



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 EN VUE DE L'OBTENTION D'UN DIPLOME DE DOCTORAT

Spécialité : Ecologie animale

Intitulé

**Le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) dans le lac Tonga
(Nord-est de l'Algérie) :**

**Etude du budget temps, stratégie d'hivernage et étude de
l'écologie parasitaire**

Présentée par :

Mr. DRAIDI Khalil

Membres de jury :

Pr HOUHAMDI Moussa	(Université de Guelma)	(Président)
Pr. BOUSLAMA Zihad	(Université d'Annaba)	(Directrice de thèse)
Pr. BENSOUILAH Mourad	(Université Annaba)	(Examinateur)
Pr. OUALI Kheirredine	(Université Annaba)	(Examinateur)
Pr.SI BACHIR Abdelkrim	(Université de Batna)	(Examinateur)
Dr. MAAZI Cherif (M.C.A)	(Université de Souk Ahras)	(Examinateur)

Année 2013-2014

REMERCIEMENTS

*Mes remerciements s'adressent en premier lieu à « الله », qui m'a donné le courage, la force et la patience pour mener à terme ce travail de recherche qui a été mené dans le Laboratoire « **Ecologie des Systèmes Terrestres et Aquatiques** » Département de Biologie*

Cette étude est le fruit d'un effort conjugué de nombreuses personnes qui ont intervenus à un moment ou un autre pour apporter une aide technique, un conseil, une orientation ou simplement un encouragement. Sans eux, ce mémoire n'aurait jamais pu être conduit convenablement. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma très profonde reconnaissance.

*Mes respectueux remerciements vont tout d'abord à Monsieur **HOUHAMDI M** (Professeur à l'Université de Guelma) qui m'a fait l'honneur de présider ce jury. Je le remercie également pour son aide et ses précieux conseils.*

*Mes plus vifs remerciements et ma profonde gratitude vont bien évidemment à ma directrice de thèse, Mme. **BOUSLAMA Z** (Professeur et directrice du laboratoire « **Ecologie des Systèmes Terrestres et Aquatique** », Université Badji-Mokhtar) pour ses précieux conseils. Elle a suivi sans relâche et avec beaucoup d'intérêt le déroulement de ce travail. C'est donc le fruit de ses encouragements, de sa confiance entière, de sa sympathie, de sa rigueur scientifique, de sa patience et de son soutien moral. J'ai beaucoup appris d'elle tout le long de ce travail. Ses orientations, ses remarques avisées et sa très grande ouverture d'esprit ont été primordiaux pour mener ce travail dans un climat chaleureux.*

*Je remercie également Monsieur **BENSOULEH M** (Professeur et directeur du laboratoire **EMAL**, Université d'Annaba) qui a bien voulu accepter de faire partie de ce jury en qualité d'examineur. Depuis le début, il n'a cessé d'accorder à cette étude l'intérêt nécessaire et qui m'a accueilli dans son laboratoire durant toute la durée de réalisation de cette thèse. Ses orientations, ses conseils et ses remarques pertinentes m'ont énormément servi durant toute la phase pratique de cette investigation. Qu'il trouve ici tout mon respect et ma profonde reconnaissance.*

*Je remercie également Messieurs le Professeur **SI BACHIR Abdelkrim** de l'Université de Batna, **Dr. MAAZI Cherif** Maître de Conférences de l'Université de Souk Ahras et le Professeur **OUALI Kheirredine** de l'Université de Annaba d'avoir accepté de faire partie de ce jury de thèse.*

*Il serait impardonnable d'oublier tous ceux qui, à des degrés divers, qui m'ont encouragé et soutenu durant la période de réalisation de ce travail, notamment **Imed, Raouf, Hana, Badis, Farah, Meriem, Mira, Rida, Adnen** et tous les Ecostaquiens. Parce qu'ils sont certainement nombreux tous ceux qui ont apporté pour moi une aide, sous quelque forme que ce soit, je ne pourrais tous les citer, mais que chacun soit assuré de toute ma gratitude.*

Je ne pourrais terminer sans exprimer ma profonde reconnaissance à ceux qui se sont montrés toujours disponibles pour ma famille, surtout mes parents et mes soeurs, lorsque j'en avais vraiment besoin. Ils se reconnaîtront certainement et je leur adresse en cette occasion mes sincères remerciements.

RESUME

L'étude a porté sur un modèle aviaire protégé le Fuligule nyroca « *Aythya nyroca* », au niveau d'un site classé Ramsar : « Le lac Tonga » durant une période s'étalant sur trois années (de Janvier 2010 jusqu'à Mai 2013). Le suivi des effectifs de notre modèle a montré que l'espèce (connu par son statut sédentaire nicheur) présente une fluctuation saisonnière. En effet, au cours de la période de reproduction les effectifs sont plus importants et se concentrent préférentiellement dans la partie ouest du lac.

L'étude des rythmes d'activités diurnes a dévoilé que les individus consacrent la plupart de leur temps journalier au sommeil. Cette activité représente (33,62%) du budget temps suivi par la nage (29,19%) et l'alimentation (24,63%), les autres activités sont des activités secondaires ne dépassant pas le 10% dans la plus part des temps.

Les résultats de comportement alimentaire montrent que l'alimentation de plongée représente l'activité majoritaire 45,61%, suivie respectivement par l'alimentation de bec de cou et tête et bec et tête (19,86%, 14,53% et 13,98%,). L'alimentation de bascule reste une activité minimale ne représentant que 5,99%.

La caractérisation de l'habitat montre que les secteurs fréquentés par notre modèle aviaire sont généralement caractérisés par une profondeur moyenne variant entre $70 \pm 37,41$ cm et $130 \pm 16,32$ cm. Nous avons constaté que la formation végétale est dominée par le Scirpe et le Typha accompagnées par le Phragmite, l'Iris et le Nénuphar avec une hauteur maximale de 148,33 cm. Les espèces animales voisines sont généralement toutes des Anatidés et des Rallidés représentées par la foulque macroule.

L'étude effectuée sur le parasitisme chez notre modèle aviaire révèle une charge parasitaire largement élevée variable selon la saison.

De par tous ces résultats, notre modèle aviaire, le Fuligule nyroca, pourrait être considéré comme une espèce dite généraliste vis à vis des exigences écologiques.

Mots clés : Fuligule nyroca - *Aythya nyroca* - Ramsar – Dénombrements - Activités diurnes – Reproduction - zone humide - Lac Tonga - Algérie

SUMMARY

Our study is focused on a protected avian model Ferruginous Duck "*Aythya Ferruginous*" at a listed Ramsar «Lake Tonga »during three years (from January 2010 to May 2013). Tracking numbers of our model showed that the species (known by its sedentary breeding status) has a seasonal fluctuation. Indeed, during the breeding season the most important and effective are preferentially concentrated in the western part of the lake.

The study of diurnal rhythms of activity revealed that Ducks spend most of their daily time sleeping. This activity is (33.62 %) followed by budget time swimming (29.19 %) and food (24.63%), other activities are secondary activities not exceeding 10% in most firewall time.

The results of feeding behavior shows that power is the controlling activity plunged 45.61 %, followed respectively by the power nozzle neck and head and beak and head (19.86%, 14.53% and 13, 98 %). Power tilt remains minimal activity representing only 5.99%.

The habitat characterization shows that areas frequented by our avian model are generally characterized by an average depth between 70 cm and $130 \pm 37.41 \pm 16.32$ cm. We found that the vegetation is dominated by Bulrush and Cattail accompanied by Phragmites , Iris and lily with a maximum height of 148.33 cm. Neighboring species are generally all Anatidae and Rallidae represented by the coot ,

The study of parasitism in our avian model reveals a high parasite load widely variable depending on the season.

By these results, our avian model, Ferruginous Duck, could be considered as general overlooked species against the ecological requirements.

Keywords: Ferruginous Duck - *Aythya Ferruginous* – Ramsar - Counts - Daytime activities- Reproduction - wetland - Lake Tonga - Algeria.

الملخص

الدراسة أجريت في بحيرة طونغا خلال الفترة الممتدة بين جانفي 2012 حتى ماي 2013 حيث اظهر رصد اعداد البطة الحديدية ان هذا الصنف يعرف بمركزه كمقيم ومعشش هذه الافراد تتغير من موسم الى اخر حيث ان اعداد البطة الحديدية تتزايد في فترة التكاثر وتتركز معضمه في الجهة الجنوبية من البحيرة

اثبتت دراسة ايقاع النشاطات اليومية للبطة الحديدية ان الافراد يقدونة معضمة وقت النهار في النوم بنسبة 33,62% من ميزانية الوجة يتبع بسباحة 29,19% و التغذية 24,63% النشاطات الاخرة تعتبر نشاطات ثناوية حيث لا تتجاوز حاجز 10% في غالب الوقت

نتائج السلوك الغدائي يبين ان الغداء بستعمال الغوص يمثل النشاط الرئيسي بنسبة 45,61% يتبع بالغداء بستعمال المنقار 19,86% وبستعمال المنقار والعنق 14,53% تم يليه الغداء بستعمال المنقار و راس اما الغداء بواسطة التارجح يبقى 5,99% نشاط طعيل لا يمثل الا

في ما يمثل خصائص للبيئة لمحيطه التاءج تبين ان لطائر يتواجد غالبا في المناطق التي تتميز بمتوسط عمق 70 $\pm$ 37,41 و بغطاء نباتي يثراوح ارتفاع الاقصى الى 148,33سم اما الحيوانات المجاورة لها غالبا كل البط ال جانب طائر الغ

في ما يخص الدراسة التي اجرية على لثطفل عند طاءرنا فاعن النتائج اثبتت ان عدد الطفيليات مرتفع جدا و ان هناك تغير موسمي في عدد الطفيليات الخارجية التي تتواجد على جسم الطاء

الكلمات الرئيسية

الأراضي الرطبة- الجزائر ، رامسار ، والأنشطة النهار -بحيرة تونغا البط- التكاثر

Sommaire

INTRODUCTION

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉ

1.	Zone d'étude	07
1.1.	Présentation du Parc National d'El Kala	07
1.2.	Caractéristique climatique	08
1.3.	Ecosystème forestier	10
1.4.	Ecosystème marin et dunaire	12
1.5.	Ecosystème lacustre	12
1.6.	Les principaux habitats de la région	13
1.6.1.	Les pelouses et terrains agricoles	14
1.6.2.	Le milieu marin	14
1.6.3.	Le maquis à strate arborée dense	14
1.6.4.	La subéraie avec sous-bois	15
1.6.5.	L'habitat aquatique terrestre	15
1.6.6.	Le maquis haut	15
1.6.7.	Le bocage	16
1.6.8.	L'eucalyptaie	16
1.6.9.	Le maquis à strate arborée claire	16
1.6.10.	Le maquis moyen	17
1.6.11.	Les zones urbaines denses	17
1.6.12.	La Pineraie à Pin d'Alep et Pin maritime	17
1.6.13.	La Zeenaie	17
1.6.14.	Les zones à urbanisations dispersée	18
1.6.15.	Le maquis bas	18
1.6.16.	Les zones rocheuses littorales et terrestres	19
1.6.17.	Les scirpaies	19
1.6.18.	Les ripisylves et aulnaies	19
1.6.19.	Les zones rocailleuses	19
1.6.20.	Les oueds à <i>Nerium oleander</i>	20
1.6.21.	La subéraie sans sous-bois	20
1.7.	La flore du PNEK	20
1.8.	La faune de PNEK	22
1.8.1.	Les groupes des Mammifères	22
1.8.2.	Diversité aviaire de la région	23
2.	Site d'étude	29
2.1.	Présentation générale de lac Tonga	29
2.2.	Situation géographique	30
2.3.	Situation administrative	30
2.4.	Caractéristiques physique	31
2.4.1	Géologie	31
2.4.2.	Pédologie	33
2.4.3.	Dimensions	35
2.4.4.	Bathymétrie	35
2.4.5.	Volume	36

2.5.	Caractéristiques écologiques	37
2.5.1.	La flore du lac Tonga	37
2.5.1.1.	La végétation des forêts	37
2.5.1.2.	La végétation périphérique du Lac	38
2.5.1.3.	La végétation aquatique du lac	38
2.5.2.	La biodiversité faunistique	39
2.5.2.1.	L'avifaune aquatique.	40
2.5.2.2.	Les Mammifères	41
2.5.2.3.	L'entomofaune	42
2.5.2.4.	L'herpétofaune et les amphibiens	42
1.5.2.5.	L'ichtyofaune	42
3.	Modèle biologique	42
3.1.	Biologie de l'espèce	42
3.1.1.	Systématique	42
3.1.2.	Caractéristiques biométriques	43
3.1.3.	Description générale	43
3.1.4.	Mâle	43
3.1.5.	Femelle	44
3.1.6.	Juvenile	44
3.2.	Ecologie de l'espèce	45
3.2.1.	Habitat et comportement	45
3.2.2.	Reproduction	45
3.2.3.	Alimentation	45
3.2.4.	Migration	46
3.2.5.	La Population mondiale	46
3.2.6.	Distribution mondiale	47
3.2.7.	Répartition en Algérie.	50
3.2.8.	Le déclin mondial	51
3.2.9.	Les menaces	52

CHAPITRE II : ETUDE DU RYTHME D'ACTIVITÉ

Introduction

1.	Méthodologie de travail	55
1.1.	Le dénombrement	55
1.2.	Le budget temps	55
1.3.	Le grégarisme	56
1.4.	Analyse statistique	56
2.	Résultats et Discussion	57
2.1.	Evolution journalier des activités	57
2.1.1.	Bilan journalier des activités durant la période hivernal	57
2.1.2.	Bilan journalier des activités durant la saison de reproduction	59
2.1.3.	Bilan journalier des activités durant la période après reproduction	61
2.2.	Analyse Statistique Multivariée	63
2.3.	Le grégarisme	64
2.3.1.	La taille de groupe	64
2.3.1.	Le bilan total de de groupementdes individus	65
2.3.3.	Evolution annuelle de l'organisation sociale des individus	65
2.2.4.	Le regroupement des individus dans chaque activité	67
Conclusion		69

CHAPITRE III : ETUDE DU COMPORTEMENT ALIMENTAIRE

Introduction

1.	Méthodologie du travail	71
1.1.	Le comportement alimentaire	71
1.2.	L'intensité alimentaire	72
1.3.	Analyse statistique	72
2.	Résultats et Discussion	73
2.1.	Le budget alimentaire	73
2.1.1.	Le budget temps des rythmes d'activités	73
2.1.2.	Evolution annuelle de l'activité d'alimentation	74
2.1.3.	Le budget temps alimentaire	75
2.1.4.	Evolution annuelle des activités alimentaire	76
2.1.5.	Le Bilan saisonier de budget alimentaire	77
2.1.6.	Evolution journalier des activités d'alimentation	78
2.1.7.	Evolution journalière durant la saison hivernale	81
2.1.8.	Evolution journalière durant la saison estivale	84
2.1.9.	Analyse Statistique Multivariée	87
2.2.	Relation entre type d'alimentation et l'effectif des canards	88
2.3.	L'intensité alimentaire	90
2.3.1.	L'intensité alimentaire de chaque activité	90
2.2.2.	La phase alimentaire et la phase respiratoire selon les comportements	91
2.2.3.	L'intensité alimentaire des activités durant la période hivernal	91
	Conclusion	96

CHAPITRE VI : ETUDE DE LA STRATÉGIE D'HIVERNAGE

Introduction

1.	Méthodologie	100
2.	Résultats et Discussion	102
2.1.	Dénombrement	102
2.1.1.	Evolution des effectifs du Fuligule nyroca	102
2.1.2.	Evolution spatio-temporelle des effectifs	103
2.2.	Caractérisation de l'habitat	104
2.2.1.	Répartition des effectifs en fonction de la végétation	105
2.2.2.	Répartition des effectifs en fonction de la fréquentation humaine	106
2.2.3.	Distance individus- berge	107
2.2.4.	Distance individus-berge dans chaque site	108
2.2.5.	Associations nyroca autres espèces	109
2.3.	Budget temps	110
2.3.1.	Le bilan total des activités	110
2.3.2.	Evolution des activités	111
2.3.3.	Répartition des activités en fonction de végétation	113
2.3.4.	Distance entre activité des individus et la berge	114
2.3.5.	Relation entre les activités et les paramètres météorologique	115
2.4.	Comportement alimentaire	116
2.4.1.	Le bilan total des activités	116
2.4.2.	Evolution des activités alimentaire	117
2.4.3.	Evolution des activités alimentaire en fonction de la végétation	120
2.4.4.	Pourcentage d'alimentation en fonction de type de végétation	121

Conclusion	122
-------------------	------------

CHAPITRE V : ECOLOGIE PARASITAIRE

Introduction

1. Méthodologie de travail	125
1.1. Les parasites	125
1.2. Les ectoparasites	125
1.2.1. Les Mites	125
1.2.2. Les Poux	125
1.2.3. Les Sangsues	126
1.2.4. Les Tiques	126
1.2.5. Les Puces	126
1.3. Collecte des individus	127
1.4. Mesures morphométriques	127
1.5. Collecte et quantification des ectoparasites	127
1.6. Prélèvement	128
1.7. Caractérisation taxonomique des peuplements d'ectoparasites	128
1.8. Indices parasitaires	128
1.8.1. La prévalence (P)	129
1.8.2. L'abondance (A)	129
1.8.3. Intensité parasitaire moyenne (I)	129
1.9. Analyses statistiques	129
2. Resultats et Discussion	129
2.1. Paramètres morphométriques	129
2.2. Variation pondérales saisonnière du Fuligule nyroca	130
2.3. Parasitisme	131
2.3.1. Caractérisation Taxonomique des ectoparasites	131
2.3.1.1. Richesse Taxonomique	133
2.3.1.2. Abondance	132
2.3.2. Les indices parasitaires	134
2.3.3. Typologie parasitaire	135
2.3.4. Dynamique des peuplements parasitaires	136
2.3.5. Relation Hôte- parasite	138
Conclusion	139

CONCLUSION GÉNÉRALE	140
----------------------------	------------

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	144
------------------------------------	------------

ANNEXES

PUBLICATION

Liste des Figures

N°	Titre	Page
01	<i>Carte de localisation du Parc National d'El-Kala (Benyacoub et al., 1998)</i>	08
02	<i>Climagramme d'Emberger (1955)</i>	08
03	<i>Diagramme ombrothermique de Gaussen pour la période (1996-2007).</i>	10
04	<i>Carte de la couverture végétale de la wilaya d'El Taref (Bentouili, 2007)</i>	11
05	Proportion des différentes essences forestières du P.N.E.K (B.N.E.F, 1984). Ecosystème marin et dunaire	11
06	<i>Proportion des différents types d'habitat dans la région (Benyacoub et al., 2007).</i>	13
07	<i>Situation géographique du Lac Tonga</i>	29
08	<i>Carte géologique du bassin versant du lac Tonga (LANDSCAP AMENAGEMENT, 1998)</i>	32
09	<i>Carte Pédologique montrant différent types du sol du lac Tonga (LANDSCAP AMENAGEMENT, 1998)</i>	34
10	<i>Carte générale et Bathymétrie du lac Tonga (Plan de gestion de P.N.E.K. 2005).</i>	35
11	<i>Carte du réseau hydrographique de la région d'étude (LANDSCAP AMENAGEMENT, 1998)</i>	36
12	<i>Photo représentant un mâle de Fuligule nyroca Aythya nyroca</i>	43
13	<i>Photo représentant une femelle de Fuligule nyroca Aythya nyroca</i>	44
14	<i>Répartition mondiale du Fuligule nyroca (IUCN 2012)</i>	48
15	<i>Défirent activité du Fuligule nyroca</i>	55
16	<i>Bilan journalier de chaque activité durant la saison hivernal</i>	57
17	<i>Bilan journalier de chaque activité durant la saison de reproduction</i>	59
18	<i>Bilan journalier de chaque activité durant la période après reproduction</i>	61
19	<i>Plan factoriel 1x 3 de l'AFC des rythmes des activités diurnes Axes d'inertie.</i>	63
20	<i>Le bilan Total de groupement des individus.</i>	65
21	<i>Evolution annuelle de l'organisation sociale des individus.</i>	66
22	<i>Le regroupement des individus dans chaque activité.</i>	67
23	<i>Dessins des différents types d'alimentation</i>	72
24	<i>Le budget temps des rythmes activités diurne du Fuligule nyroca</i>	73
25	<i>Evolution annuelle de l'activité de l'alimentation</i>	74
26	<i>Bilan annuelle de budget alimentaire du Fuligule nyroca</i>	75
27	<i>Evolution annuelle de budget alimentaire du Fuligule nyroca</i>	76
28	<i>Bilan saisonnière de buget alimentaire de Fuligule nyroca (A) saison hivernale et (B) saison estivale</i>	77
29	<i>Evolution journalier de l'alimentation par plongent</i>	78
30	<i>Evolution journalier de l'alimentation de bascule</i>	79
31	<i>Evolution journalier de l'alimentation cou et tête</i>	79
32	<i>Evolution journalier de l'alimentation de bec et tête</i>	80
33	<i>Evolution journalière de l'alimentation de bec</i>	81
34	<i>Evolution journalier de l'alimentation de plonge</i>	81
35	<i>Evolution journalier de l'alimentation de bascule</i>	82
36	<i>Evolution journalier de l'alimentation de cou et tête</i>	82
37	<i>Evolution journalier de l'alimentation de bec et tête</i>	83
38	<i>Evolution journalier de l'alimentation de bec</i>	83
39	<i>Evolution journalier de l'alimentation de plonge</i>	84
40	<i>Evolution journalier de l'alimentation de bascule</i>	84
41	<i>Evolution journalier de l'alimentation de cou et tête</i>	85

42	<i>Evolution journalier de l'alimentation de bec et tête</i>	85
43	<i>Evolution journalier de l'alimentation de bec</i>	86
44	<i>Plan factoriel 1x4 de l'AFC des rythmes des activités diurnes Axes d'inertie</i>	87
45	<i>Evolution des activités alimentaire en fonction de l'effectif des canard</i>	89
46	<i>Durée de la phase alimentaire et de la phase respiratoire selon les comportements</i>	91
47	<i>Durée de la phase alimentaire et de la phase respiratoire dans le comportement de plonge selon les différents périodes de la saison</i>	92
48	<i>Durée de la phase alimentaire et de la phase respiratoire dans le comportement de bascule selon les différents périodes de la saison</i>	93
49	<i>Durée de la phase alimentaire et de la phase respiratoire dans le comportement de cou et tête selon les différents périodes de la saison</i>	94
50	<i>Durée de la phase alimentaire et de la phase respiratoire dans le comportement de bec et tête selon les différents périodes de la saison</i>	95
51	<i>Durée de la phase alimentaire et de la phase respiratoire dans le comportement de bec selon les différents périodes de la saison</i>	96
52	<i>Carte géographique du lac Tonga mentionnant les différents points d'observation</i>	101
53	<i>Evolution des effectifs du Fuligule nyroca durant notre période d'étude</i>	102
54	<i>Evolution spatio-temporelle du Fuligule nyroca dans le lac Tonga (8 point d'observation) durant l'hiver 2013</i>	103
55	<i>Photos des deux secteurs défient selon la densité de la végétation</i>	105
56	<i>Répartition des effectifs du Fuligule nyroca en fonction de la végétation</i>	106
57	<i>Répartition des effectifs du Fuligule nyroca dans les trois sites</i>	106
58	<i>Distance des individus par rapporte à la berge.</i>	107
59	<i>Distance individus-berge dans chaque site.</i>	108
60	<i>Pourcentage d'associations nyroca avec d'autres espèces dans les différents points d'observation.</i>	109
61	<i>Bilan total du budget temps durant la période d'étude</i>	110
62	<i>Evolution des activités au cours de notre période d'étude</i>	111
63	<i>Les activités du Fuligule nyroca en fonction de la végétation</i>	113
64	<i>Distance entre l'activité des individus et la berge</i>	114
65	<i>Bilan total de budget alimentaire durant la période d'étude</i>	116
66	<i>Evolution de l'alimentation de plonge ou cour de la période hivernal</i>	117
67	<i>Evolution de l'alimentation de bascule ou cour de la période hivernal</i>	117
68	<i>Evolution de l'alimentation de cou et tête ou cour de la période hivernal</i>	118
69	<i>Evolution de l'alimentation de bec et tête ou cour de la période hivernal</i>	118
70	<i>Evolution de l'alimentation de bec ou cours de la période hivernal</i>	119
71	<i>pourcentage de chaque type d'alimentation dans chaque milieu</i>	120
72	<i>Pourcentage d'alimentation en fonction de type de végétation</i>	121
73	<i>Plumes à ectoparasite (cliché : Draid khalil.laboratoire Ecostaq)</i>	128
74	<i>Suivi du poids du Fuligule nyroca en fonction des saisons (n = 10)</i>	130
75	<i>Photos des Différent groupes d'ectoparasites (Cliché : Draid khalil.laboratoire Ecostaq Grossissement 10x4).</i>	131
76	<i>Proportions des différents groupes d'ectoparasites chez le Fuligule nyroca(n = 10)</i>	132
77	<i>Distribution des parasites dans les différentes parties du corps (n= 10)</i>	135
78	<i>Photos montrant la charge parasitaire (Cliché : Draid khalil.laboratoire Ecostaq)</i>	136
79	<i>Suivi de la dynamique du peuplement parasitaire</i>	136

Liste des Tableaux

N°	Titre	Page
01	<i>Données Météorologiques de la région pour la période (1995 – 2012).</i>	09
02	<i>Richesse spécifique des dix familles les mieux représentées au PNEK</i>	21
03	<i>Composition du peuplement de Mammifères du Parc National d'El-Kala.</i>	22
04	<i>Composition taxonomique et statut du peuplement avien de la région d'Annaba – El-Kala</i>	24
05	<i>Dégré de rareté des espèces aquatiques</i>	39
06	<i>Liste des oiseaux protégés du Bassin versant du Tonga</i>	41
07	<i>Distribution géographique du Fuligule Nyroca Aythya nyroca durant un cycle annuel</i>	49
08	<i>Statut de Fuligule nyroca selon les années</i>	52
09	<i>La taille de groupe des individus chez le Fuligule nyroca.</i>	64
10	<i>la taille maximale de groupe d'individus dans chaque période d'étude</i>	64
11	<i>Corrélation entre les Anatidés qui fréquente le milieu et les type d'alimentation</i>	88
12	<i>Intensité alimentaire chez le Fuligule nyroca selon les comportements</i>	90
13	<i>Intensité alimentaire de comportement de « plonge » dans les différents périodes de la saison hivernale (A : phase alimentaire ; IA : Intensité alimentaire).</i>	91
14	<i>Intensité alimentaire de comportement de « bascule » dans les différents périodes de la saison hivernale (A : phase alimentaire ; IA : Intensité alimentaire).</i>	92
15	<i>Intensité alimentaire de comportement de « cou et tête » dans les différents périodes de la saison hivernale (A : phase alimentaire ; IA : Intensité alimentaire).</i>	93
16	<i>Intensité alimentaire de comportement de « bec et tête » dans les différents périodes de la saison hivernale (A : phase alimentaire ; IA : Intensité alimentaire).</i>	94
17	<i>Intensité alimentaire de comportement de « bec » dans les différents périodes de la saison hivernale (A : phase alimentaire ; IA : Intensité alimentaire).</i>	95
18	<i>Caractérisation générale de l'habitat du Fuligule nyroca</i>	104
19	<i>Corrélation entre les déférentes activités et les paramètres météorologiques.</i>	115
20	<i>Paramètres morphométriques moyenne des Fuligules nyroca (n = 10)</i>	129
21	<i>Les indices parasitaires mesurés chez le Fuligule nyroca</i>	134
22	<i>Corrélation paramètres morphométriques/charge parasitaire</i>	138

INTRODUCTION



INTRODUCTION

Le terme «biodiversité», est proposé en 1988 par Wilson (Wilson et Peter, 1988). Il fait référence à la variété des organismes vivants quelle que soit leur milieu d'origine et prend en compte les diversités intraspécifique, interspécifique et fonctionnelle.

La perte de biodiversité est une préoccupation majeure dans le monde de l'écologie, et sa préservation mobilise toujours plus d'individus scientifiques, chercheurs, politiques ou volontaires. Malgré tous, ces efforts nécessitent d'abord une connaissance approfondie de cette richesse biologique, de son fonctionnement et de son rôle dans l'équilibre du monde vivant. Mais pour convaincre notre société de la nécessité de protéger la nature, il faut aussi montrer que celle-ci peut en tirer des bénéfices, autant écologiques qu'économiques. Malheureusement, les changements dans les modes d'utilisation des terres de même que dans les paysages agricoles ont un impact sur la biodiversité et sont souvent perçus comme une des menaces majeures pour le futur (Burgess, 1988 ; Burel *et al.*, 1998 ; Mermet et Poux, 2000). Le prélèvement abusif d'espèces, l'introduction d'espèces exotiques, la pollution, les changements climatiques y contribuent également. Les perturbations humaines modifient les processus naturels de recolonisation ou de restauration et seule une gestion raisonnée des écosystèmes pourra limiter le nombre d'extinction des espèces sauvages (Fresco et Kroonenberg, 1992 ; Balent, 1984).

Dans le concept de « hotspots de la biodiversité » qui constitue l'une des tactiques les plus efficaces pour préserver les régions du monde les plus riches sur le plan de la biodiversité mais aussi les plus menacées, (Myers *et al.*, 2000) comptent 34 hotspots dans le monde avec en deuxième position le bassin méditerranéen. En effet, ce dernier est reconnu comme le deuxième plus grand hotspot du monde et la plus grande des cinq régions de climat méditerranéen de la planète. Il s'étend sur plus de 2 millions de kilomètres carrés, du Portugal à la Jordanie vers l'est, et du nord de l'Italie au Cap-Vert vers le sud. De plus, le bassin méditerranéen est le troisième hotspot le plus riche du monde en diversité végétale

(Mittermeier *et al.*, 2004). Environ 150 zones humides ont été inscrites en Méditerranée sur la liste des zones d'importance internationale (Ramsar).

Cette région occupe une superficie de 28 500 km² dont 6500 km² de lagune côtière, 12 000 km² de lacs et marais naturels et jusqu'à 10 000 km² de zones humides artificielles (Pearce et Crivili 1994 ; Hecker et Tomas, 1996 ; Costa *et al.*, 1996). Elles ont été considérablement dégradées ou détruites au cours du 20^{ème} siècle (Hecker et Tomas, 1995). Ils demeurent parmi les milieux naturels les plus dégradés et les plus menacés, du fait de leur position de «réceptacle» des eaux qui cumulent de nombreux produits issus des activités humaines (Amigues et Chevassus-au-Louis, 2012).

Les populations humaines ont longtemps considéré les zones humides comme sources de nuisances et elles se sont affairées à les aménager, les assécher ou tout simplement à les éviter, jusqu'à ce que l'on découvre leur véritable potentiel (Derex, 2001) qui est soit économique, avec la montée du tourisme ou des activités liées à l'aquaculture, soit écologique. Les plus grandes valeurs écologiques des écosystèmes humides s'expriment à travers leurs composantes biologiques qui parmi elle l'avifaune aquatique tout comme les poissons et les végétaux, constituent une multiple ressource de ces milieux.

Suite à la destruction des zones humides, ce patrimoine international subit un déclin dramatique des effectifs. Sur les 29 espèces aviaires méditerranéennes menacées de disparition, huit d'entre elles sont des espèces de zones humides, dont (la Sarcelle marbrée (*Marmaronetta angustirostris*), l'Erismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*), et le Pélican frisé (*Pelecanus crispus*) (Skinner J ; Zaleski S, 1995).

Cette réduction de la taille des populations dans le temps, la gamme de fragmentation, nous permettent d'émettre l'hypothèse d'extinction de l'espèce considérée dans la nature durant les années à venir surtout pour certaines d'entre elles comme le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* qui est notre modèle biologique et qui occupe toujours le statu quasi-menacée dans la liste rouge mondiale (Bird Life International, 2012). Cette espèce est largement distribuée entre l'Europe, l'Asie et l'Afrique. Néanmoins, ces effectifs ont connu ces dernières décennies, des déclin et des changements de distribution. Les premières raisons de ces déclin sont dues principalement, aux dégradations et pertes des habitats et la chasse pour la consommation locale (Robinson and Hughes 2003).

A l'inverse des pays d'Europe et d'Asie, l'Algérie du fait de la situation géographique de son potentiel en zones humide de grande valeurs écologique, culturelle et économique et de la

grande variété de ces habitats (Quezel et Médial., 2003) lui permettant de jouir d'une large gamme de biotope et favorisant une flore et une faune remarquable (Stevenson *et al.* 1988 ; Samraoui et Debelair.1997). Les populations du Fuligule nyroca qui fréquentent nos zones humides, connaissent de nos jours des expansions à travers le territoire national aussi bien au Nord qu'au Sud et le travail des scientifiques et des ornithologues témoignent, en signalant sa présence à différentes périodes de l'année. Cette espèce est connue par sa sédentarité dans le lac Tonga (Classé site Ramsar en 1983) par sa biodiversité faunistique et floristique, qui lui offre d'importantes capacités d'accueil en termes de disponibilité des ressources trophiques ainsi que le caractère sécuritaire et le peu de dérangement.

Le Fuligule nyroca comme tous les Anatidés est un excellent modèle pour l'étude du fonctionnement des écosystèmes aquatiques et représente un véritable baromètre servant à déduire la bonne santé de ces derniers. Si les valeurs écologiques d'un écosystème ne connaissent pas de modifications considérables tels que l'absence des ressources trophiques ou les changements climatiques, ce groupe d'oiseaux fréquentera les sites habituels de l'hivernage ou de la reproduction perpétuellement et sans interruption.

La stratégie d'hivernage et le comportement diurne des canards plongeurs restent encore peu étudiés (Houhamdi et Samraoui 2008). De ce fait, il nous est impératif donc de combler les lacunes de nos connaissances par des études approfondies et indispensables consistant à réunir toutes les informations fondamentales à la compréhension du fonctionnement de nos écosystèmes (Houhamdi et Samraoui, 2001, 2002, 2003, 2008).

Étudier le comportement des animaux permet en partie de déterminer leurs besoins écologiques, et donc d'ajuster en conséquence la gestion pratiquée dans certaines zones et/ou à certaines périodes. Pour le gestionnaire, il est crucial de savoir à quel moment et dans quels habitats les oiseaux se nourrissent et peut lui permettre également de pratiquer une gestion visant à favoriser l'abondance et l'accessibilité des ressources alimentaires. On sait ainsi depuis longtemps que les canards de surface utilisent pendant la nuit des zones d'alimentation (gagnage) différentes de celles qu'ils fréquentent pendant la journée pour les activités sociales, de repos et de toilette (remise) (Tamisier, 1974, 1976).

L'étude du comportement repose soit sur l'établissement du budget d'activités, qui décrit ce que font les individus en général, soit sur des mesures plus précises du comportement

individuel. Le budget d'activités ou budget temps, est défini comme la proportion de temps passé par les individus dans chaque type de comportements pendant une période et dans une zone donnée. Dans l'exemple des remises-gagnages des canards, le budget d'activités des oiseaux sur les remises montre une forte proportion de temps passé à dormir, se toiletter ou interagir avec les congénères pendant la journée.

Dans ce travail, nous nous proposons d'alimenter le débat sur le comportement diurne du Fuligule nyroca et la stratégie d'hivernage de cette espèce dans le lac Tonga. Pour cela nous avons subdivisé l'étude principalement en quatre axes plus ou moins inter complémentaires.

Première axe :

En premier lieu, nous nous sommes investis à effectuer des suivis réguliers de l'effectif de Fuligule nyroca *Aythya nyroca*. En période pré hivernale, hivernale et post hivernale afin de réunir les informations pour mieux déterminer le statut de ce dernier durant l'année 2012, en effectuant les relevés ornithologiques dans différentes stations d'observations situées dans presque tout le pourtour du lac en incluant les deux miradors. Dans cette partie, nous avons aussi étudié le rythme des activités diurnes chez notre espèce pour comprendre la manière de l'utilisation de ce site en périodes hivernale et estivale, et en partie de déterminer leurs besoins écologiques.

Deuxième axe :

La seconde partie représentant l'étude de comportement alimentaire nous permettra d'une part de déterminer les périodes ainsi que les habitats exploités par notre modèle et d'autre part de mettre en évidence certaines contraintes s'exerçant sur les individus. Par exemple, l'augmentation de la profondeur d'alimentation chez les canards au cours de l'hiver traduit l'épuisement graduel des ressources (Guillemain et Fritz, 2002), voire un changement dans les types de proies consommées (Guillemain *et al.*, 2000).

Troisième axe :

Cette partie, consacrée en totalité à l'étude de la stratégie d'hivernage de notre espèce, dans le but d'apporter des réponses concernant l'utilisation de la réserve par les individus : effectifs exploitant le site et budgets d'activités des individus, échanges avec les espaces environnants, caractérisation de l'habitat, ainsi que la répartition spatiale des individus dans le site.

Quatrième axe :

Présente l'étude de l'écologie parasitaire (dynamique et typologie) ainsi que la caractérisation des peuplements de parasites corrélés avec les mesures morphométriques du modèle hôte.

Organisation de l'étude :

Cette thèse qui est dédiée entièrement à l'écologie du Fuligule Nyroca *Aythya nyroca* dans le lac Tonga, est subdivisée en cinq chapitres. Le premier met le point sur :

- Les informations générales sur le Parc national d'El Kala, en s'intéressant beaucoup plus sur la biodiversité végétales et animales.
- La description de la zone humide en mettant en exergue la présentation générale du lac Tonga.
- Synthétise globalement, l'essentiel de ce qu'il faut savoir sur la biologie du Fuligule nyroca ainsi que sa distribution géographique.
- Résume le matériel ainsi que les différentes méthodes et techniques utilisées pour la réalisation des dénombrements, l'étude des rythmes des activités diurnes ainsi que la caractérisation de l'habitat.

Le second chapitre traitera en premier lieu les résultats de suivi régulier de l'effectif du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) durant un cycle annuel du mois de Janvier au mois de Décembre 2012. Pour ce faire :

1. Les résultats de l'étude des rythmes d'activités diurnes chez l'espèce étudiée pour comprendre la manière de l'utilisation de ce site en périodes hivernale et estivale.
2. Etudier le comportement social chez notre espèce pour avoir si l'espèce est grégaire ou non.

Le troisième chapitre sera consacré à l'étude de comportement alimentaire dans le but de connaître les différents types d'activités utilisées ainsi que de comprendre les conditions qui pourraient les influencer.

Le quatrième chapitre représente les résultats de l'étude de la stratégie hivernale durant l'année 2013 dans les quelle nous avant présenté :

1. Les résultats de dénombrement hebdomadaire des effectifs dans plusieurs points d'observation choisi d'une manière à recouvrir tout le pourtour du lac dans le but de connaître la répartition spatiale de l'espèce étudiée.
2. Les résultats de l'étude de rythme d'activité en détaillant les types d'alimentation utilisée par notre espèce dans plusieurs points d'observation.

3. Une caractérisation de l'habitat de notre espèce en mesurant plusieurs paramètres pour mieux déterminer les milieux favorables pour notre espèce.

Dans le cinquième chapitre nous avons étudié la charge parasitaire :

Les résultats des mensurations morphométriques de notre modèle biologique

Les résultats sur les indices parasitaires et la dynamique des ectoparasites

CHAPITRE I



Chapitre I : GENERALITE

1. Zone d'étude

1.1. Présentation du parc national d'El Kala

Le Parc National d'El-Kala (PNEK) (36°52 N, 8°27 E) situé à l'extrême Nord-Est algérien au niveau de la wilaya d'El-Taref, a été créé en 1983 par le décret n° 83-458, classé réserve de biosphère en 1990, regroupe neuf commune entièrement contenus dans la wilaya d'El-Taref (wilaya issue du découpage administratif de l'année 1985). Cette réserve intégrale s'étend sur une superficie de 76 438 ha, soit 26% de l'espace de la wilaya (Figure 1). Le Parc représente un réservoir de la biodiversité méditerranéenne (Stevenson *et al.*, 1988) ; on y trouve 1264 espèces végétales, soit 32% de la flore algérienne et 878 espèces animales, dont les plus emblématiques sont le cerf de barbarie, le lynx caracal, la hyène rayée, le renard roux ou doré et la mangouste. Il renferme de nombreuses espèces rares ou menacées selon les listes IUCN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature).

Fortement boisé (plus de 69% de sa superficie), Le PNEK s'étend sur une bande côtière de 40 km et longe la frontière tunisienne sur 98 km. Plus de 120 000 habitants vivent sur ce territoire. Cette pression humaine sur les espèces faunistiques et floristiques les rend très vulnérables.

Les ressources économiques présentes sur l'espace du PNEK montrent que l'agriculture, le tourisme et la pêche demeurent les principales activités. Cependant, leur organisation dans l'espace et dans le temps laisse apparaître des incohérences défavorables à la conservation de ce milieu naturel : surpâturage, pêche non contrôlée, tourisme balnéaire non régulé et beaucoup d'activités illicites (Bouazouni, 2004).

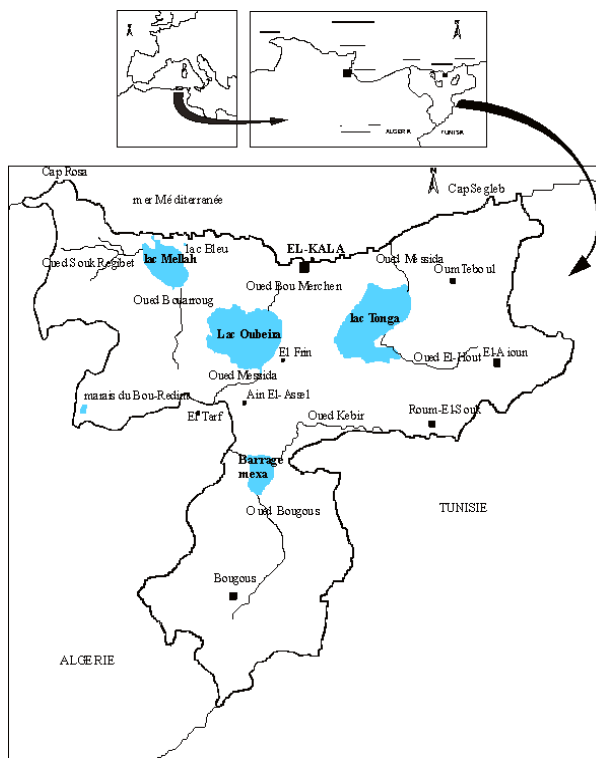


Figure 1. Carte de localisation du Parc National d'El-Kala (Benyacoub et al, 1998)

1.2. Caractéristiques climatiques.

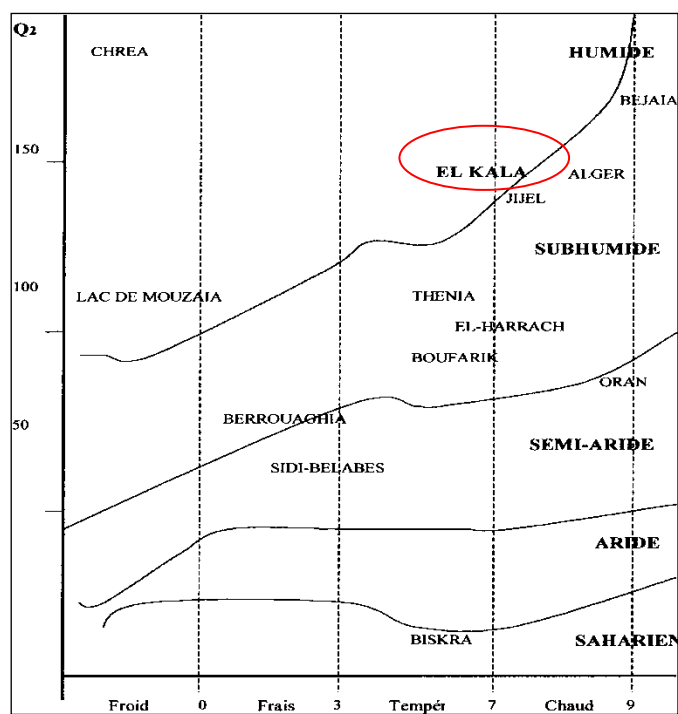


Figure 2. Climagramme d'Emberger (1955)

Le climat de la région est du type méditerranéen, avec alternance d'une saison pluvieuse et d'une saison sèche, due à l'action combinée de différents facteurs climatiques. D'une manière générale, le PNEK est située dans le méditerranéen sub-humide caractériser par un hiver doux. En effet 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.

Tableau 1. Données Météorologiques de la région du PNEK pour la période (1995 – 2012).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année (M)
T Min (C°)	8,76	8,6	10,07	12,31	15,65	18,99	21,74	22,64	21	16,96	12,95	10,28	14,99
T Max (C°)	17,48	17,76	19,33	21,88	25,74	28,78	32,43	33,08	30,07	27,08	21,78	17,58	24,39
P (mm)	112,65	62,76	75,42	59,1	40,77	21,47	4,1	11,08	62,51	73,19	105,53	111,95	740,52
H. (%)	78,8	77,39	74,54	76,53	75,16	73,64	71,17	71,59	71,93	73	73,96	76,73	74,54

Le bilan annuelle de la température montre que ; les mois les plus froids sont Janvier et Février ou la température peut descendre à 8°C, alors que Juillet et Août sont les mois les plus chauds (température pouvant atteindre 35°C).

Concernant la pluviosité de la région elle est conditionnée par deux phénomènes météorologiques. Il s'agit des perturbations cycloniques d'origine atlantique de l'Ouest et du Nord-Ouest, dont les dépressions prennent naissance en méditerranée occidentale. En effet, le bilan annuel de la pluviométrie de la région est de 740,52mm pour 115 jours de pluies (Tableau 1).

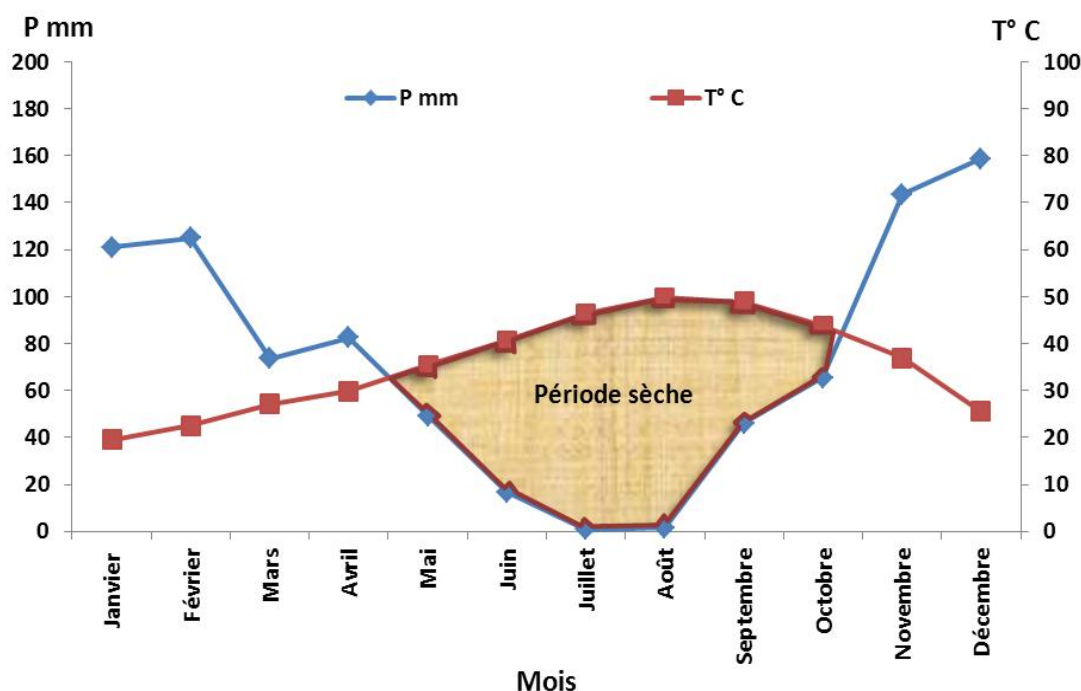


Figure 3. Diagramme ombrothermique de Gaussen pour la période (1996-2007).

La nébulosité est un facteur quasiment permanent au printemps jusqu'au début de l'été. La mer joue un rôle de condensateur des masses d'air tropical, tandis que l'évaporation intense provoquée par l'ensoleillement des zones humides crée une humidité atmosphérique élevée avec un taux annuel moyen de 74,54%. Cette humidité se transforme notamment au début du printemps en brume qui couvre une partie de la plaine permettant, durant la saison sèche, le maintien de la végétation éprouvée par le déficit hydrique.

1.3. Ecosystème forestier

Les milieux forestiers de la région d'Annaba - El-Kala au sens large représentent 70 % du total. Ils peuvent être décomposés en pelouses et terres agricoles (27 %), en milieu de type matorral (25 %) et en milieux arborés (18,6 %). L'écosystème forestier du PNEK, couvre une superficie de 54000 hectares. Cette forêt est principalement composée de chêne liège (43000 ha), chêne zéen (2716 ha), aulnaie (3000 ha), peupliers et ormes (621 ha), pin maritime (5153 ha) et pin d'alep (20 ha). Les maquis sont répandus (10649 ha). Les peuplements artificiels sont représentés par le pin maritime (500 ha), l'*Acacia sp.* (1000 ha) et les eucalyptus (8508 ha) (Bentouili, 2007).

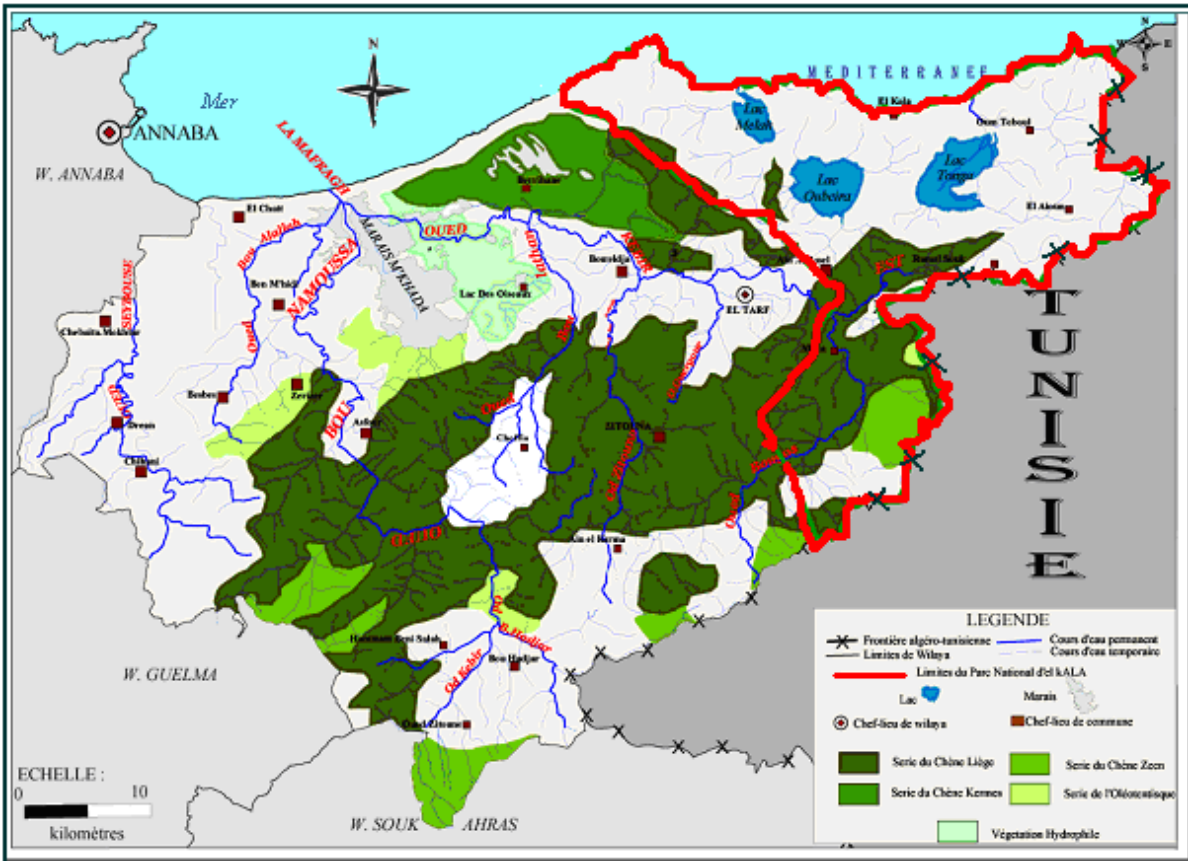


Figure 4. Carte de la couverture végétale de la wilaya d'El-Taref (Bentouili, 2007)

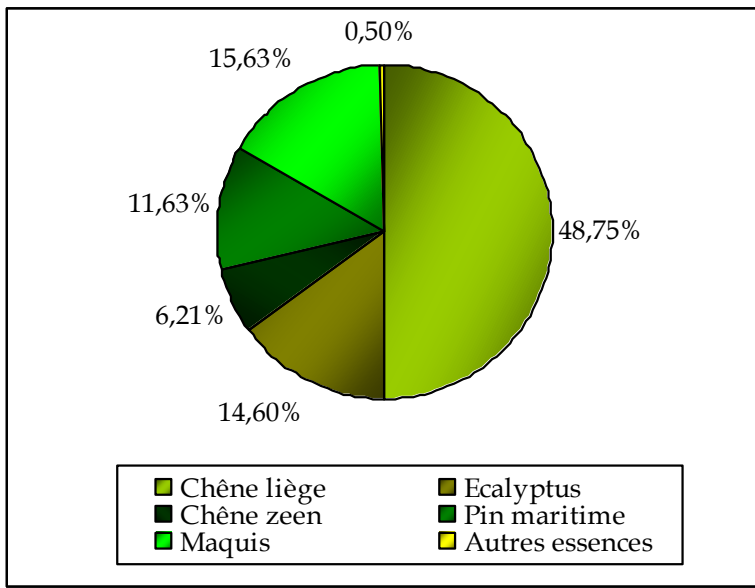


Figure 5. Proportion des différentes essences forestières du PNEK (B.N.E.F, 1984).
Ecosystème marin et dunaire

1.4. Ecosystème marin et dunaire

Le littoral d'El-Kala s'étend sur environ 50 Km entre le Cap Segleb (ou Cap Roux) et le Cap Rosa. Il est composé de formation corallienne abritant plusieurs espèces de poissons. Cette formation prend des proportions alarmantes en Algérie vue la pêche exhaustive du corail. Les autorités algériennes avaient en effet interdit de pêcher "l'or rouge" pendant dix ans pour lui laisser le temps de se régénérer.

Les fonds marins sont infiltrés par les courants d'eau douce riche en nutriments provenant des lacs côtiers et qui, au fil du temps, ont façonné un monde sous-marin d'une incomparable beauté où foisonne une vie aquatique qui singularise les rivages de la réserve d'El Kala. Le littoral est formé également de plages, de dunes, de falaises de grès et de grottes qui sont des lieux de nidification de nombreuses espèces d'oiseaux. La fixation des dunes littorales, d'une altitude variant entre 20 et 120 m, est tributaire d'une végétation abondante et diversifiée.

1.5. Ecosystème lacustre

Les milieux aquatiques terrestres représentent 7% de la superficie de la région d'Annaba - El-Kala. Ce chiffre englobe les lacs, les marais, les lagunes, les scirpaies et les ripisylves. En effet trois grands lacs d'importance internationale, sont disposés en arc de cercle autour d'El Kala. Le lac Mellah (eau salé), réserve intégrale de 860 ha (lagune unique en Algérie), est en contact avec la méditerranée par un chenal. C'est un écosystème d'une richesse considérable, car il dispose en plus des apports aquatiques marins (poissons, crustacés), des sources de montagne. Le lac Tonga (eau saumâtre) et le lac Oubeïra (eau douce) sont des lacs poissonneux, plus ou moins profonds et d'une superficie respective d'environ 2600 ha et 2200 ha. Ces zones humides sont situées sur la voie de migration de dizaines de milliers d'oiseaux venant d'Europe et d'Asie pour hiverner, ou pour se reproduire, et certains faire une halte après l'épreuve de la traversée de la Méditerranée avant d'entamer la suivante, la traversée du Sahara. C'est en hiver que la région d'El-Kala prend son importance internationale de centre de biodiversité avec ses lacs considérés comme le plus important site d'hivernage ornithologique du bassin méditerranéen. Cet écosystème lacustre constitue le dernier sanctuaire pour la survie de certaines espèces rares et endémiques. A ce titre le lac Tonga et le lac Oubeïra ont été inscrit, en 1982 sur la liste Ramsar, En novembre 2002, deux autres sites

ont fait l'objet d'inscription sur la liste ; la tourbière du lac noir et les aulnaies de Ain-Khiar, en l'occurrence. En 2004, c'est au tour de la lagune d'El-Mellah et du Lac Bleu de figurer sur ladite liste.

1.6. Les principaux habitats de la région.

Le caractère physiographiquement diversifié de la région et la structure en mosaïque des milieux. La compilation a permis de distinguer 21 types de faciès paysagers, assimilables à autant de biotopes (Benyacoub *et al.*, 2007).

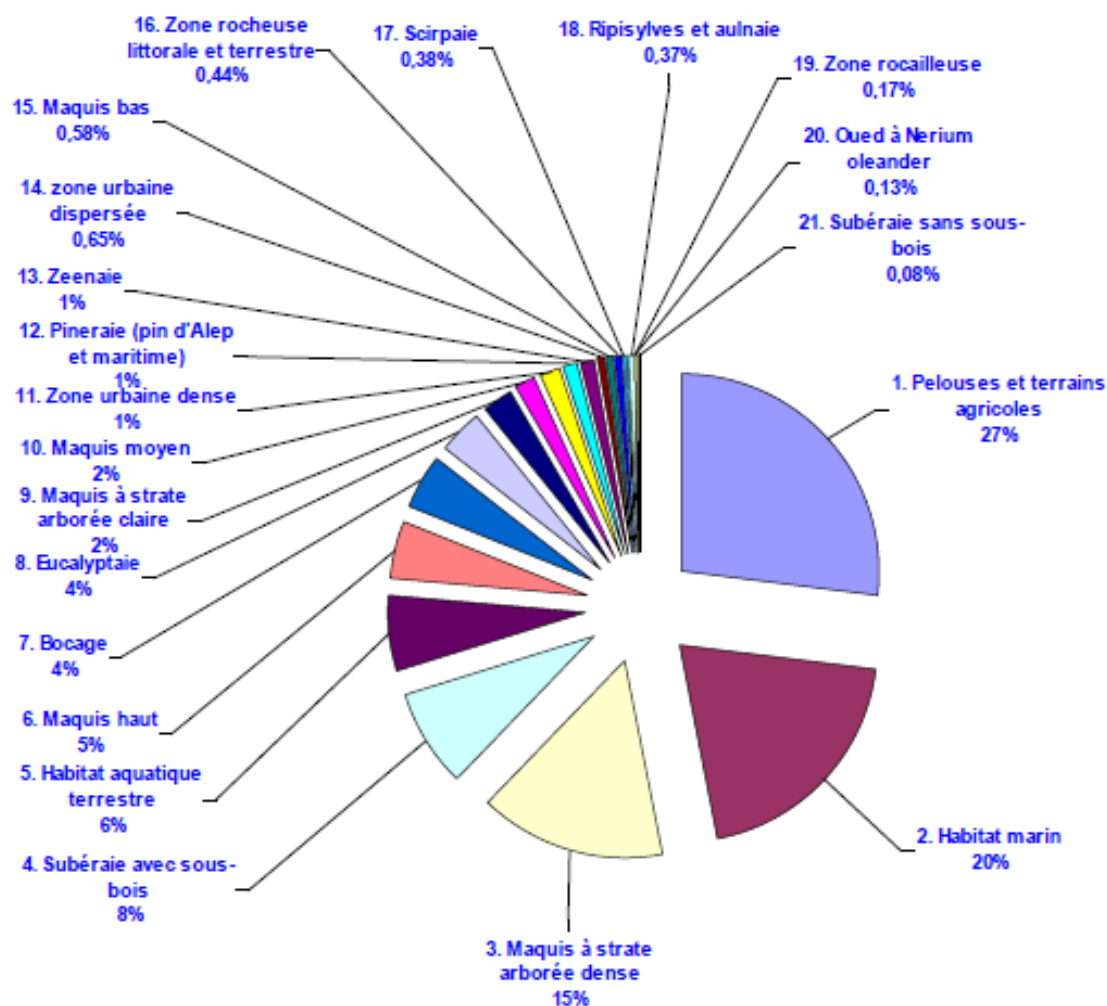


Figure 6. Proportion des différents types d'habitat dans la région (Benyacoub *et al.*, 2007).

1.6.1. Les pelouses et terrains agricoles

Les terres agricoles provenant généralement par le défrichage et incendie des forêts, recouvre les milieux ouverts herbacés de la région. Les raisons de l'abandon de ces terres résident généralement dans l'appauvrissement progressif du sol en matière organique, ou encore dans la remontée de la nappe phréatique qui asphyxie alors les cultures.

En ce qui concerne la végétation, ces milieux se caractérisent par la présence dominante d'*Asphodelus microcarpus*, *Urginea maritima*, *Ormenis mixta*, *Inula squarrosa*... parmi les herbacées on retrouve une strate buissonnante basse et très clairsemée composée essentiellement d'épineux. Pelouse à *Asphodelus microcarpus*. Les terres agricoles sont constituées de l'ensemble des superficies cultivées et/ou en jachère. Elles comprennent les zones complantées en arbres fruitiers ou vigne et les cultures industrielles (tomates, céréales, tabac, coton...) ou vivrières.

1.6.2. Le milieu marin

C'est la zone néritique au sens strict. Elle ne comprend pas le littoral rocheux ou sableux. C'est le domaine pélagique où l'on peut observer une avifaune inféodée à la pleine mer, du moins une partie de l'année. Il s'agit d'une avifaune qui niche ailleurs mais qui patrouille sans cesse les zones marines à la recherche permanente de proies.

1.6.3. Le maquis à strate arborée dense

Ce milieu important, est le plus répandu avec une moyenne de 35 %. Leur répartition spatiale est localement hétérogène, il occupe une grande partie des collines basses de la région, il constitue un des premiers stades de dégradation de la subéraie mûre. La strate arborée, monospécifique, est caractérisée par *Quercus suber*. D'une manière générale les arbres sont de petite taille, 4 à 7 m, de fait des incendies dont ils ont subi les passages répétés. Leur recouvrement cependant, est relativement mais avec des motifs répétitifs, ce qui confère globalement à ce milieu une certaine homogénéité.

La composition de la strate buissonnante et sa physionomie d'ensemble confèrent à ce biotope, en dépit de l'importance relative de la strate arborée, le caractère de maquis. En effet, la présence du cortège typique des groupements xérophytes *Calycotome*, *Genista*, *Cistus*, *Arbutus*, *Erica* et *Nerium oleander* dans les talwegs, indique clairement que nous sommes dans un stade de dégradation de la forêt mûre originelle avec remplacement des espèces de

sous-bois par des xérophytes généralement épineuses. La strate herbacée est caractérisée par le même cortège d'indicatrices de milieu dégradé : *Chamaerops humilis*, *Ampelodesma mauritanicum*, *Asphodelus microcarpus*... par ses caractéristiques physionomiques, ce type de milieu constitue un exemple de superposition de deux milieux de nature différente : une strate buissonnante de type maquis et une strate arborée qui présente, par son recouvrement, une structure pré-forestière.

1.6.4. La subéraie avec sous-bois

Ce type de milieu correspond à la forêt au sens strict avec la présence de trois strates fondamentales : la strate arborée, la strate buissonnante du sous-bois et la strate herbacée et muscinale. La strate arborée, monospécifique, est composée de *Quercus suber* dont les sujets peuvent atteindre 8 m. Leur recouvrement moyen est de 60 % environ.

Le sous-bois est haut et dense. Il est caractérisé par la présence de *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Rubus ulmifolius*, *Crataegus monogyna*, *Erica arborea*, *Erica scoparia*.... La strate herbacée est relativement rare du fait de la densité du sous-bois ; elle est composée de quelques graminées et de pieds épars d'Asphodèles de Doum et de Scilles. Autrefois très étendu, ce type de milieu est de plus en plus morcelé. Il se maintient à basse et moyenne altitude, à proximité des lacs et dans les talwegs.

1.6.5. L'habitat aquatique terrestre

Ce type de milieu désigne essentiellement les zones lacustres pourvues ou non de végétation émergée caractérisée par la présence, entre autres, des hélophytes suivantes : *Phragmites communis*, *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris*, *Scirpus maritimus* (De belair, 1990 ; Miri, 1996).

1.6.6. Le maquis haut

Ce type de milieu constitue un stade de dégradation de la subéraie, où cependant, les conditions d'humidité entretenues par la proximité d'une nappe phréatique, permettent le développement d'une strate buissonnante luxuriante.

Ce développement important (2,5m à 3m en moyenne) des buissons, a tendance à compromettre celui des arbres qui trouvent ici un environnement très concurrentiel. Dans la région, le maquis haut est surtout localisé au niveau des formations dunaires. Il est composé de *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Erica arborea*, *Juniperus*

oxycedrus, *Juniperus phoenicea* qui peuvent atteindre localement 4 m et qui entretiennent une ambiance forestière fermée.

1.6.7. Le bocage

Le bocage se présente comme un milieu mixte marqué par la main de l'homme. Il s'agit soit d'anciennes zones agricoles dans lesquelles sont conservés quelques éléments de la végétation originelle : arbres, bosquets relictuels de maquis, haies..., soit des terres agricoles partiellement abandonnées et sur lesquelles se sont secondairement implantés des éléments de la flore arborée et buissonnante locale

1.6.8. L'eucalyptaie

L'eucalyptus occupe d'importantes superficies dans la zone considérée. C'est un projet d'implantation d'une usine de pâte à papier qui a initialement motivé ce reboisement. Les forêts d'eucalyptus sont denses et broussailleuses. Plantées dans des maquis ou des subéraies dégradées, elles en ont gardé la structure et la composition du sous-bois. Celui-ci est caractérisé par la présence de *Calycotome villosa*, *Genista ferox*, *Pistacia lentiscus*, *Mirtus communis*, *Rubus ulmifolius*... Cependant, ce sous-bois s'est progressivement clairsemé à mesure que les conditions édaphiques et d'ensoleillement se sont modifiées avec la croissance des arbres.

1.6.9. Le maquis à strate arborée claire

Ce type de milieu assez répandu dans la région, constitue le premier stade forestier où la strate arborée n'est pas réduite à l'état vestigial comme dans les maquis purs. Trois strates fondamentales sont encore observables, la strate herbacée, la strate buissonnante et la strate arborée. Cette dernière est essentiellement constituée de *Quercus suber*. Les arbres sont de taille modeste, 4 à 6 m de haut, répartis de manière très hétérogène. Le recouvrement moyen de la strate arborée ne dépasse pas 15 %. La strate buissonnante est un maquis caractérisé par le cortège typique de ce genre de formation : *Pistacia lentiscus*, *Mirtus communis*, *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Genista ferox*, *Calycotome villosa*... sa hauteur moyenne est de 1,50m avec un recouvrement relativement important de 70 %.

1.6.10. Le maquis moyen

Bien représentée dans la région, cette formation ligneuse occupe les piémonts des collines et constitue un stade de dégradation de la subéraie dans laquelle la strate arborée a presque totalement disparue. La présence de quelques pieds de Chêne liège isolés constitue cependant le témoignage d'un passé plus forestier à ces endroits. La végétation de ce milieu forme une couverture homogène quasiment monostrate, caractérisée par la présence de *Pistacia lentiscus*, *Halimium halimifolium*, *Calycotome villosa*, *Cistus salvifolius*, *Cistus monspeliensis*, *Erica arborea*, *Phillyrea angustifolia*... La hauteur moyenne de ce type de milieu est de 1,40m pour un recouvrement moyen de 60 %.

1.6.11. Les zones urbaines denses

Ce type de milieu se caractérise par son caractère entièrement artificiel. Il est exploité par une avifaune riche et adaptée à une existence en milieu totalement anthropisé. Cette avifaune y trouve sites de nidification et ressources trophiques abondante. Elle subit même une pression de prédation exercée par des rapaces attirés par sa relative abondance.

1.6.12. La Pineraie à Pin d'Alep et Pin maritime

Deux essences différentes constituent ce type de milieu. Le Pin d'alep forme un peuplement naturel mûr et se localise à l'ouest du lac El-Mellah. Le Pin maritime forme des peuplements artificiels de plus grande superficie que le précédent, dont les principaux sont localisés au nord du lac Tonga, à la frontière Algéro-tunisienne. Sur les versant nord de l'Edough, sur les dunes entre l'oued Mafragh et le djebel Koursi, sur les contreforts ouest du massif de l'Edough. Les reboisements du lac Tonga ont été réalisés au sein du *Cocciferetum* et leur vigoureuse régénération par semis naturel témoigne de leur bonne acclimatation. Les arbres atteignent une hauteur maximale de 10 m et un recouvrement moyen de 60 %. Le sous-bois qui était à l'origine un maquis haut, est composé de *Quercus coccifera*, *Mirtus communis*, *Pistacia lentiscus*, *Halimium halimifolium* ...Sa hauteur, importante, est de 2,50 m en moyenne pour un recouvrement moyen de 60 %. Nous sommes donc en présence d'un milieu forestier à haute densité de végétation qui plus est, non entretenu et d'accessibilité difficile.

1.6.13. La Zeenaie

Le Chêne zen est la seule essence caducifoliée qui est constituée en peuplement homogène sur une superficie relativement importante du PNEK. La strate arborée est généralement

monospécifique, à la présence près de manière localisée, de quelques Chênes liège dans les stations défavorables ainsi que de quelques Saules ou Lauriers dans les stations humides. De grande taille, les arbres peuvent atteindre une hauteur de 30m pour une moyenne de 18m. Leur importante densité conduit à un recouvrement de près de 70 %. Il se caractérise par un aspect primitif, accentué par la présence de nombreux arbres morts à terre ou sur pied, recouverts de mousses, de lichens et de ptéridophytes. Le sous-bois est peu développé et se caractérise par la présence de : *Cytisus triflorus*, *Rubus ulmifolius*, *Rosa canina*, *Crataegus monogyna*, *Lorus nobilis*, *Viburnum tinus*, *Ilex aquifolium*, *Ruscus hypophyllum* et quelques transgressives des groupements thermophiles telles que *Mirtus communis*, *Calycotome villosa*. Les Liliales très présents, sont représentés par *Hedera helix* et *Smilax aspera*. La hauteur du sous-bois est en moyenne de 1 m pour un recouvrement moyen, par ailleurs très hétérogène, de 20 % environ.

La strate herbacée est représentée par des espèces sciaphiles telles que *Pteridium aquilinum* et *Osmunda regalis* ; des graminées *Hyparrhenia hirta*, *Bromus* sp ; des Composées et quelques pieds d'Asphodèles. Son développement printanier est important et s'effectue juste avant le débourrement des arbres.

1.6.14. Les zones à urbanisations dispersée

Ce type de milieu est constitué par l'habitat rural présent dans la région sous forme de hameaux ou de mechtas. Le tissu urbain y est relativement dispersé, mais tend à s'agréger dans des proportions alarmantes. Il risque à terme de constituer un sérieux problème d'environnement par ses effets secondaires (collecte et évacuation des déchets ménagers, évacuation et traitement des eaux usées...). L'habitat dispersé est souvent inséré à la jonction des zones agricoles et des zones forestières.

1.6.15. Le maquis bas

Ce milieu constitue le type de formation ligneuse la plus dégradée, occupant les sols maigres où la roche mère a depuis longtemps été mise à nu. La dominance des espèces ligneuses indiquent les conditions très défavorables. En effet les principaux représentants de ce milieu sont : *Cistus monspeliensis*, *Cistus salvifolius*, *Ampelodesma mauritanicum*, *Chamaerops humilis*, *Erica arborea*, *Lavandula stoechas*, elles sont accompagnées de *Pistacia lentiscus*, *Calycotome villosa*, *Genista ferox* et de quelques pieds rabougris de *Quercus coccifera*. Physionomiquement, la formation se présente comme une nappe buissonnante homogène dont

le toit ne dépasse pas, en moyenne, 0,70m de haut pour un recouvrement moyen de 65%. La strate herbacée, composée de graminées et d'Asphodèles est relativement pauvre et ne recouvre que 4% du sol. Le support édaphique est fortement dégradé, peu épais et la roche mère y est largement affleurante.

1.6.16. Les zones rocheuses littorales et terrestres

Le PNEK possède un littoral long d'une quarantaine de kilomètres constitué surtout d'importants escarpements rocheux. La nature parfois inaccessible de certains sites a permis à une avifaune rare de s'y installer et de nicher. Ce compartiment paysager marin du PNEK moins important en superficie, mais tout aussi intéressant sur le plan avifaunistique dans la mesure où il se distingue par l'existence d'une avifaune adaptée.

1.6.17. Les scirpaies

Se localise généralement dans leurs périphéries immédiates. D'une manière générale c'est un milieu faiblement mais périodiquement inondé ; relativement contraignant par ses caractéristiques édaphiques et hydrologiques. Les espèces végétales dominantes sont peu nombreuses et représentées essentiellement par *Juncus* sp., *Scirpus* sp. On peut observer lorsque les sols sont halomorphes des espèces halophytes telles que *Salicornia arabica*, *Tamarix gallica* Scirpaie du marais du Mellah.

1.6.18. Les ripisylves et aulnaies

Les ripisylves et les aulnaies ont été groupées dans un même type de milieu, en effet les deux formations se ressemblent sur le plan botanique mais surtout du point de vue structure de la végétation. Leur composition végétale est caractérisée par la présence de *Fraxinus* sp. , *Alnus glutinosa*, *Populus* sp. *Salix* sp. Pour une strate arborée dont le caractère principal est son exigence en humidité. Les arbres des aulnaies et ripisylves sont essentiellement des feuillus caducifoliés, d'une hauteur pouvant atteindre 20 m en moyenne. Leur recouvrement au sol, très important, peut atteindre 100 % en certains endroits, avec une valeur moyenne de 80 %. Ce type de milieu caractérise les milieux forestiers caducifoliés de plaine.

1.6.19. Les zones rocailleuses

Constitué par les affleurements de la roche mère, ce type de milieu apparaît là où des conditions de dégradation sévère de la couverture végétale et du sol se sont produites. D'une manière générale, la couverture végétale, arborée ou buissonnante, n'y subsiste que de

manière faible. Seule la strate herbacée s'y maintient à la faveur de conditions micro-stationnelles favorables.

1.6.20. Les oueds à *Nerium oleander*.

Ce sont les milieux où se créent à la faveur des conditions microclimatiques des talwegs, un type de végétation relativement différents de ceux des versants de collines. La présence de l'eau durant une partie de l'année permet d'une part un développement en hauteur des végétaux communs : Lentisque, Myrthe, Philaire ... mais elle permet également l'installation d'une végétation plus exigeante en humidité telle le Laurier rose et parfois le Tamaris. Ces milieux jouent un important rôle de corridor pour la faune. Ils permettent d'assurer la connectivité nécessaire entre habitats forestiers pour assurer le maintien de plusieurs populations de mammifères (Loutres, Lynx caracal, Renard roux...) et d'oiseaux.

1.6.21. La subéraie sans sous-bois

Ce type de milieu bi-strate se caractérise par l'absence totale de sous-bois. La strate arborée est composée essentiellement de *Quercus suber*, qui peut atteindre 18m de haut pour une moyenne de 10,5m. L'importante densité des arbres conduit à un recouvrement de 65% en moyenne, avec une répartition très homogène. L'absence du sous-bois, qui semble d'ailleurs assez ancienne, est due à l'action combinée du défrichage pour l'installation d'un habitat sous le couvert des arbres et du pacage du bétail. La strate herbacée est moyennement développée. Elle est composée de quelques espèces opportunistes *Asphodelus microcarpus* et *Urginea maritima*, et de quelques graminées.

1.7. La flore du PNEK

De par sa situation en zones humides et son caractère méditerranéen, la flore du PNEK est riche et diversifiée. Elle se caractérise par un taux particulièrement élevé d'espèces endémiques, rares et très rares, environ 15% de la flore rare à l'échelle nationale. En effet, le PNEK abrite le tiers de l'ensemble de la flore d'Algérie soit environ 850 espèces inventoriées (De belair, 1990), dont : 840 espèces de plantes, dont 27% sont des espèces rares et très rares et dont 26 sont protégées par décret; 114 espèces de lichens dont 53 protégées; 165 espèces de champignons. Cette flore constitue un véritable carrefour biogéographique avec, d'une part, l'élément méditerranéen dominant (50% : chêne liège, chêne kermès, oléastre, bruyère arborescente, myrte, arbousier...) et, d'autre part, des espèces à affinité européenne (20 % : aulne, saules, houx...), cosmopolite (20%) et tropicale (10%). La richesse floristique est ainsi

composée de 550 Spermaphytes et 300 Cryptophytes. Sur le plan botanique, ce sont incontestablement les Angiospermes qui dominent suivi par les Gymnospermes représentés par deux familles taxonomiques, les Cupressacées et les Pinacées. Pour les Cryptophytes, sont dénombrées 30 fougères, 110 champignons, 40 mousses, 70 algues et 50 lichens. En effet plus de 100 familles représentées dans la région d'El Kala. Sont recensées parmi les 135 familles de la flore de Quezel et Santa (Chabi et Benyacoub, 2000). Les familles les plus diversifiées sont représentées dans le (Tableau 2).

Tableau 2. Richesse spécifique des dix familles les mieux représentées au PNEK
(Chabi et Benyacoub, 2000).

Familles	Diversité spécifique
Poacées	69
Fabacées	46
Astéracées	33
Cypéracées	23
Brassicacées	20
Apiacées	18
Renonculacées	15
Caryophyllacées	13
Lamiacées	13
Scrofulariacées	11

Les Poacées, Brassicacées, Fabacées, Astéracées, sont des familles cosmopolites se retrouvent aussi bien représentées dans les milieux forestiers que dans les milieux humides. Les Scrofulariacées, Lamiacées et Apiacées représentent bien la flore méditerranéenne, il se développent le plus souvent dans les formations arbustives (mattorales, maquis et pelouses). Plutôt européenne, dans les secteurs humides on trouve généralement les Renonculacées et Cypéracées. En effet, le climat particulièrement humide et la grande diversité de milieux, jouent un rôle essentielle dans la conservation d'espèces, aussi bien tropicales, particulièrement au niveau des zones humides (*Marsilea diffusa*, *Utricularia exoleta*, *Dryopteris gongyloides*, *Naja pectinata*, *Jussieua repens*, *Rhynchospora glauca*, *Cyperus corymbosus*), qu'européennes

représenté par l'aulne, le frêne, le saule, l'orme et le houx. Les espèces typiquement méditerranéennes (Chêne liège, chêne kermes, olivier sauvage, bruyère arborée, calycotome, myrte, arbousier) constituent la trame de fond de la flore de la région calloise. (Chabi et Benyacoub, 2000)

1.8. La faune du PNEK

La mosaïque d'écosystèmes a traduit sur le territoire du Parc une hétérogénéité des habitats impliquant une grande diversité biologique, notamment au niveau de la faune et particulièrement l'avifaune.

1.8.1. Le groupes des Mammifères

Dans le groupe des mammifères (Tableau 3) 37 espèces ont été recensées, dont les plus omniprésentes et très abondantes sur le plan effectif sont le Sanglier, le Chacal, la Mangouste, le Hérisson, le Chat forestier. Le Cerf de Barbarie qui est une espèce endémique de la région. Le Caracal et l'Hyène sont représentés en faibles nombres et même sont menacés de disparition. En effet les mammifères marins évoqués une seule espèce, le Phoque moine dont les observations deviennent de plus en plus rarissimes (in Aissaoui ryadh).

Tableau 3. Composition du peuplement de Mammifères du Parc National d'El-Kala (in Aissaoui ryadh).

Ordres	Familles	Genres	Espèces
INSECTIVORA	ERINACEIDAE	<i>Erinaceus</i>	<i>E. algirus</i>
	SORICIDAE	<i>Suncus</i>	<i>S. etruscus</i>
		<i>Crocidura</i>	<i>C. russula</i>
CHIROPTERA	RHINOLOPHIDAE	<i>Rhinolophus</i>	<i>R. hipposideros</i>
	VESPERTILIONIDAE	<i>Myotis</i>	<i>M. daubentoni</i>
			<i>M. mystacinus</i>
			<i>M. blythi</i>
		<i>Miniopterus</i>	<i>M. schreibersi</i>
		<i>Pipistrellus</i>	<i>P. pipistrellus</i>
			<i>P. nathusii</i>
			<i>P. kuhli</i>
		<i>Plecotus</i>	<i>P. austriacus</i>
LAGOMORPHA	LEPORIDAE	<i>Lepus</i>	<i>L. capensis</i>
		<i>Oryctolagus</i>	<i>O. cuniculus</i>
RODENTIA	GERBILLIDAE	<i>Gerbillus</i>	<i>G. campestris</i>
	MURIDAE	<i>Apodemus</i>	<i>A. sylvaticus</i>
		<i>Lemniscomys</i>	<i>L. barbarus</i>
		<i>Mus</i>	<i>M. musculus</i>

CARNIVORA	GLIRIDAE		<i>M.spretus</i>	
		<i>Rattus</i>	<i>R. norvegicus</i>	
		<i>Eliomys</i>	<i>R. rattus</i>	
			<i>E. quercinus</i>	
	HYSTRICIDAE	<i>Hystrix</i>	<i>H. cristata</i>	
	CANIDAE	<i>Canis</i>	<i>C. aureus</i>	
		<i>Vulpes</i>	<i>V. vulpes</i>	
		MUSTELIDAE	<i>Lutra</i>	<i>L. lutra</i>
			<i>Mustela</i>	<i>M. nivalis</i>
		VIVERRIDAE	<i>Genetta</i>	<i>G. genetta</i>
<i>Herpestes</i>			<i>H. ichneumon</i>	
HYAENIDAE		<i>Hyaena</i>	<i>H. hyaena</i>	
FELIDAE		<i>Felis</i>	<i>F. silvestris</i>	
	<i>Caracal</i>	<i>C. caracal</i>		
	<i>Leptailurus</i>	<i>L. serval*</i>		
ARTIODACTYLA	SUIDAE	<i>Sus</i>	<i>S. scrofa</i>	
	CERVIDAE	<i>Cervus</i>	<i>C. elaphus</i>	
	DELPHINIDAE	<i>Delphinus</i>	<i>D. delphus</i>	

Le territoire du Parc National d'El-Kala fournit, avec sa diversité de milieux, des conditions favorables à l'installation de nombreuses espèces de mammifères. En plus, la présence d'importantes zones humides offre des conditions écologiques favorables à son installation et sa prolifération de la loutre. Entre autre la limpidité des eaux, l'absence de tous types de pollutions et enfin la disponibilité trophique des poissons qui sont très abondants dans la région riche en refuges et loin de tous dérangement. Les différents habitats constituées de ripisylves ainsi que les diverses zones humides offrent d'excellents abris de cette espèce.

Le Parc National d'El Kala par sa disponibilité trophique en proies, est également connu pour son accueil du Caracal et la présence d'autres carnivores qui sont très répandus et familiers dans cette aire protégée qui offre une mosaïque d'habitats très diversifiés (in Aissaoui ryadh).

1.8.2. Diversité aviaire de la région

La région d'Annaba – El-Kala compte 214 espèces d'oiseaux (Tableau 4) distribuées au sein de 53 familles. Ne figurent pas dans cette liste les oiseaux exotiques échappés de captivité et dont certains ont pu même survivre plusieurs années en liberté : Perroquets, Perruches, mandarins, Canaris... N'y figurent pas également des espèces de passage aperçues de manière sporadique : Pélican, certaines Fauvettes et dont la région constitue une aire de répartition improbable. Dans le tableau ne figurent donc que les espèces aperçues plus d'une fois et dont la région fait partie de l'aire de répartition naturelle. (Benyacoub *et al.*, 2007).

Tableau 4. Composition taxonomique et statut du peuplement avien de la région d'Annaba – El-Kala (Benyacoub et al., 2007).

Nom commun	Genre – espèce - sous-espèce	Famille	Statut
Grèbe castagneux	Tachybaptus ruficollis ruficollis	Podicipedidae	Nicheur
Grèbe huppé	Podiceps cristatus cristatus	Podicipedidae	Nicheur
Grèbe à cou noir	Podiceps nigricollis nigricollis	Podicipedidae	Hivernant
Puffin de méditerranée	Puffinus yelkouan	Procelariidae	Sédentaire non nicheur
Puffin cendré	Calonectris diomedea diomedea	Procelariidae	Sédentaire non nicheur
Pétrel tempête	Hydrobates pelagicus melitensis	Hydrobatidae	Estivant non nicheur
Fou de Bassan	Morus bassanus	Sulidae	Sédentaire non nicheur
Grand cormoran	Phalacrocorax carbo	Phalacrocoracidae	Hivernant
Cormoran huppé	Phalacrocorax aristotelis desmarestii	Phalacrocoracidae	Nicheur
Butor étoilé	Botaurus stellaris stellaris	Ardeidae	Nicheur
Blongios nain	Ixobrychus minutus minutus	Ardeidae	Nicheur
Bihoreau gris	Nycticorax nycticorax nycticorax	Ardeidae	Nicheur
Héron crabier	Ardeola ralloides	Ardeidae	Estivant nicheur
Héron garde-boeufs	Bubulcus ibis ibis	Ardeidae	Sédentaire nicheur
Aigrette garzette	Egretta garzetta garzetta	Ardeidae	Sédentaire nicheur
Grande aigrette	Egretta alba	Ardeidae	Hivernant
Héron cendré	Ardea cinerea cinerea	Ardeidae	Hivernant
Héron pourpré	Ardea purpurea purpurea	Ardeidae	Nicheur
Cigogne blanche	Ciconia ciconia ciconia	Ciconiidae	Sédentaire nicheur
Ibis falcinelle	Plegadis falcinellus	Threskiornithidae	Nicheur
Spatule blanche	Platalea leucorodia	Threskiornithidae	Hivernant
Flamant rose	Phoenicopiterus ruber roseus	Phoenicopiteridae	Hivernant
Oie cendrée	Anser anser	Anatidae	Hivernant
Tadorne de Belon	Tadorna tadorna	Anatidae	Hivernant
Canard siffleur	Anas penelope	Anatidae	Hivernant
Canard chipeau	Anas strepera strepera	Anatidae	Hivernant
Sarcelle d'hiver	Anas crecca	Anatidae	Hivernant
Canard colvert	Anas platyrhynchos platyrhynchos	Anatidae	Nicheur
Canard pilet	Anas acuta	Anatidae	Hivernant
Sarcelle d'été	Anas querquedula	Anatidae	Hivernant
Canard souchet	Anas clypeata	Anatidae	Hivernant
Sarcelle marbrée	Marmaronetta angustirostris	Anatidae	Estivant non nicheur
Fuligule milouin	Aythya ferina	Anatidae	Hivernant
Fuligule nyroca	Aythya nyroca	Anatidae	Hivernant
Fuligule morillon	Aythya fuligula	Anatidae	Hivernant
Harle huppé	Mergus serrator	Anatidae	Hivernant
Erismature à tête blanche	Oxyura leucocephala	Anatidae	Nicheur
Elanion blanc	Elanias caeruleus caeruleus	Accipitridae	Nicheur
Milan noir	Milvus milvus milvus	Accipitridae	Nicheur
Milan royal	Milvus migrans migrans	Accipitridae	De passage
Vautour percnoptère	Neophron percnopterus percnopterus	Accipitridae	Sédentaire non nicheur

Vautour fauve	<i>Gyps fulvus fulvus</i>	Accipitridae	Sédentaire non nicheur
Circaète jean-le-blanc	<i>Circaetus gallicus</i>	Accipitridae	Nicheur
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus harterti</i>	Accipitridae	Sédentaire nicheur
Busard Saint Martin	<i>Circus cyaneus</i>	Accipitridae	De passage en hiver
Epervier d'Europe	<i>Accipiter nisus punicus</i>	Accipitridae	Sédentaire nicheur
Buse féroce	<i>Buteo rufinus cirtensis</i>	Accipitridae	Sédentaire nicheur
Aigle pomarin	<i>Aquila pomarina pomarina</i>	Accipitridae	Sédentaire nicheur
Aigle botté	<i>Hieraaetus pennatus</i>	Accipitridae	Sédentaire nicheur
Aigle de Bonelli	<i>Hieraaetus fasciatus fasciatus</i>	Accipitridae	Sédentaire nicheur
Balbusard pêcheur	<i>Pandion haliaetus haliaetus</i>	Pandionidae	Sédentaire nicheur
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus tinnunculus</i>	Falconidae	Sédentaire nicheur
Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo jugurtha</i>	Falconidae	Estivant nicheur
Faucon d'Eléonore	<i>Falco eleonora</i>	Falconidae	Estivant nicheur
Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus brookei</i>	Falconidae	Sédentaire nicheur
Perdrix gamba	<i>Alectoris barbara</i>	Phasianidae	Sédentaire nicheur
Caille des blés	<i>Coturnix coturnix</i>	Phasianidae	Sédentaire nicheur
Turnix d'Andalousie	<i>Turnix sylvatica</i>	Turnicidae	Sédentaire nicheur
Râle d'eau	<i>Rallus aquaticus aquaticus</i>	Rallidae	Sédentaire nicheur
Marouette ponctuée	<i>Porzana porzana</i>	Rallidae	Sédentaire nicheur
Poule d'eau	<i>Gallinula chloropus chloropus</i>	Rallidae	Sédentaire nicheur
Talève sultane	<i>Porphyrio porphyrio porphyrio</i>	Rallidae	Sédentaire nicheur
Foulque macroule	<i>Fulica atra atra</i>	Rallidae	Sédentaire nicheur
Grue cendrée	<i>Grus grus</i>	Gruidae	Hivernant
Huîtrier pie	<i>Haematopus ostralegus</i>	Haematopodidae	Hivernant
Echasse blanche	<i>Himantopus himantopus himantopus</i>	Recurvirostridae	Hivernant – nich. occasionnel
Avocette élégante	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Recurvirostridae	Hivernant
Oedicnème criard	<i>Burhinus oedicnemus</i>	Burhinidae	Hivernant occasionnel
Glaréole à collier	<i>Glareola pratincola pratincola</i>	Glareolidae	Estivant nicheur
Petit gravelot	<i>Charadrius dubius curonicus</i>	Charadriidae	Hivernant
Grand gravelot	<i>Charadrius hiaticula</i>	Charadriidae	Hivernant
Gravelot à collier interrompu	<i>Charadrius alexandrinus alexandrinus</i>	Charadriidae	Sédentaire nicheur
Pluvier doré	<i>Pluvialis apricaria</i>	Charadriidae	Hivernant
Pluvier argenté	<i>Pluvialis squatarola</i>	Charadriidae	Hivernant
Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>	Charadriidae	Hivernant
Tournepierre à collier*	<i>Arenaria interpres</i>	Scolopacidae	Hivernant occasionnel
Bécasseau maubèche	<i>Calidris canutus</i>	Scolopacidae	Hivernant
Bécasseau sanderling	<i>Calidris alba</i>	Scolopacidae	Hivernant
Bécasseau minute	<i>Calidris minuta</i>	Scolopacidae	Hivernant
Bécasseau de Temminck	<i>Calidris temminckii</i>	Scolopacidae	Hivernant
Bécasseau cocorli	<i>Calidris ferruginea</i>	Scolopacidae	Hivernant
Bécasseau variable	<i>Calidris alpina</i>	Scolopacidae	Hivernant
Combattant varié	<i>Philomachus pugnax</i>	Scolopacidae	Hivernant
Bécassine sourde	<i>Lymnocyrtus minimus</i>	Scolopacidae	Hivernant

Bécassine des marais	Gallinago gallinago	Scolopacidae	Hivernant
Bécasse des bois	Scolopax rusticola	Scolopacidae	Sédentaire nicheur
Barge à queue noire	Limosa limosa	Scolopacidae	Hivernant de passage
Barge rousse	Limosa lapponica	Scolopacidae	Hivernant de passage
Courlis cendré	Numenius arquata	Scolopacidae	Hivernant
Courlis corlieu	Numenius phaeopus	Scolopacidae	Hivernant
Chevalier arlequin	Tringa erythropus	Scolopacidae	Hivernant
Chevalier gambette	Tringa totanus	Scolopacidae	Hivernant
Chevalier aboyeur	Tringa nebularia	Scolopacidae	Hivernant
Chevalier culblanc	Tringa ochropus	Scolopacidae	Hivernant
Chevalier sylvain	Tringa glareola	Scolopacidae	Hivernant
Chevalier stagnatile	Tringa stagnatilis	Scolopacidae	Hivernant
Chevalier guignette	Actitis hypoleucos	Scolopacidae	Hivernant
Mouette pygmée	Larus minutus	Laridae	De passage au printemps
Mouette rieuse	Larus ridibundus	Laridae	Sédentaire non nicheur
Goéland railleur	Larus genei	Laridae	Hivernant
Goéland d'Audouin	Larus audouinii	Laridae	Sédentaire nicheur
Goéland brun	Larus fuscus	Laridae	Hivernant
Goéland argenté	Larus argentatus	Laridae	Hivernant
Goéland leucophée	Larus cachinnans michahellis	Laridae	Sédentaire nicheur
Sterne caspienne	Sterna caspia	Sternidae	Hivernant exceptionnel
Sterne caugek	Sterna sandvicensis	Sternidae	Hivernant
Sterne pierregarin	Sterna hirundo hirundo	Sternidae	Nicheur occasionnel
Sterne naine	Sterna albifrons albifrons	Sternidae	Estivant nicheur
Guifette moustac	Chlidonias hybridus hybridus	Sternidae	Estivant nicheur
Pigeon biset	Columba livia livia	Columbidae	Sédentaire nicheur
Pigeon ramier	Columba palumbus excelsa	Columbidae	Estivant nicheur
Tourterelle turque	Streptopelia decaocto decaocto	Columbidae	Sédentaire nicheur
Tourterelle des bois	Streptopelia turtur arenicola	Columbidae	Estivant nicheur
Tourterelle maillée	Streptopelia senegalensis phoenicophila	Columbidae	Sédentaire nicheur
Coucou geai	Clamator glandarius glandarius	Cuculidae	Estivant occasionnel
Coucou gris	Cuculus canorus bangsi	Cuculidae	Estivant nicheur
Effraie des clochers	Tyto alba alba	Tytonidae	Sédentaire nicheur
Hibou petit-duc	Otus scops mallorcae	Strigidae	Sédentaire nicheur
Hibou grand-duc	Bubo bubo hispanus	Strigidae	Sédentaire nicheur
Chevêche d'Athéna	Athene noctua glaux	Strigidae	Sédentaire nicheur
Chouette hulotte	Strix aluco mauritanica	Strigidae	Sédentaire nicheur
Hibou moyen-duc	Asio otus otus	Strigidae	Sédentaire nicheur
Engoulevent d'Europe	Caprimulgus europaeus meridionalis	Caprimulgidae	Estivant nicheur
Engoulevent à collier roux	Caprimulgus ruficollis desertorum	Caprimulgidae	Estivant nicheur
Martinet noir	Apus apus apus	Apodidae	Estivant nicheur
Martinet pâle	Apus pallidus brehmorum	Apodidae	Estivant nicheur
Martinet alpin (ventre blanc)	Apus melba tuneti	Apodidae	Estivant nicheur
Martinet des maisons	Apus affinis galilejensis	Apodidae	Estivant nicheur

Martin pêcheur	Alcedo atthis atthis	Alcedinidae	Sédentaire nicheur
Guêpier d'Europe	Merops apiaster	Meropidae	Estivant nicheur
Rollier d'Europe	Coracias garrulus garrulus	Coraciidae	Estivant nicheur
Huppe fasciée	Upupa epops epops	Upupidae	Sédentaire nicheur
Torcol fourmilier	Jynx torquilla mauretanica	Picidae	Estivant nicheur
Pic de Levallant	Picus vaillantii	Picidae	Sédentaire nicheur
Pic épeiche	Dendrocopos major numidus	Picidae	Sédentaire nicheur
Pic épeichette	Dendrocopos minor ledouci	Picidae	Sédentaire nicheur
Alouette calandrelle	Calandrella brachydactyla brachydactyla	Alaudidae	Sédentaire nicheur
Cochevis huppé	Galerida cristata carthaginis	Alaudidae	Sédentaire nicheur
Cochevis de Thekla	Galerida theklae harterti	Alaudidae	Sédentaire nicheur
Alouette lulu	Lulula arborea pallida	Alaudidae	Sédentaire nicheur
Alouette des champs	Alauda arvensis harterti	Alaudidae	Sédentaire nicheur
Hirondelle de rivage	Riparia riparia	Hirundinidae	Estivant nicheur
Hirondelle des rochers	Ptyonoprogne rupestris	Hirundinidae	Estivant nicheur
Hirondelle rustique	Hirundo rustica rustica	Hirundinidae	Estivant nicheur
Hirondelle de fenêtre	Delichon urbica meridionalis	Hirundinidae	Estivant nicheur
Pipit rousseline	Anthus campestris campestris	Motacillidae	Estivant nicheur
Pipit des arbres	Anthus trivialis trivialis	Motacillidae	hivernant
Pipit des près	Anthus pratensis pratensis	Motacillidae	Hivernant
Bergeronnette printanière	Motacilla flava cinereocapilla	Motacillidae	Estivant nicheur
Bergeronnette grise	Motacilla alba alba	Motacillidae	Hivernant
Bulbul commun	Pycnonotus barbatus barbatus	Pycnonotidae	Sédentaire nicheur
Troglodyte mignon	Troglodytes troglodytes kabyloorum	Troglodytidae	Sédentaire nicheur
Agrobate roux	Cercotrichas galactotes galactotes	Turdidae	Estivant nicheur
Rouge-gorge	Erithacus rubecula witherbyi	Turdidae	Sédentaire nicheur
Rosignol philomèle	Luscinia megarhynchos megarhynchos	Turdidae	Estivant nicheur
Rouge-queue noir	Phoenicurus ochruros gibraltariensis	Turdidae	Hivernant
Rouge-queue à front blanc	Phoenicurus phoenicurus phoenicurus	Turdidae	Hivernant
Rouge-queue de Moussier	Phoenicurus moussieri	Turdidae	Sédentaire nicheur
Tarier des près	Saxicola rubetra	Turdidae	Hivernant
Tarier pâtre	Saxicola torquata rubicola	Turdidae	Sédentaire nicheur
Traquet motteux	Oenanthe oenanthe	Turdidae	Hivernant
Traquet oreillard	Oenanthe hispanica hispanica	Turdidae	Estivant nicheur
Monticole bleu	Monticola solitarius solitarius	Turdidae	Sédentaire nicheur
Merle noir	Turdus merula mauretanicus	Turdidae	Sédentaire nicheur
Grive musicienne	Turdus philomelos	Turdidae	Hivernant
Grive draine	Turdus viscivorus deichleri	Turdidae	Sédentaire nicheur
Bouscarle de Cetti	Cettia cetti cetti	Sylviidae	Sédentaire nicheur
Cisticole des joncs	Cisticola juncidis cisticola	Sylviidae	Sédentaire nicheur
Locustelle lusciniôide	Locustella luscinioides luscinioides	Sylviidae	Sédentaire nicheur
Phragmite des joncs	Acrocephalus schoenobaenus	Sylviidae	Estivant nicheur
Rousserolle effarvatte	Acrocephalus scirpaceus scirpaceus	Sylviidae	Estivant nicheur

Rousserolle turdoïde	<i>Acrocephalus arundinaceus arundinaceus</i>	Sylviidae	Estivant nicheur
Hypolaïs pâle	<i>Hippolais pallida opaca</i>	Sylviidae	Estivant nicheur
Hypolaïs polyglotte	<i>Hippolais polyglotta polyglotta</i>	Sylviidae	Hivernant de passage
Fauvette pitchou	<i>Sylvia undata toni</i>	Sylviidae	Sédentaire nicheur
Fauvette à lunettes	<i>Sylvia conspicillata conspicillata</i>	Sylviidae	Sédentaire nicheur
Fauvette passerinette	<i>Sylvia cantillans inornata</i>	Sylviidae	Sédentaire nicheur
Fauvette mélanocéphale	<i>Sylvia melanocephala melanocephala</i>	Sylviidae	Sédentaire nicheur
Fauvette orphée	<i>Sylvia hortensis hortensis</i>	Sylviidae	Estivant nicheur
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis communis</i>	Sylviidae	Estivant nicheur
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla atricapilla</i>	Sylviidae	Sédentaire nicheur
Pouillot de Bonelli	<i>Phylloscopus bonelli bonelli</i>	Sylviidae	Estivant nicheur
Pouillot ibérique	<i>Phylloscopus brehmii</i>	Sylviidae	sédentaire nicheur
Pouillot fitis	<i>Phylloscopus trochilus trochilus</i>	Sylviidae	Hivernant
Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapillus balearicus</i>	Sylviidae	Sédentaire nicheur
Gobe-mouches gris	<i>Muscicapa striata striata</i>	Muscicapidae	Estivant nicheur
Gobe-mouches noir	<i>Ficedula hypoleuca speculigera</i>	Muscicapidae	Estivant nicheur
Mésange noire	<i>Parus ater ledouci</i>	Paridae	Sédentaire nicheur
Mésange bleue	<i>Parus caeruleus ultramarinus</i>	Paridae	Sédentaire nicheur
Mésange charbonnière	<i>Parus major excelsus</i>	Paridae	Sédentaire nicheur
Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla mauretanica</i>	Certhiidae	Sédentaire nicheur
Loriot d'Europe	<i>Oriolus oriolus oriolus</i>	Oriolidae	Estivant nicheur
Tchagra à tête noire	<i>Tchagra senegala cucullata</i>	Laniidae	Sédentaire nicheur
Pie-grièche méridionale	<i>Lanius meridionalis algeriensis</i>	Laniidae	Hivernant
Pie-grièche à tête rousse	<i>Lanius senator rutilans</i>	Laniidae	Estivant nicheur
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius cervicalis</i>	Corvidae	Sédentaire nicheur
Grand corbeau	<i>Corvus corax tingitanus</i>	Corvidae	Sédentaire nicheur
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	Sturnidae	Hivernant
Etourneau unicolore	<i>Sturnus unicolor</i>	Sturnidae	Sédentaire nicheur
Moineau domestique	<i>Passer domesticus tingitanus</i>	Passeridae	Sédentaire nicheur
Moineau espagnol	<i>Passer hispaniolensis hispaniolensis</i>	Passeridae	Sédentaire nicheur
Moineau soulcie	<i>Petronia petronia barbara</i>	Passeridae	Sédentaire nicheur
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs spodiogenys</i>	Fringillidae	Sédentaire nicheur
Serin cini	<i>Serinus serinus</i>	Fringillidae	Sédentaire nicheur
Verdier	<i>Carduelis chloris voousi</i>	Fringillidae	Sédentaire nicheur
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis parva</i>	Fringillidae	Sédentaire nicheur
Tarin des aulnes	<i>Carduelis spinus</i>	Fringillidae	Nicheur occasionnel
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina mediterranea</i>	Fringillidae	Sédentaire nicheur
Bec-croisé des sapins	<i>Loxia curvirostra polioygna</i>	Fringillidae	Nicheur occasionnel
Gros bec	<i>Coccothraustes coccothraustes buvryi</i>	Fringillidae	Sédentaire nicheur
Bruant zizi	<i>Emberiza cirrus</i>	Emberizidae	Estivant nicheur
Bruant fou	<i>Emberiza cia cia</i>	Emberizidae	Estivant nicheur
Bruant proyer	<i>Miliaria calandra calandra</i>	Emberizidae	Estivant nicheur

mosaïque composée d'hélophytes (scirpes, phragmites et typhas). Il est considéré comme un important site d'hivernage pour plus de 25 000 anatidés et foulques, et est également un site de nidification pour plusieurs espèces, dont certaines sont très rares ou en recul dans leurs habitats, comme l'Erismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*), le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*), la poule Sultane (*Porphyrio porphyrio*), la guifette moustac (*Chlidonia hybridus*), etc. ce qui lui donne une importance internationale, classé site Ramsar en 1983.

2.2. Situation géographique

Nom de la zone humide : Réserve Intégrale du Lac Tonga, Wilaya d'El-Taref

Coordonnées géographiques : Longitude : 36°53' N Latitude : 08°31' E

Altitude : Altitude moyenne 2,2 mètres

Superficie : 2 700 hectares

A l'est, au sud et l'ouest, le lac est bordé par les derniers contreforts de la Kroumirie couverte de forêts plus au moins dégradées de chêne liège. Du côté Nord, ce sont des dunes maritimes fixées pour l'essentiel par un maquis dense de Chêne Kermès qui les séparent de la Méditerranée (Kadit, 1989)

2.3. Situation administrative

Le lac Tonga, site d'importance internationale géré administrativement par la direction de P.N.E.K. Un certain nombre de décrets internationaux concerne ce site ainsi que la rive ouest du lac Oubeïra.

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

2.4. Caractéristiques physique

2.4.1 Géologie

Selon la carte géologique de Joleaud (1935), les formations géologiques rencontrées dans le bassin du lac Tonga sont les suivants :

- 1- Les alluvions lacustres couvertes d'eau l'hiver, formées d'argiles dont l'imperméabilité est liée aux argiles de Numidie.
- 2- Les alluvions limoneuses au fond des vallées du Pléistocène, formées de sable et limon.
- 3- Les grès à hélices qui par désagrégation ont donné les dunes.
- 4- Les formations du Pontien qui présentent deux faciès argiles sableuses grises, jaunes ou rouges ; conglomérats et sables rouges ou jaunes à Archaelix solignaci et des argiles marneuses, salifères et argiles rouges gypseuses ; dans le bassin du lac Tonga c'est le premier faciès qui domine.
- 5- Les grès de Numidie, quartzeux, souvent blanchâtres, parfois assez friables, trans-gressifs sur les argiles de Numidie et formant des reliefs abrupts. Ils recouvrent 33% de la superficie du bassin versant.
- 6- Les marnes argilo-schisteuses de couleurs variées avec intercalation de petits bancs de grès quartziteux développés surtout sur les pentes des vallées et groupées sous le nom d'argiles de Numidie.
- 7- Les argiles, grès et calcaires noirs à nummulites de l'Éocène moyen. Le bassin versant du lac Tonga de 150 km² est constitué de diverses formations géologiques: Sols de marécages, formés de limons de bas-fonds, alluvions limoneuses formées de sable et limons récents, formations du Pontien, formées de conglomérats à ciments argileux, grès de Numidie qui sont quartzeux, blanchâtres, formant des reliefs abrupts, argiles de Numidie, formées de marnes argilo-schisteuses, argiles, grès et calcaires noirs de l'Éocène moyen qui constituent les contreforts entourant le lac (Figure 8).

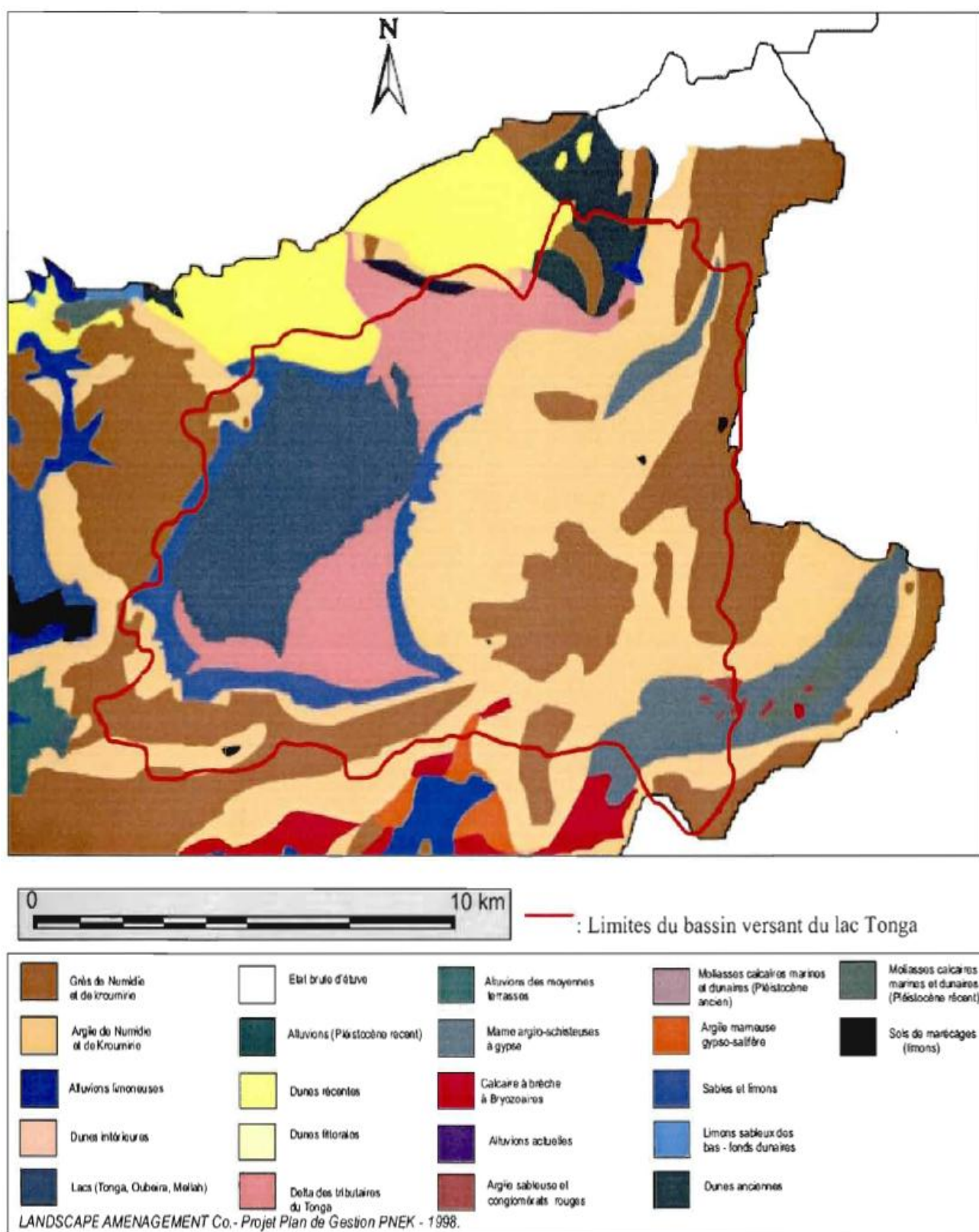


Figure 8. Carte géologique du bassin versant du lac Tonga (LANDSCAP AMENAGEMENT, 1998)

2.4.2. Pédologie

L'étude de Durand (1954) sur les sols du bassin versant du lac Tonga a révélé deux types de sol : (Figure 9)

Sols zonaux, dépendants surtout du climat

Sols azonaux, indépendants du climat.

Les Sols zonaux : ce groupe a une tendance évolutive est le lessivage quelque soient les caractères du produit final il comprenant cinq catégories.

- Podzols ferrugineux
- Sols oxyhumiques
- Sols insaturés acides
- Sols insaturés
- Sols décalcifiés

Sols azonaux : ce groupe comprend les sols qui dépendent d'un autre facteur que le climat qui joue cependant un certain rôle constitué principalement de six catégories.

- Sols des marais
- Sols de prairies marécageuses
- Sols tourbeux non inondés
- Solods.
- Sols alluviaux
- Sols dunaires

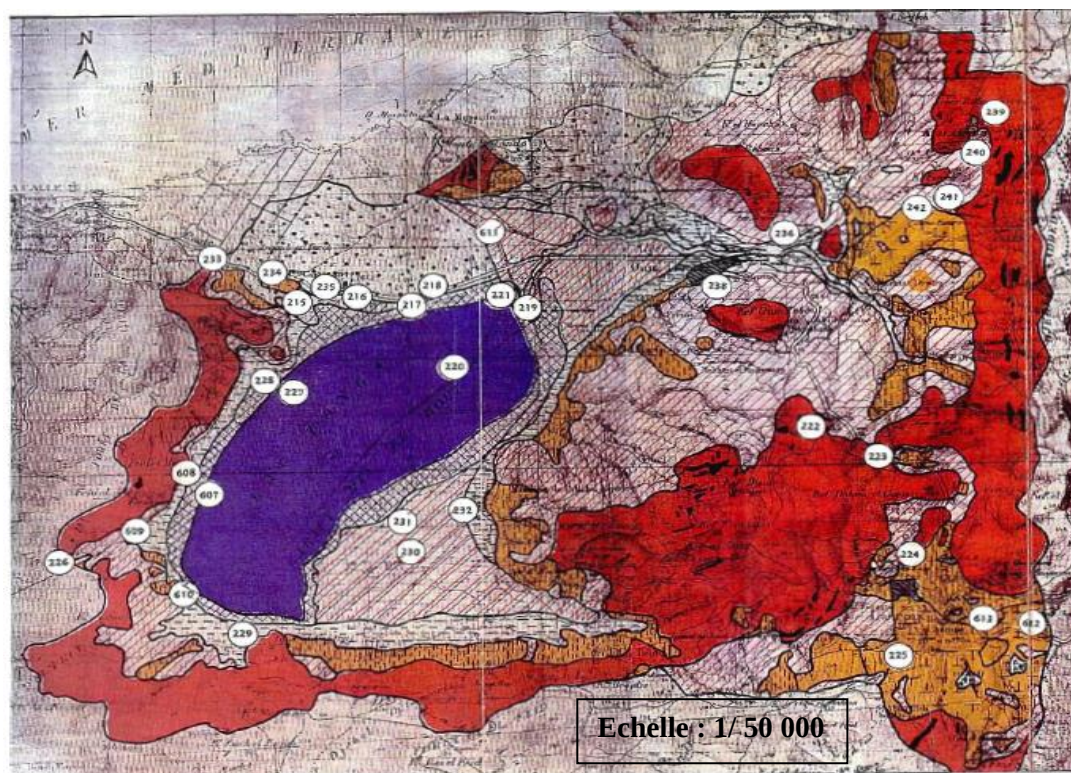
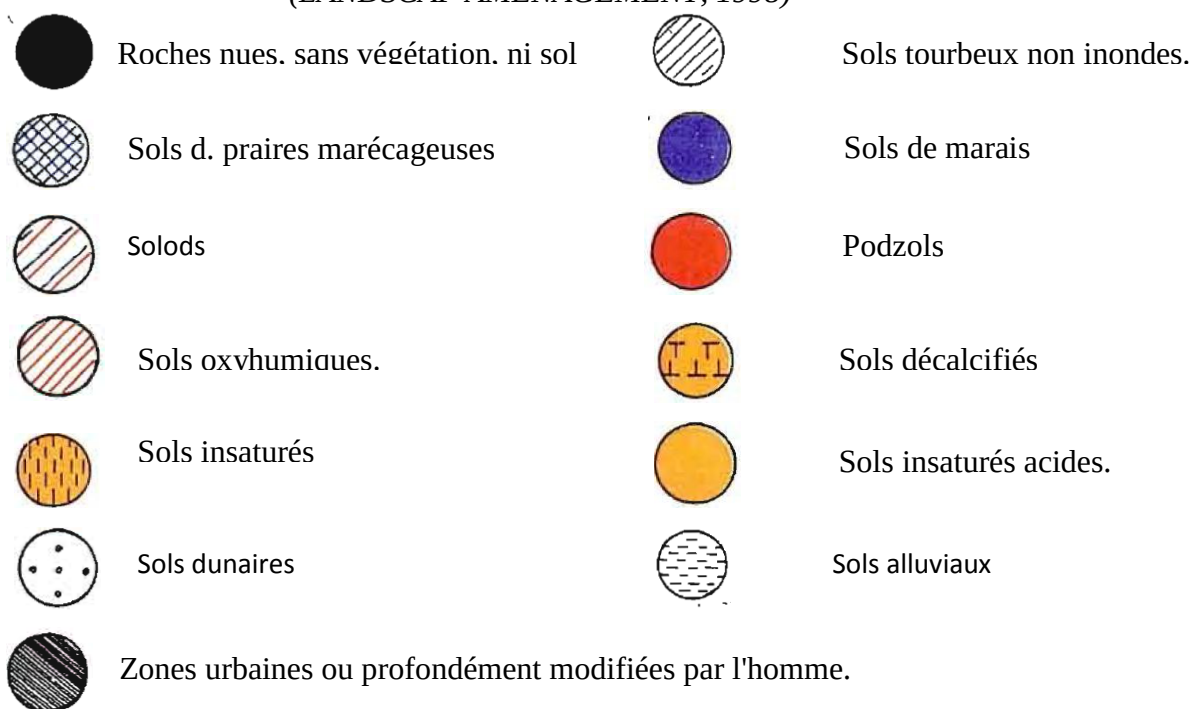


Figure 9. Carte Pédologique montrant différent types du sol du lac Tonga (LANDSCAP AMENAGEMENT, 1998)



2.4.3. Dimensions

Le lac est de forme allongée, avec des axes d'allongement remarquables. La longueur, selon un axe nord-ouest, est de 7,1 km, la largeur selon un axe est-ouest passant par le centre est de 3,5 km en moyenne, le périmètre est égal à 22 km environ, la superficie en situation de pleine eau est à 2700 ha environ. Mais Elle est sensiblement réduite en été du fait de l'évaporation. Les zones exondées sont localisées à l'ouest et à l'ensemble de la partie sud du lac.

2.4.4. Bathymétrie

Les mesures bathymétriques font ressortir que le lac Tonga est un plan d'eau peu profond. La profondeur maximale mesurée en période estivale est de 1,80 m. La profondeur moyenne est de 1,20 m. Cependant le lac Tonga se caractérise par une variation relativement faible de la profondeur au niveau des rives sauf au niveau de la digue. Dans sa majeure partie, la topographie du fond du lac peut être considérée comme très homogène.

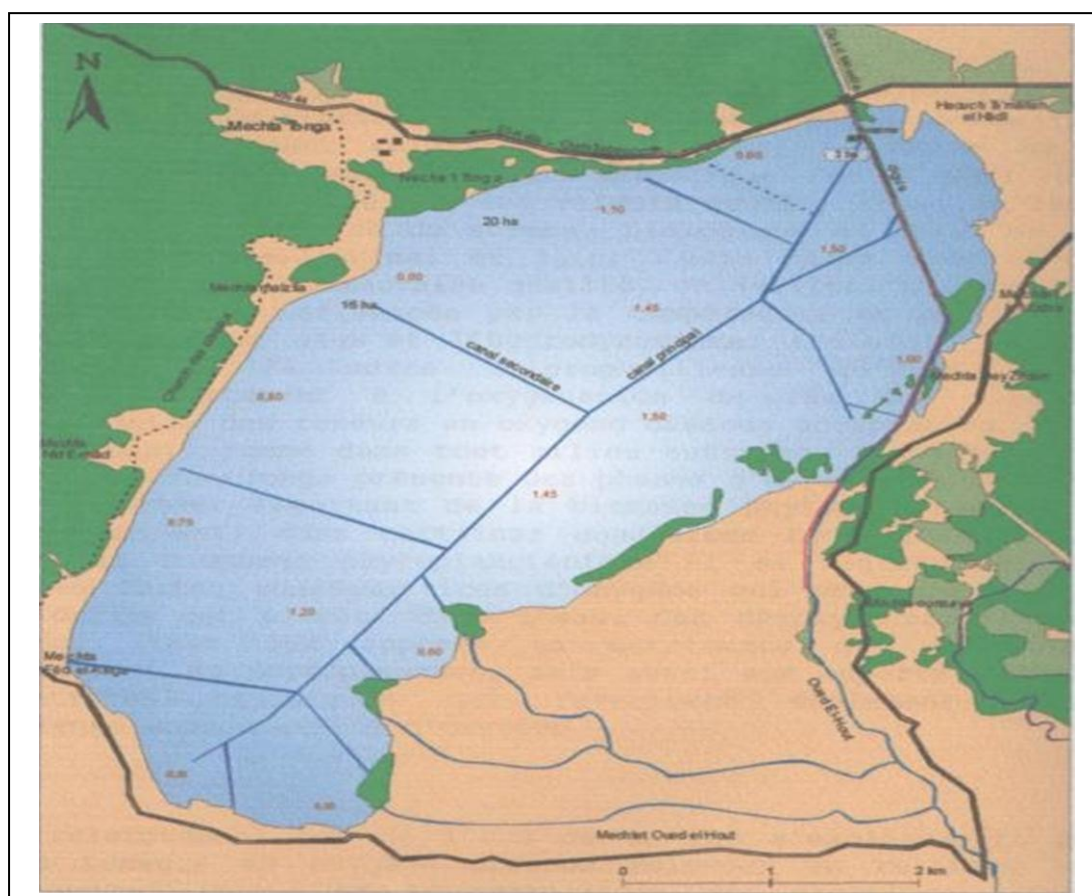


Figure 10. Carte générale et Bathymétrie du lac Tonga (Plan de gestion de P.N.E.K. 2005).

2.4.5. Volume

Le manque de données sur l'ensemble du site ne permet pas de procéder au calcul précis du volume. Néanmoins des estimations basées sur la profondeur moyenne donnent une valeur de 28.000.000 m³ environ en période de pré étiage. Cette valeur doit être sensiblement supérieure en période de pleine eau. Le volume et la surface en eau sont sensiblement variable de fait de son caractère endoréique et l'intense évaporation estivale pouvant retirer un volume d'eau important, supérieur à 50% du volume maximum (MPRH/ONDPA, 2004).

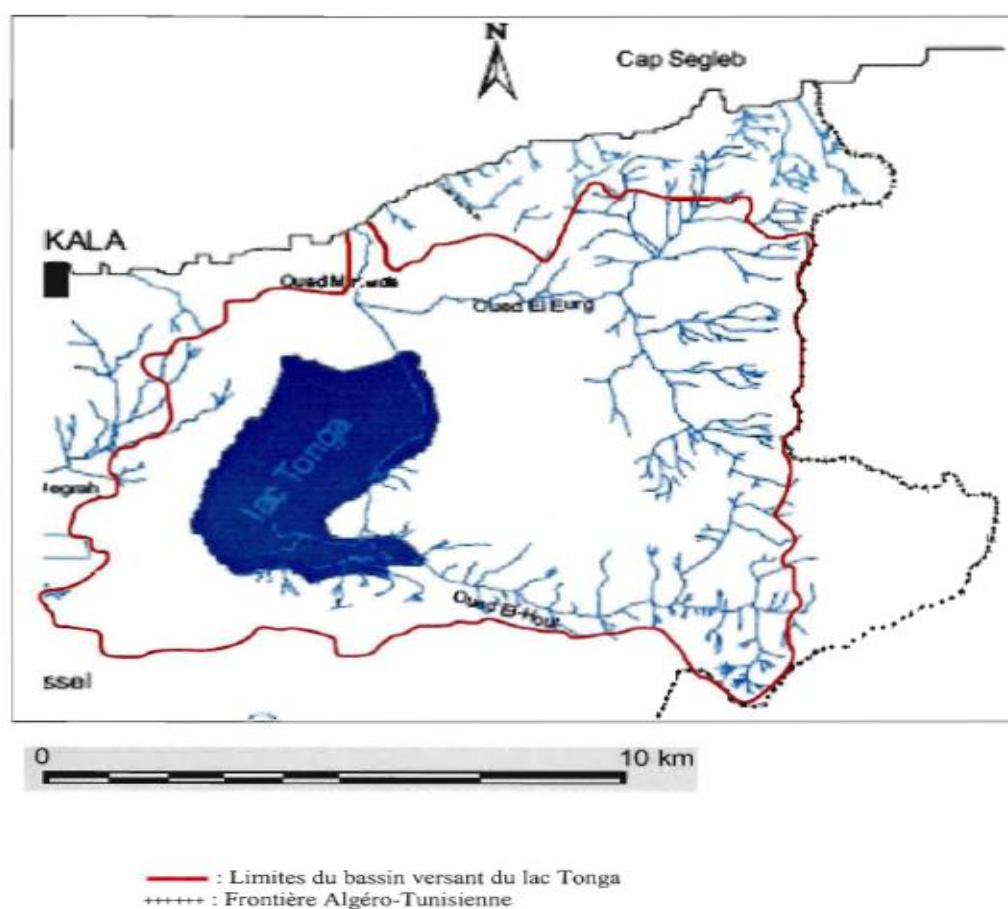


Figure 11. Carte du réseau hydrographique de la région d'étude (LANDSCAP AMENAGEMENT, 1998)

2.5. Caractéristiques écologiques

2.5.1. LA Flore du lac Tonga

Le lac Tonga est envahi par une végétation luxuriante très riche et très diversifiée dont peu d'études ont été réalisées. Abbaci (1999) a réalisé une cartographie de la végétation du lac à peu échantillonner 309 espèces réparties en 71 familles et 47 ordres. Certaines de ces espèces végétales sont classées assez rares à rarissimes, comme *Marsilea diffusa*, *Nymphaea alba* et *Utricularia exoleta*.

2.5.1.1. La végétation des forêts

La végétation des forêts est composée principalement par le chêne liège *Quercus suber* qui est rencontré à certains endroits, soit mélangés, soit totalement supplantés par les pins maritimes *Pinus maritimus* (Boumezbeur 1993). Quelques micro-populations pures de chênes zéen *Quercus faginea* De Bélair (1990). Cependant, à l'Ouest de la Messida les dunes sont exclusivement occupées par le pin maritime *Pinus maritimus* et le pin pignon *Pinus pinaster*. Au Nord du lac, se développe une aulnaie d'une superficie de 57 ha décrite par Maire et Stephenson 1930 in Boumezbeur 1993). Dans cette aulnaie il repose des cyprès chauves, peupliers de Virginie, aulnes glutineux, ormes champêtres et les acacias (Boumezbeur 1993). Les espèces d'origine euro-méditerranéenne sont représenté par *Rubus ulmifolius* et l'aubépine *Crataegus monogyna*, les autres espèces arbustives particulièrement *Erica arborea*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus coccifera*, *Myrtus communis*, *calycotome villosa*, *Phillyrea angustifolia* et *Genista ferox* sont imprégnées du climat méditerranéen. La flore herbacée est la plus riche et la plus diversifiée. Elle est surtout représentée par des Astéracées, des Fabacées, des Brassicacées, des Cypéracées et des Renonculacées. Durant la période coloniale en 1925, au niveau de la dune de la Messida un peuplement artificiel de pin maritime *Pinus pinaster* et de pin pignon *Pinus pinea*, ont été implantés. Cependant la végétation naturelle du cordon dunaire est formée par le chêne kermes *Quercus coccifera*. Malheureusement, depuis l'année 2000, la dune a connu une dégradation accrue suite à son exploitation en tant que sablière. Une petite formation d'eucalyptus et de frêne *Fraxinus angustifolia* est rencontrée au niveau du chenal de la Messida associée à une strate herbacée formée principalement par *Halimolobos halimifolium* et *Retama retam* présents par taches dispersées tandis qu'à la rive Est du lac, l'eucalyptus a connu l'introduction et l'implantation pendant les périodes d'occupation française. Les peuplements d'eucalyptus de l'Ouest du Tonga, ont été mis en place après 1962

(après l'indépendance). La bordure Sud de Oued El-Eurg, a été plantée en 1987 par une plantation de peupliers.

2.5.1.2. La végétation périphérique du Lac Tonga

Au niveau de la périphérie Nord du lac couvrant les terrasses du quaternaire récent. Il se développe une formation naturelle relique d'aulnes glutineux *Alnus glutinosa* d'ormes *Ulmus campestris*, et *laurus nobilis*. Les études pédologiques au sein de cette aulnaie ont confirmé qu'elle est entrain d'évoluer en tourbière (96,26% de fibres et pH = 4,32, sol de couleur marron à noir, structure lamellaire spongieuse humide à saturé en eau). Cette aulnaie est prolongée au Nord-Ouest par l'arboretum du Tonga formé par des plantations de peuplier de Virginie *Populus virginica*, peuplier blanc *Populus alba*, peuplier noir *Populus nigra*, d'*Acacia melanoxylon* et de cyprès chauve *Taxodium distichum*. Ces plantations exotiques ont parfaitement réussi à s'adapter au milieu doué d'un climat quasi-tropical (Joleaud, 1936). Au Sud de l'aulnaie se trouve la spectaculaire saulaie du Tonga formée de plus de 6 espèces de saules : *Salix alba*, *Salix nigra*, *salix pedicellata*, *salix cinerea*, *salix triandra*. Au niveau des plaines, la dominance agricole est très distinguée et presque la totalité des terres alluvionnaires sont utilisées par l'agriculture. Particulièrement celles des deux estuaires des oueds El-Eurg au Nord-Est et El-Hout au Sud-Est, également les colluvions argileuses et les marnes du Sud d'El-Aïoun sur lesquels un fourrage naturel formé d'un mélange de graminées et de légumineuses *Paspalum distichum*, *Cynodon dactylon*, *trifolium arvens*, *Lolium italicum*, *festuca onina*, particulièrement sur les alluvions de l'Oued El-Hout (Joleaud, 1936)..

2.5.1.3. La végétation aquatique du lac Tonga

Le plan d'eau est occupé par une végétation aquatique très diversifiée, et très variable selon les saisons et la situation géographique. En effet, le lac présente une physionomie dominée par la présence des scirpes *Cyperus lacus-tris*, des phragmites *Typha angustifolia*, de nénuphar blanc *Nymphaea alba*, et d'iris *Pseu-doacorus*, (Kadid, 1989). Cette grande formation végétale couvre l'équivalent de 1430 hectares soit 65 % de la surface totale du lac (Abbaci 1999). La surface est recouverte à 90 % par cette végétation aquatique subdivisée en 14 groupements dont dix associations. 82 espèces végétales ont été recensées et appartiennent à 31 familles botaniques, dont 32 d'entre elles (39% de l'ensemble) sont classées d'assez rares à rarissimes (Tableau 5) telles que *Marsilea diffusa*, *Nymphaea alba*, *Utricularia exoleta* (Kadid, 1989).

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

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

La flore immergée est essentiellement formée de Potamots *Potamogeton trichoïdes* particulièrement abondant aux abords du lac à de faibles profondeurs. *Potamegeton lucens* domine la partie centrale et enfin *Potamogeton pectinatus* qu'est faiblement représenté, se localise surtout au niveau du secteur Nord – Est. Les Potamots sont dans la plupart des cas associés à des Myriophylles *Myrophyllum spicatum*, *Myrophyllum verticellatum*, et très rarement avec *Myrophyllum alterniflorum* et *Ceratophyllum demersum*. *Ceratophyllum submersum* est une espèce rare dans un site envahi par le nénuphar blanc *Nymphaea alba* qui couvre de grandes surfaces à plusieurs centaines d'hectares (Abbaci 1999).

2.5.2. La biodiversité faunistique

La mosaïque d'écosystèmes du bassin versant du Tonga, constitue un habitat remarquable et un biotope favorable à l'installation ou la transition d'une faune riche et diversifiée à savoir :

2.5.2.1. L'avifaune aquatique

Le Lac Tonga est un site privilégié de nidification pour plusieurs oiseaux aquatique tels que la Poule sultane *Porphyrio porphyrio*, Héron crabier *Ardea ralloïdes*, Héron bihoreau *Nycticorax nycticorax*, Le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* et l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* (Chalabi 1990). Au cours de l'année 1997, 63 espèces ont fréquenté le lac Tonga, constituées principalement de 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, Héron pourpré, Ibis falcinelle et Foulques macroules (Abbaci 1999). Il est également le site de nidification pour le Busard harpaye *Circus aeruginosus*, la poule d'eau *Gallinula chloropus*, le râle d'eau *Rallus aquaticus*, les grèbes castagneux et huppé, 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* (Boumezbeur, 1993). 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 *Oxuyura 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).

Tableau 6. Liste des oiseaux protégés du Bassin versant du Tonga (Benyacoub et Cbabbi, 2000)

Espèces protégées	Abondance au niveau du bassin versant	Espèces protégées	Abondance
<i>Recurvirostra avosetta</i>	Peu commune	<i>Asio otus</i>	Commune
<i>Botaurus stellaris</i>	Peu commun	<i>Onus scops</i>	Commune
<i>Ciconia ciconia</i>	Abondante	<i>Milvus migrans</i>	Abondante
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Peu commune	<i>Milvus milvus</i>	Rare
<i>Himantopus himantopus</i>	Commune	<i>Neophron percnopterus</i>	Peu commune
<i>Caprimulgus ruficollis</i>	Peu commune	<i>Alcedo atthis</i>	Commune
<i>Sturnus unicolor</i>	Commune	<i>Ardea purpurea</i>	Abondante
<i>Phoenicopiterus ruber</i>	Peu commune	<i>Ardeola ralloides</i>	Abondante
<i>Aythya nyroca</i>	Commune	<i>Carduelis carduelis</i>	Abondante
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Abondante	<i>Chlidonias hybrida</i>	Abondante
<i>Grus grus</i>	Rare	<i>Clamator glandarius</i>	Peu commune
<i>Apus affinis</i>	Peu commune	<i>Coccothraustes</i>	Commune
<i>Anser anser</i>	Commune	<i>coccothraustes</i>	Peu commune
<i>Porphyrio porphyrio</i>	Commune	<i>Columba oenas</i>	Peu commune
<i>Marmaronetta angustirostris</i>	Rare	<i>Coracias garrulus</i>	Peu commune
<i>Platalea leucorodia</i>	Peu commune	<i>Crex crex</i>	Commune
<i>Tadorna tadorna</i>	Rare	<i>Cuculus canorus</i>	Commune
<i>Turnix sylvatica</i>	Commune	<i>Dendrocopos minor</i>	Abondante
<i>Hieraeetus pennatus</i>	Peu commune	<i>Dendrocopos major</i>	Peu commune
<i>Hieraeetus fasciatus</i>	Rare	<i>Egretta alba</i>	Abondante
<i>Pandion haliaetus</i>	Commune	<i>Egretta garzetta</i>	Peu commune
<i>Circus aeruginosus</i>	Commune	<i>Glareola pratincola</i>	Peu commune
<i>Buteo rufinus</i>	Commune	<i>Ixobrychus minutus</i>	Commune
<i>Athene noctua</i>	Commune	<i>Synx torquilla</i>	Peu commune
<i>Tyto alba</i>	Commune	<i>Loxia curvirostra</i>	Abondante
<i>Strix aluco</i>	Peu commune	<i>Merops apiaster</i>	Peu commune
<i>Circus gallicus</i>	Rare	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Commune
<i>Elanus caeruleus</i>	Commune	<i>Oriolus oriolus</i>	Peu commune
<i>Accipiter nisus</i>	Commune	<i>Oxyura leucocephala</i>	Commune
<i>Falco tinunculus</i>	Peu commune	<i>Picus vaillantii</i>	Peu commune
<i>Falco eleonora</i>	Peu commune	<i>Plegadis falcinellus</i>	Peu commune
<i>Falco subbuteo</i>	Peu commune	<i>Porzana porzana</i>	Abondante
<i>Falco peregrinus</i>	Peu commune	<i>Serinus serinus</i>	Peu commune
<i>Bubo bubo</i>		<i>Sterna albifrons</i>	Commune
		<i>Upupa epops</i>	Peu commune
		<i>Sula bassana</i>	

2.5.2.2. Les Mammifères

Les mammifères du bassin versant du Tonga, est représentée par 37 espèces. Certaines de ces espèces sont rares comme, 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 endémique du Maghreb tellien. En Algérie il se trouve 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 période de sécheresse est l'unique point d'eau des deux côtés de la frontière. Le *caracal* *Caracal* est le plus grand félin d'Afrique du Nord. Grand prédateur, très rare, sa survie est conditionnée par la disponibilité de territoires forestiers de grande taille.

2.5.2.3. L'entomofaune

Le lac Tonga recense 22 espèces d'odonates qui appartiennent à quatre familles taxonomiques: Lestidae, Coenagrillonidae, Aeshnidae et Libellulidae. (Saouche, 1993).

2.5.2.4. L'herpétofaune et les amphibiens

Plusieurs espèces de reptiles et d'amphibiens vivent dans le bassin versant du Tonga: *Emys orbicularis*, émyde lépreuse *Mauremys leprosa*, la grenouille verte *Rana saharica*, le discoglosse peint *Discoglossus pictus*, le crapaud de Mauritanie *Buto mauritanicus*, le triton de poiret *Pleurodels poireti*, le psammodrome algiré *Psammodromus algirus*, le sep ocellé *Chalcides ocellatus*, le lézard ocellé *Lacerta pater*, la couleuvre vipérine *Natrix maura* et la tortue mouresum *Testudo graeca* (Rouag, 1993).

1.5.2.5. L'ichtyofaune

Les données dans ce domaine ne sont pas disponibles, car aucune étude n'a été entreprise dans ce sens, mais il reste que l'anguille *Anguilla anguilla* est l'espèce migratrice par excellence qui peuple les eaux du lac Tonga et ses principaux cours d'eau.

3. Modèle biologique

3.1. Biologie de l'espèce

3.1.1. Systématique

Embranchement	Chordata
Classe	Aves
Ordre	Ansériformes
Famille	Anatidae
Genre	<i>Aythya</i>
Espèce	<i>Aythya nyroca</i>

3.1.2. Caractéristiques biométriques

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

3.1.3. Description générale

Canard plongeur peu commun et de taille moyenne, il ressemble à une femelle de Fuligule morillon *Aythya fuligula* mais avec une couleur brun marron (Géroudet 1969), des sous-caudales blanches, un corps plus court, un bec plus long, un profil du crâne plus fuyant et pas de huppe sur la tête. Les Fuligules nyroca se rencontrent habituellement dans les zones humides d'eau douce envahies par la végétation, les lagunes et les marais, mais sont également observés régulièrement dans les eaux de mer en hiver. Généralement dissimulé et ayant tendance à rôder parmi les roseaux, et ne s'alarmant pas facilement en se tenant sur l'eau avec la queue moins aplatie que chez *A. fuligula*, ils nagent en surface ou basculent pour se nourrir dans les zones humides. Ils sortent à la surface de l'eau plus facilement que les autres *Aythya* européen. Le vol est semblable à celui d'*A. fuligula*, mais pas aussi fort, souvent assez bas et seulement pour des courtes distances. Dans les quartiers d'hivernage, ils se regroupent en large bande, formant des couples le plus souvent ou en petit groupes ne dépassant pas les 10-15 individus qui rarement se mélangent avec d'autres espèces (Cramp et Simmons 1977).

3.1.4. Mâle



Figure 12. Photo représentant un mâle de Fuligule nyroca *Aythya nyroca*.

La tête rouge châtaigne, le cou et la poitrine peuvent avoir quelques fois une apparence acajou ; les côtés et les flancs sont d'une couleur jaune. Les parties supérieures sont d'un marron – noir et les ailes possèdent un aspect vert terne et brillant. Le blanc des sous caudales est bien évident ainsi que le ventre qui prend la couleur grise en se dirigeant vers l'arrière et n'est pas visible pendant la nage. Le menton est tacheté de blanc. La partie inférieure du cou est entourée par un collier marron – noir. Pendant le vol, la couleur rousse (marron – rouge) est souvent évidente. Les ailes sont principalement sombres avec une raie blanche et courbée très visible tout au long de la longueur de l'aile (Cramp et Simmons, 1977).

3.1.5. Femelle



Figure 13. Photo représentant une femelle de *Fuligule nyroca* *Aythya nyroca* (cliché Djemadi)

Elle possède des couleurs plus ternes et tirant plus sur le brun que le mâle. La gorge est faiblement tachetée de blanc et le ventre est blanc. L'oeil est brun devenant blanc chez les vieilles femelles ; le bec est gris foncé à gris noir et les pattes sont gris cendré.

3.1.6. Juvénile

Similaire à l'adulte femelle mais plus uniforme par-dessus. La tête et la poitrine sont d'une couleur marron – noir avec seulement une légère teinte rougeâtre. Le ventre est tacheté par le marron et le blanc et les sous caudales partiellement terne avec du marron. Après la mue, durant le premier hiver, les juvéniles deviennent similaires aux adultes, les yeux d'immaturs (tournent au gris en Mars) (Cramp et Simmons 1977).

3.2. Ecologie de l'espèce

3.2.1. Habitat et comportement

Le Fuligule nyroca est actif principalement en soirée et dans la matinée. Dans la journée, il dort sur des bancs émergés ou directement sur l'eau. Il est assez solitaire et très discret. Il aime se nourrir au sein de la végétation palustre ou à proximité immédiate, ce qui le fait souvent passer inaperçu et ne fait qu'accentuer sa grande discrétion. En été, il affectionne les étendues d'eau douce peu profondes (marais et petits lacs) mais riches en végétation qui lui permettent de se nourrir, de se reproduire et de se cacher, alors que la plupart des canards plongeurs préfèrent les grands plans d'eau. En hiver, il est plus grégaire et aime les grandes étendues d'eau où il forme des bandes parfois mêlées avec des Fuligules milouins, seule espèce avec laquelle il montre de la sociabilité. Même en hiver, le nyroca préfère les petits groupes aux grandes concentrations (contrairement aux autres plongeurs), il est ainsi très rare d'observer des groupes de plus de quelques centaines d'individus. Il est possible de le rencontrer sur les rivages de la mer (Cramp et Simmons 1977).

3.2.2. Reproduction

Notre modèle aviaire se reproduit principalement dans le Sud-ouest de l'Asie (à l'Est de la Chine, et au Sud du Pakistan à l'Inde), l'Europe centrale et l'Europe de l'Est, et l'Afrique du Nord. C'est une espèce monogame et le couple dure en général une saison. La formation des couples a lieu à la fin de l'hiver, la plupart des oiseaux s'accouplent dès leur arrivée sur les sites de nidification. (Début Avril à fin Mai au plus tôt à la mi-Mars). La nidification a lieu de fin Avril à fin Juin. La femelle construit un nid directement sur le sol et à proximité de l'eau, voire en partie dans l'eau. Parfois, elle utilise un îlot de végétation au milieu d'un étang ou d'un lac. La ponte est composée de 7 à 10 œufs, de couleur crème, que la femelle couve durant 25 à 28 jours. A noter que la femelle peut pondre dans le nid d'autres anatidés (surtout le Fuligule milouin). Les jeunes sont indépendants et aptes à voler vers l'âge de 55 jours, atteignent leur maturité sexuelle à un an ou parfois deux ans (Cramp et Simmons 1977)..

3.2.3. Alimentation

L'espèce est omnivore et son alimentation est variable (Cramp et Simmons 1977). Mais elle est surtout constituée de végétaux qu'elle recueille en surface ou sur les berges. Des graines *Setaria*, *Potamogeton*, *Polygonum*, *Carex*, *Bolboschoenus*, *Echinochloa*, *Horeum*, du riz

Oryza, Salsola, Zea et aussi des pousses de *Chara*, *Lemna* et diverses herbes vertes. Les animaux se composent principalement par les insectes, surtout les larves de *Chironomus*, des scarabées d'eau (notamment *Hydrophilidae*), des punaises d'eau (*Notonecta*, *Sigara*, *Coriza*), des larves de Libellules (Millais ; Witherby et *al.*; Dementiev et Gladkov; Bauer et Glutz in Cramp et Simmons 1977). Parfois on note la présence de crabes (*Branchinecta ferox*), des mollusques, des poissons et des restes de grenouilles (Sterbetz in Cramp et Simmons 1977). Bien que plongeant correctement et longtemps (entre 1 et 3 mètres, et durant 30 à 40 secondes), le Fuligule nyroca trouve la majeure partie de sa nourriture dans des eaux peu profondes mais aussi en barbotant et en basculant le corps tel un canard de surface (Cramp et Simmons 1977).

3.2.4. Migration

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

3.2.5. La Population mondiale

La population mondiale est estimée à 163 000 - 257 000 individus, dont 2400 - 2600 en Afrique du Nord. Sa zone de répartition a largement fluctué depuis 150 ans. On estime Environ 600 couple se reproduit dans le Parc National d'El-Kala (Algérie) (Boumezbeur 1993). En Europe, la population nicheuse est estimée à 12 000- 18 000 paires avec une large population en Roumanie (5 000 – 6 500 paires nicheuses, concentrée dans le Delta de Danube). Des populations significatives (entre 1000 et 5000 paires) sont aussi observées en Croatie, Azerbaïdjan, et probablement la Turquie. Cependant des petites populations (500 – 1000 paires) sont trouvées en Russie, la Hongrie et l'Ukraine. La nidification et/ou l'hivernage sporadique sont notés dans plusieurs pays de l'Europe de l'Ouest. Des études récentes menées en Asie, ont montré la présence des nombres très élevés dépassant les dizaines de milliers en Mongolie centrale (bien que l'exactitude de ces comptes soit vague, et peut faire

référence aux oiseaux non - nicheurs d'autres régions), 6 000 – 7 000 paires nicheuses en Kazakhstan et il est apparemment commun de le Plateau Tibétain (Chine) et en hiver en Inde, Bangladesh (70 000 oiseaux dénombrés à partir de quatre site), Myanmar et Thaïlande. D'autres dénombrements hivernaux ont été réalisés en Azerbaïdjan (9 000 oiseaux), Turkménistan (21 000 oiseaux) et Ouzbékistan (7 000 oiseaux, mais récemment moins). Des petits nombres de passage, sont notés au Liban et Qatar et également en hiver en Irak, Israël, Jordanie, Oman, Arabie Saoudite, les Emirats Arabes Unis et le Yémen (Robinson et Hughes 2003) les populations de cette espèce ont décliné. Aujourd'hui, l'espèce est classée comme 'Quasi-Menacé' (NearThreatened) par l'IUCN (Birdlife International 2012).

3.2.6. Distribution mondiale

Dans la période estivale, les aires du Fuligule nyroca s'étend de l'Asie centrale jusqu'à la Grèce, le sud-est de l'Espagne et en Afrique du Nord. Elle se reproduit principalement de la Pologne, de l'Italie et des Balkans à l'ouest jusqu'en Sibérie centrale. Plus à l'est (Mongolie et Chine occidentales) sa reproduction, si elle est connue, n'est pas quantifiée précisément. Au nord, il atteint la Lituanie, au sud, l'Iran. Ailleurs, sa répartition est fragmentée. Il niche sporadiquement au Maroc, en Espagne, occasionnellement en France, en Allemagne ; plus régulièrement en Italie, en Autriche, en république Tchèque, en Algérie ou encore en Arabie Saoudite (Tableau 7). Ainsi que Les aires de l'hivernage se chevauchent avec celles de la nidification et peuvent atteindre le Moyen-Orient jusqu'en Inde, sur la ceinture méditerranéenne et en Afrique tropicale à l'ouest, et sur les grandes zones humides d'Asie centrale à l'est. Les oiseaux européens hivernent principalement en Afrique du Nord et en Afrique de l'Ouest (Figure 14). Dans le bassin méditerranéen, les populations des nyroca sont subdivisées en deux catégories : une population eurasiennne située dans la rive Nord, la seconde se concentre surtout dans les pays du Maghreb et le Sahel (Green *et al.*, 1998 et 1999 et 2002 ; Green et El-Hamzaoui, 2000 et 2006 ; Robinson et Hughes, 2002).

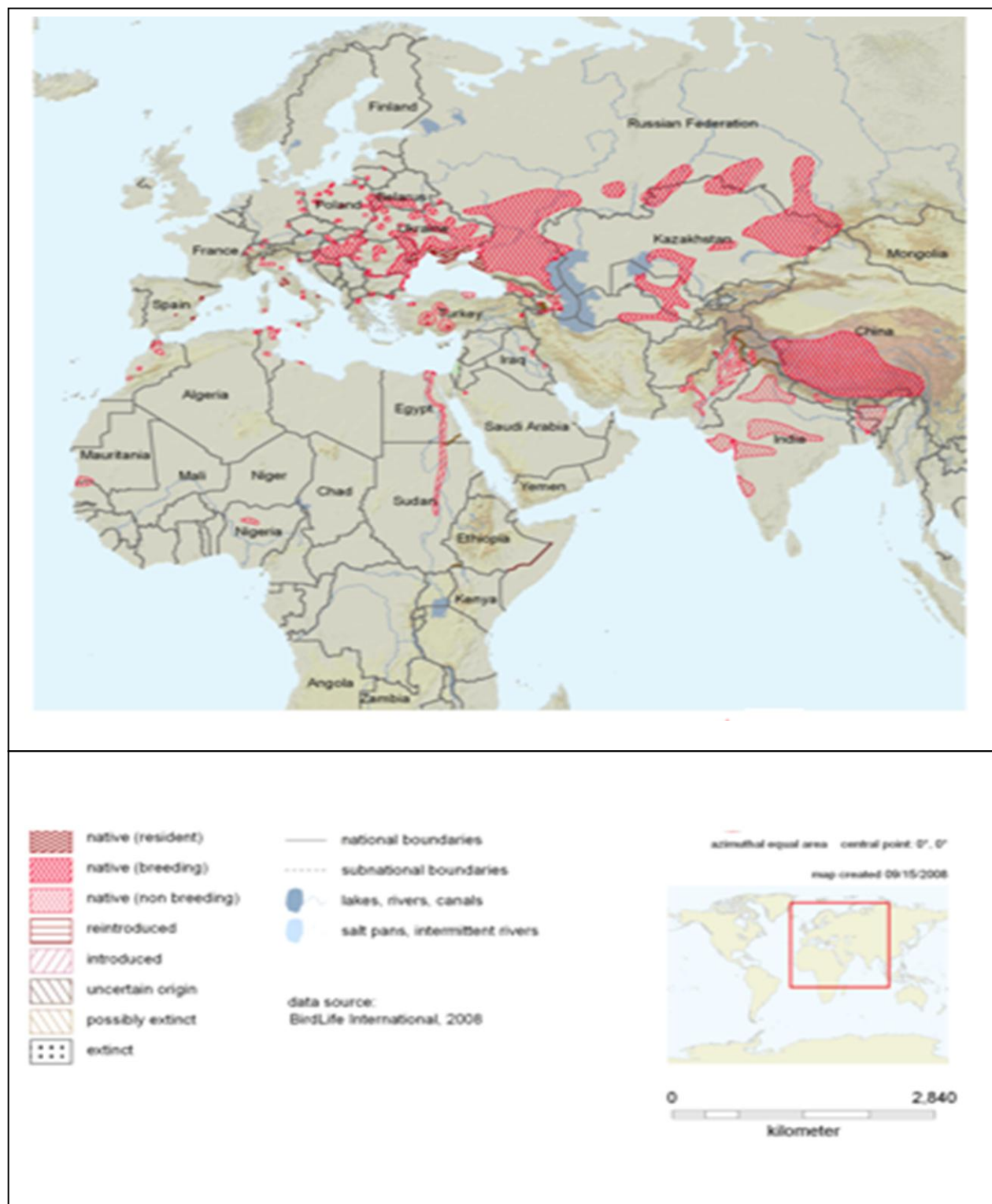


Figure 14. Répartition mondiale du *Fuligule nyroca* (IUCN 2012)

Tableau 7. Distribution géographique du Fuligule Nyroca *Aythya nyroca* durant un cycle annuel (mise à jour à partir de Robinson et Hughes 2003)

Breeding season (45 countries)	Non-breeding season (69 countries)	
Afghanistan	Afghanistan	Malta
Albania	Albania	Mauritania
Algeria	Algeria	Mongolia
Armenia	Armenia	Morocco
Austria	Azerbaijan	Myanmar
Azerbaijan	Bangladesh	Nepal
Belarus	Belgium	Niger
Belgium	Bosnia and Herzegovina	Nigeria
Bosnia and Herzegovina	Bulgaria	Oman
Bulgaria	Cameroon	Pakistan
China	Central African Republic	Poland
Croatia	Chad	Portugal
Czech Republic	China	Republic of Moldova
Georgia	Croatia	Romania
Germany	Cyprus	Russian Federation
Greece	Czech Republic	Saudi Arabia
Hungary	Egypt	Senegal
India	Eritrea	Serbia & Montenegro
Islamic Republic of Iran	Ethiopia	Slovakia
Israel	Gambia	Slovenia
Italy	Georgia	Spain
Kazakhstan	Germany	Sudan
Latvia	Greece	Switzerland
Lithuania	Hungary	Syrian Arab Republic
Mongolia	India	Tajikistan
Morocco	Iraq	Thailand
Poland	Islamic Republic of Iran	The FYR Macedonia
Portugal	Israel	The Netherlands
Republic of Moldova	Italy	Tunisia
Romania	Jordan	Turkey
Russian Federation	Kazakhstan	Turkmenistan
Saudi Arabia	Kenya	Ukraine
Serbia & Montenegro	Lebanon	Uzbekistan
Slovakia	Libyan Arab Jamahiriya	Yemen
Slovenia	Mali	
Spain		
Switzerland		
Tajikistan		
The FYR Macedonia		
The Netherlands		
Tunisia		
Turkey		
Turkmenistan		
Ukraine		
Uzbekistan		

Les noms des pays qui suivent ont été exclus à cause de la présence erratique : Bahreïn, Bénin, Bhoutan, Burkina Faso, Cap vert, Danemark, France, Finlande, Ghana, Hong Kong, Irlande, Japon, Kuwait, Lichtenstein, Luxembourg, Maldives, Norvège, Qatar, Seychelles, Sierra Leone, Suède, Togo, Uganda, Union des émirats arabes, Royaume uni et le Viêtnam.

3.2.7. Répartition en Algérie

Concernant la population nicheuse et selon la littérature ornithologique, l'espèce à fréquente le lac Fetzara, où elle à niché en nombre important, elle a également été observée dans les marais de Zana et de Djendjeli (Heim de Balsac et Mayaud, 1962). Jacob et *al.* (1979), mentionne la présence d'un couple dans le lac Réghaia, en 1978. Ven Den Berg (*in* Isenmann et *al.*, 2000) témoigne de l'observation d'un groupe le 27 juillet 1982 à Boughzoul. Boumezbeur (1993) 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). La population nicheuse est estimée à plusieurs centaines de couples en 1994.

Durant la saison de l'hivernage, l'espèce est connue comme hivernante régulière dans les zones humides d'El-Kala. Par contre, dans l'Oranais, les observations sont irrégulières et de faibles effectifs sont enregistrés dans le lac Réghaia et Boughzoul (3 individus le 9 Novembre 1985) et comme migratrice (octobre-novembre/début décembre et mars à mi-mai) (Isenmann et *al.*, 2000). Plusieurs observations dans le Sud algérien ont eu lieu, tel que à El-Goléa, Tamerna / Touggourt et Ouargla, (Brahme et *al.*, 1994 *in* Isenmann et *al.*, 2000). Une observation de 13 individus le 1 Octobre 1985 à Hassi Nebka (El Goléa) a sans doute concerné les migrateurs en route pour le Sahel (Isenmann et *al.*, 2000).

L'essentiel de la population nicheuse en Algérie, hiverne probablement au Sud du Sahara où une moyenne de 4000 individus a été dénombrée entre 1983 à 1987 dans le Delta intérieur du Niger au Mali (Roux et Jarry 1984, Rose et Pirot 1990 *in* Isenmann et *al.*, 2000). Enfin, Boumezbeur (1993), signale qu'au Lac Tonga, un très petits nombre d'individus est observé entre le mois de Décembre et Janvier (généralement moins de 20 individus). L'arrivée des nicheurs ayant lieu entre la mi-février jusqu'au début de mars (en 1992, un nombre de 87 individus a été observé le 9 Février et environ 700 oiseaux le 13 Février de la même année). Les recensements de Janvier 1993 indiquent la présence 2000 individus (Rose et Taylor 1993 *in* Isenmann et *al.*, 2000), alors que en 1994, la population est estimée à 255 oiseaux (Rose, 1995 *in* Isenmann et *al.*, 2000) et à 717 individus en Janvier 1997 (Benyacoub *in* Isenmann et *al.*, 2000). Le travail de Aissaoui (2009) sur le statut de l'espèce dans le lac Tonga indiquent

que la population hivernante fluctue généralement entre 400 et 550 individus (du mois de Septembre jusqu'au mois de Décembre).

3.2.8. Le déclin mondial

L'espèce a remarquablement décliné en Europe où elle a chuté de plus de 20% dans huit pays européens. Le statut de la population européenne (12 000 – 18 000 paires, occupant 25 – 49% des aires globales de nidification) a été récemment réévalué. Ce déclin en Europe a été enregistré durant la période de 1970 – 1990 et a persisté durant 1990 – 2000, où jusqu'à 45% des oiseaux ont été perdus (particulièrement dans le Sud – Est de L'Europe). Il existe également des évidences pour les déclins dans le nombre d'oiseaux en Inde, Kazakhstan, Kirgizstan, Pakistan, Ouzbékistan (mais cette population semble être stabilisée) et le Vietnam, et un degré moindre dans le Népal. Les dénombrements hivernaux en Israël suggèrent que la population est stable ces dernières années. En Ukraine, les nombres ont chuté de 65 000 pendant 1960 à 1 500 paires. Cependant, des déclins spectaculaires ont été enregistrés en Moldavie, Albanie (de 100 – 300 paires à une récente estimation de 0 – 3 paires), Pologne, la Hongrie, et l'Espagne (de 500 paires 100 ans avant à 5 paires récemment). Cependant, dans d'autres pays (Russie et l'Ukraine), les populations ont connu une stabilité et même une légère augmentation du nombre des populations locales pouvant être attribuée en partie dans la à la diminution de la chasse responsable de la rareté de l'espèce.

En ajoutant simplement les estimations des populations nationales pour les 35 pays disposant de données sur le nombre des couples reproducteurs, la population mondiale nicheuse est estimée entre 14000-23000 couples. En prenant en considération que les chiffres obtenus en hiver (couples reproducteurs est triplet), cela équivaldrait à une population hivernante de 42000 à 69000 individus. Ces calculs sont extrêmement difficiles, et en tenant compte des derniers chiffres de l'hiver : 70000 individus au Pakistan, 21000 en Turkménistan, 14000 au Mali et 8530 au Tchad, il semble que la population mondiale soit légèrement plus élevée que l'estimation précédente de 50000 individus. Un minimum d'au moins 100000 individus semblerait probable, mais la valeur réelle peut être encore plus élevée.

On suppose que le Fuligule Nyroca se reproduit dans 45 pays dans le monde. Parmi les 43 pays disposant de données, aucune estimation de la population pour les 16 (37 %) pays. La majorité des 27 pays restants (13- 48 %), avaient une diminution du nombre du couple

reproducteur au cours des 7 dernières années. Et seulement 2 pays (Grèce et Italie) ont une augmentation du nombre. 6 des 27 pays (22%) ont connu des baisses d'au moins 50%, et 7 pays (26%) ont connu une baisse entre 20 et 49 %. Dans les 8 pays (30%), le nombre des individus reproducteurs était stable. Et dans 5 pays (15%), le nombre fluctue avec des changements d'au moins 20%, mais sans aucune tendance depuis 1995. Les tendances en chiffres des individus hivernants sont incertaines (IUCN 2012).

Sur les 69 pays supposant héberger les individus hivernants, aucune estimation des populations n'est disponible que pour 52 pays (70%). Sur les 17 pays pour lesquels les données sont disponibles, 10 (56%) présentent des chiffres fluctuants. Sur les 7 restants, 2 ont connu une baisse au moins de 50%, 3 de 20-49%, et 2 une augmentation de 20-49%

Tableau 8. Statut de *Fuligule Nyroca* selon les années (in Aissaoui Ryadh, 2012)

1988	Risque inférieur/moins concerné
1994	Vulnérable
2000	Risque Inférieur/Peu Menacé
2004	Peu Menacé
2006	Peu Menacé
2011	Peu Menacé

3.2.9. Les menace

Dans son aire globale de distribution, les deux principales causes de déclin du *Fuligule nyroca* sont la dégradation et/ou la perte d'habitat d'une part et la chasse. La dégradation des milieux humides où il hiverne touche l'ensemble des canards plongeurs et les autres oiseaux d'eau associés. Cette menace est donc générique et non spécifique à notre modèle.

Enfin selon Robinson et Hughes (2003), les menaces qui pèsent principalement sur le *Fuligule nyroca* peuvent être résumées dans les points suivants :

- Perte et dégradation de l'habitat (zones humides).
- Sécheresse et changements climatiques.

- Chasse excessive.
- Empoisonnement par le plomb (saturnisme).
- Compétition avec les espèces exotiques invasives.
- Noyade dans les filets de pêche et dérangements par les persécutions humaines.
- Compétition avec les espèces indigènes.

CHAPITRE II



Chapitre II : ETUDE DU RYTHME D'ACTIVITE

Introduction

Les forêts, les prairies, les lacs, les cours d'eau et les milieux humides présentent sur n'importe quel territoire, constituent des richesses à plusieurs points de vue. Ils composent la trame des paysages de chaque région et leur donnent un caractère propre. Le maintien et l'amélioration de ce capital naturel participent quotidiennement à la qualité du cadre de vie. Les milieux humides y jouent un rôle de premier plan, tant pour l'équilibre des milieux naturels que pour celui des milieux urbanisés. Les milieux humides se définissent comme l'ensemble des sites saturés d'eau ou inondés pendant une période suffisamment longue pour influencer la nature du sol et la composition de la végétation, ceci serrât conduire à l'installation de la faune dont l'avifaune aquatique fait partie.

Malheureusement, jusqu'à nous jour le fonctionnement des zones humides et particulièrement l'avifaune aquatique en Algérie restent encore peu étudiés (Houhamdi et Samraoui, 2001, 2002, 2003, 2008). Pour comprendre le fonctionnement de nos écosystèmes (Houhamdi et Samraoui, 2008) et connaître les raisons de déclin de certaines espèces, il nous est donc indispensable de mettre en évidence certains paramètres de l'écologie comportementale de notre modèle biologique à savoir les rythmes d'activités et le gréganisme qui font l'objet de ce chapitre.

1. Méthodologie de travail

1.1. Le dénombrement

Nous avons effectué un suivi hebdomadaire de l'effectif du Fuligule nyroca grâce à une paire de jumelles Soligor 10x50 et un télescope (Soligor 20x60, Tonta 15-45x60). Un comptage individuel direct a été réalisé car les groupes ne dépassent souvent les 200 individus. Les données sont collectées à partir de plusieurs points d'observation (stations) préalablement choisis de manière à couvrir au maximum le pourtour du lac afin de déterminer le statut de l'espèce.

1.2. Le budget temps

Pour l'étude des rythmes d'activités nous avons adopté la méthode de « balayage » (Instantaneous *scan sampling*) (Altman, 1974) qui consiste à balayer le paysage d'un point à un autre en notant le comportement de chaque individu visible. L'objectif est d'obtenir une image instantanée de la proportion d'individus engagés dans chaque type d'activité au lieu et au moment précis du balayage, devant donc être effectué le plus rapidement possible (Figure.15).

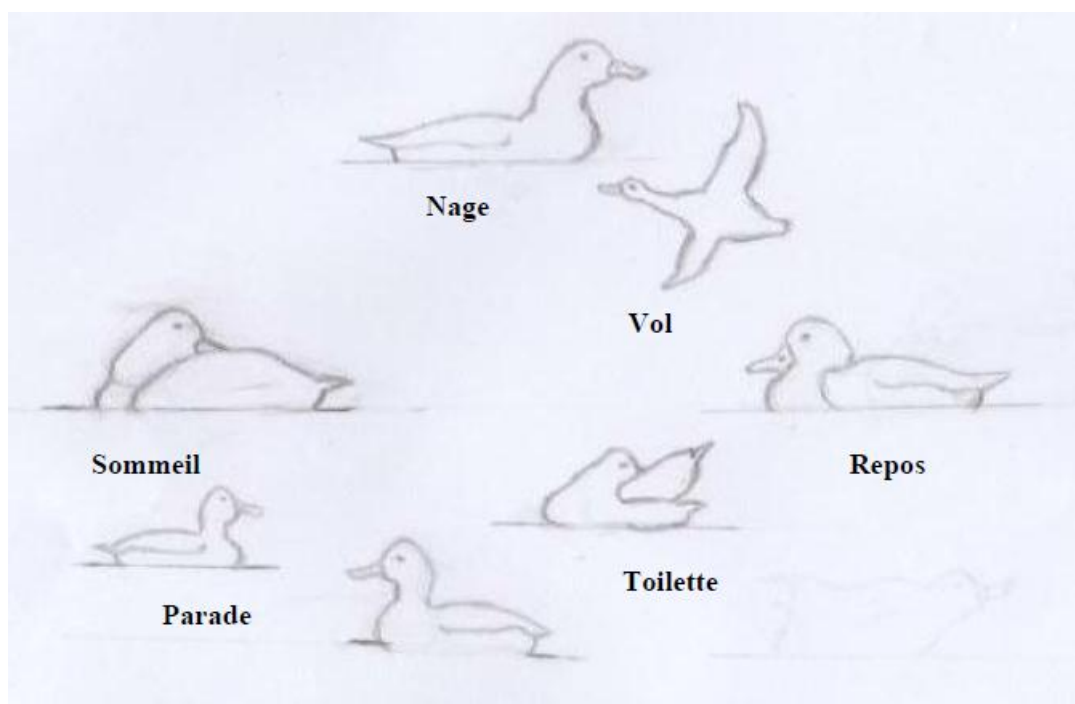


Figure 15. Différentes activités du Fuligule nyroca schématisées.

1.3. Le grégarisme

Dans cette partie de nous avons aussi récolté les informations concernant l'étude de grégarisme ou le comportement social chez notre espèce durant toute l'année 2012 et a partir duquel nous avons mesuré la taille de groupe au cours de la journée et ce en fonction des activités.

1.4. Analyse statistique

nous avons utilisé l'*Excel* 2010 pour les calculs de la moyenne et l'écart type ainsi que la présentation des graphes,.

L'analyse factorielle des correspondances sur les données concernant le rythme d'activité a été réalisé à l'aide de l'*ade4* en utilisant le logiciel *R*. L'objectif de cette analyse est d'obtenir une vision plus cohérente de la structure des données, prenant en compte des variables de faible fréquence.

2. Résultats et Discussion

2.1. Evolution journalière des activités

2.1.1. Bilan journalier des activités durant la période hivernal

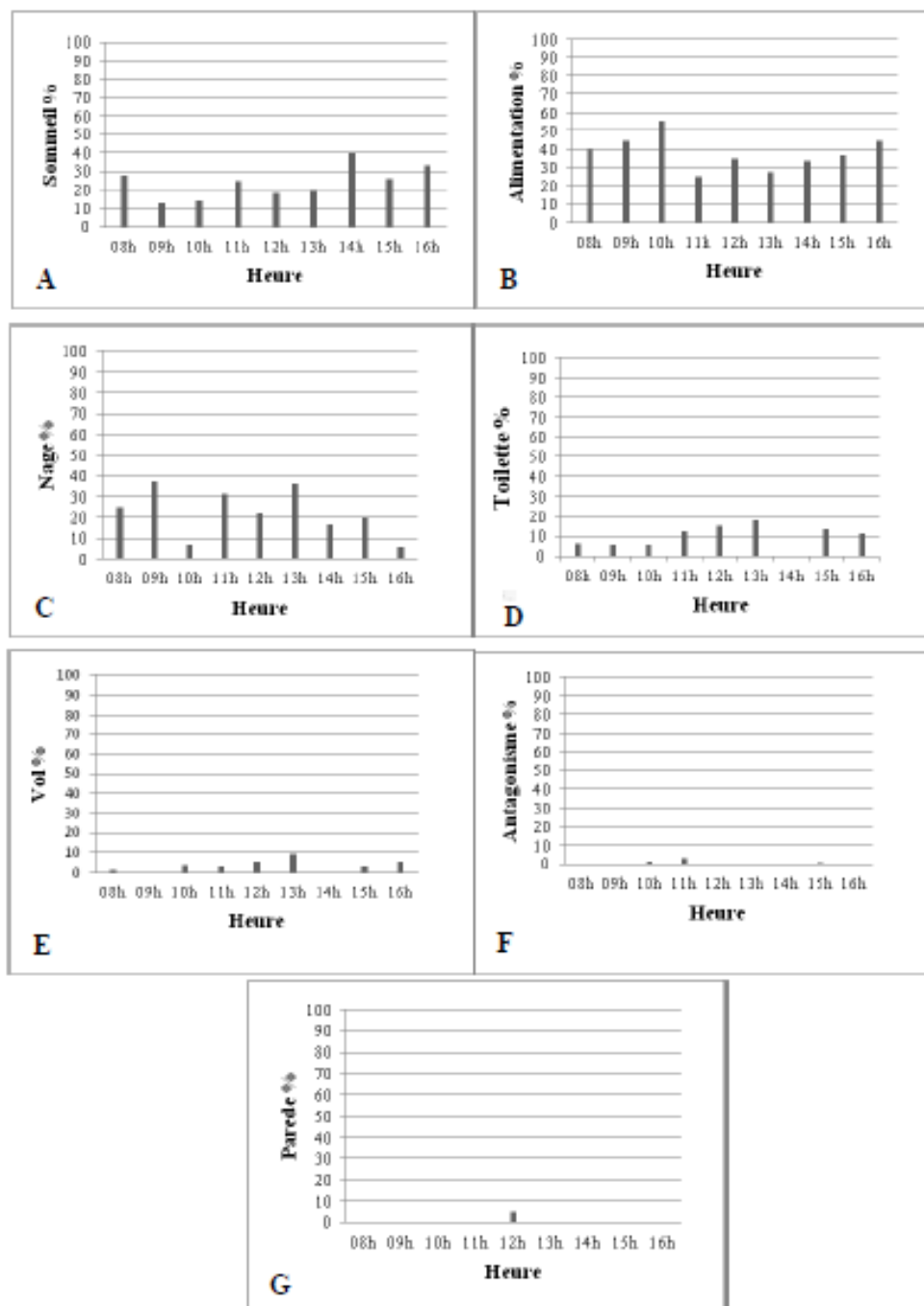


Figure 16. Bilan journalier de chaque activité durant la saison hivernale, **A** Sommeil, **B** Alimentation, **C** Nage, **D** Toilette, **E** Vol, **F** Antagonisme, **G** Parade.

Pendant la période hivernale, le sommeil est l'une des activités qui domine le budget temps après l'alimentation. Le rythme journalier de ce comportement enregistre des faibles valeurs dans la matinée qui augmentent graduellement à partir de l'après-midi pour atteindre un pic à 14 heures, 40% (Figure 16. A). Au-delà de cette heure, l'activité de sommeil commence à diminuer légèrement, pour atteindre des taux non négligeables vers les (30 %) confirmant l'hypothèse de (Gauthier-Clerc *et al.*, 1998) qui dit que les individus qui stationnent lors des vagues de froid augmentent la durée de leurs activités de confort.

L'alimentation, activité dominante du comportement de cette espèce durant la période hivernal, se manifeste intensivement le matin avec des valeurs élevées avoisinant les 50% et ce entre 8 et 10 heures. Au-delà desquelles le pourcentage des individus en alimentation diminue avec des taux plus ou moins importants. A partir de 13 heures les Fuligules reprennent leurs activités alimentaires pour atteindre un autre pic à la fin de la journée (44,44%). Ceci confirmerait l'hypothèse de Tamisier et Dehorter (1999) qui stipule que les individus stationnant lors de vagues de froid augmentent leurs temps de nourrissage diurne. L'importance de cette activité pourrait être également expliquée par l'arrivée des oiseaux hivernants qui consacrent plus de temps à l'approvisionnement en ressources trophiques disponibles en masse dans le lac Tonga pour récupérer le maximum des réserves énergétiques dépensées au cours de leur long trajet migratoire.

La nage qui est un comportement primordial chez les canards affiche des taux plus ou moins importants durant la matinée avoisinant 30 % correspondant à la recherche et la collecte de la nourriture ou la nage de confort. Cette activité diminue graduellement au cours de la journée avec une valeur minimale en fin de journée (5,55%).

La toilette ou l'entretien des plumages occupe le quatrième rang dans le bilan total des rythmes d'activités des Fuligules, en affichant des faibles valeurs en début de journée. (Ces valeurs ne dépassent pas les 10 % durant la matinée). Le pic de cette activité a été signalé l'après-midi (18,18 % à 13 heures), les valeurs sont nulles à partir de ce pic.

Le vol qui occupe une place minime dans le bilan total et son rythme journalier exhibe des taux très faibles toute la journée surtout la matinée, en effet le pourcentage le plus important ne dépasse pas (10 % noté à 13 heures) (Figure 16.E).

L'antagonisme et la parade, activités périodiques, ne sont observés que quelque fois au cours de la journée avec des taux très faible la plus part du temps inférieur à 5%.

2.1.2. Bilan journalier des activités durant la saison de reproduction

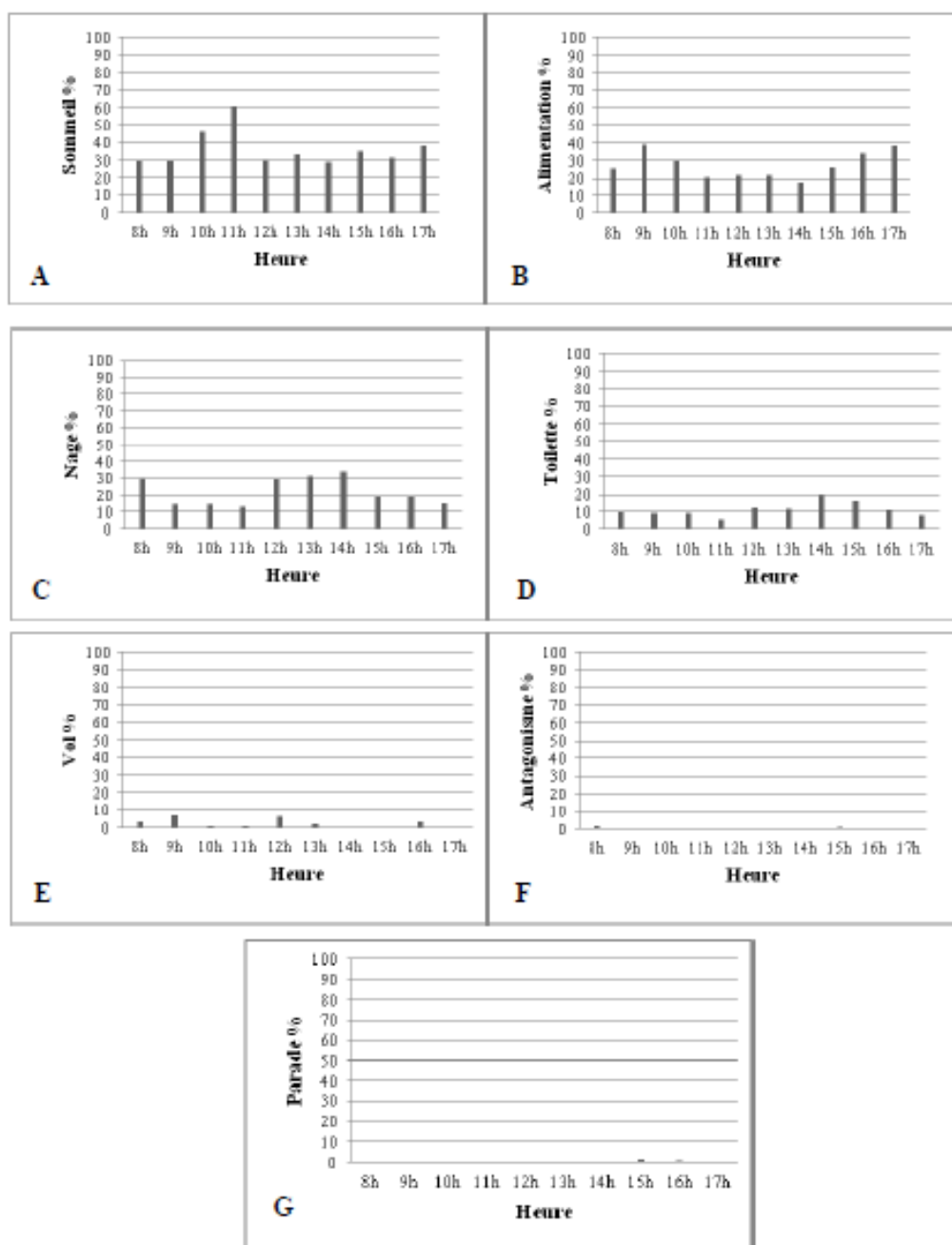


Figure 17. Bilan journalier de chaque activité durant la saison de reproduction, **A** Sommeil, **B** Alimentation, **C** Nage, **D** Toilette, **E** Vol, **F** Antagonisme, **G** Parade.

Au cours de la période de reproduction le sommeil domine le budget temps de notre espèce dévoilant un rythme journalier important et stable presque toute la journée. Le pourcentage des individus en sommeil dépassent les 20 %. On note deux pics à 10 heures avec (45,85 %) et (60,61 %) à 11 heures. Ceci pourrait être expliqué par la récupération des réserves énergétiques des mâles après une série des comportements reproductifs.

L'alimentation se manifeste globalement chez cette espèce durant cette période, tôt le matin et très tard dans la journée confirmant la théorie d'une alimentation nocturne (Tamisier 1972a/b, 1974 et 1978 ; Houhamdi, 2002 ; Houhamdi et Samraoui, 2001, 2002 et 2003 ; Mayache *et al.*, 2008). En effet le pourcentage le plus élevé détenu par cette activité à partir de 9 heures est de 39,22 % et le deuxième en fin de la journée (17 heures) avec 38,26 %.

La nage reste une activité importante chez notre modèle durant cette période. Toutefois nous avons constaté le même scénario lors de la période hivernal, en enregistrant des taux avoisinant d'une manière générale le pourcentage des 20 % avec un pic de 34.02% à 14 heures (Figure 17.C).

La toilette affiche des valeurs situées entre 9 et 19 %. (En effet dans la matinée le taux ne dépasse pas 10 %). Cependant à partir de 12 heures le pourcentage de cette activité augmente légèrement avec l'enregistrement d'un taux plus ou moins important de 19,59 % à 14 heures (Figure 17.D).

Le vol qui indique des chiffres très voisins de ceux de la période hivernal : les taux sont très faibles avoisinant les 3 %, et la valeur la plus élevée notée en début de journée (à 9 heures) est de 7,19 %. (Figure 17.E).

L'antagonisme et la parade reste des activités minimales dans le bilan quotidien des rythmes d'activité des Fuligules et on observe que quelques fois dans la journée avec des taux très faibles ne dépassant pas 2 %.

2.1.3. Bilan journalier des activités durant la période après reproduction

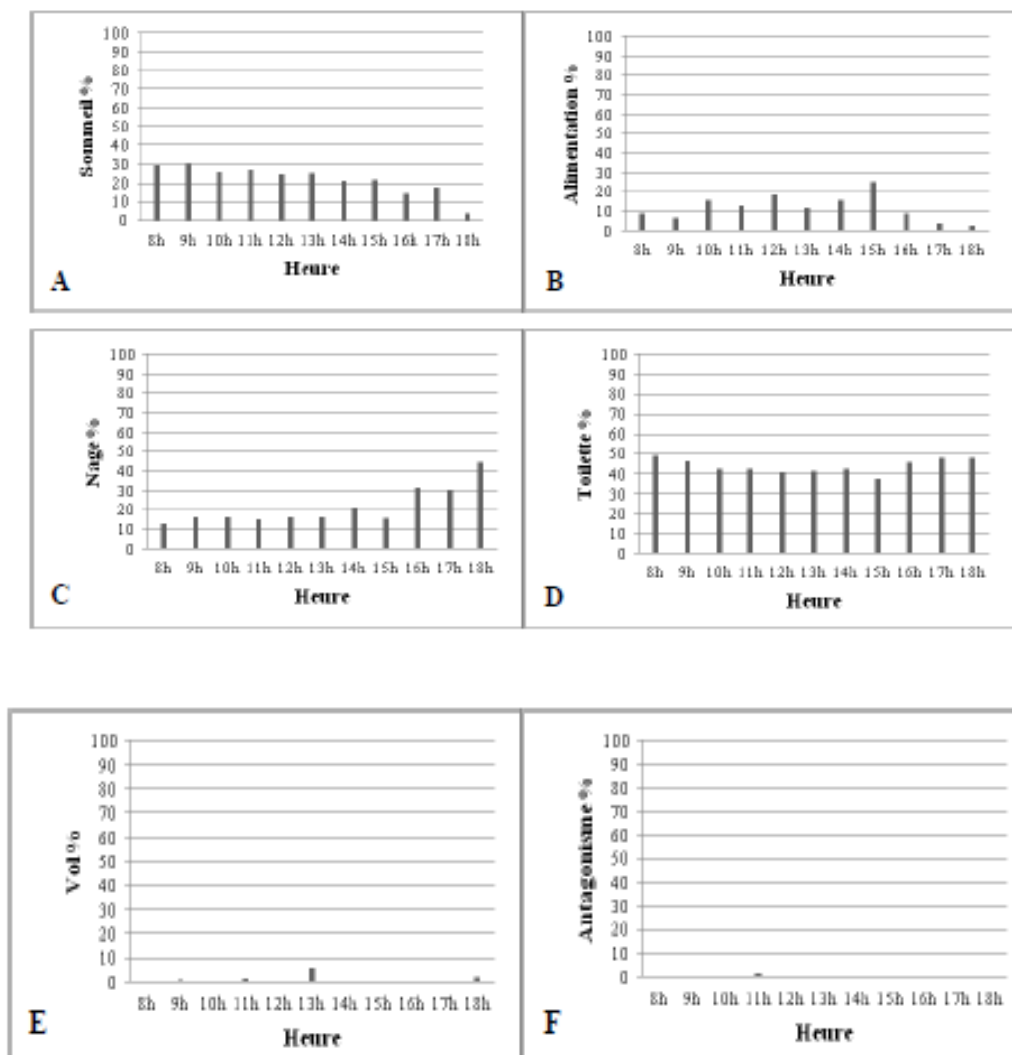


Figure 18. Bilan journalier de chaque activité durant la période après reproduction, **A** Sommeil, **B** Alimentation, **C** Nage, **D** Toilette, **E** Vol, **F** Antagonisme, **G** Parade.

Contrairement à la période hivernal, le sommeil se manifeste tôt le matin avec des valeurs avoisinant 30 % et le pourcentage des individus en sommeil diminue graduellement au cours de la journée. En effet la valeur la plus faible est observée en fin de journée avec un taux de 3,56 % à 18 heures.

Pendant cette période le rythme journalier de l'activité d'alimentation ne montre que des faibles taux. Les valeurs ne dépassent pas 20 % et le taux maximal de cette activité est observé à 15 Heures 25,21 %, à la fin de la journée le pourcentage de ce comportement montre des valeurs très faibles 3 et 2 % à 17 et 18 heures.

La nage montre un graphe plus au moins stable toute la matinée où les valeurs ne dépassent pas 20 %. En effet, au-delà de 16 heures le pourcentage de cette activité augmente pour atteindre des valeurs importantes à la fin de la journée entre 30 et 40% à 17 et 18 Heures.

Concernant la toilette, cette période affiche des chiffres importants toute la journée entre 37 et 49 %, les valeurs les plus élevées observées en début et à la fin de la journée, avec 49,22 % à 8 Heures et 47,77 % à 18 Heures. Le pourcentage des individus en toilettage s'expliquerait par le fait qu'au cours de cette période, l'espèce se débarrasse des parasites qui l'ont infestée pendant la période de reproduction (incubation et élevage des poussins) (Hurtrez, *et al.*, 2000 ; Bouslama, *et al.*, 2000).

Le vol et l'antagonisme restent toujours des activités minimales et occasionnelles. Le rythme journalier des deux activités ne dépasse pas 5 %, tandis que le pourcentage des individus en parade pendant cette période est toujours nul.

2.2. Analyse Statistique Multivariée

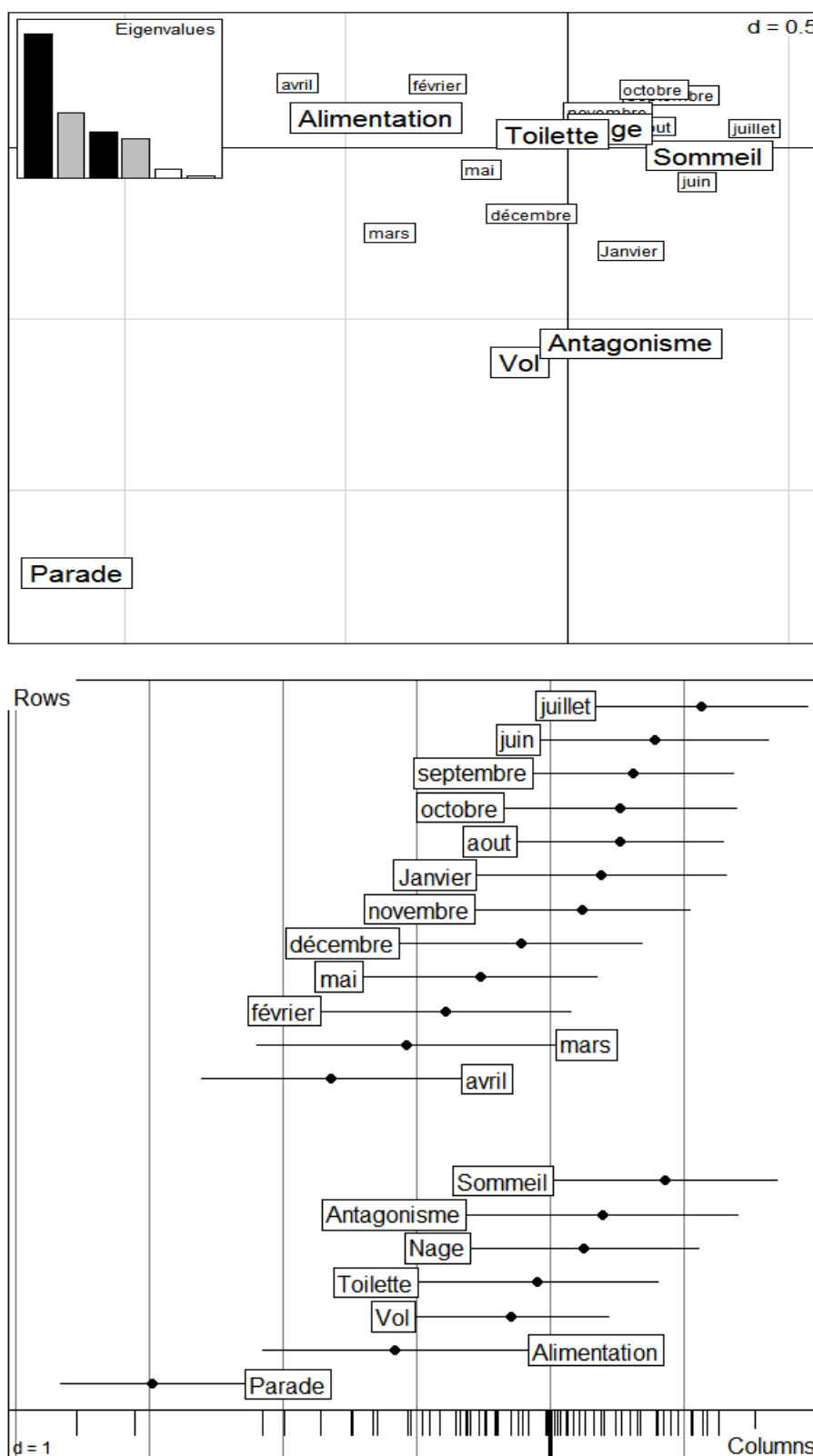


Figure 19. Plan factoriel 1x3 de l'AFC des rythmes des activités diurnes Axes d'inertie Axes d'inertie: 0.48, 0.21, 0.14, 0.12 et 0.02.

L'analyse factorielle des correspondances AFC sur les données des activités diurnes du Fuligule nyroca dans son plan factoriel 1x3 qui dispose 48% de l'information a montré que L'axe F1 (des ordonnées) sépare les deux activités essentielles de budget temps qui sont l'alimentation et le sommeil qui se trouvent en association avec les activités de confort soit la nage et l'entretien du plumage. L'axe F2 (des abscisses) sépare les activités de l'alimentation, le sommeil, la nage et la toilette des autres activités vol, antagonisme et parade.

Le graphe de l'AFC montre que l'alimentation caractérise surtout les mois de février, mars, avril et mai, après cette période et durant le mois de juin jusqu'au mois de Janvier on observe également l'activité sommeil. La nage qui est une activité primordiale se manifeste durant toute l'année avec des taux plus ou moins importants. Le vol et la toilette sont observés tous les mois avec des valeurs plus ou moins similaires, la parade est associée à la période pré nuptiale (Janvier à Avril), tandis que l'antagonisme est observé durant cette période-là ainsi que la période de nidification.

2.3. Le grégarisme

2.3.1. La taille de groupe

Tableau 09. La taille de groupe des individus chez le Fuligule nyroca.

	Min	Max	moyenne
Taille de groupe	3	35	13±4

L'exploration des résultats de grégarisme nous a permis de remarquer que le Fuligule forme généralement des petits groupes de taille moyenne de 13±4 individus. Cependant ces regroupements peuvent atteindre 35 individus au maximum. En effet, Cramp et Simmons (1977), ont montré qu'en Paléarctique Sud les Fuligules nyroca sont en grande partie seuls ou forment des petits groupes de 2 à 5 individus (Tableau 09).

Tableau 10. la taille maximale de groupe d'individus dans chaque période d'étude.

	hivernal	reproduction	après reproduction
Taille max de groupe	9	28	35

D'après le tableau (10) la taille maximale de groupement des individus de Fuligule nyroca se diffère d'une saison à l'autre. En période hivernale les Fuligules nyroca sont on grande partie seuls ou en petits groupe (ne dépassent pas les 9 individus). Ces résultats sont en accord avec ceux de Cramp et Simmons (1977). En période de reproduction et pré reproduction on observe plus de regroupement des individus où la taille maximale peut atteindre 35 individus et ceci pourrait être expliqué par le fait que le regroupement prè reproduction est une sorte de vigilance pour assurer la sécurité des pousins, vis avis des prédateur. D'après Elgar (1989) vivre en groupe procure une certaine sécurité, car le gréganisme diurne est considéré comme une adaptation à la pression exercée par les prédateurs aériens (Laridés et Rapaces).

2.3.2. Le bilan total de groupement des individus

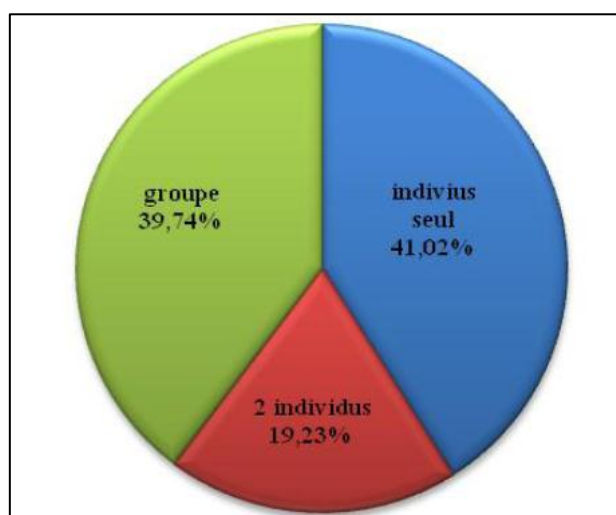


Figure 20. Le bilan Total de groupement des individus.

La figure de regroupement des individus montre que le Fuligule nyroca est moins grégaire. En effet les individus qui inféodent seuls dans le lac dominant le bilan total. Ils représentent 41,02% de l'effectif, suivi par les individus en groupe 39,74%. Le regroupement de deux individus enregistre un taux plus au moins faible 19,23 %. Cela confirme l'hypothèse de Cramp et Simmons (1977), qui stipule que pour la plupart du temps les Fuligules nyroca sont moins grégaires que les autres *Aythya* du Paléarctique Sud. Cependant que la vie en groupe se caractérise également par un ensemble de bénéfices collectifs véhiculés par chaque congénère (Rands *et al.*, 2006), notamment dans le mécanisme de la sélection de l'habitat et d'acquisition de la ressource au travers de l'information publique qui va renseigner chacun sur la qualité de

site (Bolhuis et Giraldeau, 2005; Danchin *et al.*, 2005). L'avantage pour un individu d'appartenir à ces unités fonctionnelles est donc d'accroître ses chances de survie vis-à-vis des prédateurs. La sécurité individuelle des canards est assurée par une surveillance collective.

2.3.3. Evolution annuelle de l'organisation sociale des individus

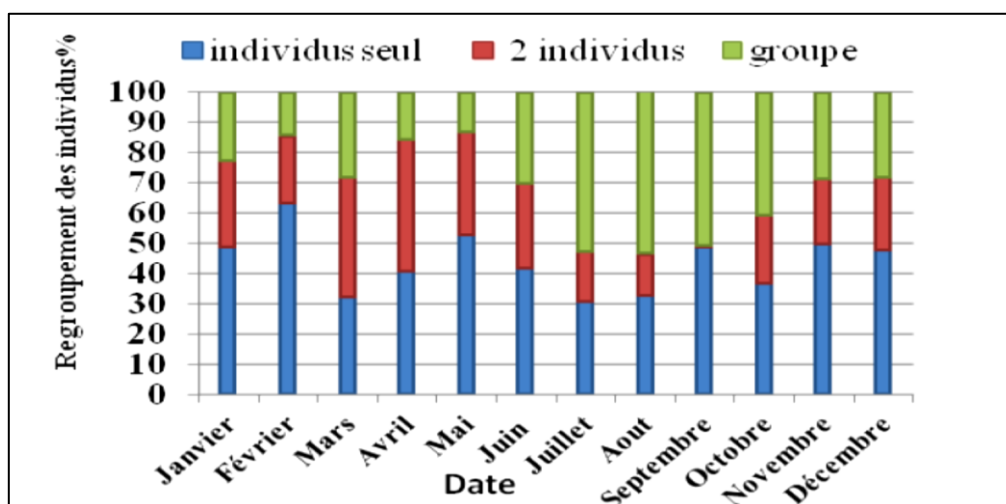


Figure 21. Evolution annuelle de l'organisation sociale des individus.

L'évolution annuelle de groupement de notre modèle biologique montre que les individus seuls enregistrent des valeurs largement élevées (dépassant les 40%) signalé au-delà du mois de Janvier jusqu'au mois Juin et, de mois Octobre jusqu'au mois de Décembre (En dehors de la saison de reproduction). Ainsi, pendant cette période le Fuligule est plus grégaire, le pourcentage des individus en groupe dévoile des valeurs importantes entre 40 et 50%. Ces résultats corroborent avec ceux trouvés en Paléarctique Sud. D'après (Cramp et Simmons 1977), en dehors de la saison de reproduction, ils sont en grande partie seuls et en petits nombre de 2 à 5 individus, on les retrouve en plus grand nombre formant des bandes entre 100 et 300 oiseaux sur des petits plans d'eau seulement durant la période comprise entre la fin de la mue post nuptiale et le départ pour les quartiers d'hivernage. Le regroupement en deux individus enregistre des faibles taux, ou les valeurs les plus élevées sont observé aux mois de mars et avril respectivement (39,66 et 43,47 %) ce qui peut se correspondre à la date de formation de couple.

2.2.4. Le regroupement des individus dans chaque activité

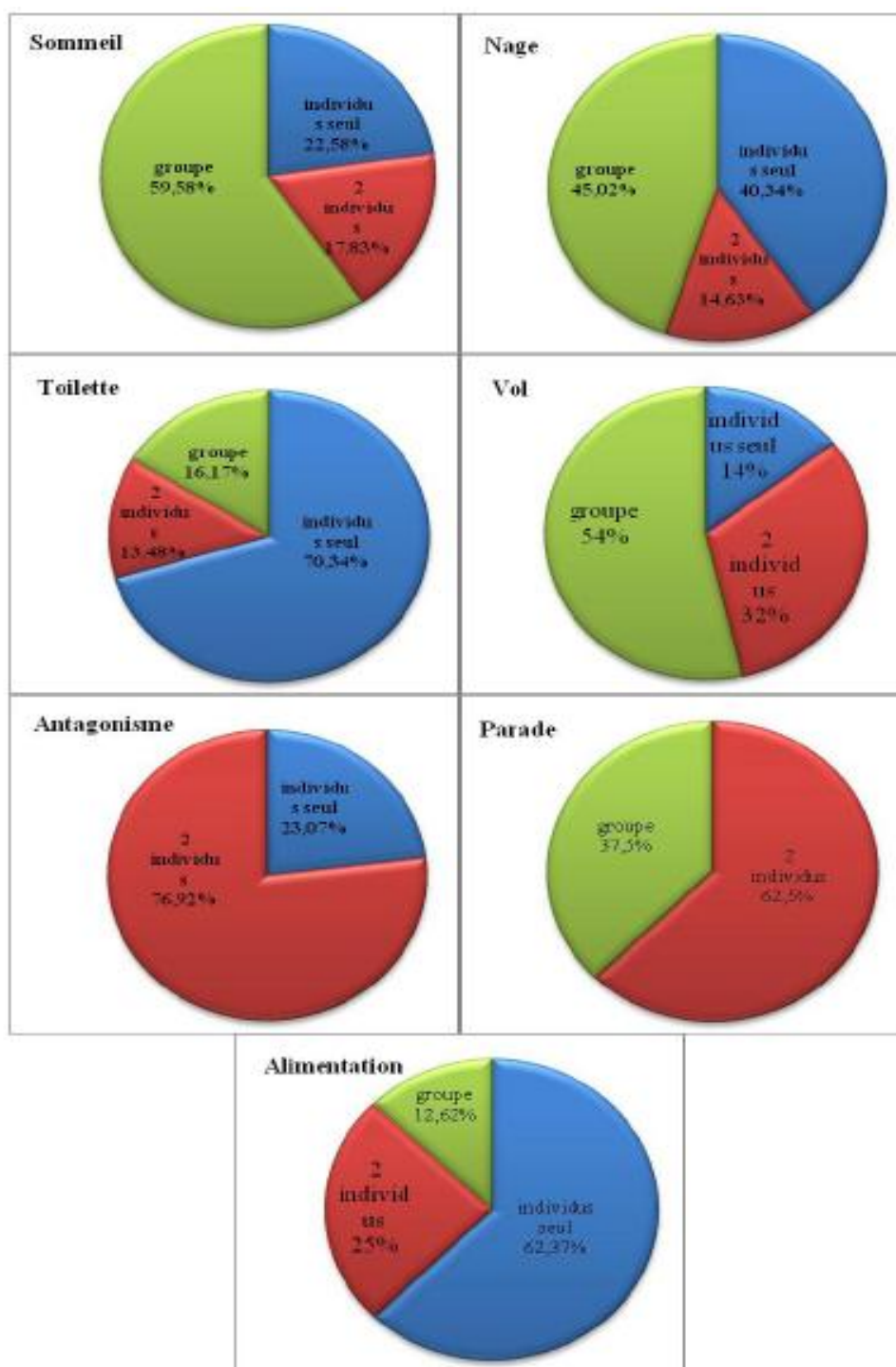


Figure 22. Le regroupement des individus dans chaque activité.

Concernant les résultats de l'organisation sociale de chaque activité les graphes montrent que trois activités sont effectuées en groupe, à savoir le sommeil avec 59,58 % et les activités de déplacement (le vol 53,62 % et la nage 45,02%). Dans ces activités le gréganisme domine le regroupement. Cependant le gréganisme diurne est considéré comme une adaptation à la pression de prédation exercée par les prédateurs aériens (laridés et rapaces). La sécurité individuelle des canards est assurée par une surveillance collective (Tamisier, 1985). Le pourcentage des individus qui nagent seuls enregistre aussi un taux important (40,34%), dans cette activité. La nage en groupe correspondrait à une nage de confort ou de déplacement, tandis que la nage des individus seuls serait probablement liée à l'alimentation. Il est important de noter que le vol en groupe est généralement dû au dérangement des groupes ou même des individus seuls.

Les observations effectuées sur le nombre d'individus lors de l'alimentation de l'espèce révèlent que l'alimentation en solitaire enregistre la valeur la plus élevée 62,37 %, suivi par l'alimentation en deux individus 25 %. L'alimentation en groupe représente des faibles taux (12,62 %) contrairement aux autres canards, ce qui augmente les dépenses énergétiques et diminue les chances de survie de notre modèle. L'avantage pour un individu d'appartenir à ces unités fonctionnelles est donc d'accroître ses chances de survie vis-à-vis des prédateurs, et de réduire potentiellement ses dépenses d'énergie lors de la recherche de terrains d'alimentation (Tamisier, 1985). En effet la toilette aussi est une activité qui s'effectue par des individus seuls 70,34%, le toilettage en groupe ou en deux individus ne révèle que des faibles valeurs respectivement 16,17 % et 13,48 %.

Pour la parade, le regroupement en deux individus domine cette activité 62,5 % suivi par la parade en groupe qui enregistre un taux plus au moins important 37,5 %. Cela est expliqué par le fait que cette activité soit effectuée pour la plupart du temps entre un male et une femelle.

Concernant l'antagonisme, le pourcentage des individus en deux domine largement ce comportement 76,92 % et cela pourrait être expliqué par le fait que ce comportement est lié généralement à la parade, compétition entre les males nyroca pour la recherche de la femelle.

Conclusion

L'étude de budget temps de notre modèle aviaire dans le lac Tonga, a permis de dégager les principaux points suivants :

- l'évolution journalière des activités révèle une différence d'une saison à l'autre. Les deux activités essentielles de budget temps qui sont le sommeil et l'alimentation se manifestent inversement l'un de l'autre durant les trois saisons. Les autres activités qui sont secondaires montrent une évolution journalière avec des taux très faible.
- Les résultats sur la taille de groupe montrent que notre modèle se rassemble en petits groupes où la taille moyenne ne dépasse pas les 13 individus.
- L'évolution annuelle de groupement des individus montre que les individus de notre espèce sont généralement seuls, et qu'elle devient plus au moins grégaire pendant la période de reproduction. La taille maximale de groupe (35 individus) est enregistrée durant le mois de septembre.
- Les activités les plus grégaires sont le sommeil, la nage et le vol. Alors que les individus sont généralement seuls lors de l'activité de l'alimentation, la toilette, la parade et l'antagonisme.

Chapitre III : ETUDE DU COMPORTEMENT ALIMENTAIRE

Introduction

L'établissement de plans de gestion capables de protéger les oiseaux et leurs habitats passe nécessairement par la connaissance de leurs bio-écologie. L'écologie comportementale s'intéresse aux mécanismes adaptatifs mis en place chez les individus, qui convergent en "stratégies", afin de répondre aux pressions de l'environnement (Krebs et McCleery 1984 ; Krebs et Davies 1987 ; Real 1994). Lorsque l'ensemble des individus manifeste une stratégie identique, alors celle-ci est dite évolutivement Stable, limitant l'expansion de celle qui sont alternatives (Danchin *et al.*, 2005; Ricklefs et Miller 2005). Une stratégie d'acquisition alimentaire peut être considérée comme évolutivement Stable, lorsqu'on considère que chaque événement d'alimentation, réalisé avec succès, reflète une tendance à maximiser le comportement d'acquisition alimentaire. Celui-ci a pour objet l'augmentation du taux net du gain énergétique (Brown, 2000).

En effet étudier le comportement alimentaire de manière plus fine permet parfois de mettre en évidence certaines des contraintes s'exerçant sur les individus. Par exemple, l'augmentation de la profondeur d'alimentation chez les canards au cours de l'hiver traduit l'épuisement graduel des ressources (Guillemain et Fritz 2002), voire un changement dans les types de proies consommées (Guillemain *et al.*, 2000).

Dans ce contexte, nous avons consacré ce chapitre à l'étude du comportement alimentaire du Fuligule nyroca *Aythya nyroca*. Les populations de cette espèce sont subdivisées en deux catégories : une population eurasienne située dans la rive Nord, la seconde se concentre surtout dans les pays du Maghreb et le Sahel (Green *et al.*, 1998, 1999, 2002; Green et El hamzaoui 2000, 2006 ; Robinson et Hughes 2002). Robinson et Hughes (2002) ont produit le statut international de notre espèce en fournissant des informations détaillées sur l'abondance, les tendances, la délimitation de la population, l'écologie et menaces sur toute l'aire de distribution de cette espèce.

Tout comme le comportement diurne le comportement alimentaire des canards plongeurs reste encore peu étudié dans notre pays (Houhamdi et Samraoui, 2008). Il nous est impératif donc de réunir toutes les informations fondamentales sur le comportement alimentaire du Fuligule nyroca dans le but de savoir à quel moment et dans quels habitats les oiseaux se nourrissent et de mettre en évidence certaines contraintes s'exerçant sur les individus.

1. Méthodologie du travail

1.1. Le comportement alimentaire

Pour ce faire l'étude a été menée sur un cycle annuel, et ce du mois de Janvier jusqu'au mois de décembre 2012 à raison de deux sorties par mois. En appliquant la même méthode utilisée dans l'étude de rythme activité soit le « balayage » scan (Altman 1974, Baldassare *et al.*, 1988, Losito *et al.*, 1989, Tamisier et Dehorter, 1999). On note ce que font les individus en général, tous comme le budget d'activités, le comportement alimentaire est défini comme la proportion de temps passé par les individus dans chaque type de comportements pendant une période donnée, Le comportement instantané d'un échantillon d'oiseau est enregistré à un intervalle d'une demi-heure à partir de sept heure du matin jusqu'à dix-sept heure totalisant 264 heures d'observations. Le comportement alimentaire est subdivisé principalement en cinq activités (Figure 23) qui sont :

- L'alimentation par plongeon
- L'alimentation bec,
- L'alimentation bec et tête,
- L'alimentation cou et tête
- L'alimentation par bascule.

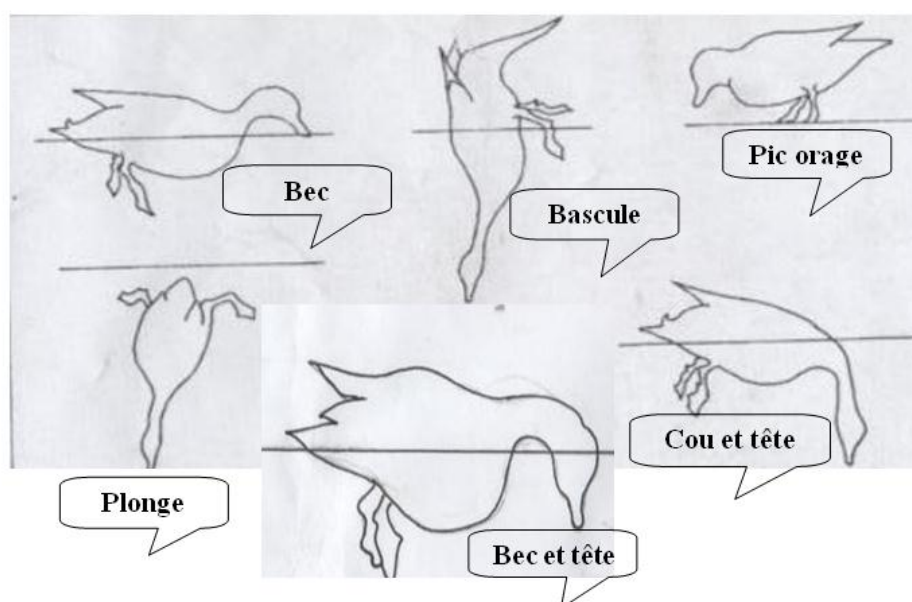


Figure 23. Dessins des différents types d'alimentation

1.2. L'intensité alimentaire

Dans ce travail nous avons calculé l'intensité alimentaire de chaque type d'alimentation selon la formule suivante :

$$IA = A / (A + R)$$

Ou IA = intensité alimentaire

A = durée de la phase d'alimentation

et R = durée de la phase de respiration. En effet la durée de la phase alimentaire et la phase respiratoire de chaque type d'alimentation ont été mesurés sur terrain à partir d'un chronomètre

1.3. Analyse statistique

Nous avons utilisé Excel 2010 pour les graphes et les histogrammes. Concernant l'analyse des corrélations nous avons appliqué le test de Pearson grâce au logiciel R. L'analyse factorielle des correspondances sur les données concernant les activités alimentaires du Fuligule nyroca a été réalisée avec l'application *ade4* intégré dans le logiciel R.

2. Résultats et Discussion

2.1. Le budget alimentaire

2.1.1. Le budget temps des rythmes d'activités

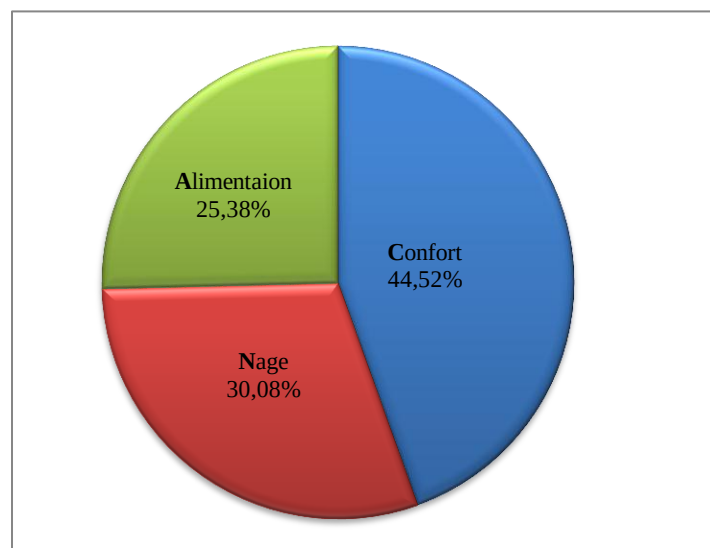


Figure 24. Le budget temps des rythmes activités diurne du *Fuligule nyroca*.

Le bilan total d'activités diurnes dans le lac Tonga (Figure 24) montre que l'alimentation tient le quart du budget temps (25,21%), et vient après la nage (27,34%) et le sommeil (33,47%) qui prédominent le comportement. Ceci est conformes avec les observations réalisées sur d'autres quartiers d'hiver (Camargue, Tamisier et Dehorter 1999) (Tamisier (1972a/b, 1974 et 1978), (Houhamdi 2002), Houhamdi et Samraoui (2001, 2002 et 2003) et (Mayache *et al.*, 2008). Chez les Anatidés les activités de confort sont les plus importantes, devant les déplacements et l'alimentation. Cependant les canards granivores ou omnivores, consacrent 35 % de leur temps diurne à l'alimentation (Campredon 1984).

2.1.2. Evolution annuelle de l'activité d'alimentation

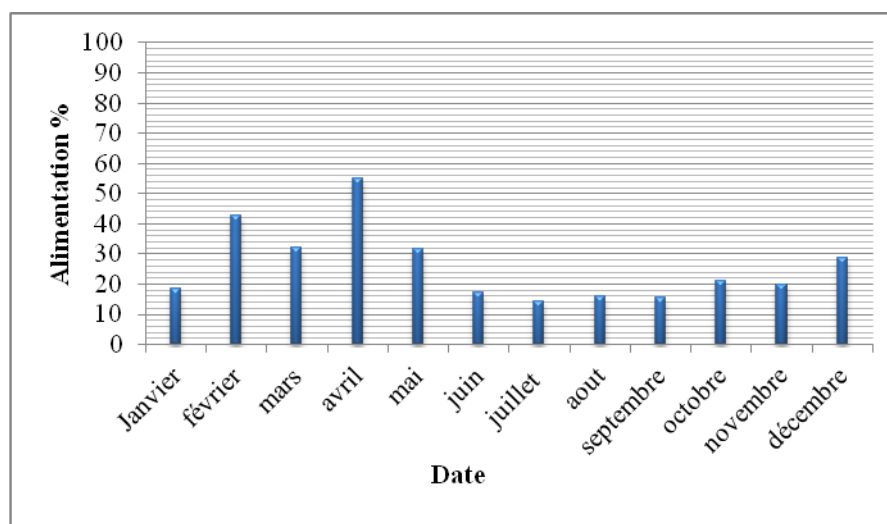


Figure 25. Evolution annuelle de l'activité de l'alimentation.

Plusieurs littératures ont montré que l'alimentation est une activité nocturne chez les Anatidés (Tamisier (1972a/b, 1974 et 1978), Houhamdi (2002), Houhamdi et Samraoui (2001, 2002 et 2003) et Mayache *et al.*, 2008). Dans notre travail, nous avons remarqué que le Fuligule nyroca enregistre des taux plus ou moins élevés au cours de la période hivernale (Figure 25) avec deux pics similaires (54% et 59,94%) notés respectivement pendant le mois de Février (54%) et le mois d'Avril (59.94%). En effet l'augmentation du taux d'alimentation pendant cette période serait vraisemblablement due à plusieurs facteurs, tels que la compétition intraspécifique et interspécifique pour les ressources alimentaire lors de l'arrivée des hivernants, le taux d'acquisition alimentaire sera en relation avec la capacité d'accueil du milieu (*carrying capacity*) (Charnov, 1976). Aussi, les individus ont un avantage à réaliser des choix tactiques permettant de maximiser leur taux d'acquisition. De récents travaux ont également montré que les oiseaux augmentent de manière très nette leur temps d'alimentation journalier pendant la migration prénuptiale et à leur arrivée sur les zones de reproduction, du fait de l'augmentation de leurs besoins nutritionnels à ces périodes (Arzel *et al.*, 2007). D'après (Gauthier-Clerc *et al.*, 1998) et (Tamisier et Dehorter, 1999) les individus augmentent leurs temps de nourrissage diurne, diminuent leurs déplacements et leurs seuils de vigilance lors des vagues de froid. Cependant nous notons qu'au cours de la période de reproduction l'activité d'alimentation affiche les valeurs les plus faibles allant de mois de Juin

jusqu'au mois de Septembre et cela pour des raisons d'élevage et de surveillance des poussins contre les prédateurs principalement le Busard des roseaux, exigeant ainsi une omniprésence du couple géniteur.

2.1.3. Le budget temps alimentaire

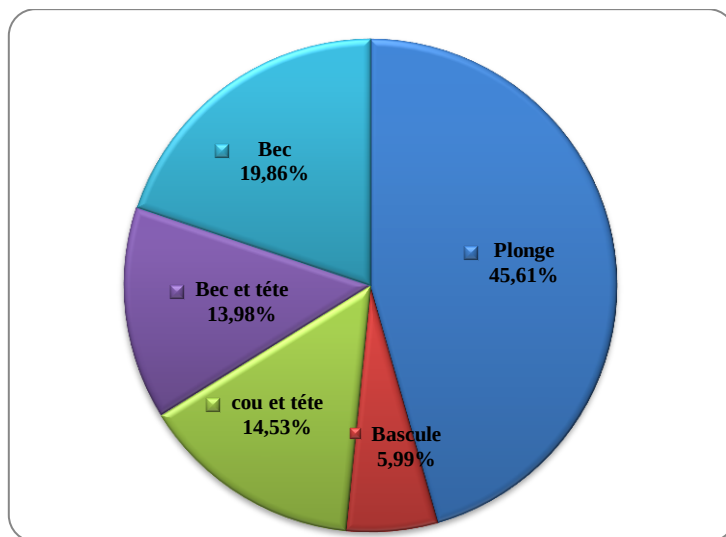


Figure 26. Bilan annuelle de budget alimentaire du *Fuligule nyroca*.

L'exploration des résultats du comportement alimentaire (Figure 26) montre que l'alimentation par « plonge » représente l'activité majoritaire avec 45,61% du budget, ce comportement est typique chez les Fuligules (Boutin, 1986 ; Alouche, 1988). D'après (Green, Andy-J, 1998). Les nyroca sont les canards qui se nourrissent aux plus grandes profondeurs, surtout par plongée (76%). Les activités alimentaires liées à la surface ne révèle que des faible taux et sont dominée par l'alimentation de « bec » 19,86% suivi respectivement par le « cou et tête » et « bec et tête » (14,53%, 13,98%,). L'alimentation par « bascule » reste minime et ne représente que 5,99% du budget.

Connaître la posture permet de déterminer la profondeur d'alimentation (Pöysä, 1983). La posture essentiellement utilisée peut aussi renseigner sur les contraintes subies par les individus : s'alimenter avec uniquement le « bec » immergé peut être lié au choix des zones d'alimentation les moins profondes, mais peut aussi être une réponse au besoin de maintenir une activité de vigilance (les yeux sont au-dessus de la surface) dans les conditions où les risques de prédation ou de dérangement sont les plus élevés (Guillemain *et al.*, 2002b). En

effet, ces types d'alimentations caractérisent surtout les canards de surface. D'après Pirot et Pont (1987) le budget alimentaire du canard souchet (« bec et tête » 15% « tête et cou » 57% « bascule » 15%) et le canard siffleur (« bec et tête » 20% « tête et cou » 35% « bascule » 15%) (Campredon 1984a), la sarcelle (« bec et tête » 40% « tête et cou » 20% « bascule » 5%) (Tamisier, 1972).

2.1.4. Evolution annuelle des activités alimentaire

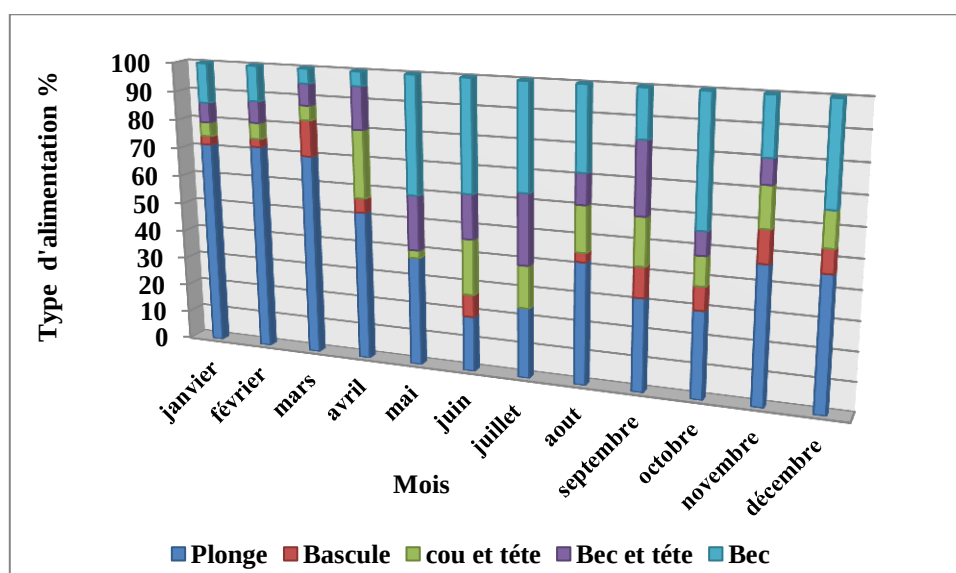


Figure 27. Evolution annuelle de budget alimentaire du *Fuligule nyroca*.

La figure (27) montre que l'activité de « plonge » expose des valeurs largement élevées au début de la période hivernale, (dépassent 70%) entre Janvier et Mars. Au-delà de ce mois ces valeurs diminuent graduellement au cours de l'année pour atteindre 20% au mois de Juin (valeur la plus faible). En effet à partir de ce mois l'alimentation par « plonge » augmente légèrement pour avoir des valeurs avoisinant les 50%.

Les activités liées à la surface inversement à l'activité de « plonge » les pourcentages augmentent graduellement pour atteindre la plus grande valeur le mois de Juin dépassent le 80%. Au-delà de ce mois on assiste à une diminution tout en gardant des valeurs plus ou moins importants. Ces fluctuations annuelles des comportements alimentaires sont vraisemblablement influencées par les conditions instantanées du milieu (niveau d'eau, ressource alimentaire) (Tamisier 1972). D'après Guillemain (2000) les oiseaux ne se tournent

vers les parcelles profondes que lorsque les ressources sont épuisées dans les parcelles peu profondes.

2.1.5. Le Bilan saisonnier de budget alimentaire

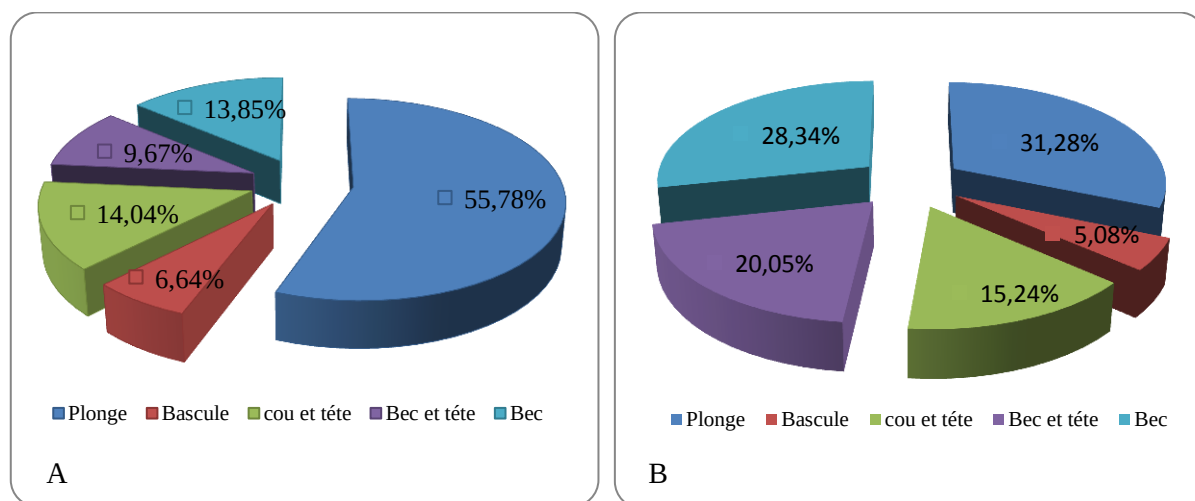


Figure 28. Bilan saisonnière de budget alimentaire de *Fuligule nyroca* (A) saison hivernale et (B) saison estivale.

Selon les saisons nous avons regroupé les comportements alimentaires en deux périodes. (A) période hivernale, et (B) période estivale (Figure 28), dans le but de savoir les différences des comportements intersaison. Lors de nos résultats, nous remarquons que l'alimentation par « plonge » domine les deux saisons mais il y a une différence qui réside dans le taux des activités alimentaire. Pendant la période hivernale l'alimentation par « plonge » apparaîtrait comme la plus importante des activités. Elle dépasse le tiers de budget alimentaire 55,78%, devant les autres activités « cou et tête », « bec » et « bec et tête » qui détiennent une part secondaire dans ce budget avec respectivement (14,04%, 13,85% et 9,67%). Le bascule reste une activité minime 6,64%. En effet cette augmentation de profondeur d'alimentation chez notre espèce pendant cette période traduit par l'épuisement graduel des ressources alimentaire (Guillemain et Fritz 2002), voire même un changement dans les types de proies consommées (Guillemain *et al.*, 2000), car le *Fuligule nyroca* est une espèce omnivore (delHoyo *et al.* 1992; Kear 2005(b) ; Brown *et al.* 1982).

En période estivale l'alimentation liée aux surfaces représente le comportement majoritaire (dépassent 60%) devant l'alimentation par « plonge » (31,28%). Ces activités sont dominées par l'alimentation de « bec » 28,34%. Suivi: respectivement par le « bec et tête » (20,05%), « cou et tête » (15,24%). Le « bascule » reste toujours une activité minimale (5,08%) et ceci serait dû au fait qu'au cours de cette période les nyroca s'occupent de l'élevage des poussins et la vigilance contre les prédateurs. Le besoin de maintenir plus de vigilance lors de l'alimentation en profondeur (où les yeux sont sous l'eau) est démontré dans la nature et semble aussi être un critère de décision. Ceci traduit la diminution de l'alimentation de plonge. L'augmentation des activités alimentaire liées à la surface et aussi correspondrait à la disponibilité de ressources alimentaires au cours de cette période (Tamisier 1972) et le changement dans les types de proies consommées (Guillemain *et al.*, 2000).

2.1.6. Evolution journalier des activités d'alimentation

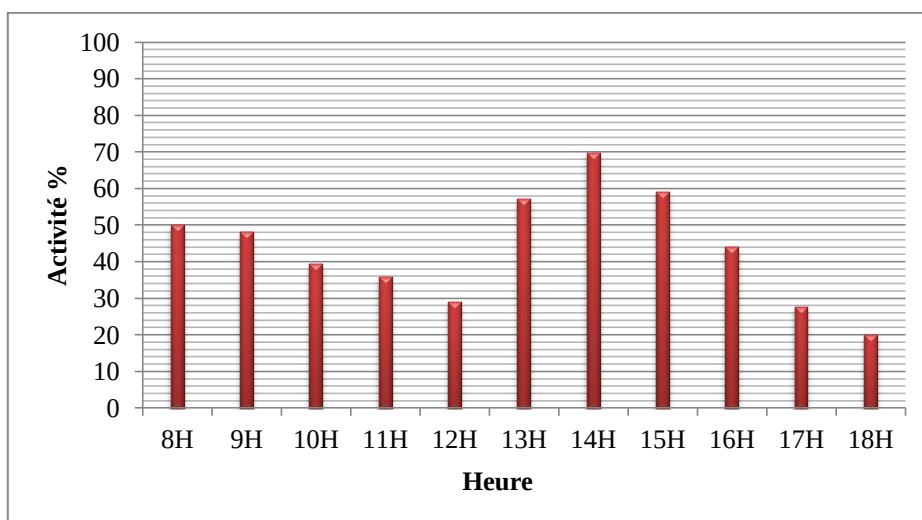


Figure 29. Evolution journalier de l'alimentation par « plonge ».

L'activité de « plonge » qui domine le comportement alimentaire de cette espèce, se manifeste intensivement au cours de la journée avec des valeurs élevées avoisinant les 40%. Les plus grandes valeurs sont enregistrées entre 13 et 15 heures et dépassent les 55%. Au de-là de cette heures le pourcentage des individus qui s'alimentent par « plonge » se diminue mais garde des taux plus au moins importants, en fin de journée. Ce pourcentage affiche la plus faible valeur à 18 heures. D'après Cramp et Simmons (1977) cette activité est observée principalement pendant le soir et le matin.

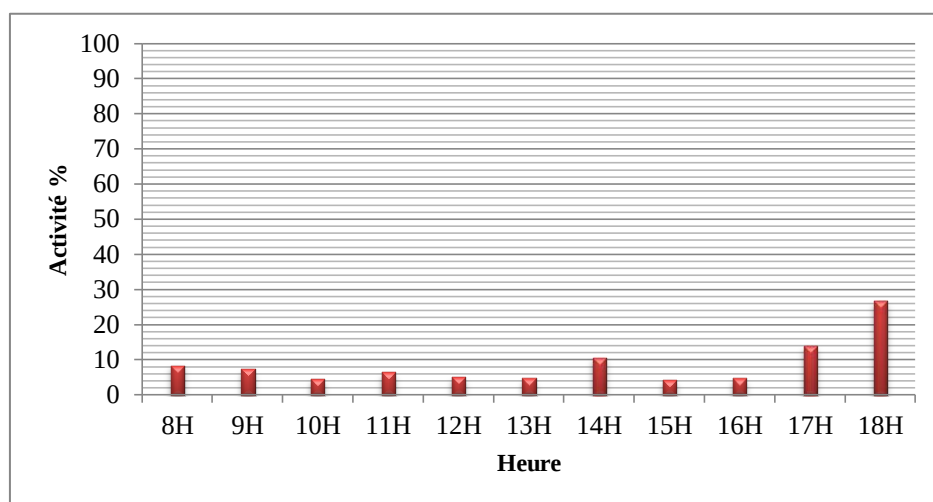


Figure 30. Evolution journalier de l'alimentation de « bascule ».

Tous comme chez plusieurs Anatidés l'activité de « bascule » est une activité minime chez le nyroca (Tamisier 1972, Pirot et Pont 1984). L'espèce se manifeste avec des taux très faibles entre 8 et 10%. Ces valeurs restent constantes presque toute la journée. Le pourcentage des individus qui s'alimente par « basculement » augmente graduellement pour enregistrer un taux plus ou moins élevé 26,67% En fin de journée (18 heures).

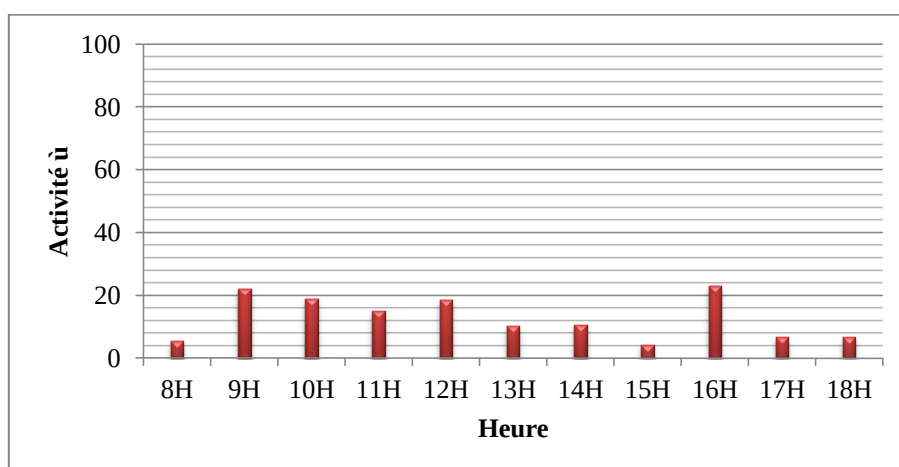


Figure 31. Evolution journalier de l'alimentation « cou et tête ».

Le « cou et tête » est un comportement qui se manifeste avec des taux dépassant les 30% chez plusieurs espèces d'Anatidés comme le siffleur (Camprodon 1982a). Dans notre étude les valeurs journalières sont inférieures à 20%. Cette activité se manifeste avec des taux très faibles (5,56%) enregistré tôt le matin. En effet le pourcentage des individus qui s'alimente

par « cou et tête » augmente rapidement pour atteindre un taux avoisinant le 20% à 9 heures. Au de-là de cette heures il diminue graduellement pour avoir la plus faible valeur de la journée 4,23% enregistré à 15 heures. A 16 heures on observe un autre pic de 22,94%, puits le pourcentage diminue rapidement en fin de journée (6%).

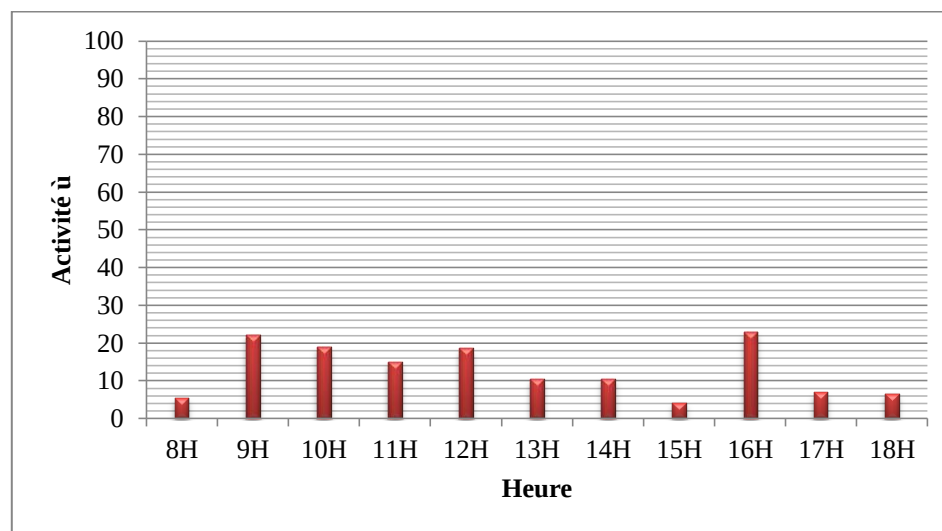


Figure 32. Evolution journalier de l'alimentation de « bec et tête ».

L'alimentation par « bec et tête » est une activité qui domine le comportement alimentaire de plusieurs espèces d'Anatidés (Tamisier 1972). Chez notre modèle biologique elle resterait une activité secondaire. L'évolution de cette activité montre que le pourcentage des individus qui s'alimente par « bec et tête » enregistre des valeurs plus ou moins faible, quasiment toute la journée. Les plus faibles valeurs sont observées dans les premières heures de la journée entre 5 et 6%. Ces valeurs augmentent rapidement pour atteindre un pourcentage de 17,42% à 10 heures, et restent constantes jusqu'à 14 heures. On observe par la suite un effondrement dans le taux d'alimentation par « bascule », cependant en fin de journée (17 heures) on observe la plus grande valeur (24,14%).

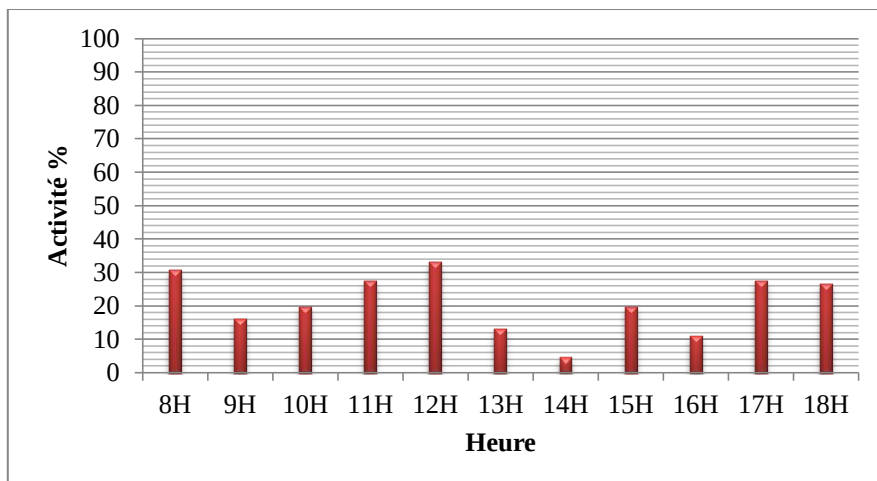


Figure 33. Evolution journalière de l'alimentation de « bec ».

La figure de l'alimentation de « bec » montre des différences remarquables dans le taux d'alimentation. Le pourcentage des individus qui s'alimente par le « bec » enregistre des valeurs variant entre 4 et 30%. A 8 heures l'activité enregistre une valeur de 30,56% puis diminue rapidement pour atteindre 16,05%. Au-delà de cette heure, le pourcentage des individus augmente graduellement pour avoir la plus grande valeur de la journée 32,99%. Cependant le taux le plus faible a été signalé à 14 heures avec une valeur de 4,55%.

2.1.7. Evolution journalière durant la saison hivernale

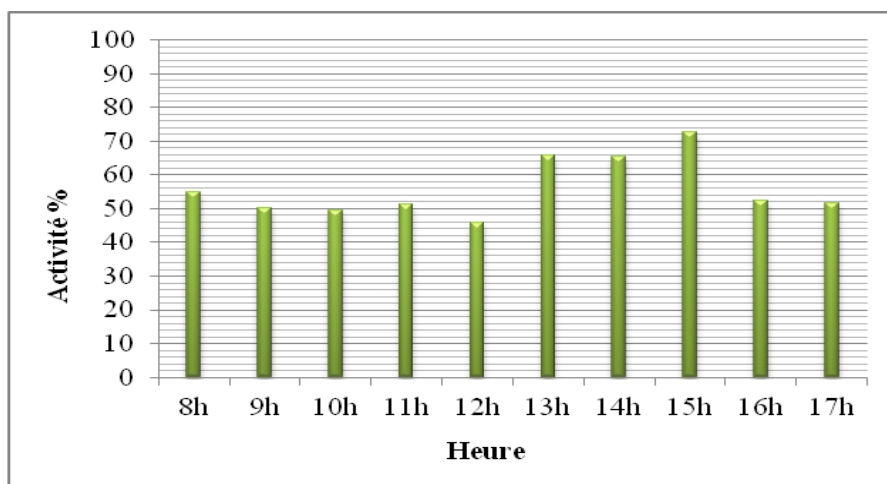


Figure 34. Evolution journalier de l'alimentation de « plonge ».

L'évolution journalière de l'activité de « plonge » durant la période hivernale montre que le pourcentage des individus qui s'alimentent en « plonge » se manifeste avec des taux constants pendant toute la matinée et atteint des valeurs très élevées en fin de journée dépassant les 40%. (Les valeurs les plus élevées enregistrées l'après-midi entre 13 et 15 heures, le pourcentage des individus qui s'alimentent par plongement sont supérieurs 60%).

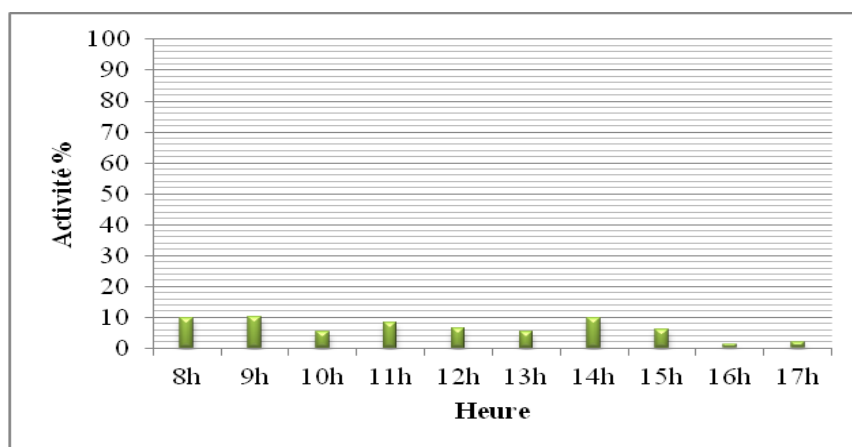


Figure 35. Evolution journalier de l'alimentation de « bascule ».

Pendant la période hivernale l'évolution journalière de l'activité de « bascule » dévoile des taux inférieurs à 10% durant toute la journée. Les plus grandes valeurs de cette activité ont été observées le matin (8 heures), avoisinant les 10%. Au-delà de cette heure le pourcentage des individus diminue pour avoir des valeurs très faibles en fin de journée avoisinant le 1%.

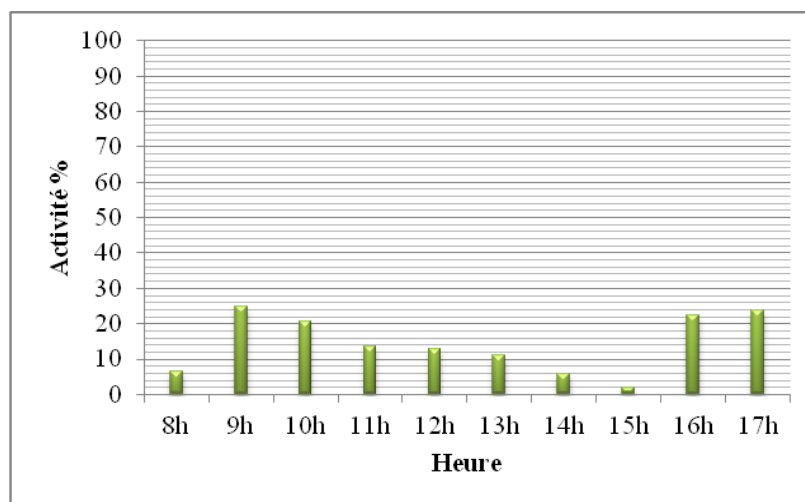


Figure 36. Evolution journalier de l'alimentation de « cou et tête ».

L'évolution journalière de l'alimentation de « cou et tête » montre une valeur très faible à la première heure de la journée (6,45%). Puis augmente rapidement pour atteindre un taux de 25% l'heure qui suit. Au de-là de 9 heures le taux diminue graduellement pour avoir la plus faible valeur (1,96%) à 15 heures. Cependant à la fin de la journée (17heures) cette activité reprend ces valeurs initiales (23,6%).

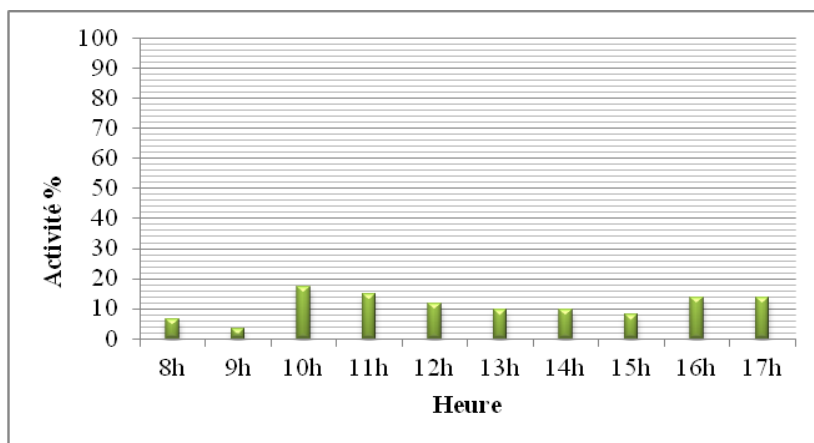


Figure 37. Evolution journalier de l'alimentation de « bec et tête ».

L'alimentation de « bec et tête » (Figure.37) se manifeste avec des taux inférieure à 10% entre 8 et 9 heures, au de-là de laquelle le taux augmente rapidement pour atteindre une valeur maximale de 17,2% à 10 heures. Ces valeurs diminuent légèrement au cours de la journée pour avoir un chiffre de 7,84% à 15 heures à la fin de la journée on enregistre une augmentation de (13%) à partir de 16 heures.

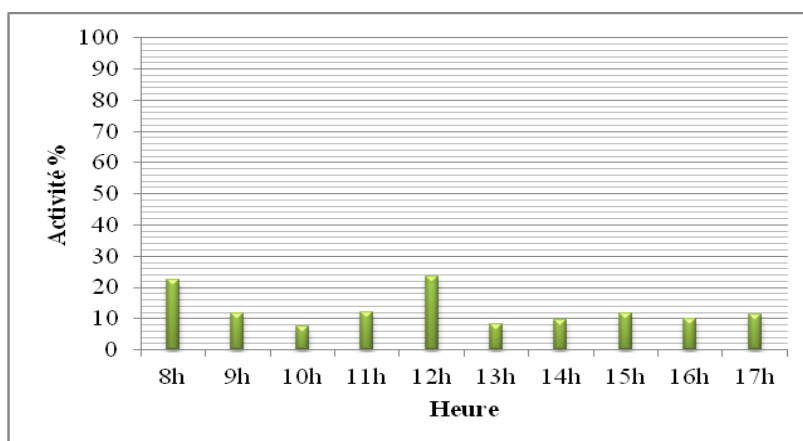


Figure 38. Evolution journalier de l'alimentation de bec

Le graphe de l'alimentation de « bec » (Figure.38) montre que cette activité se manifeste tôt le matin avec une valeur de 22,58% enregistré à 8 heures. Ces valeurs diminuent rapidement entre 9 et 11 heures pour avoir des taux plus au moins faible avoisinant 10%. A 12 heures l'activité de l'alimentation par « bec » reprend la valeur éniatiale 23,4% puis au dela de cette heure le pourcentage des individus diminue rapidement pour afficher un taux de 8,21% a 13 heures. Ce taux reste constant jusqu'à la fin de la journée.

2.1.8. Evolution journalière durant la saison estivale

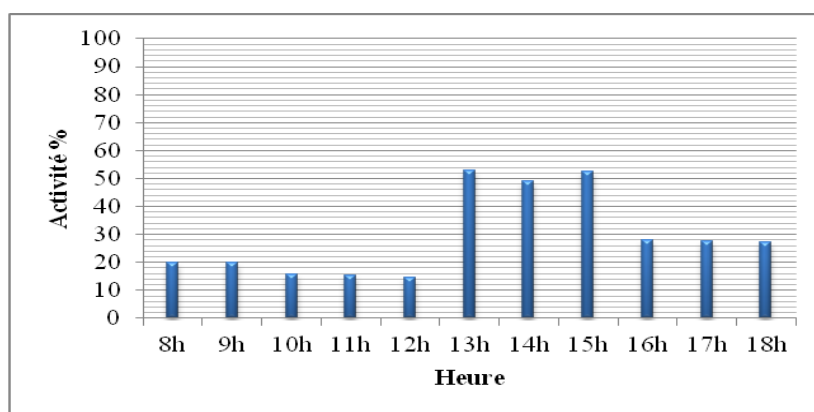


Figure 39. Evolution journalier de l'alimentation de « plonge ».

Contrairement à la période hivernale, l'évolution journalière de l'alimentation de « plonge » a dévoiler des taux plus au moins faibles inférieurs à 20% enregistré toute la matinée. C'est entre 13 et 15 heures que l'activité de « plonge » affiche des valeurs très élevé dépassant les 50% au de-là de cette heure, le pourcentage diminue rapidement et tient des valeurs inférieures à 30 %. Ces valeurs restent constants jusqu'à la fin de la journée.

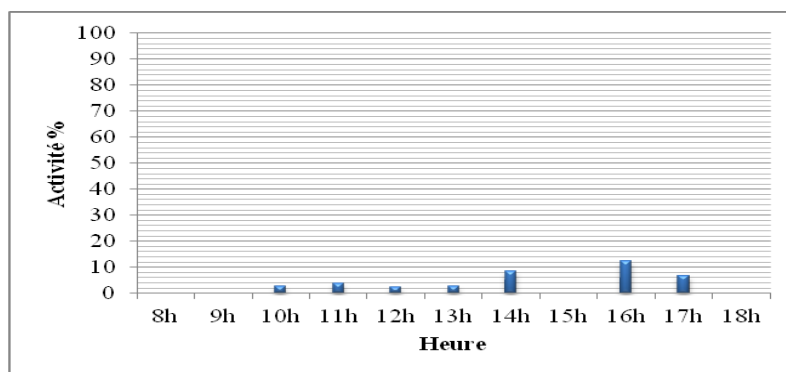


Figure 40. Evolution journalier de l'alimentation de « bascule ».

L'alimentation de « bascule » reste toujours une activité minime dans le budget alimentaire du Fuligule nyroca. Pendant la période estivale nous avons noté que cette activité se manifeste que quelques heures durant la journée (Figure.40). Le pourcentage des individus qui s'alimentent par bascule enregistre des taux très faibles inférieurs à 4% enregistré entre 10 et 13 heures. Les plus grandes valeurs sont observées à 14 heures (8,51%) et à 16 heures (12,5%).

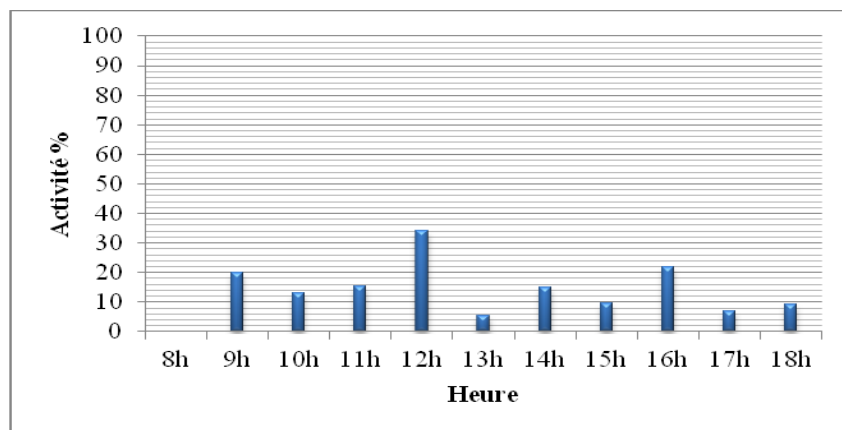


Figure 41. Evolution journalier de l'alimentation de « cou et tête ».

L'évolution journalière de l'alimentation de « cou et tête » durant la période estivale se manifeste à partir de 9 heures avec un taux de 20%. La plus grande valeur de cette activité est enregistrée à 12 heures (34,14%) et la plus faible à 13 heures avec un taux de 5,4%. A la fin de la journée le pourcentage d'alimentation par « cou et tête » enregistre aussi de très faible valeur inférieure à 10%.

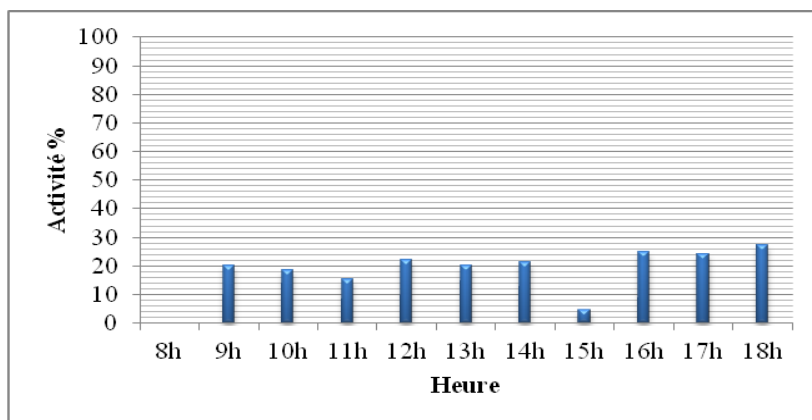


Figure 42. Evolution journalier de l'alimentation de « bec et tête ».

L'alimentation de « bec et tête » se manifeste aussi à partir de 9 heures (Figure.42) mais contrairement à la période hivernal l'évolution journalière durant la période estivale enregistre des taux plus ou moins élevés supérieurs à 20%. Ces valeurs son constante presque toute la journée. En effet, le pourcentage des individus qui s'alimente par « bec et tête » enregistre un effondrement à 15 heures où on observe une très faible valeur (4,74%).

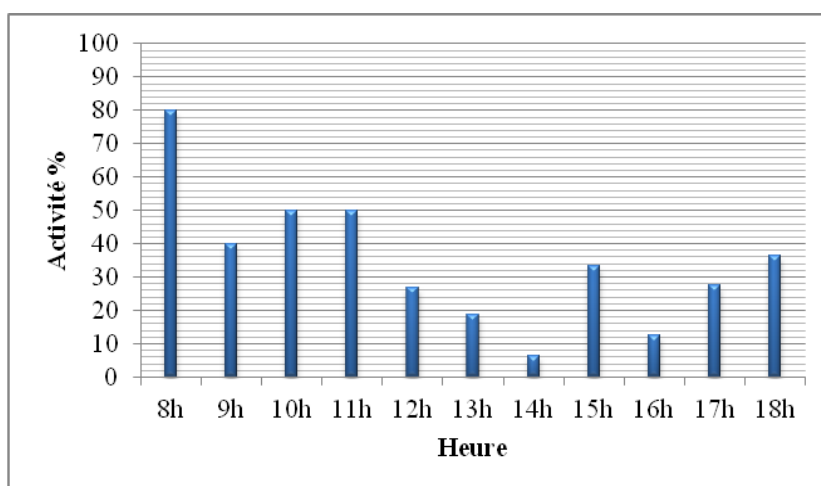


Figure 43. Evolution journalier de l'alimentation de « bec ».

Contrairement à la période hivernale, la figure (44) de l'alimentation par « bec » enregistre des taux très élevé et principalement la matiné. La plus grande valeurs à été observée à 8 heures avec un pourcentage de 80%. Pour diminuer rapidement et atteindre une valeur de 40% enregistré l'heure qui suit. Le taux de cette activité reste plus au moins constant jusqu'à 11 heures où on assiste à une diminution graduelle avec la plus faible valeur enregistré à 14 heures (6,38%). A la fin de la journée, l'alimentation par « bec » enregistre des valeurs non négligeables avoisinant les 30%.

2.1.9. Analyse Statistique Multivariée

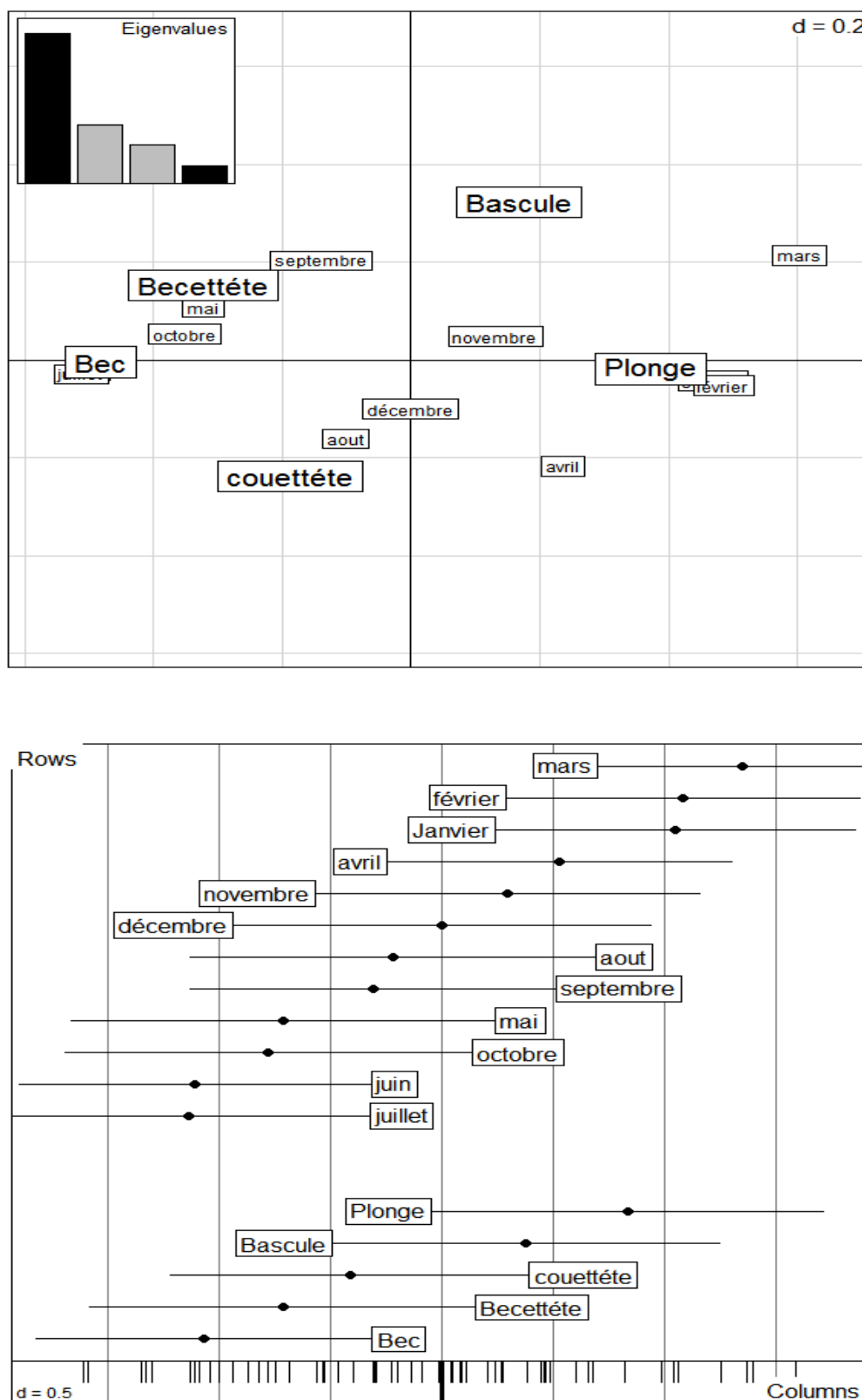


Figure 44. Plan factoriel 1x4 de l'AFC des activités alimentaires. Axes d'inertie 0.59, 0.22, 0.13, 0.04.

L'analyse factorielle des correspondances AFC sur les données des activités alimentaires de notre modèle dans son plan factoriel 1x4 qui détient 59% de l'information a montré que :

- L'axe F1 (des ordonnées) sépare les deux activités principales de comportement alimentaire : D'un côté l'alimentation par « bec » (se trouvant en association avec l'alimentation de « bec et tête » et de « cou et tête ») qui est plus au moins liée à la surface de l'eau et de l'autre côté l'activité de « plonge » en association avec l'alimentation par « basculement » qui est liée à la profondeur.
- L'axe F2 (des abscisses) sépare l'alimentation « bec », « bec et tête » et « bascule » des activités de « plonge » et de « cou et tête ».

Le graphe de l'AFC montre que l'alimentation par « plonge » est pratiquée de Janvier au mois de Mai. Après cette période et jusqu'au mois de Décembre on observe l'alimentation par « bec » qui révélé des valeurs plus au moins importantes. L'alimentation de « bec et tête » caractérise surtout la période d'Avril jusqu'au mois de Septembre ; tandis que celle qui utilise le « cou et tête » caractérise le mois d'Avril et de Juin jusqu'à Septembre. Le « bascule » se manifeste tous les mois avec des taux très faibles.

2.2. Relation entre type d'alimentation et l'effectif des canards

Tableau 11. *Corrélation entre les Anatidés qui fréquente le milieu et les type d'alimentation.*

	Alimentation de surface	Alimentation de plonge
Canard plongeur	$r = -0.002 - p = 0.99$	$r = 0.019 - p = 0.95$
Canard de surface	$r = -0.696 - p = 0.011$	$r = 0.851 - p = 0.0004$

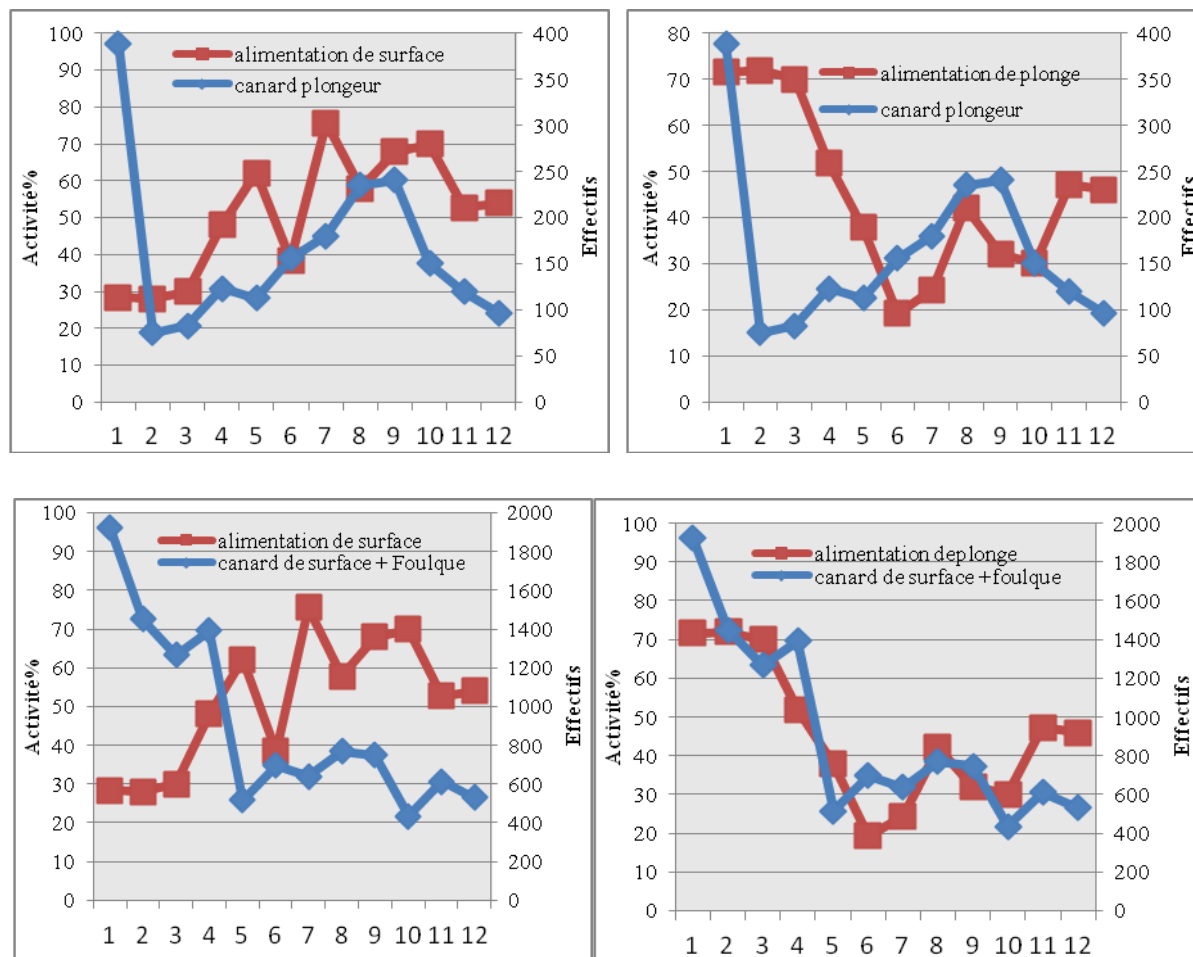


Figure 45. Evolution des activités alimentaire en fonction de l'effectif des canard.

D'après le tableau de corrélation (11), les activités alimentaires liées à la surface sont corrélées significativement et négativement aux effectifs de canards de surface (test de Pearson, $p = 0.011$ au seuil de significativité de 5%), tandis que l'alimentation par « plonge » est corrélée significativement et positivement aux effectifs de canards de surface (test de Pearson, $p = 0.0004$ au seuil de significativité de 5%). Bien qu'aucune corrélation significative n'a été dégagée entre ces activités et les effectifs des canards plongeurs, alimentation de surface (test de Pearson, $p = 0.99$ au seuil de significativité de 5%) et alimentation de plongeant (test de Pearson, $p = 0.95$ au seuil de significativité de 5%). Ceci pourrait être expliqué par le fait que les canards de surface soient plus nombreux que les plongeurs ce qui augmenterait la compétition sur les ressources trophiques liées à la surface. D'après Tamisier (1972), l'augmentation des activités alimentaires liées à la surface dépendraient de la disponibilité de ressources alimentaires.

2.3. L'intensité alimentaire

2.3.1. L'intensité alimentaire de chaque activité

Tableau 12. Intensité alimentaire chez le Fuligule nyroca selon les comportements (A : phase alimentaire ; R : phase respiratoire ; IA : Intensité alimentaire)

Type d'alimentation	A (en sec.)	R	IA
Plonge	16,16	15	0,51
Bascule	3,26	3,63	0,47
Bec et tête	5,25	4,45	0,54
tête et cou	9,97	9,95	0,5
Bec	0,69	1,82	0,27

Chez le Fuligule nyroca (Tableau.12) Les écarts d'intensité alimentaire ne sont pas très élevés. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées dans le comportement de « bec et tête » et sont de 0,54. Dans ce comportement la phase alimentaire pourrait atteindre 18 secondes. La « plonge » serait le comportement alimentaire que notre modèle utilise le plus souvent : elle enregistre aussi une valeur importante devant les autres activités. La phase alimentaire affiche des valeurs très élevées (dépassant 50 secondes) à partir desquelles le Fuligule nyroca recherche sa nourriture dans les profondeurs : ceci confirme les résultats obtenue par Witherby *et al.* in Cramp et Simmons (1977), qui stipulent que le « plongeur » chez le Fuligule nyroca dure en moyenne un temps variable de 40 à 50 secondes.

Cependant l'intensité la plus faible des comportements alimentaire est représentée par celle du « bec » (0,27). Cette activité est le plus souvent accompagnée par un changement de place.

2.3.2. La phase alimentaire et la phase respiratoire en fonction des comportements

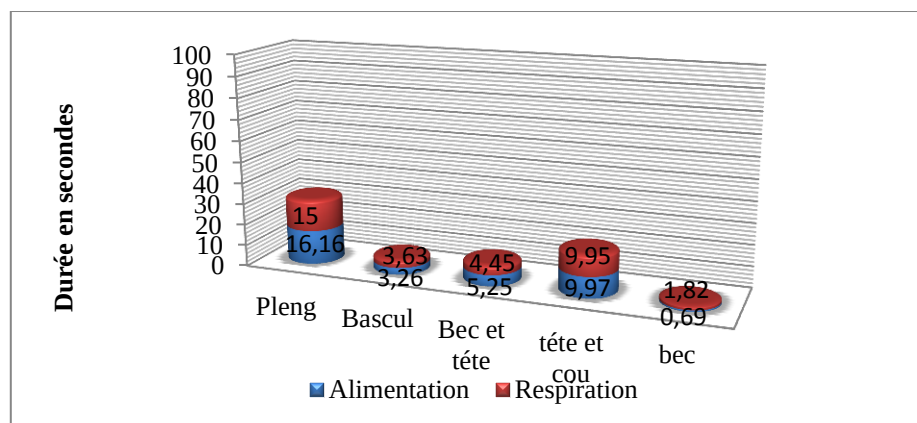


Figure 46. Durée de la phase alimentaire et de la phase respiratoire selon les comportements.

Dans les différents types d'alimentation les écarts entre la phase d'alimentation et la phase de respiration sont relativement faibles. L'alimentation par « plonge » est la valeur la plus élevée de la phase alimentaire : elle est de 16,16 sec (dans ce type de comportement la phase alimentaire pourrait atteindre jusqu'à 50 secondes). Cela serait expliqué par le fait que dans cette activité l'espèce recherche et capture la nourriture dans les profondeurs. En effet la phase alimentaire la plus faible est observée dans le comportement alimentaire de « bec » (0,69 sec) cependant que la phase respiratoire dans ce comportement est accompagnée d'un changement de place afin que l'espèce recherche la nourriture. D'après Mayhew (1985), les facteurs affectant l'efficacité alimentaire sont la biomasse, la hauteur de la végétation, la production primaire, la composition en nutriments ainsi que celle qui est spécifique des aliments.

2.3.3. L'intensité alimentaire des activités durant la période hivernal

Tableau 13. Intensité alimentaire de comportement de « plonge » dans les différentes périodes de la saison hivernale (A : phase alimentaire ; IA : Intensité alimentaire).

Plonge	A (en sec)	I.A
Début de la saison hivernale	14,47	0,36
Saison hivernale	30,88	0,65
Fin de la saison hivernale	14,83	0,62

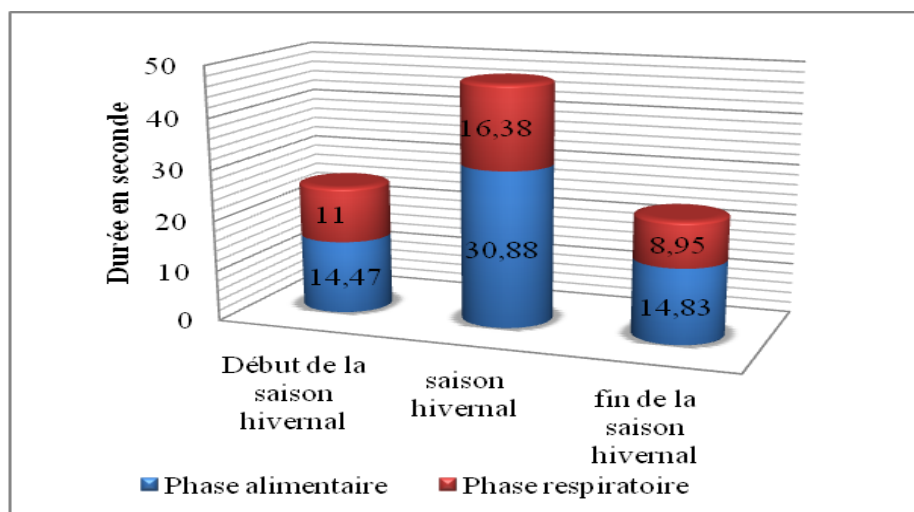


Figure 47. Durée de la phase alimentaire et de la phase respiratoire dans le comportement de plonge selon les différents périodes de la saison.

Dans le comportement de « plonge », les écarts de l'intensité alimentaire sont un peu plus élevés entre le début et la fin de la saison hivernale (tableau 13). La durée de la phase alimentaire peut atteindre des valeurs relativement élevées jusqu'à 30 secondes en milieu de saison hivernale accompagné d'une longue durée de la phase respiratoire : ceci correspondrait probablement à l'augmentation des profondeurs de l'eau durant cette période. Par contre au début et à la fin de la saison, la durée de la phase alimentaire est de 14 secondes : pendant cette période les profondeurs sont relativement faibles (Figure 47).

Tableau 14. Intensité alimentaire de comportement de « bascule » dans les différents périodes de la saison hivernale (A : phase alimentaire ; IA : Intensité alimentaire).

Bascule	A (en sec)	I.A
Début de la saison hivernale	4,82	0,81
Saison hivernale	3,4	0,37
Fin de la saison hivernale	4,05	0,5

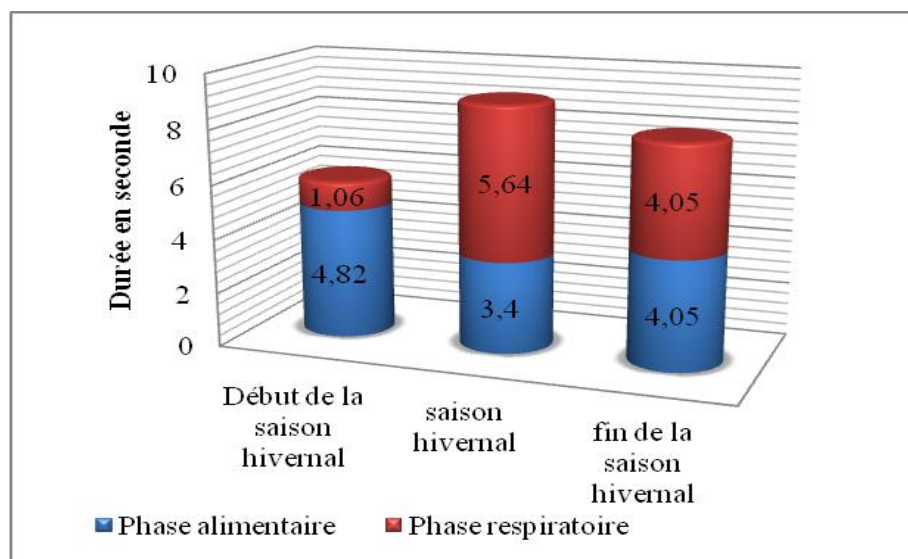


Figure 48. Durée de la phase alimentaire et de la phase respiratoire dans le comportement de bascule selon les différents périodes de la saison.

Dans le « bascule », les écarts d'intensité alimentaire sont relativement élevés entre le début de la saison hivernale et les deux autres périodes de la saison. Dans ce type de comportement, les écarts de la phase alimentaire sont relativement faibles entre les différentes périodes de la saison : en effet, au début de la saison hivernale l'écart entre la phase alimentaire et la phase respiratoire se trouve plus élevé et la durée de la phase alimentaire enregistre 4,82 secondes devant 1,06 seconde de la phase respiratoire et ceci serait probablement dû à la diminution des ressources trophiques.

Tableau 15. Intensité alimentaire de comportement de « cou et tête » dans les différentes périodes de la saison hivernale (A : phase alimentaire ; IA : Intensité alimentaire).

Cou et tête	A (en sec)	I.A
Début de la saison hivernale	19,22	0,57
Saison hivernale	9,36	0,47
Fin de la saison hivernale	21,11	0,57

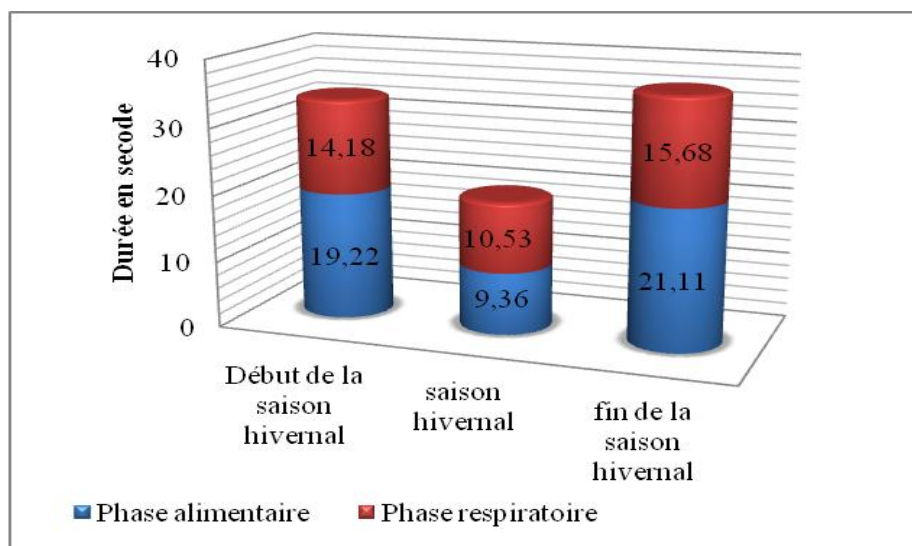


Figure 49. Durée de la phase alimentaire et de la phase respiratoire dans le comportement de cou et tête selon les différents périodes de la saison.

Dans le comportement de « cou et tête », les écarts de l'intensité alimentaire ne sont pas très élevés entre les différentes périodes de la saison. En effet la phase alimentaire peut atteindre des durées relativement élevées (au début et à la fin de la saison) 19 et 21 secondes accompagné d'une longue durée de la phase de respiration (14 et 15 secondes). Dans ce comportement, le Fuligule nyroca recherche la nourriture sous l'eau pour collecter des proies dans les eaux peu inondées.

Tableau 16. Intensité alimentaire de comportement de « bec et tête » dans les différents périodes de la saison hivernale (A : phase alimentaire ; IA : Intensité alimentaire).

Bec et tête	A (en sec)	I.A
Début de la saison hivernale	2,19	0,47
Saison hivernale	16,91	0,56
Fin de la saison hivernale	5,73	0,6

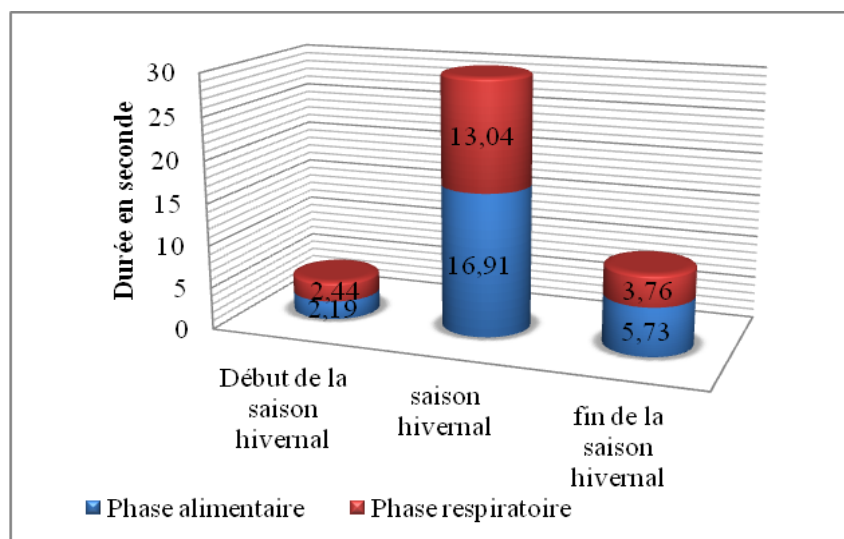


Figure 50. Durée de la phase alimentaire et de la phase respiratoire dans le comportement de bec et tête selon les différents périodes de la saison.

Le comportement de « bec et tête » montre que les écarts d'intensité alimentaire sont plus au moins faibles entre les différentes périodes de la saison, ainsi que les écarts entre la phase alimentaire et la phase respiratoire ne sont pas très élevés. En milieu de saison hivernale, la durée de la phase alimentaire tiendrait une valeur maximale du fait de la diminution des ressources trophiques et probablement l'augmentation de la compétition intraspécifique sur ces ressources durant cette période

Tableau 17. Intensité alimentaire de comportement de « bec » dans les différents périodes de la saison hivernale (A : phase alimentaire ; IA : Intensité alimentaire).

Bec	A (en sec)	IA
Début de la saison hivernale	1,41	0,21
Saison hivernale	1,39	0,17
Fin de la saison hivernale	0,94	0,18

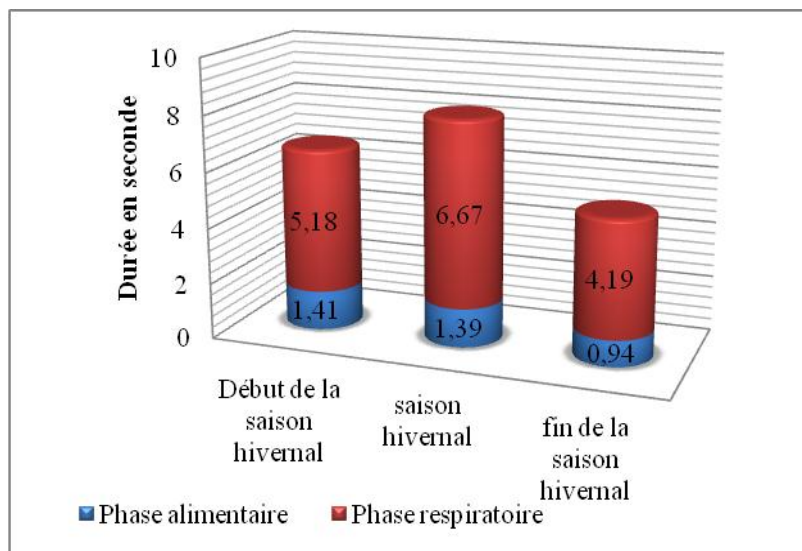


Figure 51. Durée de la phase alimentaire et de la phase respiratoire dans le comportement de bec selon les différents périodes de la saison.

Dans le comportement de « bec » l'intensité alimentaire enregistre des valeurs plus au moins faibles durant toute la saison hivernale (avoisinant 0,20 seconde) : la durée de la phase alimentaire enregistre des valeurs relativement faibles devant la durée de la phase de respiration dévoilant des valeurs plus élevées. Dans ce comportement, la phase respiratoire serait accompagnée le plus souvent par une recherche de nourriture à partir de laquelle le Fuligule nyroca changerait le place lors du relèvement de la tête.

Conclusion

L'étude portant sur le comportement alimentaire du Fuligule nyroca dans le lac Tonga, nous a permis de dégager les principaux points suivants :

- Dans les résultats de comportement diurne, l'activité de l'alimentation tient le quart du budget temps qui est dominé par les activités de confort. Ceci est en accord avec les travaux de Tamisier (1972a/b, 1974 et 1978) ; Tamisier *et* Dehorter (1999); Houhamdi (2002) et Houhamdi *et* Samraoui (2001, 2002 et 2003) qui ont prouvé que le budget temps est dominé par le sommeil, suivi par les déplacements et l'alimentation
- Le budget alimentaire de notre espèce enregistre plusieurs types alimentation :

Des activités liées à la recherche de la nourriture à la surface : « bec », « bec et tête » et « cou et tête » et en profondeur : « bascule » et « plonge »

- Le Budget temps attribué à l'alimentation est largement dominé par l'alimentation de « plonge » (représentant l'activité majeure devant les autres activités qui reste des activités secondaires). D'autre part, le bilan saisonnier dévoile une différence dans les activités d'une saison à une autre. Cette différence serait influencée par les conditions instantanées de milieu telles que le niveau de l'eau, la productivité primaire (Tamisier, 1972) et la composition spécifique des aliments (Mayhew, 1985).
- Concernant l'étude de l'intensité alimentaire l'activité de « bec et tête » a enregistré l'intensité la plus élevée (0,54) alors que la plus faible est représentée par celle « du bec » (0,27). En effet dans l'activité alimentaire la plus utilisée par notre modèle (l'alimentation de plonge) la phase alimentaire affiche des valeurs très élevées (dépassant 50 secondes).

CHAPITRE VI



Chapitre IV : ETUDE DE LA STRATEGIE D'HIVERNAGE

Introduction

L'habitat peut être défini comme un type de milieu présentant des caractéristiques plus ou moins favorables à la survie des organismes (Block et Brennan, 1993; Danchin *et al.*, 2005). Cette définition fut élargie à un milieu qui présente des conditions spécifiques, biotiques ou abiotiques, dont la consommation par les individus en réduit l'exploitation pour les autres consommateurs et se présentant sous forme de taches d'habitat favorable pour les organismes (Begon *et al.*, 2006).

La distribution spatiale des organismes, résultant de la sélection de l'habitat, est un thème fondamental en écologie (Abramsky *et al.*, 2002; Rosenzweig, 1997). Un type d'habitat présentant une certaine hétérogénéité spatiale et temporelle dans la distribution des ressources pourra être préférentiellement sélectionné par les animaux en lien avec leurs exigences écologiques (Blondel, 1995; Krebs, 2001; Ricklefs et Miller, 2005). La distribution, la qualité et l'accessibilité des ressources les plus favorables, influence la possibilité qu'aura une espèce à pouvoir accomplir son cycle de vie (Myserud et Ims, 1998; Newton, 2004; Olsson *et al.*, 2001).

Une ressource peut s'apparenter à tout facteur pouvant conduire à augmenter la valeur reproductive d'un individu et donc sa *fitness* (*i.e.* site de reproduction, partenaire sexuel, source de nourriture, ...). Parmi l'ensemble des ressources exploitées, la nourriture est considérée comme une ressource primordiale (Fretwell et Lucas, 1970; Krebs et Davies, 1987; Newton, 1998; Sih et Christensen, 2001; Solomon, 1949). En effet, celle-ci va varier dans le temps et dans l'espace sous l'influence des conditions environnementales (*i.e.* température, hygrométrie, relief, ..., saisonnalité, latitude, altitude, ...) qui vont déterminer la présence, l'abondance, la qualité de la nourriture, et donc orienter la distribution et la densité des individus (Begon *et al.*, 2006; Bolhuis et Giraldeau, 2005; Brown, 2000; Krebs, 2001;

Mayhew, 2006; Royama, 1971). Plusieurs travaux ont montré que la structure de la végétation est un facteur déterminant pour la connaissance des caractéristiques du peuplement d'oiseaux qui s'y installent, c'est-à-dire la répartition tridimensionnelle des éléments morphologiques des végétaux. Il s'agit essentiellement de: tronc, branches, feuillage, densité des arbres et du sous-bois ; ou encore la répartition horizontale et la hauteur de la végétation dans le plan d'eau : en un mot la physionomie de l'habitat (Clopfer (1969) ; Mac Arthur *et al.*, (1961) ; Karr (1971) ; Blondel *et al.*, 1973). Ses variétés d'écosystèmes classent certains sites d'Algérie parmi les sites mondialement protégés.

La région d'Annaba-El Kala contient plusieurs sites d'importance internationale classé site Ramsar comme le lac Fetzara, le lac Oubeira et le lac Tonga (site d'étude) qui est considéré comme le plus important site de nidification d'Afrique du Nord pour de nombreux Anatidés. Il s'agit également d'un quartier d'hivernage accueillant classiquement en Janvier près de 25000 Anatidés et Foulques. La richesse avifaunistique s'élève à environ 23 espèces d'oiseaux d'eau nicheurs. Cette richesse dépasse 35 espèces (Boumezbeur, 1993) parmi laquelle on trouve le Fuligule nyroca qui porte l'objet de notre étude.

Dans ce chapitre nous avons travaillé d'une part sur le suivi de l'effectif de notre modèle aviaire pendant la période hivernale et d'autre part sur la stratégie d'hivernage et ce en visant trois objectifs :

- L'étude de rythme d'activité durant la période hivernale
- Le comportement alimentaire
- la caractérisation de l'habitat

1. Méthodologie de travail

Cette étude s'est déroulée durant l'année 2013 (du mois de Janvier au mois de Mai), les observations sont enregistrées à un intervalle d'une demi-heure à partir de sept heures du matin jusqu'à dix-sept heures totalisant 100 heures d'observations, à partir desquelles nous avons effectué un suivi hebdomadaire. Le comptage des effectifs de notre espèce a été mené dans plusieurs points d'observation pour pouvoir mieux déterminer leur répartition dans le lac.

L'étude de budget temps qui est subdivisé en activité de confort (sommeil, repos et toilette), activité de déplacement (nage rapide, nage long), activité de reproduction (parade, accouplement), et activité d'alimentation ont été effectués dans plusieurs points d'observations. En effet l'alimentation a été détaillée en cinq types : alimentation par plonge, bascule, cou et tête, bec et tête et bec.

Les informations relatives aux conditions météorologiques ont été prises. Une caractérisation précise de milieu a été faite grâce à un Weather (combinaison spéciale imperméable à l'eau) et un kayak qui permet l'accès à l'eau. Nous avons utilisé un profondimètre pour mesurer la profondeur de l'eau. Pour cela on a pu mesurer plusieurs paramètres :

- Hauteur de la végétation
- Espèce végétale dominante
- Profondeur de l'eau
- Distance individus-berge.

En effet, pour minimiser le biais, du fait que les observations soient effectuées à la même heure dans les points, nous avons inversé le départ des points d'observation d'une sortie à l'autre.

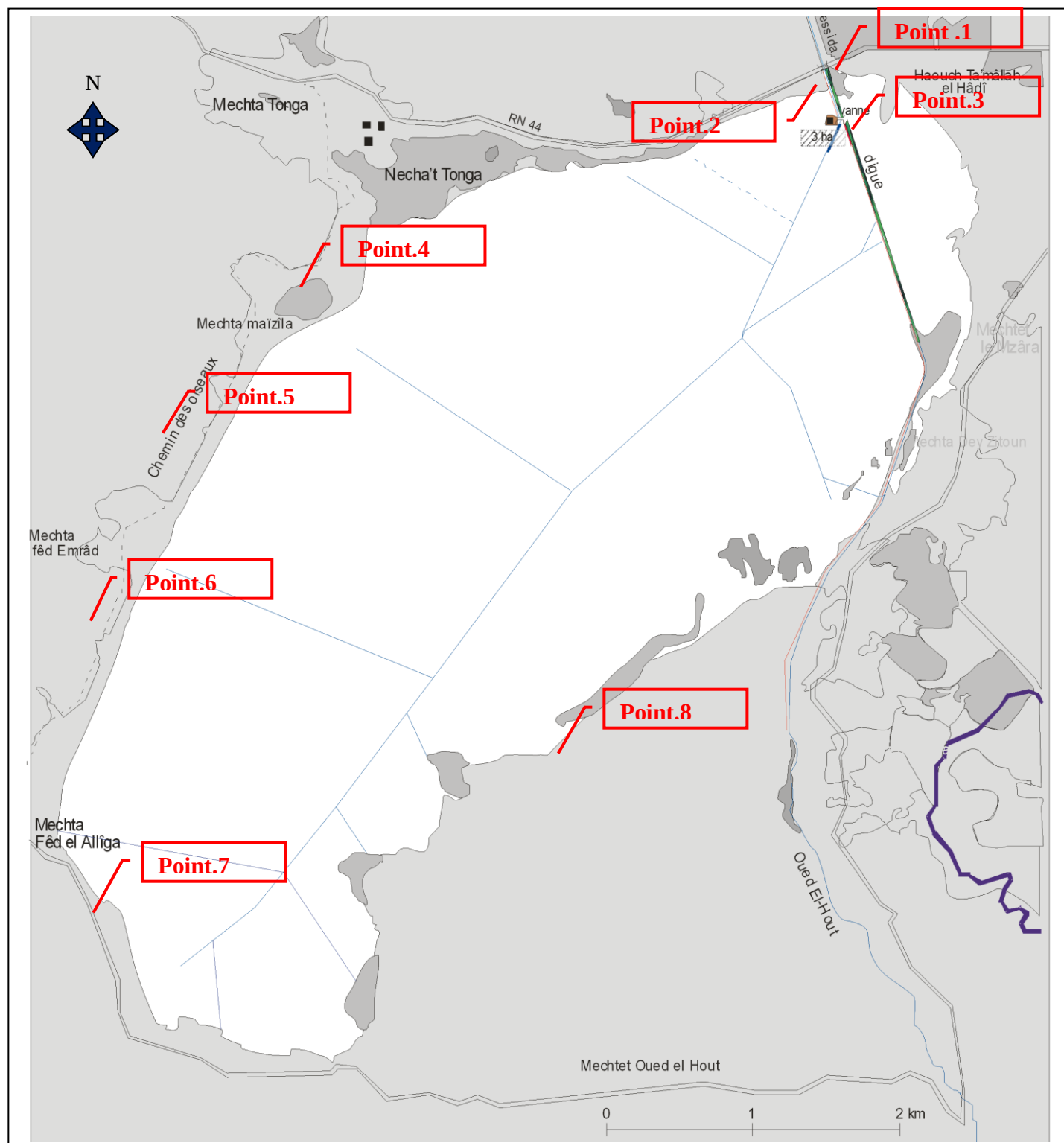


Figure 52. Carte géographique du lac Tonga mentionnant les différents points d'observation.

2. Résultats et Discussion

2.1. Dénombrement

2.1.1. Evolution des effectifs du Fuligule nyroca

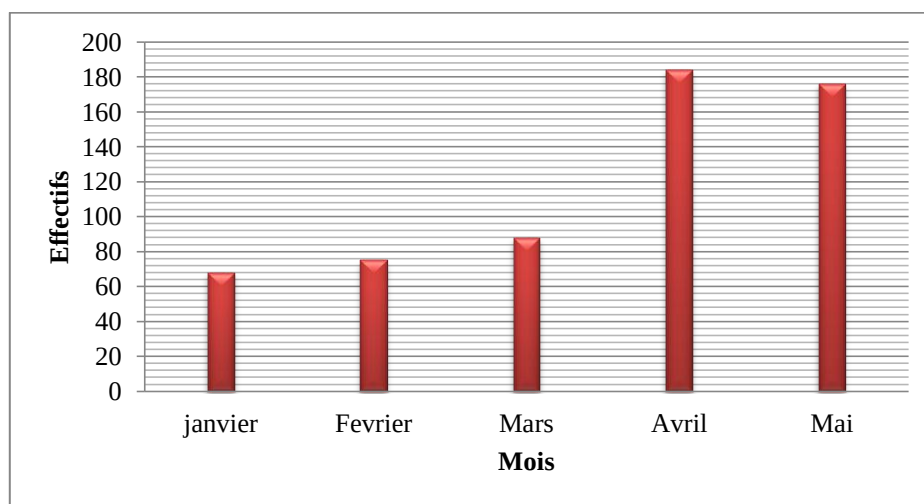


Figure 53. Evolution des effectifs du *Fuligule nyroca* durant notre période d'étude

D'après la figure (53) nous remarquons un faible effectif enregistré au début de la saison hivernale, de Janvier et Mars où le nombre est inférieur à 100 individus. Ceci confirme les résultats de Boumezbeur (1993) qui signale très peu d'hivernants entre Décembre et Janvier dans le lac Tonga.

Tout près de l'Algérie, en Tunisie, l'espèce était considérée comme essentiellement migratrice, avec des hivernants occasionnels dont les principaux quartiers d'hiver étaient situés en Afrique tropicale (Isenmann *et al.*, 2005). En effet, à la fin de la saison hivernale, cet effectif augmente graduellement avec une nette évolution et atteint un pic de 184 individus. Ceci correspond à l'arrivée des populations nicheuses. Les périodes d'intense activité migratoire sont relativement bien connues chez la majorité des espèces à l'automne (migration post-nuptiale), au printemps (migration pré-nuptiale) et pendant la période d'hivernage. En automne, le pic est observé aux mois d'Octobre et de Novembre, sauf chez la Sarcelle d'été *Anas querquedula* et le Canard souchet pour lesquels il se situe aux mois d'Août et de Septembre (Schricke *et al.*, 1992 ; Triplet et Trolliet, 1994). Au printemps, le pic

varie selon les espèces. Ainsi, chez l'Oie cendré, la migration peut démarrer à la mi-Janvier, avec un pic en Février et se poursuit jusqu'à la mi-Avril (Fouquet *et al.*, 2009).

2.1.2. Evolution spatio-temporelle des effectifs

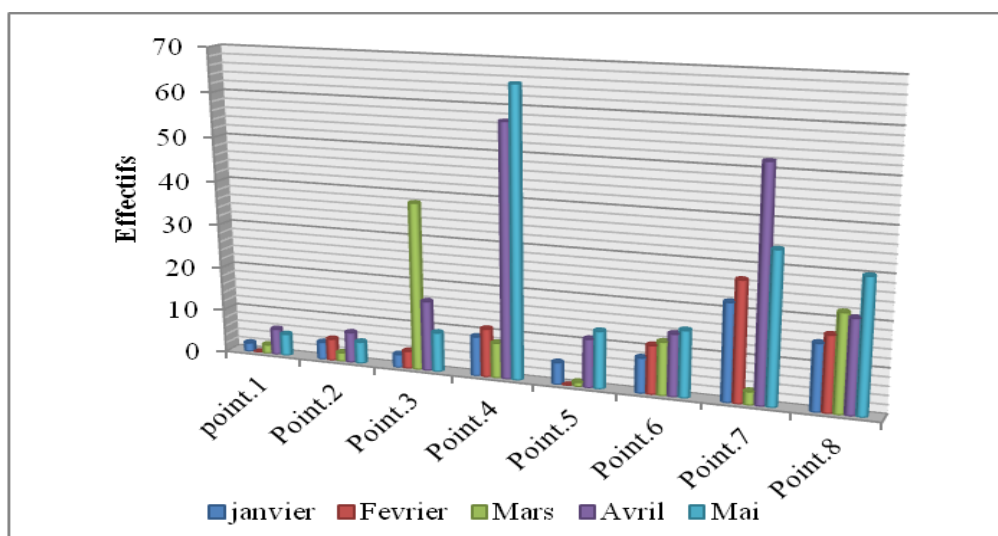


Figure 54. Evolution spatio-temporelle du *Fuligule nyroca* dans le lac Tonga (8 point d'observation) durant l'hiver 2013

Lors de l'évolution spatio-temporelle du *Fuligule nyroca* dans le lac Tonga, nous remarquons que les effectifs les plus élevés sont observés durant le mois d'Avril et le mois de Mai (Figure 54). Ces effectifs sont répartis préférentiellement dans les secteurs méridionaux, surtout durant les mois d'Avril et de Mai. Effectivement, d'après Boumezbeur (1993) c'est la partie la plus exploitée pendant la saison de la reproduction. Cette partie représente vraisemblablement les meilleurs endroits pour : la disponibilité trophique, l'offre de grandes possibilités de refuge face au dérangement, un support végétal propice pour la reproduction. La distribution des individus et le choix des milieux pourrait être préférentiellement sélectionné par les animaux en lien avec leurs exigences écologiques (Blondel, 1995; Krebs, 2001; Ricklefs et Miller, 2005). D'après Bowler et Benton (2005), la disponibilité et l'accès aux ressources influence directement la distribution spatiale des individus dans un habitat donné. De ce fait, la distribution spatiale d'une espèce est le résultat d'un ajustement comportemental vis-à-vis de la ressource alimentaire en fonction de la probabilité d'acquisition effective de la ressource de chaque individu (Boyce et McDonald, 1999; Brown et Morgan, 1995; Goss-Custard *et al.*, 2003; Jones, 2001; Newman, 1991; Newton, 1998; Sedinger, 1997).

2.2. Caractérisation de l'habitat

Tableau 18. Caractérisation générale de l'habitat du *Fuligule nyroca* au lac Tonga.

Paramètres Points	Profondeur Moyenne (cm)	Végétation Dominante	Haut.de la végétation (cm)	Espèces végétales associées	Espèces animales voisines	Distance moyenne à la berge
point. 1	93,33 ±23,09	Typha angustifolia	105 ±38,72	-Scirpe aigu ; -Phragmite ; -Nénuphar blanc	-grèbe castagneux -poule d'eau -foulque macroule	88 ±27,74
point. 2	76,66 ±12,47	Scirpe aigu	138,33 ±46,65	-Typha angustifolia -iris jaune	-grèbe castagneux -poule d'eau -foulque macroule -Canard colvert	106,25 ±65,74
point. 3	70 ±37,41	Typha angustifolia -Scirpe aigu	134 ±48,27	-iris jaune -Nénuphar blanc	-Foulque macroule -Grèbe castagneux -Grèbe huppé -Canard souchet -Poule d'eau	130 ±24,49
point. 4	76,66 ±12,47	scirpe aigu	98 ±38,34	-Typha angustifolia -iris jaune -Nénuphar blanc	-Foulque macroule -Grèbe castagneux -Grèbe huppé -Canard souchet -Fuligule milouin -Canard Chipeau -Erismature à tête blanche	118 ±84,95
point. 5	83,33 ±20,54	- Scirpe aigu - Typha angustifolia	107,5 ±42,72	-typha angustifolia -iris jaune	-Foulque macroule -Grèbe castagneux -Grèbe huppé -Canard souchet -Canard Chipeau -Poule d'eau	118 ±84,95
point. 6	130 ±16,32	- Scirpe aigu	143,33 ±46,33	-Typha angustifolia -iris jaune -Nénuphar blanc -Phragmite	-Foulque macroule -Grèbe castagneux -Grèbe huppé -Canard souchet -Canard Chipeau -Poule d'eau	127,22 ±63,10
point. 7	96,66 ±9,42	-Scirpe aigu	146,66 ±48,85	-Typha -phragmite -Nénuphar blanc	-Foulque macroule -Grèbe castagneux -Grèbe huppé -Canard souchet -Canard Chipeau	144,16 ±55,67
point. 8	120 ±24,49	-Scirpe aigu -Typha angustifolia	148,33 ±67,94	-Scirpe aigu -Nénuphar blanc	Foulque macroule -Grèbe castagneux -Grèbe huppé -Canard souchet -Fuligule milouin -Canard Chipeau	133,33 ±71,06

Le Fuligule nyroca fréquente généralement tout le lac. Les observations que nous avons effectuées montrent que les milieux exploités par l'espèce sont caractérisés par une profondeur moyenne variant entre $70 \pm 37,41$ cm et $130 \pm 16,32$ cm. La formation végétale est dominée par le scirpe et le typha accompagnée par le phragmite, l'iris et le Nénuphar avec une hauteur maximale de 148,33 cm. Les espèces animales voisines sont généralement toutes des Anatidés. La foulque macroule, le grèbe castagneux et le grèbe huppé sont les espèces les plus associées au Fuligule nyroca. Concernant la distance par rapport à la berge, nous avons remarqué que l'espèce fréquente la berge à une distance moyenne minimale de 85 mètres et à une distance maximale de 144,16 mètres observée dans la digue (Tableau.18).

2.2.1. Répartition des effectifs en fonction de la végétation

Milieu dense



Milieu dégagé



Figure 55. Photos des deux secteurs différents selon la densité de la végétation.

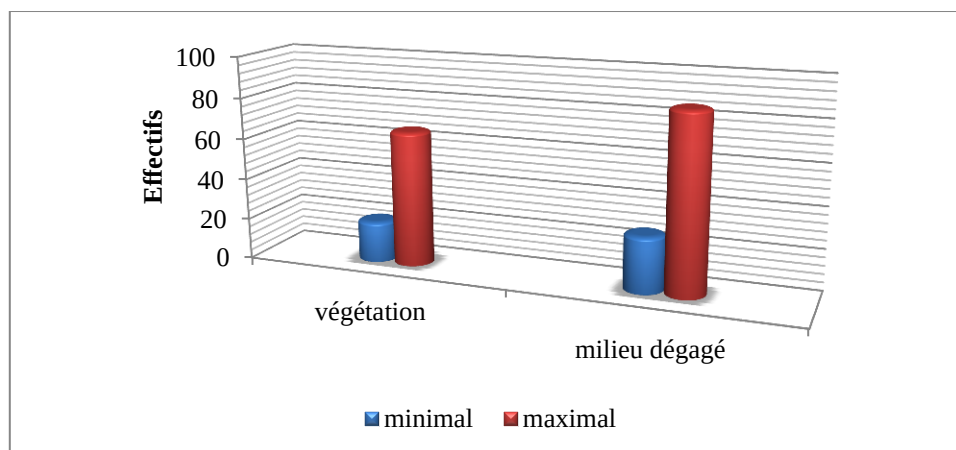


Figure 56. Répartition des effectifs du *Fuligule nyroca* en fonction de la végétation.

Dans ce travail, nous avons aussi tenu compte d'un facteur déterminant dans le comportement du *Fuligule nyroca* au niveau du lac Tonga qui est l'abondance de la végétation. C'est dans ce but que deux types de milieux d'observation différents sur le plan densité de la végétation ont été distingués: Végétation dégagée (eau libre) et milieu avec végétation (Figure.56) à partir desquels nous avons effectué un dénombrement pour voir s'il y a une différence dans la répartition des effectifs du *Fuligule nyroca* en fonction de la végétation. Le graphique montre que notre espèce fréquente les deux types de milieu, avec une préférence légère pour les milieux dégagés avec 86 individus et 66 dans les milieux à végétation développé.

2.2.2. Répartition des effectifs en fonction de la fréquentation humaine

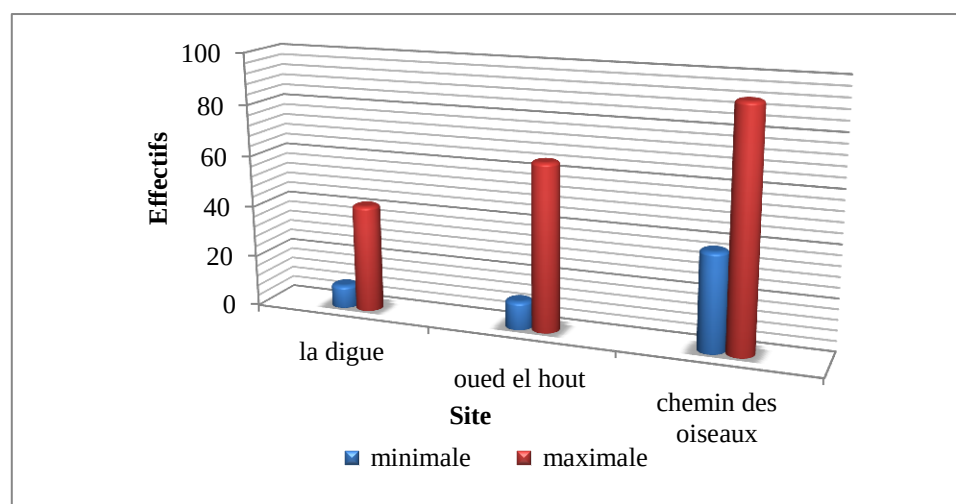


Figure 57. Répartition des effectifs du *Fuligule nyroca* dans les trois sites.

Dans ce travail, nous avons effectué un dénombrement dans trois sites choisis en fonction de la fréquentation humaine, site à forte fréquentation (la digue), site à faible fréquentation (Oued El Hout) et site où l'activité humaine est occasionnelle (chemin des oiseaux). En effet, les observations nous permettent de remarquer que le plus grand effectif du Fuligule nyroca est observé dans le chemin des oiseaux où l'activité humaine est occasionnelle (92 individus). Cependant, le nombre des individus diminue en fonction de la fréquentation humaine. C'est d'ailleurs dans la digue où on enregistre les plus faibles effectifs (42 individus maximum) (figure 57). D'après Madsen et Fox (1995), les effectifs sont plus élevés sur les espaces où le dérangement (activité cynégétique et tourisme) est moindre.

2.2.3. Distance individus-berge

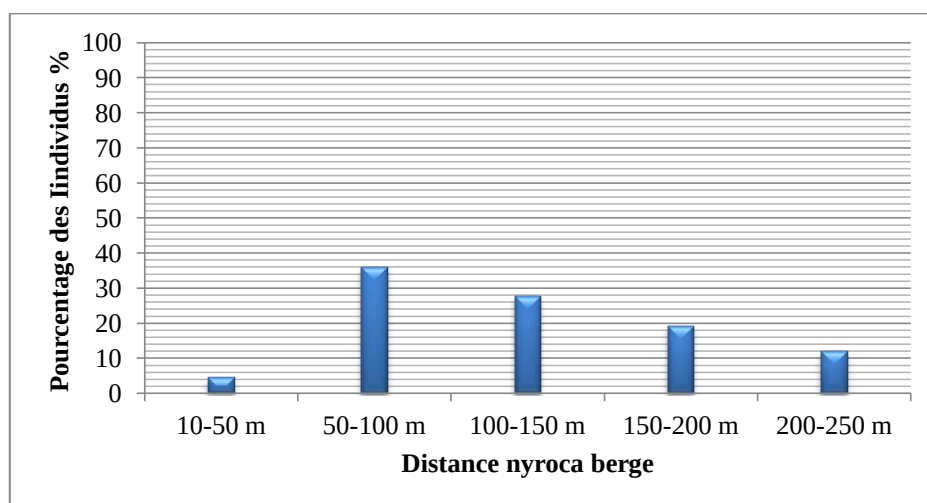


Figure 58. Distance des individus par rapporte à la berge.

Dans le but de caractériser l'habitat et mesurer l'activité humaine sur la population de notre espèce, nous avons estimé la distance entre les individus du Fuligule nyroca et la berge à partir des observations que nous avons réalisées. D'après la figure 58, nous remarquons que la distance minimale entre les individus et la berge est supérieure à 10 m dans tous les points d'observation et que la distance maximale observée dépasse 200 m. Le plus grand effectif se réunit à une distance entre 50 et 100 m, tandis qu'entre 10 à 50 m on enregistre un très faible effectif.

2.2.4. Distance individus-berge dans chaque site

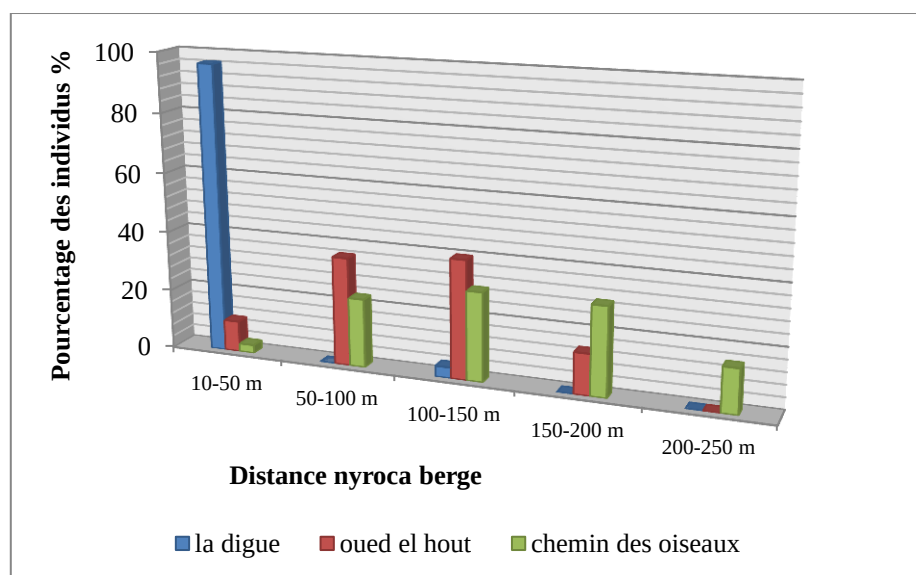


Figure 59. Distance individus-berge dans chaque site.

Dans le but de mesurer l'influence de l'activité humaine sur notre espèce, nous avons estimé la distance individus-berge dans les différents secteurs en fonction de l'activité humaine où nous avons effectué le dénombrement. Les observations montrent que dans la digue plus de 90% des individus sont à une distance inférieure à 50 m de la berge, tandis que dans les sites où l'activité humaine est faible ou occasionnelle, la distance est supérieure 50 m ainsi qu'un grand paquet d'individus inféodé à une distance entre 100 m et 200 m surtout dans le site où l'activité humaine est occasionnelle (chemin des oiseaux) (Figure 59). Ces résultats nous permettent de remarquer que l'espèce devient moins farouche dans les sites où il y a une fréquentation humaine habituelle et élevée, ce qui la rend une proie facile aux chasseurs.

2.2.5. Associations nyroca autres espèces

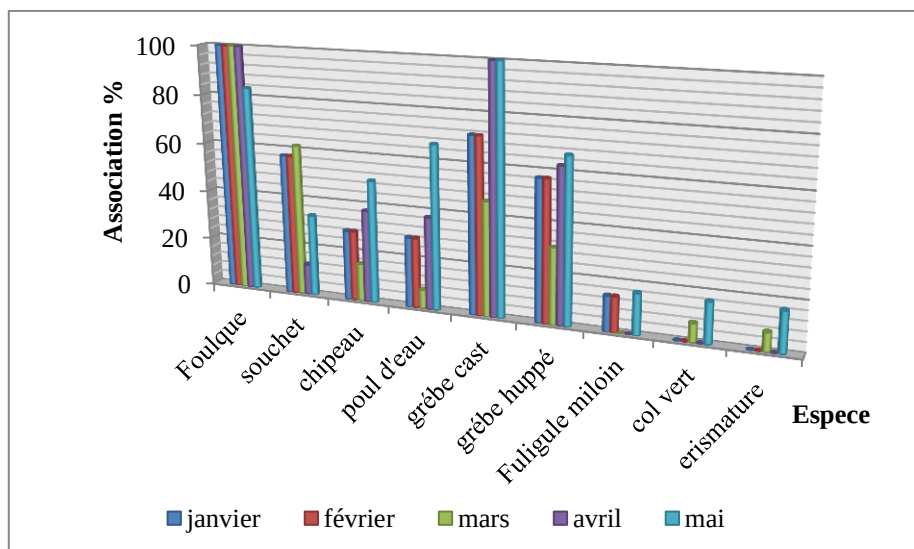


Figure 60. Pourcentage d'associations nyroca avec d'autres espèces dans les différents points d'observation.

Dans cette étude, nous avons mesuré le taux d'association entre le Fuligule nyroca et les autres espèces qui fréquentent le lac dans le but de savoir quelle sont les espèces qui exploitent les mêmes exigences écologiques de notre espèce. Les observations nous permettent de remarquer que la Foulque macroule et le Grèbe castagneux sont les espèces les plus associées aux Fuligules nyroca durant toute la période d'étude avec des taux d'association avoisinant le 100% des points d'observation, suivi par le Grèbe huppé et le canard souchet dépassant les 50% durant presque toute la période d'étude, alors que les pourcentages pour la Poule d'eau et le Canard chipeau sont entre 30 et 60%. Les espèces les moins associées sont les Fuligules milouin, l'erismature à tête blanche et le canard colvert avec un pourcentage inférieur à 20% (Figure 60). Ces résultats expliquent que notre espèce partage une grande partie de ces exigences écologiques avec la foulque macroule et le grèbe castagneux, sachant qu'avec les autres espèces elle n'est observée que sur certains points qui peuvent être négligés.

2.3. Budget temps

2.3.1. Le bilan total des activités

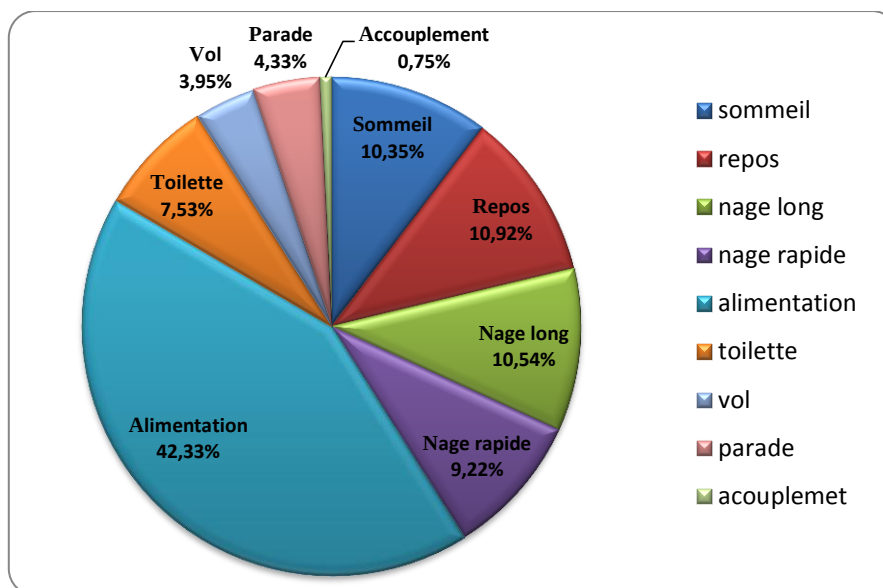


Figure 62. Bilan total du budget temps durant la période d'étude.

Dans le budget temps de notre espèce durant la période hivernale, l'alimentation représente une activité essentielle (42,35%). Le comportement de confort est représenté par les activités du : sommeil (10,35%), du repos (10,92%) et de la toilette (7,53%) alors que le comportement de déplacement qui regroupe les activités de nage lente, rapide et le vol est représenté respectivement avec (10,54%) (9,22%) (3,95%). Les activités liées à la reproduction (parade et accouplement) sont extrêmement faible (5% des observations). Ces résultats confirment les résultats observés en hiver de l'année 2012. D'après (Guillemain *et al.*, 2002) en Charente-Maritime, la température semble être un facteur déterminant de la part de l'alimentation diurne dans les budgets d'activité. Indépendamment des conditions de température, les perturbations sur les sites peuvent modifier les temps d'alimentation diurne (Owen, 1972 ; Tamisier et Dehorter, 1999). De récents travaux ont également montré que ces oiseaux augmentent de manière très nette leur temps d'alimentation journalier pendant la migration prénuptiale et à leur arrivée sur les zones de reproduction, du fait de l'augmentation de leurs besoins nutritionnels lors de ces périodes (Arzel *et al.*, 2007).

2.3.2. Evolution des activités

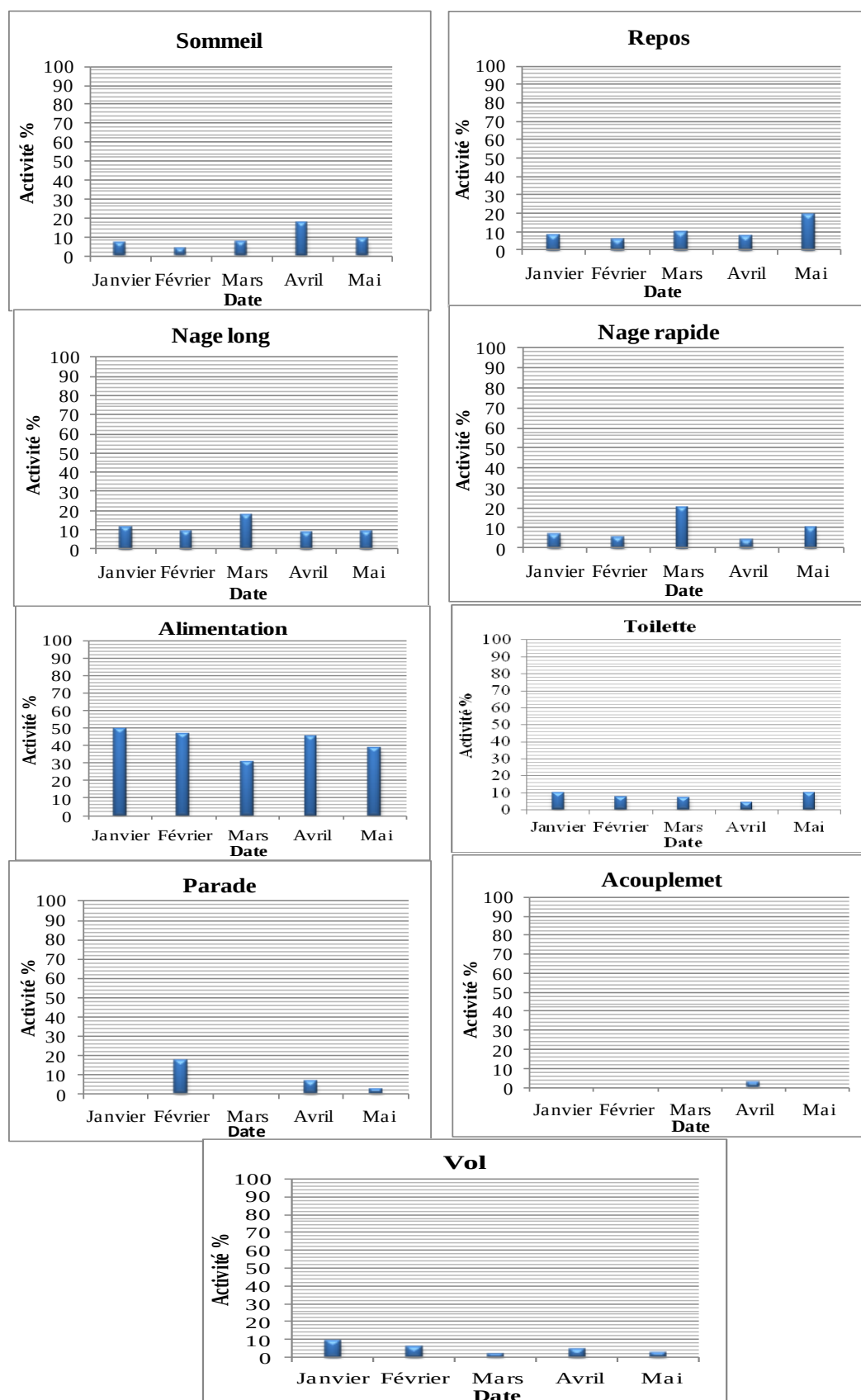


Figure 62. Evolution des activités au cours de notre période d'étude.

Malgré que les activités de confort sont les plus importantes, devant les déplacements et l'alimentation (Tamisier et Dehorter, 1999 ; Blaize *et al.*, 2005 ; Latraube *et al.*, 2004), le sommeil enregistre de faibles valeurs pendant toute la période hivernale entre 10% et 20%. La valeur la plus élevée est signalée durant le mois d'Avril (18%). Le repos enregistre des valeurs faibles ne dépassant pas les 10% durant presque toute la période de l'étude. En effet la valeur la plus élevée est affichée pendant le mois de Mai (19%), tandis que le pourcentage des individus qui font la toilette est inférieur à 10%.

Les activités de déplacement qui sont des activités primordiales chez les canards (nage lente, rapide et vol) affichent des pourcentages plus au moins stables mais faibles ne dépassant pas les 20%. Concernant la nage lente, les valeurs sont entre 10% et 19%, la nage rapide enregistre un pic de 20% pendant le mois de Mars, le vol ne dépasse pas les 10%, son graphique tend à régresser graduellement pour avoir des valeurs très faibles.

L'alimentation se manifeste globalement avec des taux très élevés durant toute la période. La valeur la plus élevée est enregistrée au mois de Janvier (50%). Ces valeurs diminuent au cours de la saison mais garde des chiffres non négligeables (vers les 30%). Le pourcentage des individus qui s'alimentent semble être déterminé par plusieurs facteurs comme la température (Guillemain *et al.* (2002) en Charente-Maritime, (Owen, 1972 ; Tamisier et Dehorter, 1999).

Le comportement de la reproduction, parade et accouplement restent des activités périodiques et difficiles à observer. Concernant la parade, celle-ci a été signalée au-delà du mois de Février (16%) et diminue au cours de la saison. Cependant l'accouplement n'a été observé qu'une fois au mois d'Avril avec une valeur inférieure à 5%.

2.3.3. Répartition des activités en fonction de végétation

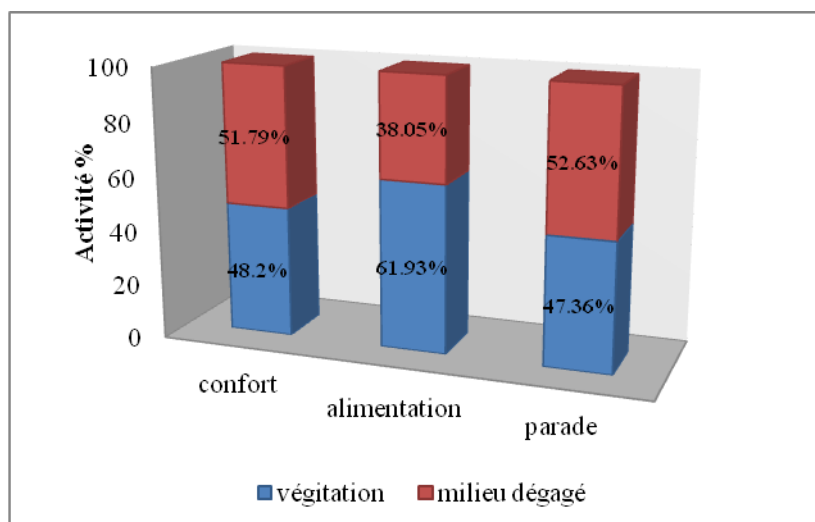


Figure 63. Les activités du *Fuligule nyroca* en fonction de la végétation.

Dans ce travail, nous avons aussi tenu compte d'un facteur déterminant dans le comportement du nyroca au niveau du lac Tonga qui est l'abondance de la végétation. C'est dans ce contexte que deux types de milieu d'observation différents sur le plan densité de la végétation ont été distingués: milieu dégagé (eau libre) et milieu en végétation (Figure.63) à partir desquels nous avons effectué une étude de rythme d'activité pour voir s'il y a une différence dans le budget temps du *Fuligule nyroca* en fonction de la végétation. La Figure 63 montre que notre espèce effectue 51,79% de leur activité de confort dans les milieux dégagés devant 48,2% dans les milieux à végétation développer. D'après Tamisier et Dehorter (1999), les canards mènent à bien leurs activités de confort (sommeil, toilette et nage) le jour sur de vastes zones dépourvues de végétation émergente. Cramp et Simmons (1977) ont montré que le sommeil s'effectue d'une manière générale à la fois sur l'eau, sur les berges, sur des petits ilots ou caché dans végétation du rivage chez le *Fuligule nyroca*, ce qu'on note chez un grand nombre d'individus principalement à la mi-journée dans notre étude. En effet, concernant le comportement alimentaire, une grande partie de cette activité s'effectue dans les secteurs où il y a la végétation (61,93%) devant 38,05% dans l'eau libre. Dans la littérature, le *Fuligule nyroca* s'alimente principalement dans les eaux peu profondes comprises entre 1 à 3 m du littoral riche en végétation (Sterbetz in Cramp et Simmons 1977). Cela pourrait être expliqué par son régime alimentaire qui est souvent dominé par le matériel végétal (Cramp et Simmons, 1977). Les contenus stomacaux contiennent principalement des graines et d'autres parties des plantes aquatiques telles que : *Potamogeton sp*, *Carex sp*, *Ceratophyllum*,

Hydrocharis, *Polygonum*, *Bolboschoenus maritimus*, *Echinochloa*, *Nymphaea alba*, *Chara*, et *Lemna* (Millais ; Witherby *et al.*, Dementiev et Gladkov ; Bauer et Glutz *in* Cramp et Simmons 1977).

La parade qui est une activité minime s'effectue généralement dans l'eau libre (52,63%) devant 47,36% dans la végétation.

2.3.4. Distance entre activité des individus et la berge

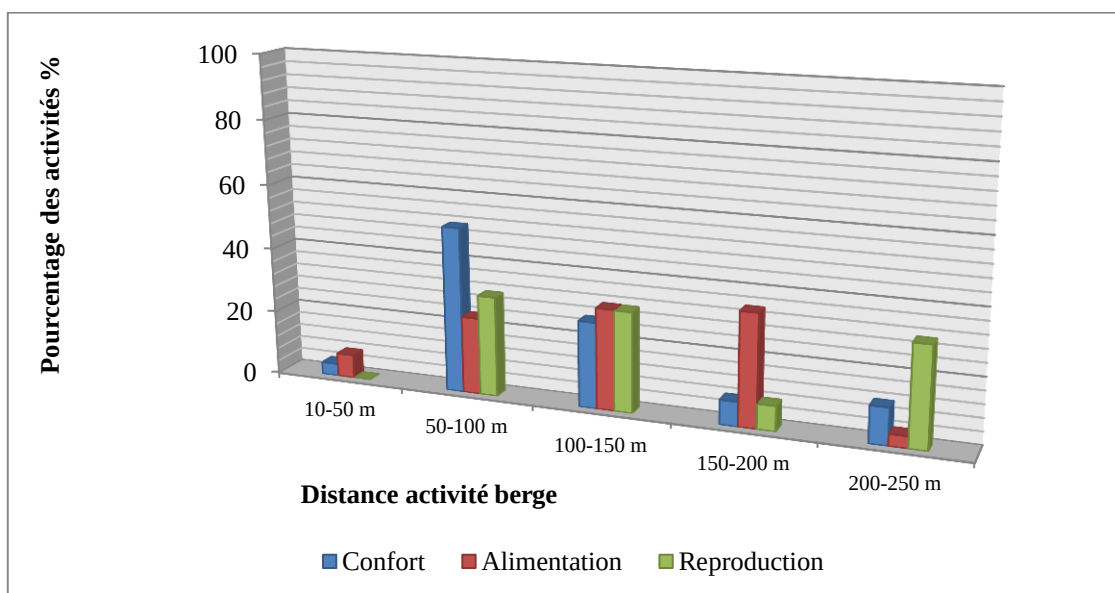


Figure 64. Distance entre l'activité des individus et la berge

La figure (64) représente la distance entre les individus et la berge durant une activité donnée. Les résultats montrent qu'une grande partie des activités s'effectuent à une distance entre 50 à 150m par rapport à la berge. Cependant 50% de comportement de confort s'effectue à une distance de 50-100m et que le comportement d'alimentation enregistre des pourcentages plus au moins importante dépassent le 30% à une distance entre 100 et 200m. Le comportement de reproduction a été observé à une distance dépassent le 50m.

2.3.5. Relation entre les activités et les paramètre météorologique

Tableau 19. Corrélation entre les déférentes activités et les paramètres météorologiques.

Activité	Température	vent
Sommeil	r = 0.62 p = 0.029	r = 0.82 p = 0.003
Alimentation	r = -0.74 p = 0.005	r = -0.98 p = 0.001
Nage	r = 0.42 p = 0.28	r = 0.42 p = 0.71
Toilette	r = 0.18 p = 0.57	r = 0.46 p = 0.43
Vol	r = -0.31 p = 0.34	r = 0.57 p = 0.33
Parade	r = -0.30 p = 0.31	r = 0.001 p = 0.98

Lors de nos résultats, le pourcentage des individus en sommeil est corrélé significativement et positivement avec la température (test de Pearson, $p = 0.029$ au seuil de significativité de 5%). A l'inverse de l'alimentation le taux d'individus en activité d'alimentation est corrélé significativement et négativement à la température (test de Pearson, $p = 0.005$ au seuil de significativité de 5%). Les autres activités (nage $p = 0.28$, toilette $p = 0.57$, vol $p = 0.34$ et parade $p = 0.31$) ne dégagent aucune corrélation à la température (test de Pearson, au seuil de significativité de 5%). (Tableau 19). D'après Tamisier et Dehorter (1999) les individus stationnant lors des vagues de froid augmentent leur temps de nourrissage diurne, et diminuent leurs déplacements et leur seuil de vigilance (Gauthier-Clerc *et al.*, 1998).

Concernant le vent nous avons remarqué que le sommeil est corrélé significativement et positivement au vent (test de Pearson, $p = 0.003$ au seuil de significativité de 5%), tandis que l'alimentation se trouve corrélée significativement et négativement au vent (test de Pearson, $p = 0.001$ au seuil de significativité de 5%). Cependant que les autres activités, ne ressortent aucune tendance nette au vent (test de Pearson, $p > 0.33$ au seuil de significativité de 5%).

2.4. Comportement alimentaire

2.4.1. Le bilan total des activités

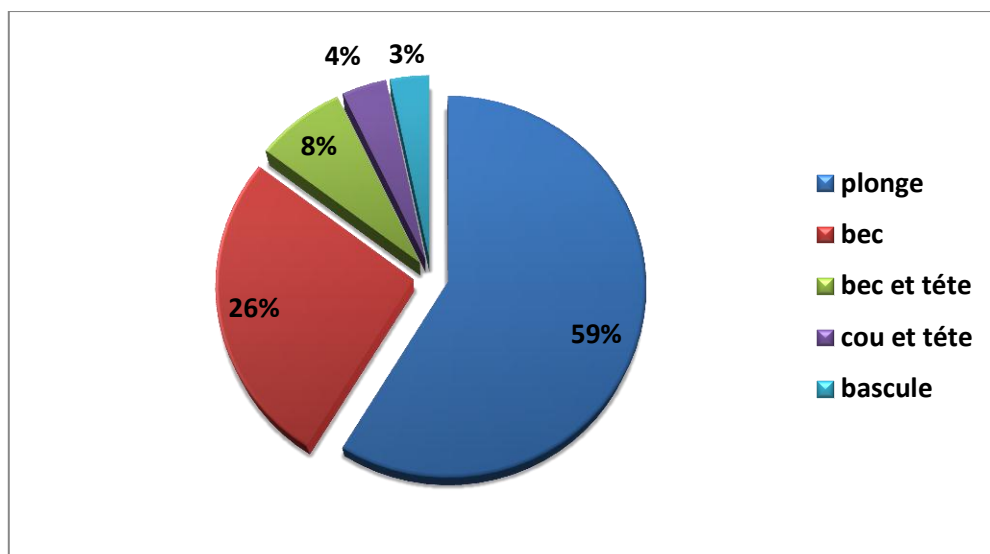


Figure 65. Bilan total de budget alimentaire durant la période d'étude.

Lors de nos résultats de comportement alimentaire du Fuligule nyroca dans le lac Tonga. La figure (65) montre que l'alimentation par « plonge » représente l'activité principale 58,76% comparativement aux autres activités de comportement typique chez les Fuligules. Nos résultats sont confrontés avec ceux de Boutin (1986) et Allouche, (1988). D'après Green et Andy-J (1998), les Fuligules nyroca sont des canards se nourrissant aux plus grandes profondeurs, surtout par « plongée » (76%) et ces activités sont dominées par l'alimentation de « bec » qui enregistre une valeur non négligeable 26,54%. En effet, le « bec et tête », « tête et cou » et le « bascule » sont des activités minimales dans le comportement alimentaire de notre espèce : ils enregistrent respectivement (7,58%, 3,79% et 3,31%). Ces résultats confirment ceux de Cramp et Simmons (1977). Chez le Fuligule nyroca, l'alimentation est assurée par différentes méthodes selon la profondeur de l'eau soit en nageant pour se nourrir en surface, soit en nageant avec la tête submergée, soit en se basculant le corps ou alors en plongeant.

2.4.2. Evolution des activités alimentaires

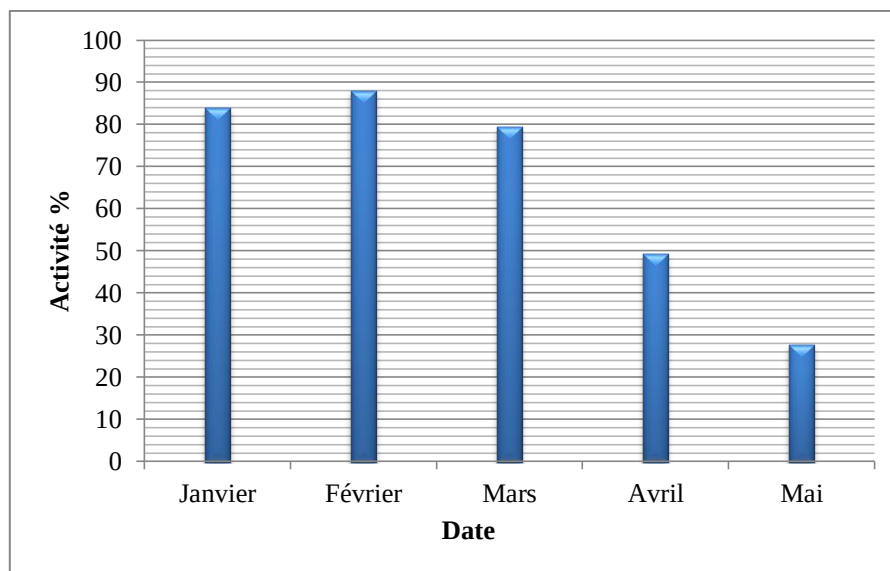


Figure 66. Evolution de l'alimentation de « plonge » ou cour de la période hivernal.

L'alimentation de « plonge » qui représente l'activité majoritaire durant notre période d'étude se manifeste intensivement au début de la saison avec des valeurs très élevées observées entre Janvier et Mars. En effet, la plus grande valeur a été enregistrée le mois de Février (88%). Au-delà de mois de Mai le pourcentage des individus qui s'alimente par « plongeon » diminue graduellement pour avoir des valeurs plus au moins faibles à la fin de la saison hivernale soit 27,69% au cours du mois de Mai (Figure 66).

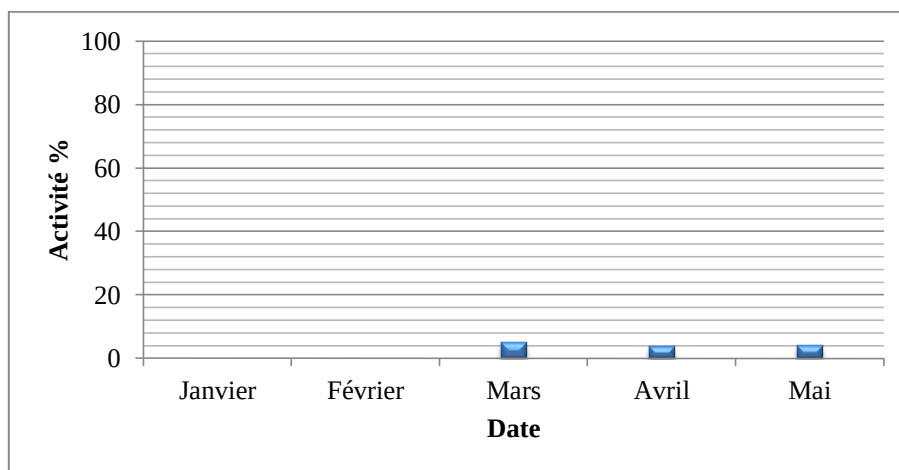


Figure 67. Evolution de l'alimentation de bascule ou « cour » de la période hivernal.

Tout comme plusieurs autres Anatidés, le comportement de « bascule » affiche les plus faibles valeurs de comportement alimentaire du Fuligule nyroca devant des autres activités (Tamisier

1972, Pirot et Pont 1984). Ce comportement n'est observé que trois mois durant toute la période d'étude (entre Mars et Mai). Les valeurs enregistrées sont très faibles et le pourcentage des individus qui s'alimentent par « bascule » ne dépassent pas le 6%.

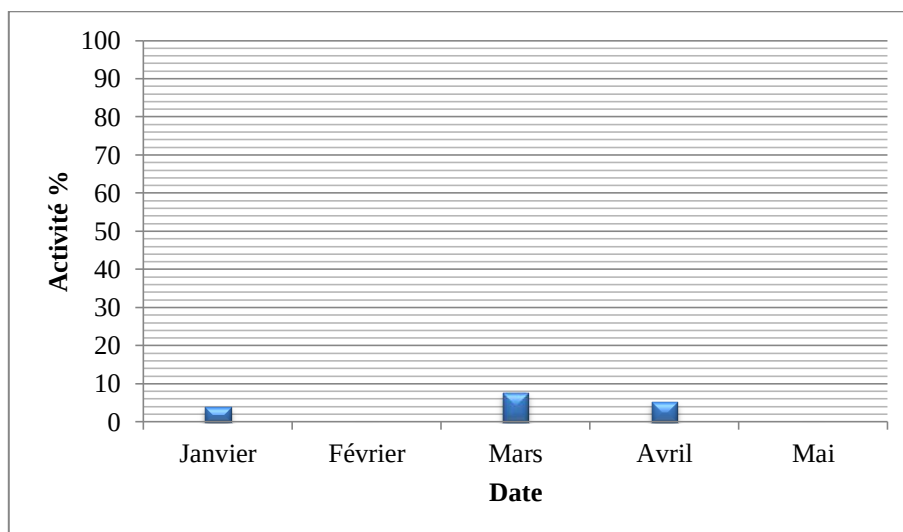


Figure 68. Evolution de l'alimentation en « cou et tête » au cours de la période hivernal.

Tout comme le « bec et tête » l'activité de « cou et tête » est aussi une activité minime chez notre espèce. Le graphe de ce comportement montre que cette activité ne se manifeste que pendant un certain temps durant toute la période d'étude. Les valeurs enregistrées dans ce comportement sont très faibles et la plus grande valeur est enregistrée en Mars (7,69%).

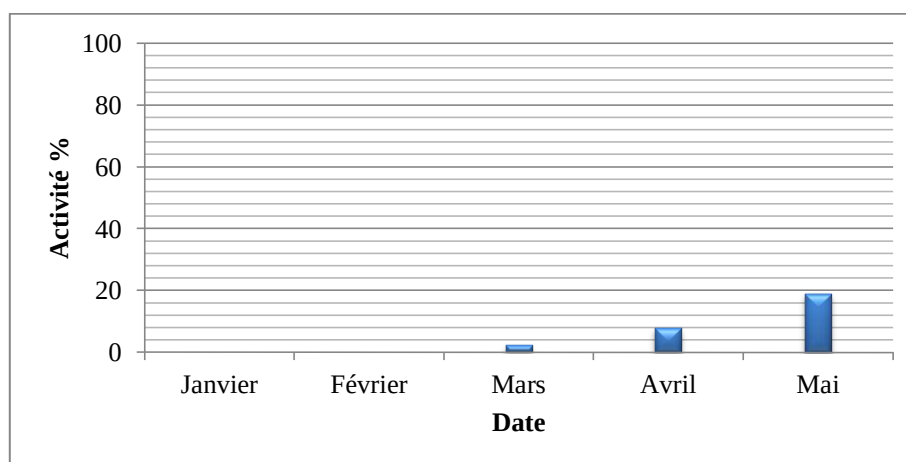


Figure 69. Evolution de l'alimentation de « bec et tête » au cours de la période hivernal.

Le « bec et tête » tient une part minime dans le bilan de comportement alimentaire du Fuligule nyroca. Le graphe montre que cette activité se manifeste à partir de mois de Mars ou on observe une très faible valeur. En effet, le pourcentage des individus qui s'alimentent par « bec

et tête » augmente graduellement au cours de la saison pour avoir la valeur maximale (19,14%) en fin de saison (mois de Mai).

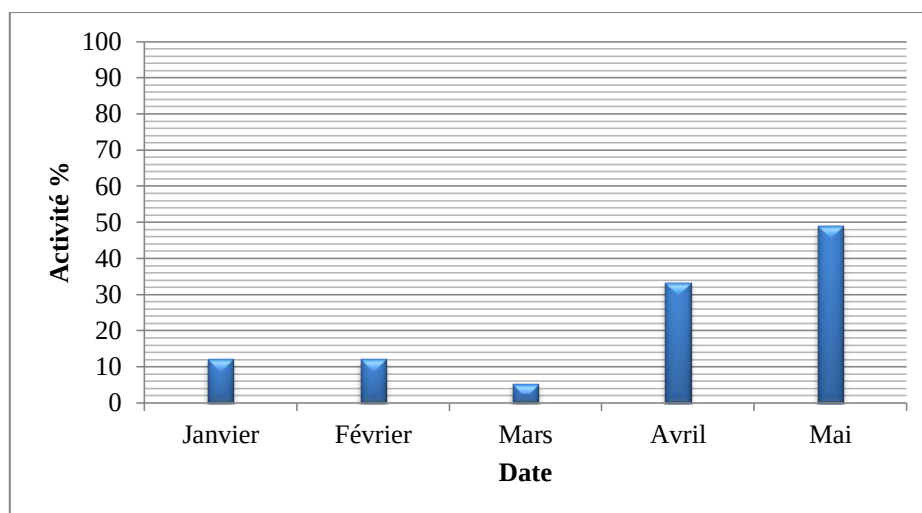


Figure 70. Evolution de l'alimentation de « bec » ou cours de la période hivernal.

Concernant l'évolution de l'alimentation de « bec » durant notre période d'étude la Figure (70) montre que contrairement à l'alimentation de « plonge », cette activité affiche des taux très faibles entre les mois de Janvier et Mars et ne dépassant pas le 12%. En effet la plus faible valeur a été enregistrée en Mars (5,12%) et au-delà de ce mois le pourcentage des individus qui s'alimentent par « bec » prennent des valeurs importantes avoisinant le 50% en fin de saison.

2.4.3. Evolution des activités alimentaire en fonction de la végétation

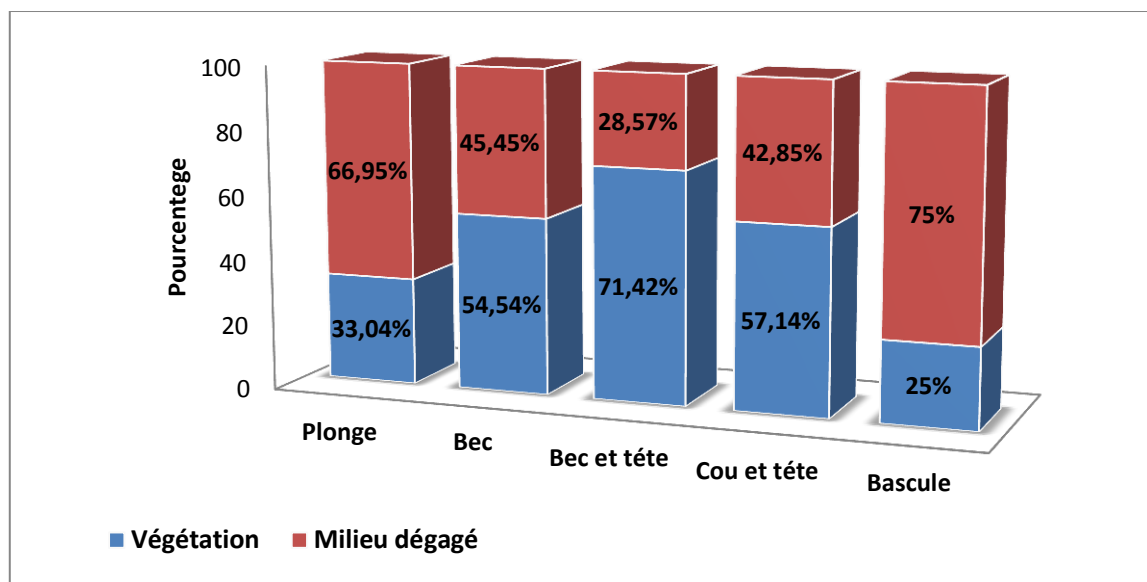


Figure 71. Pourcentage de chaque type d'alimentation dans chaque milieu.

Lors de nos résultats concernant l'évolution des activités alimentaire en fonction de type de milieu (milieu dégagé et milieu en végétation) nous avons remarqué qu'une grande partie d'alimentation en « plonge » et « bascule » s'effectue dans des milieux dégagés dépassant les 65%. Les autres types d'alimentation « bec et tête », « cou et tête » et « bec » s'effectuent généralement dans des milieux où il y a la végétation. Les pourcentages sont respectivement (71,42%, 57,14% et 54,54%). Ces résultats pourraient être expliqués par le fait que le régime alimentaire de notre espèce soit omnivore. Les contenus stomacaux contiennent principalement des graines et d'autres parties des plantes aquatiques, ainsi que des proies animales. On trouve de petits poissons, des têtards et des grenouilles et surtout des libellules (Millais ; Witherby et *al.*; Dementiev et Gladkov; Bauer et Glutz *in* Cramp et Simmons 1977). En effet, dans le comportement de plonge et de bascule le *Fuligule nyroca* recherche probablement les proies animales dans les milieux dégagés, tandis que dans les autres activités notre espèce exploiterait probablement les graines produites par cette végétation.

2.4.4. Pourcentage d'alimentation en fonction de type de végétation

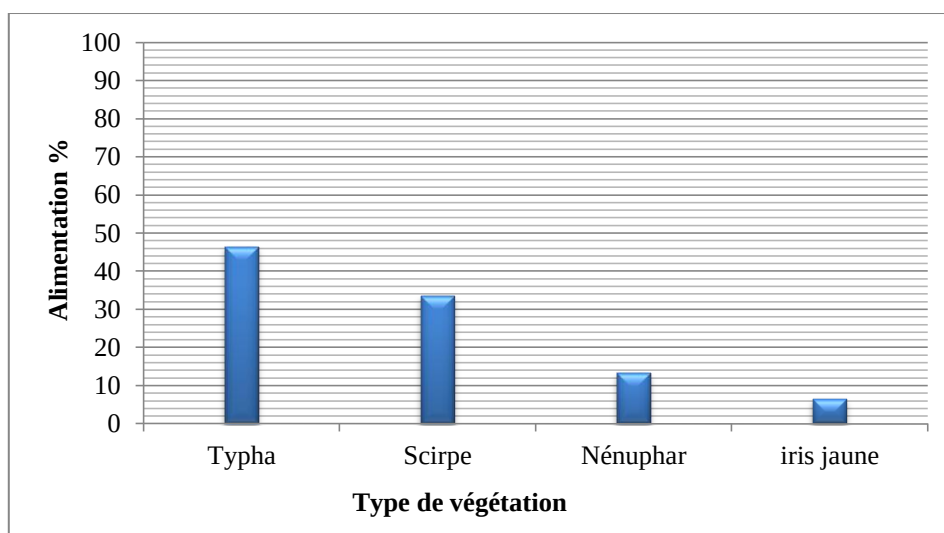


Figure 72. Pourcentage d'alimentation en fonction de type de végétation.

Dans le but de mieux comprendre le comportement alimentaire de notre espèce nous avons mesuré le pourcentage d'alimentation en fonction de type de végétation. En effet, la Figure (72) montre que l'alimentation près de typha affiche la valeur la plus élevée (46,54%) devant les individus qui s'alimentent près de scirpe (valeur non négligeable 33,64%). Ces résultats seraient expliqués par le fait que ces deux plantes domineraient probablement le régime alimentaire de notre modèle. Cramp et Simmons (1977) notent (malgré que les données soient très limitées), que le matériel végétal est le plus souvent dominant dans l'alimentation des Fuligules nyroca mais toutefois en prenant en considération que les différences et les variations saisonnières et régionales n'ont pas été prises en considération. Les contenus stomacaux contiennent principalement des graines et d'autres parties des plantes aquatiques. Le pourcentage des individus qui s'alimentent près de nénuphar et l'iris jaune dévoilent des taux faible inférieurs à 15 %

Conclusion

L'étude de la stratégie hivernale effectuée sur notre modèle aviaire dans le lac Tonga, a permis de dégager les principaux points suivants :

- Après un dénombrement au cours duquel nous avons remarqué une évolution des effectifs de cette espèce jusqu'au mois d'Avril où on observe le plus grande effectifs correspondant à la période prénuptiale. Ceci nous permettrait de déduire l'existence d'une autre population erratique (estivante nicheuse).
- Suite à l'observation menée de la répartition de cette espèce dans les différents milieux, le nyroca utilise l'intégralité du lac pour ses différentes activités mais il a une préférence pour les milieux dégagés. En effet, cette répartition entre milieu dégagé et milieu en végétation varie d'une activité à une autre.
- Socialement les Fuligules nyroca cohabitent avec de nombreuses espèces d'oiseaux telles que les Grèbe huppé, Canard souchet, Fuligule milouin, Canard Chipeau, Erismature à tête blanche dans les milieux de gagnage ou de remise, et dont les principales sont les Foulque macroule, Grèbe castagneux avec un bon nombre d'individus.
- Concernant le budget temps durant la période hivernale correspondant à notre période d'étude, l'alimentation enregistre le pourcentage le plus élevé devant les activités de confort et de déplacement.
- Les résultats de comportement alimentaire durant l'hiver de l'année 2013 dévoilent une dominance exigeante de l'alimentation « plonge » devant les activités alimentaires liées à la surface.
- Les résultats de la distance individus berge le constat a donné que notre modèle biologique deviendrait moins farouche dans les endroits où la fréquentation humaine est excessive et permanente.

CHAPITRE III



CHAPITRE V



Chapitre V : ECOLOGIE PARASITAIRE

Introduction

Le Fuligule nyroca est à la fois considéré comme un oiseau nicheur de la région paléarctique, de l'Europe de l'Est jusqu'en Asie centrale et une espèce migratrice, bien que certains nicheurs du Sud soient considérés comme résidents (Robinson et Hughes, 2006). Au début du 20^{ème} siècle, il a été décrit comme l'un des plus abondants des Anatidés sur une grande partie de son aire de distribution. Malheureusement ces derniers temps, l'espèce occupe le statut quasi menacée (NearThreatened) (UICN, 2009). La destruction des zones humides dans son aire de distribution a été à l'origine du déclin drastique de ses effectifs, notamment en Europe. En Afrique du Nord, malgré le statut de sédentarité de l'espèce, peu de travaux lui ont été consacrés : Elagbani (1997) au Maroc, Azafzaf (2003) en Tunisie et Boumezbeur (1993), Houhamdi et Samraoui(2008).

Le parasitisme est une forme extrême d'un phénomène plus général appelé symbiose. Dans les associations symbiotiques, une espèce (le symbiote) vit en association physique avec une autre espèce de plus grande taille (l'hôte) qui fournit l'habitat physique au symbiote. Les parasites sont métaboliquement dépendants de leur hôte, d'où l'obligation de cette association pour ce dernier. Ils ont le potentiel de causer du tort à leur hôte (Marquardt et Demaree, 1985; Zelmer, 1998) mais c'est leur capacité à se soustraire à la réponse immunitaire de l'hôte qui les différencie des autres symbiotes (Zelmer, 1998). Les parasites font partie intégrante de l'évolution naturelle des animaux et représentent un intérêt en soi. Ils forment une composante importante, quoique généralement négligée, de la biodiversité des écosystèmes.

Ils peuvent avoir également une incidence sur les hôtes à l'échelle de l'individu, de la population ou de la communauté. À l'échelle individuelle, ils peuvent causer la maladie et le décès de l'hôte. Les effets dépendent généralement de la densité et de graves infections qui sont souvent observées chez des individus mourants ou morts. Cependant, des degrés de parasitisme, où l'on compte des centaines ou des milliers d'individus, peuvent également se

produire chez des oiseaux qui semblent autrement être en bonne santé. D'autre part, ils peuvent déterminer les populations hôtes et influencer la structure communautaire des hôtes (consulter les études effectuées par Holmes et Price (1986) ainsi que Minchella et Scott (1991) et peuvent avoir un effet sur la biodiversité en perturbant des processus aussi variés que la compétition, la migration, la différenciation des espèces et la stabilité des écosystèmes (Combes, 1996). Fait paradoxal, si les parasites peuvent dans certains cas porter préjudice à la biodiversité, ils peuvent dans d'autres cas la préserver (Combes, 1996).

Cependant, les parasites ont longtemps été sous étudiés en écologie et en évolution. Aujourd'hui, l'écologie parasitaire est une discipline en plein développement, notamment en raison de la prise en considération, par les écologues, du rôle potentiel des parasites dans les processus de régulation des populations hôtes, et de leur impact sur l'équilibre et le fonctionnement des écosystèmes.

La faune aviaire est l'hôte d'une grande variété de microparasites. Toutefois, l'examen de ce groupe sera limité à deux phylums de protozoaires : les Sarcomastigophora et les Apicomplexes. Les virus, les rickettsies, les bactéries et les champignons infectent aussi les oiseaux. Les parasites des oiseaux ont été grandement étudiés et l'examen de Rausch's (1983) est un excellent point de départ pour quiconque intéressé par le sujet.

Le centre d'intérêt et le contexte écologique de ce travail portent sur les ectoparasites du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* et les objectifs ciblés sont :

- Dynamique temporelle des ectoparasites ;
- Typologie des ectoparasites par individu.

1. Méthodologie de travail

1.1. Les parasites

Les parasites sont en général divisés en deux grandes catégories selon leur taille (Anderson et May, 1979 ; May et Anderson, 1979 ; Bush *et al.*, 2001) : les microparasites (virus, bactéries et protozoaires) et les macroparasites (helminthes et arthropodes). Un autre critère de classification des parasites, indépendant du premier, est basé sur leur localisation au sein de leur hôte (Bush *et al.*, 2001). On distingue ainsi les ectoparasites qui sont confinés à l'extérieur du corps de leur hôte (téguments, phanères), les mésoparasites qui occupent les cavités reliées à l'extérieur (cavité pulmonaire, système digestif) et les endoparasites qui se développent dans le milieu intérieur (appareil circulatoire, milieu intercellulaire, cellules).

1.2. Les ectoparasites

1.2.1. Les Mites

Les mites ressemblent aux tiques en ayant la tête, le thorax et l'abdomen fondus en un seul corps segmenté, mais ils sont généralement beaucoup plus petits. Ils ont souvent trois paires de pattes au stade larvaire et quatre paires de pattes dans la nymphe et stades adultes. Comme la plupart des arachnides, les pièces buccales des mites peuvent être adaptées pour mordre, piquer, sciage ou sucer. Ils respirent par des trachées, stigmates (petites ouvertures de la peau), les intestins et la peau elle-même. La chasse des espèces pour d'autres acariens a des sens très aigus.

1.2.2. Les Poux

Les poux sont des petits parasites externes qui passent toute leur vie sur l'animal hôte. Ils peuvent être répartis en deux catégories : les poux broyeur et les poux suceurs. Les poux broyeur se distinguent des poux suceurs par leur tête qui est plus large, leur couleur brune rougeâtre et une plus grande mobilité. Ils se nourrissent de débris près de la surface de la peau. Les poux suceurs se caractérisent par une tête plus étroite et plus pointue. Ils se nourrissent de sang qu'ils obtiennent près de la surface de la peau. Leurs corps sont habituellement plus gros et plus foncés que ceux des poux broyeur.

1.2.3. Les Sangsues

Les sangsues sont des hermaphrodites. Ce sont des invertébrés qui ont la forme d'un ver aplati de couleur plutôt foncée. Elles protègent leurs œufs jusqu'à l'éclosion et les petits s'accrochent à leurs ventres jusqu'à ce qu'ils soient prêts à vivre leur propre vie.

Elles possèdent des ventouses, situées aux extrémités de leurs corps, dont le rôle est de les aider dans leurs mouvements. Certaines sangsues savent nager. Le sang, nourriture principale, est nécessaire à leur régime alimentaire. Elles s'accrochent à leurs proies, font une petite morsure et injectent la salive qui empêche la coagulation et leur permet de boire le sang plus longtemps et de se gaver.

1.2.4. Les Tiques

Les tiques, sont un ordre d'arachnides acariens. Cet ordre regroupe, 896 espèces classées classé en deux grande familles Ixodidae (tiques dures) environ 670 espèces connues, et Argasidae (tiques molles) environ 180 espèces aux téguments non sclérifiés. Elles passent une partie de leur cycle au sol (éclosion, métamorphose et quête d'un hôte), et une autre partie (deux ou trois stades) ancrées sur la peau de mammifères, d'oiseaux ou de reptiles, se nourrissant de leur sang grâce à un rostre. Les tiques sont des acariens métastigmates de grandes tailles (3 à 6 mm en moyenne, hors réplétion). Toutes les espèces connues de tiques passant par quatre stades évolutifs distincts le stade œuf certaines espèces pondent un très grand nombre d'œufs, la larve (qui n'a que 3 paires de pattes, griffues), la nymphe (qui est octopode comme l'adulte mais sans orifice génital) et à la fin l'adulte à ce stade le dimorphisme sexuel est généralement net (écusson chitinisé) plus développé en face dorsale chez le mâle des ixodidae que chez la femelle.

1.2.5. Les Puces

Les puces sont des insectes piqueurs appartenant à l'ordre des Siphonaptères (anciennement Aphinaptères), dépourvus d'ailes, de couleur jaune ou brun sombre, mesurant 1 à 8 mm de longueur. Leur corps est aplati latéralement ce qui facilite leur progression dans le pelage. Leurs pattes sont adaptées au saut. Le corps et les pattes. Ont couverts de nombreuses soies

Les puces parasitent les mammifères et les oiseaux. Leur importance médicale tient non seulement aux dommages provoqués par les piqûres mais aussi à leur aptitude à transmettre des agents pathogènes.

1.3. Collecte des individus

Tous les oiseaux étudiés ont été tués à la chasse durant l'année 2012. Chaque individu récupéré a ensuite été placé dans un sac en plastique fermé pour éviter la fuite des ectoparasites. Au laboratoire, les oiseaux ont été pesés à l'aide d'une balance électronique. Une série de mesures morphométriques a été réalisée.

1.4. Mesures morphométriques

Dans cette partie, nous avons aussi tenu compte de la mesure morphométrique ainsi que de la charge parasitaire de notre modèle aviaire. Les paramètres morphométriques mesurés sont les suivants :

- Poids
- Longueur du bec
- Ailes tendues
- Ailes repliées
- Envergure
- Tarse.

1.5. Collecte et quantification des ectoparasites

Pour prélever les ectoparasites, toutes les parties du corps de l'oiseau ont été examinées visuellement. Les individus ont ensuite été déplumés au niveau de cinq parties du corps : le dos, le ventre, les ailes, le cou et la tête et enfin la queue. Les plumes ont été déposées séparément dans des sacs en plastique (Figure 73) et placées au congélateur pour une durée d'au moins huit heures afin d'éviter la migration des ectoparasites. Cette approche est également une excellente manière de distinguer les micro-habitats de chacun des ectoparasites (Nelson et Murray, 1971; Choe et Kim, 1989). Après collecte, tous les échantillons d'ectoparasites ont été conservés dans de l'éthanol à 70 %. Pour les poux, nous avons examiné toutes les plumes et enlevé les poux un à un. De par leur taille, ces derniers ont été aisément comptés sous binoculaire. Pour les mites, un comptage direct a été réalisé sur les plumes au niveau de chaque partie du corps.



Figure 73. Plumes à ectoparasite (cliché : Draïdi khalil, laboratoire Ecostaq)

1.6. Prélèvement

Les plumes sont inspectées sous binoculaire, le retrait des parasites doit se faire délicatement pour ne pas abimer l'échantillon. Chaque prélèvement se fait avec prudence puisqu' il contribue à la diversité parasitaire de l'hôte encore inconnue. Les contenants (sacs de papier ou de plastique) doivent aussi être examinés parce que les parasites quittent souvent l'hôte après sa mort. Bon nombre de parasites sont visibles à l'œil nu, une loupe de bijoutier est acquise pour les plus petites espèces (Clayton et Walther, 1997).

1.7. Caractérisation taxonomique des peuplements d'ectoparasites

Dans notre étude, le comptage des ectoparasites associés aux plumes est absolu, il est en effet, plus précis s'il est obtenu à partir d'hôtes morts plutôt que d'hôtes vivants (Clayton et Walther, 1997). Après séparation des différents groupes d'ectoparasites collectés, nous avons calculé la richesse taxonomique et les abondances.

1.8. Indices parasitaires

Pour ce faire, nous avons pris en considération calculé les indices parasitaires proposés par (Margolis *et al.* 1982). Pour chaque ectoparasite nous avons calculé la prévalence, l'abondance et l'intensité moyenne ainsi que les écarts-type (Margolis *et al.*, 1982) en utilisant le programme *Parasitology Quantitative 2.0* (Rózsa *et al.*, 2000; Reiczigel et Rózsa, 2001).

1.8.1. La prévalence (P)

C'est le rapport en pourcentage du nombre d'hôtes infestés (N) par une espèce donnée de parasites sur le nombre de nyroca examinées (H).

$$P(\%) = N/H \times 100$$

1.8.2. L'abondance (A)

Elle correspond au rapport du nombre total d'individus d'une espèce parasitée (n) sur le nombre total des individus examinés H.

$$A = n/H$$

1.8.3. Intensité parasitaire moyenne (I)

Elle correspond au rapport du nombre total d'individus d'une espèce parasitée (n) dans un échantillon d'hôtes sur le nombre d'hôtes infestés (N) dans l'échantillon. C'est donc le nombre moyen d'individus d'une espèce parasitée par hôte parasité dans l'échantillon.

$$I = n/N$$

1.9. Analyses statistiques

Pour les calculs de la moyenne et l'écart type ainsi que la présentation des graphes, nous avons utilisé l'Excel 2010. Les corrélations ont été traitées par le logiciel R en appliquant le test de Pearson.

2. Resultats et Discussion

2.1. Paramètres morphométriques

Tableau 20. Paramètres morphométriques moyenne des *Fuligules nyroca* (n = 10)

Poids (g)	Longueur du bec (cm)	Aile pliée (cm)	Aile tendue (cm)	Envergure (cm)	Tarse (cm)
541,99 ± 50,47	4,22 ± 0,19	17,85 ± 0,60	27,31 ± 1,37	59,82 ± 1,86	3,88 ± 0,10

Les mesures morphométriques de notre modèle aviaire montre que le poids moyen est de 541,99 ± 50,47, la longueur du bec est de 4,22 ± 0,19, les tailles de l'aile pliée et de l'aile tendue sont respectivement de 17,85 ± 0,60 et 27,31 ± 1,37, l'envergure enregistre une valeur

moyenne de $59,82 \pm 1,86$ anisi que les mesures du tarse affichent en chiffre la moyenne de $3,88 \pm 0,10$. Ces mensurations biométriques sont similaires à celles obtenues par (Cramp et Simmons 1977, Henzel *et al.* 2004, Mullarney *et al.*, 2007) qui mentionnent que le Fuligule nyroca possède les mensurations biométriques suivantes : taille = 38 à 42 cm, envergure = 60 à 67 cm et poids = 650 à 800 g.

2.2. Variation pondérales saisonnière du Fuligule nyroca

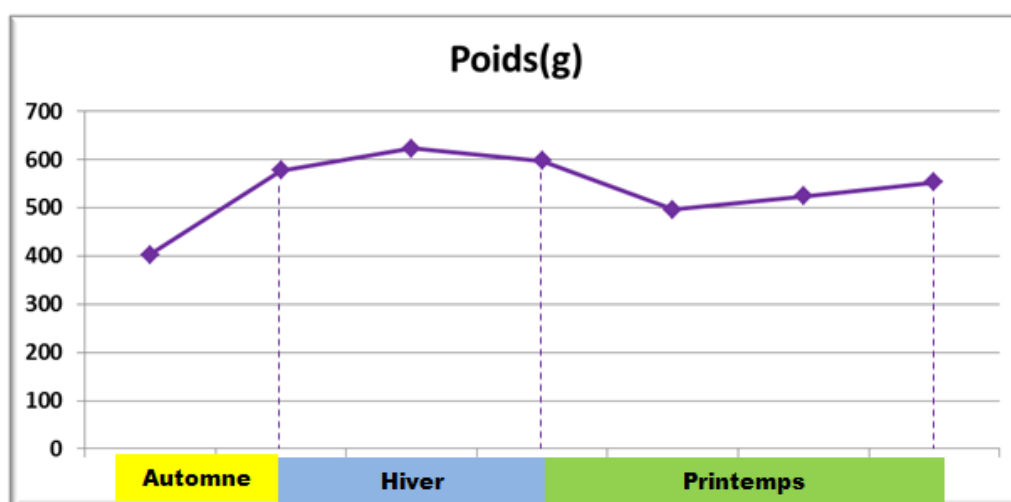


Figure 74. Suivi du poids du Fuligule nyroca en fonction des saisons ($n = 10$).

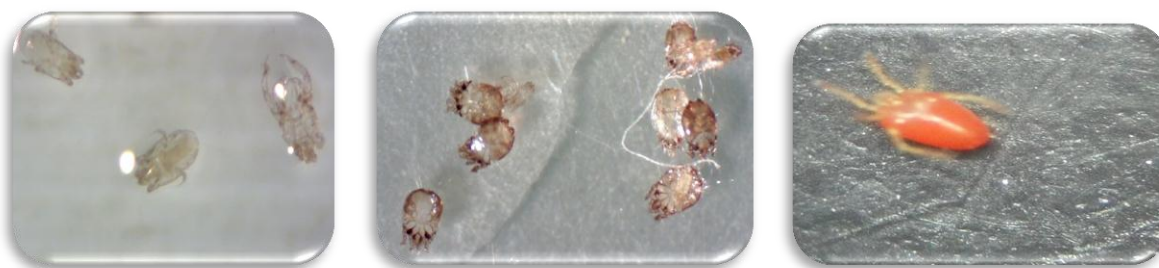
Les résultats obtenus sur la variation du poids des Fuligule nyroca durant la période d'étude montrent qu'en Automne le poids moyen est de $490,5 \pm 123,75$ g. Pendant cette saison, la migration post-nuptiale est connue chez la majorité des espèces, les individus affaiblis et amaigris par le trajectoire (Schrickeet *al.*, 1992; Triplet et Trolliet 1994). Au fur et à mesure que la saison hivernale approche le poids des Fuligule nyroca augmente et atteint des valeurs maximales de $611 \pm 82,024$ g. Pendant cette période, le Fuligule nyroca stocke les graisses pour obtenir un maximum de réserve afin de pouvoir s'engager dans la reproduction, effectuer la migration pré-nuptiale et de pouvoir entreprendre un nouvel épisode reproducteur (Ankney et MacInnes 1978; Clausenet *al.*, 2003; Ebginge et Spaans 1995; Raveling 1979; Meltoteet *al.*, 2007). Au printemps, le poids rechute. Les individus perdent leurs poids lors de la migration pré-nuptiale (Schrickeet *al.*, 1992; Triplet et Trolliet 1994).

2.3. Parasitisme

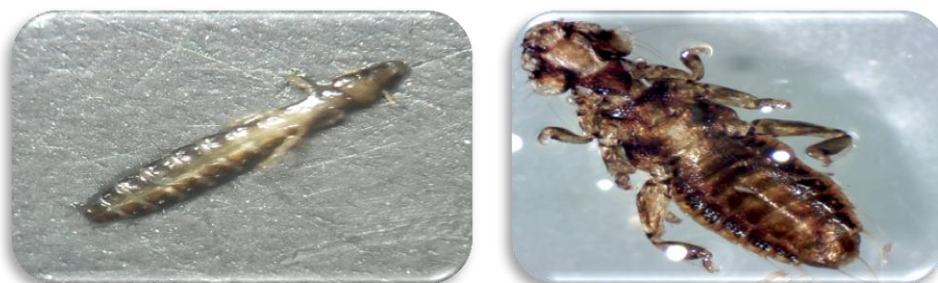
2.3.1. Caractérisation Taxonomique des ectoparasites

2.3.1.1. Richesse taxonomique

L'étude a démontré que le Fuligule nyroca est infesté de parasites comme pour la plupart des oiseaux d'eau (Price 1980). Nous avons identifié trois groupes d'ectoparasites: les Poux, les Mites et les Sangsues (Figure.75).



MITES



POUX



SANGSUE

Figure 75. Photos des Différent groupes d'ectoparasites (Cliché : Draidi khalil.laboratoire Ecostaq Grossissement 10×4).

2.3.1.2. Abondance

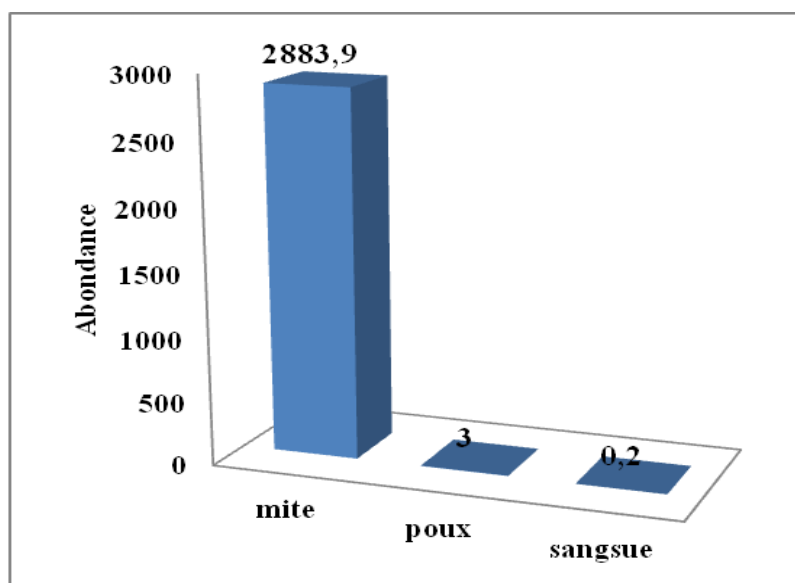


Figure 76. Proportions des différents groupes d'ectoparasites chez le *Fuligule nyroca* ($n = 10$).

D'un point de vue abondance, le dénombrement des ectoparasites sur le corps des Fuligules nyroca échantillonnés a montré que les mites sont largement les plus abondantes (99,88%), les poux et les sangsues sont présentés par de très faibles effectifs 0,10% et 0,006% respectivement. Les mites sont des parasites permanents qui passent leur cycle de développement entier sur l'hôte. Leur cycle de vie est relativement court, il dure de 5 à 7 jours. Selon Richner et Heeb (1995). Ce cycle de vie court mène à une prolifération rapide de la population jusqu' à ce que la croissance soit ralentie par la limitation en ressources (effet densité-dépendant), ce qui pourrait expliquer l'abondance des mites sur le Fuligule nyroca.

Dans le lac Tonga, la population de notre modèle hôte présente une grande diversité ectoparasitaire. Une infestation massive par les acariens et une moindre atteinte par poux et les sangsues. il semblerait que les ectoparasites n'occasionnent pas une gêne importante chez les canards (Brochet, 2002), les mites sont considérées comme bénignes à l'hôte (krantz, 1978; Gaud et Atyeo, 1996; Proctor, 2003). Les poux ont pu développer des adaptations très spécialisées (locomotion non irritante, comportement de fixation en réponse au lissage des plumes, développement morphologique en fonction du type de plume exploitées). Rien ne permet d'affirmer à priori qu'ils aient développé une diminution de la virulence de leurs effets. (Booth *et al*, 1993) ont démontré que la charge parasitaire en Phthiraptère influence sur le taux métabolique chez les pigeons. Egalement, Moller et Rozsa (2005) démontrent une réelle influence des poux sur

les oiseaux. En effet, la dégradation des plumes par les mallophages entraîne une diminution de l'isolement thermique du plumage et une augmentation des coûts de thermorégulation. En effet, les mallophages (Phtiraptères) sont traditionnellement considérés comme bénins (Ash, 1960; Marschall, 1981) et l'association hôte-mallophage a été considérée comme un exemple de coévolution ayant abouti à une diminution de la virulence du parasite. Néanmoins, si ces parasites n'occasionnent pas de mortalité directe à court terme, les coûts métaboliques qu'ils engendrent sont susceptibles de réduire fortement la condition physique de leur hôte et donc parfois sa fitness et à long terme sa survie. Tout spécialement comme dans notre cas, en condition d'hivernage, en raison de la baisse des capacités thermorégulatrices consécutives aux lésions provoquées sur les plumes (Clayton, 1991).

A la différence des mites et des poux, certains groupes d'ectoparasites peuvent induire des pathogénicités graves, c'est le cas des sangsues hématophages. La plupart des espèces de sangsues sont des ectoparasites temporaires passant des périodes relativement courtes à se nourrir du sang de l'hôte vertébré. Durant la majorité de leur cycle biologique, elles sont libres dans le benthos. Les sangsues semblent irriter l'hôte et peuvent être responsables de l'écorchure en vol observée chez ces canards. L'alimentation de ces espèces peut causer l'inflammation de la cavité nasale, sa détérioration, la faiblesse générale de l'hôte causée par une anémie et éventuellement sa mort (Crompton, 1997). L'affaiblissement de l'hôte causé par le prélèvement de sang de ces ectoparasites a également été identifié comme augmentant la vulnérabilité des individus parasités à la prédation ou à la compétition (Dobson et Hudson, 1994). Le parasitisme maximal des sangsues se produit habituellement pendant les mois de Printemps et d'Été, c'est-à-dire, au moment de reproduction des oiseaux. En Hiver, les températures ambiantes dans les eaux du lac peuvent ralentir leur métabolisme et ainsi, leur activité. Les sangsues sont des vecteurs de protistes hémogrégarines et hémoflagellés qui se servent des oiseaux, des amphibiens et des tortues d'eau douce comme hôtes (Siddall et desser, 1991; Light et Siddall, 1999). Toutefois nos résultats ne sont qu'une étude préliminaire du fait de la faible pression de l'échantillonnage.

2.3.2. Les indices parasitaires

Tableau 21. Les indices parasitaires mesurés chez le *Fuligule nyroca*

	Hôte Infesté	Prévalence	Abondance	Intensité moyenne
Mite	10	100%	2883,9	5294,25±2782,02
Poux	3	30%	3	7,5±6,45
Sangsue	1	10%	0,2	0,5±1

D'après le tableau (22), les mites représentent le groupe le plus prévalent, le plus abondant et celui qui présente la grande intensité. Il enregistre une prévalence de 100 %, alors que les poux ne sont présents que chez trois individus du *Fuligule nyroca*, soit 30 % des individus. Les sangsues enregistrent une très faible prévalence 10%, soit un seul individu infesté. En comparaison, les oiseaux forestiers de la région d'étude sont infestés par les mites, les tiques et les puces (Bousslama *et al.*, 2002). Néanmoins, ces résultats sont similaires à ceux observés par (Rouag ziane *et al.*, 2007) chez la Foulque macroule. L'abondance des mites est la plus élevée (646 ± 451) en comparaison avec celles des autres groupes de parasites (poux $307,9 \pm 209,8$ et sangsues $0,4 \pm 0,5$).

Les chercheurs ont ainsi longtemps considéré que la virulence des parasites ne peut évoluer qu'en diminuant et que les associations hôte-parasite devraient évoluvers le mutualisme, c'est-à-dire, une association à bénéfice réciproque (Cassier *et al.*, 1998). Cependant, les parasites évoluent dans une relation étroite avec leur hôte dans le cadre de la théorie de la course aux armements (Van Valen 1973 ; Dawkins et Krebs 1979). Cette dernière correspond à une suite d'adaptations et de contre-adaptations des parasites et des hôtes. Ceci peut aussi bien conduire à la diminution qu'à l'augmentation de la pathogénicité des parasites (puisque l'augmentation de l'agressivité peut, ou non, être compensée par l'augmentation de la résistance de l'hôte). De nombreux travaux théoriques et empiriques ont confirmé que la diminution n'est pas la seule issue possible (Levin et Pimentel 1981 ; Anderson et May, 1982 ; Herre 1993 ; Ebert 1994 ; Ewald 1995).

Plus généralement, l'évolution des parasites peut être considérée comme un compromis entre la virulence (qui doit être minimale pour augmenter la "survie", c'est-à-dire, la durée de l'infection) et la transmission. Cependant, la généralité de ce compromis n'est pas démontrée et a fait récemment l'objet d'un vif débat (Ebert et Bull, 2003 a et b ; Elliot, 2003 ; Gandon et Day, 2003)

2.3.3. Typologie parasitaire

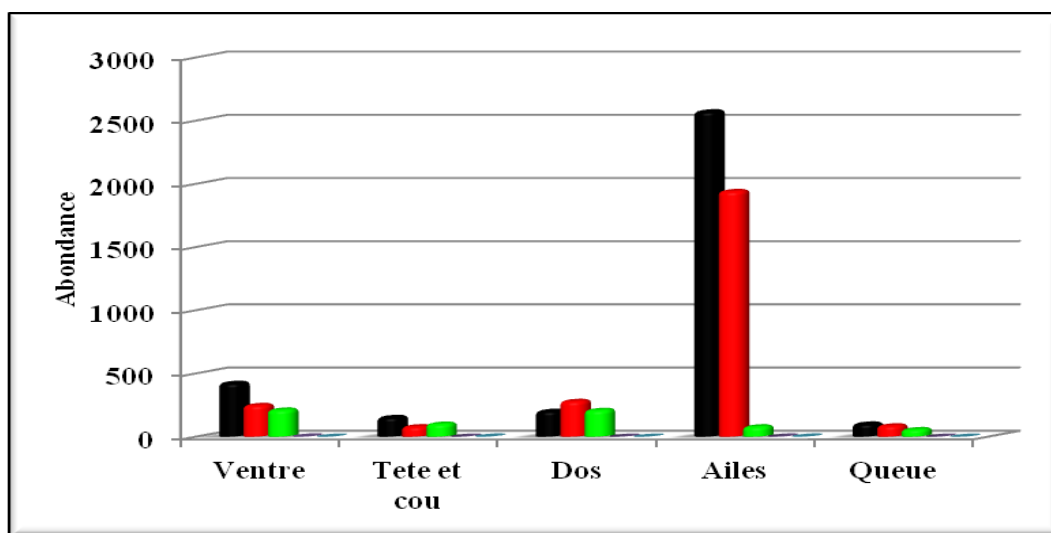


Figure 77. Distribution des parasites dans les différentes parties du corps (n= 10).

La figure (77) démontre que la distribution de la charge parasitaire est très hétérogène. Les ailes sont les plus parasitées. En effet elles hébergent 68% du peuplement parasitaire. Ceci pourrait être expliqué par le fait que cette partie du corps est la plus active. Le ventre abrite 13% de l'effectif total, suivi respectivement du dos et de la tête et cou (10% et 5%), la queue est uniquement à 4%.

On peut constater également une distribution hétérogène des groupes ectoparasitaires sur le corps de l'oiseau hôte (Figure.77). Les mites colonisent toutes les parties du corps, 68% des mites peuplent les ailes. Les poux et les sangsues ne sont localisés que dans certaines parties en raison de leurs faibles effectifs. Ils étaient localisés essentiellement au niveau de la tête et dans les ailes. Nos résultats sont en accord avec ceux obtenus sur la Fulque macroule (Rouagziane *et al.*, 2007). La distribution des groupes d'ectoparasites sur le corps de la Foulque macroule est irrégulière. Il a observé sur trois parties du corps de l'oiseau: le dos, le ventre et les ailes. Les mites sont surtout localisées au niveau des ailes (65,6 %), les poux quant à eux, ont une distribution plus large, on les trouve sur les plumes du ventre (18,8 %), les plumes du dos (13,6 %) et des ailes (1,1 %). Les sangsues sont strictement localisées dans les cavités nasales.

2.3.4. Dynamique des peuplements parasites

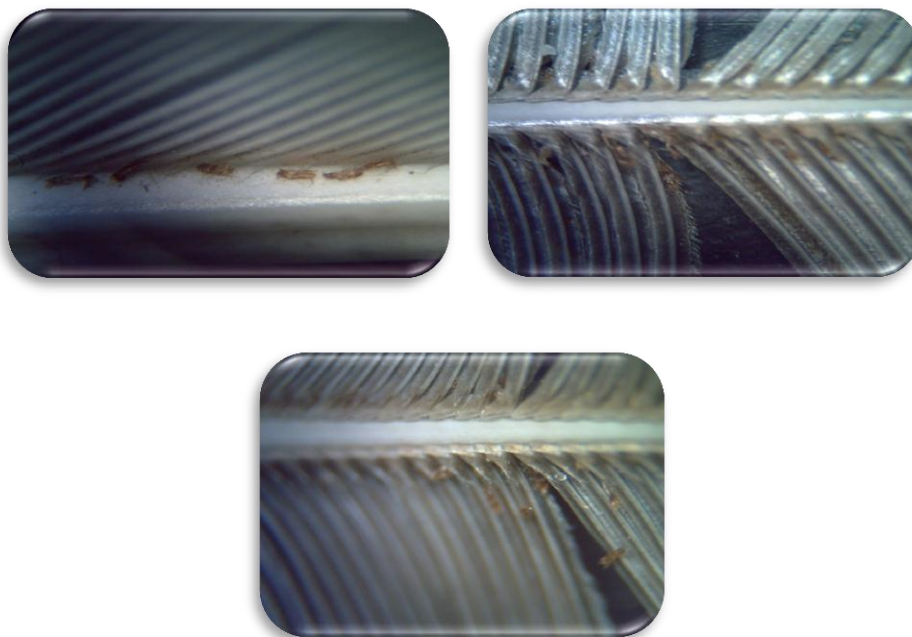


Figure 78. Photos montrant la charge parasitaire (Cliché : Draid khalil.laboratoire Ecostaq).

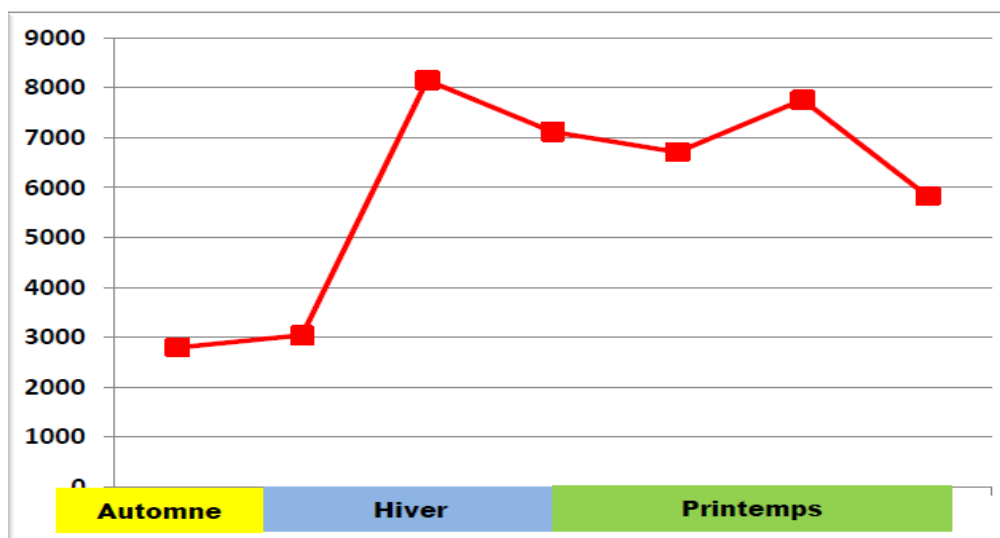


Figure 79. Suivi de la dynamique du peuplement parasitaire.

D'après la figure (80), représentant la dynamique saisonnière des parasites, nous remarquons que le pic de charge parasitaire est atteint durant la saison hivernale avec une moyenne de $7634 \pm 726,906$. En Automne et au Printemps, elle est beaucoup moins importante, ($2916 \pm 176,07$ en Automne, $6764,333 \pm 966,189$ au Printemps). Ces fluctuations en fonction des saisons confirment les résultats de McClure (1989) sur les parasites des oiseaux hivernants qui enregistre une augmentation du taux d'infestation par les mites au cours de la saison hivernale.

En effet, les forts taux d'infestation s'expliquent par la réunion des conditions favorables (température et humidité) au développement des parasites en période humide (Moyer et Wagenbach, 1995; Jefferies, 1994). Selon Dubinin (1951), les mites peuvent résister pendant plusieurs semaines contre les basses températures. Cependant, la chaleur et l'humidité affecteraient négativement leur survie. Le taux les plus élevés de mites chez le Fuligule nyroca a été enregistré au début de la saison hivernale. C'est dans ces périodes là que les oiseaux migrateurs et sédentaires se rassemblent. De ce fait, ce rapprochement entre individus entraîne une augmentation de la fréquence du contact corps à corps (Moller, 1987) et par conséquent pourrait influencer une augmentation des parasites. Par ailleurs, en Automne, les ectoparasites enregistrent un faible effectif. Ceci pourrait être dû au fait que cette saison correspondrait à la fin de la reproduction (période de la mue pour la plus part des canards). Chez les oiseaux d'eau, la mue perturbe sévèrement le cycle de vie des mites (Dubinin, 1951).

A la fin de la saison de Printemps, la charge parasitaire diminue. Elle est vraisemblablement influencée par l'augmentation de la température et la diminution de précipitation. En effet, d'après Jefferies (1994), les conditions de sécheresse, réduiraient le nombre d'espèces invertébrées présentes, limitant ainsi la transmission de ces parasites entre hôtes.

2.3.5. Relation Hôte-parasite.

Tableau 22. *Corrélation paramètres morphométriques/charge parasitaire.*

Paramètres morphométriques	Charge parasitaire
Poids	r = 0.53 p = 0.10
Aile tendue	r = -0.07 p = 0.83
Aile pliée	r = 0.37 p = 0.28
Envergure	r = -0.21 p = 0.54
Tarse	r = -0.45 p = 0.18

Les résultats des corrélations de la charge parasitaire et les principaux paramètres morphologiques montrent qu'il n'existe aucune corrélation significative (test de Pearson, au seuil de significativité de 5%). Ceci pourrait être liée à la faible taille de l'échantillon, mais pourrait être expliquée par le fait que l'impact des ectoparasites sur les paramètres morphologiques sont négligeable. Toutefois l'action des parasites pourrait détruire ou modifier certaines fonctions. En effets, elle pourrait cause une faiblesse générale del'hôte provoquée par une anémie (Crompton, 1997). Cependant, l'affaiblissement de l'hôte occasionné par le prélèvement de sang de certains ectoparasites à également été identifié comme augmentant la vulnérabilité des individus parasités à la prédation ou à la compétition (Dobson et Hudson, 1994). La plupart des parasites se nourrissent aux dépends de leur hôte, cette consommation peut avoir de très lourdes conséquences pour l'hôte par effet de spoliation (Bush *et al.*, 2001). En plus de ces effets liés à leur développement, certains parasites produisent des toxines qui altèrent la physiologie de l'hôte (Bush *et al.*, 2001). Certains agissent aussi de manière importante sur le système immunitaire de leur hôte en induisant des immunosuppressions ou des réactions d'hypersensibilité. Différentes espèces d'oiseaux présentent une diminution du taux d'approvisionnement de leur poussin lorsque leur système immunitaire est stimulé (Ilmonen et al., 2000 ; Råberg et al., 2000 ; Bonneaud et al., 2003). Elle peut même modifier son comportement aboutissant à une limitation du succès d'accouplement (Hamilton et Zuk, 1982 ; Schall et Dearing, 1987). Par ailleurs, certains parasites altèrent les comportements liés

aux soins parentaux (Møller, 1990). Enfin, ils causent parfois des effets plus indirects tels qu'une réduction de la durée de la période reproductrice (Møller, 1990).

Conclusion

L'étude de l'écologie parasitaire du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) dans le lac Tonga, a permis de dégager les principaux points suivants :

- Le poids de la population varie en fonction des saisons. Les saisons déclenchant le processus de migration (Newton 2008, Barre 2006, Jenni et Kery 2003, Berthold 2001) exigent des efforts élevés déployés par les oiseaux. Les couts énergiques sont très importants. Les Fuligules nyroca arrivent sur le site amaigris, ils s'engraissent et reprennent du poids.
- L'étude ectoparasitaire du Fuligule nyroca a révélé la présence de trois groupes parasitaire : les Mites, les Poux et les Sangsues. Les Mites est largement le groupe le plus abondant des trois autres.

Les ectoparasites affectionnent certaines parties du corps plus que d'autres. Les ailles représentent la partie du corps la plus affectée, tandis que la queue dessine une très faible affectation par les ectoparasites.

- La charge parasitaire fluctue en fonction des saisons. La charge la plus élevée est observée en période hivernale où les conditions climatiques, l'humidité et les températures douces pourraient constituer des facteurs favorables à la prolifération des parasites. Tandis qu'en Automne, la charge enregistre une très faible valeur du fait de la mue des canards.
- Le statut migrateur du Fuligule nyroca fait de lui comme les autres oiseaux migrateurs, un réservoir d'agents pathogènes à l'état sauvage (Lvov *et al.*, 1979, Clifford, 1979, Nuttalet *al.*, 1984, Gauthier-Clerc *et al.*, 1999; Gylfeet *al.*, 1999, Karyet *al.*, 2000). Les parasites circulent à l'intérieur ou entre les colonies dans les sites humides. Le recrutement de nouveaux individus favorise la propagation des parasites qui provoque une flambée des maladies parasitaires émergentes (Petermanet *al.*, 1989, Debackeret *al.*, 1997) parfois transmises à l'homme (Gardner *et al.*, 1997, Olsen *et al.*, 1993, Gauthier-Clerc *et al.*, 1999; 2003).

CONCLUSION

GENERALE



CONCLUSION GENERALE

Le lac Tonga avec sa superficie de 2500ha est de très loin, l'un des plus importants sites de l'éco – complexe des zones humides de l'extrême – Est algérien et ceci grâce à sa grande richesse floristique et faunistique qui lui en value la reconnaissance et la ratification de plusieurs conventions internationales. En effet, cette étendue d'eau peut être considérée à l'heure actuelle, tant sur le plan quantitatif que qualitatif, comme le site de reproduction type pour le nyroca. Il héberge actuellement les effectifs les plus élevés du pays et c'est également le site d'hivernage et le lieu de nidification le plus important sur la rive sud de Méditerranée.

Notre travail (étalé sur deux années de suivi) montre clairement que le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* inféode préférentiellement le lac Tonga durant toute l'année et jouit de ce fait du statut d'espèce sédentaire.

Les dénombrements hebdomadaires ont révélé que les effectifs les plus faibles sont enregistrés pendant la saison de l'hivernage oscillant à des valeurs inférieures à 400 individus et également à la fin de la saison de la reproduction où on observe les valeurs les plus faibles des effectifs et cet effondrement correspondrait probablement à la migration post – nuptiale. La saison de reproduction est toujours primée par des valeurs élevées qui nous portent à confondre entre deux éventualités : la première hypothèse est la probabilité de l'arrivée d'une population d'estivants nicheurs pour se reproduire ; la seconde repose sur les regroupements des individus venant d'autres sites qui vont utiliser le lac Tonga. Néanmoins, il est important de signaler pour lever cette ambiguïté qu'il faudrait procéder à des opérations de baguages afin de mieux suivre la population autochtone et de confirmer ces hypothèses.

De point de vue occupation spatiale, nous avons noté au cours de nos relevés que la concentration de l'espèce est beaucoup plus importante dans la partie Sud du lac qui offre semble – t-il les meilleurs endroits de refuge et qui sont également riches en disponibilités trophiques. Les Fuligules se regroupent généralement dans les eaux libres loin des dérangements et se mélangent avec les autres Anatidés.

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). 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 (Poysa 1983, Pirot et al 1984). La quiétude joue un rôle important dans la distribution de ces oiseaux sur le plan d'eau (Nilsson 1970)

La seconde partie de notre étude a été consacrée au monitoring du comportement de notre modèle biologique (le suivi des activités en fonction des mois). Elle nous a permis de comprendre comment le Fuligule nyroca exploite son temps pour exercer les différentes activités.

Les résultats de comportements sont également conformes aux observations réalisées sur d'autres quartiers d'hiver (tel que la Camargue, Tamisier et Dehorter (1999)). Les activités de confort sont les plus importantes, devant les déplacements et l'alimentation. L'entretien du plumage et le vol représentent par contre des activités secondaires alors que l'antagonisme et la parade sont des activités minimales.

Les variations journalières et saisonnières des activités montrent une différence dans les taux d'activité diurne. Ces différences résident surtout dans les activités de sommeil et d'alimentation. En effet, ces variations seraient probablement dues aux conditions environnementales instantanées.

L'activité de sommeil enregistre des taux plus ou moins faibles en période hivernale. Ces valeurs sont plus élevées en période estivale (dépassant les 60%). La recherche de la nourriture ou l'alimentation suit nettement une progression inverse du sommeil et ceci indiquerait clairement que l'acquisition de l'activité de sommeil ou celle de l'alimentation serait un gain énergétique pour l'espèce. Le repos diurne chez les Anatidés représente le meilleur moyen de récupération et de réarrangement des réserves énergétiques (Hill et Ellis 1984, Rave et Baldassarre 1989, Hohman et Rave 1990, Tamisier et Dehorter 1999, Green et al. 1999). Les réserves énergétiques produites par l'alimentation auraient de multiples rôles tels que :

- Refaire les stocks de graisse qui ont été engagés dans la reproduction et la migration postnuptiale,
- Acquérir de l'énergie pour se maintenir tout au long de l'hiver,
- Obtenir un maximum de réserve afin d'effectuer la migration pré nuptiale et de pouvoir entreprendre un nouvel épisode reproducteur (Ankney et MacInnes, 1978; Clausen et al., 2003; Ebbinge et Spaans, 1995; Raveling, 1979; Møller et al., 2007)

Les activités de la nage affichent des valeurs souvent constantes pendant presque toute la période. Ceci serait dû au fait que cette dernière soit une activité primordiale chez notre modèle. Notons que cette activité est souvent associée à plusieurs autres dont le nourrissage, le repos (nage de confort) ou nage liée à la recherche d'un partenaire

L'entretien du plumage est une activité secondaire dans le budget temps affichant des valeurs très variables d'un mois à l'autre et ne marquant pas une stabilité proprement dite. Ces valeurs sont toujours notées au voisinage des 15 %.

Le vol suit la même évolution que pour l'activité de toilette en dévoilant des valeurs très faibles et très variables. Il est observé à des pourcentages plus ou moins élevés que pendant le mois de Juin qui coïnciderait à la période d'arrivée des hivernants et le mois de Mai avec la période de reproduction.

L'antagonisme et la parade ne s'observent que quelque mois avec des taux très faibles (ne dépassent pas les 5%).

Les résultats du suivi du comportement alimentaires ont aussi été conformes avec ceux obtenus par d'autres chercheurs (Boutin, 1986 ; Allouche, 1988). L'alimentation par plonge est un comportement typique chez les Fuligules: cette activité témoigne et révèle incontestablement une dominance qui devance de loin sur les autres activités alimentaires. Néanmoins, elle est observée à des taux différents selon la saison (hivernage ou reproduction). Toutefois, nous avons remarqué qu'elle est légèrement prononcée durant la période estivale à des taux avoisinant les 30 % (en période hivernale les taux dépassent les 70%).

Les activités liées à l'alimentation de surface occupent le second rang après l'alimentation par plonge révélant des taux beaucoup plus marqués durant la saison estivale (dépassent 70%). Ce qui nous permet de déduire que le comportement alimentaire de notre canard serait influencé par les conditions instantanées du milieu.

Les stratégies d'hivernage ainsi que la caractérisation de l'habitat montrent que le Fuligule nyroca inféode tous les secteurs en exploitant les différents types d'habitats de notre site d'étude. Toutefois les résultats révèlent une préférence des milieux dégagés et principalement pour les activités de confort. L'alimentation est beaucoup plus marquée dans les milieux présentant un couvert de végétation important. Cramp et Simmons (1977) ont montré que le régime alimentaire du nyroca est souvent dominé par le matériel végétal.

La distribution des individus en fonction de l'activité humaine dévoile des résultats conformes avec ceux de Madsen et Fox (1995), qui stipulent que les effectifs sont plus élevés sur les

espaces où le dérangement (activité cynégétique, tourisme) est moindre (chemin des oiseaux activité humaine occasionnel). Néanmoins, dans le secteur où il y a une activité humaine habituelle, malgré le faible effectif, les individus inféodent à des distances plus ou moins faibles par apport à la berge rendant une proie facile ou chasseurs.

En guise de conclusion à toute cette somme de résultats , nous pourrions emmettre l'hypothèse que le Fuligule nyroca pourrait considérée comme une espèce dites généraliste vis à vis des exigences écologiques. Ces dernières seraient caractérisées par une occupation diurne de plusieurs types d'habitats avec un spectre alimentaire large. En effet, il est connu que les individus ayant un spectre alimentaire large peuvent se maintenir dans un habitat même en cas de déficit de leurs ressources alimentaires et de ce fait ils sont dits généralistes. Ceci met de toute évidence la valeur adaptative des individus et dans cet état de figure, l'alimentation ne s'affiche plus comme étant un facteur limitant majeur (Begon *et al.*, 2006).

La fréquentation du lac Tonga par une population représentative du Fuligule nyroca occupant un statut de quasi menacée et représenté par un faible effectif dans les pays de bassin méditerranée, serait le fruit de la mise à profit d'excellentes valeurs écologiques permettant entre autre le bon déroulement de la nidification à son niveau aussi bien sur le plan trophique que sécuritaire.

REFERENCES

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

BIBLIOGRAPHIQUES



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

- Altmann J. (1974).** Observational study of behaviour: Sampling methods. *Behaviour* 49:227-267.
- Abramsky Z., Rosenzweig M.L. et Subach A. (2002).** Measuring the benefit of habitat selection. *Behavioral Ecology* 13(4), 497-502.
- Allouche 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 Doct., Université des sciences et techniques du Languedoc : 180 p.
- Arzel C., Elmberg J. et Guillemain M. (2007).** A flyway perspective of foraging activity in Eurasian Green-winged Teal, *Anas crecca crecca*. *Canadian Journal of Zoology*, 85: 81-91.
- Abbaci H. (1999).** *Ecologie du Lac Tonga : Cartographie de la végétation, palynothèque et utilisation de l'espace lacustre par l'avifaune*. Thèse de magister, Univ.Badji Mokhtar, Annaba, 143 p.
- Ash J.S.(1960).** A study of the Mallophaga of birds with particular reference to their ecology. *Ibis* 102 :93-110
- Ankney C.D. et MacInnes, C.D. (1978).** Nutrient reserves and reproductive performance of female Lesser snow geese. *The Auk* 95, 459-471.
- Azefzaf H. (2003).** The Ferruginous Duck in Tunisia. In : Petkov N., Hughes B. & Gallo-Orsi U. (Eds.) - Ferruginous Duck: From research to conservation,. Bird_life_International-BSPBTWSG, Conservation Series N°6, Sofia pp. 84-87.

Anderson RM, May RM. (1982). Coevolution of hosts and parasites. *Parasitology* 85:411-426.

Anderson RM, May RM. (1979). Population biology of infectious disease: Part I. *Nature* 280:361-367.

B

Brown J.S. et Morgan R.A. (1995). Effect on foraging behavior and spatial scale on diet selectivity: a test with fox squirrels. *Oikos* 74, 122-136.

Block W.M. et Brennan L.A. (1993). The habitat concept in ornithology. Theory and application. In *Current Ornithology.*, Vol. 11, pp. 35-91. Dennis M. Power. Plenum Press. New York.

Blaize C., Bretagnolle V. et Legagneux P. (2005). *Etude de la capacité d'accueil de la réserve naturelle de l'estuaire de la Seine*. Rapport final, étude réalisée à la demande de la Maison de l'Estuaire, Le Havre. 58p.

Begon M., Townsend C.R. et Harper J.L. (2006). *Ecology From Individuals to Ecosystems* (Fourth edition). p. 738. Blackwell Publishing.

Blondel J., Ferry C., Frochot B. (1973). Avifaune et végétation essai d'analyse de la diversité. *Alauda*, 41 :63-84.

Blondel J. (1995). Biogéographie, Approche écologique et évolutive. In *Ecologie*, p. 297. Edited by Masson. Paris.

Bouazouni O. (2004). *Etude socio-économique du PNEK, Parc National d'El KALA*, 50 p.

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 Montpellier, 254 p.

Boutin J. (1986). Comportement diurne de la Nette rousse, *Netta rufina* P., pendant son hivernage en Camargue. *Terre et Vie*, 41: 261-269.

Benyacoub S., Brahmia Z., Boulahbal R. (2007). *Inventaire de l'avifaune, de l'héropétofaune de la région d'annaba-Elkala*. Tome 1: les oiseaux. M.A.T.E. Projet 30507-« axe 5 » biodiversité.367.p

Bowler D.E. et Benton T.G. (2005). Cause and consequences of animal dispersal strategies: relating individual behaviour to spatial dynamics. *Biological Review* 80, 205-225.

Bolhuis J.J. et Giraldeau L.A. (2005). The behavior of animals. Mechanisms, function, and evolution. Blackwell Publishing, Ltd.

Boyce M.S. et McDonald L.L. (1999). Relating populations to habitats using resource selection functions. *Tree* 14(7), 268-272.

Brown J.S. (2000). Foraging ecology of animals in response to heterogeneous environments. In *The ecological consequences of environmental heterogeneity: the 40th symposium of the British Ecological Society, held at the University of Sussex, 23-25 March 1999*, pp. 181-214. Edited by M.J. Hutchings, E.A. John & A.J.A. Stewart. Oxford: Blackwell Science.

Baldassarre G.A., Paulus S.L., Tamisier A. et Titman D.R.D. (1988). Workshop summary techniques for timing activity of wintering waterfowl. *Waterfowl in winter*. Univ. Minnesota press. Minneapolis. 23 p.

Brochet J. (2002). la chasse aux canards . le gerfaut -191p

Bouslama Z., Lanbreschts., Ziane N., Djenidi R. et Chabi Y. (2002). The effect of nest ectoparasites on parental provisioning in a north-African population of the Blue Tit *Parus caeruleus*. *Ibis* 144, 73-78.

Barre B. (2006). Agitations migratrices de Gwinner E (dans un oiseau non migratoire équatorial.

Berthold P. (2001). Migration d'oiseau : Un aperçu général. Deuxième édition. Pression d'université d'Oxford

Baranton G. et Bergstrom S. (1999). Isolation of Lyme disease *Borrelia* from puffins (*Fratercula arctica*) and seabird ticks (*Ixodes uriae*) on the Faeroe Islands. *Journal of Clinical Microbiology* 37: 890–896.

Bush AO, Fernández JC, Esch GW, Seed JR. (2001). Parasitism: the diversity and ecology of animal parasites. Cambridge: Cambridge University Press.

C

Costal.T., Farinha J.C., Heckern., Tomas Vives P. (1996). Inventaire des zones humides méditerranéennes-Manuel de références Pub. MedWet/ WJ/ ICONA. VOL I. p.111.

Cramp S. et Simmons K.E.L. (1977). *The birds of the western Palearctic*. Vol.1. Oxford University press. Oxford.

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

Charnov E.L. (1976). Optimal foraging, the marginal value theorem. *Theoretical Population Biology* 9, 129-136.

Caldow R.W.G., McGrorty S. et Nagarajan R. (2001). Density-dependent starvation in a vertebrate without significant depletion. *Journal of Animal Ecology* 70, 955-965.

Chabi Y. et Benyacoub S. (2000). Diagnostic écologique de l'avifaune du P.N.E.K. Synthèse revue des Sciences et Technologie

Clayton D.H. (1991). Coevolution of avian grooming and ectoparasite avoidance. In: Loye, J.E. et Zuk, M. (Eds). *Bird–parasite interactions: ecology, evolution and behaviour*.

Crompton D.W.T.(1997): Birds as Habitat for parasites.In D.H.Clayton and.J.Moore(eds). Host-parasite Evolution .General principles & Avian Models.Oxford University Press.Oxford England.253-265.

Clayton D. H. et Walther B. A. (1997). *Collection and quantification of arthropod parasites of birds.* Dans D. H. Clayton et J. Moore (éd.) *Host-parasite co-evolution.General principles and avian models.* Oxford University Press. pp. 419- 440.

Combes C. (1996). *Parasites, biodiversity and ecosystem stability.* Biodiversity and Conservation, 5: 953-962.

Chalabi B. (1990). Contribution à l'étude de l'importance des zones humides algériennes pour la protection de l'avifaune (Cas du lac Tonga, Parc National d'El Kala). Thèse de Magister, INA, Alger.

Choe J.C. et Kim K.C.(1989). Microhabitat selection and coexistence in feather mites (Acari: Analgoidea) on Alaskan seabirds. *Canadian Journal of Zoology*, , 69, 10-14.

Clausen P., Green, M. et Alerstam T. (2003). Energy limitations for spring migration and breeding: the case of brent geese *Branta bernicla* tracked by satellite telemetry to Svalbard and Greenland. *OIKOS* 103, 426–445.

Clifford C.F. (1979). Tick-borne viruses of seabirds. In: Kurstak,E. (Ed). Arctic and tropical arboviruses. London: Academic Press. pp. 83–100.

Cassier P, Brugerolle G, Combes C, Grain J, Raibaut A. (1998). Le parasitisme, un équilibre dynamique. Paris: Masson.

D

De Belair (1990). Structure, fonctionnement et perspective de gestion de quatre écosystèmes lacustres et marécageux (El Kala est algérien). Thèse de doctorat .univ.sci.tech .Languedoc. Montpellier

Del Hoyo J., Elliot A., Sargatal J. (1992). Handbook of the Birds of the World, vol. 1: Ostrich to Ducks. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.

Danchin E., Giraldeau L.A. & Cézilly F. (2005). Ecologie comportementale. p. 637. Edited by Dunod Science Sup. Paris.

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

Dobson A.P and Hudson P.J. (1994). The interaction between the parasites and predators of red grouse *Lagopus lagopus scoticus*. *Ibis*, 137, 87-96.

Dubin V.B. (1951). Feather mites (Analgesoidea) Part I .Introduction to their study. Fauna SSSR Paukoobraznye, 6, 1-363. In Jovani ,R & Serrano, D. 2001. Feather mites avoid moulting wing feathers of passerine birds. *Animal Behaviour*, 62, 723-727.

Debacker V., Holbeek L., Tapia G., Gobert S., Joiris C.R., Jauniaux T., Coignoul F. et Bouqueneau J.M. (1997). Ecotoxicological and pathological studies of Common Guillemots *Uria aalge* beached on the Belgian coast during six successive wintering periods (1989–90 to 1994–95). *Diseases of Aquatic Organisms* 29: 159–168

Dawkins R, Krebs JR. (1979). Arms races between and within species. *Proceedings of the Royal Society of London B* 205: 489-511.

E

Ebbinge B.S. et Spaans, B. (1995). The importance of body reserves accumulated in spring staging areas in the temperate zone for breeding in Dark-bellied Brent Geese *Branta b. bernicla* in the high Arctic. *Journal of Avian Biology* 26, 105-113.

El Agbani M.A. (1997). *L'Hivernage des Anatidés au Maroc. Principales espèces, zones humides d'importance majeure et propositions de mesures de protection*. Thèse de doctorat d'Etat ès-Sciences, Faculté des Sciences, Rabat: 186 pp.

Ebert D. (1994). Virulence and local adaptation of a horizontally transmitted parasite. *Science* 265:1084-1086.

Ewald PW. (1995). The evolution of virulence: a unifying link between parasitology and ecology. *Journal of Parasitology* 81:659-669.

Ebert D, Bull JJ. (2003a). Challenging the trade-off model for the evolution of virulence: is virulence management feasible? *Trends in Microbiology* 11:15-20.

Elliot SL. (2003). The virulence-transmission trade-off and virulence management. *Trends in Microbiology* 11:205-206.

F

Fouquet M., Schricke V. et Fouque C. (2009). Greylag Geese Anser anser depart earlier in spring: an analysis of goose migration from western France over the years 1980-2005. *Wildfowl*, 59: 145-153.

Fretwell S.D. et Lucas H.L. (1970). On territorial behavior and other factors influencing habitat distribution in birds. *Acta Biotheoretica* 19, 16-36

G

Gauthier-Clerc M., Tamisier A. et Cézilly F. (1998). Sleep-vigilance trade-off in Green-winged Teal (*Anas crecca crecca*). *Canadian Journal of Zoology*, 76 (12): 2214-2218.

Gauthier-Clerc M., Jaulhac B., Frenot Y., Bachelard C., Monteh, H., Lemaho Y. et Handrich Y. (1999). Prevalence of *Borrelia burgdorferi* (the Lyme disease agent) antibodies in King Penguin *Aptenodytes patagonicus* in Crozet Archipelago. *Polar Biology* 22: 141–143.

Gauhtier-Clerc M., Mangin S., Le bohec C., Gendner J. et Le maho Y. (2003). Comparison of behaviour, body mass, haematocrit level, site fidelity and survival between

infested and non-infested King Penguin *Aptenodytes patagonicus* by ticks *Ixodes uriae*. *Polar Biology* 26: 379–382.

Green A. J. and El-Hamzaoui M. (2000). Diurnal behaviour and habitat use of nonbreeding Marbled Teal, *Marmaronetta angustirostris*. *Canadian Journal of Zoology*, 78: 2112-2118.

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

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

Green A. J., Fox A. D., Hughes B. and Hilton G. M. (1999). Time-activity budgets and site selection of White-headed Ducks *Oxyura leucocephala* at Burdur Lake, Turkey in late winter. *Bird Study*, 46: 62-73.

Green A. J. (1998). Habitat selection by the Marbled Teal *Marmaronetta angustirostris*, Ferruginous Duck *Aythya nyroca* and other ducks in the Göksu Delta, Turkey, in summer. *Revue Ecologie (Terre and Vie)*, 53: 225-243.

Goss –Custard J.D., Stillman R.A., Caldow R.W.G., West A.D. et Guillemain M. (2003). Carrying capacity in overwintering birds: when are spatial models needed? *Journal of Applied Ecology* 40, 176–187

Guillemain M. et Fritz H. (2002). Temporal variation in feeding tactics: exploring the role of competition and predators in wintering dabbling ducks. *Wildlife Biology*, 8: 81-90.

Guillemain M., Martin G et Fritz H. (2002b). Feeding methods, visual fields and vigilance in dabbling ducks (Anatidae). *Functional Ecology*, 16: 522-530.

Guillemain M., Fritz H. et Guillon N. (2000). Foraging behavior and habitat choice of wintering Northern Shoveler in a major wintering quarter in France. *Waterbirds*, 23: 355-363.

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.

Gaud J. et Atyeo T. (1996). Feather mites of the world (Acarina, Astigmata): the supraspecific taxa. Parts I and II. *Musée Royal de l'Afrique Centrale, Annales, Sciences Zoologiques* 277: 1–193, 1–436.

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

Gylfe A., Olsen B., Strasevicius B., Martiras N., Weihe P., Noppa, L., Östberg Y., Baranton G et Bergstrom S. (1999). Isolation of Lyme disease *Borrelia* from puffins (*Fratercula arctica*) and seabird ticks (*Ixodes uriae*) on the Faeroe Islands. *Journal of Clinical Microbiology* 37: 890–896.

Gardner H., Brouwer S., Gleeson, L., Kerry K et Riddle M. (1997). Poultry virus infection in Antarctic penguins. *Nature* 387: 245.

Gandon S, Day T. (2003). Understanding and managing pathogen evolution: a way forward. *Trends in Microbiology* 11:206-207.

H

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

Houhamdi M. and Samraoui B. (2008). Diurnal and nocturnal behaviour of ferruginous duck *Aythya nyroca* at Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Ardeola* 55: 59-69

Hecker N., Costa L.T., Farinha J.C. et Tomas Vives P. (1996). Inventaire des zones humides méditerranéennes .Collecte de données. Publication MedWet/WJ/ICONA. Vol II. p.99.

Hecker N et Tomas Vives P. (1995). Statue de l'inventaire de toutes les zones humides de la région méditerranéenne. WRB.N°38.p146.

Heinzel H., Fitter R. et Parslow J. (2004). *Guide des oiseaux d'Europe et d'Afrique du nord et du Moyen-Orient*. Ed. Delachaux et Niestlé. 384p.

Handrich Y. (1999). Prevalence of *Borrelia burgdorferi* (the Lyme disease agent) antibodies in King Penguin *Aptenodytes patagonicus* in Crotez Archipelago. *Polar Biology* 22: 141–143.

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

Houhamdi M. (2002). Ecologie des peuplements aviens du Lac des Oiseaux (Numidie orientale). Thèse de Doctorat d'état. Université Badji Mokhtar, Annaba. 183p.

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

Houhamdi M. 2002. *Ecologie des peuplements aviens du Lac des Oiseaux (Numidie orientale)*. Thèse de Doctorat d'état. Université Badji Mokhtar, Annaba. 183p.

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

Houhamdi M. and Samraoui B. 2001. Diurnal time budget of wintering Teal *Anas crecca* at Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Wildfowl* 52: 87-96. 171

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

Houhamdi M. and Samraoui B. (2008). *Diurnal and nocturnal behaviour of ferruginous duck Aythya nyroca at Lac des Oiseaux, northeast Algeria*. *Ardeola* 55: 59-69.

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

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

Holmes J. C. et P. Price. (1986). *Communities of parasites*. Dans D. J. Anderson et J. Kikkawa, (éd.) *Community ecology: patterns and processes*. Blackwell Scientific Publications, Oxford. p. 187-213.

Herre GA. (1993). Population structure and the evolution of virulence in nematode parasites of fig wasps. *Science* 259:1442-1444.

Hamilton WD, Zuk M. (1982). Heritable true fitness and bright birds: a role for parasites? *Science* 218:384-387.

I

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

Isenmann P. et Moali A. (2000). *Oiseaux d'Algérie*. SEOF. Paris. 336 p

IUCN (2012). IUCN Red list of Threatened Species, Downloaded from www.redlist.org

Ilmonen P, Taarna T, Hasselquist D. (2000). Experimentally activated immune defence in female Pied Flycatchers results in reduced breeding success. *Proceedings of the Royal Society of London B* 267:665-670.

J

Joleaud L. (1936). *Etude géologique de la région de Bône et la Calle, 21^{ème} série stratigraphie et description générale.* Typo-litho et Jules Carbonel 199p.

Jacob J-P., Ledant J-P., Hily C. (1979). Les oiseaux d'eau du marais de Réghaia. *Séminaire international d'avifaune algérienne.* INA. El Harrach. 14p.

Jones, J. (2001). Habiata selection studies in avian ecology: a critical review. *The Auk* 118(2), 557-562.

Jefferies M. (1994). *Invertebrate communities and turnover in wetland ponds affected by drought.* *Freshwater Biology*, 32: 603-612.

Jennie L et Kery M. (2003). Synchronisation de migration d'oiseau d'automne sous le changement de climat : les avances dans les migrants de fond, retardes dans des migrants de court-distance. *Démarches de la société royale de Londres B* 270 : 1467.

K

Kadid Y. (1989). Contribution à l'étude de la végétation aquatique du Lac Tonga. Parc National d'El-kala. Thèse ingénieur agronome. INA. Alger 106p.

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

Krebs J.R. et McCleery R.H. (1984). Chapter 4: Optimization in Behavioural Ecology. In *Behavioural Ecology – An Evolutionary Approach*, pp. 91-121. Edited by Krebs J.R. & Davies N.B. Oxford: Blackwell scientific.

Krebs J.R. et Davies N.B. (1987). *An introduction to behavioral ecology* (2nd edition). Blackwell Scientific Publications.

Krebs C.J. (2001). Ecology. San Francisco, California: Benjamin Cummings. p. 695.

Krantz G.W. (1978). A manual of acarology. 2nd ed. Corvallis:Oregon State University Book Stores.

Karr J.R et Roth R.R. (1971). Végétation structure and avian diversity in several New ward areas. American Naturalist, 105: 423-435.

Kerry K., Riddlf M. et Clarry J. (2000). Diseases of Antarctic wildlife. Technical report of the Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) and the Council of Managers of National Antarctic Programs (COMNP). Kingston: Australian Antarctic Division

L

Latraube F., Legagneux P. et Bretagnolle V. (2004). Complémentarité et fonctionnalité des étangs en réserve et de leur périphérie pour la conservation des oiseaux d'eau en Brenne. Rapport final, étude réalisée à la demande de la Réserve Naturelle de Chérine, Saint Michel en Brenne. 90p.

Losito M.P., Mirarchi E. et Baldassarre G.A. (1989). New techniques for time activity studies of avian flocks in view-restricted habitats. J. Field. Ornithol., 60, 388-396.

Light et Siddall. (1999). Phylogeny of the leech family Glossiphoniidae based on mitochondrial gene sequences and morphological data .journal of parasitology.89 :815-823.

Lvov D.K. et Iljicev V.D. (1979). Avian migrations and transport of infectious agents (Russian). Moscow: Nauka Press.

Levin SA, Pimentel D. (1981). Selection of intermediate rates of increase in parasite-host systems. The American Naturalist 117:308-315.

M

Myers N., Mittermeier R. A., Mittermeier C. G., da Fonseca G. A. B., and Kent J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853–858.

Miri Y. (1996). *Contribution à la connaissance des ceintures de végétation du lac Oubeïra (P.N.E.K), Approche phytoécologique et analyse de l'organisation spatiale.* Thèse de magister, INA, Alger 119 p.

Mittermeier R.A., Gil P.R., Hoffmann M., Pilgrim J., Brooks T., Mittermeier C.G., Mysterud A. et Ims, R.A. (1998). Functional responses in the habitat use: availability influences relative use in trade-off situations. *Ecology* 79(4), 1435-1441.

Mayache B., Houhamdi M. et Samraoui B. (2008). Ecologie des Sarcelles d'hiver *Anas crecca crecca* L. hivernants dans l'éco-complexe de zones humides de Jijel (Nord-Est de l'Algérie). *EJSR* 21 (1) : 104-119.

Madsen J. et Fox A.D. (1995). Impacts of hunting disturbance on waterbirds - a review. *Wildl. Biol.*, 1 : 193–207.

Mayhew P. W. (1985). *The feeding ecology and behaviour of Wigeon Anas penelope.* PH-D thesis, 241 p.

Mayhew P. (2006). Discovering evolutionary ecology. Bringing together ecology and evolution. p. 215. New York: Oxford, University Press.

Mullarney, K., Svensson, L., Zetterström, D., Peter, J. et Grant, J. (2007). Guide ornitho, les 848 espèces d'Europe en 4000 dessins. Edition, Delachaux et Nestlé. 399p.

Moller A.P. and Rosza.L.(2005). Parasite biodiversity and host defenses: chewing lice and immune response of their avian hosts. *Oecologia*.140 :169-176.

- Marschall a.g. (1981).** The ecology of ectoparasitic insects. Academic press London. NY
- Mcclure H. E. (1989).** Occurrence of feather mites among birds of ventura country lowlands, california. journal of field ornithology, 60 :431-450.
- Mac Arthur, R.H et Mac Arthur J.W. (1961).** On bird species diversity, Prediction of bird census from habitat measurements-Am.Nat., 96:167-174.
- Moyer B.R. et Wagenbach G.E. (1995).** Sunning by Black Noddies (*Anous minutus*) may kill chewing lice (*Quadraceps hopkinsi*). Auk 112: 1073–1077.
- Moller A.P.(1987).** Advantages and disadvantages of coloniality in the Swallow (*Hirundo rustica*). Anim.Behav.35,819-831.
- Marquardt W. C. et R. S. Demaree. (1985).** *Parasitology*. MacMillan Publishing Company, New York et Londres.
- Minchella D. J. et M. E. Scott. (1991).** *Parasitism: a cryptic determinant of community structure*. Trends in Evolution and Ecology, 6: 250-254.
- Meltofte H., Høye T.T., Schmidt N.M. et Forchhammer M.C. (2007).** Differences in food abundance cause interannual variation in the breeding phenology of High Arctic waders. *Polar Biology* 30, 601-606.
- Margolis L., Esch G.W., Holmes J.C., Kuris A.M. et Shad G.A. (1982).** The use ecological terms in parasitology (Report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). *Journal of Parasitology.*, 68, 131-133.
- May RM, Anderson RM. (1979).** Population biology of infectious diseases: Part II. Nature 280:455-461.
- Møller AP. (1990).** Effects of parasitism by a haematophagous mite on reproduction in the barn swallow. Ecology 71:1345-1357.

N

Newton I. (1998). Population limitation in birds. p. 597. Edited by Academic Press. London.

Newton I. (2008). L'écologie de migration des oiseaux.

Newman J.A. (1991). Patch use under predation hazard: foraging behavior in a simple stochastic environment. *Oikos* (61), 29-44.

Nuttall P.A., Kelly T.C., Carey D., Moss S.R. et Harrap K.A. (1984). Mixed infections with tick-borne viruses in a seabird colony in Eire. *Archives of Virology* 79: 35–44.

Nelson B.C. et Murray M.D. (1971). The distribution of Mallophaga on the domestic pigeon (*Columba livia*). *International Journal for Parasitology* 1, 21-29.

O

Olsson O., Wiktander U., Malmqvist A. et Nilsson S.G. (2001). Variability of patch type preferences in relation to resource availability and breeding success in bird. *Oecologia* 127, 435-443.

Owen M. (1972). Some factors affecting food intake and selection in White-fronted Geese. *J. Anim. Ecol.*, 41: 79-92

.

Olsen B., Jaenson T.G.T., Noppa L., Bunikis J. et Bergstrom S. (1993). A Lyme borreliosis cycle in seabirds and *Ixodes uriae* ticks. *Nature* 362: 340–342.

P

Pearce F. et Crivelli A.J. (1994). Caractéristiques générales des zones humides méditerranéennes. *MedWet*. N°1.p.80.

Pirot J.Y. et Pont D. (1987). Le Canard souchet *Anas clypeata* L. hivernant en Camargue : alimentation, comportement et dispersion nocturne. *Rev. Ecol. (Terre Vie)* 42: 59-79.

Poysa H. (1983) Morphology-mediated niche organization in a guild of dabbling ducks. *Ornis Scandinavica* 14: 317-326.

Price P. W. 1980. *Evolutionary ecology of parasites*. Princeton University Press, Princetown, New Jersey

Proctor H.C. (2003) . Feather mites (Acari: Astigmata): ecology, behavior, and evolution. *Annual Review of Entomology* 48:185–209

Petermann V.S., Glunder G. et Heffels–Redmann U. (1989). Untersuchungsbefunde an —krnakl bzw. —Totl gefundenen Trottelummen (*Uria aalge*), Dreizehen (*Rissatridactyla*), Silber (*Larus argentatus*) und Lachmowen (*Larus ridibundus*) aus dem Bereich der Deutschen Bucht, 1982–1985. *Dtsch Tierartztl Wochenschr* 96: 241.

R

Rosenzweig M.L. (1997). Species diversity in space and time. Cambridge: Cambridge Univerty Press.

Real L.A. (1994). Behavioral mechanisms in evolutionary ecology. University of Chicago Press.

Ricklefs R.E. et Miller G.L. (2005). Ecologie. p. 821. Edited by De Boeck & Larcier. Bruxelles.

Royama T. (1971). Evolutionary signifcansse of a predator's response to local differences in prey density: a theoretical study. In Dynamics of populations, pp. 344-357. Edited by P.J. den Boer et G.R. Gradwell. Wageningen, The Netherlands: Centre for Agricultural Publishing and Documentation.

Robinson J. A. et Hughes B. (2003). International Species Review: Ferruginous duck *Aythya nyroca*. AEWa et CMS.

Robinson J. A. et Hughes B. (2002). The global status and distribution of the Ferruginous duck *Ferruginous Duck: From research to conservation*, pp. 06-17. Conservation Series n°6. Birdlife International-BSPB-TWSG, Sofia.

Robinson J. A. et Hughes B. (2006). Ferruginous Duck action plan published. WWT, TWSG news. The bulletin of the threatened waterfowl specialist Groupe. N°.15.

Rouag R. (1993). *Inventaire et écologie des reptiles du Parc national d'El Kala*. Mémoire d'ingénieur d'état en écologie environnement, Université de Annaba, 61p.

Roug Z ., Boulahbal A., Gauthier-Clerc M., Thomas F et Chabi Y. (2007). Inventaire et quantification des ectoparasites de la foulque macroule *fulica atra* (gruiformes : rallidés) dans le nord-est de l'Algérie *Parasite* 14, 253-256.

Richner H et Heeb p. (1995). Are cluton and vrood size patterns in birds scnaped by ectoparasites. *Oikos*.73(3). p .436-441

Rausch R. L. (1983). *Biology of avian parasites*. Dans D. S. Farner, J. R. King et K. C. Parkes (éd.) *Avian biology*, Vol. VII. Academic Press, New York. p. 367-442.

Raveling D.G. (1979). The annual cycle of body composition of Canada geese with special reference to control of reproduction. *The Auk* 96, 234-252.

Rosza L., Reiczigel J. et Majoros G. (2000). Quantitying parasites in samples of hosts. *Journal of Parasitology*, , 86, 228-232.

Reiczigel J. et Rosza L. (2001). Quantitative parasitology. 2.0. Budapest, Hungary,

Råberg L, Nilsson J, Ilmonen P, Stjernman M, Hasselquist D. (2000). The cost of an immune response: vaccination reduces parental effort. *Ecology Letters* 3:382-386.

Bonneaud C, Mazuc J, Gonzalez G, Haussy C, Chastel O, Faivre B, Sorci G. (2003). Assessing the cost of mounting an immune response. *The American Naturalist* 161:367-379.

S

Sedinger J.S. (1997). Adaptations to and consequences of an herbivorous diet in Grouse and Waterfowl. *The Condor* 99, 314-326.

Skinner J, Zalewski S. (1995). Fonctions et valeurs des zones humides méditerranéennes. *Conservation des zones humides méditerranéennes, Medwet. Tour du Valat, Arles,* 78 p.

Schricke V., Blet J.N. et Brochier J.J. (1992). Les Canards. Éd. Hatier, coll. Faune sauvage, Paris, 253 p

Stevenson A.C., Skinner J., Hollis G.E et Smart M. (1988). The El Kala National Park and Environs, Algeria: An Ecological Evaluation. *Environ. Conser.*, 15 : 335-348.

Sih A. et Christensen B. (2001). Optimal diet theory: when does it work, and when and why does it fail? *Animal Behaviour* 61, 379-390.

Solomon M.E. (1949). The natural control of animal populations. *Journal of Animal Ecology* 18(1), 30-35.

Saouech, y. (1993). *Étude de la reproduction et du développement larvaire des odonates du lac Tonga.* Thèse de magister, Université de Annaba, 150, p.

Siddall et Desser .(1991). Merogonic developement of *Haemogreganna balli* in the feech *Placoboella ornata* .transmission to a chelonian intermediate host and phylogenetic implication.*journal of parasitology*.77 :426-436

Schall JJ, Dearing MD. (1987). Malarial parasitism and male competition for mates in the western fence lizard, *Sceloporus occidentalis*. *Oecologia* 73:389-392.

T

Tamisier A. (1974). Etho-écological studies of Teal wintering in the Camargue (Rhône delta, France). *Wildfowl* 25: 122-133.

Tamisier A. et Dehorter O. 1999. Camargue: Canard et Foulques. Fonctionnement d'un prestigieux quartier d'hiver. Centre Ornithologique du Gard, Nîmes, 369 p.

Tamisier A. (1972a). Rythmes nycthémeraux des Sarcelles d'hiver pendant leur hivernage en Camargue. *Alauda*, 2: 107-135.

Tamisier A. (1972b). Rythmes nycthémeraux des Sarcelles d'hiver pendant leur hivernage en Camargue. *Alauda*, 2: 235-256.

Tamisier A. (1974). Etho-écological studies of Teal wintering in the Camargue (Rhône delta, France). *Wildfowl* 25: 122-133.

Tamisier A. (1978). The functional units of wintering ducks: A spatial integration of their comfort and feeding requirements. *Verh. Orn. Ges. Bayern* 23: 229-238.

Triplet P. et Trolliet B. (1994). Canard souchet. In *Nouvel Atlas des Oiseaux Nicheurs de France 1985-1989*. SOF, Paris, : 136-137.

U

UICN. (2009). International 2008. *Aythya nyroca*. In : IUCN Red List of threatened species. Version 2010.4<www.iucnredlist.org.

V

Van Valen L. (1973). A new evolutionary law. *Evolutionary Theory* 1:1-30.

Z

Zelmer D. A. (1998). *An evolutionary definition of parasitism*. *International Journal for Parasitology*, 8: 531-533.

ANNEXES



Groupe de terrain



Sites d'études



Modèle biologique et travail du laboratoire

