

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Mohamed Chérif Messaadia –
Souk Ahras



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Thèse

Présentée pour obtenir le diplôme de

Doctorat de 3^{ème} Cycle en Biologie

Option Dynamique et biodiversité des écosystèmes

Titre

Structure et écologie des canards plongeurs (Anatidés) dans les zones humides de Guerbes-Sanhadja (wilaya de Skikda, Nord-est de l'Algérie)

Présentée par

Mme. ABDI Soumia

Devant le jury suivant

1	Mme. KAOUACHI Nouha	MCA	U. Souk Ahras	Présidente
2	M. MOULAI Riadh	Pr	U. Bejaia	Examineur
3	M. TELLALIA Salah	MCA	U. El-Tarf	Examineur
4	Mme. SEDDIK Sihem	MCA	U. Souk Ahras	Examinatrice
5	M. HOUHAMDI Moussa	Pr	U. Guelma	Directeur de thèse
6	M. MAAZI Med Chérif	MCA	U. Souk Ahras	Co-encadreur

Remerciements

Tout d'abord je rends grâce à Dieu, pour la santé qu'il m'a accordée lors de ces années de travail et à mes parents pour les sacrifices auxquels ils ont consenti pour la poursuite de mes études.

J'adresse toute ma gratitude à **Mme. Nouha KAOUACHI**, maître de conférence à l'université de Souk Ahras, pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider mon jury de thèse.

J'exprime tous mes remerciements à **M. MOULAI Riad**, professeur à l'Université de Bejaia, **Mme Sihem SEDDIK**, maître de conférence à l'université de Souk Ahras et **M.TELLALIA Salah**, Maîtres de conférences à l'Université d'El-Tarf, de m'avoir accordé le privilège de participer à ce jury en qualité d'examineurs, pour le temps consacré à la lecture de cette thèse, et pour les suggestions et les remarques judicieuses qu'ils m'ont indiqué.

Je tiens à exprimer mes plus vifs remerciements à **M.HOUHAMDI Moussa**, professeur à l'Université de Guelma, qui fut pour moi un directeur de thèse attentif. Sa compétence, sa rigueur scientifique et sa clairvoyance m'ont beaucoup appris. Ils ont été et resteront des moteurs de mon travail de chercheur.

Mes reconnaissances vont également à mon co-directeur de thèse, **M. Med Chérif MAAZI**, maître de conférences à l'Université de Souk Ahras, pour son intérêt permanent à mon égard.

Ce travail n'aurais pu voir le jour sans la participation et le soutien de nombreuses personnes que je souhaite remercier aussi

A titre plus personnel, Je remercie chaleureusement **M. Merzoug Seyf Eddine**, maître de conférences à l'Université de Mila, sans lequel ce travail n'aurait pu voir le jour

Je tiens à exprimer toute ma gratitude à ma famille ; mon père, ma mère, mes frères et sœurs, ma belle mère et mon beaux père, mes beaux frères et belles sœurs, mes nièces et neveux et sans oublier mes cousins et cousines.

Sommaire

Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Listes des figures	
Introduction	1

Chapitre I : Description du site

1. Généralités sur le complexe des zones humides de Guerbes-Sanhadja	3
2. Situation géographique	3
3. Géologie, géomorphologie et type de sol	4
3.1. La plaine sableuse	4
3.2. La plaine argileuse	5
4. Caractéristique hydrologique du complexe de Guerbes-Sanhadja	5
5. Les principales zones humides du complexe de Guerbes-Sanhadja	6
5.1. Garaet Hadj-Tahar (36°51'50'' N, 07°15'57' E)	7
5.2. Garaet Beni M'Hamed (36°57' N, 7°16' E)	8
5.3. Garaet Messaoussa (36°52'N ; 07°15'E)	9
5.4. Garaet Sidi Makhlof (36°53'094 N, 7°18'248 E)	10
5.5. Garaet Chichaya (36°53'791 N, 7°18'230 E)	11
5.6. Garaet Sidi-Magroun (36°50'225 N, 7°16'943 E)	12
5.7. Garaet Boumaïza (36°49'155 N, 7°18'975 E)	13
5.8. Garaet Sidi Lakhdar (36°54'780 N, 7°12'055 E)	13
5.9. Garaet Haouas (36°58' N, 7°18' E)	14
5.10. Nechaa Demnat Ataoua (36°56' N, 7°14'780 E)	14
5.11. Nechaa Khellaba (36°5'516 N, 7°17'576 E)	15
5.12. Lac Sidi Fritis (36°53'975 N, 7°17'437 E)	15
5.13. Garaet Dissia (36°55'349N, 7°15'284E)	16
5.14. Oued Maboun (36°50'345N, 7°17'313E)	16
5.15. Garaetla Marsadelle (37°00'815N, 7°15'637E)	17
5.16. Garaet Bordj du Cantonnier (36°52'168N, 7°22'760 E)	17
5.17. Garaet Tacha (36°51'979N, 7°23'587E)	17
5.18. Garaet El Loughat (36°50'N, 7°17'E)	18
5.19. Garaet Bechna (36°53'082N, 7°17'802 E)	18
5.20. Garaet aux Linaires (36°52'N, 7°18'E)	18
5.21. Garaet Bouina (36°53'490N, 7°17'574E)	18
5.22. Garaet Nouar Ezzouaoua (36°54'188N, 7°12'463 E)	19
5.23. Garaet Ain Nechma (36°48'837N, 7°16'728 E)	19
5.24. Garaet aux Oliviers (36°50'N, 7°18'E)	19
5.25. Lagune d'Oued El Kébir (36°59'N, 7°16 E)	20
5.26. Les rives d'Oued El Kébir	20
5.27. Garaet El Guelb (36°53' 206 N, 7°18'538 E)	20
5.28. Garaet Ouajaa (36° 53' 192 N, 7° 18' 963 E)	20
5.29. Garaet El Azla (36° 59' 477 N, 7° 19'541 E)	21
5.30. Garaet Emiflor (36° 54' N, 7° 12' E)	21

6. Etude climatique	21
6.1. La Température	22
6.2. La pluviométrie	22
6.3. L'humidité	22
6.4. Le vent	22
6.5. Synthèse climatique	23
7. Cadre biotique	24
5.1. La flore	25
5.2. L'avifaune	25
5.3. L'entomofaune	25
8. Menaces agissant sur les caractéristiques écologiques de l'éco-complexe	26

Chapitre II : Description du matériel biologique

1. Fuligule nyroca	29
1.1. Description	29
1.1.1. Systématique	29
1.1.2. Biométrie	29
1.2. Identification du sexe	29
1.3. Habitat et écologie	30
2- Fuligule milouin	31
2-1- Description	31
2.1.1. Systématique	31
2.1.2. Biométrie	31
2.2. Identification du sexe	31
2.3. Habitat et écologie	32
3- Fuligule morillon	33
3-1- Description	33
3.1.1. Systématique	33
3.1.2. Biométrie	33
3.2. Identification du sexe	33
3.3. Habitat et écologie	34
4- Érismature à tête blanche	35
4-1- Description	35
4.1.1. Systématique	35
4.1.2. Biométrie	35
4.2. Identification du sexe	35
4.3. Habitat et écologie	36

Chapitre III : Matériel et méthodes

1. Matériel	37
2. Méthodologie	37
2.1. Dénombrement	37

2.1.1. Les objectifs de dénombrement	37
2.1.2. Fréquence des dénombrements	37
2.1.3. Choix des stations d'observation	38
2.1.4. Techniques de dénombrement	38
2.2. Modalités d'occupation spatiale	38
2.3. Etude des rythmes d'activités diurnes	39
2.4. Analyses statistiques des données	40

Chapitre IV : Résultats et Discussion

Partie I : Evolution spatio-temporelles des canards plongeurs

1. Phénologie et occupation spatiales des canards plongeurs dans le complexe de Guerbes-Sanhadja 41

1.1. Evolution des effectifs et distribution spatial du Fuligule nyroca (<i>Aythya nyroca</i>) Ferruginous duck dans les zones humides de Guerbes-Sanhadja	41
1.2. Evolution des effectifs et distribution spatial du Fuligule milouin (<i>Aythya ferina</i>) Common pochard à Garaet Hadj tahar	51
1.3. Evolution des effectifs et distribution spatial du Fuligule morillon (<i>Aythya fuligula</i>) Tufted Duck à garaet Hadj Tahar	53
1.4. Evolution des effectifs et distribution spatial de l'Érismature à tête blanche (<i>Oxyura leucocephala</i>) White-headed duck à garaet Hadj Tahar	55

Partie II : Etude des rythmes d'activités diurnes des canards plongeurs

1. Etude du rythme d'activités diurnes des canards plongeurs à Garaet Hadj Tahar	59
1.1. Etude des rythmes d'activités diurnes du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i>	59
1.1.1. Variation mensuelle du rythme d'activité diurne du Fuligule nyroca	61
1.1.2. Variation journalière du rythme des activités diurnes du Fuligule nyroca	63
1.1.3. Analyse statistique multivariée	64
1.2. Etude des rythmes d'activités diurnes du Fuligule milouin <i>Aythya ferina</i>	67
1.2.1. Variation mensuelle du rythme d'activité diurne du Fuligule milouin	68
1.2.2. Variation journalière du rythme des activités diurnes du Fuligule milouin	69
1.2.3. Analyse statistique multivariée	70
1.3. Etude des rythmes d'activités diurnes du Fuligule morillon <i>Aythya fuligula</i>	72
1.3.1. Variation mensuelle du rythme d'activité diurne du Fuligule morillon	73
1.3.2. Variation journalière du rythme des activités diurnes du Fuligule morillon	74
1.3.3. Analyse statistique multivariée	75
1.4. Etude des rythmes d'activités diurnes de l'Érismature à tête blanche <i>oxyura leucocephala</i>	77

1.4.1. Variation mensuelle du rythme d'activité diurne de l'Érismature à tête blanche	77
1.4.2. Variation journalière du rythme des activités diurnes	79
1.4.3. Analyse statistique multivariée	80
Conclusion	84
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Références bibliographiques	

AFC : Analyse factorielle des correspondances

DES : Direction de l'environnement de Skikda

DGF : Direction générale de forêts

N°	Intitulé	Page
1	Débit des bassins versants de la plaine de Guerbes	6
2	Données climatiques de la wilaya de Skikda (1997- 2015).	22
3	Check-list des odonates de Garaet Hadj-Tahar	27

N°	Intitulé	Page
1	Localisation de l'éco-complexe des zones humides de Guerbès-Senhadja.	04
2	Principales zones humides du complexe des zones humides de Guerbès-Sanhadja (Skikda –Nord-Est Algérien).	07
3	Garaet Hadj Tahar.	08
4	Garaet Beni M'hamed.	09
5	Garaet Massaoussa.	10
6	Garaet Sidi Makhlouf.	11
7	Garaet Chichaya.	12
8	Garaet Sidi Magroun.	13
9	Diagramme pluviométrique de Bagnouls et Gaussen	09
10	Climagramme d'Emberger de la Wilaya de Skikda (1997-2015).	24
11	L'agriculture dans le Complexe de Guerbès-Sanhadja.	27
12	Illustration de l'impact du pâturage.	28
13	Photo descriptive du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i>	30
14	Photo du Fuligule milouin <i>Aythya ferina</i> , mâle et femelle	31
15	Photo du Fuligule morillon <i>Aythya fuligula</i> , mâle et femelle	32
16	Photo de L'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> , mâle et femelle.	34
18	Evolution des effectifs du Fuligule nyroca (<i>Aythya nyroca</i>) au niveau du complexe de Guerbès-Sanhadja (septembre 2013- mars 2014).	42
19	Phénologie et tendance des effectifs du Fuligule nyroca (<i>Aythya nyroca</i>) durant une saison d'hivernage (septembre 2013- mars 2014) à Garaet Hadj Tahar.	43
20	Occupation spatiale de Fuligule nyroca (<i>Aythya nyroca</i>) à Garaet Hadj Taher (Skikda, Algérie).	44
21	Phénologie et tendance des effectifs du Fuligule nyroca (<i>Aythya nyroca</i>) durant une saison d'hivernage (septembre 2013- mars 2014) à Garaet Beni M'hamed	45
22	Phénologie et tendance des effectifs du Fuligule nyroca (<i>Aythya nyroca</i>) durant une saison d'hivernage (septembre 2013- mars 2014) à Garaet Sidi Makhlouf.	45
23	Distribution spatiale du Fuligule nyroca (<i>Aythya nyroca</i>) à Garaet Beni M'hamed	46
24	Distribution spatiale du Fuligule nyroca (<i>Aythya nyroca</i>) à Garaet Sidi Makhlouf.	46
25	Phénologie et tendance des effectifs du Fuligule nyroca (<i>Aythya nyroca</i>) durant une saison d'hivernage (septembre 2013- mars 2014) à Garaet Messaoussa.	47
26	Distribution spatiale du Fuligule nyroca (<i>Aythya nyroca</i>) à Garaet Messaoussa.	47
27	Phénologie et tendance des effectifs du Fuligule nyroca (<i>Aythya nyroca</i>) durant une saison d'hivernage (septembre 2013- mars 2014) à Garaet Chichaya	48
28	Phénologie et tendance des effectifs du Fuligule nyroca (<i>Aythya nyroca</i>)	48

	durant une saison d'hivernage (septembre 2013- mars 2014) à Garaet Aïn Magroune	
29	Distribution spatiale du Fuligule nyroca (<i>Aythya nyroca</i>) à Garaet Chichaya	49
30	Distribution spatiale du Fuligule nyroca (<i>Aythya nyroca</i>) à Garaet Aïn Magroune	49
31	Phénologie et tendance des effectifs Fuligule milouin (<i>Aythya ferina</i>) durant deux saisons d'hivernage (2013-2014/2014-2015) à Garaet Hadj Tahar.	52
32	Occupation spatiale de Fuligule milouin <i>Aythya ferina</i> à Garaet Hadj Taher (Skikda, Algérie)	53
33	Phénologie et tendance des effectifs Fuligule morillon (<i>Aythya fuligula</i>) durant deux saisons d'hivernage (2013-2014/2014-2015) à Garaet Hadj Tahar.	54
34	Occupation spatiale de Fuligule morillon <i>Aythya fuligula</i> à Garaet Hadj Taher (Skikda, Algérie).	55
35	Phénologie et tendance des effectifs de l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> durant deux saisons d'hivernage (2013-2014/2014-2015) à Garaet Hadj Tahar.	57
36	L'Érismature à tête blanche à Garaet Hadj Tahar : à droite avec Fuligule milouin et à gauche avec Fuligule morillon.	58
37	Occupation spatiale de l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> à Garaet Hadj Taher (Skikda, Algérie).	58
38	Bilan global du budget temps diurne des Fuligules nyroca <i>Aythya nyroca</i> hivernant au niveau de la Garaet Hadj Tahar (2013-2014/2014-2015).	60
39	Les principaux comportements alimentaires chez le Fuligule nyroca à Garaet Hadj Tahar.	60
40	Variation mensuelle du rythme des activités diurnes du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> à Garaet Hadj Tahar (septembre 2013- avril 2015).	63
41	Variations journalières du rythme des activités diurnes du Fuligule nyroca à Garaet Hadj Tahar (septembre 2013–Avril 2015).	64
42	Plan factoriel 1x2 de l'AFC appliqué aux données des rythmes d'activités diurnes du Fuligule nyroca (<i>Aythya nyroca</i>) hivernant au niveau de la Garaet Hadj Tahar. Axes d'inertie : 0,44 ; 0,19 ; 0,15 ; 0,12 et 0,62.	66
43	Pourcentage des différentes activités diurnes du Fuligule milouin à Garaet Hadj Tahar (2013-2014/2014-2015).	67
44	Variation mensuelle du rythme des activités diurnes du Fuligule milouin (<i>Aythya ferina</i>) à Garaet Hadj Tahar (septembre 2013 - avril 2015).	69
45	Figure 33 : Variations journalières du rythme des activités diurnes du Fuligule milouin à Garaet Hadj Tahar (septembre 2013 - avril 2015).	70
46	Plan factoriel 1x2 de l'AFC appliqué aux données des rythmes d'activités diurnes du Fuligule milouin (<i>Aythya ferina</i>) durant deux saisons d'hivernage (2013-2014/2014-2015) au niveau de la Garaet Hadj Tahar. Axes d'inertie :	71

	0,68 ; 0,26 et 0,06.	
47	Pourcentage des différentes activités diurnes du Fuligule morillon <i>Aythya fuligula</i> à Garaet Hadj Tahar (2013-2014/2014-2015).	72
48	Variation mensuelle du rythme des activités diurnes du Fuligule morillon (<i>Aythya fuligula</i>) à Garaet Hadj Tahar (septembre 2013 – avril 2015).	74
49	Variation journalière du rythme des activités diurnes du Fuligule morillon (<i>Aythya fuligula</i>) à Garaet Hadj Tahar (2013-2014/2014-2015).	75
50	Analyse factorielle des correspondances des rythmes d'activités diurnes du Fuligule morillon (<i>Aythya fuligula</i>) durant deux saisons d'hivernage (2013-2014/2014-2015) à Garaet Hadj Tahar. Axes d'inertie: 0,62 ; 0,19 ; 0,14 ; 0,04 et 0,42.	76
51	Budget temps diurne des Érismaures à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> hivernant au niveau de la Garaet Hadj Tahar (2013-2014/2014-2015).	77
52	Variation mensuelle du rythme des activités diurnes de l'Érismaure à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> à Garaet Hadj Tahar (septembre 2013 – avril 2015).	79
53	Variations journalières du rythme des activités diurnes de l'Érismaure à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> à Garaet Hadj Tahar (septembre 2013 – avril 2015).	80
54	Analyse factorielle des correspondances des rythmes d'activités diurnes de L'Érismaure à tête blanche pendant un cycle annuel (septembre 2014-avril 2015) à Garaet Hadj Tahar. Axes d'inertie: 0.54, 0.17, 0.13, 0.11, 0.04 et 0.005.	81
55	Moyenne des activités diurnes des canards plongeurs hivernant à Garaet Hadj Tahar durant deux saisons d'hivernage (septembre 2013- avril 2015).	82



Introduction



La biodiversité de la Méditerranée méridionale en général et particulièrement de l'Algérie est très variée du fait de sa situation géographique, de son potentiel en zones humides de grandes valeurs écologiques, culturelles et économiques et de la grande variété de ces habitats (**Quezel et Médail, 2003**). Actuellement, 51 zones humides dans 21 wilayas sont inscrites sur la liste de Ramsar. Ils couvrent près de 3,5 millions d'hectares, ce qui fait de l'Algérie le deuxième pays Africain en *ex-æquo* avec la Tanzanie et le septième au monde selon la superficie (**D.G.F, 2004**). Ces milieux, qui font partie des ressources les plus précieuses sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle, jouent un rôle important dans les processus vitaux, entretenant des cycles hydrologiques et accueillant une flore importante, des poissons et des oiseaux migrateurs.

La connaissance des ces zones humides ne peut être envisagée qu'après étude du fonctionnement global de ces dernières (**Maazi, 2005 ; Houhamdi et al., 2009**). Cependant, Les oiseaux d'eau sont considérés pour être de bons indicateurs écologiques de ces zones humides car ils réagissent rapidement aux changements environnementaux sur plusieurs échelles spatiales (**Temple et Wiens, 1989; Carignan et Villard, 2002**).

Parmi ces oiseaux, les Anatidés constituent l'une des plus remarquables composantes faunistiques des zones humides. Par ailleurs, la grande majorité des espèces de ce groupe représente une belle illustration du phénomène de migration : chaque année, ces oiseaux procèdent à des déplacements périodiques plus ou moins longs (jusqu'à plusieurs milliers de kilomètres) entre leurs quartiers de nidification et ceux d'hivernage, à la recherche de conditions climatiques et trophiques meilleures (**El Agbani, 1997**). La majorité des oiseaux d'eau du Paléarctique occidental, quittent temporairement leurs lieux de reproduction et effectuent des migrations plus ou moins longues pour hiverner, entre autres, dans le bassin méditerranéen (**Metallaoui, 2010**). L'Algérie constitue cependant l'un des pays qui abrite une grande diversité de zones humides qui sont des relais importants et d'hivernage pour la migration des oiseaux du Paléarctique (**Stevenson et al., 1988; Coulthard 2001; Boukhssaim et al., 2006**). L'un de ces habitats, est le complexe des zones humides de Guerbes-Sanhadja situé dans le Nord-est algérien figure parmi les zones humides littorales d'importance majeure pour l'accueil des oiseaux d'eau en migration ou en hivernage dans le bassin méditerranéen. Il accueille plusieurs dizaines de milliers d'individus, mais aussi des

effectifs significatifs de plusieurs espèces menacées ou peu abondantes comme le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*), Érismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*)...etc

Dans ce contexte, Nous nous proposons dans cette thèse de faire une approche sur le fonctionnement globale de cet écosystème à travers l'étude de l'écologie de l'une de ses composantes faunistiques « les oiseaux d'eau » et en particulier les canards plongeurs hivernant au niveau de ce site. Ce travail mené sur une période de deux saisons d'hivernage (2013-2014 et 2014-2015) repose sur la connaissance de ces canards à travers l'étude de leurs phénologies (fluctuation des effectifs, variation inter-annuelle, modèle phénologique , dates d'arrivées et de départsetc.), les modalités d'occupation de l'espace et les phénomènes qui agissant sur cette dernière ainsi que, l'étude des rythmes des activités diurnes. Pour illustrer tout ceci quatre chapitres ont été consacrés à ce travail :

- Chapitre I : rassemble des données bibliographiques sur les principales zones humides du complexe de Guerbes-Sanhadja (géologie, géomorphologie, hydrologie, climatologie, cadre biotique et les menaces agissant sur cet écosystème) ;
- Chapitre II : décrit notre modèle biologique les canards plongeurs : Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*), Fuligule milouin (*Aythya ferina*), Fuligule morillon (*Aythya fuligula*) et l'Érismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) ;
- Chapitre III : décrit le matériel ainsi que les différentes méthodes utilisées pour la réalisation des dénombrements, l'étude d'occupation spatio-temporelle et l'étude des rythmes des activités diurnes des canards plongeurs ;
- Chapitre IV : expose les résultats obtenus sous forme de cartes, de figures et de diagrammes et leur discussion.

Enfin une conclusion esquissée à partir des résultats et des analyses effectués clôture ce travail.



Chapitre 1

Description du site



1. Généralités sur le complexe des zones humides de Guerbes-Sanhadja

Les zones humides de la Numidie algérienne sont d'une grande valeur pour la biodiversité (Samraoui et De Belair, 1997 ; Metallaoui et Houhamdi, 2008). La Numidie, située dans le Nord-Est algérien, est réputée pour ses zones humides qui sont réparties en deux grands complexes séparés par l'Oued Seybouse: la Numidie orientale composée des complexes d'Annaba et d'El-Kala renferme un grand nombre de sites humides exceptionnels possédant une grande diversité des écosystèmes marins, lacustre et forestières caractérisés par une richesse animale et végétale élevée. Ces zones humides s'étendent sur une superficie de 156 000 ha et la Numidie occidentale est représentée par le complexe de Guerbes-Sanhadja et le Lac Fetzara (Houhamdi, 1998).

Le complexe de Guerbes-Sanhadja est une grande plaine littorale d'une superficie de 42100 ha et la surface de la zone humide proprement dite avoisine 20000 ha (Toubal *et al.*, 2014). Le massif dunaire continental de la plaine de Gerbes est le réservoir hydrique d'environ 40 hectomètres cubes, qui génère une multitude de dépressions et de vallées formant lacs et garaets, de quelques hectares de superficie à plusieurs dizaines d'hectares (Joleaud, 1936). A l'Est et au Sud de ce massif, l'Oued El Kébir et ses affluents, aux nombreux méandres (en raison de la faible pente), alimentent une série de collections d'eaux naturelles ou artificielles (petits barrages ou retenues collinaires). Le contact dunes- plaines alluviales a formé des forêts humides (aulnaies) pouvant atteindre 180 ha (Boumezbeur, 2001).

Les altitudes de la zone se situent entre 0 et 200 mètre. 48,5 % des terres ont une pente inférieure ou égale à 3 % et le reste à 12,5 % (JOLEAUD, 1936). 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 de Oued El-Kebir Ouest, Oued Magroun et les dépressions hydromorphes (Metallaoui, 2010). Les principales unités lithologiques sont essentiellement formées de dépôts éoliens et alluviaux (Joleaud, 1936).

2. Situation géographique

Le complexe de zones humides de Guerbes-Sanhadja est situé entre une latitude de 36°45'-37°1' N et une longitude de 7°13'-7°30' E dans la partie Est de l'Algérie. Cette grande plaine est limitée 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 (**Fig. 1**)

Administrativement, le complexe est situé dans la wilaya de Skikda partagé par les communes de Ben Azzouz, El Marsa, et Djendel jusqu'aux limites de la commune de Berrahal, (wilaya d'Annaba).

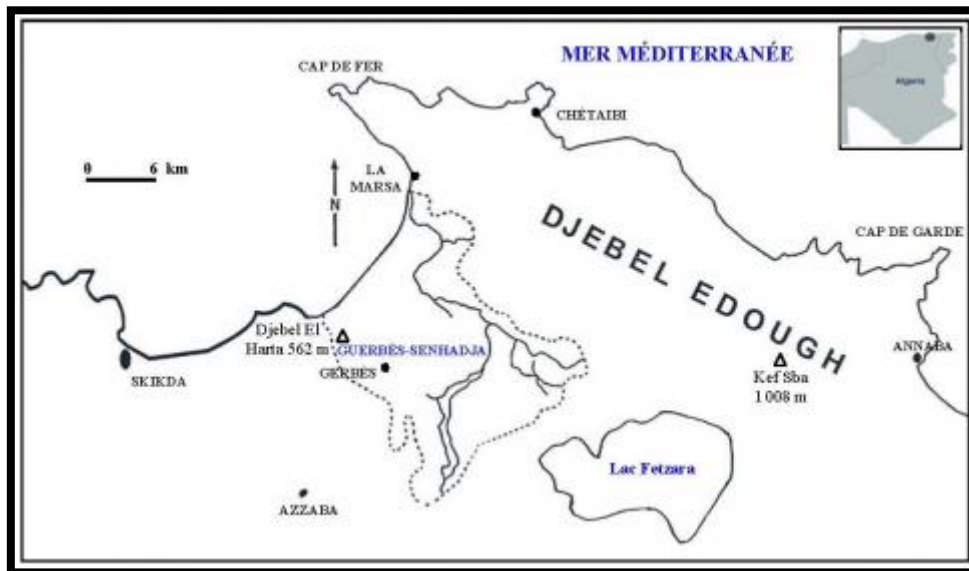


Figure 01 : Localisation de l'éco-complexe des zones humides de Guerbès-Senhadja (Toubal *et al.*, 2014).

3. Géologie, géomorphologie et type de sol

La plaine de Guerbès est formée de deux parties (**Benderradji, 2000**) l'une sableuse et l'autre argileuse.

3.1. La plaine sableuse

Elle est développée dans la partie Nord et Nord-est et forme une barrière qui sépare les dunes de la Vallée d'Oued El-Kebir à l'Ouest. Le revêtement 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**).

3.2. 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 la vallée.

Les formations de la plaine sont composées essentiellement d'alluvions actuelles, à l'exception de la partie d'Ain Nechma où nous rencontrons des basses terrasses rharbiennes (**Metallaoui, 2010**).

Les travaux géologiques sur le Nord-Est algérien de **JOLEAUD (1936)**, ainsi que la carte géologique de la Tunisie dressée en 1951 par Gastany 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 (*in Metallaoui, 2010*).

La zone d'étude correspond à un bassin subsident néogène. Il s'agit d'un graben limité par deux accidents majeurs NO-SE, qui ont provoqué des coulissages kilométriques lors de la dernière phase alpine au Miocène supérieur. Cet événement a mis à la même latitude la plaque africaine représentée par le massif métamorphique de l'Edough, à l'Est, et la plaque européenne représentée par le socle de Skikda, à l'ouest. Le bassin de Guerbes est constitué de sédiments plio-quaternaires dont les faciès indiquent un dépôt dans un environnement marin lagunaire à continental fluvial, en fonction des variations climatiques et eustatiques (**Toubal et al., 2014**).

4. Caractéristiques hydrologiques du complexe de Guerbes-Sanhadja

Le système aquifère de Guerbes est la principale ressource pour la population de la région. Il 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 300 mm par année (**Khemmar, 1981**). D'une manière générale, l'écoulement se répartit en trois 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 du centre du massif dunaire et se dirige vers l'Oued El Kebir (**Metallaoui, 2010**).

Le réseau hydrologique est essentiellement constitué de 2 grands oueds ; l'Oued El Kebir et l'Oued Magroune. Le premier est l'un des plus importants 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. Huit autres oueds de moindres importances complètent le réseau hydrologique de la plaine. Trois bassins versants départagent cette zone (**Tab.01**).

Tableau 01 : Débit des bassins versants de la plaine de Guerbes

Bassin versant	Superficie (ha)	Débit (M de m³)	Retenue (M de m³)	Ressources en eaux souterraine
Est de Skikda	4927	16,5	202,5	19
Oued El-Kebir ouest	23046	27,5	181	10
Ouest d'Annaba	704	38	360	84,5
Total	28677	820	734,5	113,5

M de m³ = million de m³.

5. les principales zones humides du complexe de Guerbes-Sanhadja

Le complexe de zones humides de Guebes-Sanhadja est situé entre une latitude de 36°45'-37°1' N et une longitude de 7°13'-7°30' E dans la partie Est de l'Algérie et renferme 31 sites humides (**Fig.02**) (**Samraoui et De Belair, 1997**) dont la plupart appartiennent à plusieurs catégories d'écosystèmes. Cependant, nous pouvons distinguer quatre types : les aulnaies ou nechâas, les étangs ou Garaet, les lagunes et enfin les cours d'eau et les ripisylves. Les principaux seront décrits dans ce qui suit.

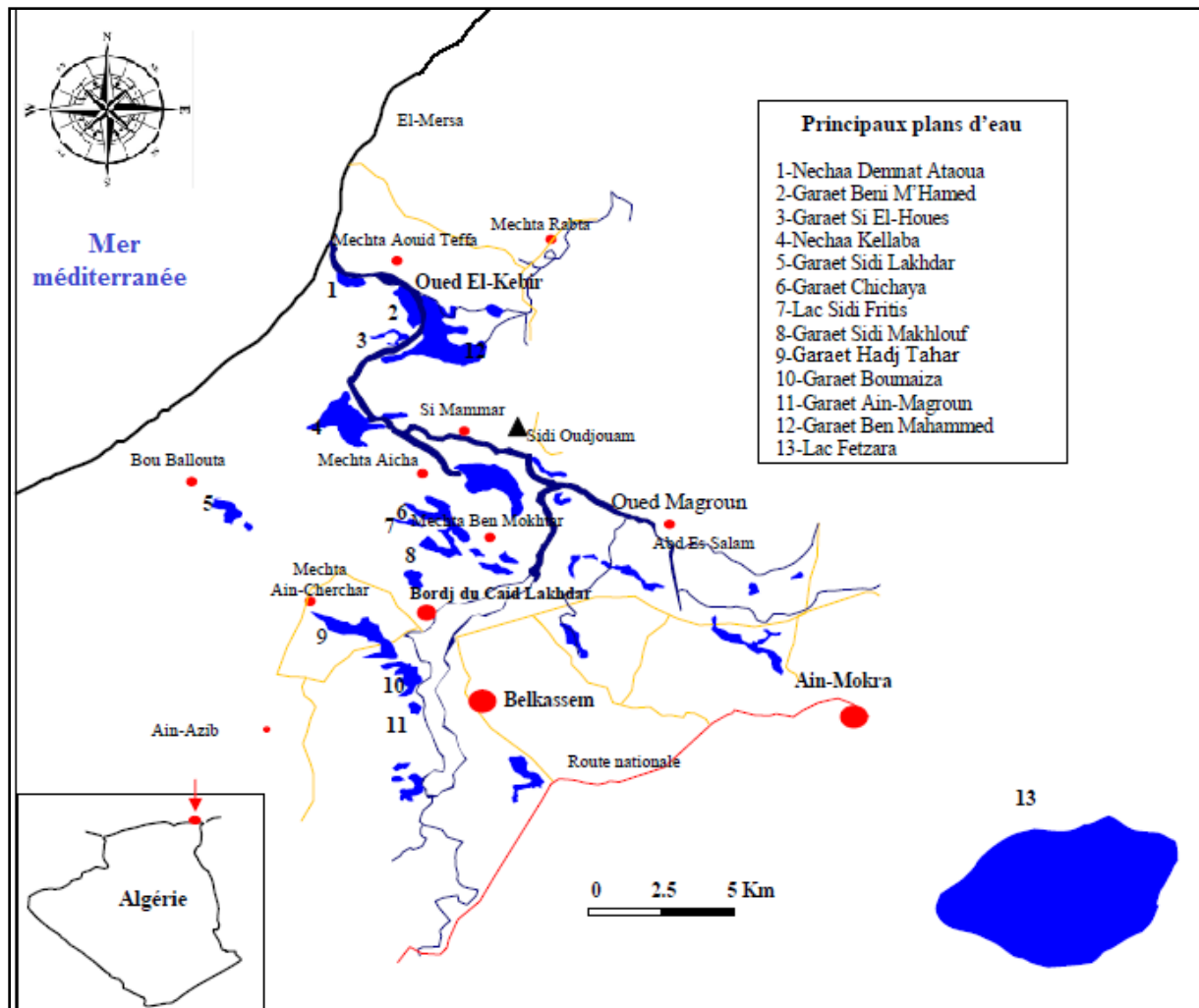


Figure 02 : Principales zones humides du complexe des zones humides de Guerbes-Sanhadja (Skikda, Nord-est Algérien) (Metallaoui, 2010).

5.1. Garaet Hadj-Tahar (36°51'50'' N, 07°15'57' E)

Il s'agit d'un marais d'eau douce permanent qui couvre 112ha (**Fig.03**) (**Conservation des forêts de la wilaya de Skikda, 2004**). 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 lève graduellement à 200 m. A l'Est, on trouve les dunes et au Sud-Est la plaine alluviale de l'Oued El Kebir. 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 estivale 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). Ces derniers jouent un rôle clé dans le succès de la reproduction des oiseaux d'eaux (Perrins, 1974).



Figure 03: Garaet Hadj-Tahar (Merzoug, 2015).

5.2. Garaet Beni M'Hamed (36°57' N, 7°16' E)

Ce marais salé occupe une surface d'environ 380 ha (**Fig.04**) près de l'estuaire de l'Oued El-Kebir. Il est alimenté par l'inondation de cet Oued. Son sol est formé d'argile Numidienne. La végétation de la Garaet est peu diversifiée dans le plan d'eau où nous constatons des formations émergentes de *Chmaemelum praecox*, *Juncus acutus*, *Oenanthe fistulosa* dont le recouvrement peut atteindre 50%. La Garaet est entourée de *Tamarix gallica* et de forêts de Frênes *Fraxinus angustifolia* (**Samraoui et De Belair, 1997**). Les oiseaux d'eau qui fréquentent ce plan d'eau sont principalement le Héron garde-bœuf (*Bubulcus ibis*), le Canard Siffleur (*Anas penelope*), le Canard Souchet (*Anas clypeata*) le Canard Pilet (*Anas acuta*), le Vanneau huppé (*Vanellus vanellus*), le Flamant rose (*Phoenicopterus roseus*), le Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*), la Spatule blanche (*Platalea leucorodia*) la Mouette rieuse (*Chroicocephalus ridibundus*) et le Goéland leucophée (*Larus michahellis*) (**Metallaoui, 2010**).



Figure 04: Garaet Beni M'Hamed (Merzoug, 2015).

5.3. Garaet Messaoussa (36°52'N ; 07°15'E)

Ce lac d'eau douce (**Fig.05**) occupe une surface d'environ 300 ha et est entièrement boisé en aulnes glutineux bien portants, avec un sable mouvant et une présence d'eau en permanence. Le site est à quelques mètres de l'Oued El-Kebir et il est alimenté par ce dernier. Cette aulnaie est menacée par l'avancement des dunes de sable, dû au défrichement intense. Le lac constitue un site de nidification des rapaces (buse variable, busard des roseaux, buse féroce) et des cigognes blanches (**DES, 2013**). Les oiseaux d'eau qui fréquentent ce plan d'eau sont principalement la Foulque macroule (*Fulica atra*), le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*), le Canard sifleur (*Anas penelope*), le Canard colvert (*Anas platyrhynchos*), le Héron garde-bœuf (*Bubulcus ibis*), le Héron cendré (*Ardea cinerea*), la Poule d'eau (*Gallinula chloropus*), la Poule sultane (*Porphyrio porphyrio*), l'Aigrette garzette (*Egretta garzetta*) (**Merzoug, 2015**).



Figure 05 : Garaet Massaoussa (Merzoug, 2015).

5.4. Garaet Sidi Makhoulf (36°53'094 N, 7°18'248 E)

Elle occupe une superficie d'environ 50 ha (**Fig.06**). Le substratum et la situation géomorphologique de la Garaet sont identiques à ceux de Garaet Chichaya. Toutes les deux constituent une unité simple, orientée du Nord-Ouest au Sud-Est vers la plaine alluviale. 102 espèces végétales sont dispersées entre les prairies humides, les prairies sèches, les marais et les sites à eau ouverte. Ce site accueille les mêmes espèces citées précédemment. Ses rivages évoluent vers une forêt de chêne liège. L'avifaune est remarquablement représentée par le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) qui se reproduit probablement quand le site ne s'assèche pas rapidement. La Poule sultane (*Porphyrion porphyrio*) est une autre espèce qui se reproduit à Garaet Sidi Makhoulf. D'autres oiseaux aquatiques colonisent ce site dont le Fuligule milouin (*Aythya ferina*), la Poule d'eau (*Gallinula chloropus*), la Cigogne blanche, le Busard des roseaux, la Foulque macroule, l'Aigrette garzette (*Egretta garzetta*), le Héron garde-bœuf, le Héron cendré (*Ardea cinerea*), le Héron crabier (*Ardeola ralloides*) et le Grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis*). Concernant la végétation, nous citons certains amphiphytes comme *Callitriche stagnalis*, *Lemna gibba*, *Lemna minor*, *Nymphaea alba* recouvrant 25% de la superficie du plan d'eau, des renonculacées dont *Ranunculus baudotii*, *Ranunculus tricophyllus*, *Salvinia natans*, *Urticularia vulgaris*, *Wolffia arrhiza*. Le cortège floristique du site est constitué principalement de *Alisma plantago-aquatica*, *Apium nodiflorum*, *Iris pseudo-acorus*, de Juncacées, *Juncus capitatus*, *Juncus heterophyllus*, de Scirpes, *Scirpus*

cernuus et *Scirpus lacustris*. Une espèce rare de Neuroptera, *Lertha barbara* trouvée uniquement dans ce site de tout le complexe de Guerbes-Sanhadja (Samraoui et De Belair, 1997).



Figure 06 : Garaet Sidi Makhoulouf (Merzoug, 2015).

5.5. Garaet Chichaya (36°53'791 N, 7°18'230 E)

Ce marais occupe une surface d'environ 50 ha (**Fig.07**), orienté Nord-Ouest-Sud-Est. Au Nord-Ouest, il est alimenté par les eaux dunaires souterraines et les dépressions ouvertes vers le Sud-Est, près de la plaine alluviale d'Oued El-Kebir. Il y a une continuité avec Garaet Sidi Makhoulouf. Le substratum est constitué, en Nord-Ouest par le sable dunaire mélangé avec la tourbe. Ce sol est remplacé en Sud-Est par une boue argileuse de la plaine. Le Nord-Ouest est entièrement occupé par l'Aulne, et est plus ou moins fixé en dune. Au Sud-Est, le marais suit une petite pente vers l'eau libre, temporaire ou non, selon la pluviosité annuelle et la pression du pompage de l'eau. Plus de 50 espèces végétales ont été recensées, parmi lesquelles nous trouvons des hydrophytes comme *Ceratophyllum demersum*, *Lemna gibba*, *Myriophyllum spicatum*, *Polygonum senegalense*, *Potamogeton lucens* occupant plus de 75% du plan d'eau, une ptéridophyte rare, *Salvinia natans*, *Utricularia vulgaris* et *Wolffia arrhiza*. Parmi les hydrophytes, nous avons des Cyperacées *Cyperus longus*, des Juncacées, *Juncus acutus* et *Juncus subulatus*. Nous constatons d'autres émergences de *Galium palustre*, *Glyceria fluitans*, *Iris pseudoacorus*, de phragmites *Phragmites australis*, des Scirpes *Scirpus lacustris* et *Scirpus maritimus* et des Typhas *Typha angustifolia*. Des forêts d'Aulne glutineux

recouvrent le sol à 50%. Nous rencontrons aussi des *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba*, *Rubus ulmifolius*, et du *Tamarix gallica* (Samraoui et De Belair, 1997). Du point de vue avifaunistique, ce site est principalement fréquenté par la Cigogne blanche, la Poule d'eau, le Busard des roseaux et la Foulque macroule.



Figure 07 : Garaet Chichaya (Merzoug, 2015).

5.6. Garaet Aïn Magroun (36°50'225 N, 7°16'943 E)

Ce site s'étend sur une surface d'environ 9 ha (Fig.08). Il appartient à une série de dépressions marécageuses qui disparaissent couramment, à l'exception de celle de Garaet Hadj Tahar. La Garaet est orientée Sud-Est–Nord-Ouest. Originellement, ces dépressions ont l'habitude de former une seule unité. Ce marais occupe une dépression au Sud d'un petit mont de 21 m d'altitude couvert de plantations d'oliviers. La végétation submergée est représentée par *Ranunculus baudotii*. Parmi les amphipytes, nous rencontrons les Alismacées comme *Alisma plantago aquatica*, *Alopericus bulbosus*, des Cypéracées représentées par *Cyperus longus*, *Oenantheffis tulosa*, *Polygonum lapathifolium*, *Rumex algeriensis*, *Rumex conglomeratus* et des Typhacées comme *Typha angustifolia* dont le recouvrement peut atteindre les 60%. Parmi les oiseaux d'eau présents dans la Garaet nous avons la Poule d'eau (*Gallinula chloropus*), la Foulque macroule (*Fulica atra*). Elle est aussi un site de reproduction pour le Canard Colvert (*Anas platyrhynchos*) (Samraoui et De Belair, 1997).



Figure 08: Garaet Aïn Magroun (Merzoug, 2015).

5.7. Garaet Boumaïza (36°49'155 N, 7°18'975 E)

C'est un marais temporaire, qui s'étend sur une surface d'environ 70 ha, maintenu par la pluviosité, les cours d'eau et les infiltrations des montagnes de Boumaïza, situées à la partie Nord–Nord-Est. La plaine occupée par ce marais est franchie par une dépression Sud-Est–Nord-Est vers Oued El-Kebir. Cette dépression était probablement tributaire d'un lit d'Oued. Le marais présente une végétation diversifiée. Les hydrophytes, recouvrant 50% du plan d'eau, sont représentées par *Callitriche stagnalis*, *Ceratophyllum demersum*, *Lemna minor*, des Renonculacées (*Ranunculus baudotii*, *Ranunculus trichophyllus*, des potamogeton (*Potamogeton nodosus*, *Potamogeton pectinatus*). Les amphiphytes sont principalement représentées par *Alisma plantago aquatica* dont le recouvrement est de 50%, des Juncacées (*Juncus subnodulosus*, *Juncus subulatus*), des Cypéracées (*Cyperus longus*), des Scirpes (*Scirpus lacustrus*, *Scirpus maritimus*) des Typhacées (*Typha angustifolia*). Les oiseaux d'eau qui fréquentent le marais sont Ibis falcinelle (*Plegadis falcinellus*), et la cigogne blanche (*Ciconia ciconia*) (Samraoui et De Belair, 1997).

5.8. Garaet Sidi Lakhdar (36°54'780 N, 7°12'055 E)

Ce site occupe une superficie d'environ 25 ha et est situé dans la prolongation des marais mentionnés plus haut (incluant Garaet Nouar Ezzouaoua) au Nord-Ouest, dans une dépression avec le même substrat. Bien que les eaux de Garaet Hadj Tahar coulent vers Oued

El-Kebir, 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. Parmi la végétation, nous rencontrons des hydrophytes comme *Callitriche stagnalis*, *Ceratophyllum demersum*, *Lemna minor*, *Lemna gibba*, *Potamogeton crispus*. Autour de la Garaet, nous avons des Alismacées (*Alisma plontago aquatica*), *Carex muricata*, *Cyperus longus*). Les Juncacées sont représentées par *Juncus conglomeratus* et *Juncus heterophyllus* dont le recouvrement peut aller jusqu'à 60%. Du point de vue avifaunistique, la Garaet de Sidi Lakhdar est fréquentée par les Hérons garde-bœufs (*Ardes ibis*), la Gallinule poule d'eau (*Gallinula chloropus*) et le Martin pêcheur (*Alcedo atthis*) (Metallaoui, 2010). Nous notons également la présence de Copépodes (*Copidodiptomus numidicus*, *Macrocylops albidus*, *Eucyclops serrulatus*), des Cladocères. Les poissons sont représentés par *Phoxinellus punicus* (Samraoui et De Belair, 1997).

5.9. Garaet Haouas (36°58' N, 7°18' E)

Ce site occupe une surface d'environ 260 ha. Il est situé sur la rive gauche de l'Oued El-Kebir. Il s'étend entre les dunes de Guerbes du côté Ouest et les rives de Oued El-Kebir du côté Est. Le substratum est formé par le sédiment et le sable dunaire. La végétation submergée est dominée par (*Callitriche stagnalis*, *Potamogeton trichoïdes*). Les Alismacées sont représentées par (*Alisma plontago-aquatica*) dont le recouvrement total ne dépasse pas les 25%. Les amphiphytes sont représentées également par *Carex divisa*, *Iris pseudoacorus*, *Cyperus longus*, *Juncus tenageia*, *lejuncus bulbosus*, des Scirpes (*Scirpus lacustris*, *Scirpus maritimus*) et des Typhas (*Typha angustifolia*) (Samraoui et De Belair, 1997).

5.10. Nechaa Demnat Ataoua (36°56' N, 7°14'780 E)

Ce site est remarquable pour ses aulnes et ses marais. Il occupe une surface d'environ 280 ha et est localisé à l'Ouest du mont de l'Edough du côté gauche d'Oued El-Kebir. THOMAS (1975) est le seul scientifique qui a donné une petite description du site. L'aulnaie de Demnat Ataoua et le marais de Garaet Messaoussa adoptent en général la direction Nord-Ouest–Sud-Est. Demnat Ataoua est localisée sur des cours d'eau de la dépression dunaire. Le marais constitue une zone particulière d'aulnaie dans la plaine alluviale d'Oued El-Kebir. La texture du sol est sableuse dans le Nord-Ouest en raison des dépôts dunaire, et devient graduellement argileuse dans le Sud-Est à cause des dépôts alluviaux d'Oued El-Kebir. Ce marais alimenté par deux Oueds (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 importantes du point de vue recouvrement sont les *Callitriche stagnatile*, *Lemna minor*, *Potamogeton trichoïdes*, 38 espèces d'hydrophytes sont dominées par la famille des Juncacées dont, *Juncus acutus*, *Juncus anceps*, *Juncus bufonius*, *Juncus bulbosus*, *Juncus conglomeratus*, *Juncus heterophyllus*, *Juncus maritimus*, *Juncus pygmaeus*, *Juncus subnodulosus* et *Juncus tenageia* ainsi que des Typhas (*Typha angustifolia*) et des Scirpes (*Scirpus maritimus*). La végétation qui entoure la Nechaa est diversifiée, nous rencontrons le *Rubus ulmifolius*, *Alnus glutinosa* Le Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*) est l'unique représentant de l'avifaune aquatique dans ce site (Samraoui et De Belair, 1997).

5.11. Nechaa Khellaba (36°5'516 N, 7°17'576 E)

Ce site s'étend sur une surface d'environ 75 ha. Il est presque constitué d'aulnes. Il est ouvert vers la plaine alluviale d'Oued El-Kebir. La Nechaa présente une largeur de 200 à 300 mètres et une longueur de 3 à 4 km. Ces aulnes sont alimentés par les petits courants d'eau d'Oued El-Kebir. Ce plan d'eau est pauvre en végétation aquatique qui se limite à *Callitriche stagnalis* dont le recouvrement varie de 0% à 60%. Par contre les amphiphytes sont mieux représentées et 16 espèces sont recensées parmi lesquelles, nous notons le *Lycopus europaeus*, *Lythrum junceum*, *Nasturium officinale*, *Polygonum lapathifolium*, *Ranunculus sceleratus*, *Rumex conglomeratus* et *Veronica anagallis aquatica*. Le climat et le substratum tourbeux de la plaine ont favorisé la formation de forêts d'Aulnes glutineux (*Alnus glutinosa*). Le cortège floristique entourant ce site est formé également de *Arum italicum*, *Rubia peregrina*, *Rubus ulmifolius* et de *Mentha suaveolens*. Trois espèces d'Ostracodes sont présentes dans ce plan d'eau à savoir *Candonopsis kingsley*, *Cypria ophthalmica* et *Cypris bispinosa* (Samraoui et De Belair, 1997).

5.12. Lac Sidi Fritis (36°53'975 N, 7°17'437 E)

Ce Lac occupe une surface d'environ 40 ha. Il est localisé dans une dépression interdunaire, orientée du Nord-Ouest au Sud-Est et est alimenté par les eaux souterraines dunaires au Nord-Ouest, et par plusieurs sources dunaires à l'Ouest et à l'Est. Il est composé de deux unités : une broussaille marécageuse d'environ 26 ha, située au Nord-Ouest et un petit lac de 13 ha situé dans le Sud-Est. Il est souvent sec en été, à cause du pompage d'eau pour l'irrigation. Sa profondeur n'excède pas 1,5m. À l'Ouest, il est délimité par une dune dont la hauteur est de 57m et à l'Est par un pré sec localisé au pied d'une autre dune de 28 m de

hauteur. Cette étendue d'eau présente une végétation très diversifiée recouvrant plus de 90% du lac. Le cortège floristique du site est constitué principalement de *Callitriche stagnalis*, *Callitriche truncata*, *Ceratophyllum submersum*, *Chara sp*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Nymphaea alba*, *Ranunculus baudotii* et *Ranunculus hederaceus*. Dans le plan d'eau, nous constatons des formations émergentes de *Cyperus flavescens*, *Cyperus fuscus*, *Cyperus longus*, *Iris pseudo-acorus*, des Juncacées comme *Juncus anceps*, *Juncus bufonius*, *Juncus bulbosus*, *Juncus heterophyllus*, *Juncus maritimus*, *Juncus subnodulosus*, *Juncus subulatus* et *Juncus tenageia*, des phragmites *Phragmites australis*, des Renonculacées dont *Ranunculus flammula* et *Ranunculus ophioglossifolius*, des Scirpes représentées par *Scirpus cernuus*. La ceinture végétale qui entoure le lac est formée principalement de *Alnus glutinosa*, *Fraxinus angustifolia*, *Rubus ulmifolius*, *Salix alba*, et *Salix pedicellata* (Samraoui et De Belair, 1997). Du point de vue avifaunistique, nous notons la fréquentation de ce lac par le Héron garde-bœufs (*Ardes ibis*), le Grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis*), la Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*) et le Goéland leucophée (*Larus michahellis*) (Metallaoui, 2010).

5.13. Garaet Dissia (36°55'349 N, 7°15'284 E)

Ce marais de 1,5 hectare est situé à proximité de quelques étangs dispersés et utilisés pour l'irrigation. Ces mares se trouvaient à la base de l'ancienne dépression inter-dunaire et formaient un marais de plusieurs hectares dispersés. Les restes de ce marais sont caractérisés par des bosquets de Saules et des prairies de Bruyère. Le substratum est exclusivement sablonneux. Les dunes humides entourant l'eau sont composées de nombreuses Papilionacées et Graminées (38 espèces). Ce marais est utilisé par plusieurs espèces de Libellules *Orthetrum cancellatum* et *Orthetrum trinacria* qui fuient les habitats à végétation dense (Menaï, 1993). La végétation caractéristique de ce marais est illustrée par la présence de *Callitriche stagnalis*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Nitella sp*, *Ranunculus baudotii*, *Cyperus longus*, *Juncus tenageia*, *Scirpus cernuus* et *Scirpus lacustris* (Samraoui et De Belair, 1997).

5.14. Oued Maboun (36°50'345N, 7°17'313E)

Ce cours d'eau intermittent s'assèche de juillet jusqu'aux pluies automnales de septembre. De petits barrages utilisés pour l'irrigation ont conduit à la formation de mares temporaires durant l'hiver. Cet Oued est d'une orientation Nord-Sud et coule dans Oued El Kébir au Nord-Est de Ben Azzouz. Le sol est par conséquent alluvial et héberge au total 57 espèces végétales dont *Callitriche stagnalis*, *Chara sp*, *Ranunculus baudotii*, *Alisma plantago*

aquatica, *Carx divisa* et *Cyperus longus*...Six espèces de Libellules sont présentes parmi lesquelles *Ischnura graellsii*, *Orthetrum cancellatum* et *Crocothemis erythraea* (Samraoui et De Belair, 1997).

5.15. Garaet la Marsadelle (37°00'815 N, 7°15'637 E)

Cette dépression inter-dunaire s'ouvre vers la mer. Elle a été précédemment visitée par THOMAS (1975). Elle a une superficie de 10 hectares et est localisée au Sud de la Marsa. Elle fait partie du plus profond et de la plus grande partie de la rigole. Son exutoire vers la mer a été formé par des dépôts éoliens. Ce lac est maintenu par les eaux souterraines et les cours d'eau. Elle est généralement drainée en août. Vingt-deux espèces végétales ont été recensées dans l'eau et les prairies humides dont *Ceratophyllum demersum*, *Lemna minor*, *Nymphaea alba*, *Ranunculus baudotii*, *Cyperus longus* et *Scirpus lacustris* et *Juncus maritimus*. L'avifaune colonisant le plan d'eau se limite aux Grèbes castagneux, Hérons garde-bœufs et Aigrettes garzettes (Samraoui et De Belair, 1997).

5.16. Garaet Bordj du Cantonnier (36°52'168N, 7°22'760 E)

Bien que l'eau ouverte couvre le site durant l'hiver, le pompage d'eau a actuellement réduit son extension et la superficie totale ne dépasse pas 2 hectares. Nous rencontrons quelques hygrophytes et la richesse spécifique se limite à 21 espèces dont *Callitriche stagnalis*, *Myriophyllum verticillatum*, *Potamogeton nodosus*, *Ranunculus baudotii*, *Alisma plantago aquatica*, *Alopecurus bulbosus*, *Carex divisa*, *Cyperus longus*, *Glyceria fluitans*, *Juncus acutus*, *Juncus bufonius*, *Oenanthe fustilosa*, *Rumex conglomeratus*, *Scirpus lacustris*, *Bellis repens* et *Cotula coronopifolia*. Les oiseaux d'eau qui fréquentent ce site ne sont que quelques espèces tel le Grèbe castagneux et la Cigogne blanche (Samraoui et De Belair, 1997).

5.17. Garaet Tacha (36°51'979 N, 7°23'587 E)

Il s'agit d'un marais étroit de 0,5 hectares situé dans une petite vallée, alimenté par un ruisseau qui s'ouvre par intermittence vers l'Oued El Aneb. La sous-strate est constituée de schiste argileux comme les collines du Sud-est. La Garaet est orientée Sud-Est-Nord-Ouest. Malgré sa petite superficie, le nombre d'espèces végétales recensées est de 33 espèces comme *Callitriche stagnalis*, *Ranunculus baudotii*, *Alisma plantago aquatica*, *Cyperus longus*, *Eleocharis palustris*, *Glyceria fluitans*, *Juncus anceps*, *Juncus tenageia*, *Scirpus lacustris* et

Scirpus maritimus. Concernant l'avifaune aquatique, nous notons la présence du Héron cendré et de la Cigogne blanche *ciconia ciconia* (Samraoui et De Belair, 1997).

5.18. Garaet El Loughat (36°50' N, 7°17' E)

La Garaet couvre 38 hectares et est située dans une dépression, au pied d'une colline à schiste argileux et son orientation est Sud-Nord,. Elle est alimentée par un ruisseau qui coule dans la même direction. 35 espèces végétales ont été recensées dans la Garaet et aux alentours dans les prairies humides. On y trouve *Callitriche stagnalis*, *Lythrum hydropiper*, *Ranunculus baudotii*, *Agrostis semi-verticillata*, *Alopecurus bulbosus*, *Apium nodiflorum*, *Carex divisa*, *Glyceria fluitans*, *Juncus bufonius*, *Rumex conglomeratus*, *Scirpus lacustris*, *Bellis annua*, *Bellis repens*, *Cotula coronopifolia*, *Medicago littoralis* et *Plantago coronopus*. Le dénombrement avifaunistique a révélé que ce site héberge une importante colonie de Cigogne blanche (13 nids) (Samraoui et De Belair, 1997).

5.19. Garaet Bechna (36°53'082N, 7°17'802 E)

Ce marais de 2 hectares dont le substratum est argilo-sablonneux, s'étend vers le Nord de Garaet Sidi Makhoulf dans une dépression dunaire. Sa végétation est dominée par *Isoetes velata* en plus de 20 autres espèces végétales comme *Eryngium barrelieri*, *Mentha pulegium*, *Panicum repens*, *Ranunculus sardous*, *Trifolium filiforme* et *Sherardia arvensis*. Du point de vue avifaunistique nous notons uniquement la présence de la Cigogne blanche (Samraoui et De Belair, 1997).

5.20. Garaet aux Linaires (36°52'N, 7°18'E)

Il s'agit d'un marais de 0,5 hectares localisé au Nord-Est à la base des dunes qui entourent Garaet Sidi Makhoulf. Ce site subit un pompage d'eau par les agriculteurs. Il est dominé par *Isoetes velata* ainsi que d'autres espèces telles que *Chara sp.* et *Echinodorus ranunculoides* (Samraoui et De Belair, 1997).

5.21. Garaet Bouina (36°53'490N, 7°17'574E)

Ce site de 25 hectares est orienté Nord-Ouest-Sud-Est et est situé dans une dépression dunaire. Il a probablement été dans le passé en contact avec la plaque alluviale localisée au Nord-Ouest de Garaet Chichaya. 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 ainsi que les

prairies humides qui l'entourent. Nous notons à titre d'exemple *Nymphaea alba*, *Alisma plantago-aquatica*, *Apium crassipes*, *Carex divisa*, *Carex muricata*, *Juncus acutus*, *Juncus bufonius*, *Juncus effusus*, *Juncus maritimus*, *Juncus tenageia*, *Scirpus lacustris*, *Typha angustifolia*, *Fraxinus angustifolia*, *Pistacia lentiscus* et *Rubus ulmifolius*. Le Héron garde bœuf, le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) et le Canard Colvert (*Anas platyrhynchos*) se reproduisent sur ce site (Samraoui et De Belair, 1997).

5.22. Garaet Nouar Ezzouaoua (36°54'188N, 7°12'463 E)

Ce plan d'eau de 13 hectares est situé au Sud-Est de Garaet Sidi Lakhdar dans la même dépression Numidienne. Ce marais est réduit à 3 mares (trous) artificielles utilisées pour l'irrigation et une comme cours d'eau. Ces mares et les prairies humides qui l'entourent hébergent 21 espèces végétales dont *Callitriche stagnalis*, *Ranunculus baudotii*, *Alisma plantago aquatica*, *Alopercus bulbosus*, *Carex divisa*, *Juncus maritimus*, *Oenanthe fistulosa*, *Crataegus oxyacantha* *Pistacia lentiscus* dont le recouvrement peut atteindre 75% et *Mentha pulegium* (Samraoui et De Belair, 1997).

5.23. Garaet Ain Nechma (36°48'837 N, 7°16'728 E)

Garaet Ain Nechma est un ensemble de mares et de marais dont la superficie atteint 18 hectares. Dans le passé, elle était tributaire de l'Oued Maboun, située dans la plaine alluviale au Sud de Ben Azzouz. Elle est alimentée par de nombreux ruisselets ainsi que par les débordements de l'Oued. Le plan d'eau et les prairies humides abritent en totalité 35 espèces végétales nous citons *Callitriche stagnalis*, *Alisma plantago aquatica*, *Alopercus bulbosus*, *Carex divisa*, *Cyperus longus*, *Eleocharis palustris*, *Glyceria fluitans*, *Juncus acuta*, *Scirpus lacustris*, *Scirpus maritimus*, *Pistacia lentiscus*, *Populus alba* et *Tamarix gallica* (Samraoui et De Belair, 1997). L'avifaune aquatique est représentée par le Busard des roseaux, la Foulque macroule, le Grèbe castagneux, le Héron garde bœuf et le Fuligule nyroca (Metallaoui, 2010).

5.24. Garaet aux Oliviers (36°50'N, 7°18'E)

Il s'agit d'un marais de 2 hectares localisé à l'Est de Garaet Hadj Tahar. Ce plan d'eau en faisait partie avant la construction de la route qui relie Ben Azzouz à Azzaba. Le substratum est formé d'alluvions. 23 espèces végétales ont été inventoriées telles que : *Callitriche stagnalis*, *Ranunculus baudotii* (Metallaoui, 2010), *Ricciocarpus natans*, *Alisma*

plantago aquatica, *Alopercus bulbosus*, *Apium nodiflorum*, *Carex flacca*, *Cyperus longus*, *Glyceria fluitans*, *Ranunculus ophiglossifolius*, *Rumex conglomeratus*, *Ranunculus macrophyllus* et *Ranunculus sardous* (Samraoui et De Belair, 1997).

5.25. Lagune d'Oued El Kébir (36°59'N, 7°16 E)

Cette lagune de 1 ha occupe le site d'un ancien méandre d'Oued El Kébir. L'alcalinité du sol limite le nombre d'espèces végétales à 10 dont les principales sont *Juncus acutus*, *Juncus maritimus*, *Phragmites australis*, et *Paspalum distichum* (Samraoui et De Belair, 1997).

5.26. Les rives de l'Oued El Kébir

L'Oued El Kébir s'étend dans de nombreux méandres. Il coule sur plus de 20 km pour couvrir une distance réelle de 12 km dans la direction Sud-Est-Nord-Ouest entre Ben Azzouz et la mer. Cela permet le développement de forêts riveraines qui peuvent être denses. 52 espèces végétales ont été recensées. *Myriophyllum verticillatum*, *Nitella sp*, *Potamogeton lucens*, *Ranunculus baudotii*, *Alisma plantago aquatica*, *Carex divisa*, *Cyperus longus*, *Eleocharis palustris*, *Juncus acutus*, *Juncus bufonius*, *Lycopus europaeus* et *Rumex conglomeratus*. Parmi l'avifaune aquatique qui fréquente ce site, figurent le Grèbe castagneux et l'Aigrette garzette (Samraoui et De Belair, 1997).

5.27. Garaet El Guelb (36°53' 206 N, 7°18'538 E)

C'est une dépression marécageuse de 15 hectares dans la vallée d'Oued Esseghir. Nous notons la présence de quelques espèces végétales comme *Callitriche stagnalis*, *Alisma plantago aquatica*, *Alopercus bulbosus*, *Anagallis crassifolia* et *Cyperus longus* mais le site est dominé par le *Scirpus lacustris*. Sur le plan avifaunistique, nous trouvons le Grèbe castagneux, le Héron cendré, le Héron garde-bœuf, la Cigogne blanche et la Foulque macroule. Cette garaet est un site de reproduction pour plusieurs espèces d'oiseaux (Samraoui et De Belair, 1997).

5.28. 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. Dans le plan d'eau, nous notons un recouvrement avec *Callitriche stagnalis*, *Potamogeton lucens*, *Salvinia natans*, et *Nymphaea alba*. L'avifaune aquatique comprend le

Grèbe castagneux, le Héron cendré, le Héron garde-bœuf. C'est un site de reproduction du Fuligule nyroca et de la Poule Sultane (Samraoui et De Belair, 1997).

5.29. Garaet El Azla (36° 59' 477 N, 7° 19'541 E)

C'est une mare temporaire de 0,5 hectares située dans le lac de la Marsadelle, remarquable par la présence d'une espèce endémique de poisson *Phoxinellus punicus*. Le couvert végétal d'amphiphytes est dominé par *Callitriche stagnalis*, *Lemna gibba* et *Ranunculus baudotii*. Les oiseaux d'eau qui fréquentent ce site sont le Grèbe castagneux et le Héron garde bœuf (Samraoui et De Belair, 1997).

5.30. Garaet Emiflor (36° 54' N, 7° 12' E)

C'est une mare artificielle de 0,01 hectares qui a progressivement été colonisée par une végétation aquatique. Nous notons la présence de *Glyceria fluitans*, *Schoenus nigricans*, *Carex vulpina* et *Poa trivialis* (Samraoui et De Belair, 1997).

6. Etude climatique

Le climat est un facteur abiotique important dans l'étude de la typologie et le fonctionnement d'un milieu naturel (Ladlani, 2007), il a une influence directe sur le régime des cours d'eau (Soltner, 1999) et sur les populations animales (Thomas, 1976) autrement dit sur la faune et la flore (Samraoui et De Belair, 1997).

Dans la présente étude nous avons récolté les données météorologiques dans le tableau (Tab.2) auprès de la station météorologique de la wilaya de Skikda. Ces derniers s'étalent sur dix huit ans de récolte (1997-2015).

Tableau 2: Données climatiques de la wilaya de Skikda (1997- 2015).

	Température (°C)			Précipitation (mm)	Humidité (%)	Vitesse du vent Moy
	T° Min	T° Max	T° 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	68,1	2,9
Juillet	21,72	27,34	24,62	1,1	68,2	3,1
Aout	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

6.1. La température

La température de l'air est un paramètre très important lié directement au développement de la majorité des êtres vivants et influe sur leurs activités, sur le climat et le bilan hydrique ; car il conditionne l'évaporation et l'évapotranspiration réelle. Elle est en fonction de l'altitude, la distance de la mer, des saisons et de la topographie (**El Blidi et al., 2006**).

A partir des données du tableau ci-dessus, nous constatons que le mois le plus froid est le mois de Janvier avec une température minimale 8,91 °C et le mois le plus chaud est le mois d'Août avec une température maximale 29,36°C.

6.2. La pluviométrie

C'est un facteur climatique essentiel conditionnant l'écoulement saisonnier et par conséquent le régime des cours d'eau (**Bedouh, 2014**). Selon **Seltzer (1946)**, les pluies qui tombent en Algérie sont pour la plus part influencée par le relief. La tranche annuelle augmente dans une région donnée avec l'altitude.

La région de l'extrême Nord-est de l'Algérie compte parmi les plus abondamment arrosées (1300 mm/an) (**BNEF, 1985**). D'après les données climatiques, La précipitation annuelle dans la région de Skikda équivaut à 742,35 mm/an ; où 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 moyenne de 1,1 mm (**Tab. 02**).

6.3. L'humidité

L'humidité est élevée et pratiquement constante le long de l'année. Elle atteint son maximum au cours du mois de Janvier 71,8% et son minimum avec 67,4% pendant le mois d'Août. Ceci est probablement dû aux formations marécageuses et lacustres de la région, sa proximité de la mer et à sa couverture forestière importante (**Metallaoui, 2010 ; Merzoug, 2015**)

6.4. Les vents

La région de Skikda est très exposée aux vents. La vitesse moyenne maximale des vents qui soufflent sur ce dernier est enregistrée durant le mois de décembre avec une valeur de 4,1 m/s. La valeur moyenne minimale est enregistrée en mois de mai avec 2,8 m/s.

6.5. Synthèse climatique

- **Diagramme pluviométrique de Bagnouls et Gausсен**

Le diagramme pluviométrique de **BAGNOULS** et **GAUSSEN** nous permet de mettre en évidence la période sèche de notre zone d'étude. Il est tracé avec deux axes d'ordonnées où les valeurs de la pluviométrie sont portées à une échelle double de celle des températures (**Bagnouls et Gausсен, 1957**).

La Numidie Occidentale est connue par une 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) (**Fig.09**).

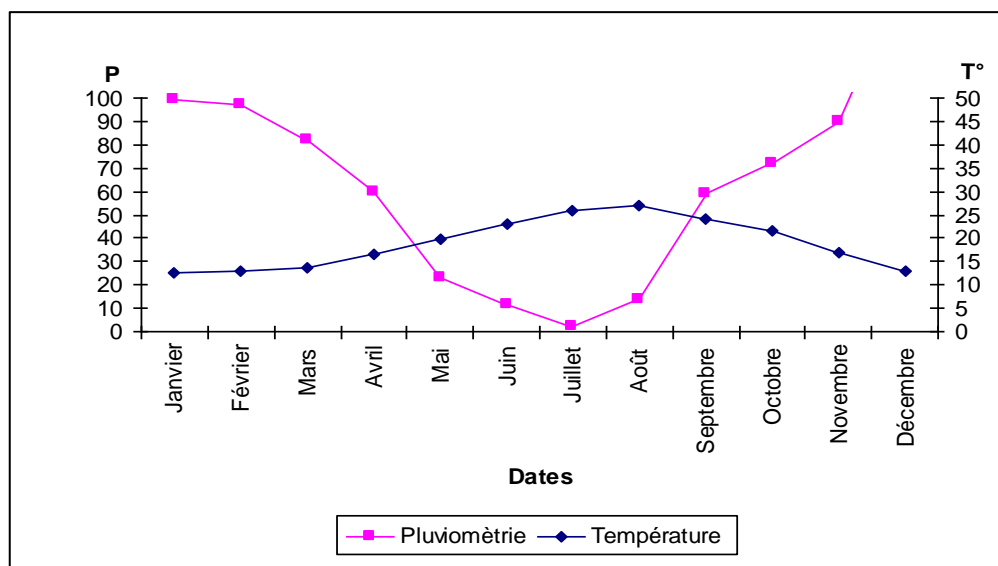


Figure 09 : Diagramme pluviométrique de Bagnouls et Gausсен.

- **Quotient pluviométrique d'Emberger**

Cet indice nous aide à définir les 5 types de climat méditerranéen du plus aride jusqu'à celui de haute montagne (**Emberger, 1955**). Il se base sur le régime des précipitations et des températures et il s'exprime selon la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{1\,000\,P}{\frac{M + m}{2} (M - m)}$$

- ❖ Q_2 : quotient pluviométrique d'Emberger.
- ❖ P = Précipitation annuelle moyenne (mm).
- ❖ M = Températures des maxima du mois le plus chaud ($^{\circ}\text{K}$).
- ❖ m = Températures des minima du mois le plus froid ($^{\circ}\text{K}$).

Les températures sont exprimées en degrés absolus [$T(^{\circ}\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273.2$]

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.10**).

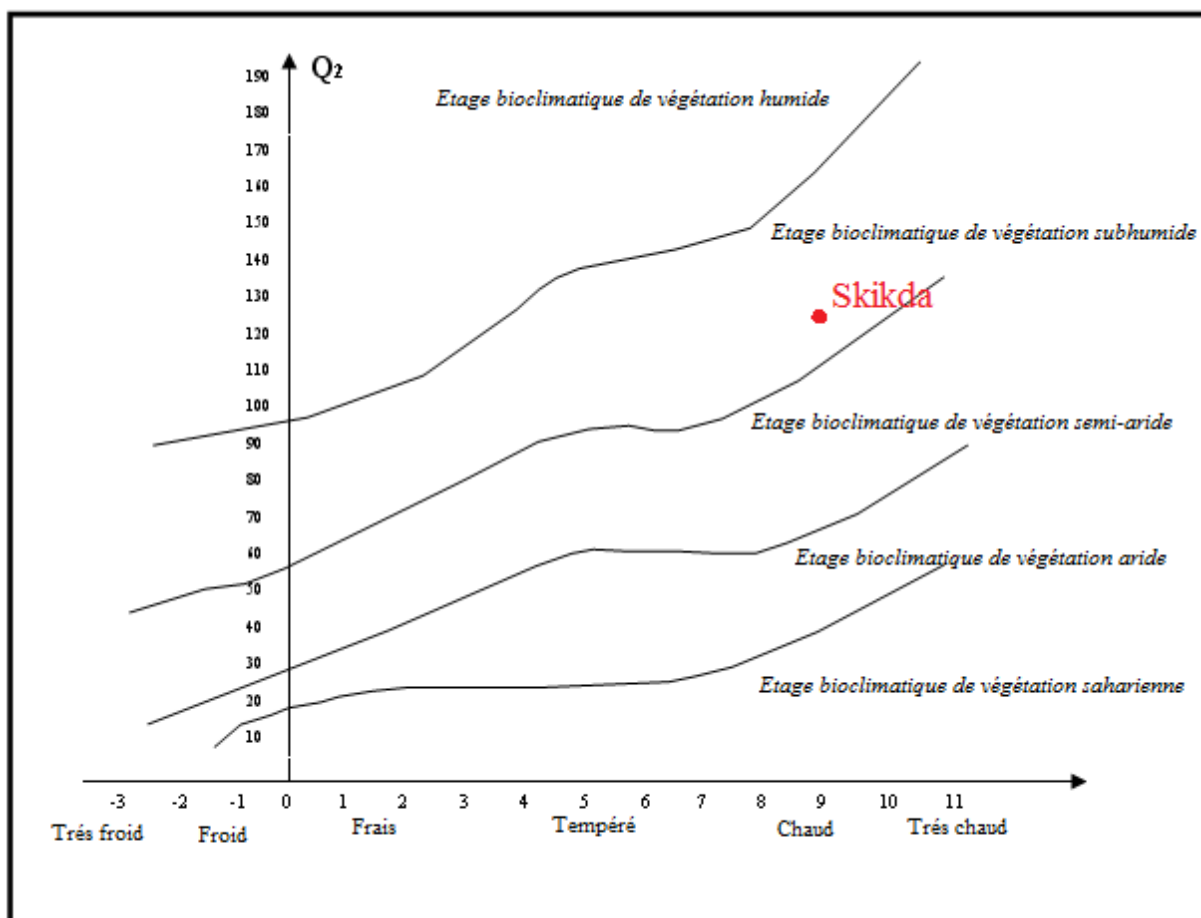


Figure 10 : Climagramme d'Emberger de la wilaya de Skikda (1997-2015).

7. Cadre biotique

Le complexe de Guerbes-Sanhadja est un écosystème d'eau douce intérieure, rare dans le bassin méditerranéen, extrêmement riche en biodiversité et abrite un grand nombre de plantes, de poissons, d'oiseaux, de mammifères, de reptiles et d'insectes (**D.E.S, 2013**).

Le caractère remarquable de la flore et la faune de cette région à pour origine la diversité morphologique et son emplacement dans un carrefour bioclimatique entraînant une richesse élevée de la biodiversité (**Boumezbeur, 2001**).

7.1. La flore

La diversité biologique du complexe de Gerbes Sanhadja se résume à sa grande richesse floristique (**Samraoui et De Belair, 1997**). 234 espèces ont été recensées au niveau du lacs de complexe de Guerbes Sanhadja dont 145 taxons inféodés aux zones humides cela représente plus de 14 % de la flore du nord de l'Algérie (1800 espèces). Les espèces méditerranéennes représentent les 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 rarissime (**D.G.F, 2001**). Les familles les plus représentées sont les Poacées, les Syperacées, les Rosacées, les Apiacées et les Renunculacées. Trois espèces sont cependant considérées comme rare : *Alternanthera sessilis*, *Salvinia natans* et *Lippia nodiflora* (**Atoussi, 2014**).

7.2. L'avifaune

Le diagnostic écologique d'une zone humide passe nécessairement par celui de son avifaune, un des critères qui a permis le classement du complexe de Guerbes-Sanhadja en Zone humide d'importance internationale sur la Liste Ramsar. L'avifaune de Guerbes 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. 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 (**Atoussi, 2014**). Il est important aussi de signaler que de nouvelles espèces sont observées dans le complexe à Gareat Hadj Tahar pour la première fois comme le

Fuligule milouinan *Aythya marila* (Metallaoui et Houhamdi, 2008), et la Nette rousse *Netta rufina* (Metallaoui et Merzoug, 2009).

7.3. L'entomofaune

Aucune étude n'a été faite sur l'entomofaune du complexe de Guerbes-Sanhadja mis à part les inventaires effectués dans Garaet Hadj Tahar en 1997 par SAMRAOUI ET DE BELAIR et en 2008 par BAALOUJ qui ont montré que le site abrite 19 espèces d'Odonates (Tab.03) appartenant à quatre familles les Lestidae, les Coenagrionidae, les Libellulidae et les Aeshnidae.

Tableau 3 : Check-list des odonates de Garaet Hadj-Tahar (Samraoui et De Belair 1997).

Famille des Lestidés	Famille des Aeshnidés
<i>Lestes viridis</i>	<i>Aeshna mixta</i>
<i>Lestes barbarus</i>	<i>Aeshna affinis</i>
<i>Lestes virens</i>	<i>Anax imperator</i>
	<i>Anax parthenope</i>
Famille des Libelliludés	Famille des Coenagrionidés
<i>Acisoma panorpoides</i>	<i>Coenagrion scitulum</i>
<i>Crocothemis erythraea</i>	<i>Ischnura graellsii</i>
<i>Diplocodes lefebverii</i>	
<i>Orthetrum anceps</i>	
<i>Sympetrum sanguineum</i>	
<i>Sympetrum Meridionale</i>	
<i>Sympetrum striolatum</i>	

8. Menaces agissant sur les caractéristiques écologiques de l'éco-complexe

La croissance démographique ; l'expansion des centres habités ; et la stratégie nationale de développement agricole reposant sur l'intensification de l'agriculture et la

promotion des investissements autour des exploitations agricoles, font peser des menaces importantes sur cette région et contribuent à la dégradation des caractéristiques écologiques du complexe. On outre, cette région très agricole nécessite beaucoup d'eau ce qui impose l'installation des pompes pour les irriguer (**Fig.11**). Ainsi que, Le bruit causé par ces moteurs dérange les espèces nicheuses surtout le Fuligule nyroca et l'Erismature à tête blanche. De plus, la période d'irrigation correspond à la saison sèche ce qui abaisse le niveau d'eau dans les Garaets.



Figure 11 : L'agriculture dans le Complexe de Guerbes-Sanhadja (Merzoug, 2015).

La région d'étude est très connue comme une zone d'élevage particulièrement pour les ovins et bovins qui pâturent la végétation autour des berges des lacs. Les troupeaux pénètrent aussi à l'intérieur des plans d'eau ayant pour effet un grand dérangement des populations d'oiseaux d'eau et causent surtout la destruction des nids (**Fig. 12**).

Ainsi; que ces zones humides en hiver et en printemps (plus de 49 000 bovins et ovins en pâturage extensif) favorise l'érosion éolienne qui affecterait 42% de la zone (**D.G.F, 2002**).



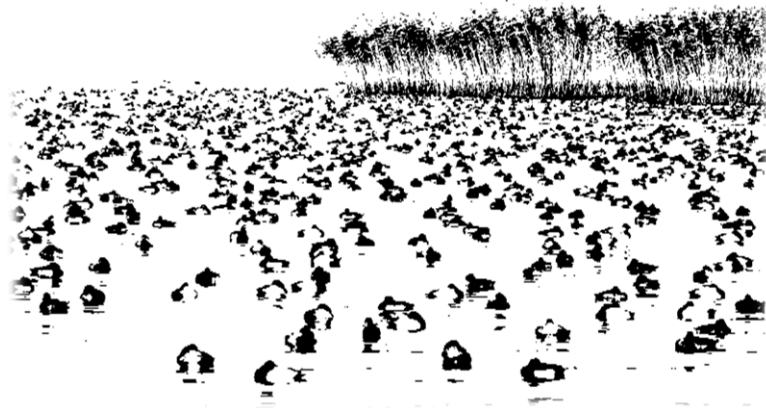
Figure 12: Illustration de l'impact du pâturage (Merzoug, 2015).

La diversité avifaunistique des différentes zones humides du complexe de Guerbes-Sanhadja attire de nombreux chasseurs et braconniers pendant et hors saison de chasse, particulièrement, Garaet Beni M'Hamed, Hadj-Tahar et Messaoussa. Ainsi, des coups de fusils ont été entendus durant nos sorties principalement pendant les week-ends. Le Canard colvert et la Foulque macroule sont les espèces les plus menacées par la chasse mais les dommages peuvent affecter le Fuligule nyroca et l'Erismature à tête blanche ; espèces protégées ; quoique la chasse en Algérie est réglementée par la loi 83-10.



Chapitre II

Description du matériel biologique



1. Fuligule nyroca

1.1. Description

1.1.1. Systématique

Prenant comme nom scientifique « *Aythya nyroca* » (**Güldenstädt, 1770**), ce canard plongeur appartient à :

- **Ordre** : Anseriformes
- **Famille** : Anatidae
- **Genre** : *Aythya*
- **Espèce** : *nyroca*

1.1.2. Biométrie

- **Longueur** : 38 à 42 cm
- **Envergure** : 63 à 67 cm
- **Poids** : 670 à 800g selon le sexe (**Potiez, 2004**)

1.2. Identification du sexe

Le Fuligule nyroca est un canard plongeur de couleur générale brun acajou, bien que le dos soit de teinte plus sombre (**Fig.13**). 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, 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 ongle noir à son extrémité (**MEEDDAT - MNHN, 2009**).

Les vocalisations du nyroca sont limitées, 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**).



Figure 13 : Photo descriptive du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* (Collin et Le - Dantec, 2002).

1.3. Habitat et écologie

Sur ses quartiers de reproduction, le Fuligule nyroca niche sur des étangs et lagunes de faible profondeur, ceinturés d'une riche végétation paludicole, de 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* et *Tachybaptus* (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 (MEEDDAT - MNHN, 2009). En Algérie l'espèce affectionne les vastes pièces d'eau peu profondes, riches en végétation submergée et/ou flottante et bordées d'émergents (Phragmites) (Metallaoui, 2010).

L'alimentation est effectuée principalement dans les eaux peu profondes comprises entre 1 et 3 mètres. L'espèce est omnivore et son alimentation est variable mais l'analyse des contenus stomacaux a révélé la prédominance 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*. Pour ce qui est de proies animales, on trouve de petit poissons des têtards et des grenouilles dont la taille ne dépasse pas les 3 centimètre de long, des Annélides, des Mollusques et des Crustacés ; ainsi que des insectes, surtout des libellules (*Libellula*, *Agrion*), des punaises d'eau, des Phryganeidae, et des Scarabées d'eau (Cramp et Simmons, 1977).

2- Fuligule milouin

2-1- Description

2.1.1. Systématique

Prenant comme nom scientifique « *Aythya ferina* » (LINNE, 1758), ce canard plongeur appartient à :

- **Ordre** : Ansériformes
- **Famille** : Anatidae
- **Genre** : *Aythya*
- **Espèce** : *ferina* (Potiez, 2002).

2.1.2. Biométrie

- **Longueur** : 42 à 49 cm
- **Envergure** : 66 à 75 cm
- **Poids** : 600 à 950 g pour les femelles, 750 g à 1250 g pour les mâles (Potiez, 2002).

2.2. Identification du sexe

Le Fuligule milouin est un canard plongeur de taille moyenne. En livrée nuptiale, les mâles présentent un dos et des flancs gris finement vermiculés encadrés de noir à la poitrine et à l'arrière. Le cou et la tête sont brun rouge. Le bec est noir barré de bleu et l'iris est rouge vif. En toutes saisons la femelle est plus terne que le mâle. Son dos et ses flancs sont grisâtres tandis que la poitrine et l'arrière train, qui paraissent plus sombres, sont brunâtres. La femelle se distingue également du mâle par un cercle orbital clair éventuellement prolongé par une bande claire à l'arrière de l'œil. Sa tête, son cou et son iris sont bruns (Fig. 14). En plumage

d'éclipse, le mâle ressemble à la femelle, mais le contraste entre le dos et les flancs gris et la poitrine et l'arrière train noirâtres est plus marqué. La tête et le cou restent brun rouge tandis que l'iris vire au jaune/orange (MEEDDAT - MNHN, 2009).

Le cri du mâle est un sifflement nasal rauque, tandis que celui de la femelle est discordant elle émet des grognements rauques et plus bas que celui du Fuligule milouinan (MEEDDAT - MNHN, 2009).



Figure 14 : Photo du Fuligule milouin *Aythya ferina*, mâle et femelle.

2.3. Habitat et écologie

Le Fuligule milouin préfère généralement les eaux riches en nutriments et peu profondes, il apprécie particulièrement les marécages, les marais, les lacs et les réservoirs à faible débit et ayant des zones d'eau libre (Scott et Rose, 1996). Il se rencontre aussi dans les baies abritées ou aux embouchures des cours d'eau (Potiez, 2002). L'espèce s'alimente préférentiellement de matériel végétal (graines, tiges, rhizomes, feuilles, tubercules de *Chara* et de *Potamogeton*). Cependant, le matériel animal n'est pas exclu. Pour chercher sa nourriture, il peut plonger à des profondeurs 0,3 à 1,8 mètres; la durée de plongée peut atteindre, en moyenne 30 secondes pour des profondeurs de 3,7 à 4,0 mètres (Metallaoui, 2010).

L'espèce est très grégaire et l'hivernage s'effectue en grands groupes de plusieurs milliers d'individus. La migration d'automne atteint des pics à la fin de septembre et en début d'octobre, mais dans les pays maritimes de l'ouest de l'Europe le pic est enregistré en fin

octobre et début novembre, avec une certaine ségrégation des sexes ou les males hivernant généralement plus au nord que les femelles. La migration de printemps peut commencer dès février, mais la principale migration à lieu en mars et début avril. Les aires de reproduction sont occupées à partir de début mars au sud et en début mais plus au nord plus particulièrement en Sibérie (Scott et Rose, 1996).

3- Fuligule morillon

3-1- Description

3.1.1. Systématique

Prenant comme nom scientifique « *Aythya fuligula* » (LINNE 1758), ce canard plongeur appartient à :

- **Ordre** : Ansériformes
- **Famille** : Anatidae
- **Genre** : *Aythya*
- **Espèce** : *fuligula*.

3.1.2. Biométrie

- **Longueur** : 40 à 47 cm
- **Envergure** : 67 à 73 cm
- **Poids** : 550 à 900 g

3.2. Identification du sexe

Le male en plumage nuptiale a la tête, le cou, la poitrine et son dos, ainsi que sa huppe (bien marquée). Les flancs sont entièrement blancs. En plumage d'éclipse (ou plumage internuptial), les flancs sont lavés de brun, mais la huppe reste encore esquissée. La femelle est brun foncé terne, et montre des flancs un peu plus clairs. La base de son bec est souvent blanchâtre, et sa nuque comporte un petit décrochement, qui évoque la huppe du male. Le bec, bleu ardoise, est court, large et terminé par un onglet noir. Il s'appuie sur un front vertical qui se poursuit par une calotte assez plate et par une huppe. Sa tête est rehaussée par des yeux jaune d'or (Fig.15) (Snow *et al.*, 1998 ; Mullarney *et al.*, 2007).

Le Fuligule morillon est habituellement silencieux excepté pendant les parades nuptiales. Le male émet un sifflement bas mais vibrant «wheep-wee-whew», tandis que la femelle produit un grognement bas «err,err,err». Pendant les parades, elle émet quelques «quack ou karr» et un «bre bre bre» guttural en vol [1].



Figure 15 : Photo du Fuligule morillon *Aythya fuligula*, mâle et femelle.

3.3. Habitat et écologie

Le Fuligule morillon préfère les lacs profonds d'eau douce, un nombre important d'individus hivernant le long des côtes abritées, dans les estuaires et dans les mers intérieures d'eau saumâtre comme la mer Caspienne. La migration qui compte souvent des groupes de plusieurs milliers commence en septembre, les quartiers de reproduction les plus au nord sont désertes à la fin octobre ou début novembre, la migration de printemps commence à la fin du mois de février et la plupart des oiseaux arrivent sur les lieux de reproduction à la mi-avril (Atoussi, 2014).

Cette espèce a connu une expansion démographique à l'Ouest de l'Europe depuis le XIX^{ème} siècle, ces populations ont occupé de nouvelles zones. Ce phénomène est lié aux conditions trophiques très favorables (propagation des moules zébrées *Dreissena polymorpha*) et l'utilisation par l'espèce des biotopes anthropogéniques comme les rivières «fishpnods» (Gorski et Gorska, 1997).

4- Érismature à tête blanche

4-1- Description

4.1.1. Systématique

Érismature à tête blanche prenant comme nom scientifique « *Oxyura leucocephala* » (Scopoli, 1769), appartient à :

- **Ordre** : Ansériformes
- **Famille** : Anatidae
- **Genre** : *Oxyura*
- **Espèce** : *leucocephala*

4.1.2. Biométrie

- **Longueur** : 48 cm
- **Envergure** : 62 à 70 cm
- **Poids** : 510 à 900 g

4.2. Identification du sexe

Petit canard rondelet, à la silhouette typique, ramassée et légèrement « voûtée » (surtout le mâle adulte), l'Érismature à tête blanche a le corps brun chaud, à reflets plus ou moins roussâtres, la tête blanche, avec une petite calotte noire. Du noir est également présent à la base du cou, mais peu visible. Le bec, renflé à la base, est bleu pâle en période nuptiale, gris-marron en plumage d'éclipse. Le mâle et la femelle ont une longue queue effilée, souvent tenue à 45° au-dessus de l'eau. La femelle est un peu plus brun terne, la tête est brune avec la joue crème barrée par une ligne noirâtre. Elle présente également une calotte noire, englobant l'œil. Le bec, également renflé à la base, est gris (**Fig.16**)

L'Érismature à tête blanche est généralement silencieuse, émet parfois grognements et bourdonnements lors des parades collectives. La femelle émet parfois des cris aigres.



Figure 16: Photo de L'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* , mâle et femelle.

4.3. Habitat et écologie

L'Érismature montre une préférence pour de vastes zones en eau peu profonde (0,3-0,5 m de profondeur) (**Kear, 2005**). Pendant l'hiver, l'espèce préfère les grands plans d'eau profonds, alcalins ou salins, qui ont souvent moins de végétation émergente que pendant la saison de reproduction, mais fournissent encore les algues et les potamots (**Johnsgard et Carbonell, 1996**). Son habitat comprend les lacs salés de l'intérieur, les lacs et les lagunes côtières, et même les eaux côtières des mers intérieures (**Kear, 2005**). Même si elle ne se trouve pas sur les zones de la côte qui sont soumis à l'action des vagues. Dans le nord-est de son aire de répartition, elle est associée à des plans d'eau qui sont suffisamment salés pour ne pas geler pendant l'hiver (**Johnsgard et Carbonell, 1996**).

L'Érismature est omnivore et se nourrit surtout de graines ou des parties végétales des plantes aquatiques (Potamots, Vallisnérias, Scirpes), ainsi que de larves d'insectes et parfois de petits mollusques et crustacés. Plongeur accompli, il réalise des apnées à faible profondeur (1 à 2 mètres) jusqu'à 40 secondes (12 à 27 secondes en moyenne) et couvre jusqu'à 30 mètres sous l'eau (**Lazli, 2011**).

On l'aperçoit en petits groupes au printemps, par contre, il se réunit en bandes assez importantes en dehors de la saison de nidification. Grégaires en hiver, les oiseaux se dispersent par petits groupes au cours de la période de reproduction (**Boumezbeur, 1993**).



Chapitre III

Matériel et méthodes



1. Matériel

- Un télescope *KONUSPOT* (80 × 60) ;
- Une paire de Jumelles (*Weitwinkel*, 8 × 30) ;
- Guide d'identification des oiseaux (Guide Heinzel des Oiseaux d'Europe d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient) ;
- Un appareil photo numérique (*Sony, HX300 Zoom X50*);
- Un bloc note de terrain ;
- Des logiciels statistiques : Logiciel ADE-4 (pour les analyses statistiques) (**Chessel et Doledec, 1992**).

2. Méthodologie

2.1. Dénombrement

Afin de répondre aux objectifs définis pour cette étude, d'étudier l'éco-éthologie de quatre espèces des canards plongeurs hivernants dans le complexe de Guerbes-Sanhadja; nous avons procédé de suivi régulièrement l'évolution et les variations des effectifs de ces canards durant deux saisons d'hivernage, et d'étudier ses comportements diurnes uniquement à Garaet Hadj-Tahar.

2.1.1. Les objectifs de dénombrement

L'organisation des dénombrements d'oiseaux d'eau focalise depuis bien longtemps l'attention des ornithologues ; il répond au besoin de préciser la répartition des oiseaux d'eau, de quantifier leurs populations et de suivre leur évolution à différentes échelles : locale, nationale et internationale. L'objectif de ces suivis est double ; il s'agit d'une part d'évaluer l'état de conservation des populations d'oiseaux et l'efficacité des mesures de protection locales, d'autre part l'état de santé de l'écosystème. Les oiseaux d'eau sont en effet un des indicateurs utilisés pour identifier les zones humides d'importance internationale dans le cadre de la convention de Ramsar.

2.1.2. Fréquence des dénombrements

Pour les besoins de notre travail nous avons choisi de réaliser un dénombrement bimensuel depuis le début de septembre au mois d'avril couvrant ainsi la quasi totalité de la

période d'hivernage et cela durant deux saisons consécutives (2013-2014, 2014-2015) ; d'une journée entière (8h à 16h, soit 8h de suivi/jour) ont été effectuées, faisant ainsi un total de 32 sorties, soit 256 heures pendant toute la période d'étude.

2.1.3. Choix des stations d'observation

Afin de cerner la totalité du plan d'eau, trois points d'observations situés sur les berges ont été fixés en prenant en considération la bonne visibilité, l'accessibilité et la localisation des bandes d'oiseaux.

2.1.4. Techniques de dénombrement

Lors de nos dénombrements, nous avons procédé les méthodes suivantes:

- ❖ **méthode relative** : qui consiste à un comptage individuel si le groupe d'oiseaux se trouve à une distance inférieure à 200 m et s'il ne dépasse pas les 200 individus ;
- ❖ **La méthode absolue** : Optée, si la taille du peuplement avien est supérieure à 200 individus ou si le groupe se situe à une distance très éloignée (plus des 200 mètres), en réalisant des estimations visuelles. Nous divisons ainsi le champ visuel en plusieurs bandes, comptons le nombre d'oiseaux dans une bande moyenne et nous reportons autant de fois que de bandes (**Blondel, 1969; Lamotte et Bourlière, 1969; Blondel, 1995**). 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'erreurs estimée entre 5 et 10 %. Elle dépend essentiellement de l'expérience de l'observateur, de la nature du terrain à étudier et de la qualité du matériel utilisé (**Blondel, 1969; Lamotte et Bourlière, 1969**).

Le cas de nos espèces plongeuses est spécifique car ces oiseaux évoluent en pleine eau où elles plongent régulièrement pour rechercher sa nourriture. Leur comptage exige donc des conditions d'observation adaptées, plus exigeantes en matière de temps et fortement dépendantes des conditions météorologiques.

2.2. Modalités d'occupation spatiale

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 ou un groupe d'espèces, une période de l'année, une période du cycle quotidien et le site (**Tamisier et Dehorter, 1999**).

Les canards plongeurs sont cartographiés à chaque sortie en se servant de repères afin de déterminer leurs modalités d'occupation du plan d'eau. Les données sont reportées sur des cartes définitives qui permettent de suivre l'utilisation des plans d'eau par ces canards. Dans ces représentations graphiques l'importance des effectifs des oiseaux n'a pas été prise en considération.

2.3. Etude des rythmes d'activités diurnes

Deux méthodes classiques sont habituellement utilisées pour l'étude du rythme d'activité des Anatidés, l'animal focal sampling ou *FOCUS* et l'instantaneous scan sampling ou *SCAN*.

- ❖ **Méthode *FOCUS*:** L'échantillonnage focalisé implique l'observation d'un individu pendant une période prédéterminée, où nous enregistrons continuellement les activités manifestées. Les résultats obtenus sont par la suite proportionnés afin de déterminer le pourcentage de temps de chaque comportement (**Altmann, 1974**). Cette observation continue permet d'enregistrer certains comportements qui ne sont pas toujours fréquents, tel que l'exhibition sociale et l'agression, mais représente aussi certains inconvénients dont la fatigue de l'observateur, la sélection aléatoire des individus spécialement à partir d'un grand groupe et surtout la perte de vue des 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

- ❖ **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 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**).

Quant à notre cas nous avons opté pour la méthode SCAN. Les comportements observés, sans distinction du sexe ni d'âge sont classés en six types : Alimentation, Sommeil Toilette, Nage non associée à l'alimentation, Vol et parade.

2.4. Analyses statistiques des données

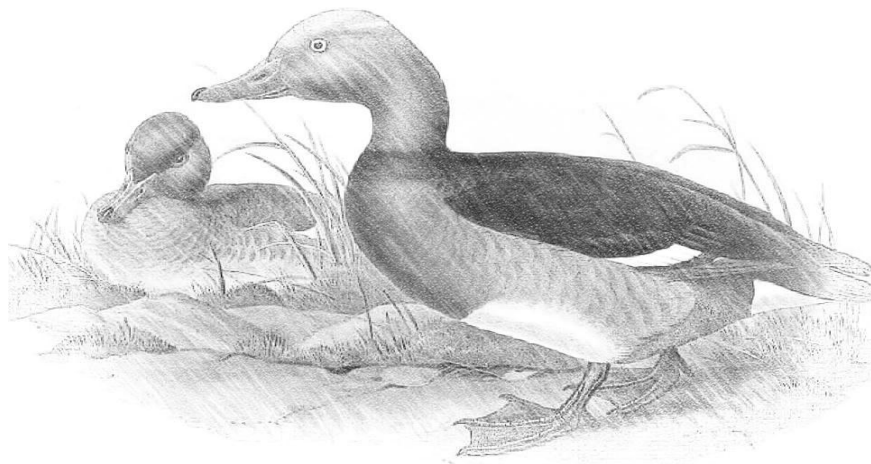
L'exploration statistique multivariée par le biais de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) est un moyen de procéder à une interprétation d'observations ne comportant a priori aucune distinction, ni entre variable ni entre individu. Son but majeur est de calculer un ensemble de saturations qui permettent d'une part, d'expliquer les corrélations observées entre les tests par la mise en évidence d'un certain nombre d'aptitudes fondamentales et d'autre part, d'identifier autant que possible ces aptitudes fondamentales (**Dagnelie, 1975 ; Falissard, 1998**).

En utilisant le logiciel ADE 4 (**Chessel et Doledec, 1992**) nous avons réalisé des analyses factorielles des correspondances des résultats des rythmes d'activités diurnes des Anatidés.



Chapitre IV

Résultats et discussion





Partie I

Evolution spatio-temporelle
des effectifs des canards
plongeurs

1. Phénologie et occupation spatiales des canards plongeurs dans le complexe de Guerbes-Sanhadja

L'hivernage des espèces et en particuliers les Anatidés correspond à leur séjour plus ou moins prolongé au cours des mois d'hiver loin de leurs quartiers de nidification (**El Agbani, 1997**), il représente pour les oiseaux d'eau une période de reconstitution des réserves énergétiques après les efforts investis dans la reproduction et souvent aussi dans la migration (**Fustec et Lefeuvre, 1990**).

Nous décrirons, dans cette partie, la phénologie des canards plongeurs (*Fuligule nyroca aythya nyroca* ; *Fuligule milouin Aythya ferina* ; *Fuligule morillon Aythya fuligula* et l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*) : fluctuation des effectifs, variation inter-annuelle, modèle phénologique, les modalités d'occupation de l'espace, en fonction du temps (dates d'arrivée et de départ, périodes de concentration des effectifs et/ou de leur stabilité), qui fréquentent les zones humides de l'éco-complexe de Guerbes-Sanhadja.

La phénologie du *Fuligule nyroca* a été suivie sur les six principales zones humides de l'éco-complexe de Guerbes-Sanhadja (Garaet Hadj-Tahar, Garaet Beni M'hamed, Garaet Chichaya, Garaet Sidi Makhlouf, Garaet Sidi Magroune et Garaet Messaoussa) durant une seule saison (2013-2014). Tandis que, la phénologie des autres canards plongeurs a été suivie uniquement à Garaet Hadj-Tahar pendant deux cycles annuels (2013-2014 et 2014-2015).

1.1. Evolution des effectifs et distribution spatial du *Fuligule nyroca* (*Aythya nyroca*) Ferruginous duck dans les zones humides du complexe de Guerbes-Sanhadja



Le *Fuligule nyroca Aythya nyroca* est l'une des espèces de la famille des Anatidés largement répandu en Europe, en Asie et en Afrique (**Robinson, 2003**), sa population a subi une forte régression et des changements dans la distribution au cours des dernières décennies (**Islam, 2003**). Sa répartition géographique a considérablement fluctué depuis 150 ans et les populations ont décliné. Selon l'IUCN (International Union for Conservation of Nature) le *Fuligule nyroca* présente un statut d'espèce 'Quasi-Menacé' (NearThreatened) au niveau mondial et 'Vulnérable' en Europe (**Bird Life International, 2004**).

Ce canard figure parmi les espèces protégées en Algérie selon le décret n° 83-509 du 20 août 1983. Au XIXe siècle, l'espèce était connue dans trois sites en Algérie : le Lac Fezzara où elle a niché en masse, les marais de Zana et de Djendjeli (Isenmann et Moali, 2000). Ce canard plongeur est présent en tant que nicheur et hivernant dans les zones humides du littoral (Isenmann et Moali, 2000), c'est une espèce estivante nicheuse dans la majorité des zones humides du Nord-est Algérien (Samraoui et De Belair 1997 ; chalabi, 1990 ; Aissaoui *et al.*, 2009 ; 2011), ainsi que dans le complexe des zones humides de Guerbes-Sanhadja (Metallaoui et Houhamdi, 2008 ; Merzoug *et al.*, 2014).

Les populations hivernantes du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* fréquente les zones humides du complexe de Guerbes-Sanhadja à partir de septembre et y demeurent jusqu'à la fin mars (Fig.18). En moyenne, le total des effectifs recensés sur les six zones humides suivies (Garaet Hadj-Tahar, Garaet Beni M'hamed, Garaet Chichaya, Garaet Sidi Makhoulouf, Garaet Aïn Magroune et Garaet Messaoussa) fluctue entre 84 à 625 individus (Fig.18). L'abondance suit une courbe avec des pics durant les mois de novembre 525 et janvier 625 oiseaux. Ce dernier représente des regroupements d'oiseaux pendant leur migration vers des sites humides situés plus au sud dans les hauts plateaux et au Sahara septentrional.

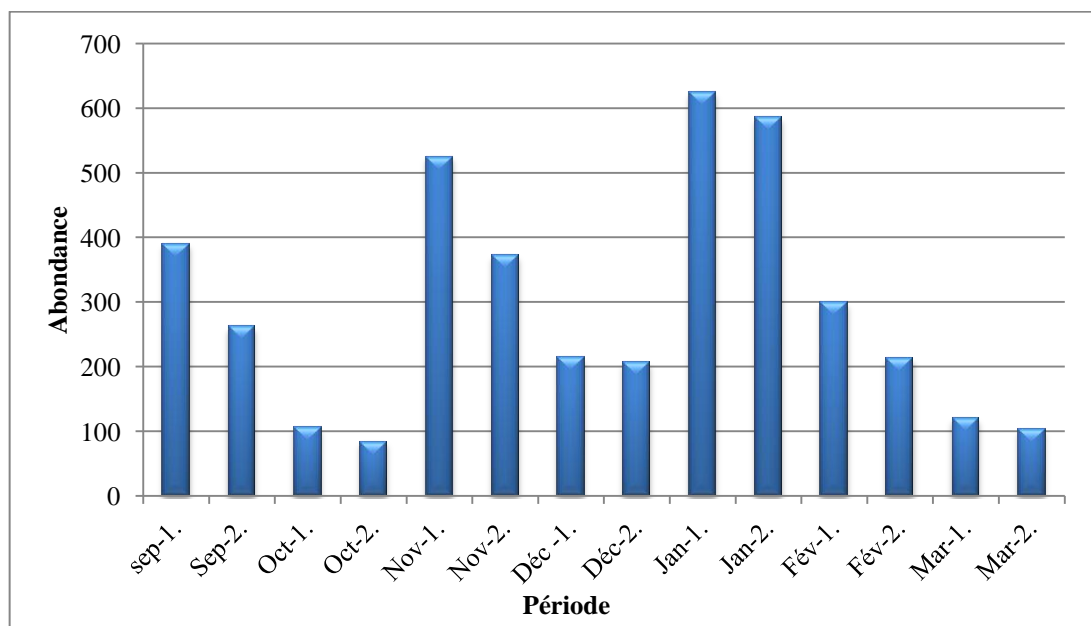


Figure 18 : Evolution des effectifs du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) au niveau du complexe de Guerbes-Sanhadja (septembre 2013- mars 2014).

Les plus grandes concentrations de cette espèce ont été notées au niveau de la Garaet Hadj-Tahar (**Fig.19**). La garaet a hébergée plus de 80% de la population hivernante et l'espèce est présente pendant toute la saison avec une allure du graphique en dents de scies. Les effectifs les plus élevés ont été recensés durant les périodes de passage, en septembre, novembre et janvier quand l'effectif a atteint une première fois 380 individus, puis 440 individus et enfin 523 individus (**Fig.19**). Au-delà du mois d'avril, il ne reste que 43 oiseaux, formant la population nicheuse de la garaet (**Merzoug *et al.*, 2014**).

Cependant, l'effectif de ce canard (effectif maximal enregistré durant la saison d'hivernage) au niveau de Garaet Hadj-Tahar a connu une diminution et est passé de 850 individus en 2008 (**Metallaoui et Houhamdi, 2008 ; 2011 ; Atoussi, 2015**) à 605 individus en 2014 (**Merzoug *et al.*, 2014**) puis à 523 en 2014 (effectif maximal enregistré lors de cette étude).

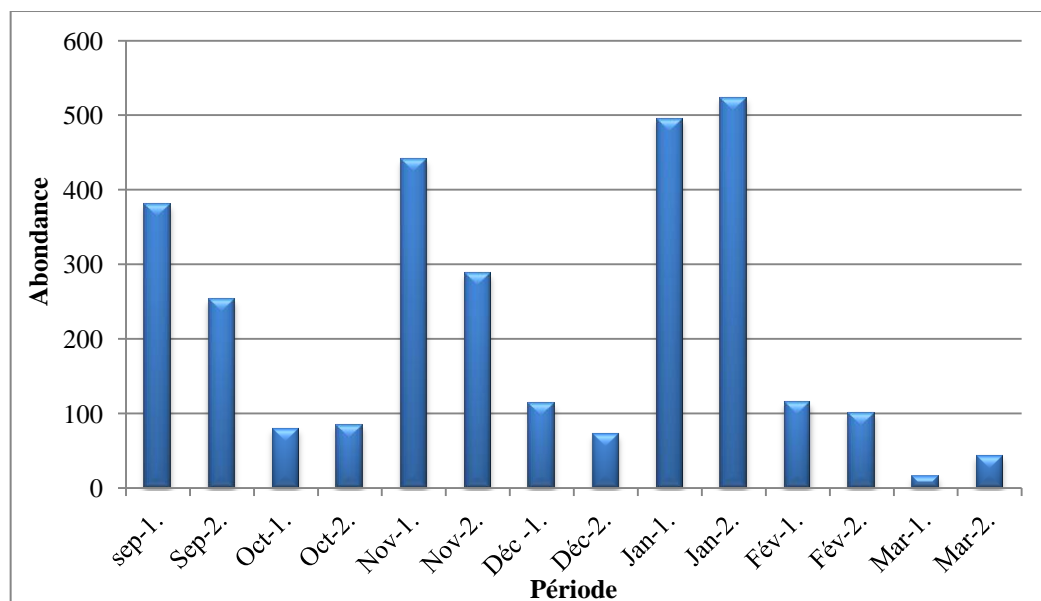


Figure 19: Phénologie et tendance des effectifs du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) durant une saison d'hivernage (septembre 2013- mars 2014) à Garaet Hadj-Tahar.

Durant la période de l'hivernage, les grandes groupes d'individus des Nyroca ont essentiellement occupés le centre du plan d'eau où il ya la végétation. Ils passent le maximum de leurs journées à somnoler dans la végétation (surtout le nénuphar blanc *Nymphaea alba*).

Tandis que, des petits groupes ont été observés à proximité des autres canards plongeurs, dont le Fuligule milouin *Aythya ferina* et l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* dans le secteur central de la garaet le plus profonde est dégagé de toute végétation d'hélophytes (**Fig. 20**).

Hors la saison d'hivernage la population résidente de la Garaet est difficilement observé, elle passe le maximum de leur journée cachée dans les touffes de *Typha* et de *Scirpes* ce qui rend le dénombrement exact des nicheurs difficiles. Il faut aussi signaler la présence de quelques individus dans la partie sud est du lac (**Fig. 20**).

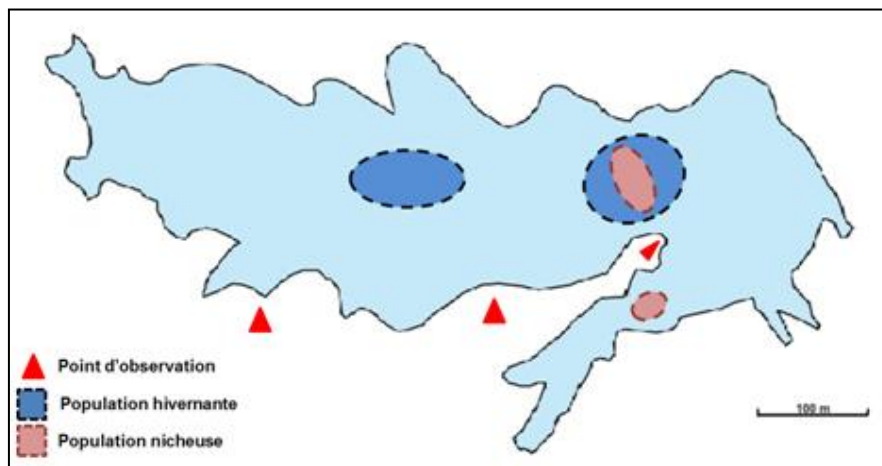


Figure 20 : Occupation spatiale de Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) à Garaet Hadj-Tahar (Skikda, Algérie).

Au niveau de la Garaet Beni M'Hamed et la Garaet Sidi Makhrouf, le Fuligule nyroca n'a été observé qu'à partir du mois de novembre et il y est resté jusqu'à la fin de l'étude (**Fig.21 et Fig.22**). Les maximums enregistrés avoisinent 65 oiseaux au niveau de la Garaet Beni M'Hamed et 68 au niveau de la Garaet Sidi Makhrouf, effectifs observés en fin de saison, soit pendant le mois de février. L'évolution des effectifs suit des allures semblables.

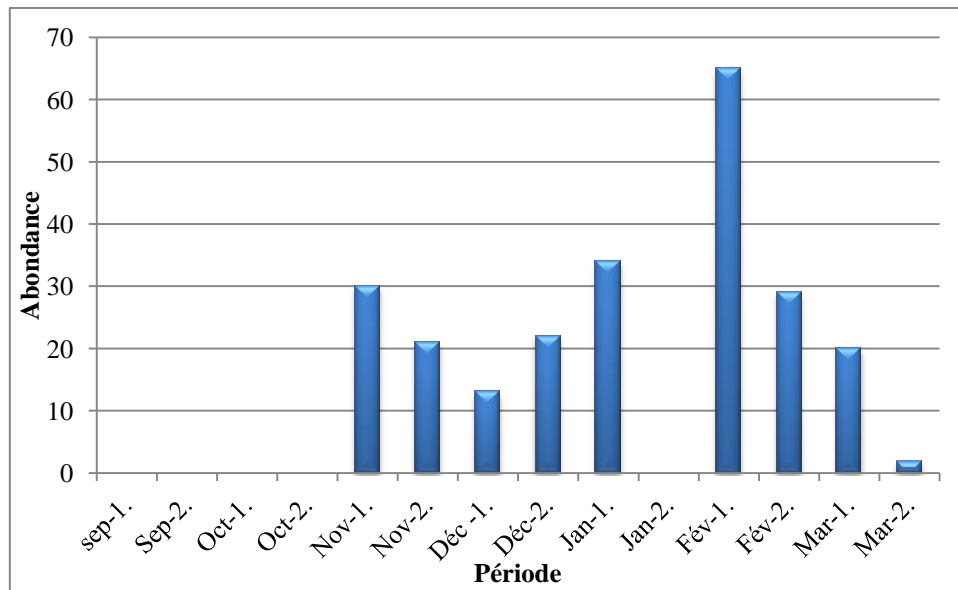


Figure 21: Phénologie et tendance des effectifs du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) durant une saison d’hivernage (septembre 2013- mars 2014) à Garaet Beni M’hamed.

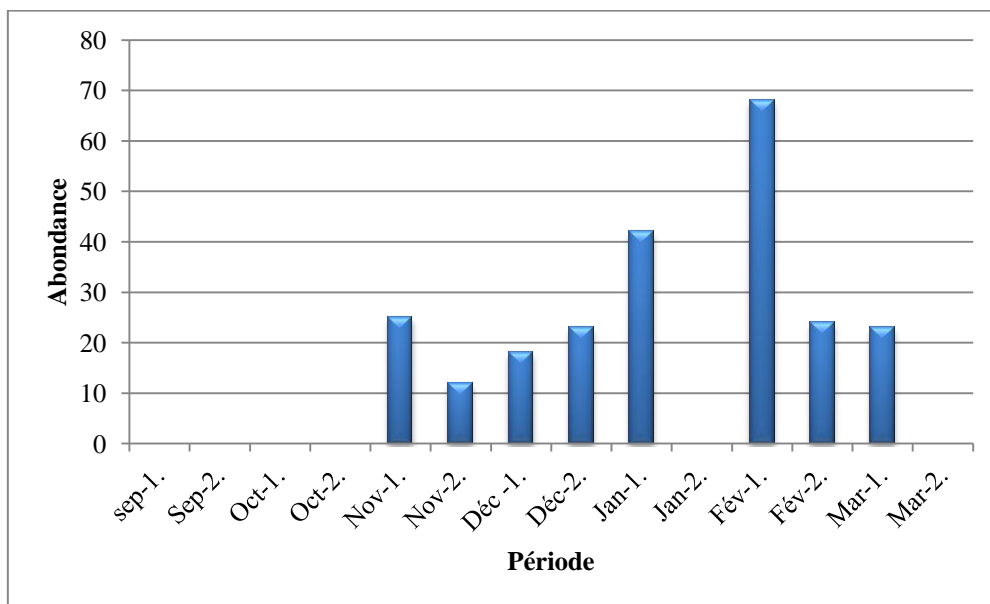


Figure 22: Phénologie et tendance des effectifs du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) durant une saison d’hivernage (septembre 2013- mars 2014) à Garaet Sidi Makhlouf.

Durant les premiers mois de l’occupation de la Garaet Beni M’Hamed, ces oiseaux ont surtout été observés sur le secteur septentrional du plan d’eau puis avec l’arrivée en masse d’autres effectifs, ils se distribuent sur toute la surface de l’eau du site (**Fig.23**). La Garaet

Sidi Makhlouf présente une forme allongée et les seules possibilités de distribution se résument en l'occupation des régions centrales loin des routes et des agglomérations (**Fig.24**).

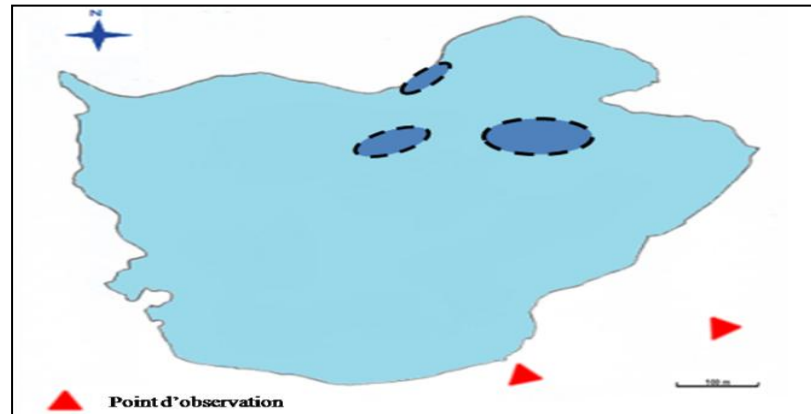


Figure 23 : Distribution spatiale du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) à Garaet Beni M'hamed.

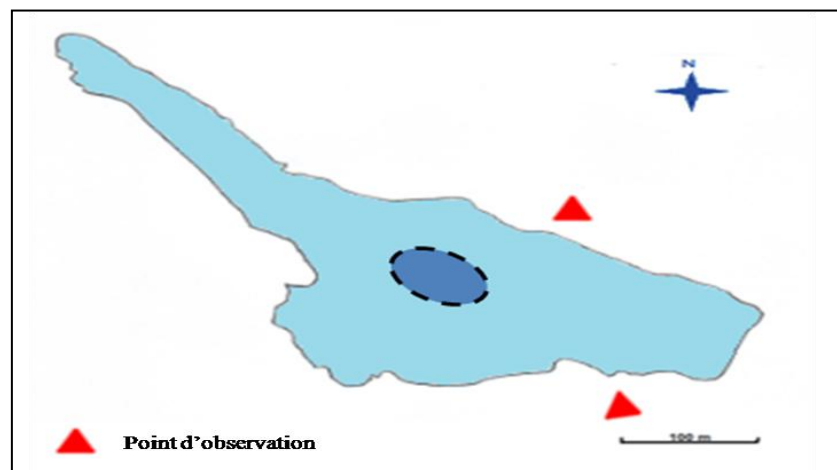


Figure 24 : Distribution spatiale du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) à Garaet Sidi Makhlouf.

L'espèce commence à occuper la Garaet Messaoussa à partir d'octobre avec une dizaine d'individus puis l'effectif augmentent progressivement (**Fig.25**). Le maximum est de 48 individus durant la première quinzaine de décembre 2013. A signaler que ce site ne constitue pas un refuge idéal pour l'hivernage des canards plongeurs mais des lieux de nidification (**Houhamdi et Samraoui, 2008 ; Aissaoui et al., 2011 ; Merzoug et al., 2014**). Les oiseaux se distribuent sur le secteur oriental du plan d'eau (**Fig.26**).

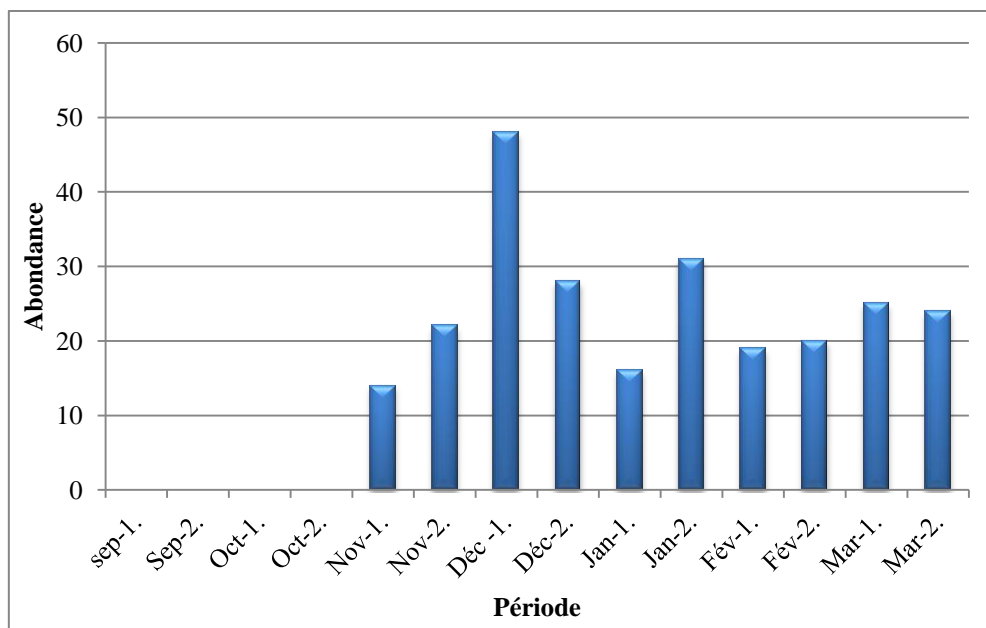


Figure 25: Phénologie et tendance des effectifs du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) durant une saison d'hivernage (septembre 2013- mars 2014) à Garaet Messaoussa.

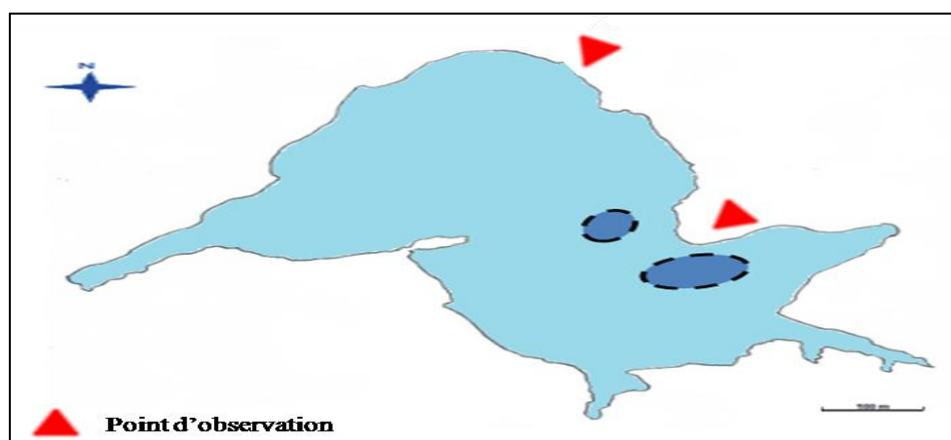


Figure 26 : Distribution spatiale du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) à Garaet Messaoussa.

Au niveau de la Garaet Chichaya, un faible effectif de Fuligule nyroca a été observé (**Fig.27**). Sa tendance est semblable à celle des autres sites avec un maximum de 34 individus en janvier (2013).

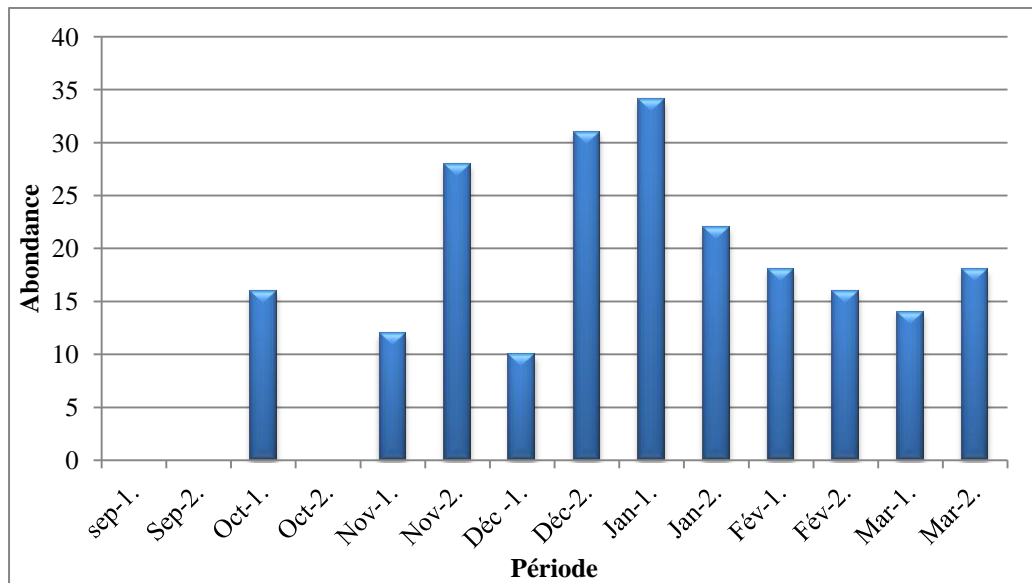


Figure 27 : Phénologie et tendance des effectifs du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) durant une saison d’hivernage (septembre 2013- mars 2014) à Garaet Chichaya.

La Garaet Ain Magroune constitue le plus petit plan d’eau de l’éco-complexe (9ha). Elle a accueilli des effectifs très faibles mais elle a été fréquentée pendant toute la saison d’hivernage (**Fig.28**). Elle constitue aussi un site de nidification pour trois à quatre couples de cette espèce avec présence d’un nid avec 10 œufs (observation personnelle). Le maximum noté pour le site est de 33 individus durant la deuxième quinzaine de décembre 2013 (**Fig.28**).

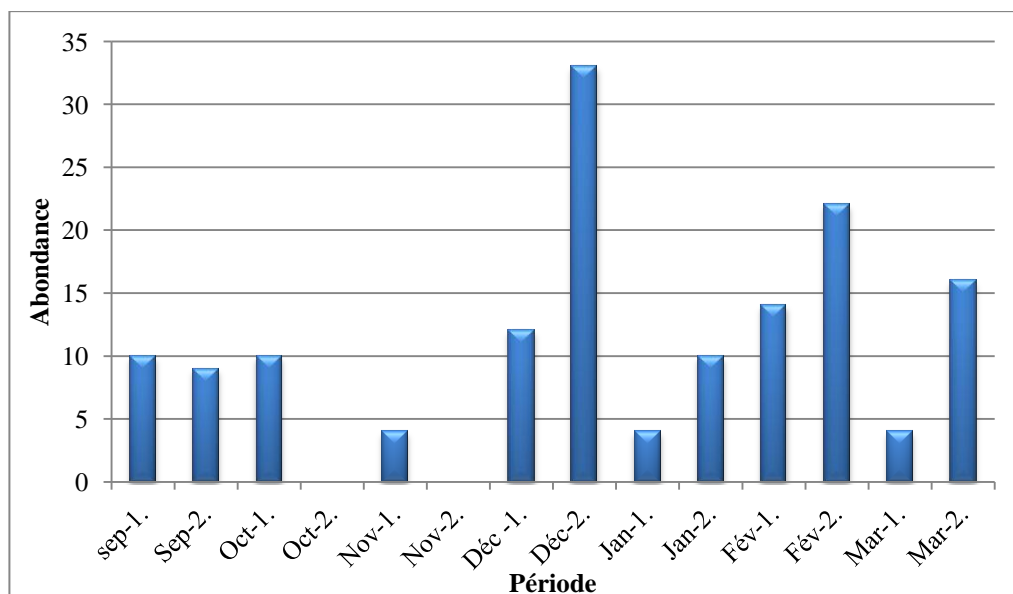


Figure 28 : Phénologie et tendance des effectifs du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) durant une saison d’hivernage (septembre 2013- mars 2014) à Garaet Ain Magroune.

Les modalités de distribution sur les deux sites sont semblables à celles des autres plans d'eau. Les Fuligules nyroca se distribuent sur les lieux dégagés, souvent au centre des plans d'eau (Fig. 29 et Fig. 30).

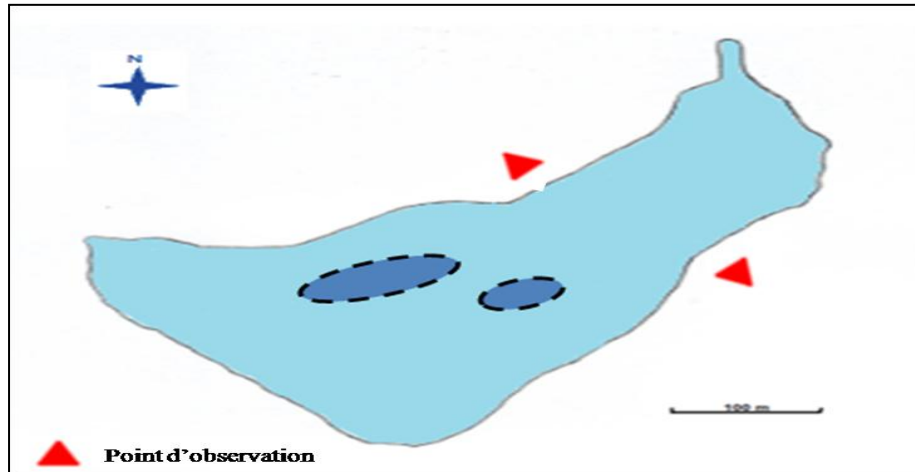


Figure 29 : Distribution spatiale du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) à Garaet Chichaya.

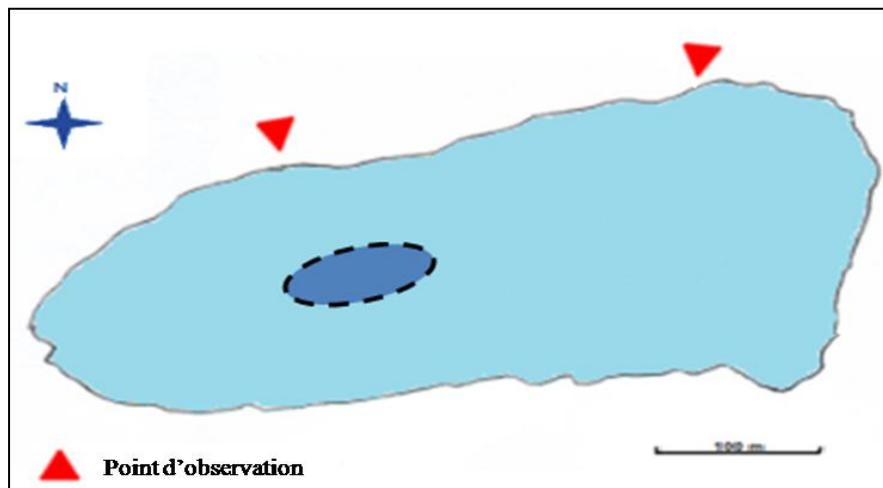


Figure 30 : Distribution spatiale du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) à Garaet Aïn Magroune.

A cet effet, Les zones humides de l'éco-complexe de Guerbes-Sanhadja constituent un refuge hivernal important pour le Fuligule nyroca. L'effectif maximal recensé durant notre étude avoisine 625 individus observés durant le mois de janvier. Ces oiseaux fréquentent ces milieux pendant toute la saison d'hivernage. Ceci confirme les travaux précédents (Merzoug

et al., 2014; Merzoug, 2015) et donne une idée à la capacité d'accueil de ce site. Parmi les plans d'eau visités, la Garaet Hadj-Tahar accueille 80 à 90 % de l'effectif recensé (523 individus) et de ce fait domine de loin les autres sites. Sa physionomie, la profondeur de l'eau dépassant 1,5 m et son éloignement des routes et des agglomérations sont les facteurs primordiaux qui favorisent cette capacité d'accueil. Elle égale les autres zones humides réputés par leur valeur ornithologique, telles Sebket Bazear-Sakra de Sétif (2300ha) et qui présentées effectifs pouvant aller à 752 individus (Baaziz *et al.*, 2011), les lacs Réghaia, Algérois (88ha et un maximum de 56 individus) (Lardjane-Hamiti *et al.*, 2013), le marais de Boussehra, Annaba (87 ha et 265 individus) (Boudraa *et al.*, 2014) et le Lac Ayata, Vallée de Oued Righ (92 ha et 270 individus) (Bouzegag, 2014). La capacité de ce site vient cependant après celles du Lac Tonga et du Lac des Oiseaux, El-Tarf (respectivement 2400 ha avec 985 individus et 100 ha avec 500 individus) (Houhamdi et Samraoui, 2008, Aissaoui *et al.*, 2011 ; Lazli *et al.*, 2012).

Les autres zones humides accueillent peu d'effectifs de Fuligule nyroca. Ces dernières jouent un rôle primordial dans la formation des couples en fin de saison d'hivernage (février et mars). La Garaet Beni M'Hamed et la Garaet Messaoussa, bien que fréquentés plus tardivement, attirent aussi des concentrations de Fuligule nyroca venant d'autres zones humides de la région. Les autres sites, de superficies faibles, proches des routes nationales et communales et riches en végétation aquatiques (Aïn Magroune, Garaet Sidi Makhoulf et la Garaet Chichaya) sont peu fréquentés par ce canard.

Il convient de noter que la distribution de cette espèce et de tous les oiseaux est tributaire de la profondeur de l'eau, de la présence des hélophytes et de la situation des proximités des routes et des agglomérations. Ainsi, ces oiseaux semblent préférer les lieux vastes et dégagés où ils présentent souvent un grégarisme particulier, témoignant que la quiétude conditionne la distribution des espèces (Nilsson, 1970 ; Houhamdi et Samraoui, 2008).

1.2. Evolution des effectifs et distribution spatial du Fuligule milouin (*Aythya ferina*) Common pochard à Garaet Hadj-Tahar



Le Fuligule milouin est une espèce principalement migratrice. En hiver, le Paléarctique occidental abrite deux grandes populations de cette espèce (Rose et Scott, 1994). Principalement, elle se reproduit en Tunisie, hiverne au Maroc et en Égypte (Brickell, 1988), elle niche au Maroc au moins depuis 1981 (El Agbani, 1997). Cependant, ce canard a le statut d'espèce hivernante en Algérie (Houhamdi, 2002, Houhamdi et Samraoui, 2002) bien qu'il a été observé à de nombreuses reprises durant la période estivale dans plusieurs zones humides de l'est Algérien, aucune preuve de nidification n'a été apportée (Samraoui *et al.*, 2011). Les derniers cas de leur nidification en Algérie ont été signalés par HEIM DE BALSAC ET MAYAUD en 1962 au niveau du lac Fetzara (Annaba) et au lac Tonga (Parc National d'El-Kala). Une nidification récente a été notée dans le lac Reghaia (Lardjane-Hamiti *et al.*, 2013). En outre, des concentrations estivales pouvant atteindre 250 individus se forment à partir du mois de mai en Oranais (François, 1975b ; Ledant *et al.*, 1981 ; Rutjes et Van Wijk, 1997) et à Boughzoul (François, 1975b ; Jacob et Jacob, 1980) avec des citations de possibilité de nidification.

Cependant, ce canard hiverne aussi dans l'éco-complexe de Guerbes-Sanhadja, où les premiers hivernants commencent à coloniser la Garaet Hadj-Tahar dès le début de septembre durant la saison (2013-2014) et à partir du mois d'octobre durant la deuxième saison (2014-2015) avec des effectifs faibles respectivement 18 et 4 individus. Cependant, cet effectif augmente pour atteindre son pic (66 individus) à la fin du décembre 2013. En effet, plusieurs pics d'abondance caractérisent la deuxième saison d'étude où le premier a été noté aussi à la fin de décembre 2014 (77) et le deuxième à la première décennie de février (111) (l'effectif maximale enregistrée lors de cette étude), tandis que, la moyenne des effectifs calculés sur les deux saisons d'hivernage ne dépasse pas les 77 individus (Fig.31).

Les Fuligules milouins quittent le site à partir du mois de février pour la saison (2013-2014) et à partir du mois d'avril pour la deuxième saison. D'une manière générale, vers la fin d'avril aucun individu n'a été observé dans le site.

En effet, l'abondance de ce canard a connu une diminution importante au niveau de Garaet Hadj-Tahar, où un maximum de 1529 individus a été enregistré en 2007, 500 individus en 2008, 220 en 2009 (Metallaoui et Houhamdi, 2008 ; 2011 ; Atoussi, 2014), et enfin un maximum de 111 individus enregistré durant notre étude en 2015. En effet, cette espèce fait partie de la liste des oiseaux, qui dans le cadre de l'accord sur la conservation des oiseaux d'eau d'Afrique-Eurasie (AEWA) doit faire l'objet d'une attention particulière en raison d'un déclin significatif à long terme (Rose et Scott, 1994).

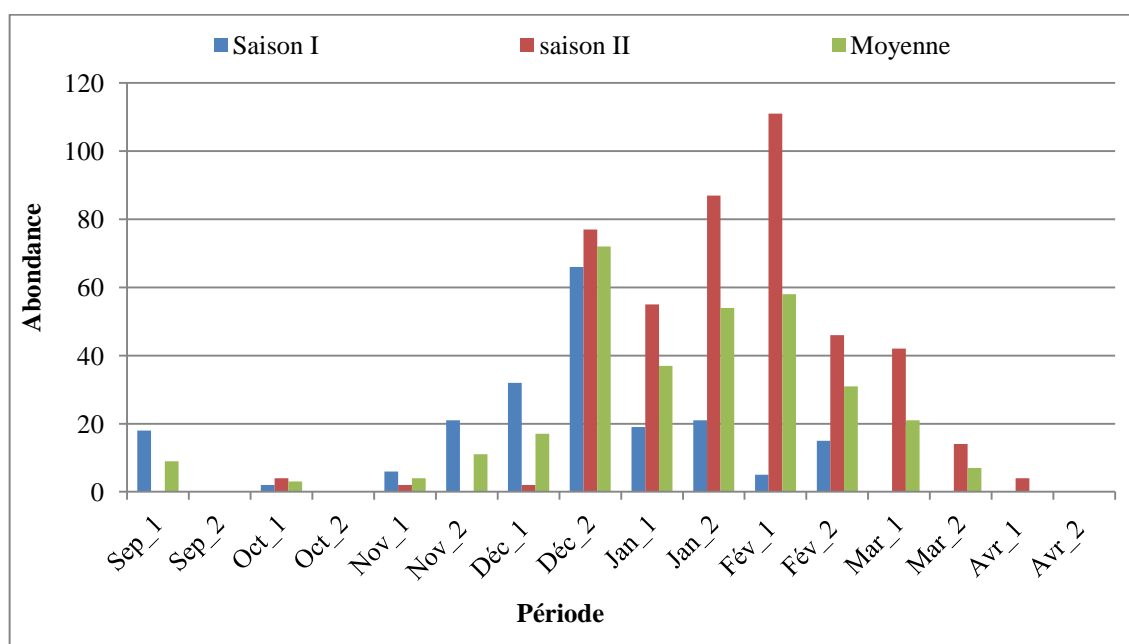


Figure 31: Phénologie et tendance des effectifs Fuligule milouin (*Aythya ferina*) durant deux saisons d'hivernage (septembre 2013- avril 2015) à Garaet Hadj-Tahar.

Au début et à la fin de la saison d'hivernage, les Fuligules milouins occupent les espaces dégagés et plus profondes du plan d'eau (dans le secteur centrale) où ils passent la majorité de leurs temps à nager près des autres canards plongeurs. Tandis que, au milieu de la saison les milouins préfèrent la partie centrale riche en végétation avec le Fuligule nyroca (Fig.32).

Durant la deuxième saison (qui se caractérise par les effectifs les plus élevées) ces oiseaux ont montré le caractère grégaire où les grands groupes sont apparus à nager vers la partie occidentale de la garaet dans les endroits dégagés qui offrent probablement plus de ressources alimentaires pour cette espèce (Fig.32).

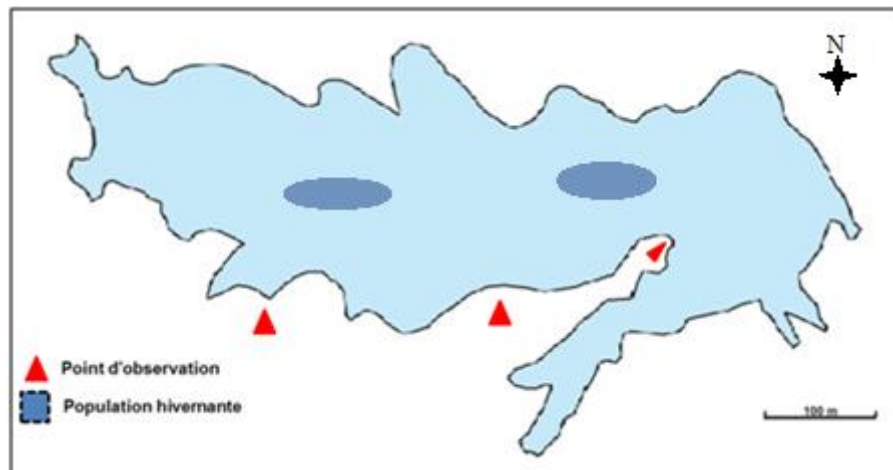


Figure 32: Occupation spatiale de Fuligule milouin *Aythya ferina* à Garaet Hadj-Taher (Skikda, Algérie)

1.3. Evolution des effectifs et distribution spatial du Fuligule morillon (*Aythya fuligula*) Tufted Duck à Garaet Hadj-Tahar



Partiellement migrateur le Fuligule morillon est présent sur les quartiers de reproduction tout au long de l'année, excepter les populations nordiques, qui effectuent des migrations importantes. Les oiseaux qui hivernent en Europe centrale englobent deux populations, une sédentaire qui passe toute l'année sur les mêmes sites, et l'autre hivernante qui provient essentiellement du Nord-est de la Russie Européenne (**Durinck et al., 1994**).

Il hiverne aussi dans tout le littoral de l'Afrique du Nord, du Maroc à l'Egypte. Dans le Nord central de l'Afrique, il est observé dans le lac du Tchad et de la vallée du Nil s'étale au Sud sur le littoral et jusqu'à l'Ethiopie, le Kenya, l'Ouganda, Nord-Est de la Tanzanie, le Malawi jusqu'à la Mauritanie, le Sénégal, la Gambie, le Nord du Nigéria et le Nord du Congo (**Brickell et Shirley, 1988**).

Au niveau de Garaet Hadj-Tahar le Fuligule morillon est cependant une espèce hivernante retardataire (**Atoussi, 2014**). Les premiers hivernants sont apparus dans le site à partir du mois de novembre durant les deux saisons de l'ordre de deux individus (**Fig.33**). L'effectif maximal (158 individus) a été enregistré à la deuxième décennie du mois de février 2014, où il atteint durant ce mois la moyenne interannuelle la plus élevée (128). Au de la du

mois de février, l'abondance de ce canard a connu un effondrement qui s'est poursuivi jusqu'à la fin du mois de mars. D'une manière générale, la saison (2013-2014) est soldée par les effectifs les plus élevés par rapport à la deuxième saison (2014-2015).

Le Fuligule morillon est l'une des rares espèces d'Anatidés qui compte une grande population et chez laquelle on observe une stabilité des effectifs voir même une augmentation. (Rose, 1995). L'effectif maximal enregistré de ce canard plongeur à Garaet Hadj Tahar durant la saison d'hivernage a connu une légère augmentation et est passé de 63 en 2007, 100 en 2008 (Metallaoui et Houhamdi, 2008 ; 2011 ; Atoussi, 2015) à 158 en 2015. Cette augmentation observée au cours des dernières décennies est attribué à l'adaptabilité de l'espèce à coloniser de nouveaux habitats et aussi à l'introduction de nouvelles espèces de bivalves comme la moule zébrée (*Dreissena polymrpha*) dans les lacs d'Europe centrale, et qui constitue une nouvelle ressource alimentaire pour l'oiseau (Del Hoyo et al., 1992).

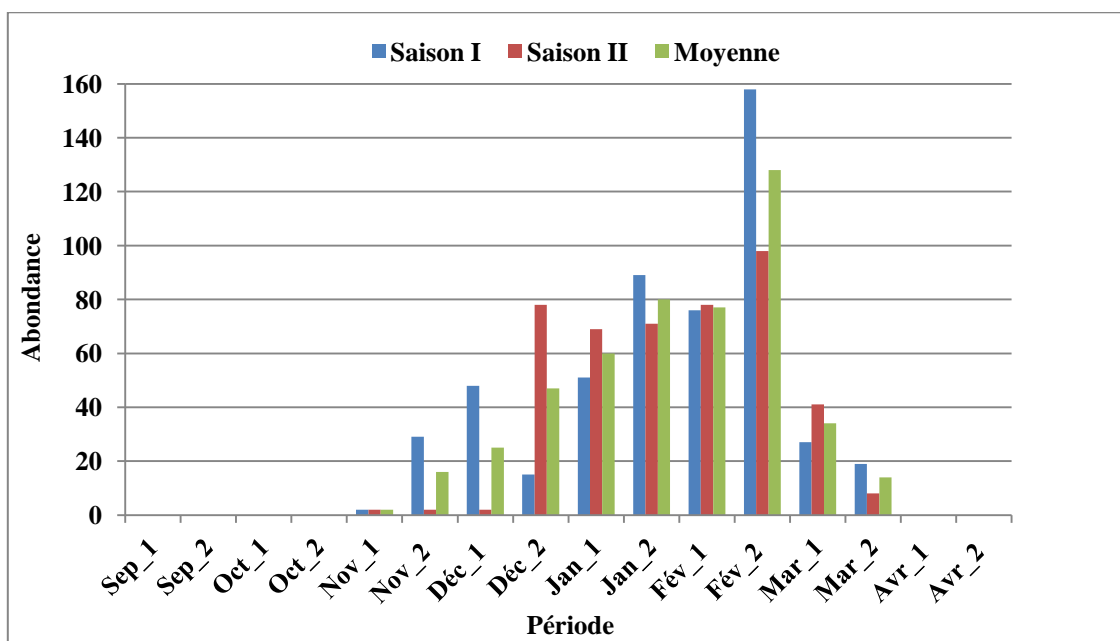


Figure 33: Phénologie et tendance des effectifs Fuligule morillon (*Aythya fuligula*) durant deux saisons d'hivernage (septembre 2013- avril 2015) à Garaet Hadj-Tahar.

Le Morillon est un canard plongeur, préférant les pièces d'eau dégagées et plus profondes. Généralement, ce canard a montré le caractère grégaire, on le rencontre dans le

secteur central de la Garaet avec les autres canards plongeurs et surtout avec l'Érismature à tête blanche (**Fig.34**) (**Fig.36**) où ils préfèrent les secteurs les plus profonds.

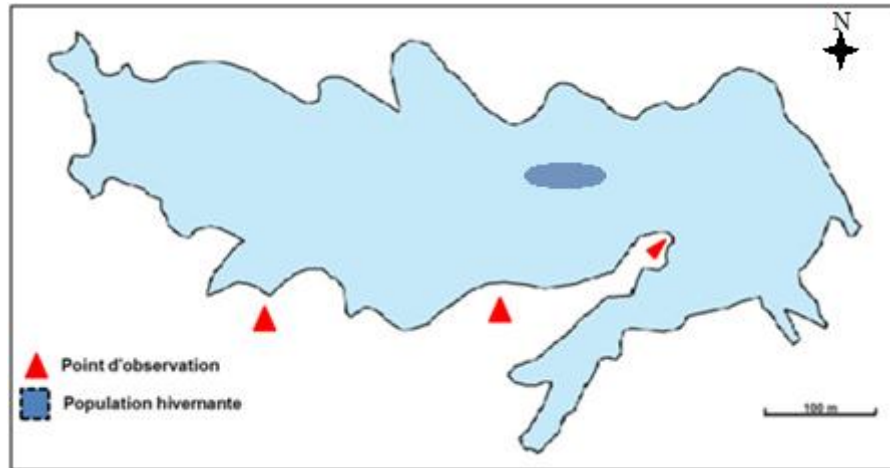


Figure 34 : Occupation spatiale de Fuligule morillon *Aythya fuligula* à Garaet Hadj-Taher (Skikda, Algérie).

1.4. Evolution des effectifs et distribution spatial de l'Érismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) White-headed duck à Garaet Hadj-Tahar



Elle est menacée d'extinction à l'échelle mondiale, classée "En danger" par l'UICN (**Groombridge, 1993 ; Bird Life International, 2004**). L'Algérie compte parmi les pays qui renferment un effectif significatif d'Erismature à tête blanche. Au XIXe siècle, l'Érismature à tête blanche était une espèce très commune en Algérie (**Heim de Balsac et Mayaud, 1962 ; Isenmann & Moali, 2000**). Ce canard plongeur est à la fois un sédentaire nicheur et un hivernant en Algérie (**Isenmann et Moali, 2000; Houhamdi et al., 2009**). C'est notamment le cas à la Garaet Hadj-Tahar (**Metallaoui et al., 2009**).

La Garaet constitue ainsi et depuis longtemps une région privilégiée pour l'hivernage de l'Erismature à tête blanche. La synthèse des comptages hivernaux montre des fluctuations interannuelles où les premières arrivées ont lieu dès le mois de décembre pour la saison (2013-2014) et à partir de la première quinzaine du mois de janvier pour la saison (2014-2015). De ce fait, L'Érismature est le dernier hivernant qui arrive dans le site. Une augmentation progressive des effectifs s'accroît brusquement à partir de ces dates pour

atteindre 167 individus pendant la deuxième décennie de janvier de la saison (2013-2014). Les effectifs sont de 39 individus au début du mois de mars. La saison (2014-2015) fournit les effectifs les plus importants avec un maximum enregistré tardivement au début du mois de mars (350 individus) suivi par un effondrement jusqu'à la fin du même mois (**Fig.35**).

Après le départ des hivernants (à la fin du mois de mars) un effectif de 11 à 30 individus, correspondant à environ quinze couples, a été observé sur le site, ce qui représente la population nicheuse de la Garaet. Cette population est très difficile à observer surtout hors la saison d'hivernage et les effectifs minimum (2 individus) se rencontrent en mois de novembre pour les deux saisons d'études (**Fig.35**). L'Érismature a également été observé à Garaet Beni M'hamed (un plan d'eau salé très vaste de 380 ha) avec un effectif qui ne dépasse pas quatre individus.

L'accumulation des données phénologiques sur Érismature à tête blanche au niveau de Garaet Hadj Tahar durant les années 2006, 2007 et 2008 (Fig.4) montre une grande variabilité où l'effectif maximal enregistré pendant la saison d'hivernage a connu une augmentation importante entre 2006 (89 individus) (**Metallaoui et Houhamdi, 2010**) et 2007 (251 individus) (**Metallaoui et al., 2009**) puis une chute brusque en 2008 (67 individus) (**Metallaoui et Houhamdi, 2008**) et un autre pic (167 individus) en 2014. Néanmoins l'effectif maximal enregistré lors de la deuxième saison (2015) de cette étude est de 350 individus.

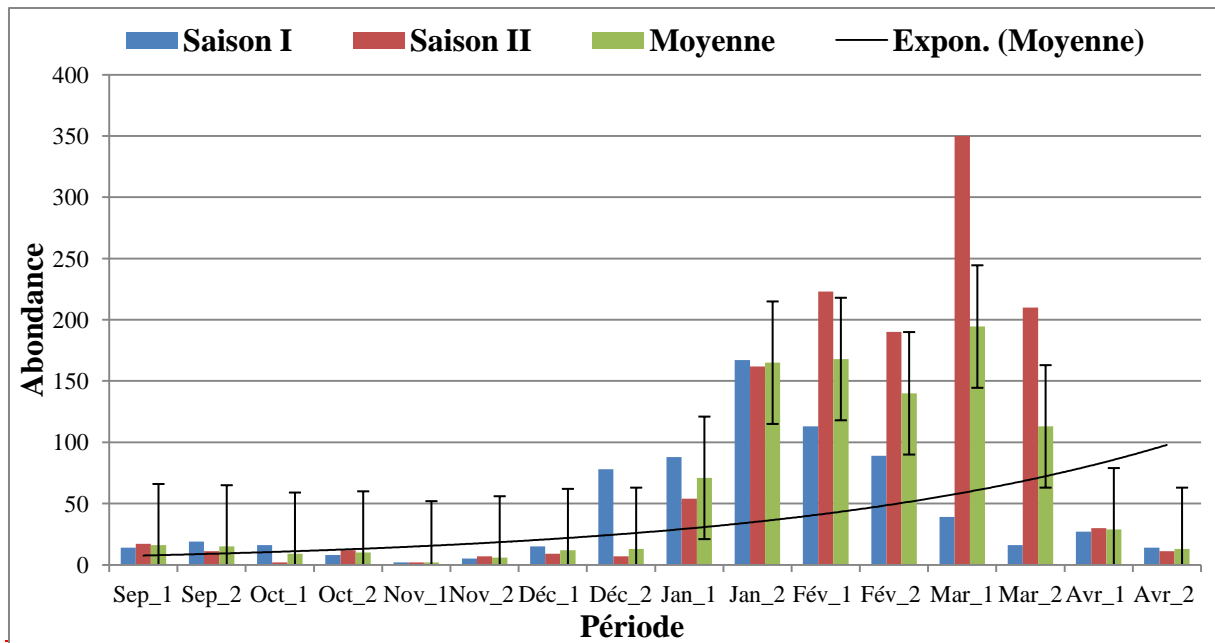


Figure 35: Phénologie et tendance des effectifs de l'Érismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) durant deux saisons d'hivernage (septembre 2013- avril 2015) à Garaet Hadj-Tahar.

Durant la première saison (2013-2014) les Érismatures à tête blanche (population hivernante et nicheuse) occupent le même endroit : la partie est centrale du lac avec les autres canards plongeurs *Fuligule nyroca* *Aythya nyroca* et *Fuligule milouin* *Aythya ferina* et surtout le *Fuligule morillon* *Aythya fuligula* (Fig.36). Pendant la saison (2014-2015) les oiseaux ont été notés sur le secteur nord ouest soit au centre et/ou sur certaines parties périphériques non loin des berges (Fig.37). A partir du mois d'avril, la distribution de ces oiseaux devient plus espacée et ils se concentrent uniquement dans la partie centrale.



Figure 36 : L'Érismature à tête blanche à Garaet Hadj-Tahar : à droite avec *Fuligule milouin* et à gauche avec *Fuligule morillon* (photos présent par Abdi S 2014).

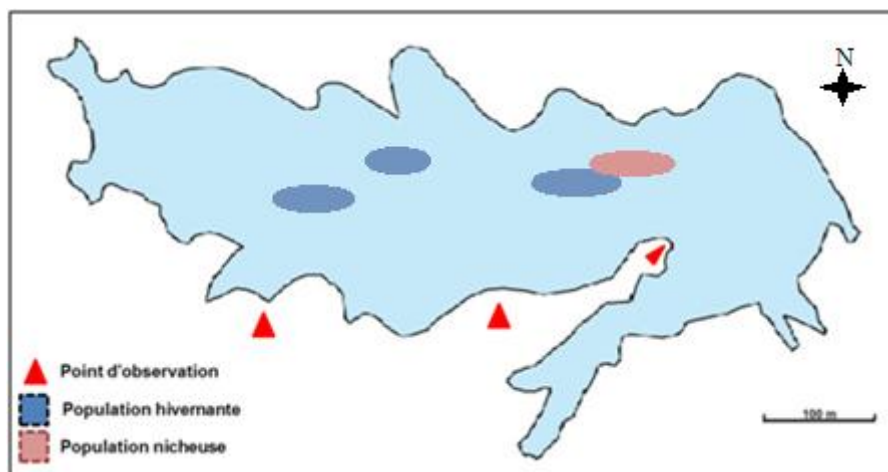


Figure 37 : Occupation spatiale de l'Érismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) à Garaet Hadj-Taher (Skikda, Algérie).



Partie II

Etude des rythmes d'activités diurnes des canards plongeurs

1. Etude du rythme d'activités diurnes des canards plongeurs à Garaet Hadj Tahar

1.1. Etude du rythme d'activités diurnes du Fuligule nyroca *Aythya nyroca*

Après 224 heures de suivi et d'étude des rythmes d'activités diurnes des Fuligules nyroca à Garaet Hadj-Tahar, le comportement est dominé par l'activité du sommeil ou du repos, où (46%) du temps lui a été consacrée (**Fig. 38**). Cette activité a eu lieu essentiellement dans la végétation, rarement sur les berges et parfois dans eau particulièrement pendant les journées ensoleillées et sans dérangements. En effet cette espèce présente un caractère farouche, dès le moindre dérangement, elle quitte les lieux pour se réfugier dans la végétation. La nage est la deuxième activité enregistrée (29,1 %). Cette activité est souvent alimentaire ou associée à un déplacement d'un lieu à un autre. Il est important de signaler que durant les périodes des crues, les Fuligules nyroca dévoilent une activité de nage conséquente que durant certaines périodes de l'année, ils montrent des envies d'entretenir leurs plumages (**Muzaffar, 2004**) Elle est suivie par l'activité du toilette où l'entretien du plumage qui a été notée avec (9,04 %). L'alimentation occupe la quatrième position dans le bilan globale avec (8,32%). Le nyroca manifeste deux comportements principaux en s'alimentant (**Fig. 39**), soit en plongée soit à la surface de l'eau. L'alimentation par plongée est la plus fréquente (85,34%). L'alimentation à la surface de l'eau (14,66%), s'effectue par picorage des particules végétales. La cinquième position est occupée par le vol (6,14%). Enfin, l'activité du parade occupe le dernier rang, tiennent une part minime dans ce bilan total (1,4%, **Fig. 38**).

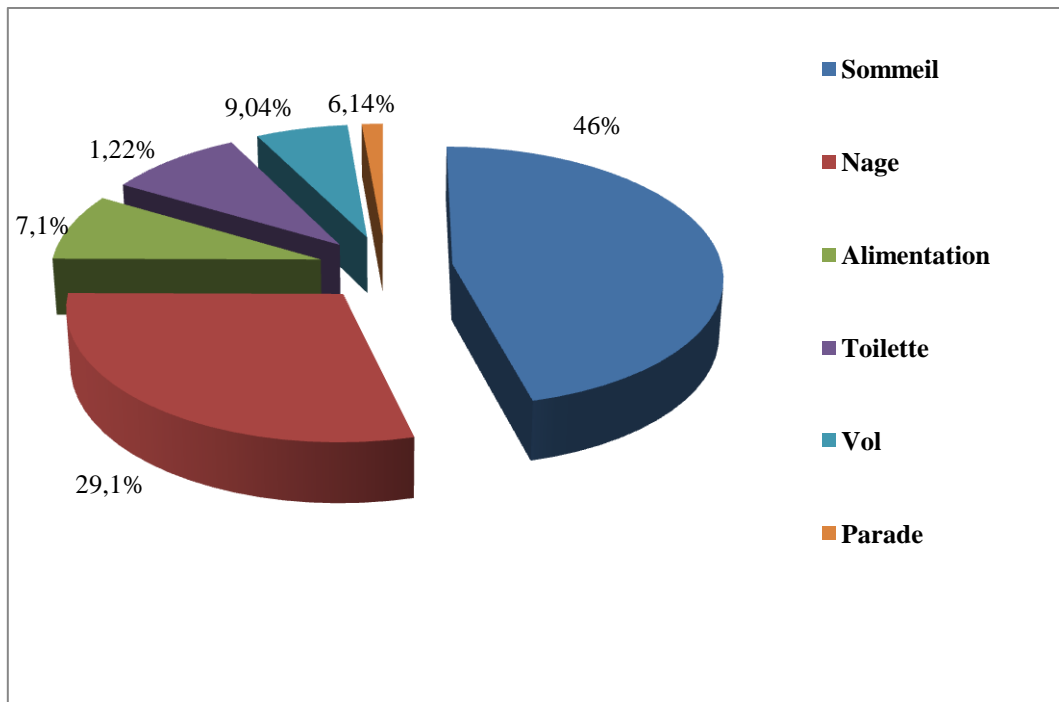


Figure 38 : Bilan global du budget temps diurne des Fuligules nyroca (*Aythya nyroca*) hivernant au niveau de la Garaet Hadj-Tahar (septembre 2013-avril 2015).

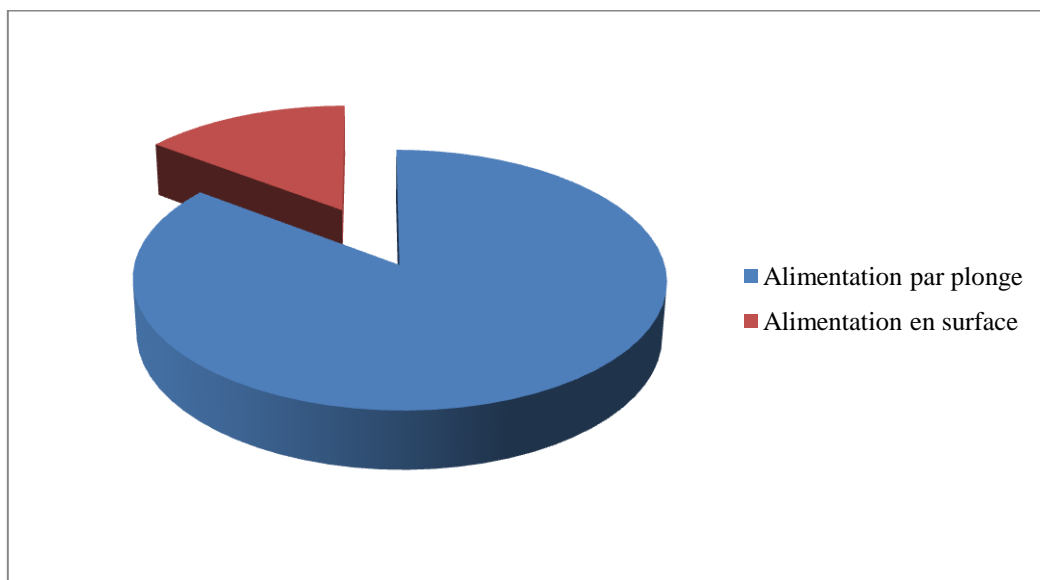


Figure 39 : Les principaux comportements alimentaires chez le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) à Garaet Hadj-Tahar.

Ces résultats concordent avec ceux trouvés dans le Lac des Oiseaux (wilaya d'El Tarf) (Houhamdi, 2002 ; Houhamdi et Samraoui, 2008) et dans le Lac Tonga (Aissaoui *et al.*, 2009 ; 2011) et dans le même site (Merzoug *et al.*, 2014 ; Merzoug, 2015) où le Fuligule nyroca exhibe un repos diurne quasi-total dans ces zones humides. Mais ils sont tout à fait différents de ceux obtenus par (Atoussi, 2014) dans le même site et les travaux de (Maazi, 2009) à Garaet Timerganine (Wilaya d'Oum el bouaghi) et celle de (Laardjane-Hamiti, 2013) au niveau du lac Reghaia (wilaya d'Alger) où la nage est l'activité principale de ce canard dans ces zones humides. Ainsi que, les travaux de (MAYACHE, 2008) au niveau de l'éco-complexe des zones humides de la wilaya de Jijel, qui ont montré que l'alimentation est l'activité principale de ce canard au niveau de cet éco-complexe et ceci est dû probablement aux faibles effectifs du Fuligule nyroca et à la petite superficie des ces zones humides.

1.1.1. Variation mensuelle du rythme d'activité diurne du Fuligule nyroca

L'analyse du bilan des activités diurnes du Fuligule nyroca à Garaet Hadj-Tahar a montré que, le sommeil est l'activité dominante du mois de novembre jusqu'à la première décade du mois de mars, où il évolue de façon irrégulière et domine largement le bilan durant cette période. Plusieurs pics ont été enregistrés, le premier à la première décade du mois de décembre avec des valeurs de plus de (60%), une diminution du temps accordé à cette activité est enregistré et ceci jusqu'à la fin du même mois pour augmenter et atteindre un nouveau pic avec (76,65%) à la deuxième décade du mois de janvier. Le temps consacré a cette activité régresse de nouveau et il représente des valeurs moyennes de l'ordre de (50%) jusqu'à la fin de février où nous notons le troisième pic (71,89%) pour diminuer par la suite jusqu'au départ des derniers hivernants (Fig.40).

La nage est la deuxième activité enregistrée chez le nyroca, elle est souvent pratiquée en même temps que l'alimentation et le toilettage. Il est important de signaler que durant les périodes des crues, les Fuligules nyroca dévoilent une activité de nage conséquente que durant certaines périodes de l'année, ils montrent des envies d'entretenir leurs plumages (Muzaffar, 2004). D'une manière générale, comme toutes les autres activités, ces dernières enregistrent pendant certaines périodes des pics et des bas avec des valeurs variables comprises entre (12,98%) (décembre) et (49,12%) (septembre). Cependant, les valeurs les plus élevées caractérisent le début de la saison d'hivernage (durant les mois de septembre et octobre), et le

début de la période de reproduction (à partir de la deuxième décade de mars). Pendant certaines périodes des pics occasionnés par des dérangements ou par des perturbations causées généralement par les riverains.

L'alimentation est une activité variable, elle se fait chez ce canard que ce soit en surface ou par plongeon. Cette dernière elle est surtout importante durant les périodes des crues, elle évolue progressivement durant la saison d'hivernage pour atteindre son premier pic (8,61%) durant la fin de décembre. Elle diminue progressivement par la suite jusqu'à la fin de la même saison pour augmenter et atteindre son maximum (23,42%) en avril (période pré nuptiale). L'alimentation en surface n'a été observée que rarement avec des valeurs comprises entre (0,61%) (février) et (7,21%) (avril).

L'entretien du plumage ou toilettage est une activité de confort chez les oiseaux d'eau elle est observée pendant toute la période de l'étude (**Fig.40**). Elle se manifeste avec des valeurs élevées (entre 13 % et 26%) au début de l'hivernage (mois d'octobre, novembre et décembre). Durant cette période cette activité se résume en un entretien du plumage après la phase de mue des oiseaux. Une valeur qui ne dépasse pas les 11% caractérise le reste de la période de son hivernage.

Le vol survient soit suite à un dérangement lors des attaques des busards des roseaux ou lorsque des braconniers ou des bêtes (Bovins) entrent dans l'eau, soit à un changement d'emplacement des oiseaux. Il est observé au début de notre étude avec des taux élevés variant souvent entre 5% et 27%. L'activité de parade tient chez cette espèce une part minime. Elle n'est observée qu'à partir la deuxième décade du mois de mars (période pré nuptiale) annoncent souvent le début de la formation des couples (**Fig.40**).

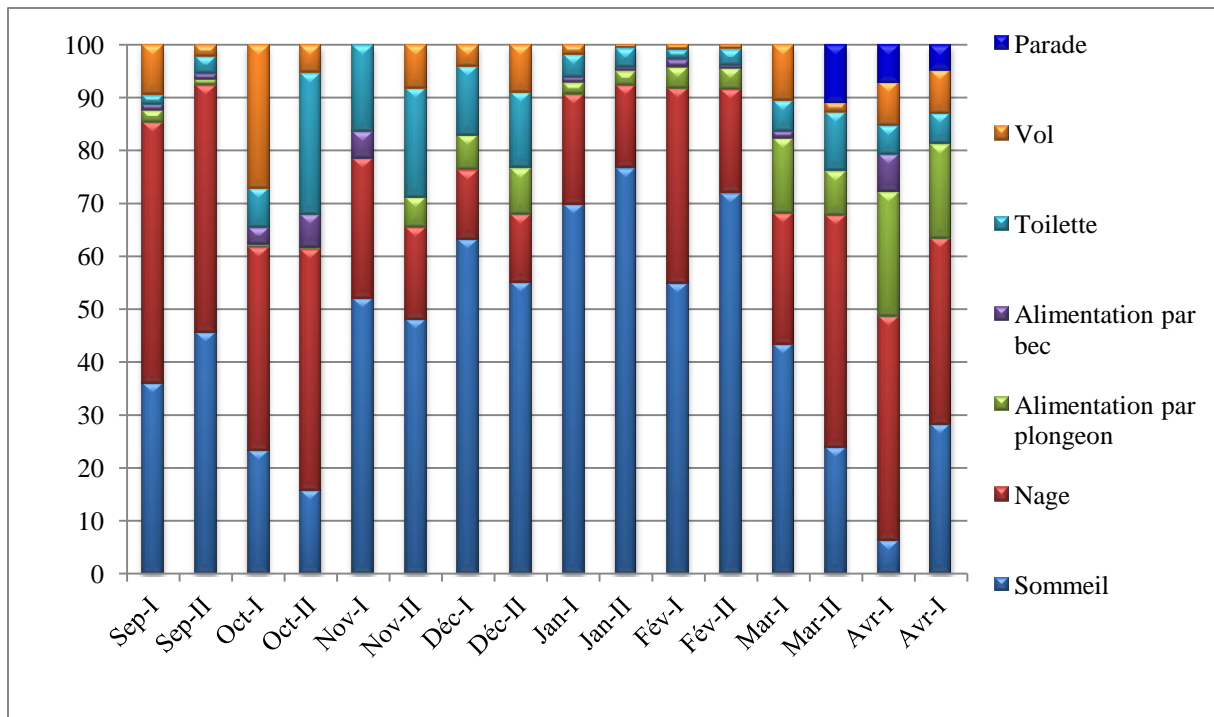


Figure 40 : Variation mensuelle des rythmes des activités diurnes du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) à Garaet Hadj-Tahar (septembre 2013 – avril 2015).

1.1.2. Variation journalière des rythmes des activités diurnes du Fuligule nyroca

Au cours de la journée, les activités diurnes du nyroca affichent des fluctuations assez importantes (**Fig. 41**). Le sommeil domine le bilan durant toute la journée, il est observé avec des pourcentages élevés où il augmente graduellement pour atteindre son maximum (49,8%) vers 16h. Les activités de nage et d'alimentation exposent presque les mêmes allures et sont observées durant toute la journée. La nage atteint son maximum (31,84%) vers 11h. Quand a l'alimentation ce canard consacre plus du temps pour cette activité l'après-midi que la matinée, le pic (17,05%) est enregistrée vers 14h.

L'entretien du plumage est noté toute la journée avec des pourcentages variables, le pic est enregistré à 13h.

Le vol est noté avec des pourcentages très faibles pendant plusieurs heures de la journée, le pic est à 9h (21,38%). L'activité de parade n'a été enregistrée que durant quelques heures de la journée. Elle se manifeste avec des pourcentages plus au moins semblables, le pic est noté à 10h.

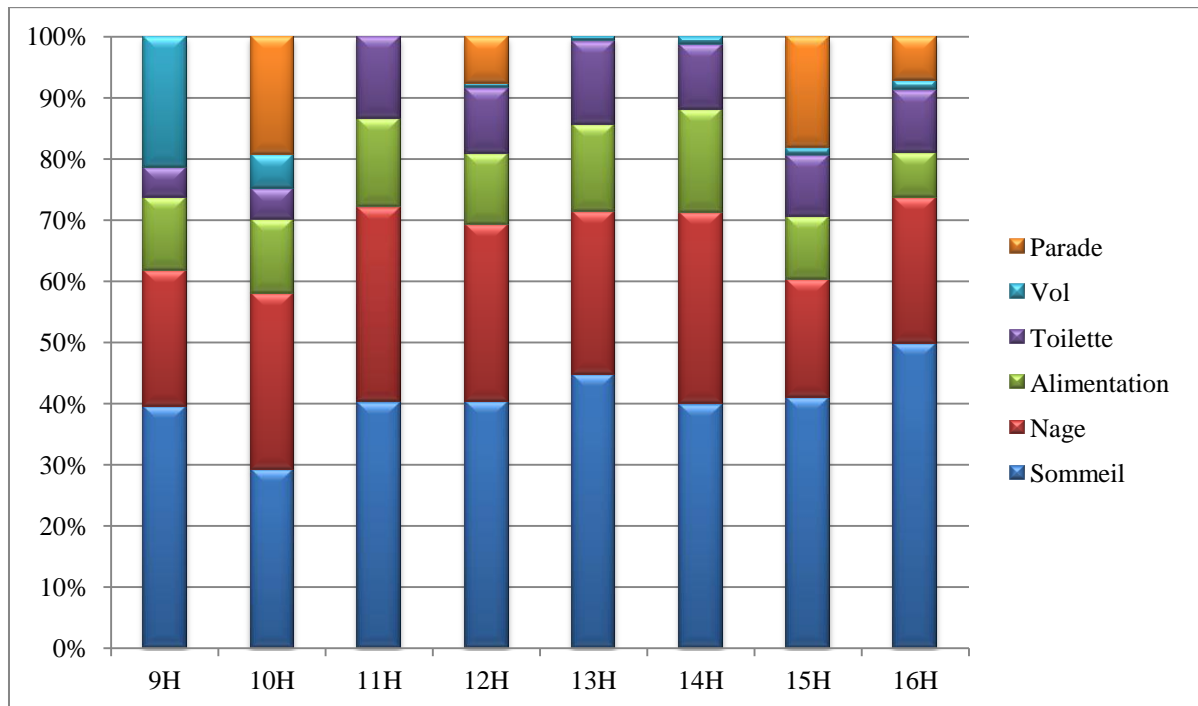


Figure 41: Variations journalières des rythmes des activités diurnes du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) à Garaet Hadj-Tahar (septembre 2013 – avril 2015).

1.1.3. Analyse statistique multivariée

L'analyse des données recueillies au cours des deux saisons d'hivernage des rythmes d'activités diurne du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* par une analyse statistique multivariée exprimée dans le plan factoriel 1 x2 renferme 63% de l'information (**Fig. 42**). Le facteur 1 (des abscisses) et le facteur 2 (des ordonnées) séparent le sommeil, l'activité principale qui domine nettement les rythmes d'activités diurnes de nyroca des autres activités (activités de confort). L'activité alimentaire est toujours associée à la nage (**Campredon, 1981/1982/1984a/1984b; Bredin et al., 1986**).

D'autre part, ce graphique expose une véritable distribution temporelle des activités mesurées dans le temps : Le sommeil caractérise la période allant de la fin novembre jusqu'à début de mars. L'alimentation, la nage et le vol sont notées beaucoup plus chez les premiers occupants du site (septembre, octobre et novembre), alors que, l'entretien de plumage caractérise le début et la fin de la saison d'hivernage (mois de septembre et mars).enfin, l'activité de parade caractérisent le début du mois d'avril.

En d'autres termes, l'évaluation des rythmes d'activités des Fuligules nyroca au niveau de Garaet Hadj Tahar est subdivisée en trois périodes plus au moins distincts ; le début de l'hivernage, caractérisé par l'alimentation associé aux déplacements dans l'eau (la nage) permettant de recharger l'énergie consommé pendant le transit migratoire. Le mi- hivernage, caractérisé par un emmagasinement de l'énergie, dominé par l'activité de sommeil, et la fin de l'hivernage, où nous observons des activités de parades annonçant le début de la période de reproduction. Pendant cette période, l'alimentation continue. Elle assure l'emmagasinement de l'énergie et la préparation à une pré-migration préalable (**Merzoug *et al.*, 2014 ; Merzoug, 2015**).

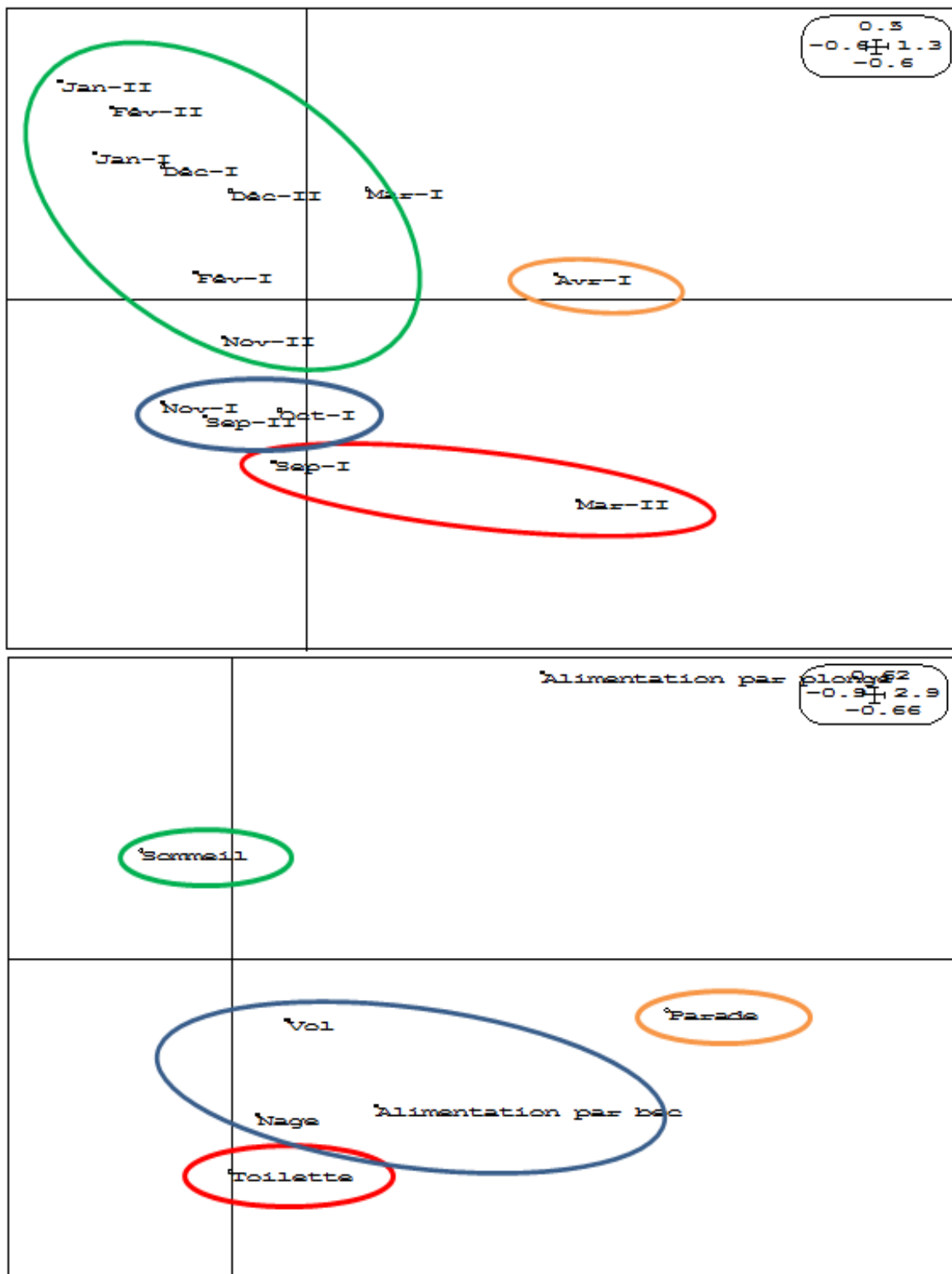


Figure 42 : Plan factoriel 1x2 de l’AFC appliqué aux données des rythmes d’activités diurnes du *Fuligule nyroca* (*Aythya nyroca*) hivernant au niveau de la Garaet Hadj-Tahar. Axes d’inertie : 0,44 ; 0,19 ; 0,15 ; 0,12 et 0,62.

1.2. Etude du rythme d'activités diurnes du Fuligule milouin *Aythya ferina*

Au cours de l'hivernage, les données récoltées après 192 heures d'observation nous ont permis de montrer un bilan global des rythmes d'activités diurne dominé par l'activité de la nage (46,59%), suivi du sommeil (34,2%) et l'alimentation avec (14,7%). Les activités d'entretien du plumage (4,51%). Le vol et l'activité du parade nuptiale n'ont été observés que rarement et représente des valeurs négligeables dans le bilan globale des activités (**Fig.43**).

Nos résultats sont similaires à ceux trouvés par (**Atoussi, 2014**) dans le même site, où le bilan globale des rythmes d'activités diurne est dominé par la nage suivi par le sommeil puis l'alimentation qui représentant 80 % de tous les comportements contre 95,49% enregistrée lors de notre étude, mais ils se diffèrent aux travaux de ceux trouvés par (**Maazi, 2009**) à Garaet Timerganine à Oum El Bouaghi et les travaux de (**Laardjane-Hamiti, 2013**) dans la réserve naturelle du lac Reghaia, qui ont montré que le sommeil est l'activité dominante de cette espèce dans ces zones humide, suivi par la nage puis le toilettage. Nos résultats diffèrent aussi de ceux observés dans l'éco-complexe de zones humides de la wilaya de Jijel où le bilan globale de milouin dans ces zones humides est dominé par le sommeil suivi par l'alimentation puis les activités d'entretien du plumage (**Mayache, 2008**).

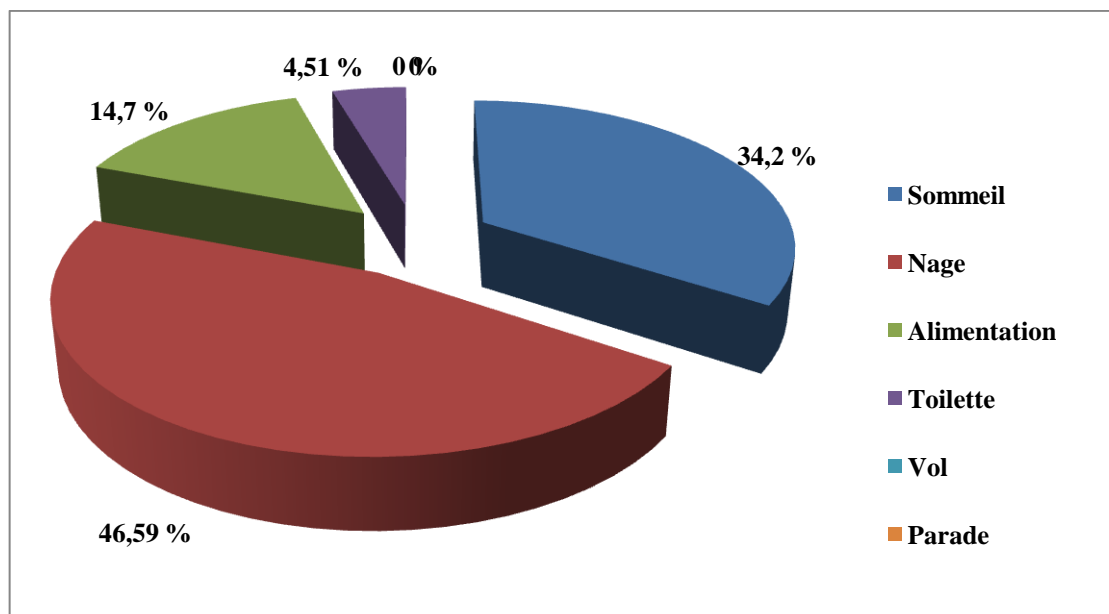


Figure 43: Pourcentage des différentes activités diurnes du Fuligule milouin à (*Aythya ferina*) Garaet Hadj-Tahar (septembre 2013- avril 2015).

1.2.1. Variation mensuelle du rythme d'activité diurne du Fuligule milouin

L'analyse du bilan des activités diurnes du Fuligule milouin a montré que, à l'exception des mois d'octobre ; novembre et décembre où le sommeil est l'activité dominante, la nage est l'activité dominante à partir du mois de janvier jusqu'au le départ des derniers hivernants en avril. D'octobre à avril le pourcentage dépasse 45%. Le pic de la nage est enregistré en janvier (68,12%) et la valeur la plus faible est enregistrée en décembre (**Fig. 44**).

Le sommeil est la deuxième activité enregistrée où il manifeste avec des valeurs élevées (entre 40 % et 54 %) au début de l'hivernage (mois d'octobre ; novembre et décembre), où il domine le bilan globale des activités chez cette espèce durant cette période. des valeurs oscillent entre 7 % et 46% caractérisent le reste de la période de son hivernage (**Fig.44**).

L'alimentation chez le Fuligule milouin ce fait presque exclusivement par plongeon et l'alimentation en picorant à la surface de l'eau n'a été observé que rarement (une seul fois durant toute notre étude). Au début de la saison, en octobre, cette activité a représenté 20% du temps, pour diminuer ensuite et enregistrés des valeurs minimales en milieu de saison, et il augmente par la suite pour atteindre un nouveau pic (21,01%) à la première décade du mois de janvier, le temps consacré à la nage régresse de nouveau, en fin de saison durant le mois d'avril cette tendance s'inverse et l'alimentation occupe (32,26%) du temps dans le bilan du comportement diurne.

L'entretien du plumage est une activité primordiale chez le Fuligule milouin. Cette activité est observée pendant toute la durée d'étude, il évolue d'une manière irrégulière et plusieurs pics ont été enregistrées au début et à la fin de la saison d'hivernage (5,47% et 12,91%) respectivement en décembre et avril. Cela s'explique certainement par le fait que durant le début de l'hivernage, le plumage de ces oiseaux n'est pas encore très bien constitué et l'oiseau à besoin d'un entretien régulier, par contre en fin d'hivernage la toilette se résume en un réarrangement du plumage avant leur départ vers les lieux de nidification (**Maazi, 2009**).

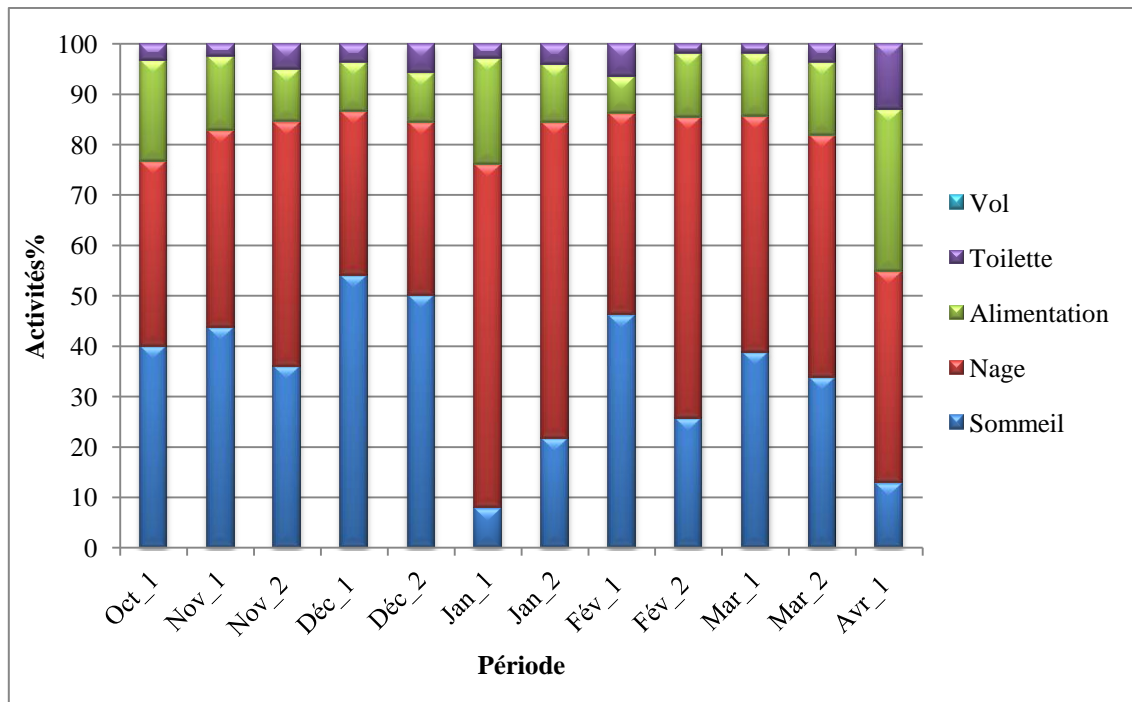


Figure 44: Variation mensuelle des rythme des activités diurnes du Fuligule milouin (*Aythya ferina*) à Garaet Hadj-Tahar (septembre 2013 – avril 2015).

1.2.2. Variation journalière des rythmes des activités diurnes du Fuligule milouin

L'analyse des rythmes des activités diurnes au cours de la journée (**Fig.45**) montre que le sommeil est surtout important au début de la journée de 9h à 10h avec des valeurs qui dépassent le 50%. Le temps alloué au sommeil diminue par la suite laissant la place à l'activité de la nage qui domine de loin le reste de la journée, où il atteint son maximum (59,76%) vers 14h.

Quand à l'alimentation, cette activité est importante la matinée qu'après midi, le pic (24,85%) est à 11h, puis cette activité diminue pendant toute l'après-midi. Bien que l'alimentation des milouins est essentiellement nocturne (**Tamisier et al., 1987**) donc les fortes proportions notées durant la matinée traduisent le fait que ces canards n'ayant pas satisfait leur besoin alimentaire la nuit, donc il consacre une partie de la journée à s'alimenter. L'entretien du plumage est noté pendant toute la journée, l'évolution du temps qui lui est consacré montre qu'il est important au début de la journée qu'après midi, où elle atteint son maximum (14,01%) à 10h de matin. La valeur la plus faible (2,18%) est enregistrée à 14h (**Fig.45**).

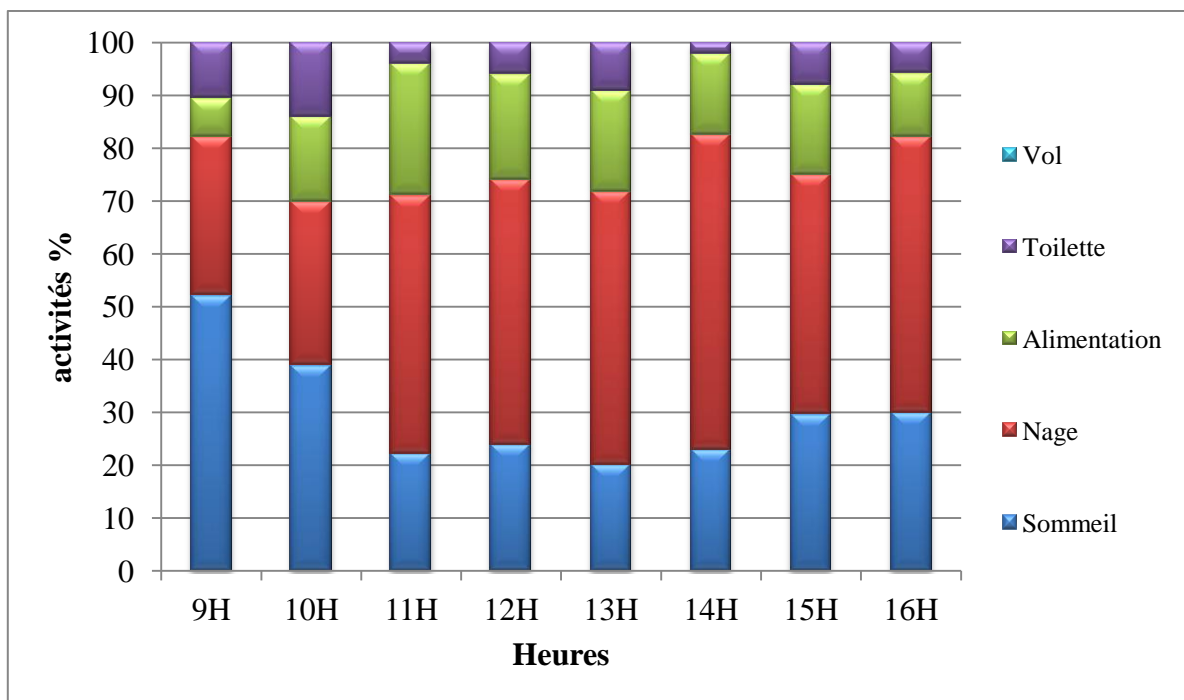


Figure 45 : Variations journalières des rythmes des activités diurnes du Fuligule milouin (*Aythya ferina*) à Garaet Hadj-Tahar (septembre 2013 – avril 2015).

1.2.3. Analyse statistique multivariée

L'analyse statistique multivariée des données des rythmes d'activités diurnes des Fuligules milouin par le biais de l'Analyse Factorielle des Correspondances dans son plan factoriel 1x2 affiche un cumul d'inertie égale à 93% nous expose une distribution temporelle de ces activités (**Fig. 46**). Où nous pouvons constater que l'axe F1 sépare l'activité la plus importante chez ce canard plongeur à savoir la nage aux autres activités, le sommeil et les autres activités de confort (alimentation et toilette). Cependant, l'activité de la nage caractérise surtout les mois de novembre, janvier, février et mars. L'axe F2 des ordonnées oppose l'activité du sommeil aux activités de confort (nage, toilette et alimentation). d'une manière générale, les activités de la nage sont souvent associées aux activités d'entretien du plumage (**Draulans, 1987; Kestenholz, 1994; Carbone et al., 1996**). Les activités d'alimentation caractérisent surtout le début de la saison d'hivernage indiquant ainsi un engraissement de ces oiseaux. A cette activité alimentaire, les oiseaux entretiennent plus leur plumage.

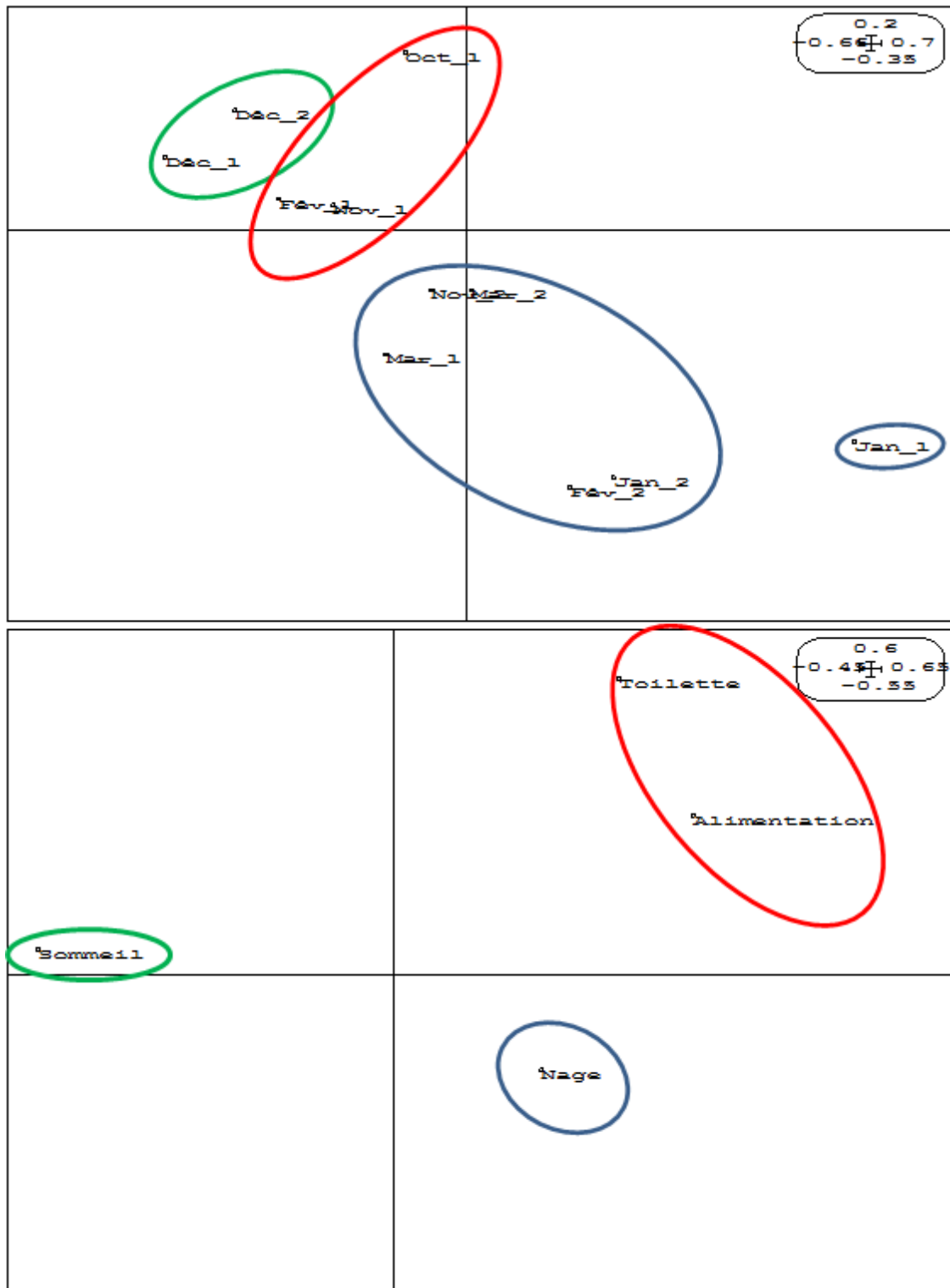


Figure 46: Plan factoriel 1x2 de l’AFC appliqué aux données des rythmes d’activités diurnes du Fuligule milouin (*Aythya ferina*) durant deux saisons d’hivernage (septembre 2013 - avril 2015) au niveau de la Garaet Hadj-Tahar. Axes d’inertie : 0,68 ; 0,26 et 0,06.

1.3. Etude des rythmes d'activités diurnes du Fuligule morillon *Aythya fuligula*

Il ressort de l'étude du rythme des activités diurnes du Fuligule morillon à Garaet Hadj Tahar après 160 heures de suivi durant deux saisons consécutives (2013-2014/2014-2015), que la nage est la principale activité, occupe une part très importante dans ce bilan (54,25 %) suivi du sommeil (20,32 %), l'alimentation chez le morillon se fait exclusivement par plongeon, qui occupe la troisième place dans ce bilan (16,97 %), suivi par la toilette (7,96 %) et enfin le vol occupe une part très minime (0,5%) (**Fig.47**). Quand aux activités des parades n'ont pas été observés durant notre étude. A cet effet, le morillon montre le même modèle d'évolution des activités diurnes du Fuligule milouin.

Ces résultats confirment aussi les travaux de ATOUSSI (Atoussi *et al.*, 2013 ; Atoussi, 2014) dans le même site et sur la même espèce où le bilan globale des rythmes d'activités diurne est dominé par la nage ; l'alimentation puis le sommeil avec 83% contre 91,54% enregistrée lors de notre étude. Cependant, l'étude du rythme d'activité diurne de cette espèce n'a été pas étudiée dans d'autre zone humide.

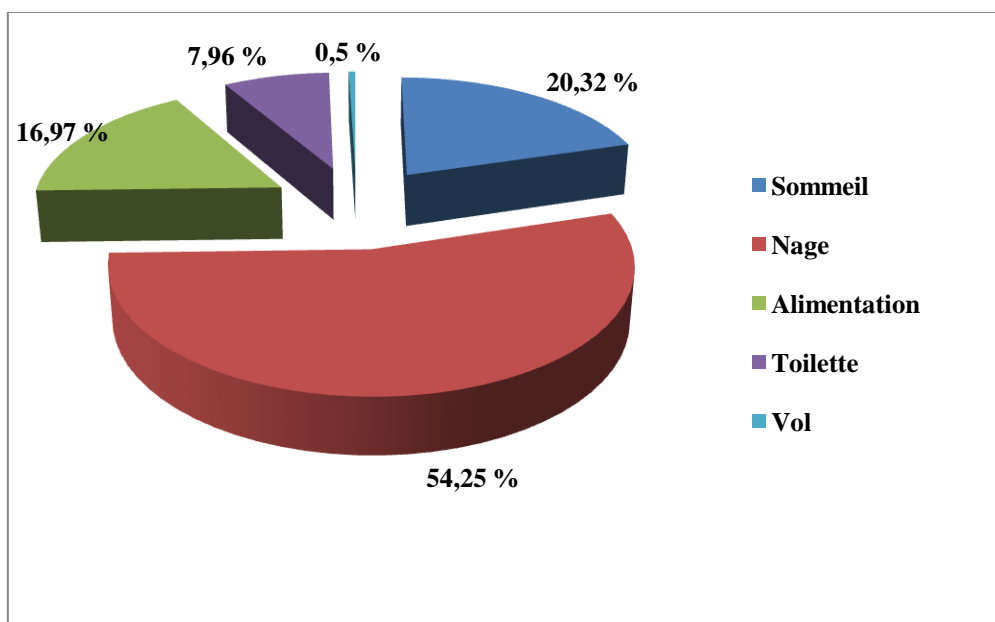


Figure 47: Pourcentage des différentes activités diurnes du Fuligule morillon (*Aythya fuligula*) à Garaet Hadj-Tahar (septembre 2013-avril 2015).

1.3.1. Variation mensuelle des rythmes d'activités diurnes du Fuligule morillon

L'évolution mensuelle des différents types d'activités diurne chez le morillon indique que la nage constitue une activité très importante chez la population hivernante qui exhibe un comportement grégaire très marqué où le déplacement d'un seul individu entraîne le mouvement de tout le groupe. Elle occupe de grandes proportions dans la vie quotidienne de ce canard par rapport au Fuligule milouin et Fuligule nyroca, où elle domine largement le bilan durant toute la période d'étude à l'exception de la deuxième décennie du mois de novembre et la première décennie de décembre où le sommeil domine ce bilan avec respectivement (48,96%) et (41,01%). Cependant, ce canard passe plus de la moitié de son temps à nager. Le pic de cette activité (68,15%) est enregistré durant la première décennie de janvier (**Fig.48**).

Le sommeil est la principale activité de confort des oiseaux (**Tamisier et Dehorter, 1999b**). Cette activité vient au deuxième rang dans ce bilan, il a été apparaît dès le début de l'occupation du site par le morillon avec un taux élevée (**Fig. 48**). Par la suite, le temps alloué au sommeil diminue jusqu'à la fin d'hivernage pour atteindre des valeurs minimales qui ne dépassent pas les 20%.

L'activité alimentaire constitue une part plus ou moins importante dans la vie de morillon. Cette activité est observée pendant toute la durée d'étude avec des variations importantes et plusieurs pics ont été notés, le premier au début de la saison durant le mois de novembre ; le deuxième en décembre et le troisième à la fin de la saison durant le mois mars avec respectivement 25% ; 21,89% et 21,55%. L'alimentation chez le Fuligule morillon s'est faite exclusivement par plongeon et l'alimentation en surface n'a été pas observée durant notre étude (**Fig.48**).

L'entretien du plumage reste une activité de confort pour les oiseaux d'eau et pour le Fuligule morillon, elle est observée tous au long de la période d'hivernage. L'évolution du temps qui lui est consacré montre qu'elle est importante en début et en fin de saison où elle a représenté par (18,75%) au début du mois de novembre et plus de 12% du temps était alloué à cette activité à la deuxième décennie du mois de mars. Le vol chez cette espèce n'a été observé qu'une seule fois durant le mois de mars avec (5,04%) (**Fig.48**).

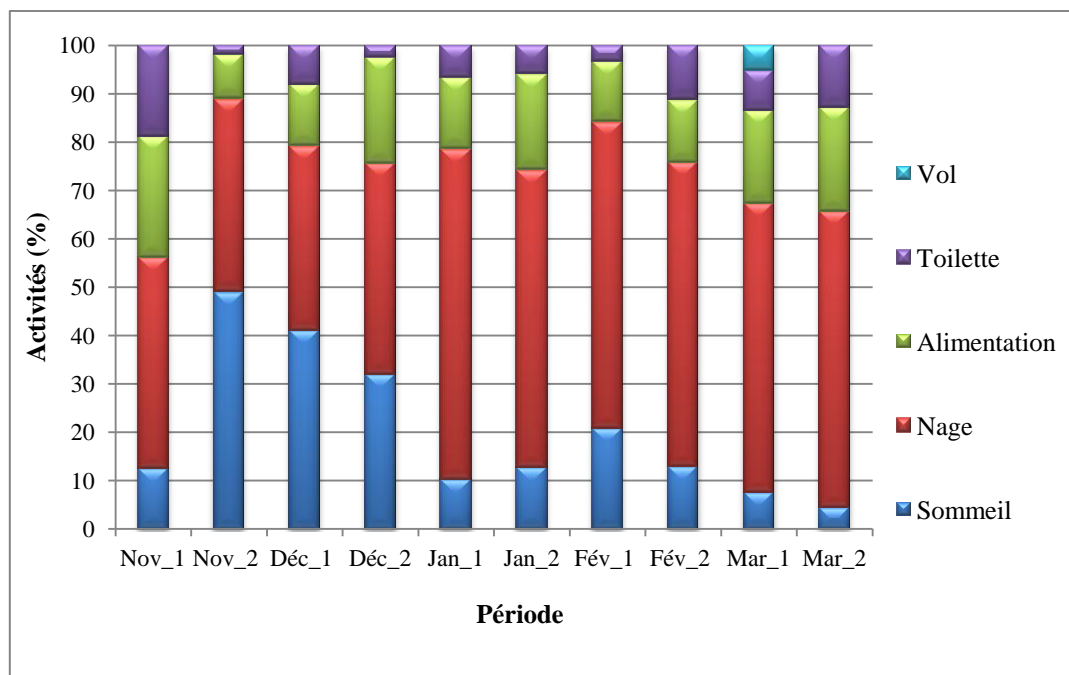


Figure 48: Variation mensuelle des rythmes des activités diurnes du Fuligule morillon (*Aythya fuligula*) à Garaet Hadj-Tahar (septembre 2013 – avril 2015).

1.3.2. Variation journalière des rythmes des activités diurnes du Fuligule morillon

L'évolution des activités diurnes du Fuligule morillon au cours de la journée montre que la nage est une activité importante durant toute la journée où elle a représentée plus de 45% au début de la journée et près de 100% du temps était alloué à cette activité à la fin de la journée (à partir de 15h) (**Fig.49**). En effet, cette activité est souvent accompagnée par d'autres activités (alimentation, recherche de l'alimentation, parade, et interaction agressive) (**Boulkhssaïm, 2008**).

L'évolution du temps alloué à chaque activité durant la journée indique que le sommeil est important uniquement la matinée qu'après midi, où il a été enregistré avec des valeurs plus faible qui ne dépasse pas les 10% à partir de 10h de matin. Cette activité n'a été pas observée à 11h et à 13h, le pic est (44,2%) (**Fig.49**). Le toilettage est enregistré durant toute la journée avec des variations plus ou moins variable où les valeurs les plus élevées ont été enregistré au début de la journée.

Quand au vol, n'a été observé que lors des dérangements que se soit par les prédateurs aviens (comme busard des roseaux...) ou les braconniers sinon ces oiseaux passe pratiquement toute la journée dans l'eau.

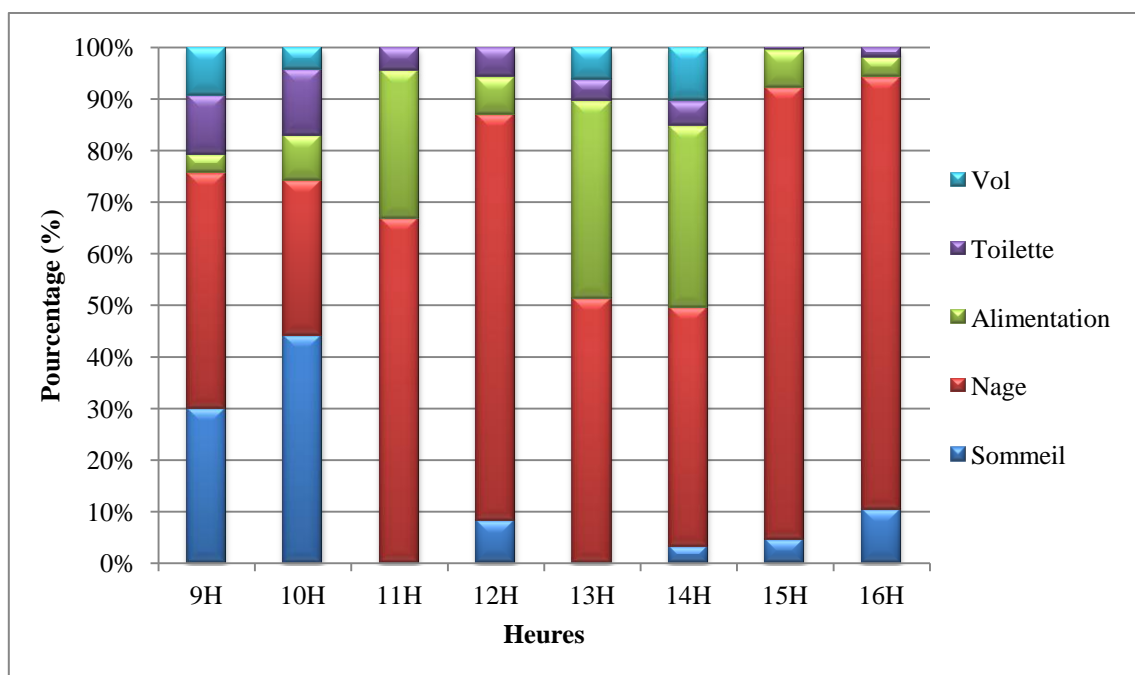


Figure 49: Variation journalière des rythmes des activités diurnes du Fuligule morillon (*Aythya fuligula*) à Garaet Hadj-Tahar (septembre 2013 – avril 2015).

1.3.3. Analyse statistique multivariée

L'analyse statistique multivariée des données des rythmes d'activités diurnes du Fuligule milouin *Aythya fuligula* récoltées durant deux saisons d'hivernage consécutive réalisée par le logiciel ADE-4 (Chessel et Doledec, 1992) et exprimée par le plan factoriel 1x2 de l'AFC (Analyse Factorielle des Correspondances) qui détient 81% de l'information, expose d'une part que le facteur des ordonnées (62 % de l'information) oppose l'activité du sommeil et du vol aux autres activités de confort (nage, alimentation et toilette). L'activité du sommeil caractérise surtout la fin du mois de novembre et le mois de décembre. Quand au vol, ils a été enregistrée uniquement durant le mois de mars (Fig.50).

L'axe F2 des abscisses qui détient 23% de l'information oppose aussi l'activité du sommeil aux activités de confort et le vol (Fig.50). Généralement, la nage l'activité principale des morillons est souvent associée à l'alimentation et aux activités d'entretien du plumage. Ces activités sont beaucoup plus notées durant les mois de novembre, janvier, février et le mois de mars.



Figure 50 : Analyse factorielle des correspondances des rythmes d'activités diurnes du Fuligule morillon (*Aythya fuligula*) durant deux saisons d'hivernage (septembre 2013-avril 2015) à Garaet Hadj-Tahar. Axes d'inertie: 0,62 ; 0,19 ; 0,14 ; 0,04 et 0,42.

1.4. Etude des rythmes d'activités diurnes de l'Érismature à tête blanche *oxyura leucocephala*

Les données des activités diurnes de l'Érismature à tête blanche pendant son hivernage à Garaet Hadj-Tahar indiquent que le sommeil est l'activité dominante (39,13%), suivi par la nage (37,76%) puis l'alimentation par plongeon (17,22 %) et le toilettage ou l'entretien du plumage avec 4,58% du budget temps total.

Les autres activités (alimentation par un picorage à la surface, vol et parade) tiennent une part minime dans ce bilan total (respectivement 0,37% ; 0,38% et 0,56%) (**Fig.51**).

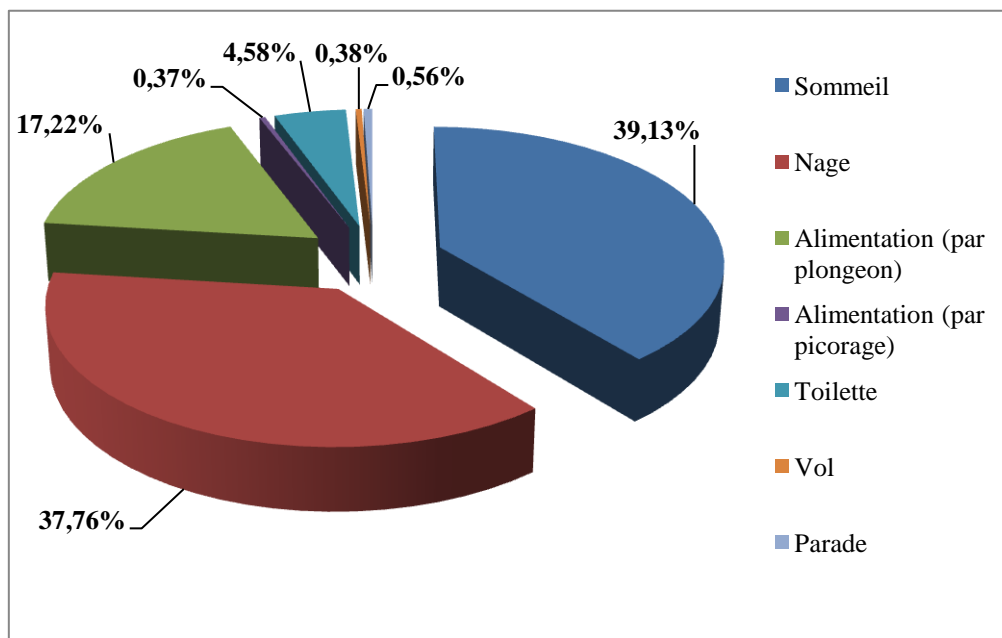


Figure 51 : Budget temps diurne des Érismatures à tête blanche *Oxyura leucocephala* hivernant au niveau de la Garaet Hadj Tahar (septembre 2013- avril 2015).

1.4.1. Variation mensuelle du rythme d'activité diurne de l'Érismature à tête blanche

L'étude du bilan du rythme d'activités diurne de cette espèce de septembre 2013 à avril 2015 (**Fig.52**), permet d'obtenir les résultats suivants :

Le sommeil est l'activité dominante durant toute la période de l'étude, à l'exception du mois d'avril où la nage est l'activité dominante. Le sommeil est une activité qui évolue de façon irrégulière et plusieurs pics ont été enregistrés, le premier lors de la première décade du mois d'octobre avec une valeur de 46,47%. Une diminution du temps accordé à cette activité

est enregistré et ceci jusqu'au début du mois de décembre pour augmenter et atteindre un nouveau pic à la fin du même mois avec 45,67%. Le pic maximal de cette activité est enregistré durant la première décade du mois de février avec une valeur qui dépasse 48% pour diminuer par la suite jusqu'au départ des derniers hivernants et atteindre 1,19% durant le mois d'avril.

La nage est la deuxième activité, elle évolue d'une manière irrégulière et plusieurs pics ont été enregistrés au cours de la saison avec des valeurs comprises entre 45% en avril et 21,82% en novembre.

L'alimentation chez ce canard plongeur se fait presque exclusivement par plongeon. Cette activité a été enregistrée avec des valeurs assez élevées en septembre (13,58%), octobre (31,74%) et décembre (24,56%). Le pic 42,3% est enregistré en avril. L'alimentation en surface n'a été observée qu'en septembre quand la profondeur de l'eau ne dépasse pas 0,50m avec des valeurs ne dépassant pas 3,84% (**Fig.52**).

L'entretien du plumage est considéré comme une activité de confort. L'évolution du temps qui lui est consacré montre qu'elle est importante en début du mois de septembre (8,13%) et à la fin du mois d'avril (8,37%). Une valeur plus faible de 0,92% du temps est allouée à cette activité en deuxième décade de février.

Le vol n'est observé que lors des dérangements (présence de chasseurs ou passage de rapaces diurnes) avec un maximum de 4,19% enregistré en janvier. L'activité de parade tient chez cette espèce une part minime. Elle n'est observée que durant le mois d'avril (période pré-nuptiale).

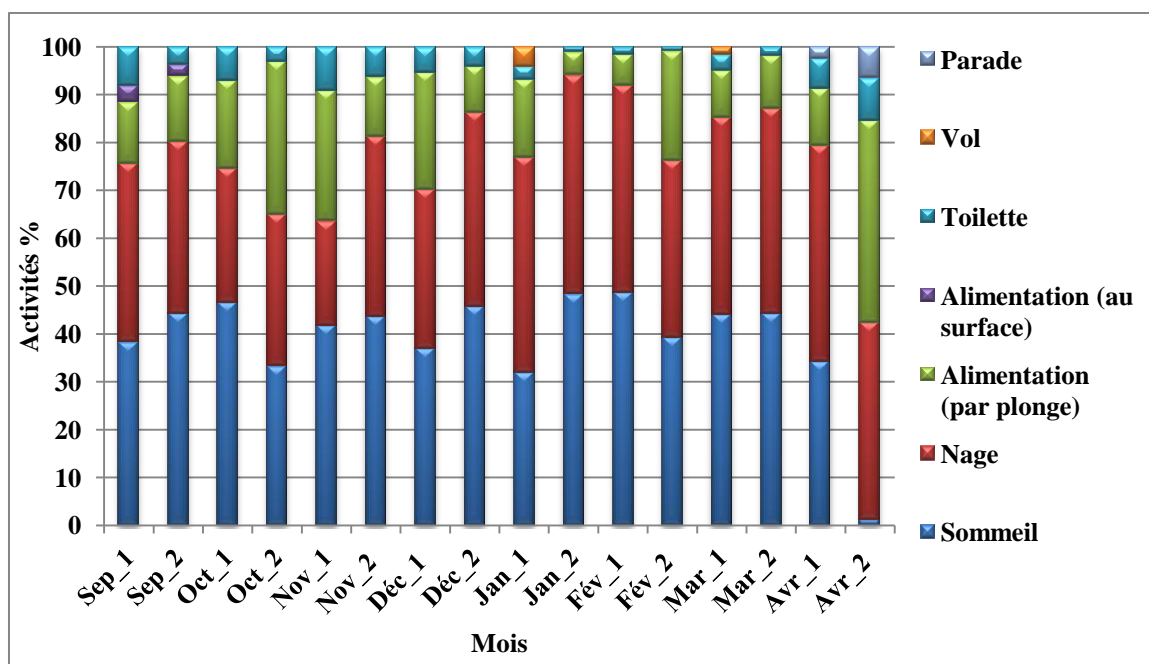


Figure 52 : Variation mensuelle des rythmes des activités diurnes de l'Érismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) à Garaet Hadj-Tahar (septembre 2013 – avril 2015).

1.4.2. Variation journalière des rythmes des activités diurnes de l'Érismature à tête blanche

L'analyse des rythmes des activités diurnes au cours de la journée (**Fig.53**) montre qu'il y a trois périodes d'évolution de ces activités : T1 (de 9h à 11h) dominée par le sommeil avec un maximum de 63,13% enregistré à 9h ; T2 (de 12h à 15h) dominée par la nage avec un maximum de 49,11% enregistré vers 15h et la période T3 (à partir de 16h) dominée par le sommeil avec 46,98%

L'activité d'alimentation montre la même allure que l'activité de la nage. Les deux sont souvent pratiquées en même temps durant toute la journée. Cette activité se manifeste avec des taux faibles; puis elle augmente progressivement jusqu'à atteindre un maximum de 27,96% vers 13h, pour diminuer ensuite et enregistrer des valeurs minimales à la fin de la journée (**Fig.53**).

L'entretien du plumage est considéré comme une activité de confort. Elle est notée toute la journée. L'évolution du temps qui lui est consacré montre qu'elle est importante en matinée qu'après-midi où 8% du temps était alloué à cette activité vers 10h de matin.

Quant au vol et parade, ces deux activités sont observés uniquement la matinée (de 9h a 12h) (Fig.53).

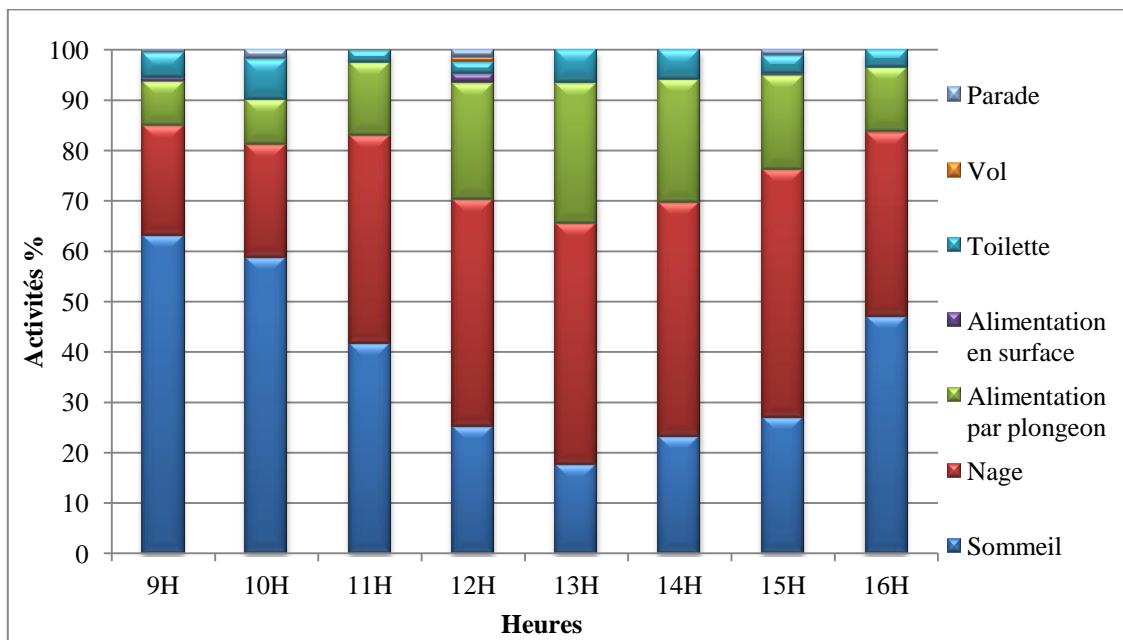


Figure 53 : Variations journalières des rythmes des activités diurnes de l'Érismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) à Garaet Hadj Tahar (septembre 2013- avril 2015).

1.4.3. Analyse statistique multivariée

L'analyse statistique multivariée des données des rythmes d'activités diurnes récoltées sur un cycle annuel réalisée par le logiciel ADE-4 (Chessell et Doledec, 1992) et exprimée par le plan factoriel 1x2 de l'AFC (Analyse Factorielle des Correspondances) qui détient 71% de l'information, expose d'une part que le facteur des ordonnées (54% de l'information) oppose les activités d'alimentation en surface, le sommeil, la nage et le vol aux autres activités qui sont l'alimentation par plongée, la toilette et la parade (Fig.54). L'activité alimentaire est toujours associée à la nage (Campredon, 1981; 1982 ; 1984a ; 1984b; Bredin *et al.*, 1986) particulièrement pendant les périodes d'inondation (de novembre à février). Cependant, l'alimentation en surface est surtout notée en septembre. Le sommeil est enregistré en association avec la nage et l'alimentation par plonge ; ce sont les activités majeures de la saison d'hivernage. Lors de ces activités principales les oiseaux entretiennent plus leur plumage.

Le plan F2 des abscisses (17% de l'information) oppose les activités principales (le sommeil, l'alimentation) aux reste des activités (nage, parade et vol). Le vol survenant suite aux dérangements humains ou des rapaces est noté plus intensément en janvier. La parade caractérise le mois d'avril (**Fig.54**).

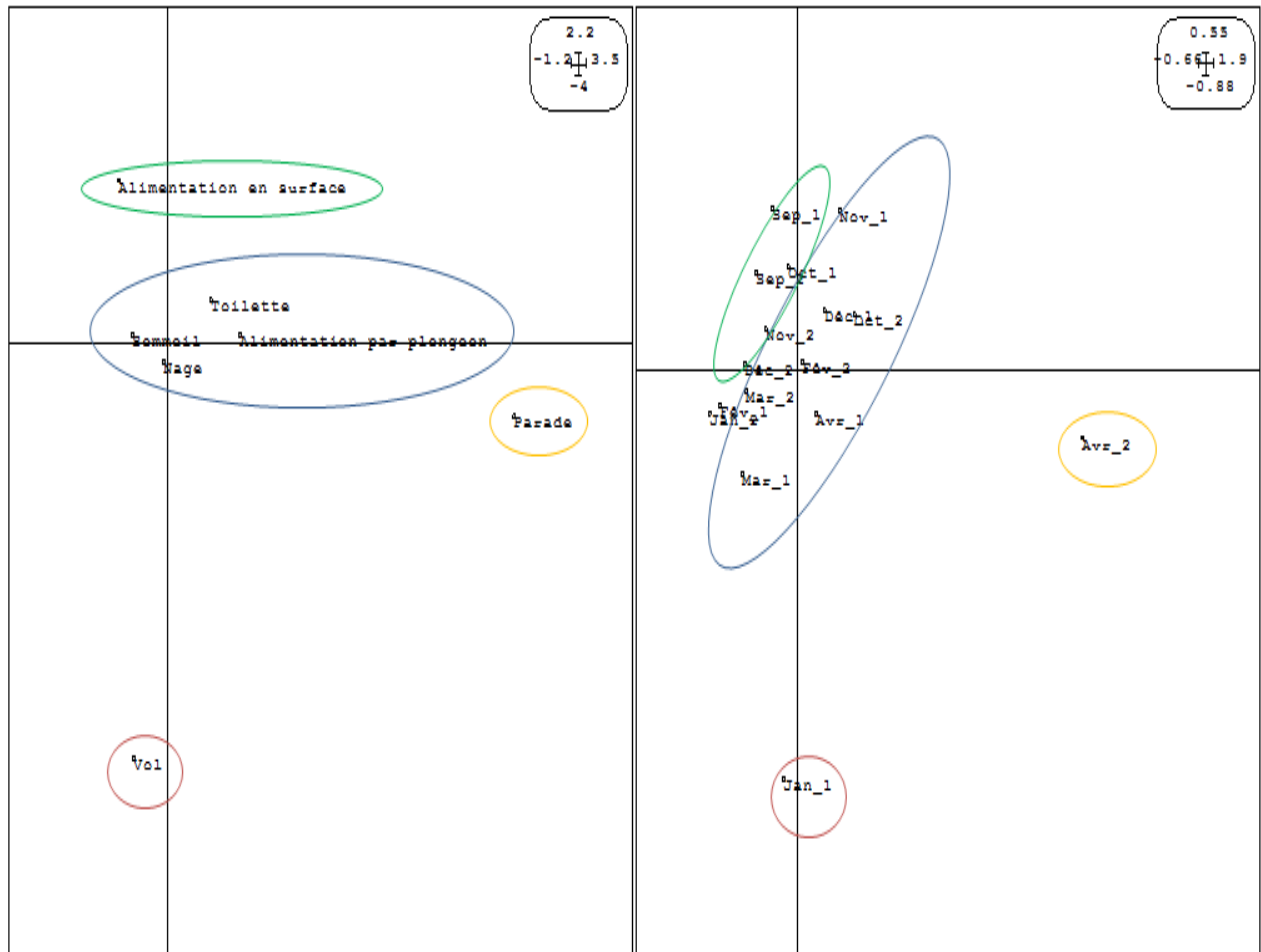


Figure 54 : Analyse factorielle des correspondances des rythmes d'activités diurnes de L'Erismature à tête blanche deux cycles annuels (septembre 2013-avril2015) à Garaet Hadj-Tahar. Axes d'inertie: 0.54, 0.17, 0.13, 0.11, 0.04 et 0.005.

En conclusion, nous pouvons résumer que la Garaet Hadj-Tahar joue un rôle de remise diurne pour ces canards plongeurs hivernants et même pour d'autres espèces d'oiseaux d'eau (Metallaoui et Houhamdi, 2007 ; 2008 ; Metallaoui et Merzoug, 2009; Metallaoui *et al.*, 2009 ; Bara *et al.*, 2014, Atoussi *et al.*, 2013 ; Merzoug *et al.*, 2014 ; Amor Abda *et al.*, 2015, Dziri *et al.*, 2015). En effet, le sommeil et la nage, qui sont considérés comme des activités de confort sont les plus observées chez ces canards (**Fig. 55**). Le sommeil devient

pendant une longue durée de la journée obligatoire pour compenser les pertes d'énergie. Cependant, le sommeil ou le repos sont les principales activités de confort des Anatidés qui permettent d'économiser le maximum d'énergie. Le repos collectif pendant la journée est avant tout une stratégie antiprédateurs (Tamisier et Dehorter 1999b).

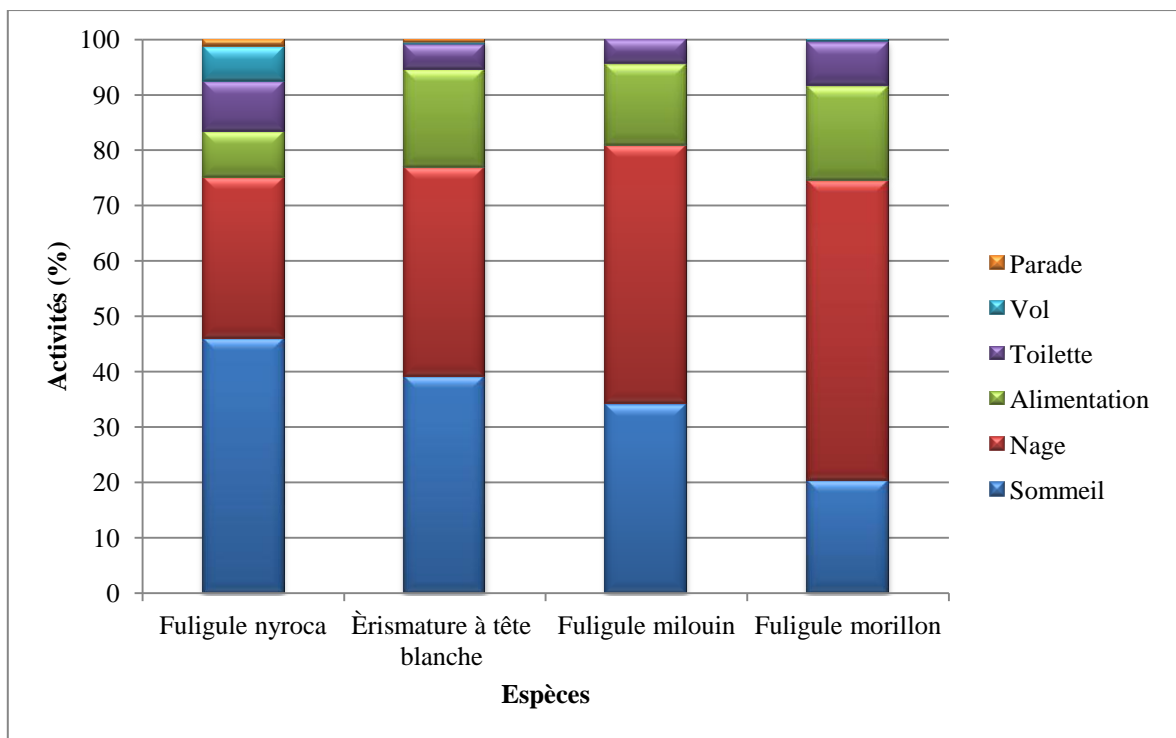


Figure 55 : Moyenne des activités diurnes des canards plongeurs hivernant à Garaet Hadj Tahar durant deux saisons d'hivernage (septembre2013- avril 2015).

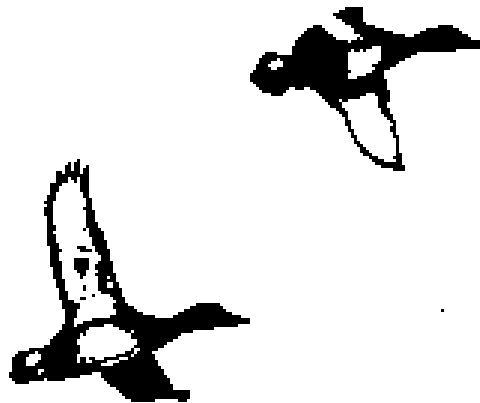
Ainsi, l'activité de la nage occupe une part importante dans la vie quotidienne de ces canards plongeurs (Fig.43) qui exhibent un comportement grégaire très marqué. Elle se manifeste chez ces espèces tout le long de la période de l'hivernage avec des pourcentages variables notés d'un mois à un autre. Les pourcentages élevés observés au début et en fin d'hivernage semblent être étroitement liés à la recherche de la nourriture chez de nombreuses espèces d'anatidés (Houhamdi et Samraoui 2001, 2003, 2008; Metallaoui *et al.*, 2014) et aux activités de parade (Green et Hamzaoui, 2000). Elle constitue aussi un moyen de déplacement (Tamisier et Dehorter, 1999b).

L'activité d'alimentation est notée chez ces espèces en guise de compensation des pertes d'énergie dues principalement aux efforts fournis par les canards. Elle représente aussi une manière de répondre aux conditions climatiques de la région ainsi qu'une préparation à la migration pré-nuptiale (**Merzoug *et al.*, 2014**). Le changement de méthodes d'alimentation utilisées par l'oiseau reflète probablement la combinaison de plusieurs facteurs, comme la profondeur d'eau, la richesse des ressources trophiques, la distribution et la compétition alimentaire entre les individus (**Pöysä 1986; Stephens et Krebs, 1986**).

Cependant, les activités considérées comme secondaires chez ces espèces sont l'activité d'entretien du plumage ou la toilette, le vol et l'activité de parade. La toilette a été observée chez toutes les espèces avec des pourcentages variables. Cette activité a une fonction double: d'une part, elle permet de nettoyer le plumage et enlever les ectoparasites; et d'autre part, enlever les plumes du corps pendant la mue (**Mckinney, 1965**). Les activités du vol et de parade sont rarement observées. Elles occupent une part très minime dans le bilan global des ces canards.



Conclusion



Les zones humides de l'éco-complexe de Guerbes-Sanhadja ont un intérêt international du fait qu'elles jouent un rôle primordial dans le maintien de l'avifaune aquatique. La garaet Hadj-Tahar, qui constitue un refuge hivernal pour une grande diversité d'oiseaux d'eau, en particulier les canards plongeurs (Anatidés) représentés principalement par quatre espèces : le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* (deux espèces menacées au niveau mondial et signalées sur la liste rouge de l'UICN), Fuligule milouin *Aythya ferina* et Fuligule morillon *Aythya fuligula*.

Dans le présent travail, nous nous sommes intéressés à l'étude de la phénologie et le comportement diurne de ces canards hivernant dans l'éco-complexe des zones humides de Guerbes-Sanhadja, et de leurs distributions spatiales.

Cependant, nos résultats mettent en évidence le rôle de l'Algérie comme l'un des quartiers d'hivernage les plus importants pour ces canards plongeurs dans le bassin méditerranéen. L'éco-complexe de Guerbes-Sanhadja accueille chaque année des effectifs importants de ces espèces, où le maximum observé du Fuligule nyroca (espèce menacée au niveau mondiale, signalée par l'UICN) dépasse 625 individus ce qui représente à peu près 3% de la population méditerranéenne. Cependant, Garaet Hadj Tahar (un plan d'eau douce de 112 ha) accueille les grandes effectifs (plus de 80 %). Ces oiseaux fréquentent ce milieu pendant toute la saison d'hivernage.

La population hivernante du Fuligule morillon a révélée une augmentation d'effectif passant de 100 individus observés en 2008 à 158 individus observés lors de cette étude en février 2014. Tandis que, l'abondance du Fuligule milouin a connu une diminution importante des effectifs par rapport aux données précédentes passant de 1530 en 2007 à 220 en 2009 et à 111 individus enregistrée en février 2015.

L'Érismature à tête blanche est une espèce menacée d'extinction à l'échelle mondiale, classée "En danger" par l'UICN. Garaet Hadj-Tahar a accueillie les effectifs les plus importants de cette espèce en Algérie. Avec le lac Tonga (Park National d'El Kala) et la mare de Boussedra (wilaya d'Annaba) où l'effectif maximale de ce canard atteint 350 individus durant la saison 2014-2015 (qui représente 4% de la population mondiale) et reste supérieur à celui qui a été décrit par la littérature scientifique ancienne.

De ce fait, nos résultats donne une idée à la capacité d'accueil de ce site, où sa physionomie, la profondeur de l'eau dépassant 1,5m et son éloignement des routes et des agglomérations sont les facteurs primordiaux qui favorisent cette capacité d'accueil.

A noter que la distribution de ces espèces et de tous les oiseaux d'eau est tributaire de la profondeur de l'eau, de la présence des hélophytes, la situation des proximités des routes et des agglomérations et par la disponibilité des ressources alimentaires, ou la facilité d'accès à cette ressource, et les deux facteurs réunis en même temps. Ainsi, ces oiseaux semblent préférer les lieux vastes et dégagés (centre et nord-ouest de la garaet) où ils présentent souvent un gréganisme particulier, témoignant que la quiétude conditionne la distribution des espèces.

L'étude des rythmes des activités diurnes montre que Garaet Hadj-Tahar joue le rôle de terrain de remise diurne pour ces canards plongeurs. En effet, le sommeil, la nage, et la toilette sont les activités les plus observées. L'alimentation compense les pertes d'énergie. Elle représente aussi une manière de répondre aux conditions climatiques de la région ainsi qu'une préparation à la migration pré-nuptiale. Il pourrait être plus intéressant de poursuivre l'étude du budget temps sur une période de 24 heures pour pouvoir quantifier plus exactement le temps consacré à chaque activité et comprendre au mieux le fonctionnement de la garaet de jour comme de nuit.

Malgré le statut de la garaet qui héberge de nombreuses espèces signalées sur la liste rouge de l'UICN, dont le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*), la Sarcelle marbrée (*Marmaronetta angustirostris*) et l'Érismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*), ce plan d'eau se heurte à des problèmes de conservation avec une extension anarchique de l'agriculture qui nécessite un pompage d'eau intensif. En outre, le braconnage et la chasse non réglementée influencent l'hivernage et la nidification de ces peuplements aviens.



Résumé



Le complexe des zones humides de Guerbes-Sanhadja (site Ramsar depuis 2002) figure parmi les zones humides littorales d'importance majeure pour l'accueil des oiseaux d'eau en migration ou en hivernage dans le bassin méditerranéen. Dans le but de comprendre le fonctionnement global de cet écosystème, nous avons projetés d'étudier l'écologie de l'un de ces composantes faunistiques « les oiseaux d'eau » et en particulier les canards plongeurs, qui sont en effet utilisés dans le cadre de la convention de Ramsar pour identifier les zones humides d'importance internationale. Notre étude a été réalisée sur deux saisons d'hivernages (2013-2014 et 2014-2015) repose sur l'étude de la phénologie et le comportement diurne des ces Anatidés. Nos résultats ont montrés que les canards plongeurs qui fréquentent l'éco-complexe de Guerbes –Sanhadja et plus précisément Garaet Hadj-Tahar (le site le plus diversifié dans la région) sont représentés par quatre espèces : le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*), l'Érismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) (deux espèces signalées sur la liste rouge de l'UICN), Fuligule milouin (*Aythya ferina*) et Fuligule morillon (*Aythya fuligula*). Ce site abrite des effectifs importants de ces espèces, où le maximum observé pour le Fuligule nyroca dépasse 680 individus. Elle a hébergé aussi la majeure partie de l'effectif de l'Érismature à tête blanche en Algérie, avec le Lac Tonga (Park National d'El Kala) et la mare de Boussedra (Annaba) où l'effectif maximal de ce canard a atteint 350 individus. La population hivernante du Fuligule morillon a atteint 158 individus et celle du Fuligule milouin 111 individus. Les zones dégagées et les plus profondes (le centre et l'ouest de la garaet) sont les plus occupées par ces canards. Quant à l'étude des rythmes des activités diurnes a montré que Garaet Hadj Tahar est utilisé par ces oiseaux comme un terrain de remise diurne où les principales activités qui se manifestent sont les activités de sommeil, la nage, l'alimentation et la toilette). L'analyse factorielle de correspondance (AFC) de ses données nous permis de monter une véritable distribution temporelle de ces activités mesurées tous le long de la saison d'hivernage.

Mots clés : phénologie, occupation spatio-temporelle, canards plongeurs, Fuligules, Érismature, remise, Guerbes-Sanhadja, Algérie.

The wetlands complex of Guerbes- Sanhadja (site Ramsar since 2002) is among the major important coastal wetlands for the reception of migrating or wintering water birds in the Mediterranean. For the purpose of understanding the overall functioning of this ecosystem, we have planned to study the ecology of one of these faunal components which is "Waterbirds" and especially diving ducks, which are used to identify internationally important wetlands under the Ramsar convention. Our study was conducted on two seasons of wintering (2013-2014/2014-2015) basing on the study of phenology and diurnal behavior of these ducks. The results showed that the diving ducks who attend the eco-complex of Guerbes - Sanhadja and specifically Garaet Hadj Tahar (the most diverse site in the region) are represented by four species: Ferruginous duck, the White-headed duck (two species reported on the red list of the IUCN), Common pochard and Tufted Duck. This site hosts a significant numbers of these species, where the observed maximum of the Ferruginous duck exceeds 680 individuals. It also hosts the majority of the numbers of White-headed duck in Algeria, with Tonga Lake (national Park of El kala) and Boussedra pond where the maximum numbers of this duck reached 350 individuals. The wintering population of Tufted Duck reached 158 individuals, and that of Common pochard 111 individuals. The Open areas and deepest ones (center and west of the Garaet) are most occupied by these ducks. As for the study diurnal time budgets, it showed that Garaet Hadj Tahar is used by these birds as a resting area, where the main activities that occur are the comfort activities (sleeping, swimming, eating and toilet). The factorial analysis of correspondence (FAC) of his data allowed us to set up a real time distribution of these measured in time activities.

Key words: phenology, spatio-temporal occupation, diving ducks, Guerbes-Sanhadja, Algeria.

مركب المناطق الرطبة قرباز سنهاجة (موقع رامسار منذ 2002) يعد من اهم المناطق الرطبة الساحلية لاستقبال الطيور المائية المهاجرة او المشتية في منطقة البحر الابيض المتوسط . من اجل فهم الاداء العام لهذا النظام البيئي ، قمنا بتخطيط دراسة بيئية له من خلال دراسة احد مكوناته الحيوانية وهي الطيور المائية وبالخصوص البط الغطاس والتي هي في الواقع تستخدم لتحديد المناطق الرطبة ذات الاهمية العالمية بموجب اتفاقية رامسار

اجريت دراستنا خلال موسمين تثبتت (2013-2014\2014-2015) ارتكزت على الدراسة الفينولوجية والنشاط النهاري لهذا البط . اظهرت دراستنا ان البط الغطاس الذي يتردد على مركب قرباز سنهاجة وبالتحديد قرعة الحاج الطاهر (الموقع الاكثر تنوعا في المنطقة) يتمثل في: البطة الحديدية, بط ذو الرأس الابيض (نوعين مذكورين في القائمة الحمراء للمنظمة العالمية للمحافظة على البيئة UICN) الزرقاي و الحمراوي.

هذا الموقع يتضمن اعداد كبيرة من هذه الانواع، حيث ان اكبر عدد لوحظ للبطة الحديدية تفاوت 680 فرد، كما يتضمن الموقع ايضا على الجزء الاكبر من اعداد البط ذو الرأس الابيض في الجزائر مع بحيرة طنقة (الحيض الوطنية للقاله) ، و حضيرة بوسدره ، حيث ان العدد الاكبر لهذا البط هو 350 فردا، وبلغ ايضا عدد الافراد الشتوية لطائر الزرقاي 158 فرد، ومن طائر حمراوي 111 فرد . المناطق المفتوحة والاعمق (وسط و غرب القرعة) هم الاكثر احتلالا بهذا البط.

اما بالنسبة لدراسة النشاط النهاري اثبتت دراستنا ان قرعة الحاج الطاهر تستعمل من طرف هذه الطيور كمكان للراحة خلال الفترة النهارية حيث ان الانشطة الرئيسية الاكثر ظهورا لهذا البط هي أنشطة الراحة (النوم، السباحة، الاكل ... الخ)

من جهة اخرى سمح لنا تحليل المراسلات لهذه البيانات بالحصول على التوزيع الزمني الحقيقي لهذه الانشطة في الوقت المناسب لها.

الكلمات المفتاحية :

فينولوجية، تموقع المكاني-الزمني، البط الغطاس، قرباز سنهاجة، الجزائر.



Références bibliographiques



AISSAOUI, R., HOUHAMDI, M. ET 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, L. ET 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.

ALTMANN, J. 1974. Observational Study of Behavior: Sampling Methods. *Behaviour*.49: 227–266.

AMOR ABDA, W., MERZOUG, S., BELHAMRA, M., ET 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*, (ahead-of-print), 1-7.

ATOUSSE, S. 2014. *Etude des rythmes d'activités diurnes des fuligules hivernants dans Garaet Hadj Tahar (Skikda, Nord-est Algérien)*. Thèse de Doctorat. Univ. 08 Mai 1945, Guelma (Algérie). 67p

ATOUSSE, S., BARA, M. ET HOUHAMDI, M. 2013. Phenology and Diurnal Behavior of the Tufted Duck *Aythya fuligula* in Garaet Hadj Tahar (Occidental Numidia, Northeast Algeria). *Journal Academica*, 3(2), 117-126.

B.N.E.F .1985 . Recensement et analyse des potentialités du milieu naturel et humain dans le Parc National d'El Kala. Phase II .176 p

BAALOUJ, A. 2008. *Contribution à la mise à jour de l'odonatofaune de l'Est algérien*. Mémoire de magister : Ecologie et génie de l'environnement. Université 08 Mai 1945, Guelma (Algérie). 116p.

BAAZIZ, N., MAYACHE, B., SAHEB, M., BENSACI, E., OUNISSI, M., METALLAOUI, M. ET HOUHAMDI, M. 2011. Statut phénologique et reproduction des peuplements d'oiseaux dans l'éco-complexe de zones humides de Sétif (Haut plateau, Est de l'Algérie). *Bull. Inst. Scien. Rabat. Sect. Scien.*, 33(2): 77-87

BAGNOULS, F. et GAUSSEN, H. 1957. Les climats biologiques et leurs classifications. *Annales de Géographie. France. Vol. 66. N° 355.* pp 193-220.

BALDASSARE, G. A., Paulus, S. L., Tamisier, A. and Titman. R. D. 1988. Workshop Summary: Techniques for Timing Activity of Wintering Waterfowl. *Waterfowl in Winter. Minneapolis: Univ. of Minnesota Press.*

BARA, M., MERZOUG S.E., KHELIFA, R., BOUSLAMA, Z. ET HOUHAMDI, M. 2014. Aspects of the breeding ecology of the Purple Swamphen *Porphyrio porphyrio* in the

wetland complex of Guerbes-Sanhadja, north-east Algeria. *Ostrich: Journal of African Ornithology*, 85(2).

BEDOUH, Y. 2014. *Evaluation de la Toxicité des eaux usées Traitées par la station d'épuration de Guelma et son impact sur l'oignon « Allium cepa ».* Thèse de Doctorat. Annaba, Univ. Badji Mokhtar, Annaba (Algérie). p128.

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'Etat, Univ. Mentouri, Constantine (Algérie). 497p

BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2004. *Threatened Birds of the World 2004.* CD-Rom BirdLife International, Cambridge, UK.

BLONDEL, J. 1995. Biogéographie: Approche écologique et évolutive. *Masson*. 297p.

BLONDEL, J. 1969. Méthodes de dénombrement des populations d'oiseaux in Problème d'écologie: l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres.

BOUDRAA, W., BOUSLAMA, Z. ET HOUHAMDI, M. (2014). Inventaire et écologie des oiseaux d'eau dans le marais de Boussedra (Annaba, nord-est de l'algérie). *Bull. Soc. zool. Fr.*, 139(1-4) : 279-293.

BOULKHSSAÏM, M. 2008. *Ecologie du tadorne dans les zones humides des hautes plaines de l'Est Algérien.* Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar , Annaba. 134p.

BOULKHSSAÏM, M., HOUHAMDI, M. et SAMRAOUI, B. 2006a. Status and diurnal behaviour of the shelduch *Tadorna tadorna* in the hauts plateaux, northeast Algeria. *Wildfowl*, 56: 65-78.

BOUMEZBEUR, A. 1993. *Ecologie et biologie de la reproduction de l'Erismature à tête blanche (Oxyra leucocephala) et du Fuligule nyroca (Fuligula nyroca) sur le Lac Tonga et le Lac des Oiseaux (Est algérien).* Thèse doctorat USTL. Montpellier (France), 250p.

BOUMEZBEUR, A. 2001. Fiche Descriptive sur les zones humides Ramsar, DGF, 6

BOUZEGAG, A. 2014. *Stationnement et écologie des sarcelles (Anatidés) dans les zones humides de l'éco-complexe de la vallée de Oued Righ (Sahara algérien).* Thèse de Doctorat. Univ de Guelma. 100p

BREDIN, D., SKINNER, J. et TAMISIER, A. 1986. Distribution spatio-temporelle et activités des Anatidés et foulques sur l'Ichkeul, grand quartier d'hiver tunisien. *Oecologica*

BRICKELL N. ET SHIRLEY R.M. 1988. *Ducks Geese and Swans of Africa and its out lying islands.* Edition: fransen publishers. 211p.

BRICKELL, N. et SHIRLEY, R.M. 1988. *Ducks Geese and Swans of Africa and its outlying islands*. Edition: fransen publishers. 211p.

CAMPREDON, P. 1981. Hivernage du Canard Siffleur *Anas penelope* L. en Camargue (France). Stationnement et activités. *Alauda* 49: 161-193 et 272-294.

CAMPREDON, P. 1982. *Démographie et écologie du Canard Siffleur Anas penelope L. pendant son hivernage en France*. Thèse de doctorat. Univ. De montpellier. 163p.

CAMPREDON, P. 1984a. Comportement alimentaire du Canard Siffleur (*Anas penelope* L.) en période hivernal. *Gibier Faune Sauvage* 3: 5-19.

CAMPREDON, P. 1984b. Régime alimentaire du Canard Siffleur pendant son hivernage en Camargue. *L'Oiseau et RFO* 54: 189-200.

CARBONE, C., DE LEEUW, J.J. and HOUSTON A.L. 1996. Adjustments in the diving time budgets of the tufted duck and pochard: is there evidence for a mix of metabolic pathways?, *Animal behavior* 51 (6): 1257-1268

CARIGNAN, V, VILLARD, M.A. 2002. Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review. *Environmental Monitoring and Assessment* 78: 45–61

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

CHESEL, D. ET DOLEDEC, S. 1992. ADE software. Multivariate analysis and graphical display for environmental data (version 4). *Université de Lyon*.

COLLIN, D. ET LE DANTEC, D. 2002. Fuligule nyroca - *Aythya nyroca* - Ferruginous Duck. Téléchargé à partir de <http://www.oiseaux.net/oiseaux/fuligule.nyroca.html>

CONSERVATION DES FORETS DE LA WILAYA DE SKIKDA, 2004

COULTHARD, N.D. 2001. Algeria. In L.D.C. Fishpool & M.I. Evans (eds.), *Important Bird areas in Africa and associated islands: priority sites for conservation*, pp. 51–70. BirdLifeConservation Series No. 11, Pisces Publications and BirdLife International, Newsbury and Cambridge, UK

CRAMP, S. ET SIMMONS, K.E.L. 1977. Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. *Vol.1: Ostrich to Ducks*. Oxford University Press. Oxford, London and New York

D.E.S. 2013. Direction de l'environnement de Skikda.

D.G.F, 2001. Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale. 56p.

D.G.F. 2002. Atlas des zones humides Algériennes d'importance internationale. 3ème Edition, III. 58p

D.G.F. 2004. *Atlas des zones humides Algériennes d'importance internationale.* 4ème édition, IV. 107p.

DAGNELIE, P. 1975. Analyse statistique à plusieurs variables. *Les presses agronomiques de Gembloux. A.S.B.L.* 362p

DEL HOYO, J., ELLIOTT A. ET SARGATAL, J. (EDS). 1992. Handbook of the Birds of the World. *Volume 1: Ostrich to Ducks.* Lynx Edicions, Barcelona.

DRAULANS, D. 1987. The effect of prey density on age-related differences in foraging behaviour and success of Grey Herons *Ardea cinerea*. - *J. Anim. Ecol.* 56: 479-493

DURINCK, J., H. SKOV, F.P. JENSEN. ET S. PIHL. 1994: Important marine areas for wintering birds in the Baltic Sea. EU DG XI research contract no. 2242/90-09-01, Ornis Consult Report, Copenhagen, 109 pp.

DZIRI, H., ROUIDI, 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.*, 324-334.

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

EI AGBANI, M.A. 1997. *L'hivernage des anatidés au Maroc : principales espèces, zones humides d'importance majeure et propositions de mesure de protection.* Thèse doctorat d'état. Univ. Mohamed V, (Maroc). 200 p.

EL BLIDI, S., FEKHAOU, M., SERGHINI, A. ET EL ABIDI. A. 2006. Rizières de la plaine du Gharb (Maroc) : qualité des eaux superficielles et profondes. *Bulletin de l'Institut Scientifique.* pp55-60.

EMBERGER, L. 1955. Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trac. Bot. Géol. Zool. Fase. Sci. Montpellier. France.* 343 p.

FALLISARD, B. 1998. Comprendre et utiliser les statistiques dans les sciences de la vie. *Masson.* 332p.

FRANÇOIS, J. 1975b. Contribution à la connaissance de l'avifaune de l'Afrique du Nord. *Alauda* 43 (3) 279-293

- FUSTEC, E. et LEFEUVRE, J.C. 1990.** Fonctions et valeurs des zones humides. *Dunod*, 300p
- GASTANY, G. (1951).** Etude géologique de l'Atlas Tunisien oriental. -Ann. Mines et Géol. Tunis 8
- GÓRSKI, W. et GÓRSKA, E. 1997.** Breeding ecology of the Tufted Ducks *Aythya fuligula* on the West Pomeranian (NW Poland) lakes on the years 1987-1989. *Acta Ornithologica* Vol. 32: 157-167
- GREEN, A.J. ET EL HAMZAOU, M. 2000.** Diurnal behaviour and habitat use of non breeding Marbled Teal *Marmaronetta angustirostris*. *Can. J. Zool.* 78, 2112–2118
- GROOMBRIDGE, B. 1993.** The 1994 IUCN Red List of Threatened Animals. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. lvi + 286 p.
- HAOUAM, L. 2003.** *Ecologie et reproduction des Rallidés de la Numidie*. Mémoire d'ingénieur d'état en écologie et environnement. 76p
- HEIM, DE., BALSAC, H. ET MAYAUD, N. 1962.** Les oiseaux du Nord-ouest de l'Afrique : distribution géographique, écologique, migration et reproduction. *Ed. Le chevalier, Paris* .486p
- HOUHAMDI, M., ET SAMRAOUI, B. 2003.** Diurnal behaviour of wintering Wigeon *Anas penelope* in Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Wildfowl*. 54: 51-62.
- HOUHAMDI, M. 1998.** *Ecologies du Lac des Oiseaux, Cartographie, Palynothèque et utilisation de l'espace par l'avifaune aquatique*. Thèse de Magistère. 198p
- HOUHAMDI, M. 2002.** *Ecologie des peuplements aviens du Lac des Oiseaux (Numidie orientale)*. Thèse de Doctorat. Univ. Badji Mokhtar, Annaba (Algérie). 183p.
- HOUHAMDI, M. ET SAMRAOUI, B. 2002.** Occupation spatio-temporelle par l'avifaune aquatique du Lac des oiseaux (Algérie). *Alauda*. 70: 301-310.
- HOUHAMDI, M., ET SAMRAOUI B (2008).** Diurnal and nocturnal time budget of wintering Ferruginous Duck (*Aythya nyroca*) at lac des oiseaux. Northeast Algeria. *Ardeola*.55 (1): 59-69
- HOUHAMDI, M., ET SAMRAOUI, B. 2001.** Diurnal time budget of wintering Teal *Anas crecca* at Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Wildfowl* 52: 87-96.
- HOUHAMDI, M., MAAZI, M.C., SEDDIK, S., BOUAGUEL, L., BOUGOUDJIL, S. et SAHEB, M. 2009.** Statut et écologie de l'Erismaure à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) dans les hauts plateaux de l'est de l'Algérie. *Aves* 46(1): 129-148

- ISENMANN, P. ET MOALI, A. 2000.** Oiseaux d'Algérie-Birds of Algeria. *Société d'études ornithologiques de France, Paris*.
- Islam, Z. U. 2003.** Ferruginous Duck in India. Pp. 104–113 in **Muzaffar, S. B. 2004.** Diurnal time-activity budgets in wintering Ferruginous Pochard *Aythya nyroca* in TanguarHaor, Bangladesh. *FORKTAIL*. 20 : 25–27.
- JACOB, J.P. et JACOB, A. 1980.** Nouvelles données sur l'avifaune du lac de Boughzoul (Algérie). *Alauda* 48: 209–220.
- JOHANSSON, O.C. ET BLOMQVIST, D. 1996.** Habitat selection and diet of lapwing *Vanellus vanellus* chicks on costal farmland in SW Sweden. *J. Applied Ecology*. 33:1030-1040.
- JOLEAUD, L. 1936.** Etude géographique de la région de Bône et la Calle. *Bull. Serv. Carte Géol de l'Algérie*. 2^{ème} série stratigraphique. Description générale. 185p.
- KESTENHOLZ, M. 1994.** Body mass dynamics of wintering Tufet duck *Aythya fuligula* and Pochard *Aythya Ferina* in Switzeland. *Wildfowl*. 45 : 147-158
- KHEMMAR, C. 1981.** *Contribution à l'étude hydrogéologique de la vallée de l'Oued El Kebir Ouest (wilaya de Skikda Algérie)*. Thèse de Doctorat de 3^{ème} cycle. Univ. Grenoble (France). 181p
- LADLANI, I. 2007.** *Contribution à la gestion optimale de la ressource en eau mobilisée «choix de formule empirique pour l'estimation de l'évapotranspiration potentielle "ETP" dans les régions de Tébessa et Annaba»*. Thèse de Magister. Université de BATNA. p130.
- LAMOTTE, J., ET BOURLIERE, A. 1969.** Problèmes d'écologie: l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres. *Masson*. 151p.
- 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 de Réghaia*. Thèse de doctorat. Univ. Mouloud Mammeri, Tizzi Ouzou (Algérie). 120p
- LARDJANE-HAMITI, A., METNA, F., MERABET, S., RAKEM, K., BOUKHEMZA, M., ET HOUHAMD, M. 2013.** Quelques aspects éthologiques du Fuligule nyroca *aythya nyroca* (Anatidé) dans la réserve naturelle du lac de Réghaia (Algérie). *Bull. Soc. zool. Fr.*, 138(1-4) : 103-113.
- LAZLI, A. 2011.** *Contribution à la connaissance de l'écologie et de la biologie de reproduction de l'Érismature à tête blanche Oxyura leucocephala et du Fuligule nyroca Aythya nyroca au niveau du lac Tonga*. Thèse de doctorat, Université Abderrahmane Mira de Bejaïa, 136p.

- LAZLI, A., BOUMEZBEUR A., ET MOALI, A. 2012.** Statut et phénologie de la reproduction du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) au Lac Tonga (Algérie). *Alauda* 80: 219-228.
- LEDANT, J. P., JACOB, J. P., JACOB, P., MALHER, F., OCHANDO, B. ET ROCHE, J. 1981.** Mise à jour de l'avifaune Algérienne. *Le Gerfaut* 71 ; 295 – 398.
- LOSITO, M. P., E. MIRARCHI, AND G. A. BALDASSARE. 1989.** New Techniques for Timing Activity Studies of Avian Flocks in View-restricted Habitats. *Journal of Field Ornithology* 60: 388–396.
- MAAZI, M.C. 2005.** *Eco éthologie des anatidés hivernant au niveau de garaet Timerganine (Wilaya d'Oum el bouaghi)*. Thèse magister, C. Univ. Larbi ben m'hidi d'Oum El Bouaghi . 95 p.
- MAAZI, M.C. 2009.** *Eco éthologie des Anatidés hivernant au niveau de Garaet Timerganine Wilaya d'Oum el bouaghi*. Thèse de Doctorat. Univ de Annaba. 111p.
- MAYACHE B. 2008.** *Inventaire et étude écologique de l'avifaune aquatique de l'éco - complexe de zones humides de Jij el*. Thèse de Doctorat d'état. Université d'Annaba, 162p.
- McKinney, F. C. (1965).** The comfort movements of anatidae. *Behaviour*, 25:120-220
- MEEDDAT – MNHN. 2009.** 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*.
- MENAI, R. 1993.** *Contribution à la mise à jour de l'odonatofaune algérienne*. Thèse de Magister, Univ. Badji Mokhtar, Annaba (Algérie). 148p
- MERZOUG, S. 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. 101p
- 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. ET HOUHAMDI, M. 2008.** Données préliminaires sur l'avifaune aquatique de la Garaet Hadj Tahar (Skikda, Nord Est algérien). *Afri. Birdclub. Bull.* 15(1): 71-76.
- METALLAOUI, S ET MERZOUG, A. 2009.** Observation hivernale de la Nette rousse *Netta rufina* près de Skikda (Algérie). *Alauda* 77(1), 2009.
- METALLAOUI, S. 2010.** *Écologie de l'avifaune aquatique de Garaet Hadj- Tahar (Numidie occidentale)*. Thèse de Doctorat. Univ. Badji Mokhtar, Annaba (Algérie).120p

- METALLAOUI, S. ET HOUHAMDI M. 2007.** Une observation du Fuligule milouinan *Aythya marila* en Algérie. *Alauda* 75(3):453.
- METALLAOUI, S. ET HOUHAMDI, M. 2010.** Biodiversité et écologie de l'avifaune aquatique hivernante dans Garaet Hadj-Tahar (Skikda, Nord-Est de l'Algérie). *Hydroécologie Appliquée*. Tome 17, pp. 1–16
- METALLAOUI, S. MAAZI, M-C., SAHEB, M., HOUHAMDI, M ET 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). *Turkisch Journal of Zoology* (38): 1-10.
- METALLAOUI, S., ATOUSSI, S., MERZOUG, A., ET HOUHAMDI, M. 2009.** Hivernage de l'Érismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) dans Garaet Hadj-Tahar (Skikda, Nord-Est de l'Algérie). *Aves* 46/3 : 136-140.
- MULLARNEY, K., SVENSSON, L., ZETTERSTRÖN, D., PETER, J. ET GRANT, J. 2007.** Guide ornitho, les 848 espèces d'Europe en 4000 dessins. *Edition, Delachaux et Nestlé. Paris.* 399 p.
- MUZAFFAR, S. B. 2004.** Diurnal time-activity budgets in wintering Ferruginous Pochard *Aythya nyroca* in TanguarHaor, Bangladesh. *FORKTAIL*. 20 : 25–27.
- NILSSON, L. 1970.** Food-seeking activity of south Swidich diving ducks in the non-breeding season. *Oikos* 21: 125-154.
- PAULUS, S.L. 1984.** Activity budgets of non breeding Gadwalls in Louisiana. *J. Wildl. Manage.* 48: 371-380.
- PERRINS, C. 1974.** *Birds of Britain and Europe*. First univ. Texas, Glasgon. 360p.
- POTIEZ, D. 2004.** Fiche technique: Le Fuligule nyroca. *Chronique d'Avifauna* N°10: 37.
- POTIEZ, D.b. 2002.** *La chasse des Anatidés dans la bais de Somme*. Thèse Méd. Vét, Nantes.
- PÖYSÄ, H. 1986.** Foraging niche shifts in multispecies dabbling duck (*Anas* spp) feeding groups: harmful and beneficial interactions between species. *Ornis Scandinavica*, 17: 333-346
- QUEZEL, P. et MEDAIL, F. 2003.** *Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen*. Elsevier, Collection Environnement, Paris, 573
- ROBINSON, J. A. 2003.** A Global Overview of the Ecology of the Ferruginous Duck. ” In Ferruginous Duck: From Research to Conservation. Conservation Series n°6, edited by N. Petkov, B. Hughes, and U. Gallo-Orsi, 114 – 121. So fi a: Birdlife International-BSPB-TWSG *R.F.O.*, 1987 : 296-306.

ROSE, P. M. ET D. A. SCOTT. 1994. Waterfowl Population Estimates. IWRB Publication 29. International Waterfowl and Wetlands Research Bureau, Slimbridge. 102 S

ROSE, P.M. ET SCOTT, D.A. 1997. Waterfowl population estimate, 2 ed., W.I. publ.44.

RUTJES, P.P.M. ET VAN WIJK, R.J. 1997. Bird populations in « les marais de la macta » northwestern Algeria during the summer of 1977. Katholieke Universiteit Nijmegen.

SAMRAOUI, B. ET DE BELAIR, G. 1997. The Guerbes-Sanhadja wetlands: part I. *Overview. Ecologie.* 28: 233-250.

SAMRAOUI, F., ALFARHAN, A.H., AL-RASHEID, K.A. & SAMRAOUI, B. 2011. An appraisal of the status and distribution of waterbirds of Algeria : indicators of global changes?. *Ardeola*, 58(1), 137-163

SCOTT, D. A. ET P. M. ROSE. 1996. Atlas of Anatidae Populations in Africa and Western Eurasia. Wetlands International Publication No. 41. Wetlands International, Wageningen. 336 S.

SELTZER, P. 1946. Le climat de l'Algérie. Imp. *La Typo-Litho et J.C. in 4ème, Alger*, 219p

SNOW, D.W. ET PERRINS, C.M. 1998. The Birds of the western Palearctic. Concise Edition. Oxford University Press. 1832 p

SOLTNER, D. 1999. Les Bases De La Production Végétale. Sciences & Techniques Agricoles, *Tome 2. France.* 396 p.

STEPHENS D.W. ET KREBS J.R. 1986. *Foraging Theory.* Princeton University Press, Princeton.

STEVENSON, A.C., SKINNER, J., HOLLIS, G.E. & SMART, M. 1988. The El Kala National Park and environs. *Algeria: an ecological evaluation. Environmental Conservation* 15:335–348.

TAMISIER, A. ET DEHORTER, O. 1999. Camargue: Canard et Foulques. Fonctionnement d'un prestigieux quartier d'hiver. *Centre Ornithologique du Gard. Nimes.* 369p.

TAMISIER, A. ET DEHORTER, O. 1999B. Camargue: Canard et Foulques. Fonctionnement d'un prestigieux quartier d'hiver [Camargue: Ducks and Coots. Performance of a Prestigious Winter Quarters]. *Nimes: Centre Ornithologique du Gard.*

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

TAMISIER, A., BONNET, D., BREDIN, A., DERVIEUX, M., REHFISH, G., ROCAMORA, M. et SCKINNER, J. 1987. – L'ichkeul (Tunisie), quartier d'hiver exceptionnel d'anatides et de foulques. Importance, fonctionnement et originalité. *L'oiseau et Generalis*.1: 53-73.

TEMPLE, S. A., & J. A. WIENS. 1989. Bird Populations and environmental changes: can birds be bio-indicators? *Birds* 43: 260-270

THOMAS, G. 1976. Habitat usage of wintering ducks at de Ouse Washes England. *Wildfowl*, 27: 148-152.

THOMAS, J.P. 1975. *Ecologie et dynamisme de la végétation des dunes littorales et des terrasses sableuses quaternaires de Jijel à El -Kala*. Thèse Doctorat Univ. Des Sciences et Techniques du Languedoc. 189p

TOUBAL, O., BOUSSEHABA, A., TOUBAL, A. ET SAMRAOUI, B. 2014. « Biodiversité méditerranéenne et changements globaux : cas du complexe de zones humides de Guerbès-Senhadja (Algérie) ». Volume 8. DOI : 10.4000/physio-geo.4217

❖ Liens Webographiques

[1] <http://www.oiseaux-birds.com/fiche-fuligule-morillon.html>