



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique



Université Larbi Ben M'Hidi, Oum El-Bouaghi

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

THÈSE

Présentée en vue de l'obtention
du diplôme de doctorat LMD en sciences de la nature
Option : Structure et dynamique des écosystèmes

Thème

Ecologie des Grèbes et du Fuligule nyroca au niveau de Garaet Hadj-Tahar (Complexe de Guerbes-Sanhadja, Skikda, Nord-Est de l'Algérie)

Par

Melle : ABDELLIOUI Sana

Devant le Jury :

Président :

Boulakhssaim Mouloud Pr Université Larbi Ben M'Hidi, Oum El-Bouaghi

Rapporteur :

Houhamdi Moussa Pr Université 08 Mai 1945, Guelma

Examineurs :

Ouldjaoui Abdallah MCA Université Larbi Ben M'Hidi, Oum El-Bouaghi

Maazi Mohamed-Chérif Pr Université Mohamed Chérif Messaadia, Souk-Ahras

Bensaci Ettayib MCA Université Mohamed Boudiaf, M'sila

Année universitaire : 2016-2017

Remerciements

Avant tout, je remercie Allah, le Miséricordieux, l'Unique, le Puissant, pour son guide et sa protection, et qui m'a donné le courage et la force pour mener à bien ce modeste travail.

Mes vifs remerciements vont à mon directeur de thèse M. HOUHAMDJI Moussa, Professeur à l'Université 8 Mai 1945 de Guelma, qui a suivi de près et de loin le déroulement et les étapes de ce travail. Dès le début de mon parcours scientifique, j'ai pu apprécier ses qualités scientifiques et humaines de professeur exceptionnelles. Il représente pour moi un exemple à suivre pour son esprit incisif, sa rigueur, son point de vue et son humour impeccable. Je lui suis très reconnaissante pour sa disponibilité tout au long de l'élaboration de cette thèse, pour l'inspiration, l'aide et les précieux conseils, les critiques et les suggestions, qui ont été pour moi d'un grand apport, ainsi que pour l'écoute et le temps qu'il a bien voulu me consacrer et sans qui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

Je remercie les membres du jury qui ont bien voulu consacrer une partie de leur temps à ma thèse :

J'exprime mes plus vifs remerciements à M. BOULEKHSSAIM Mouloud, Professeur à l'Université d'Oum El-Bouaghi, pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury. Qu'il trouve ici le témoignage de mes très hautes considérations.

Je tiens à remercier M. OULDJAOUI Abdellah, Maître de conférence à l'Université d'Oum El-Bouaghi, M. MAAZI Mohamed-Chérif Professeur à l'Université de Souk-Ahras et M. BENSACI Ettayib Maître de conférence à l'Université de M'sila pour avoir exprimé leur entière disponibilité à participer à ce jury et examiner mon travail malgré leur emploi du temps très chargé. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma gratitude et mon profond respect.

Je remercie chaleureusement M. SAHEB Menouar, Responsable de la Formation Doctorale « Structure et Dynamique des Ecosystèmes », pour son aide, ses conseils avisés et ses remarques combien louables, ainsi que pour les grands efforts fournis afin de mener au bon port cette formation de doctorat.

J'exprime mes profonds remerciements à mes compagnons de terrain, avec qui nous avons bravé la chaleur, le froid et tous les risques du terrain : KENNAT Aziza, j'ai trouvé en toi plus qu'une amie, ABDI Soumia, TABOUCHE Khalida et MERZOUG Seyf Eddine. Merci pour leur collaboration si efficace, leur soutien, les longues discussions et les

inoubliables moments de rire et les aventures qu'on a pu avoir...Je ne peux que vous souhaiter une très bonne continuation et le meilleur pour l'avenir.

Je remercie Dr. TRIPLET Patrick pour la relecture enrichissante et détaillée de ce manuscrit, ses commentaires judicieux et ses suggestions précieuses.

Mon respect et ma profonde gratitude vont à Mme NADJEH Farah, du conseil scientifique du département de biologie, pour son accueil, sa sympathie et sa gentillesse.

Je tiens à remercier spécialement BENSOUILAH Taqiyeddine qui a été toujours présent à tout moment quand j'en avais besoin. Merci pour son soutien permanent, ses relectures attentives de ce manuscrit, ainsi que pour les analyses statistiques de mes données.

J'exprime mes profonds remerciements à ma famille, qui m'a toujours aidé moralement et financièrement et m'a soutenu inconditionnellement et même m'accompagné à plusieurs sorties sur terrain. Merci d'avoir été là pour écarter les doutes, supporter les caprices et les plaintes, soigner les blessures et partager les joies. Cette thèse est aussi la vôtre. C'est pour maman et papa, vous êtes exceptionnel. Leur présence et leurs encouragements sont pour moi les piliers fondateurs de ce que je suis et de ce que je fais.

Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à toute personne m'ayant aidé de près ou de loin, par un conseil, une idée, un coup de main ou, tout simplement une pensée, dans la réalisation de ce travail, à tous mes proches, amis(es) et collègues qui m'ont toujours soutenue et encouragée tout au long de la réalisation de ce projet. Je vous souhaite beaucoup de réussite.

Sommaire

Remerciements

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

Chapitre 01 : Description du site d'étude et modèles biologiques

1. Présentation du complexe de zones humides de Guerbes –Sanhadja	6
1.1. Géologie, géomorphologie et type de sol	8
1.2. Caractéristiques hydrologiques de la région	9
1.3. Etude climatique	10
1.4. Le patrimoine floristique	14
1.5. Le patrimoine faunistique	15
1.6. Aspect économique	18
2. Les principales zones humides du complexe de Guerbes –Sanhadja	19
3. Présentation du site d'étude « Garaet Hadj Tahar ».....	25
3.1. Coordonnées et Situation géographique	25
3.2. Situation administrative	26
3.3. Hydrologie.....	26
3.4. Cadre biotique	26
3.5. Facteurs défavorables affectant les caractéristiques écologiques de Garaet Hadj-Tahar..	28
4. Description des Grèbes	29
4.1. Description du modèle biologique, le Grèbe à cou noir <i>Podiceps nigricollis</i>	29
4.2. Description du modèle biologique, le Grèbe castagneux <i>Tachybaptus ruficollis</i>	35
4.3. Description du modèle biologique, le Grèbe huppé <i>Podiceps cristatus</i>	41
5. Description du modèle biologique, Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i>	46

Chapitre 02 : Matériel et méthodes

1. Matériel	56
2. Structure et dynamique des Grèbes et du Fuligule nyroca dans Garaet Hadj-Tahar	56
2.1. Dates et fréquences des dénombrements.....	56
2.2. Choix des points d'observation	57

2.3. Méthodologie de dénombrement	58
2.4. Modalité d'occupation spatiale	60
3. Etude des rythmes d'activités diurnes	61
3.1. Méthodologie de l'étude des rythmes d'activités diurnes	62
3.2. Etude des rythmes d'activités diurnes des Grèbes et Fuligule nyroca	63
4. Etude du comportement alimentaire diurne	65
5. Analyses statistiques des données	66

Chapitre 03 : Populations, phénologie et distribution spatiale dans le site d'étude par les populations des Grèbes et Fuligules nyroca

1. Occupation temporelle du Garaet Hadj-Tahar par les Grèbes et les Fuligules nyroca	67
1.1. Evolution temporelle des effectifs du Grèbe à cou noir	67
1.2. Evolution temporelle des effectifs du Grèbe castagneux	68
1.3. Evolution temporelle des effectifs du Grèbe huppé	70
1.4. Evolution temporelle des effectifs du Fuligule nyroca	71
2. La distribution spatiale des Grèbes et Fuligules nyroca dans Garaet Hadj-Tahar	73
2.1. Occupation spatiale du Garaet Hadj-Tahar par le Grèbe à cou noir	73
2.2. Occupation spatiale du Garaet Hadj-Tahar par le Grèbe castagneux	73
2.3. Occupation spatiale du Garaet Hadj-Tahar par le Grèbe huppé	73
2.4. Occupation spatiale du Garaet Hadj-Tahar par le Fuligule nyroca	74
3. Discussion	76

Chapitre 04 : Rythmes d'activités diurnes des Grèbes et Fuligules nyroca

1. Etude des rythmes d'activités diurnes du Grèbe castagneux	86
1.1. Variation saisonnière du rythme d'activités diurnes du Grèbe castagneux.....	87
1.2. Variation mensuelle du rythme d'activités diurnes du Grèbe castagneux	89
1.3. Variation journalière du rythme d'activités diurnes du Grèbe castagneux	93
1.4. Etude du budget temps alimentaire diurne du Grèbe castagneux	96
1.5. Discussion	103
2. Etude des rythmes d'activités diurnes du Grèbe huppé	108
2.1. Variation saisonnière du rythme d'activités diurnes du Grèbe huppé	109
2.2. Variation mensuelle du rythme d'activités diurnes du Grèbe huppé	111
2.3. Variations journalières du rythme d'activités diurnes du Grèbe huppé	116
2.4. Etude du budget temps alimentaire diurne du Grèbe huppé	120

2.5. Discussion	127
3. Etude des rythmes d'activités diurnes du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i>	132
3.1. Variation saisonnière du rythme d'activités diurnes du Fuligule nyroca	134
3.2. Variation mensuelle du rythme d'activités diurnes du Fuligule nyroca	135
3.3. Variation journalière du rythme d'activités diurnes du Fuligule nyroca	140
3.4. Etude du budget temps alimentaire diurne du Fuligule nyroca	143
3.5. Discussion	151
Conclusion	164
Références bibliographiques	164

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des Figures

N°	Intitulé	Page
01	Localisation géographique du complexe des zones humides de Guerbes-Sanhadja	07
02	Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région de Skikda (1997 - 2013)	13
03	Situation de la wilaya de Skikda dans le climagramme d'Emberger (1997 - 2013)	14
04	Le pâturage aux alentours de Garaet Hadj-Tahar	28
05	Pompage de l'eau pour irriguer les terres agricoles autour du plan d'eau de Hadj-Tahar	29
06	Distribution mondiale du Grèbe à cou noir	31
07	Distribution mondiale du Grèbe castagneux	37
08	Distribution mondiale du Grèbe huppé	42
09	Distribution mondiale du Fuligule nyroca	48
10	Les voies de migration du Fuligule nyroca	54
11	Les différents secteurs de Garaet Hadj-Tahar et les points d'observation ; a) Secteur Ouest - Premier point (Le 07/09/2013) ; b) Secteur central - Deuxième point (Le 17/04/2015) ; c) Secteur Est - Troisième point (Le 11/09/2015) ; d) Secteur Sud - Quatrième point (Le 21/09/2013)	57
12	Image satellite de Garaet Hadj-Tahar mentionnant les différents points d'observations	58
13	Les différentes espèces concernées par l'étude dans Garaet Hadj-Tahar ; a) Le Grèbe à cou noir (Le 07/12/2013); b) Un rassemblement du Grèbe castagneux (Le 11/09/2015) ; c) Le Grèbe huppé (Le 14/02/2014) ; d) Le Fuligule nyroca (Le 11/09/2015)	64
14	Evolution des effectifs du Grèbe à cou noir au niveau de Garaet Hadj-Tahar	68
15	Evolution des effectifs du Grèbe castagneux au niveau de Garaet Hadj-Tahar	69
16	Evolution des effectifs du Grèbe huppé au niveau de Garaet Hadj-Tahar	71
17	Evolution des effectifs du Fuligule nyroca au niveau de Garaet Hadj-Tahar	72
18	Distribution spatiale des Grèbes et Fuligule nyroca dans Garaet Hadj-Tahar durant la saison d'hivernage	75
19	Distribution spatiale des Grèbes et Fuligule nyroca dans Garaet Hadj-Tahar durant	75

	la saison de reproduction	
20	Bilan des rythmes d'activités diurnes du Grèbe castagneux <i>Tachybaptus ruficollis</i> dans Garaet Hadj-Tahar durant la saison d'étude 2013/2014	86
21	Bilan des rythmes d'activités diurnes du Grèbe castagneux <i>Tachybaptus ruficollis</i> dans Garaet Hadj-Tahar durant la saison d'étude 2014/2015	87
22	Pourcentage des différentes activités diurnes du Grèbe castagneux <i>Tachybaptus ruficollis</i> dans Garaet Hadj-Tahar durant les périodes d'hivernage et reproduction	88
23	Evolution annuelle des rythmes d'activités diurnes du Grèbe castagneux <i>Tachybaptus ruficollis</i> à Garaet Hadj-Tahar (Saison 2013/2014)	90
24	Evolution annuelle des rythmes d'activités diurnes du Grèbe castagneux <i>Tachybaptus ruficollis</i> à Garaet Hadj-Tahar (Saison 2014/2015)	90
25	La distribution des activités diurnes du Grèbe castagneux à partir de l'ACP après la rotation varimax durant la saison 2013/2014	92
26	La distribution des activités diurnes du Grèbe castagneux à partir de l'ACP après la rotation varimax durant la saison 2014/2015	93
27	Les variations journalières du budget-temps des activités diurnes du Grèbe castagneux <i>Tachybaptus ruficollis</i> à Garaet Hadj-Tahar (Saison d'hivernage 2013/2014)	94
28	Les variations journalières du budget-temps des activités diurnes du Grèbe castagneux <i>Tachybaptus ruficollis</i> à Garaet Hadj-Tahar (Saison d'hivernage 2014/2015)	94
29	Les variations journalières du budget-temps des activités diurnes du Grèbe castagneux <i>Tachybaptus ruficollis</i> à Garaet Hadj-Tahar (Saison de reproduction 2014)	95
30	Les variations journalières du budget-temps des activités diurnes du Grèbe castagneux <i>Tachybaptus ruficollis</i> à Garaet Hadj-Tahar (Saison de reproduction 2015)	96
31	Bilan annuel du budget temps alimentaire diurne du Grèbe castagneux <i>Tachybaptus ruficollis</i> dans Garaet Hadj-Tahar	97
32	Proportions des différentes modalités d'alimentation diurne du Grèbe castagneux <i>Tachybaptus ruficollis</i> dans Garaet Hadj-Tahar	98
33	Evolution annuelle du budget temps alimentaire diurne du Grèbe castagneux	99

	<i>Tachybaptus ruficollis</i> dans Garaet Hadj-Tahar	
34	Evolution journalière du budget temps alimentaire diurne du Grèbe castagneux <i>Tachybaptus ruficollis</i> dans Garaet Hadj-Tahar durant les deux périodes d'hivernage	101
35	Evolution journalière du budget temps alimentaire diurne du Grèbe castagneux <i>Tachybaptus ruficollis</i> dans Garaet Hadj-Tahar durant les deux périodes de reproduction	102
36	Bilan des rythmes d'activités diurnes du Grèbe huppé <i>Podiceps cristatus</i> dans Garaet Hadj-Tahar durant la saison d'étude 2013/2014	108
37	Bilan des rythmes d'activités diurnes du Grèbe huppé <i>Podiceps cristatus</i> dans Garaet Hadj-Tahar durant la saison d'étude 2014/2015	109
38	Proportion des différentes activités diurnes du Grèbe huppé <i>Podiceps cristatus</i> dans Garaet Hadj-Tahar durant les périodes d'hivernage et reproduction	111
39	Evolution annuelle des rythmes d'activités diurnes du Grèbe huppé <i>Podiceps cristatus</i> à Garaet Hadj-Tahar (Saison 2013/2014)	112
40	Evolution annuelle des rythmes d'activités diurnes du Grèbe huppé <i>Podiceps cristatus</i> à Garaet Hadj-Tahar (Saison 2014/2015)	113
41	La distribution des activités diurnes du Grèbe huppé à partir de l'ACP après la rotation varimax durant la saison 2013/2014	114
42	La distribution des activités diurnes du Grèbe huppé à partir de l'ACP après la rotation varimax durant la saison 2014/2015	115
43	Les variations journalières du budget-temps des activités diurnes du Grèbe huppé <i>Podiceps cristatus</i> à Garaet Hadj-Tahar (Saison d'hivernage 2013/2014)	117
44	Les variations journalières du budget-temps des activités diurnes du Grèbe huppé <i>Podiceps cristatus</i> à Garaet Hadj-Tahar (Saison d'hivernage 2014/2015)	117
45	Les variations journalières du budget-temps des activités diurnes du Grèbe huppé à Garaet Hadj-Tahar (Saison de reproduction 2014)	119
46	Les variations journalières du budget-temps des activités diurnes du Grèbe huppé à Garaet Hadj-Tahar (Saison de reproduction 2015)	119
47	Bilan annuel du budget temps alimentaire diurne du Grèbe huppé <i>Podiceps cristatus</i> dans Garaet Hadj-Tahar	120
48	Pourcentage des différentes modalités d'alimentation diurne du Grèbe huppé	121

	<i>Podiceps cristatus</i> dans Garaet Hadj-Tahar	
49	Evolution annuelle du budget temps alimentaire diurne du Grèbe huppé <i>Podiceps cristatus</i> dans Garaet Hadj-Tahar	123
50	Evolution journalière du budget temps alimentaire diurne du Grèbe huppé <i>Podiceps cristatus</i> dans Garaet Hadj-Tahar durant les deux périodes d'hivernage	125
51	Evolution journalière du budget temps alimentaire diurne du Grèbe huppé <i>Podiceps cristatus</i> dans Garaet Hadj-Tahar durant les deux périodes de reproduction	126
52	Bilan des rythmes d'activités diurnes du Fuligules nyroca <i>Aythya nyroca</i> dans Garaet Hadj-Tahar durant la saison d'étude 2013/2014	133
53	Bilan des rythmes d'activités diurnes du Fuligules nyroca <i>Aythya nyroca</i> dans Garaet Hadj-Tahar durant la saison d'étude 2014/2015	133
54	Proportion des différentes activités diurnes du Fuligules nyroca <i>Aythya nyroca</i> dans Garaet Hadj-Tahar durant les périodes d'hivernage et reproduction	135
55	Evolution annuelle des rythmes d'activités diurnes du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> à Garaet Hadj-Tahar (Saison 2013/2014)	137
56	Evolution annuelle des rythmes d'activités diurnes du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> à Garaet Hadj-Tahar (Saison 2014/2015)	137
57	La distribution des activités diurnes du Fuligule nyroca à partir de l'ACP après la rotation varimax durant la saison 2013/2014	139
58	La distribution des activités diurnes du Fuligule nyroca à partir de l'ACP après la rotation varimax durant la saison 2014/2015	140
59	Les variations journalières du budget-temps des activités diurnes du Fuligule nyroca à Garaet Hadj-Tahar (Saison d'hivernage 2013/2014)	141
60	Les variations journalières du budget-temps des activités diurnes du Fuligule nyroca à Garaet Hadj-Tahar (Saison d'hivernage 2014/2015)	141
61	Les variations journalières du budget-temps des activités diurnes du Fuligule nyroca à Garaet Hadj-Tahar (Saison de reproduction 2014)	142
62	Les variations journalières du budget-temps des activités diurnes du Fuligule nyroca à Garaet Hadj-Tahar (Saison de reproduction 2015)	143
63	Bilan annuel du budget temps alimentaire diurne du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> dans Garaet Hadj-Tahar	144

64	Bilan saisonnier du budget temps alimentaire diurne de Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> dans Garaet Hadj-Tahar	145
65	Evolution annuelle du budget temps alimentaire diurne du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> dans Garaet Hadj-Tahar	147
66	Evolution journalière du budget temps alimentaire diurne du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> dans Garaet Hadj-Tahar durant les deux périodes d'hivernage	149
67	Evolution journalière du budget temps alimentaire diurne du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> dans Garaet Hadj-Tahar durant les deux périodes de reproduction	150

Liste des tableaux

N°	Intitulé	Page
01	Données climatiques de la station météorologique de la wilaya de Skikda (1997 - 2013)	11
02	Les principales zones humides du complexe Guerbes-Sanhadja	19
03	Les scores pour les variables du comportement diurne sur les deux premiers axes de l'analyse en composantes principales du Grèbe castagneux durant la saison 2013/2014	91
04	Les scores pour les variables du comportement diurne sur les deux premiers axes de l'analyse en composantes principales du Grèbe castagneux durant la saison 2014/2015	92
05	Les scores pour les variables du comportement diurne sur les deux premiers axes de l'analyse en composantes principales du Grèbe huppé durant la saison 2013/2014	114
06	Les scores pour les variables du comportement diurne sur les deux premiers axes de l'analyse en composantes principales du Grèbe huppé durant la saison 2014/2015	115
07	Les scores pour les variables du comportement diurne sur les deux premiers axes de l'analyse en composantes principales du Fuligule nyroca durant la saison 2013/2014	138
08	Les scores pour les variables du comportement diurne sur les deux premiers axes de l'analyse en composantes principales du Fuligule nyroca durant la saison 2014/2015	139

Introduction

Les zones humides renferment un grand nombre d'habitats reconnus pour leur haute valeur écologique et remplissent diverses fonctions essentielles que ce soient hydrologiques, biologiques, économiques, touristiques et même des lieux de détente. Du point de vue biologique, ces espaces sont connus par leur richesse en biodiversité et permettent surtout aux oiseaux, amphibiens et poissons qui y sont inféodés de se nourrir, d'hiverner, de se réfugier et de se reproduire. De nombreuses espèces y dépendent et ne peuvent survivre sans les zones humides d'où vient la nécessité de conserver et préserver ces espaces de transition entre la terre et l'eau.

Le bassin méditerranéen a été décrit comme l'une des régions les plus riches et les plus complexes sur les plans géologiques, biologiques et culturels (Blondel *et al.*, 2010). Par sa diversité biologique et son degré d'endémicité élevé, il constitue l'un des 34 "points chauds" de la planète (Myers *et al.*, 2000). Toutefois, nulle part ailleurs, les milieux naturels n'ont été aussi modifiés qu'en région méditerranéenne ; la perte et la dégradation des habitats y figurent parmi les menaces les plus sérieuses d'érosion de la biodiversité (Riservato *et al.*, 2009). Cette pression anthropique est nettement plus intense en Afrique du Nord (Garcia *et al.*, 2010) et il est prévu qu'elle s'intensifie dans la perspective d'un réchauffement climatique qui exacerbera l'aridité de la région (Hulme *et al.*, 2001). Ces changements globaux ne sont pas sans conséquences sur la faune et la flore de la région.

Dans le sud de la Méditerranée, L'Algérie en tant que Partie contractante à la Convention de Ramsar est riche en zones humides et on y compte 50 sites d'importance internationale. Au Nord-Est algérien, La Numidie est divisée en deux grands complexes séparés par l'Oued Seybouse : la Numidie orientale composée des complexes d'Annaba et d'El Kala et la Numidie occidentale représentée par le complexe de zones humides de la plaine de Guerbes-Sanhadja (Samraoui et De Belair, 1997).

La plaine de Guerbes-Sanhadja présente une valeur particulière pour le maintien de la diversité biologique en raison de la richesse et de la diversité de sa faune et de sa flore. Plusieurs espèces de l'avifaune aquatique qu'y fréquentent ont bénéficié de diverses études (Metallaoui et Houhamdi, 2008 ; Metallaoui *et al.*, 2009, 2014; Atoussi *et al.*, 2013; Dziri *et al.*, 2014; Merzoug *et al.*, 2014, 2015; Amor Abda *et al.*, 2015). Par ailleurs, la présente recherche met l'accent sur l'écologie et l'occupation spatio-temporelle d'un site Ramsar par

des oiseaux plongeurs appartenant aux familles des Podicipédidés (les Grèbes) et les Anatidés (le Fuligule nyroca) tout en essayant de déterminer le rôle que joue ce site pour ces oiseaux.

La famille du Podicipédidés se rencontre dans tous les continents. Elle comporte 6 genres qui réunissent 22 espèces. Les espèces des régions chaudes sont sédentaires et seules celles des régions nordiques migrent vers le sud ou vers les côtes pour l'hiver. Les Grèbes sont des oiseaux d'eau qui y passent toute son existence. Ils sont incapables de se déplacer sur la terre ferme et habitent les marais et les lacs bordés de roseaux. Suite à leur dépendance totale aux zones humides, ils sont sensibles aux changements de ces écosystèmes. L'évolution du nombre de Grèbes peut refléter les changements qui se produisent sous la surface de l'eau, au niveau du réseau trophique, qui échappent facilement notre attention. En raison de la sensibilité des Grèbes aux changements des réseaux trophiques des écosystèmes des zones humides, ces oiseaux pourraient être utilisés comme indicateurs de ces changements, et en tant que symboles de la lutte pour restaurer ces écosystèmes (O'Donnel et Fjeldså, 1997).

La menace qui s'exerce sur les Grèbes pendant ce siècle a été la perte de leur habitat, particulièrement en raison de la conversion des lacs peu profonds à des terres agricoles et la réaffectation de l'eau aux autres usages. Des dangers supplémentaires menaçant le Grèbe huppé *Podiceps cristatus* incluant les effets néfastes des pesticides ; altérant les fonctions des zones humides suite à l'eutrophisation, la pollution, l'envasement, l'introduction des poissons et autres prédateurs et compétiteurs, modification des niveaux d'eau, et les activités récréatives aquatiques. Certaines populations sont affectées par la pollution par les hydrocarbures et la pêche au filet maillant. L'impact de ces facteurs sur les populations varie grandement à cause des différentes stratégies de reproduction (certaines espèces sont opportunistes et multi-couvées, d'autres montrant des taux de reproduction très lent) et les habitudes alimentaires (O'Donnel et Fjeldså, 1997).

En effet, après la perte de trois espèces (Grèbe roussâtre *Tachybaptus rufolavatus*, Grèbe de l'Atitlan *Podilymbus gigas*, le Grèbe des Andes *Podiceps andinus*), nous sommes sur le point de perdre deux autres qui sont en danger critique d'extinction (Le Grèbe de Taczanowski *Podiceps taczanowskii*, le Grèbe mitré *Podiceps gallardoi*) ; et il y en une espèce en danger, fait la file discrètement à l'oubli (Grèbe mécoptère *Rollandia microptera*).

Cette situation reflète des changements sérieux dans les écosystèmes ainsi que la sensibilité des Grèbes suite aux perturbations environnementales. En outre, les Grèbes se sont

avérés un groupe précieux et très utile pour l'étude des interactions écologiques au sein des zones humides.

Les données relatives à la biologie et l'écologie des Podicipédidés en Algérie sont déficientes. Malgré leur caractère commun dans notre pays, ils n'ont fait l'objet que de quelques études récentes qui s'intéressent à leurs biologie de reproduction (Rouibi, 2013 ; Rouibi et *al.*, 2013 ; Athamnia et *al.*, 2015 ; Cheriet et *al.*, 2015). A notre connaissance, leur comportement diurne n'a jamais été étudié ni en Algérie ni en Afrique du Nord (Abdellioui et *al.*, 2015).

Les Anatidés représentés par seize espèces constituent le groupe d'oiseaux d'eau le plus abondant dans les zones humides de l'Afrique du Nord (Heim De Balsac et Mayaud, 1962 ; Van Dijk et Ledant, 1983 ; Isenmann et Moali, 2000 ; Thévenot et *al.*, 2003 ; Isenmann et *al.*, 2005). Parmi ces Anatidés, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* occupe le statut d'espèce quasi menacée (Near Threatened) (UICN, 2009), sa population a subi une forte régression et des changements dans la distribution au cours des dernières décades (Islam, 2003). L'espèce est régulièrement enregistrée dans 77 pays et dans au moins 22 autres comme une espèce migratrice et elle se reproduit dans 42 pays. Son hivernage se déroule sur la ceinture méditerranéenne et en Afrique tropicale à l'Ouest, et sur les grandes zones humides d'Asie occidentale et centrale à l'Est (Robinson et Hughes, 2003b).

En Algérie, la présence du Fuligule nyroca est signalée dans le Nord-Est du pays notamment en période d'hivernage et de nidification autour de la région d'El-Kala (Boumezbeur, 1993 ; Houhamdi, 2002 ; Lazli, 2011 ; Aissaoui, 2012 ; Draïdi, 2014) et le complexe de Guerbes-Sanhadja (Metallaoui, 2010 ; Merzoug et *al.*, 2014 ; Merzoug, 2015). Nous proposons d'étudier l'écologie de cette espèce au vu de la rareté des études qui y sont consacrées au niveau de notre site d'étude ce qui constitue un outil pour l'actualisation de son statut et l'évaluation régulière de leurs effectifs, et comprendre le fonctionnement de ces populations. A noter aussi que le Fuligule nyroca n'a jamais été étudié pendant la période de reproduction au niveau de la Garaet Hadj-Tahar.

Objectifs de l'étude

Les caractéristiques écologiques et l'état de santé de la Garaet Hadj-Tahar sont significativement menacées par divers facteurs comme c'est le cas typiquement des zones humides d'importance internationale pour les oiseaux d'eau en Algérie (Coulthard, 2001 ;

Samraoui et Samraoui, 2008b) et à travers la région méditerranéenne (Hollis, 1992 ; Hamdi et Charfi, 2012).

L'idée maintenue le long de nos travaux de thèse est qu'il est possible de rendre explicite l'écologie des modèles biologiques choisis dans la Garaet Hadj-Tahar à travers les objectifs majeurs fixés dans notre étude et qui sont : (1) Initier les études sur le comportement des Grèbes et stimuler les recherches sur leur écologie, (2) suivre l'évolution des effectifs des Grèbes et du Fuligule nyroca à travers des comptages bimensuels durant deux cycles annuels consécutifs pendant la saison d'hivernage et la période estivale, (3) déterminer l'occupation spatiale du plan d'eau par les modèles biologiques étudiés durant la période d'hivernage, de reproduction et de post-reproduction, (4) ainsi qu'étudier le comportement diurne de ces espèces durant deux cycles annuels (2013/2014 et 2014/2015), examiner les différences significatives entre l'hivernage et la nidification à l'échelle de l'année, des saisons et des journées (5) et détailler les différentes modalités alimentaires de chaque espèce, leurs fréquences ainsi que leurs distributions temporelles.

Organisation de ce document

Ce manuscrit est composé de quatre chapitres principaux :

- Le premier présente notre contexte d'étude. Il commence par l'exposition des données bibliographiques sur le complexe des zones humides de Guerbes-Sanhadja suivies par celles de la Garaet Hadj-Tahar, où nous décrivons précisément son biotope : localisation géographique, les caractéristiques hydrologiques et climatiques, ainsi que la présentation de la biocénose qui y coexiste. Ensuite nous entamons la description détaillée de nos quatre modèles biologiques en touchant leurs caractéristiques et besoins écologiques.
- Le second chapitre décrit l'ensemble du matériel utilisé et les différentes méthodes employées pour la réalisation de la partie pratique et énumère les diverses techniques de dénombrement de l'avifaune aquatique et de l'étude du budget temps diurne du Grèbe castagneux, du Grèbe huppé et le Fuligule nyroca.
- Le troisième chapitre expose la structure, la phénologie et l'évolution des effectifs des trois espèces de Grèbes étudiées ainsi que le Fuligule nyroca durant deux cycles annuels 2013/2014 et 2014/2015, illustre les différentes modalités d'occupation spatiale de la Garaet par ces espèces durant l'hivernage et la nidification et donne des éléments de discussion générale.

- Le quatrième chapitre présente une contribution à l'étude des différentes activités diurnes des Grèbes et Fuligule nyroca, et leurs variations annuelles, saisonnières, mensuelles et journalières durant la période d'hivernage et reproduction séparément et tirer les différences qui peuvent exister entre les deux périodes. Une enquête détaillée sur les diverses modalités d'alimentation a été menée.

A la fin de cette thèse, nous exposons une conclusion soulignant les idées tirées tout au long de l'étude et nous suggérons un ensemble de perspectives de nos travaux de recherche.

*Chapitre 01 : Description du site d'étude et modèles
biologiques*

1. Présentation du complexe de zones humides de Guerbes –Sanhadja

La Numidie, située dans le Nord-Est algérien, est divisée en deux grands complexes séparés par l'Oued Seybouse : la Numidie orientale composée des complexes d'Annaba et d'El Kala et la Numidie occidentale représentée par le Lac Fetzara et le complexe de zones humides de la plaine de Guerbes-Sanhadja (Houhamdi, 2002). Ce complexe (7° 8' E à 7° 25'E, 36° 46' à 37° N) est une grande plaine littorale d'une superficie de 42 100 ha dont la surface de la zone humide proprement dite est voisine de 20 000 ha. Il est bordé à l'Ouest par les collines côtières de Skikda et à l'Est par le massif forestier côtier de Chetaïbi, et limité au Nord-Est par le massif de l'Edough, au Nord-Ouest par le massif du Filfila, au Sud-Ouest par le massif de Boumaïza et il s'étend au Sud-Est jusqu'à proximité du Lac Fetzara (Toubal et *al.*, 2014). Le massif dunaire continental de la plaine de Guerbes-Sanhadja est le réservoir hydrique d'environ 40 hectomètres cubes, qui génère une multitude de dépressions et de vallées formant lacs et Gareat (Joleaud, 1936), de quelques hectares à plusieurs dizaines d'hectares. A l'Est et au Sud de ce massif, l'Oued El-Kebir Ouest et ses affluents alimentent une série de collections d'eau naturelles ou artificielles (Fig. 01). Le contact dunes plaines alluviales a formé des forêts humides (aulnaies) pouvant atteindre 180 ha. L'ensemble dunaire en bordure du littoral s'étend jusqu'à 14 km à l'intérieur de la zone (Toubal et *al.*, 2014). Le caractère remarquable de la flore et de la faune de cette région a pour origine la diversité géomorphologique et son emplacement en un carrefour bioclimatique, entraînant une richesse élevée de la biodiversité (DGF, 2004). La région de Guerbes-Sanhadja est la seule au niveau national, avec le Lac Tonga d'El-Tarf, à avoir répondu à cinq des neuf critères fixés par la convention Ramsar. La plaine de Guerbes contient des «sites» d'importance internationale qui fournissent des exemples représentatifs, rares et ou uniques de type de zone humide naturelle que ce soit pour le Maghreb, l'Afrique du Nord, la sous-région Afrique du Nord, Afrique centrale ou bien même la région méditerranéenne (DGF, 2002).

Dans le secteur Sud-Ouest, les altitudes sont plus accentuées, la pente ne dépasse pas 25% sur les crêtes sommitales. Ce retombé jusqu'à la plaine de Guerbes présente des pentes moyennes et faibles qui s'annulent au niveau des vallées. Dans le secteur Sud-Est (région de Treat et Tobeïga), les altitudes ne dépassent pas 130 m en moyenne. Au Nord-Est, les pentes demeurent toujours faibles (8 % en moyenne) et le relief garde la même topographie avec des altitudes relativement modérées ne dépassant pas 280 m. Les altitudes diminuent au fur et à

mesure que l'on s'approche de la plaine de Guerbes et deviennent nulles au niveau des vallées d'Oued El-Kebir Ouest, Oued Magroun et les dépressions hydromorphes (Metallaoui, 2010).

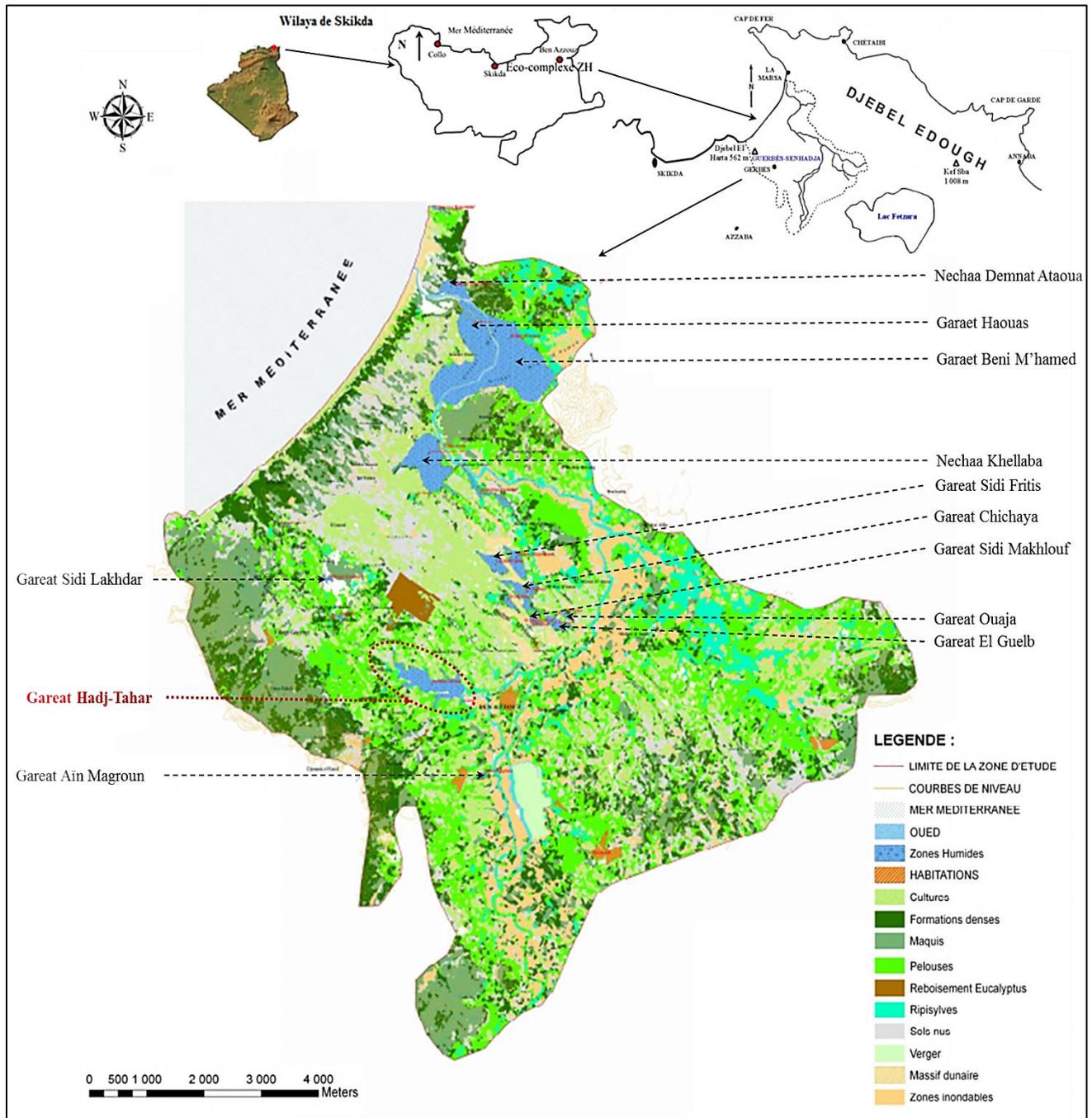


Figure 01 : Localisation géographique du complexe des zones humides de Guerbes-Sanhadja (DGF, 2013).

Les monts de Sanhadja forment la terminaison orientale de Djebel Filfila et la limite Sud-Ouest du cordon dunaire. L'orientation de la ligne de crête est Nord-Ouest et Sud-Est. L'allure des courbes de niveaux sur les sommets est tantôt arrondie tantôt allongée (cas du

Djebel Laharata 561 m et Koudiat Bourbis 312 m). Bien que ces montagnes ne soient pas trop élevées, le réseau hydrographique prend naissance au niveau des lignes de crêtes et profite des terrains tendres pour creuser des petits ravins et par conséquent, constitue des drains qui vont alimenter en aval les Oueds et les dépressions. Les versants Nord et Sud des monts de Sanhadja font leur jonction avec la plaine de Benazzouz en pente faible allant de 1 à 15 % où s'établit graduellement un maquis relativement clair (Metallaoui, 2010).

Le cordon dunaire de Guerbes couvre la partie Ouest et constitue le siège d'une érosion éolienne intense (Benderradji, 1988, 2000). Les sommets des dunes peuvent atteindre 104-105 m d'altitude entre Boukout Sisig et Merabet Ali. Les pentes varient entre 1 à 6 % sur l'ensemble dunaire. Le contact entre les dunes et la mer se fait par une rupture de pente moyenne au Nord de Koudiat Safra et sur presque toute la frange du cordon dunaire de Guerbes. Les dunes situées plus à l'Est (dunes d'El Marsa) se raccordent en pentes très douces avec la mer. Dans le secteur Nord, les altitudes peuvent atteindre 110 m avec des pentes abruptes, tandis qu'au Sud, le relief se singularise par sa douceur, les altitudes ne dépassent pas les 60 m et les pentes sont faibles. Les dépressions situées au Nord (ex: Demnet Atoua) sont plus basses que celles situées au sud (ex: Sidi Fritis) (Metallaoui, 2010).

Les points culminants de l'ensemble dunaire situés au Nord sont à des altitudes oscillant entre 50 et 110 m. Le contact dunes dépressions est vigoureux. L'aspect déprimé est apparent où s'installe Garaet Beni M'hamed. Cette partie est drainée par Oued El-Kebir Ouest (Metallaoui, 2010).

1.1. Géologie, géomorphologie et type du sol

La plaine de Guerbes est formée de deux parties, l'une sableuse et l'autre argileuse.

1.1.1. La plaine sableuse

Elle est développée dans la partie Nord et Nord- Est et forme une barrière qui sépare les dunes de la vallée de l'Oued El-Kebir Ouest. Le revêtement de la plaine demeure simple puisque partout on distingue des dépôts superposés, de bas en haut. Des sables rouges peu argileux présentent des caractères d'hydro-morphologie fréquente, liés à la présence d'une couche d'argile qui empêche l'infiltration de l'eau et favorise ainsi une hydromorphie remontante (Metallaoui, 2010).

1.1.2. La plaine argileuse

Allongée du Sud-Ouest au Sud-Est, la plaine argileuse de Ben Azzouz renferme une topographie plane, presque comme toutes les plaines côtières du bassin méditerranéen. Elle est drainée par l'Oued El-Kebir Ouest qui coule difficilement dans sa vallée. Les formations de la plaine sont composées essentiellement d'alluvions actuelles, à l'exception de la partie de Ain Nechma où l'on rencontre de basses terrasses rharbiennes (Benderradji, 2000).

Les formations géologiques, essentiellement du Secondaire et du Tertiaire, caractérisent les montagnes, tandis que les vallées et les cordons dunaires sont surtout d'une formation superficielle du Quaternaire. Le Tell de la Kabylie prend fin à Annaba plus exactement avec le massif ancien de l'Edough. Son isolement semble lié à la flexure exprimant une faille probable de grande ampleur qui interrompt à l'Est les massifs de Filfila et Safia pour les remplacer par un ensellement où se sont accumulés les sables de Guerbes et les alluvions de l'Oued El-Kebir à l'Ouest. Nous trouvons dans ce massif tous les caractères des Kabyliques : les vieux schistes, les roches éruptives, les grès éocènes et on ne trouve plus rien d'analogue, au-delà dans l'Est (Joleaud, 1936).

Les travaux géologiques sur le Nord-Est algérien de Joleaud (1936), ainsi que la carte géologique de la Tunisie dressée en 1951 par Castany affirment que les systèmes géologiques représentés dans l'extrême Nord-Est algérien sont constitués par des terrains du Secondaire (Crétacé), du Tertiaire (Nummulitique et Néogène) et le Quaternaire représenté par le Pliocène.

1.2. Caractéristiques hydrologiques de la région

D'après Khammar (1981), le bassin présente des aquifères multicouches à structure complexe. Le système aquifère de Guerbes est la principale ressource pour la population de la région. Ce système est constitué de plusieurs nappes dont une nappe libre localisée au niveau des formations sableuses, surmontant une nappe profonde contenue dans les alluvions. Les deux nappes se confondent vers l'Ouest. Le principal réservoir se trouve dans les dunes qui reçoivent des précipitations très importantes. Les sources et la majorité des puits se trouvent à la périphérie. Ce massif dunaire est caractérisé par une forte infiltration, qui atteint les 300 mm par année (Khemmar, 1981).

Il est plus important de noter que l'hydrographie est constituée d'Oueds et de Garaets. Le cours d'eau principal est l'Oued El-Kebir Ouest, qui prend sa source dans le Tell, au Sud de Guelma. En rive droite, il reçoit des affluents du djebel Edough (Oued Magroune et Oued El-Aneb), massif sur lequel les précipitations sont abondantes. Une partie des eaux de l'Oued El-Kebir Ouest est retenue par le barrage Bekouche Lakhdar, d'une capacité de 120 millions de m³, situé dans la partie amont du bassin versant. Près de l'embouchure, dans une plaine à très faible pente, l'écoulement de l'Oued El-Kebir Ouest est gêné par un cordon dunaire riche en lentilles argileuses imperméables. L'Oued dessine une série de méandres et de bras morts, et les eaux donnent naissance à des marais, lacs et Garaets (Toubal et *al.*, 2014).

La pollution anthropique provient surtout de la partie Sud du terrain d'étude, ainsi que des terrains situés plus en amont. Elle a pour principale cause le rejet d'eaux usées urbaines ou industrielles dans les oueds. Cette zone, très agricole, est en outre polluée par les engrais phosphatés et azotés et par les pesticides. L'ensemble de ces apports dégrade la qualité des eaux et provoque l'eutrophisation de l'Oued El-Kebir Ouest et des Garaets (Toubal et *al.*, 2014).

D'une manière générale, l'écoulement se répartit en 3 zones principales :

- ❖ A l'Ouest, l'alimentation se fait à partir du massif de bordure (Djebel Safia et Sanhadja) et converge vers Garaet et Oued Dissia qui s'écoulent vers la mer au Nord.
- ❖ A l'Est, l'écoulement se fait au centre du massif dunaire de bordure vers Garaet Moussissi et l'Oued El-Kebir à l'Ouest.
- ❖ Dans la région de Dem El Begret l'écoulement se fait à partir du massif de bordure Djebel Safia vers Garaet Seberka.
- ❖ Dans la région de Ben Azzouz, les eaux viennent du massif de Boumaiza et le centre du massif dunaire, il se dirige vers l'Oued El-Kebir Ouest (Metallaoui, 2010).

1.3. Etude climatique

Selon Dajoz (1971), le climat est un facteur important dans la vie et l'évolution d'un écosystème. Il a une influence directe sur la faune et la flore (Samraoui et De Belaire, 1997).

Le complexe de zones humides de Guerbes-Sanhadja est dominé par un climat méditerranéen (Samraoui et De Belaire, 1997), caractérisé par une pluviométrie abondante

pendant la saison humide et les mois froids et par une sécheresse pendant l'été (Ozenda, 1982).

Pour l'étude climatique des zones humides de Guerbes-Sanhadja (Numidie Occidentale) et compte tenu de l'inexistence des stations météorologiques dans la région et au niveau de la commune de Ben Azzouz, les données ont été recueillies de la station de la commune de Skikda.

Les données météorologiques de 16 ans (1997 - 2013) récoltées de la station météorologique de la ville de Skikda sont résumées dans le tableau 01.

Tableau 01 : Données climatiques de la station météorologique de la wilaya de Skikda (1997 - 2013).

Mois	T° moyenne (C°)			Précipitation (mm)	Humidité relative (%)	Vitesse moyenne du vent (m/s)
	Mini	Max	Moy			
Janvier	8,91	16,92	12,70	119	71,8	3,4
Février	9,50	16,76	13,69	96,7	68,8	3,5
Mars	11,11	18,41	15,35	65,3	67,7	3,5
Avril	12	21,57	17,35	52,2	68,3	3,1
Mai	16,68	24,07	20,63	46,3	69,7	2,8
Juin	19,32	26,83	23,36	13,01	68,4	2,9
Juillet	21,72	27,34	24,62	1,1	68,2	3,1
Août	22,11	29,36	25,72	9,4	67,4	2,9
Septembre	20,09	26,74	23,1	52	69,3	2,9
Octobre	17,10	25,06	20,99	63,7	67,7	3,2
Novembre	12,74	20,62	16,48	103,8	69,6	3,7
Décembre	10,07	16,58	14,08	119,5	69,07	4,1

1.3.1. Températures

La température de l'air est l'un des facteurs ayant une grande influence sur le climat et sur le bilan hydrique car elle conditionne l'évaporation et l'évapotranspiration réelle. Elle est fonction de l'altitude, de la distance de la mer, des saisons (Ozenda, 1982 ; Toubal, 1986) et de la topographie (Toubal, 1986).

A partir des données présentées dans le tableau 01, nous constatons que la température maximale est enregistrée durant le mois d'août où elle atteint 29,36 °C et que janvier est le mois le plus froid avec une température minimale de 8,91 °C.

1.3.2. La pluviométrie

Selon Seltzer (1946), les pluies qui tombent en Algérie sont pour la plupart influencées par le relief. Les précipitations annuelles augmentent dans une région donnée avec l'altitude. En effet la hauteur pluviométrique est déterminée par la direction des axes montagneux par rapport à la mer et aux vents humides.

D'après les données climatiques (Tab. 01), les précipitations annuelles dans la région de Skikda équivalent à 742,35 mm/an. Ainsi le mois de décembre est le mois le plus pluvieux avec une pluviométrie moyenne de 119,5 mm, et le mois de juillet est le mois le plus sec avec une précipitation de 1,1 mm.

1.3.3. Les vents

La région de Skikda est très exposée aux vents. Ils sont caractérisés par leur fréquence, direction et vitesse. Les vents dominants sont d'Ouest en Est, chargés d'humidité au Sud - Ouest. Au niveau des piémonts, on note la présence d'un vent chaud et sec : le Sirocco. (ONEDD de Skikda, 2012).

La vitesse maximale moyenne des vents qui soufflent la région de Skikda est enregistrée durant le mois de décembre avec une valeur de 4,1 m/s (Tab. 01).

1.3.4. L'humidité

L'hygrométrie est élevée et pratiquement constante tout au long de l'année. Nous notons un maximum au cours du mois de janvier (71,8 %) et un minimum de 67,4 % pendant le mois d'août (Tab. 01). Ceci est probablement dû aux formations marécageuses et lacustres de la région, à sa proximité de la mer et à sa couverture forestière importante et diversifiée.

1.3.5. Synthèse climatique

a. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen est une méthode graphique qui permet de définir les périodes sèche et humide de l'année, où sont portés en abscisses les

mois, et en ordonnés les précipitations moyennes (P) exprimées en millimètres et les températures (T) en degrés Celsius, avec $P = 2T$. Une période peut être considérée comme sèche si $P < 2T$, c'est-à-dire si le total des précipitations est inférieur ou égal au double de la température moyenne. Quand la courbe ombrique (de ombros = pluie) passe sous la courbe thermique on est précisément dans cette situation où $P < 2T$ (Bagnouls et Gausсен, 1957).

La figure 02 représente le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région de Skikda établi à partir des données pluviométriques et thermiques moyennes mensuelles calculées sur une période de 16 ans (1997 – 2013). La Numidie Occidentale est connue par sa saison humide avec une pluviosité abondante durant l'hiver et une sécheresse durant l'été. La saison sèche s'étend sur cinq mois (mai à septembre).

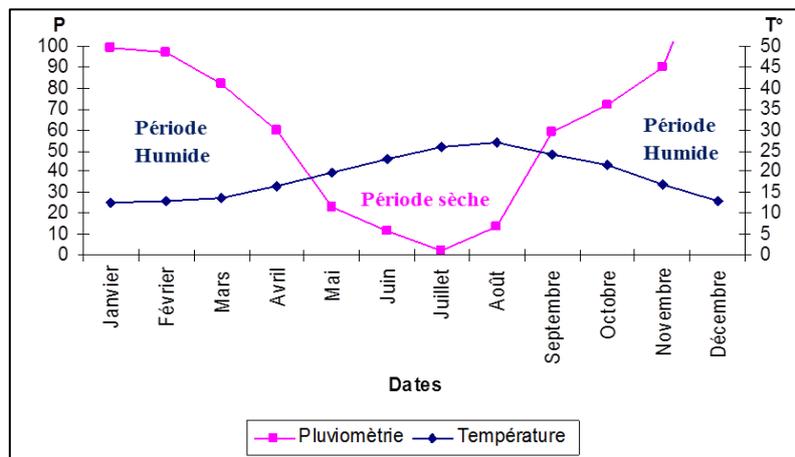


Figure 02 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région de Skikda (1997 - 2013).

b. Quotient pluviométrique d'Emberger

L'indice pluviométrique d'Emberger aide à définir les cinq étages de climat méditerranéen du plus aride jusqu'à celui de haut montage (Emberger, 1955). Son principe se base sur le régime des précipitations et des températures qui s'exprime selon la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{1000 \cdot P}{\left[\frac{M + m}{2} \right] (M - m)}$$

Q_2 = Quotient pluviométrique d'Emberger.

P = Précipitation annuelle moyenne (mm).

M = Température des maxima du mois le plus chaud (°K).

m = Température des minima du mois le plus froid (°K).

Le calcul du quotient pluviométrique d'Emberger donne la valeur 124,17 ce qui indique que le complexe de Guerbes-Sanhadja appartient à l'étage bioclimatique de végétation subhumide et à hiver chaud (Fig. 03).

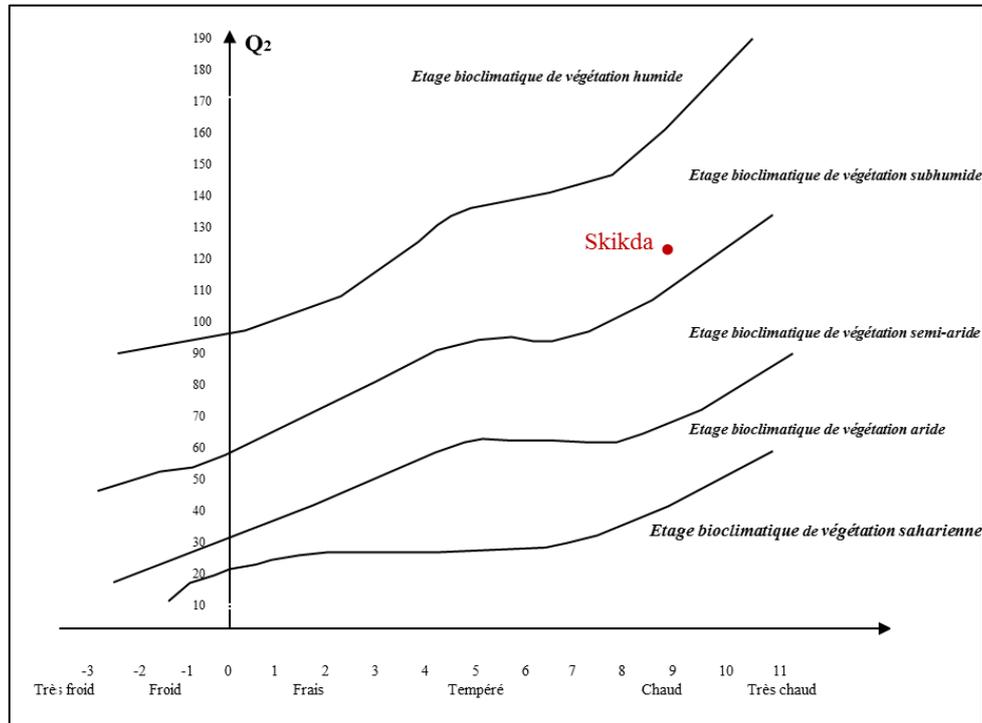


Figure 03 : Situation de la wilaya de Skikda dans le climagramme d'Emberger (1997 - 2013).

1.4. Le patrimoine floristique :

La plaine de Guerbes-Sanhadja présente une valeur particulière pour le maintien de la diversité biologique en raison de la richesse et de la diversité de sa faune et sa flore. Sur une superficie de plus de 28 000 hectares, se rencontrent environ 234 espèces végétales (sur 1800 au total pour l'Algérie du Nord) d'origines biogéographiques diverses représentant 145 taxons directement inféodés au milieu aquatique. Les espèces méditerranéennes représentent 1/3 des plantes observées, les espèces cosmopolites ne représentent que 14,4 % alors que les Euro-méditerranéennes occupent 9,2 %. Parmi les 234 espèces recensées, 19 sont rares et 23 rarissimes (DGF, 2002).

1.5. Le patrimoine faunistique

1.5.1. Les mammifères

Le peuplement mammalien du complexe de zones humides Guerbes-Sanhadja compte 13 espèces de mammifères dont 4 Chiroptères dont une endémique au Maghreb *Myotis punicus* et la Loutre (*Lutra lutra*) qui est un carnivore très rare dans l'Algérie. La présence des mammifères suivants est à signaler :

- Le Sanglier *Sus scrofa* ; c'est de loin l'animal le plus abondant dans la région, ses traces sont très remarquables quand il laboure des parcelles de terrain à la recherche de bulbes ou de fruits ;
- Le Chacal *Canis aureus algeriensis* : c'est la deuxième espèce la plus répandue, ses traces sont retrouvées sur presque toute la surface de la zone d'étude ;
- La Mangouste *Herpestes Ichneumon* : c'est une espèce difficile à observer, on la voit surtout tôt le matin ;
- La Genette *Genetta genetta* : très discrète, cette espèce dépose ses crottes sur le bord élevé des rochers ;
- Le rat noir *Rattus rattus* : très fréquent dans les zones urbaines et habitées ;
- Le Surmulot *Rattus norvegicus* : espèce cosmopolite près des zones habitées ;
- Le grand Rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum*, quelques individus en vol ont été observés en train de chasser ;
- Le Petit Rhinolophe *Rhinolophus hipposideros*. Ce dernier a été observé en vol un peu partout aux environs des lacs ;
- Le Murin du Maghreb *Myotis punicus* : un couple a été observé dans la grotte dite Ghar Lehmam du côté de Guerbes plage ;
- Le Minioptère *Miniopterus schreibersi*, cohabite avec le Murin du maghreb ;
- Le Lièvre *Lepus capensis* : d'après les riverains, il était très abondant dans la région mais la chasse et le braconnage ont fait baisser son effectif ;
- Le Rat rayé *Lemniscomys barbarus* : c'est un petit rongeur qui vit dans les plaines et les parcelles cultivées, il est aperçu furtivement aux abords de Garaet Hadj-Tahar (DGF, 2013) ;

- La Loutre *Lutra lutra*: Cette espèce a été observée plusieurs fois en train de nager au niveau de Garaet Hadj-Tahar surtout dans le secteur Nord-Ouest (Observation personnelle).

1.5.2. Les oiseaux

L'avifaune de Guerbès est composée de 186 espèces réparties dans 40 familles : 27 familles de non Passériformes et 13 familles de Passériformes. Ce nombre représente presque la moitié de la richesse totale de l'Algérie (408 espèces) en oiseaux. Parmi les 186 espèces, 58 sont sédentaires et peuvent donc se rencontrer au cours des différentes saisons dans les habitats auxquels elles sont habituellement attachées (DGF, 2013).

101 espèces se reproduisent dans la région de Guerbes-Sanhadja, 90 sont hivernantes et 88 empruntent les milieux de cette vaste plaine au cours de leurs passages et haltes migratoires (DGF, 2013).

La richesse ornithologique de la région repose essentiellement sur la diversité des niches écologiques offertes grâce à la diversité des habitats réparties en :

- Milieux humides (étangs, lagunes, cours d'eau) ;
- Milieux boisés (subéraie, maquis, matorral, ripisylves, aulnaies) ;
- Milieux ouverts (cultures, friches, prairies) (DGF, 2013).

Le regroupement des familles par catégories écologiques permet d'apprécier le rôle de la disponibilité des milieux et de leur qualité dans l'hébergement d'une telle avifaune (DGF, 2013).

Une première catégorie d'oiseaux rassemble les utilisateurs des zones humides au sens large du terme comprenant tous les habitats qui y sont identifiés (DGF, 2013) :

- Le groupe des oiseaux aquatiques au sens strict (oiseaux qui se reproduisent ou s'alimentent dans les plans d'eau et leur végétation riveraine) est composé des Anatidés, 15 espèces soit 50 % du total observé en Algérie, les plus communes observées dans le pourtour méditerranéen. Ce groupe comporte aussi les Rallidés (8 espèces) et les Grèbes au nombre de 03 espèces (DGF, 2013).

- Les Ardéidés (9 espèces) constituent également une caractéristique ornithologique indéniable du site, la disponibilité des milieux humides peu profonds, des ripisylves et des prairies permet une telle diversité notamment en y rajoutant des oiseaux de même comportement tels que les Cigognes (02 espèces), les Ibis et Spatule (02 espèces) (DGF, 2013).

- Une richesse en Limicoles (Charadriidés, Scolopacidés, Recurvirostridés...) avec 32 espèces, dont la grande majorité ne fréquentent les différents sites qu'au cours des haltes dans les 2 sens de la migration (DGF, 2013).

- Les oiseaux marins et les espèces apparentés (Sternes et Guifettes) sont au nombre de 3 Laridés et 8 Stérnidés (DGF, 2013).

La deuxième catégorie correspond aux Rapaces. Elle comprend les Accipitridés représentés par 13 espèces (l'absence ou l'éloignement de grandes falaises isolées dans ou à proximité de ce complexe limite la présence des grands aigles), de Falconidés (6 espèces), de Strigidés (5 espèces) et Tytonidés (1 espèce). Cette richesse exprime une productivité secondaire importante des différents milieux et une représentation dominante des milieux ouverts qui sont des terrains de chasse pour les Rapaces (DGF, 2013).

La troisième catégorie est composée des oiseaux passériformes, liés essentiellement aux milieux boisés de toutes formes (maquis, ripisylves, subéraie, friches et cultures). Cette catégorie comprend :

- La famille des Sylvidés (Pouillots, Fauvettes...) avec 17 espèces. Cette richesse témoigne de l'étendue et la qualité des milieux fréquentés par ces espèces (bois, fourrés, sous-bois, matorral, buissons isolés etc..) (DGF, 2013).

- La famille des Turdidés (merles, grives...), des oiseaux typiques des fourrés et buissons humides mais aussi des près herbeux (DGF, 2013).

- Enfin la famille des Alaudidés (Alouettes) avec 9 espèces : oiseaux des prairies et des champs nus (DGF, 2013).

1.5.3. Les Amphibiens et Reptiles

L'herpétofaune du complexe de zones humides Guerbes-Sanhadja compte 12 espèces de Reptiles et 6 espèces d'Amphibiens. Comme dans tous les pays chauds et arides, le groupe des Reptiles est souvent riche, diversifié et largement réparti. Par la diversité des espèces

notamment insectivores et carnivores, leurs positions dans différents niveaux trophiques et maillons des réseaux alimentaires et l'abondance de plusieurs de leurs populations, ces animaux jouent un rôle crucial dans les équilibres des écosystèmes. En effet, ils sont les prédateurs d'un grand nombre d'espèces d'insectes et de rongeurs et les proies d'autres reptiles, de rapaces ou de petits carnivores (DGF, 2013).

L'herpétofaune du parc est à 66 % constituée de Reptiles, dont 27 % appartient à l'ordre des Ophidiens, 22 % aux Sauriens et 17 % aux Chéloniens tandis que 34 % représentés par Amphibiens dont 28 % appartient à l'ordre des Aurores et 6 % aux Urodèles (DGF, 2013).

1.6. Aspect économique

Dans ce secteur à caractère rural, la population (270 000 habitants en 2008) se répartit entre cinq agglomérations : Boumaiza, Ain-Nemcha, Zaouia, Hama et Benazouz (Toubal et *al.*, 2014). Le nombre relativement faible d'emplois a généré l'extension anarchique de l'agriculture, avec des défrichements à grande échelle qui donnent une place importante à des cultures saisonnières rentables (pastèque, tomate, poivron). Sur la période 2003-2007, les cultures industrielles restent cependant dominantes (3 700 ha), devant les cultures maraîchères (1 400 ha) et céréalières (900 ha) (RGPH, 2008). L'agriculture représente 67,77 % des emplois, l'industrie 12,01 % et les autres secteurs 20,22 % (Toubal et *al.*, 2014).

Une mutation et une spécialisation de l'agriculture sont perceptibles surtout depuis 1992, avec l'installation d'unités de transformation agro-alimentaires (conserveries de tomate), l'orientation se faisant vers la production la plus lucrative. Il est à remarquer que dans les cultures maraîchères d'été, la quasi-monoculture de la pastèque sollicite l'eau de Guerbès, mettant ainsi en péril son équilibre naturel (Toubal et *al.*, 2014).

Conjointement, le développement de l'urbanisation et des infrastructures routières a contribué à la fragmentation de l'éco-complexe, avec un degré d'artificialisation des milieux relativement important, surtout que les défrichements se poursuivent. La construction de routes, qui a morcelé les milieux, rend le déplacement des amphibiens et des mammifères plus périlleux (Toubal et *al.*, 2014).

2. Les principales zones humides du complexe de Guerbes –Sanhadja

Le complexe de zones humides de Guebes-Sanhadja renferme 31 sites humides de nature d'eau douce, salée et d'eau saumâtre (Samraoui et De Belair, 1997), dont les principaux sont décrits ci-dessous (Tab. 02). Garaet Hadj-Tahar, qui représente le plan d'eau le plus important, bénéficiera d'une description détaillée ultérieurement.

Tableau 02 : Les principales zones humides du complexe Guerbes-Sanhadja (Samraoui et De Belair, 1997).

Zones humides	Caractéristiques	Espèces végétales	Oiseaux
Garaet Boumaïza 36°49'155 N, 7°18'975 E (70 h)	Un marais temporaire, maintenu par la pluviosité, les cours d'eau et les infiltrations des montagnes de Boumaïza. Cette dépression était probablement tributaire d'un lit d'oued.	Les espèces végétales sont représentées par <i>Callitriche stagnalis</i> , <i>Ceratophyllum demersum</i> , <i>Lemna minor</i> , des Potamogeton, <i>Alisma plantago aquatica</i> , des juncacées, des Cypéracées, des Scirpes, des Typhacées.	Héron garde-bœufs et la Cigogne blanche
Garaet Messaoussa 36°52' N, 7°15' E (300 ha)	Ce lac d'eau douce peu profond est à quelques mètres de l'Oued El-Kebir Ouest et il est alimenté par ce dernier.	Ce site est entièrement boisé en aulnes glutineux bien portants, avec un sable mouvant et une présence d'eau en permanence. Cette aulnaie est menacée par l'avancement des dunes de sable, dû au défrichement intense.	Fuligule nyroca, Canard siffleur, Canard colvert, Foulque macroule, Héron garde-bœufs, Héron cendré, Poule d'eau, Poule sultane, Aigrette garzette, Buse variable, Busard des roseaux, Buse féroce et la Cigogne blanche se nidifient dans le lac.
Garaet Aïn - Magroun 36°50'225 N,	Ce marais appartient à une série de dépressions marécageuses qui	La végétation submergée est représentée par <i>Ranunculus baudotii</i> . Parmi les amphiphytes,	Parmi les oiseaux d'eau présents nous avons la Poule d'eau, la Foulque

<p>7°16'943 E (9 ha)</p>	<p>disparaissent couramment. Il occupe une dépression au Sud d'un petit mont de 21 m d'altitude couvert de plantations d'oliviers.</p>	<p>nous rencontrons les Alismacées, des Cypéracées et des Typhacées dont le recouvrement peut atteindre les 60%.</p>	<p>macroule. Elle est aussi un site de reproduction pour le Canard Colvert.</p>
<p>Garaet Sidi Lakhdar 36°54'780 N, 7°12'055 E (25 ha)</p>	<p>Les eaux de ce site coulent vers la mer. Il est dominé au Sud-Ouest par Djebel El Foul, et à l'Ouest par Djebel Filfila, et au Nord - Ouest par des dunes dont l'altitude moyenne est de 50 m.</p>	<p>Nous rencontrons des hydrophytes comme <i>Callitriche stagnalis</i>, <i>Ceratophyllum demersum</i>, <i>Lemna minor</i>, <i>Potamogeton crispus</i>, <i>Lemna gibba</i>. Autour de la Garaet, nous avons des Alismacées <i>Alisma plantago-aquatica</i>, <i>Carex muricata</i>, <i>Cyperus longus</i>. Le recouvrement par les juncacées peut atteindre 60%.</p>	<p>Du point de vue avifaunistique, la Garaet de Sidi Lakhdar est fréquentée par les Hérons garde-bœufs, la Gallinule poule d'eau et le Martin pêcheur.</p>
<p>Garaet Beni M'Hamed 36°57' N, 7°16' E (380 ha)</p>	<p>Ce marais salé s'étend près de l'estuaire d'Oued El-Kebir Ouest. Il est alimenté par l'inondation de cet Oued. Son sol est formé d'argile Numidien.</p>	<p>La végétation de la Garaet est peu diversifiée dans le plan d'eau où nous constatons des formations émergentes de <i>Chmaemelum praecox</i>, <i>Juncus acutus</i>, <i>Oenanthe fistulosa</i> dont le recouvrement peut atteindre 50%. La Garaet est entouré de <i>Tamarix gallica</i> et de forêts de frênes <i>Fraxinus angustifolia</i>.</p>	<p>Canard siffleur, Canard souchet, Canard pilet, Flamant rose, Vanneau huppé, Tadorne de Belon, Spatule blanche, Mouette rieuse, Goéland leucophée et Héron garde-bœufs. Site de nidification du Gravelot à collier interrompu, de l'Echasse blanche et de l'Avocette élégante.</p>
<p>Garaet Haouas 36°58' N, 7°18' E (260 ha)</p>	<p>Cette Garaet est située dans la rive gauche d'Oued El-Kebir Ouest. Elle s'étend entre les dunes de Guerbes du côté</p>	<p>La végétation submergée est dominée par <i>Callitriche stagnalis</i>, <i>Potamogeton trichoïdes</i>. Les amphiphytes sont représentées également par le <i>Carex divisa</i>, <i>Iris</i></p>	<p>Canard siffleur, Canard souchet, Canard pilet, Flamant rose, Vanneau huppé, Tadorne de Belon. Un Site de</p>

	Ouest et les rives de Oued El-Kebir Ouest du côté Est. Le substratum est formé par le sédiment et le sable dunaire.	<i>pseudoacorus</i> , <i>Cyperus longus</i> , <i>Juncus tenageia</i> , <i>Juncus bulbosus</i> , <i>Scirpus lacustris</i> , <i>Scirpus maritimus</i> et des <i>Typha angustifolia</i> .	nidification de Gravelots à collier interrompu, Echasse blanche et Avocette élégante.
Nehaa Demnat Ataoua 36°56' N, 7°14'780 E (280 ha)	Le marais constitue une zone particulière d'aulnaie dans la plaine alluviale d'Oued El-Kebir Ouest. Il est alimenté par Oued Ras El Ma et Oued El-Kebir qui trouvent leurs sources à la base des dunes.	Cinq espèces d'hydrophytes recouvrent le plan d'eau dont les plus importants du point de vue recouvrement sont les <i>Callitriche stagnatilis</i> , <i>Lemna minor</i> , <i>Potamogeton trichoïdes</i> . Nous rencontrons le <i>Rubus ulmifolius</i> , <i>Alnus glutinosa</i> autour du Nehaa.	Le Busard des roseaux est l'unique espèce représentant de l'avifaune aquatique dans ce site.
Nehaa Khellaba 36°5 '516 N, 7°17'576 E (75 ha)	Ce site est constitué d'aulnaies alimentés par les petits courants d'eau d'Oued El-Kebir Ouest. Il est ouvert vers la plaine alluviale d'Oued El-Kebir Ouest. La Nehaa présente une largeur de 200 à 300 mètres et une longueur de 3 à 4 km.	Ce plan d'eau est pauvre en végétation aquatique qui se limite à <i>Callitriche stagnalis</i> . Les amphiphytes sont mieux représentées par 16 espèces dont <i>Lycopus europaeus</i> , <i>Lythrum junceum</i> , <i>Nasturium officinale</i> , <i>Polygonum lapathifolium</i> , <i>Rumex conglomeratus</i> et <i>veronica anagallis aquatica</i> . Le cortège floristique entourant ce site est formé d' <i>Arum italicum</i> , <i>Rubia peregrina</i> , <i>Rubus ulmifolius</i> et de <i>Mentha suaveolens</i> .	Site de nidification du Canard Colvert.
Lac Sidi Fritis 36°53'975 N, 7°17'437 E (40 ha)	Ce Lac est localisé dans une dépression interdunaire et alimenté par les eaux souterraines. Il est souvent sec en été, à cause	Le cortège floristique est constitué principalement de <i>Callitriche stagnalis</i> , <i>Callitriche truncata</i> , <i>Ceratophyllum submersum</i> , <i>Nymphaea alba</i> , <i>Myriophyllum</i>	Du point de vue avifaunistique, nous notons la fréquentation de ce lac par les Hérons garde-bœufs, le Grèbe

	du pompage d'eau pour l'irrigation. Sa profondeur n'excède pas 1,5 m. À l'Ouest, il est délimité par une dune dont la hauteur est de 57 m.	<i>alterniflorum</i> , <i>Ranunculus baudotii</i> et <i>Ranunculus hederaceus</i> . Dans l'eau, des formations émergentes de <i>Cyperus flavescens</i> , <i>Cyperus fuscus</i> , <i>Cyperus longus</i> , <i>Iris pseudo-acorus</i> , Scirpes, Juncacées, phragmites, Renonculacées.	castagneux, la Cigogne blanche et le Goéland leucophée.
Garaet Chichaya 36°53'791 N, 7°18'230 E (50 ha)	Ce marais est alimenté par les eaux souterraines et les dépressions ouvertes vers le Sud-Est, près de la plaine alluviale de l'Oued El-Kebir Ouest. Il y a une continuité avec Garaet Sidi Makhlouf.	Plus de 50 espèces végétales ont été recensées, parmi lesquelles des hydrophytes comme <i>Ceratophyllum demersum</i> , <i>Lemna gibba</i> , <i>Myriophyllum spicatum</i> , <i>Polygonum senegalense</i> , occupant plus de 75% du plan d'eau et une ptéridophyte rare, <i>Salvinia natans</i> . Parmi les hygrophytes, nous avons des Cyperacées et des Juncacées. Des forêts d'Aulne glutineux recouvrent le sol à 50%.	Site de nidification de la Gallinule poule d'eau, le Grèbe castagneux, Busard des roseaux, le Fuligule nyroca, et la Foulque macroule. Il est aussi largement fréquenté par la Cigogne blanche, l'Erismature à tête blanche en hiver.
Garaet Sidi Makhlouf 36°53'094 N, 7°18'248 E (50 ha)	Le substratum et la situation géomorphologique de la Garaet sont identiques à ceux de Garaet Chichaya. Toutes les deux constituent une unité simple, orientés du Nord-Ouest au Sud-Est vers la plaine alluviale.	102 espèces végétales sont dispersées entre les prairies humides et sèches et les marais. Ses rivages évoluent vers une forêt de chêne liège. Concernant la végétation, nous citons certains amphiphytes comme <i>Callitriche stagnalis</i> , <i>Lemna gibba</i> , <i>Lemna minor</i> , <i>Nymphaea alba</i> recouvrant 25% de la superficie du plan d'eau. Le cortège floristique du site est	Fuligule milouin, Cigogne blanche, Busard des roseaux, Foulque macroule, Aigrette garzette, Héron garde-bœufs, Héron cendré, Héron crabier. Le Fuligule nyroca se reproduit probablement dans le site quand il ne s'assèche pas

		constitué surtout d' <i>Alisma plantago-aquatica</i> , <i>Apium nodiflorum</i> , <i>Iris pseudo-acorus</i> , de Juncacées, de Scirpes.	rapidement. La Poule sultane, la Poule d'eau et le Grèbe castagneux y reproduisent.
Garaet la Marsadelle 37°00'815 N, 7°15'637 E (10 ha)	Elle est localisée au Sud de la Marsa. Son exutoire vers la mer a été formé par des dépôts éoliens. Ce lac, généralement drainé en août, est maintenu par les eaux souterraines et les cours d'eau.	Vingt-deux espèces végétales ont été recensées dans l'eau et les prairies humides dont <i>Ceratophyllum demersum</i> , <i>Lemna minor</i> , <i>Nymphaea alba</i> , <i>Ranunculus baudotii</i> , <i>Cyperus longus</i> et <i>Scirpus lacustris</i> et <i>Juncus maritimus</i> .	L'avifaune colonisant le plan d'eau se limite aux Grèbes castagneux, Hérons garde-bœufs et Aigrettes garzettes.
Garaet Bordj du Cantonnier 36°52'168 N, 7°22 '760 E (2 ha)	Plan d'eau profond (jusqu'à 02 m). Bien que l'eau ouverte couvre le site durant l'hiver, le pompage d'eau a actuellement réduit son extension.	Nous rencontrons quelques hygrophytes et la richesse spécifique se limite à 21 espèces dont <i>Callitriche stagnalis</i> , <i>Alopecurus bulbosus</i> , <i>Carex divisa</i> , <i>Cyperus longus</i> ...	Les oiseaux d'eau qui fréquentent ce site sont réduits à quelques espèces telles que le Grèbe castagneux et la Cigogne blanche.
Garaet Tacha 36°51'979 N, 7°23'587 E (0,5 ha)	Il s'agit d'un marais étroit situé dans une petite vallée et alimenté par un ruisseau qui s'ouvre par intermittence vers Oued El Aneb. La sous-strate est constituée de schistes argileux comme les collines du Sud-Est.	Le nombre d'espèces végétales recensées est de 33 espèces comme <i>Callitriche stagnalis</i> , <i>Ranunculus baudotii</i> , <i>Alisma plantago aquatica</i> , <i>Cyperus longus</i> , <i>Eleocharis palustris</i> , <i>Glyceria fluitans</i> , <i>Juncus anceps</i> , <i>Juncus tenageia</i> et <i>Scirpus maritimus</i> .	Concernant l'avifaune aquatique, nous notons la présence du Héron cendré et de la Cigogne blanche.
Garaet El Loughat 36°50'N, 7°17'E (38 ha)	La Garaet est située dans une dépression, au pied d'une colline à schiste argileux dont l'orientation est Sud-Nord, elle est	35 espèces végétales ont été recensées dans la Garaet et aux alentours dans les prairies humides. On y trouve <i>Callitriche stagnalis</i> , <i>Lythrum hydropiper</i> ,	Le dénombrement avifaunistique a révélé que ce site héberge une importante colonie de Cigognes blanches (13

	alimentée par un ruisseau qui coule dans la même direction.	<i>Alopercus bulbosus</i> , <i>Apium nodiflorum</i> , <i>Carex divisa</i> et <i>Plantago coronopus</i> ...	nids).
Garaet Bechna 36°53'082 N, 7°17 '802 E (2 ha)	Plan d'eau peu profond (10 cm) dégagé de végétation. Ce marais dont le substratum est argilo-sablonneux, s'étend vers le Nord de Garaet Sidi Makhlouf dans une dépression dunaire.	Sa végétation est dominée par <i>Isoetes velata</i> en plus de 20 autres espèces végétales comme <i>Eryngium barrelieri</i> , <i>Mentha pulegium</i> , <i>Panicum repens</i> , <i>Ranunculus sardous</i> , <i>Trifolium filiforme</i> et <i>Sherardia arvensis</i> .	Du point de vue avifaune nous notons uniquement la présence de la Cigogne blanche et les Limicoles principalement les Gravelots.
Garaet Bouina 36°53'490 N, 7°17'574 E (25 ha)	Ce site est orienté Nord-Ouest-Sud-Est et situé dans une dépression dunaire. La sous strate est formée de sable et de tourbe au Sud-Est et d'argile au Nord-Ouest.	72 espèces végétales ont été recensées dans le marais et les prairies humides qui l'entourent telles que <i>Nymphaea alba</i> , <i>Apium crassipes</i> , <i>Carex muricata</i> , <i>Juncus effusus</i> , <i>Juncus tenageia</i> , <i>Scirpus lacustris</i> , <i>Fraxinus angustifolia</i> , et <i>Rubus ulmifolius</i> ...	Nous avons le Héron garde-bœufs, le Canard Souchet, le Fuligule nyroca et le Canard Colvert qui se reproduisent dans ce site.
Garaet Ain Nechma 36°48'837 N, 7°16 '728 E (18 ha)	La Garaet est alimentée par de nombreux ruisselets ainsi que par les débordements de l'Oued. Dans le passé, elle était tributaire à Oued Maboun, située dans la plaine alluviale au Sud de Ben Azzouz.	La Garaet et les prairies humides abritent en totalité 35 espèces végétales nous citons <i>Callitriche stagnalis</i> , <i>Alopercus bulbosus</i> , <i>Carex divisa</i> , <i>Cyperus longus</i> , <i>Eleocharis palustris</i> , <i>Glyceria fluitans</i> , <i>Juncus acuta</i> , <i>Scirpus lacustris</i> , <i>Scirpus maritimus</i> , <i>Populus alba</i> et <i>Tamarix gallica</i> .	Lieu de nidification de la Foulque macroule, le Grèbe castagneux. On observe aussi le Busard des roseaux, le Héron garde-bœufs et le Fuligule nyroca.
Garaet El-Guelb 36°53'206 N, 7°18 '538 E	C'est une dépression marécageuse dans la vallée d'Oued Esseghir.	Nous notons la présence de quelques espèces végétales comme <i>Callitriche stagnalis</i> , <i>Alisma plantago aquatica</i> ,	Héron cendré, Héron garde-bœufs, Cigogne blanche. Le Grèbe castagneux, le Fuligule

(15 ha)		<i>Alopercus bulbosus</i> , <i>Anagallis crassifolia</i> et <i>Cyperus longus</i> mais dominé par le <i>Scirpus lacustris</i> .	nyroca, la Foulque macroule et la Poule sultane y reproduisent.
Garaet Ouajaa 36°53'192 N, 7° 18' 963 E	Il s'agit d'une autre dépression marécageuse située dans le Nord-Ouest de Oued Esseghir.	nous notons un recouvrement avec <i>Callitriche stagnalis</i> , <i>Potamogeton lucens</i> , <i>Salvinia natans</i> , et <i>Nymphaea alba</i> .	Héron garde-bœufs, Héron cendré, Grèbe castagneux. Site probable de la reproduction du Fuligule nyroca et Poule sultane.
Garaet El Azla 36°59'477 N, 7°19'541 E (0,5 h)	Une mare temporaire peu profonde, remarquable par la présence d'une espèce endémique de poisson <i>Phoxinellus punicus</i> .	Le couvert végétal amphiphyte est dominé par <i>Callitriche stagnalis</i> , <i>Lemna gibba</i> et <i>Ranunculus baudotii</i> .	Les oiseaux d'eau qui fréquentent ce site sont le Grèbe castagneux et le Héron garde-bœufs.

3. Présentation du site d'étude « Garaet Hadj Tahar »

La Garaet Hadj-Tahar est un marais d'eau douce permanent qui couvre 112 ha. Elle est située à une vingtaine de kilomètres de la Méditerranée et présente une forme ovale très allongée, entourée au Nord-Ouest par une colline d'argile et de grès, qui se lèvent graduellement à 200 m. A l'Est, nous trouvons les dunes et au Sud-Est une plaine alluviale de Oued El Kebir Ouest. La dépression occupée par ce marais est orientée Nord-Ouest-Sud-Est. La plus grande partie est couverte d'eau durant la période pluvieuse. Elle peut rester ainsi tout au long de l'année malgré l'évaporation en été et le pompage local intensif. Des travaux récents ont montré que Garaet Hadj Tahar et le Lac Tonga se singularisent en Numidie par leur abondance en ressources trophiques et plus particulièrement en Gastéropodes (*Planorbis planorbis*) ainsi que d'autres espèces (Haouam, 2003) qui jouent un rôle clé dans le succès de la reproduction des oiseaux d'eau (Perrins, 1974).

3.1. Coordonnées et Situation géographique

Garaet Hadj-Tahar se situe entre la latitude 36°51'50' Nord et la longitude 07°15'57' Est. Ce site est limité au Nord par les forêts de Guerbes et au Sud par la plaine de Bekkouche

Lakhdar (Daïra de Azzaba). La Garaet est bordée à l'Est par la route reliant la commune de Ben Azzouz à la wilaya de Skikda et à l'Ouest par les forêts de Sanhadja (Metallaoui, 2010).

3.2. Situation administrative

Administrativement, Garaet Hadj-Tahar appartient à la Wilaya de Skikda, la Daïra de Ben Azzouz et la commune de Ben Azzouz (Metallaoui, 2010).

3.3. Hydrologie

Les eaux de Garaet Hadj-Tahar sont d'origine pluviale véhiculées par le principal affluent : Oued El-Kebir Ouest et par les éboulements colluviaux qui remplissent graduellement ce marais (Metallaoui, 2010). L'Oued El-Kebir Ouest est l'un des plus importants Oueds aussi bien en longueur qu'en volume, sa largeur varie entre 20 et 50 m. Il débouche sur la plage de la Marsa en Mer Méditerranée (DGF, 2013).

3.4. Cadre biotique

3.4.1. La flore

Selon Samraoui et De Belair (1997), l'origine biogéographique des espèces végétales trouvées dans Garaet Hadj-Tahar peut être distribuée en plusieurs classes méditerranéenne, Atlaso-Méditerranéenne, Euro-Méditerranéenne, cosmopolites, Boréale, Paléotempéré, tropicale, endémique, Eurasiatique et autre. 194 espèces végétales appartenant à 62 familles sont enregistrées à Garaet Hadj-Tahar, dont pratiquement la moitié est considérée comme espèces rares et très rares et d'autres dont la présence n'est pas signalée en Algérie. La végétation du plan d'eau est différente du Nord-Ouest au Nord-Est. Elle est dominée par *Nymphaea alba* couvrant l'eau à 70%, particulièrement dans sa partie occidentale. Nous rencontrons également *Lemna gibba*, *Lemna minor*, *Potamogeton lucens*, *Callitriche stagnalis*, *Ceratophyllum demersum*, *Ranunculus baudotii*, *Wolffia arrhiza* et une ptéridophyte rare *Salvinia natans* (Metallaoui, 2010).

3.4.2. L'avifaune

Garaet Hadj-Tahar joue un rôle important dans l'hivernage ou le transit de l'avifaune aquatique. Plus de 10 000 oiseaux d'eau y hivernent chaque année (Samraoui et De Belair, 1997). Au cours d'une étude réalisée sur un cycle annuel (2006/2007), la richesse spécifique a atteint 52 espèces appartenant à 15 familles inféodées directement à l'eau (Metallaoui et

Houhamdi, 2008) avec des observations de nouvelles espèces pour le site comme le Fuligule milouinan *Aythya marila* (Metallaoui et Houhamdi, 2008), la Nette rousse *Netta rufina* (Metallaoui et Merzoug, 2009), le Tadorne de Belon *Tadorna tadorna*, l'Oie cendrée *Anser anser*, la Guifette noire *Chlidonias niger* et la Sterne Hansel *Sterna nilotica*. Il est aussi, un lieu de reproduction d'espèces rares comme le Fuligule Nyroca *Aythya nyroca*, l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* (Metallaoui et al., 2009) et la Poule sultane *Porphyrio porphyrio* (Bara, 2014),

3.4.3. L'entomofaune

Aucune étude n'a été faite sur l'entomofaune du complexe de Guerbes Sanhadja et par conséquent de Garaet Hadj-Tahar mis à part les inventaires effectués en 1997 par Samraoui et De Bélair et en 2008 par Baaloudj qui ont montré que le site abrite 19 espèces d'Odonates dont 5 espèces de Zygoptères appartenant à 2 familles et 11 espèces d'Anisoptères appartenant à 2 familles qui se reproduisent dans la Garaet.

3.4.4. Les mollusques aquatiques

La faune d'eau douce et plus particulièrement les mollusques (Gastéropodes) dans Garaet Hadj-Tahar, est caractérisé par l'existence de trois espèces de mollusques. Il s'agit de : *Bithynia numidica*, *Planorbis planorbis*, *Musculium lacustris* (Gloer et Bouzid, 2013).

3.4.5. Les vertébrés

Garaet Hadj-Tahar est bordée d'une végétation très diversifiée et très luxuriante. Par conséquent, largement fréquentée par un nombre considérable d'animaux. Les riverains confirment la présence du sanglier (*Sus scrofa*), dont nous avons trouvé ces traces à plusieurs reprises.

D'autres espèces sont également observées : la Genette (*Genetta genetta*), des grenouilles (*Rana ridibunda*), des tortues terrestres (*Emys orbicularis*). En outre, le plan d'eau abrite des poissons comme (*Gambusia affinis*), l'anguille (*Anguilla anguilla*) des tortues d'eau douce (*Mauremys leprosa*) caractérisées par une carapace bombée, queue courte, palmure très réduite (Metallaoui, 2010), ainsi que la Loutre d'Europe *Lutra lutra*.

3.5. Facteurs défavorables affectant les caractéristiques écologiques de Garaet Hadj-Tahar

Garaet Hadj-Tahar connaît certaines menaces qu'il faut impérativement prendre en considération :

❖ Le pâturage :

La commune de Ben Azzouz est bien connue pour l'activité de pâturage. La zone d'étude est très riche en cheptel (ovins en particulier, caprins et bovins). Par leurs effets sur les abords du plan d'eau ils constituent une véritable menace pour cette zone humide. Non seulement les troupeaux pâturent la végétation autour des berges du site mais aussi les bovins pénètrent à l'intérieur du plan d'eau pour s'abreuver particulièrement en été et brouter les pousses vertes causant un grand dérangement pour les oiseaux. Nous avons observé à maintes reprises des bergers qui laissent ou ramènent leurs troupeaux pâturer autour de la Garaet. Il faut dire que ce plan d'eau se trouve entouré de terres agricoles et de fermes appartenant aux riverains. La végétation est aussi menacée par les riverains qui coupent les touffes de *Typha angustifolia* et de Joncs *Juncus acutus* pour construire des abris et renforcer les toits de leurs chaumières (Fig. 04) (Metallaoui, 2010).



Figure 04 : Le pâturage aux alentours de Garaet Hadj-Tahar (Photo prise par Abdellioui S. le 11/09/2015).

❖ L'agriculture :

L'eau de la Garaet est utilisée pour l'irrigation des cultures agricoles qui entourent le plan d'eau ainsi que les terres agricoles de la région qui situent un peu loin. Plusieurs pompes

d'eau sont installées sur les bords du plan d'eau dont le fonctionnement est pratiquement continu durant toute la journée, et qui servent à irriguer les cultures maraichères, en particulier la tomate et la pastèque. En plus du pompage d'eau, l'équilibre minéral de l'eau de la Garaet est perturbé suite à l'utilisation excessive des engrais chimiques et pesticides, appliqués de façon incorrecte, à des fins agronomiques (Fig. 05).

L'agriculture est le plus grand utilisateur d'eau et la principale source de pollution des terres et des eaux de surface par les nitrates, le phosphore et aussi l'activité qui pollue le plus par les apports en ammoniacque (Koller, 2004).



Figure 05 : Pompage de l'eau pour irriguer les terres agricoles autour du plan d'eau de Hadj-Tahar (Photo prise par Abdellioui S. le 30/05/2015).

❖ **Le braconnage :**

Le braconnage est pratiqué soit par les riverains soit par des braconniers qui viennent des alentours. Cette pratique porte sur toutes les espèces et même sur celles qui sont protégées et nous avons observé en dehors de la saison de chasse (mois de juin) des dizaines de chasseurs qui traînaient avec une meute de chiens de chasse et des fusils à la poursuite du Fuligule nyroca (Metallaoui, 2010).

4. Description des Grèbes

4.1. Description du modèle biologique, le Grèbe à cou noir *Podiceps nigricollis*

Petit Grèbe au corps arrondi et trapu, et à l'arrière apparaissant nettement tronqué en raison de la brièveté de la queue. Le front abrupt et la calotte légèrement pointue, proéminente

au-dessus des yeux, lui confèrent une tête plutôt carrée. Le bec, de couleur noire, est fin, pointu et nettement retroussé. L'adulte revêt un plumage nuptial très raffiné en mars-avril. Il se reconnaît alors aisément à sa coloration noir brillant étendue au niveau des parties supérieures, du cou et de la tête. Les flancs, brun-roussâtres tranchent avec le reste du corps noirâtre. Une touffe de longues plumes dorées se déploie en éventail, à l'arrière de l'œil, vers les côtés de la tête, recouvrant entièrement les couvertures parodiques. L'iris est rouge. Le plumage internuptial, acquis majoritairement en Septembre, est nettement plus terne et assez sombre. Le dessus, la calotte, la nuque et les joues sont noirs. La couleur sombre des couvertures parodiques, à délimitation floue, descend nettement en dessous de l'œil. La gorge et les côtés de la nuque sont blancs. Les flancs sont gris foncés. Les jeunes présentent un plumage identique à celui des adultes internuptiaux, avec toutefois, les parties sombres plus brunes. Le cri consiste en des sifflements clairs et plaintifs (MEEDDAT - MNHN, 2009b).

4.1.1. Systématique

Règne : Animalia

Embranchement : Chordata

Classe : Aves

Ordre : Podicipediformes

Famille : Podicipedidae

Genre : *Podiceps*

Espèce : *Podiceps nigricollis* (Brehm, 1831)

Longueur totale du corps : 28 à 34 cm. Envergure : 56 – 60 cm. Poids : 210 à 450 g (Cramp et *al.*, 1998).

4.1.2. Difficultés d'identification (similitudes)

En plumage hivernal, le Grèbe à cou noir peut être facilement confondu avec le Grèbe esclavon *Podiceps auritus*, dont la taille, la coloration et la silhouette générale sont très proches. Par rapport à ce dernier, il s'en distingue par des critères de structure : forme du bec retroussé (droit chez l'esclavon), silhouette plus arrondie car il gonfle le corps comme le Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* (Harris et *al.*, 1992) (silhouette plus allongée chez l'esclavon), front vertical (aplatis chez l'esclavon) et de contraste : le sombre des joues descend bien en dessous de l'œil (les parotiques sont entièrement blanches chez l'esclavon, le noir se limitant à la calotte au-dessus de l'œil) (MEEDDAT - MNHN, 2009b).

4.1.3. Répartition géographique

4.1.3.1. Au plan mondial

Le Grèbe à cou noir se présente sur tous les continents sauf l'Australie et l'Antarctique (BirdLife International, 2015) (Fig. 06). Le Grèbe à cou noir occupe essentiellement les zones tempérées d'Amérique du Nord, d'Europe et d'Asie et en Afrique Australe. On distingue trois sous-espèces suivant la distribution géographique : *P. n. nigricollis* en Eurasie, *P. n. gurneyi* en Afrique australe et *P. n. californicus* pour les Amériques du Nord et centrale (Cramp et al., 1998). Il hiverne alors sur les zones maritimes, le long des côtes des îles britanniques au Maroc, les mers Méditerranée, Adriatique, Noire et Caspienne (MEEDDAT - MNHN, 2009b). Ainsi, il s'hivernent et se reproduit en Afrique du Sud. En outre, il se reproduit au Sud-Ouest du Canada, à l'Ouest des Etats-Unis et le centre du Mexique (BirdLife International, 2015).

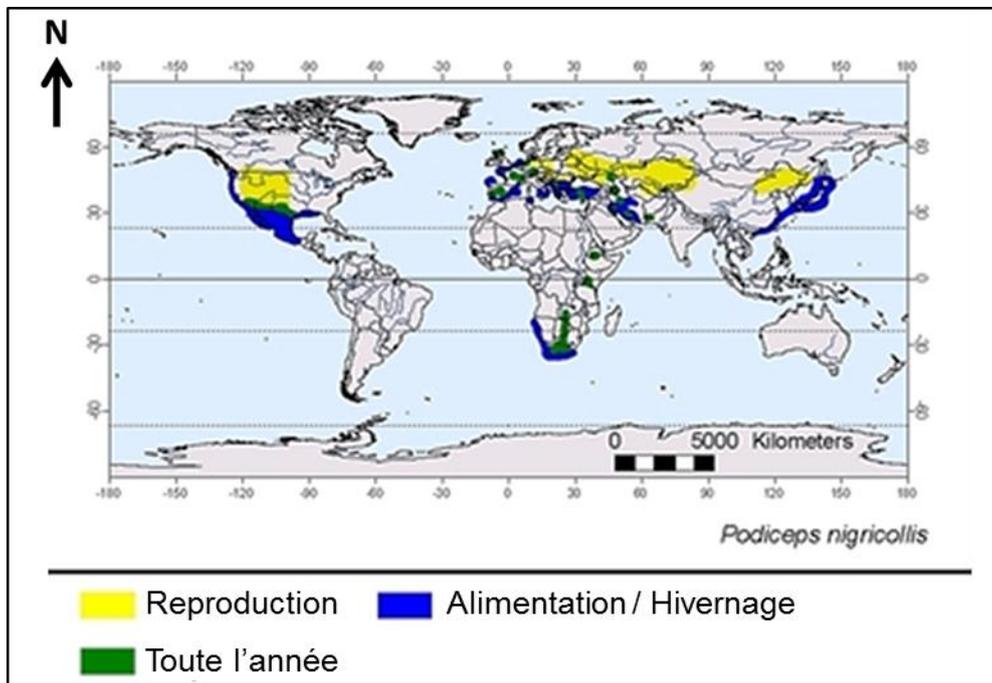


Figure 06 : Distribution mondiale du Grèbe à cou noir (Llimona et al., 2015).

4.1.3.2. En Algérie

Le Grèbe à cou noir a niché au Lac Fetzara et probablement niche encore sur certains grands marais du Nord (Isenmann et Moali, 2000). Il se reproduit sur Boughzoul (environ 50 couples en 1977) (Jacob et Jacob, 1980). Des observations en période de nidification ont

confirmé sa présence à la Macta (Metzmacher, 1979), Bou Lihlet (Le Berre et Rostan, 1977), les zones humides d'El Kala et Réghaia (Jacob et *al.*, 1979). L'Algérie étant incluse dans l'aire d'hivernage des populations européennes, l'espèce est plus abondante et répandue en hivernage (septembre à mars/avril) sur différents plans d'eau, surtout près d'El Kala où Van Dijk et Ledant (1983) ont compté jusqu'à 850 individus lors de recensements entre 1971 et 1979 au Lac Oubeira, et l'Est de l'Oranie où Metzmacher (1979) a dénombré 162 individus en janvier 1978 sur le lac des Gharabas, ainsi qu'en mer. A Boughzoul, cette espèce hiverne avec un maximum de 120 individus notés en 1975 (Jacob et Jacob, 1980). L'espèce montre à ce moment une prédilection pour les eaux saumâtres et salées. Elle pourrait aussi être observée sur les plans d'eau du Sahara car elle se répand parfois en hiver jusqu'au Sahel (Isenmann et Moali, 2000).

4.1.4. Biologie de l'espèce

4.1.4.1. Ecologie

Le Grèbe à cou noir fréquente les étangs de piscicultures et les étangs intérieurs possédant à la fois des surfaces dégagées et de la végétation rivulaire (Carex, Phragmites) et aquatique abondante. Il occupe occasionnellement les bassins de décantation (MEEDDAT - MNHN, 2009b).

Durant la saison de reproduction, il fréquente les plans d'eau permanents et temporaires (Snow et Perrins, 1998), petits, peu profonds, hautement eutrophisés présentant une végétation abondante comme les lacs et les marais d'eau douce, ainsi que les étangs, les stations d'épuration et les étendues nouvellement inondées. En dehors de la saison de reproduction, l'espèce se déplace vers les lacs salés (Del Hoyo et *al.*, 1992), les bassins d'évaporation hyper salins (Fjeldså, 2004) et les réservoirs d'eau (Snow et Perrins, 1998), ou vers les estuaires côtiers, les bras de mer et les eaux intérieures dans les baies et les canaux (Del Hoyo et *al.*, 1992 ; Snow et Perrins, 1998).

Sur les sites de nidification, il s'associe très souvent, de manière sympatrique, à des colonies de Mouette rieuse *Larus ridibundus* (Trouvilliez, 1984) ou de Guifette moustac *Chlidonias hybridus*. La proximité de colonies de telles espèces fournit une protection aux Grèbes à cou noir vis-à-vis des prédateurs et augmente le succès de la reproduction (MEEDDAT - MNHN, 2009b).

4.1.4.2. Comportement

Le Grèbe à cou noir se nourrit durant la journée (Brown et *al.*, 1982 ; Fjeldså, 2004). Il poursuit les petits poissons avec habileté, descendant jusqu'à trois mètres de profondeur, pour réapparaître à une distance assez grande du point de plongée, une demi-minute après son immersion. Il se déplace également en surface, se nourrissant d'insectes présents sur l'eau (MEEDDAT - MNHN, 2009b).

De comportement grégaire lors des migrations et en hivernage (Del Hoyo et *al.*, 1992 ; Fjeldså, 2004), cet oiseau peut former des concentrations de centaines de milliers d'oiseaux au niveau de certains sites en Amérique du Nord et en Asie (Del Hoyo et *al.*, 1992). La mue se déroule essentiellement entre la mi-février et la mi-avril, puis de fin-août à fin-octobre (Cramp et *al.*, 1998 ; Baker, 1993).

4.1.4.3. Régime alimentaire

Le régime alimentaire du Grèbe à cou noir varie en fonction du milieu dans lequel il vit et de la période de l'année. Il se nourrit d'insectes (adultes et larves de Coléoptères aquatiques et terrestres, phryganes, punaises aquatiques, larves de libellules, éphémères et Diptères), mollusques, amphibiens, poissons (perche, gobies) et crustacés qu'il capture à la surface de l'eau ou en profondeur. En été, sa nourriture se compose essentiellement d'insectes picorés sur l'eau ou happés dans l'air (GerouDET, 1999 ; Cramp et *al.*, 1998). En période de reproduction, le Grèbe à cou noir consomme principalement des invertébrés aquatiques (Del Hoyo et *al.*, 1992 ; GerouDET, 1999).

4.1.4.4. Reproduction et dynamique de population

Espèce monogame pendant la période de reproduction, la formation des couples commence lors des haltes migratoires pré-nuptiales et se poursuit rapidement lors de l'arrivée sur les sites de nidification à partir de mi-Février. Ils ne s'établissent toutefois qu'en avril ou en mai (MEEDDAT - MNHN, 2009b). Lors des parades nuptiales, les partenaires, positionnés très près l'un de l'autre, s'affrontent en secouant la tête, se dressent dans l'eau face à face, cou tendu, et montrant leur ventre blanc, tout en émettant des trilles en duo (GerouDET, 1999).

La nidification s'effectue souvent en petites ou grandes colonies pouvant atteindre 2 000 nids, bien que l'espèce puisse nicher en paires isolées (Fjeldså, 2004). Le nid, d'un diamètre d'environ 25 cm, est construit dans une végétation d'hélophytes, au ras de l'eau. Il consiste en

un amas flottant de débris végétaux (feuilles, tiges de roseaux...). La ponte se produit entre la fin-avril et mi-juillet, mais essentiellement de la mi-mai à la fin juin. Elle comporte trois à quatre œufs qui éclosent après 19 à 23 jours d'incubation. Les jeunes, portés après l'éclosion ("cramponnés" au dos de la femelle), deviennent indépendants à l'âge de quatre à cinq semaines. Ils sont alors souvent regroupés en « crèches », encadrés par les adultes. La maturité sexuelle survient à l'âge d'un ou deux ans (MEEDDAT - MNHN, 2009b).

4.1.5. Etat des populations et tendances d'évolution des effectifs

La population mondiale est estimée de 3,9 à 4,3 millions d'individus (BirdLife International, 2015). La population nicheuse européenne, concentrée en Russie et dans les pays slaves, est assez réduite (moins de 96 000 couples), mais elle a connu une forte augmentation entre 1970 et 1990. Pendant les années 1990-2000, les effectifs ont diminué dans les pays de l'Est, et notamment en Roumanie. En Europe occidentale (France, Benelux, Allemagne, Grande-Bretagne), les effectifs s'accroissent de manière lente, mais régulière. Les pays abritant les populations les plus importantes sont la Russie (30 000 à 60 000 couples), suivie de l'Ukraine, la Pologne, la Roumanie, l'Allemagne et la France (Birdlife International, 2004). La tendance globale de la population est incertaine, quelques populations sont en baisse, tandis que d'autres sont stables, ou en augmentation. Cette espèce a subi une petite augmentation statistiquement insignifiante au cours des 40 dernières années en Amérique du Nord (Birdlife International, 2015).

4.1.6. Migration

Le Grèbe à cou noir est un migrateur partiel (Snow et Perrins, 1998) et l'ampleur de la migration varie entre les populations (Del Hoyo et *al.*, 1992). Certaines populations sont principalement sédentaires (telles en Espagne) (Del Hoyo et *al.*, 1992 ; Snow et Perrins, 1998). Les déplacements sont plutôt nocturnes, mais peuvent être diurnes dans le Paléarctique (Del Hoyo et *al.*, 1992). La migration est perceptible de juillet à novembre lorsque les oiseaux rejoignent leurs zones d'hivernage maritimes (côtes, estuaires, étangs, lacs, baies...), où les effectifs augmentent progressivement, avec des rassemblements souvent conséquents. Le passage pré-nuptial se produit de février à fin avril. En période internuptiale, les populations du Paléarctique Occidental migrent vers l'Europe de l'Ouest et du Sud, ainsi qu'au Moyen-Orient et en Afrique du Nord. Certains individus atteignent également des régions plus au Sud, de la Mauritanie, jusqu'au Sénégal (MEEDDAT - MNHN, 2009b).

4.1.7. Statut juridique de du Grèbe à cou noir

Le Grèbe à cou noir est classée par l'UICN dans la catégorie préoccupation mineure « LC ou least concern ». Cette espèce est protégée en France (Article 1 et 5 de l'arrêté modifié du 17 avril 1981), inscrite à l'Annexe II de la Convention de Berne et listée en catégorie C1 de l'AEWA (populations d'Europe/ Sud et Ouest Europe et Nord de l'Afrique) (MEEDDAT - MNHN, 2009b).

4.1.8. Menaces

Le Grèbe à cou noir supporte difficilement les modifications affectant les plans d'eau occupés lors de la saison de nidification : le faucardage estival et l'emploi d'herbicides (Trotignon et Williams, 1989) supprimant la végétation aquatique, l'assèchement des étangs, l'urbanisation, le dérangement volontaire ou involontaire des colonies, la pisciculture, le déversements d'eaux fortement polluées dans des bassins (Kérautret et Tombal, 1996), réduisent fortement les possibilités de reproduction (MEEDDAT - MNHN, 2009b). Le long des côtes, la population hivernale est principalement sensible aux pollutions marines par les hydrocarbures (marées noires et dégazages) entraînant annuellement la découverte d'individus mazoutés le long des plages (Del Hoyo et *al.*, 1992 ; Ogilvie et Rose, 2003). Cette espèce est vulnérable au choléra aviaire (Ogilvie et Rose, 2003 ; Friend, 2006), L'érysipèle (Jensen et Cotter, 1976 ; Friend, 2006) et le botulisme aviaire (van Heerden, 1974).

4.2. Description du modèle biologique, le Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis*

Il s'agit du plus petit Grèbe de notre avifaune, au corps trapu, à l'arrière paraissant arrondi en raison de la brièveté de la queue. Le dessus du crâne et le dos de l'adulte en plumage nuptial sont marron foncé. La gorge est rousse, le ventre beige à marron clair. Le bec est droit et présente une extrémité blanche. Les commissures du bec restent enflées et jaunes chez l'adulte, tout comme chez les juvéniles. Cette espèce ne présente pas de dimorphisme sexuel marqué. Le plumage internuptial est plus clair et plus terne. Le roux foncé de la gorge s'estompe et devient beige à marron clair. Les juvéniles se distinguent aisément des adultes par les rayures longitudinales claires et foncées qu'ils portent sur les côtés de la tête et du cou. Le plus souvent observé sur de courtes distances au ras de l'eau, le vol est direct. Le Grèbe castagneux se manifeste volontiers par la voix. Les cris de contacts, notamment avec les poussins sont très aigus, parfois à peine audibles. Ils sont émis à des rythmes variables, surtout lorsque les parents sont accompagnés de leurs petits (MEEDDAT - MNHN, 2009c).

4.2.1. Systématique

Règne : Animalia

Embranchement : Chordata

Classe : Aves

Ordre : Podicipediformes

Famille : Podicipedidae

Genre : *Tachybaptus*

Espèce : *Tachybaptus ruficollis* (Pallas, 1764)

Longueur totale du corps : 25 – 29 cm. Envergure : 40 – 45 cm. Poids : 140 à 300 g (mâles), 130-315 g (femelles) (Cramp et *al.*, 1998).

4.2.2. Difficultés d'identification (similitudes)

Le Grèbe castagneux peut être confondu avec les Grèbes à cou noir *P. nigricollis* et esclavon *P. auritus* en plumage internuptial. Ces deux derniers sont cependant de taille supérieure. Ils ont une silhouette moins « ramassée » et présentent un contraste plus marqué entre le dessus très foncé et le dessous gris clair à blanc. Le plumage clair du dessous remonte sur l'avant du cou et les joues chez ces deux espèces, alors que le Castagneux a la gorge et les joues marron-roux en plumage nuptial, marron en plumage internuptial (MEEDDAT - MNHN, 2009c).

4.2.3. Répartition géographique

4.2.3.1. Au plan mondial

Le Grèbe castagneux se distribue dans la majeure partie du Paléarctique occidental. Il évite cependant l'Islande, le nord de la Scandinavie et de la Russie. Il est sédentaire dans l'essentiel de l'Europe occidentale où son aire de distribution hivernale est limitée à l'Est par l'isotherme de 0°C en Janvier (Fig. 07). Dès l'automne, on observe un afflux de Castagneux hivernant sur les côtes et les cours d'eau libres de gel (Cramp et *al.*, 1998).

Les migrations concernent essentiellement les oiseaux du Nord et de l'Est de l'Europe qui hivernent en Europe de l'Ouest, y compris aux Pays-Bas et dans les Iles Britanniques, ainsi qu'en région méditerranéenne, atteignant les Oueds du Maghreb et le cours du Nil au Sud (MEEDDAT - MNHN, 2009c).

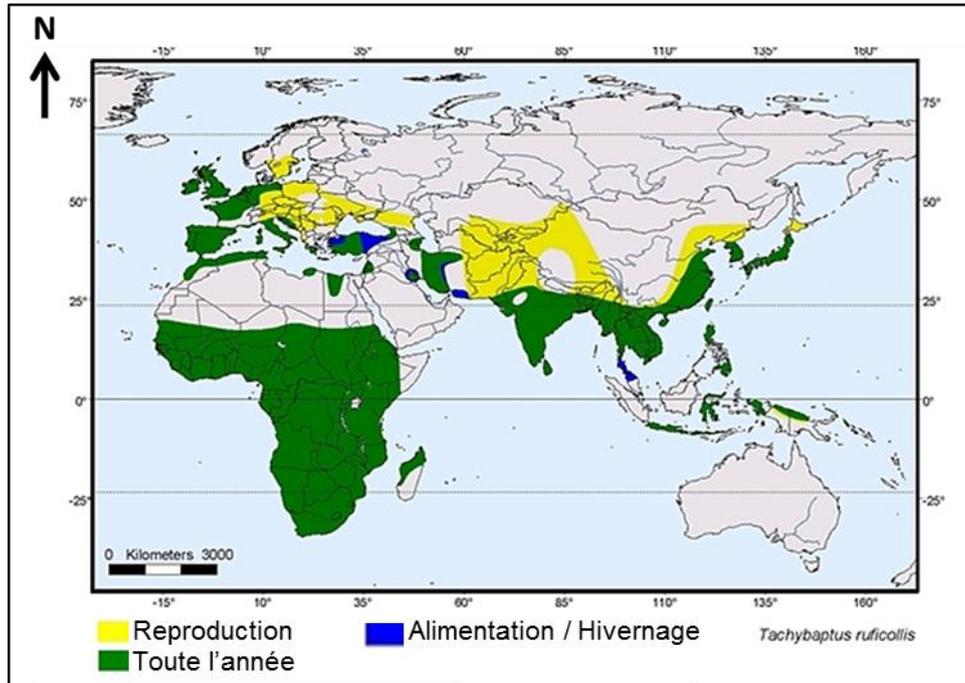


Figure 07 : Distribution mondiale du Grèbe castagneux (Llimona et al., 2014b).

4.2.3.2. En Algérie

Sa nidification a été signalée sur de nombreuses étendues d'eau du Nord, d'Annaba à Oran (lacs Tonga, Oubeira, Melah et des Oiseaux, Mekhada, Réghaia, Boughzoul) avec quelques débordements jusqu'au Nord de la zone saharienne (étang de Djamaa/Touggourt, El Goléa, Oued Saoura) (Dupuy, 1969 ; Burnier, 1979 ; Le Fur, 1984 ; Chalabi et al., 1985 ; Boumezbeur, 1993). Sur le Lac des Oiseaux, van Berg (1982) a recensé un total de 500 oiseaux en 1973. A Boughzoul, plusieurs dizaines de couples reproducteurs ont été observés en 1977 (Jacob et Jacob, 1980) et au moins 3 couples en 1977 et 1978 à Réghaia (Jacob et al., 1979). Entre octobre/novembre et février/mars, la répartition de l'espèce est plus vaste notamment vers le Sud (Touggourt, Ouargla, El Goléa). Jusqu'à 2 300 individus ont été comptés lors de recensements hivernaux au Lac Oubeira entre 1971 et 1979 (van Dijk et Ledant, 1983). Des sujets européens atteignent-ils l'Afrique du Nord ? Schenk (1970) a observé en 1967 des individus en migration active au large des côtes méridionales de la Sardaigne, qui n'auraient pu venir que de l'Algérie ou de Tunisie. L'espèce fréquente de petites pièces d'eau jusqu'à de grands marais pourvus d'une végétation émergée et immergée importante (Isenmann et Moali, 2000).

4.2.4. Biologie du Grèbe castagneux

4.2.4.1. Ecologie

Le Grèbe castagneux affectionne un grand nombre d'habitats : étangs de pisciculture, bassins de décantation, lacs pré-alpins (le plus souvent sous 600 m d'altitude, exceptionnellement jusqu'à 1600 m) et cours d'eau de plaine. Les étangs doivent présenter à la fois des surfaces dégagées et des berges comportant des touffes de végétation rivulaire (*Carex*, *Phragmites*) auxquelles les couples amarrent leur nid flottant. L'abondance de cette espèce sur des lisières aquatiques y est plus déterminée par le périmètre du plan d'eau que par sa superficie, une dizaine de couples pouvant se répartir sur des étangs de 3 à 4 km de tour. Le castagneux se contente souvent de plans d'eau de faibles dimensions, inférieurs à un hectare (Commeccy, 1999) voire de quelques ares si la végétation aquatique est suffisamment fournie (MEEDDAT - MNHN, 2009c). Il occupe fréquemment d'autres sites artificiels, comme les gravières. Ces milieux humides sont devenus des zones de substitution aux milieux naturels (Santoul et Mastrorillo, 2004).

4.2.4.2. Comportement

L'espèce est soit sédentaire, soit à dispersion locale soit totalement migratrice en fonction des températures hivernales sur son lieu de reproduction (Del Hoyo et *al.*, 1992). Certains mouvements de dispersion en Afrique sont également liés à la saison des pluies et à l'apparition de zones humides temporaires (Brown et *al.*, 1982).

Le Grèbe castagneux se reproduit en solitaire, le calendrier de la nidification varie géographiquement et dépend de la croissance de la végétation émergente ainsi que du niveau d'eau (Del Hoyo et *al.*, 1992). Après la reproduction et durant la mue, l'espèce se rassemble en groupes lâches (Fjeldså, 2004) (jusqu'à 700 individus) (Snow et Perrins, 1998) dans des zones très riches au plan alimentaire (Fjeldså, 2004). Durant l'hivernage, l'espèce est largement solitaire ou se présente en petits groupes de 5 à 30 individus (Brown et *al.*, 1982, Snow et Perrins, 1998).

La mue des plumes de couverture intervient essentiellement en août et septembre, les rémiges en septembre-octobre, puis en février-mars (MEEDDAT - MNHN, 2009c).

Le Grèbe castagneux est très territorial en période de nidification, la taille du territoire n'excédant cependant pas 1600 m². Mais comme la densité des nicheurs peut atteindre jusqu'à

quatre à cinq couples par hectare dans les zones les plus riches, cela offre localement l'impression d'installations en colonies (Bauer et Glutz von Blotzheim, 1966). Lors des parades nuptiales, qui peuvent s'observer durant toute l'année, les partenaires, positionnés très près l'un de l'autre, semblent s'affronter en secouant la tête. Ils se dressent alors sur l'eau face à face, cou tendu, puis nagent côte à côte en émettant des trilles. Les regroupements postnuptiaux ont lieu dès la fin juin et en juillet sur les sites de reproduction. Pour s'alimenter, le Grèbe castagneux poursuit les petits poissons avec habileté, descendant jusqu'à deux mètres de profondeur. Le temps de plongée est assez court, n'excédant pas une durée de 10 à 25 secondes. Il se nourrit également en surface, y attrapant les insectes (MEEDDAT - MNHN, 2009c).

4.2.4.3. Régime alimentaire

Le régime alimentaire du Grèbe castagneux se compose essentiellement d'insectes et de leurs larves spécialement les Ephémères, Plécoptères, punaises aquatiques, Coléoptères aquatiques et terrestres, Diptères (mouches), Trichoptères (genre *Phryganea*), larves de libellules, ainsi que de mollusques (Del Hoyo et *al.*, 1992) (comme les escargots d'eaux douce) (Fjeldså, 2004), de crustacés adultes et de larves d'amphibiens (comme les petites grenouilles et les tritons) et occasionnellement de petits poissons (jusqu'au 11 cm de longueur) (Del Hoyo et *al.*, 1992) durant l'hiver (Konter, 2001).

4.2.4.4. Reproduction et dynamique de population

La formation des couples commence assez tôt en fin d'hiver, la construction du nid pouvant débuter dès février dans le Sud de l'aire de distribution. Le nid, d'un diamètre de 20 à 25 cm, est flottant, amarré à la végétation hélophytique ou rivulaire, parfois à des branches d'arbres qui pendent dans l'eau, ou à de jeunes arbrisseaux qui poussent en eau peu profonde. Il consiste en un amas flottant de débris végétaux (feuilles, tiges de roseaux, carex,...). La ponte débute dès fin février, mais surtout début avril. Deux à trois couvées sont produites durant le printemps et l'été. Elles comportent habituellement quatre à six œufs (extrêmes : deux à sept) blancs à la ponte. A mesure qu'avance l'incubation, la couleur des œufs tend à foncer au contact des matériaux du nid, virant de beige au marron, voire roux. Les matériaux du nid servent à recouvrir les œufs lors des périodes d'absence. Les œufs éclosent après 20 à 21 jours d'incubation par les deux parents. Comme l'incubation commence après la ponte du premier ou du deuxième œuf, les éclosions sont asynchrones (Bauer et Glutz von Blotzheim,

1966). Les jeunes sont semi nidifuges. Ils sont nourris par les deux parents qui les portent sur le dos pendant une douzaine de jours. Ils deviennent indépendants à l'âge de 30 à 40 jours et volent à 44 - 48 jours. Une seconde ponte peut déjà être produite quand les jeunes ont atteint l'âge de 15 jours. Le mâle s'occupe alors des jeunes issus de la première couvée. Il a aussi été observé des comportements d'aide à la reproduction de la part de grands jeunes, aidant leurs parents à nourrir les jeunes issus de la seconde ponte (Cramp et *al.*, 1998). La maturité sexuelle est atteinte à l'âge de un ou deux ans. La longévité maximale observée grâce aux données de baguage est d'environ 13 ans (Staav, 1998).

4.2.5. Etat des populations et tendances d'évolution des effectifs

La population mondiale est estimée entre 610 000 à 3,5 millions d'individus. La tendance globale de la population est en baisse, malgré que certaines populations pourraient être stables et d'autres ont des tendances inconnues (BirdLife International, 2015).

La population nicheuse européenne est estimée entre 99 000 et 170 000 couples. Elle semble stable et présente un niveau de conservation favorable. Les effectifs les plus importants sont présents en Turquie (13 000 - 20 000 couples reproducteurs), en Roumanie (7 000 - 12 000 couples), en Hongrie (9 000 - 10 000 couples), Pologne (7 500 - 10 000 couples) et en Grande Bretagne (3 800 - 13 000 couples) (BirdLife International, 2004).

4.2.6. Migration

Les populations vivant en Europe de l'Ouest et en Afrique du Nord sont sédentaires. Celles de l'Europe du Nord migrent vers le Sud à la fin de l'été. Elles passent l'hiver dans la partie Ouest de l'Europe, se mêlant aux populations résidentes. Les Grèbes castagneux forment alors de petits groupes qui se mêlent avec d'autres espèces d'oiseaux hivernants. De façon plus générale, seules les populations nichant dans les zones où l'eau gèle en hiver sont migratrices (Llimona et *al.*, 2014b). La migration, essentiellement nocturne, est perceptible de juillet à novembre. Le passage pré-nuptial se produit de février à fin avril (MEEDDAT - MNHN, 2009c).

4.2.7. Statut juridique de l'espèce

Le Grèbe castagneux est classé par l'UICN dans la catégorie préoccupation mineure « LC ou least concern ». Cette espèce est protégée en France (Article 1 et 5 de l'arrêté modifié du 17 avril 1981), inscrite à l'Annexe II de la Convention de Berne, et listée

en catégorie C1 de l'AEWA (populations d'Europe et du nord-ouest de l'Afrique) (MEEDDAT - MNHN, 2009c).

4.2.8. Menaces

La régression des zones humides conduit à l'utilisation de milieux de substitution fortement anthropiques et temporairement attractifs, tels que les gravières et les ballastières. Par ailleurs, la qualité des eaux des zones de lagunage pourrait s'avérer à la longue néfaste pour l'espèce. Les menaces fréquemment citées sur les sites majeurs, tels que la Brenne, sont les modifications d'habitat affectant les plans d'eau occupés lors de la saison de nidification, comme les transformations dans un but touristique ou cynégétique (Commecey, 1999), le faucardage estival et l'emploi d'herbicides qui suppriment la végétation aquatique (Trotignon et Williams, 1989).

L'assèchement des étangs, l'urbanisation, le dérangement (volontaire) des couples nicheurs en raison notamment des loisirs nautiques et de la pêche constituent des menaces supplémentaires. La pisciculture intensive et le déversement d'eaux fortement polluées dans des bassins, réduisent fortement les possibilités de reproduction (MEEDDAT - MNHN, 2009c). L'espèce est sensible à des maladies telles que la grippe aviaire (Melville et Shortridge, 2006).

4.3. Description du modèle biologique, le Grèbe huppé *Podiceps cristatus*

Il porte sur la tête une huppe noire s'écartant sur les côtés et se dressant plus ou moins selon son degré émotionnel. On pourrait tout aussi bien l'appeler « Grèbe à collerette », tant sont remarquables les deux demi-collerettes portées en arrière des joues, qu'il déploie et ramène vers l'avant en fonction de son humeur. Cette superbe parure entoure une tête blanc et noir d'un disque roux bordé de noir. En vol, le dessous est blanc pur et l'aile est largement marquée de blanc sur le miroir ainsi qu'à l'épaule. Plus terne en hiver, il est grisâtre dessus et blanc dessous, la huppe restant visible quoique plus petite (Losange, 2007).

4.3.1. Systématique

Règne : Animalia

Embranchement : Chordata

Classe : Aves

Ordre : Podicipediformes

Famille : Podicipedidae

Genre : *Podiceps*

Espèce : *Podiceps cristatus* (Linnaeus, 1758)

Longueur du corps : 46 – 51 cm. Envergure : 85 – 90 cm. Poids : 700 et 1 200 g (Cramp et al., 1998).

4.3.2. Répartition géographique

4.3.2.1. Au plan mondial

Le Grèbe huppé est fréquent partout en Europe et en Asie centrale, cependant il hiverne dans une partie de l'Asie méridionale (comme l'Inde du Nord). Des colonies sont dispersées à travers l'Afrique, de la Tunisie et l'Egypte au Nord, à travers quelques colonies dispersées en Afrique centrale à l'Afrique du Sud. Il se reproduit également dans le Sud de l'Australie et en Nouvelle-Zélande, avec des individus hivernant dans l'Est et le Nord de l'Australie (Fig. 08) (Del Hoyo et al., 1992).

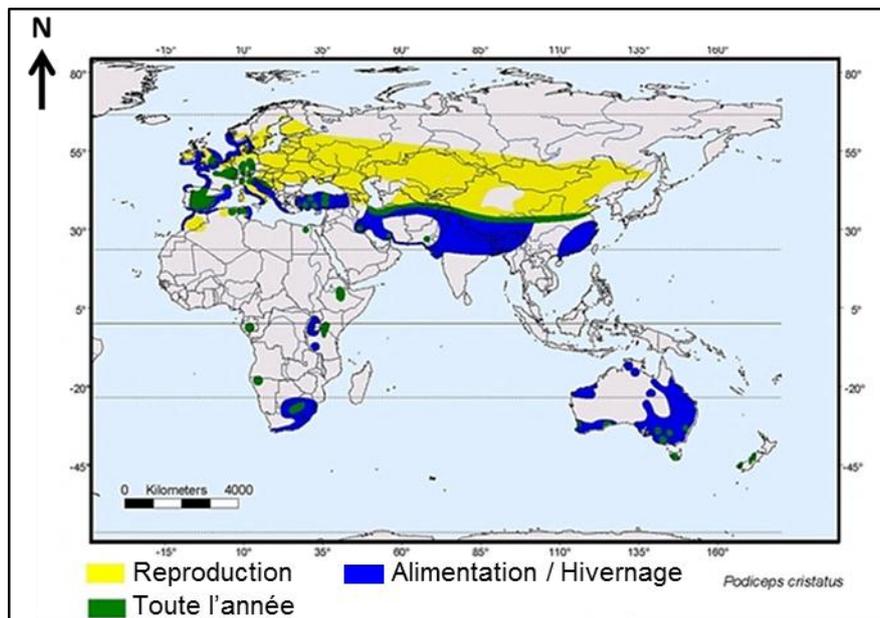


Figure 08 : Distribution mondiale du Grèbe huppé (Llimona et al., 2014a).

4.3.2.2. En Algérie

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

observés en 1977 à Boughzoul (Jacob et Jacob, 1980), 2 poussins en juin 1976 à Réghaia (Jacob et *al.*, 1979), 7 couples à Draa El Mizan en 1993 et 2 couples à Makouda/Kabylie en 1997 (Moali, 1999). De septembre/octobre à mars, le Grèbe huppé, par l'arrivée d'hivernants d'Europe, se concentre davantage, notamment le long des côtes, les lacs de barrage et même sur certains plans d'eau sahariens comme à Oued Rhir, Touggourt et Ouargla (Dupuy, 1969). Leurs effectifs sont inconnus mais, plusieurs centaines hivernent régulièrement près d'El Kala, 500 individus ont été recensés en 1992 au Lac Oubeira (Chown et Linsley, 1994).

4.3.3. Biologie du Grèbe huppé

4.3.3.1. Ecologie

L'espèce se reproduit dans les milieux d'eau douce ou saumâtre bordés d'une végétation abondante et submergée (Del Hoyo et *al.*, 1992 ; Snow et Perrins, 1998). Elle montre une préférence pour les milieux trophiques d'eau douce avec des eaux stagnantes et un fond boueux ou sableux, généralement d'une profondeur de 0,5 à 5 m (Snow et Perrins, 1998) avec de grandes zones d'eau libre. Le Grèbe huppé fréquente ainsi les lacs, les étangs, les marais, les réservoirs artificiels et plus rarement les rivières (Del Hoyo et *al.*, 1992). En Australie, l'espèce nidifie également dans les marécages, les réservoirs, les lagunes, les marais salés, les estuaires et les baies (Marchant et Higgins, 1990). En Afrique tropicale et en Nouvelle Zélande, l'espèce peut se reproduire sur les lacs de haute montagne jusqu'à 3 000 mètres d'altitude (Del Hoyo et *al.*, 1992).

L'espèce hiverne sur les grandes zones d'eau libre de gel (Fjeldså, 2004), les lacs, les réservoirs (Del Hoyo et *al.*, 1992 ; Snow et Perrins, 1998) et les zones côtières (Snow et Perrins, 1998) de moins de 10 m de profondeur (Fjeldså, 2004) telles que les estuaires (Del Hoyo et *al.*, 1992 ; Snow et Perrins, 1998), les deltas, les marais (Snow et Perrins, 1998) pendant les périodes de froid (Fjeldså, 2004). En outre, elle fréquente des grands lacs salés en Australie (Marchant et Higgins, 1990).

4.3.3.2. Comportement

Le Grèbe huppé nidifie habituellement en solitaire, en colonies lâches ou avec des nids dispersés (Del Hoyo et *al.*, 1992). Après la nidification (d'août à octobre) (Fjeldså, 2004), les adultes font quelques déplacements locaux vers les grands lacs et les réservoirs pour muer (Del Hoyo et *al.*, 1992) et se rassemblent en centaines d'individus (parfois supérieurs à 10

000) (Fjeldså, 2004). Durant l'hivernage, l'espèce est solitaire (Snow et Perrins, 1998), surtout quand elle s'alimente (Fjeldså, 2004), mais temporairement en agrégations (Snow et Perrins, 1998) qui peuvent atteindre 5 000 individus dans certaines régions (Fjeldså, 2004).

4.3.3.3. Régime alimentaire

Nettement plus piscivore que les autres Grèbes (Losange, 2007). Le régime alimentaire du Grèbe huppé se compose essentiellement de poissons de grande taille, ainsi que d'insectes, de crustacés (écrevisses, crevettes...), de mollusques et parfois des larves et adultes d'amphibiens. La consommation d'invertébrés est plus importante pendant la saison de reproduction (Del Hoyo et *al.*, 1992).

4.3.3.4. Reproduction et dynamique de population

Il se reproduit entre avril et septembre en Europe, et durant toute l'année en Afrique (un pic au cours d'une longue saison des pluies) et de novembre à mars en Australasie. Le nid est généralement une plate-forme de plantes aquatiques flottantes, ancrée à la végétation émergente ou bien construit à la surface du lac dans les eaux profondes (Del Hoyo et *al.*, 1992).

L'accouplement a lieu sur l'eau. La femelle pond 3 à 5 œufs que les deux parents couvent. Ils prennent également soin conjointement des poussins. Le plumage zébré des poussins leur permet de se fondre dans le fouillis des plantes aquatiques, quand ils ne se cachent pas sur le dos de leurs parents (Losange, 2007).

4.3.4. Etat des populations et tendances d'évolution des effectifs

La population mondiale de l'espèce est estimée entre 920 000 et 1,4 millions d'individus. La population nicheuse européenne est estimée entre 300 000 et 450 000 couples. Les principales populations de l'espèce sont retrouvées en Finlande (25 000 à 35 000 couples), en France (6 000 à 10 000 couples), en Allemagne (16 000 à 26 000 couples), en Lituanie (15 000 à 20 000 couples), aux Pays-Bas (13 000 à 16 000 couples), en Pologne (15 000 à 25 000 couples), en Roumanie (20 000 à 30 000 couples), en Russie (90 000 à 150 000 couples), en Suède (15 000 à 25 000 couples) et en Ukraine (14 500 à 16 700 couples) (Wetlands International, 2006).

4.3.5. Migration

La plupart des effectifs de cette espèce sont migrateurs, bien que certaines populations ne se déplacent que localement (Del Hoyo et *al.*, 1992). Les populations du Nord ou à l'Est de son aire de répartition, où le gel fige les plans d'eau, sont migratrices. Elles vont passer l'hiver plus au Sud ou à l'Ouest, dans des régions plus proches de l'océan Atlantique ou de la mer Méditerranée. Le vol se fait de nuit. Les départs d'automne se font à date variable, selon le climat de la région et les conditions météorologiques ; les retours de printemps ont lieu vers mars ou avril. Ce sont des migrateurs partiels (Limona et *al.*, 2014a).

4.3.6. Statut juridique de Grèbe huppé

L'UICN classe cette espèce dans la catégorie préoccupation mineure « LC ou least concern ». Cette espèce est protégée en France (Article 1 et 5 de l'arrêté modifié du 17 avril 1981), ainsi que dans toute l'Europe par la Convention de Berne, en annexe III. L'AEWA fait cependant une estimation plus nuancée en distinguant les populations : si les populations du Nord et du Nord-Ouest de l'Europe, de la mer Noire et de la mer Méditerranée ne sont classées qu'en catégorie C (populations comptant plus de 100 000 individus), les populations de la mer Caspienne et du sud-ouest de l'Asie sont classées en A2 (populations menacées comptant approximativement entre 10 000 et 25 000 individus) et celle d'Afrique de l'est et du sud en A1c (populations très menacées de moins de 10 000 individus) (MEEDDAT - MNHN, 2009d).

4.3.7. Menaces

Au 19^{ème} siècle, L'espèce a subi de fortes baisses de ses effectifs suite à la chasse pour ses plumes utilisés comme ornements de chapeau (ce n'est plus une menace actuellement) et pour l'alimentation en Nouvelle-Zélande. Cette dernière menace bien que diminuée continue de limiter la population en sus de menaces comme la faible disponibilité en nourriture, la modification des lacs pour les activités de loisirs (Del Hoyo et *al.*, 1992), le développement des activités hydroélectriques et l'introduction des espèces concurrentes exotiques (comme les truites) et les prédateurs (comme belettes, chats et rats) (Fjeldså, 2004). L'espèce est également noyée accidentellement dans les filets de pêche (Del Hoyo et *al.*, 1992 ; Fjeldså, 2004) dont les mailles sont supérieures à 5 cm (Quan et *al.*, 2002). A l'avenir, l'espèce peut également être menacée par la pollution par les hydrocarbures (Gorski et *al.*, 1977) ou par des maladies telle que la grippe aviaire (Melville et Shortridge, 2006).

5. Description du modèle biologique, Fuligule nyroca *Aythya nyroca*

Le Fuligule nyroca est un canard plongeur de couleur générale brun acajou, bien que le dos soit de teinte plus sombre (MEEDDAT - MNHN, 2009a), 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 (Cramp et Simmons, 1977).

La femelle adulte est plus brune et plus terne que le mâle qui est brun chaud avec des reflets roussâtres. Les deux sexes ont le ventre blanc. De blanc chez cette espèce, on note également les sous-caudales qui se détachent bien du reste du corps à distance, mais aussi les barres alaires larges, sur les rémiges, bien visibles quand l'espèce est en vol. La zone blanche est alors à peu près identique en surface au brun de l'aile. Le mâle adulte possède un œil blanc (iris) ; celui de la femelle est brun noir. Le bec plutôt fin et droit est de couleur grise, avec un court onglet noir à son extrémité. Les jeunes de première année sont semblables à la femelle, bien que plus ternes encore. Le blanc des sous-caudales et du ventre est aussi moins pur, plus « sale ». La proportion de blanc sur l'aile est identique à celle des oiseaux adultes (MEEDDAT - MNHN, 2009a).

La mue postnuptiale des adultes est complète, celle des femelles étant un peu plus tardive que celle des mâles. Les adultes effectuent également une mue partielle pré-nuptiale. Les jeunes ont une mue postjuvénile, mais, comme beaucoup de canards, d'importance et de durée très variables (MEEDDAT - MNHN, 2009a).

Assez discret. Les femelles font entendre un « kèrr-kèrr-kèrr ;... » sec, roulé, bourdonnant et résonnant de façon caractéristique, les mâles émettant « vih-viu » pendant la parade nuptiale et un cri rude et nasillard en staccato « tik-tik-tik,... » (Mullarney et al., 2007). Généralement les mâles produisent une respiration grinçante semblable aux cris des autres *Aythya*, par contre ceux des femelles sont plus bruyants et rocailleux (Cramp et Simmons, 1977).

5.1. Systématique

Règne : Animalia

Embranchement : Chordata

Classe : Aves

Ordre : Ansériformes

Famille : Anatidae

Genre : *Aythya*

Espèce : *Aythya nyroca* (Güldenstädt, 1770)

Longueur du corps : 38 à 42 cm. Envergure : 63 à 67 cm, Poids : 670 à 800 g selon le sexe (Cramp et *al.*, 1998).

5.2. Difficultés d'identification (similitudes)

Le Fuligule nyroca – et notamment les femelles et les jeunes oiseaux – ressemble à d'autres espèces de Fuligules. La femelle de Fuligule morillon *A. fuligula* est similaire, mais de plumage plus brun foncé, moins roux. De plus celle-ci possède une petite huppe à l'arrière du crâne (mais pas toujours !) et son bec plus large, plus rond au bout, possède une pointe largement noire. L'iris est jaune chez la femelle (ambre chez le jeune). Toutefois certaines femelles possèdent des sous-caudales blanches, comme chez le nyroca, ce qui accentue la confusion. La femelle de Fuligule milouin *A. ferina* est plus corpulente, mais de silhouette assez voisine. Elle est surtout nettement brun gris, et l'œil est sombre (Reeber, 2002).

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

5.3. Répartition géographique

5.3.1. Au plan mondial

Dans la période estivale, l'aire du Fuligule nyroca s'étend de l'Asie centrale jusqu'à la Grèce, le Sud-Est de l'Espagne et en Afrique du Nord. Ce Fuligule se reproduit principalement en Pologne, en Italie et dans les Balkans à l'Ouest jusqu'en Sibérie centrale. Plus à l'Est (Mongolie et Chine occidentales), sa reproduction, si elle est connue, n'est pas quantifiée précisément. Au Nord, il atteint la Lituanie, au Sud, l'Iran. Ailleurs, sa répartition est fragmentée. Il niche 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 (Robinson et Hughes, 2003b).

L'hivernage du *Fuligule nyroca* se déroule sur la ceinture méditerranéenne et en Afrique tropicale à l'Ouest, et sur les grandes zones humides d'Asie occidentale et centrale à l'Est. Les oiseaux européens hivernent principalement en Afrique du Nord et en Afrique de l'Ouest (Fig.09) (Robinson et Hughes, 2003b).

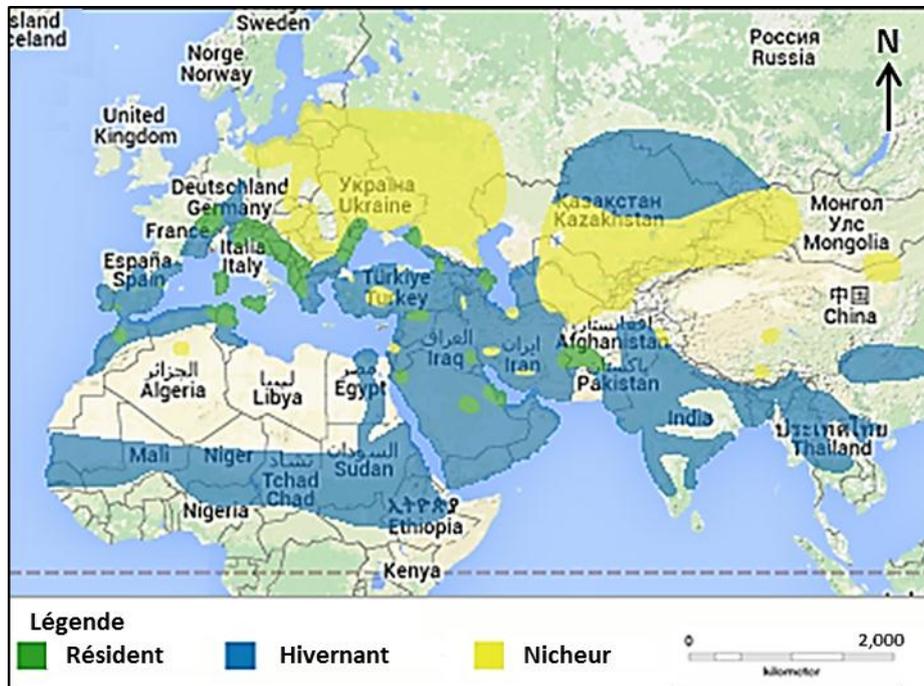


Figure 09 : Distribution mondiale du *Fuligule nyroca* (BirdLife International, 2015).

5.3.2. En Algérie

Dans le bassin méditerranéen, les populations de *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, 1998a,b ; Green et *al.*, 1999, 2002 ; Green et El Hamzaoui, 2000, 2006 ; Robinson et Hughes, 2003b). Le *Fuligule nyroca* est une espèce estivante nicheuse dans la majorité des zones humides du Nord-Est algérien (Chalabi, 1990 ; Samraoui et De Blair, 1997) présentant un statut de sédentaire (Houhamdi, 2002 ; Houhamdi et Samraoui, 2002).

Le *Fuligule nyroca* est une espèce monotypique (Mullarney et *al.*, 2007). Au 19^{ème} siècle, l'espèce a été connue du Lac Fetzara où elle a niché en masse, dans les marais de Zana et de Djendjeli (Heim de Balsac et Mayaud, 1962). Jacob et *al.* (1979) l'ont trouvée à Réghaia et van Berg (1982) a observé un groupe à Boughzoul. Boumezbeur (1993) a confirmé sa nidification en 1991 et 1992 autour d'El Kala : Mekhada, Lac des Oiseaux et, surtout, Lac

Tonga (550-600 couples). Une autre population nicheuse a été signalé dans le marais de Boussedra (Samraoui et Samraoui, 2008a). De plus, cette espèce est connue comme hivernante d'une manière régulière autour d'El Kala, irrégulière dans l'Oranais ; en faible nombre à Réghaia et avec 3 individus à Boughzoul, et comme migratrice durant la période octobre-novembre/début décembre et de mars à mi-mai. Plusieurs observations sahariennes ont eu lieu à El Goléa, Tamerna/Touggourt et Ouargla) (Brehme et *al.*, 1994 in Isenmann et Moali, 2000). L'essentiel des nicheurs algériens va probablement hiverner au Sud du Sahara où une moyenne de 4 000 individus a été dénombrée entre 1983 et 1987 dans le delta intérieur du Niger au Mali (Roux et Jarry, 1984 ; Rose et Pirot, 1990). Enfin, Boumezbeur (1993), au Lac Tonga, signale que très peu d'oiseaux sont observés entre décembre et janvier (généralement moins de 20 individus), l'arrivée des nicheurs ayant lieu entre mi-février et début mars. Les couples semblent se former sur les lieux de nidification même. La dispersion postnuptiale et les départs en migration se font entre fin septembre et début novembre. Les pontes sont déposées entre fin avril/début mai et mi-juin (Boumezbeur, 1993).

5.4. Biologie de l'espèce

5.4.1. Ecologie

Sur ses quartiers de reproduction, le Fuligule nyroca niche sur des étangs et lagunes de faible profondeur, ceinturés d'une riche végétation paludicole, du même qu'avec une végétation flottante fournie (notamment des nénuphars) (Metallaoui, 2010).

Dans l'Est de son aire de répartition (en Asie centrale), l'espèce se rencontre également sur des milieux aquatiques saumâtres, voire salés, notamment sur les lagunes et lacs steppiques. Dans l'Ouest, en revanche, il peut nicher sur des milieux plus ou moins artificialisés comme les étangs de pisciculture. Il fréquente également les milieux aquatiques assez fermés, riches en roselières, les canaux encombrés de végétation, ressemblant ainsi dans ses choix, aux Grèbes *Podiceps* sp. et *Tachybaptus* sp. (Metallaoui, 2010).

En hiver, l'espèce fréquente volontiers les grands plans d'eau, les lacs de barrages, les réservoirs, voire même des mers intérieures ou des eaux côtières. En Afrique, il recherche les grands marais, les zones deltaïques intérieures, les marais d'eau douce côtiers. En France, il apparaît en général avec les autres Fuligules *Aythya* sp., et surtout les Fuligules milouins, sur les plans d'eau, les gravières, les lacs, les réservoirs, etc. (MEEDDAT - MNHN, 2009a).

5.4.2. Comportement

Le comportement diurne de ces canards plongeurs est dominé par un repos diurne dans l'eau qui rappelle le caractère nyctéméral de l'espèce dans les zones humides du bassin méditerranéen (Houhamdi et Samraoui, 2008). 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 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).

Le retour sur les sites de reproduction s'effectue vers mars-avril, se prolongeant jusque dans les premiers jours de mai (MEEDDAT - MNHN, 2009a). Sur les sites protégés, le nyroca niche souvent en petites colonies, les nicheurs sont dispersés sur des sites situés plus en retrait et isolés des autres espèces. On le trouve en couples ou en petits groupes sur des lacs ou des marais d'eau douce (Potiez, 2004). De grands rassemblements ont lieu seulement à la fin de la mue postnuptiale et au début de la migration ; ils excèdent rarement quelques centaines d'individus (Madge et Burn, 1988).

5.4.3. Régime alimentaire

L'espèce est omnivore et son alimentation est variable (Cramp et Simmons, 1977). L'analyse des contenus stomacaux a révélé la prédominance des graines et d'autres parties des plantes aquatiques telles que : *Potamogeton spp.*, *Polygonum*, *Carex spp.*, *Ceratophyllum spp.*, *Hydrocharis*, *Bolboschoenus maritimus*, *Echinochloa*, *Nymphaea alba* et aussi de *Chara*, *Lemna* et diverses herbes vertes. Pour ce qui est de proies animales, on trouve principalement des annélides, des mollusques (Del Hoyo et *al.*, 1992) (escargots [Kear, 2005]), des crustacés (crabes *Branchinecta ferox*), des larves et insectes adultes (Del Hoyo et *al.*, 1992) (coléoptères, chironomes [Kear, 2005], Libellules, punaises d'eau, trichoptères,

mouches [Brown et *al.*, 1982]), amphibiens (Del Hoyo et *al.*, 1992) (grenouilles, têtards et œufs [Kear, 2005; Brown et *al.*, 1982]) et des petits poissons (Del Hoyo et *al.*, 1992) dont la taille ne dépasse pas 3 centimètres de long (Brown et *al.*, 1982). La recherche alimentaire peut être effectuée sur les abords des zones humides ou dans l'eau. Elle est assurée par des méthodes différentes selon la profondeur de l'eau soit en nageant pour se nourrir en surface, soit en nageant avec tête submergée, soit en se basculant le corps ou en plongeant. L'alimentation est effectuée principalement dans les eaux peu profondes comprises entre 1-3 mètres, du littoral riche en végétation. En Hongrie, elle se fait dans les eaux naturelles, les étangs artificiels et les rizières ayant des profondeurs de 20 – 70 centimètres principalement et même jusqu'à 1,6 m. Le plongeon dure un temps variable de 40 – 50 secondes, probablement moins de manière générale. Cette activité est observée principalement le soir et le matin (Cramp et Simmons, 1977).

5.4.4. Reproduction et dynamique de population

Les couples, monogames, se forment plutôt tardivement, à partir du mois de janvier. Dès avril, les mâles entament leurs parades autour des femelles, cou tendu au ras de l'eau, puis rejetant leur tête en arrière, un peu comme le Garrot à œil d'or *Bucephala clangula*. Le nid est en général bâti sur la végétation flottante, sur des îlots ou encore sur la berge bien végétalisée, pourvu que l'accès à l'eau soit immédiat. Il est constitué de débris végétaux – Typhas, Phragmites, Carex et autres végétaux aquatiques – et garni à l'intérieur de duvet. La ponte, en général de huit à dix œufs est déposée entre mi-mai et fin juin. Ceux-ci sont de couleur crème roussâtre et incubés par la femelle pendant 25 à 28 jours (MEEDDAT - MNHN, 2009a). A noter que la femelle peut pondre dans le nid d'autres anatidés (surtout le Fuligule milouin) (Cramp et Simmons, 1977). A la naissance, les poussins au duvet brun foncé, quittent le nid rapidement et suivent la femelle pendant près de deux mois avant de s'envoler. La longévité maximale n'est pas connue (MEEDDAT - MNHN, 2009a). Les jeunes sont aptes à voler vers l'âge de 55 jours, atteignent leur maturité sexuelle à un an ou parfois deux ans (Cramp et Simmons, 1977).

5.5. Etat des populations et tendances d'évolution des effectifs

La population mondiale est estimée à 163 000 - 257 000 individus, dont 2 400 – 2 600 en Afrique du Nord. Sa zone de répartition a largement fluctué depuis 150 ans. La population nicheuse mondiale s'élève à environ 17 700 – 23 700 couples selon les estimations les plus

récentes (Robinson et Hughes, 2003a). On estime à environ 600 couples l'effectif reproducteur dans le Parc National d'El-Kala en Algérie (Boumezbeur, 1993). Des récents rapports signalent la reproduction de cette espèce en Aswan en Egypte (Hoek et *al.*, 2010). En Europe, la population nicheuse est estimée à 12 000 - 18 000 paires (BirdLife International, 2004), voire un peu plus (jusqu'à 24 000 couples [Petkov et *al.*, 2003]), avec une large population en Roumanie (5 000 – 6 500 paires nicheuses, concentrée dans le Delta de Danube) (BirdLife International, 2004). Des populations significatives (entre 1 000 et 5 000 couples) sont aussi observées en Croatie, Azerbaïdjan, et probablement la Turquie. Cependant des petites populations (500 – 1 000 couples) sont trouvées en Russie, la Hongrie et l'Ukraine (BirdLife International, 2004 ; Dordevic et *al.*, 2009). La nidification et/ou l'hivernage sporadique sont notés dans plusieurs pays de l'Europe de l'Ouest. En Europe, entre 3 000 et 14 000 Fuligules nyrocas hivernent (Petkov et *al.*, 2003). Des études récentes menées en Asie ont montré la présence des nombres très élevés dépassant des dizaines de milliers d'individus en Mongolie centrale (bien que l'exactitude de ces comptages soit vague, et peut faire référence aux oiseaux non - nicheurs d'autres régions), 6 000 – 7 000 couples nicheurs au Kazakhstan et il est apparemment commun de le Plateau Tibétain (Chine) (Scott, 1993), et en hiver en Inde, Bangladesh (70 000 oiseaux dénombrés à partir de quatre sites), Myanmar et Thaïlande. D'autres dénombrements hivernaux ont été réalisés en Azerbaïdjan (9 000 oiseaux), Turkménistan (21 000 oiseaux) (Carboneras, 1992) et Ouzbékistan (7 000 oiseaux [Kashkarov et Mukhina, 1997]). Ailleurs, ce sont quelques dizaines à quelques centaines d'oiseaux qui hivernent (Russie, Italie, Bulgarie, Grèce, Turquie). C'est nettement plus à l'Est que l'on rencontre en hiver les plus forts effectifs de nyrocas (Petkov et *al.*, 2003). 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. L'espèce a remarquablement décliné en Europe où elle a chuté de plus de 20 % dans huit pays européens (BirdLife International, 2004).

Le statut de la population européenne (12 000 – 18 000 couples, occupant 25 – 49 % de l'aire globale de nidification) a été récemment réévaluée. 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) (BirdLife International, 2004). Il existe également des évidences pour les déclinés d'effectifs en Inde, Kazakhstan, Kirgizstan, Pakistan, Ouzbékistan (Kashkarov et Mukhina, 1997) (mais cette population semble être stabilisée) et le Viêtnam (Tucker et Heath, 1994), et un degré moindre

dans le Népal (mais probablement stable là-bas). Les dénombrements hivernaux en Israël suggèrent que la population est stable ces dernières années. En Ukraine, les effectifs ont chuté de 65 000 dans les années 1960 à 1 500 couples. Cependant, des déclin spectaculaires ont été enregistrés en Moldavie, Albanie (de 100 – 300 paires à une récente estimation de 0 – 3 couples), Pologne, la Hongrie, et l'Espagne (de 500 couples il y a un siècle avant à 5 couples récemment). Cependant, dans d'autres pays, les populations ont connu une stabilité et même une légère augmentation des effectifs des populations locales qui peut être attribuée en partie en Russie et en Ukraine à la diminution de la chasse responsable de la rareté de l'espèce (Vinicombe, 2000).

5.6. Migration

Cette espèce est principalement migratrice (Del Hoyo et *al.*, 1992 ; Scott et Rose, 1996), et très peu d'informations sont disponibles sur les trajets migratoires (Scott et Rose, 1996) et certains individus ne quittent pas les sites de reproduction et y résident toute l'année (Kear, 2005).

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 situées de l'Est de l'Afrique (Soudan et Éthiopie) à l'Ouest jusqu'au Sénégal et parfois jusqu'au Kenya au Sud. Il n'est observé qu'irrégulièrement sur la côte atlantique africaine. Il hiverne aussi mais en plus petit nombre dans les plaines proches des mers Noire et Caspienne, sur les côtes de la Méditerranée, sur le Nil, dans le golfe persique, dans le nord de l'Inde, en Birmanie septentrionale et en Chine méridionale. Son hivernage dans le Nord-Ouest européen est accidentel (Robinson et Hughes, 2003a). La migration pré-nuptiale a lieu en mars-avril. Sa zone de nidification se situe principalement en Europe orientale, parfois en des endroits très localisés : depuis le Sud de l'es- U.R.S.S (Union des républiques socialistes soviétiques) jusqu'en Chine (Sinkiang et Nord du Szechwan) et en Mongolie occidentale (Fig. 10). Il niche aussi en petit nombre en Libye, Turquie, Iran, Afghanistan et Cachemire. Il a aussi niché dans plusieurs pays méditerranéens mais de manière sporadique (Maroc, Algérie) (Potiez, 2004).

En Europe occidentale, il existe de petits groupes nicheurs éparpillés en Pologne, Allemagne orientale, ex- Tchécoslovaquie et Hongrie. La Roumanie est l'un des derniers pays

de l'Europe occidentale où l'effectif nicheur semble encore abondant. Nicheur dans le passé dans la Dombes, il n'y a plus actuellement de nidification française (Potiez, 2004).

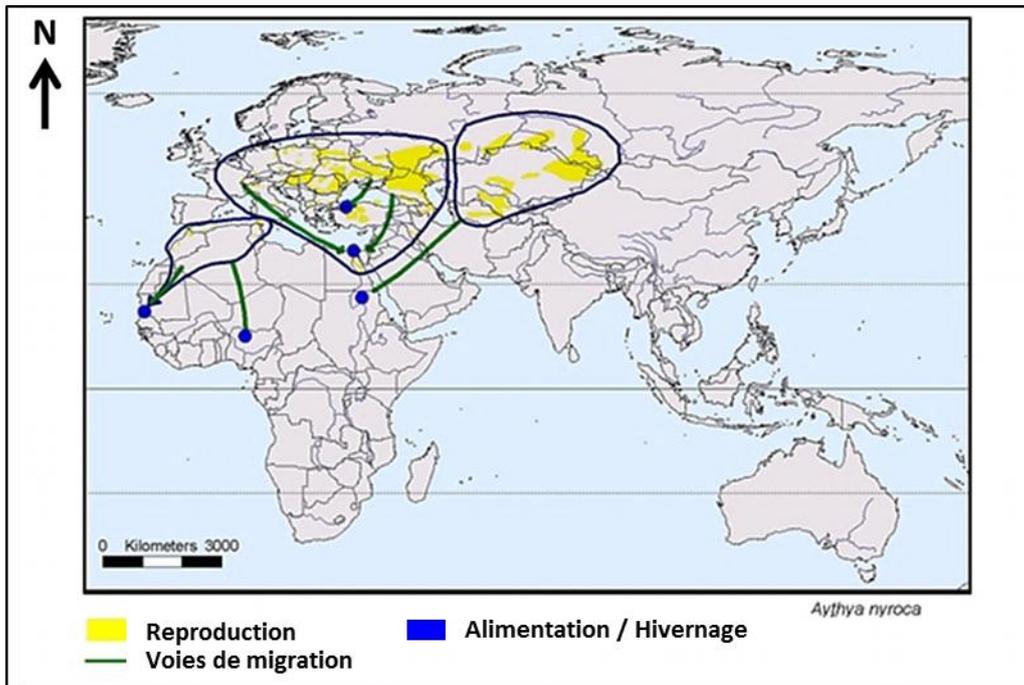


Figure 10 : Les voies de migration du Fuligule nyroca (Carboneras et Kirwan, 2014).

5.7. Statut juridique de l'espèce

Le statut de conservation du Fuligule nyroca est défavorable au niveau mondial. Depuis 2000, il a été classé comme « Quasi-Menacé » et figure dans la Liste Rouge de l'UICN, c'est-à-dire parmi les espèces menacées à plus ou moins long terme si leur déclin se poursuit (BirdLife International, 2000, 2004). Son déclin semble assez important en Europe. Il a été estimé à 30% en dix ans, ce qui a lui valu son statut d'espèce « vulnérable » (BirdLife International, 2004). Mais une telle diminution reste discutée (Robinson et Callaghan, 2003). En Asie, un déclin est également possible, mais la population est supérieure à ce qui avait été jusqu'alors estimé (MEEDDAT - MNHN, 2009a).

Espèce inscrite à l'annexe I de la Directive Oiseaux, à l'annexe III de la Convention de Berne, aux annexes I et II de la Convention de Bonn, à l'annexe III de la Convention de Washington, à l'Annexe A du règlement CEE/CITES et listée en catégorie A1a et A1c (population Ouest Méditerranée/Nord-Ouest Afrique) et A1a et A3c (population Est Europe/Est Méditerranée/Afrique Sahélienne) de l'AEWA (The African-Eurasian Migratory Waterbird Agreement) (MEEDDAT - MNHN, 2009a).

En Algérie, l'espèce est protégée par le décret N° 83-509 du 20 août 1983 et l'ordonnance N° 06-05 du 15 juillet 2006 relative à la protection et à la préservation de certaines espèces animales menacées de disparition.

5.8. Menaces

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 le braconnage d'autre part (Robinson et Callaghan, 2003). 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. L'espèce est menacée par la dégradation et la destruction de ses habitats riches en végétation et peu profondes (Vinicombe, 2000 ; Del Hoyo et *al.*, 1992 ; Kear, 2005 ; Robinson et Hughes, 2006) suite d'un drainage excessif de l'eau (Vinicombe, 2000; Grishanov, 2006; Robinson et Hughes, 2006), extraction de tourbe, pollution par hydrocarbures (Grishanov, 2006), l'eutrophisation (Robinson et Hughes, 2006), la construction des barrages (Vinicombe, 2000 ; Robinson et Hughes, 2006) et la canalisation des rivières (Kear, 2005). L'espèce est également menacée par le changement des pratiques de gestion des terres comme la fauche des roseaux et les incendies durant la saison de reproduction (Petkov, 2006), le surpâturage (Robinson et Hughes, 2006), l'introduction d'une espèce non indigène (Kear, 2005 ; Robinson et Hughes, 2006), les changements globaux du climat qui posent des problèmes à l'espèce en partie dans sa répartition (Vinicombe, 2000 ; Robinson et Hughes, 2006), les perturbations par les bateaux de pêche et les pêcheurs en bord de l'habitat pourrait provoquer l'abandon des sites de reproduction ou perturber la chronologie de la reproduction.

La chasse excessive et surtout non légale représente également une sérieuse menace pour l'espèce (Vinicombe, 2000 ; Del Hoyo et *al.*, 1992; Robinson et Hughes, 2006). Un grand nombre est chassé durant leur passage en automne (par exemple à travers le delta de la Volga) et dans les aires d'hivernage (par exemple au Soudan) (Kear, 2005; Balmaki et Barati, 2006). Autres menaces de niveau inférieur peuvent constituer un danger pour l'espèce citons : l'empoisonnement au plomb ou saturnisme (à partir de l'ingestion de grenaille de plomb rejetées), l'enchevêtrement et la noyade dans les filets de pêche (Robinson et Hughes, 2006), et l'hybridation avec des espèces indigènes (comme Fuligule morillon *Aythya fuligula* et le Fuligule milouin *Aythya ferina* en Suisse) (Leuzinger, 2010).

Chapitre 02 : Matériel et méthodes

La présente étude, qui s'étale sur deux cycles annuels, s'articule en trois volets qui sont le suivi des populations et le dénombrement bimensuel de l'effectif des Podicipedidae et des Fuligules nyroca *Aythya nyroca* fréquentant Garaet Hadj-Tahar, l'occupation et la distribution spatiale dans le plan d'eau et enfin le suivi des rythmes d'activités diurnes avec un peu plus de détail pour le comportement alimentaire.

1. Le matériel

Le matériel utilisé pour notre étude est le suivant :

Sur terrain :

- ❖ Télescope modèle *Konuspot* (80 × 60) ;
- ❖ Un carnet de notes ;
- ❖ Une carte du terrain ;
- ❖ Fiche technique ;
- ❖ Guide d'identification des oiseaux (Guide Heinzel des oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient ; Heinzel, 2004) ;
- ❖ Appareil photo numérique.

Pour l'analyse statistique :

- ❖ Le logiciel SPSS version 19.

2. Structure et dynamique des Grèbes et du Fuligule nyroca dans Garaet Hadj-Tahar

2.1. Dates et fréquences des dénombrements

Les dénombrements des Grèbes et Fuligules nyroca dans Garaet Hadj-Tahar à l'aide d'un télescope (*Konuspot* 80 × 60) ont été réalisés à travers deux sorties par mois tout au long de la période d'étude à savoir de septembre à août pendant deux saisons consécutives (2013/2014 et 2014/2015).

Compter sur les mêmes sites et selon le même protocole année après une année devrait être considéré comme un objectif prioritaire de tout plan de suivi des oiseaux d'eau. Les conditions climatiques extrêmes réduisent l'efficacité des comptages. Par conséquent, nous avons parfois reporté, si possible, les comptages en cas de brumes de chaleur excessives, de fortes pluies ou de vents violents (Wetlands International, 2010).

2.2. Choix des points d'observation

Nous avons procédé en un premier temps au repérage des lieux, sur le plan d'eau, où stationnent généralement cette avifaune aquatique, puis nous avons fixé les points d'observation idéaux sur les bords, afin d'avoir le soleil au dos ou sur les côtés mais jamais en face, et afin d'avoir une bonne visibilité nous avons choisi les lieux les plus hauts. A chaque visite, le site est couvert de manière systématique, en suivant à pied un parcours identique choisi à l'avance. Ainsi trois à quatre points d'observations situés sur les berges nous ont permis d'effectuer notre travail de manière à cerner la totalité du plan d'eau en respectant les critères suivants : la bonne visibilité, l'élévation par rapport au site, l'accessibilité, la localisation des bandes d'oiseaux et le risque de dérangement des oiseaux due à la présence de l'observateur (Fig. 11, 12).

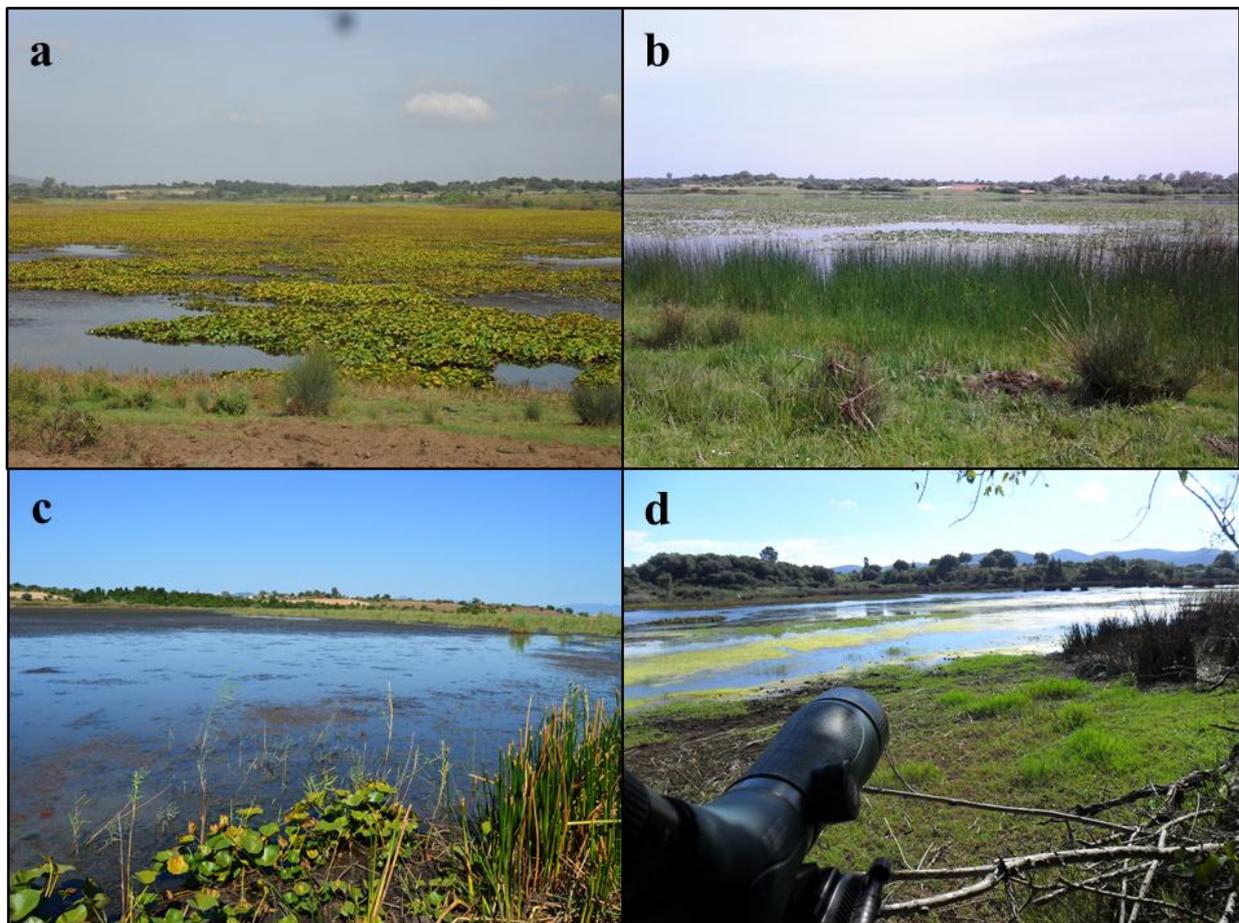


Figure 11 : Les différents secteurs de Garaet Hadj-Tahar et les points d'observation (Prise par Abdellioui S.) ; a) Secteur Ouest - Premier point (Le 07/09/2013) ; b) Secteur central - Deuxième point (Le 17/04/2015) ; c) Secteur Est - Troisième point (Le 11/09/2015) ; d) Secteur Sud - Quatrième point (Le 21/09/2013).



Figure 12 : Image satellite de Garaet Hadj-Tahar mentionnant les différents points d'observations (Source : Google Earth, 2015).

2.3. Méthodologie de dénombrement

Le comptage est réalisé pour obtenir des renseignements sur la dynamique des oiseaux d'eau. Localement, il est très important d'estimer les effectifs de l'avifaune aquatique qui réside et fréquente le plan d'eau, leurs fluctuations et les capacités d'accueil du site pour avoir une idée sur les causes qui peuvent perturber la présence des espèces ainsi que l'évaluation de l'impact de certaines activités, notamment anthropiques, sur les espèces et la qualité d'habitat. Quant au niveau national, le dénombrement des oiseaux d'eau reflète l'importance et le rôle de la zone humide concernée par le comptage à enrichir le patrimoine avifaunistique national, et par conséquent, l'élaboration des plans gouvernementaux d'action pour la conservation de ces espaces naturels et la surveillance de l'application des législations de la protection des zones humides. Internationalement, le dénombrement représente un système de surveillance à long terme des oiseaux d'où la contribution à l'estimation de l'état et de la tendance globale des populations et la désignation des sites d'importance internationale à conserver.

L'évaluation de la taille des populations reproductrices est importante pour la détermination de l'importance des zones humides (Amat et *al.*, 1985 ; Grimmet et Jones, 1989), et détecter les changements dans les tailles de la population ou la qualité d'habitat (Furness et Greenwood, 1993).

De nombreuses méthodes et techniques sont employées pour permettre de suivre au mieux les dénombrements des oiseaux d'eau. Ces dernières se heurtent toujours à de multiples facteurs liés à la biologie de ces oiseaux et aux transformations physiologiques que subissent les biotopes au rythme des saisons et des années (Blondel, 1969; Lamotte et Bourlière, 1969). Ainsi, une différence entre le nombre d'oiseaux observés et celui réellement présents existe presque toujours (Tamisier et Dehorter, 1999; Houhamdi, 2002, Houhamdi et Samraoui 2002). Les procédés utilisés se rapportent tous à des estimations visuelles de la taille des bandes d'oiseaux au sol, en avion ou carrément sur des procédés photographiques (Schricke, 1982), mais pour une meilleure évaluation numérique des groupes d'oiseaux une combinaison de ces deux procédés est souhaitée (Tamisier et Dehorter, 1999).

Les méthodes utilisées pour dénombrer les oiseaux d'eau sur le terrain dépendent de nombreux facteurs tels que :

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

Pour exploiter au mieux le recensement des peuplements d'oiseaux d'eau, nous avons, à l'aide d'un télescope, utilisé selon le cas l'une des deux méthodes suivantes :

- ❖ La méthode relative : avons procédé à un comptage individuel si le groupe d'oiseaux se trouve à une distance inférieure à 200 m et s'il ne dépasse pas 200 individus ;
- ❖ La méthode absolue : Par contre, si la taille du peuplement avien est supérieure à 200 individus ou si le groupe se situe à une distance très éloignée (plus de 200 mètres), nous procédons à des estimations visuelles. Nous divisons ainsi le champ visuel en plusieurs bandes, nous comptons le nombre d'oiseaux dans une bande moyenne et nous reportons autant de fois que de bandes (Blondel, 1969, 1995 ; Lamotte et Bourlière, 1969). D'après la littérature scientifique, cette méthode est la plus utilisée pour le dénombrement et le suivi de l'avifaune aquatique et présente une marge d'erreur estimée entre 5 et 10 % chez les ornithologues expérimentés. Elle dépend

essentiellement de l'expérience de l'observateur, de la nature du terrain étudié et de la qualité du matériel utilisé (Blondel, 1969 ; Lamotte et Bourlière, 1969).

2.4. Modalité d'occupation spatiale

La distribution spatiale des organismes, résultant de la sélection de l'habitat, est un thème fondamental en écologie (Rosenzweig, 1997 ; Abramsky et *al.*, 2002). Les oiseaux se distribuent ou se répartissent dans l'espace lacustre selon des modalités qui leurs sont propres. Rarement aléatoire, cette distribution répond à des critères biologiques et écologiques qui caractérisent à la fois l'espèce et le site (Tamisier et Dehorter, 1999). 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 chance qu'aura une espèce pour accomplir son cycle de vie (Mittermeier et *al.*, 1998 ; Olsson et *al.*, 2001). Une ressource peut s'apparenter à tout facteur pouvant conduire à augmenter la valeur reproductive d'un individu et donc son adéquation adaptative (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). En effet, celle-ci va varier dans le temps et dans l'espace sous l'influence des conditions environnementales (c'est-à-dire la température, la pluviométrie, l'hygrométrie, le relief, la saisonnalité, la latitude, l'altitude...) qui vont déterminer la présence, l'abondance, la qualité de la nourriture, et donc orienter la distribution et la densité des individus (Royama, 1971 ; Brown, 2000 ; Krebs, 2001 ; Bolhuis et Giraldeau, 2005 ; Begon et *al.*, 2006 ; Mayhew, 2006). Par conséquent, la quiétude et le partage des ressources alimentaires conditionnent la répartition des groupes d'oiseaux dans un site (Nilsson, 1970 ; Pirot, 1981 ; Pirot et *al.*, 1984 ; Ankney et *al.*, 1991 ; Cox et Kadlec, 1995 ; Reinert et Mello, 1995 ; Biddau, 1996 ; Poulin et Lefebvre, 1997 ; Sedinger, 1997 ; Ntiamoa-Baïdu et *al.*, 1998). 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 installe, c'est-à-dire la répartition tridimensionnelle des éléments morphologiques des végétaux. Il s'agit essentiellement des : 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 (Mac Arthur et *al.*, 1961 ; Karr et Roth, 1971 ; Blondel et *al.*, 1973).

Les ressources d'habitat telles que l'alimentation, le refuge et l'eau sont les besoins de base pour une espèce animale pour son survie et son succès de reproduction dans un espace particulier (Leopold, 1933 ; Thomas, 1979).

Le choix de l'habitat est un processus hiérarchique associé à une série de décisions comportementales naturelles et acquises prises par un animal concernant l'habitat qu'il allait sélectionner à différentes échelles de l'environnement (Hutto, 1985). Il est aussi important d'avoir des données de base de haute qualité sur les préférences d'habitats d'espèces et la biologie de la reproduction pour construire des lignes directrices pour la préservation et l'amélioration de l'habitat des oiseaux d'eau (Bruce et *al.*, 1992).

La connaissance des exigences de l'habitat est essentielle pour la gestion de l'habitat des sites de reproduction et la conservation des espèces à long terme (Petkov, 2012).

En parallèle aux dénombrements, les oiseaux recensés à chaque sortie sont cartographiés en se servant de repères constants dans la Garaet afin de déterminer leurs modalités d'occupation du plan d'eau, puis reportées sur des cartes définitives qui permettront de suivre l'utilisation de la Garaet par les oiseaux d'eau. Dans ces représentations graphiques de l'occupation spatiale nous n'avons pas tenu compte de l'importance des effectifs des oiseaux.

3. Etude des rythmes d'activités diurnes

Le budget d'activités, ou budget temps, est défini comme le pourcentage de temps passé par les individus dans chaque type de comportements pendant une période et dans une zone donnée.

L'intérêt de l'étude du comportement des oiseaux est de savoir comment les oiseaux passent le temps. Lorsqu'un oiseau manifeste un comportement quelconque, c'est une réponse à une nécessité et à une exigence. Connaitre des activités, c'est donc commencer à comprendre de quoi ont besoin les oiseaux et quelles sont leurs exigences (Tamiser et Dehorter, 1999).

Le budget temps des activités reflète une combinaison de facteurs comprenant les conditions physiques des individus, la structure sociale et les conditions de l'environnement (Paulus, 1988). Le pourcentage du temps alloué aux divers comportements est donc déterminant pour comprendre les besoins des espèces et les pressions agissant sur les individus (Muzaffar, 2004).

Les tendances des activités diurnes et le comportement peuvent varier considérablement entre les espèces et ces budgets d'activités aident à étudier l'histoire de vie et les adaptations écologiques des oiseaux (Evers, 1994 ; Hamilton et *al.*, 2002 ; Jónsson et Afton, 2006). Le budget temps des activités a été utilisé largement pour fournir de précieuses informations sur l'utilisation de l'habitat des canards et les stratégies d'hivernage (Paulus, 1988; Aissaoui et *al.*, 2011).

3.1. Méthodologie de l'étude des rythmes d'activités diurnes

Les deux méthodes les plus utilisées pour l'étude du rythme d'activité des oiseaux d'eau sont l'animal focal sampling ou *FOCUS* et l'instantaneous scan sampling ou *SCAN*.

3.1.1. Méthode *FOCUS*

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

3.1.2. Méthode SCAN

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

3.2. Etude des rythmes d'activités diurnes des Grèbes et Fuligule nyroca

Le comportement diurne des Grèbes et du Fuligule nyroca a été étudié de septembre à août pendant deux cycles annuels consécutives (2013/2014 à 2014/2015) dans Garaet Hadj Tahar. Deux sorties par mois d'une journée entière (9h à 16h, soit 8h de suivi/jour) ont été effectuées, durant les deux saisons d'hivernage et reproduction. Au total 48 sorties ont été réalisées soit 384 heures durant toute la durée de l'étude.

A l'exception du Grèbe à cou noir *Podiceps nigricollis* dont le nombre était trop faible, cette étude a concerné trois espèces, dont deux font partie des Grèbes : le Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* et le Grèbe huppé *Podiceps cristatus*, et un Anatidé qui est le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* (Fig. 13).

Afin d'étudier le rythme d'activités diurnes des Grèbes et du Fuligule nyroca nous avons opté pour la méthode SCAN qui consiste à effectuer des balayages à l'aide d'un télescope à un moment précis d'un point à un autre dans une seule direction bien déterminée, tout en notant le comportement instantané de chaque individu visible sur les transects tracés virtuellement. Les comportements observés, sans distinction du sexe ni d'âge, sont classés en sept activités : alimentation, sommeil (incluant le repos) bec dans les plumes du dos et somnolence, toilette et entretien du plumage, nage non associée à l'alimentation, vol, parade et comportement d'antagonisme. Les scans ont été effectués toutes les heures pendant toute la journée.

En pratique, à partir des feuilles d'observation, on calcule le pourcentage d'individus engagés dans chaque type d'activité lors de chaque balayage, dont on fait la moyenne pour

chaque jour de travail sur le terrain (ou tout autre groupement pertinent : on peut à l'inverse préférer calculer la moyenne des données issues de différents jours de terrain pour chaque période de la journée).

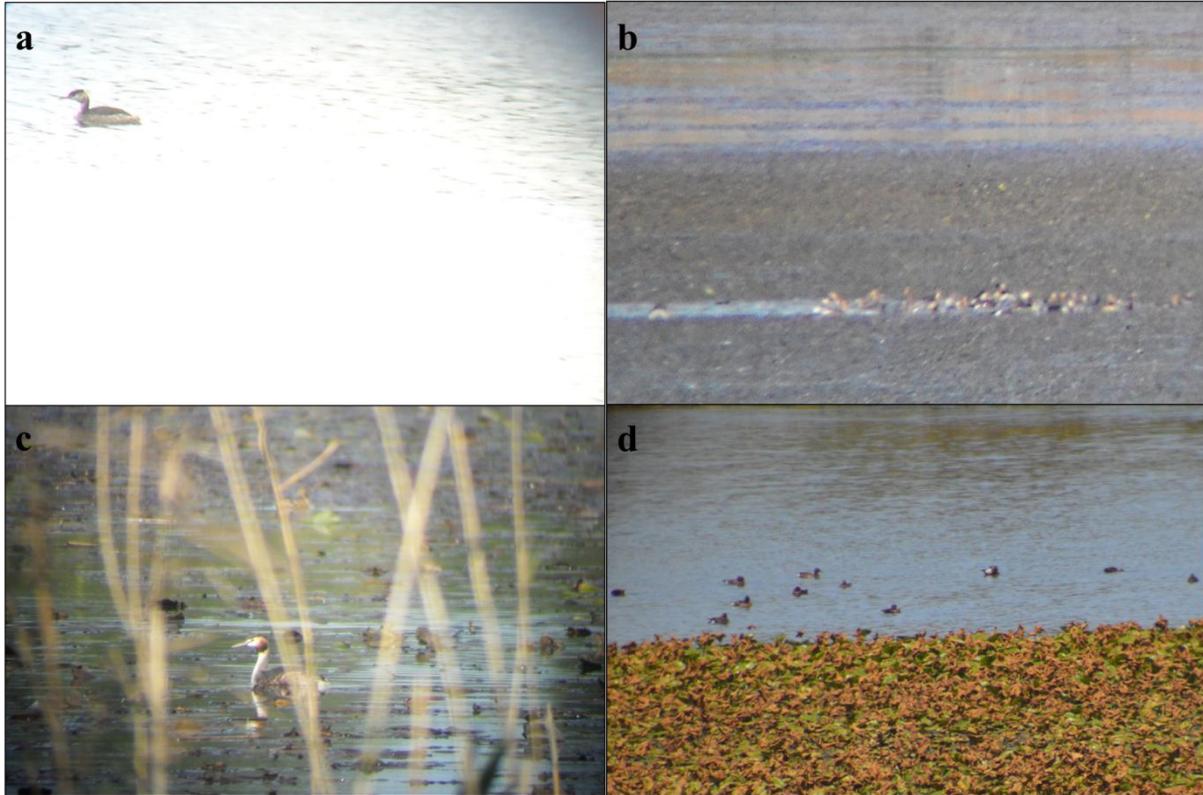


Figure 13 : Les différentes espèces concernées par l'étude dans Garaet Hadj-Tahar (Prise par Abdellioui S.) ; a) Le Grèbe à cou noir (Le 07/12/2013); b) Un rassemblement du Grèbe castagneux (Le 11/09/2015) ; c) Le Grèbe huppé (Le 14/02/2014) ; d) Le Fuligule nyroca (Le 11/09/2015).

Les balayages sont généralement réalisés de manière répétée, à intervalles réguliers au cours de cette période (par exemple, toutes les heures au cours d'une journée) afin de pouvoir ensuite calculer le budget d'activités moyen sur cette période. Les balayages permettent donc d'obtenir une estimation du comportement moyen à partir d'observations de groupes d'individus. On réalise toujours les balayages en un lieu offrant une vue dégagée sur la zone à couvrir. En tout état de cause, les données recueillies ne sont valables que pour la zone effectivement observée : les oiseaux cachés dans la végétation peuvent, par exemple, y avoir trouvé refuge pour se reposer alors que leurs congénères ont été obligés de s'exposer pour s'alimenter.

Il est nécessaire de couvrir l'ensemble du paysage visible lors d'une observation par balayage (au cas où les individus d'une zone particulière aient un comportement particulier). Si le balayage doit être interrompu par un dérangement humain ou par l'envol des oiseaux à la suite de l'arrivée d'un prédateur, il convient d'annuler complètement ce balayage et d'en refaire un dès que les oiseaux ont repris leur activité initiale.

4. Etude du comportement alimentaire diurne

Outre mesurer du temps total passé à se nourrir, 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).

Le comportement alimentaire est défini comme la proportion de temps passé par les individus dans chaque modalité d'engraissement instantanée pendant une période donnée.

Typiquement, on distingue les différents comportements alimentaires, parfois associés à des postures différentes, quitte à en faire ensuite le total pour estimer la proportion de temps passé à s'alimenter.

Il nous est impératif de réunir toutes les informations fondamentales sur le comportement alimentaire des Grèbes et du Fuligule nyroca dans le but de savoir à quel moment et dans quels habitats ces espèces se nourrissent et de mettre en évidence certaines contraintes s'exerçant sur les individus ainsi qu'avoir une idée sur leurs exigences alimentaires.

L'étude du comportement alimentaire a été menée sur deux cycles annuels en raison de deux sorties par mois au fur et à mesure de l'étude du rythme d'activités diurne, en appliquant la même méthode utilisée soit le scan, le comportement alimentaire instantané de chaque individu enregistré à un intervalle d'une demi-heure à partir de 9 heures jusqu'à 16 heures. Donc, pour plus de clarté relative à la façon de s'alimenter et les modalités par lesquelles les Grèbes et les Fuligules nyroca exploitent Garaet Hadj-Tahar pour la recherche de la nourriture, nous subdivisons le comportement alimentaire en quatre modalités :

- ❖ Alimentation par plongeon ;
- ❖ Alimentation en immergeant la tête dont le bec, la tête et/ou le cou sous l'eau ;

- ❖ Alimentation par picorage ;
- ❖ Alimentation par basculement, c'est-à-dire en immergeant toute la partie antérieure du corps (pour les Fuligules nyroca seulement) ;

5. Analyses statistiques des données

Toutes les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel SPSS Statistics, version 19. Tout d'abord, nous avons vérifié les postulats de base, la normalité des distributions (Kolmogorov-Smirnov test) et l'homogénéité des variances (Levene's test), dans tous les échantillons de données. Nous avons transformé les données des effectifs des populations des Podicipedidae et du Fuligule nyroca, qui ne suivent pas les critères de normalités, en Log_{10} afin de nous permettre d'effectuer une régression quadratique pour montrer la signification des variations saisonnières des effectifs. Dans les cas où les variables ne suivent pas les critères de normalité et d'homogénéité, nous avons utilisé les tests non paramétriques (Khi deux, Kruskal-Wallis et Mann-Whitney).

Les tests de Mann-Whitney et Kruskal-Wallis ont été effectués pour d'évaluer s'il existe des variations significatives entre les activités diurnes (variations saisonnières, entre la saison d'hivernage et celle de reproduction et entre les deux années de suivi).

Enfin, dans le but de déterminer s'il existe de possible relations entre les activités diurnes, les données obtenues ont été analysées par une analyse en composantes principales (ACP).

Les résultats ont été considérés comme significatifs au niveau de $P < 0,05$. Nous avons utilisé Excel 2010 pour la présentation des graphes des rythmes d'activités diurnes et le comportement alimentaire.

*Chapitre 03 : Populations, phénologie et distribution
spatiale dans le site d'étude par les populations des
Grèbes et Fuligules nyroca*

1. Occupation temporelle du Garaet Hadj-Tahar par les Grèbes et les Fuligules nyroca

Le suivi des populations des Grèbes et du Fuligule nyroca au cours de la période d'étude dans Garaet Hadj-Tahar dévoile leur présence régulière dans tous nos relevés à l'exception du Grèbe à cou noir qui fréquente le site d'étude seulement durant une période bien définie, en hivernage. Le Grèbe castagneux, le Grèbe huppé et le Fuligule nyroca occupent préférentiellement Garaet Hadj-Tahar durant tout le cycle annuel avec des effectifs variables selon qu'il s'agit de la saison de l'hivernage ou de la reproduction.

1.1. Evolution temporelle des effectifs du Grèbe à cou noir

L'apparition du Grèbe à cou noir dans la Garaet est limitée à quelques individus. D'une manière générale, l'évolution des effectifs au cours de l'année y suit une courbe en cloche. Les Grèbes à cou noir arrivent dès le début du mois de décembre où nous notons l'effectif le plus bas (2 individus). La population hivernante augmente graduellement pour atteindre le pic de 13 individus durant la deuxième semaine de janvier. Immédiatement après, le nombre diminue progressivement durant les deux mois suivants en enregistrant des valeurs qui oscillent entre 4 et 12 individus (Fig. 14).

Durant la deuxième saison d'étude, l'effectif du Grèbe à cou noir est très faible. Il se présente dans le site d'étude à partir de la première quinzaine de novembre, où nous enregistrons le minimum observé (2 individus). L'effectif augmente progressivement pour atteindre le maximum de 9 individus durant la deuxième quinzaine de Janvier. A partir de février, l'effectif chute considérablement jusqu'au début de mars, le moment où l'espèce a quitté le site (Fig. 14).

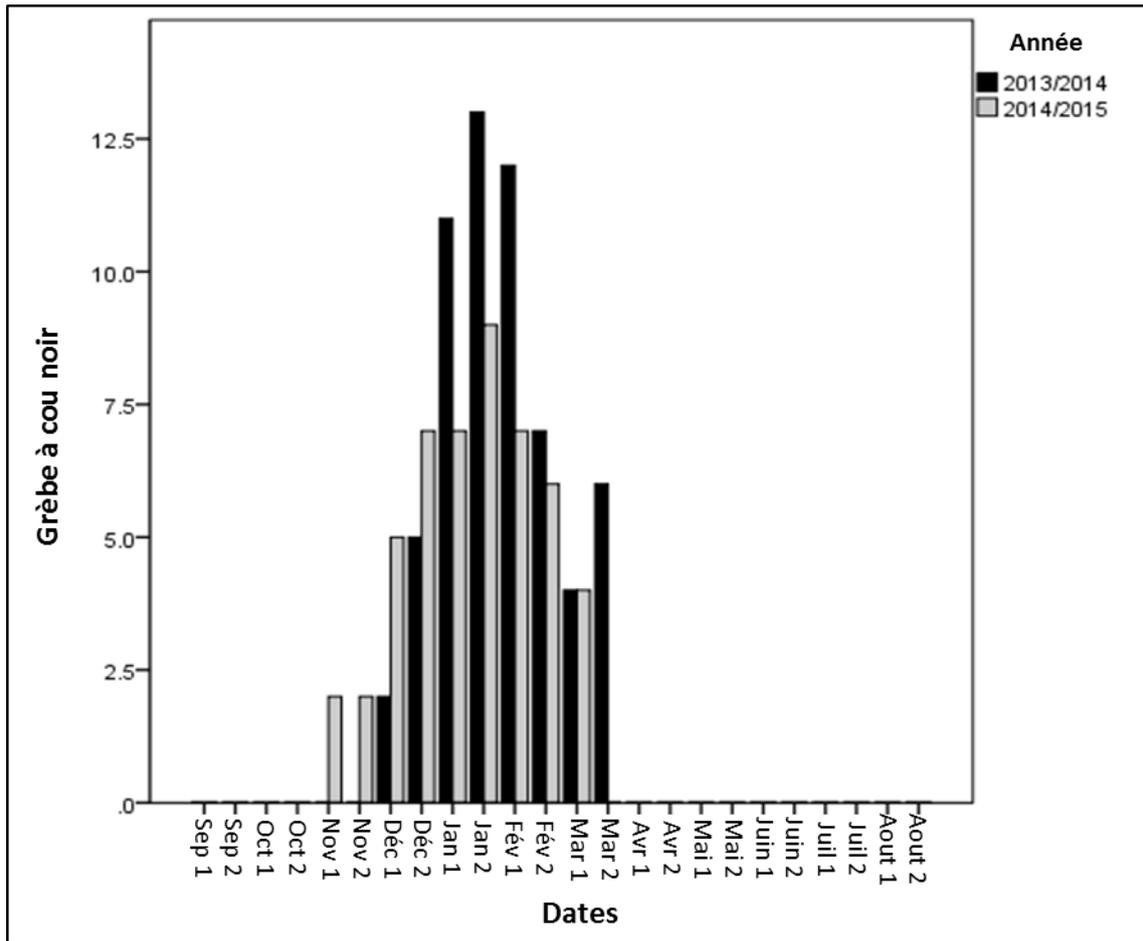


Figure 14 : Evolution des effectifs du Grèbe à cou noir au niveau de Garaet Hadj-Tahar.

1.2. Evolution temporelle des effectifs du Grèbe castagneux

Au début de la période de l'étude, l'effectif était d'environ 165 Grèbes castagneux sédentaires. A partir de la deuxième semaine de Septembre, le chiffre a augmenté considérablement avec l'arrivée des hivernants et la présence de l'espèce est très marquée avec un maximum de 356 individus. Après une légère stabilisation durant les semaines qui suivent, l'effectif subit ensuite deux effondrements consécutifs en novembre. Aussitôt après, les départs se succèdent et il n'est resté que 78 individus en fin février. A partir de mars jusqu'à la fin de mai, l'effectif du Grèbe castagneux se stabilise et la population fluctue entre 50 et 60 individus. Après la fin de la période de reproduction, les regroupements d'individus observés sont constitués principalement de juvéniles et d'immatures. Fin août, les Grèbes castagneux rejoignent Garaet Hadj-Tahar où nous enregistrons le maximum observé durant toute l'année avec 484 individus (Fig. 15).

Une population importante colonise Garaet Hadj-Tahar à partir de la première quinzaine de septembre dont le nombre est de 413 individus représente le maximum observé durant cette deuxième saison d'étude. Cet effectif diminue à partir de la deuxième quinzaine de septembre pour se stabiliser tout au long du prochain mois autour de 300 individus. Il rediminue à 89 individus à partir de novembre. Ensuite une légère stabilité est marquée dès la fin de novembre jusqu'au début juin où l'effectif oscille entre 28 et 68 individus. Le nombre augmente progressivement à partir de la fin Juin pour atteindre le deuxième pic de 392 individus marqué en mi-août (Fig. 15).

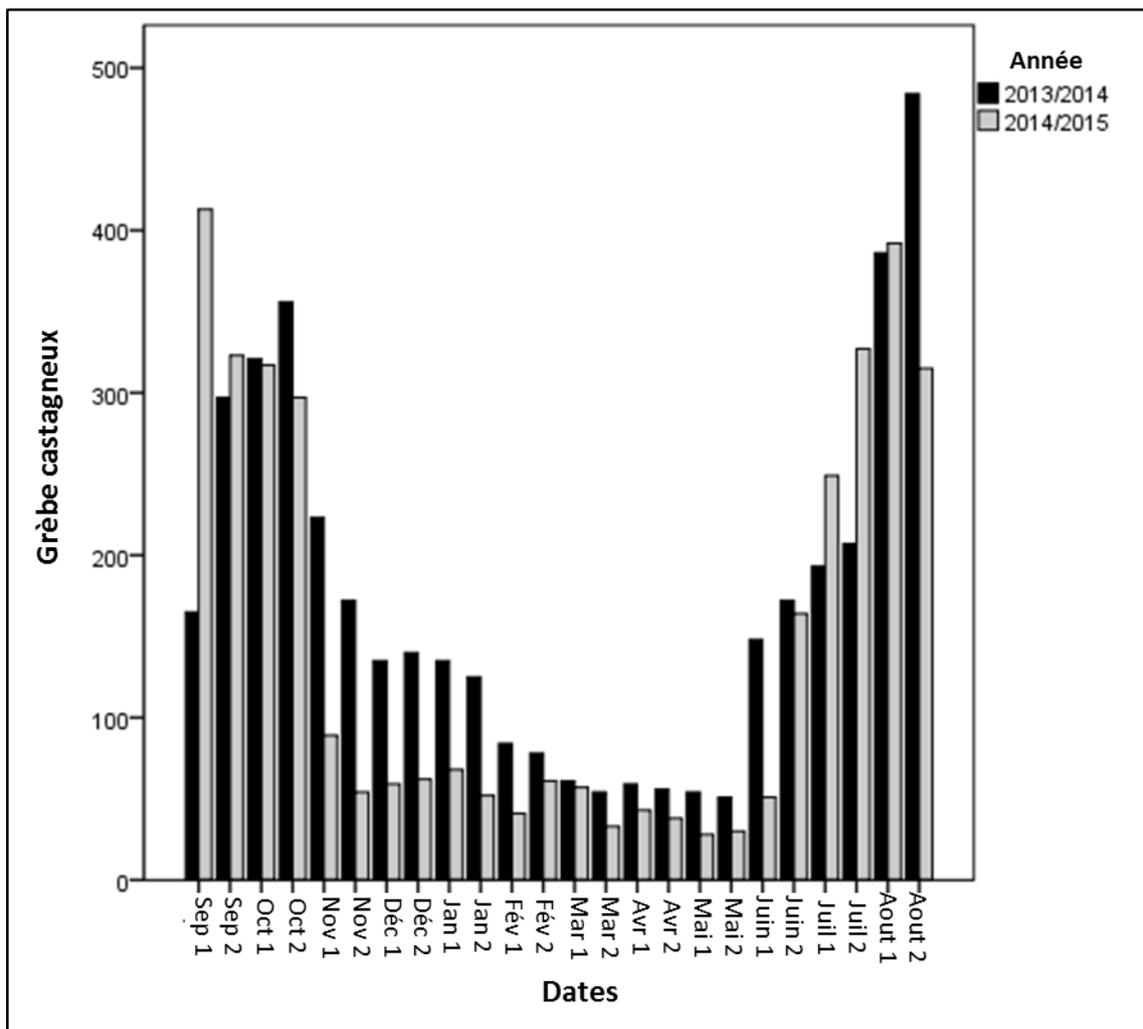


Figure 15 : Evolution des effectifs du Grèbe castagneux au niveau de Garaet Hadj-Tahar.

1.3. Evolution temporelle des effectifs du Grèbe huppé

La courbe de l'évolution des effectifs du Grèbe huppé suit une allure en forme de dents de scie. Durant la période d'hivernage, le Grèbe huppé est présent dans Garaet Hadj-Tahar avec un effectif restreint plus ou moins stable. Durant cette période, le maximum est de 46 individus enregistré durant la deuxième quinzaine de septembre tandis que le minimum est de 9 individus enregistré pendant la première quinzaine de novembre et la deuxième quinzaine de janvier. Ceci illustre le faible effectif noté durant toute l'année. A la fin de la période d'hivernage, soit fin février, les Grèbes huppés colonisent le site d'étude et le nombre augmente à 64 individus correspondant au recrutement de la population nicheuse. Des arrivées progressives ont été enregistrées, et le nombre total s'élève progressivement jusqu'à atteindre le pic de 86 individus à la fin juin, ce qui se traduit par un recrutement des individus nicheurs, ce qui explique le début de la saison de reproduction. Ces effectifs s'effondrent continuellement à partir de mi-juillet. A la fin de la saison de reproduction, soit le mois d'août, seulement des vingtaines d'individus restent dans le site d'étude (Fig. 16).

Durant toute la deuxième saison d'hivernage, le Grèbe huppé est représenté sur le site d'étude avec une faible population stable dont le nombre oscille entre 8 et 19 individus, le minimum est noté en mi-octobre. A partir du début de mars, l'effectif augmente et le premier pic est de 56 individus noté durant la deuxième semaine. Pendant les mois suivants, l'effectif reste plus ou moins stable jusqu'au l'enregistrement du deuxième pic de 76 individus durant la première quinzaine d'août. A partir de cette date le chiffre s'effondre et seulement une vingtaine d'individus occupent le site (Fig. 16).

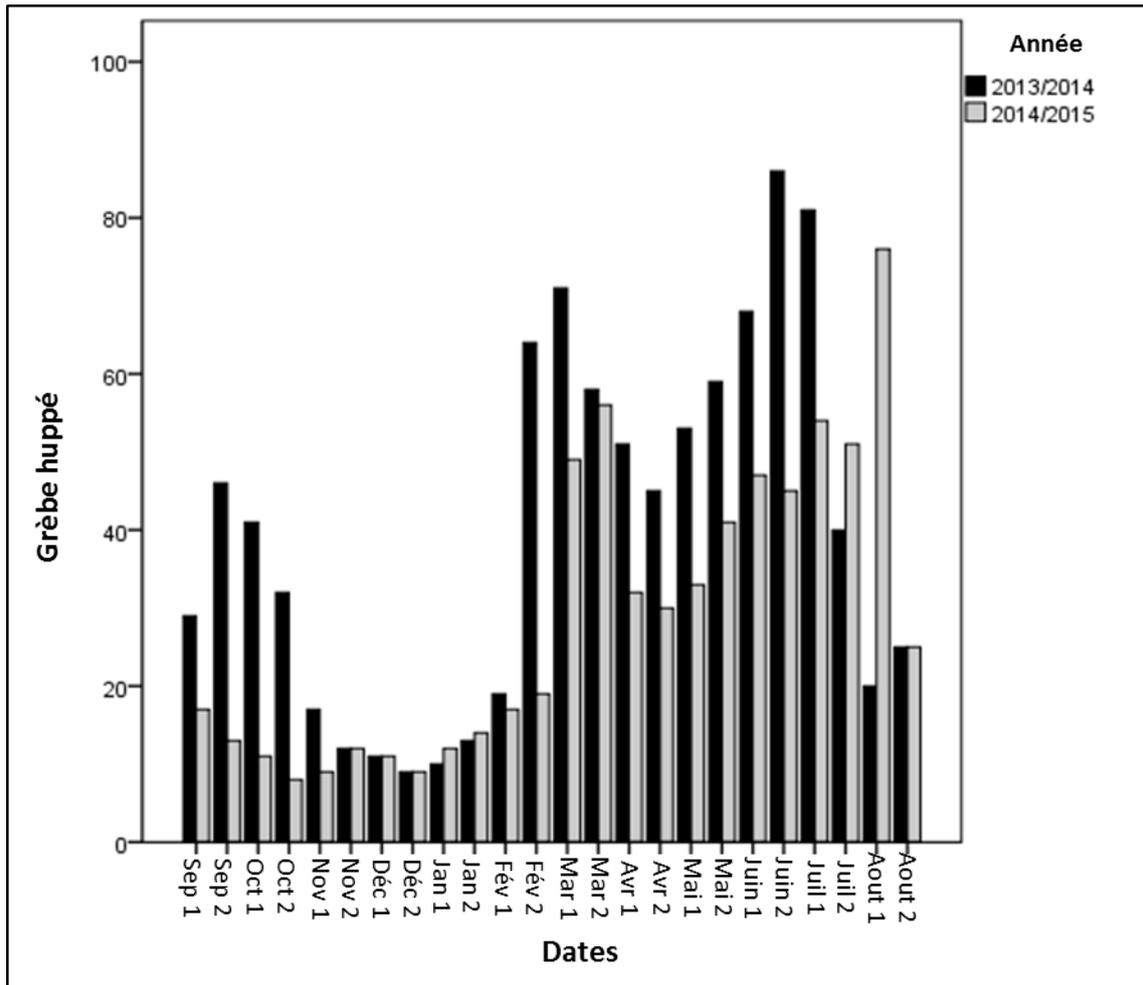


Figure 16 : Evolution des effectifs du Grèbe huppé au niveau de Garaet Hadj-Tahar.

1.4. Evolution temporelle des effectifs du Fuligule nyroca

A partir de septembre, la présence du Fuligule nyroca dans Garaet Hadj-Tahar est très marquée avec 122 individus. Cet effectif augmente considérablement au fur et à mesure avec l'arrivée des hivernants pour atteindre le premier pic de 426 individus en deuxième quinzaine de décembre, ensuite à partir de janvier une chute est distinguée avec 82 individus notés en mi-mars. Dès le début avril jusqu'à fin juin, la population est moins marquée et l'effectif est stable et trop faible ne dépassant pas 51 individus. Cette situation ne dure pas très longtemps, des Fuligules nyroca sont revus dès juillet. La population se ré-augmente pour parvenir à un deuxième pic de 386 individus notés en mi-août (Fig. 17).

Durant la deuxième saison, l'effectif est faible par rapport à la première saison d'étude. Au début de septembre l'effectif est bas (45 individus), à partir de la deuxième semaine du même mois, des groupes en transit sont marqués et augmentent jusqu'à 192 Fuligules nyroca

à la fin d’octobre. Pendant la première quinzaine de novembre, un petit effondrement a eu lieu arrivant jusqu’à 53 individus, cette baisse ne demeure pas, quinze jours après l’effectif augmente graduellement avec l’arrivée des hivernants pour atteindre le premier pic de 258 individus en mi-janvier. A partir du mois suivant, l’effectif diminue à nouveau jusqu’à croiser le minimum de 18 individus observé en mi-avril. Seule la population nicheuse reste sur le site. Après une légère stabilisation en mai, la population s’accroît graduellement à partir du début de juin pour arriver au deuxième pic de 394 individus noté à la fin de la période d’étude. Ce pic représente le maximum observé durant toute cette saison (Fig. 17).

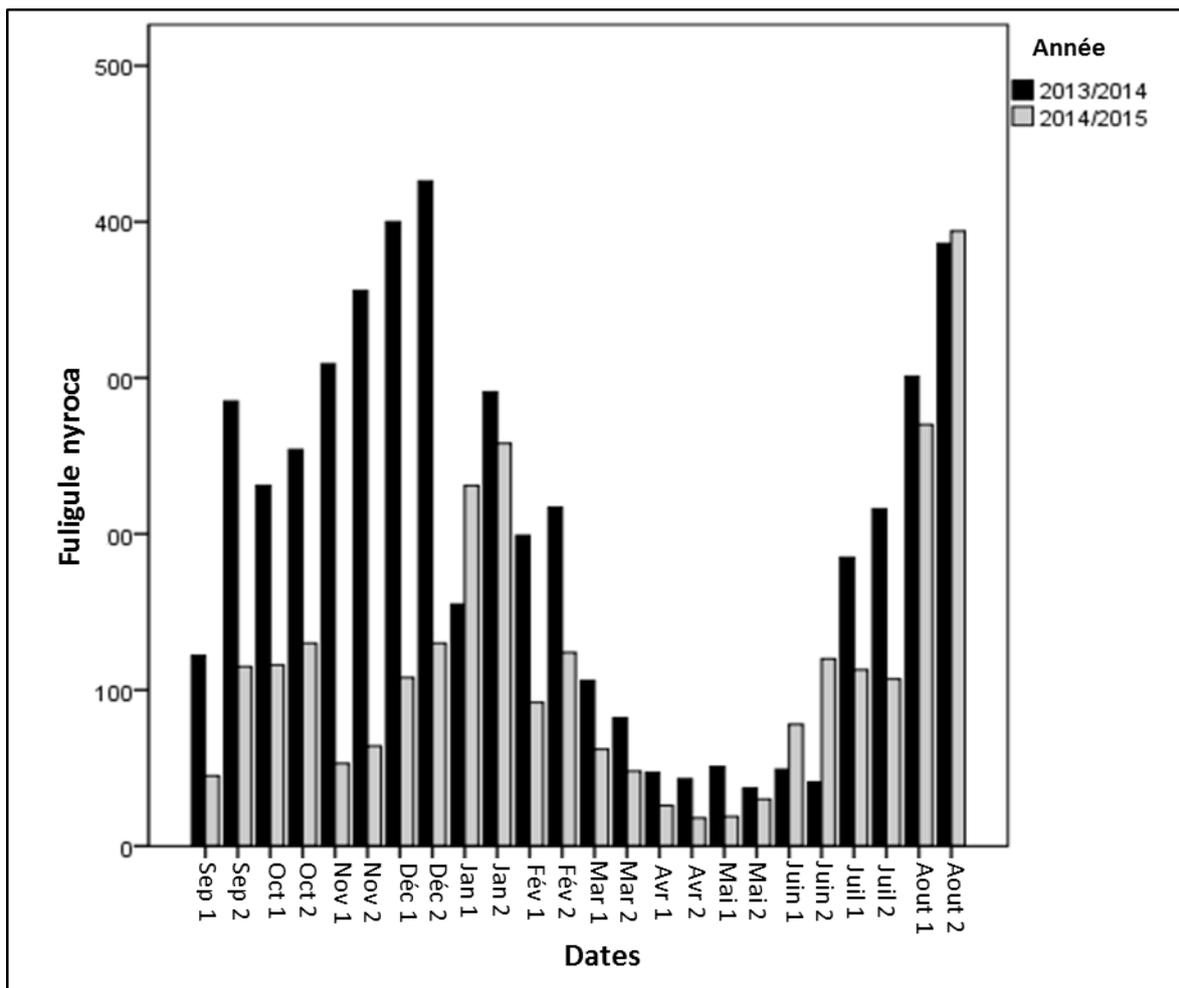


Figure 17 : Evolution des effectifs du Fuligule nyroca au niveau de Garaet Hadj-Tahar.

2. La distribution spatiale des Grèbes et Fuligules nyroca dans Garaet Hadj-Tahar

2.1. Occupation spatiale du Garaet Hadj-Tahar par le Grèbe à cou noir

Le Grèbe à cou noir a été surtout observé dans les zones profondes et dégagées du secteur septentrional et central du plan d'eau, loin de toute végétation (Fig. 18). Très actif, il passe la journée à sillonner le site, plonger et nager individuellement. A la fin de la saison d'hivernage, les individus tendent à se rassembler dans le secteur central du site d'étude avant d'y quitter.

2.2. Occupation spatiale du Garaet Hadj-Tahar par le Grèbe castagneux

En période internuptiale, les Grèbes castagneux se trouvent presque partout sur le plan d'eau et se sont concentrés surtout dans l'extrême partie septentrionale couverte de végétation notamment dans les touffes de *Typha angustifolia* (Fig. 18).

En période nuptiale, les couples occupent la partie Sud et le vaste secteur Nord du Garaet Hadj-Tahar près des bandes de Typhaie et Scirpaie. Treize nids ont été trouvés durant la première saison de reproduction (Fig. 19).

Après la fin de la saison estivale, nous observons des crèches d'une cinquantaine, d'une centaine et même plus de Grèbe castagneux qui nagent, plongent ou entretiennent leur plumage dans l'eau libre où se mêlent quelques individus de Grèbes huppé et parfois de Fuligule nyroca. Souvent, le Grèbe castagneux se tient en compagnie de Foulques macroules également. Il ne nous a pas été possible de déterminer s'il s'agissait là d'une simple occupation commune de sites favorables ou bien d'un réel comportement de commensalisme.

2.3. Occupation spatiale du Garaet Hadj-Tahar par le Grèbe huppé

La population hivernante du Grèbe huppé est moins abondante et fréquente en général le secteur central de la Garaet et même la partie sud (Fig. 18).

Pendant la période de reproduction, les individus de la population sédentaire se concentrent dans la partie sud très riche en végétation submergée, ainsi que dans le secteur septentrional et le Nord-Ouest du plan d'eau près des berges dans les touffes des Typhas et Scirpes où 19 nids ont été trouvés, les couples plongent pour ramener les algues servant à la construction des nids (Fig. 19).

Après la fin de la période de nidification, les adultes accompagnés des poussins, indiquant le succès de reproduction, occupent préférentiellement le secteur central du plan d'eau.

2.4. Occupation spatiale du Garaet Hadj-Tahar par le Fuligule nyroca

Durant la période d'hivernage, les Fuligules nyroca se concentrent notamment dans la partie centrale de Garaet Hadj-Tahar où ils se mêlent à d'autres Anatidés notamment l'Erismature à tête blanche, le Fuligule milouin et le Canard souchet, et ils s'adaptent beaucoup mieux avec la Foulque macroule, le Grèbe castagneux et le Grèbe huppé. Ce secteur est le plus profond et il est dégagé de toute végétation. Des effectifs moins importants fréquentent le secteur septentrional occasionnellement. Les individus sont généralement solitaires où ils vivent dans des petits groupes (Fig. 18).

Durant la période de reproduction, les individus occupent la partie méridionale du plan d'eau ainsi que l'extrême Nord-Est et Nord-Ouest qui constitue une zone de nidification. Ils se cachent dans les touffes de Typha et de Scirpes ce qui rend le dénombrement très difficile et ne reflète pas le nombre réel. Quatre nids ont été décelés dans les îlots à proximité du rivage et dans les zones non émergées (Fig. 19).

A la fin de la nidification, les adultes accompagnés des poussins regagnent le secteur central dégagé de toute végétation assez loin des bords envahies par une végétation importante. Des grands rassemblements sont marqués. A noter que quelques individus seulement dont le nombre ne dépasse pas une vingtaine se rencontrent dans le secteur occidental recouvert par les Nénuphars *Nymphaea alba* durant cette période de l'année. En outre, aucun Fuligule nyroca ne fréquente la partie Sud de Garaet Hadj-Tahar qui connaît un assèchement remarquable et une baisse du niveau d'eau à quelques centimètres seulement.

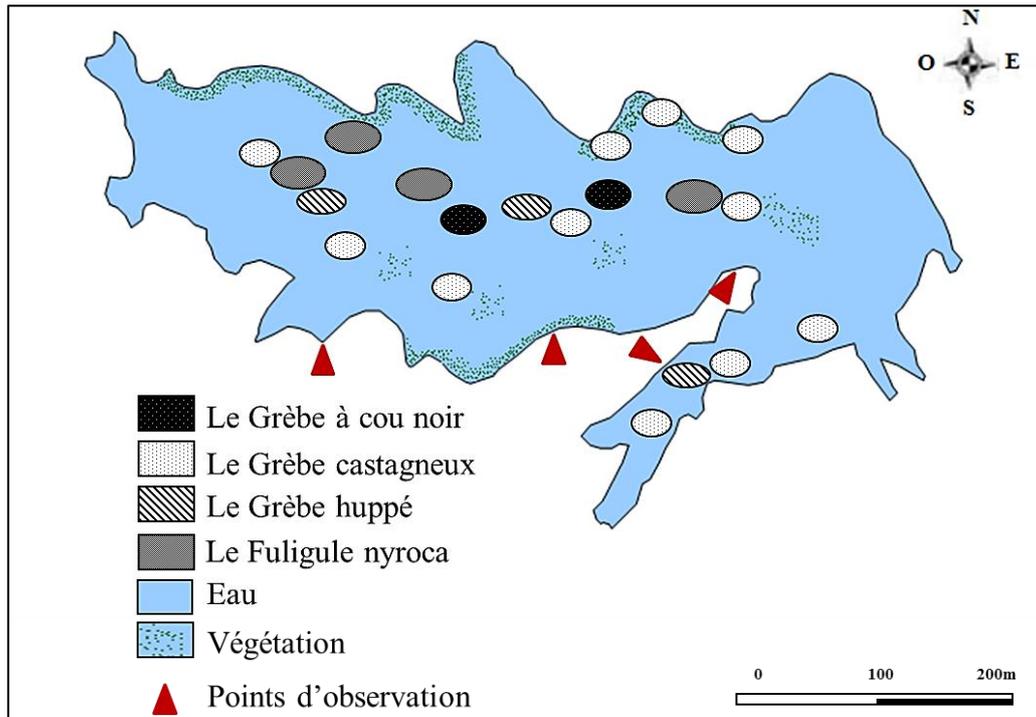


Figure 18 : Distribution spatiale des Grèbes et Fuligule nyroca dans Garaet Hadj-Tahar durant la saison d’hivernage.

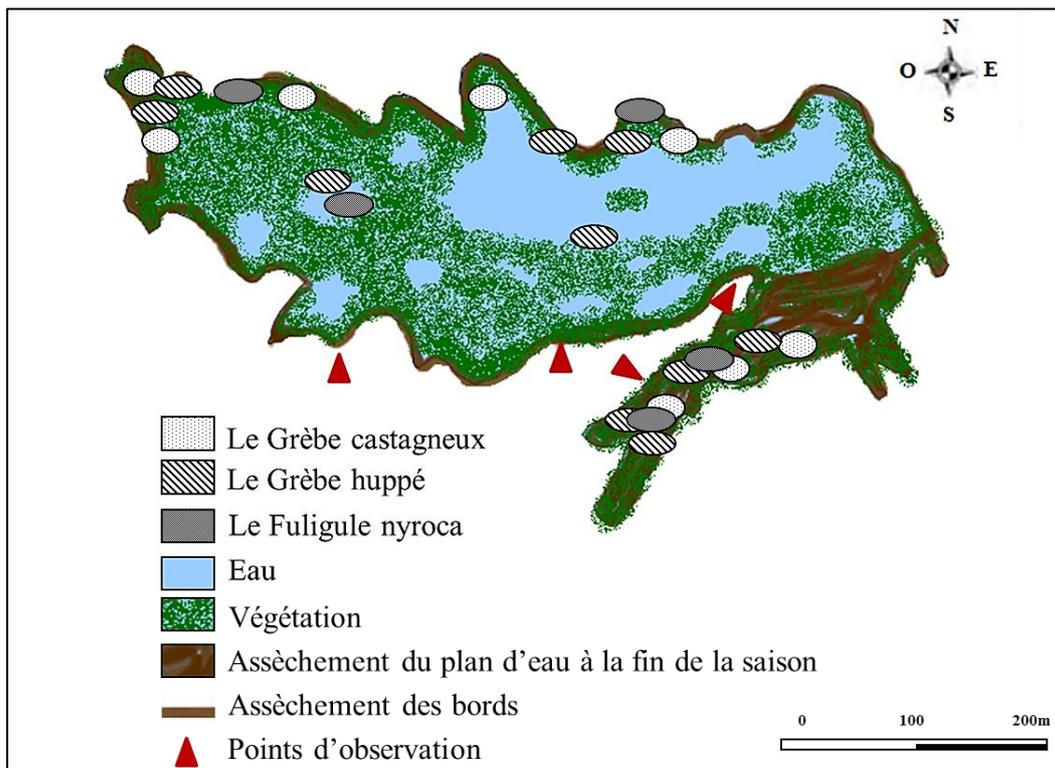


Figure 19 : Distribution spatiale des Grèbes et Fuligule nyroca dans Garaet Hadj-Tahar durant la saison de reproduction.

3. Discussion

Dans le Nord-Est algérien, le Grèbe castagneux et le Grèbe huppé sont des espèces nicheuses et sédentaires, le Grèbe à cou noir est un hivernant rare (Metallaoui et Houhamdi, 2008 ; Rouibi et *al.*, 2013 ; Abdellioui et *al.*, 2015 ; Athamnia et *al.*, 2015 ; Cheriet et *al.*, 2015).

En Afrique du Nord, le Grèbe à cou noir est présent en Algérie (Isenmann et Moali, 2000), au Maroc (Thévenot et *al.*, 2003; Cherkaoui et *al.*, 2014) et en Tunisie (Isenmann et *al.*, 2005). En Algérie, l'espèce est plus abondante en hiver, particulièrement dans les zones humides d'El Kala, dans lac Oubeïra où jusqu'à 850 individus ont été recensés (van Dijk et Ledant, 1983), à l'Est de l'Oranais, 162 individus ont été comptés au lac des Gharabas (Metzmacher, 1979) ainsi qu'en mer, et à Boughzoul l'espèce hiverne avec un maximum de 120 individus (Jacob et Jacob, 1980). Dans le complexe de Guerbes-Sanhadja, et plus précisément Garaet Hadj-Tahar, l'effectif est très réduit (Metallaoui et Houhamdi, 2008 ; Abdellioui et *al.*, 2015).

Durant leurs séjours à Garaet Hadj-Tahar qui s'étale de novembre à mars, le Grèbe à cou noir était très active. Metallaoui et Houhamdi (2008) ont noté un maximum de 11 individus à Garaet Hadj-Tahar. La population hivernante a légèrement augmenté durant la première année d'étude pour diminuer pendant la suivante. En outre, l'effectif faible peut être dû à la détérioration de la qualité de l'eau et au déclin de populations des poissons (Green et *al.*, 1996) sachant que les eaux de Garaet Hadj-Tahar sont d'une qualité passable (Merzoug, 2015). Dans le complexe des zones humides de Guerbes-Sanhadja, le Grèbe à cou noir fréquente les eaux douces de Garaet Hadj-Tahar malgré la présence des plans d'eau salée et bien que Jehl et McKernan (2002) ont suggéré que cette espèce est étroitement associée avec les habitats très salés. Dans l'éco-complexe de zones humides de Jijel, le Grèbe à cou noir n'a été observé que dans le Lac de Béni-Bélaïd, avec des effectifs très réduits (Mayache, 2008).

La phénologie et la présence du Grèbe à cou noir dans le site d'étude varie d'une année à une autre. La migration d'automne de n'importe quelle région est prolongée à cause de la migration différentielle selon l'âge des oiseaux, avec des adultes qui émigrent une ou deux semaines en moyenne à l'avance par rapport aux juvéniles (Jehl, 1988 ; Cullen et *al.*, 1999). Jehl et Johansson (2002) suppose que les différences dans le succès de la reproduction justifient une grande partie de la variation annuelle. Ils ont rapporté que quand le nombre total

était bas, il n'y avait pas des pics forts au cours du début de la saison d'hivernage. Un tel schéma serait consistant avec une faible reproduction parce que les juvéniles migrent plus tard, en moyenne. Il est difficile de vérifier cette liaison parce qu'il n'existe pas assez d'information sur l'âge des Grèbes à cou noir migrateurs et leurs régions d'origine (Jehl et Johansson, 2002).

La présence en nombre assez important du Grèbe à cou noir au Nord-Est d'Algérie entre septembre et avril (Isenmann et Moali, 2000 ; Abdellioui et *al.*, 2015) semble exclure une migration à partir de l'Afrique australe où cette espèce niche entre octobre et janvier avec un pic en novembre (Brown et *al.*, 1982). Toutefois une migration Est-Ouest semble peu probable. Il est donc raisonnable de penser que ces individus proviennent de la région paléarctique tant L'Algérie est incluse dans l'aire d'hivernage des populations européennes. Les effectifs sont faibles en Europe occidentale, excepté sur le lac Léman en Suisse et à Majorque en Espagne (Iborra et *al.*, 1991). Mais d'après Cramp et Simmons (1977), l'espèce est en déclin récent en Espagne, Italie, Afrique du Nord et Chypre ce qui peut traduire la diminution des effectifs du Grèbe à cou noir. Pourtant Iborra et *al.*, (1991) ont montré que le nombre de Grèbes à cou noir a augmenté depuis 20 ans dans le sud-ouest de la France. Ainsi, d'après les récentes observations de Cherkaoui et *al.*, (2014), la population du Grèbe à cou noir est en expansion dans le Moyen Atlas occidental. Seul le baguage pourrait trancher la question de l'origine des Grèbe à cou noir en Algérie.

La population hivernante du Grèbe castagneux fréquente le site de septembre à fin février quand se produit un effondrement des effectifs. La baisse observée se traduit par le départ et la migration pré-nuptiale des individus. L'augmentation du nombre à la fin de la période de nidification s'explique principalement par le regroupement des juvéniles et d'immatures. En outre, Nous supposons que Garaet Hadj-Tahar héberge deux populations du Grèbe castagneux : d'une part une population abondante d'origine inconnue qui hiverne dans le site puis y quitte pour se reproduire ailleurs et, d'autre part, une population sédentaire avec un effectif faible. Le nombre élevé de Grèbes castagneux compté durant la période post-nuptiale est expliqué par des rassemblements pour la mue. Nous observons que *T. ruficollis* se retrouve dans des larges concentrations de 50, 100 individus ou même plus. Il est connu qu'ils ont tendance à s'assembler dans des sites de mue juste après la nidification (Santoul et Mastrorillo, 2004). Ce comportement a été observé également chez le Grèbe à cou noir dans la période de mue juste avant la migration d'automne (Storer et Jehl, 1985 ; Boyd et

Jehl, 1998 ; Jehl et Henry, 2010) et chez le Grèbe huppé aussi (Piersma, 1988c). Nous suggérons que Garaet Hadj-Tahar représente un site majeur de mue pour le Grèbe castagneux dans la région. Durant cette période, l'espèce exige des zones où l'alimentation est abondante (Fjeldså, 2004).

Concernant le Grèbe huppé, l'augmentation de son effectif au début de la période d'hivernage correspond soit au reflet de la population sédentaire, ou bien au passage transitoire. Les hivernants passent le maximum des journées à sillonner le plan d'eau et à plonger sans trop s'éloigner des *Typha* qui constituent un refuge idéal (Dejonghe, 1978, 1990 ; Gutiérrez et Figuerola, 1997). A partir de la fin Février, le nombre du Grèbe huppé augmente sur le site ce qui montre l'arrivée de la population nicheuse. Cette augmentation est graduelle du fait que les Grèbes expérimentés devraient arriver les premiers afin de garantir leur accès aux meilleurs lieux de reproduction et les migrants arrivés plus tard pourraient avoir moins d'expérience, ce retard est en raison qu'ils sont nicheurs pour la première fois ou de leur état physique a été affecté en hiver (Konter, 2008a). Auparavant, il était déjà établi que les Grèbes n'arrivent pas en une seule vague. Différents oiseaux pourraient avoir des comportements différents à cet égard. Il n'était pas connu en général si les arrivés tardifs étaient des oiseaux ayant migré pour des longs trajets ou s'ils étaient en attente pendant un certain temps près des aires de reproduction (Konter, 2008a). De plus, la population du Grèbe huppé peut être divisée en deux populations, une représentée avec des effectifs moins importants ne fréquentant le plan d'eau que durant la période hivernale et une seconde sédentaire nicheuse plus conséquente, s'associe avec des *Typha angustifolia* qui constituent avec *Scirpus lacustris* un lieu de nidification exemplaire pour cette espèce (Wiersma et al., 1995).

Une augmentation importante des effectifs du Grèbe castagneux et une diminution des effectifs du Grèbe huppé ont été marquées en comparant les dénombrements de Metallaoui et Houhamdi (2008) et Metallaoui et al., (2013) sur le même site d'étude.

Les résultats présentés montrent une différence au niveau de la taille de la population entre le Grèbe castagneux et le Grèbe huppé. Il est probable que ceux-ci résultent à partir des différences dans les exigences de l'habitat entre les deux espèces. Les densités de population des Grèbes sont parfois limitées par l'approvisionnement de l'alimentation et l'insuffisance de la couverture végétale (Vinicombe, 1982; Moskal et Marszalek, 1986; Salonen et Penttinen, 1988; Vogrin, 2001). La disponibilité alimentaire peut régir la dynamique des populations

(Martin, 1987 ; Odonoghue et Krebs, 1992 ; Abbott et *al.*, 2008). Donc, l'abondance réduite du Grèbe huppé et du Grèbe à cou noir indique que le site d'étude pourrait être moins optimal pour ces deux espèces et actuellement ne répond pas à leurs exigences. Egalement, dans l'éco-complexe de zones humides de Jijel, et contrairement au Grèbe huppé qui est une espèce rare observé avec un effectif de un à deux individus, le Grèbe castagneux présente un statut de sédentaire nicheur. L'espèce a été observée avec des effectifs ne dépassant pas vingt-cinq individus dont, comme dans notre cas, les maximums sont enregistrés pendant la période hivernale (Mayache, 2008). Dans le Lac des Oiseaux, van den Berg (1982) a recensé un total de 500 oiseaux. En outre Houhamdi (2002) a indiqué que la population des Grèbes huppés est plus nombreuse de celle de Grèbe castagneux mais ne dépasse pas les 44 individus. Au niveau du lac Tonga, l'effectif du Grèbe huppé est plus important (Rouibi, 2013 ; Athamnia et *al.*, 2015 ; Cheriet et *al.*, 2015). Dans le lac Oubeïra, jusqu'aux 500 Grèbes huppés (Chown et Linsley, 1994) et 23 000 Grèbes castagneux ont été recensés (van Dijk et Ledant, 1983).

Tout comme nous l'avions constaté, Vinicombe (1982) signale une variation saisonnière des populations du Grèbe castagneux et du Grèbe huppé due à la fluctuation du niveau d'eau tout au long de l'année, à la disponibilité des ressources alimentaires et aux différences de la température de l'air. D'autres investigateurs ont trouvé que plusieurs menaces telles que la pollution de l'eau, de brusques fluctuations du niveau d'eau, la qualité physico-chimique de l'eau notamment la température, les valeurs du pH et la turbidité, l'altération de la végétation riveraine et l'eutrophisation peuvent influencer la taille de la population du Grèbe castagneux (O'Donnell et Fjeldså, 1997; Konter, 2004 ; Crivelli et *al.*, 2006 ; Bilal et *al.*, 2013). Ainsi, d'après González et *al.* (2010a,b), trois facteurs importants affectent la sélection du site par le Grèbe castagneux : la taille du site (superficie), la connectivité (distance à la zone humide la plus proche) et la qualité d'habitat. Bilal et *al.* (2013) suggèrent que cette espèce se sert des habitats des eaux peu profondes avec la prépondérance de roseaux, une alcalinité légèrement élevée mais une température d'eau et une turbidité basse. La fluctuation saisonnière du nombre du Grèbe castagneux peut aussi être expliquée par son comportement timide (Cramp et Simmons, 1977) et par une certaine préférence de l'utilisation de l'habitat par cette espèce (Bilal et *al.*, 2013), ce qui rend difficile l'estimation de la taille de la population (Oró, 1991; Moss et Moss, 1993; Gutiérrez et Figuerola, 1997). Généralement, le Grèbe castagneux occupe les zones humides de petite taille dont la profondeur est de moins d'un mètre avec une végétation riche (Fjeldså, 2004; Ceccobelli et Battisti, 2010; Bilal et *al.*, 2013), il préfère surtout un habitat avec des roseaux comme les Phragmites, les Scirpus et les Typha qui sont

utilisées dans la construction du nid (Moss et Moss, 1993). Ainsi, la variation du niveau d'eau et le développement de la végétation dans notre site d'étude tout au long de l'année peut affecter la taille de la population. Fazili et *al.*, (2009) indiquent que ces oiseaux migrent localement sur le même site d'étude, des zones les plus profondes du plan d'eau vers des zones moins profonde, au début de la saison de reproduction. Dans notre site, les zones moins profondes sont caractérisées par une végétation dense ce qui rend invisible un certain nombre de Grèbes castageneux.

La distribution spatio-temporelle des oiseaux d'eau au niveau des zones humides est souvent gérée par de nombreux facteurs écologiques très déterminants (Pirot et *al.*, 1984 ; Houhamdi et Samraoui, 2001, 2003). Les principaux sont la taille des zones humides, la quiétude, le dérangement, la densité de la couverture végétale, la qualité et le niveau d'eau du milieu, l'abondance de la nourriture dans et au voisinage du site et la présence d'une autre espèce présentant la même niche trophique et écologique (Tamisier, 1971, 1972 ; Tamisier et Tamisier, 1981 ; Tamisier et Dehorter, 1999 ; Houhamdi et Samraoui, 2003, 2008). Les oiseaux opèrent souvent un partage spatio-temporel du site et du plan d'eau afin de ne pas gaspiller leur énergie : dépense, accumulation et utilisation (Tamisier et Tamisier, 1981 ; Tamisier et Dehorter, 1999).

Le Fuligule nyroca est une espèce estivante nicheuse dans la majorité des zones humides du Nord-Est algérien (Chalabi, 1990 ; Boumezbeur, 1993 ; Samraoui et De Belair, 1997). Cette espèce présente un statut de sédentaire dans le complexe de Guerbes-Sanhadja (Metallaoui et Houhamdi, 2008) où elle est présente durant toute l'année avec des effectifs de plus de 800 individus mais qui diffèrent d'un site à un autre dont la population la plus considérable se trouve dans Garaet Hadj-Tahar suivi par Garaet Beni M'Hamed et Garaet Sidi Makhoulf dont le nombre ne dépasse pas 78 individus dans ces deux derniers plans d'eau (Merzoug, 2015). Dans le Lac des Oiseaux, le nyroca est présent avec un effectif restreint (20 à 40 individus) (Houhamdi et Samraoui, 2002). Il se reproduit d'une façon régulière dans le lac Tonga où l'espèce est marquée avec des effectifs plus importants par rapport à notre site d'étude (Boumezbour, 1993 ; Lazli, 2011 ; Aissaoui, 2012 ; Draïdi, 2014). Ainsi, le lac Tonga constitue le site où l'espèce est observée chaque hiver et compte les effectifs hivernaux les plus élevés avec 1500 et 1139 individus en janvier 1993 et janvier 2007 respectivement (Boumezbeur, 1993 ; Lazli, 2011). Cependant, le lac Tonga représente un site de nidification important par rapport à notre site. A partir de la mi-mars la population nicheuse commence à

fréquenter le site avec des effectifs assez importants qui dépassent le seuil de 2000 individus certaines années (Lazli, 2011). Il est littéralement difficile de connaître si la population hivernante du Garaet Hadj-Tahar fait partie de la population nicheuse du lac Tonga qui ne situe pas trop loin de notre site d'étude. En outre, dans les Hauts Plateaux de l'Est algérien, au niveau de Garaet Timerganine, Maazi (2009) a noté un effectif maximal de 78 individus enregistré durant le mois de Septembre 2004. Par ailleurs, dans le lac de Réghaia (l'Est d'Alger) le nombre du Fuligule nyroca ne dépasse pas 370 individus en Septembre 2011 (Lardjane-Hamiti, 2013). D'après ces données littéraires et la présente étude, Garaet Hadj-Tahar constitue, après le lac Tonga, un refuge important pour le Fuligule nyroca en y hébergeant un effectif considérable durant toute l'année.

Au niveau de Garaet Hadj-Tahar, un premier passage transitant est marqué durant la première quinzaine de septembre. Ensuite nous assistons à un recrutement des hivernants. La fin de la saison d'hivernage et un début précoce de la migration vers les aires de nidification est notée à partir de février en laissant que quelques nicheurs dans Garaet Hadj-Tahar. Ces observations corroborent avec celles de Metallaoui (2010) et Merzoug (2015). Dès la fin de la période de reproduction, l'effectif augmente avec le recrutement des juvéniles et l'arrivée d'un certain nombre du Fuligule nyroca pour se muer. Dès la fin du mois d'août des escales de groupes de transit sont marquées. Dans le Lac des Oiseaux, l'effectif total est augmenté suite aux escales de groupes de transit observées durant la même période que la nôtre, dont le maximum est noté pendant la mi-décembre (Houhamdi, 2002).

Dans notre site d'étude, un maximum de 850 individus a été dénombré en octobre 2008 (Metallaoui et Houhamdi, 2008 ; Metallaoui, 2010), 605 individus en décembre 2012 (Merzoug, 2015), 426 individus comptés en décembre 2013 et 394 individus notés en août 2015 durant la présente enquête. Cette diminution de présence actuelle du Fuligule nyroca à Garaet Hadj-Tahar, est-elle la conséquence d'un abaissement de certaines populations ? En effet, la population du Fuligule nyroca est en déclin dans la région méditerranéenne dû largement à la perte de son habitat de reproduction (Green, 1993 ; Tucker et Heath, 1994 ; Heredia et *al.*, 1996). Plusieurs sites de reproduction ont été détruits et d'autres ont subi la perte de la végétation (Green, 1993 ; Tucker et Heath, 1994 ; Navarro et Robledano, 1995 ; Heredia et *al.*, 1996). Du même, les effectifs du Fuligule nyroca semblent en régression dans une partie de son aire de distribution asiatique (Turquie, Turkménistan, Ukraine ...), ceux d'Europe montrent des fluctuations selon des tendances différentes (régression en Espagne,

Roumanie ..., augmentation en Italie) (Robinson et Hughes, 2006). Les populations du Maghreb se maintiennent et montrent un retour de l'espèce pour certains pays (Tunisie, Maroc) et une augmentation pour d'autres (Algérie) (Robinson et Hughes, 2006 ; Lazli, 2011) ce qui est n'est pas évident pour le complexe de Guerbes-Sanhadja.

Comme dans notre cas, Petkov et *al.*, (2003) ont signalé que l'effectif de la population nicheuse du Fuligule nyroca varie visiblement d'une année à une autre selon les conditions et les caractéristiques de la zone humide. Ces dernières années plusieurs zones humides, petites ou temporaires, ont subi des baisses importantes des niveaux d'eau pouvant aller jusqu'à l'assèchement complet dans certains cas (Petkov et *al.*, 2003) ce qui était également marqué localement durant la saison 2011/2012 au niveau de plusieurs plan d'eau tels que Garaet Beni M'Hamed et Garaet Messaoussa (Observations personnelles). Par ailleurs, le Fuligule nyroca est très sensible aux dérangements humains. L'une des principales raisons de l'abandon de la zone humide par cette espèce sont les activités humaines (Petkov, 2012). Datta (2014a) a attribué la fluctuation du nombre du Fuligule nyroca aux perturbations humaines telles que la chasse, comme démontré dans plusieurs autres études (Callaghan, 1997 ; Robinson et Hughes, 2003a, 2006 ; Vinicombe, 2000 ; Balmaki et Barati, 2006). La pression accrue de la chasse et la perte d'habitat dans les lieux de reproduction en Russie et Kazakhstan (Green et Anstey, 1992) peuvent probablement jouer un rôle important dans l'explication de la baisse du nombre du Fuligule nyroca dans Garaet Hadj-Tahar. Les perturbations humaines excessives sont nuisibles pour les Anatidés dans leurs aires d'hivernage et reproduction (Korschgen et *al.*, 1985 ; Havera et *al.*, 1992) et peuvent être aussi néfaste que la destruction des habitats (Dahlgren et Korschgen, 1992). Toutefois, le dérangement humain excessif peut causer des changements de la distribution et l'abondance des canards plongeurs, ainsi que la sélection des sites alimentaires (Thornburg, 1973 ; Korschgen et *al.*, 1985 ; Hohman et Rave, 1990 ; Kahl, 1991) et peut les forcer de quitter prématurément les zones clés de repos (Hume, 1976 ; Bell et Austin, 1985 ; Edwards et Bell, 1985).

La majorité des oiseaux d'eau migrateurs évitent les zones fréquentées par l'homme et évitent toujours les zones humides où la chasse est un phénomène fréquent (Quan, 2002; Wuver et Attuquayefio, 2006; Mohan et Gaur, 2008; Sharma et Saini, 2012) comme dans notre site d'étude. Avec l'altération et la dégradation des caractéristiques de l'habitat par les conditions environnementales et/ou activités humaines, le Fuligule nyroca échappe la zone humide (Green, 1998b ; Robinson, 2003 ; Petkov, 2012), mais quand les conditions

deviennent favorables, les Fuligules nyroca reviendraient également à cette zone humide à nouveau (Datta, 2014a).

La présence d'animaux, y compris les oiseaux, dans les différents habitats est influencée principalement par la disponibilité des aliments et la sécurité (Verner, 1965). Les types d'habitat qui offrent beaucoup d'aliments et une bonne sécurité ont une concentration importante des animaux alors que les habitats avec un peu de denrées et qui sont non sécurisés ont une faible concentration (Davies et *al.*, 1989). De leur côté, La disponibilité alimentaire est affectée par les conditions environnementales et les activités humaines qui mènent à la pollution et la dégradation des habitats (Bishton, 1986).

L'utilisation de l'habitat par les canards varie à différentes périodes du cycles annuel (Amat, 1984b ; Batt et *al.*, 1992 ; Nummi et Pöysä, 1993). Le Fuligule nyroca est hautement dépendant des luxuriantes zones humides (Cramp et Simmons, 1977 ; Green, 1993, 1995 ; Navarro et Robledano, 1995). Il utilise moins les habitats périphériques (Green, 1998b).

Metallaoui (2010) et Merzoug et *al.*, (2014) ont noté presque la même distribution et le choix des habitats par le Fuligule nyroca dans la saison d'hivernage à travers Garaet Hadj-Tahar. En général, durant la saison de reproduction les nyroca sont souvent associés avec des zones humides bien végétalisées et très productives (Batt et *al.*, 1992 ; Elmberg et *al.*, 1993), avec végétation émergente fournissant un abri et servant d'habitat pour diverses espèces d'invertébrés aquatiques (Voigts, 1976 ; Nummi et Pöysä, 1993). A côté de la préférence prévue pour les zones humides bien végétalisées avec des caractéristiques en mosaïque, l'espèce est associée positivement avec la végétation flottante. Un tapis d'une végétation flottante hydrophyte est typique à de nombreux sites de reproduction. Ils sont souvent associés avec la végétation submergée qui fournit des bonnes conditions pour le développement des invertébrés aquatiques consommables (Petkov, 2012). Egalement, l'espèce préfère clairement les étendues d'eau peu profondes, riche en végétation flottante et submergée, bordés par un peuplement dense des plantes émergentes (Bauer et Glutz von Blotzheim, 1969 ; Cramp et Simmons, 1977 ; Green, 1998a ; Wieloch, 1998 ; Saporetti, 2000 ; Puzovic et Tucakov, 2003 ; Szabo et Sandor, 2003 ; Szabo et Végvári, 2003 ; Zogaris et Handrinos, 2003). En Bulgarie, il nidifie dans des zones humides eutrophes à très eutrophes, parfois à un stade avancé de la succession, et une profondeur moyenne de 1 m avec une couverture de 65-70 % de végétation submergée et émergente (Petkov, 1998, 2003 ; Petkov et Mittev, 2001). Des conditions oligotrophes semblent être préférées en Ukraine (Zhud,

2003). Garaet Hadj-Tahar remplit les caractéristiques fondamentales de l'habitat préféré par les Fuligules nyroca ayant une végétation mosaïque bien structurée et une végétation submergée avec une profondeur de l'eau moins de 3 m (Cramp et Simmons, 1977; Green, 1998a,b ; Zogaris et Handrinos, 2003 ; Petkov, 2004, 2012). Dans le Lac des Oiseaux et durant la saison de nidification, les Fuligules nyroca passent le maximum de leurs journées cachées dans les touffes de *Typha angustifolia* (Houhamdi, 2002).

Durant la période d'hivernage, le choix d'habitat est similaire à celui en période de nidification (Cramp et Simmons, 1977 ; Amat et Soriguer, 1982 ; Petkov, 1998). A Sidi Bou Ghaba en Maroc, les nyroca ont été notés dans des étendues d'eau libre entourées par une végétation émergente, comme *Typha angustifolia*, *Scirpus holoschoenus*, *Scirpus holoschoenus*, *Phragmites australis* et *Carex hispida*, en utilisant une zone de 0 à 20 m de la berge (Green, 1995). Datta (2014b) a trouvé que les Fuligules nyroca hivernants se présentent régulièrement dans les parties des zones humides où le dérangement humain était minime, la profondeur de l'eau ne dépasse pas 90 cm, et avec une abondante végétation littorale. Dans le Lac des Oiseaux, durant la saison d'hivernage, des déplacements des nyroca dans le plan d'eau sont notés et exceptionnellement près de la scirpaie (Houhamdi, 2002).

Nos observations renforcent les mesures du taux d'association entre le Fuligule nyroca et les autres espèces fréquentant le lac Tonga et qui ont montré que la Foulque macroule et le Grèbe castagneux sont les espèces les plus associées aux Fuligules nyroca, suivi par le Grèbe huppé et le Canard souchet. Ces résultats expliquent que notre espèce partage une grande partie de ces exigences écologiques avec la Foulque macroule et le Grèbe castagneux (Draïdi, 2014). De plus, lors de la saison de reproduction qui coïncide avec la poussée envahissante du Nénuphar blanc *Nymphaea alba*, ils partagent les espaces d'eau libre avec les Foulques macroules dominants avec leurs effectifs (Aissaoui et al., 2009).

Le Fuligule nyroca est moins grégaire et généralement individuel. Cramp et Simmons (1977) ont signalé 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, 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). Selon 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). De manière parfois plus fine, la présence des congénères peut aussi influencer sur le comportement alimentaire : vivre en groupe procure une certaine sécurité, qui peut permettre d'augmenter l'efficacité alimentaire (Elgar, 1989), mais la promiscuité peut aussi entraîner des relations de compétition pouvant limiter cette efficacité (Sutherland, 1996).

En période hivernale les Fuligules nyroca sont seuls ou en petits groupes. Ces constatations sont en accord avec ceux de 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. En période de reproduction et post-reproduction nous observons plus de regroupements des individus où la taille maximale peut atteindre 35 individus. Ainsi, les nyroca sont retrouvés en plus grand nombre 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 (Cramp et Simmons, 1977).

*Chapitre 04 : Rythmes d'activités diurnes des Grèbes
et Fuligules nyroca*

1. Etude des rythmes d'activités diurnes du Grèbe castagneux

L'exploration des résultats des rythmes d'activités diurnes du Grèbe castagneux dans Garaet Hadj-Tahar, montre une très nette prédominance de l'alimentation avec 42,09 % du temps total en 2013/2014 et 42,75 % en 2014/2015. Elle est suivie par la nage (40,31 % en 2013/2014, 32,89 % en 2014/2015), l'entretien du plumage ou la toilette (13,51 % en 2013/2014, 14,96 % en 2014/2015) et le sommeil (3,36 % en 2013/2014, 8,31 % en 2014/2015) qui diffère significativement entre les deux années (Mann-Whitney U-test, $Z = -1,987, p = 0,047$).

Les comportements antagonistes tiennent une part minime dans ce bilan total annuel (0,46 % en 2013/2014, 0,28 % en 2014/2015). Le vol n'occupe qu'une part limitée du temps annuel, soit 0,27 % en 2013/2014 et 0,62 % en 2014/2015. L'activité du parade vient en dernier rang, elle est observée uniquement durant la période de reproduction 2015 (0,18 % du bilan total annuel) (Fig. 20, 21).

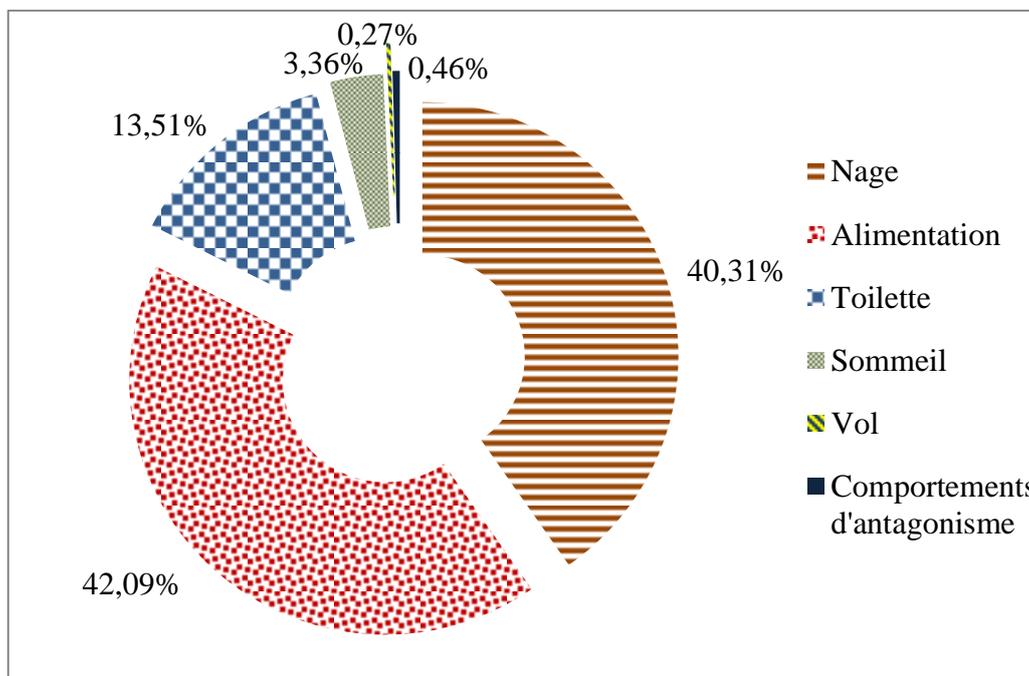


Figure 20 : Bilan des rythmes d'activités diurnes du Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* dans Garaet Hadj-Tahar durant la saison d'étude 2013/2014.

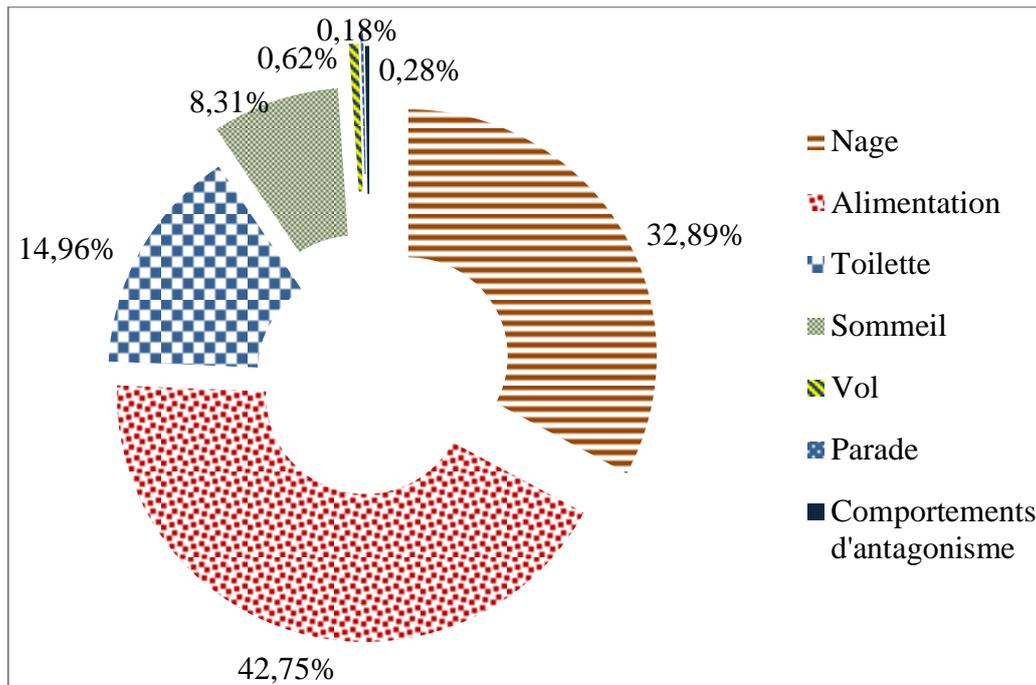


Figure 21 : Bilan des rythmes d'activités diurnes du Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* dans Garaet Hadj-Tahar durant la saison d'étude 2014/2015.

1.1. Variation saisonnière du rythme d'activités diurnes du Grèbe castagneux

Le comportement diurne du Grèbe castagneux diffère selon s'il s'agit de la saison d'hivernage ou celle de la reproduction. Durant la saison d'hivernage et reproduction, l'alimentation et la nage sont les deux activités dominantes. La nage diffère significativement (Mann-Whitney U-test, $Z = -3,002$, $p < 0,003$) entre la saison de reproduction et la saison d'hivernage.

La nage est l'activité dominante durant la première saison d'hivernage (Kruskal Wallis test, $H = 45,22$, $p < 0,0005$), tandis que l'alimentation est l'activité dominante durant la première (Kruskal Wallis test, $H = 41,38$, $p < 0,0005$) et la deuxième (Kruskal Wallis test, $H = 15,01$, $p = 0,03$) saison de reproduction.

Pendant la saison 2014/2015, l'alimentation est l'activité dominante durant les deux périodes d'hivernage et reproduction (41,89% et 43,61% respectivement). Les valeurs les plus élevées de la nage sont notées en hivernage (39,75%) et les valeurs les plus faibles sont notées en période de reproduction (26,04%). Le sommeil est moins important en saison d'hivernage avec 5,83 %, ce pourcentage augmente en saison de reproduction, soit 10,80%.

La toilette est plus marquée en période de nidification (14,95% en 2013/2014 et 17,83% en 2014/2015) par rapport à la période d'hivernage (12,08% en 2013/2014 et 12,10% en 2014/2015).

Le vol est plus noté pendant la première saison d'hivernage (0,43 %) par rapport à la première saison de reproduction où il était moins observé (0,12 %). Le contraire est noté pour la deuxième saison d'étude 2014/2015 où les valeurs passent du simple (0,44 %) durant l'hiver en double durant la reproduction (0,80 %).

L'activité de la parade n'est observée que durant la deuxième période de reproduction (0,55 % du bilan total saisonnier).

Les comportements antagonismes marquent surtout la première période de nidification par rapport à la deuxième, soit 0,91 % et 0,36 % respectivement.

Ces trois dernières activités sont rarement observées (Fig. 22).

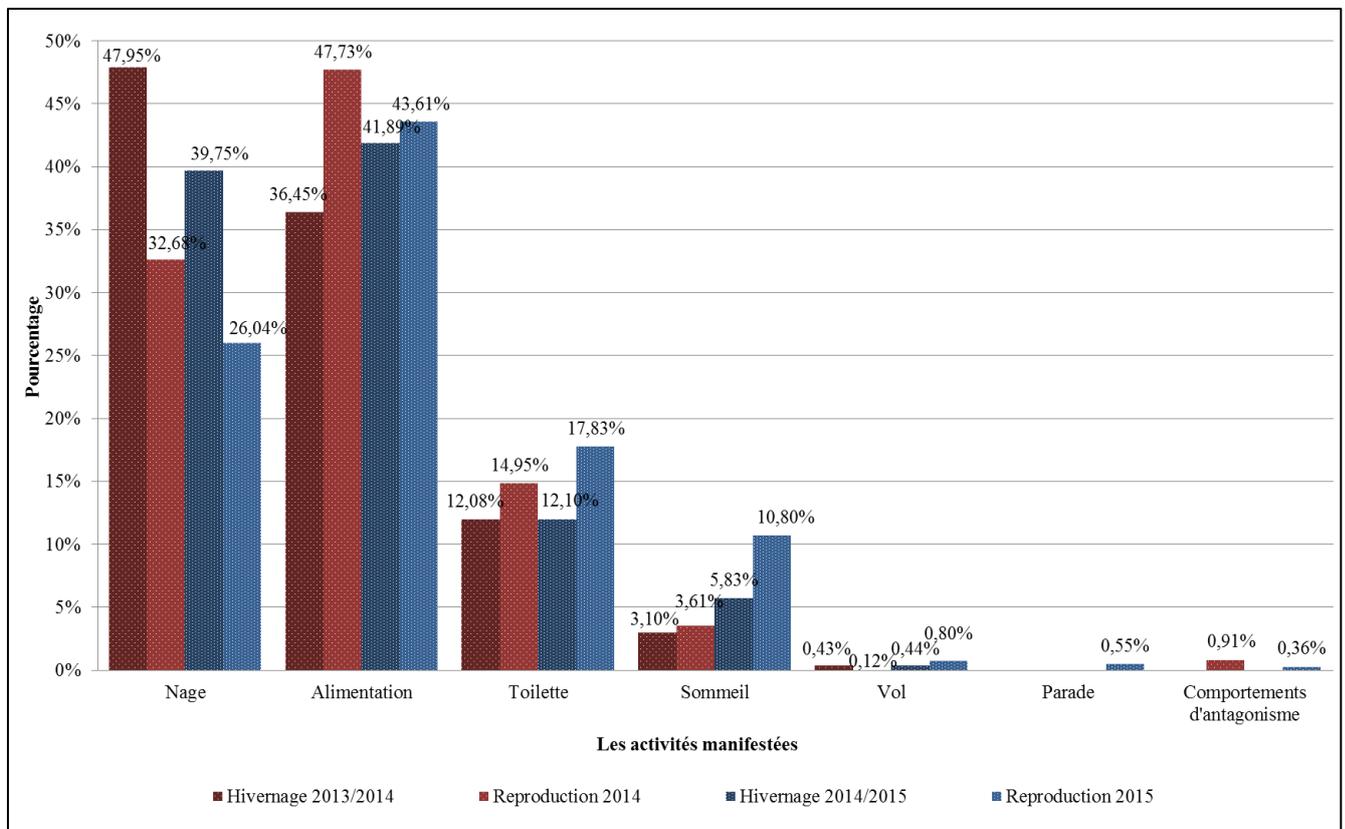


Figure 22 : Pourcentage des différentes activités diurnes du Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* dans Garaet Hadj-Tahar durant les périodes d'hivernage et reproduction.

1.2. Variation mensuelle du rythme d'activités diurnes du Grèbe castagneux

Au début de la saison d'hivernage, le Grèbe castagneux consacre la majorité du budget temps à la nage et l'alimentation. La nage atteint son plus haut niveau en septembre 2013 (53,49 %) et en novembre 2014 (55,27 %). Ensuite, on note une diminution des pourcentages de la nage et une augmentation progressive de ceux de l'alimentation en janvier 2014 (52,63 %) et février 2015 (48,33 %). Durant toute la période d'étude, les valeurs les plus élevées de l'alimentation sont marquées en mai et dépassent les 60 %.

Le nettoyage du plumage marque le début d'hivernage et la fin de la période de reproduction où les valeurs les plus élevées sont notées (25,18 % en août 2014 et 41,84 % en juillet 2015). En dehors de cette période, les valeurs fluctuent entre 5% et 17 %.

Le sommeil est fréquemment noté au début de la saison d'hivernage et à la fin de la saison de reproduction. En dehors de cette période, les valeurs sont très faibles voire nulles. Pendant la saison 2013/2014, le pourcentage le plus élevé est enregistré en septembre (12,78 %). Cependant, en 2014/2015, le pourcentage le plus élevé est enregistré en août (22,85 %).

Le Grèbe castagneux vole peu. Le maximum noté est de 1,95 % en avril 2015 avec de grandes fluctuations entre les deux saisons d'étude (2013/2014 et 2014/2015).

Le début de la saison de reproduction est marqué par l'activité de la parade observée uniquement pendant les deux mois de mars 2015 (1,47 %) et avril 2015 (0,71 %).

Généralement, les parades sont accompagnées avec les manifestations des comportements antagonistes qui se déroulent dans la période qui s'étale de mars à juin, ils sont d'ordre intra-spécifiques ou inter-spécifiques entre les Grèbes castagneux et la Foulque macroule *Fulica atra*. Le maximum est de 3,46 % noté en mars 2014 (Fig. 23, 24).

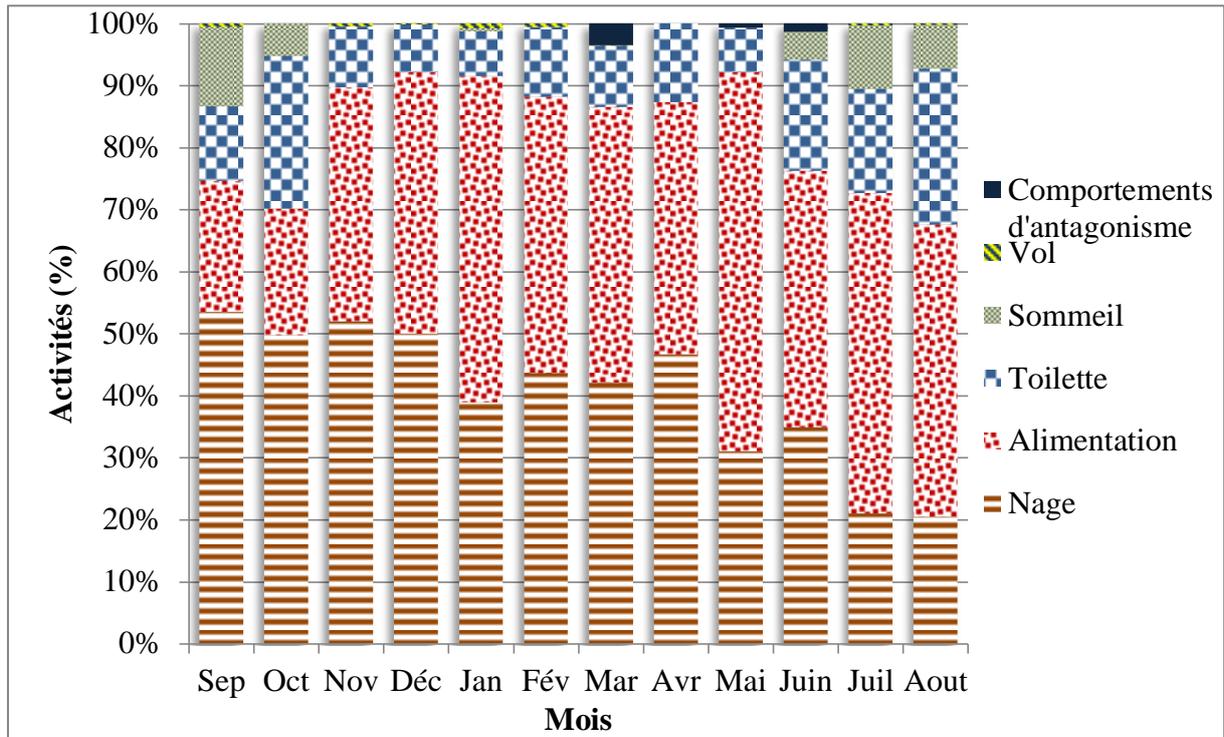


Figure 23 : Evolution annuelle des rythmes d'activités diurnes du Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* à Garaet Hadj-Tahar (Saison 2013/2014).

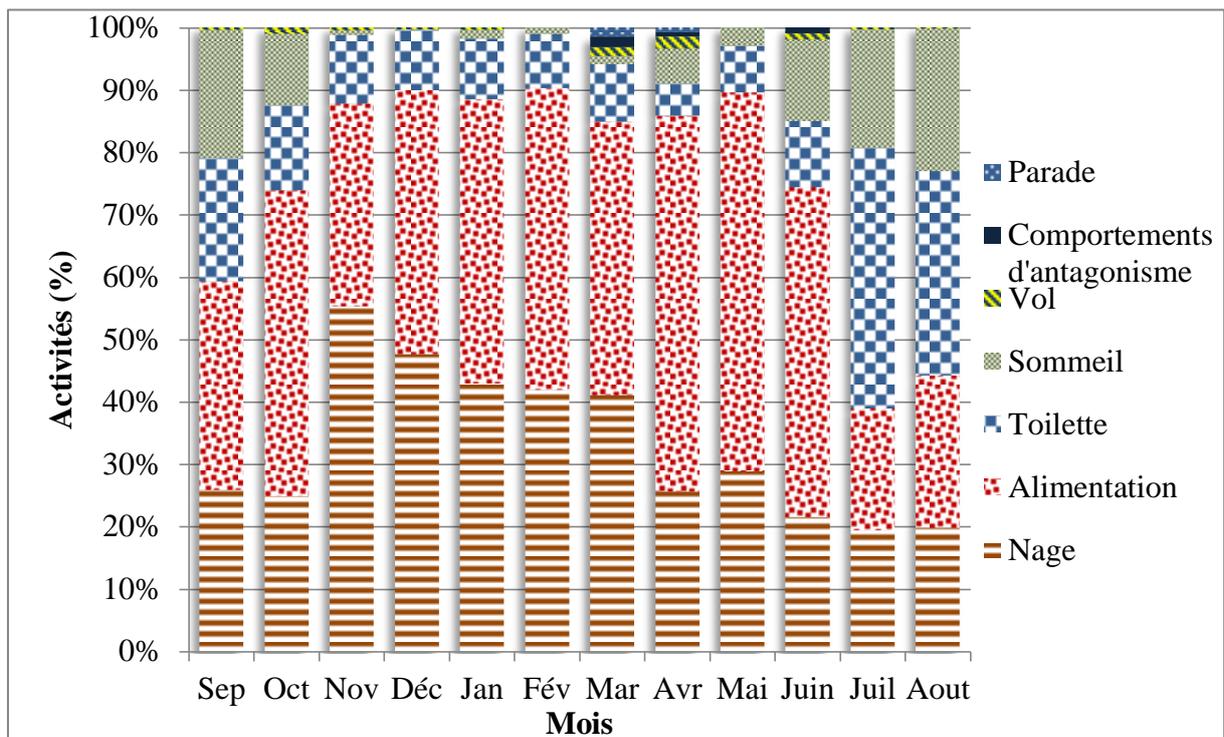


Figure 24 : Evolution annuelle des rythmes d'activités diurnes du Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* à Garaet Hadj-Tahar (Saison 2014/2015).

Durant la première saison d'étude, l'ACP résume les variables examinés par deux axes indépendants qui détiennent 62,3 % de la variance de l'ensemble des données (33,1 % PC1, valeurs propres = 1,982 ; 29,2 % PC2, valeurs propres = 1,756) (Tab. 03, Fig. 25). Le premier axe montre que l'entretien du plumage est associé avec le sommeil ou bien le repos, ces deux activités sont corrélées négativement avec l'alimentation et les comportements d'antagonisme. D'autre part, selon cet axe la nage est associée avec le vol. Le deuxième axe ou le facteur 2 expose que l'entretien du plumage est associé avec l'alimentation.

Durant la deuxième saison d'étude, l'ACP montre 81 % de la variance de l'ensemble des données (44,8 % PC1, valeurs propres = 2,690; 36,2 % PC2, valeurs propres = 2,176) (Tab. 04, Fig. 26). Le premier axe montre que l'entretien du plumage est associé avec le sommeil, ces deux activités sont corrélées négativement avec la nage. Le deuxième axe expose que les comportements d'antagonismes sont associés avec le vol.

Tableau 03 : Les scores pour les variables du comportement diurne sur les deux premiers axes de l'analyse en composantes principales du Grèbe castagneux durant la saison 2013/2014.

	Composant	
	1	2
Nage	.000	.922
Alimentation	-.708	-.576
Toilette	.796	-.465
Sommeil	.825	-.145
Vol	-.041	.525
Activités d'antagonisme	-.405	-.250
Valeur propre	1.982	1.756
Variance (%)	33.1	29.2

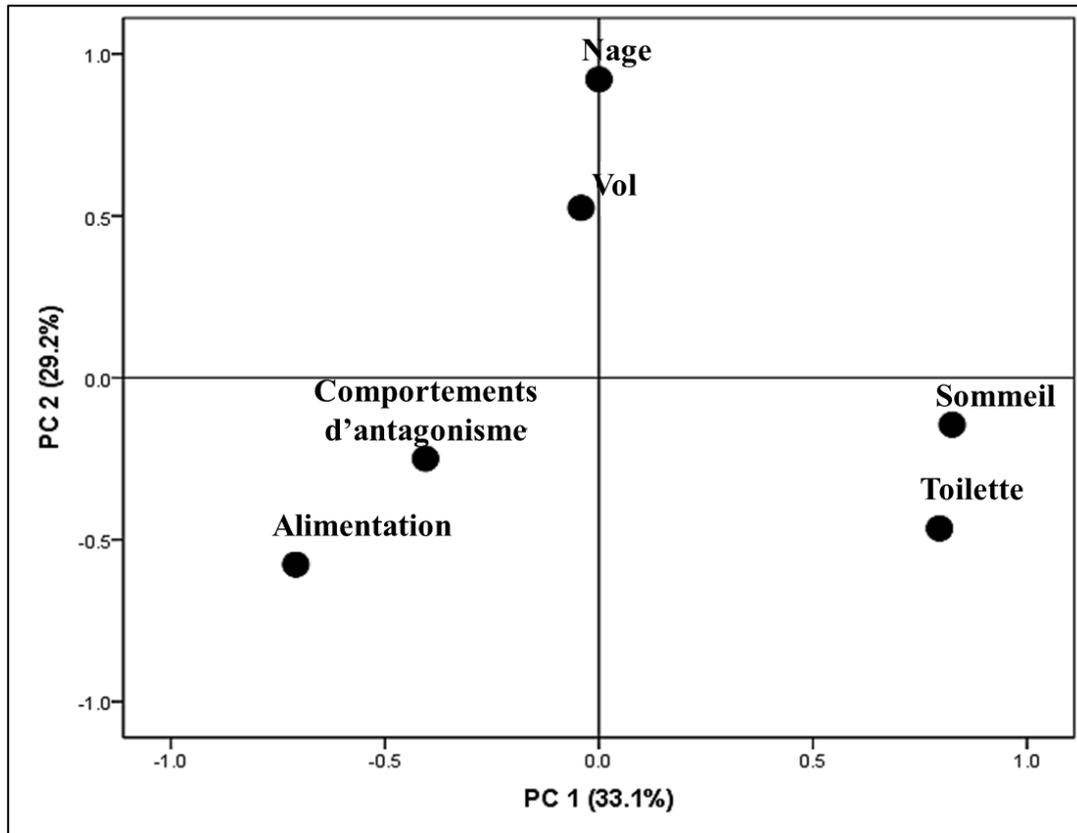


Figure 25 : La distribution des activités diurnes du Grèbe castagneux à partir de l'ACP après la rotation varimax durant la saison 2013/2014.

Tableau 04: Les scores pour les variables du comportement diurne sur les deux premiers axes de l'analyse en composantes principales du Grèbe castagneux durant la saison 2014/2015.

	Composant	
	1	2
Nage	-.844	-.267
Alimentation	-.571	.584
Toilette	.852	-.433
Sommeil	.961	-.102
Vol	-.007	.909
Activités d'antagonisme	-.034	.860
Valeur propre	2.690	2.176
Variance (%)	44.8	36.2

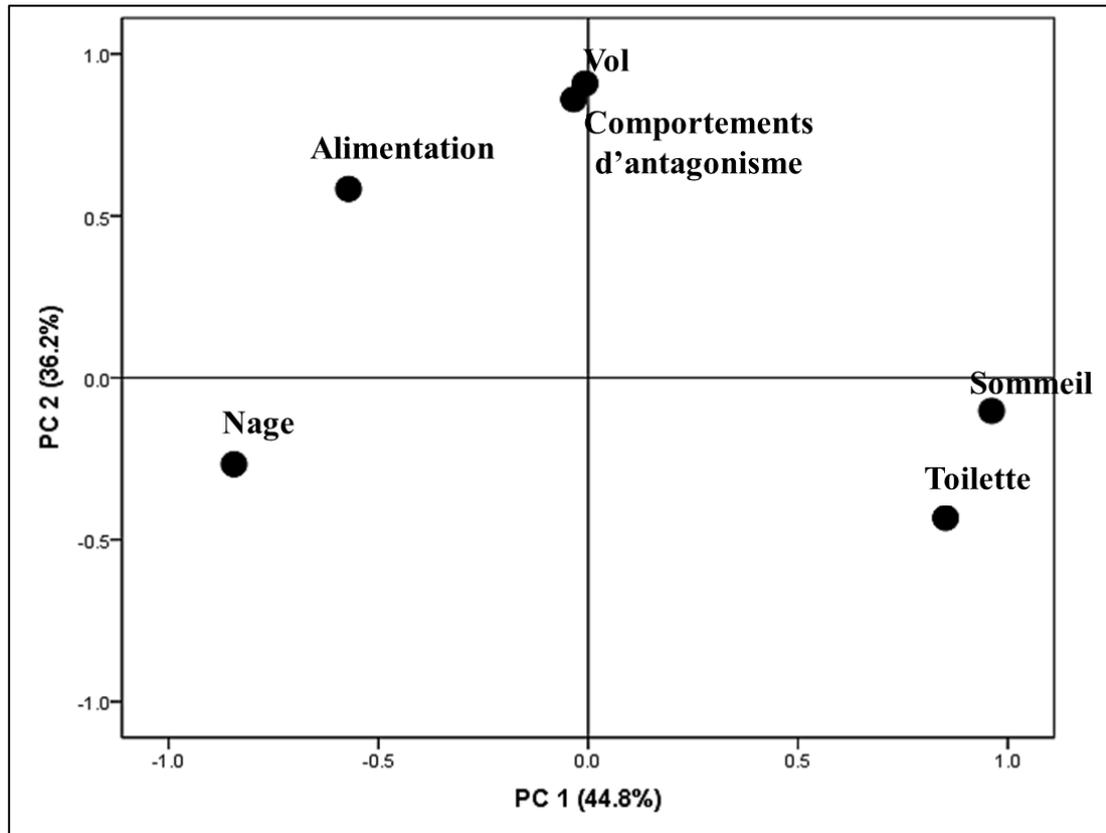


Figure 26 : La distribution des activités diurnes du Grèbe castagneux à partir de l'ACP après la rotation varimax durant la saison 2014/2015.

1.3. Variation journalière du rythme d'activités diurnes du Grèbe castagneux

En hiver 2013/2014, la nage est l'activité dominante durant toute la journée, notamment de 13h à 16h. Tandis qu'en hiver 2014/2015, l'alimentation surpasse la nage qui est notée principalement les trois premières heures, ainsi que toutes les autres activités durant la majorité des heures. L'alimentation est importante à 9h et diminue graduellement au fur et à mesure que l'heure avance (42,90 % en 2013/2014 et 50,53 % en 2014/2015 à 9h). Pendant la saison 2013/2014, des valeurs élevées de la toilette sont notées entre 9h - 10h et à 15h. De 11h à 14h, le pourcentage de cette activité est stable et varie entre 9,88 % et 11,74 %. Cependant, durant la saison 2014/2015, les valeurs sont plus ou moins stables et fluctuent entre 10 % et 20 % dont le pic est à 14h (20,45 %). Le sommeil est observé avec des pourcentages faibles au début de la journée, il augmente progressivement pour culminer à 14h en 2013/2014 et à partir de 15h en 2014/2015. Le vol, dont les valeurs ne dépassent pas 2 %, est enregistré notamment à 9h en 2014/2015 (1,60 %) et à 13h en 2013/2014 (0,94 %) (Fig. 27, 28).

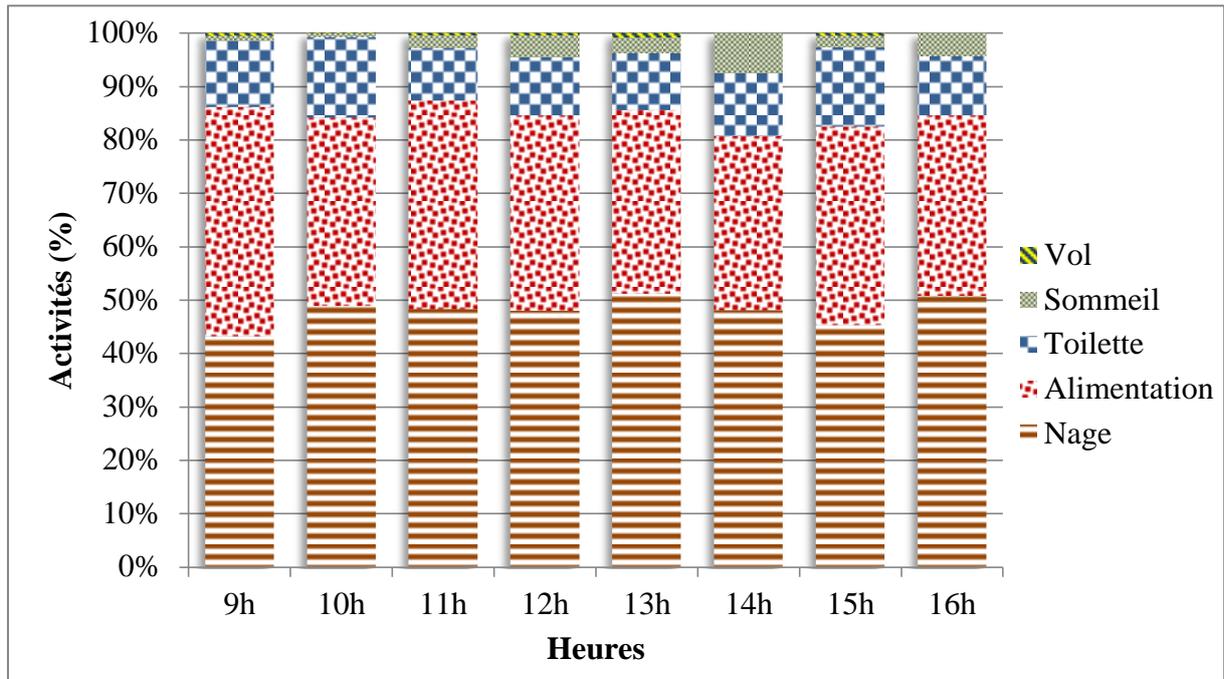


Figure 27 : Les variations journalières du budget-temps des activités diurnes du Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* à Garaet Hadj-Tahar (Saison d'hivernage 2013/2014).

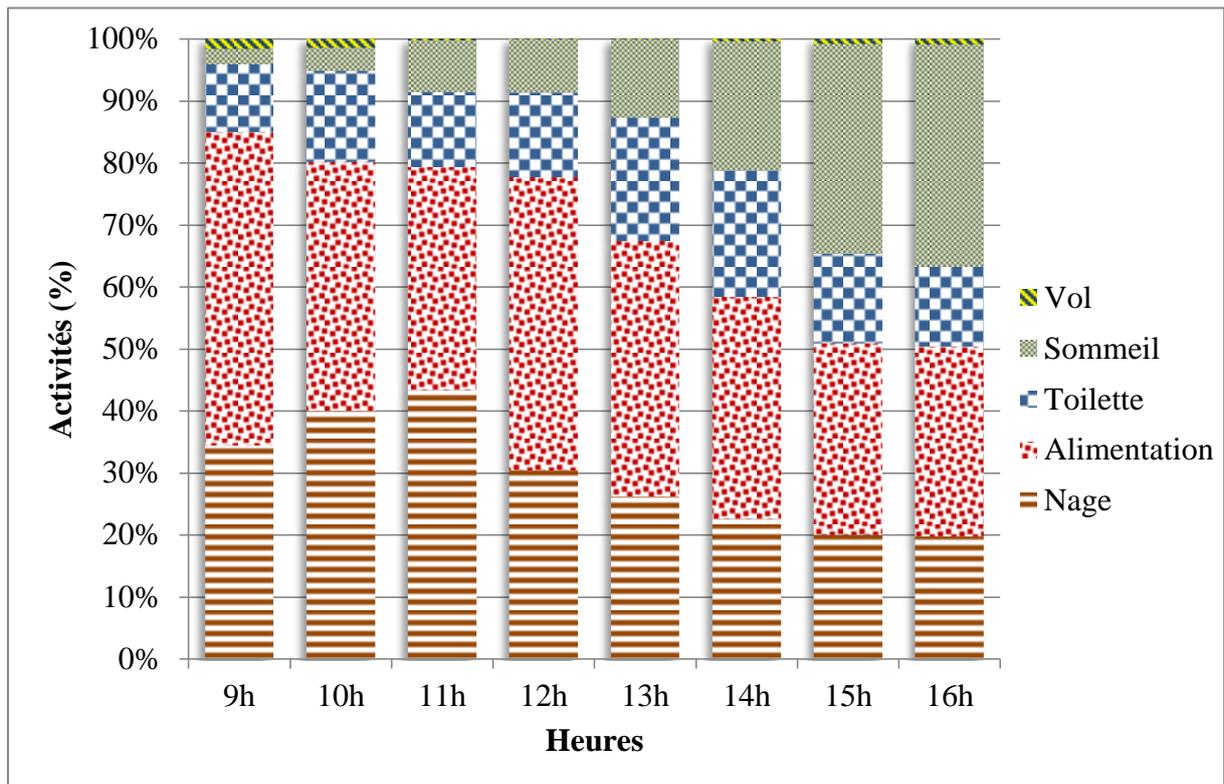


Figure 28 : Les variations journalières du budget-temps des activités diurnes du Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* à Garaet Hadj-Tahar (Saison d'hivernage 2014/2015).

Durant la période de reproduction, l'alimentation est enregistrée pendant toute la journée avec des valeurs stables qui tiennent plus de la moitié du temps à 10h et 12h en 2014. Cependant en 2015, le Grèbe castagneux s'alimente notamment durant les trois premières heures de la matinée, le maximum est de 36,50 % noté à 10h. La nage affiche des pourcentages plus ou moins stables durant les deux périodes de nidification. Elle est plus manifestée à 13h. La toilette habituelle est observée principalement à 10h et à 14h pendant la première saison d'étude tandis que les valeurs les plus élevées de la deuxième saison d'étude sont concentrées durant la matinée de 9h à 12h et diminuent à partir de 13h jusqu'à la fin de la période d'observation. Le sommeil affiche des valeurs faibles durant toute la matinée, il s'augmente graduellement au fur et à mesure que le temps passe jusqu'à atteindre les valeurs les plus élevées à la fin de la journée. Comme pour la saison d'hivernage, le vol n'est pas observé toutes les heures de la journée et ne dépasse pas 2 %, il est peu fréquent et irrégulier. Les comportements d'antagonisme sont observés uniquement durant la période de reproduction avec des valeurs très faibles notamment durant la deuxième saison de reproduction où ils n'ont été notés qu'à deux occasions à 13h (0,34 %) et 16h (0,22 %). Le pic est de 1,84 % à 11h enregistré durant la première saison de reproduction. Les parades ne sont notées que durant la deuxième saison de reproduction pendant trois heures uniquement : 9h, 11h et 13h. Le pic est de 0,75 % enregistré à 11h (Fig. 29, 30).

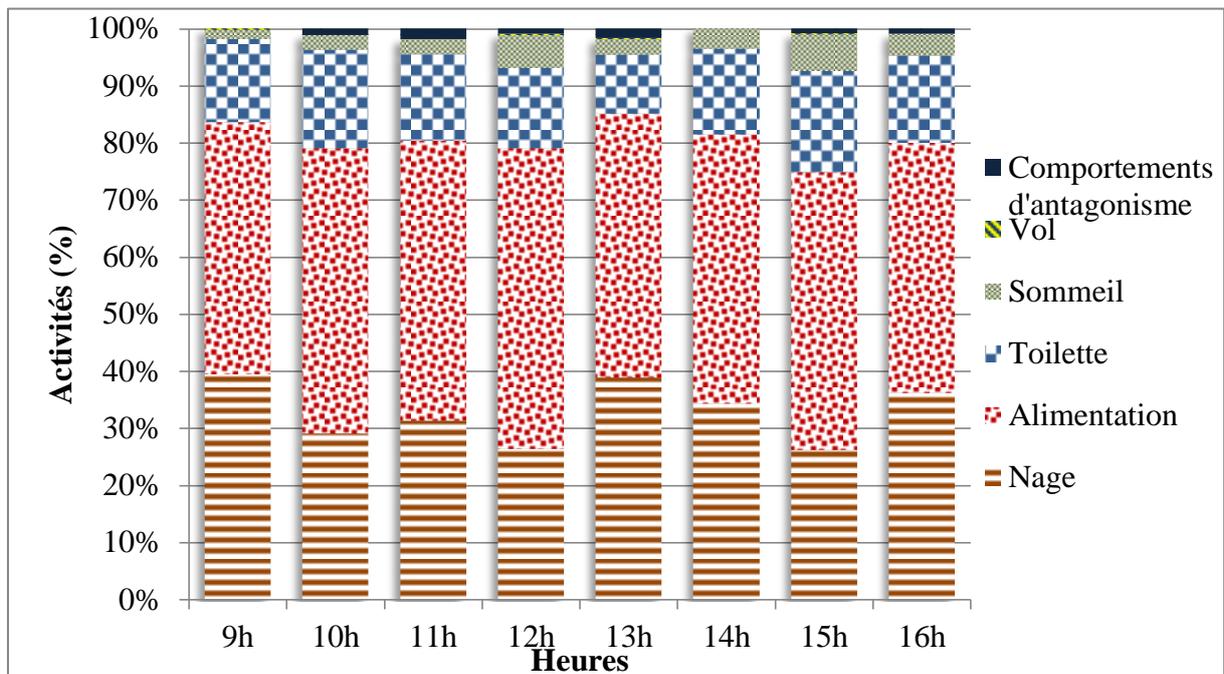


Figure 29 : Les variations journalières du budget-temps des activités diurnes du Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* à Garaet Hadj-Tahar (Saison de reproduction 2014).

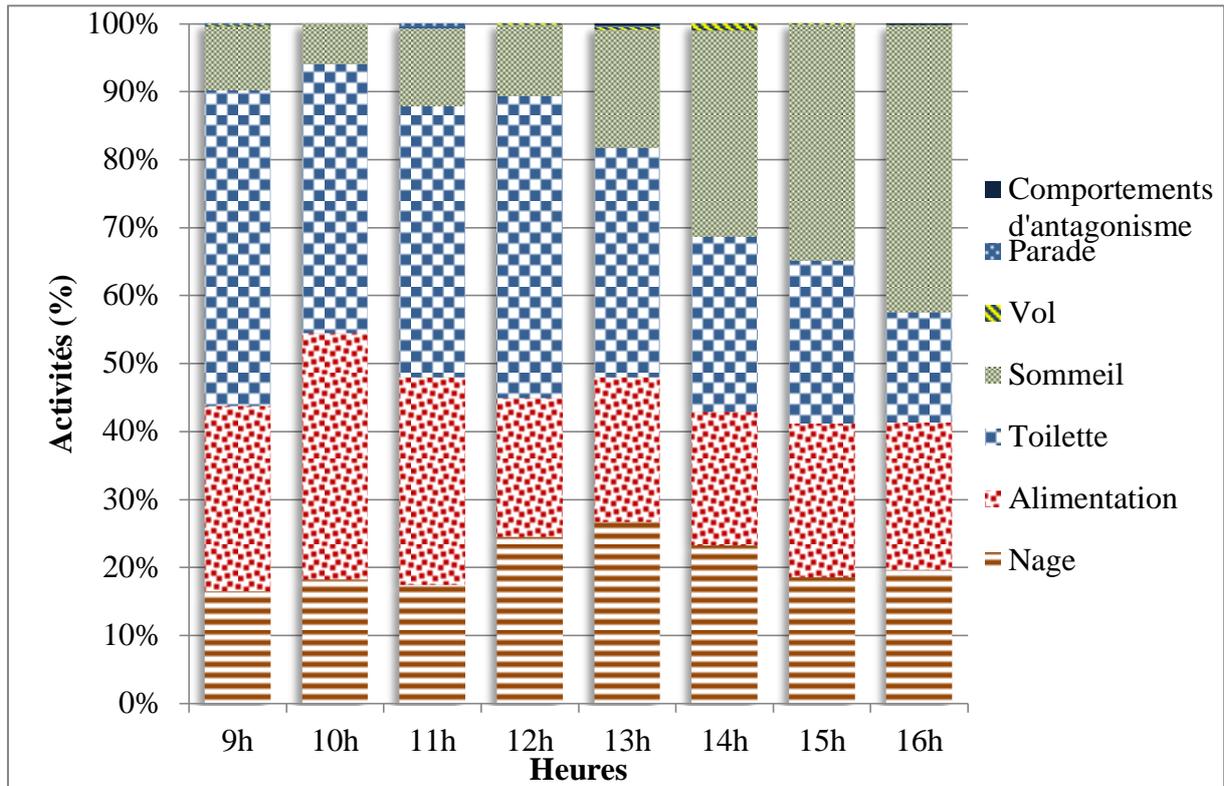


Figure 30 : Les variations journalières du budget-temps des activités diurnes du Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* à Garaet Hadj-Tahar (Saison de reproduction 2015).

1.4. Etude du budget temps alimentaire diurne du Grèbe castagneux

Chez le Grèbe castagneux, le budget temps alimentaire est dominé par l'alimentation par plongeon qui occupe de loin le budget temps alimentaire. Elle est notée avec des valeurs très élevées : 96,34 % durant la saison 2013/2014 et 96,56 % durant la saison 2014/2015. L'alimentation par picorage et l'alimentation en immergeant la tête se présentent avec des pourcentages très faibles qui ne dépassent pas 3 %. (Fig. 31).

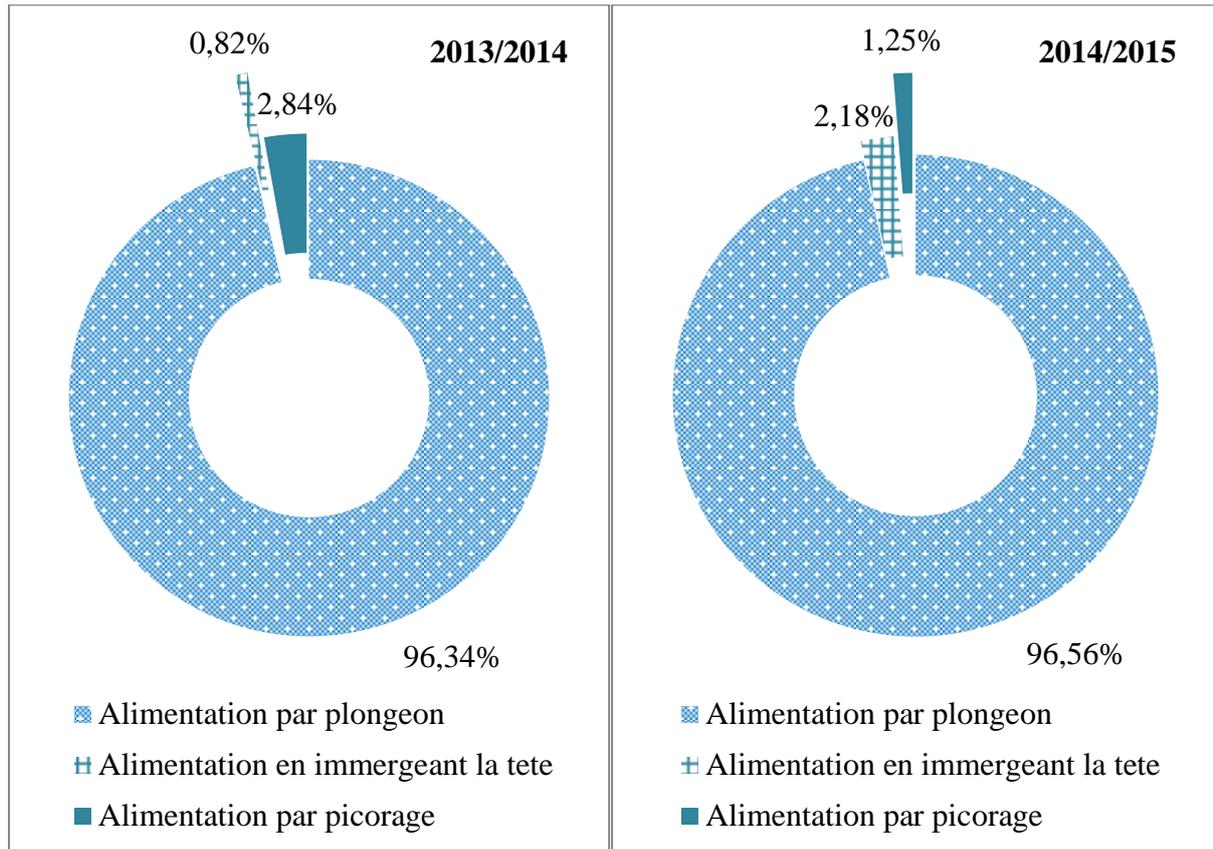


Figure 31 : Bilan annuel du budget temps alimentaire diurne du Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* dans Garaet Hadj-Tahar.

1.4.1. Variation saisonnière du budget temps alimentaire diurne du Grèbe castagneux

Durant la période d'hivernage, l'alimentation en plongée est enregistrée avec des taux très élevés soient 93,68 % en 2013/2014 et 94,58 % en 2014/2015. Le picorage est classé en deuxième rang pendant la première saison d'hivernage avec un pourcentage de 5,03 %. Durant la deuxième saison d'hivernage il cède sa place pour l'alimentation en immergeant la tête avec un pourcentage de 3,62 %.

Durant la période de reproduction, l'alimentation par plongée est plus manifestée au point de dominer la quasi-totalité du budget temps alimentaire diurne, le pourcentage est de plus de 98 % pendant les deux périodes d'étude en laissant un pourcentage de même pas 2 % pour les deux autres modalités alimentaires. L'alimentation par picorage et celle en immergeant la tête sont donc moins représentées en nidification qu'en hivernage (Fig. 32).

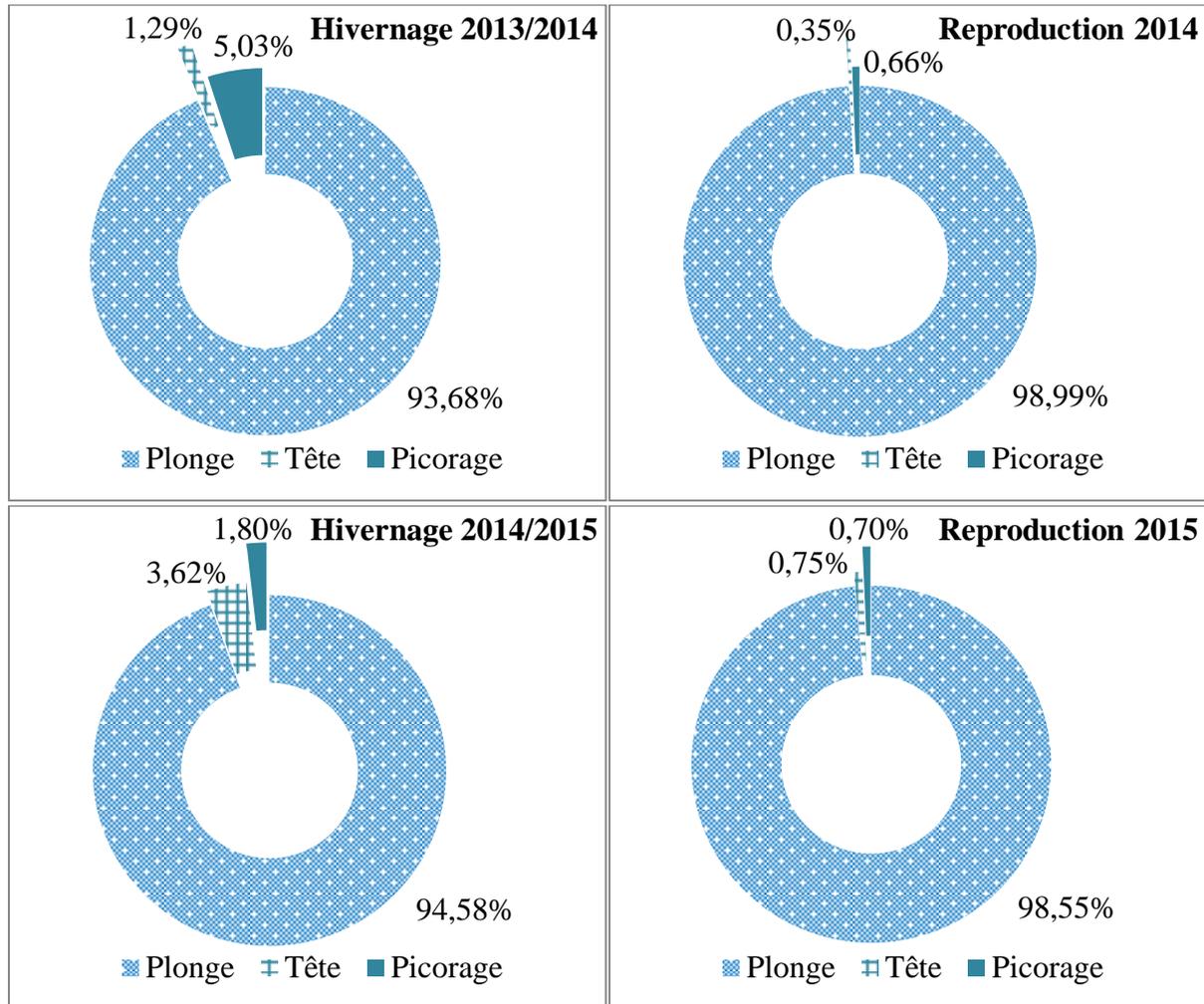


Figure 32 : Proportions des différentes modalités d'alimentation diurne du Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* dans Garaet Hadj-Tahar.

1.4.2. Variation mensuelle du budget temps alimentaire diurne du Grèbe castagneux

L'alimentation par plongeon domine tous les mois. Elle occupe la totalité, soit 100 %, pendant plusieurs périodes de l'année et ce au cours des mois de mai, juin et août 2014, et de janvier à mars, mai et juillet 2015. Elle n'a jamais une valeur inférieure à 78 % durant toute la période de l'étude. Malgré ses taux faibles, l'alimentation par picorage est marquée plusieurs mois par rapport à l'alimentation en immergeant la tête. En 2013/2014, elle affiche deux maximums : le premier est de 13,54 % enregistré en septembre et le deuxième est de 6,41 % enregistré en novembre. En 2014/2015, le maximum est de 5,29 % enregistré en décembre. Quant à l'alimentation en immergeant la tête, elle ne dépasse jamais le pourcentage de 3 % à l'exception d'une seule occasion durant le mois de décembre avec 18,80 % (Fig. 33).

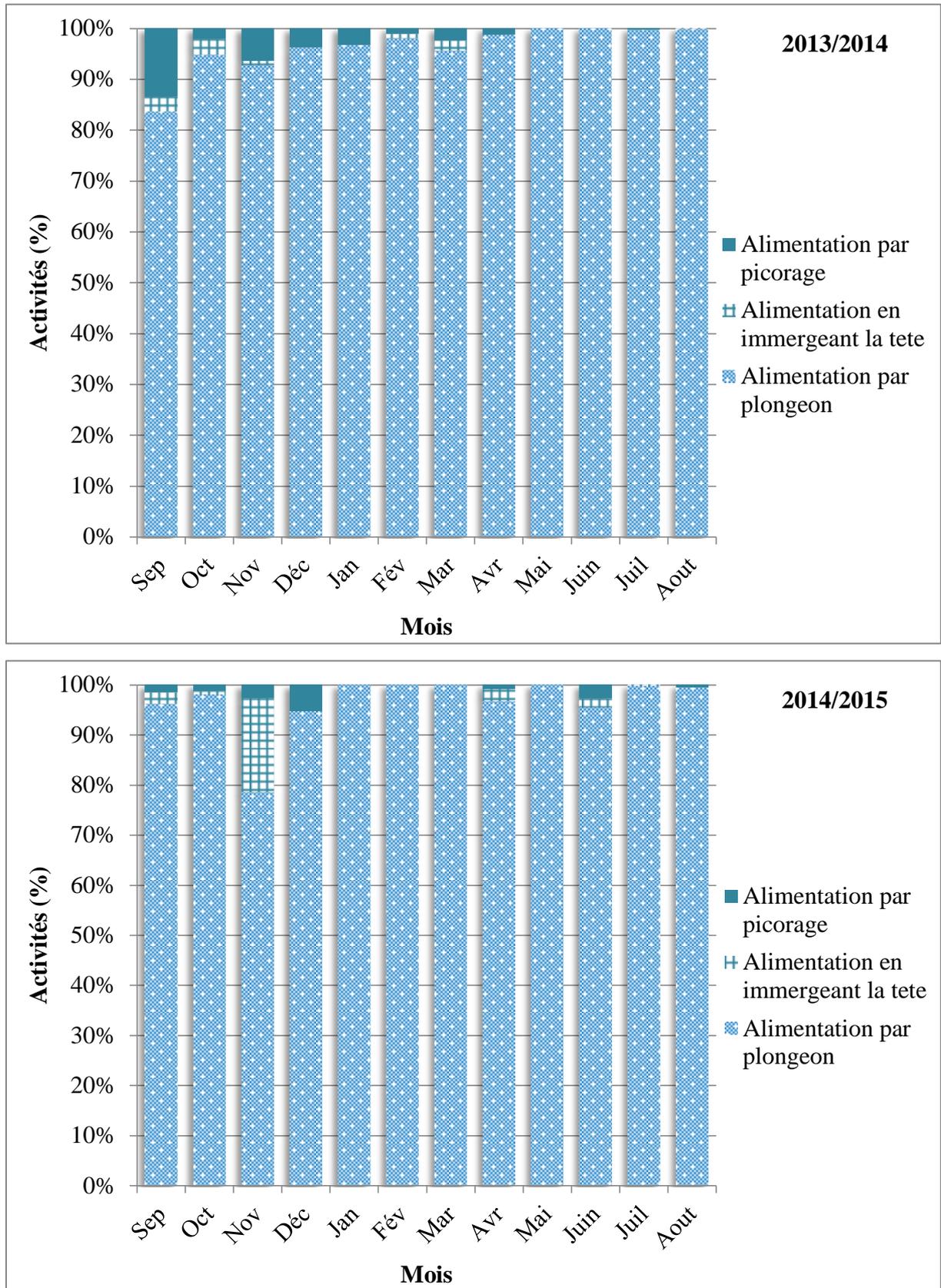


Figure 33 : Evolution annuelle du budget temps alimentaire diurne du Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* dans Garaet Hadj-Tahar.

1.4.3. Variation journalière des activités d'alimentation diurne du Grèbe castagneux

Durant la période d'hivernage, l'alimentation par plonge domine toute les heures durant toute la période d'étude avec des valeurs stables ne diminuant pas de 90 % en 2013/2014 et de 95 % en 2014/2015. Les valeurs les plus élevées sont notées à 10h et 15h tandis qu'elle laisse plus de temps aux autres activités à 11h et 12h. Durant ces deux dernières heures, l'alimentation par picorage affiche ces taux les plus hauts. L'alimentation en immersion de la tête est moins marquée le matin voire même absente. Elle s'élève à partir de 11h pour atteindre les maximums à 14h en 2013/2014 et à 13h en 2014/2015 (Fig. 34).

Durant la période de reproduction, l'alimentation par plonge occupe plus de temps par rapport aux deux autres modalités alimentaires ainsi que par rapport à la période d'hivernage. Elle dépasse 97 % et atteint le taux de 100 % à plusieurs heures, de 14h à 16h en 2014 et à 11h et 16h en 2015. L'alimentation par picorage est notée pendant les deux premières heures de la matinée, elle est à zéro à 11h pour se réapparaître à midi. Elle est de nouveau nulle à la fin de la journée. L'alimentation en immergeant la tête est absente durant toute la journée à l'exception de deux reprises en 2013 (à 11h et 13h) et à trois reprises en 2015 (à 9h, 13h et 14h) (Fig. 35).

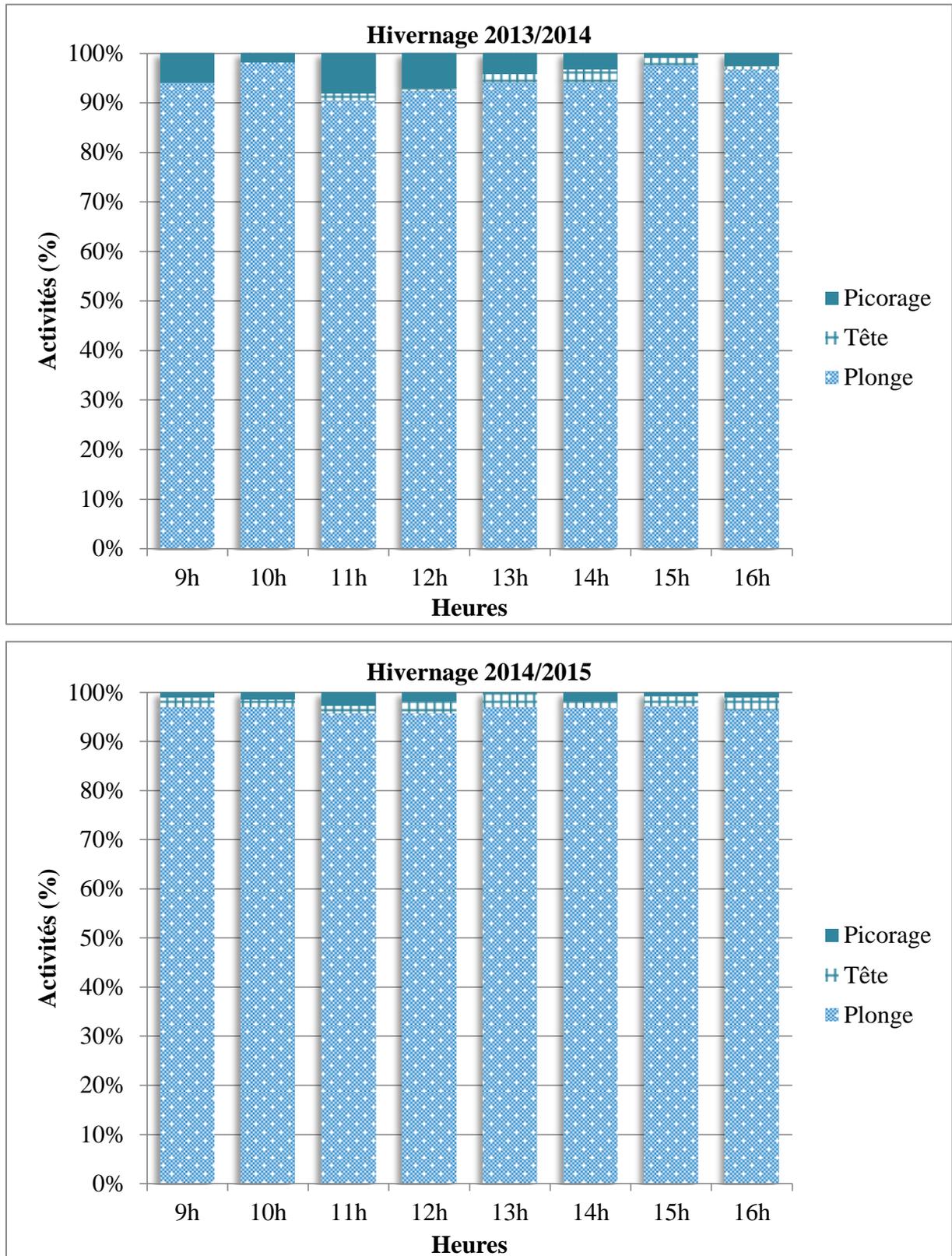


Figure 34 : Evolution journalière du budget temps alimentaire diurne du Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* dans Garaet Hadj-Tahar durant les deux périodes d'hivernage.

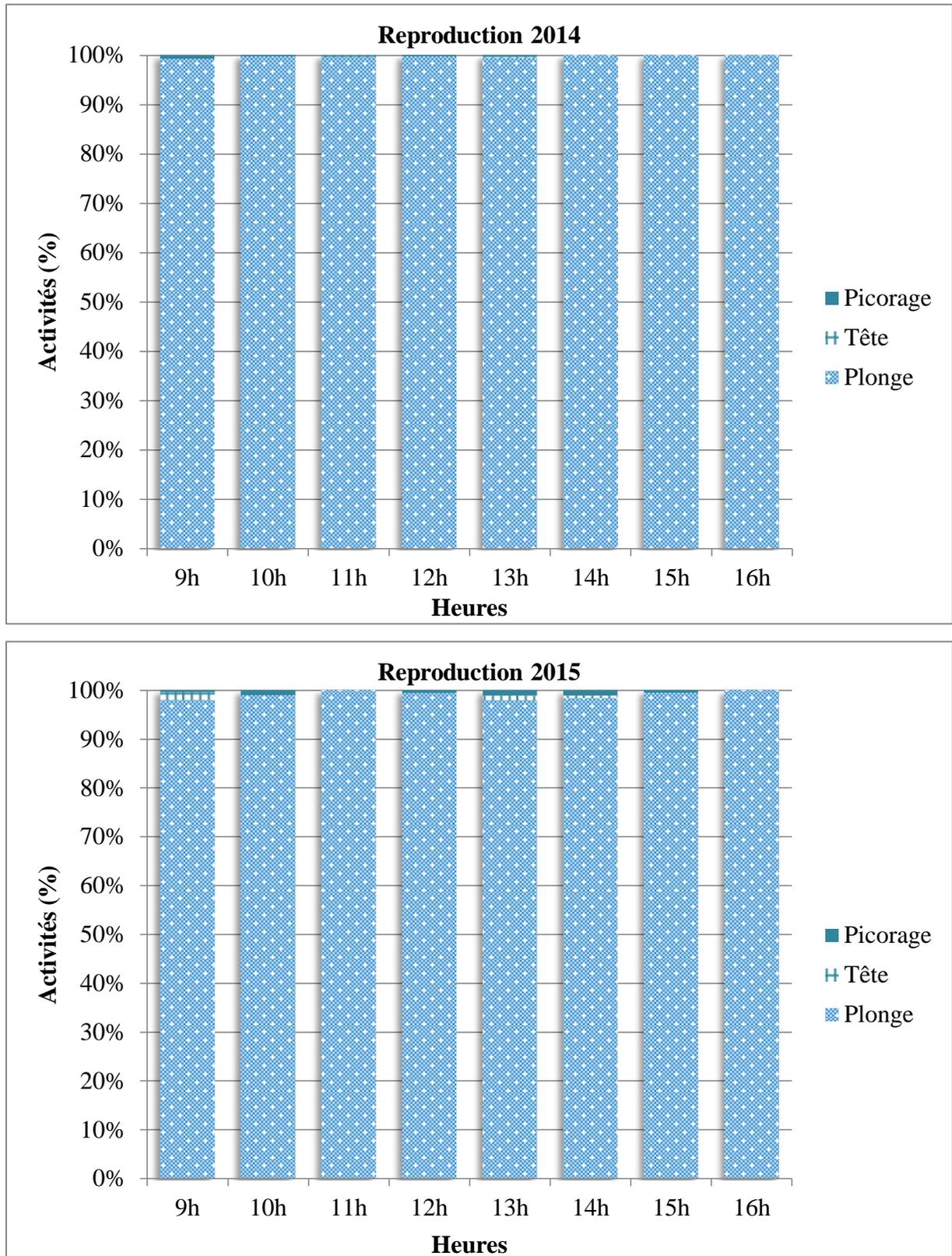


Figure 35 : Evolution journalière du budget temps alimentaire diurne du Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* dans Garaet Hadj-Tahar durant les deux périodes de reproduction.

1.5. Discussion

Notre étude représente la première contribution qui détermine le rythme d'activité diurne ainsi que le comportement alimentaire du Grèbe castagneux en Algérie. Peu de recherches, cependant, se sont intéressées à l'étude de la population de cette espèce dans notre pays (Athamnia et *al.*, 2015).

Le comportement diurne de cette espèce dans Garaet Hadj-Tahar montre une nette prédominance de l'alimentation avec plus de 42 % du budget temps diurne total. Les constatations présentées ici sont en accord avec celles de Fox (1994) qui a observé, sous des conditions de pleine lune, que le Grèbe castagneux ne s'alimente pas la nuit. De plus elles supportent les affirmations de Cramp et Simmons (1977) que le Grèbe castagneux est une espèce qui s'alimente pendant la journée. Une grande part de l'alimentation se produit pendant les heures de clarté (Cooper et *al.*, 1984 ; Fox, 1994) puisque les Grèbes castagneux localisent la nourriture par la vue (Caudell et Conover, 2006) et leurs proies effectuent une migration verticale diurne et se concentrent au fond du marais pendant la journée afin d'échapper à la prédation aviaire (Britton et *al.*, 1986).

Au début de la saison d'hivernage, le Grèbe castagneux consacre la majorité du budget temps à la nage et l'alimentation. Quand la population des poissons décline, les Grèbes peuvent passer moins de temps chaque jour à entretenir leurs plumages, se reposer et faire d'autres activités, et plus de temps à s'alimenter (Caudell et Conover, 2006) ce qui peut expliquer l'augmentation des taux d'alimentation pendant l'hiver. Donc, les Grèbes castagneux augmentent les efforts d'alimentation quand la nourriture n'est pas abondante, probablement pour compenser le taux réduit des aliments consommés. Ce fait a été observé chez les Grèbes à cou noir au Grand Lac Salé aux Etats Unis, qui augmentent également le temps consacré à l'alimentation quand la densité des proies était faible (Caudell et Conover, 2006). Cependant, l'étude de l'abondance des poissons dans notre site d'étude est nécessaire pour confirmer nos prédictions.

La température de l'eau pourrait également être importante pour deux raisons: (1) quand la température se diminue, la perte de la chaleur par la convection aura augmenté, levant les besoins énergétiques des Grèbes, et (2) la baisse de l'abondance de l'alimentation au début de l'hiver, vers la fin de la période de mue, a été lié avec les températures hivernales froides (Sánchez et *al.*, 2006). D'autres études ont montré qu'à des températures douces, ou quand

l'alimentation est facilement disponible, les espèces insectivores ont tendance à consacrer moins du temps à s'alimenter durant la matinée que dans l'après-midi (Verner, 1965).

Le comportement alimentaire peut potentiellement être affecté par d'autres facteurs comme la vitesse du vent (Green et *al.*, 1999 ; Heath et *al.*, 2008) ou l'heure de la journée où les données ont été recordées (Heath et *al.*, 2008), mais dans notre étude, toutes les observations ont été effectuées en même temps et dans des jours sans vent.

Durant toute la période d'étude, les valeurs les plus élevées de l'alimentation sont marquées en mai et dépassent 60 %, ceci se traduit par l'engraissement pour la reproduction.

La période de mue est coûteuse en terme d'énergie et coûts alimentaires (King, 1980 ; Ringelmann, 1990). Selon Bub (1995) (in Döpfner et *al.*, 2009), il y a trois manières pour répondre à la demande énergétique croissante durant cette période : (1) un apport plus élevé en nutriments ; (2) une réduction des dépenses énergétiques et le besoin des forces physiques c'est-à-dire diminuer la locomotion ; (3) la dégradation des réserves énergétiques déposées préalablement avant la période de mue. Une combinaison de ces trois options est concevable. Ainsi, les Grèbes augmentent probablement leur apport énergétique par l'augmentation des efforts de plongée pour obtenir de plus en plus grandes proies, et par conséquent satisfaire les besoins énergétiques importants durant la période de mue (Winkler et Cooper, 1986 ; Jehl, 1988, 1990). Le taux d'alimentation des Grèbes augmente avec la progression de la saison de mue, en coïncidant avec la baisse de la disponibilité de l'alimentation. Cette augmentation saisonnière dans les efforts d'alimentation peut être due partiellement à la réduction du nombre des heures de la journée disponible pour l'alimentation (Krams, 2000 ; Systad et *al.*, 2000).

Les taux élevés de l'alimentation peuvent être attribués aussi à la taille et la masse du corps qui influencent fortement les stratégies de l'alimentation des oiseaux. Il a été établi que les plus petits oiseaux passent plus de temps à s'alimenter par rapport aux plus grands (Gibb, 1954 ; Pearson, 1968; King, 1974 ; del Hoyo et *al.*, 1992). Ce critère est justifié par le fait qu'ils ont un rapport élevé du volume à la surface du corps ce qui leur fait perdre beaucoup de chaleur et par conséquent l'énergie du corps. Donc, la demande énergétique par unité de masse corporelle pour les petits oiseaux est très élevée tandis que celle des grands oiseaux est faible (Calder et King, 1974). La présente étude supporte la prédiction que les petits oiseaux passent plus de temps à s'alimenter par rapport aux gros oiseaux.

La qualité et la quantité de l'alimentation disponible déterminent aussi les stratégies d'alimentation des oiseaux. La végétation aquatique et les algues ont moins de concentration en éléments nutritifs et une faible teneur calorique que des graines et les matières animales (Paulus, 1982). La consommation des aliments végétaux exigerait que l'oiseau passe plus de temps à s'alimenter. L'Ibis falcinelle s'alimente exclusivement de matière animale (Gordon, 1985) qui a une haute valeur nutritive mais probablement sa petite taille, 485 – 580 g d'après del Hoyo et *al.*, (1992), lui exige d'allouer une grande proportion de son temps à l'alimentation (85,7 %) tandis que l'Ouette d'Égypte qui a une grande taille, 1872 - 2348 g d'après Gordon (1985), consacre moins de temps à s'alimenter (59,5 %) (Njeri et Kinyamario, 2012).

La distribution des efforts de la recherche de l'alimentation au sein du site d'étude est apparemment liée à l'optimisation du succès de l'alimentation dans le contexte des coûts énergétiques encourus (Storer et Jehl, 1985). La majorité des Grèbes s'alimentent principalement en plongeant, en dépit d'un coût énergétique plus élevé par rapport à l'alimentation à la surface de l'eau (Bevan et Butler, 1992 ; de Leeuw, 1996 ; Quintana et *al.*, 2007 ; Varo et *al.*, 2011). Le temps passé en plongée peut être influencé par la disponibilité et l'accessibilité d'alimentation aux oiseaux plongeurs (Fjeldså, 1973). Cependant, dans d'autres travaux qui étudient le comportement des plongeurs, les eaux profondes offrent des possibilités d'alimentation plus rentables pour les prédateurs plongeurs (Kruuk et *al.*, 1985). Dans les périodes apparentes de la pénurie alimentaire, les Grèbes ont recours à d'autres techniques d'alimentation (Jehl et McKernan, 2002). Donc, les Grèbes peuvent avoir prévu de prendre différentes décisions d'alimentation, y compris la sélection des proies et d'habitat, ainsi que l'allocation du budget temps, pour obtenir le plus fort gain d'énergie net (Varo et *al.*, 2011). L'espèce s'alimente avec les invertébrés benthiques (insectes, mollusques, crustacées), amphibiens et les petits poissons qu'il les capture principalement par plongeant (jusqu'à 1 m, rarement > 2 m de profondeur) avec un comportement de plongée caractéristique (Cramp et Simmons, 1977 ; Alerstam, 1993 ; Boldreghini et Dall'Alpi, 2005).

D'après nos observations, le Grèbe castagneux nage essentiellement pour déplacer d'un endroit à un autre à la recherche de l'alimentation notamment durant la période d'hivernage, et pour fuir certains dangers ou quand il est agressé. La nage est plus notée au début de l'étude qui coïncide avec l'arrivée des hivernants qui sillonnent le site pour le découvrir. Ainsi, vu la limite des ressources alimentaires et le coût thermostatique élevé durant le début de la période

d'hivernage, nous pensons que le Grèbe castagneux préfère de déplacer et localiser l'alimentation par la vue et plonger quand il est certain de chasser ses proies dans le but de minimiser le temps consacré au séchage de ses plumes et par conséquent la toilette, ainsi que pour garder un coût thermostatique stable au plus possible. Quant à la période de nidification et celle de la mue, la nage est moins représentée et n'occupe que 26,04 % (par rapport à 39,75 % en hivernage). Ces deux périodes sont marquées essentiellement par l'incubation des œufs par les parents, l'élevage des jeunes (pendant la nidification) et l'exposition au soleil pour entretenir leurs plumages (durant la mue) ce qui limite le temps de la nage.

Il y a une limite pour le temps consacré à la recherche de la nourriture chaque jour, car les Grèbes doivent passer un certain temps pour la toilette et le repos (Caudell et Conover, 2006). Le pourcentage du sommeil est faible voire nul au milieu d'hiver. Le déclin du temps de repos diurne pendant la période du raccourcissement de la photopériode suggère que le Grèbe castagneux nécessite de s'alimenter pour 7 à 9 heures par jour au cours de l'hiver (Fox, 1994). Le sommeil est plus marqué au début de la saison d'hivernage et à la fin de la saison de reproduction où les Grèbes castagneux se récupèrent du trajet migratoire, de la nidification et de la mue. Ceci est en accord avec Fox (1994) qui a reporté que le sommeil augmente en printemps et automne quand la longueur des jours s'accroît.

La toilette est plus observée au début de l'hiver ce qui correspond au réarrangement du plumage post-migratoire, et à la fin de la reproduction ce qui se traduit par la période de mue. En dehors de ces deux périodes, l'entretien du plumage est exprimé avec des valeurs stables. Fox (1994) a trouvé que la toilette était raisonnablement constante au cours de l'hiver. Le taux constant de la toilette est peut-être expliqué en partie par la croissance continue des plumes corporelles nécessaire pour la formation des pelotes de réjection (Storer et Jehl, 1985).

Au début de la saison de reproduction, les comportements d'antagonismes n'étaient pas rares chez le Grèbe castagneux (Hartley, 1933). Les attaques et les combats sont très similaires avec les autres espèces des Grèbes (Fjeldså, 1973). Le Grèbe castagneux commence à défendre son territoire à partir de mi-février (Hartley, 1933). Dans notre étude, les comportements d'antagonismes sont notés à partir de mars jusqu'en juin essentiellement pour la recherche d'une femelle et défendre son territoire contre les agressions des autres Grèbes castagneux ainsi que la Foulque macroule. Comme dans notre étude, Rabosse (1983) a observé que la Foulque macroule manifeste quelquefois de l'agressivité à l'égard du Grèbe castagneux. Il s'éloigne alors, ou plonge (Rabosse, 1983). D'après Fjeldså (1973), les combats

sont très communs en avril-mai, et peuvent occasionnellement être vu plus tard dans la période de reproduction.

Les parades ne se sont manifestées que durant la deuxième période de reproduction entre mars-avril et riment avec les comportements antagonistes ce qui soutient l'idée que les Grèbes castagneux deviennent agressifs quand ils recherchent leurs partenaires. Selon Hartley (1933), les parades sont observées à partir de mars, et contrairement au Grèbe huppé, il n'y a pas de parade nuptiale élaborée. Nous suggérons que la parade n'était pas observée durant la première saison d'étude en raison du comportement timide du Grèbe castagneux (Cramp et Simmons, 1977 ; Vinicombe, 1982 ; Moss et Moss, 1993). D'une autre part, les Grèbes migrent souvent par paires, chez le Grèbe huppé et le Grèbe castagneux, la parade nuptiale peut être notée fréquemment au milieu d'hiver (Fjeldså, 1973). Chez le Grèbe esclavon la parade a été observée en Janvier (Wotton, 1949).

Des exercices de vol ont marqué la fin de la période d'hivernage ainsi que la fin de la période de reproduction quand les individus préparent leurs ailes pour quitter le site d'étude. Le maximum est marqué en avril, ce qui peut être traduit par des déplacements pour chercher un conjoint ou bien pour un très bon endroit pour le nid. Pas adapté au vol, avant de décoller, il court une certaine distance en contact de l'eau en battant ses ailes pour prendre son essor et il vole très bas près de l'eau.

Le vol survient ainsi après des dérangements par les riverains et les vols des Busards de roseaux *Circus aeruginosus*, et parfois par des Balbuzards pêcheur *Pandion haliaetus*. Il survient très rarement des changements de places par un seul individu.

2. Etude des rythmes d'activités diurnes du Grèbe huppé

Durant la saison d'étude 2013/2014, la quasi-totalité du budget temps annuel (96,36 %) est allouée aux activités suivantes : la nage (30,67 %) suivie du sommeil (25,01 %), la toilette (22,21 %) et l'alimentation (19,67 %). Les parades ainsi que les comportements d'antagonisme et le vol représentent une part minime du budget temps (1,68 %, 0,49 % et 0,27 %, respectivement).

Durant la saison d'étude 2014/2015, le suivi des rythmes d'activités diurnes des Grèbes huppés dans Garaet Hadj-Tahar montre que le comportement est dominé par la nage qui occupe le premier rang, comme pour la première saison, avec plus d'un tiers du budget temps total, soit 32,35 %. A la différence de la saison précédente, l'alimentation vient en deuxième position (26,61 %). En troisième position, vient l'entretien du plumage ou la toilette avec 19,78 % suivi du sommeil et le repos avec 19,66 %. Les parades (0,92 %), le vol (0,50 %) et enfin les activités antagonistes (0,18 %) n'occupent qu'une part minime du budget temps (Fig. 36, 37).

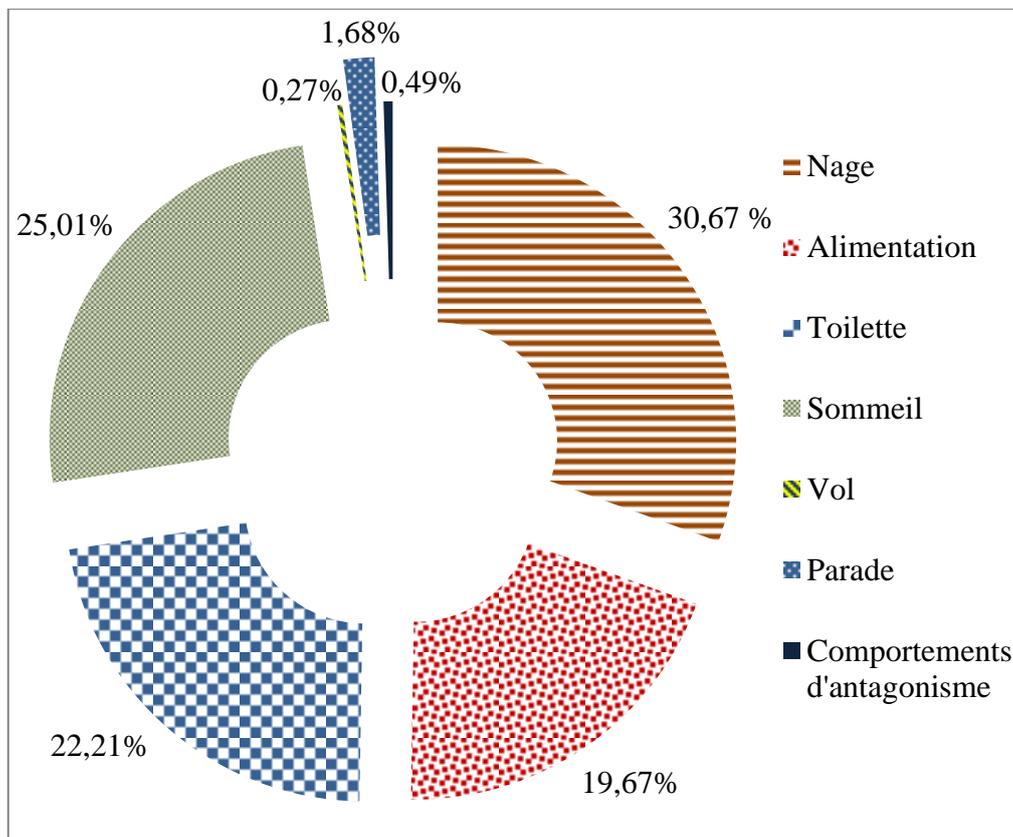


Figure 36 : Bilan des rythmes d'activités diurnes du Grèbe huppé *Podiceps cristatus* dans Garaet Hadj-Tahar durant la saison d'étude 2013/2014.

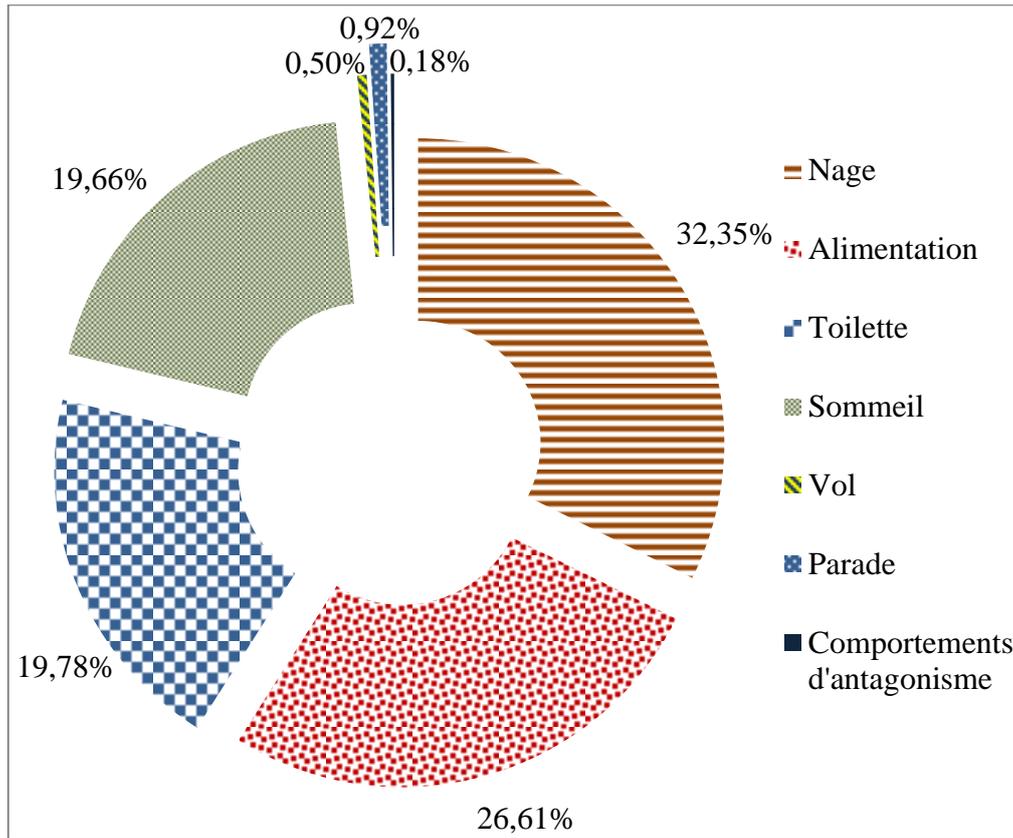


Figure 37 : Bilan des rythmes d'activités diurnes du Grèbe huppé *Podiceps cristatus* dans Garaet Hadj-Tahar durant la saison d'étude 2014/2015.

2.1. Variation saisonnière du rythme d'activités diurnes du Grèbe huppé

Durant la saison d'étude 2013/2014, la nage est significativement l'activité diurne dominante dont le pourcentage est stable (30 %) durant les deux périodes d'hivernage et de reproduction (Kruskal Wallis test: $H= 45.03, p < 0.0005$ et $H= 41.08, p < 0.0005$ dans la période d'hivernage et de reproduction, respectivement).

Comme pour la nage, les valeurs marquées pour l'alimentation et la toilette sont très proches durant les deux périodes d'étude. L'alimentation se stabilise autour de 19 % durant les deux périodes. Pendant la période de nidification, l'entretien du plumage affiche des taux (22,82 %) qui dépassent légèrement ceux en hivers (21,86 %).

Concernant le sommeil, les valeurs les plus élevées sont enregistrées en hiver et les valeurs les plus faibles pendant la période de reproduction (27,19 % et 22,72 % respectivement).

Le vol est plus observé durant la période de reproduction (0,43 %) par rapport à la période d'hivernage (0,12 %).

Les parades et les comportements d'antagonisme ont commencé en fin de la période d'hivernage (0,39 % et 0,13 % respectivement), mais ils sont plus manifestés durant la période de nidification (2,98 % et 0,85 % respectivement).

Durant la saison d'étude 2014/2015, la nage est l'activité dominante durant la saison de reproduction et d'hivernage (Kruskal Wallis test, $H = 4.28$, $p = 0.06$). Elle est enregistrée avec des valeurs élevées pendant la saison d'hivernage (36,94 %) par rapport à la saison de reproduction (27,77 %).

Comme pour la saison précédente, l'alimentation est marquée avec des valeurs stables durant les deux périodes, avec une très légère augmentation pendant la période de nidification (27,08 % pendant la période estivale contre 26,13 % durant l'hivernage).

La toilette et le sommeil sont plus observés pendant la saison de reproduction (21,23 % et 21,60 % respectivement) qu'en saison d'hivernage (18,33 % et 17,72 % respectivement).

Le vol est plus marqué durant la saison de reproduction (0,60 %) qu'en saison d'hivernage (0,40 %).

Les parades sont manifestées avec des valeurs élevées durant la saison de reproduction (1,57 %). Des valeurs faibles ont été notées à la fin de la saison d'hivernage (0,28 %).

Les comportements d'antagonisme sont enregistrés durant les deux périodes avec des valeurs très faibles, contrairement aux parades. Ils sont plus marqués durant la période d'hivernage (0,21 %) que de celle de la nidification (0,15 %) (Fig. 38).

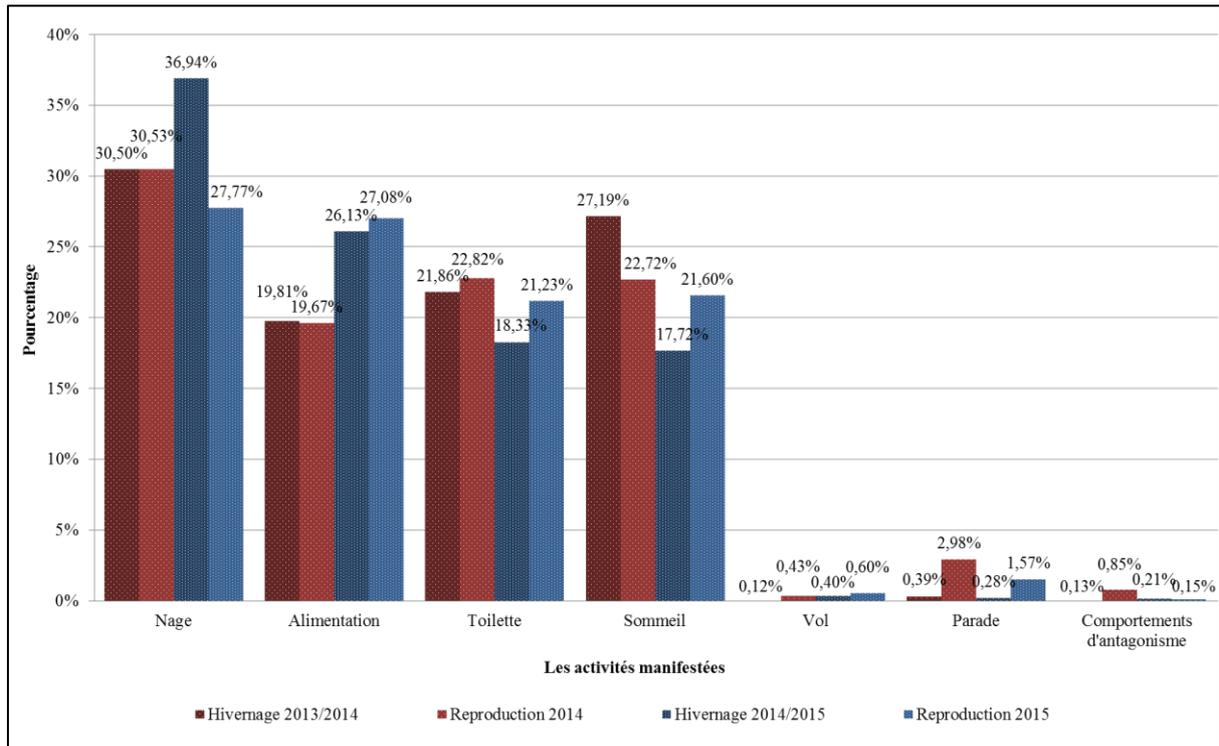


Figure 38 : Proportion des différentes activités diurnes du Grèbe huppé *Podiceps cristatus* dans Garaet Hadj-Tahar durant les périodes d'hivernage et reproduction.

2.2. Variation mensuelle du rythme d'activités diurnes du Grèbe huppé

Les taux de la nage sont très variables tout au long de la période de l'étude et fluctuent entre 20 % et 45 %. La nage est plus marquée en février durant les deux saisons d'étude ainsi qu'en mai 2014.

En 2013/2014, l'alimentation est faible en septembre-octobre et juillet-août. Deux pics sont notés, le premier en janvier (30,74 %) et le deuxième en mai (27,30 %), elle est stable entre février – avril où les valeurs oscillent de 20 % à 22 %. En 2014/2015, l'alimentation est stable durant la période qui s'étale de septembre à décembre avec des valeurs qui ne dépassent pas 25 %, elle augmente graduellement pour atteindre trois pics en janvier (38,73%), mars (40,62%) et mai (35,84%) où elle représente l'activité dominante dans ces trois mois. Ces taux s'effondrent dans les trois mois suivants où les pourcentages varient de 10 % à 27 %.

Le pourcentage du temps alloué à l'entretien du plumage fluctue entre 15 % à 30 % pendant la saison 2013/2014 et entre 10 % à 26 % pendant la saison 2014/2015. Le taux le plus élevé est marqué durant le mois de juin des deux périodes d'étude (30,51 % en 2014 et 26,22 % en 2015).

Le sommeil est relativement élevé au début de la saison d'hivernage et à la fin de la saison de reproduction où nous enregistrons les taux maximums de 46,48 % et 41,76 % en juillet 2014, 2015 respectivement où il représente l'activité dominante. Au cours de la période qui s'étale de février à mai nous marquons les pourcentages faibles durant toute la période d'étude et qui ne dépassent pas 14 % dont le taux le plus faible est noté pendant le mois de mars (6,97 % en 2014 et 6,26 % en 2015).

Le vol est observé occasionnellement dans certains mois uniquement. Ses taux ne dépassent pas les 3 % durant toute la période de l'étude. Il est plus enregistré en juillet 2014 (1,06 %) et janvier 2015 (2,38 %).

Les activités de parades et antagonistes sont notées à partir de février jusqu'en mai durant les deux saisons d'étude. La parade atteint son maximum en mars (13,51 % en 2014 et 5,21 % en 2015). Le pic des comportements antagonismes est de 2,80 % en mars 2014 et de 1,25 % en février 2015, ensuite une baisse est marquée (Fig. 39, 40).

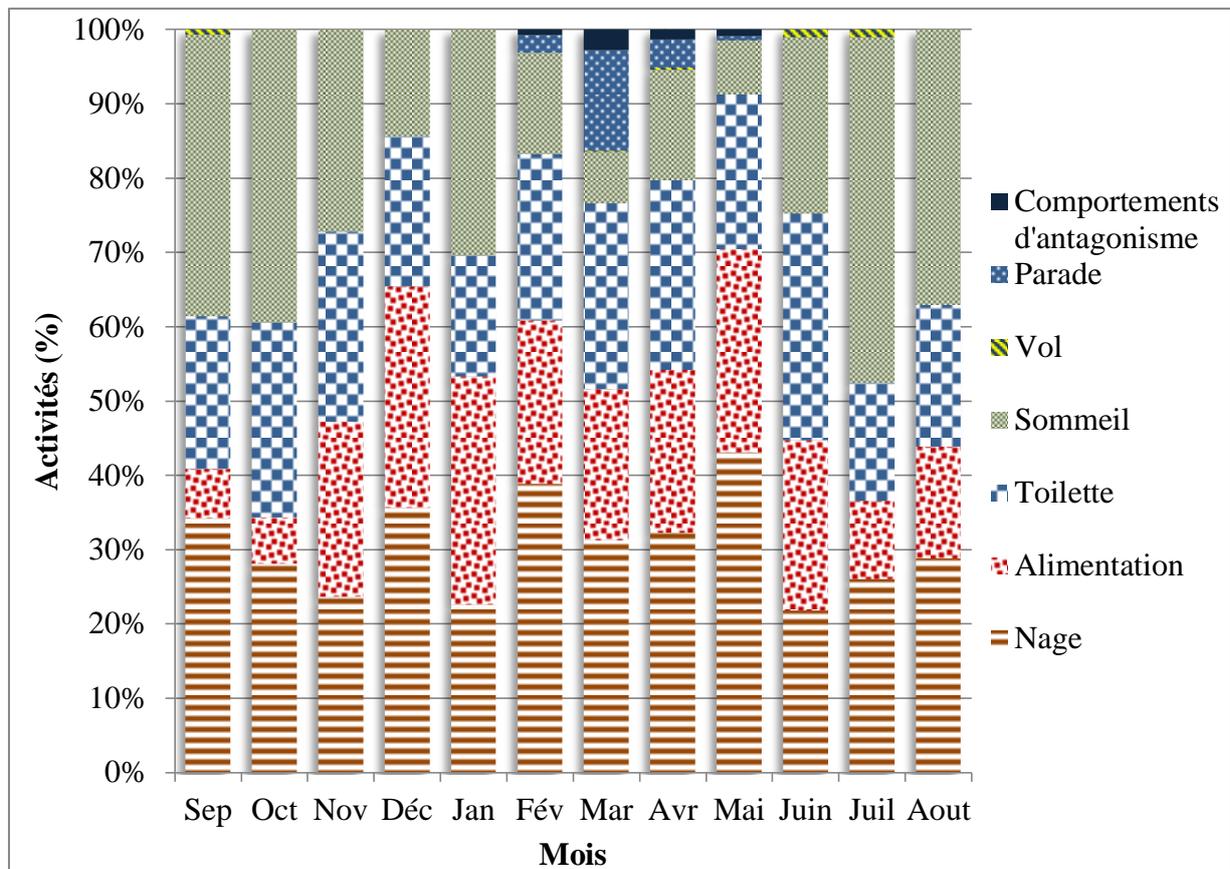


Figure 39 : Evolution annuelle des rythmes d'activités diurnes du Grèbe huppé *Podiceps cristatus* à Garaet Hadj-Tahar (Saison 2013/2014).

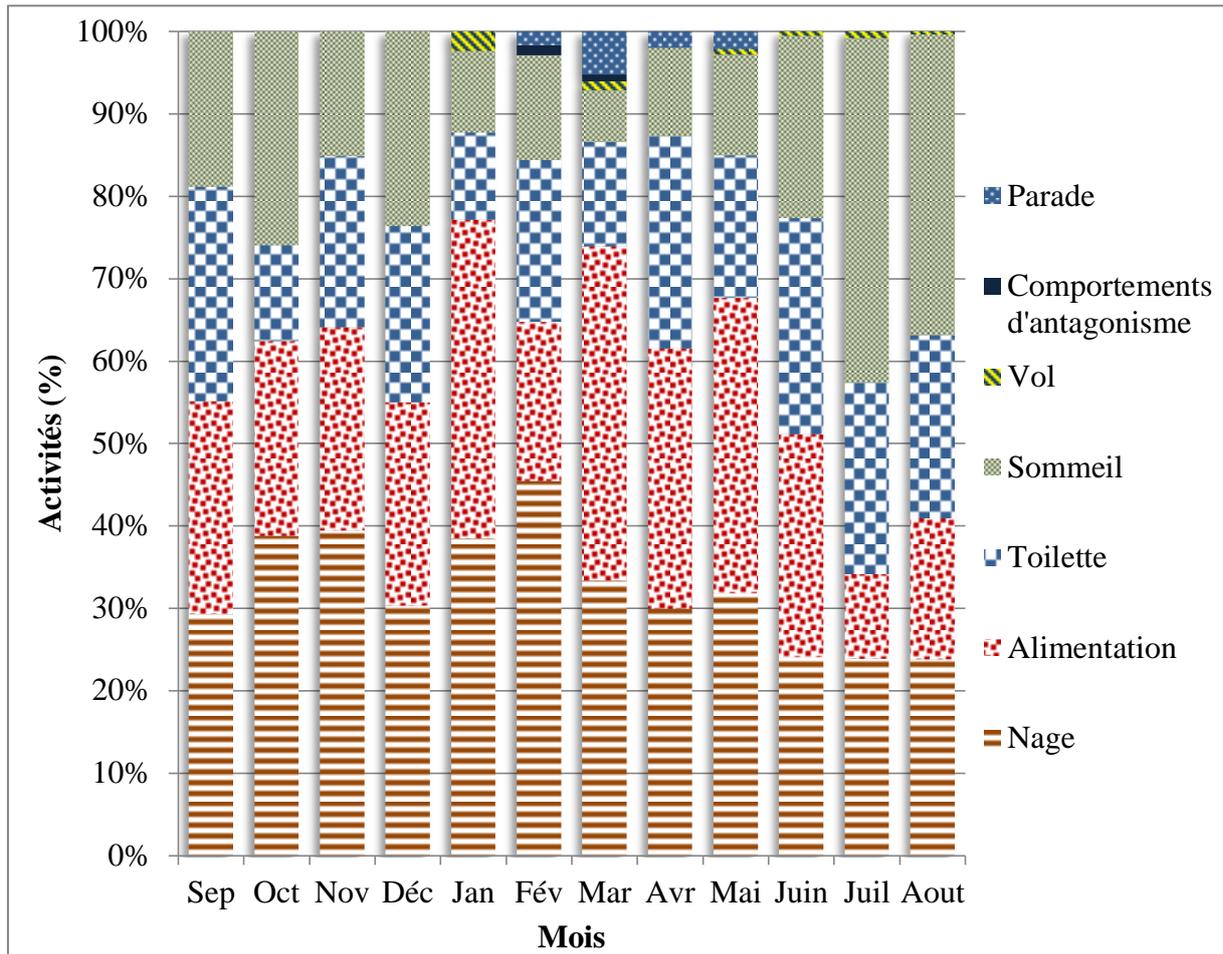


Figure 40 : Evolution annuelle des rythmes d'activités diurnes du Grèbe huppé *Podiceps cristatus* à Garaet Hadj-Tahar (Saison 2014/2015).

Durant la première saison d'étude, l'ACP résume les variables examinées par deux axes indépendants qui détiennent 65,8 % de la variance de l'ensemble des données (33,5 % PC1, valeurs propres = 2,344 ; 32,3 % PC2, valeurs propres = 2,264) (Tab. 05, Fig. 41). La rotation varimax révèle que le premier axe est caractérisé par des charges élevées de la parade et des activités antagonistes qui sont corrélés négativement avec le sommeil. Le second axe montre que le vol et le sommeil sont corrélés négativement avec l'alimentation et la nage.

Durant la deuxième saison, l'ACP explique 68,3 % de l'information (36,4 % PC1, valeurs propres = 2,548 ; 31,9 % PC2, valeurs propres = 2,240) (Tab. 06, Fig. 42). La rotation varimax révèle que le premier axe est caractérisé par des charges élevées de la parade et des activités antagonistes qui sont corrélés négativement avec le sommeil. L'alimentation corrèle négativement avec la toilette. Le second axe est caractérisé par des charges élevées d'alimentation et vol.

Tableau 05: Les scores pour les variables du comportement diurne sur les deux premiers axes de l'analyse en composantes principales du Grèbe huppé durant la saison 2013/2014.

	Composant	
	1	2
Nage	.125	.660
Alimentation	.024	.725
Toilette	.600	-.228
Sommeil	-.592	-.743
Vol	.069	-.755
Parade	.903	.149
Activités d'antagonisme	.893	.325
Valeur propre	2.344	2.264
Variance (%)	33.5	32.3

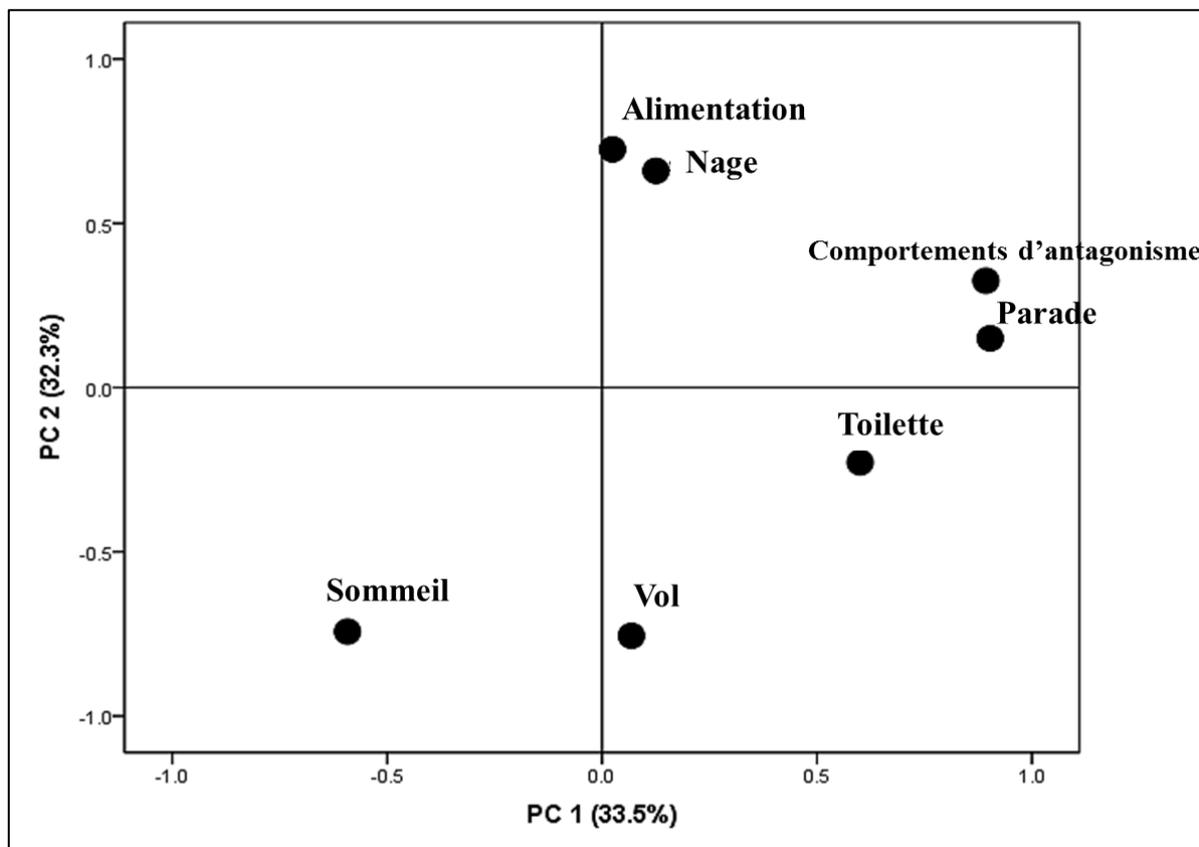


Figure 41 : La distribution des activités diurnes du Grèbe huppé à partir de l'ACP après la rotation varimax durant la saison 2013/2014.

Tableau 06 : Les scores pour les variables du comportement diurne sur les deux premiers axes de l'analyse en composantes principales du Grèbe huppé durant la saison 2014/2015.

	Composant	
	1	2
Nage	.736	.137
Alimentation	.351	.822
Toilette	-.342	-.682
Sommeil	-.706	-.505
Vol	-.177	.847
Parade	.699	.310
Activités d'antagonisme	.865	-.108
Valeur propre	2.548	2.240
Variance (%)	36.4	31.9

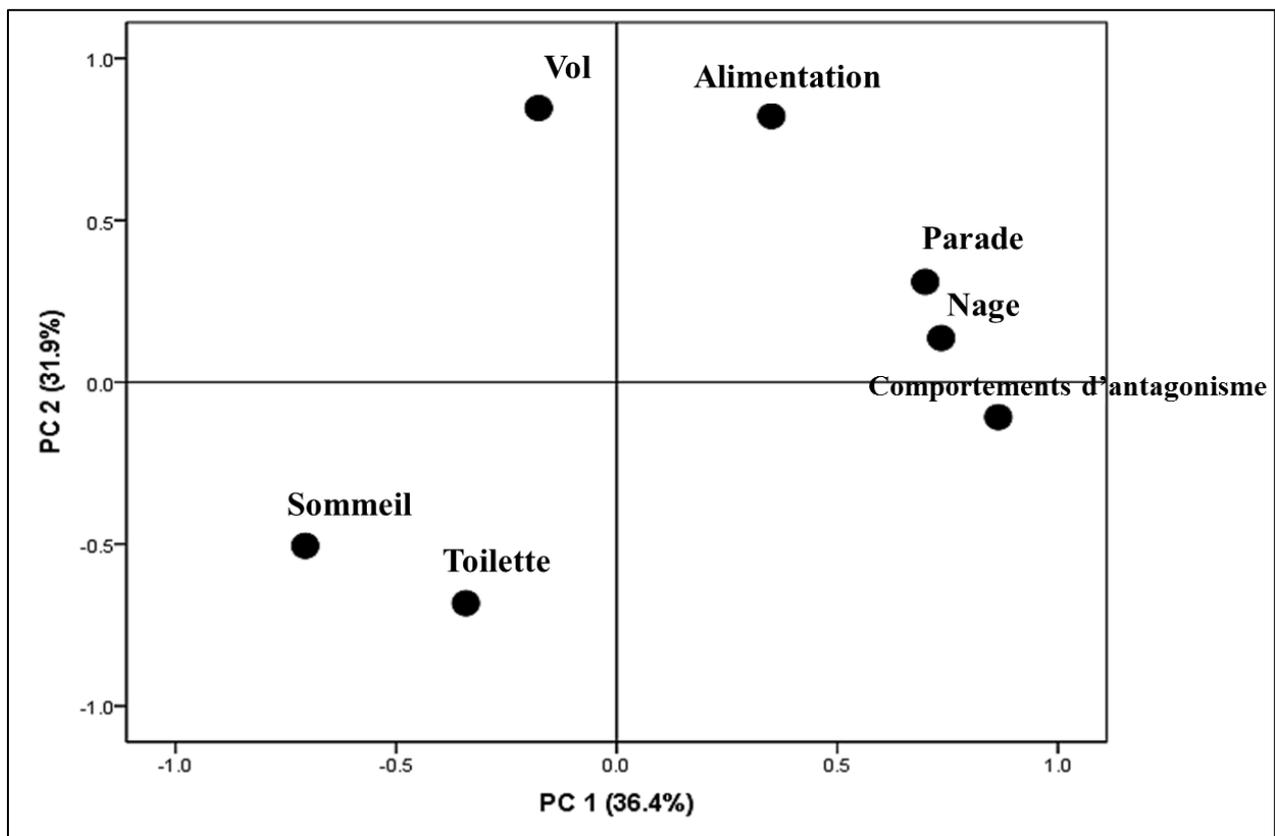


Figure 42 : La distribution des activités diurnes du Grèbe huppé à partir de l'ACP après la rotation varimax durant la saison 2014/2015.

2.3. Variations journalières du rythme d'activités diurnes du Grèbe huppé

Durant l'hivernage, la nage est constante et présente des pourcentages stables durant les premières heures de la journée. Elle augmente graduellement pour atteindre ses pourcentages les plus élevés entre midi et 13h. L'alimentation atteint son maximum vers 11h et 14h – 15h. En dehors de ces heures, elle est plus ou moins stable et les valeurs varient entre 15 % à 20 % durant la première période d'hivernage, et entre 14 % à 25 % durant la deuxième période d'hivernage. La toilette est enregistrée durant toutes les heures avec des pourcentages qui fluctuent du simple au plus du double, soient de 13 % à 28 %. Le pic est noté à 12h (25,12 %) et 16h (25,92 %) en 2013/2014 et à 10h (28 %) à 12h (25 %) en 2014/2015. En dehors de ces heures, les valeurs sont stables. Le sommeil est marqué notamment en matinée et à la fin de la journée. Il atteint le taux maximum à 14h (34,64 %) et 16h (30,86 %) durant les deux périodes d'hivernage 2013/2014 et 2014/2015 respectivement. Le vol n'est observé qu'une seule fois dans chaque saison d'hivernage soit à 11h pour la première saison et 15h pour la deuxième saison avec des pourcentages faibles (1,64 % et 0,93 % respectivement). Les parades se manifestent lors d'une seule observation à 9h durant la saison d'hivernage 2013/2014 et marquent notamment la première et la dernière heure de la journée, soient 9h et 16h, durant la saison d'hivernage 2014/2015. Les comportements antagonistes ne sont notés qu'à 13h (Fig. 43, 44).

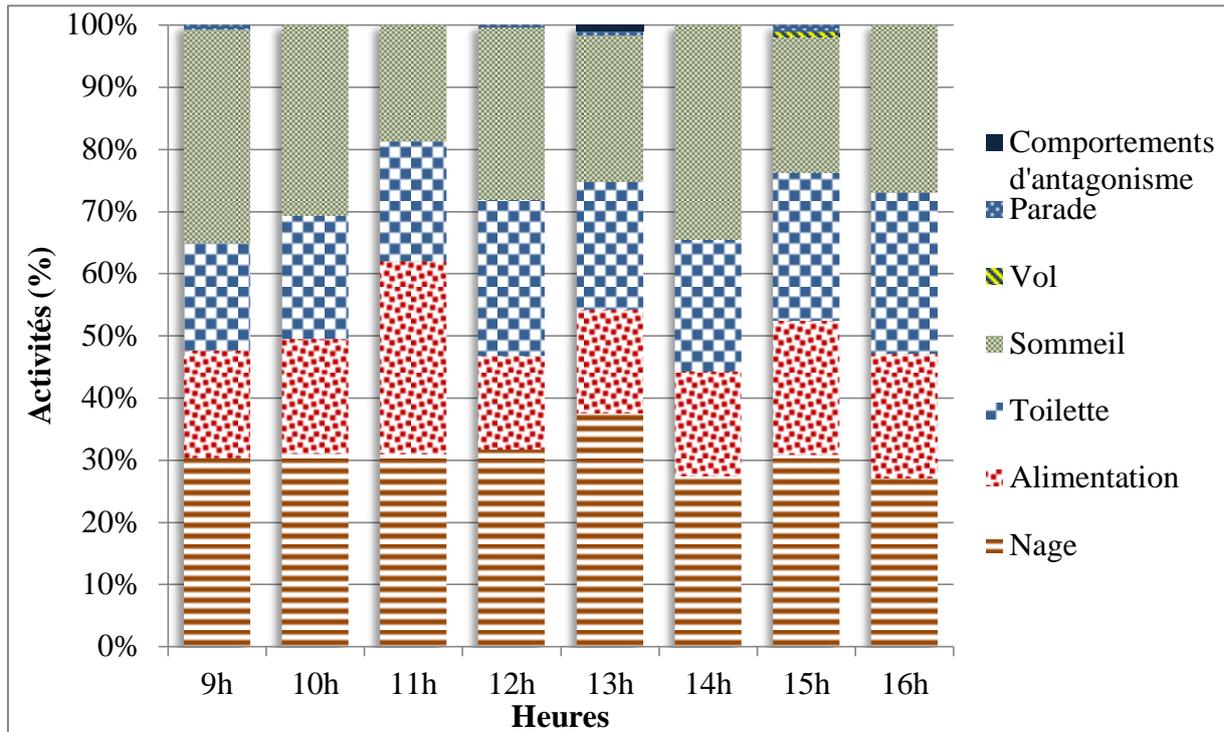


Figure 43 : Les variations journalières du budget-temps des activités diurnes du Grèbe huppé *Podiceps cristatus* à Garaet Hadj-Tahar (Saison d'hivernage 2013/2014).

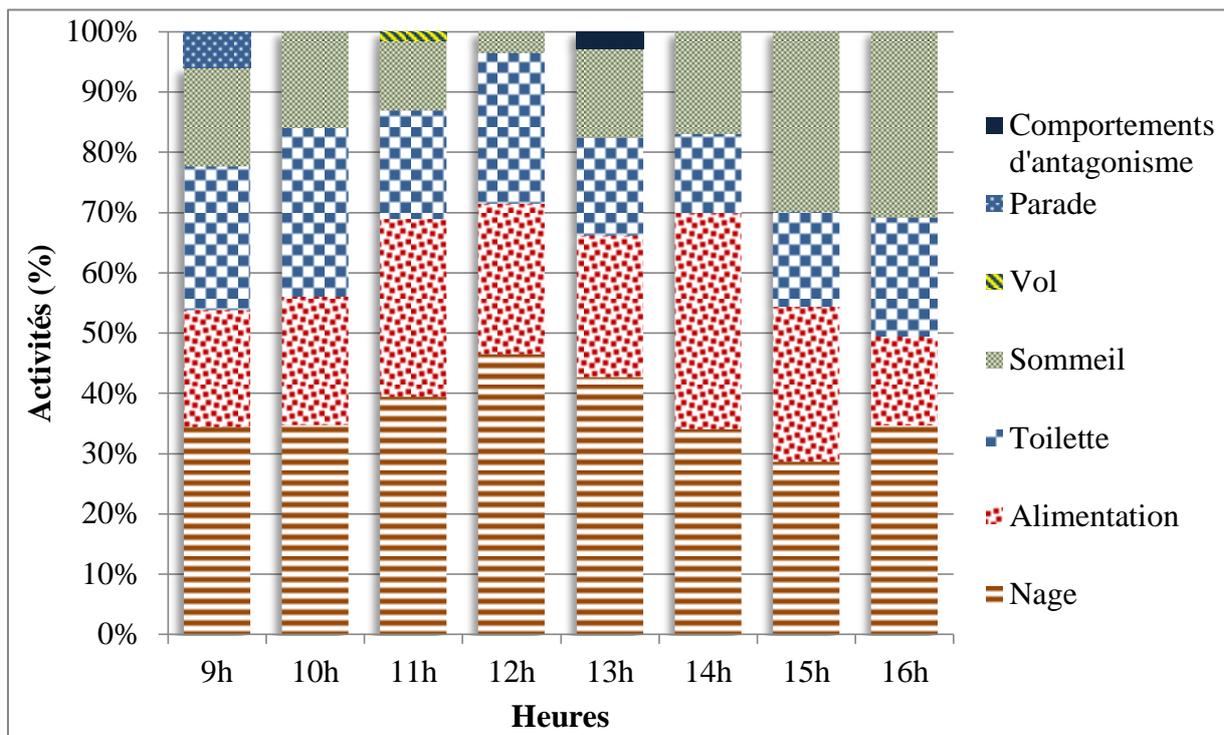


Figure 44 : Les variations journalières du budget-temps des activités diurnes du Grèbe huppé *Podiceps cristatus* à Garaet Hadj-Tahar (Saison d'hivernage 2014/2015).

Durant la période de reproduction, la nage est souvent marquée en matinée pendant la première saison d'étude où le pourcentage le plus élevé est enregistré à 10h, et également à la fin de la journée notamment à 15h pendant les deux saisons d'étude. Le Grèbe huppé consacre plus de temps à l'alimentation dans la période qui s'étale de 11h à 14h. En dehors de cette période, les valeurs sont stables et varient de 17 % à 20 % pendant la première saison de nidification, et autour les 25 % à 9h – 10h et de 18 % à 22 % à 15h – 16h pendant la deuxième saison de nidification. Les taux les plus élevés de la toilette sont notés pendant les trois premières heures de la matinée principalement à 9h (29,28 %) au cours de la première saison de reproduction, tandis que les taux les plus faibles et les plus stables qui varient de 18 % à 20 % sont notés entre midi à 15h, une élévation est marqué à 16h (24,96 %). Quant à la deuxième saison de reproduction, trois pics sont enregistrés à 9h (22,92 %), midi (22,04%) et 15h (24,02 %). Les valeurs fluctuent entre 17 % à 21 % pendant les heures restantes. Le sommeil est lié négativement à la nage, quand cette dernière diminue le sommeil augmente et vice versa. Durant la saison de nidification 2014, il est moins noté au début et à la fin de la journée, ses taux les plus élevés sont marqués à midi (29,24 %) et 14h (28,85 %). Concernant la saison de nidification 2015, il est moins affiché à midi et 14h, plus marqué à 16h, et se stabilise autour de 23 % à 25 % pour le reste de la journée. Le vol est observé avec des valeurs très faibles surtout pendant la première saison d'étude et avec des taux non constants d'une heure à une autre et d'une saison à une autre. Il est observé d'avantage à 10h et midi pendant la première et la deuxième saison de nidification respectivement. Les parades sont mieux représentées à 10h – 11h en 2014 et à 9h – 10h en 2015. Quant aux activités antagonistes, le Grèbe huppé est plus agressif à 9h et à 11h – 12h en 2014 et uniquement à 13h en 2015 (Fig. 45, 46).

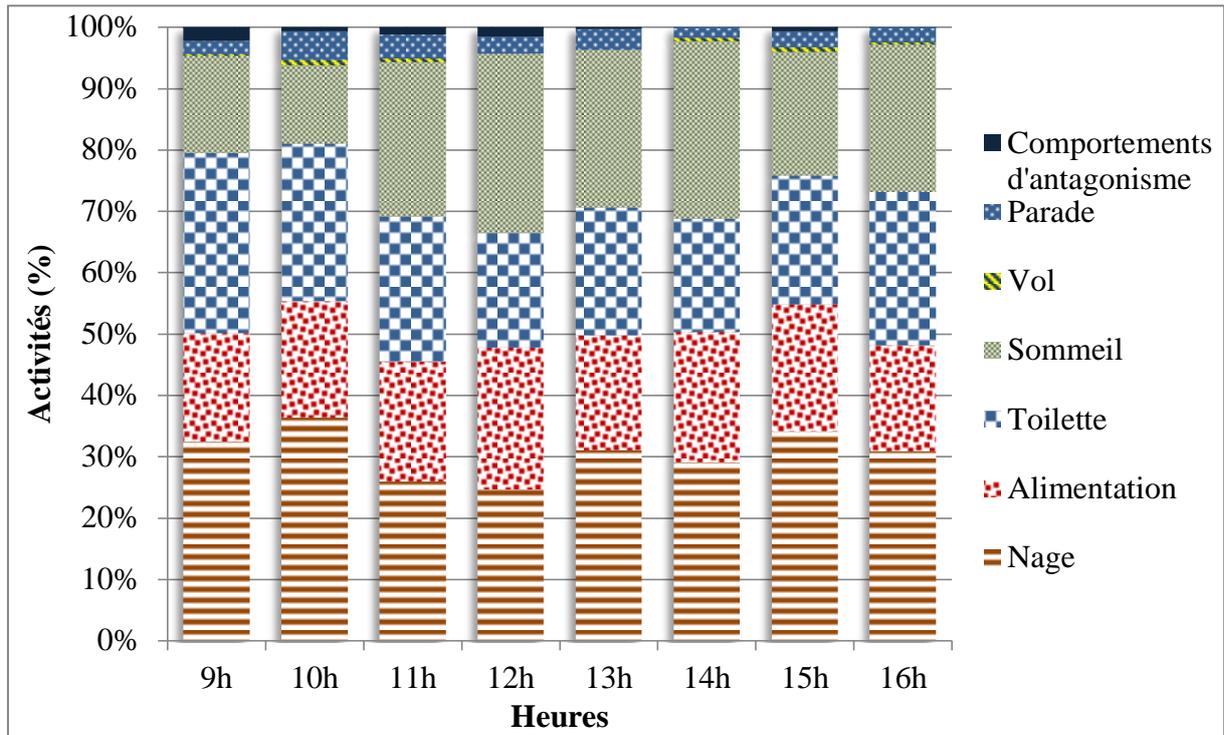


Figure 45 : Les variations journalières du budget-temps des activités diurnes du Grèbe huppé à Garaet Hadj-Tahar (Saison de reproduction 2014).

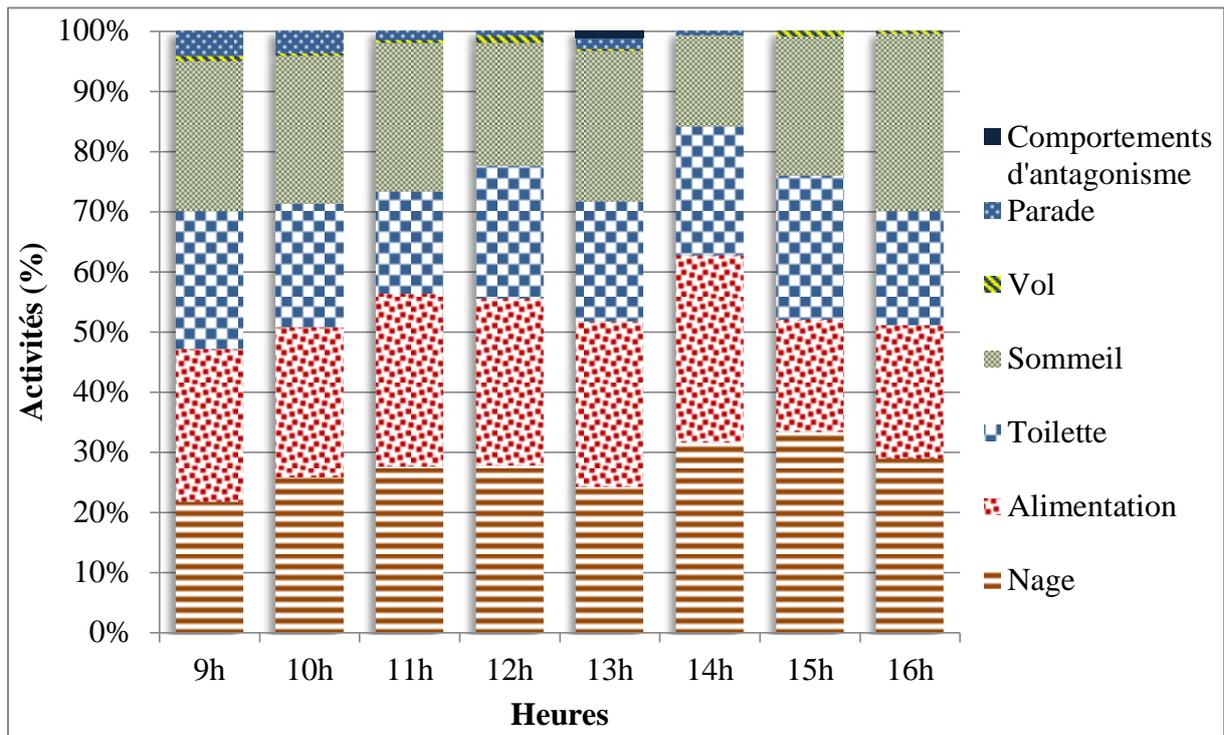


Figure 46 : Les variations journalières du budget-temps des activités diurnes du Grèbe huppé à Garaet Hadj-Tahar (Saison de reproduction 2015).

2.4. Etude du budget temps alimentaire diurne du Grèbe huppé

Comme dans le cas du Grèbe castagneux, le Grèbe huppé s'alimente majoritairement en plongeant durant les deux saisons d'étude avec des pourcentages très élevés, soit 92,10 % pendant la saison 2013/2014 et 95,84 % pendant la saison 2014/2015. La deuxième position est occupée par l'alimentation par picorage qui est plus observée en première saison d'étude en comparant à la deuxième, soit 7,16 % et 2,69 % respectivement. En troisième position vient l'alimentation en immergeant la tête avec des taux faibles qui ne dépassent pas 1 % pendant la saison 2013/2014 et 2% pendant la saison 2014/2015 (Fig. 47).

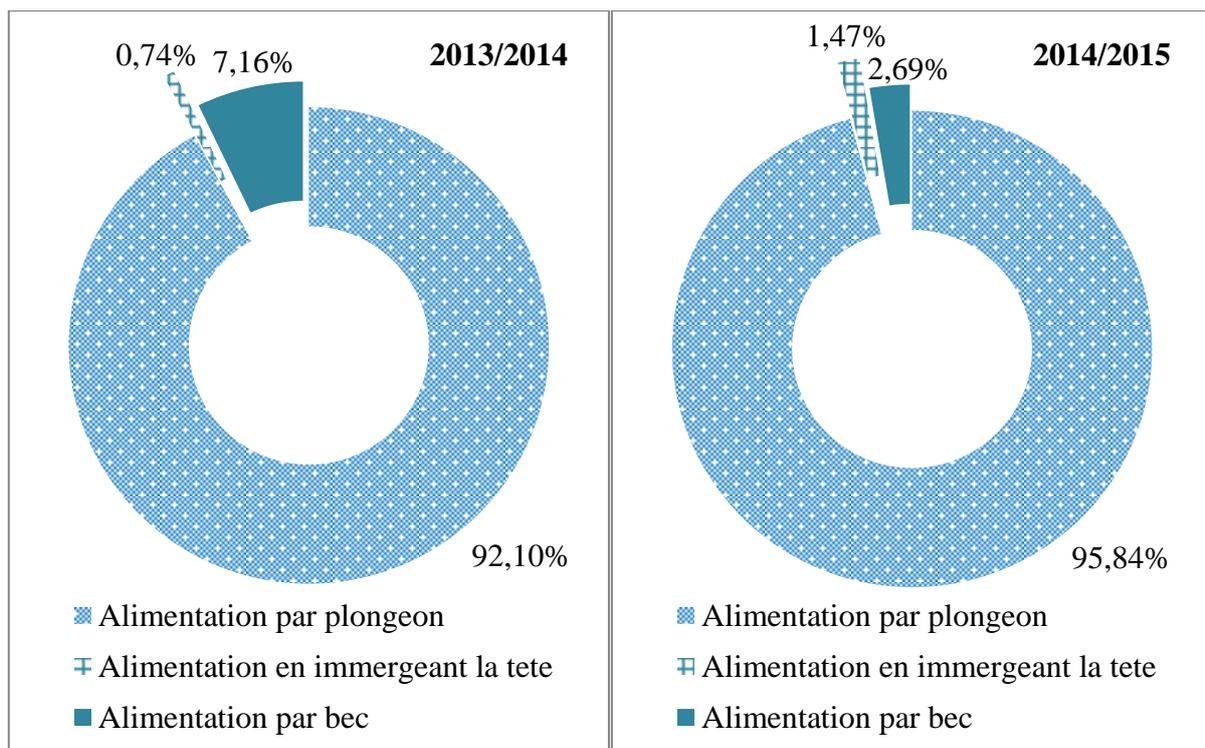


Figure 47 : Bilan annuel du budget temps alimentaire diurne du Grèbe huppé *Podiceps cristatus* dans Garaet Hadj-Tahar.

2.4.1. Variation saisonnière du budget temps alimentaire diurne du Grèbe huppé

Durant la période d'hivernage, nous avons observé deux modalités d'alimentation. Le Grèbe huppé consacre 88,98 % et 97,29 % du budget temps alimentaire diurne à l'alimentation par plongée en 2013/2014 et 2014/2015 respectivement, tandis que le temps qui reste du budget alimentaire totale est occupé par l'alimentation par bec. Cette dernière est plus importante pendant la première saison d'hivernage (11,02 %) par rapport à la deuxième saison d'hivernage (2,71 %).

Durant la période de reproduction, l'alimentation par plongée domine le budget temps alimentaire total avec des valeurs nettement élevées et très proches durant les deux saisons de reproduction, soient 95,22 % en 2014 et 94,39 % en 2015. Pour la saison de nidification 2014, le deuxième rang est occupé par l'alimentation par bec avec 3,29 % et en troisième rang vient l'alimentation en immergeant la tête avec 1,48 % du budget temps alimentaire saisonnier.

Quant à la saison de nidification 2015, 2,94 % du budget temps alimentaire saisonnier est occupé par l'alimentation en immergeant la tête et 2,67 % est alloué à l'alimentation par bec (Fig. 48).

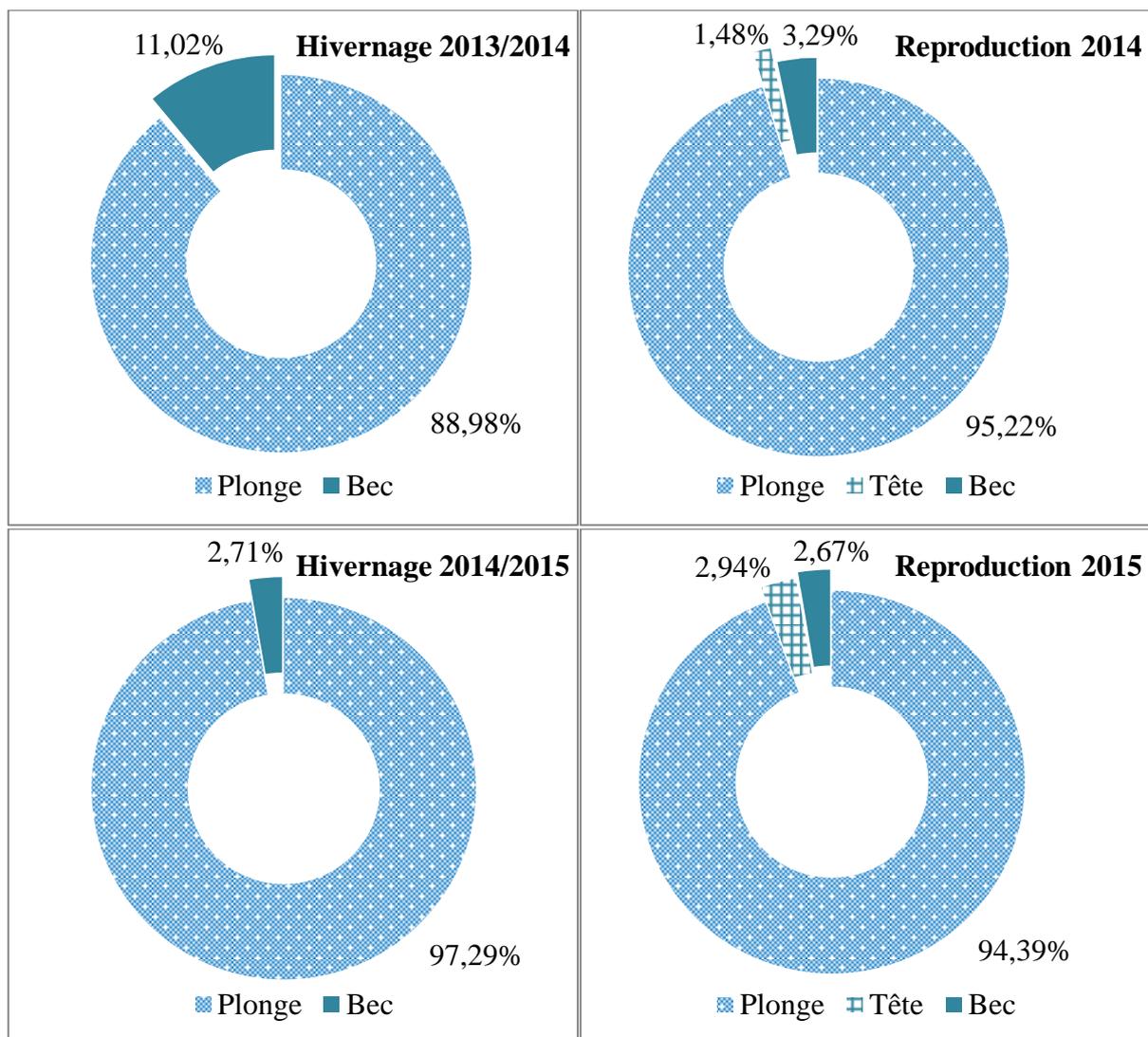


Figure 48 : Pourcentage des différentes modalités d'alimentation diurne du Grèbe huppé *Podiceps cristatus* dans Garaet Hadj-Tahar.

2.4.2. Variation mensuelle du budget temps alimentaire diurne du Grèbe huppé

A part des diminutions qui coïncident avec l'élévation du pourcentage des autres modalités d'engraissement, l'alimentation par plongée domine toute la période d'étude et affiche des taux stables et très élevés qui peuvent atteindre 100 % à plusieurs reprises pendant les deux cycles annuels (d'octobre à décembre 2013, de septembre 2014 à janvier 2015, mars et juillet 2015).

Le taux le plus faible de l'alimentation en plongeant durant toute la période de l'étude est de 55 % marqué durant le mois de septembre 2013 où le budget temps alimentaire diurne a été partagé avec un autre type alimentaire lié à la surface qui est l'alimentation par bec dont nous avons noté la valeur la plus élevée pendant ce mois (45 %). Ce type d'alimentation s'absente les mois suivants pour réapparaître plus tard. En outre, nous avons enregistré deux autres pics : le premier a caractérisé le mois de janvier 2014 (20,24 %) et le deuxième celui de février 2015 (16,25 %). En dehors de ces deux mois, les valeurs varient entre 0 % à 10 %.

En 2013/2014, l'alimentation en immergeant la tête marque trois mois seulement et le maximum est de 4,69 % noté en juin. En 2014/2015, elle est enregistrée pendant 4 mois et le maximum est de 9,90 % noté en août (Fig. 49).

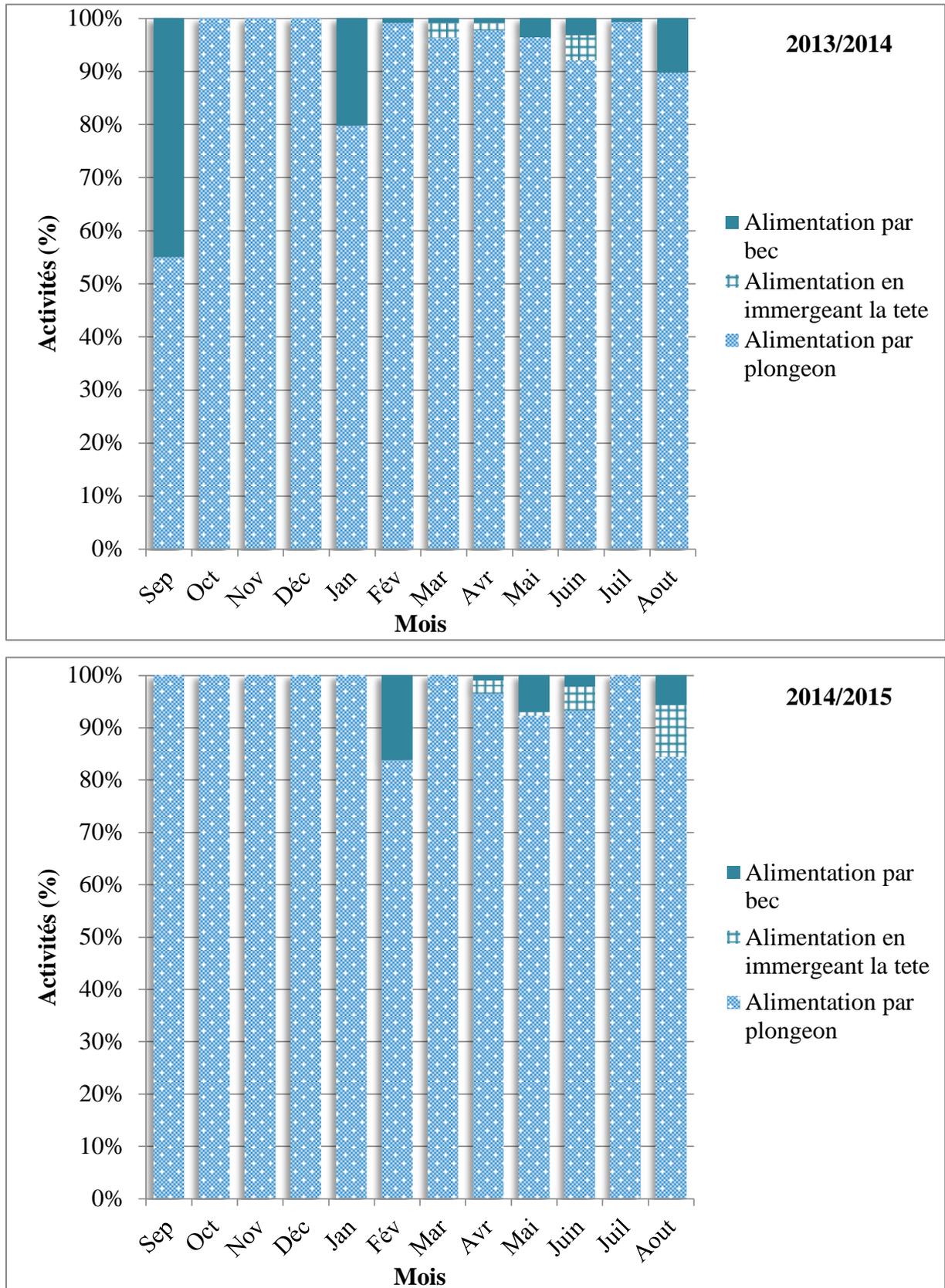


Figure 49 : Evolution annuelle du budget temps alimentaire diurne du Grèbe huppé *Podiceps cristatus* dans Garaet Hadj-Tahar.

2.4.3. Variation journalière des activités d'alimentation diurne du Grèbe huppé

Durant la période d'hivernage 2013/2014, l'alimentation en plongeant est stable durant les deux premières heures de la matinée. Elle occupe le budget temps alimentaire total à 11h, elle diminue à midi et le deuxième pic est atteint à 13h. L'alimentation par bec est observée durant toute la journée à part là où les maximums de l'alimentation par plongée sont notées soient à 11h et 13h. Elle affiche une relation inverse avec cette dernière et le taux le plus élevé est noté à midi (11,11 %).

Durant la période d'hivernage 2014/2015, l'alimentation par plongée montre une nette dominance de la totalité du budget temps alimentaire (100 %) durant toute la journée à part à 13h et 14h quand quelques individus s'alimentent par bec (Fig. 50).

Comme pour la saison d'hivernage, l'alimentation par plongée domine de loin toutes les heures notamment à 15h durant la saison de nidification 2014 et à 9h durant la saison de nidification 2015. Les deux autres modalités d'engraissement ne s'affichent pas durant toutes les heures. L'alimentation par bec est très faible le matin, elle est plus marquée à 11h, 14h et 16h. Quant à l'alimentation en immergeant la tête, elle est moins marquée durant la saison de reproduction 2014, nous ne l'avons observé qu'à trois fois à 11h, 13h où son taux le plus élevé (9,62 %) est noté à 14h. Durant la saison de reproduction 2015, elle se manifeste durant toutes les heures de la journée à l'exception de midi. Nous avons enregistré deux pics, le premier à 11h (7,14 %) et le deuxième à 13h (7,50 %) (Fig. 51).

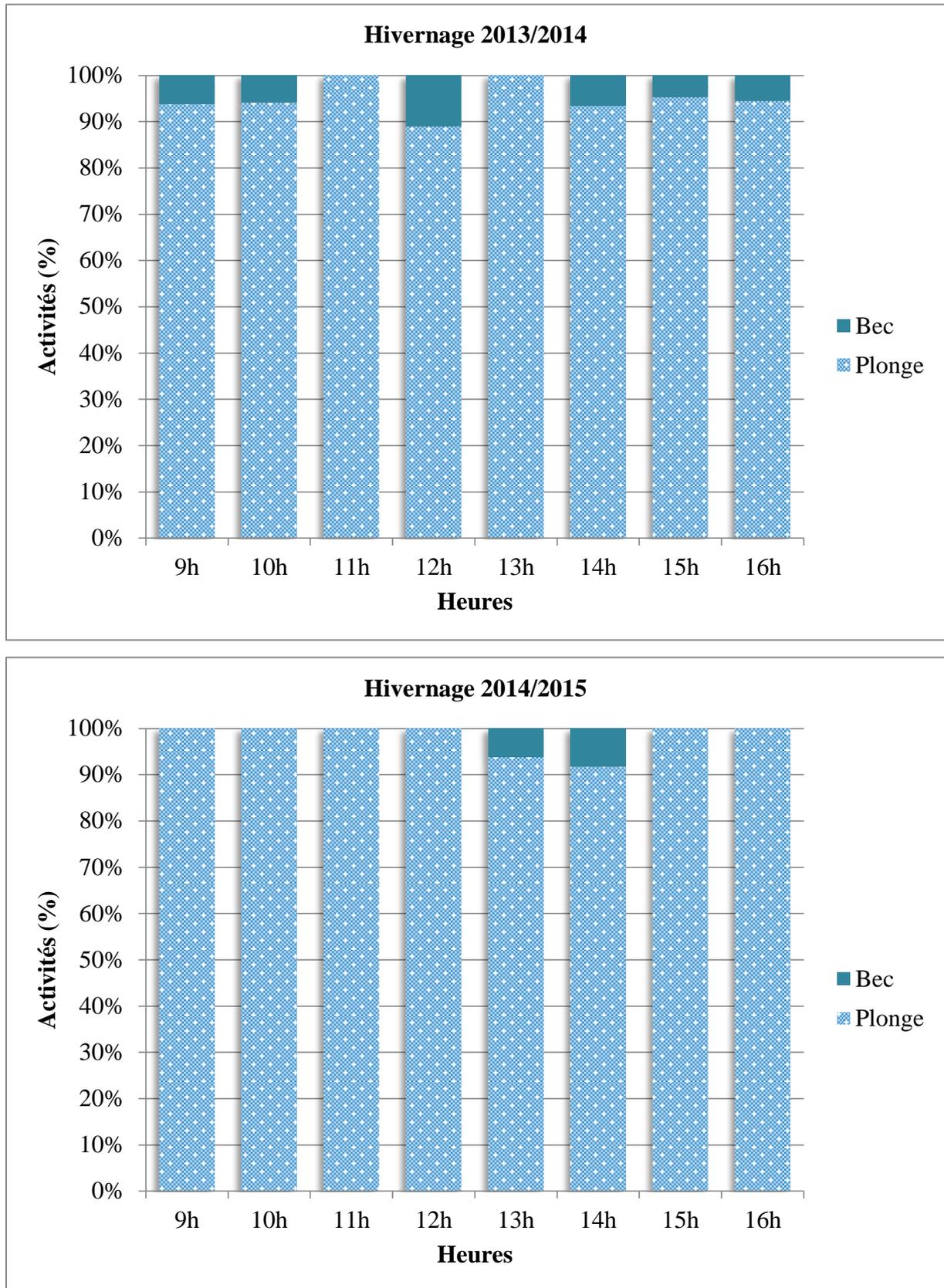


Figure 50 : Evolution journalière du budget temps alimentaire diurne du Grèbe huppé *Podiceps cristatus* dans Garaet Hadj-Tahar durant les deux périodes d'hivernage.

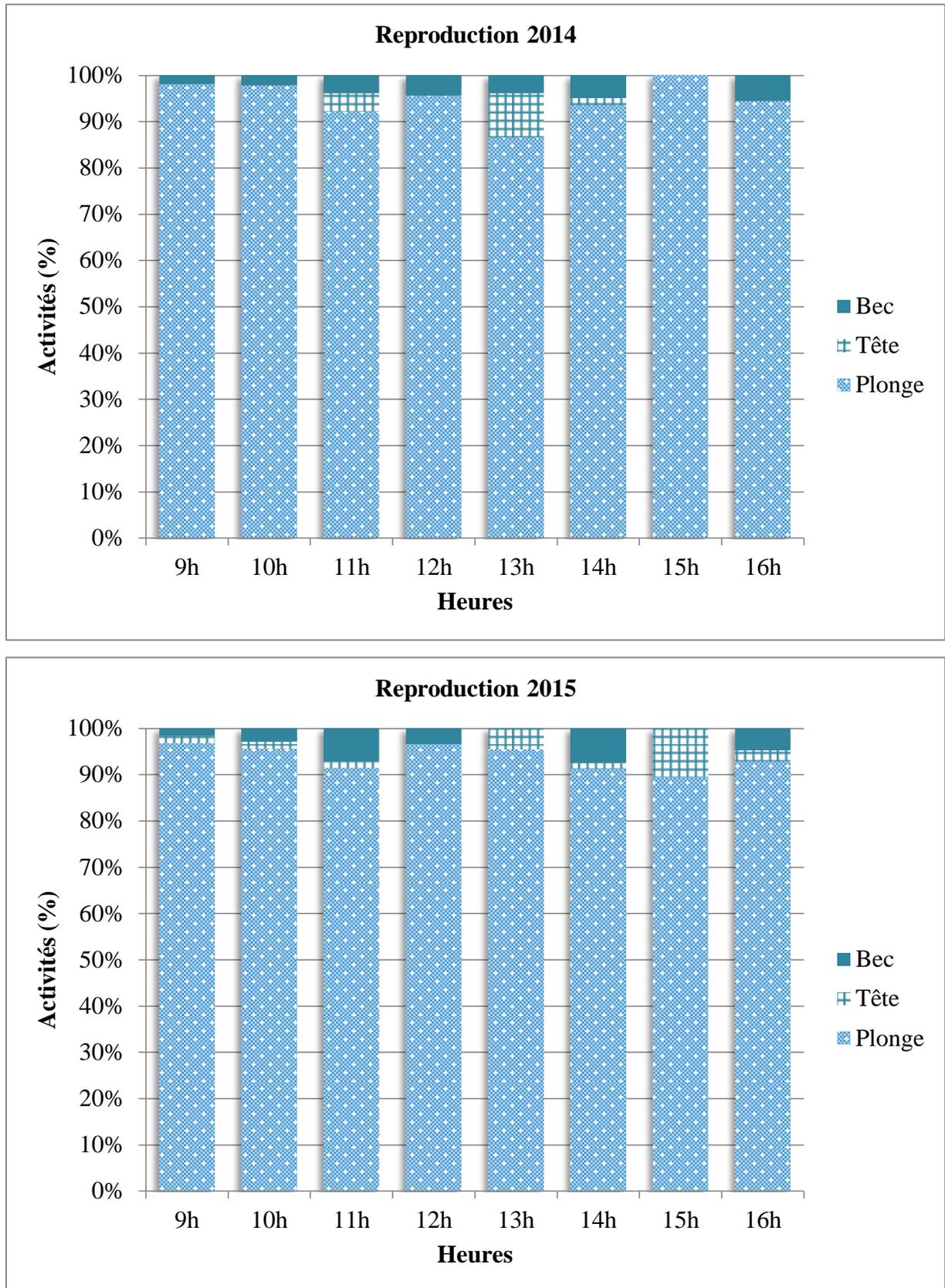


Figure 51 : Evolution journalière du budget temps alimentaire diurne du Grèbe huppé *Podiceps cristatus* dans Garaet Hadj-Tahar durant les deux périodes de reproduction.

2.5. Discussion

La majorité des études sur le Grèbe huppé ont été effectuées sur l'écologie de reproduction (Prestit et Jefferies, 1969 ; Cramp et Simmons, 1977 ; Moskal et Marszałek, 1986 ; Ulenaers et Dhondt, 1991 ; Bukacińska et *al.*, 1993 ; Maréchal, 1993 ; Vogrin, 1999, 2001, 2002 ; Konter, 2008a,b) ainsi que sur le régime alimentaire (Piersma et *al.*, 1988; Wiersma et *al.*, 1995 ; Gwiazda, 1997 ; Vogrin, 1999), le comportement social (Hanzák, 1952; Simmons, 1955 ; Fjeldså, 1973 ; Piette et Ruwet, 1990) etc. En Algérie, seules deux études sur la biologie de reproduction ont été effectuées par Rouibi et *al.*, (2013) et Cheriet et *al.*, (2015), cependant aucune étude du budget temps diurne de cette espèce a été réalisée avant celle de Abdellioui et *al.*, (2015).

L'exploitation des résultats des rythmes d'activités diurnes du Grèbe huppé a montré que plus de 30 % du temps est consacré à la nage. Nos résultats ne sont pas similaires à ceux trouvés au Lac de Côme, dans le Nord de l'Italie, où le budget temps diurne du Grèbe huppé est occupé par l'alimentation qui représente 34 % du rythme d'activité total, suivie par le sommeil (29 %), et la nage (26 %) (Gagliardi et *al.*, 2006).

L'alimentation est moins notée la première saison durant laquelle les perturbations humaines ont été plus fréquentes. D'après Gagliardi et *al.*, (2006), les activités alimentaires diminuent de 34 % à 21 % et à 28 % durant la dissuasion par les pétards et les coups de feu respectivement. La saison d'hiver 2014/2015 était plus froide, par rapport à la saison précédente où les températures étaient douces, ce qui engendre un coût thermostatique plus élevé en réponse aux périodes de froid ce qui augmente les apports alimentaires. Une autre hypothèse est émise qui prédit que les individus s'alimentent suffisamment durant l'aube et le crépuscule ce qui diminue le taux d'alimentation durant la journée pendant la première saison, en outre, la valeur énergétique de la proie consommée est très importante. Si la valeur énergétique diminue, les individus doivent consacrer plus de temps à la recherche de nourriture. Ces prédictions nécessitent une étude ultérieure.

Le temps diurne passé par le Grèbe huppé en nage varie durant toute la période d'étude. Ce comportement était fréquemment associé au changement de l'endroit du repos ou d'alimentation. En effet, le Grèbe huppé se déplace principalement en nageant. Il est parfois lié à l'activité de parade. La nage s'élève pendant le mois de février avec l'arrivée des nicheurs qui vont sillonner le plan d'eau à la recherche du lieu idéal pour l'installation du nid.

Dans la présente étude, le pourcentage moyen du temps total alloué à l'alimentation ne dépasse pas 26 %. Ce qui nous amène à penser que les Grèbes huppés ne s'alimentent pas pendant la journée (au moins durant les heures qui ont été suivies). En effet, Au lac Ijsselmeer, Lac d'eau douce des Pays-Bas, entre août et septembre, les Grèbes huppés ont été observés en train de s'alimenter pour 2 à 3 heures tôt le matin et pour 2 à 4 heures en fin d'après-midi et en début de la soirée seulement. Tous approvisionnement a eu lieu à l'aube et au crépuscule (Piersma et *al.*, 1988). Suite au comportement de la proie, les Grèbes sont très limités dans le temps disponible pour l'exploitation de l'alimentation (Piersma et *al.*, 1988). Les Grèbes huppés ont les meilleures possibilités d'alimentation au crépuscule et à l'aube quand une grande masse de la proies est à proximité de la surface dans les niveaux supérieurs transparents de l'eau, où les intensités lumineuses permettent de détecter et de capturer les poissons (Piersma et *al.*, 1988). En effet, Narver (1970) et Bohl (1980) ont rapporté que seulement après l'aube et avant le crépuscule, un grand nombre des poissons viennent à la surface pour se nourrir du zooplancton, où il serait possible de les localiser visuellement par les Grèbes huppés (Piersma et *al.*, 1988). L'alimentation en plongée est susceptible d'engendrer un coût énergétique important, il est toujours avantageux que le Grèbe huppé s'alimente quand leur proie est près de la surface (Croxall et *al.*, 1985). Dans ce cas, la distance à parcourir pour obtenir la proie est également moindre (le temps et le coût de l'alimentation sont réduits) (Piersma et *al.*, 1988). Donc, avec la réduction de la profondeur de plongée et le temps de l'opération, l'alimentation est plus rentable énergétiquement (Croxall et *al.*, 1985). Des études antérieures ont reporté que les Grèbes huppés s'alimentent souvent dans les périodes de crépuscule, mais pas toujours (Harrisson et Hollom, 1932 ; Hanzák, 1952 ; Simmons, 1977); cela pourrait expliquer les taux faibles de l'alimentation enregistré durant la présente étude qui ne couvre pas les périodes de crépuscule et à l'aube, tant que nous avons effectué les relevés de 9h jusqu'à 16h.

En outre, une autre étude a été réalisée par Gwiazda (1997) qui a déclaré que les Grèbes huppés commencent à s'alimenter environ une heure avant le lever du soleil et ils cessent environ une heure après le coucher du soleil ; ils s'alimentent pour 15 heures environ en printemps et durant la migration d'automne et pour 18 heures pendant la saison de reproduction.

L'alimentation affiche des taux élevés à partir de la fin d'hiver et au début de la saison de nidification jusqu'au mois de mai. Le couple juste arrivé de plus loin, avait besoin de se ravitailler après un long trajet (Konter, 2008a) et également de se préparer énergétiquement pour la saison de nidification. Ulenaers (1992) a enregistré qu'avant la ponte, l'adulte passe en moyenne 33 % du temps total disponible pour la recherche de nourriture. Ce pourcentage peut atteindre 79 % quand les parents prennent soin des jeunes (Ulenaers et van Vessem, 1994).

Durant l'été, les radiations solaires et la température élevée de l'eau vont réduire les coûts énergétiques des Grèbes huppés ce qui mène à la conservation d'environ deux-tiers de la dépense énergétique quotidienne par rapport à la situation en hiver ce qui explique les taux faibles d'alimentation enregistrés durant les trois derniers mois de la période d'étude. Cette conclusion est supportée par l'observation que durant la période de mue le Grèbe huppé ne fait pas appel à l'utilisation des réserves de graisse du tout (Piersma, 1988a). Plutôt, Nous suggérons vu la réduction des coûts énergétiques, que les Grèbes peuvent faire face aux fortes contraintes sur les ressources alimentaires. Les Grèbes huppés sont plus légers à la fin de l'été, après la saison de reproduction durant la période de mue (Piersma, 1988b).

Le comportement alimentaire dominant est l'alimentation par plongée durant toute la période d'étude. Le Grèbe huppé s'alimente principalement sur des poissons (Cramp et Simmons, 1977), ce qui explique son comportement de plongeur. Hanzák (1952) et Sokołowski (1967) ont reporté que le Grèbe huppé s'alimente principalement sur les petits poissons les plus abondants, tels que ablettes, gardons et perches. En outre, un certain temps a été consacré aux deux autres modalités alimentaires essentiellement en période de nidification : l'alimentation en immergeant la tête et le picorage. Des analyses du contenu stomacal ont montré que les Grèbes huppés consomment un grand nombre des insectes (Geiger, 1957 ; Büttiker, 1985).

La toilette affiche des taux saisonniers proches durant les deux saisons d'hivernage et de nidification avec une petite augmentation pendant la saison de nidification. Le taux constant de la toilette peut être expliqué par le soin du plumage (Storer et Jehl, 1985). Elle s'élève pendant le mois de juin où nous avons observé des Grèbes huppés nettoyant leurs plumages et accompagnés de leurs poussins. Entre août à octobre, au cours de la matinée, les Grèbes huppés passent la majorité de leurs temps à l'entretien de leur plumage et au sommeil (Piersma et al., 1988). Durant tous les jours d'observation, le Grèbe huppé fréquente les sites

dont l'eau est peu profonde à proximité des berges dans la matinée. Dans ce site, les Grèbes huppés passent la majorité du temps en toilette et en sommeil. En fin d'après-midi, les Grèbes huppés quittent le site vers les eaux dégagées. Les périodes d'arrivées et de départs sont souvent indiquées par les proportions élevées des Grèbes en nage (Piersma et *al.*, 1988). Le sommeil est plus marqué au début et à la fin des deux périodes d'étude, cela se traduit par le repos des migrateurs en transit ainsi qu'un moyen de récupérer l'énergie après la saison de la reproduction et la période de mue. La valeur la plus faible est notée pendant le mois de mars où plus de temps a été consacré à l'alimentation, la parade et les comportements antagonistes.

Le vol survient essentiellement après des dérangements suite au vol des Busards de roseaux *Circus aeruginosus*, parfois du Balbuzard pêcheur *Pandion haliaetus* observé dans le site à la fin de la période de reproduction, et occasionnellement par les riverains. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Konter (2008a, 2011) au Lac IJsselmeer au Nord des Pays-Bas. Typiquement, pour s'échapper, les Grèbes plongent au lieu de voler, et les réductions saisonnières des muscles pectoraux peuvent rendre les adultes incapables de voler (Jehl, 1988 ; Piersma, 1988c). Donc, le Grèbe huppé préfère se déplacer et fuir le danger et les prédateurs en nageant ou en plongeant, comme pour le Grèbe castagneux.

Les activités de parades qui annoncent le début de la saison de reproduction se manifestent à partir de février jusqu'en mai. Le Grèbe huppé effectue des parades nuptiales très élégantes mais complexes et élaborées aussi et qui ont lieu sur l'eau. Les deux partenaires sont face à face avec le cou tendu et les plumes de la tête et les joues érigées. Ils secouent leurs têtes de haut en bas et d'un côté à l'autre. Puis, ils nagent à l'écart l'un de l'autre et s'immergent lentement. Au bout de quelques secondes, ils réapparaissent et s'approchent l'un de l'autre avec le bec plein de végétation et ils se dressent verticalement, poitrines collées l'une à l'autre, en reprenant leurs positions initiales en balançant leurs têtes d'un côté à l'autre.

Le Grèbe huppé est très agressif durant la saison de reproduction et défend farouchement son territoire (Konter, 2011). La plupart des espèces de Podicipedidae défendent le territoire aux alentours du nid contre les autres Grèbes ainsi que les autres oiseaux d'eau (Konter, 2008a) tels que la Foulque macroule *Fulica atra* et la Poule d'eau *Gallinula chloropus* (Konter, 2007). Les activités antagonistes sont observés à partir de février jusqu'en mai. Les comportements antagonistes intra-spécifiques étaient plus ou moins communs à travers la saison de nidification. Généralement, les mâles ont tendance à attaquer

des mâles étrangers, et les femelles attaquent les femelles étrangères (Huxley, 1914). Comme dans notre étude, Konter (2008a) a indiqué qu'au début de la période de reproduction ces comportements sont relativement faibles. Théoriquement, quelques combats devraient être prévus très tôt dans la saison de reproduction étant donné que quelques Grèbes huppés sont nicheurs seulement dans cette zone humide. Avec l'arrivée des individus en période de reproduction, les comportements d'antagonisme sont devenus plus courants. Simultanément, un processus d'habituation pourrait contribuer largement à diminuer les interactions antagonistes intra-spécifiques entre les Grèbes huppés (Konter, 2008a). Les comportements d'antagonisme atteignent leurs maximums en mars 2014 et en février 2015 et les pourcentages diminuent par la suite. En effet, Konter (2008a) a noté qu'une tendance à la baisse apparue déjà durant la première moitié d'avril et une baisse notable du nombre de combats a eu lieu au plus tard vers mi-avril. En outre, maintenir des niveaux élevés d'agression au long de la saison de reproduction, consomme beaucoup d'énergie (Konter, 2011) ce qui mène à la diminution de l'activité d'antagonisme. Également les Grèbes s'alimentent individuellement, pas en groupes, en s'étalant dans tout le site (Konter, 2008a) ce qui peut contribuer à la concurrence entre les individus pour la nourriture. Par ailleurs, un comportement offensif a été noté entre le Grèbe huppé et la Foulque macroule. Il est bien connu que le Grèbe huppé a tendance à nicher au voisinage de la Foulque macroule *Fulica atra*, principalement pour accroître la protection anti-prédateurs (Goc, 1986 ; Stanevičius, 1994 ; Stanevičius et Kurlavičius, 2008). D'autre part, nous devons également tenir compte de la prédation des œufs du Grèbe huppé par les Foulques macroules (Goc, 1986 ; Keller, 1989).

3. Etude des rythmes d'activités diurnes du Fuligule nyroca

Le bilan des rythmes d'activités diurnes des Fuligules nyroca dans le complexe de zones humides de Guerbes-Sanhadja et plus précisément dans Garaet Hadj-Tahar est dominé par l'activité du sommeil qui détient plus de 30% du budget temps total. Elle est plus importante durant la saison 2014/2015 (38,66 %) par rapport à la saison 2013/2014 (32,43 %).

La nage occupe le deuxième rang et représente plus d'un quart du budget temps total avec des taux très proches durant les deux saisons d'étude (26,77 % et 26,23 % en 2013/2014 et en 2014/2015 respectivement).

L'alimentation est la troisième activité enregistrée (17,15 % durant la saison 2013/2014 et 15,38 % durant la saison 2014/2015) ; elle s'effectue soit en plongée (13,86 % et 11,15 %), soit par picorage à la surface de l'eau (2,13 % et 1,71 %), par immersion de la tête (1,05 % et 1,96 %), ou par basculement (0,10% et 0,56 %) durant les deux saisons d'étude 2013/2014 et 2014/2015 respectivement. Ces modalités alimentaires seront détaillées ultérieurement.

L'entretien du plumage ou la toilette vient en quatrième rang avec des pourcentages proches durant les deux saisons d'étude (14,33 % et 13,41 % en 2013/2014 et 2014/2015 respectivement).

Le vol est une activité peu observée durant toute la période d'étude (7,82 % en 2013/2014 et 5,18 % en 2014/2015).

En dernier rang viennent les parades et les comportements antagonistes qui tiennent une part très infime dans le bilan des rythmes d'activités diurnes (1,07 % et 0,42 % en 2013/2014, 0,64 % et 0,50 % en 2014/2015 respectivement) (Fig. 52, 53).

Les résultats des analyses statistiques ont révélé qu'il n'existe aucune différence significative entre les deux années d'étude.

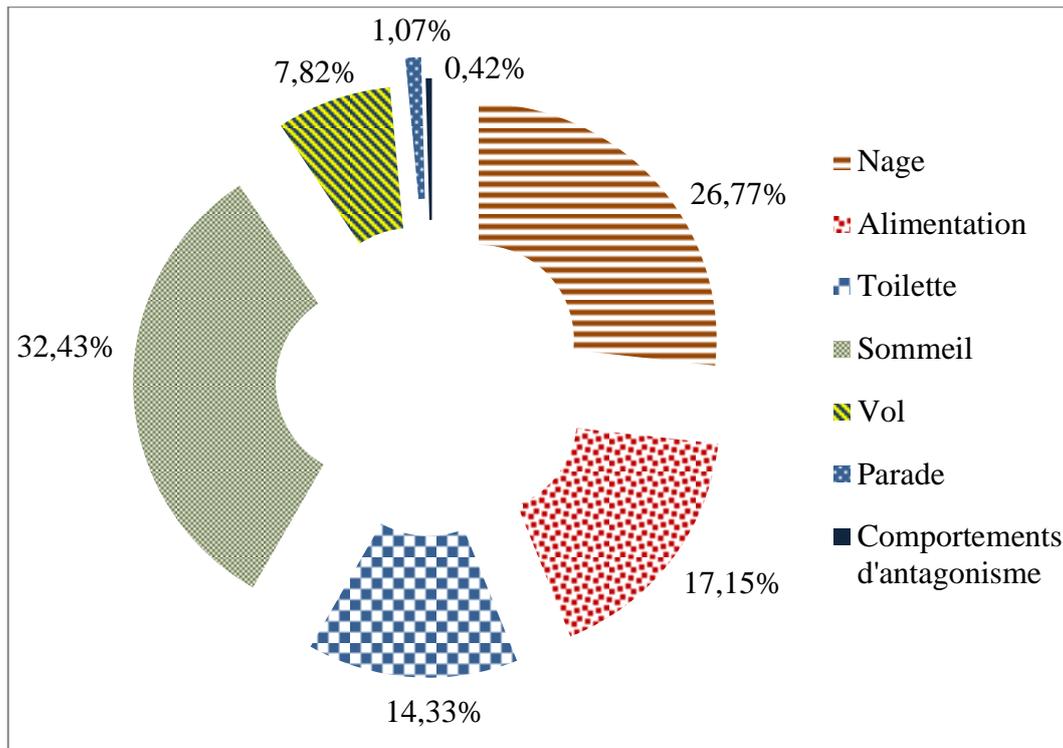


Figure 52 : Bilan des rythmes d'activités diurnes du Fuligules nyroca *Aythya nyroca* dans Garaet Hadj-Tahar durant la saison d'étude 2013/2014.

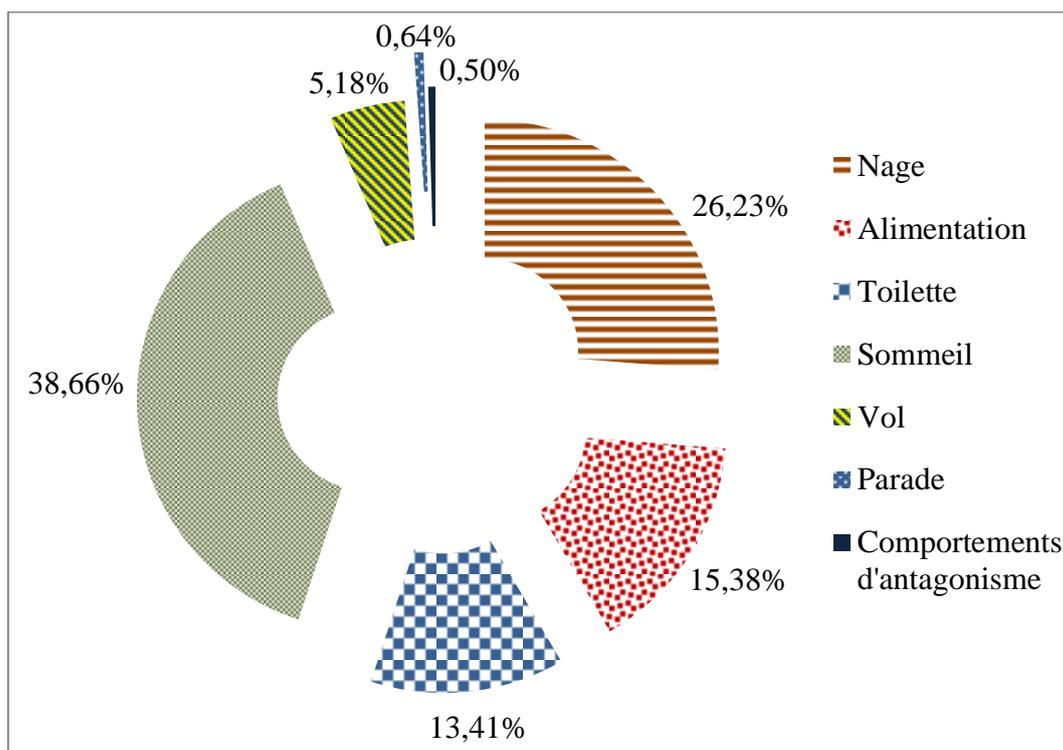


Figure 53: Bilan des rythmes d'activités diurnes du Fuligules nyroca *Aythya nyroca* dans Garaet Hadj-Tahar durant la saison d'étude 2014/2015.

3.1. Variation saisonnière du rythme d'activités diurnes du *Fuligule nyroca*

Le sommeil est l'activité dominante durant la saison de reproduction et d'hivernage (Kruskal Wallis test, $H = 9,76$, $p = 0,03$). Cependant, elle diffère d'une saison à une autre selon qu'il s'agit de l'hivernage ou de la nidification (Mann-Whitney U-test, $Z = -2,021$, $p = 0,043$). Cette activité est plus fréquente en saison d'hivernage (41,30 % et 40,22 % durant 2013/2014 et 2014/2015 respectivement) par rapport à la saison de reproduction (23,57 % et 37,11 % durant 2013/2014 et 2014/2015 respectivement).

Durant la première saison, la nage est plus notée durant la période de la reproduction (29,39 %) par rapport à celle d'hivernage (24,15 %). L'inverse est enregistré durant la saison suivante 2014/2015 : les valeurs les plus élevées sont notées durant la période d'hivernage (29,92 %) tandis que les valeurs les plus faibles sont notées durant la période de reproduction (22,54 %).

Concernant l'alimentation, des différences significatives existent entre les deux saisons d'hivernage et nidification (Mann-Whitney U-test, $Z = -2,252$, $p = 0,024$). Le *Fuligule nyroca* s'alimente plus en période de reproduction qu'en période d'hivernage (20,54 % et 16,60 % contre 13,77 % et 14,16 % durant les deux saisons 2013/2014 et 2014/2015 respectivement).

L'entretien du plumage est plus important en période de reproduction (15,33 % et 14,80 % durant 2013/2014 et 2014/2015 respectivement) par rapport à la période d'hivernage (13,34 % et 12,01 % durant 2013/2014 et 2014/2015 respectivement).

Les valeurs les plus élevées du vol sont notées en période de nidification (8,24 % et 6,67 % durant 2013/2014 et 2014/2015 respectivement) tandis que les valeurs les plus faibles sont notées en période d'hivernage (7,40 % et 3,70 % durant 2013/2014 et 2014/2015 respectivement).

Les parades caractérisent uniquement la période de nidification avec des valeurs très modestes (2,13 % et 1,28 % durant 2013/2014 et 2014/2015 respectivement).

Les comportements antagonistes sont marqués essentiellement pendant la saison de reproduction avec des pourcentages très faibles qui ne dépassent pas 1 % quoiqu'ils sont observés en hiver 2013/2014 avec une valeur très basse (0,04 %) (Fig. 54).

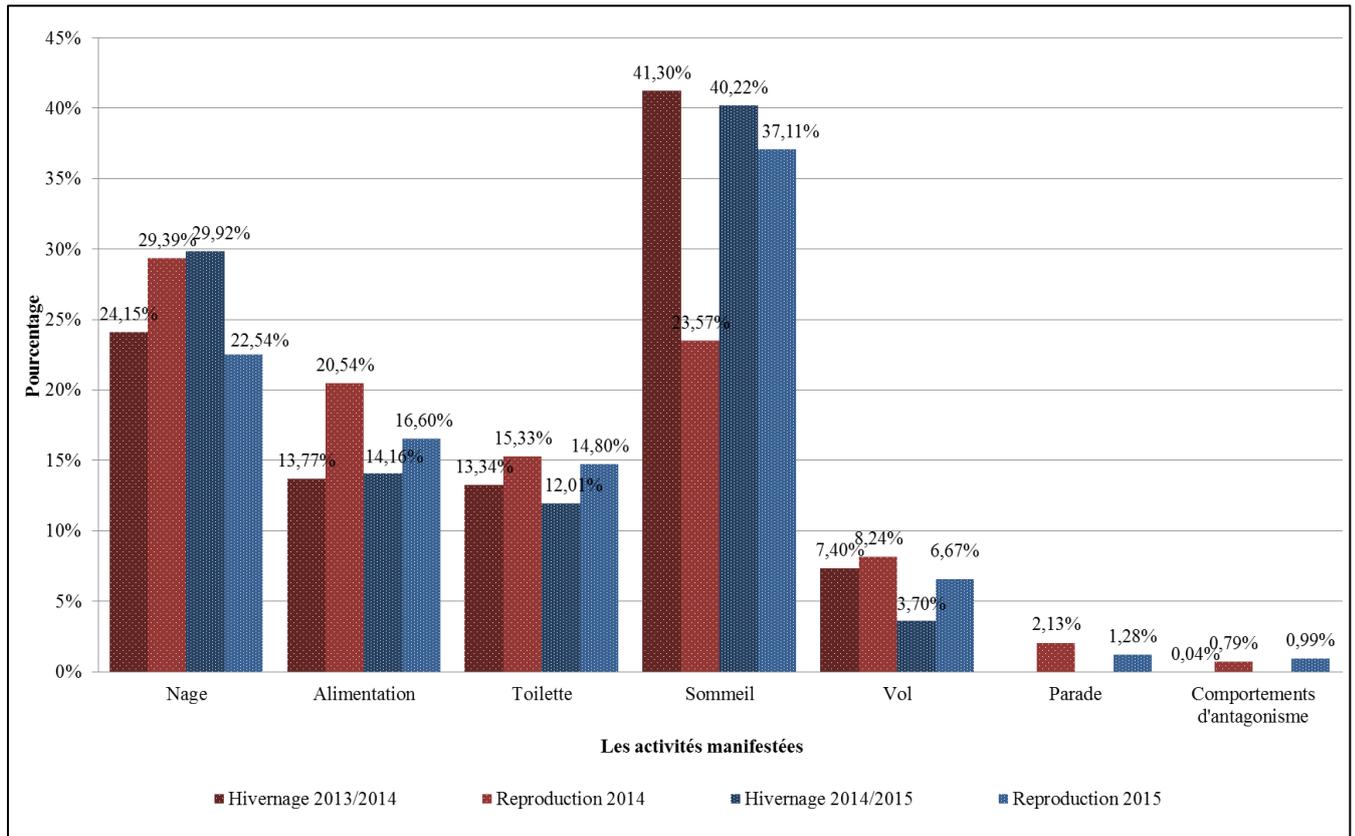


Figure 54 : Proportion des différentes activités diurnes du Fuligule nyroca Aythya nyroca dans Garaet Hadj-Tahar durant les périodes d'hivernage et reproduction.

3.2. Variation mensuelle du rythme d'activités diurnes du Fuligule nyroca

Dès leur occupation du Garaet Hadj-Tahar, les Fuligules nyroca manifestent une activité du sommeil voisine de 50 % qui diminue durant les deux mois suivants (octobre-novembre) et reste légèrement stable durant pratiquement toute cette période. Par la suite elle s'élève progressivement pour atteindre les taux les plus élevés occupant plus de la moitié du budget temps, soient 56,02 % et 52,86 % durant les mois de janvier 2014 et de décembre 2014 respectivement. Durant la période de pré-nidification, cette activité tend à s'effondrer pour augmenter à la fin de la période de nidification, en août.

La nage, qui tient le deuxième rang, est souvent associée à l'alimentation ainsi qu'aux déplacements. Cette activité, faible au début des deux saisons d'étude, en septembre, s'élève progressivement pour culminer à la fin de la période d'hivernage et au début de la période de reproduction où nous enregistrons les deux taux les plus élevés durant les deux saisons de l'étude (39,30 % en avril 2014 et 53,02 % en février 2015). La valeur la plus faible (11,56 %) est enregistrée le mois de juin durant la deuxième saison d'étude.

La courbe de l'alimentation a la même allure durant les deux saisons d'étude. Cette activité est très marquée au début de la saison d'hivernage (21 % du budget temps diurne). Elle diminue à partir d'octobre et montre une légère stabilité de novembre à février. A partir de mars, nous observons une ré-augmentation des temps consacrés à l'alimentation notamment en avril-mai où les pics sont enregistrés (27,49 % en 2015 et 25,98 % en 2014 respectivement). Une deuxième diminution est notée à partir de juin jusqu'à la fin de la période de reproduction.

Concernant la toilette, le premier pic est enregistré en octobre chez les premiers occupants du site d'étude (22,17 % en 2013/2014 et 19,78 % en 2014/2015), elle diminue par la suite et les pourcentages fluctuent de 5 % à 17 % entre novembre et avril. Les taux les plus faibles sont notés en mai avec des valeurs ne dépassant pas 5 %. Tandis que le deuxième pic est enregistré en juillet durant les deux saisons d'étude (24,28 % en 2013/2014 et 37,46 % en 2014/2015).

Le vol est observé pendant toute la période de l'étude. Le maximum est de 18,24 % observé en mai 2014. Les valeurs les plus faibles sont notées pendant la période d'hivernage.

Les parades, annonçant le début de la période de reproduction, sont manifestées à partir de mars jusqu'en mai pendant la deuxième saison d'étude, tandis que pour la première saison cette activité n'était observée que pendant les deux mois d'avril et de mars. Le maximum est de 7,80 % en mai 2014.

En dernier rang viennent les comportements antagonistes qui tiennent une part très infime dans le bilan des rythmes d'activités diurnes. Pendant la saison 2013/2014, ils se sont manifestés durant trois mois seulement (février, avril et mai), cependant, pendant la saison 2014/2015 ils sont observés à partir de février à Juillet. Le maximum est de 3,74 % marqué en mai 2014 (Fig. 55, 56).

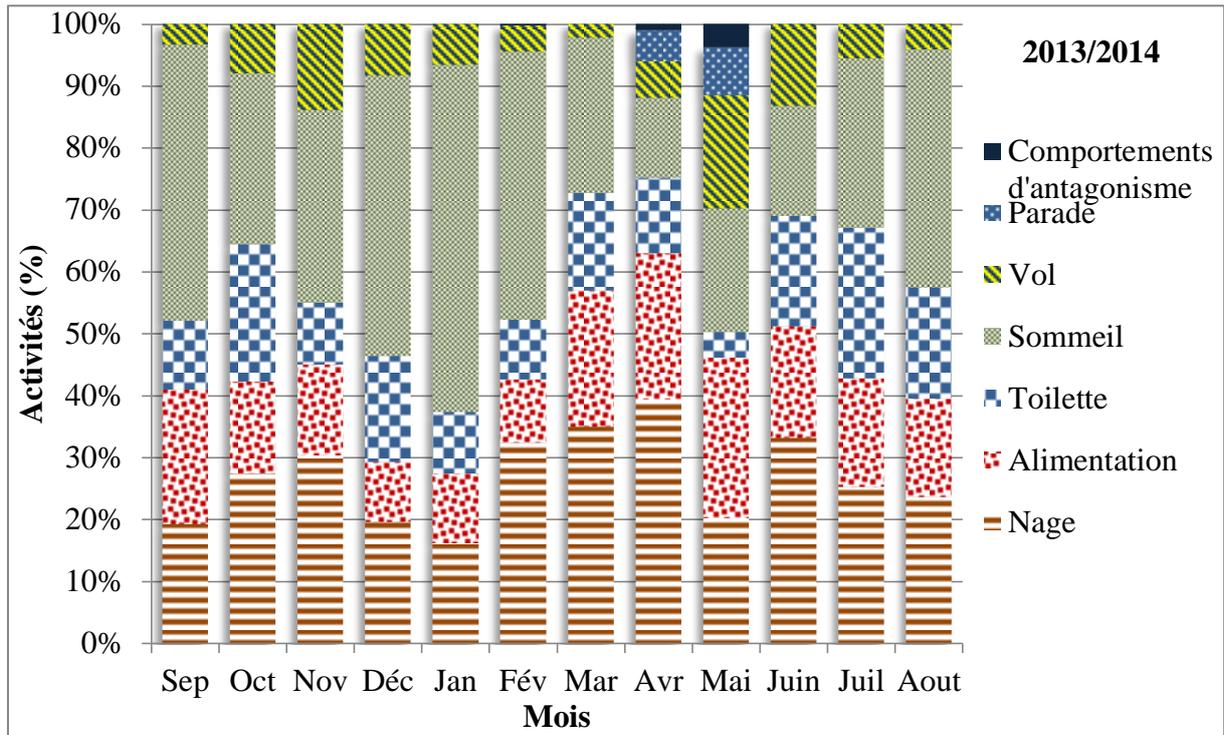


Figure 55 : Evolution annuelle des rythmes d'activités diurnes du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* à Garaet Hadj-Tahar (Saison 2013/2014).

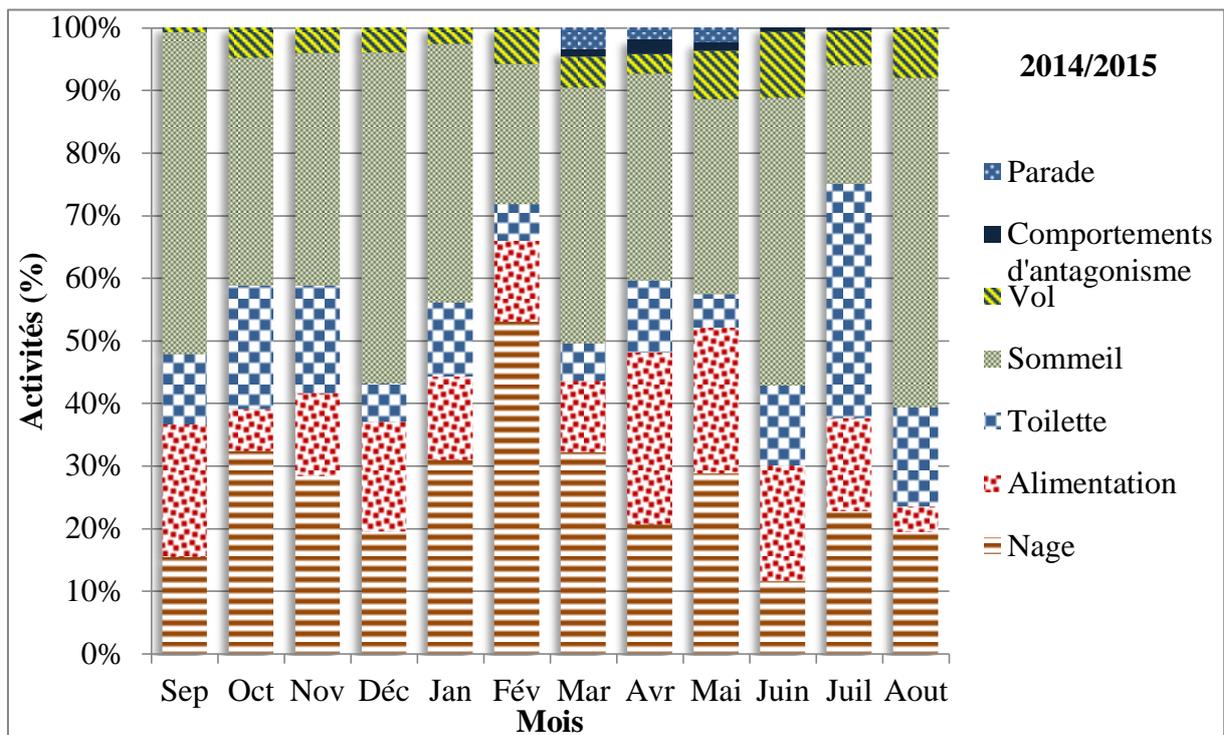


Figure 56 : Evolution annuelle des rythmes d'activités diurnes du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* à Garaet Hadj-Tahar (Saison 2014/2015).

L'analyse de l'ACP explique 76,4 % de l'information durant la première saison de l'étude (45,1 % PC1, valeurs propres = 3,157 ; 31,3 % PC2, valeurs propres = 2,191) (Tab. 07, Fig. 57). Le facteur 1 ou l'axe des ordonnées oppose les comportements antagonistes associés aux parades et le vol, à la toilette. L'axe des abscisses où le facteur 2 sépare le sommeil des autres activités, en outre le sommeil est corrélé négativement avec la nage qui est associée avec l'alimentation.

L'analyse de l'ACP explique 57,5 % de l'information durant la deuxième saison de l'étude (33,8 % PC1, valeurs propres = 2,365 ; 23,7 % PC2, valeurs propres = 1,663) (Tab. 08, Fig. 58). Comme pour la première saison, le sommeil est corrélé négativement avec la nage. Le facteur 1 sépare l'alimentation qui est associée avec les comportements de parades et d'antagonisme, du reste des activités. La toilette est corrélée négativement avec la parade. En outre, le facteur 2 sépare l'alimentation et le sommeil des autres activités.

Tableau 07 : Les scores pour les variables du comportement diurne sur les deux premiers axes de l'analyse en composantes principales du Fuligule nyroca durant la saison 2013/2014.

	Composant	
	1	2
Nage	-.241	.828
Alimentation	.530	.639
Toilette	-.748	.253
Sommeil	-.263	-.942
Vol	.698	.068
Parade	.892	.335
Activités d'antagonisme	.952	.168
Valeur propre	3.157	2.191
Variance (%)	45.1	31.3

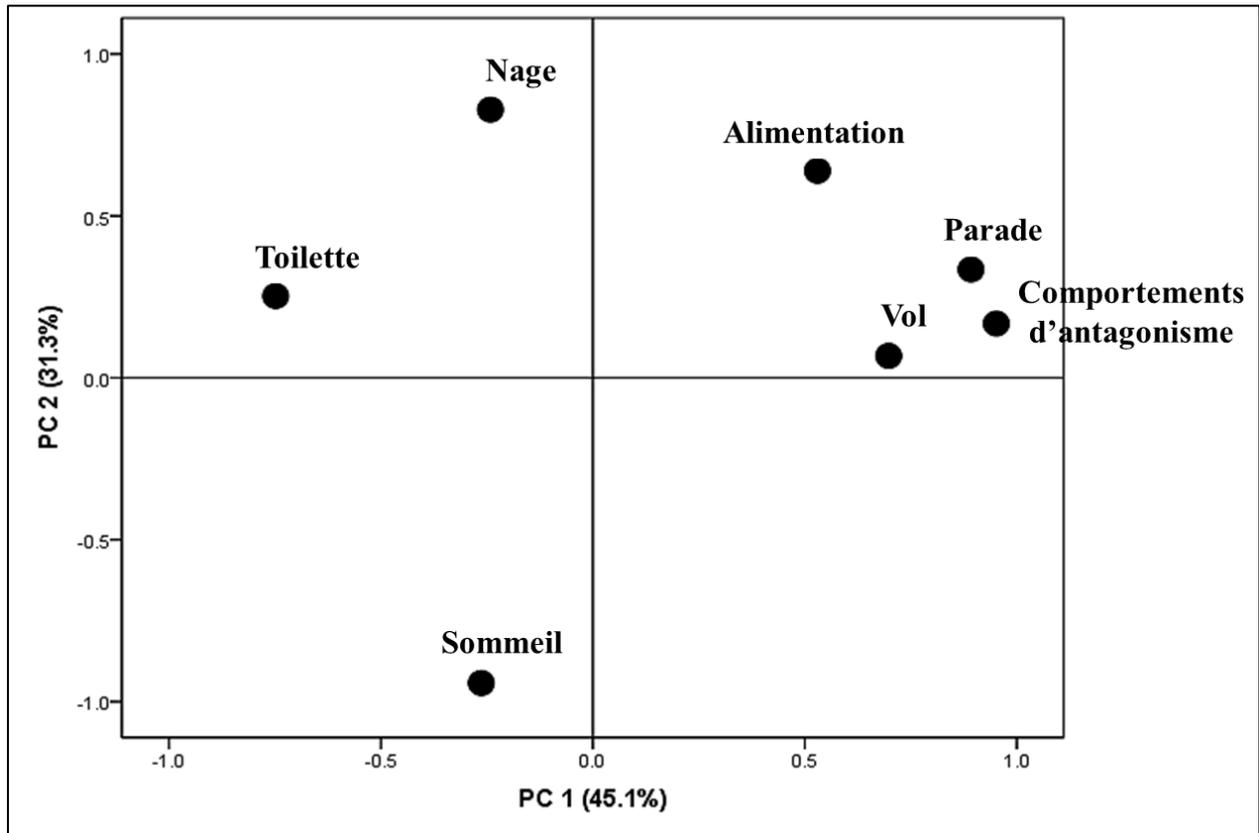


Figure 57 : La distribution des activités diurnes du Fuligule nyroca à partir de l'ACP après la rotation varimax durant la saison 2013/2014.

Tableau 08 : Les scores pour les variables du comportement diurne sur les deux premiers axes de l'analyse en composantes principales du Fuligule nyroca durant la saison 2014/2015.

	Composant	
	1	2
Nage	-.103	.829
Alimentation	.757	-.189
Toilette	-.470	.217
Sommeil	-.126	-.914
Vol	-.014	.101
Parade	.833	.189
Activités d'antagonisme	.923	.106
Valeur propre	2.365	1.663
Variance (%)	33.8	23.7

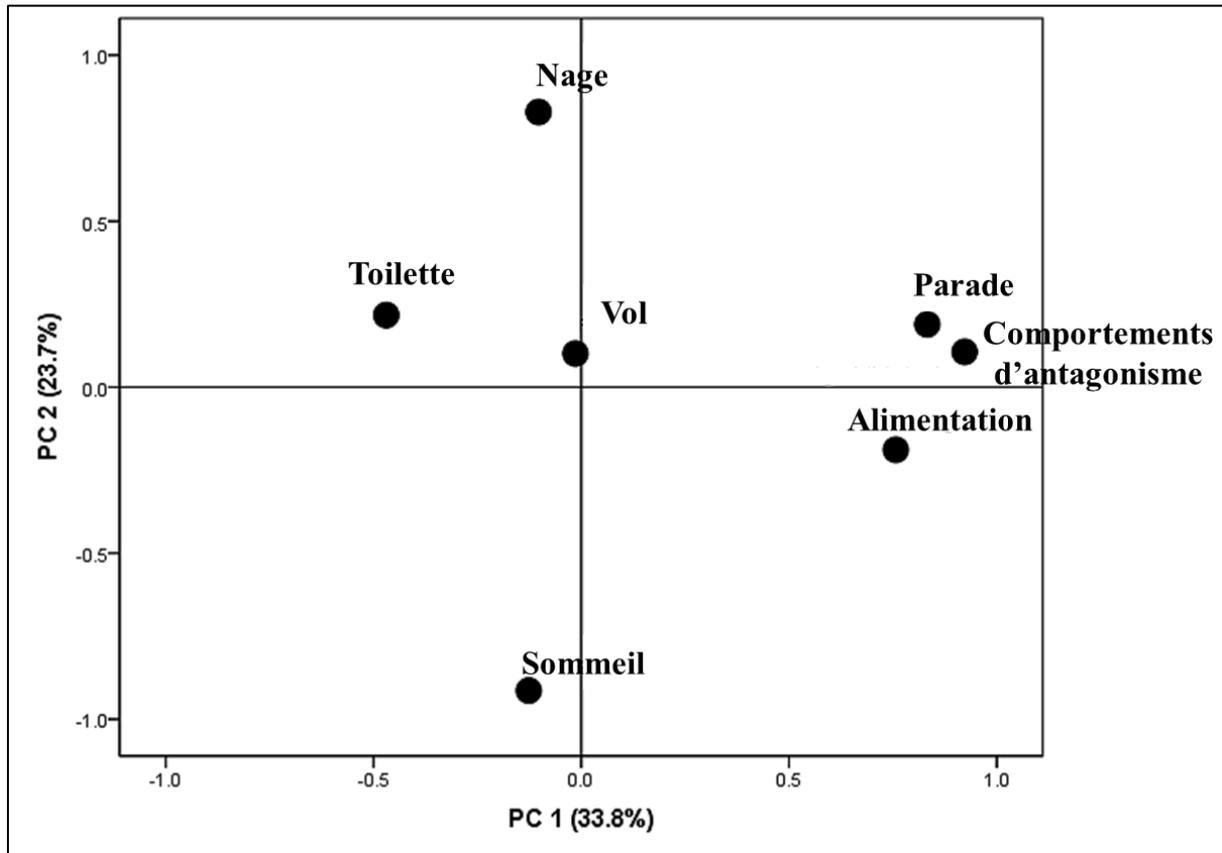


Figure 58 : La distribution des activités diurnes du Fuligule nyroca à partir de l'ACP après la rotation varimax durant la saison 2014/2015.

3.3. Variation journalière du rythme d'activités diurnes du Fuligule nyroca

Durant la période d'hivernage, le sommeil est le comportement majoritaire durant toute la journée avec des taux qui oscillent entre 31 % à 65 % et une préférence à midi en 2013/2014 et à 13h en 2014/2015. Il est plus élevé le matin par rapport à la fin de la journée. La nage est un comportement primordial chez les canards. En saison d'hivernage 2013/2014, les taux de la nage sont stables au début de la journée. Ils augmentent pour atteindre le maximum à 11h (25,36 %). Des fluctuations plus ou moins importantes sont enregistrées durant les heures suivantes. Le deuxième pic est noté à 13h (23,72 %). En saison d'hivernage 2014/2015, elle est très visible pendant la matinée, où les deux pics sont notés à 9h (37,47 %) et à 12h (38,97 %). A partir de cette heure, les taux diminuent pour s'élever à 16h (28 %). L'alimentation est très faible au début de la journée, elle augmente graduellement au fur à mesure que les heures passent jusqu'à culminer à partir de 15h. La toilette est moins marquée au début de la journée. Elle est stable entre 13h à 14h et accrue à 15h. Le vol est prioritairement observé au début de la journée notamment à 9h (11,38 %) en 2014/2015 et à

10h (13,65 %) en 2013/2014. Les comportements antagonistes sont manifestés qu'une seule fois à 14h durant la première saison d'hivernage uniquement (Fig. 59, 60).

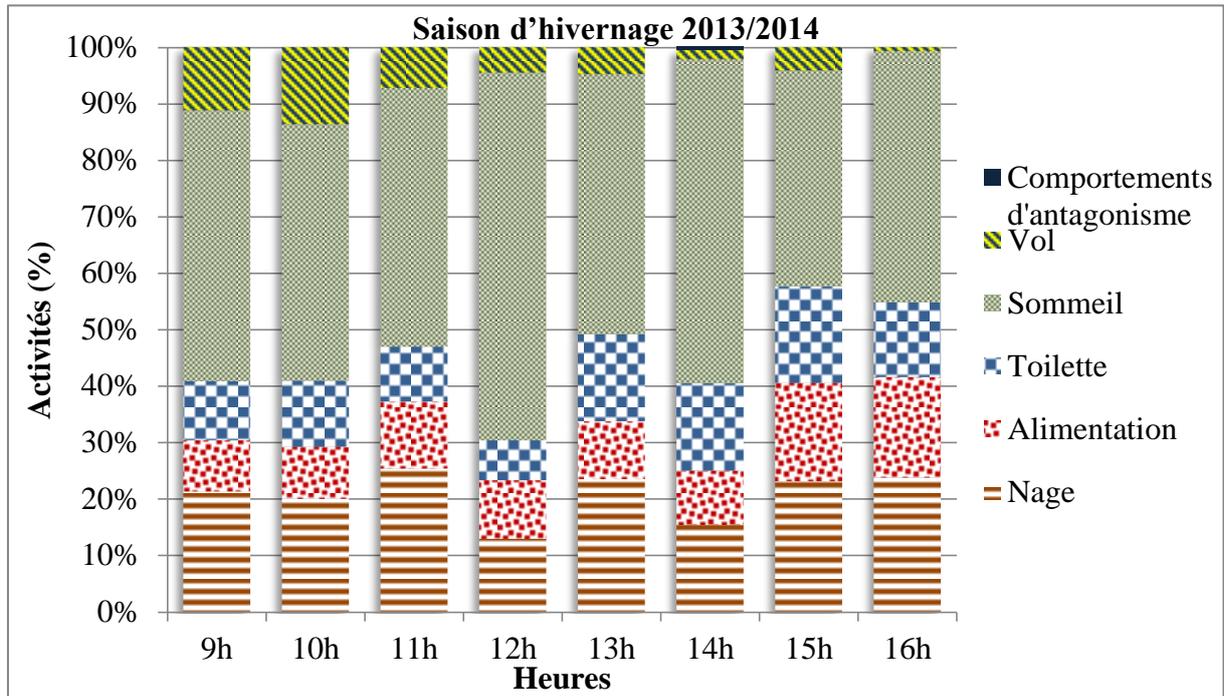


Figure 59 : Les variations journalières du budget-temps des activités diurnes du Fuligule nyroca à Garaet Hadj-Tahar (Saison d'hivernage 2013/2014).

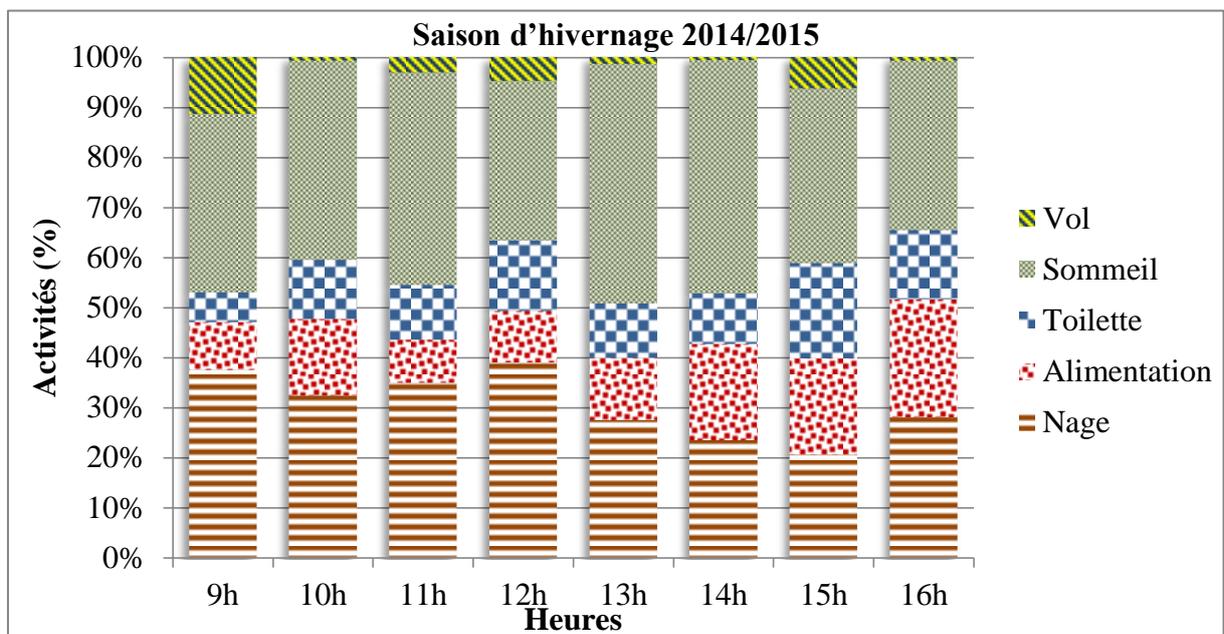


Figure 60 : Les variations journalières du budget-temps des activités diurnes du Fuligule nyroca à Garaet Hadj-Tahar (Saison d'hivernage 2014/2015).

Durant la période de reproduction, le sommeil et le repos sont stables presque toute la journée avec une progression à partir de 11h, le maximum est noté à 15h pendant la saison de nidification 2015 et à 16h pendant la saison de nidification 2014. Durant la première saison, la nage présente deux pics à 9h (30,78 %) et à 13h (29,43 %). En dehors de ces heures les valeurs sont constantes et fluctuent entre 17 % à 25 %. Quant à la deuxième saison, élevée à 9h (27,14 %), la nage diminue les trois heures suivantes pour augmenter à partir de 13h, un second pic plus important est marqué à 14h (35,97 %). Le temps consacré à l'alimentation s'intensifie à 10h-11h et à 15h et elle est faible à 13h pendant la première saison d'étude. Concernant la deuxième saison, les valeurs sont faibles la matinée et augmentent durant toute l'après-midi. Effet les canards s'alimentent notamment à 14h et 16h et peu à midi. La toilette est une activité plutôt matinale notamment durant la deuxième saison de nidification. Elle est représentée par des valeurs qui oscillent entre 7 % à 32 % dont les plus élevées sont notées de 9h à midi. Le vol est également matinal et montre des fluctuations considérables exhibant des pics à 9h en période de reproduction 2015 et à 11h en période de reproduction 2014. Les comportements de parade et d'antagonisme caractérisent notamment le début de la journée. Ils sont rarement enregistrés l'après-midi. Les maximums notés pour ces deux activités sont enregistrés à 10h pour la saison de reproduction 2014 et à 11h pour la saison de reproduction 2015 (Fig. 61, 62).

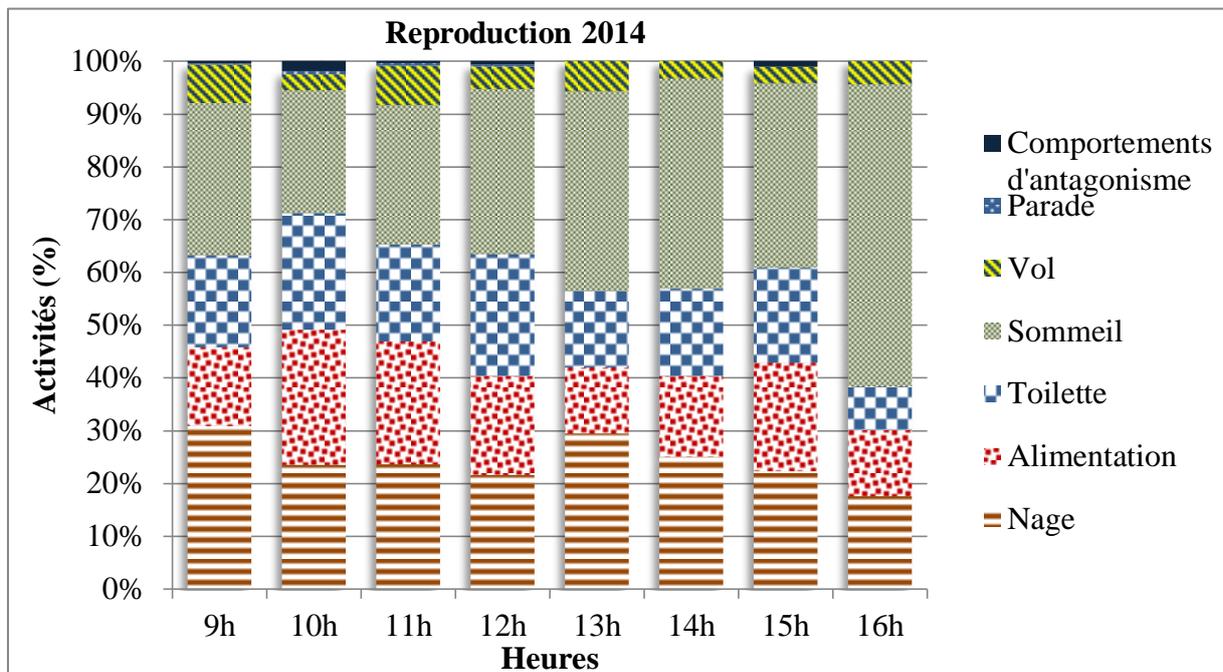


Figure 61 : Les variations journalières du budget-temps des activités diurnes du Fuligule nyroca à Garaet Hadj-Tahar (Saison de reproduction 2014).

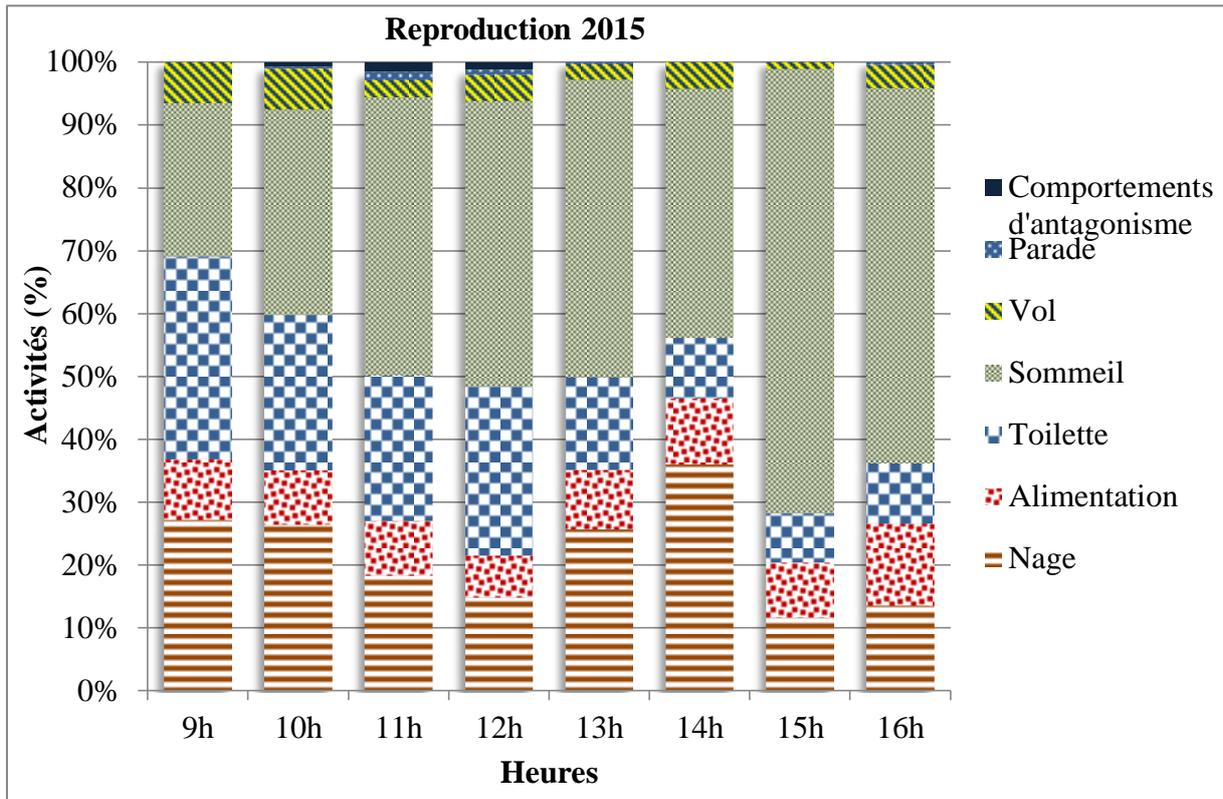


Figure 62 : Les variations journalières du budget-temps des activités diurnes du Fuligule nyroca à Garaet Hadj-Tahar (Saison de reproduction 2015).

3.4. Etude du budget temps alimentaire diurne du Fuligule nyroca

L'étude et l'exploration des résultats du comportement diurne alimentaire du Fuligule nyroca dans Garaet Hadj-Tahar révèle que l'alimentation par plonge représente la technique d'alimentation dominante avec 83,01 % du budget temps diurne alimentaire en 2013/2014 et 73,73 % en 2014/2015. L'alimentation liée la surface est une activité secondaire dominée par l'alimentation par picorage avec 11,61 % et 13,09 %, suivie par l'alimentation en immergeant la tête avec 4,92 % et 10,13 %, et à la fin l'alimentation par bascule avec 0,45 % et 3,04 % en 2013/2014 et en 2014/2015 respectivement (Fig. 63).

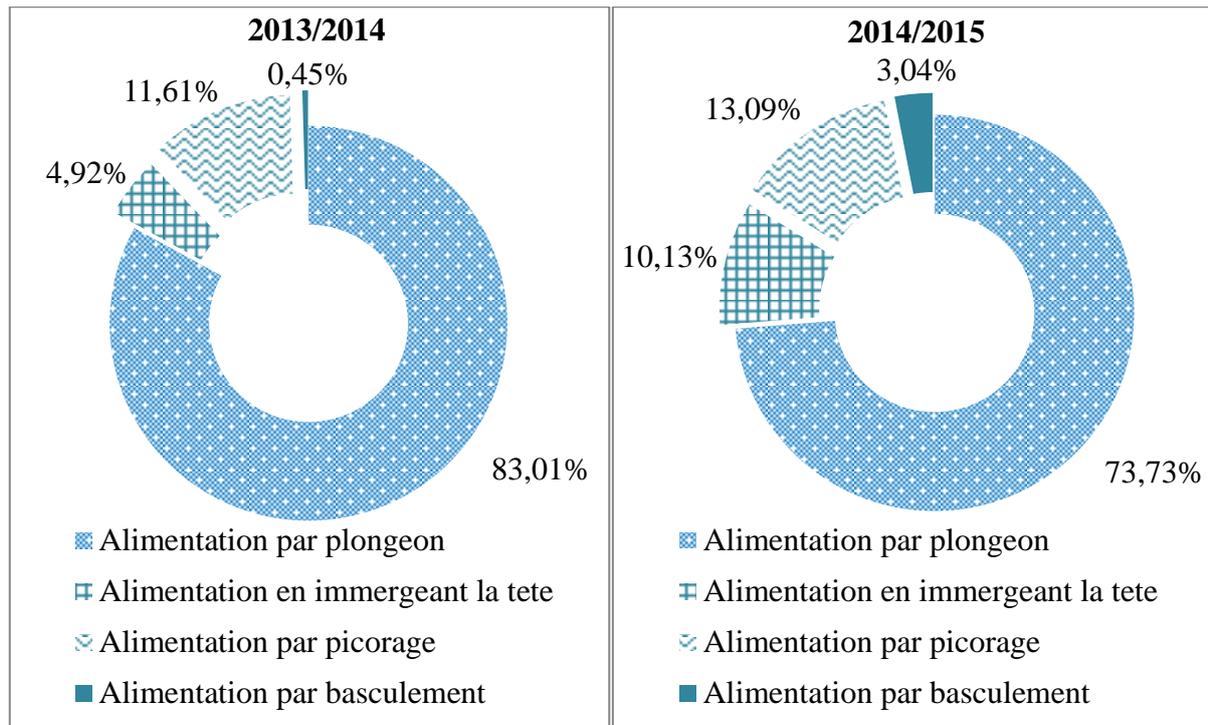


Figure 63 : Bilan annuel du budget temps alimentaire diurne du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* dans Garaet Hadj-Tahar.

3.4.1. Variation saisonnière de budget temps alimentaire diurne du Fuligule nyroca

Nos constatations montrent que l'alimentation par plonge domine les deux saisons d'hivernage et de reproduction tandis que les autres types restent secondaires, en outre, nous signalons des différences saisonnières qui résident dans les pourcentages des modalités alimentaires.

Durant la période d'hivernage, l'alimentation par plonge est la plus fréquente par rapport aux autres modalités. Elle est plus marquée durant la première période d'étude avec un pourcentage de 81,04 % du budget temps alimentaire diurne, en comparaison avec la deuxième période d'étude où le pourcentage dépasse toujours la moitié soit 67,90 %. En ce qui concerne l'alimentation à la surface, elle détient une part importante avec plus de 30 % du budget temps alimentaire diurne durant la deuxième saison d'hivernage par rapport aux périodes restantes de l'étude. Le picorage occupe une part secondaire dans ce budget avec des pourcentages proches durant les deux périodes d'hivernage soient 10,27 % et 8,10 % respectivement. L'alimentation en immergeant la tête est moins marquée durant la période d'hivernage 2013/2014, soit 8,68 %. Elle est plus fréquente durant la période d'hivernage

2014/2015, soit 20,06 %. La bascule reste une activité minimale, et n'apparaît que durant la deuxième saison d'hivernage avec un pourcentage de 3,94 %.

Durant la période de reproduction, l'alimentation par plonge gagne plus de temps diurne par rapport à la saison d'hivernage et dépasse les trois-quarts du budget temps alimentaire diurne soit 84,98 % et 79,56 % en période de nidification 2014 et 2015 respectivement. L'alimentation liée à la surface représente le choix secondaire pour le Fuligule nyroca. Cette technique est illustrée principalement par l'alimentation par picorage (12,94 % et 18,09 % en 2014 et 2015 respectivement). Le basculement et l'engraissement en immergeant la tête affichent des pourcentages minimes qui ne dépassent pas les 3 % (Fig. 64).

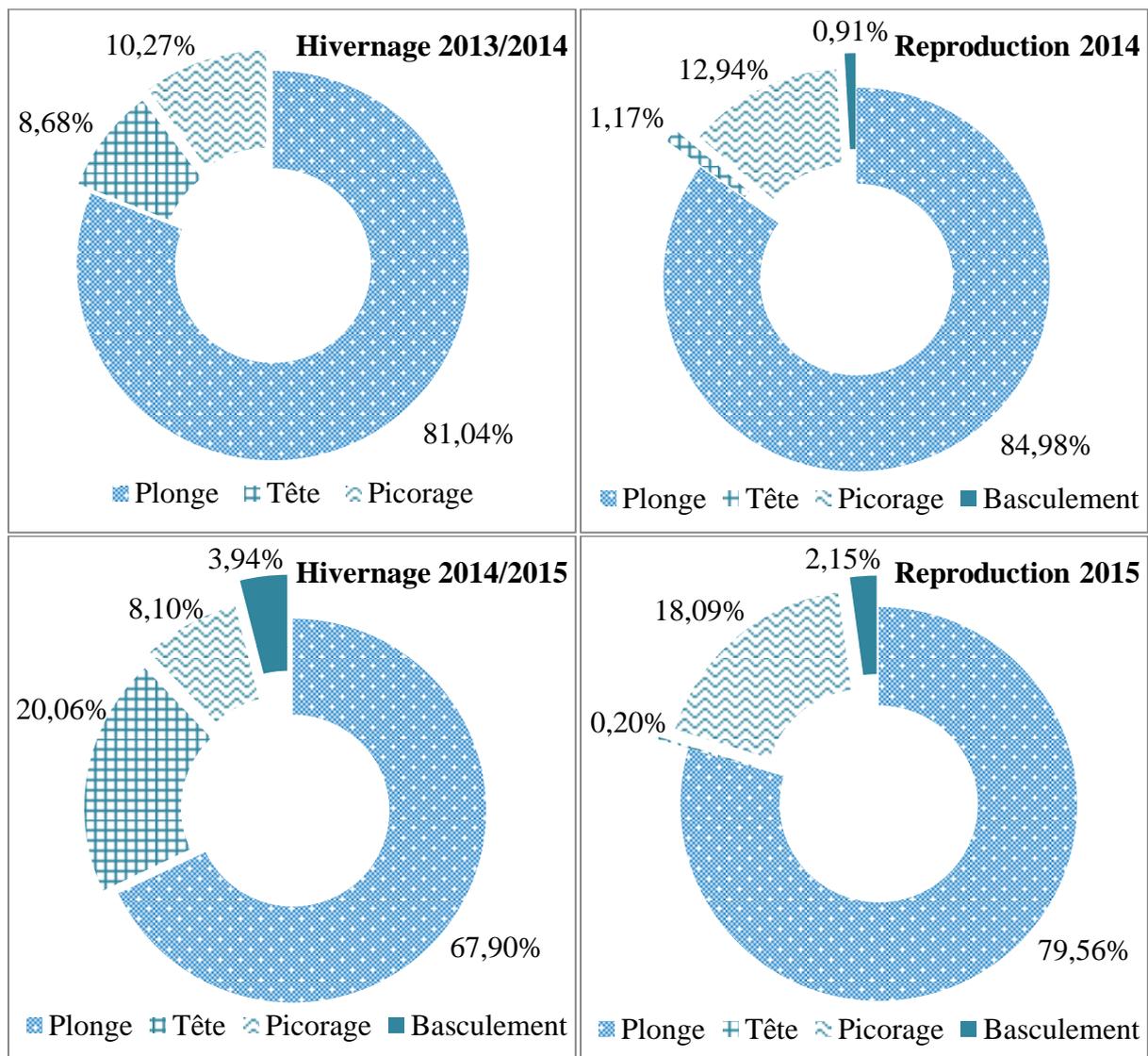


Figure 64 : Bilan saisonnier du budget temps alimentaire diurne de Fuligule nyroca *Aythya nyroca* dans Garaet Hadj-Tahar.

3.4.2. Variation mensuelle du budget temps alimentaire diurne du Fuligule nyroca

L'alimentation par plongeon est la technique alimentaire majoritaire et la plus couramment observée durant toute l'année en dépassant 60 % à l'exception dans quelques mois. Durant le mois de septembre 2013 nous notons la valeur la plus faible (26,63 %), elle se triple le mois suivant et augmente pour atteindre 100 % en novembre 2013, ensuite elle diminue graduellement pour se stabiliser entre mars et juin 2014 et au-delà de juillet 2014, les Fuligules nyroca reprennent cette activité. Le cycle annuel suivant a presque la même allure, à part que les autres types alimentaires sont plus représentés, la plus faible valeur est toujours notée en septembre 2014 et elle est de 9,61 %. En outre la valeur totale de 100 % est observée à deux reprises en février 2015 et en avril 2015.

L'alimentation par picorage n'est pas notée en novembre des deux périodes d'étude ainsi qu'en décembre 2014, février et avril 2015. Elle est plus fréquente pendant le début de l'étude et au cours de la saison de nidification. Les valeurs les plus élevées sont notées en septembre 2013 (23,37 %) et juin 2015 où elle domine le budget temps alimentaire diurne avec 65,26 %.

L'alimentation en immergeant la tête n'est observée qu'occasionnellement au cours de toute la période d'étude. Au début de la saison d'hivernage soit le mois de septembre, nous notons les pourcentages les plus élevés avec 50 % en 2013 et 68,70% en 2014, ainsi elle est également marquée à la fin de la saison de reproduction avec des valeurs très faibles.

L'alimentation par basculement est notée durant 7 mois seulement durant toute la période de l'étude avec une préférence pour le deuxième cycle annuel, elle montre des valeurs faibles et plus ou moins stables dont le maximum est de 3,75 % enregistré en mars 2014 et 12,92 % en août 2015 (Fig. 65).

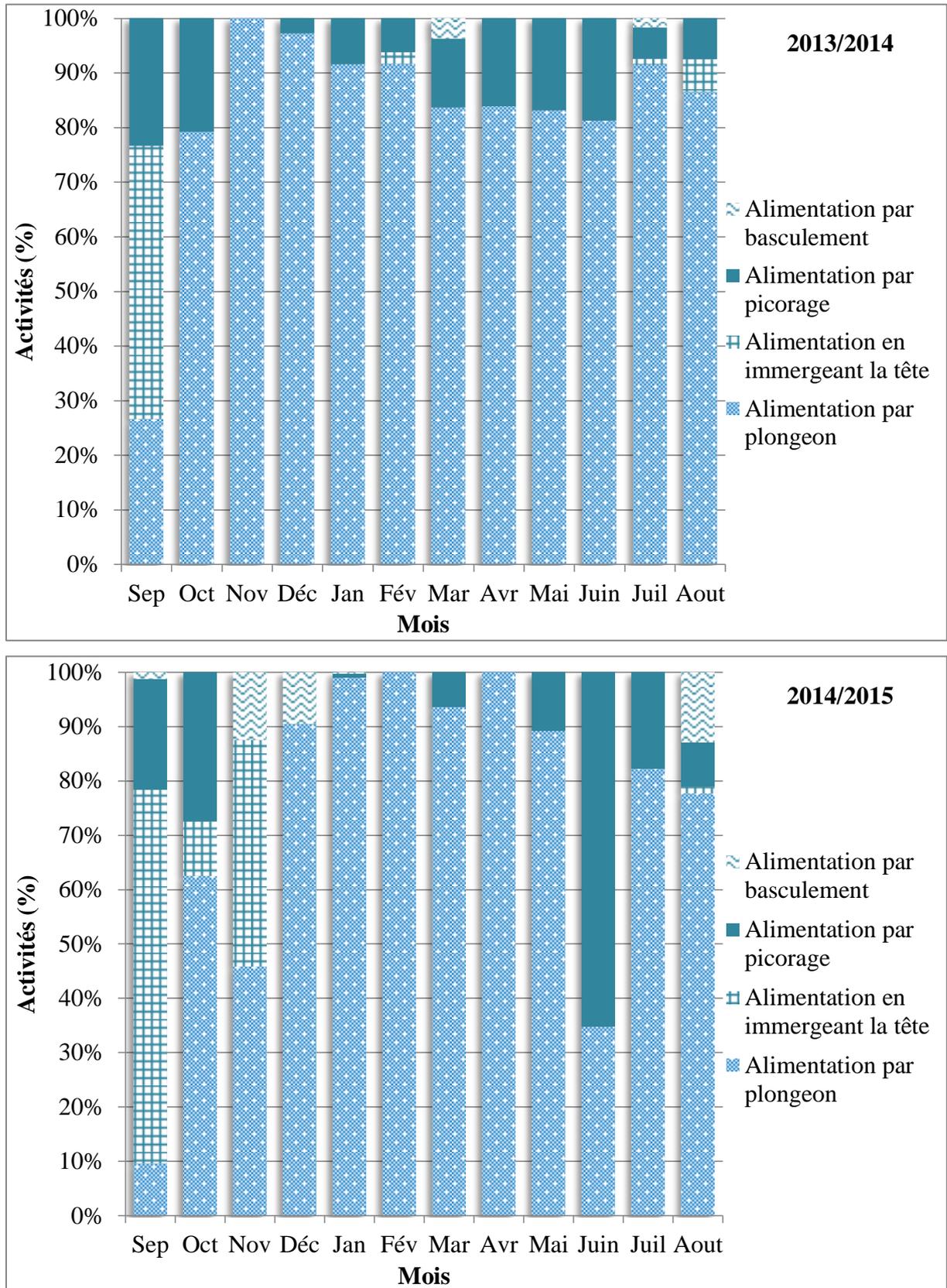


Figure 65 : Evolution annuelle du budget temps alimentaire diurne du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* dans Garaet Hadj-Tahar.

3.4.3. Variation journalière des activités d'alimentation diurne du Fuligule nyroca

Durant la période d'hivernage 2013/2014, l'alimentation par plongeon affiche des valeurs stables pendant toute la journée et le maximum est noté à 16h (97,96 %). Durant la deuxième période d'hivernage, elle est moins fréquente au début de la journée, la valeur la plus élevée est notée à midi (86 %) et elle se stabilise pendant les trois dernières heures de la journée avec des pourcentages qui dépassent 50 %. Au cours de la première étude d'hivernage, l'alimentation par picorage est représentée avec des valeurs faibles. Elle montre deux pics à 9h (12,50 %) et 13h (15,56 %), elle très stable entre 11h et midi et absente à la dernière heure de la journée, soit 16h. Pour la deuxième période d'étude, toujours manquante à 16h mais également à 14h, elle est plus stable pendant la matinée et le maximum est enregistré à 15h (8,47 %). Quant à l'alimentation en immergeant la tête, elle est observée avec des valeurs très faibles au cours de la première période d'hivernage. Le contraire caractérise la deuxième période où des valeurs très élevées sont affichées à 11h (36,17 %), 14h (47,69 %) et 16h (47,69 %) notamment. Le basculement n'est observé que durant la deuxième saison d'hivernage et ce pendant les cinq premières heures du suivi seulement. Son évolution journalière dévoile des taux inférieurs à 12 % dont la plus grande valeur est notée à 9h (Fig. 66).

Au cours de la période de reproduction, l'alimentation par plonge est de loin l'activité la plus remarquable notamment durant la saison d'étude 2014, où la valeur la plus élevée est enregistrée à 11h (93,52 %). Quant à la saison 2015, elle est plus importante à partir de midi. Les valeurs d'alimentation par picorage restent constantes presque toute la journée dont le maximum est noté à 9h (29,76 % en 2014 et 47,54 % en 2015). Les deux autres modalités sont observées avec des taux très faibles. L'évolution journalière de l'alimentation en immergeant la tête affiche deux pics à 10h (13,89 %) et 15h (11,21 %) en 2014 et elle n'est marquée qu'à deux occasions en 2015 à 9h et 16h avec des taux ne dépassant pas les 4 %. Le basculement, à peine manifesté au cours de la première saison, est enregistré avec un maximum de 21,57 % à 11h (Fig. 67).

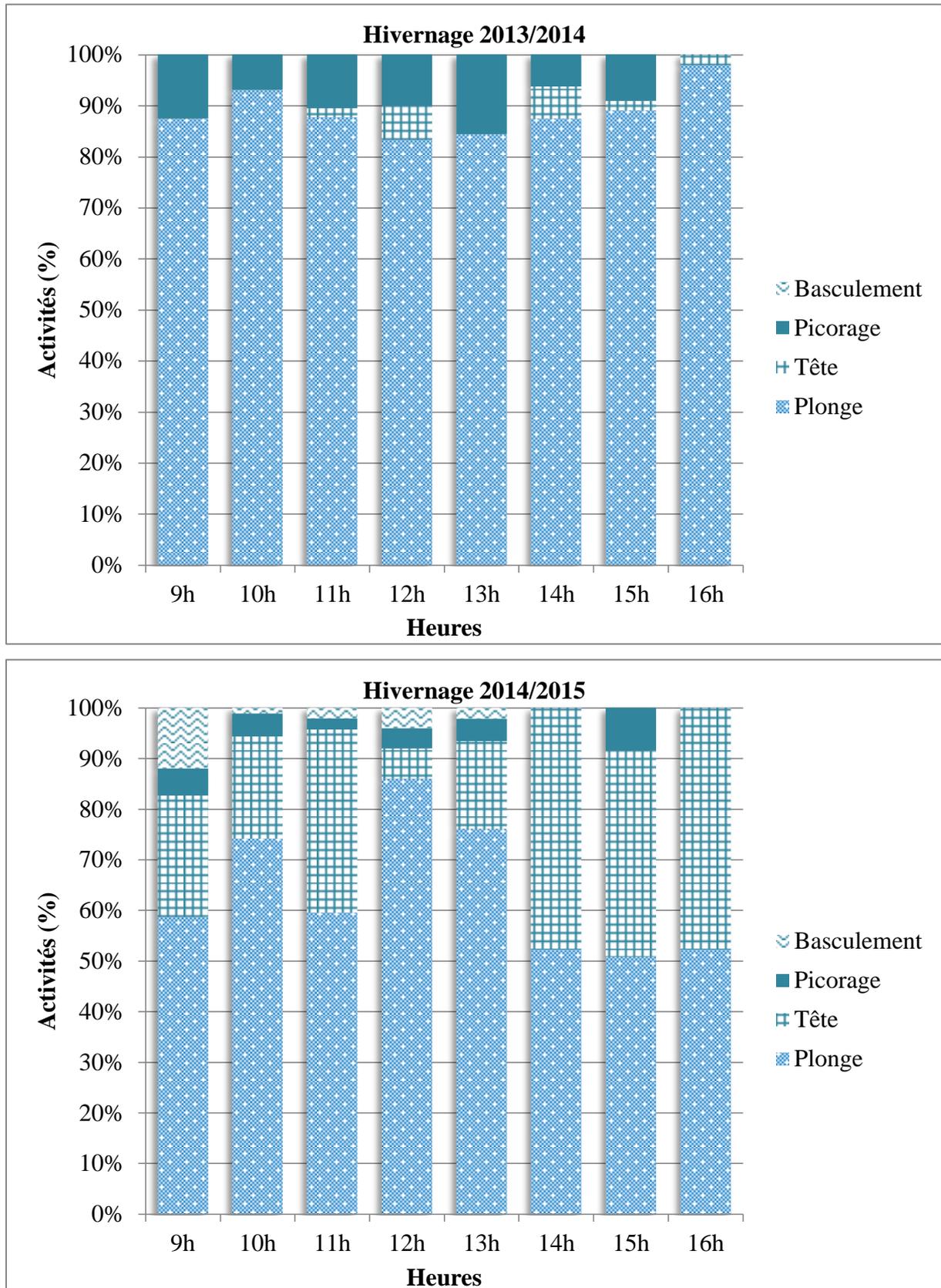


Figure 66 : Evolution journalière du budget temps alimentaire diurne du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* dans Garaet Hadj-Tahar durant les deux périodes d'hivernage.

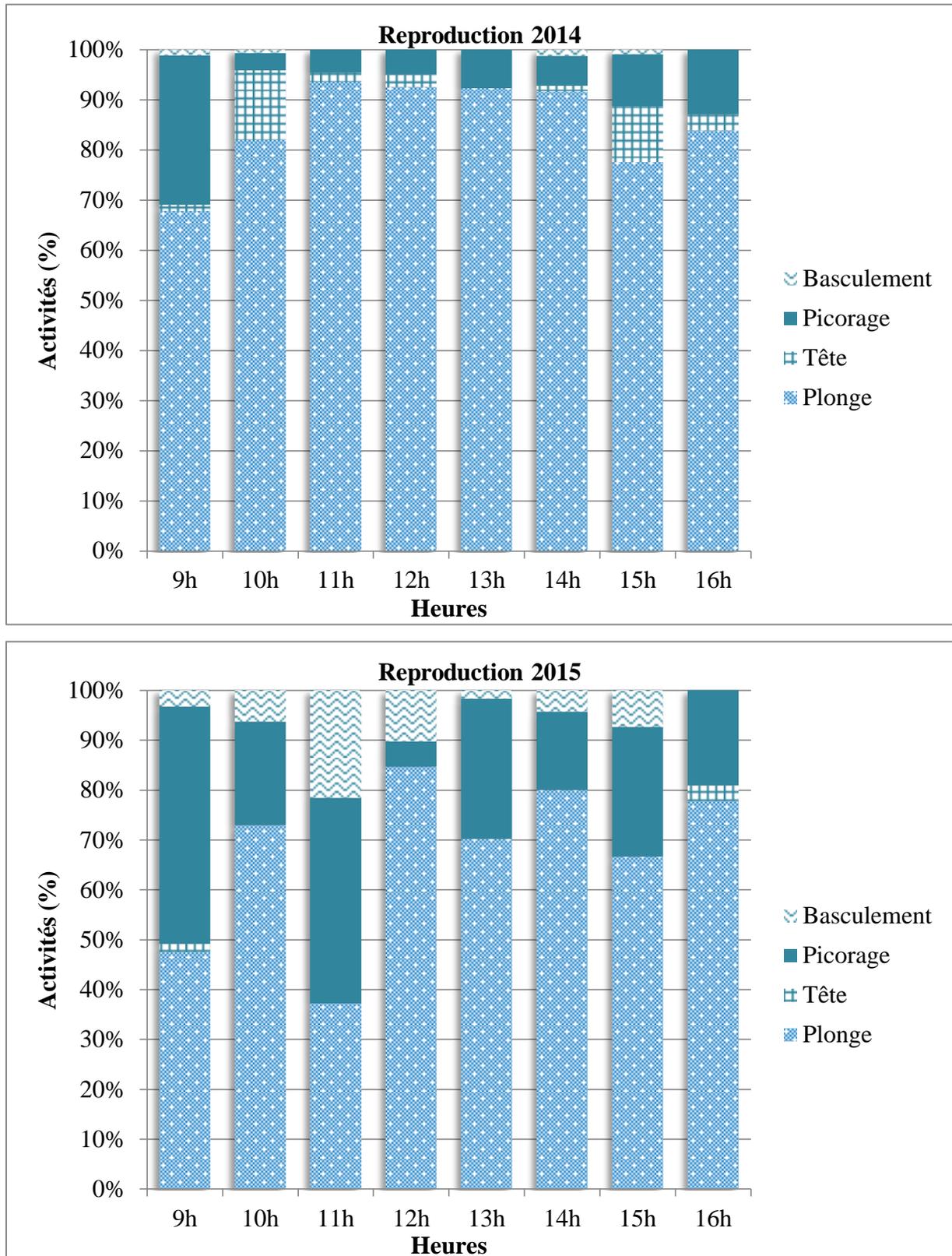


Figure 67 : Evolution journalière du budget temps alimentaire diurne du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* dans Garaet Hadj-Tahar durant les deux périodes de reproduction.

3.5. Discussion

Le rythme des activités diurnes du Fuligule nyroca dans Garaet Hadj-Tahar n'a été étudié qu'une seule fois par Merzoug et *al.*, (2014) pour une seule saison d'hivernage. Notre étude est une initiation et une contribution à la compréhension du comportement diurne de cette espèce durant un cycle annuel notamment pendant la période de reproduction qui n'a été jamais traité dans notre site d'étude. Comme cette espèce a été étudiée seulement pour une saison d'hivernage, nous avons considéré qu'il est utile et très intéressant d'entamer une enquête sur un cycle annuel et pour plusieurs années pour mieux connaître cette espèce, ses exigences ainsi que le milieu dans lequel elle vit (l'étude est toujours en cours).

Les activités des Anatidés hivernants sont étroitement liées avec les stratégies de reproduction (Hohman, 1984), et il est prouvé que les conditions physiologiques durant l'hiver sont corrélées avec les futurs succès de reproduction (Heitmeyer et Fredrickson, 1981 ; Kaminski et Gluesing, 1986).

Le comportement des individus est constamment ajusté aux conditions environnementales rencontrées : abondance des ressources, risque de prédation, conditions météorologiques, etc (Elgar, 1989). 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).

Les résultats obtenus à partir de l'étude du budget temps diurne du Fuligule nyroca durant la période d'hivernage dans Garaet Hadj-Tahar sont en accord avec ceux trouvés au Bangladesh (Muzaffar, 2004) où le comportement diurne est dominé par le sommeil (59,9 %), et en Inde (Datta, 2014b) où le sommeil tient plus que la moitié du budget temps diurne (56,3%).

En Algérie, nos constatations corroborent celles trouvés dans l'éco-complexe d'El Kala (Houhamdi, 2002 ; Houhamdi et Samraoui, 2008 ; Aissaoui et *al.*, 2009, 2011 ; Draïdi, 2014). Au niveau du complexe des zones humides de Guerbes-Sanhadja et plus précisément Garaet Hadj-Tahar, elles sont semblables à celles trouvées au cours d'une étude réalisée pendant la saison d'hivernage 2011–2012 (Merzoug et *al.*, 2014 ; Merzoug, 2015). Nous proposons que cette espèce utilise Garaet Hadj-Tahar comme un terrain de remise diurne.

Tandis que nos résultats sont différents de ceux obtenus par Lardjane-Hamiti (2013) au niveau du Lac de Réghaïa (Wilaya d'Alger) où l'activité principale était la nage (34,8 %) suivie du sommeil (32,21 %) et dans l'éco-complexe de zones humides de Jijel (Mayache, 2008) où le comportement est dominé par une alimentation aquatique avec plus d'un tiers du budget temps total, soit 39,94 % dans le marais d'El-Kennar et 38,18 % dans le Lac de Béni Bélaid. Elle est suivie de l'activité du sommeil ou du repos qui est notée avec 27,35% dans le marais d'El-Kennar et 25,22 % dans le Lac de Béni-Bélaid. Egalement, nos résultats sont tout à fait différents de ceux trouvés par Maazi (2009) à Garaet Timerganine : la nage était la principale activité (45,85 %) suivie du sommeil (42,06 %).

Le sommeil est l'activité qui domine de loin le bilan du rythme d'activités diurnes des Fuligules nyroca dans les saisons d'hivernage et reproduction. Du même, le sommeil était l'activité diurne dominante chez plusieurs Anatidés tels que : le Fuligule milouin (Maazi, 2009), l'Erismature à tête blanche (Amat, 1984a ; Green et *al.*, 1999 ; Metallaoui et *al.*, 2009 ; Chettibi et *al.*, 2013 ; Nergiz et *al.*, 2013 ; Chettibi, 2014), la Sarcelle marbrée (Maazi, 2009 ; Aberkane, 2014 ; Aberkane et *al.*, 2014), la Sarcelle d'hiver (Houhamdi, 2002 ; Maazi, 2009), la Sarcelle d'été (Maazi, 2009) et le Canard souchet (Amor Abda et *al.*, 2015).

Le sommeil est très marqué au début de la période d'étude qui coïncide avec les passages transitant et l'arrivée des hivernants qui nécessitent de récupérer de leurs trajets migratoires. Celui-ci est très intense durant les périodes de pluies abondantes (novembre, décembre, janvier et février). Durant la période pré-nuptiale, cette activité diminue laissant la place à la surcharge énergétique et pondérale exprimée par l'intensité de l'activité alimentaire (Houhamdi, 2002). Le sommeil affiche une relation inverse avec l'alimentation, avec des valeurs faibles notées à la fin de la saison d'hivernage. Cette relation inverse peut être vue comme une relation d'énergie où les canards consacrent leurs temps à gagner de l'énergie tout d'abord, puis ils adaptent leurs comportements à minimiser leurs dépenses énergétiques durant les périodes les plus froides de l'hiver (Tucakov, 2005; Aissaoui et *al.*, 2011).

Au niveau du Lac des Oiseaux, la même allure est présentée. En effet et dès leur occupation du lac, les Fuligules nyroca manifestent une activité du sommeil voisine de 30% (voisine de 50% dans notre cas) et qui reste stable durant pratiquement tout un mois, puis s'élève progressivement pour atteindre durant les mois de décembre et de janvier des

maximums de 57% . A la fin de la saison d'hivernage, cette activité tend à s'effondrer pour atteindre les mêmes pourcentages observés au début de l'étude (Houhamdi, 2002).

Des valeurs élevées de sommeil sont enregistrées pendant la période post-nuptiale afin de récupérer de la reproduction qualifiée du coûteuse du point de vue énergétique. Ainsi, pendant cette période post-nuptiale, les Fuligules nyroca exhibent un repos diurne notable leur permettant de réduire au minimum leurs dépenses énergétiques (Green, 1998b ; Costa et Bondi, 2002 ; Boumezbeur et *al.*, 2005 ; Tucakov, 2005). Il représente le meilleur moyen de récupération et de réarrangement des réserves énergétiques (Hill et Ellis, 1984 ; Rave et Baldassarre, 1989 ; Hohman et Rave, 1990 ; Green et *al.*, 1999 ; Tamisier et Dehorter, 1999). Le sommeil est une activité primordiale chez les oiseaux (Tamisier et Dehorter, 1999) et le meilleur moyen de conservation de l'énergie (Tamisier, 1972).

Chez les hivernants, le sommeil est moins observé au début et à la fin de la journée. Plus de temps alloué à cette activité était enregistré à midi (Aissaoui et *al.*, 2011 ; Datta, 2014b). En effet, au cours de notre étude, il est élevé entre midi et 14h. Nous supposons que la température de la surface de l'eau est relativement plus élevée par rapport au reste de la journée, ce qui lui assure sa thermorégulation (Green, 1993). Contrairement à nos résultats où le sommeil occupe toutes les heures, et dans une autre étude récente au Lac Tonga, l'alimentation était l'activité dominante du comportement journalier de cette espèce durant la période hivernale (Draïdi, 2014).

Durant la période de reproduction, le sommeil augmente à partir de 11h et il est plus noté aux dernières heures du suivi journalier. Au lac Tonga, le pourcentage des individus en sommeil dépassent 20 %. Deux pics ont été notés à 10h (45,85 %) et à 11h (60,61 %). Ceci pourrait être expliqué par la récupération des réserves énergétiques des mâles après une série des comportements reproductifs (Draïdi, 2014).

La nage est une activité très importante chez les canards plongeurs, y compris les Fuligules nyroca (Hohman et Weller, 1994 ; Miquet, 1996 ; Quinn et *al.*, 1996 ; Gorski et Gorska, 1997 ; Boumezbeur, 1993). La nage est souvent associée avec l'alimentation du fait que les individus de cette espèce s'alimentent souvent en se déplaçant (Houhamdi, 2002 ; Houhamdi et Samraoui, 2008). Ainsi, une nage rapide est notée pour changer le lieu et dans certains cas des dérangements. En effet, Ceci représente un moyen secondaire pour éviter les interférences humaines (Datta, 2014b).

La prévalence de cette activité est observée spécialement au début et à la fin de la saison d'hivernage. La première période (début de l'hivernage) représente un moyen efficace et rapide pour récupérer et restaurer l'énergie consommée durant les vols migratoires. D'ici la fin de la saison d'hivernage, les oiseaux deviennent grégaires à nouveau et se préparent pour la migration pré-nuptiale, exprimée par des déplacements et une forte agitation (Datta, 2014b). Elle est également fréquente au début de la saison de reproduction traduisant les déplacements des mâles cherchant activement à gagner des femelles ainsi que des lieux de nidification.

D'après Datta (2014b), le pourcentage maximum du temps alloué à cette activité a été enregistré entre 6h à 8h et à la fin de la journée (16h à 18h). Nos résultats sont proches de ceux rapportés par Draïdi (2014) au Lac Tonga qui a montré que durant la période d'hivernage, la nage affiche des taux plus au moins importants durant la matinée avoisinant 30 %. Elle diminue graduellement au cours de la journée avec une valeur minimale en fin de journée (5,55%). Tandis que durant la période de reproduction, il a enregistré des taux avoisinant d'une manière générale le pourcentage des 20 % avec un pic de 34,02% à 14h.

L'alimentation est souvent nocturne chez les Anatidés (Tamisier 1972, 1974, 1978 ; Houhamdi, 2002 ; Houhamdi et Samraoui, 2001, 2002, 2003, 2008 ; Mayache et *al.*, 2008). L'espèce est connue par se disperser dans les zones humides, souvent pour s'alimenter la nuit (Ali et Ripley, 1978). La raison pour laquelle plusieurs espèces des oiseaux d'eau s'alimentent principalement la nuit n'est pas encore claire. Diverses explications ont été proposées, parmi lesquelles l'absence de perturbation, l'évitement des prédateurs diurnes, la disponibilité de la nourriture, le besoin d'une sélection visuelle de l'alimentation et la thermorégulation, etc. (Jorde et Owen, 1988; McNeil et *al.*, 1992; Green et *al.*, 1999). Certains investigateurs ont trouvé que le dérangement durant les heures de la journée pousse les canards à s'alimenter durant la nuit (Thornburg, 1973). Néanmoins, dans l'étude de Pedroli (1982), le Fuligule morillon et les canards plongeurs vivaient dans des conditions non perturbées.

Habituellement, le Fuligule nyroca passe moins de 25 % du budget temps diurne à s'alimenter (Petkov, 2003 ; Muzaffar, 2004 ; Houhamdi et Samraoui, 2008 ; Aissaoui et *al.*, 2011 ; Datta, 2014b ; Merzoug et *al.*, 2014). Pour la présente étude, le Fuligule nyroca attribue seulement 17 % du budget temps total à l'alimentation. Dépensant moins du temps diurne à l'alimentation peut être attribué directement à la consommation des matières animales de très haute valeurs calorique (del Hoyo et *al.*, 1992 ; Poynter, 1994). Cependant les canards granivores ou omnivores, consacrent 35 % de leur temps diurne à l'alimentation

(Campredon, 1984). En Hongrie, 78 % du régime alimentaire de cette espèce se compose de matières animales (Poyni, 1994) qui ont une valeur calorifique supérieure de celle du matériel végétal (Driver et *al.*, 1974), impliquant que les individus pourraient devoir passer moins du temps à s'alimenter par rapport aux espèces herbivores (Paulus, 1988), le Fuligule nyroca obtient cette nourriture à de grandes profondeurs par rapport aux autres canards (Green, 1998a). La matière animale contient plus d'énergie calorifique brute que la matière végétale, bien que la teneur énergétique dépend de parties de plante consommées (c'est-à-dire tubercules, tiges, feuilles ou graines) (Driver, 1981; Paulus, 1988; Michot et Chadwick, 1994). La recherche de la nourriture en plongeant plutôt que par basculement peut aussi être le résultat de dépenser moins temps à s'alimenter (Houhamdi et Samraoui, 2008 ; Datta, 2014b).

L'augmentation des efforts de l'alimentation peut résulter des fluctuations saisonnières de la qualité et la disponibilité des aliments (Systad et *al.*, 2000 ; Rodway et Cooke, 2002).

En dehors des périodes de reproduction, il est bien connu que le comportement alimentaire des canards diffère considérablement au sein de l'espèce et entre les diverses espèces, selon le moment et la localisation (Paulus, 1988). Les canards plongeurs du genre *Aythya* passent moins de 30% des heures diurnes en alimentation (Nilsson, 1970), par exemple 21 % pour Fuligule morillon *A. fuligula* en Suisse (Pedroli, 1982), et 23 % pour *A. nyroca* en Bulgarie (Petkov, 2003), 25 % pour le Fuligule à tête rouge *A. americana* au Sud des États-Unis (Adair et *al.*, 1996) 25 % pour Fuligule morillon *A. fuligula* en Algérie (Atoussi et *al.*, 2013). Les taux élevés d'alimentation durant l'hiver sont probablement dus à la durée courte du jour et l'augmentation des coûts de thermorégulation dus aux basses températures (Goudie et Ankney, 1986).

Le temps consacré à l'alimentation est très élevé au début de l'étude. Elle est souvent observée surtout chez les premiers occupants du site et elle est souvent associée à la nage (Houhamdi et Samraoui, 2008). En effet, après des traversées migratoires, cette activité constitue un moyen de reconstitution des réserves énergétiques (Tamisier et Dehorter, 1999). L'alimentation diurne intense au début de la saison d'hivernage peut être expliquée par la compensation de l'énergie brûlée et le peu du temps consacré à l'alimentation pendant la migration. D'abord, le Fuligule nyroca dévoue son temps à augmenter l'énergie, ensuite il adapte son comportement à minimiser ses dépenses énergétiques durant les périodes froides de la saison d'hivernage (Houhamdi et Samraoui, 2008). Amat (1984a) détermine que

l'alimentation chez le Fuligule milouin, le Fuligule de Baer, le Fuligule de Madagascar, la Nette rousse, la nette Péposaca, la Nette brune, le Fuligule morillon et l'Erismature à tête blanche augmente entre Octobre et Mars dans le Sud de l'Espagne. En revanche, Pedrolí (1982) détermine que le Fuligule morillon en Suisse s'alimente à un niveau relativement constant tout au long de l'hiver, ceci a également été noté pour notre modèle biologique durant notre étude notamment pendant la première saison d'hivernage.

Saisonnement, le déclin du pourcentage du temps d'alimentation en fin d'hiver a probablement été causé par l'élongation de la durée du jour (une longue photopériode). En fin d'hiver, Lorsque les journées sont plus longues, les oiseaux seront peut être en mesure de satisfaire leur besoins énergétiques en utilisant un petit pourcentage du temps diurne parce que les jours sont plus longs (Kendeigh et al., 1977). Toutefois, si les ressources alimentaires changent spatialement ou sont d'une qualité moindre durant l'hiver, le temps d'alimentation doit aussi augmenter, séparément du mois ou de la saison (Bergan et al., 1989). Sans une estimation des ressources alimentaires dans notre site d'étude, nous ne pouvons pas confirmer cette prédiction. Généralement, les diminutions de la disponibilité alimentaire (souvent en fin d'hiver) peuvent forcer les canards plongeurs à chercher plus longtemps et prolonger les plongées (Hoppe et al., 1986 ; Woodin et Michot, 2006). Egalement, durant la fin d'hiver, les canards peuvent substituer les différents types d'aliments entièrement (c'est-à-dire plantes à invertébrés, ou vice versa), et/ou s'orienter vers une qualité moindre, mais des aliments plus abondants. Bien que les régimes sont directement influencées par la géographie et la disponibilité de l'aliment dans un endroit donné (Jones et Drobney, 1986 ; Paulus, 1988; Haramis et al., 2001).

Au cours de la période de couvaison et d'élevage des poussins visibles dans le lac, soit les mois de juin et juillet, les taux de cette activité diminuent. Pendant cette période, la surveillance continue des poussins contre les prédateurs (principalement du Busard des roseaux *Circus aeruginosus*) exige une omniprésence du couple géniteur à leurs côtés l'occupant ainsi à la défaveur de l'alimentation qui est vraisemblablement très faible durant cette période (Aissaoui et al., 2009).

Le temps passé en alimentation était probablement trop faible pour fournir les besoins énergétiques pour la mue. Les nutriments et l'énergie au-delà des niveaux de maintenance sont requis durant la mue (King et Murphy, 1992) ; toutefois, les données disponibles suggèrent que la mue n'est pas énergétiquement stressante (Ankney, 1979 ; King et Murphy, 1985 ;

Brown et Bryant, 1996). Deux approches sont possibles pour rencontrer ces demandes nutritionnelles. Les canards peuvent réduire au minimum les activités coûteuses énergétiquement de sorte que la majeure partie de leur énergie peuvent être utilisés pour la mue (Pehrsson, 1987). L'alimentation par plongée est une activité coûteuse énergétiquement due aux efforts nécessaires pour contrôler la flottabilité et suite à la perte de chaleur (Bevan et Butler, 1992 ; de Leeuw, 1996). L'autre approche possible pour atteindre les demandes nutritionnelles consiste à augmenter le comportement d'alimentation à un certain degré (Adams et *al.*, 2000). Il s'avère que le Fuligule nyroca dans notre étude a choisis la première approche et conserve apparemment l'énergie par réduire les activités physiologiques qui sont énergétiquement coûteuse (comme la plongée).

Durant la période d'hivernage, Datta (2014b) a rapporté que l'alimentation varie au cours de la journée, elle était élevée durant la matinée (6h à 9h) et la soirée (16h à 18h) comparée à midi. Au Lac Tonga, Draïdi (2014) a trouvé que l'alimentation se manifeste globalement chez cette espèce durant cette période, tôt le matin et très tard dans la journée durant les deux périodes d'hivernage et reproduction. Chez l'Erismature à tête blanche, le taux d'alimentation diurne augmente le début de matinée et fin d'après-midi Comme cela a été constaté chez plusieurs autres canards hivernants (Paulus, 1988 ; Michot et *al.*, 1994 ; Green et *al.*, 1999 ; Chettibi, 2014). Ceci a été attribué à l'incapacité des oiseaux à s'alimenter uniquement la nuit et pour satisfaire leurs besoins nutritionnels (Michot et *al.*, 1994). Ce scénario peut aussi être expliqué par la thermorégulation plus avantageuse au repos au milieu de la journée, quand les températures de surface sont élevées (Green et *al.*, 1999). Plusieurs canards, y compris le Fuligule nyroca, sont réputés par montrer des valeurs élevées de l'alimentation tôt le matin et tard le soir (Rodway, 1998; Aïssaoui et *al.*, 2011). Les Fuligules nyroca préfèrent s'alimenter la nuit et continuer cette activité pendant la journée. A la fin de la journée, le Fuligule nyroca consacre plus de temps à l'alimentation. On pense que cette intensification se continue dans la période nocturne. Ceci a été observé chez l'Erismature à tête blanche (Amat, 1984a) et l'Erismature rousse (Bergan et *al.*, 1989) où ces espèces augmentent l'alimentation à la fin de la journée accompagnée par une augmentation concomitante de la locomotion et la baisse de l'activité de sommeil. Des études antérieures du budget temps diurne du Fuligule nyroca (Houhamdi et Samraoui, 2003; Aïssaoui et *al.*, 2011) ont révélé des modèles similaires d'alimentation, où l'espèce consacre une part considérable de la journée à cette activité.

Les espèces face aux changements temporels de la disponibilité des aliments devraient montrer un degré élevé de flexibilité dans leurs modes d'alimentation (Danell et Sjoberg, 1982). Le comportement alimentaire des Fuligules nyroca reste encore peu étudié dans notre pays (Houhamdi et Samraoui, 2008 ; Draïdi, 2014).

L'alimentation en plongeon est le type alimentaire majoritaire qui domine toute l'année à l'exception des mois de septembre et juin 2015. Ce comportement est typique chez les Fuligules (Boutin, 1986 ; Allouche, 1988). Les Fuligules nyroca s'alimentent principalement en plongeant. Généralement, ils plongent à <10 m et restent sous l'eau jusqu'à 40 secondes (Green, 1998a). Egalement, ils s'alimentent à la surface, par picorage, tête submergée en nageant ou basculement (Cramp et Simmons, 1977; Amat et Soriguer, 1982 ; Green, 1998a). 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.*, 2002).

Des études antérieures ont montré que les Fuligules nyroca s'alimentent, contrairement aux canards plongeurs typiques, largement par picorage ou juste sous la surface de l'eau ou par immersion de la tête quand ils ne souffrent pas de la compétition avec d'autres canards de surface (Petkov, 2000). Cependant, dans Garaet Hadj-Tahar, les Fuligules nyroca se nourrissent en plongeant. Nos données sur l'activité alimentaire sont cohérentes avec l'étude qui a été faite au Lac Tonga, où l'alimentation par plongée était le type le plus fréquent avec 45,61 % du budget alimentaire, tandis que les activités alimentaires liées à la surface ne révèlent que des faibles taux et sont dominées par l'alimentation par picorage (19,86 %) (Draïdi, 2014), comme dans notre site, elles sont dominées par l'alimentation par picorage également.

L'alimentation par plongée domine durant toute la période de l'étude à l'exception du mois de septembre et juin 2015. Au niveau du Lac Tonga, elle expose des valeurs largement élevées (dépassent 70%) au début de la période hivernale entre janvier et mars. Au-delà de ce mois ces valeurs diminuent graduellement au cours de l'année pour atteindre 20% en juin (valeur la plus faible) (Draïdi, 2014) tandis que dans notre étude et durant le même mois, cette activité diminue à 34 %. L'alimentation à la surface est liée inversement à la plongée, les

pourcentages les plus élevés sont observés en septembre et juin. Ces fluctuations saisonnières et annuelles des comportements alimentaires sont vraisemblablement influencées par les conditions instantanées du milieu (niveau d'eau, ressources alimentaires) (Tamisier, 1972) ainsi que la compétition avec les autres espèces. De manière parfois plus fine, la présence des congénères peut aussi influencer sur le comportement alimentaire : vivre en groupe procure une certaine sécurité, qui peut permettre d'augmenter l'efficacité alimentaire (Elgar, 1989), mais la promiscuité peut aussi entraîner des relations de compétition pouvant limiter cette efficacité (Sutherland, 1996). D'après Guillemain et *al.*, (2000) les oiseaux ne se tournent vers les parcelles profondes que lorsque les ressources sont épuisées dans les parcelles peu profondes.

L'alimentation par plongée est le type alimentaire majoritaire durant les deux saisons d'hivernage et de reproduction. 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). Au Lac Tonga, l'activité de plonge domine également le comportement alimentaire de cette espèce, se manifeste intensivement au cours de la journée avec des valeurs élevées avoisinant les 40% en période estivale (Draïdi, 2014). D'après Cramp et Simmons (1977) cette activité est observée principalement pendant le soir et le matin.

Indifféremment de notre étude, au Lac Tonga en période estivale, l'alimentation liée aux surfaces représente le comportement principal (dépassent 60 %) devant l'alimentation par plonge (31,28 %) (Draïdi, 2014). Cette augmentation des types alimentaires liés à la surface a été attribué 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), dans le cas contraire une diminution de ces modalités est marquée ce qui peut expliquer le pourcentage faible de ces modalités devant le nourrissage par plonge.

L'alimentation par picorage et en immergeant la tête domine le comportement alimentaire de plusieurs espèces d'Anatidés (Tamisier, 1972) comme le Canard siffleur *Anas penelope* (Campredon, 1982) et le Tadorne casarca *Tadorna ferruginea* (Boulkhssaïm et *al.*, 2013). Chez notre modèle biologique elle resterait des activités secondaires.

Tout comme chez plusieurs Anatidés, l'alimentation par basculement est une activité minime chez le Fuligule nyroca (Tamisier, 1972 ; Pirot et Pont, 1987 ; Draïdi, 2014), dans notre étude elle était la moins manifestée et occupait le dernier rang.

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*, ainsi que des proies animales. On trouve de petit poissons des têtards et des grenouilles et surtout des libellules (Bauer et Glutz von Blotzheim, 1969). Dans Garaet Hadj-Tahar, le Fuligule nyroca cherche généralement son alimentation dans les eaux libres et dans certains cas près de la berge.

Les informations sur l'alimentation peuvent être importantes dans l'identification des facteurs essentiels à la survie durant les conditions hivernales (Nilsson, 1970 ; Paulus, 1988). Le comportement et les modalités alimentaires ne sont pas nécessairement les mêmes sur l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce à cause de différences entre les habitats, les espèces de la proie et leurs disponibilité, ainsi que les conditions environnementales (Nilsson, 1970 ; Paulus, 1988 ; Mittelhauser, 2000 ; Rodway et Cooke, 2002).

La toilette était une activité secondaire, comme dans d'autres études (Houhamdi, 2002 ; Aissaoui et *al.*, 2009). Les Fuligules nyroca consacrent relativement plus du temps à cette activité de confort au début de la saison d'hivernage et à la fin de la saison de nidification.

Durant notre étude, le premier pic enregistré pendant le mois d'octobre a été noté chez les nouveaux occupants du plan d'eau et il correspond aux réarrangements et l'entretien des plumes après la migration post-nuptiale vers les quartiers d'hivernage (Houhamdi, 2002). En effet, après les longues périodes de migration, les canards ont besoin non seulement du confort, mais aussi de remplacer et réarranger leurs plumes abîmées. Similairement, avant le retour, les oiseaux migrateurs ont besoin d'une préparation, qui inclue un final nettoyage et polissage sous la forme de toilette (Datta, 2014b). Cependant, dès la fin de la saison d'hivernage et dès le début de mars, ces taux augmentent légèrement et montrent que ces oiseaux s'intéressent de plus en plus à l'entretien de leur plumage. Il semble aussi qu'ils sont très influencés par l'élévation des températures surtout durant les mi-journées (Houhamdi, 2002).

Par ailleurs, le deuxième pic noté en juillet s'exprime par la période de la mue pré-nuptiale (Houhamdi, 2002). Quand les oiseaux sont en période de mue à la fin de l'été, ils passent la majorité de leurs temps au repos, soit dans les réservoirs d'eau isolée entouré de roseaux, ou en grand nombre en eau libre (Petkov et Mittev, 2001 ; Petkov, 2003) comme

dans notre site d'étude où des grandes concentrations des Fuligules nyroca ont été observés dans l'eau libre. Au cours de cette période, l'espèce se débarrasse des parasites qui l'ont infesté pendant la période de reproduction (incubation et élevage des poussins) (Hurtrez-Boussès et *al.*, 2000 ; Bouzlama et *al.*, 2002).

Les activités d'entretien du plumage varient entre les heures de la journée et d'une période à une autre. La toilette est pratiquée à la fin de la journée durant l'hiver et elle est remarquablement matinale durant la période estivale. D'après Datta (2014b), durant la saison d'hivernage, les valeurs les plus élevées ont été enregistrées durant les heures matinales et en fin d'après-midi.

Comme dans notre étude, plusieurs auteurs ont rapporté que le vol occupe une faible proportion du budget temps des activités du Fuligule nyroca (Houhamdi et Samraoui, 2008 ; Mayache, 2008 ; Aissaoui et *al.*, 2011 ; Datta, 2014b ; Draïdi, 2014 ; Merzoug et *al.*, 2014). plusieurs études en Algérie ont marqué ce fait chez d'autres Anatidés (Houhamdi, 2002 ; Boukhssaim et *al.*, 2006, 2013 ; Mayache et *al.*, 2008 ; Maazi, 2009 ; Metallaoui et *al.*, 2009 ; Boukrouma et *al.*, 2011 ; Nouidjem et *al.*, 2012 ; Bouzegag et *al.*, 2013 ; Aberkane, 2014 ; Bensizerara, 2014 ; Chettibi, 2014 ; Metallaoui et *al.*, 2014 ; Meziane et *al.*, 2014 ; Amor Abda et *al.*, 2015 ; Merzoug et *al.*, 2015).

Le vol, principalement causé par le dérangement par les rapaces, est également noté pour le réarrangement du groupe. Une légère hausse du vol était également enregistrée au début de la période d'hivernage due aux perturbations causées par l'arrivée des premiers hivernants. Cependant, les perturbations naturelles n'étaient pas le facteur le plus important comparées aux activités humaines (Datta, 2014b) essentiellement le braconnage.

Les réactions des oiseaux aux dérangements impliquent des activités énergétiquement coûteuses (comme le vol) ou affectent le comportement d'une manière qui pourrait réduire l'apport alimentaire (comme le changement des sites d'alimentation préférés). Les perturbations influencent directement les coûts énergétiques de l'alimentation, et par conséquent la pertinence d'un emplacement, par l'augmentation du temps du vol et la diminution du temps consacré à l'alimentation (Hockin et *al.*, 1992). Elles peuvent aussi forcer les oiseaux de s'alimenter dans des habitats moins préférés (Hohman et Rave, 1990 ; Havera et *al.*, 1992). Par conséquent, les dérangements peuvent influencer la capacité des oiseaux pour acquérir les matières grasses nécessaires pour la migration ainsi que pour la

ponte après la migration de printemps et pour la survie hivernale après la migration d'automne (Ankney et MacInnes, 1978 ; Krapu, 1981 ; Haramis et *al.*, 1986).

Le vol est plus marqué pendant le mois de mai ce qui s'exprime par la recherche des lieux propices pour l'installation des nids. En effet, ces taux élevés coïncident avec l'installation des nids qui commence habituellement à partir de la dernière semaine d'Avril Merzoug (2015). D'après Lardjane-Hamiti (2013), les premiers nids ont été installés entre la troisième décennie d'Avril et la première décennie de Mai.

Le Fuligule nyroca survole tout le site pour choisir un lieu idéal pour son nid. D'une manière générale, ce moyen de locomotion est plus fréquent durant la saison de reproduction par rapport à celle d'hivernage. Des résultats similaires ont été enregistrés par Aissaoui et *al.*, (2009) au Lac Tonga où les taux les plus faibles ont été exhibés pendant la période hivernale tandis que les valeurs les plus élevées ont été montrés en période estivale avec un pic maximal de 22% enregistré durant la deuxième décennie de mai. Nous supposons que cela est dû à de nombreux facteurs tels que l'intensification des activités humaines, plus précisément le bruit engendré par les pompes d'eau, ainsi que les coups de fusils des braconniers et la collecte des œufs suite à la réduction du niveau d'eau ce qui facilite l'accès au plan d'eau devant les enfants des riverains. D'autres facteurs naturels interviennent comme le dérangement suite au vol du Busard des roseaux *Circus aeruginosus* et le Balbuzard pêcheur *Pandion haliaetus* et les interactions antagonistes entre les différents individus de la même espèce ou des espèces différentes.

La parade est une activité qui annonce exclusivement le début de la saison de reproduction, elle a été manifestée à partir d'avril en 2013/2014 et dès le mois de mars en 2014/2015. Nos constatations durant la deuxième saison d'étude sont tardives par rapport à celles enregistrées durant la première saison ainsi que à celles observée par Merzoug (2015). Au lac Tonga, souvent matinale comme dans notre site, elle n'est cependant observée que durant les mois d'avril et de mai (Aissaoui et *al.*, 2009), par contre dans une autre étude plus récente, le couple se forme au-delà du mois de février (Draïdi, 2014). Au niveau de Garaet Timerganine, la parade intervient chez cette espèce dès le mois de janvier mais les maxima sont enregistrés vers la fin de mars avec un taux avoisinant les 8 % (Maazi, 2009).

Les comportements d'antagonisme sont rarement enregistrés, ils sont observés de février jusqu'en juillet suite au choix de la femelle, la compétition pour choisir les lieux de

nidification ainsi que la concurrence alimentaire et la protection des poussins à la fin de la période de reproduction. En outre, de l'antagonisme inter-spécifique a été signalé chez notre modèle biologique vis-à-vis les autres espèces d'Anatidés notamment le Fuligule milouin *Aythya ferina* et les Grèbes.

Conclusion

Une étude écologique réalisée dans l'une des plus importantes zones humides du complexe de Guerbes-Sanhadja, Garaet Hadj Tahar, a montré le rôle important joué par ce site pour l'avifaune aquatique notamment pendant la saison d'hivernage et la saison de reproduction des Podicipédidés et des Anatidés principalement le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*. Ce site, d'une importance nord-africaine et internationale héberge des effectifs considérables de nos modèles biologiques et qui semble assurer les différents besoins pour leur survie et leur reproduction. Cette étude représente une initiation à la recherche sur le comportement diurne des Grèbes ainsi qu'une contribution et un suivi de l'état des populations des Fuligules nyroca et son rythme d'activités notamment en période de nidification.

Aucune étude détaillée n'a été faite sur les Podicipédidés et aucun suivi annuel n'a été effectué pour les Fuligules nyroca dans la Garaet Hadj-Tahar ni dans l'ensemble du complexe de Guerbes-Sanhadja. Nos données viennent pour éclaircir l'utilisation de l'espace, le comportement diurne ainsi que l'évolution des populations de ses espèces dans le site d'étude. Ceci est indispensable pour la préservation de la biodiversité, ainsi pour veiller à l'application des mesures concernant la protection de cette zone humide et l'installation d'autres décrets si la situation le nécessite.

La famille des Podicipédidés hébergée par Garaet Hadj-Tahar est représentée par trois espèces qui fréquentent le site de différentes manières selon qu'il s'agit de la saison d'hivernage ou de reproduction. Nos résultats ont révélé que le Grèbe à cou noir est un hivernant qui fréquente le plan d'eau avec une population hivernante très faible et durant une période très limitée, allant souvent de novembre à mars. Son effectif est plus ou moins stable par rapport à l'étude qui a été faite par Metallaoui et Houhamdi (2008). L'effectif de treize individus enregistré durant la deuxième quinzaine de janvier 2014, soit la première saison de l'étude, correspond au maximum de la population hivernante de l'espèce, tandis que l'effectif n'a pas dépassé neuf individus durant la deuxième saison d'étude 2014/2015.

Le Grèbe castagneux est observé pendant toute l'année au niveau de Garaet Hadj-Tahar, ce qui lui a valu le statut d'une espèce sédentaire nicheuse. Les effectifs les plus importants ont été notés au début et à la fin de la période de l'étude représentés par l'arrivée de la population hivernante pendant le mois de septembre et les rassemblements durant la période de la mue. Durant les deux années de l'étude, un premier pic a été observé pendant la deuxième quinzaine d'août au cours de la première saison (2013/2014), avec un effectif de

484 individus. Le deuxième seuil a été noté durant la deuxième saison de l'étude (2014/2015) où 413 individus ont été observés pendant la première quinzaine de septembre 2014.

Le Grèbe huppé est une espèce sédentaire nicheuse qui occupe le site d'étude pendant toute l'année. Il est représenté par deux populations plus ou moins distinctes. Les effectifs nicheurs sont très supérieurs aux effectifs hivernaux. La population hivernante fluctue généralement entre 8 et 46 individus. Garaet Hadj-Tahar commence à accueillir un nombre plus important des effectifs nicheurs durant la période qui s'étale de la fin de février au début de mars, le maximum de 86 individus a été enregistré pendant la deuxième quinzaine de juin 2014.

Par rapport aux dénombrements antérieurs [Metallaoui et Houhamdi, 2008 ; Metallaoui et *al.*, (2013)], nous avons enregistré une élévation importante des effectifs du Grèbe castagneux et une réduction des effectifs du Grèbe huppé.

L'analyse de nos dénombrements bimensuels a montré que le Fuligule nyroca est une espèce sédentaire nicheuse fréquentant le plan d'eau durant toute la période d'étude. Garaet Hadj-Tahar joue un rôle très important pour l'hivernage et la reproduction de cette espèce en abritant des effectifs considérables. Le comptage des Fuligules nyroca montre une variation des effectifs d'une année à une autre et d'une saison à une autre. En effet, nous distinguons deux populations: une population hivernante qui fréquente le plan d'eau à partir de la deuxième quinzaine de septembre. Elle augmente avec l'arrivée de l'hiver et le quitte vers le début d'avril. Le maximum enregistré est de 426 individus. Il a été noté pendant la deuxième quinzaine de décembre 2013, ce qui représente 0,2 % de l'effectif mondial et 17 % de l'effectif de l'Afrique du Nord. La population nicheuse était d'environ 100 individus. L'effectif hivernant du Fuligule nyroca a connu une réduction de moitié par rapport aux études antérieures faites par Metallaoui et Houhamdi, 2008 ; Metallaoui, 2010 ; Merzoug et *al.*, 2014 ; Merzoug, 2015, nous pensons que ce déclin est dû à l'augmentation du braconnage et de la chasse, les dérangements par pompage de l'eau ainsi que les variations climatiques d'une année à l'autre. Ceci, peut être aussi attribué au déclin drastique de ses effectifs en Europe.

Notre travail effectué sur les variations spatio-temporelles et les activités diurnes des Podicipédidés et du Fuligule nyroca présente de nouvelles données concernant l'écologie de

ces espèces en Algérie et plus particulièrement au niveau de Garaet Hadj-Tahar durant la période d'hivernage et de reproduction.

L'occupation spatiale du site d'étude varie d'une saison à une autre. Dans Garaet Hadj-Tahar, elle est souvent influencée par la densité de la couverture végétale, la disponibilité alimentaire, le niveau d'eau et les perturbations naturelles et humaines. Les Grèbes occupent souvent le plan d'eau d'une façon semblable et montrent leur sociabilité avec les Fuligules nyroca.

Le Grèbe à cou noir nage et plonge préférentiellement dans le secteur septentrional et central du plan d'eau qui est pratiquement la seule région dégagée de végétation aquatique.

Le Grèbe castagneux, durant la saison d'hivernage, a été observé essentiellement dans la partie septentrionale riche en touffes de *Typha angustifolia*. La population nicheuse se concentre dans le secteur méridional et le secteur septentrional de la Garaet Hadj-Tahar près des bandes de Typhaie et Scirpaie offrant un refuge idéal et une disponibilité alimentaire. A partir d'août, les parents ainsi que leurs poussins ont été observés dans l'eau libre de cette zone humide.

D'après nos constatations, au début de l'étude, le Grèbe huppé sillonne le secteur central de la Garaet et parfois la partie méridionale. Pour nicher, les Grèbes huppés occupent cette dernière partie et le secteur nord-occidental du plan d'eau, tous ses secteurs sont entourés d'une ceinture de végétation qui va leur servir de fixer et accrocher leurs nids flottants. A la fin de la période de nidification, les jeunes Grèbes huppés à la tête rayée rejoignent le secteur central du plan d'eau, qui représente la plage d'eau libre la plus importante après envahissement du plan d'eau par le Nénuphar blanc *Nymphaea alba*, nagent avec leurs parents et se font nourrir sur l'eau en poussant des cris caractéristiques.

Durant la période d'hivernage, les Fuligules nyroca partagent le plan d'eau avec les Grèbes et inféodent le secteur centrale qui accueille les effectifs les plus importants de l'espèce, et parfois la région septentrionale de Garaet Hadj-Tahar. Les couples installent leurs nids dans la partie sud du plan d'eau ainsi que dans l'extrême nord-est et nord-ouest bordées par les touffes de Typha et de Scirpes qui leur offrent une bonne quiétude et de la nourriture. Dès la fin de la nidification, les Fuligules nyroca deviennent grégaires et se regroupent dans le secteur central du plan d'eau. En dehors de cette période, l'espèce est solitaire ou vit en petits groupes.

Le suivi des rythmes d'activités diurnes varie d'une espèce à une autre et d'une saison à une autre. Au niveau de Garaet Hadj-Tahar, les Grèbes castagneux passent la majorité de leur temps à s'alimenter, nager et nettoyer leur plumage (93,25 %). La nage, un comportement de déplacement dans l'eau et également un comportement de fuite, domine la première saison d'hivernage tandis que l'alimentation domine la deuxième saison d'hivernage et les deux saisons de reproduction. Elle est souvent matinale. Le temps consacré à cette activité est conditionné par la disponibilité alimentaire, la température de l'eau et notamment le degré de dérangement anthropique. L'alimentation augmente généralement à partir de janvier et s'accroît durant le mois de mai ce qui corrobore avec la préparation de la reproduction (plus précisément la période de ponte) pour les individus sédentaires. Vu le coût énergétique élevé par rapport à l'alimentation à la surface de l'eau, les Grèbes castagneux s'alimentent principalement par plongeon durant toute la période de l'étude (Bevan et Butler, 1992 ; de Leeuw, 1996 ; Varo et *al.*, 2011 ; Quintana et *al.*, 2007). Cette dernière occupe moins de 4 % du budget temps alimentaire total. Elle est plus importante durant la saison de reproduction par rapport à celle d'hivernage. La toilette est constante pendant toute l'année. Cependant, elle est plus élevée durant la saison de reproduction coïncidant avec l'augmentation des effectifs des Grèbes castagneux qui se rassemblent pour effectuer leur mue. Le sommeil et le toilettage suivent la même allure. L'activité du sommeil s'observe d'avantage au début de la saison d'hivernage et à la fin de la saison de reproduction quand les jours s'allongent où cet oiseau a besoin d'avantage du repos. Il s'effectue cependant à la fin de la journée. Les parades et les comportements d'antagonismes sont souvent liées et s'observent à partir de mars jusqu'à juin. Le vol survient principalement suite aux dérangements naturels ou humains.

L'étude des rythmes d'activités diurnes des Grèbes huppés a montré que la nage est l'activité dominante du bilan des rythmes d'activités diurnes. Elle domine pendant l'hivernage, la reproduction et également le comportement journalier principal durant la plupart des heures. Le maximum est noté en février coïncidant avec l'arrivée des nicheurs qui vont exploiter le site pour la nidification. L'alimentation, observée principalement au milieu de la journée, est élevée durant les deux mois de janvier et de mai. Le Grèbe huppé se nourrit principalement avec des poissons en plongeant, cette modalité alimentaire est majoritaire durant toute la période d'étude (plus de 92 % du budget temps alimentaire total) et domine toutes les heures. Il peut se nourrir à la surface en immergeant uniquement la tête au cours de la saison de reproduction et aussi en picorant des insectes sur les plantes aquatiques. La toilette est élevée en juin où les Grèbes huppés consacrent plus de temps à nettoyer leurs

plumes des parasites très fréquents en période de nidification. Son taux constant pendant les deux saisons (hivernage et reproduction) s'explique par le nettoyage régulier du plumage (Storer et Jehl, 1985). Comme chez le Grèbe castagneux, le Grèbe huppé se repose notamment au début de la saison d'hivernage et à la fin de la saison de reproduction. Le vol est également marqué suite aux dérangements. Le Grèbe huppé préfère en général plonger et nager face à un danger quelconque plutôt que de s'envoler, car il a besoin de parcourir une certaine distance sur l'eau en courant et en battant rapidement les ailes, comme pendant le vol. De février à mars, notamment durant les matinées, nous avons observés sur les plans d'eau la parade spectaculaire de ces oiseaux : cou dressé, deux grèbes se font face et se répondent par des mouvements de tête. Les Grèbes huppés peuvent se montrer assez agressifs pendant la saison de reproduction. Bien que peu fréquentes, des attaques directes ou des menaces entre différentes espèces de Grèbes ou contre d'autres intrus ont été observées.

Le comportement diurne du *Fuligule nyroca* au niveau de la Garaet Hadj-Tahar est dominé par le sommeil, qui à côté de la nage et l'alimentation détient 94,57% du budget temps total diurne. Le déroulement des activités diurnes a montré que le sommeil dominait les deux saisons (hivernage et reproduction). Cependant il est plus élevé en hivernage où l'oiseau passait plus d'un tiers de la journée à reposer. Ces constatations confirment le rôle d'une remise diurne jouée par la Garaet Hadj-Tahar pour le *Fuligule nyroca* et pour tous les Anatidés. Le taux de la nage, fluctue d'une heure à une autre, est beaucoup plus noté à la fin de la période d'hivernage et au début de la période de reproduction. L'alimentation, associée à la nage, diffère significativement entre les deux saisons, et contrairement au sommeil elle est plus élevée en nidification où l'oiseau consacre plus de 16 % du temps diurne en quête de nourriture. L'alimentation par plongeon occupe 78,37 % du temps alloué à l'alimentation diurne durant toute la période de l'étude. Elle domine en hivernage et en reproduction. En effet, Les *Fuligules nyroca* s'alimentent principalement en plongeon (Green, 1998a). L'alimentation à la surface, tel un canard de surface, est beaucoup plus observée durant la deuxième saison 2014/2015 et elle est plus élevée en hivernage où le maximum a été enregistré en septembre. L'alimentation par bec dans l'eau et l'alimentation en immersion de la tête sont les deux techniques dominantes dans la recherche de la nourriture à la surface. L'alimentation par basculement est moins enregistrée. La Toilette est plus observée en hivernage, notamment à 15h et elle est plutôt matinale en période de nidification. Ce comportement ne dépasse pas les 14 % durant toute la période de l'étude. Les *Fuligules nyroca* préfèrent s'envoler les matinées. Ces envols sont souvent causés suite aux

dérangements par les prédateurs ou par les braconniers. Ils sont aussi observés durant les déplacements des groupes d'oiseaux pour changer des endroits dans le plan d'eau. Les activités de parades sont absentes en période d'hivernage et caractérisent uniquement la saison de reproduction. Elles se manifestent à partir de mars jusqu'à mai. Les activités agonistiques sont plus fréquentes durant la saison d'étude 2014/2015 et ils ont été observés de février à juillet.

Par rapport aux autres zones humides du complexe Guerbes-Sanhadja, la Garaet Hadj-Tahar est le site préférentiel par excellence pour les Podicipédidés et pour les Fuligules nyroca. Par ailleurs, de nombreuses menaces pèsent sur le site et deviennent de plus en plus inquiétantes ce qui risquent à long terme d'entraîner sa dégradation irréversible. A citer, la pollution de l'eau, l'extension anarchique de l'agriculture et l'utilisation excessive de produits phytosanitaires par les agriculteurs en plus du pompage excessif de l'eau de la zone humide pour l'irrigation des cultures maraichères ce qui appauvrit les réserves hydriques du complexe et de toute la plaine. Sans l'application des mesures de conservation de ce patrimoine, pour combien du temps ces oiseaux vont y hiverner et se reproduire ? Donc, des suivis réguliers à long terme de ces espèces et d'autres sur plusieurs cycles annuels sont vraiment nécessaires. Etudier l'impact de ses menaces sur la faune et la flore, semble aussi être très important pour répondre aux diverses questions sur l'état et la tendance des populations, sur l'étho-écologie des Grèbes et le Fuligule nyroca ainsi que sur les autres espèces et également pour sensibiliser et convaincre les décideurs à exécuter et veiller l'application des mesures de conservation de ce milieu et les actions de gestion à mener pour la conservation et la restauration du patrimoine naturel.

Dans l'ordre de mieux comprendre et approfondir nos connaissances sur le fonctionnement de ces écosystèmes aquatiques, nous proposons de compléter cette recherche par l'étude du comportement nocturne de nos modèles biologiques, suivre et étudier la biologie de reproduction, les différents facteurs qui peuvent gérer l'occupation spatio-temporelle du site et les différentes composantes biotiques et abiotiques de cette zone humide tels, la biodisponibilité de la nourriture, la profondeur et la qualité de l'eau, le couvert végétal, les dérangements (naturels et anthropiques) ...etc.

Références bibliographiques

- Abbott, K. C., Morris, W. F. & Gross, K. (2008).** – Simultaneous effects of food limitation and inducible resistance on herbivore population dynamics. *Theoretical Population Biology* 73: 63–78.
- Abdellioui, S. Bensouilah, T. & Houhamdi, M. (2015).** – Abundance and diurnal activity budget of sympatric Podicipedidae species at a Ramsar site in north-east Algeria. *Zoology and Ecology* 25(4): 327–338.
- Aberkane, M. (2014).** – Ecologie de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* dans les zones humides de l'Est algérien. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba (Algérie). 149 p.
- Aberkane, M., Maazi, M. C., Chettibi, F., Guergueb, E. Y., Bouslama, Z. & Houhamdi, M. (2014).** – Diurnal wintering behaviour of the Marbled Teal (*Marmaronetta angustirostris*) in north-east Algeria. *Zoology and Ecology* 24(1): 10–15.
- Abramsky, Z., Rosenzweig, M. L. & Subach, A. (2002).** – Measuring the benefit of habitat selection. *Behavioral Ecology* 13(4): 497–502.
- Adair, S. E., Moore, J. L. & Kiel W. H. Jr. (1996).** – Wintering Diving Duck use of coastal ponds: An analysis of alternative hypotheses. *The Journal of Wildlife Management* 60(1): 83–93.
- Adams, P. A., Gregory, J. R. & Ian, L. J. (2000).** – Time-activity budgets of Harlequin Ducks molting in the Gannet Islands, Labrador. *The Condor* 102(3): 703-708.
- Aissaoui, R., Houhamdi, M. & Samraoui, B. (2009).** – Eco-Éthologie des Fuligules nyroca *Aythya nyroca* dans le Lac Tonga (Site Ramsar, Parc National d'El-Kala, Nord-Est de l'Algérie). *European Journal of Scientific Research* 28(1): 47–59.
- Aissaoui, R., Tahar, A., Saheb, M., Guergueb, E. L. & Houhamdi, M. (2011).** – Diurnal behaviour of Ferruginous Duck *Aythya nyroca* wintering at The El-Kala Wetlands (Northeast Algeria). *Bulletin De l'Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences De La Vie* 33 (2): 67–75.
- Aissaoui, R. (2012).** – Eco-éthologie des Anatidés dans la Numidie orientale : Cas de la Fuligule nyroca *Aythya nyroca* dans le Lac Tonga. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba (Algérie). 167 p.
- Alerstam, T. (1993).** – *Bird migration*. Cambridge (United Kingdom): Cambridge University Press. 432 p.
- Ali, S. & Ripley, S. D. (1978).** – *Handbook of the birds of India and Pakistan: Together with those of Bangladesh, Nepal, Bhutan and Sri Lanka, Vol. 1. Divers to Hawks*. Second Edition. Delhi (India): Oxford University Press. 382 p.
- 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 de doctorat, Université des sciences et techniques du Languedoc, Montpellier (France). 180 p.

- Altmann, J. (1974).** – Observational study of behavior: Sampling methods. *Behaviour* 49: 227–266.
- Amat, J. A. & Soriguer, R. C. (1982).** – Datos sobre selección de hábitat y ecología alimenticia del Porrón Pardo (*Aythya nyroca*). *Doñana Acta Vertebrata* 9: 388–394.
- Amat, J. A. (1984a).** – Diurnal activity of three species of Diving Ducks at Zonar Lagoon (Cordova Southern Spain) during the winter. *Miscellanea Zoologica* 8: 203–211.
- Amat, J. A. (1984b).** – Ecological segregation between Red-Crested Pochard *Netta rufina* and Pochard *Aythya ferina* in a fluctuating environment. *Ardea* 72: 229–233.
- Amat, J. A., Díaz Paniagua, C., Herrera, C. M., Jordano, P., Obeso, J. R. & Soriguer, R. C. (1985).** – *Criterios de valoración de zonas húmedas de importancia nacional y regional en función de las aves acuáticas*. España : Monografías 35. 79 p.
- Amor Abda, W., Merzoug, S. E., Belhamra, M. & Houhamdi, M. (2015).** – Phenology and diurnal behaviour of the Northern Shoveler *Anas clypeata* in the Guerbes-Sanhadja Wetland Complex (North-Eastern Algeria). *Zoology and Ecology* 25: 19–25.
- Ankney, C. D. & MacInnes, C. D. (1978).** – Nutrient reserves and reproductive performance of female Lesser Snow Geese. *Auk* 95: 459–471.
- Ankney, C. D. (1979).** – Does the wing molt cause nutritional stress in Lesser Snow Geese? *Auk* 96: 68–72.
- Ankney, C. D., Afton, A. D. & Alisauskas, R. T. (1991).** – The role of nutrient reserves in limiting waterfowl reproduction. *The Condor* 9: 1029–1032.
- Athamnia, M., Samraoui, F., Kelailia, B., Rouabah, A., Alfarhan, A. H. & Samraoui, B. (2015).** – Nest-site selection and reproductive success of the Little Grebe *Tachybaptus ruficollis* in Northeast Algeria. *Ardeola* 62: 113–124.
- Atoussi, S., Bara, M. & Houhamdi, M. (2013).** – Phenology and diurnal behavior of the Tufted Duck *Aythya fuligula* in Garaet Hadj Tahar (Occidental Numidia, Northeast Algeria). *Journal Academica* 3: 117–126.
- Baaloudj, A. (2008).** – Contribution à la mise à jour de l'odonatofaune de l'Est algérien. Thèse de magister. Université 8 Mai 1945, Guelma (Algérie). 116 p.
- Bagnouls, F. & Gaussen, H. (1957).** – Les climats biologiques et leurs classifications. *Annales de Géographie Paris* 66 (355) : 193 – 220.
- Baker, K. (1993).** – *Identification guide to European non-passerines*. *BTO Guide* 24. Thetford (England): British Trust for Ornithology. 332 p.
- Baldassare, G. A., Paulus, S. L., Tamisier, A. & Titman, R. D. (1988).** – *Workshop summary: Techniques for timing activity of wintering waterfowl*. *Waterfowl in Winter*. Minneapolis (United States): University Of Minnesota Press. 23p.

- Balmaki, B. & Barati, A. (2006).** – Harvesting Status of Migratory Waterfowl in Northern Iran: A Case Study from Gilan Province. Pp. 868–869. *In*: Boere, G., Galbraith, C. & Stroud, D. (eds.). *Waterbirds Around The World*. Edinburgh (United Kingdom): The Stationary Office. 960 p.
- Bara, M. (2014).** – Structure et écologie des Rallidés dans les zones humides de Guerbes Sanhadja (wilaya de Skikda). Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba (Algérie). 93p.
- Batt, B. D. J., Afton, A. D., Anderson, M. G., Ankney, C. D., Johnson, D. H., Kadlec, J. A. & Krapu, G. L. (1992).** – *Ecology and Management of Breeding Waterfowl*. Minneapolis (United States): University Of Minnesota Press. 664 p.
- Bauer, K. M. & Glutz Von Blotzheim, U. N. (1966).** – *Handbuch Der Vögel Mitteleuropas. Band 1: Gaviiformes to Phoenicopteriformes*. Frankfurt am Main (Germany): Akademische Verlagsgesellschaft. 483 p.
- Bauer, K. M. & Glutz von Blotzheim, U. N. (1969).** – *Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 3*. Frankfurt am Main (Germany): Akademische Verlagsgesellschaft. 504 p.
- Begon, M., Townsend, C. R. & Harper, J. L. (2006).** – *Ecology from individuals to ecosystems (Fourth edition)*. Massachusetts (United States): Blackwell Publishing. 738 p.
- Bell, D. V. & Austin, L. W. (1985).** – The game fishing season and its effects on overwintering wildfowl. *Biological Conservation* 33: 65–80.
- Benderradji, M. L. (1988).** – Sensibilité des milieux naturels et problèmes d'aménagements dans les secteurs de Guerbes, Benazzouz-El Marsa (Nord Est Algérien). Thèse de Doctorat. Université de Strasbourg I (France). 398 p.
- Benderradji, M. L. (2000).** – Les milieux humides de l'extrême Nord -Est algérien de Guerbes aux confins algéro-tunisiens: Eco géographie et aménagement. Thèse d'ingénieur d'Etat. Université Mentouri, Constantine (Algérie). 497 p.
- Bensizerara, D. (2014).** – Ecologie des oiseaux de Sebket Djendli (Batna, Est Algérie). Thèse de Doctorat. Université Mohamed Khidher, Biskra (Algérie). 163 p.
- Bergan, J. F., Smith, L. M. & Mayer, J. J. (1989).** – Time-activity budgets of diving ducks wintering in South Carolina. *Journal of Wildlife Management* 53(3): 769–776.
- Bevan, R. M. & Butler, P. J. (1992).** – The effects of temperature on the oxygen consumption, heart rate and deep body temperature during diving in the Tufted duck (*Aythya fuliga*). *Journal of Experimental Biology* 163: 139–151.
- Bohl, E. (1980).** – Diel pattern of pelagic distribution and feeding in planktivorous fish. *Oecologia* 44: 368–375.
- Biddau, L. (1996).** – Feeding success and relationships of some species of waterbirds in the «Valli di Comacchio» (Italy). *Avocetta* 20: 138–143.

- Bilal, S., Rais, M., Anwar, M., Hussain, I., Sharif, M. & Kabeer, B. (2013).** – Habitat Association of Little Grebe (*Tachybaptus ruficollis*) at Kallar Kahar Lake, Pakistan. *Journal of King Saud University Science* 25: 267–270.
- Birdlife International (2000).** – *Threatened birds of the world*. Barcelona and Cambridge (United Kingdom): Lynx Edicions and BirdLife International. 864 p.
- Birdlife International (2004).** – *Birds in Europe: Population estimates, trends and conservation status*. Cambridge (England): Birdlife Conservation Series N° 12. 374 p.
- Birdlife International (2015).** – IUCN Red List For Birds.
- Bishton, G. (1986).** – The diet and foraging behaviour of the Dunnock (*Prunella Medularis*) in a Hedgerow Habitat. *Ibis* 128: 526–539.
- Blondel, J. (1969).** – Méthodes de dénombrement des populations d’oiseaux. Pp. 97– 151. In : Lamotte, M. & Bourlière, F. (eds.). *Problème d’écologie : l’échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres*. Paris (France): Masson. 304 p.
- 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*. Paris (France) : Masson. 297 p.
- Blondel, J., Aronson, J., Bodiou, J. Y. & Bœuf, G. (2010).** – *The Mediterranean Region. Biological diversity in space and time*. Oxford (England): Oxford University Press. 392 p.
- Boldreghini P, & Dall’Alpi A (2005).** – Gli uccelli acquatici nella laguna di Comacchio: uso dello spazio trofico in un’area antropizzata. Pp 49–60. In: Asoer (eds). Avifauna acquatica: esperienze a confronto. Atti del I Convegno (30 aprile 2004, Comacchio), Tipografia Giari, Codigoro.
- Bolhuis, J. J. & Giraldeau, L. A. (2005).** – *The behavior of animals. Mechanisms, function, and evolution*. Malden (United States) : Blackwell Publishing. 536 p.
- Boukrouma, N., Maazi, M. C., Saheb, M., Metallaoui, S. & Houhamdi, M. (2011).** – Hivernage du Canard Pilet *Anas acuta* sur les hauts plateaux de l’Est de l’Algérie. *Alauda* 79(4): 285–293.
- Boulekhssaim, M., Houhamdi, M. & Samraoui, B. (2006).** – Populations dynamics and diurnal behaviour of the Shelduck *Tadorna tadorna* in the Hauts Plateaux, northeast Algeria. *Wildfowl* 56: 65–78.
- Boulekhssaim, M., Ouldjaoui, A., Alfarhan, A. H. & Samraoui, B. (2013).** – Distribution, breeding phenology and time budget of ruddy shelduck *Tadorna ferruginea* during the annual cycle in the Hauts Plateaux, north-east Algeria. *Ostrich* 84(2): 129–136.

- Boumezbeur, A. (1993).** – Ecologie et biologie de la reproduction de l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* et du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* sur le Lac Tonga et le Lac des oiseaux, Est algérien. Thèse de doctorat, Université de Montpellier (France). 254 p.
- Boumezbeur, A., Moali, A. & Isenmann, P. (2005).** – Nidification du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* et de L'Echasse blanche *Himantopus himantopus* en zone saharienne (El Goléa, Algérie). *Alauda* 73(2): 143–144.
- Bouslama, Z., Lambrechts, M. M., Ziane, N., Djenidi, R. & Chabi, Y. (2002).** – The effect of nest ectoparasites on parental provisioning in a north-African population of the Blue Tit *Parus caeruleus*. *Ibis* 144 : 73– 78.
- Boutin, J. (1986).** – Comportement diurne de la Nette rousse, *Netta rufina* P., pendant son hivernage en Camargue. *Terre et Vie* 41: 261–269
- Bouzegag, A., Saheb, M., Bensaci, B., Nouidjem, N. & Houhamdi, M. (2013).** – Ecologie de la Sarcelle Marbrée *Marmaronetta angustirostris* (Ménétries, 1832) dans l'éco-complexe de zones humides de la vallée de l'oued Righ (Sahara Algérien). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences de la Vie* 35 : 141–149.
- Boyd, W. S. & Jehl, J. R. Jr. (1998).** – Estimating abundance of Eared Grebes on Mono Lake, California by Aerial Photography. *Colonial Waterbirds* 21: 236–241.
- Brehme, S., Hahnke, H., Mielke, M., Helbic, A. J. & Ehmig, G. (1994).** – Beiträge sur Wintervogelwelt Algeriens mit ernährungsökologischen Beobachtungen speziell an Sylviiden. *Vogelwelt* 115: 227 – 241.
- Britton, R. H., de Groot, E. R. & Johnson, A. R. (1986).** – The daily cycle of feeding activity of the Greater Flamingo in relation to the dispersion of the prey *Artemia*. *Wildfowl* 37: 151–155.
- Brown, C. R. & Bryant, D. M. (1996).** – Energy expenditure during molt in Dippers (*Cinclus cinclus*): No evidence of elevated costs. *Physiological Zoology* 65: 1036–1056.
- Brown, J. S. (2000).** – Foraging ecology of animals in response to heterogeneous environments. Pp. 181–214. In: Hutchings, M. J., John, E. A. & Stewart, A. J. A. (eds.). The ecological consequences of environmental heterogeneity: the 40th symposium of the British Ecological Society. University of Sussex, 23–25 March 1999. Oxford (England): Blackwell Science. 434 p.
- Brown, L. H., Urban, E. K. & Newman, K. (1982).** – *The Birds of Africa, Volume I*. London (United Kingdom): Academic Press. 521 p.
- Bruce, D. J. B., Alan, D. A., Michael, G. A., Ankeney, C. D., Johnson, D. H., Kadlec, J. A. & Krapu, G. L. (1992).** – *Ecology and management of breeding waterfowls*. Minneapolis (United States): University of Minnesota Press. 664 p.
- Bub, H. (1995).** – *Kennzeichen Und Mauser Europäischer Singvögel, Allgemeiner Teil*. Magdeburg (German): Westarp Wissen-Schaften. 211 p.

- Bukacińska, M., Bukaciński, D. & Jabłoński, P. (1993).** – Colonial and noncolonial Great Crested Grebes (*Podiceps cristatus*) at Lake Łuknajno: Nest site characteristics, clutch size and egg biometry. *Colonial Waterbirds* 16(2): 111–118.
- Burnier, E. (1979).** – Notes sur l'ornithologie algérienne. *Alauda* 47: 93 – 102.
- Büttiker, E. (1985).** – Die nahrung der haubentaucher *Podiceps cristatus* am untersee (bodensee) im jahresverlauf. *Orn. Beob.* 82: 73–83.
- Calder, W. A. & King, J. R. (1974).** – Thermal and caloric relations in birds. Pp. 259–413. *In*: Farner, D. S. & King, J. R. (eds.). *Avian biology: Volume V*. New York (United States): Academic Press. 548 p.
- Callaghan, D. A. (1997).** – *European species action plan: Ferruginous Duck (Aythya nyroca)*. London (United Kingdom): The Wildfowl and Wetlands Trust. 50 p.
- Campredon, P. (1982).** – Démographie et écologie du Canard Siffleur *Anas penelope* L. pendant son hivernage en France. Thèse de doctorat. Université des Sciences et Techniques de Montpellier, Montpellier (France). 161 p.
- Campredon, P. (1984).** – Comportement alimentaire du Canard siffleur (*Anas penelope* L.) en période hivernale. *Gibier Faune Sauvage* 3 : 5–20.
- Carboneras, C. (1992).** – Anatidae (Ducks, Geese, and Swans). Pp. 536–628. *In*: Del Hoyo, J., Elliott, A. & Sargatal, J. (eds.). *Handbook of the birds of the world, vol. 1: Ostrich to Ducks*. Barcelona (Spain) : Lynx Edicions. 696 p.
- Carboneras, C. & Kirwan, G. M. (2014).** – Ferruginous Duck (*Aythya nyroca*). *In*: Del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D. A. & De Juana, E. (eds.). *Handbook of the birds of the world alive*. Barcelona (Spain): Lynx Edicions.
- Castany, G. (1951).** – *Etude géologique de l'Atlas Tunisien oriental*. Annales des Mines et de la Géologie, Tunis n° 8. 632 p.
- Caudell, J. N. & Conover, M. R. (2006).** – Behavioral and physiological responses of Eared Grebes (*Podiceps nigricollis*) to variations in Brine Shrimp (*Artemia franciscana*) densities. *Western North American Naturalist* 66: 12–22.
- Ceccobelli, S. & Battisti, C. (2010).** – On the water depth in diving sampling sites of *Tachybaptus ruficollis*. *Rendiconti Lincei* 21: 359–364.
- Chalabi, B., Skinner, J., Harrison, J. & Van Dijk, G. (1985).** – *Les zones humides du nord est algérien en 1984, WIWO-Rapport 8*. Zeist (Pays-Bas): The Working Group International Waterbird and Wetland Research. 45 p.
- 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. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie, Alger (Algérie). 133 p.

- Cheriet, S., Samraoui, F., Alfarhan, A. H. & Samraoui, B. (2015).** – Factors affecting nesting success in the Great-crested Grebe *Podiceps cristatus* at Lake Tonga, north-east Algeria. *Ostrich* 86(3): 239-245.
- Cherkaoui, I., Bouajaja, A., Elbanak, A., Lahrouz, S. & Hanane, S. (2014).** – The Black-Necked Grebe (*Podiceps nigricollis*): An expanding species in the Middle Atlas Wetlands, Morocco. *Wetlands Ecology and Management* 22: 93–98.
- Chettibi, F., Khelifa, R., Aberkane, M., Bouslama, Z. & Houhamdi, M. (2013).** – Diurnal activity budget and breeding ecology of the White-headed Duck *Oxyura leucocephala* at Lake Tonga (North–east Algeria). *Zoology and Ecology* 23(3): 183–190.
- Chettibi, F. (2014).** – Ecologie de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* dans les zones humides de la Numidie algérienne (du Littoral Est de l'Algérie). Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba (Algérie). 126 p.
- Chown, D. & Linsley, M. (1994).** – *Wetlands in Northern Algeria and Coastal Tunisia. An PSPB Waterfowl Survey December 1991 to March 1992*. Cambridge (United Kingdom): Research Department of the Royal Society for the Protection of Birds. 178 p.
- Commeçy, X. (1999).** – Grèbe castagneux. Pp. 46–47. In: Rocamora, G. & Yeatman-Berthelot, D. (eds.). *Oiseaux menacés et à surveiller en France. Liste Rouge et Priorités. Populations. Tendances. Menaces. Conservation*. Paris (France): SEOF-LPO. 462 p.
- Cooper, S. D., Winkler, D. W. & Lenz, P. H. (1984).** – The effect of Grebe predation on a Brine Shrimp population. *The Journal of Animal Ecology* 53: 51–56.
- Costa, M. & Bondi, S. (2002).** – Status E Biologia Della Moretta Tabaccata *Aythya Nyroca*, Nel Complesso Palustre Di Punte Alberete E Valle Mandreiole (Ravenna). *Riv. Ital. Orn. Milano* 71(2): 125–131.
- Coulthard, N. D. (2001).** – Algeria. Pp. 51–70. In: Evans, M. I. & Fishpool, L. D. C. (eds.). *Important Bird Areas in Africa and Associated Islands: Priority Sites for Conservation*. Newbury and Cambridge (England): Pisces Publications and Bird Life International. 1144 p.
- Cox, R. JR. & Kadlec, J. A. (1995).** – Dynamics of potential waterfowl foods in Great salt lake marshes during summer. *Wetlands* 15(1): 1–8.
- Cramp, S. & Simmons, K. E. L. (1977).** – *Handbook of the birds of Europe, Middle East and North Africa: The birds of the Western Palearctic, Vol. 1: Ostrich to Ducks*. Oxford (United Kingdom): Oxford University Press. 732 p.
- Cramp, S., Simmons, K. E. L., Snow, D. W. & Perrins, C. M. (1998).** – *The complete birds of the Western Palearctic on CD-ROM. Version 1.0 for PC*. London (United Kingdom): Oxford University Press.

- Crivelli, A. J., Grillas, P., Jerrentrup, H. & Nazirides, T. (2006).** – Effects on fisheries and water birds of raising water levels at Kerkini Reservoir, a Ramsar site in Northern Greece. *Environmental Management* 19: 431–443.
- Croxall, J. P., Everson, I., Kooyman, G. L., Ricketts, C. & Davis, R. W. (1985).** – Fur seal diving behaviour in relation to vertical distribution of krill. *Journal of Animal Ecology* 54: 1–8.
- Cullen, S., Jehl, J. R. Jr. & Nuechterlein, G. (1999).** – Eared Grebe (*Podiceps nigricollis*). Pp. 1–28. *In*: Poole, A. & Gill, F. (eds.). The birds of North America, No. 433. The birds of North America Inc., Philadelphia (United States).
- D.G.F. (2002).** – *Atlas des 26 zones humides algériennes d'importance internationale*. Alger (Algérie) : Direction Générale des Forêts. 89 p.
- D.G.F. (2004).** – *Atlas des zones humides Algériennes d'importance internationale*. 4^{ème} édition, IV. Alger (Algérie) : Direction Générale des Forêts. 107 p.
- D.G.F. (2013).** – *Projet d'élaboration d'un plan de gestion du complexe de zones humides Guerbes Sanhadja – Skikda- Algérie. Diagnostic écologique Rapport final*. Alger (Algérie): Direction Générale des Forêts - Bureau d'études & d'expertises environnementales Bejaia. 80 p.
- Dahlgren, R. B. & Korschgen, C. E. (1992).** – *Human disturbances of waterfowl: An annotated bibliography*. Washington, D.C. (United States): United States Department of The Interior Resource Publication 188. 62 p.
- Dajoz, R. (1971).** – *Précis d'écologie*. Paris (France) : Dunod. 434 p.
- Danchin, E., Giraldeau, L.A. & Cézilly, F. (2005).** – *Ecologie Comportementale*. Paris (France): Dunod Science Sup. 637 p.
- Danell, K. & Sjoberg, K. (1982).** – Seasonal and diel changes in the feeding behaviour of some Dabbling Duck species on a breeding lake in Northern Sweden. *Ornis Scandinavia* 13:129–134.
- Datta, T. (2014a).** – Ferruginous Duck (*Aythya nyroca*) population in Wetlands of Jalpaiguri: The role of human interferences and environmental factors. *In*: 2nd International Conference, Water Resources and Wetlands. Tulcea (Romania), 11–13 September 2014.
- Datta, T. (2014b).** – Time-activity budgets of wintering Ferruginous Duck, *Aythya nyroca*, at Gajoldoba wetland, Jalpaiguri, India. *Turkish Journal of Zoology* 38: 538–543.
- Davies, E. S., Erwin, E. K. & Kenneth, J. K. (1989).** – Diurnal time activity budgets and habitat use of Lesser Snow Geese (*Anser caerulenscens*) in The Middle Missouri River Valley during winter and spring. *Wildfowl* 40: 45–54.
- De Leeuw, J. J. (1996).** – Diving costs as a component of daily energy budgets of aquatic birds and mammals: generalizing the inclusion of dive-recovery costs demonstrated in Tufted Ducks. *Canadian Journal of Zoology*. 74(12): 2131–2142.

- Dejonghe, J. F. (1978).** – Actualités ornithologiques de l'hiver 1976-1977 (16 décembre au 15 février). *Le Passer* 15: 5–9.
- Dejonghe, J. F. (1990).** – *Les oiseaux dans leur milieu*. Bruxelles (Belgique) : Bordas Editions. 256 p.
- Del Hoyo, J., Elliot, A. & Sargatal, J. (1992).** – *Handbook of the birds of the world, Vol. 1: Ostrich to Ducks*. Barcelona (Spain): Lynx Edicions. 696 p.
- Döpfner, M., Quillfeldt, P. & Bauer, H. G. (2009).** – Changes in behavioral time allocation of waterbirds in wing-molt at Lake Constance. *Waterbirds* 32(4): 559–571.
- Dordevic, I., Vuvanovic, M., Sciban, M., Ruzic, M., Radisic, D. & Rajkovic, D. (2009).** – Large autumn flocks of Ferruginous Duck *Aythya nyroca* on Durica Pond near Banatska Palanka. *Ciconia* 18: 185–186.
- Draïdi, K. (2014).** – Le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) dans le lac Tonga (Nord-est de l'Algérie) : Etude du budget temps, stratégie d'hivernage et étude de l'écologie parasitaire. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba (Algérie). 188 p.
- Driver, E. A., Sugden, L. G. & Kovach, R. J. (1974).** – Calorific, chemical and physical values of potential Duck foods. *Freshwater Biology* 4: 281–292.
- Driver, E. A. (1981).** – Calorific values of pond invertebrates eaten by Ducks. *Freshwater Biology* 11: 579–58.
- Dupuy, M. (1969).** – Catalogue ornithologique du Sahara algérien. *L'Oiseau et R.F.O.* 39: 225–241.
- Dziri, H., Rouïdi, S., Ouakid, M. L. & Houhamdi, M. (2014).** – Eco-ethology of the Duck Mallard (*Anas platyrhynchos*) wintering at the Level of Garaet Hadj Tahar (Skikda, North-East Algeria). *Advances in Environmental Biology* 8: 324–333
- Edwards, R. & Bell, D. (1985).** – Fishing in troubled waters. *New Science* 105(1446): 19– 21.
- Elgar, M. A. (1989).** – Predator vigilance and group size in mammals and birds: A critical review of the empirical evidence. *Biological Review* 64: 13–33.
- Elmberg, J., Nummi, P., Poysa, H. & Sjobers, K. (1993).** – Factors affecting species number and density of Dabbling Duck Guilds in Northern Europe. *Ecography* 16: 251–260.
- Emberger, L. (1955).** – Une classification biogéographique des climats. *Recueil des travaux du laboratoire de Botanique, Géologie et Zoologie, de la Faculté des Sciences de l'Université de Montpellier (France)* 7: 3 – 43.
- Evers, D. C. (1994).** – Activity budgets of a Marked Common Loon (*Gavia Immer*) nesting population. *Hydrobiologia* 279(280): 415–420.
- Fazili, M. F., Shah, G. M., Jan, U. & Bhat, B. A. (2009).** – Some aspects of the nesting biology of Little Grebe *Tachybaptus ruficollis* at Wular Lake, Kashmir. *Indian Birds* 4(4): 127–129.

- Fjeldså, J. (1973).** – Antagonistic and heterosexual behaviour of the Horned Grebe, *Podiceps auritus*. *Sterna* 12: 161–217.
- Fjeldså, J. (2004).** – *The Grebes: Podicipedidae*. Oxford (United Kingdom): Oxford University Press. 264 p.
- Fox, A. D. (1994).** – Estuarine winter feeding patterns of Little Grebes *Tachybaptus ruficollis* in Central Wales. *Bird Study* 41: 15–24.
- Fretwell, S.D. & Lucas, H. L. (1970).** – On territorial behavior and other factors influencing habitat distribution in birds. *Acta Biotheoretica* 19: 16–36.
- Friend, M. (2006).** – Evolving changes in diseases of waterbirds. Pp. 412–417. In: Boere, G., Galbraith, C. & Stroud, D. (eds.). *Waterbirds around the world*. Edinburgh (United Kingdom): The Stationary Office. 960 p.
- Furness, R. W. & Greenwood, J. J. D. (1993).** – *Birds as monitors of environmental change*. London (United Kingdom): Chapman and Hall. 356 p.
- Gagliardi, A., Martinoli, A., Preatoni, D., Wauters, L. A. & Tosi, G. (2006).** – Behavioral responses of wintering Great Crested Grebes to dissuasion experiments: Implications for management. *Waterbirds* 29(1): 105–114.
- Garcia, N., Abdul Malak, D., Cuttelod, A., Boudot, J. P., Samraoui, B., Cumberlidge, N., Rhazi, L., Grillas, P., Van Damme, D. & Kraiem, M. (2010).** – Regional synthesis for all data. Pp. 103–114. In: Garcia, N., Cuttelod, A. & Abdul Malak, D. (eds.). *The status and distribution of freshwater biodiversity in northern Africa*. Gland (Switzerland), Cambridge (United Kingdom) and Malaga (Spain): International Union for Conservation of Nature (IUCN). 156 p.
- Geiger, W. (1957).** – Die nahrung der Haubentaucher des Bielersees. *Orn. Beob.* 54: 98–133.
- Geroudet, P. (1999).** – *Les Palmipèdes d'Europe*. Paris (France) : Delachaux et Niestlé. 504 p.
- Gibb, J. (1954).** – Feeding ecology of Tits with notes of Tree Creepers and Goldcrest. *Ibis* 96: 513–543.
- Gloer, P. & Bouzid, S. (2013).** – New records of freshwater Gastropods from Algeria with the re-description of *Bithynia numidica bourguignat* 1864 (Gastropoda: Bithyniida). *Journal of Conchology* 41(3): 309–314.
- Goc, M. (1986).** – Colonial versus territorial breeding of the Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* on Lake Družno. *Acta Ornithologica* 22: 95–145.
- González, E. S., Botella, F., Sempere, R. A., & Zapata, J. A. S. (2010a).** – An empirical demonstration of the ideal free distribution: Little Grebes *Tachybaptus ruficollis* breeding in intensive agricultural landscapes. *Ibis* 152: 643–650.

- González, E. S., Zapata, J. A. S., & Botella, F. (2010b).** – Agricultural ponds as alternative habitat for waterbirds: spatial and temporal patterns of abundance and management strategies. *European Journal of Wildlife Research* 56(1): 11–20.
- Gordon, L. M. (1985).** – *Roberts birds of South Africa, Fifth Edition*. London (England): New Holland. 848 p.
- Gorski, W., Jakuczun, B., Nitecki, C. & Petryna, A. (1977).** – Investigation of oil pollution on the Polish Baltic Coast In 1974–1975. *Przegląd Zoologiczny* 21(1): 20–23.
- Gorski, W. & Gorska, E. (1997).** – Breeding ecology of the Tufet Duck *Aythya fuligula* on the west Pomeranian (NW Poland) lakes in the years 1987–1989. *Acta ornithologica* 32: 157–165.
- Goudie, R. I. & Ankney, C. D. (1986).** – Body size, activity budgets, and diets of sea Ducks Wintering in Newfoundland. *Ecology* 67: 1475–1482.
- Green, A. J. & Anstey, S. (1992).** – The Status of the White-Headed Duck *Oxyura leucocephala*. *Bird Conservation International* 2: 185–200.
- Green, A. J. (1993).** – *The status and conservation of the Marbled Teal Marmaronetta angustirostris*. Slimbridge (United Kingdom): International Waterfowl and Wetlands Research Bureau, Special Publication No. 23. 107 p.
- Green, A. J. (1995).** – Observations of Ferruginous Duck at Sidi Bou Ghaba, Morocco. *Threatened Waterfowl Specialist Group Newsletter* 7: 18.
- Green, A. J., Fox, A. D., Hughes, B., Yarar, M. & Salathé, T. (1996).** – Threats to Burdur Lake Ecosystem, Turkey and its waterbirds particularly the White-Headed Duck *Oxyura leucocephala*. *Biological Conservation* 76: 241–252.
- Green, A. J. (1998a).** – Comparative feeding behaviour and niche organisation in a mediterranean Duck community. *Canadian Journal of Zoology* 76(3): 500–507.
- Green, A. J. (1998b).** – Habitat selection by the Marbled Teal *Marmaronetta angustirostris*, Ferruginous Duck *Aythya nyroca* and other Ducks in The Goksu Delta, Turkey in late summer. *Ecologie: La Terre et La Vie* 53: 225–243.
- Green, A. J., Fox, A. D., Hughes, B. & Hilton, G. M. (1999).** – Time-activity budgets and site selection of White-headed Ducks *Oxyura leucocephala* at Burdur Lake, Turkey in late winter. *Bird Study* 46: 62–73.
- Green, A. J. & El Hamzaoui, M. (2000).** – Diurnal behaviour and habitat use of nonbreeding Marbled Teal, *Marmaronetta angustirostris*. *Canadian Journal of Zoology* 78: 2112–2118.
- Green, A. J., El Hamzaoui, M., El Agbani, M. A. & Franchimont, J. (2002).** – The conservation status of Moroccan wetlands with particular reference to waterbirds and to changes since 1978. *Biological Conservation* 104: 71–82.

- Green, A. J. & El Hamzaoui, M. (2006).** – Interspecific associations in habitat use between Marbled teal and other waterbirds wintering at Sidi Boughaba, Morocco. *Ardeola* 53: 99–106.
- Grimmet, G. R. I. & Jones, T. A. (1989).** – *Important bird areas in Europe*. Cambridge (England): International Council for Bird Preservation, Technical Publication 9. 866 p.
- Grishanov, D. (2006).** – Conservation problems of migratory waterfowl and shorebirds and their habitats in the Kaliningrad Region of Russia. Pp. 356. *In*: Boere, G., Galbraith, C. & Stroud, D. (eds.). *Waterbirds around the world*. Edinburgh (United Kingdom): The Stationary Office. 960 p.
- Guillemain, M., Fritz, H. & Guillon, N. (2000).** – Foraging behavior and habitat choice of wintering Northern Shoveler in a major wintering quarter in France. *Waterbirds* 23: 355–363.
- Guillemain, M. & 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. & Fritz, H. (2002).** – Feeding methods, visual fields and vigilance in dabbling ducks (Anatidae). *Functional Ecology* 16: 522–530.
- Gutiérrez, R. & Figuerola, J. (1997).** – Estimating the size of Little Grebe (*Tachybaptus ruficollis*) breeding populations. *Ardeola* 44: 157–161.
- Gwiazda, R. (1997).** – Foraging ecology of the Great Crested Grebe (*Podiceps cristatus L.*) at a mesotrophic-eutrophic Reservoir. *Hydrobiologia* 353: 39–43.
- Hamdi, N. & Charfi, F. (2012).** – Impact des aménagements hydro-agricoles sur la valeur ornithologique du Parc National Ichkeul (Tunisie). *Alauda* 80: 57–64.
- Hamilton, A. J., Taylor, I. R. & Hepworth, G. (2002).** – Activity budgets of waterfowl (Anatidae) on a waste-stabilisation pond. *EMU* 102: 171–179.
- Hanzák, J. (1952).** – The Great Crested Grebe, its ecology and economic significance. *Acta Mus. Nat. Prague* 8 B: 3–37.
- Haouam, L. (2003).** – Ecologie et reproduction des Rallidés de la Numidie. Thèse d'ingénieur d'état. Université Badji Mokhtar, Annaba (Algérie). 107 p.
- Haramis, G. M., Nichols, J. D., Pollock, K. H. & Hines, J. E. (1986).** – The relationship between body mass and survival of wintering canvasbacks. *Auk* 103: 506–514.
- Haramis, G. M., Jorde, D. G., Macko, S. A. & Walker, J. L. (2001).** – Stable-isotope analysis of Canvasback winter diet in Upper Chesapeake Bay. *Auk* 118: 1008–1017.
- Harris, A., Tucker, L. & Vinicombe, K. (1992).** – *Identifier les oiseaux. Comment éviter les confusions*. Paris (France) : Delachaux Et Niestlé. 223 p.
- Harrisson, T. H. & Hollom, P. A. D. (1932).** – The Great Crested Grebe enquiry, 1931 (Part III). *British Birds* 26: 142–155.
- Hartley, P. H. T. (1933).** – Field notes on the Little Grebe. *British Birds* 27: 82–86.

- Havera, S. P., Boens, L. R., Georgi, M. M. & Shealy, R. T. (1992).** – Human disturbance of waterfowl on Cacique Pool, Mississippi River. *Wildlife Society Bulletin* 20: 290–298.
- Heath, J. P., Montevecchi, W. A. & Robertson, G. J. (2008).** – Allocating foraging effort across multiple time scales: behavioral responses to environmental conditions by Harlequin ducks wintering at Cape St. Mary's, Newfoundland. *Waterbirds* 31: 71–80.
- Heim De Balsac, H. & Mayaud, V. (1962).** – *Les oiseaux du Nord-Ouest de l'Afrique : Distribution géographique, écologie, migration, reproduction*. Paris (France): Lechevalier. 486 p.
- Heinzel, H., Fitter, R. & Parslow, J. (2004).** – *Guide Heinzel des oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient*. Paris (France) : Delachaux et Niestlé. 384 p.
- Heitmeyer, M. E., & Fredrickson, L. H. (1981).** – Do wetland conditions in the Mississippi Delta Hardwoods influence mallard recruitment? *Transactions of the North American Wildlife and Natural Resources Conference* 46:44–57.
- Heredia, B., Rose, L. & Painter, M. (1996).** – *Globally threatened birds in Europe. Action plans*. Strasbourg (France): Council of Europe. 408 p.
- Hill, D. A. & Ellis, N. (1984).** – Survival and age related changes in the foraging behaviour and time budget of Tufted Ducklings *Aythya fuligula*. *Ibis* 126: 544–550.
- Hockin, D., Ounsted, M., Gormant, M., Hillt, D., Kellert, V. & Barker, M. A. (1992).** – Examination of the effects of disturbance on birds with reference to its importance in ecological assessments. *Journal of Environmental Management* 36: 253–286.
- Hoek, D., Ibrahim, H. & Noby, K. (2010).** – Ferruginous Duck *Aythya nyroca*, a new breeding species for Egypt in a temporary artificial wetland near Aswan. *Sandgrouse* 32(2): 163–166.
- Hohman, W. L. (1984).** – Diurnal time-activity budgets for Ring-Necked Ducks wintering in Central Florida. *Proceedings of The Annual Conference of The Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies* 38:158–164.
- Hohman, W. L. & Rave, D. P. (1990).** – Diurnal time activity budgets of wintering Canvasbacks in Louisiana. *Wilson Bulletin* 102: 645–654.
- Hohman, W. L. & Weller, M. W. (1994).** – Body mass and composition of Ring-Necked Ducks Wintering in Southern Florida. *Wilson Bulletin* 106: 494–507.
- Hollis, T. (1992).** – The causes of wetland loss and degradation in the Mediterranean. Pp. 83–90. *In*: Finlayson, M., Hollis, T. & Davis, T. (eds). *Managing Mediterranean wetlands and their birds*. Slimbridge Gloucester (England): International Waterfowl and Wetlands Research Bureau (IWRB). 285 p.
- Hoppe, R. T., Smith, L. M. & Wester, D. B. (1986).** – Foods of wintering diving ducks in South Carolina. *Journal of Field Ornithology* 57: 126–133.

- Houhamdi, M. & Samraoui, B. (2001).** – Diurnal time budget of wintering Teal *Anas crecca* at Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Wildfowl* 52: 87–96.
- Houhamdi, M. (2002).** – Ecologie des peuplements aviens du Lac des Oiseaux. Thèse de doctorat d'état. Université Badji Mokhtar, Annaba (Algérie). 146 p.
- Houhamdi, M. & Samraoui, B. (2002).** – Occupation spatio-temporelle par l'avifaune aquatique du Lac des oiseaux (Algérie). *Alauda* 70: 301–310.
- Houhamdi, M. & Samraoui, B. (2003).** – Diurnal behaviour of wintering Wigeon *Anas penelope* at Lac Des Oiseaux, Northeast Algeria. *Wildfowl* 54: 51–62.
- Houhamdi, M. & Samraoui, B. (2008).** – Diurnal and nocturnal behaviour of Ferruginous Duck *Aythya nyroca* at Lac Des Oiseaux, Northeast Algeria. *Ardeola* 55: 59–69.
- Hulme, M., Doherty, R., Ngara, T., New, M. & Lister, D. (2001).** – African climate change: 1900–2100. *Climate Research* 17(2): 145–168.
- Hume, R. A. (1976).** – Reactions of Goldeneyes to Boating. *British Birds* 69: 178–179.
- Hurtrez-Boussès, S., Renaud, F., Blondel, J., Perret, P. & Galan, M. J. (2000).** – Effects of ectoparasites of young on parents' behavior in a Mediterranean population of blue tits. *Journal of Avian Biology* 31: 266–269.
- Hutto, R. L. (1985).** – Habitat selection by non-breeding migratory land birds. Pp. 455–476. In: Cody, M. L. (eds.). *Habitat Selection in Birds*. London (England): Academic Press. 558 p.
- Huxley, J. S. (1914).** – The courtship habits of the Great crested grebe (*Podiceps cristatus*), with an addition to the theory of sexual selection. *Proceedings of the Zoological Society of London* 84 (3): 491–562.
- Iborra, O., Dhermain, F. & Vidal, P. (1991).** – L'hivernage du Grèbe à cou noir *Podiceps nigricollis* sur l'étang de Berre (Bouches-Du-Rhone). *Alauda* 59: 195–205.
- Isemann, P. & Moali, A. (2000).** – *Oiseaux d'Algérie*. Paris (France) : Société d'Etudes Ornithologiques De France. 336 p.
- Isemann, P., Gaultier, T., El-Hili, A., Azafzaf, H., Dlensi, H. & Smart, M. (2005).** – *Oiseaux de Tunisie*. Paris (France) : Société d'Etudes Ornithologiques De France. 432 p.
- Islam, Z. U. (2003).** – Ferruginous Duck in India. Pp. 104–113. In: Petkov, N., Hughes, B. & Gallo-Orsi, U. (eds.). Ferruginous Duck: From research to conservation. International Meeting Proceedings. Sofia (Bulgaria), 11–14 October 2002. Conservation Series No 6. Sofia (Bulgaria): Birdlife International, Bulgarian Society for The Protection of Birds - Threatened Waterfowl Specialists Group. 144 p.
- Jacob, J. P., Ledant, J. P. & Hily, C. (1979).** – Les oiseaux d'eau du marais de Réghaia. Séminaire international d'avifaune algérienne. Ecole Nationale d'Agronomie (INA). El Harrach, Alger (Algérie). 14 p.

- Jacob, J. P. & Jacob, A. (1980).** – Nouvelles données sur l'avifaune du lac de Boughzoul (Algérie). *Alauda* 48: 209–219.
- Jehl, J. R. Jr. (1988).** – Biology of the Eared Grebe and Wilson's Phalarope in the nonbreeding season: A study of adaptations to saline lakes. *Studies in Avian Biology* 12: 1–74.
- Jehl, J. R. Jr. (1990).** – Field estimates of energetics in migrating and downed Black-necked grebes. *Journal of Avian Biology* 24: 63–68.
- Jehl, J. R. Jr. & Johansson, C. (2002).** – Autumnal migration of Eared Grebes (*Podiceps nigricollis*) through southwestern Wyoming : a key to assessing the size of the north american population. *Western North American Naturalist* 62(3): 335–340.
- Jehl, J. R. Jr. & McKernan, R. L. (2002).** – Biology and migration of Eared Grebes at the Salton Sea. *Hydrobiologia* 473: 245–253.
- Jehl, J. R. Jr. & Henry, A. E. (2010).** – The postbreeding migration of Eared Grebes. *The Wilson Journal of Ornithology* 122(2): 217–22.
- Jensen, W. I. & Cotter, S. E. (1976).** – An outbreak of erysipelas in Eared Grebes (*Podiceps nigricollis*). *Journal of Wildlife Diseases* 12: 583–586.
- Joleaud, L. (1936).** – *Etude géographique de la région de Bône et la Calle. Bulletin du Service de la Carte Géologique de l'Algérie. 2^{ème} série stratigraphique - Descriptions régionales.* Alger (Algérie): la Typo-Litho et Jules Carbonel. 185p.
- Jones, J. J. & Drobney, R. D. (1986).** – Winter feeding ecology of Scaup and Common Goldeneye in Michigan. *Journal of Wildlife Management* 50: 446–45.
- Jónsson, J. E. & Afton, A. D. (2006).** – Different time and energy budgets of Lesser Snow Geese in rice-prairies and Coastal Marshes in Southwest Louisiana. *Waterbirds* 29: 451–458.
- Jorde, D. G. & Owen, R. B. Jr. (1988).** – The need for nocturnal activity and energy budgets of waterfowl. Pp. 169–180. In: Weller, M. W. (eds.). *Waterfowl in winter.* Minneapolis (United States): The University of Minnesota Press. 648 p.
- Kahl, R. (1991).** – Boating disturbance of Canvasbacks during migration at Lake Poygan, Wisconsin. *Wildlife Society Bulletin* 19: 242–249.
- Kaminski, R. M. & Gluesing, E. A. (1986).** – Density and habitat-related recruitment in Mallards. *Journal of Wildlife Management* 51: 141–148.
- Karr, J. R. & Roth, R. R. (1971).** – Vegetation structure and avian diversity in several New ward areas. *American Naturalist* 105: 423–435.
- Kashkarov, D. & Mukhina, E. (1997).** – Status of the Ferruginous Duck in Uzbekistan. *The bulletin of the Threatened Waterfowl Specialist Group News* 10: 21–24.
- Kear, J. (2005).** – *Ducks, Geese and Swans. Volume 2: Species accounts (Cairina to Mergus).* Oxford (United Kingdom): Oxford University Press. 908 p.

- Keller, V. (1989).** – Egg-covering behavior by Great Crested Grebes *Podiceps cristatus*. *Ornis Scandinavica* 20: 129–131.
- Kendeigh, S. C., Dol'nik, V. R. & Gavrilov, V. M. (1977).** – Avian energetics. Pp. 129–204. In: Kendeigh, S. C. & Pinowski, J. (eds.). *Granivorous birds in ecosystems*. Cambridge (United Kingdom): Cambridge University Press. 431 p.
- Kérautret, L. & Tombal, J. C. (1996).** – Grèbe à cou noir. Les Oiseaux de la région Nord Pas-de-Calais. Effectifs et distribution des espèces nicheuses. Période 1985-1995. *Le Héron* 29(1): 336 p.
- Khammar, C. (1981)** – Contribution à l'étude hydrogéologique de la vallée de l'Oued-Kébir Ouest : Wilaya de Skikda (Algérie). Thèse de Doctorat. Université Joseph Fourier, Grenoble (France). 176 p.
- King, J. R. (1974).** – Seasonal allocation of time and resources in birds. Pp. 4–85. In: Paynter, R. A. (eds.). *Avian energetics*. Publications of the Nuttall Ornithological Club, No. 15. Cambridge, Massachusetts (United States): Nuttall Ornithological Club.
- King, J. R. (1980).** – Energetics of avian moult. *Proceedings of The International Ornithological Congress* 17: 312–31.
- King, J. R. & Murphy, M. E. (1985).** – Periods of nutritional stress in the annual cycles of endotherms: Fact or Fiction? *American Zoologist* 25:955–964.
- King, J. R. & Murphy, M. E. (1992).** – Energy and nutrient use during moult by White-Crowned Spar- Row *Zonotrichia Leucophrys Gambelii*. *Ornis Scandinavica* 23:304–313.
- Koller, E. (2004).** – *Traitement des pollutions industrielles: Eau, air, déchets, sols, boues* (3^{ème} Édition). Paris (France): Dunod. 424 p.
- Konter, A. (2001).** – *Grebes of our world*. Barcelona (Spain): Lynx Edicions. 187 p.
- Konter, A. (2004).** – Caring for the off-Spring with changing water levels in *Tachybaptus ruficollis*. *Regulus Wissenschaftliche Berichte* 20: 1–7.
- Konter, A. (2007).** – Zur Brutnachbarschaft von Haubentaucher *Podiceps cristatus* und Blässhuhn *Fulica atra*. *Regulus* 22: 20-29
- Konter, A. (2008a).** – *Colonial nesting in the Great Crested Grebe Podiceps cristatus (Linné 1758). Research Results from a Colony on the Dutch IJsselmeer in Comparison to Other Studies on Colonial Nesting in the Species*. Luxembourg: Ferrantia 56, Musée national d'histoire naturelle. 121 p.
- Konter, A. (2008b).** – Seasonal evolution of colonial breeding in the Great Crested Grebe *Podiceps cristatus*: a four years' study at Lake IJssel. *Ardea* 96(1): 13–24.
- Konter, A. (2011).** – Seasonal patterns of aggressiveness in colonial Great Crested Grebes *Podiceps cristatus*. *Ardea* 99: 85–92.

- Korschgen, C. R., George, L. S. & Green, W. L. (1985).** – Disturbance of diving ducks on a migrational staging area. *Wildlife Society Bulletin* 13: 290–296.
- Krams, I. (2000).** – Length of feeding day and body weight of great tits in a single- and a two-predator environment. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 48: 147–153.
- Krebs, C. J. (2001).** – *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. New York (United States) : Benjamin Cummings. p 695.
- Krebs, J. R. & Davies, N. B. (1987).** – *An introduction to behavioral ecology (2nd edition)*. Cambridge (United Kingdom): Blackwell Scientific Publications. 389 p.
- Kruuk, H., Gilmerreen, U. & Ouwkerk, E. (1985).** – The effects of depth on Otter Foraging in the sea. Pp. 112–115. *In: Institute for Terrestrial Ecology Annual Report 1984*. Abbots Ripton (England): Natural Environment Research Council. 156 p.
- Lamotte, J., & Bourrelrière, A. (1969).** – *Problems of ecology: The sampling of the animal populations in the terrestrial environments*. Paris (France) : Masson. 304 p.
- Lardjane-Hamiti, A. (2013).** – Ethologie et biologie de la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* (Guldenstadt, 1770) et du Fuligule milouin *Aythya ferina* (Linnaeus, 1758) dans la réserve naturelle du lac de Reghaia. Thèse de Doctorat. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou (Algérie). 163 p.
- Lazli, A. (2011).** – Contribution à la connaissance de l'écologie et de la biologie de reproduction de l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* et du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du lac Tonga. Thèse de Doctorat. Université Abderrahmane Mira, Béjaïa (Algérie). 123 p.
- Le Berre, M. & Rostan, J. C. (1977).** – Inventaire de l'avifaune d'une zone de mise en valeur agricole dans le Constantinois. *Bulletin de la Société d'histoire naturelle d'Afrique du Nord* 67: 243–270.
- Le Fur, R. (1984).** – Notes d'ornithologie saharienne. *Alauda* 52: 309–310.
- Leopold, A. (1933).** – *Game management*. New York (United states): Charles Scribner's Sons. 481 p.
- Leuzinger, H. (2010).** – Tauchentenhybriden Mit Beteiligung Der Moorente *Aythya nyroca* Auf Kleingewässern Bei Frauenfeld (Kanton Thurgau). *Ornithologische Beobachter* 107(1): 51–56.
- Llimona, F., Del Hoyo, J., Christie, D. A., Jutglar, F. & Kirwan, G. M. (2014a).** – Great Crested Grebe (*Podiceps cristatus*). *In: Del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D. A. & De Juana, E. (eds.). Handbook of the birds of the world alive*. Barcelona (Spain): Lynx Edicions.
- Llimona, F., Del Hoyo, J., Christie, D. A., Jutglar, F., Garcia, E. F. J. & Kirwan, G. M. (2014b).** – Little Grebe (*Tachybaptus ruficollis*). *In: Del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & De Juana, E. (eds.). Handbook of the birds of the world alive*. Barcelona (Spain):Lynx Edicions.

- Llimona, F., Del Hoyo, J., Christie, D. A., Jutglar, F. & Kirwan, G. M. (2015).** – Black-Necked Grebe (*Podiceps nigricollis*). In: Del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D. A. & De Juana, E. (eds.). *Handbook of the birds of the world alive*. Barcelona (Spain): Lynx Edicions.
- Losange. (2007).** – *Oiseaux De France*. Chamalières (France): Artemis Editions. 144 p.
- Losito, M. P., Mirarchi, E. & Baldassare, G. A. (1989).** – New techniques for timing activity studies of avian flocks in view-restricted habitats. *Journal of Field Ornithology* 60: 388–396.
- Maazi, M. C. (2009).** – Eco-éthologie des Anatidés hivernants dans l'étang de Timerganine (Ain Zitoune, Wilaya d'Oum El-Bouaghi). Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba (Algérie). 132 p.
- Mac Arthur, R. H., Mac Arthur, J. W. & Preer, J. (1961).** – On bird species diversity. Prediction of bird census from habitat measurements. *The American Naturalist* 96 (888): 167–174.
- Madge, S. & Burn, H. (1988).** – *Wildfowl: An identification guide to the Ducks, Geese and Swams of the World*. London (United Kingdom): Christopher Helm. 298 p.
- Marchant, S. & Higgins, P. J. (1990).** – *Handbook of Australian, New Zealand and Antarctic Birds, 1: Ratites to Ducks*. Melbourne (Australia) : Oxford University Press. 735 p.
- Maréchal, C. (1993).** – Caractéristiques du nid et du site de nidification chez le Grèbe huppé (*Podiceps cristatus*). Influence sur le succès des éclosions. *Cahiers d'Ethologie* 13(1): 1–34.
- Martin, T. E. (1987).** – Food as a limit on breeding birds: a life history perspective. *Annual Review of Ecology and Systematic* 18: 453–487.
- Mayache, B. (2008).** – Inventaire et étude écologique de l'avifaune aquatique de l'éco-complexe de zones humides de Jijel (Algérie). Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba (Algérie). 132 p.
- Mayache, B., Houhamdi, M. & 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). *European Journal of Scientific Research* 21(1): 104–119.
- Mayhew, P. (1985).** – The feeding ecology and behaviour of Wigeon *Anas penelope*. PhD thesis. University of Glasgow, Scotland (United Kingdom). 241 p.
- Mayhew, P. (2006).** – *Discovering evolutionary ecology: Bringing together ecology and evolution*. New York (United States): Oxford, University Press. p 215.
- Mcneil, R., Drapeau, P. & Goss-Custard, J. D. (1992).** – The occurrence and adaptive significance of nocturnal habits in waterfowl. *Biological Review* 67: 381–419.
- MEEDDAT – MNHN. (2009a).** – Fiche projet « Fuligule nyroca *Aythya nyroca* ». Cahiers d'Habitat « Oiseaux ». Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire/Museum National d'Histoire Naturelle. 4 p.

- MEEDDAT – MNHN. (2009b).** – Fiche projet « Grèbe à cou noir *Podiceps nigricollis* ». Cahiers d'Habitat « Oiseaux ». Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire/Museum National d'Histoire Naturelle. 4 p.
- MEEDDAT – MNHN. (2009c).** – Fiche projet « Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* ». Cahiers d'Habitat « Oiseaux ». Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire/Museum National d'Histoire Naturelle. 4 p.
- MEEDDAT – MNHN. (2009d).** – Fiche projet « Grèbe huppé *Podiceps cristatus* ». Cahiers d'Habitat « Oiseaux ». Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire/Museum National d'Histoire Naturelle. 4 p.
- Melville, D. S. & Shortridge, K. F. (2006).** – Migratory waterbirds and avian influenza. In the East Asian-Australasian flyway with particular reference to the 2003–2004 H5N1 Outbreak. Pp. 432–438. In: Boere, G., Galbraith, C. & Stroud, D. (eds.). *Waterbirds around the world*. Edinburgh (United Kingdom): The Stationary Office. 960 p.
- Merzoug, A., Bara, M. & Houhamdi, M. (2015).** – Diurnal time budget of Gadwall *Anas strepera* in Guerbes-Sanhadja Wetlands (Skikda, Northeast Algeria). *Zoology and Ecology* 25 (2): 101–105.
- Merzoug, S. E. (2015).** – Structure du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* dans les zones humides du littoral Est de l'Algérie : Statut et description des habitats. Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou (Algérie). 145 p.
- Merzoug, S. E., Amor Abda, W., Belhamra, M. & Houhamdi, M. (2014).** – Eco-ethology of the wintering Ferruginous Duck *Aythya nyroca* (Anatidae) in Garaet Hadj-Tahar (Guerbes-Sanhadja, Northeast of Algeria). *Zoology and Ecology* 24(4): 297–304.
- Metallaoui, S. & Houhamdi, M. (2008).** – Données préliminaires sur l'avifaune aquatique de la Garaet Hadj-Tahar (Skikda, Nord-Est algérien). *African Bird Club Bulletin* 15: 71–76.
- Metallaoui, S., Atoussi, S., Merzoug, A. & Houhamdi, M. (2009).** – Hivernage de l'Érismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) dans Garaet Hadj-Tahar (Skikda, Nord-Est de l'Algérie). *Aves* 46: 136–140.
- Metallaoui, S. & Merzoug, A. (2009).** – Observation hivernale de la Nette rousse *Netta rufina* près de Skikda (Algérie). *Alauda* 77(1): 57.
- Metallaoui, S. (2010).** – Ecologie de l'avifaune aquatique hivernante dans Garaet Hadj-Tahar (Numidie occidentale, Nord-Est de l'Algérie). Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba (Algérie). 180 p.
- Metallaoui, S., Dziri, H., Bourenne, M. & Benguiba, M. (2013).** – Valeurs ornithologiques des zones humides de l'éco-complexe de Guerbes-Sanhadja (Skikda, Nord-Est de l'Algérie). *Bulletin of The Mediterranean Waterbirds* 1: 9–17.

- Metallaoui, S., Maazi, M. C., Saheb, M., Houhamdi, M. & Barbraud, C. (2014).** – A comparative study of the diurnal behaviour of the Northern Shoveller (*Anas clypeata*) during the wintering season at Garaet Hadj-Tahar (North-East Algeria) and Garaet Timerganine (Algerian Highlands). *Turkish Journal of Zoology* 38: 158–167.
- Metzmacher, M. (1979).** – Les oiseaux de la Macta et de sa région (Algérie). Non Passereaux. *Aves* 16: 89–123.
- Meziane, N. Samraoui, F. & Samraoui, B. (2014).** – Status and diurnal activity budget of non-breeding White-headed Ducks *Oxyura leucocephala* in Algeria. *Ostrich* 85 (2): 177–184.
- Michot, T. C. & Chadwick, P. C. (1994).** – Winter biomass and nutrient values of three Seagrass species as potential foods for Redheads (*Aythya americana eyton*) in Chandeleur Sound, Louisiana. *Wetlands* 14: 276–283.
- Michot, T. C., Moser, E. B. & Norling, W. (1994).** – Effect of weather and tides on feeding and flock positions of Redheads wintering in the Chandeleur Sound, Louisiana. *Hydrobiologia* 279/280, 263–278.
- Miquet, A. (1996).** – Régime alimentaire des Fuligules hivernants sur le Léman français. *Nos Oiseaux* 43: 513–515.
- Mittelhauser, G. H. (2000).** – The winter ecology of Harlequin Ducks in Coastal Maine. Msc Thesis. University of Maine, Orono, Maine (United States). 131 p.
- Mittermeier, R. A., Gil, P. R., Hoffmann, M., Pilgrim, J., Brooks, T., Mittermeier, C. G., Myserud, A. & Ims, R. A. (1998).** – Functional responses in the habitat use: availability influences relative use in trade-off situations. *Ecology* 79(4): 1435–1441.
- Moali, A. (1999).** – Déterminisme écologique de la distribution biologique des populations des Oiseaux nicheurs en Kabylie. Thèse de Doctorat d'Etat. Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou (Algérie). 285 pages.
- Mohan, D. & Gaur, A. (2008).** – Avian diversity around Jajiwai Pond - a natural wetland. Pp 542–546. In: Sengupta, M. & Dalwani, R. (eds.). Proceedings of Taal 2007: 12th World Lake Conference. Jaipur (India), 29th October – 2nd November. 1793 p.
- Moskal, J. & Marszalek, J. (1986).** – Effect of habitat and nest distribution on the breeding success of the Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* on Lake Zarnowieckie. *Acta Ornithologica* 22: 147 – 158.
- Moss, D. & Moss, G. M. (1993).** – Breeding biology of the Little Grebe *Tachybaptus ruficollis* in Britain and Ireland. *Bird Study* 40: 107–114.
- Mullarney, K., Svensson, L., Zetterström, D., Peter, J. & Grant, J. (2007).** – *Guide ornitho, les 848 espèces d'Europe en 4000 dessins*. Paris (France): Delachaux et Nestlé. 399 p.

- Muzaffar, S. B. (2004).** – Diurnal time-activity budgets in wintering Ferruginous Pochard *Aythya nyroca* in Tanguar Haor, Bangladesh. *Forktail* 20: 25–27.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A. B. & Kent, K. (2000).** – Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403(6772): 853–858.
- Narver, D. W. (1970).** – Diel vertical movements and feeding of under-yearling sockeye salmon and the limnetic zooplankton in Babine Lake, British Columbia. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 27(2): 281–316.
- Navarro, J. D. & Robledano, F. (1995).** – *La Cerceta Pardilla Marmaronetta Angustirostris en Espana*. Madrid (Espagne): ICONA-MAPA Colección Técnica. 175 p.
- Nergiz, H., Tabur, M. A. & Ayvaz, Y. (2013).** – Microhabitat use and diurnal time-activity budgets of White-Headed Ducks (*Oxyura leucocephala scopoli*, 1769) wintering at Burdur Lake, Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 16: 739–742.
- Newton, I. (1998).** – *Population limitation in birds*. London (England): Academic Press. 597 p.
- Nilsson, L. (1970).** – Food seeking activity of South Swedish Diving Ducks in the non-breeding season. *Oikos* 21: 145–154.
- Njeri, T. & Kinyamario, J. (2012).** – Avian habitat use and activity budgets in a rare endangered tourist site: Case study of Lake Ol’Bolossat Basin, Kenya. *Journal of Hospitality Management and Tourism* 3(2): 32–38.
- Nouidjem, Y., Saheb, M., Mayache, B., Bensaci, E., Bouzegag, A., Maazi, M. C. & Houhamdi, M. (2012).** – Le Tadorne casarca *Tadorna ferruginea* dans la vallée de Oued Righ (Sahara algérien). *Alauda* 80(4): 301–306.
- Ntiamoa-Baïdu, Y., Piersma, T., Wiersma, P., Poot, M., Battley, P. & Gordon, E. (1998).** – Water depth selection, diel feeding routines and diets of waterbirds in coastal lagoons in Ghana. *Ibis* 140: 89–103.
- Nummi, P. & Poysa, H. (1993).** – Habitat associations of Ducks during phases of the breeding season. *Ecography* 16: 319–328.
- O’Donnel, C. & Fjeldså, J. (1997).** – *Grebes status survey and conservation action plan*. Union Internationale Pour La Conservation De La Nature/Species Survival Commission Grebe Specialist Group. Gland (Switzerland) and Cambridge (United Kingdom): International Union for Conservation of Nature, IUCN. 66 p.
- ONEDD. (2012).** – Observation National de l’Environnement et de Développement Durable de Skikda.
- Odonoghue, M. & Krebs, C. J. (1992).** – Effects of supplemental food on snowshoe hare reproduction and juvenile growth at a cyclic population peak. *Journal of Animal Ecology* 61: 631–641.

- Ogilvie, M. & Rose, C. (2003).** – *Grebes of the world*. Uxbridge (United Kingdom): Bruce Coleman. 112 p.
- Olsson, O., Wiktander, U., Malmqvist, A. & Nilsson, S. G. (2001).** – Variability of patch type preferences in relation to resource availability and breeding success in bird. *Oecologia* 127 : 435–443.
- Oró, D. (1991).** – Cens de Cabussets (*Tachybaptus ruficollis*) nidificants Al Delta De l'Ebre. *Butlletí Parc Natural Delta De L'Ebre* 6: 30–33.
- Ozenda, P. (1982).** – *Les végétaux dans la biosphère*. Paris (France): Doin. 431 p.
- Paulus, S. L. (1982).** – Feeding ecology of Gadwalls in Louisiana in winter. *The Journal of Wildlife Management* 46:71–79.
- Paulus, S. L. (1984).** – Activity budgets of nonbreeding Gadwalls in Louisiana. *The Journal of Wildlife Management* 48 (2): 371-380.
- Paulus, S. L. (1988).** – Time-activity budgets of non-breeding Anatidae: a review. Pp. 135–152. In: Weller, M. W. (eds.). *Waterfowl in winter*. Minneapolis (United States): University of Minnesota Press. 648 p.
- Pearson, T. H. (1968).** – The feeding ecology of Sea Bird species breeding on the Farne Island, Northumberland. *Journal of Animal Ecology* 37: 521–552.
- Pedroli, J. C. (1982).** – Activity and time budget of Tufted Ducks on Swiss Lakes during winter. *Wildfowl* 33:105–112.
- Pehrsson, O. (1987).** – Effects of body condition on molting in Mallards. *The Condor* 89: 329–339.
- Perrins, C. (1974).** – *Birds of Britain and Europe*. Glasgon (United Kingdom): First university of Texas. 360 p.
- Petkov, N. (1998).** – Studies on the Ferruginous Duck in Bulgaria. *Threatened Waterfowl Specialist Group Newsletter* 11: 14–19.
- Petkov, N. (2000).** – Population trends of breeding Ferruginous Duck in Bulgaria. *The bulletin of the Threatened Waterfowl Specialist Group News* 12: 44–49.
- Petkov, N. & Mittev, D. (2001).** – Ferruginous Ducks at Durankulak Lake Complex, Bulgaria, 1995–2001. *Threatened Waterfowl Specialist Group Newsletter* 13: 49–55.
- Petkov, N. (2003).** – Ferruginous Duck habitat characteristics and daily activity rhythm in Bulgaria. Pp. 122–129. In: Petkov, N., Hughes, B. & Gallo-Orsi, U. (eds.). *Ferruginous Duck: From research to conservation*. International Meeting Proceedings. Sofia (Bulgaria), 11–14 October 2002. Conservation Series No 6. Sofia (Bulgaria): Birdlife International, Bulgarian Society for The Protection of Birds - Threatened Waterfowl Specialists Group. 144 p.

- Petkov, N., Hughes, B. & Gallo-Orsi, U. (2003).** – Ferruginous Duck: From Research To Conservation. International Meeting Proceedings, 11–14 October 2002, Sofia, Bulgaria. Conservation Series (No. 6). Birdlife International & Bulgarian Society For The Protection Of Birds - Threatened Waterfowl Specialists Group, Sofia. 144 p.
- Petkov, N. (2004).** – Comparative study on the ecological requirements of the Ferruginous Duck *Aythya nyroca* and Pochard *Aythya ferina* during breeding season in Bulgaria. Phd Thesis. Central Laboratory of General Ecology at The Bulgarian Academy Of Sciences, Sofia (Bulgaria). 220 p.
- Petkov, N. (2006).** – The importance of extensive fishponds for Ferruginous Duck *Aythya nyroca* conservation. Pp. 733–734. In: Boere, G., Galbraith, C. & Stroud, D. (eds.). *Waterbirds around the world*. Edinburgh (United Kingdom): The Stationary Office. 960 p.
- Petkov, N. (2012).** – Habitat characteristics assessment of the wetlands with breeding Ferruginous Duck *Aythya nyroca* and Pochard *A. ferina* in Bulgaria. *Acrocephalus* 32(150/151): 127–134.
- Piersma, T. (1988a).** – Breast muscle atrophy and constraints on foraging during the flightless period of wing moulting Great Crested Grebes *Podiceps Cristatus*. *Ardea* 76: 96–106.
- Piersma, T. (1988b).** – Morphological variation in a European population of Great Crested Grebes *Podiceps cristatus* in relation to age, sex and season. *Journal für ornithologie*. 129(3): 299–316.
- Piersma, T. (1988c).** – The annual molt cycle of Great Crested Grebes. *Ardea* 76: 82–95.
- Piersma, T., Lindeboom, R. & van Eerden, M. R. (1988).** – Foraging rhythm of Great Crested Grebes *Podiceps cristatus* adjusted to diel variations in the vertical distribution of their prey *Osmerus eperlanus* in a shallow eutrophic lake in The Netherlands. *Oecologia* 76: 481– 486
- Piette, V. & Ruwet, J. C. (1990).** – Profils comportementaux, individuels et de couples, au sein d'une population nidificatrice de Grèbes huppés *Podiceps cristatus* L. *Cahiers d'Ethologie appliquée* 10(1): 1–86.
- Pirot, J. Y. (1981).** – Partage alimentaire et spatial des zones humides camarguaises par cinq espèces de canards de surface en hivernage et en transit. Thèse de doctorat. Université Pierre et Marie Curie, Paris (France). 135p.
- Pirot, J. Y., Chessel, D. & Tamisier, A. (1984).** – Exploitation alimentaire des zones humides de Camargue par cinq espèces de canards de surface en hivernage et en transit: modélisation spatio-temporelle. *Ecologie :La Terre et La Vie* 39: 167–192.
- Pirot, J. Y. & Pont, D. (1987).** – Le Canard souchet *Anas clypeata* L. hivernant en Camargue : alimentation, comportement et dispersion nocturne. *Ecologie : Terre et Vie* 42: 59–79.
- Potiez, D. (2004).** – Fiche technique : le Fuligule nyroca. *Chronique d'avifauna* 10: 37.
- Poulin, B. & Lefebvre, J. (1997).** – Estimation of Arthropds available to birds: Effect of trapping technique, prey distribution and bird diet. *Journal of Field Ornithology* 68: 426–442.

- Poynt, J. E. (1994).** – Abundance and feeding of wintering and migrating aquatic birds in two sampling areas of Lake Balaton in 1983–1985. *Hydrobiologia* 279: 63–69.
- Pöysä, H. (1983).** – Morphology-mediated niche organization in a guild of dabbling ducks. *Ornis Scandinavica* 14: 317–326.
- Prestt, I. & Jefferies, D. J. (1969).** – Winter numbers, breeding success, and organochlorine residues in the Great Crested Grebe in Britain. *Bird Study* 16(3): 168–185.
- Puzovic, S. & Tucakov, M. (2003).** – Overview of the Ferruginous Duck in Serbia. Pp. 56–61. In: Petkov, N., Hughes, B. & Gallo-Orsi, U. (eds.). Ferruginous Duck: From research to conservation. International Meeting Proceedings. Sofia (Bulgaria), 11–14 October 2002. Conservation Series No 6. Sofia (Bulgaria): Birdlife International, Bulgarian Society for The Protection of Birds - Threatened Waterfowl Specialists Group. 144 p.
- Quan, R. C., Wen, W. & Yang, X. (2002).** – Effects of human activities on migratory waterbirds at Lashihai Lake, China. *Biological Conservation* 108: 273–279.
- Quinn, J. L., Still, L., Carrier, M. C., Kirby, J. S. & Lambdon, P. (1996).** – Scaup *Aythya marila* numbers and Cockle *Cardium edule* fishery on the Solway firth: are they related? *Wildfowl* 47: 187–194.
- Quintana, F., Wilson, R. P. & Yorio, P. (2007).** – Dive depth and plumage air in Wettable Birds: The extraordinary case of the Imperial Cormorant. *Marine Ecology Progress Series* 334: 299–310.
- Rabosse, D. (1983).** – L'hivernage du Grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis*) en Wallonie. *Aves* (20) 3: 121–138.
- Rave, D. P. & Baldassarre, G. A. (1989).** – Activity budget of Green-Winged Teal wintering in Coastal Wetlands of Louisiana. *The Journal of Wildlife Management* 53: 753–759.
- Reeber, S. (2002).** – Problèmes d'identification posés par les hybrides de Fuligules *Aythya Sp.* en Europe de l'Ouest. *Ornithos* 9(5): 177–209.
- Reinert, S. E. & Mello, M. J. (1995).** – Avian community structure and habitat use in the Southern New England estuary. *Wetlands* 15: 9–19.
- RGPH (2008).** – Quatrième recensement général de la population et de l'habitat, commune de Benazouz. Rapport de l'Office National des Statistiques.
- Ricklefs, R. E. & Miller, G. L. (2005).** – *Ecologie*. Bruxelles (Belgique) : De Boeck & Larcier. 821 p.
- Ringelmann, J. K. (1990).** – Habitat management for molting waterfowl. *Fish and Wildlife Leaflet* 13: 1–6.
- Riservato, E., Boudot, J. P., Ferreira, S., Jović, M., Kalkman, V. J., Schneider, W., Samraoui, B. & Cuttelod, A. (2009).** – *The status and distribution of dragonflies of the*

Mediterranean Basin. Gland (Switzerland) and Malaga (Spain): International Union for Conservation of Nature (IUCN). 33 p.

Robinson, J. (2003). – A global overview of the ecology of the Ferruginous Duck. Pp. 114–121. *In*: Petkov, N., Hughes, B. & Gallo-Orsi, U. (eds.). Ferruginous Duck: From research to conservation. International Meeting Proceedings. Sofia (Bulgaria), 11–14 October 2002. Conservation Series No 6. Sofia (Bulgaria): Birdlife International, Bulgarian Society for The Protection of Birds - Threatened Waterfowl Specialists Group. 144 p.

Robinson, J. A. & Callaghan D. A. (2003). – The Ferruginous Duck as a near-threatened species : problems, causes and solutions. Pp. 138–143. *In*: Petkov, N., Hughes, B. & Gallo-Orsi, U. (eds.). Ferruginous Duck: From research to conservation. International Meeting Proceedings. Sofia (Bulgaria), 11–14 October 2002. Conservation Series No 6. Sofia (Bulgaria): Birdlife International, Bulgarian Society for The Protection of Birds - Threatened Waterfowl Specialists Group. 144 p.

Robinson, J. A. & Hughes, B. (2003a). – International Species Review: Ferruginous Duck *Aythya nyroca*. AEWA. 55 p.

Robinson, J. A. & Hughes, B. (2003b). – The global status and distribution of the Ferruginous duck. Pp. 8–17. *In*: Petkov, N., Hughes, B. & Gallo-Orsi, U. (eds.). Ferruginous Duck: From research to conservation. International Meeting Proceedings. Sofia (Bulgaria), 11–14 October 2002. Conservation Series No 6. Sofia (Bulgaria): Birdlife International, Bulgarian Society for The Protection of Birds - Threatened Waterfowl Specialists Group. 144 p.

Robinson, J. A. & Hughes, B. (2006). – International single species action plan for the conservation of the Ferruginous Duck *Aythya nyroca*. Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals (CMS) Technical Series N° 12/Agreement on the Conservation of African-Eurasian Migratory Waterbirds (AEWA) Technical Series N° 7. Bonn, Germany. 51 p.

Rodway, M. S. (1998). – Activity patterns, diet and feeding efficiency of Harlequin Ducks breeding in Northern Labrador. *Canadian Journal of Zoology* 76: 902–909.

Rodway, M. S. & Cooke, F. (2002). – Use of fecal analysis to determine seasonal changes in the diet of wintering Harlequin Ducks at a Herring Spawn Site. *Journal of Field Ornithology* 73: 363–371.

Rose, P. M. & Pirot, J. Y. (1990). – The international waterfowl census in Africa. 1957–1985. Pp. 159–71. *In*: Matthews, G.V.T. (eds.). *Managing Waterfowl Populations*. Proceedings of an IWRB Symposium. Astrakhan, USSR, 2–5 Octobre 1989. Slimbridge (United Kingdom): International Waterfowl and Wetlands Research Bureau special Publication N° 12. 230 p.

- Rosenzweig, M. L. (1997).** – *Species diversity in space and time*. Cambridge (United Kingdom): Cambridge University Press. 460 p.
- Rouibi, A. (2013).** – Ecologie de la reproduction du Grèbe huppé (*Podiceps cristatus*) dans le lac Tonga (Parc national d'El-Kala). Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba (Algérie). 122 p.
- Rouibi, A., Zitouni, A., Tahar, A. & Houhamdi, M. (2013).** – Breeding ecology of the Great Crested Grebe (*Podiceps cristatus*) in Tonga Lake (Northeast Algeria). *European Journal of Scientific Research* 100: 534–541.
- Roux, F. & Jarry, G. (1984).** – Numbers, composition and distribution of populations of Anatidae wintering in West Africa. *Wildfowl* 35: 48–60.
- Royama, T. (1971).** – Evolutionary significance of a predator's response to local differences in prey density: a theoretical study. pp. 344–357. In: den Boer, P.J. & Gradwell, G. R. (eds.). *Dynamics of populations*. Wageningen (The Netherlands): Centre for Agricultural Publishing and Documentation. 611 p.
- Salonen, V. & Penttinen, A. (1988).** – Factors affecting nest predation in the Great Crested Grebe: Field observations, experiments and their statistical analysis. *Ornis Fennica* 65: 13–20.
- Samraoui, B. & De Belair, G. (1997).** – The Guerbes-Sanhadja Wetlands: Part I, Overview. *Ecologie* 28: 233–250.
- Samraoui, B. & Samraoui, F. (2008a).** – An ornithological survey of Algerian wetlands: Important Bird Areas, Ramsar sites and threatened species. *Wildfowl* 58: 71 – 96.
- Samraoui, B. & Samraoui, F. (2008b).** – The reproductive ecology of the Common Coot *Fulica arta* L. in the Hauts plateaux, northeast Algeria. *Waterbirds* 30: 133–139.
- Sánchez, M. I., Green, A. J. & Castellanos, E. M. (2006).** – Temporal and spatial variation of an invertebrate community subjected to avian predation at the Odiel salt pans (SW Spain). *Archiv für Hydrobiologie* 166: 199–223.
- Santoul, F. & Mastrorillo, S. (2004).** – Gravel pits as new wetlands for the Little Grebe *Tachybaptus ruficollis*. *Vie et Milieu* 54: 31–36.
- Saporetto, F. (2000).** – Breeding Ferruginous Duck at Palude Brabbia Regional Reserve, Northern Italy. *Threatened Waterfowl Specialist Group Newsletter* 12: 42–43.
- Schenk, H. (1970).** – Über vorkommen, salztoleranz, vergesellschaftung und mauser des schwarzhalstauchers (*Podiceps nigricollis*) auf Sardinien. *Vogelwelt* 91: 230 – 235.
- Schricke, V. (1982).** – Contribution à l'inventaire des richesses naturelles des estuaires: le stationnement hivernal des Anatidés dans l'estuaire de la Vilaine (Bretagne méridionale). *Bull. Ecol.* 13: 35–47.

- Scott, D. A. (1993).** – The Black-Necked Cranes *Grus nigricollis* of Ruergai Marshes, Sichuan, China. *Bird Conservation International* 3: 245–259.
- Scott, D. A. & Rose, P. M. (1996). – Atlas of Anatidae populations in Africa and Western Eurasia. Wageningen (Netherlands): Wetlands International Publication No. 41. 336 p.
- Sedinger, J. S. (1997).** – Adaptations to and consequences of an herbivorous diet in grouse and waterfowl. *The Condor* 99: 314–326.
- Seltzer, P. (1946).** – *Le climat de l'Algérie*. Alger (Algérie): La Typo-Litho et J. Carbonel. 219 p.
- Sharma, K. K. & Saini, M. (2012).** – Impact of anthropogenic pressure on habitat utilization by the waterbirds in Gharana Wetland (Reserve), Jammu (J&K, India). *International Journal of Environmental Sciences* 2(4): 2050–2062.
- Sih, A. & Christensen, B. (2001).** – Optimal diet theory: when does it work, and when and why does it fail? *Animal Behaviour* 61: 379–390.
- Simmons, K. E. L. (1955).** – Studies on Great Crested Grebes. *Avicultural Magazine* 61(1): 3–13, 61(2): 93–102, 61(3): 131–146, 61(4): 181–201, 61(5): 235–253, 61(6): 294–316.
- Simmons, K. E. L. (1977).** – Further studies on Great Crested Grebes, 2. Maintenance activities and routine. *Bristol Ornithological Club* 10: 175–196.
- Snow, D. W. & Perrins, C. M. (1998).** – *The Birds of the Western Palearctic Vol. 1: Non-Passerines*. Oxford (United Kingdom): Oxford University Press. 1832 p.
- Sokołowski, J. (1967).** – Perkoz dwuczubny. *Nasza Księgarnia, Warszawa* 1-83.
- Staa, R. (1998).** – Longevity of birds ringed in Europe. *Euring Newsletter* 2: 9–18.
- Stanevičius, V. (1994).** – Abundance and distribution of the Great-Crested Grebe nesting on the eutrophic lakes of South Lithuania. *Acta Ornithologica Lituanica* 9(10): 118–126.
- Stanevičius, V. & Kurlavičius, P. (2008).** – Comparison of fine-scale spatial distribution and nest-site selection in great crested grebe (*Podiceps cristatus*) and coot (*Fulica atra*). *Ekologija* 57(2): 98–103.
- Storer, R. W. & Jehl, J. R. Jr. (1985).** – Moulting patterns and moulting migration in the Black-Necked Grebe *Podiceps nigricollis*. *Ornis Scandinavica* 16(4): 253–260.
- Sutherland, W. J. (1996).** – *From individual behaviour to population ecology*. Oxford Series in Ecology and Evolution. New York (United States): Oxford University Press. 224 p.
- Systad, G. H., Bustnes, J. O. & Erikstad, K. E. (2000).** – Behavioral responses to decreasing day length in wintering Sea Ducks. *Auk* 117: 33–40.
- Szabo, B. & Végvári, Z. (2003).** – Population trends, habitat selection and conservation status of the Ferruginous Duck in Hungary. Pp. 18–21. *In*: Petkov, N., Hughes, B. & Gallo-Orsi, U. (eds.). Ferruginous Duck: From research to conservation. International Meeting Proceedings. Sofia (Bulgaria), 11–14 October 2002. Conservation Series No 6. Sofia (Bulgaria): Birdlife

- International, Bulgarian Society for The Protection of Birds - Threatened Waterfowl Specialists Group. 144 p.
- Szabo, J. & Sandor, A. D. (2003).** – The Status of Ferruginous Duck in Romania. Pp. 36–39. *In*: Petkov, N., Hughes, B. & Gallo-Orsi, U. (eds.). Ferruginous Duck: From research to conservation. International Meeting Proceedings. Sofia (Bulgaria), 11–14 October 2002. Conservation Series No 6. Sofia (Bulgaria): Birdlife International, Bulgarian Society for The Protection of Birds - Threatened Waterfowl Specialists Group. 144 p.
- Tamisier, A. (1971).** – Les biomasses de nourriture disponible pour les Sarcelles d’hiver *Anas crecca crecca* en Camargue. *Terre et Vie* 6: 344 – 377.
- Tamisier, A. (1972).** – Rythmes nyctéméraux des Sarcelles d’hiver pendant leur hivernage en Camargue. *Alauda* 2: 107–135.
- Tamisier, A. (1974).** – Etho-Ecological studies of Teal Wintering in the Camargue (Rhône Delta, France). *Wildfowl* 25: 122–133.
- Tamisier, A. (1978).** – The functional units of wintering Ducks: A spatial integration of their comfort and feeding requirements. *Verh. Orn. Ges. Bayern* 23: 229–238.
- Tamisier, A. & Tamisier, M. C. (1981).** – L’existence d’unité fonctionnelle démontrée chez les Sarcelles d’Hiver en Camargue par la biotelemetry. *Terre et Vie* 35: 563 – 579.
- Tamisier, A. & Dehorter, O. (1999).** – *Camargue: Canard et Foulques. Fonctionnement d’un prestigieux quartier d’hiver*. Nimes (France): Centre Ornithologique du Gard. 369 p.
- Thévenot, M., Vernon, J. D. R. & Bergier, R. (2003).** – *The Birds of Morocco*. British Ornithologists Union Checklist Series 20. Tring (England): British Ornithologists’ Union. 626 p.
- Thomas, J. W. (1979).** – *Wildlife habitats in managed forests: The Blue Mountains of Oregon and Washington*. Washington, D.C. (United States): United States Department of Agriculture, Forest Service Handbook. 553 p.
- Thornburg, D. D. (1973).** – Diving Duck movements on Keokuk Pool, Mississippi River. *Journal of Wildlife Management* 37: 382–389.
- Toubal, B. O. (1986).** – Phytoécologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux du Massif de l’Edough (Algérie Nord-Orientale) : Cartographie A 1/25 000ème. Thèse de Doctorat de 3^{ème} Cycle. Université De Grenoble (France). 111 p.
- Toubal, B. O., Boussehaba, A., Toubal, A. & Samraoui, B. (2014).** – Biodiversité méditerranéenne et changements globaux : cas du complexe de zones humides de Guerbès-Senhadja (Algérie). *Physio-Géo*. 8 : 273–295.
- Trotignon, J. & Williams, T. (1989).** – *Oiseaux Nicheurs Menacés De La Brenne*. Indre (France) : SRETIE, Secrétariat d’Etat à l’Environnement. 84 p.

- Trouvilliez, J. (1984).** – *Les Relations interspécifiques dans les populations animales. Premiers éléments d'étude de l'association entre le Grèbe à cou noir et la Mouette rieuse.* Paris (France): École nationale du génie rural, des eaux et des forêts. 35 p.
- Tucakov, M. (2005).** – Migration of Common Pochard *Aythya ferina* and Ferruginous Duck *Aythya nyroca* on Kolut Fishpond (Northern Serbia). *Aquila* 112: 15–22.
- Tucker, G. M. & Heath, M. F. (1994).** – *Birds in Europe: Their conservation status.* Cambridge (United Kingdom): Birdlife International (Birdlife Conservation Series No. 3). 600 p.
- Ulenaers, P. & Dhondt, A. A. (1991).** – Phenology, habitat choice and reproduction of the Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* L., on a fishfarm. *Ardea* 79: 395–408.
- Ulenaers, P. (1992).** – Reproductie en foerageerge drag van de fuut (*Podiceps cristatus* L.) op visvijvers. PhD Thesis. University of Antwerp, Belgium. 137 p.
- Ulenaers, P. & Van Vessem, J. (1994).** – Impact of Great Crested Grebes (*Podiceps cristatus* L.) on fish ponds. *Hydrobiologia* 279/280: 353–366.
- Van Den Berg, A. (1982).** – Plumage of Algerian Nuthatch. *Dutch Birding* 4: 98–100.
- Van Dijk, G., & Ledant, J. P. (1983).** – La valeur ornithologique des zones humides de l'Est algérien. *Biological Conservation* 26: 215–226.
- Van Heerden, J. (1974).** – Botulism in the Orange Free State Goldfields. *Ostrich* 45(3): 182–184.
- Varo, N., Green, A. J., Sánchez, M. I., Ramo, C., Gómez, J. & Amat, J. A. (2011).** – Behavioural and population responses to changing availability of Artemia Prey by moulting Black-necked Grebes, *Podiceps nigricollis*. *Hydrobiologia* 664: 163–171.
- Verner, J. (1965).** – Breeding biology of the Long-Billed Marsh Wren. *Condor* 67: 6–30.
- Vinicombe, K. (1982).** – Breeding and population fluctuations of the Little Grebe. *British Birds* 75: 204–218.
- Vinicombe, K. E. (2000).** – Identification of Ferruginous Duck and its status in Britain and Ireland. *British Birds* 93(1): 4–21.
- Vogrin, M. (1999).** – Breeding ecology of Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* in northeastern Slovenia. *Ornis Hungarica* 8(9): 27–32.
- Vogrin, M. (2001).** – Breeding of Little Grebe *Tachybaptus ruficollis* and Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* on Race Ponds in Northern Slovenia (Central Europe), a 13-years study. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 4(3): 241–243.
- Vogrin, M. (2002).** – Breeding success of Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* on fishponds. *Ornis Svecica* 12:203–210.
- Voigts, D. K. (1976).** – Aquatic invertebrate abundance in relation to changing marsh vegetation. *American Midland Naturalist* 95: 313–322.

- Wetlands International (2006).** – *Waterbird population estimates*. Fourth Edition. Wageningen (The Netherlands): Wetlands International, Global Series, 12. 8 p.
- Wetlands International (2010).** – *Guide méthodologique pour le suivi des oiseaux d'eau : Protocole de terrain pour le comptage des oiseaux d'eau*. Document original en anglais : Guidance on waterbird monitoring methodology : Field protocol for waterbird counting. Traduit par Devineau, O. (Tour du Valat, France) - Février 2012. 15 p.
- Wieloch, M. (1998).** – The Status of the Ferruginous Duck in Poland. *Threatened Waterfowl Specialist Group Newsletter* 11: 19–22.
- Wiersma, P., Piersma, T. & Van Eerden, M. R. (1995).** – Food intake of Great Crested Grebes *Podiceps Cristatus* wintering on cold water as a function of various cost factors. *Ardea* 83(2): 339–350.
- Winkler, D. W. & Cooper, S. D. (1986).** – Ecology of migrant Black-Necked Grebes, *Podiceps nigricollis*, at Mono Lake, California. *Ibis* 128: 483–491.
- Woodin, M. C. & Michot, T. C. (2006).** – Foraging Behavior of Redheads (*Aythya americana*) wintering in Texas and Louisiana. *Hydrobiologia* 567: 129–141
- Wotton, M. J. (1949).** – Notes on displays of Slavonian Grebes in winter. *British Birds* 42: 296.
- Wuver, A. M. & Attuquayefio, D. K. (2006).** – The impact of human activities on biodiversity conservation in a Coastal Wetland in Ghana. *West Africa Journal of Applied Ecology* 9: 115–129.
- Zhmud, M.Y. (2003).** – Status of The Ferruginous Duck in the Ukrainian Danube Delta and Adjacent Areas. Pp. 72–75. *In*: Petkov, N., Hughes, B. & Gallo-Orsi, U. (eds.). Ferruginous Duck: From research to conservation. International Meeting Proceedings. Sofia (Bulgaria), 11–14 October 2002. Conservation Series No 6. Sofia (Bulgaria): Birdlife International, Bulgarian Society for The Protection of Birds - Threatened Waterfowl Specialists Group. 144 p.
- Zogaris, S. & Handrinos, G. (2003).** – The breeding status of the Ferruginous Duck in Greece and habitat use at its Stronghold. Pp. 66–71. *In*: Petkov, N., Hughes, B. & Gallo-Orsi, U. (eds.). Ferruginous Duck: From research to conservation. International Meeting Proceedings. Sofia (Bulgaria), 11–14 October 2002. Conservation Series No 6. Sofia (Bulgaria): Birdlife International, Bulgarian Society for the Protection of Birds - Threatened Waterfowl Specialists Group. 144 p.

Résumés

Ecologie des Grèbes et du Fuligule nyroca au niveau de Garaet Hadj-Tahar (complexe de Guerbes-Sanhadja, Skikda, Nord-Est de l'Algérie)

La Garaet Hadj-Tahar, un marais d'eau douce permanent d'une superficie de 112 ha, est située dans le complexe de zones humides de Guerbes-Sanhadja (Nord-Est de l'Algérie). Elle est dotée d'une richesse avienne remarquable qualitativement et quantitativement. Dans le but d'étudier l'évolution temporelle et les fluctuations saisonnières des effectifs des Grèbes (Podicipédidés) et du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* qui fréquentent ce plan d'eau, les modalités d'occupation spatiale ainsi que l'étude de leurs rythmes d'activités diurnes et le comportement alimentaire, des sorties bimensuelles ont été réalisées de septembre à août durant deux cycles annuels consécutifs 2013/2014 et 2014/2015. A l'aide d'un télescope et à partir de trois à quatre points d'observations situés sur les berges, les dénombrements ont été effectués selon le cas, soit par la méthode relative ou absolue, les oiseaux recensés ont été cartographiés et le comportement diurne a été étudié en suivant la méthode Scan (Instantaneous scan sampling). Le site accueille un nombre considérable, qui a varié selon l'année. Le Grèbe à cou noir est un hivernant fréquentant le secteur septentrional et central de cette zone humide de novembre à mars avec un effectif ne dépassant pas 13 individus. Le Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* et le Grèbe huppé *Podiceps cristatus* sont des nicheurs sédentaires dont le maximum est respectivement 484 et 86 individus. Pendant l'hivernage, le Grèbe castagneux a été observé principalement dans le secteur septentrional et le Grèbe huppé dans le secteur central et méridional de la zone humide. Les deux espèces nichent dans ce secteur sud et dans la région septentrionale du plan d'eau. Le Fuligule nyroca est une espèce sédentaire nicheuse. La population hivernante est plus importante. Le maximum enregistré est de 426 individus. Ils occupent le secteur central et parfois septentrional du plan d'eau et ce à partir de septembre à avril. La population nicheuse installe les nids dans le secteur méridional et les régions de l'extrême Nord-Est et Nord-Ouest bordées par les touffes de *Typha angustifolia* et de Scirpes (*Scirpus lacustris* et *S. maritimus*). A la fin de la saison de reproduction, des rassemblements des Grèbes castagneux, des Grèbes huppés et du Fuligule nyroca sont observés sur le secteur central dégagé de toute végétation. Le suivi des rythmes d'activités diurnes a montré que l'alimentation est l'activité essentielle chez le Grèbe castagneux avec 42,42% du budget temps ; la nage vient en premier rang avec plus de 31,51% du budget temps du Grèbe huppé et le sommeil avec 35,54 % est l'activité dominante chez le Fuligule nyroca montrant le rôle de remise diurne de ce site Ramsar. Chez les trois

espèces, l'alimentation s'effectue majoritairement par plongeon. La part du temps consacrée à chaque comportement variée entre la saison d'hivernage et la saison reproduction.

Mots clés : Podicipedidae, Fuligule nyroca, budget temps, activités diurnes, hivernage, reproduction, Garaet Hadj-Tahar, complexe de Guerbes-Sanhadja.

Ecology of Grebes and Ferruginous duck at Garaet Hadj-Tahar (Guerbes-Sanhadja wetland complex, Skikda, northeast of Algeria)

Garaet Hadj-Tahar, remarkable for its avifauna, permanent freshwater marsh, covering an area of 112 ha, situated in the Guerbes-Sanhadja wetland complex (northeast of Algeria). In order to determine the temporal evolution and the seasonal fluctuations of the number of Podicipedidae and Ferruginous duck, their modalities of spatial occupation, also to monitor their diurnal behavior and their feeding behavior, bimonthly outings were conducted from September to August in Garaet Hadj-Tahar during two consecutive annual cycles 2013/2014 and 2014/2015. Using a telescope and from three to four fixed observation points located on the banks surrounding the wetland, birds were either counted individually or, for larger groups, their numbers were estimated visually, and they have been mapped. The diurnal behavior was conducted following the scan method (instantaneous scan sampling). The site receives a considerable number of Grebes and Ferruginous duck that varies from year to year. The Black-necked Grebe is a winter visitor frequenting the northern and central sector from November to March with an effective not exceeding 13 individuals. The peak numbers observed during the whole study period were 484 and 86 individuals of the Little Grebe and the Great Crested Grebe, respectively. These two species were present all year. In wintering, the Little Grebe was observed mainly in the northern sector while the Great Crested Grebe in the central and southern sector. The two species breed in the southern and northern sector. As to Ferruginous duck, sedentary species, we distinguished: the winter population more important up to a maximum of 426 individuals occupying the central sector and occasionally the northern from September to April, and nesting population installed their nests in the southern sector, the extreme northeast and the northwest bordered by clump of cattail and bulrush. At the end of the breeding season, gatherings Little, Great Crested Grebe and Ferruginous duck join the central area free of vegetation. The analysis of the diurnal time budget revealed that feeding (42,42 % of daytime) was the preponderant activity of the Little Grebe, swimming (31,51 % of daytime) was the major activity of the Great Crested Grebe and resting (35,54 % of daytime) was the dominant activity of Ferruginous duck illustrating the role of daytime rest in this Ramsar area. Feeding by dives was the major alimentary type of the three species. The amount of time devoted for each behavior varied between the wintering and breeding season.

Keywords: Podicipedidae, Ferruginous duck, time budget, daily activities, wintering, breeding, Garaet Hadj-Tahar, Guerbes-Sanhadja complex.

الدراسة البيئية للغطاسيات و البطة الحديدية في بحيرة الحاج الطاهر (مركب قرباز صنهاجة ، سكيكدة، شمال شرق الجزائر)

تقع بحيرة الحاج الطاهر، ذات مياه عذبة دائمة، في شمال شرق الجزائر ضمن مركب المناطق الرطبة قرباز صنهاجة، و تتربع على مساحة 112 هكتار. البحيرة تتميز بثراء بيولوجي فريد من نوعه بإيوائها طيور عديدة خاصة المائية منها. أجريت خرجات ميدانية نصف شهرية، في بحيرة الحاج الطاهر، من سبتمبر لأوت خلال دورتين سنويتين 2014/2013 و 2015/2014 و ذلك بغرض رصد التطور الزمني و التغيرات الموسمية للغطاسيات و البطة الحديدية بالإضافة إلى دراسة طرق التوزع المكاني و وتيرة النشاطات النهارية و كذا السلوك الغذائي. من خلال ثلاثة إلى أربعة نقاط مراقبة و بواسطة راصد تم تعداد الطيور فرديا أو تقريبا حسب عددها مع تحديد أماكن تواجدها، في حين درست النشاطات النهارية بإتباع طريقة المسح. و قد أظهرت النتائج أن هذه البحيرة تحتوي على عدد معتبر من الغطاسيات و البطة الحديدية و الذي يتغير من فصل لآخر و من سنة لأخرى. الغطاس أسود الرقبة هو نوع مشتي يتواجد في الجهة الشمالية و المركزية المكشوفة و العميقة، من نوفمبر حتى مارس، بعدد لا يتجاوز 13 فردا. الغطاس الصغير و المتوج الكبير هما نوعان معششان و قد بلغ أقصى عدد لهما 484 و 86 فردا على التوالي. في الشتاء، الغطاس الصغير شوهد في الجهة الشمالية خاصة و الغطاس المتوج الكبير في الجهة الوسطى و الجنوبية. في موسم التكاثر، النوعان يستقران في الجهة الجنوبية و الشمالية بالقرب من نباتات ديس الحصر و البوط الرفيع. في ما يخص البطة الحديدية، البحيرة تمثل موقع التشتية و التناسل بالنسبة لهذا النوع، حيث تم تسجيل 426 فرد كأقصى عدد خلال شهر جانفي. الأفراد المشتية تتواجد عادة في المنطقة المركزية و أحيانا في المنطقة الشمالية خلال الفترة الممتدة من سبتمبر لأفريل، أما المجموعة المعششة تختار المناطق الجنوبية، أقصى الشمال الشرقي و الشمال الغربي المحاطة بنباتات البوط و الديس. في نهاية فترة التناسل، تتجمع الأنواع الثلاثة في المناطق الخالية من النباتات و تلتحق عادة بالمنطقة المركزية. أظهرت متابعة وتيرة النشاطات النهارية أن التغذية هي النشاط المسيطر بنسبة 42،42% عند الغطاس الصغير، السباحة هيمنت على مجموع النشاطات بنسبة 31،51% عند الغطاس المتوج الكبير، أما النوم فمثل النشاط السائد عند البطة الحديدية بنسبة 35،54% مبرزا بذلك دور فترة الراحة النهارية الذي تلعبه هذه البحيرة. السلوك الغذائي المهيمن عند الأنواع الثلاثة يتمثل في الغطس. النسبة الزمنية لكل نشاط تتغير بين موسم الشتاء و موسم التكاثر .

الكلمات الدالة : الغطاسيات، البطة الحديدية، وتيرة النشاطات، الأنشطة النهارية، التشتية، التكاثر، بحيرة الحاج الطاهر، مركب قرباز صنهاجة.