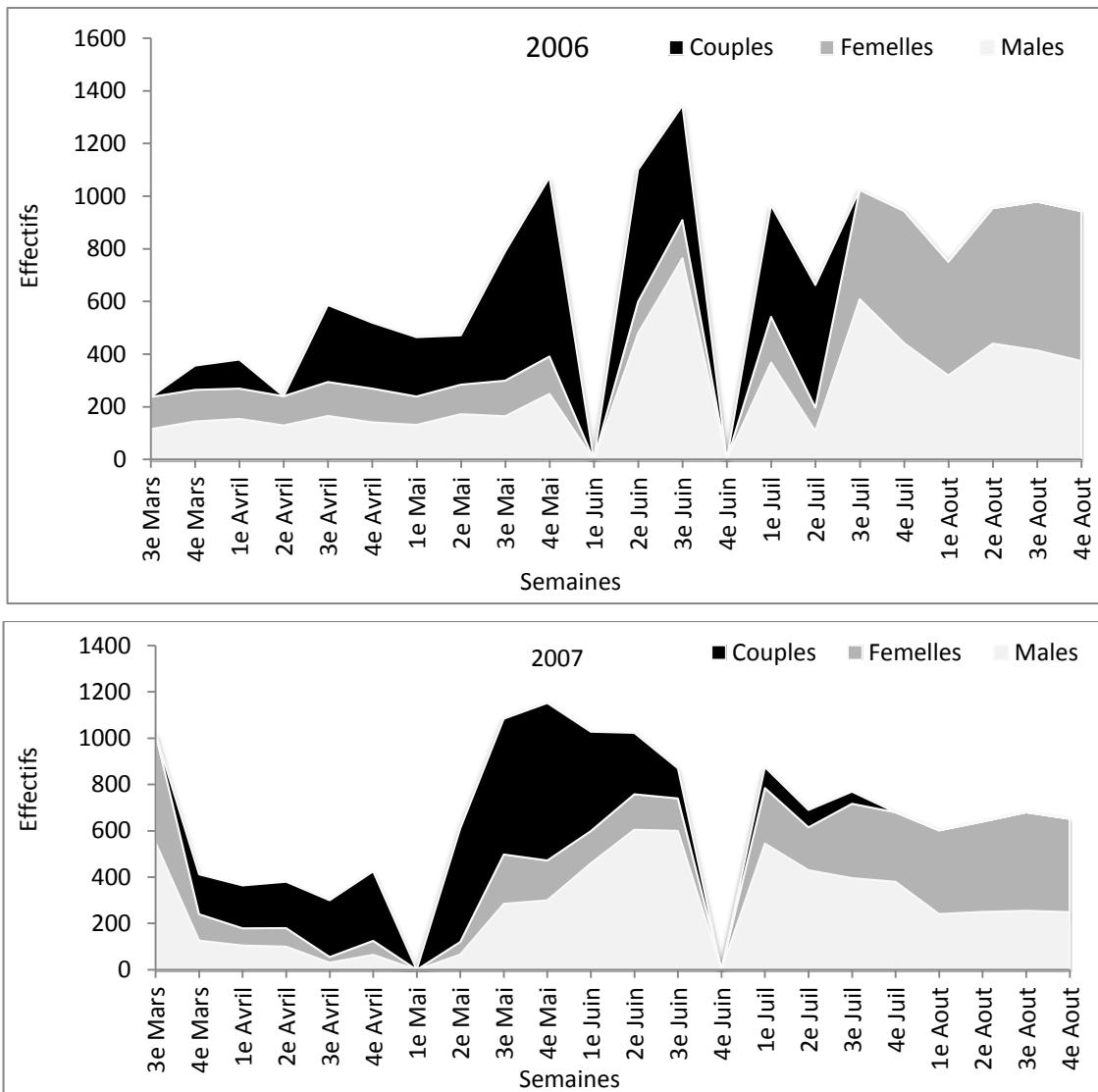


Figure 35 : Evolution hebdomadaire et mensuelle des couples de *Fuligule nyroca* au Lac Tonga (2006-2007)

L'analyse statistique du nombre de couples pour les deux années consécutives 2006 et 2007 ne montre aucune différence significative ($t=0.178$, $df=42$, $p=0.860 > 0.05$).

6.2.4. Evolution hebdomadaire et mensuelle du sex-ratio du *Fuligule nyroca*

Les changements hebdomadaires et mensuels du ratio du sexe du *Fuligule nyroca* en 2006 montre des valeurs biaisées en faveur du mâle de mars à la fin mai (1.76M : 1F). Pendant la 3^{ème} semaine de juin, les valeurs s'accroissent considérablement pour atteindre (5.28M : 1F). Après, il y a une diminution du ratio du sexe jusqu'à l'inversion des valeurs à partir de fin juillet (0.88M : 1F) à fin août (0.66M : 1F). La même variation du ratio du sexe a été enregistrée en 2007 avec des valeurs légèrement basses. L'évolution du sex-ratio du *Fuligule*

nyroca montre des chiffres biaisés en faveur des mâles qui augmentent de mars à mai pour atteindre la valeur (1.7M : 1F). Pendant la 3ème semaine de juin, ce ratio atteint un maximum de (4.29M : 1F). Puis on assiste à une baisse du sex-ratio et un renversement au début d'août (0.67M : 1F) jusqu'à la fin (Fig. 36).

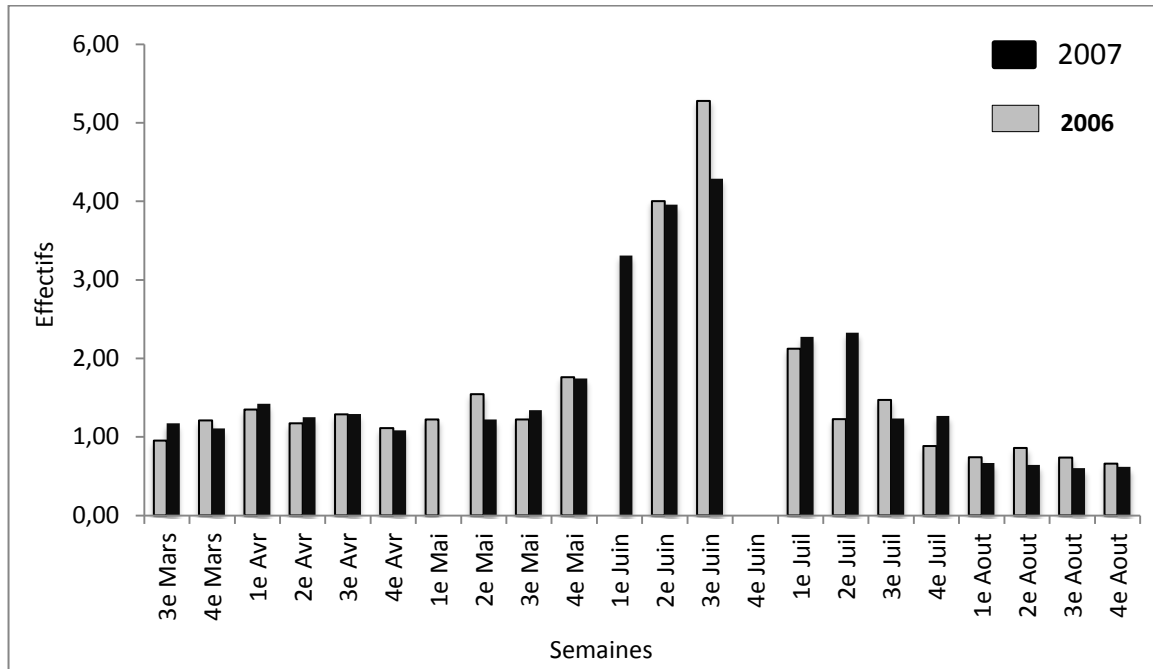


Figure 36 : Evolution hebdomadaire et mensuelle du sex-ratio du *Fuligule nyroca* au Lac Tonga (2006-2007)

L'analyse statistique des changements hebdomadaires du sex-ratio entre les 2 années d'étude n'a pas montré de différence significative ($t=0.287$, $df= 38$, $p=0.776>0.05$).

6.3. Phénologie de la reproduction de la Foulque macroule (*Fulica atra*)

6.3.1. Paramètres de la reproduction de Foulque macroule (2006 et 2007)

La ponte : Les pontes ont commencé le 23 mars et se sont étalées sur 8 semaines, soit une période de ponte de 66 jours en 2006. Une période de ponte de 10 semaines, soit 71 jours en 2007 s'étalant du 29 mars au 07 juin. La plus longue période de ponte est donc enregistrée en 2007.

L'incubation : La période d'incubation pour l'année 2006 s'étalées sur 4 semaines et commence le 31 mars pour se terminer le 24 avril. En 2007, la période d'incubation s'étalées sur 3-4 semaines, elle commence le 5 avril pour se terminer le 30 avril.

Les éclosions : Les éclosions se sont étalées du 25 avril au 04 juillet, soit, une période de 70 jours en 2006. Pour l'année 2007, les éclosions s'étalent sur une période de 80 Jours, du 01 mai au 19 juillet (Tab.15).

Tableau 15 : Estimations des paramètres de la reproduction de la foulque macroule au Lac Tonga (2006-2007)

Paramètres	2006	2007
Date 1 ^{ière} ponte	23-mars	29-mars
Date de la ponte Tardive	18-mai	07-juin
Période de ponte	08 semaines	10 semaines
Début d'incubation	31-mars	05-avr
Fin d'incubation	24-avr	30-avr
Début éclosion	25-avr	01-mai
Fin éclosion	04-juil	19-juil

6.3.2. Evolution de la population de Foulque macroule (*Fulica atra*) (2006 et 2007)

En 2006, le nombre maximum a été observé pendant la période de pré-nidification et qui correspond aussi à la fin de l'hivernage avec un pic pendant la 4^{ème} semaine du mois d'avril (4400 individus). Ensuite les effectifs vont diminuer jusqu'à la fin de la saison pour atteindre un effectif maximum de 741 individus au mois de septembre. Pendant la saison de reproduction, le nombre maximum d'individus a été relevé la 2^{ème} semaine de juin (2870 individus) (Fig.37).

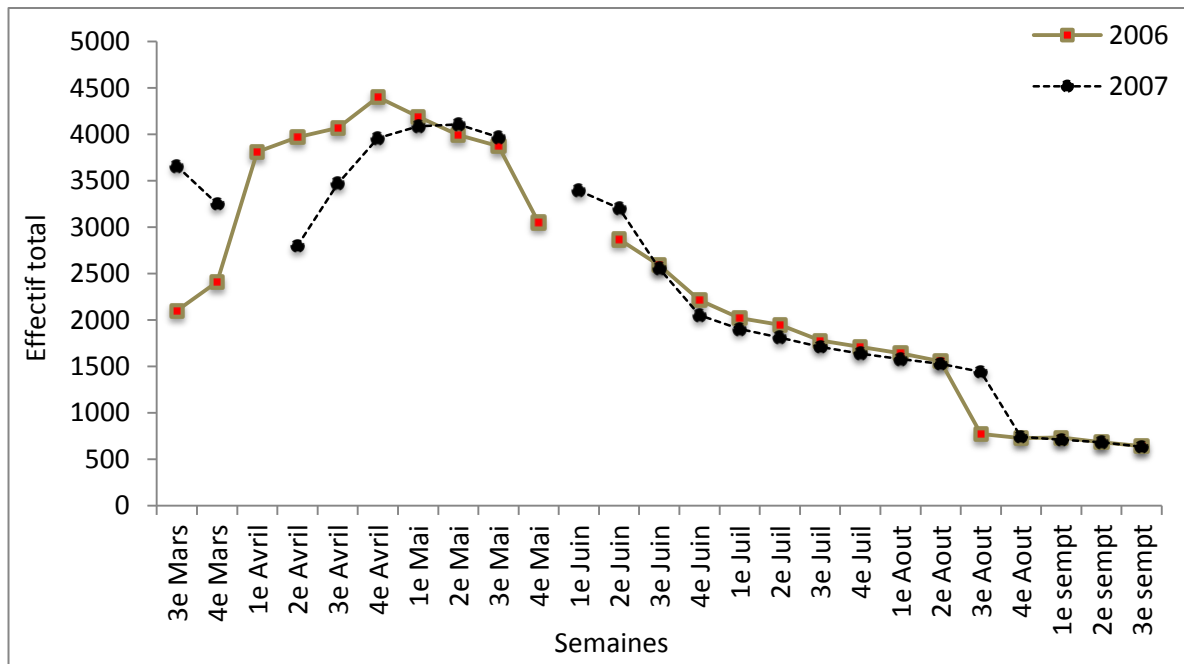


Figure 37 : Evolution hebdomadaire et mensuelle de la population de Foulque macroule au Lac Tonga (2006-2007)

En 2007, le nombre maximum a été aussi observé au mois de mai avec des chiffres allant de 3969 individus à 4108. Pendant la période de nidification, le nombre maximum d'individus a été enregistré durant la 1^{ière} semaine de juin (3395 individus) et déclinant jusqu'à la fin de septembre comme en 2006 avec des valeurs comprises entre 600 et 700 individus.

L'analyse statistique de la variation hebdomadaire dans la taille de la population entre les deux années d'études ne montre aucune différence significative ($t=0.055$, $df= 45$, $p=0.478 >0.05$).

6.3.3. Evolution du nombre de couples de Foulques macroule (2006 et 2007)

Les couples de Foulques macroule se forment à partir de la 3^{ème} semaine de mars, avec un nombre croissant tout au long des deux mois qui suivent à savoir avril et mai pouvant atteindre ainsi jusqu'à 1000 couples. Après, le nombre de couple diminue progressivement durant le mois de juin et juillet mais le nombre reste quand même assez important avec des valeurs autour de 300 couples jusqu'à la 3^{ème} semaine du mois d'août où on assiste à une séparation brutale des couples (Fig. 38).

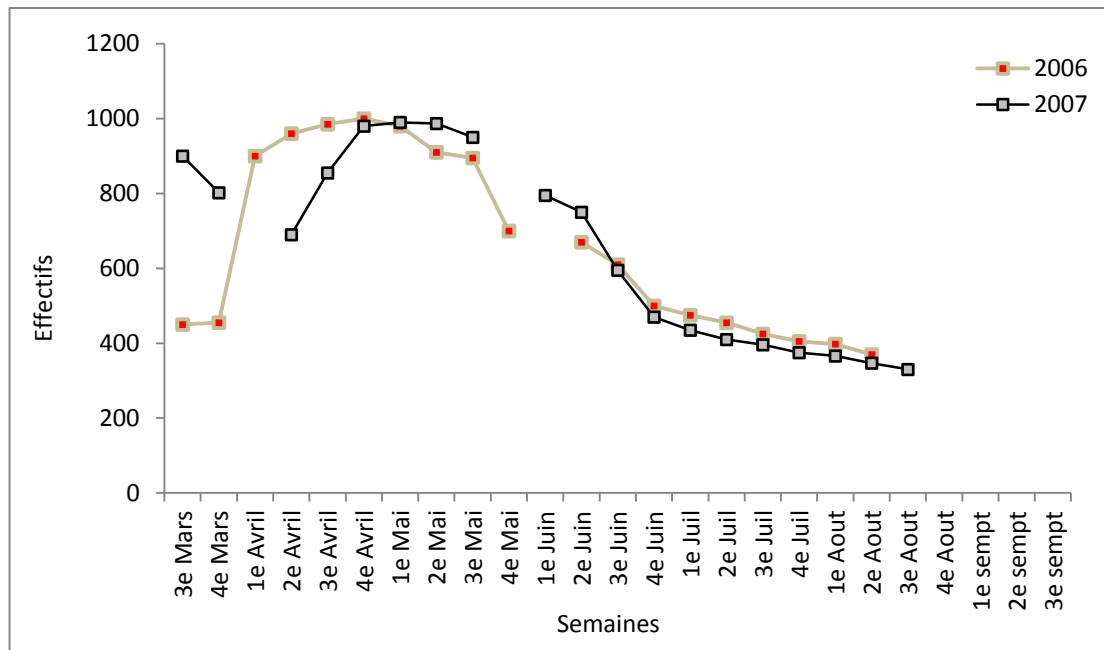


Figure 38 : Evolution hebdomadaire et mensuelle du nombre de couples de la Foulque macroule au Lac Tonga (2006-2007)

Le nombre de couples formés sur le Lac Tonga reste pratiquement constant depuis la fin de l’hivernage et aussi durant presque toute la période de nidification jusqu’à la fin août où les couples se séparent mais restent jusqu’au mois de septembre sur le même site (Fig. 39). Pour les deux saisons 2005 et 2006 ce taux est compris entre 40% et 50%.

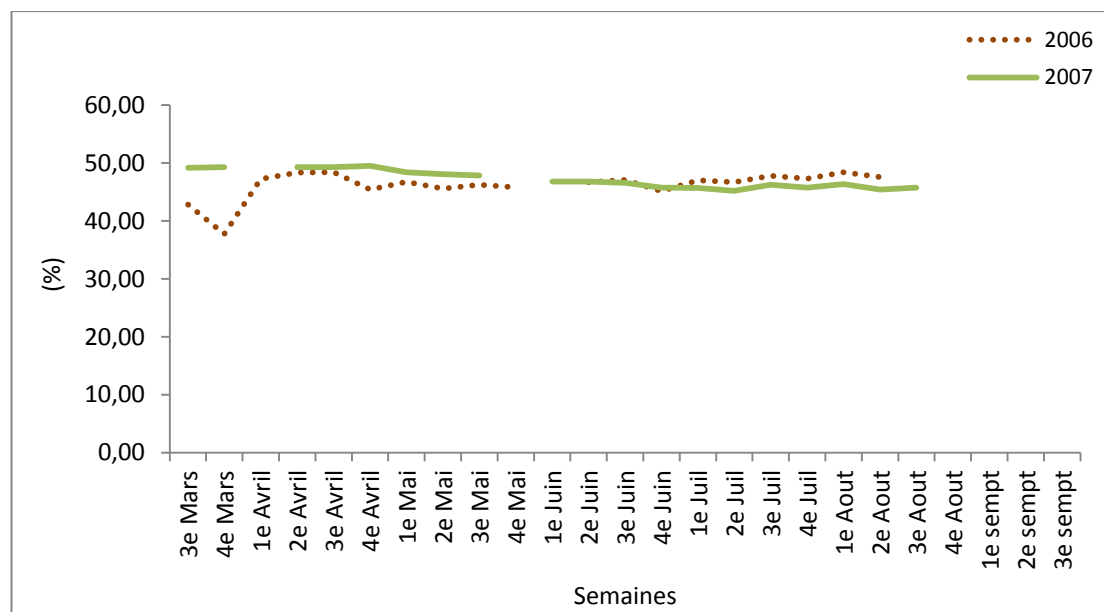


Figure 39 : Variation hebdomadaire et mensuelle du Taux de formation de couples (%) de Foulque macroule au Lac Tonga (2006-2007)

6.3.4. Evolution hebdomadaire et mensuelle des effectifs de poussins de la Foulque macroule

Les poussins font leurs apparitions à partir de la 1^{ière} semaine du mois de mai pour les deux saisons. La plupart des poussins ont été observés entre la 2^{ème} semaine de mai et la 3^{ème} semaine d'août, avec des pics d'environ 100 poussins en vers la fin de mai et début de juin que ce soit en 2006 ou 2007 (Fig. 40).

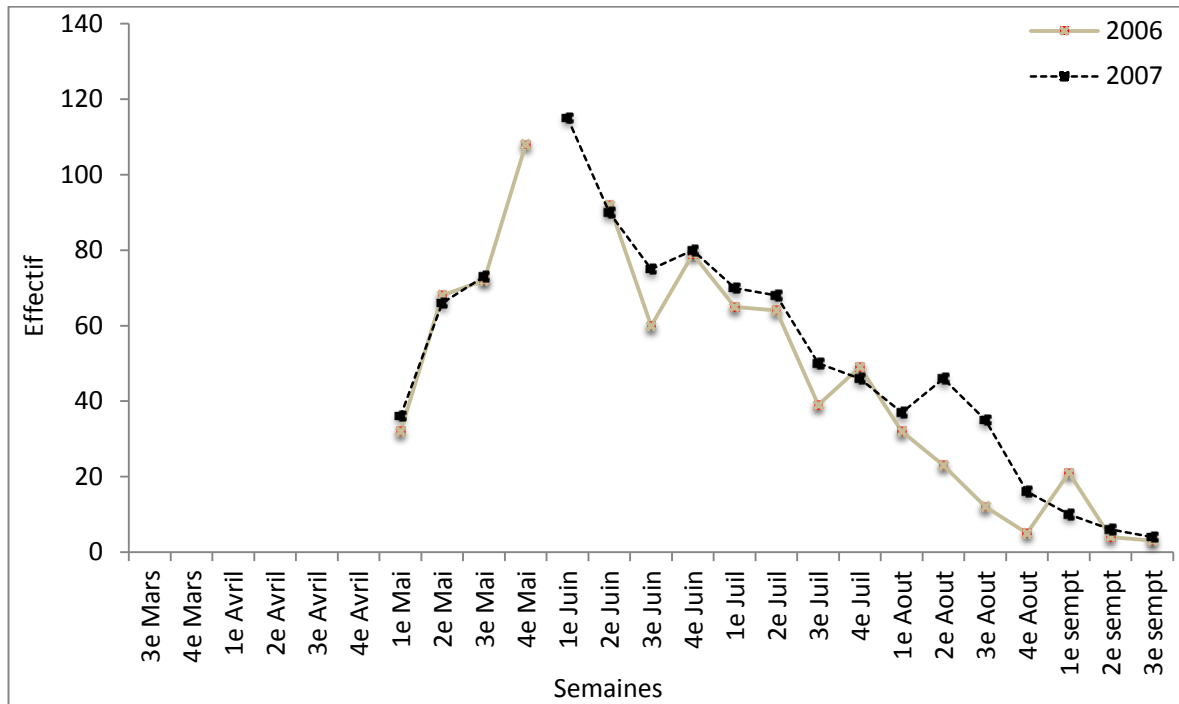


Figure 40 : Evolution hebdomadaire et mensuelle des poussins de la Foulque macroule au Lac Tonga (2006-2007)

6.3.5. Evolution des effectifs de femelles de Foulques macroule avec niché (2006 et 2007)

La Figure 41 montre que les courbes des deux saisons se superposent pratiquement et l'analyse statistique ne donne aucune différence significative ($t=0.178$, $df=42$, $p=0.860 > 0.05$) dans l'évolution hebdomadaire et mensuelle des effectifs de femelles avec niché pour les deux années consécutives 2006 et 2007. Ainsi, l'apparition des femelles accompagnées de nichés commence dès la 1^{ière} semaine de mai et atteint son maximum durant la 2^{ème} semaine de juin avec un effectif d'environ 60 femelles. Au cours des semaines suivantes l'effectifs diminue régulièrement et progressivement jusqu'à la 1^{ière} semaine de septembre où on peut encore observer une dizaine de femelles avec des petits.

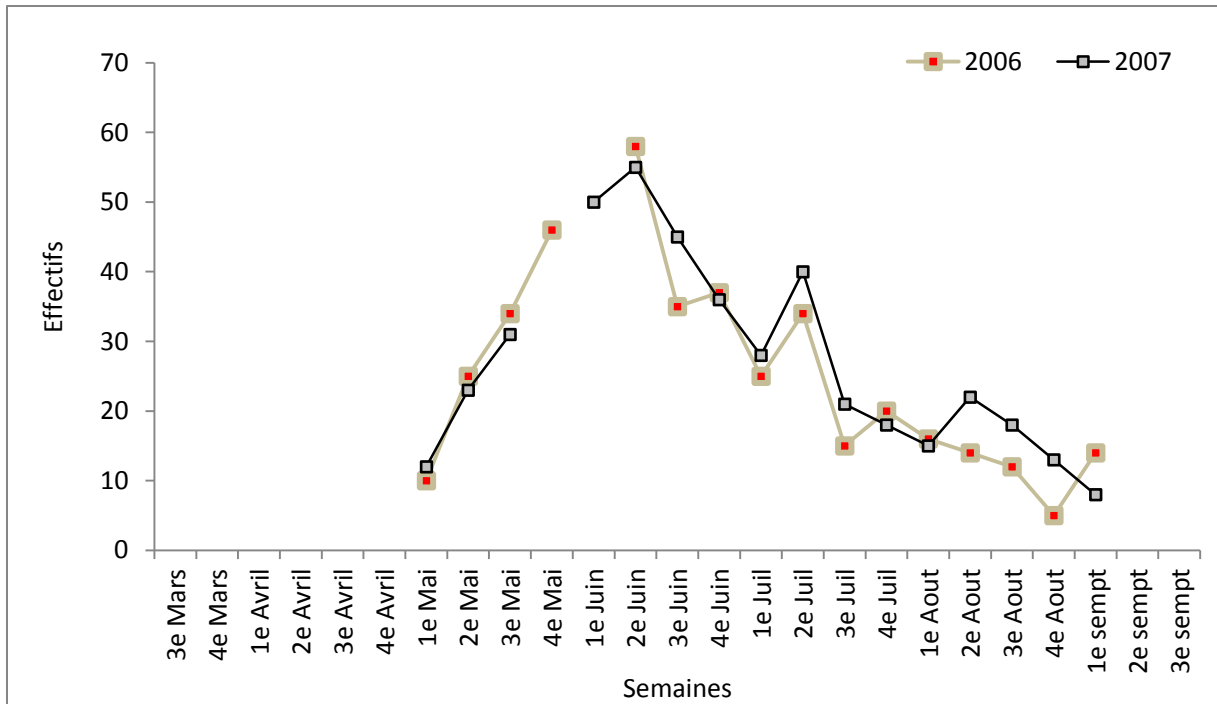


Figure 41 : Evolution hebdomadaire et mensuelle des effectifs de femelles avec niché de la Foulque macroule au Lac Tonga (2006-2007)

7. DISTRIBUTION SPATIALE

7.1. Distribution spatiale du Fuligule nyroca

L'étude de la distribution des oiseaux sur le plan d'eau et les modalités de l'occupation de l'espace s'avèrent indispensables à la connaissance des exigences écologiques des espèces et aussi aux modes d'adaptation aux changements des habitats. L'analyse des déplacements du Fuligule nyroca sur le Tonga pour les deux saisons montre qu'il se déplace beaucoup et exploite surtout les parties Nord et Nord-Ouest du lac (Fig. 42). Ainsi, la présence du fuligule nyroca sur le lac est constatée près de la zone du Mirador de septembre à janvier, soit pendant la période d'hivernage. Durant la saison de pré-nidification, de février à mai, les fuligules sont réparties entre la brigade, le Mirador, Feid M'rd et Feid El alligie. Entre juin et août les plus gros effectifs de l'espèce sont rencontrés au Mirador à cause des plages d'eau qui restent encore libres après l'invasion du plan d'eau par le Nénuphar blanc.

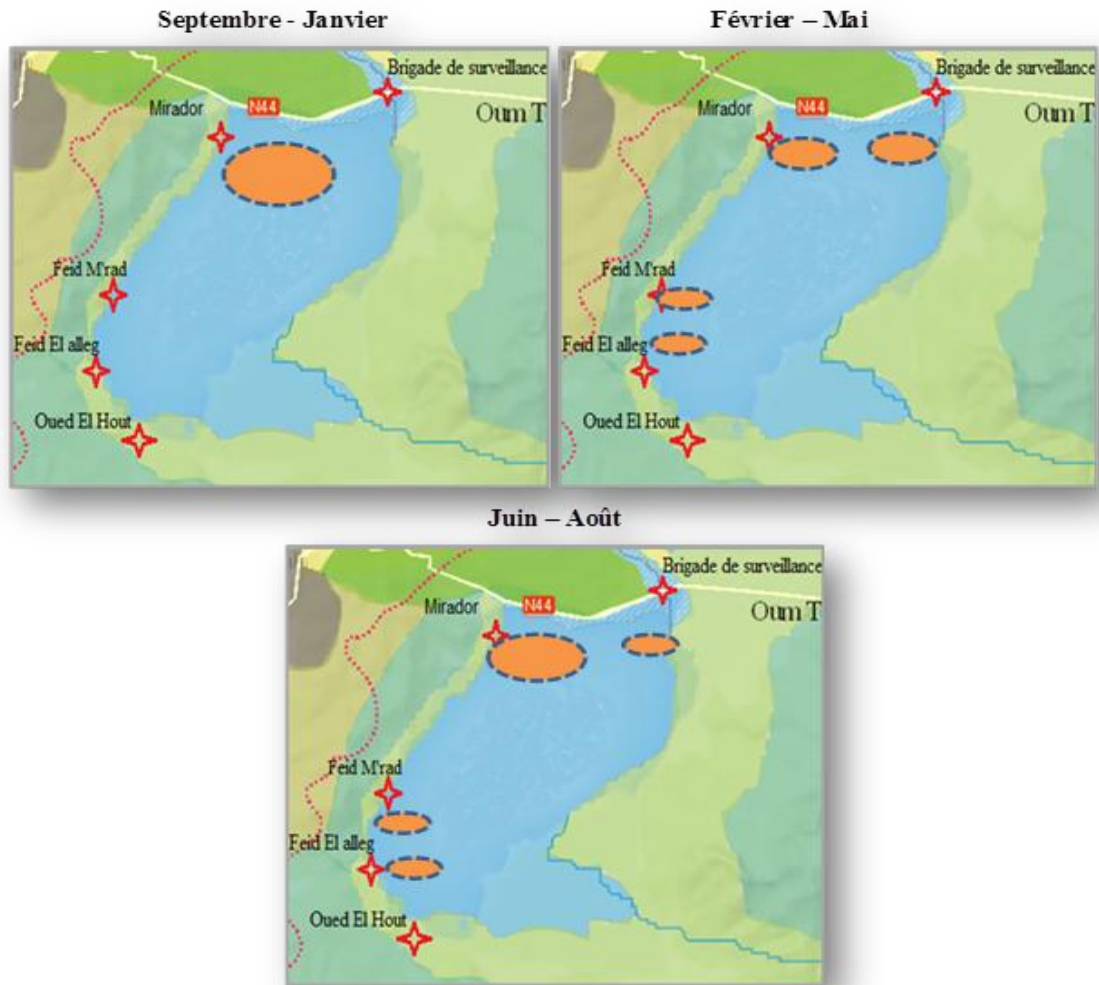


Figure 42 : Répartition spatiale du Fuligule nyroca sur le Lac Tonga

7.2. Distribution spatiale de la Foulque macroule

L'analyse des déplacements de la Foulque macroule sur le Tonga pour les deux saisons montre qu'il exploite surtout les parties Nord et Nord-Ouest du lac (Fig. 43). Elle se déplace en groupe compact au niveau de n'importe quelle autre zone du lac où la profondeur est assez importante (Figure...). La distribution spatio-temporelle de la Foulque macroule sur le lac montre qu'une occupation importante est constatée de septembre à janvier pour la partie Nord-Ouest du lac, soit la zone du Mirador Feid M'rd et Feid El alligie. Durant les mois de janvier à février l'essentiel des effectifs sont au Nord près de la zone de la brigade de surveillance. De mars à juin, les Foulque sont réparties entre la brigade, le Mirador, Feid M'rd et Feid El alligie. Entre juillet et août les plus gros effectifs de l'espèce sont rencontrés au Mirador, Feid M'rd et Feid El alligie.

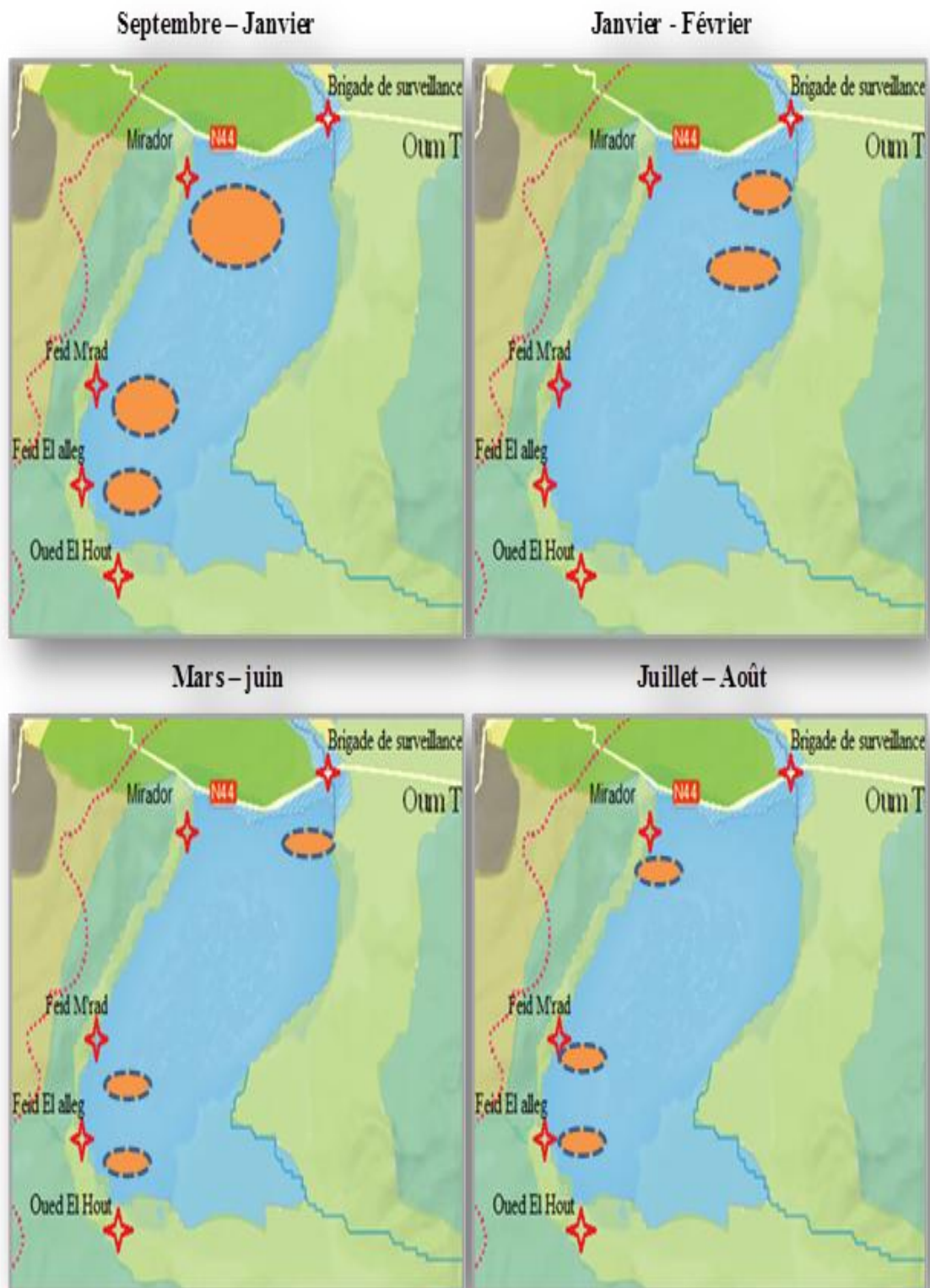


Figure 43: Répartition spatiale de la Foulque macroule sur le Lac Tonga

CHAPITRE III

DISCUSSION

DISCUSSION

Fuligule nyroca

Les dénombrements, l'analyse de la distribution spatiale et du rythme d'activité diurne apportent de précieux renseignements sur les modalités d'exploitation des milieux par les oiseaux d'eau. Cette étude indique l'importance du Lac Tonga en tant que site d'hivernage et de reproduction par excellence pour la foulque macroule et le *Fuligule nyroca*.

Alors que les effectifs de *Fuligule nyroca* semblent en régression dans une partie de son aire de distribution asiatique (Turquie, Turkménistan, Ukraine...), ceux d'Europe montrent des fluctuations selon des tendances différentes (régression en Espagne, Roumanie..., augmentation en Italie). Les populations du Maghreb se maintiennent et montrent un retour de l'espèce pour certains pays comme la Tunisie. Entre 1971 et 1993, d'importantes concentrations de *Fuligule nyroca* ont été enregistrées notamment à Sebkhet Sidi Mansour (2500 individus en janvier 1971) et au barrage d'El Houareb (1400 individus en août 1993) (Azafzaf, 2003). Au Maroc aussi, le *Nyroca* est signalé comme occasionnel ou encore rare notamment en hiver. De nombreuses observations indiquent divers passages de l'espèce à Merja Sidi Kacem, aux barrages de Mechra Homadi et Mohamed V, avec des effectifs variant entre 15 et 40 individus (Green & Hamzaoui, 1998 ; Thevenot et al., 2003). En Algérie les populations sont en augmentation (Robinson et Hughes, 2006). Le *Fuligule nyroca* est considérée comme espèce estivante et nicheuse dans la majorité des zones humides du Nord-Est algérien (Samraoui et De Belair 1997; Chalabi, 1990; Aissaoui et al, 2009).

Au Lac le Tonga, le *Fuligule nyroca* est observé pratiquement toute l'année avec des variations des effectifs entre la période estivale et hivernale. L'évolution du nombre total des individus du *Fuligule nyroca* hivernant dans le Lac Tonga durant une période étalée de 1977 à 2015 montre que l'effectif moyen des hivernants ne dépasse pas les 170 individus avec un maximum de 1500 individus en 1993. Durant notre travail, nous avons remarqué dès la 1^{ière} quinzaine du mois de septembre la présence sur le site de *Fuligule nyroca* dont l'effectif ne dépasse pas les 20 individus. Cependant leur statut reste très difficile à établir vu qu'ils sont toujours sur le site après le départ massif des populations nicheuses une semaine auparavant. Ces groupes doublent régulièrement et mensuellement d'effectifs durant les 05 mois qui vont suivre pour arriver à un maximum de 140 individus vers la fin de l'hivernage pour les deux saisons (2006 et 2007). Avec une moyenne de 71 individus pour les deux saisons ces effectifs

restent quand même importants si on les compare à d'autres zones humides en Algérie. Boumezbeur (1993) a enregistré pendant la deuxième semaine de février 1992 un effectif de 700 individus. A Garaet El Hadj Tahar (Skikda) les effectifs sont nettement plus importants pouvant atteindre des valeurs maximums de 576 et 860 individus durant les mois d'octobre et novembre pour respectivement les années 2007 et 2008 (Metallaoui, 2010). Sur les hauts plateaux, Maazi (2009) au niveau de Garaet Timerganine dans la wilaya d'Oum El Bouaghi a noté un effectif maximal de 78 individus enregistré durant la saison 2004/2005; les deux saisons suivantes 2006/2007 et 2007/2008 les effectifs n'ont pas dépassés les 10 individus. Les faibles effectifs durant la période d'hivernage est due probablement au fait que le Fuligule nyroca quitte la région pour hiverner dans les zones humides du Sahel (Isenmann et Moali, 2000).

L'étude de la distribution des Anatidés durant l'hivernage s'avère indispensable à la connaissance des exigences de ces espèces pour la définition de leurs stratégies d'hivernage (Jorde et Owen, 1988). Ainsi, la distribution spatio-temporelle du Fuligule nyroca sur le lac montre une occupation importante des parties Nord et Nord-est. Boumezbeur (1993) constate que certaines zones sont exploitées périodiquement en fonction des conditions climatiques et au bilan hydrologique du lac. Ainsi, il a subdivisé le lac Tonga en zones d'alimentation, situées principalement le long des berges (Meizila, Oued el Hout, Digue), en zones de nidification, au centre du plan d'eau, à l'intérieur de la Phragmitaie; et enfin en zones de repos et de regroupement postnuptial dans les plans d'eau libres au centre du lac.

Pour la saison 2005/2006, le bilan des rythmes d'activités diurnes des Fuligules Nyroca dans le Lac Tonga est dominé par l'activité du repos à 31,79 % du budget temps total, suivi par l'alimentation (23,49 %) et la toilette (27,84%). L'activité la moins importante est la parade (0,45 %). Pour la saison 2006/2007 ; les activités qui prédominent sont la nage, l'alimentation et le repos (24,00 %, 25,02 %, 22,66 %), suivis par la toilette (18,87%), l'activité la moins importante est la parade (0,38 %) qui s'exprime en fin de saison. Ce changement est sans doute en rapport avec la pression du dérangement sur le site qui augmente l'activité du vol et qui est due probablement au braconnage et à moindre degré aux attaques des busards des roseaux.

Metallaoui (2010) fait le même constat dans le complexe de zones humides de Guerbes-Sanhadja et plus précisément dans Garaet Hadj-Tahar où le sommeil totalise plus de 30% de l'activité du Fuligule nyroca. Presque les mêmes proportions sont aussi constatées au Lac de

Reghaia, après 470 h de suivi, le repos occupe 32,21 % du temps d'activité (Lardjane, 2012). Idem pour Houhamdi et Samraoui (2008) au niveau du Lac des Oiseaux (Wilaya d'El Tarf) ont noté que l'activité principale du Fuligule était le sommeil avec 43,5 % du budget d'activité. Aissaoui et *al.* (2011) qui rapportent que le sommeil est l'activité prédominante (41,9 %) suivie par l'alimentation (30,8 %) dans quatre principales zones humides de l'est de l'Algérie (marais de la Mékhada, Lac des Oiseaux, Lac Oubeïra et Lac Tonga).

Maazi (2009), au niveau de Garaet Timerganine durant un suivi qui durée trois (03) saisons d'hivernage (2004/2005 ; 2006/2007 ; 2007/2008) a trouvé des résultats différents avec la nage comme principale activité (45,85 %) suivi du sommeil (42,06 %), la toilette (6,35 %), l'alimentation (2,99 %), le vol (2,05 %) et la parade (0,70 %).

L'alimentation avec des proportions de 23,49 % (2005/2006) et 25,02 % (2006/2007) reste une activité importante au Tonga, elle l'est aussi pour le nyroca dans d'autres régions. Dans l'éco-complexe de zones humides de Jijel, le Fuligule nyroca exhibe un comportement diurne dominé par l'activité d'alimentation qui occupe le premier rang avec un budget temps total de 39,94% dans le marais d'El-Kennar et 38,18% dans le lac de Béni-Bélaïd. Elle est suivie de l'activité du sommeil/repos avec un budget de 27,35% dans le marais d'El-Kennar et 25,22% dans le lac de Béni-Bélaïd (Mayache, 2008).

D'une manière générale, l'alimentation présente une activité importante chez les migrateurs, nécessaire pour renouveler les stocks épuisés durant la phase de migration et aussi pour la préparation de la migration vers les sites de reproduction. Le Fuligule nyroca est surtout végétarien, se nourrissant essentiellement de graines et de plantes aquatiques qu'il recueille en surface ou sur les berges. Cela ne l'empêche pas, comme la majorité des canards, de compléter son alimentation avec des invertébrés liés directement au milieu lacustre : insectes et leurs larves, crustacés, mollusques (Cramp et Simmons, 1977). Au fil des mois cette activité va augmenter graduellement pour atteindre son maximum vers la fin de l'hivernage.

Hormis la saison de reproduction, le nombre de Fuligules nyroca reste très faible avec des valeurs de 27 et 31 individus en période d'hivernage pour les années 2006 et 2007. Ainsi, le Lac Tonga reste un site de nidification de choix pour cette espèce. Le suivi annuel des populations montre que l'arrivée du Fuligule nyroca au Lac Tonga commence très tôt dans la saison, entre la mi-février et le début mars où des couples se sont déjà formés.

Dans cette étude, les premiers arrivages ont été enregistrés durant la troisième semaine de mars pour les deux années d'études (2006 et 2007), probablement après avoir déjà occupé le sud de l'Europe dès le début du mois de mars (Radović *et al.* 1998) d'où ce décalage logique dans les dates d'arrivages du Fuligule nyroca sur les sites de reproduction.

En comparant nos résultats avec ceux de Boumezbeur(1993) où en juin 1991 mentionne les plus grand arrivages avec un pic de 1494 individus; nous constatons que pour les deux années successives de l'étude (2006 et 2007), nous assistons toujours à l'arrivée des plus grands nombres de fuligules au cours du mois de juin avec des valeurs respectives 1800 et 1831 individus pour les deux saisons successives. Le début de la saison de la reproduction se situe vers la 4^{ième} semaine d'avril pour 2006 et la 3^{ième} semaine d'avril pour 2007, il varie d'une année à une autre en fonction de plusieurs facteurs. La période de ponte pour les deux saisons s'étale de la mi-avril à la mi-juin sur une période de 8 à 10 semaines ; ce qui correspond aux conclusions de Cramp et Simmons (1977) qui confirment que la période de ponte pour le fuligule nyroca varie du Sud au Nord de son aire de nidification ; Au sud, elle commence mi-avril et se termine mi-juin. Boumezbeur en 1993 avait relevé une période allant d'avril à la mi-juillet avec une moyenne de 10 à 11 semaines.

L'estimation du sex-ratio est une valeur approximative dans la mesure où la différenciation entre mâles et femelles chez le Fuligule nyroca n'est pas toujours facile, d'autant plus que les distances d'observation sont grandes. Boumezbeur (1993), rapporte que les changements dans le sex-ratio sont reconnus tout au long de la saison de reproduction mais surtout pendant la période de nidification. Un déséquilibre en faveur des mâles est observé suite à la disparition de la femelle durant les périodes de reproduction et d'incubation. Nous constatons un déséquilibre en faveur des femelles lorsque le nombre de mâles diminue à partir de fin juillet 2006 et début août 2007. L'analyse de la lecture des bagues a montré que les mâles de la plupart des canards quittent les aires de reproduction peu après l'incubation et commence le voyage vers le lieu d'hivernage (Perdeck and Clason, 1983). A l'inverse se nos résultats Boumezbeur (1993) cite pour les saisons 1991 et 1992 un déséquilibre au profit des mâles à partir des mois de juin et juillet.

Foulque macroule

La Foulque (*Fulica atra*) est très grégaire en hiver et territorialement farouche pendant la saison de reproduction (Cramp et Simmons 1980). Elle est commune et largement distribués en Algérie mais sa biologie de la reproduction est peu connue en Afrique du Nord (Rizi et al. 1999). Plus que toute autre espèce, la Foulque a un statut de nicheur et sédentaire en Algérie (Riziet al, 1999; Samraoui et Samraoui, 2007) et dans tous le bassin méditerranéen (Allouche et Tamisier, 1989) où les effectifs hivernant dépassent les 2,5 millions de foulques (Deceuninck et al., 2002).

Au Lac Tonga, le nombre d'individus de la Foulque macroule enregistre un maximum de 11500 individus pour le mois de janvier, ceci concorde avec l'arrivée des hivernants sur le lac. Il est à noter que pendant cette période (période hivernale) la capacité d'accueil du site pour les oiseaux d'eau qui viennent de toutes les régions est à son maximum en particulier pour la Foulque macroule. Ceci correspond au début de la formation des couples préparant la nouvelle saison de reproduction ainsi que la construction des nids. Des effectifs similaires sont aussi enregistrés dans d'autres zones humides du nord-est algérien, notamment à Garaet Hadj Tahar où Metallaoui (2010) recense 7100 individus en février 2007, 5070 fin décembre 2007 et 10 000 individus en novembre 2008. Dans l'algérois, le nombre de foulques recensé au niveau du lac de Réghaïa s'élève à 6705 individus durant l'année 2010 et 7720 en 2011. Les fluctuations interannuelles des effectifs des foulques sont dues aux grandes variations météorologiques (Houhamdi, 2002).

Au Lac Tonga, la foulque macroule est observée toute l'année avec des populations sédentaires et des populations migratrices hivernantes. L'évolution des effectifs hivernant au Lac Tonga durant une période étalée de 1977 à 2015 montre que l'effectif moyen des hivernants dépasse les 6000 individus avec un maximum de 24 350 individus en 2000. Durant nos deux années de suivi, les plus grands effectifs d'hivernants commencent à arriver sur le site dès la 1^{ière} semaine de septembre avec des chiffres de 2000 foulques qui augmentent progressivement pour atteindre un maximum de 11 500 individus pour le mois de janvier. Avec une moyenne de 7000 individus pour les deux saisons ces effectifs restent assez importants si on les compare à d'autres populations. Dans toute la Tunisie les effectifs ne dépassent pas les 6000 individus (Azafzaf et Azafzaf, 2003). En France on dénombre 11 500 à 18 800 individus en Camargue, 7 000 à 12 000 individus au Lac de Grand-Lieu. Pour les autres zones humides de notre pays les effectifs sont de 2000 au Lac Mellah et 6000 au Lac

Oubeira. À la Sebkha de Bazer-Sakra, Baaziz (2012) dénombre 200 individus. Dans les Hauts Plateaux Baaziz et Samraoui (2008) y dénombre jusqu'à 20 000 individus.

L'espèce a également été signalée comme hivernante au Sahara, au lac Mellah et au Lac d'El Goléa et à Chott Sidi Slimane, où les effectifs variaient entre 4 et 2370 individus. Dans la région ouest, l'espèce aurait passé l'hiver au Lac Télamine et à Dayet El Ferd (Baaziz et Samraoui, 2008). Par conséquent, ces dénombrements hivernaux partiels et irréguliers ne permettent pas une estimation juste de la taille de la population de Foulques algériennes qui pourrait nécessiter une campagne nationale pour couvrir toutes les aires d'hivernage possibles de Foulques telles que les lacs, garaets, sebkhats, chotts, oueds, étangs, réservoirs, et canaux ... etc (Baaziz et Samraoui, 2008).

Après deux années d'étude (2006-2007) regroupant 224 heures d'observations et de suivi consacrés à l'étude des activités des Foulques, il en ressort que l'activité alimentaire est la plus importante des rythmes d'activité. Elle occupe une part supérieure à un $\frac{1}{4}$ du budget d'activité total de la Foulque. Elle l'est pour beaucoup d'autres populations notamment au Lac des Oiseaux (Houhamdi, 2002). Sur le complexe de zones humides d'Oum El Bouaghi, les Foulques ont consacré aussi près de 75% de leur temps à se nourrir (Baaziz et Samraoui, 2008). L'activité de l'alimentation est suivie par la nage (24,18 %) en 2005 et (25%) en 2007. La nage est probablement l'un des plus coûteux comportements pour la Foulque macroule (Wooley et Owen, 1978).

Il en ressort des résultats sur les rythmes d'activité de la Foulque macroule au niveau du Lac Tonga que l'alimentation et la nage dominent la totalité du budget temps de cette espèce. Les données récentes de la littérature ont montré que le succès de reproduction des canards était essentiellement contrôlé par leur capacité à stocker des réserves en fin d'hiver avant de rejoindre leurs lieux de reproduction. Les résultats acquis sur ce quartier d'hiver permettent de formuler de nouvelles hypothèses à partir du modèle des stratégies d'hivernage (Tamisier et *al.* 1995 ; Tamisier & Dehorter, 1999).

Nos résultats rejoignent ceux **trouvés/établis** par Houhamdi (2002) au Lac des Oiseaux et Merzoug (2008) à Garaet Hadj Tahar où la nage occupe la deuxième place après l'alimentation. Baaziz et Samraoui (2008) dans un travail sur les zones humides d'Oum El Bouaghi constatent aussi que les foulques ont consacré près de 75% de leur temps à se nourrir, suivi de la natation (15-18%), alors que les activités de repos et de toilette

représentaient moins de 5%. D'après les travaux de Maazi (1991), dans le Lac des Oiseaux, la nage vient en troisième position après le sommeil.

En Europe, les résultats enregistrés sur le temps d'alimentation diurne sont élevés ; en Camargue, Allouche (1988) a rapporté une valeur de 62,8% et 71,6 alors qu'en Belgique, Draulans et Vanherck (1987) ont rapporté une valeur moyenne de 55%. Tamisier et Dehorter (1999), stipulent que les phases de nage et d'alimentation chez les Foulques, se succèdent à un rythme si élevé qu'il est parfois difficile de savoir quel est le comportement manifesté. C'est un comportement de base qui accompagne souvent d'autres activités (alimentation, parades) (Tamisier et Dehorter, 1999). La nage constitue aussi la première activité des Foulques au Lac Réghaïa (48,5%).

Le toilettage est classé en 4^{ième} position près le repos en 2005/5006 et en 3^{ième} position en 2006/2007, mais avec des proportions très proches comprises entre 18% et 20% du budget d'activité. Les mêmes résultats ont été enregistrés au Lac des Oiseaux, à El Kala avec un total de 14.6% du temps d'activité (Houhamdi, 2002). Le toilettage régulier du plumage à un double intérêt. D'une part, il permet de nettoyer le plumage et l'entretenir au moment de la mue et d'autre part, graisser les plumes avec le produit de la glande uropygienne (Tamisier et Dehorter, 1999).

Le vol occupe une part minime dans le rythme d'activité diurne des Foulques macroules entre 9% et 10% pour les deux saisons. Ces résultats sont conformes à ceux trouvés par Merzoug (2008) dans la station de Garaet Hadj Tahar. Le vol est un comportement occasionnel, qui apparaît suite aux dérangements par les humains ou essentiellement par les rapaces ou pour changer de lieu d'alimentation.

Le Lac Tonga reste un excellent site de nidification pour beaucoup d'espèces. Le suivi annuel des populations montre que l'arrivage de la Foulque au Lac Tonga commence à la mi-mars, les grands effectifs ont été enregistrés durant la dernière semaine d'avril pour les deux années d'études (2006 et 2007).

La ponte débute dans la 3^{ème} décennie de mars, et avec le cantonnement, on peut estimer que la période de reproduction de la Foulque débute autour du 10 mars. En 1999, Rizi et *al.* mentionnent que le début de la ponte chez la Foulque sur le même site commence vers la fin d'avril et au mois de mai, ce qui est typique des Foulques nord-africaines (Etchecopar & Hue,

1964), mais les données de cette étude mentionnent des dates plus tardives comme pour la plupart des populations du paléarctiques occidental (Snow & Perrins, 1998).

Nos données ont montré que le moment de la reproduction dans les conditions **algériennes** peut différer d'une année à l'autre ainsi que dans l'espace, très probablement en fonction de quelques indices environnementaux proximaux, en particulier sur les précipitations très variables. Nos résultats ressemblent à ceux observées en Europe ; la ponte de la population de foulques en Europe débute au début d'avril (Bezzel 1967, Sage 1969, Havlin 1970, Blums 1973 et Gadsby 1978) avec une ponte précoce à partir de la deuxième moitié de mars (Havlin 1970, Gadsby 1978). Dans le Lac Réghaïa, les premiers nids de la Foulque ont été trouvés vers la dernière décade d'avril 2010 et 2011 respectivement et la période de ponte a duré du 10 avril au 10 juin 2010 et à partir du 21 avril au 10 juin en 2011 (Metnaa, 2016). Samraoui et Samraoui (2007) ont trouvés aussi presque les mêmes périodes de ponte à Timerganine, en **revanche la durée de la ponte à Timerganine est toutefois plus longue que celle de cette population qui est beaucoup plus proche de celle de deux mois et demi déclarée en Grande-Bretagne (Gadsby 1978).**

***CONCLUSION ET
PERSPECTIVES***

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Parmi les analyses spatio-temporelles effectuées, la sélection de l'habitat, à différentes échelles, est une donnée de base de l'écologie d'une espèce, essentielle pour toute étude plus approfondie (Palma *et al.* 1999). En effet, la sélection de l'habitat est un point-clé de la compréhension des processus évolutifs (Stearns 1992; Begon *et al.* 1996) et une donnée fondamentale pour des applications dans la gestion et la conservation des espèces. Ainsi, La distribution des oiseaux au sein d'un milieu aquatique en période de nidification ou d'hivernage n'est pas le fruit du hasard (Patterson, 1976 ; Tamisier, 1976 ; Tamisier, 1985 ; Owen et Black, 1990). Pour des causes liées à leur biologie (régime alimentaire, rythme d'activités, morphologie...) les oiseaux opèrent un véritable partage/sélection de l'espace en fonction de leurs exigences écologiques, la quantité et la qualité des ressources alimentaires disponibles (Pöysä, 1983 ; Pirot *et al.*, 1984). La quiétude joue aussi un rôle important dans la distribution de ces oiseaux sur le lac (Nilsson, 1970).

Il en ressort de cette étude que le Tonga est un excellent habitat pour l'hivernage de la Foulque macroule et la reproduction du Fuligule nyroca. Le Fuligule nyroca se reproduit principalement en Asie du Sud-Ouest (à l'est de la Chine et au sud du Pakistan et de l'Inde), en Europe centrale et orientale, et en Afrique du Nord (Callaghan 1999, Vinicombe 2000). L'aire d'hivernage chevauche l'aire de reproduction et s'étend au Moyen-Orient, au nord-est et à l'ouest de l'Afrique et en Asie du Sud-Est. On estime que la population mondiale située à 163 000 individus, celle du Tonga avec une moyenne de 6000 individus en représenterait actuellement un peu plus de 3 %. Quant à la population de Foulque à l'échelle mondiale étant estimée à Ces pourcentages reflètent donc la bonne santé du Lac Tonga et l'impact positif des mesures de conservation de cet habitat, sur la durabilité des effectifs reproducteurs.

Pour le Fuligule nyroca, la saison d'hivernage commence à partir de septembre et dure sept mois. Notre étude actuelle a révélé que le Tonga constitue un refuge très important pour le nyroca; il abrite une population importante pouvant être entre 1400 et 1800 individus. Les formations végétales du lac est un lieu d'hébergement d'un grand nombre d'insectes, de batraciens. Les graines de ces cypéracées sont riches en fibres, pauvres en protéines et en glucides; leur présence est synonyme de fréquentation d'un site par les oiseaux d'eau (Pirot *et al.* 1984) et elles représentent un indice majeur et assez fidèle de la capacité d'accueil potentiel d'un gagnage et permet au même temps l'évaluation rapide de la valeur biologique

des zones humides. La population hivernante est autour de 140 individus. Le suivi des rythmes d'activité diurne montre que le repos, l'alimentation et la toilette sont les activités les plus dominantes avec des proportions presque similaires.

L'alimentation n'intervient qu'au début ou en fin d'hivernage soit pour la récupération de l'énergie perdue lors de la migration ou un engraissement pré-migratoire des espèces ou comme un complément de la ration alimentaire qui est essentiellement nocturne. Il pourrait être plus intéressant de poursuivre l'étude du budget sur une période de 24 heures pour pouvoir quantifier plus exactement le temps consacré à chaque activité et comprendre au mieux le fonctionnement du lac de jour comme de nuit. D'autres études sont nécessaires afin d'évaluer la disponibilité des ressources trophiques et leur relation directe et leur influence sur les stratégies d'alimentation afin de définir les capacités de charge de la zone humide.

Chez la foulque, l'activité qui prédomine est l'alimentation, suivie de très près par la nage et le repos. Concernant les paramètres de la reproduction des différences ont été constatés d'une année une autre. Plusieurs paramètres peuvent intervenir dans ces décalages. La foulque commence à pondre une à deux semaines plus tôt que le nyroca. Les périodes de ponte de ces espèces semblent presque identiques. Un décalage d'une semaine est aussi enregistré pour les premières d'incubation qui est précoce chez la foulque. Le même constat pour la période d'éclosion.

Le sex-ratio apparait déséquilibré en faveur des mâles. Le suivi de la variation saisonnière du rapport des sexes montre que le déséquilibre atteint son paroxysme au mois de juin, période durant laquelle les femelles sont occupées par la ponte et l'incubation. Puis on assiste à une baisse du sex-ratio et un renversement au début d'août où le déséquilibre devient en faveur des femelles car les mâles des deux espèces se retirent dans la végétation occupés par la mue postnuptiale.

La distribution spatiale à travers le plan d'eau est la même pour les deux espèces. Le centre du lac ainsi que les parties nord et nord-ouest sont les plus exploitées durant la période d'hivernage. Les zones du Mirador et de Meizila semblent les plus favorables au Nyroca et à la foulque durant la période de nidification. La répartition de la végétation et le niveau d'eau jouent aussi un rôle très important dans cette configuration. Les changements des régimes hydriques et la dégradation de la végétation constituent des menaces sérieuses sur l'équilibre de cet écosystème et la faune qu'il abrite. De nombreuses zones humides importantes ont été

dégradées sans être détruites. La dépendance des espèces vis-à-vis des zones humides riches en macrophytes et la croissance émergente des plantes, la rend particulièrement sensible aux altérations de l'habitat. Les altérations négatives les plus importantes comprennent la dégradation de la végétation émergente, la perturbation des régimes hydriques (lorsque cela entraîne une réversion vers une zone humide moins structurée ou une succession de broussailles), l'envasement et une turbidité accrue (entraînant la perte de macrophytes). Les agents de ces changements comprennent l'intensification de l'agriculture, le surpâturage, les eaux usées.

Il faut toutefois noter que le maintien de la population de nyroca et de toutes les espèces du Lac Tonga, souligne la nécessité de conserver impérativement ce site par des mesures de gestion permettant de maintenir et d'améliorer sa valeur pour la biodiversité. Des efforts de conservation doivent être consentis pour arriver à une bonne gestion du lac et des zones environnantes. Parmi les mesures urgentes à prendre par les services concernés par la gestion de ce site nous citons :

- d'atterrissement résultant des eaux qui alimentent le plan d'eau, chargées de matières en suspension. Aucune étude n'a été entamée sur l'évaluation des apports annuels de sédiments au niveau du lac, ni sur l'ampleur des ravinements, la densité des glissements, et l'intensité des écoulements.
- Le maintien des prairies naturelles entourant le lac, qui constituent un lieu d'alimentation des foulques et d'autres espèces. Ces prairies sont remplacées la plus part du temps par des cultures très exigeantes en eau, notamment pendant la période d'étiage.
- Le pompage illicite et la principale menace anthropique sur les ressources en eau autour du Lac Tonga et le long des cours d'eau, les pompages pour l'irrigation ne font l'objet d'aucun contrôle. L'eau pour l'irrigation étant pratiquement gratuite, les agriculteurs doivent en conclure qu'ils sont autorisés à la prélever n'importe où. Le prix de l'eau, artificiellement maintenu à un niveau bas, est un facteur qui encourage le pompage non réglementé au niveau des lacs et nappes souterraines. Durant l'été 1990, après une succession d'années sèches, le lac Tonga, s'est asséché pour la première fois. Les nombreux pompages, ont contribué de manière significative à son assèchement.



Photos 05 : Moto pompe destiné à l'irrigation (© Rizi)

- Beaucoup de familles vivent de la culture autour de la zone humide. La culture de melons et pastèques, exigeantes en eau, se multiplient également. Le problème d'irrigation se pose de façon aiguë pendant les années de sécheresse, car les prélèvements sur le lac et les cours d'eau peuvent grandement altérer le fonctionnement de ces derniers.
- Le dysfonctionnement hydrologique du Lac Tonga. Cette eau qui se déverse dans le Lac trouve une issue vers la mer à travers le canal de la Messida qui est muni de vanne permettant un contrôle et une gestion de la réserve hydrique du lac. Malheureusement ces vannes ne sont plus fonctionnelles depuis des années et l'eau ne peut être évacuée correctement vers la mer, conjuguée à un envahissement du canal par la végétation et les amas de bois.
- Le braconnage dont les conséquences sont l'extinction des populations d'oiseaux nicheurs et hivernants par la chasse et/ou les nuisances sonores.
- Il est essentiel d'établir un plan d'action pour la gestion de cet écosystème qui mettra en œuvre les mesures qui préviennent la perte et la dégradation des habitats, afin de réduire la pression intense du braconnage et de la chasse, et de sensibiliser la population aux exigences de la préservation des espèces et de leurs habitats naturels.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

ABBACI, H. (1999). *Ecologie du Lac Tonga: Cartographie de la végétation, palynothèque et utilisation spatio-temporelle de l'espace lacustre par l'avifaune aquatique*. Mémoire de Magister. Université d'Annaba. 219p.

AISSAOUI, R., HOUHAMDI, M. et SAMRAOUI, B. (2009). Étude du rythme d'activités diurnes du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) dans le lac Tonga (Wilaya d'El Tarf). *European Journal of Scientific Research*. 28 (1) : 47-59.

AISSAOUI, R.,TAHAR, A., MENOUIAR, S., GUERGUEB, L., HOUHAMDI M. (2011). Diurnal behaviour of Ferruginous Duck *Aythya nyroca* wintering at the El Kala wetlands (North east Algeria). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, n°33 (2): 67-75.

ALLOUHE L. (1988). *Stratégies d'hivernage comparées du canard Chipeau et de la Foulque macroule pour un partage spatio-temporel des milieux humides de Camargue*. Thèse de doctorat. Université Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier. 179p.

ALLOUCHE, L. et TAMISIER, A. (1989). Activités diurnes du Canard chipeau pendant son hivernage en Camargue, relation avec les variations environnementales et sociales. *Revue. Ecologique. (Terre et Vie)*, vol. 44: 249-260.

ALTMANN J. (1974). Observational Study of Behaviour: Sampling Methods. *Behaviour* 4: 227-267

AZAFZAF, H. et FELTRUP-AZAFZAF, C. (2003). Slender-billed Curlew Survey. Training and Awareness Raising in Tunisia. January 2003. *Preliminary Report. UNEP/ AEWA, AAO/GTO & BirdLife International*, Tunisia. Pp. 21.

AZAFZAF, H et AZAFZAF, C. (2003). Survey of water birds wintering in Tunisia. 19 p.

B

BAAZIZ, N. et SAMRAOUI, B. (2008). The status and diurnal behaviour of wintering Common Coot *Fulica atra* L in the Hauts Plateaux, North east Algeria. *European Journal of Scientific Research* ; 23(3):495–512.

BAAZIZ, N. (2012). *Statut et écologie de l'avifaune aquatique de la Sebkhha de Bazer-Sakra (El-Eulma, Sétif) : Phénologie et distribution spatio-temporelle*. Thèse de Doctorat, Université d'Annaba. 113 p.

BAKARIA, F. (2002). *Contribution à l'étude de la reproduction de la population de Guifette moustac *Chlidonias hybridus hybridus* (Pallas, 1811) dans les zones humides du Nord-Est Algérien : Cas du Lac Tonga*. Mémoire de Magister. Université d'Annaba, 61p.

BAKARIA, F. (2013). *Stratégies de la reproduction de la guifette moustac chlidonias hybrida hybrida (Pallas, 1811) dans le lac Tonga, wilaya d'El Tarf : Caractéristiques et qualité d'accueil de son unique site Nord-Africain de reproduction*. Thèse de Doctorat, Université d'Annaba. 122 p.

BALDASSARE, G.A., PAULUS, S.L., TAMISIER, A. et TITMAN, R.D. (1988). *Workshop Summary: Techniques for Timing Activity of Wintering Waterfowl. Waterfowl in winter*. Minneapolis: University of Minnesota Press.

BALMAKI, B. et d BARATI, A. (2006). Harvesting status of migratory waterfowl in northern Iran: a case study from Gilan Province. In: Boere, G.; Galbraith, C., Stroud, D. (ed.), *Water birds around the world*, pp. 868-869. The Stationary Office, Edinburgh, UK.

BARA, M., MERZOUG, S., BOUSLAMA, et HOUHAMDI, M. (2013). Biodiversity and Phenology of the Rallidae and the Anatidae in Garaet HadjTahar (Northeast of Algeria). *Annals of Biological Research* 4 (6): 249–253.

BARTOSZEWICZ, M. et ZALEWSKI, A. (2003). American mink, Mustelavison diet and predation on waterfowl in the Slonsk Reserve, western Poland. *Folia zoologica* 52 (3): 225-238.

BENDALI-SAOUDI, F., GACEM, H. et SOLTANI N. (2014). Inventaire des hydracariens dans le lac Tonga(Algérie). *Entomologie faunistique*, 67: 109-117

BENYACOUB, S. (1993). *Ecologie de l'avifaune nicheuse du Parc National d'El Kala (Nord-Est Algérien)*. Thèse de Doctorat. Université de Bourgne, 271p.

BENYACOUB, S., LOUANCHI, M., BABA AHMED, R., BENHOUHOU, S., BOULAHBAL, R., CHALABI, B., HAOU, F., ROUAG, R. et ZIANE, N. (1998). Plan Directeur de Gestion du Parc National d'El-Kala et du Complexe de Zones Humides (Wilaya d'El Tarf) 300 p. *Projet banque mondiale* 200p+28 cartes.

BEZZEL, E. (1967). ÜberGelegegrösse und LegebeginnbeimBlasshuhn (*Fulica atra*). *Anzeiger der OrnithologischenGesellschaft in Bayern* 8:183–185. Blums 1973

BIRDLIFE INTERNATIONAL (2004). Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. Cambridge, UK: Bird Life International. *Bird Life Conservation Series*, n° 12, 374 p.

Bird Life International (2015). European Red List of Birds. *Office for Official Publications of the European Communities*, Luxembourg.

BLONDEL, J. et ARONSON, J. (1995). Biodiversity and ecosystem function in the Mediterranean basin. In Davis, G. et Richardson, D. Biodiversity and ecosystem function in the Mediterranean type ecosystems, Berlin: *Spriger Verlag*, 43-119

BLŪMS, P. N. (1973). The Coot (*Fulica atra*) in Latvia. *Academy of Sciences Latvian SSR. Institute of Biology, Riga*, pp 146-153.

BOULAHBEL, R. (1999). *Caractéristiques d'un modèle de peuplements d'oiseaux d'eau nicheurs : Cas du Lac Oubeira et du Marais du Lac Mellah (Parc National d'El Kala-Wilaya d'El Tarf*. Mémoire de Magister. Université d'Annaba, 75p.

BOUMEZEBEUR, 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. 254 p.

C

CALLAGHAN, D.A. (1999). Ferruginous Duck (*Aythya nyroca*) (Compiler). In: Schäffer, N & Gallo-Orsi, U. (eds.) *European Union action plans for eight priority bird species: Bittern (Botarus stellaris), Ferruginous Duck (Aythya nyroca), Steller's Eider (Polystictastelleri), Lammergeier (Gypaetus barbatus), Greater Spotted Eagle (Aquila clanga), Lesser Spotted Eagle (Aquila pomarina), Bonelli's Eagle (Hieraaetus fasciatus), Little Bustard (Tetrax tetrax)*. Office for official publications of the European Communities, Luxembourg.

CEPF (2013). Hotspot de Biodiversité du Bassin méditerranéen. 14 p

CHABI ; Y. (1998). *Biologie de la reproduction des mésanges dans les chênaies du Nord-Est de l'Algérie*. Thèse de doctorat. Université d'Annaba, 162p.

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. I.N.A., Alger (Algérie), 133p

COWLING, R. M., WITKOWSKI, E. T. F., MILEWSKI, A. V. et NEWBEY, K. R. (1995) Taxonomic, edaphic and biological aspects of narrow plant endemism on matched sites in mediterranean South Africa and Australia. *J. Biogeogr.* 21,651-664

CRAMP, S. et SIMMONS K. E. L. (1977). *The birds of the Western Palearctic*, vol.1. Oxford University Press, Oxford, 722 pp

CRAMP, S. et SIMMONS, K.E.L. (1980). *The Birds of the Western Palearctic*, Vol. 2. Oxford University Press, Oxford.

COVAS, R. et Blonde, J. (1997). Biogeography of the Mediterranean bird fauna. *Ibis*. 140, 395-407.

D

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 II. 276p.

DECEUNINCK, B., MAILLET, N., WARD, A., DRONNEAU, C et MAHÉO, R. (2002). Synthèse des dénombrements d'Anatidés et de Foulques hivernant en France. Ligue pour la Protection des Oiseaux, *Wetlands International*.

DEL HOYO, J., ELLIOT, A. et SARGATAL, J. (1992). *Handbook of the birds of the World*. Barcelona: Lynx Editions, 1992. Vol.1, 696 p.

DEL HOYO, J., ELLIOTT, A. et SARGATAL, J., (1996). *Handbook of the birds of the world*. Vol. 3. Barcelona: Lynx Editions. 821 p.

DRAULANS, D. et VANHERCK, A. (1987). Food and foraging of Coot *Fulica atra* on fish ponds during autumn. *Wildfowl* 38: 63-69.

DUBOIS, Ph.J., LE MARECHAL, P., OLIOSO, G. et YESOU P. (2000). *Inventaire des Oiseaux de France. Avifaune de la France métropolitaine*. Nathan, Paris, F : 397 pp.

E

ETCHECOPER, R.D. et HUE, F. (1964). *Les oiseaux du nord de l'Afrique, de la mer rouge aux Canaries*. Editions N. Boubée et Cie, Paris, 606p

EVANS, D.M et DAY, K.R. (2002). Hunting disturbance on a large shallow lake: the effectiveness of waterfowl refuges. *Ibis*, 144:2-8.

F

FERRERAS, P et MACDONALD, D.W. (1999). The impact of American mink *Mustelavison* on water birds in the upper Thames. *Journal of Applied Ecology* 36 (5): 701-708.

FOUQUE, C., CORDA, E., TESSON, J.-L., MONDAIN-MONVAL, J.-Y., BARTHE, C., DEJ, F. et BIRKAN, M. (2004). Reproduction d'anatidés et de la foulque macroule en France. *Game and Wildlife Science*. 21 : 73-106.

J

JOLEAUD, L. (1936). Etude géologique de la région de Bône et la Calle, 2ème série : stratigraphie et description générale. Typo-litho & Jules Carbon.

JORDE, D. G. and OWEN, R. B. Jr. (1988). The need for nocturnal activity and energy budgets of waterfowl. In, M. W. Weller (Ed.): *Waterfowl in winter*, pp. 169-180.

H

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

HOUHAMDI M. (1998). *Ecologie du Lac des Oiseaux, Cartographie, Palynothèque et utilisation de l'espace par l'avifaune aquatique*. Mémoire de Magister. Université d'Annaba. 198p.

HOUHAMDI, M. (2002). *Ecologie des peuplements aviens du lac des oiseaux : Numidie orientale*. Thèse de Doctorat d'état en Ecologie et environnement. Université d'Annaba (Algérie), 146 p.

HOUHAMDI, M. et SAMRAOUI, B. (2002) – Occupation spatio-temporelle par l'avifaune aquatique du lac des oiseaux (Algérie). *Alauda*.70 : 301-310.

HOUHAMDI, M. et SAMRAOUI, B. (2008). Diurnal and nocturnal behaviour of ferruginous duck *Aythya nyroca* at lac des oiseaux, North east Algéria. *Ardeola* 55(1):59-69.

HEIM DE BALSAC, H. et MAYAUD, N. (1962). *Les oiseaux du nord-ouest de l'Afrique : distribution géographique, écologique, migration et reproduction*. Ed. Le chevalier, Paris. 486p.

I

ISENMANN, P. et MOALI, A. (2000). - *Les oiseaux d'Algérie*. Société d'Études ornithologiques de France .336 p.

G

GADSBY, A. B. (1978). *Territoriality and breeding biology of the Coot (Fulica atra (L.)) at Attenborough*. Master thesis, University of Durham, Durham.

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.

Geosystem Consult, (2014). Etude de protection, d'aménagement et de classement de la zone humide du lac Tonga - wilaya de tarf.

GREEN, A.J. et EL HAMZAOU, M. (1998). The status and biology threatened waterfowl in Morocco. *TWSG News* 11:25-27.

GREEN, A.J., FOX, A.D., HUGHES, B. et HILTON, G. (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. et EL HAMZAOU, M. (2000). Diurnal behaviour and habitat use of non breeding Marbled teal, *Marmaronetta angustirostris*. *Can. J. Zool.* 78:2112-2118.

GREEN, A.J., EL HAMZAOU, M., EL AGBANI, M.A. et FRANCHIMONT, J. (2002). The conservation status of Moroccan wetlands with particular reference to water birds and to changes since 1978. *Biological Conservation*, 104, 71–82.

GREEN, A.J. et EL HAMZAOU, M. (2006). Interspecific associations in habitat use between marbled teal and other waterbirds wintering at Sidi Bou Ghaba, Morocco. *Ardeola* 53 (1): 99-106.

GRISHANOV, D. (2006). *Conservation problems of migratory waterfowl and shorebirds and their habitats in the Kaliningrad region of Russia*. In: Boere, G.; Galbraith, C., Stroud, D. (ed.), *Waterbirds around the world*, pp. 356. The Stationary Office, Edinburgh, UK.

K

KADID, Y. (1989). *Contribution à l'étude de la végétation aquatique du Lac Tonga. Parc National d'El Kala*. Mémoire d'ingénieur, INA, Alger, 106p.

KEAR, J. (2005). *Ducks, geese and swans volume 2: species accounts (Cairina to Mergus)*. Oxford University Press, Oxford, U.K.

L

LAMOTTE, J., et BOURLIERE, A. (1969). *Problèmes d'écologie: l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres (Problems of Ecology: The Sampling of the Animal Populations in the Terrestrial Environment)*. Paris: Masson.

LARDJANE- HAMITI, A. (2012). *Ethologie et biologie de la reproduction du Fuligule nyroca Aythya nyroca (Guldenstadt, 1770) et du Fuligule milouin Aythyaferina (Linnaeus, 1758) dans la réserve du lac de Reghaia*. Thèse de doctorat. Université Tizi Ouzou, 163p.

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 de Bejaïa, 136p.

LEFEUVRE, J.C. (1999). *Rapport scientifique sur les données à prendre en compte pour définir les modalités de l'application des dispositions légales et réglementaires de chasse aux oiseaux d'eau et oiseaux migrateurs en France*. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Paris. DNP, 180p.

LEUZINGER, H. (2010). Tauchentenhybriden mit Beteiligung der Moorente Aythya nyroca auf Kleingewässern bei Frauenfeld (Kanton Thurgau). *Ornithologische Beobachter* 107(1): 51-56.

LOSITO, M.P., MIRARCHI, E. et BALDASSARE, G.A. (1989). New techniques for time activity studies of avian flocks in view-restricted habitats. *J. Field. Ornithol.* 60: 388-396.

M

MAAZI, M.C. (1991). *Contribution de l'estimation qualitative et quantitative des Anatidés et foulques hivernants et nicheurs au Lac des Oiseaux (W: El-Tarf)*. Thèse ingénieur agronome I.N.A. El Harrach, Alger (Algérie). 68 p.

Maazi, M.C. (2009). *Eco-éthologie des anatidés hivernant au niveau de Garaet Timerganine wilaya d'Oum El Bouaghi*. Thèse de doctorat. Université d'Annaba, 104p.

MARRE, A. (1987). Le tell oriental Algérien (étude géomorphologique). Vol1 et 2, 623p.

MAYACHE, B. (2008). *Inventaire et étude écologique de l'avifaune aquatique de l'éco-complexe de zones humides de Jijel*. Thèse de doctorat. Université d'Annaba, 162p.

MCKINNEY, F. 1965. Spacing and chasing in breeding ducks. *Wildfowl Trust 16th Ann. Rep.*: 92-106. Megdiche., 2006

MELVILLE, D.S et SHORTRIDGE, K.F. (2006). Spread of H5N1 avian influenza virus: an ecological conundrum. *Lettre in Applied Microbiology* 42 (5): 435-437.

MERZOUG, A. (2008). *Comportement diurne du Canard chipeau Anas Strepera et de la Foulque macroule Fulica atra hivernant à Garaet Hadj Tahar (Wilaya de Skikda)*. Mémoire de Magister, Université de Guelma, 69p.

METALLAOUI, S. et HOUHAMDI, M. (2008). – Données préliminaires sur l'avifaune aquatique de la Garaet Hadj Tahar (Skikda, Nord Est algérien). *African .Bird club. Bull.* 15(1):71-76.

METALLAOUI, S.(2010). *Ecologie de l'avifaune aquatique hivernante dans Garaet Hadj-Tahar (Numidie occidentale, Nord-Est de l'Algérie)*. Thèse de doctorat. Université d'Annaba, 162p.

MONDAIN-MONVAL, J.Y., DESNOUHES, L. et TARIS, J.P. (2002). Lead shot ingestion in waterbirds in the Camargue (France). *Game & wildlife science* 19 (3): 237-246.

MORGAN N.C. (1982). An ecological survey of standinswaters in North West Africa : II site descriptions for Tunisia and Algeria. *Biol. Cons.* 24: 83-113

N

NILSSON, L. (1970). Food-seeking activity of south Swedish diving ducks in the non-breeding season. *Oikos*, 21, 125-154.

O

OLNEY P.J.S. (1965).The food and feeding habits of shel duck tadorna tadorna. *Ibis* 107 (4): 527-532

OWEN M. et BLACK J.M. (1990). Waterfowl ecology. Blackie, Glasgow. 194p.

P

PALMA, L., BEJA, P., et RODRIGUEZ, M. (1999). L'utilisation de données d'observation pour analyser l'habitat et la répartition du lynx ibérique. *Journal of Applied Ecology* 36: 812-824.

PATTERSON, O. (1979). Experiences in Canada. - Trans. N. Amer. *Wildl. Nat. Res. Conf.* 44: 130-139.

Pöysä, H. (1983). Resource utilization pattern and guild structure in a waterfowl community. – *Oikos* 40: 295-307

PETKOV, N. (2006). The importance of extensive fishponds for Ferruginous Duck *Aythya nyroca* conservation. In: Boere, G.; Galbraith, C., Stroud, D. (ed.), *Waterbirds around the world*, pp. 733-734.

PERDECK, A.C. et CLASAN, C. (1983). Sexual differences in migration and wintering of ducks ringed in the Netherlands. *Wildfowl*. 34: 137-43.

PIROT J.Y., CHESSEL D. et TAMISIER A. (1984) Exploitation alimentaire des zones humides de Camargue par cinq espèces de canards de surface en hivernage et en transit: modélisation spatio-temporelle. *Revue. Ecologique. (Terre et Vie)* 39:167-192.

Q

QUAN, R.C., WEN, X.J. et YANG, X.J. (2002). Effects of human activities on migratory water birds at Lashihai Lake, China. *Biological Conservation* 108: 273–279.

QUEZEL, P. et MEDAIL, F. (1995). *La région circum-méditerranéenne, centre mondiale majeure de la biodiversité végétale*. 6^{ème} Rencontres ARPE : 152-161. Gap, France : Région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

QUEZEL, P. et SANTA, S. (1962). *Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques Méridionales*. Edition CNRS, Paris (T1 et T2), 1170p.

R

RAACHI, M. L. (2007). *Etude préalable pour une gestion intégrée des ressources du bassin versant du lac Tonga au nord-est algérien. Mémoire pour maîtrise en géographie*. Université du Québec, Montréal. 188p.

RIZI, H., BENYACCOUB, S., CHABI, J., et BANBURA, J. (1999). "Nesting and Reproduction Characteristics of Coots *Fulica atra* Breeding on Two Lakes in Algeria." *Ardeola* 46: 179–186.

RIZI, H. (2001). *Contribution à l'étude de la biologie de la reproduction des populations de Foulque macroule (*Fulica atra*) dans les zones humides du Nord-Est Algérien*. Mémoire de Magister. Université d'Annaba, 75p.

ROBINSON, J.A. et 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.A. et HUGHES, B. (2006). Ferruginous Duck Action plan published. WWT, TWSG news. The bulletin of the threatened waterfowl specialist Group. No. 15.

ROUAG, R. (1999). *Inventaire et écologie des Reptiles et Amphibiens du Parc National d'El Kala*. Thèse de magister, Université d'Annaba. 90p

ROUAG, R. et BENYACCOUB, S. 2006. Inventory and ecology of Reptiles in the National Park of El Kala (Algeria). *Bull. Soc. Herp. Fr.* 25-40

ROUAG-ZIANE, N., BOULAHBEL, A.B., et GHAUTIER CLERC, M. (2007). Inventaire et quantification des ectoparasites de la foulque macroule *Fulica atra* (Gruiformes : Rallidés) dans le nord-est de l'Algérie. *Parasite Volume 14*, Number 3, September 2007

RADOVIĆ, D., KRALJ, J., et TUTIS, V. (1998). Number and seasonal activity of Ferruginous Duck at Draganic Fishponds (NW Croatia) and estimation of its population in Croatia. *Threatened Waterfowl Specialist Group Newsletter* 11: 23-25.

S

Sage, B. L. (1969). Breeding biology of Coot. *British Birds* 62:134–143.

SAMRAOUI, B. et DE BELAIR, G., (1997). The Guerbes-Sanhadja wetlands: Part I. *Overview Ecology* 28: 233-250.

SAMRAOUI, B. et DE BELAIR, G. (1998). Les zones humides de la Numidie orientale: Bilan des connaissances et perspectives de gestion. *Synthèse* (Numéro spécial) N°4. 90p.

SAMRAOUI, F. et SAMRAOUI, B. (2007). "The Reproductive Ecology of the Common Coot (*Fulica atra*) in the Hauts Plateaux, Northeast Algeria." *Water birds* 30 (1): 133–139.

SAMRAOUI, B. et SAMRAOUI, F., (2008). An ornithological survey of Algerian wetlands: Important Bird Areas, Ramsar sites and threatened species. *Wildfowl*, 58: 71-98

SAMRAOUI, F., ALFARHA, A., AL-RASHEID, K., et SAMRAOUI, B. (2011). An appraisal of the status and distribution of water birds of Algeria: indicators of global changes. *Ardeola* 58 (1): 137-163

SANTOUL, F. et MASTRORILLO, S. (2003). Interaction between fish and water bird communities: a case study of two gravel pits in south-west France. *Vie et Milieu* 53 (2-3): 131-133

SCOTT, D.A (1980). A preliminary inventory of wetlands of international importance for waterfowl in West Europe and North – West Africa, I.W.R.B, *Special publication* N2 -127p.

SAOUCHE Y. (1993). *Etude de la reproduction et le développement larvaire des Odonates du Lac Tonga*. Thèse de magister. Université de Constantine. 150p

SCHRICKE, V. (1982). Les méthodes de dénombrements hivernaux d'Anatidés et Foulques, de la théorie à la pratique. *La sauvagine et la chasse* 253:6-11.

SKINNER, J. et SMART, M. (1984). The El Kala wetlands of Algeria and their use by waterfowl. *Wildfowl*, 35, 106-118.

SNOW, D.W et PERRINS, C.M. (1998). The birds of the western palaeartic. Vol. 2, *Passerines*. Oxford University Press.

STEARNS, S.C. (1992). The Evolution of Life histories. Oxford: *Oxford University Press*.

STEVENSON, A.C., SKINNER, J. HOLLIS, G.E. et SMART, M. (1988). El-Kala National Park and environs, Algeria: *An ecological evaluation*. *Env. Cons.* 15: 335-348.

SZIJJ, J. (1969). Ôkologie des Anatiden in Ermatigen Becken. *Die vogel watre* 23: 24-71.

T

TAMISIER, A. (1972). Rythmes nyctéméraux des sarcelles d'hiver pendant leur hivernage en Camargue. *Alauda*, vol. x2, n°3, 1972 : 235-256.

TAMISIER, A. (1976). Diurnal activity of Green winged Teal and Pintail wintering in Louisiana. *Wildfowl* 27: 19-32.

TAMISIER, A. (1985). Some considerations on the social requirements of ducks in winter. *Wildfowl* 36: 104-108.

TAMISIER, A., ALLOUCHE, L., AUBRY, F., et DEHORTER, O. (1995). Wintering strategies and breeding success : Hypothesis for a trade- off in some waterfowl. *Wildfowl*. 46 : 76-88.

TAMISIER, A. et DEHORTER, O. (1999). Camargue, Canards et Foulques. Fonctionnement d'un prestigieux quartier d'hiver. Centre Ornithologique du Gard. Nîmes.369p.

TAYLOR, B et VAN PERLO, B. (1998). Rails: A guide to the Rails, Coots, Crakes and Gallinules of the world. Sussex: Pica Press

THÉVENOT, M., VERNON, R., et BERGIER, P. (2003). *The birds of Morocco*. BOU checklist Series : 20, 1re édition. British Ornithologists Union & British Ornithologists Club, London.

Toubal, B.O. (1986). *Phytécologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux du massif de l'Edough (Algérie Nord orientale)*. Cartographie au 1/25000 USTM. Université de Grenoble. Thèse. Doctorat 3ème cycle. 111 p.

TRIPLET, P., CLAIREFOUND, P., et TESSON, J.L. (1991). Les stationnements d'anatidés et de foulques sur les complexes humides de la région Annaba, El-Kala (Algérie). Bulletin. mensuel. Office National de la Chasse. 154: 25-29.

U

UICN (2006). IUCN Red List of Threatened Species. Version 2006. <www.iucnredlist.org>.

UICN (2006). IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016. <www.iucnredlist.org>.

UICN (2006). IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017. <www.iucnredlist.org>.

V

VAN DIJK, G. et LEDANT, J-P. (1983). La valeur ornithologique des zones humides de l'Est Algérien. *Biological Conservation*, 26: 215-226.

VINICOMBE, K E. (2000). Identification of Ferruginous Duck and its status in Britain and Ireland. *British Birds*. 93: 4-21.

W

Wetlands International. (2016). Waterbird Population Estimates. Available at: wpe.wetlands.org.

Wooley, J. B. et Owen, R. B. Jr. (1978). Energy costs of activity and daily energy expenditure in the Black Duck. *J. Wild. Manage* 42: 739-745.

Z

ZIANE, N. (1999). *Le peuplement d'Anatidés hivernants dans la région d'El Kala : Chronologie d'hivernage et rythme d'activité*. Mémoire de Magister. Université d'Annaba, 107p.

ZITOUNI, A., ROUIBI, A., BARA, M., TAHAR, A., et HOUHAMDI, M. (2013). The common coot Fulica atra in the Northeast of Algeria (National park of El Kala): *study of the breeding biology*. *Annals of Biological Research* 4 (10):92-95

PUBLICATION



E-ISSN: 2320-7078
P-ISSN: 2349-6800
JEZS 2016; 4(6): 191-195
© 2016 JEZS
Received: 26-09-2016
Accepted: 27-10-2016

Hadia Rizzi
Université Chadli Bendjedid.
36100 El Tarf, Algeria

Nadia Ziane
a) Université Badji Mokhtar.
Département de Biologie. BP.
12. El Hadjar. 23000 Annaba,
Algeria
b) Laboratoire de Biosurveillance
environnementale, Département
de Biologie, Université Badji
Mokhtar 23000 Annaba, Algeria

Rachid Rouag
Université Chadli Bendjedid.
36100 El Tarf, Algeria

Mohamed Salah Boulaakoud
Université Badji Mokhtar.
Département de Biologie. BP.
12. El Hadjar. 23000 Annaba,
Algeria

Correspondence

Hadia Rizzi
Université Chadli Bendjedid.
36100 El Tarf, Algeria

Evolution of the breeding population of the Ferruginous Duck (*Aythya nyroca*, Güldenstädt, 1770) at Lake Tonga (Northeast of Algeria)

Hadia Rizzi, Nadia Ziane, Rachid Rouag and Mohamed Salah Boulaakoud

Abstract

The objective of our study is the monitoring of the population of the ferruginous duck (*Aythya nyroca*) in perinesting and nesting periods over two consecutive years (2006 and 2007). The choice of this species is related to its status of species listed in the red list of the IUCN as threatened, it is also protected by the Algerian legislation as threatened with extinction. The study is conducted on Lac Tonga, Ramsar site and one of the most important wetlands for nesting of *Aythya nyroca* in North Africa. The weekly and monthly surveys on the change in the number of adults and chicks and the comparison with Boumezbear data (1993) show an increase in number, which testify for the importance of the Lac Tonga as a nesting site for a large number of waterbirds.

Keywords: Ferruginous duck, *Aythya nyroca*, perinesting, nidification, Lac Tonga, Algeria

1. Introduction

The Ferruginous duck *Aythya nyroca* according to the latest classification of IUCN (2006) has today's status of threatened species. These species was very common there is more than a century in North Africa [1]. *A. nyroca* breeds principally in south-western Asia (east to China and south to Pakistan and India), central and eastern Europe, and North Africa [2, 3]. The wintering range overlaps with the breeding range and extends to the Middle East, north-east and West Africa (mainly Mali and Nigeria [3] and South-East Asia. In the Mediterranean, the populations of Ferruginous duck are divided into two categories: a Eurasian population located on the North Shore, the second focuses especially in the Maghreb and the Sahel [4-9]. *A. nyroca* is present in Algeria and precisely to the complex of wetlands of El Kala at the lake Tonga [10-13] and in the complex Gubes-Sanhadja [14]. The species is evaluated as Least Concern in Europe. The population trend is not known, but the population is not believed to be decreasing sufficiently rapidly to approach the thresholds under the population trend criterion (30% decline over ten years or three generations). The European population is estimated at 17.400-30.100 pairs, which equates to 34.800-60.300 mature individuals [15]. The objective of this study is the monitoring the variation in the numbers of this species in Lac Tonga during the nesting period and to compare your data with those of literature.

2. Material and methods

2.1 Study area: Our study was conducted from March to August in 2006 and 2007 on the Tonga Lake. This wetland is with a total surface of 2,500 ha (36° 53 'N; 8°31' E). It represents one of the most important Ramsar sites of Algeria as well as of North Africa [10, 16]. The lake is about 2500 ha and, as a shallow water body with rich vegetation, it represents one of the most important freshwater areas of northeastern Algeria. Vegetation beds composed of emergent and floating-leaved plants are very extensive. The emergent vegetation of Lake Tonga is dominated by common reed (*Phragmites australis* Cav.) and lesser reed mace (*Typha angustifolia* L.) with some admixture of common bulrush (*Scirpus lacustris* L.), and branched burred (*Sparganium erectum* L.) and yellow iris (*Iris pseudacorus* L.). The submerged and surface-floating vegetation of this lake is dominated by white water-lily (*Nymphaea alba* L.), pondweeds (*Potamogeton lucens* L.), and water-milfoil (*Myriophyllum verticillatum* L.) [17]. Lake Tonga is classified by the Ramsar Convention for wetlands primarily for nesting Ferruginous Duck in North Africa [10] and by the presence of the species during the winter period.

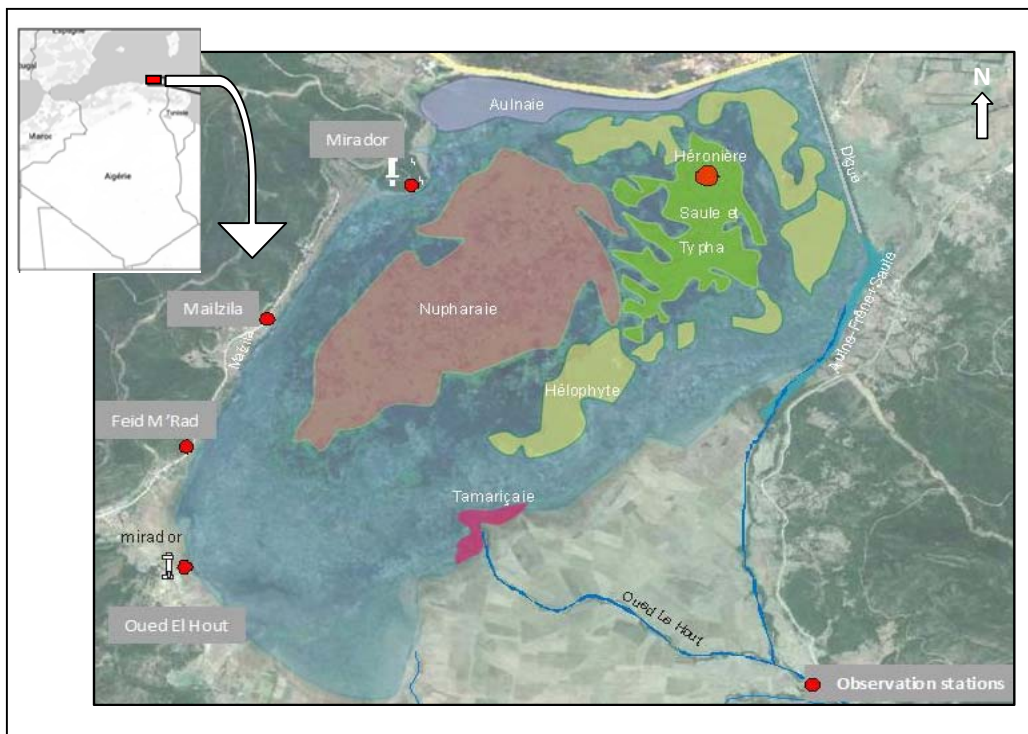


Fig 1: Location of Lac Tonga with major vegetation types and observation stations

2.2 Fieldwork: Our work was conducted during two successive breeding seasons (2006 and 2007) where we have made the identification of observation stations which are four (Mirador, Maizila, Feid M'rad, Oued el hout) located mainly on the west bank of the lake so as to overhang the lake and minimize the impact of the density of vegetation that often proves to be a constraining factor for bird counting operation in general and nesting in a way special. Weekly counts of Ferruginous ducks *A. nyroca* were carried out during the breeding season from Mars to August using an ornithological telescope Optolyth Optik TBS/TBG 80 and a pair of binoculars Kite Pallas (10×42). Individual ducks were counted when the number was small. When the number of individuals exceeded 200, a visual estimate of the population size was achieved. We could count adult females and males, pairs and chicks. Unvaried statistics (t-test) were used to

analyze differences between sex and years; with differences considered statistically significant when $P \leq 0.05$. The statistical analysis was carried out using the Excel software and Minitab® 15.1.30.0.

3. Results

3.1 Weekly evolution of the population of the ferruginous duck (*Aythya nyroca*)

In perinesting period, for 2006 the maximum numbers are observed in May with a peak in the fourth week (1752 individuals). During the breeding season, the maximum number of individuals was recorded during the third week of June (1800 individuals), it decreases at the end of June and becomes stable until the end of the season (845-1411 individuals).

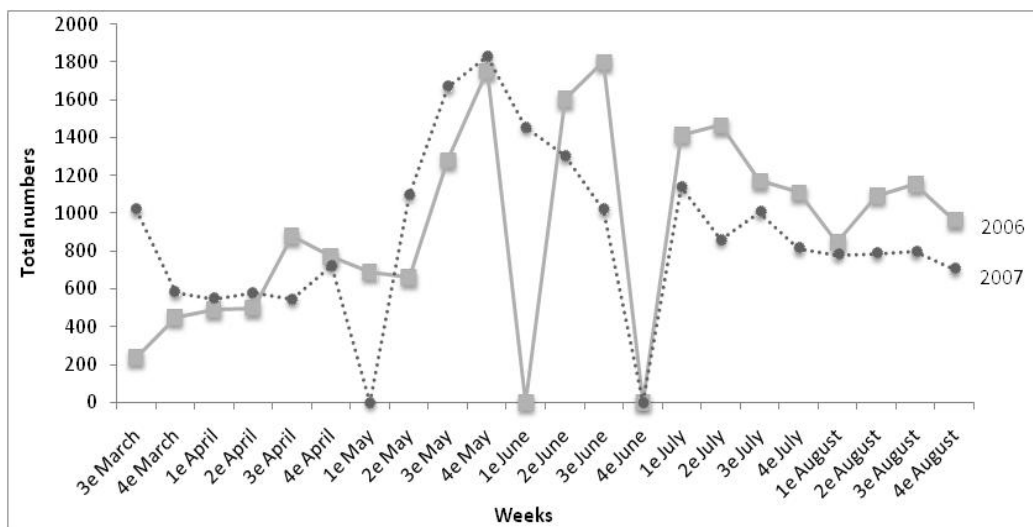


Fig 2: Weekly and monthly evolution of the population of the Ferruginous duck (*Aythya nyroca*) at Lac Tonga (2006-2007)

In 2007, during the period of perinesting, the maximum numbers are also observed during the fourth week of May with numbers ranging from 1752 individuals and 1832 individuals. During the nesting period the maximum number of individuals registered during the second week of June (1304 individuals) and declining until the end of June as in 2006. Between July and August, numbers are also stable and range between (707 and 1139 individuals). Statistical analysis of the weekly variation in the number of the breeding population between the two years of study showed no significant difference ($t = 0.320, df = 42, p = 0.751 > 0.05$). Comparisons between the numbers of males and females do

not show as significant differences either in 2006 ($t = 0.909, df = 42, p = 0.368 > 0.05$) or in 2007 ($t = 1.484, df = 42, p = 0.145 > 0.05$). Females with broods and chicks make their apparitions in the 2nd week of June 2007 and the 3rd week of June in 2006. Most of the ducks are observed between the 2nd week of July and the 3rd week of August for the two years, with peaks of 284 chicks in 2006 and 187 chicks in 2007. The number decreases significantly towards the end of August in both years (see Figure 3) and which corresponds to the time of flight of chicks which is 60 days (Cramp & Simons, 1977)

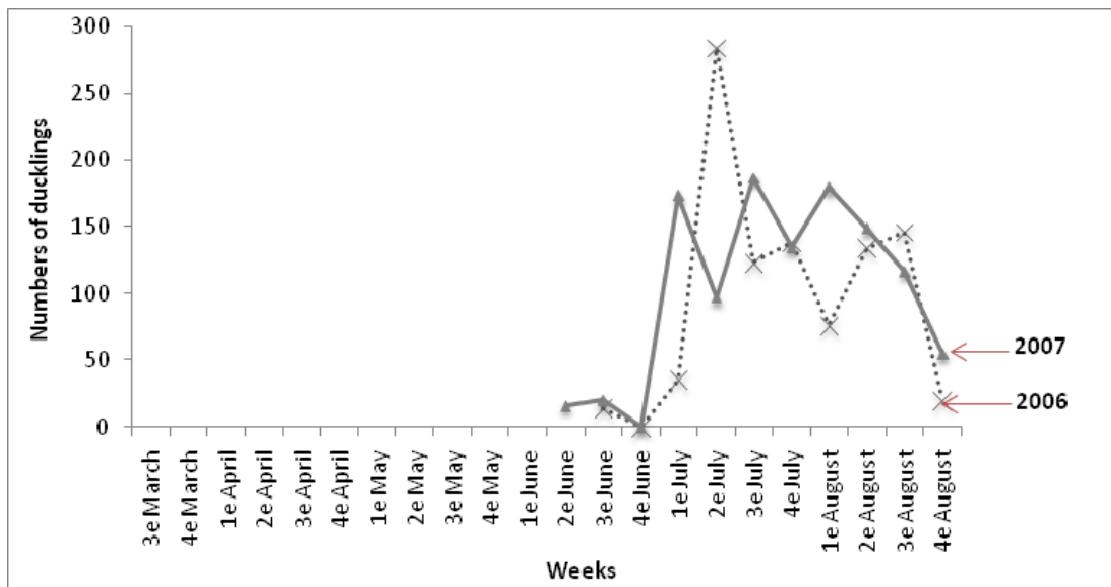
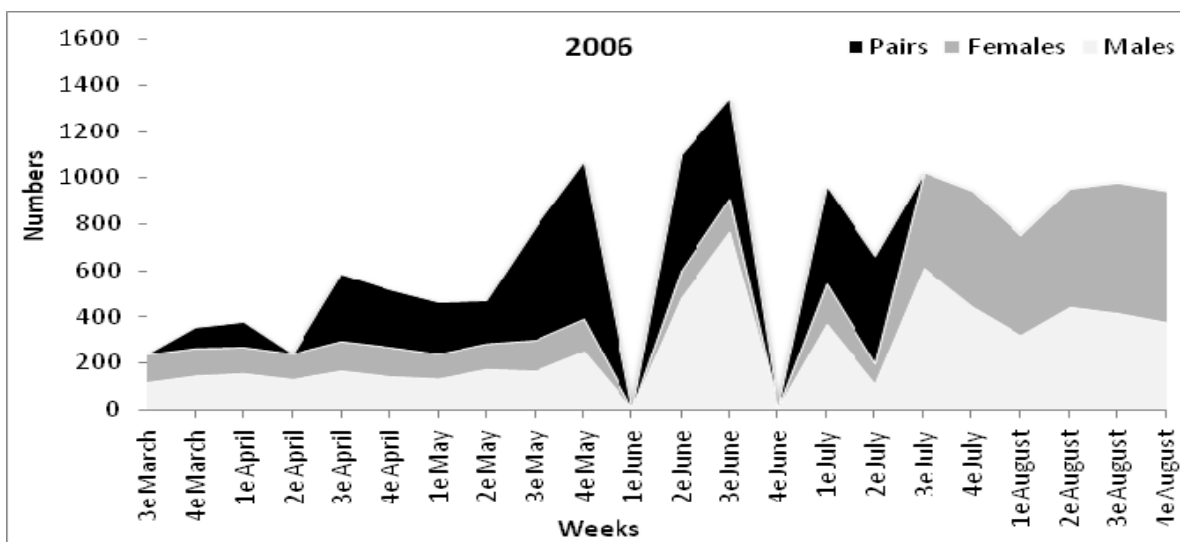


Fig 3: Weekly and monthly evolution of the chicks of the Ferruginous duck (*Aythya nyroca*) at Lac Tonga (2006-2007)

3.2 Evolution of the number of pairs of Ferruginous Duck for 2006 and 2007

In 2006, couples are formed from the third week of March, and the number increases to 225 individuals at the beginning of May. Towards the end of May, there is a significant increase with a peak of 680 couples. The number remains 500

couples to the third week of July. After, couples approach their separation. In 2007, we are also seeing a steady increase from the fourth week of March to also reach a peak of 680 couples by the end of May, and then the number is steadily decreasing for the couples also separate at the end of the month of July.



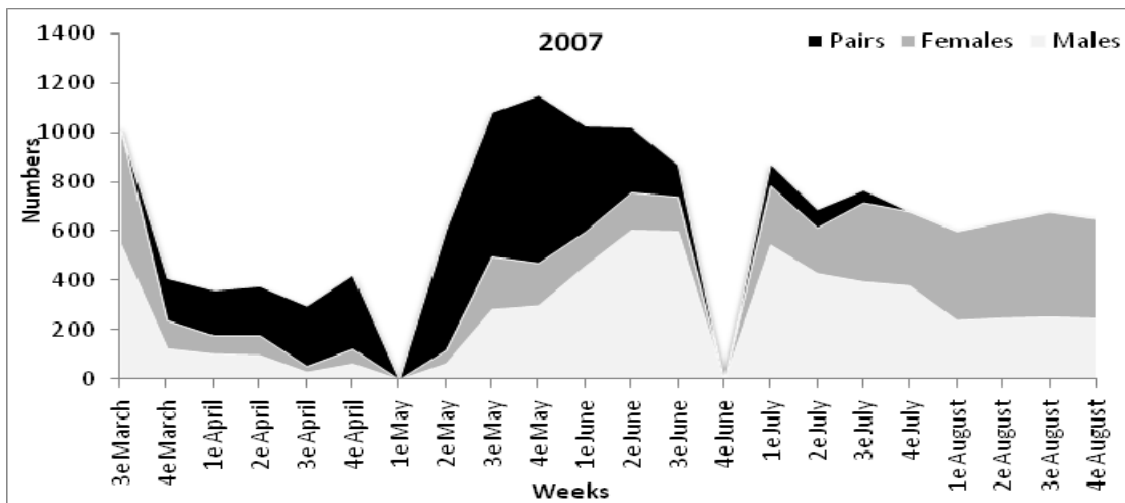


Fig 4: Weekly and monthly evolution pairs of Ferruginous duck at Lac Tonga (2006-2007)

Statistical analysis of the number of pairs in the two years 2006 and 2007 shows no significant difference ($t = 0.178$, $df = 42$, $p = 0.860 > 0.05$).

3.3 Sex ratio

The weekly and monthly change in the sex ratio of the Ferruginous duck in 2006 shows values biased in favor male from March to late May (1.76M : 1F). In June the values increase considerably to reach (5.28M: 1F) in the third week.

Then there is a decrease in the sex ratio until the inversion of values from the end of July (0.88M: 1F) to the end of August (0.66M: 1F). The same variation in sex ratio is recorded in 2007 with slightly lower values. The evolution of the sex ratio of the Ferruginous duck shows values biased in favor of males that increase from March to May to reach the value of (1.7M: 1F). In June the values also increase to a maximum of (4.29M: 1F) in the third week. Then there is a decrease in the sex ratio and a reversal in early August (0.67M: 1F) until the end.

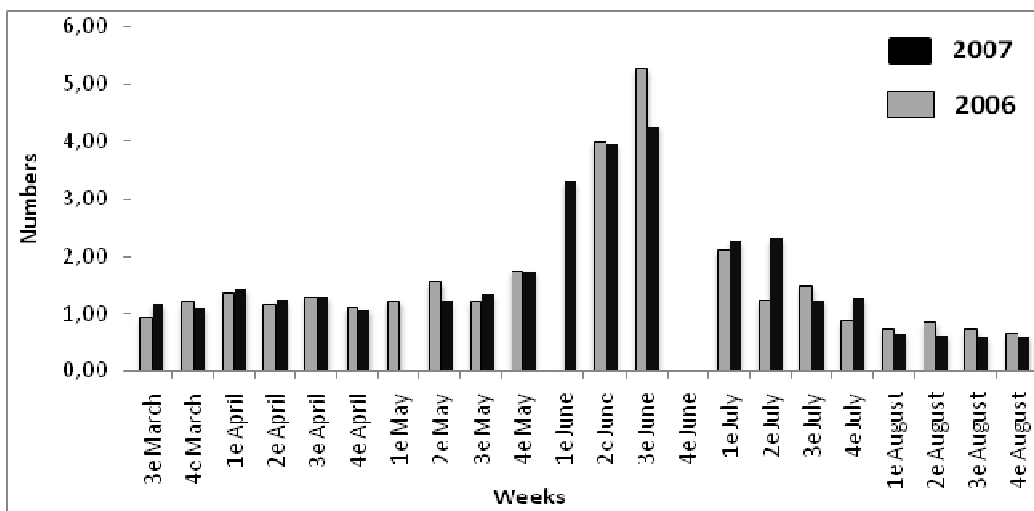


Fig 5: Weekly and monthly evolution of sex ratio of Ferruginous duck at Lac Tonga (2006-2007)

Statistical analysis of the weekly change in the sex ratio between the two years of study showed no significant difference ($t = -0.287$, $df = 38$, $p = 0.776 > 0.05$).

4. Discussion

Besides the breeding season, the numbers of ferruginous duck during the wintering season remain very low with values of 27 and 31 individuals for the years 2006 and 2007 [18]. So, Lake Tonga remains a nesting site of choice for the Ferruginous duck. the annual monitoring of ferruginous duck populations [10] report that the arrival of the ferruginous duck to Tonga lake starts very early in the season, between mid-February and early March where pairs have already formed. In our case, the first arrivals were recorded during the third week of March for two years of study (2006 and 2007). Comparing our results with those of Boumezbeur [10] where in

June of 1991 knows the biggest arrivals Ferruginous Duck with a peak of 1494 individuals; we find that for the two successive years of the study (2006 and 2007), we always assist to the arrival of the largest numbers of ferruginous duck during the month of June with respective values 1800 and 1831 individuals.

The estimation of the sex ratio is an approximate value to the extent that the differentiation between males and females in ferruginous duck is not always easy especially as the viewing distances are large. Boumezbeur [10], reports that changes in the sex ratio are recognized throughout the breeding season but especially during the nesting period. An imbalance in favor of males is observed following the disappearance of the female during periods of reproduction and incubation. An imbalance is reports this time in favor of females when number of males decrease from the late July 2006 and early

August 2007. Analysis of ringing recoveries has shown that males of most ducks leave the breeding areas soon after their mates have begun to incubate their eggs and start the journey to the wintering ground. Females rearing young lag behind them but by midwinter have over-flown males to locations, on average, further south^[19].

The species is fully protected in Algeria, especially in the National Park of El Kala. Illegal Hunting is serious threat to the species in the entire region. Some are shot on passage in the autumn and on the wintering grounds. Illegal hunting also persists in most wetlands. Actually, one of the highest priorities for this species is to establish systematic annual monitoring of populations to more accurately assess real trends.

5. Acknowledgement

I dedicated this work to the memory of the person who proposed me this theme and who always supported me in my professional and scientific career, the late Mr. Chabi yacine who spent all his life in the service of ornithology and conservation of the nature.

6. References

1. Heim De Balsac H and Mayaud N. Les oiseaux du Nord-Ouest de l'Afrique. Lechevalier, Paris, 1962.
2. Callaghan DA. Ferruginous Duck (*Aythya nyroca*) (Compiler). In: Schäffer, N & Gallo-Orsi, U. (eds.) European Union action plans for eight priority bird species: Bittern (*Botaurus stellaris*), Ferruginous Duck (*Aythya nyroca*), Steller's Eider (*Polysticta stelleri*), Lammergeier (*Gypaetus barbatus*), Greater Spotted Eagle (*Aquila clanga*), Lesser Spotted Eagle (*Aquila pomarina*), Bonelli's Eagle (*Hieraaetus fasciatus*), Little Bustard (*Tetrax tetrax*). Office for official publications of the European Communities, Luxembourg, 1999.
3. Vinicombe KE. Identification of Ferruginous Duck and its status in Britain and Ireland. *British Birds*. 2000; 93:4-21.
4. Green AJ, El Hamzaoui M. The status and biology threatened waterfowl in Morocco. *TWSG News*. 1998; 11:25-27.
5. Green AJ, Fox AD, Hughes B, Hilton G. Time-activity budgets and site selection of White-headed Ducks (*Oxyura leucocephala*) at Burdur Lake, Turkey in late winter. *Bird Study*. 1999; 46:62-73.
6. Green AJ, El Hamzaoui M, El Agbani MA, Franchimont J. The conservation status of Moroccan wetlands with particular reference to waterbirds and to changes since 1978. *Biological Conservation*. 2002; 104:71-82.
7. Green AJ, Hamzaoui EM. Diurnal behaviour and habitat use of non-breeding Marbled teal, *Marmaronetta angustirostris*. *Can. J Zool*. 2000; 78:2112-2118.
8. Green AJ, El Hamzaoui M. Interspecific associations in habitat use between marbled teal and other waterbirds wintering at Sidi Bou Ghaba, Morocco. *Ardeola*. 2006; 53(1):99-106.
9. Robinson JA, Hughes B. The global status and distribution of the Ferruginous Duck. In *Ferruginous Duck: From Research to Conservation*; International Meeting Proceedings. Conservation 2002, 6.
10. Boumezbour A. Ecologie et biologie de la reproduction de l'Érismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) et du Fuligule nyroca (*Fuligula nyroca*) sur le lac Tonga et le lac des oiseaux. Thèse de doctorat. Université de Montpellier, 1993.
11. Isenmann P, Moali A. Oiseaux d'Algérie – Birds of Algeria. Société d'Études ornithologiques de France, Paris, 2000.
12. Houhamdi M, Samraoui B. Diurnal and nocturnal behaviour of ferruginous duck *Aythya nyroca* at Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Ardeola*. 2008; 55:59-69.
13. Aissaoui R, Houhamdi M, Samraoui B. 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*. 2009; 28(1):47-59.
14. Matallaoui S. Ecologie de l'avifaune aquatique hivernante dans Garaet Hadj-Tahar (Numidie occidentale), Nord-est de l'Algérie. Thèse de doctorat. Université d'Annaba, 2010, 170.
15. Birdlife International. Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. Cambridge, UK: BirdLife International. (BirdLife Conservation). 2004; 12:374.
16. Samraoui B, De Belair G. Les zones humides de la Numidie orientale: Bilan des connaissances et perspectives de gestion. Synthèse. 1998; 4:90.
17. Bakaria F, Benyacoub S, Gauthier-Clerc M, Bañbura J. Long-term changes in the size, structure and location of Whiskered tern *Chlidonias hybrida* (P.) nests in deteriorating environmental conditions of a north african lake. *Polish journal of ecology*. 2009; 57(4):749-749.
18. Lazli A. Contribution à la connaissance de l'écologie et de la biologie de reproduction de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* et du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au Lac Tonga. Thèse de Doctorat. Université A. Mira, Béjaia, Algérie, 136.
19. Perdeck A, Cand Clason C. Sexual differences in migration and wintering of ducks ringed in the Netherlands. *Wildfowl*. 1983; 34:137-43.