

BADJI MOKHTAR - ANNABA UNIVERSITY
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR
ANNABA



جامعة باجي مختار
- عنابة -

Faculté des Sciences
Département de Biologie

Année : 2021

THÈSE

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

**Ecoéthologie du Canard souchet *Spatula clypeata*
hivernant dans le Lac des Oiseaux et le marais de la
Mékhada (wilaya d'El Tarf) Algérie**

Option
Ecologie comportementale

Présentée par:
M^{me} BENDJEDID HASSINA

DIRECTEUR DE THÈSE :	Mr HOUHAMDI M.	Prof.	U. 8 Mai 1945 GUELMA
CO-DIRECTEUR DE THÈSE:	Mr TAHAR A.	Prof.	U. B. M. ANNABA

Devant le jury

PRESIDENT:	Mr OUAKID M ^{ed} L.	Prof	U. B. M. ANNABA
EXAMINATRICE :	M ^{me} ROUAG ZIANE N.	M.C.A.	U. B. M. ANNABA
EXAMINATEUR :	Mr MAAZI M ^{ed} C.	Prof	U. C. M. SOUK AHRAS
EXAMINATEUR :	Mr ROUAG R.	M.C.A.	U. C. B. EL TARF

2020/2021

REMERCIEMENTS

*En premier lieu, j'ai l'agréable devoir d'exprimer ma plus vive reconnaissance à Messieurs les Professeurs **Moussa Houhamdi** et **Ali Tahar** qui ont dirigé mes travaux, et je tiens à les remercier pour leur aide et soutien, tant au niveau professionnel que personnel, tout au long de ces années de travail.*

Je suis très honoré que mes membres de jury ont évalué cette étude et m'ont fait part de leurs critiques constructives :

*Mr le président de jury **Pr Ouakid Mohammed Laid**, j'ai l'immense plaisir de vous exprimer mes meilleurs gratitude d'avoir présidé ce jury,*

*Mes examinateurs : **Dr Rouag Ziane Nadia** et **Dr Roug Rachid** pour leur soutiens moral et leur précieuses indications, et d'avoir accepté d'examiner cette thèse. Ma reconnaissance s'adresse également au **Pr Maazi Mohamed Cherif** d'avoir accepté de juger ce mémoire.*

*J'exprime également ma gratitude au **Pr Benyacoub Slim** que malgré un emploi du temps souvent chargé, pour ces pertinentes suggestions qu'il m'a prodigué lors de la lecture de ce mémoire. Sans oublié **Dr Telailia Salah** pour sa lecture et ces conseils pour la rédaction, et ces encouragements.*

*Je gratifie en particulier, ma profonde reconnaissance à mon frère **Mr Rouag Rachid** pour son aide et le temps mis pour ces corrections appropriées à ce mémoire.*

J'adresse également mes sincères remerciements au personnel du centre de recherche la Tour du Valat. En particulier à : Melle Irène, Mme Roberta et Melle Christine, également à Mr Champagnon et Mr Guillemai.

Je congédie toute ma famille et mes amis pour leur soutien et leur bonne humeur. Et enfin, je remercie toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin.

RESUME

Le Canard souchet *Sapula clypeata* hivernant dans la région d'El Tarf appartient essentiellement à la population nichant en Europe centrale. C'est un hivernant habitué de cette région, il est toujours dénombré en grand effectif et se classe dans la catégorie LC (préoccupation mineure) par l'UICN.

Durant deux saisons d'hivernage successives 2014-2015 et 2015-2016 dans deux zones humides : le marais de la Mékhada et le Lac des Oiseaux, nous avons étudié trois aspects, phénologie d'hivernage, distribution spatiale et comportement diurne de cette espèce. En plus, nous avons étudié la variation de sexe ratio sur les trois aspects précédents dans le Lac des Oiseaux. Notre étude a soldé par les résultats suivants :

- Notre modèle d'étude, s'est stationné pendant les deux saisons, régulièrement le mois d'octobre au marais de la Mékhada. En revanche, dans le Lac des Oiseaux il s'est installé le mois de novembre contrairement à des recherches précédentes qui ont enregistré un stationnement le mois de septembre. Ce stationnement tardif témoignant d'un changement du calendrier migratoire, est dû au réchauffement climatique ainsi qu'aux actions anthropologiques à savoir la destruction et le changement des pratiques agricoles, la salinisation, et l'évacuation des eaux usées (vu que le lac se trouve dans une zone est périurbaine) conduisant à son rétrécissement de 150h à 70h;

- Les effectifs sont généralement élevés dans le marais par rapport au lac cela est dû à : la superficie, et la préférence de la faible profondeur chez la plupart des canards du surface qui rend les aliments plus accessible. Malgré le deuxième hiver qui a été marquée par des grandes pluies et qui a fait augmenter la profondeur d'eau, on a recensé des effectifs élevés dans les deux sites. Donc la profondeur d'eau ne joue pas souvent un obstacle pour la nutrition du souchet, mais elle l'oblige à changer la modalité d'alimentation à cause de la déplétion de ses ressources principales (souvent par bec, il change pour tête et cou, et parfois bascule) pour pouvoir changer les proies consommées abondantes;

- Les variations d'effectif des deux sexes dans le Lac des Oiseaux, étaient stables au cours des deux saisons et il n'a pas eu une migration différentielle, car la protandrie, se manifeste généralement pendant la migration printanière (migration prénuptiale), afin que le mâle se charge de trouver un territoire, où il attirera une femelle et tentera de mener au mieux sa reproduction.

- Cette investigation a démontré que sur la Mékhada comme sur le Lac des Oiseaux, les canards souchet se présentent comme une espèce remarquablement grégaire pendant la plus part du temps de la journée. Cette grégarité est dans le but de diminuer la vigilance donc elle a une fonction anti-prédatrice certaine à cause d'un nombre élevé des oiseaux.

- Les rythmes d'activités diurnes réalisées au niveau du Lac des Oiseaux et le marais de la Mékhada sont dominés par le sommeil, en deuxième rang l'alimentation suivi par la nage à la Mékhada et au Lac des Oiseaux ces deux dernières activités sont en ex-aequo. Enfin la toilette et le vol sont en faibles pourcentages sur les deux sites. De ce fait, les sites ont joué pour le Canard souchet durant son hivernage le rôle de remise diurne (lieu de repos).

- Il n'existe pas de différence significative entre les deux sexes concernant, la variation du sexe ratio des activités diurne selon le test-t de Student. Mais pendant le mois de février de la première saison (2014-2015), on a remarqué un taux remarquablement élevé chez les femelles par rapport aux mâles, cette différence est allouée aux ectoparasites et à la mue qui peut être particulièrement étalée dans le temps chez les femelles qui passent davantage de temps en toilettage que les mâles.

Cependant il apparaît que le marécage de la Mékhda et le Lac des Oiseaux constituent des unités fonctionnelles pour le Canard souchet et jouent des remises diurnes où les activités de confort sont les plus manifestées par le Canard souchet.

Mots clés: Canard souchet, sexe ratio, comportement diurne, hivernage, distribution spatiale, Lac des Oiseaux, marais de la Mékhada

ABSTRACT

The Northern Shoveler *Sapula clypeata* wintering in the El-Tarf region belongs mainly to the breeding population in central Europe. It is a regular winter visitor to this region; it is still counted in large numbers and is classified as LC (Least Concern) by IUCN.

During two successive wintering seasons 2014-2015 and 2015-2016 in two wetlands: the Mékhada marsh and the Bird Lake, we studied three aspects, wintering phenology, spatial distribution and diurnal behavior of this species. In addition, we have studied the variation of sex ratio on the three previous aspects in the lake of birds. Our study resulted in the following results:

- Our study model, parked during both seasons, regularly in October at the Mekhada swamp. On the other hand, in the Lac des Oiseaux it settled in the month of November, contrary to previous research which recorded parking in September. This late parking, testifying to a change in the migratory calendar, is due to global warming as well as to anthropological actions, namely the destruction and change in agricultural practices, salinization, and the evacuation of wastewater (since the lake is found in an eastern peri-urban area) leading to its shrinkage from 150h to 70h;
- The numbers are generally high in the swamp compared to the lake this is due to: the surface area, and the preference of the shallow depth in most of the ducks which round the food more accessible. Despite the second winter, which was marked by heavy rains and increasing the water depth, high numbers were recorded at both sites. So the depth of water does not often play an obstacle for the nutrition of the nutgrass, but it obliges him to change the mode of feeding because of the depletion of his main resources (often by beak, it changes to head and neck, and sometimes tilts) in order to be able to change the prey consumed;

- The variations in the number of the two sexes in the Lac des Oiseaux, were stable during the two seasons and it did not have a differential migration, because the protandry, generally manifests itself during the spring migration (prenuptial migration), so that the male is responsible for finding a territory, where he will attract a female and try to reproduce as well as possible.
- This investigation has shown that on the Mekhada as on the lake of birds, shoveler ducks appear as a remarkably gregarious species during most of the time of the day. This gregariousness is in order to decrease vigilance so it has a definite anti-predatory function because of a high number of birds.
- The rhythms of diurnal activities carried out at the Lake of the Birds and the swamp of the Mekhada are dominated by sleep, in second place the diet followed by swimming at the Mekhada and the Lake of the Birds these last two activities are in ex aequo. Finally, the toilet and theft are in low percentages on both sites. As a result, the sites played the role of diurnal delivery (resting place) for the Northern Shoveler during its wintering.
- There is no significant difference between the two sexes concerning the variation of the sex ratio of daytime activities according to Student's t-test. But during the month of February of the first season (2014-2015), we noticed a remarkably high rate in females compared to males, this difference is attributed to ectoparasites and molting which can be particularly spread over time in females who spend more time grooming than males.

However it appears that the Mékhda swamp and the bird lake constitute a functional unit for the Northern Shoveler and play daytime sheds where the comfort activities are most manifested by the ducks.

Key words: Northern Shoveler, sex ratio, diurnal behavior, overwintering, spatial distribution, Lac des Oiseaux, Mekhada marsh

ملخص

ينتمي البط ذو المجرقة *Sapula clypeata* المشتى في منطقة الطارف إلى العشائر المتكاثرة في وسط أوروبا. إنه مهاجر شتوي منتظم لهذه المنطقة، ولا يزال يُحسب بأعداد كبيرة ويصنف ضمن فئة LC (أقل اهتماماً) من قبل منظمة IUCN.

خلال موسمي شتاء متتاليين 2014/2015 و 2016/2015 و في منطقتين رطبتين، مستنقع المندة و بحيرة الطيور درسنا ثلاثة جوانب : فينولوجيا الشتاء، التوزيع المكاني والزمني، والسلوك النهاري لهذا النوع. بالإضافة إلى ذلك، قمنا بدراسة نسبة الجنس على الجوانب الثلاثة السابقة الذكر في بحيرة الطيور. اسفرت دراستنا على النتائج التالية :

- استقر النموذج الطبيعي لدراستنا، في الموسمين و بانتظام في شهر أكتوبر في مستنقع المندة . من ناحية أخرى، استقر في بحيرة الطيور في شهر نوفمبر على عكس الأبحاث السابقة التي كانت نتائجها شهر سبتمبر. يؤكد هذا المبيء المتأخر على حدوث تغيير في موافيت الهجرة، والذي يرجع إلى إلى الاحتباس الحراري وكذلك إلى الإجراءات الأنثروبولوجية ، ومن بينها تدمير وتغيير الممارسات الزراعية ، والتلح ، وإخلاء مياه الصرف الصحي (حيث تم العثور على البحيرة في شرق المنطقة شبه الحضرية) مما يؤدي إلى انكماشها من 150 ساعة إلى 70 ساعة ؛

- الأعداد مرتفعة بشكل عام في المستنقع مقارنة بالبحيرة ويرجع ذلك إلى المساحة الكبيرة، وتفضيل عمق ضحل بالنسبة لمعظم البط والتي تمكنها من الحصول عن الطعام بطريقة أسهل. بالرغم من فصل الشتاء الثاني الذي تميز بأطوار خريزة أدت إلى زيادة عمق المياه، إلا أنه تم تسجيل أعداد كبيرة في كلا الموقعين. لذلك لا يلعب عمق الماء في بعض الوقت محبة أمام تغذية البط ذو المجرقة ولكن يجبرها على تغيير طريقة تغذيتها (غالباً بواسطة المنقار، والمنقار مع الرأس أو أحياناً بتأرجع) بسبب استنفاد مواردها الرئيسية ليكون قادراً على تغيير الفريسة المستهلكة.

- كانت التغيرات في أعداد الجنسين في بحيرة الطيور مستقرة خلال الموسمين ولم يتم العثور بشكل عام على فرق معنوي بين الجنسين. وبالتالي لم يكن هناك هجرة تفاضلية ، لأن البروتاندري

Protendrie تتجلى بشكل عام أثناء الهجرة الربيعية (هجرة ما قبل التكاثر) ، بحيث يكون الذكر هو المسؤول عن العثور على منطقة لجذب الأنثى ويحاول التكاثر قدر الإمكان.

- أظهرت هذه الدراسة أنه في مستنقع المنحة كما في بحيرة الطيور ، يظهر البط ذو المجرقة كنوع اجتماعي بشكل ملحوظ خلال معظم الوقت في اليوم. هذا التجمع هو من أجل تقليل اليقظة (تعدد العيون) بحيث يكون لها وظيفة محددة لمكافحة الاقتتاس بسبب وجود عدد كبير من الطيور.

- إيقاعات الأنشطة النهارية التي تتم في بحيرة الطيور و مستنقع المنحة يغلب عليها النوم، وفي المرتبة الثانية التغذية الذي تليه السباحة في المستنقع اما في بحيرة الطيور هذان النشاطان الأخيرين هما متعادلين أي التغذية و السباحة، وأخيرا تحصلنا على نشاطا التنظيمي و الطيران بنسبة منخفضة في كلا الموقعين. نتيجة لذلك تلعب المواقع دور أمكنة للراحة remise diurne للبط ذو المجرقة خلال فترة الشتاء.

- الاختلاف في نسبة الجنس للأنشطة وفيها test-t de Student، من الواضح أنه لا يوجد فرق كبير بين الجنسين. لكن خلال شهر فبراير للموسم الأول (2015/2014)، لاحظنا ارتفاعا ملحوظا في معدل الإناث مقارنة بالذكور بالنسبة لنشاط التنظيمي، ويرجع هذا الاختلاف إلى فقدان الريش الذي يمكن أن ينتشر بشكل خاص مع مرور الوقت لدى الإناث اللواتي يقضين وقتا أطول من الذكور.

يبدو ان مستنقع المنحة و بحيرة الطيور يشكلان وحدات وظيفية للبط ذو المجرقة مكان أين تتجلى فيه أنشطة الراحة.

الكلمات المفتاحية : البط ذو المجرقة، نسبة الجنس، التشتيّة، السلوك النهاري، التوزيع المكاني، مستنقع المنحة، بحيرة الطيور

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Les comportements alimentaires chez les Canards et les Foulques (Sziij, 1965 ; in Harbi, 2010).....	20
Figure 2 : Agglomération des principales voies migratoires du centre du Pacifique (1), des Amériques (2), de l’Afrique et de l’ouest de l’Eurasie (3), de l’Asie centrale (4) et de l’est de l’Asie et de l’Australasien (5) (Wohl, 2006 ; in Cyr, 2013).....	23
Figure 3 : carte de la Numidie algérienne (Boumendjel, 2018).....	26
Figure 4 : situation géographique de la région et ces zones humide (Bouchecker, 2009)	27
Figure 5 : étage bioclimatique de la région d’El Tarf selon le climagramme d’EMBERGER (1930) (in Khemis, 2016).....	34
Figure 6 : diagramme ombrothermique de la région d’El Tarf pour la période (1995-2016) (KHEMIS, 2016).....	35
Figure 7 : vue générale et point d’observation située sur la berge sud du Lac des Oiseaux (Google Earth, 2021).....	39
Figure 8: situation géographique et point d’observation située sur la berge sud du marais de la Mékhada (DGF, 2016).....	43
Figure 9 : distribution dans le monde du Canard souchet <i>Spatula clypeata</i> (BirdLife, 2012 ; in Khemis, 2016).....	52
Figure 10 : variations interannuelles d’abondances du Canard Souchet hivernant au marais de la Mékhada durant les deux saisons	62
Figure 11 : fluctuations interannuelles du Canard souchet hivernant au Lac des Oiseaux durant la période d’étude.....	63
Figure 12 : évolutions interannuelles et la moyenne d’effectifs des deux saisons du Canard souchet hivernant dans le Lac des Oiseaux durant les deux saisons	64
Figure 13 : évolution des effectifs mensuels des deux sexes pendant la période d’étude au Lac des Oiseaux.....	65

Figure 14: distribution spatiale du Canard souche sur le marais de la Mékhada durant la période d'étude (2: effectif moyen) (DGF, 2016).....	67
Figure 15: répartition spatiale du Canard souche sur le Lac des oiseaux durant la période d'étude (1: grand effectif, 2: effectif moyen).....	68
Figure 16 : proportions moyennes d'effectifs des activités diurnes du Canard souchet hivernant au marais de la Mékhada pendant la période d'étude.....	69
Figure 17 : variation des taux moyens mensuels des activités diurne du Canard souchet hivernant au niveau du marais de la Mékhada durant la période d'étude.....	70
Figure 18: variation des taux d'effectifs mensuels saisonniers des activités diurne du Canard souchet <i>Spatula clypeata</i> hivernant au marais de la Mékhada.....	73
Figure 19 : taux moyens d'effectifs du bilan d'activités diurnes du Canard souchet hivernant au niveau du Lac des Oiseaux pendant la période d'étude.....	74
Figure 20 : variation des taux moyens mensuels du rythme d'activités diurne du Canard souchet hivernant au niveau du Lac des Oiseaux durant les deux hivers.....	75
Figure 21 : évolutions mensuelle saisonnière des activités diurnes du Canard souchet <i>Spatula clypeata</i> hivernant au Lac des oiseaux : sommeil (A), alimentation (B), nage (C), toilette (D) et vol (E).....	78
Figure 22 : évolution des taux moyens journaliers du bilan des budgets temps d'activités diurnes du Canard souchet hivernant au niveau du Lac des Oiseaux durant la période d'étude.....	79
Figure 23: variation des taux moyens journaliers des budgets temps de chaque activité du Canard souchet hivernant au niveau du Lac des Oiseaux durant la période d'étude.....	81
Figure 24 : variation du sexe ratio des taux moyens d'effectifs d'activités diurne au niveau de Lac des Oiseaux durant la première saison d'étude.....	83
Figure 25 : variation du sexe ratio des taux moyens d'effectifs d'activités diurne au niveau de Lac des Oiseaux durant la deuxième saison d'étude.....	84
Figure 26: Variation mensuelle des taux moyens d'effectifs des différentes activités diurnes pour les deux sexes du <i>Spatula clypeata</i> hivernant au niveau du Lac des Oiseaux durant la période du suivi.....	87

Figure 27 : évolution des taux moyens du bilan journalier des budgets temps d'activités diurnes des deux sexes du Canard souchet hivernant au niveau du Lac des Oiseaux durant la période d'étude **88**

Figure 28: Variations des taux moyens journaliers des budgets temps des différentes activités diurnes des deux sexes du *Spatula clypeata* hivernant au niveau du Lac des Oiseaux pendant la période de suivi..... **90**

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : moyennes des précipitations mensuelles pour la période (1995-2016) (O.N.M., 2016) (khemis, 2106).....	30
Tableau 2 : moyennes des températures mensuelles pour la période (1995-2016) (O.N.M., 2016) (khemis, 2106).....	31
Tableau 3 : hygrométries mensuelles de la période 1995-2016 (O.N.M., 2016) (Khemis, 2016).....	32
Tableau 4 : effectifs, proportions et sexe ratio mensuels des souchets hivernant au Lac des Oiseaux pendant les deux saisons.....	65
Tableau 5 : variation des taux moyens mensuels du bilan d'activités du Canard souchet pendant la période d'étude au marais de la Mékhada	69
Tableau 6 : valeurs en pourcentage des effectifs des activités diurne (moyenne $\pm$ écart-type) pendant les hivers (2014-2015 et 2015-2016) au marécage de la Mékhada selon le test-t de Student	71
Tableau 7 : valeurs en taux moyens des effectifs d'activités diurnes (moyenne $\pm$ écart-type) pendant les hivers (2014-2015 et 2015-2016) selon le test-t de Student.....	76
Tableau 8 : temps absolu (heures) journalier des activités diurnes du souchet pendant les deux saisons	79
Tableau 9 : proportions moyennes du bilan d'activités diurnes des deux sexes du <i>Spatula clypeata</i> pendant les deux saisons.....	82
Tableau 10 : Comparaison entre les taux moyens d'effectifs du sexe ratio des activités diurne (moyenne $\pm$ écart-type) pendant les deux hivers (2014-2015 et 2015-2016) selon le test-t de Student.....	85
Tableau 11 : temps absolu (heures) journalier des activités diurnes des deux sexes du souchet pendant la période d'étude	88
Tableau 12 : Variation journalière des taux moyens des effectifs des d'activités diurne (moyenne $\pm$ écart-type) des deux sexes de la population du Canard souchet au	

niveau du lac des Oiseaux selon le Test t de Student.....	91
---	----

Tableau 13 : Variation journalière des taux moyens des effectifs des d'activités diurne (moyenne $\pm$ écart-type) des deux sexes de la population du Canard souchet au niveau du lac des Oiseaux selon le test-t de Student (suite).....	92
--	----

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Lac des Oiseaux (Bendjedid, 2020).....	42
Photo 2 : marais de la Mékhada (Bendjedid, 2020).....	43
Photo 3: un mâle du Canard souchet (Bouglouan, 2005).....	49
Photo 4: une femelle du Canard souchet (Garvie, 2020).....	49

SOMMAIRE

Remerciements	i
Résumé	ii
Abstract	iv
ملخص	vi
Liste des figures	viii
Liste des tableaux	xi
Liste des photos	xiii
Sommaire	xiv
Introduction	1

CHAPITRE I : CADRE THEORIQUE

1.1. L'écoéthologie discipline au service de la conservation et de la gestion de la biodiversité	6
1.2. La migration	7
1.3. La problématique	13
– Phénologie de la migration	13
– Les facteurs extrinsèques et intrinsèques influencent la dynamique des populations	14
– Distribution spatiale des anatidés	16
– Les rythmes d'activités diurnes des Anatidés	17
– L'objectif général de l'étude	21

CHAPITRE II : CADRE GEOGRAPHIQUE

– L'Algérie et sa place dans les quartiers d'hiver	22
2.1. Présentation de la région d'étude	23
2.2.1. Situation géographique	24
2.1.2. Caractéristiques physiques de la région	26
– Géologie de la région	26
– Géomorphologie de territoire	27
– La nature des sols	28
– Le climat	28
– Hydrologie	34
2.1.3. Cadre biotique	35

- La flore	35
- La faune	36
2.2. Présentation des sites d'étude	37
2.2.1. Lac des Oiseaux	37
- Géologie	39
- Pédologie	39
- Hydrographie	39
- La faune du lac	40
- La flore du lac	40
2.2.2. Le marais de la Mékhada	41
- Géologie	42
- Géomorphologie	42
- Les sols	42
- Hydrologie	43
- La flore	43
- L'avifaune	43

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

3.1. Matériel utilisés	45
3.1.1. Matériel biologique	45
- Généralités sur les oiseaux d'eau	45
- L'avifaune en Algérie	46
- Modèle biologique étudié	46
a) Taxonomie du Canard souchet	47
b) Identification du modèle biologique	48
c) Habit	49
d) Répartition géographique	50
e) Biologie du Canard souchet	51
f) Statut juridique de conservation	54
g) Menaces potentielles	54
3.1.2. Matériel de terrain	55
3.2. Méthodologie d'étude	55
3.2.1. Planning d'échantillonnage et points d'observation	55
3.2.2. Le dénombrement	56
3.2.3. La répartition spatiale	57
3.2.4. Les rythmes d'activités	57
3.2.5. Tests statistiques	59

CHAPITRE IV : RESULTATS INTERPRETES

4.1. Phénologie d'hivernage	60
4.1.1 Evolution des effectifs de la population du Canard souchet au marais de la	60

Mékhada	
4.1.2. Evolution des effectifs de la population du Canard souchet au Lac de Oiseaux	61
a) Variation des effectifs de la population globale du canard souchet pendant la période d'étude	61
b) Variations de sexe ratio des effectifs de la population totale du Canard souchet pendant la période d'étude	63
4.2. Modalités d'occupation spatiale	65
4.2.1. Occupation spatiale au marais de la Mékhada	65
4.2.2. Distribution spatiale au Lac des Oiseaux	65
4.3. Rythmes d'activités diurnes	66
4.3.1. Etude du rythme d'activités diurnes du Canard souchet dans le marécage de la Mékhada	66
a) Taux des différentes activités diurne du Canard souchet durant la période d'étude	66
b) Variations temporelles du rythme d'activités diurne du canard souchet au marais de la Mékhada	67
c) Variations mensuelles d'activités diurnes du Canard souchet au marécage de la Mékhada	68
4.3.2. Etude du rythme d'activités diurnes du Canard souchet dans le Lac des Oiseaux	72
a) Proportions moyennes des rythmes d'activités diurnes des deux populations durant la période d'étude	72
b) Variations temporelles des rythmes d'activités diurnes du Canard souchet au Lac des Oiseaux pendant les deux saisons	72
c) Evolutions mensuelles de rythme d'activités diurne au Lac des Oiseaux	73
d) Evolutions journalières des budgets d'activités diurnes du canard souchet au Lac des Oiseaux	76
4.3.3. Variation de sexe ratio du rythme d'activités diurne de la population du souchet <i>Spatula clypeata</i> au Lac des Oiseaux durant la période d'étude	80
a) Taux moyens du rythme d'activités diurne des deux sexes pendant la durée d'étude	80
b) Evolutions saisonnières de rythme d'activités diurne des deux sexes au Lac des Oiseaux	80
c) Variation de sexe ratio mensuelle du rythme d'activités diurne au Lac des Oiseaux	83
d) Variations journalières du rythme d'activités diurne du sexe ratio des populations du canard souchet durant la période d'étude	85

CHAPITRE V : DISCUSSION

5.1. Phénologie d'hivernage	92
5.2. Modalités d'occupation spatiale	97

5.3. Rythme d'activités diurne	98
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	107
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	112
PUBLICATION	

INTRODUCTION

Dans son livre « *l'origine des espèces* », Darwin expose la théorie de l'évolution selon laquelle, étant donné que tous les individus d'une espèce diffèrent légèrement entre eux et d'une génération à l'autre, et que seule une partie de ces individus réussit à se reproduire, seuls les descendants des individus les mieux adaptés à leur environnement survivront et se reproduiront en transmettant les variations utiles à leur survie. Ainsi, comme les individus sélectionnés transmettent leurs caractères à leur descendance, les espèces évoluent et s'adaptent en permanence à leur environnement (Cézilly & Benhamou, 1996). Darwin met en avant la notion de lutte pour l'existence ou de lutte pour la vie (*struggle for life, struggle for existence*), principe qui est au cœur de la sélection naturelle. La lutte pour l'existence, qui a lieu parce que les ressources sont limitées, peut avoir lieu de diverses manières : soit par la compétition, soit par la solidarité et la coopération. Donc, les organismes vivants sont le produit de la sélection naturelle, qui élimine à chaque génération les individus les moins adaptés à survivre et à se reproduire (Darwin, 1859). Pour maximiser leur probabilité de survie et de reproduction (*fitness, valeur sélective ou aptitude phénotypique*), les individus doivent prendre constamment un ensemble de décisions relatives au comportement à adopter dans un milieu et à un temps donnés (Cézilly & Benhamou, 1996). Le milieu a apparemment modelé les grandes lignées de l'organisme, quelle que soit la lignée évolutive à laquelle il appartient. Donc, ce processus implique que les espèces se transforment, on dit évoluent, au cours des temps géologiques (Brun, 2009).

C'est là que l'écologie évolutive a apparue et a pour objet de décrire et d'interpréter ces changements. Elle se focalise sur l'analyse des modalités de changements dans la relation espèce/milieu dans le temps même où ils s'effectuent plutôt que sur leur résultante à long terme (Brun, 2009). Elle inclut différentes disciplines telles que la dynamique des populations, l'évolution des traits d'histoire de vie, l'écologie comportementale, l'évolution des relations interspécifiques et les dynamiques éco-évolutive. L'écologie évolutive implique donc l'écologie comportementale, qui rassemble l'éthologie (étude biologique du comportement) et l'écologie (étude de l'influence du milieu biotique et abiotique sur les organismes), qu'on appelle également « l'éco-éthologie » (en anglais *behavioral ecology*) est donc l'étude de l'influence du milieu (qui inclut les autres organismes, y compris les

autres individus de la même espèce) sur le comportement de l'espèce et son évolution (Maurer, 2010). L'écologie comportementale vise à explorer les relations entre comportement, écologie et évolution. Ils considèrent ici le comportement comme l'ensemble des processus de décision par lesquels les individus ajustent leur état et leurs situations par rapport aux variations du milieu (abiotique et biotique).

L'ambition avouée de l'écologie comportementale est de comprendre comment un comportement résulte à la fois de l'histoire évolutive des espèces, d'événements récents ou en cours survenus au sein des populations, et de caractéristiques propres aux individus et aux conditions dans lesquels ils se sont développés. Il s'agit aussi d'utiliser nos connaissances sur l'évolution biologique pour bâtir une grille d'analyse du comportement et identifier les différents facteurs, internes et externes, qui induisent contraignent l'expression des comportements (Danchin *et al.*, 2005). Les éco-éthologistes qui disposent de plusieurs approches méthodologiques alliant théorisation, échantillonnage et observation, et leurs études concernent plus particulièrement la manière dont les animaux assurent leurs fonctions vitales. La recherche de nourriture, l'accouplement reproductif, l'établissement de territoires et les avantages de la vie en groupe pour assurer le succès reproducteur individuel constituent certains des principaux thèmes de recherche de cette discipline.

Donc la recherche des exigences écologiques d'une espèce implique la connaissance des données comportementales élémentaires qui font que cette espèce est inféodée à un milieu donné. Ainsi toute étude écologique doit-elle s'accompagner, ou être précédée, d'une étude éthologique au moins sommaire permettant de définir de façon schématique les principaux comportements de l'espèce envisagée. Alors, cette note qui s'insère dans une étude éco-éthologique d'un anatidé pendant son hivernage tente d'exprimer un certain nombre de comportements auxquels sont liées les exigences écologiques cherchées.

Selon cette optique, nous avons beaucoup d'énigmes à résoudre concernant l'écologie de l'espèce étudiée : Comment précisément s'effectue la distribution de l'espèce au sein de son aire de présence ? Quels sont les éléments du biotope jouant un rôle de facteur limitant ? En quoi la gestion des zones humides et les différents traitements, influent-ils sur la densité des effectifs et la dynamique des populations locales ? A l'inverse, en quoi la présence d'une population de canards constitue-t-elle un indicateur du

bon état d'équilibre naturel de ces zones humides ? Plusieurs questions qui soulèvent le problème des interactions entre une espèce, son milieu de vie et sans oublier les activités humaines qui s'y exercent. Cette recherche s'éprouve notamment de dégager les principaux renseignements obtenus par une expérimentation locale, sur le plan des traitements et des règles de gestion des zones humides permettant d'assurer à long terme le maintien et la protection des êtres vivants, et en particulier les oiseaux d'eaux. Alors dans le but de gestion et de conservation, il est indispensable de disposer de solides connaissances sur l'écologie de l'être vivant étudié, mais également sur les facteurs qui ont pu influencer sur son évolution. Enfin les résultats obtenus tout au long du manuscrit permis de fournir des informations aux gestionnaires et aux personnes chargées de la conservation.

L'Algérie occupe parmi les pays du Paléarctique occidental une place très privilégiée pour un grand nombre d'espèces d'oiseaux migrateurs qui empruntent la voie de migration occidentale de l'ancien monde. Bien que les oiseaux d'eau ont fait l'objet de nombreuses études en Europe et en Amérique du nord, peu de travaux ont été consacrés en Afrique du nord, et cela malgré la richesse de ses zones humides en espèces aviaires qui leurs sont inféodées. Mais ces derniers temps on cite plusieurs travaux en Algérie qui ont été consacré à l'étude écologique des oiseaux d'eau et sur différents étage bioclimatiques : Chalabi (1990), Ziane (1999), Houhamdi (2002), Boulkhssaim *et al.* (2006b), Bouzegag (2008), Houhamdi *et al.* (2008b), Baaziz & Samraoui (2008), Aissaoui *et al.* (2009), Metallaoui *et al.* (2009), Maazi (2009), Maazi *et al.* (2010), Harbi (2010), Mettlaoui & Houhamdi (2010), Harbi & *al.* (2011), Khelloul (2011), Baaziz (2011), Merzoug *et al.* (2014), Aberkane (2014), Dziri *et al.* (2014), Attoussi (2014), Amora Abda (2015), Houhamdi & Samraoui (2015), Bendahmen, (2015), Khemis (2016), Boudraa (2016), Tabouche (2017), Rizi (2018) et autres.

Notre étude aborde l'écoéthologie du Canard souchet *Spatula clypeata*. Le choix de cette espèce a été adopté à cause de sa présence tout le long de la voie de la migration nord-ouest africaine en effectif important. Nous avons réalisé ce travail dans deux sites d'étude protégés situés dans la wilaya d'El Tarf en dehors de territoire du Parc national d'El Kala (PNEK) à savoir : le Lac des Oiseaux et le marais de la Mékhada. Couvrant deux saisons d'hivernage 2014/2015 et 2015/2016, cette étude a évolué tout au long des deux années de travail.

L'étude a pour objectifs principaux de déterminer la stratégie d'hivernage d'un oiseau migrateur et le rôle fonctionnel des deux sites d'étude à travers trois aspects :

- ✓ Phénologie de l'hivernage (dates d'arrivées et des départs, Fluctuation des effectifs, variation inter-annuelle et intermensuelle, modèles phénologiques...etc.) ;
- ✓ Distribution spatiale ;
- ✓ Comportement diurne ;
- ✓ Pour cette investigation, nous avons ajouté un autre aspect original qui concerne la variation de sexe ratio sur les trois aspects précédents. Cette deuxième partie de l'étude a pour buts de trouver si le sexe ratio est en déséquilibre et dans un second temps de savoir si, parmi ces déséquilibres, certains sont en faveur des femelles ou des mâles et pourquoi ? La variation de sexe ratio a été effectuée uniquement dans le Lac des Oiseaux. En revanche, pour le deuxième site le marécage de la Mékhada, on s'est contenté d'étudier les aspects précédents, pour les deux sexes confondus, cela est dû à la végétation émergente dans ce site qui a rendu difficile l'observation et la différenciation des femelles souchet avec les autres femelles d'Anatidés dans ce vaste plan d'eau.

Ce mémoire est structuré en cinq chapitres suivis par une conclusion et perspectives. Dans un **premier chapitre** nous exposons le cadre théorique de cette étude. On a initialement démontré en quoi l'étude de l'écoéthologie pouvait renseigner sur la population dans le but de la conservation de la biodiversité. Etant donné que l'étude est sur des oiseaux migrateurs, il me semblait important d'informer le lecteur sur le phénomène de la migration et en particulier chez les Anatidés. Par ailleurs, on a exposé les différents aspects du travail à savoir, la phénologie de la migration et les facteurs intrinsèques et extrinsèques influençant la dynamique des populations, la distribution spatiale et le comportement diurne des Anatidés.

Pour le **second chapitre**, nous avons apporté des nouvelles connaissances sur la région et les sites d'enquêtes et brièvement leurs places parmi les zones humides en Algérie.

Le **troisième Chapitre**, a été consacré au matériel de terrain ainsi que des informations inédites sur le modèle biologique. Afin d'arriver à résoudre cette problématique, des protocoles expérimentaux sont adaptés aux questions posées, pour

manipuler et extraire les données individuelles pertinentes pour réaliser les analyses statistiques appropriées.

Le **chapitre quatre** aborde la présentation des résultats obtenus statistiquement traités ainsi que leur interprétation.

La discussion replace et discute les résultats obtenus par rapport aux résultats les plus récents dans un contexte plus général, tant sur le plan théorique de l'écologie du comportement que dans celui de la conservation des Anatidés et les zones humides.

La conclusion clôture notre travail avec des déductions concernant le sujet présenté et les perspectives de cette étude, et de formuler des propositions en termes de gestion des espaces naturels.

Enfin, pour faciliter la lecture, l'ensemble des références bibliographiques citées dans le manuscrit a été rassemblé à la fin du mémoire.

CHAPITRE I : CADRE THEORIQUE

1.1. L'écoéthologie discipline au service de la conservation et de la gestion de la biodiversité :

Les cinq cents dernières années ont été marquées par un taux d'extinction des espèces dont certains estiment qu'il est sans précédent au cours de l'histoire du globe. Les estimations les plus alarmantes du nombre d'espèces qui pourraient disparaître pendant le siècle en cours vont jusqu'à prédire une disparition de plus de 50% des espèces actuelles. Lawton & May (1995) prétendent que ce taux est aujourd'hui de 100 à 1 000 fois plus élevé qu'au cours de toute l'histoire de la planète (Stattersfield *et al.*, 1998). Plusieurs espèces menacées d'extinction le sont en raison de la perte de leur habitat d'origine, des changements climatiques et des activités humaines destinées au développement économique d'un pays et à sa densité de population (McKee *et al.*, 2004 ; Keane *et al.*, 2005 ; Davies *et al.*, 2006 ; in Richard, 2016). La surexploitation des populations animales et de leurs habitats émarginent comme les deux menaces anthropiques les plus importantes pour les animaux sauvages (Bennett *et al.*, 2002 ; Danchin *et al.*, 2005). Cette crise a conduit à mettre la conservation de la biodiversité sur la liste des priorités des rencontres nationales et internationales et des politiques de l'environnement (Myers, 1989 ; Wilson, 1992 ; Lawton & May, 1995). Né de la prise de conscience collective des enjeux que porte la diversité du vivant et des menaces qui pèsent sur elle, le concept de biodiversité s'est imposé au monde à la faveur du Sommet planétaire de Rio de Janeiro, en juin 1992. Dix ans plus tard, à Johannesburg, les exigences d'action étaient rappelées et l'engagement était pris de freiner l'érosion de la biodiversité à l'horizon 2010.

Les zones humides sont exceptionnellement riches en biodiversité ont connus des graves menaces pesantes en particulier sur les populations animales. Le concept des services des écosystèmes, apparu dans les années 70, partait du constat qu'il fallait réconcilier la nature avec l'homme, qui s'en éloignait dans sa course au développement socioéconomique (Gomez-Baggethum & de Groot, 2001 ; in Arzel, 2006). Ce concept a pris un nouvel élan en 2005 suite aux résultats et aux recommandations de l'Evaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire (MEA, 2005) (Chagour, 2006). Afin de fournir aux

pouvoirs publics et aux gestionnaires des outils de décision intégrant ces changements tout en restant cohérent avec les pratiques humaines légitimes, il est nécessaire de disposer de solides connaissances sur l'écologie des populations, notamment celles exploitées par l'homme (Arzel, 2006).

Plusieurs disciplines scientifiques contribuent à l'étude de la biodiversité et de la biologie de la conservation, comme par exemple la systématique, l'écologie, la génétique, la démographie, la biologie moléculaire et l'économie, mais c'est seulement très récemment que l'écologie du comportement a commencé à aborder ces questions (Clemmons & Buchholz, 1997 ; Caro, 1998 ; Gosling & Sutherland, 2000). Historiquement, la biologie de la conservation a surtout mis en jeu des approches génétiques puis démographiques (Danchin *et al.*, 2005). L'étude de la dynamique des populations a pour but de comprendre les facteurs sources de variations du nombre d'individus, soit dans l'optique de recherche fondamentale en écologie des populations (Newton, 1989 ; Murdoch, 1994 ; Turchin, 2003), soit dans l'optique de la recherche appliquée pour la gestion et la conservation des populations (Beissinger & McCullough 2002 ; Williams *et al.*, 2002 ; Lande *et al.*, 2003 ; in Richard, 2016). Les modèles classiques de dynamique de populations sont généralement basés sur des fonctions démographiques dérivées a posteriori de l'étude de ces populations, ce qui limite leur capacité à prédire les trajectoires démographiques dans des conditions environnementales nouvelles (Bradbury *et al.*, 1996 ; in Arzel, 2006). Elle n'est que le reflet des réponses des individus aux contraintes exercées par leur environnement, c'est-à-dire la somme des divers comportements individuels (Sutherland, 1996 ; Pettifor *et al.*, 2000). L'écologie du comportement joue alors, un rôle crucial dans l'élaboration de prédictions à l'échelle de la population (Krebs & Davis, 1993 ; Pettifor *et al.*, 2000).

Que ce soit dans un but de gestion ou de conservation, décrire et comprendre les mécanismes qui conditionnent les variations d'effectif d'une population sauvage dans son environnement est primordial afin de connaître les conséquences potentielles des perturbations environnementales en cours et adapter les mesures en fonction de l'enjeu (Richard, 2016).

1.2. La migration :

Nous avons pris comme modèle biologique un oiseau d'eau migrateur, de ce fait il me semblait important d'apprendre aux lecteurs les théories relatives à la migration des oiseaux.

Les comportements animaliers sont en règle générale la réponse à deux instincts primaires principaux : l'instinct de survie et l'instinct de reproduction. Au fil du temps, des saisons et des années, les conditions du milieu de certaines espèces connaissent des changements majeurs, ce qui les pousse, pour assurer leur survie et celle de leur race, à entamer un long voyage, qui, s'il se répète périodiquement, est qualifié de migration (Berthold *et al.*, 2003). Plusieurs groupes de vertébrés montrent des mouvements migratoires prédictibles entre des sites d'hivernage et des sites de reproduction (des mammifères marins et terrestres jusqu'aux poissons, en passant par les chiroptères) (Baker, 1978 ; Dingle, 1996). Les oiseaux sont les migrants les plus évidents à étudier pour l'homme, puisqu'ils sont facilement observables durant leur migration.

Les oiseaux d'eau migrants durant le cycle annuel, la période hivernale est d'importance vitale. Leur migration vers des pays plus chauds a pour raison principale la diminution des taux de mortalité qu'induirait le froid et les faibles disponibilités alimentaires dans leur aire de reproduction, ainsi l'abondance et la facilité d'accès aux ressources alimentaires sont déterminants en cette période pour leur survie (Tamisier & Dehorter, 1999). Les canards de surface (*Anas sp.*) présentent la particularité d'effectuer d'importants mouvements (notamment de migration et de recherche alimentaire) et d'être soumis à une forte pression de prédation, principalement en hiver, et la chasse (Legagneux, 2007). Ils sont étroitement dépendants des activités humaines qui agissent sur la modification, la réduction et la gestion des milieux (consommation sur une ressource non cryptique non renouvelée) (Duncan, 1999).

✓ Historique sur la migration

L'origine des migrations reste du domaine de l'hypothèse. Elles s'expliquent manifestement en fonction du pouvoir d'adaptation des animaux, qui a évolué selon les modifications géographiques et climatiques survenues depuis le Tertiaire, principalement au cours du Quaternaire (Leclercq & Delvingt, 1960).

La migration des oiseaux a toujours fasciné l'homme et beaucoup de récits historiques relatent ce phénomène, ou au moins leur apparition et disparition, sans expliquer ce qui c'était réellement passé. Ces récits racontent souvent l'apparition de vol massif d'oiseaux à un moment précis de l'année, ou année après année, aux mêmes endroits où des oiseaux sont capturés et commercialisés comme moyens de subsistance. Une des plus anciennes représentations d'oiseaux migrateurs a été peinte il y a 4500 ans et est appelée «Les oies de Meidum», cette peinture se trouve sur le mur du Mastaba de la tombe de Nefermaat en Egypte. Une fresque montre trois espèces d'oies migratrices, dont deux ne se trouvent plus en Égypte mais fréquentaient les champs de la vallée du Nil en ces temps reculés (Boere & Dodman, 2010).

Aristote, dès l'an 350 avant J-C, souligne la disparition annuelle des oiseaux à la fin de l'été et leur soudaine réapparition au printemps. En 1757 Linné eut, le premier, une idée des migrations et recommanda d'établir des postes d'observation (Popinet, 1997 ; in Alix, 2015). Au cours du 18ème siècle, le développement de la science et les grands voyages a permis aux naturalistes de découvrir l'existence en Afrique de ces mêmes oiseaux qui disparaissent d'Europe à l'approche de la saison froide.

Actuellement, la compréhension de la migration est encore loin d'être complète. Son étude est cependant passée du simple enregistrement des voies migratoires à l'analyse du phénomène grâce à des méthodes de plus en plus sophistiquées : baguage, suivi radar, études statistiques et biologiques et autres. Les premières stations de baguage furent installées en 1901 à Rossitten et à Helgoland (Leclercq & Delvingt, 1960). Aussi, c'est un anglais qui crée le premier réseau fixe d'observation entre 1903 à 1913 (Popinet, 1997). D'abondantes études de ces dernières décennies ont cependant permis des avancées majeures sur la compréhension des dynamiques évolutives et écologiques de la migration, et ce, notamment grâce à l'évolution des technologies utilisées. Les modélisations des migrations sont actuellement davantage détaillées et les dispositifs de suivi des individus permettent d'obtenir des données plus précises et en plus grande quantité (Alix, 2015).

✓ Définitions de la migration

Etymologiquement, le terme migration est issu du mot latin “ *migrare* ” qui signifie passer d'un lieu à un autre (Lefeuvre, 1999).

Dorst (1956) donne à la migration la définition suivante: “ ***ensemble de déplacements périodiques (réguliers) intervenant au cours du cycle d'un animal, entre une aire de reproduction - qualifiée de patrie - et une aire où l'animal séjourne un temps plus ou moins long en dehors de la période de reproduction et qu'il quitte ensuite pour retourner se reproduire dans la première*** ” (Boere & Dodman, 2010).

Selon Newton (2008), la définition appropriée à la « migration aviaire » est : « ***La migration est un mouvement saisonnier régulier entre des zones de nidification et d'autres zones*** ». D'après cette définition, une espèce migratrice est donc n'importe quelle espèce qui effectue régulièrement des déplacements saisonniers entre les lieux de nidification et de non-nidification.

Dans les deux cas de définitions, le terme "régulier" n'implique pas une durée déterminée dans le temps, tandis que «saisonnier» peut renvoyer à différents types de saisons, comme la saison des pluies, la saison sèche, l'hiver et l'été.

La convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS) dite aussi Convention de Bonn définit les espèces migratrices de la manière suivante: «***espèce migratrice signifie l'ensemble de la population ou toute partie séparée géographiquement de la population de toute espèce (ou taxon inférieur) d'animaux sauvages, dont une fraction importante des membres de façon prévisible et cyclique traverse au moins les limites d'une frontière de juridiction nationale***». Cette formulation reste ouverte à interprétation quant aux termes «cyclique» et «prévisible», ces termes ont ensuite été définis dans les résolutions adoptées par les Parties. Le mot «cyclique» se rapporte à un cycle comme les cycles astronomiques (circadien, annuel, etc.), biologiques ou climatiques, et de n'importe quelle fréquence, le mot «prévisible» implique qu'un phénomène peut être prévu suivant un ensemble de circonstances, mais pas forcément de manière régulière dans le temps (Boere & Dodman, 2010).

Selon les espèces, le comportement migratoire peut être très différent. Le trajet parcouru varie de quelques kilomètres à plusieurs milliers de kilomètres : on définit alors des migrations courtes distances, telles que les migrations altitudinales, et les migrations longues distances (McGuire & Fraser 2014). Le plus célèbre d'entre les migrateurs est la Sterne arctique : elle parcourt à chaque migration pas moins de 80000 km entre l'Arctique et l'Antarctique, profitant ainsi des étés boréal et austral. Un tel trajet a été sélectionné par l'évolution pour permettre la meilleure survie de l'espèce : on a mesuré chez cette espèce

presque 90% de survie annuelle en moyenne chez les adultes, soit autant que les sternes migrant moins loin (Glutz von Blotzein & Bauer, 1982). D'autres espèces parcourent de plus modestes distances, telles que le Dendragapus (espèce de la famille des Phasianidae) qui monte en haute altitude l'hiver afin d'y trouver des aiguilles de conifères et redescend au printemps lors de la saison de reproduction. Par ailleurs, certaines espèces doivent surmonter des obstacles surprenants, telles que l'Oie à tête barrée (*Anser indicus*), qui franchit la chaîne de l'Himalaya lors de sa migration, bien que la plupart des autres espèces d'oiseaux restent à des altitudes plus basses (Alix, 2015).

✓ Evolution de la théorie de la migration

Les animaux effectuent des mouvements afin de s'alimenter et d'assurer leur reproduction dans un contexte de changements spatial et temporel de leur habitat (Gauthreaux, 1982 ; in Cyr, 2013). L'évolution de la migration des oiseaux et son rôle dans l'histoire de la vie sont depuis longtemps des sujets d'intérêt général et le volume de la littérature récente sur ces sujets (Baker, 1978; Dingle, 1980; Gauthreaux, 1978, 1979, 1982; Fretwell, 1980 ; Greenberg, 1980; Greenwood, 1980; Myers, 1981a; Ketterson & Nolan, 1982) témoignent de leur importance continue en écologie aviaire et en biologie évolutionniste (Ketterson & Nolan, 1983).

Gauthreaux (1982), classe les théories sur l'évolution de la migration des oiseaux de 1874 à 1982 en deux grandes catégories : la première considère que des événements majeurs tels que les glaciations ou la dérive des continents ont poussé les oiseaux à migrer. La seconde catégorie détaille les processus progressifs par lesquels des espèces sédentaires deviennent migratrices (par exemple les vagues de froids ponctuelles ou les surdensités temporaires amenant les individus à se déplacer, et donc découvrir graduellement de nouvelles zones) (Arzel, 2006).

La migration représente une opportunité pour les oiseaux d'exploiter des habitats aux ressources abondantes en évitant les habitats aux conditions délétères liées, par exemple, au climat, au parasitisme et à la prédation (Alerstam *et al.*, 2003; Buehler & Piersma, 2008 ; McKinnon *et al.*, 2010). Ainsi, les oiseaux migrants bénéficient d'habitats aux ressources dont l'abondance est généralement prévisible et constante entre leurs aires de reproduction et d'hivernage (Alerstam *et al.*, 2003). Selon ces auteurs, les oiseaux migrants exploitent toutefois des habitats pouvant être propices à leur

alimentation, mais incompatibles avec leurs habitudes de reproduction et de nidification (Cyr, 2013). Selon le précédent, les facteurs fondamentaux supposés jouer un rôle sur l'évolution des mouvements migratoires sont comme pour la plupart des autres stratégies comportementales, la disponibilité alimentaire, la compétition, le statut hiérarchique, l'âge, le sexe, et plus généralement les conditions environnementales (Lack, 1954 ; Von Haartman, 1968 ; Gauthreaux, 1982 ; Baker, 1978 ; Berthold, 2003).

Mais la migration est une réponse comportementale possédant non seulement une composante exogène issue des changements de densité des ressources alimentaires, et les conditions environnementales, mais aussi une composante endogène, issue de l'expression des gènes déclenchée par le changement de photopériode associé aux saisons. L'effet des gènes sur le comportement et les adaptations physiologiques des oiseaux migrateurs est aujourd'hui mieux compris (Liedvogel *et al.*, 2011). Alerstam *et al.* (2003) suggèrent que la migration ait évolué avec d'autres traits comme les périodes de mue et de reproduction, l'effort de reproduction et les habitudes de nidification. En effet, le succès de la migration nécessite un couplage précis entre les périodes de mue, le temps accordé aux déplacements migratoires, au stockage des réserves énergétiques et à la reproduction.

✓ **Stratégie migratoire chez les Anatidés**

Les Anatidés effectuent deux types de mouvements : sur de longues distances (**déplacement sur de longues distances**) et mouvements locaux (**déplacement sur de courtes distances**). Pour le premier type, les plus connus sont les mouvements migratoires, au printemps et à l'automne, entre les sites de reproduction et d'hivernage (Cramp & Simmons, 1977). En revanche les déplacements sur de courtes distances, sont des mouvements locaux tout au long de leur cycle annuel. Ces oiseaux volent souvent quelques kilomètres entre les sites d'alimentation nocturnes et les sites de repos diurnes (Tamisier & Dehorter, 1999 ; Green *et al.* 2002a ; Guillemain *et al.*, 2002a ; Brochet, 2009).

Entre leur point d'hivernage et leur site de reproduction, les oiseaux migrateurs adoptent des stratégies diverses de déplacements (Kerlinger, 1995). Ordinairement, ils ne rallient directement ces deux points que lorsque ceux-ci sont peu éloignés l'un de l'autre (Jarry *et al.*, 1980). Les migrateurs appelés à se déplacer sur de longues distances effectuent généralement leur voyage en plusieurs escales. Les migrateurs transsahariens par exemple éprouvent la nécessité de procéder à plusieurs étapes consacrées au repos, à la

reconstitution de leurs réserves énergétiques. Ainsi, la rapidité de la migration va dépendre de ces différents facteurs mais aussi des conditions climatiques et atmosphériques rencontrées (Alerstam, 1982 ; Berthold, 1990 ; Burton, 1992 ; Bruderer & Jenni, 1988 ; Gerrard, 1981). Certaines étapes sont forcées lorsque les migrateurs, confrontés à de mauvaises conditions atmosphériques, se voient contraints d'interrompre leur voyage. La qualité de ces zones refuge est alors capitale car la survie des migrateurs peut en dépendre (Gerrard, 1981).

Idem pour d'autres phénomènes comme, les appariements qui interviennent soit sur les zones d'hivernage soit sur des sites d'escale migratoire soit encore sur les lieux de la reproduction. Des escales plus ou moins prolongées sont mises à profit par certains Limicoles pour procéder à une mue partielle conduisant à l'acquisition de leur livrée nuptiale (Chevaliers, Bécasseaux, Barges). La durée de fréquentation des différentes escales migratoires peut conduire les oiseaux à n'atteindre leur zone de reproduction que quatre à huit semaines après avoir délaissé leur zone d'hivernage. Ce type de stratégie s'applique notamment aux populations qui se reproduisent dans les régions arctiques.

1.3. La problématique

Les perturbations induites par les changements globaux peuvent agir directement sur les paramètres démographiques des individus ou peuvent avoir un effet indirect en agissant d'abord sur l'environnement des espèces dont elles vont dépendre. Afin de se maintenir au sein d'un environnement changeant, les individus doivent mettre en place une réponse adéquate. La plasticité comportementale est définie comme la capacité pour un individu à modifier son comportement en fonction des variations de l'environnement, permettant ainsi le maintien d'une haute performance le long de ce gradient environnemental (Snell-Rood, 2013). Cette plasticité comportementale permet une réponse adaptée et relativement rapide aux variations de l'environnement, maximisant ainsi les chances de survie et de transmission des gènes (Villain, 2017). Pour parvenir à prédire le devenir des espèces à court terme, il est nécessaire de comprendre au préalable comment les facteurs extrinsèques (variabilité environnementale) et intrinsèques (sexe, âge...) influencent la dynamique des populations. Cependant, nous avons à ce jour peu de connaissances sur la façon dont l'environnement affecte les patrons de plasticité phénotypique et le potentiel adaptatif des populations en milieu naturel, rendant difficile la prédiction de la réponse des populations face aux changements environnementaux.

✓ **Phénologie de la migration**

Des études s'accordent à dire que les espèces adaptent et modifient leur cycle biologique en fonction des conditions environnementales (Root *et al.*, 2003 ; Tryjanowski *et al.*, 2005 ; Gordo, 2005). L'étude de la phénologie des migrations des populations des oiseaux migrateurs peuvent être influencée par plusieurs facteurs. Parmi ces facteurs, nous avons l'impact du changement climatique qui est de plus en plus renseigné. Chez les oiseaux migrateurs cela semble se traduire par une modification de la date d'arrivée sur les sites d'hivernage et de nidification ou de la durée du halte migratoire (Cotton, 2003 ; Marra *et al.*, 2006 ; Jonzen *et al.*, 2006 ; Chenaival *et al.*, 2011). Si la capacité de chaque espèce à s'adapter aux conditions climatiques pourrait être différente, les espèces qui ne montrent pas de modification de leur phénologie voient leur population décliner.

Le changement de calendrier de migration varie également au sein d'une même espèce selon l'âge et le sexe. Selon l'âge, à l'automne (migration postnuptiale), les adultes partent généralement en migration avant les juvéniles ; selon le sexe, la protandrie – la migration ou l'émergence plus précoce des mâles par rapport aux femelles – est un phénomène commun chez les oiseaux et a été largement rapporté dans le cadre de la migration pré-nuptiale (Myers, 1981 ; Gauthreaux, 1982; Ketterson & Nolan 1983; Francis & Cooke 1986 ; Moore *et al.*, 1990 ; Calder & Calder 1994 ; Otahal 1995). Par exemple chez un grand nombre de passereaux (espèces territoriales), le mâle se charge de trouver un territoire, où il attirera une femelle et tentera de mener au mieux sa reproduction. De plus, les espèces dont les sexes arrivent généralement ensemble sont des espèces non territoriales (Connors *et al.*, 1979 ; Cooke *et al.*, 1975 ; Myers, 1981 ; Reynolds *et al.*, 1986).

✓ **Les facteurs extrinsèques et intrinsèques influencent la dynamique des populations**

Dans les populations naturelles, les variations des effectifs, constituent une règle absolue même si les populations semblent être stables lorsqu'on les étudie sur une assez longue période. En fonction de leurs durées, ces fluctuations peuvent être saisonnières, annuelles ou pluriannuelles.

Au début du XXe, les modèles de démographie (Lotka, 1925 ; Volterra, 1926 ; Leslie 1945) se sont concentrés sur des estimations de flux d'individus (individus entrant par naissance ou immigration et individus sortant par mortalité ou émigration) au sein des populations en se basant sur des variations d'effectifs obtenues à partir de comptages successifs. Cette approche d'une part ne permet que de décrire les fluctuations d'effectif sans en comprendre les mécanismes sous-jacents, et d'autre part est très peu précise du fait de l'inefficacité (sous-estimation quasi systématique et forte variabilité) (Morellet *et al.*, 2007 ; Richard, 2016). Dans la mouvance générale de l'écologie, c'est-à-dire décrire les patrons pour comprendre les processus (Swihart *et al.*, 2002), l'étude de la dynamique des populations a évolué depuis ces approches descriptives basées sur le suivi de la taille des populations, à l'étude fine des paramètres démographiques et à leurs sources de variation (Lebreton *et al.*, 2012). Dans le contexte actuel, cette approche est devenue centrale en écologie des populations (Charmantier *et al.*, 2008 ; Moller *et al.*, 2008 ; Senapathi *et al.*, 2011 ; Gaillard *et al.*, 2013 ; Jenouvrier, 2013 ; Mason *et al.*, 2014b), car c'est la seule qui permet une compréhension des mécanismes en jeu et qui peut amener à la capacité de « prédire » la réaction d'une population à certaines perturbations.

Pour interpréter les causes des variations d'effectifs d'une population au cours du temps, il est nécessaire de comprendre comment les taux de natalité et de mortalité sont affectés en fonction de la densité de la population considérée, mais aussi en fonction des fluctuations de valeur présentées par les facteurs écologiques limitant propres à l'écosystème auquel l'espèce est inféodée (Ramade, 1984). Donc pour étudier le comportement individuel ou la biologie des populations, il est important de prendre en considération le concept densité-dépendance. La densité-dépendance fait référence aux facteurs de régulation ou de limitation d'une population. Et il est particulièrement intéressant, en dynamique des populations, d'analyser l'action des facteurs écologiques au travers du concept de densité-dépendance. Ces facteurs, quelque soit leur nature, il est toujours possible de les répartir entre l'une ou l'autre des deux catégories suivantes : les facteurs dépendants de la densité (les facteurs intrinsèques) et les facteurs indépendants de la densité (les facteurs extrinsèques). En effet, la densité dépendance est l'un des principaux mécanismes de régulation des populations animales et végétales (Sibly *et al.*, 2005 ; Henle *et al.*, 2004).

1- Les facteurs dépendants de la densité

La densité-dépendance fait référence aux facteurs de régulation ou de limitation d'une population. Ces facteurs augmentent le nombre d'individus d'une population quand elle est petite et diminuent le nombre d'individus d'une population quand elle est grande. Ces changements de densité sont liés à : la reproduction ou la mortalité, l'immigration ou l'émigration. La densité-dépendance est étroitement liée à la capacité de charge d'une population qui est le nombre maximum d'animaux par unité de surface qu'un site peut abriter et nourrir. Lorsque la densité d'oiseaux dans un site a atteint la capacité de charge, les facteurs densité-dépendance forcent la population à se stabiliser. Les facteurs suivants sont typiquement liés à la densité:

- Compétition intraspécifique : quantité de nourriture, compétition pour la reproduction ou pour les sites de nidification, surpopulation (effet de masse), formation de territoires, migration, cannibalisme;
- Maladies contagieuses ;
- Ennemis spécifiques : prédation et parasitisme.

2- Les facteurs indépendants de la densité :

Les seconds facteurs doivent leur nom au fait que leur action sur les êtres vivants est totalement indépendante de la densité des effectifs des populations de toute espèce pour laquelle ils constituent facteurs limitant. La quasi-totalité des facteurs abiotiques, de nature abiotiques, de nature physique ou chimique, est incluse dans ce groupe. Ainsi perturbation météo et pollution environnementale provoqueront dans la population exposées un certain pourcentage de mortalité dont la valeur dépendra de l'intensité du facteur considéré et non de la densité des effectifs qui le subissent (Ramade, 1984 ; Newton, 2008).

✓ Distribution spatiale des Anatidés

En règle générale, les espèces végétales sont constituées d'individus répartis au hasard (sauf dans le cas des plantes cultivées), tandis que les populations animales présentent très souvent une distribution en agrégats. Cette agrégation des individus peut résulter d'une attraction sociale chez les animaux supérieurs (comportement grégaire), du résultat des processus de reproduction, de l'influence quotidienne ou saisonnière des fluctuations climatiques, de la réponse de la population à des différences locales dans la

nature du biotope (Ramade, 1984 ; Stearns, 1992; Begon *et al.*, 1996 ; Palma *et al.*, 1999 ; Rizi, 2018). Selon le principe d'Allee *et al.*, (1949), l'agrégation peut constituer un facteur favorable et présente beaucoup d'avantages. Ainsi, la constitution de bandes hivernales par les mésanges – et de façon plus générale le gréganisme des oiseaux – constitue un exemple classique des effets favorables de l'agrégation. Cette dernière favorise en effet la découverte et la collecte de la nourriture lorsque celle-ci est répartie de façon irrégulière dans le biotope.

De nombreuses études ont montré que la répartition des oiseaux d'eau était structurée dans le temps et dans l'espace (Allouche *et al.*, 1991) et que le succès reproductif des Anatidés migrateurs dépendait largement des stratégies d'hivernage et des ressources de quartiers d'hivernage et de transit (Tamisier *et al.*, 1995). Ces oiseaux se répartissent dans l'espace selon des modalités qui leur sont propre, et qui répondent en effet à des critères biologiques et écologiques qui caractérisent à la fois l'espèce ou le groupe d'espèces et le milieu (Tamisier & Dehorter, 1999). La quantité et la qualité des ressources alimentaires disponibles y jouent aussi un rôle (Pöysä, 1983 ; Pirot *et al.*, 1984). La quiétude joue aussi un rôle important dans la distribution de ces oiseaux sur le plan d'eau (Nilson, 1970).

Chez les canards et les foulques, la notion de famille ne dépasse pas la période de l'élevage des jeunes et laisse rapidement la place à la formation de grands groupes de plusieurs milliers ou dizaines de milliers d'individus qui se rassemblent sur des plans d'eau appelés remise. On désigne sous le terme général « d'effet de groupe » ces conséquences bénéfiques de l'agrégation. Elle permet en particulier de limiter l'effet des prédateurs. Dans la savane chez l'autruche le temps consacré par chaque individu à la surveillance du milieu et des ennemis comme les lions diminue avec la taille du groupe (Dajoz, 2003). L'alimentation en groupe peut favoriser aux oiseaux la diminution du moment de vigilance des individus. En effet Beauchamp et McNeil (2003) ont montré que la vigilance diminue avec l'augmentation de la taille de groupe de la même manière pendant la nuit et le jour chez le flamant de Caraïbe. Cependant, il est observé que la taille des groupes d'alimentation sont réduits et la vigilance des flamants augmente durant la nuit, les suggestions montré que le temps alloué à l'alimentation est limité par le niveau faible de la lumière (Beauchamp, 2005).

✓ Les rythmes d'activités diurnes des Anatidés

L'étude des rythmes d'activités des Anatidés permet de préciser chaque comportement de l'espèce étudiée et de définir les éléments nécessaires à la manifestation de ce comportement. La connaissance de l'ensemble de ces activités débouche sur la compréhension de l'ensemble des exigences fondamentales de l'espèce concernée. Ainsi que, l'étude des principales exigences de l'espèce caractérisent le fonctionnement de la zone humide étudiée pendant la saison hivernale, il est nécessaire de mesurer l'intensité de chaque activité au cours d'une journée d'une part et tout au long de la saison hivernale d'autre part. Il faut donc faire un premier inventaire de ces activités, puis compter le temps consacré par individu à chacune d'elles (Tamisier, 1972). A travers l'activité dominante, on déterminera par la suite le mode d'exploitation du site étudié et par conséquent ses fonctions par rapport à l'espèce considérée.

1- Le sommeil

Le sommeil appartient au même titre que le toilettage et la nage aux activités dites « de confort ». Les canards dorment la tête posée sur le dos, le bec glissé sous les scapulaires (et non pas tête sous l'aile, comme il est dit communément) (Tamisier & Dohorter, 1999). Thonnerieux (1996) a inventé l'expression « ne dormir que d'un œil » qui s'emploie au sens figuré pour désigner celui qui reste sur ses gardes pendant son sommeil ; D'après Tamisier & Dohorter (1999), cette formule est à prendre au pied de la lettre et leur étude sur le sommeil révèle bien des surprises (Donc leur sommeil n'est jamais très profond, il est associée à une vigilance que l'oiseau doit conserver pendant son sommeil vis-à-vis de son environnement immédiat (surveillance vis-à-vis des prédateurs)).

Ce comportement de repos prend le plus souvent place à la surface de l'eau libre, en particulier par temps calme. Pendant un temps venté, les canards abritent alors des remises aquatiques recouvertes d'herbiers immergés atteignant la surface ; des éléments floristiques qui retiennent les canards au sens propre du terme et les dispensent de brasser l'eau. Certains canards comme les souchets dorment très près de la végétation pour la plupart du temps et au centre inféodé à d'autres espèces, des emplacements les mieux exposés au soleil et tournent sur place dans le courant de la journée de façon à bénéficier d'un ensoleillement maximal (Tamisier *et al.*, 1999).

2- L'alimentation

Les stratégies d'approvisionnement alimentaire chez les animaux fait partie des domaines d'étude de l'écologie du comportement. Pour comprendre le mouvement, le comportement, les préférences d'habitat ou les fluctuations de la population d'une espèce, il est essentiel d'avoir une connaissance de base de ses ressources, y compris les besoins énergétiques, la disponibilité et les préférences alimentaires (Olney, 1963; Smith & Smith, 2006).

À l'inverse de la plupart des espèces animales, les canards de surface et pour la plupart des canards plongeurs hivernant ont une alimentation, pendant leur période hivernale, essentiellement nocturne (70 à 100 % selon les mois et les espèces) (Tamisier, 1972 ; Tamisier & Dehorter (1999) ; Houhamdi & Samraoui, 2001, 2003, 2008 ; Houhamdi *et al.*, 2008 ; Amorabda *et al.*, 2015 ; Tabouche, 2016), sauf chez les individus qui n'ont pas satisfait leurs besoins alimentaires la nuit et consacrent une partie de la journée à s'alimenter. Cette "nocturnalité" alimentaire, réponse à des contraintes environnementales naturelles, est considérée comme un avantage adaptatif. Le matin, les oiseaux retournent sur les remises (Tamisier & Dehorter 1999).

Les comportements alimentaires les plus typiques (Szijj, 1965) (Fig. 1) illustrent les modalités selon lesquelles l'espace aquatique est exploité par les oiseaux d'eau en recherche de nourriture :

2. **Le broutage** : oiseaux sur pieds, le plus souvent à sec, éventuellement dans l'eau sur prairies inondées ou vasières (inusuel en Camargue, mais typiques des Oies et des Siffleurs en Europe du Nord, parfois même les foulques sur vasières).
3. **Picorage** : oiseaux sur l'eau, prélèvement à vue de particules végétales situées à la surface de l'eau (Chipeau, Siffleur) ; éventuellement de proies animales mobiles (Sarcelle d'hiver).
4. **Bec seul** : seul le bec est enfoui dans la vase ou en dessous de la surface de l'eau. Comportement manifesté sur pieds dans la vase ou zone faiblement inondée (Sarcelle d'hiver) ou à la nage (Souchet, Chipeau, Siffleur, Colvert...). Ou encore en milieu profond où seules certaines algues et les parties déracinées et flottantes des plantes aquatiques sont accessibles en surface (Chipeau).
5. **Bec et tête** : Ces deux parties du corps sont sous l'eau, oiseau à la nage.
6. **Tête et cou** : Cette attitude permet d'accéder à une profondeur plus grande. C'est aussi chez le Souchet un comportement alimentaire typique, tout le corps étant allongé à la

surface de l'eau, en nage active.

7. **Bascule** : comportement caractéristique des Canards, des Oies et des Cygnes avec basculement du corps, tête en bas, cou tendu, queue en l'air, les pattes assurant la poussée pour maintenir le corps dans cette position déséquilibrée.
8. **Plongée** : tous les Canards sont capables de plonger, mais ce comportement est typique des Fuligules, Harles, Garrots, Eiders et Macreuses. Les Foulques peuvent également plonger.

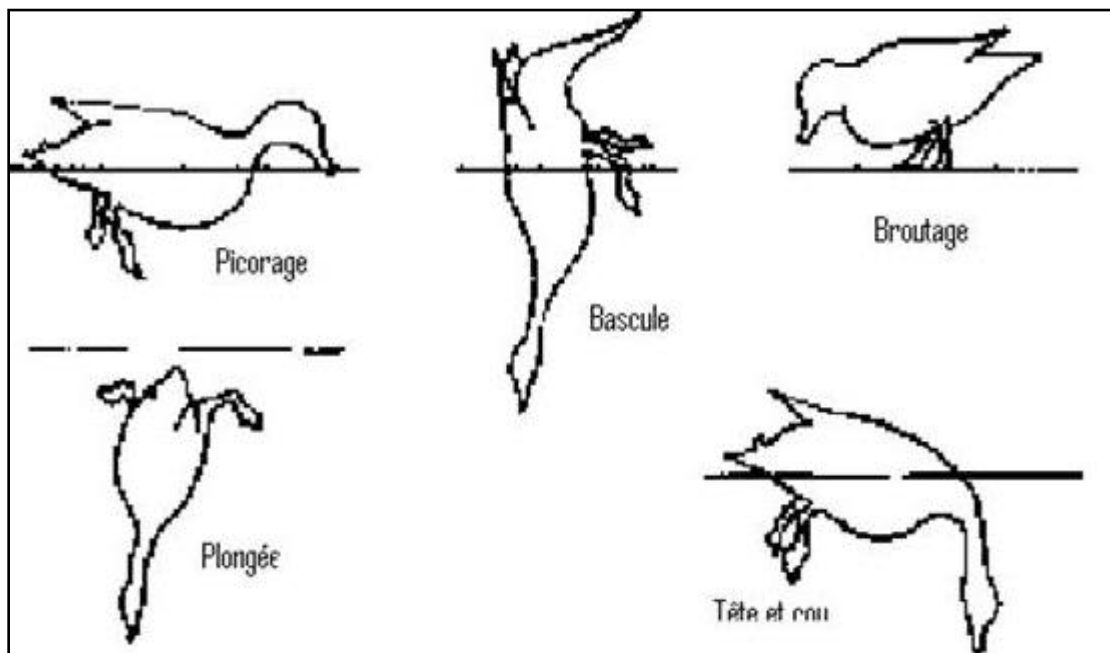


Figure 1 : les comportements alimentaires chez les Canards et les Foulques
(Szijj, 1965 ; in Harbi, 2010)

3- La nage

La nage est un comportement de base qui accompagne souvent d'autres activités (alimentation, parade). Mais elle est un comportement essentiellement collectif qui permet un ajustement constant de la distribution des oiseaux sur le plan d'eau en fonction des dérangements ou des effets de dérive dus au vent (Tamisier & Dehorter, 1999).

4- La toilette

Le comportement de la toilette revêt deux aspects : nettoyage-grattage, et graissage. Le nettoyage assure le bon arrangement des plumes et l'extraction des corps étrangers, y compris les ectoparasites (Mallophages) (Tamisier, 1972). Il comprend surtout certaines

activités de grattage, probablement liées à l'état de la mue des plumes du corps qui engendre une certaine irritation cutanée. Il y a en effet une relation directe entre l'intensité de la mue et la durée de la toilette quotidienne. Maximale en début d'hivernage et décroissante ensuite, la mue apparaît comme le principal facteur de toilette. Les femelles ayant une mue particulièrement étalée dans le temps, passent davantage de temps en toilette que les mâles.

Le graissage des plumes avec le produit de la glande uropygienne (sur le croupion) pour en assurer l'imperméabilité (étanchéité) que les Canards se servent surtout de leur bec pour ce travail d'entretien. La toilette des plumes du ventre est réalisée soit à terre pour les canards de surface, soit sur le dos, particulièrement pour les Fuligules (Mckinney 1965).

5- Le vol

D'après Tamisier & Dehorter (1999), cette activité est déclenchée principalement à quatre besoins particuliers :

- 1- Déplacements entre deux remises diurnes, ou entre deux lieux d'alimentation nocturne ;
- 2- Déplacement systématique entre lieu de repos et lieu d'alimentation, (les vols crépusculaires du matin et du soir appelés « la passée ») ;
- 3- Déplacement spontané (dans le cadre d'une parade nuptiale par exemple) ;
- 4- Réaction de fuite vis-à-vis d'un prédateur potentiel.

- **L'objectif général** de cette étude est d'étudier les effets de l'hétérogénéité spatiale de l'environnement sur la capacité des populations à s'ajuster aux changements environnementaux par le biais de réponses plastiques comportementales, c'est-à-dire déterminer la stratégie d'hivernage du modèle biologique face à cette hétérogénéité. On considérera donc que les individus adoptent la stratégie la plus rentable pour chaque type de situation. On vise respectivement à :

- ✓ Identifier l'impact du changement de l'environnement sur la phénologie d'hivernage et la dynamique des populations, et quelles sont les réponses populationnelles et individuelles vis-à-vis de ce changement;
- ✓ Démontrer comment la variation des facteurs biotiques (prédation, compétition...) et abiotiques (profondeur d'eau, actions anthropologiques...) affecte le comportement de l'espèce concernant la répartition spatio-temporelle ;

- ✓ A travers le comportement diurne, nous essayons de ressortir l'ensemble des exigences fondamentales de l'espèce concernée ;
- ✓ Enfin, démontrer également le rôle fonctionnel des deux sites d'étude.

CHAPITRE II: CADRE GEOGRAPHIQUE

- L'Algérie et sa place dans les quartiers d'hivers

Des milliards d'oiseaux répartis parmi les 2 274 espèces reconnues par l'UICN empruntent des voies migratoires menant à leurs habitats de reproduction et d'hivernage (Kirby, 2010). Ces voies recouvrent l'ensemble des régions biogéographiques et ponctuées d'haltes migratoires dont les oiseaux profitent afin d'accroître leurs réserves énergétiques (Boere et Stroud, 2006) (Fig. 2).

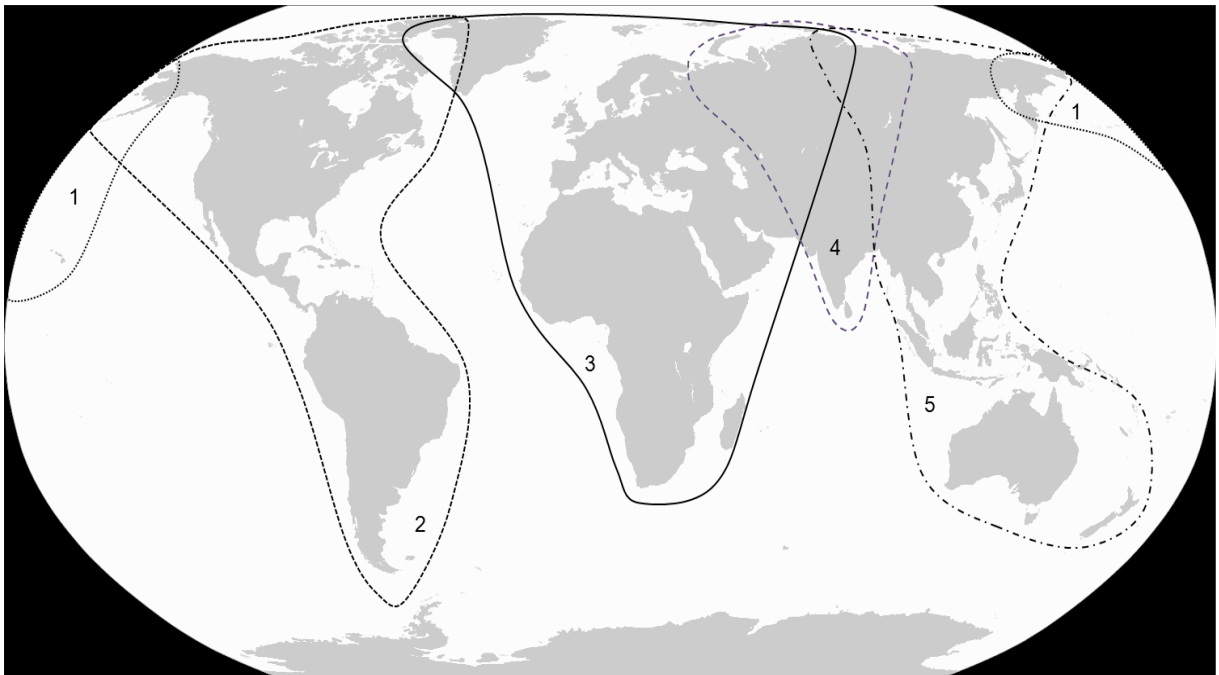


Figure 2 : agglomération des principales voies migratoires du centre du Pacifique (1), des Amériques (2), de l'Afrique et de l'ouest de l'Eurasie (3), de l'Asie centrale (4) et de l'est de l'Asie et de l'Australasien (5) (Wohl, 2006 ; in Cyr, 2013)

Au sein des voies de migration, une variété de sites est utilisée, chacun d'entre eux à une fonction différente pour le cycle de vie ou le cycle journalier des oiseaux. Les fonctions les plus importantes des sites sont : pré-nidification, nidification, post-nidification, mue, escale ou repos, perchage, non-nidification, goulot d'étranglement.

L'Afrique du Nord renferme une grande diversité de zones humides qui constituent des haltes de passage et d'hivernage pour les oiseaux migrants de Paléarctique (Stevenson *et al.*, 1988 ; Coulthard, 2001 ; Boukhssaim *et al.*, 2006 ; in Bensaci, 2011). L'Algérie appartient au Paléarctique occidental réputé par sa biodiversité biologique, écologique et génétique. Il abrite presque tous les habitats écologiques et recèle un patrimoine très varié en zones humides (54 sites Ramsar) (Harbi, 2016).

L'Algérie est riche en zones humides, qui font partie des ressources les plus précieuses sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle. Ces milieux jouent un rôle important dans les processus vitaux, entretenant des cycles hydrologiques et constituent également un habitat privilégié pour une flore et une faune importante, particulièrement les oiseaux d'eau migrants, dont ils constituent des quartiers d'hiver importants pour de nombreuses espèces. Dans la mesure où ces zones humides n'ont pas été drainées ou détruites, elles attirent régulièrement un grand nombre d'Anatidés et de Foulques, qui trouvent là, de bonnes conditions pour hiverner (Isenmann et Moali, 2001).

Ce presque continent représente à la fois par sa situation sur cette voie, un passage de choix pour les individus aviens qui atteignent le Sahara pour un éventuel hivernage. De plus, cet espace est favorable pour certaines espèces car elles trouvent leur limite méridionale de distribution (Bensaci, 2011 ; Bensaci *et al.*, 2013).

Notre étude a été effectuée dans la région d'El Tarf réputée par sa richesse en zones humides qui font partie des ressources les plus précieuses sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle en Algérie.

2.1. Présentation de la région d'étude

Cette région est un territoire d'une richesse inestimable pour les scientifiques. De l'ingénierie à la médecine méditerranéenne, en passant par la foresterie, la chimie, l'ethnographie, la géologie, l'hydrogéologie, l'écologie évolutive et nombreuse sont les domaines qui apportent des résultats exceptionnels au bénéfice de tous. Le Parc national d'El Kala créé en 1983, situé dans la région d'El Tarf est l'organisme le plus fortement implanté dans ce territoire occupant 78000ha (étendu sur 26% de la Wilaya) permet d'en prendre le pouls, viens se joindre à lui deux zones humides importantes classées sites Ramsar mais qui se trouvent en dehors de ce Parc : le Lac des Oiseaux et le marais de la

Mékhada. Cette région est considérée comme la plus importante de point de vue écologique, compte tenu de sa situation géographique, de son climat, de ses lacs et l'importance de son Parc naturel régional (Marre, 1992 ; in Nedjah, 2010).

2.1.1. Situation géographique

La région d'El Tarf, qui se situe à l'extrême nord-est du pays, est limitée au nord par un cordon dunaire bordant la mer Méditerranée, à l'est par l'extrémité du versant nord des monts de la Medjerda, au sud-est par la wilaya de Souk Ahras, au sud-ouest par la wilaya de Guelma et à l'Ouest par la wilaya de Annaba.

La wilaya d'EL Tarf, appartient à la Numidie orientale, cette dernière comprend tout un ensemble de mosaïques d'écosystèmes s'étalant sur la région côtière allant de Skikda à El-Kala en passant par Annaba à l'est de l'Algérie (Fig. 3).

La Numidie est une ancienne appellation de la région nord de l'Algérie et de la Tunisie. Elle est définie comme l'extrémité du Tell (Marre, 1992 ; in Nedjah, 2010), et la partie la plus arrosée du notre pays (dans certaines parties plus de 1000mm de précipitations annuelles). Elle se classe entre l'étage bioclimatique subhumide et l'étage humide d'où la présence de plusieurs types de surfaces aquatiques surtout d'eau douce. Elle se situe dans la bande côtière de la Méditerranée. Cette partie géographique forme l'une des 10 régions regroupant les zones humides les plus importantes de l'Algérie (Samraoui & Samraoui, 2008). Oued Seybouse divise cette partie en deux grands secteurs: Numidie orientale, comprend les complexes d'Annaba et d'El Kala, et Numidie occidentale, représentée par le complexe de Guerbès-Senhadja et lac Fezara. Le complexe des zones humides de la Numidie Algérienne est un important refuge pour la biodiversité (Samraoui & de Belair, 1997; 1998). Sa diversité en milieux naturels, sa position originale en Méditerranée centrale sud et sa situation au sein d'un Maghreb isolé entre mer et désert (Roché & Yacovski, 1990), en font que c'est aussi l'une des seules plaines de la région méditerranéenne qui reste encore à l'état de relique (Chabi, 1998). Mais sa réputation repose avant tout sur le rôle de quartier d'hiver qu'il remplit pour l'avifaune migratrice (Houhamdi & Samraoui 2002). Il accueillera à lui seul 70% de l'ensemble des Anatidés et Foulques hivernant en Algérie, et viendrait à ce titre en troisième position après les zones humides du Delta de l'Ebre en Espagne et de la Camargue en France (Chalabi,

1990). Toutes ces zones humides comprennent des sites d'hivernage et de reproduction reconnus du Paléarctique occidental (Rizi, 2018).



Figure 3 : carte de la Numidie algérienne (Boumendjel, 2018)

Les zones humides de notre région d'étude occupent une superficie de 156000 ha et constituent le complexe humide le plus diversifié de l'Algérie (Fig.4). Elles sont constituées principalement de:

- Deux marais, le marais de la Mékhada (8 900 ha) et le marais de Bourdim (25 ha).
- Un lac endoréique ouvert, le lac Oubeïra (2 600 ha).
- Un lac exoréique assimilable à un écosystème palustre, le lac Tonga (2 400 ha).
- Une lagune, le lac Mellah (873 ha).
- Trois petits lacs, le Lac des Oiseaux (70 ha), le lac Noir qui a complètement disparu et le lac Bleu (2 ha) (Morgan, 1982 ; Samraoui & de Belair, 1998).

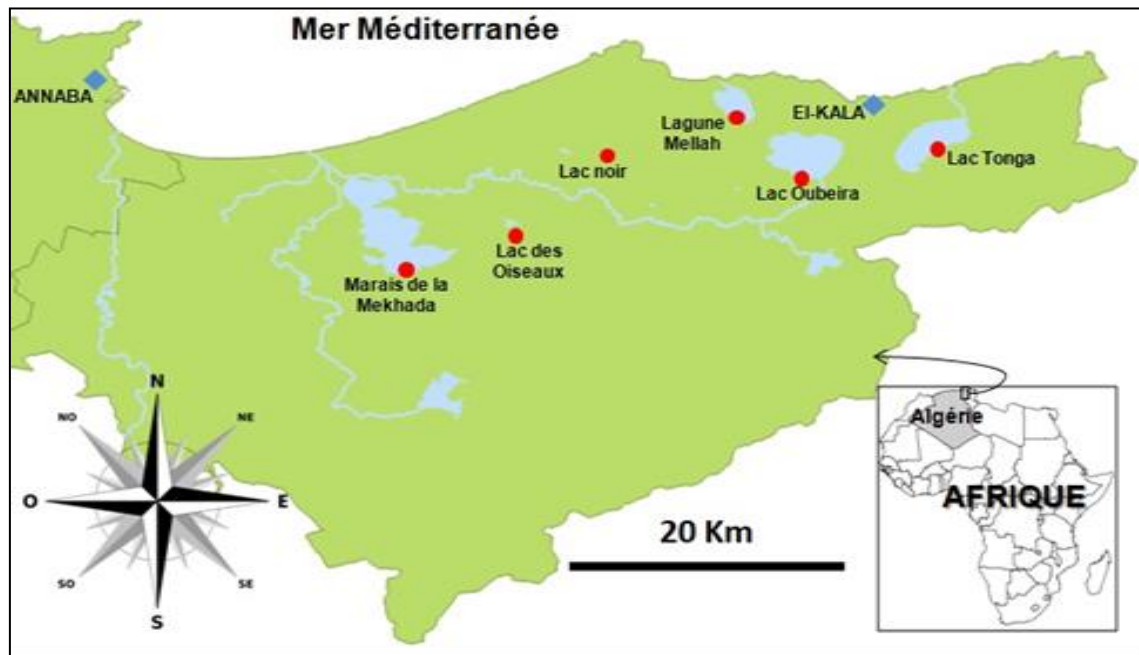


Figure 4 : situation géographique de la région d'El Tarf et ces zones humides
(Boucheker, 2009)

2.1.2. Caractéristiques physiques de la région

- Géologie de la région

La wilaya d'El Tarf n'est que le reflet géologique et naturel du nord-est algérien en général, caractérisé par des terrains géologiques allant du Secondaire au Quaternaire en dominance des étages plus récents du Tertiaire et du Quaternaire. Elle a fait l'objet de plusieurs études géologiques, dont celle de Joleaud (1936), Hilly (1936), Vila (1980), Lahondère (1987) et récemment par Attoui (2014). Ces études montrent l'existence de deux types de terrains, l'un sédimentaire et l'autre métamorphique.

Cette région est constituée essentiellement des dépôts du crétacé et de l'éocène inférieur. La phase tectonique a provoqué des plissements anticlinaux d'orientation sud-ouest, nord-est, et la mise en place d'une série de nappes dont la nappe numidienne occupe la partie la plus importante de cette région, constituée essentiellement par des grés (D.S.A., 1993) (Sobhi, 2009).

- Géomorphologie de territoire

D'après Attoui (2014) les différentes unités géomorphologiques qui constituent la région d'étude sont:

- *Le complexe alluvial de la vallée de l'oued Kébir est*, qui est caractérisé par une série de terrasses à faciès hétérogènes (sables, graviers, limons et surtout argiles).
- *Les marécages et les lacs* où leur présence est liée aux différentes phases d'assèchement des zones lacustres de l'Algérie orientale durant le Quaternaire. Ils sont dus principalement à la réduction progressive des surfaces lacustres avec un remplissage alluvionnaire intensif des zones avales, de nombreux oueds tributaires du bassin, comblés surtout au niveau des dépressions internes par les transports solides. Les marais de Mékhada, Mohacène et le Lac des Oiseaux, développés dans la basse vallée d'El Kébir est, forment un delta pratiquement commun.
- *Les oueds* : principalement se trouvent Bounamoussa au sud-est et El Kébir est à l'est, ces deux grands cours d'eau rejoignent la mer à l'embouchure sous le nom de la Mafragh. L'Oued Seybouse est le deuxième oued en Algérie, il draine un vaste bassin d'une superficie de 6471 km² avec un débit annuel de l'ordre de 441 millions de m³.

La région est caractérisée par un relief très accidenté représentant 59,4% de la superficie totale. Toutefois cet ensemble montagneux est entrecoupé par des dépressions qui constituent de petites plaines (D.S.A. W. E., 1993). Dans l'ensemble, le relief est élevé et accidenté au sud et sud-est. On peut diviser la région d'étude en 4 zones naturelles : les monts de la Medjerda, la montagne de la frontière algéro-tunisienne nord, la montagne septentrionale et les dépressions intramontagnardes. Nous avons :

- *Les montagnes* de la Chaffia surplombent la partie avale du bassin, formant une barrière est-ouest. Leurs altitudes avoisinent les 450m, avec la présence de massifs de 700 à 900 m d'altitude (djebel Bled Gherfie 996 m à l'Ouest). Les monts de la Chaffia sont caractérisés par les grès de la nappe numidienne constituant le principal affleurement (Attoui, 2014).
- *Les collines* qui sont développées à la limite des plaines, au niveau des terrasses déprimées. Au nord-est de Bouteldja, elles sont représentées par le Hadjar Siah et Djebel Bourdim avec des altitudes respectives de 175 et 177 m. Elles sont

dominées par un faciès argilo-gréseux numidiens qui forment une limite étanche à la formation sous-jacente (Mouchara, 2004).

- *La plaine d'El Tarf* : son extension est de l'ordre de 70 km², elle est limitée:
 - Au Nord par la mer méditerranée, le plongement du massif de Bouteldja et l'affleurement des grès numidiens ;
 - Au Sud par le mont de la Chaffia ;
 - A l'Ouest par la plaine alluviale de Bouteldja ;
 - A l'Est par le plongement des grès numidiens et du lac Oubeira.

- La nature des sols

La répartition des sols présente une zonation qui reflète celle du climat. Cependant, elle est largement modifiée par l'influence de la nature des roches mères, du relief, de l'eau, de la végétation, ainsi que des facteurs biotiques et anthropogènes. Les sols qui caractérisent les bioclimats humides et sub-humides sont les sols bruns lessivés et sols bruns calcaires (Luvisols, Calcisols) (Tabet, 2008). On les appelle les calcimagnésiques qui regroupent les sols carbonatés, parmi lesquels on retrouve :

- les rendzines humifères sur les versants des djebels.
- les sols bruns calcaires à accumulation calcaire xérifiée qui sont très répandus sur les glacis polygéniques du Quaternaire ancien et moyen.
- les sols à encroûtement gypseux qui sont plus rares, représentés par des petites plages dans les zones de grès alternant avec les marnes et argiles versicolores.
- les sols carbonatés sont les plus répandus en Algérie, notamment dans les écosystèmes steppiques et présahariens où ils représentent de vastes étendues encroûtées.

- Le climat de la région

L'Algérie, qui est un pays soumis à l'influence conjuguée de la mer, du relief et de l'altitude, présente un climat de type méditerranéen extratropical. Il est caractérisé par une longue période de sécheresse estivale variant de 3 à 4 mois sur le littoral, de 5 à 6 mois au niveau des Hautes Plaines et supérieur à 6 mois de l'Atlas Saharien (Nadjraoui, 2000 ; in Tabet, 2008). A latitude égale, il pleut plus à l'Est qu'à l'Ouest.

La région d'El Tarf jouit d'un climat remarquablement tempéré dû à l'action modératrice de la mer Méditerranée. L'hiver est doux et humide, tandis que l'été est chaud et sec (Seltzer, 1946).

Les éléments du climat qui jouent un rôle écologique sont nombreux. Les principaux sont, la température, la pluviométrie et l'humidité, l'éclairement et la photopériode. D'autres, comme le vent, ont une moindre importance, mais ils peuvent dans certains cas avoir un rôle non négligeable (Dajoz, 2003).

1- Pluviométrie :

Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale, leur répartition annuelle est importante par leur rythme et leur valeur volumique absolue (Dajoz, 1975). La pluviométrie augmente de l'ouest à l'est et diminue à mesure qu'on s'éloigne du littoral (Seltzer, 1946). La partie nord-est de l'Algérie reçoit une pluviosité annuelle moyenne entre 500 à 1000 mm est variable d'une année à l'autre. Donc la partie orientale est la région la plus arrosée de l'Algérie, avec des maxima pluviométriques sur les massifs montagneux les plus proches de la mer plus élevés.

Les données de la station météorologique de la station des Salines-Annaba pour la période de 1995 à 2016 portant sur les moyennes des précipitations mensuelles sont représentées dans le tableau 1 (Khemis, 2016).

Tableau 1 : moyennes des précipitations mensuelles pour la période (1995-2016) (O.N.M., 2016) (Khemis, 2016)

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Précipitations (mm)	112.65	62.76	75.42	59.1	40.77	21.47	4.1	11.08	62.51	73.19	105.53	111.95

D'après le tableau 1, la pluie présente un régime typiquement méditerranéen, avec une saison humide de septembre à avril où le bilan hydrique est positif, et une saison sèche de mai à août où le même bilan est négatif. Ainsi, le maximum des précipitations est enregistré durant le mois de janvier avec 112,65mm et le minimum au mois de juillet avec 4,1mm, le total annuel des précipitations est égal à 740,53mm.

2- La température :

La température est l'un des facteurs essentiel qui influe directement sur la richesse faunistiques et floristiques. Ce paramètre est fonction de l'altitude et de la distance par rapport à la position topographique (Ozenda, 1982). Une série de valeurs de températures sont présentées dans le tableau 2, elle correspond à la période (1995-2016) (Khemis, 2016).

Tableau 2 : moyennes des températures mensuelles pour la période 1995-2016 (O.N.M., 2016) (Khemis, 2016)

Mois T (°C)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T Min	8,76	8,6	10,07	12,31	15,65	18,99	21,74	22,64	21	16,96	12,95	10,28
T Max	17,48	17,76	19,33	21,88	25,74	28,78	32,43	33,08	30,07	27,08	21,78	17,58
T (M+m/2)	13,12	13,18	14,7	17,09	20,69	23,88	27,08	27,86	25,53	22,02	17,36	13,93
T (M-m)	8,72	9,16	9,26	9,57	10,09	9,79	10,69	10,24	9,07	10,12	8,83	7,3

Après l'analyse du tableau 2, nous remarquons que le mois de janvier est le mois le plus froid avec une température moyenne égale à 13,12 °C alors qu'août est le mois le plus chauds avec une température moyenne égale à 27,86 °C.

Le calcul des valeurs annuelles à partir des valeurs mensuelles de ces 17 dernières années, nous ont permis d'avoir une température minimale moyenne annuelle : $m = 14,99^{\circ}\text{C}$, température maximale moyenne annuelle : $M = 24,39^{\circ}\text{C}$, une température moyenne annuelle: $M+m/2 = 21,33^{\circ}\text{C}$ et une amplitude thermique moyenne annuelle : $M-m = 9,40^{\circ}\text{C}$.

3- Humidité :

L'humidité relative de l'air, aussi appelé **degré hygrométrique** est le degré de présence d'eau sous forme de vapeur dans l'air par rapport à sa capacité à en contenir. La région d'étude est connue pour être une des plus humides d'Afrique du nord. Sa situation littorale, mais aussi l'existence de nombreuses zones humides, ainsi que de nouveaux barrages, entraînent une importante évaporation due à un ensoleillement intense. L'humidité relative de l'air varie ainsi entre 60% et plus de 80% au cours de l'année,

particulièrement ressentie en hiver et au printemps, période au cours de laquelle les brouillards matinaux sont fréquents et les rosées matinales quasi quotidiennes.

Tableau 3 : hygrométries mensuelles de la période 1995-2016 (O.N.M., 2016) (Khemis, 2016)

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Moy. Annuel
H (%)	78,8	77,39	74,54	76,53	75,16	73,64	71,17	71,59	71,93	73	73,96	76,73	74,54

D'après le tableau 3 pendant la période (1995-2016), l'humidité moyenne annuelle est de 74,54 %. On enregistre également une moyenne mensuelle élevée pour les deux mois Janvier et Février avec respectivement 78,80% et 77,39%.

4- Les indices climatiques :

Les différents facteurs climatiques n'agissent pas indépendamment les uns des autres. Pour en tenir compte divers indices ont été proposés, principalement dans le but d'expliquer la répartition des types de végétation. Les indices les plus employés font intervenir la température et la pluviosité qui sont les facteurs les plus importants et les mieux connus (Dajoz, 2003).

✓ **Le quotient pluviothermique d'Emberger :**

D'après Ramade (2008), cet indice établi initialement pour les régions méditerranéennes, prend en considération le fait que l'évaporation annuelle est d'autant plus élevée, toutes choses égales par ailleurs, que l'amplitude thermique est plus grande.

Si **M** est la moyenne des maxima de température du mois le plus chaud de l'année, **m** celle des minima du mois le plus froid (exprimées en degré K), si **P** représente les précipitations annuelles en mm, le quotient pluviothermique d'Emberger a pour expression :

$$Q_2 = \frac{P \times 1000}{(M + m / 2) \times (M - m)}$$

L'usage du « quotient » pluviothermique a permis à son auteur de proposer une classification des climats méditerranéens qui s'est avérée fort utile en écologie, en particulier pour l'étude de la répartition spatiale des espèces et des peuplements végétaux. Le quotient pluviothermique Q correspondant à la période s'étalant de 1995-2016 atteint une valeur de 142,52 dans la région d'El Tarf (Khemis, 2016). En rapportant ces valeurs dans le climagramme d'Emberger avec simultanément le quotient (Q) (sur l'axe des ordonnées) et le facteur (m) (en abscisses), on peut constater que la région d'El Tarf se situe dans l'étage bioclimatique méditerranéen sub-humide à hiver chaud (Fig. 5)

✓ **L'étage bioclimatique sub-humide :**

Cet étage est défini par un hiver chaud que l'on peut inscrire dans l'étage thermo-méditerranéen tel qu'il a été défini par Ozenda (1975) (in Toubal, 1986). Il se caractérise par l'aire de l'Oleolentisque à Caroubier au niveau de la mer et par celle de l'Oleolentisque à myrte, à un niveau altitudinal supérieur. Par ailleurs, selon Gaussen (1958) (in Toubal, 1986), il se caractérise également par la série du Chêne Kermès en situation côtière sur substrat dunaire (Harbi, 2016).

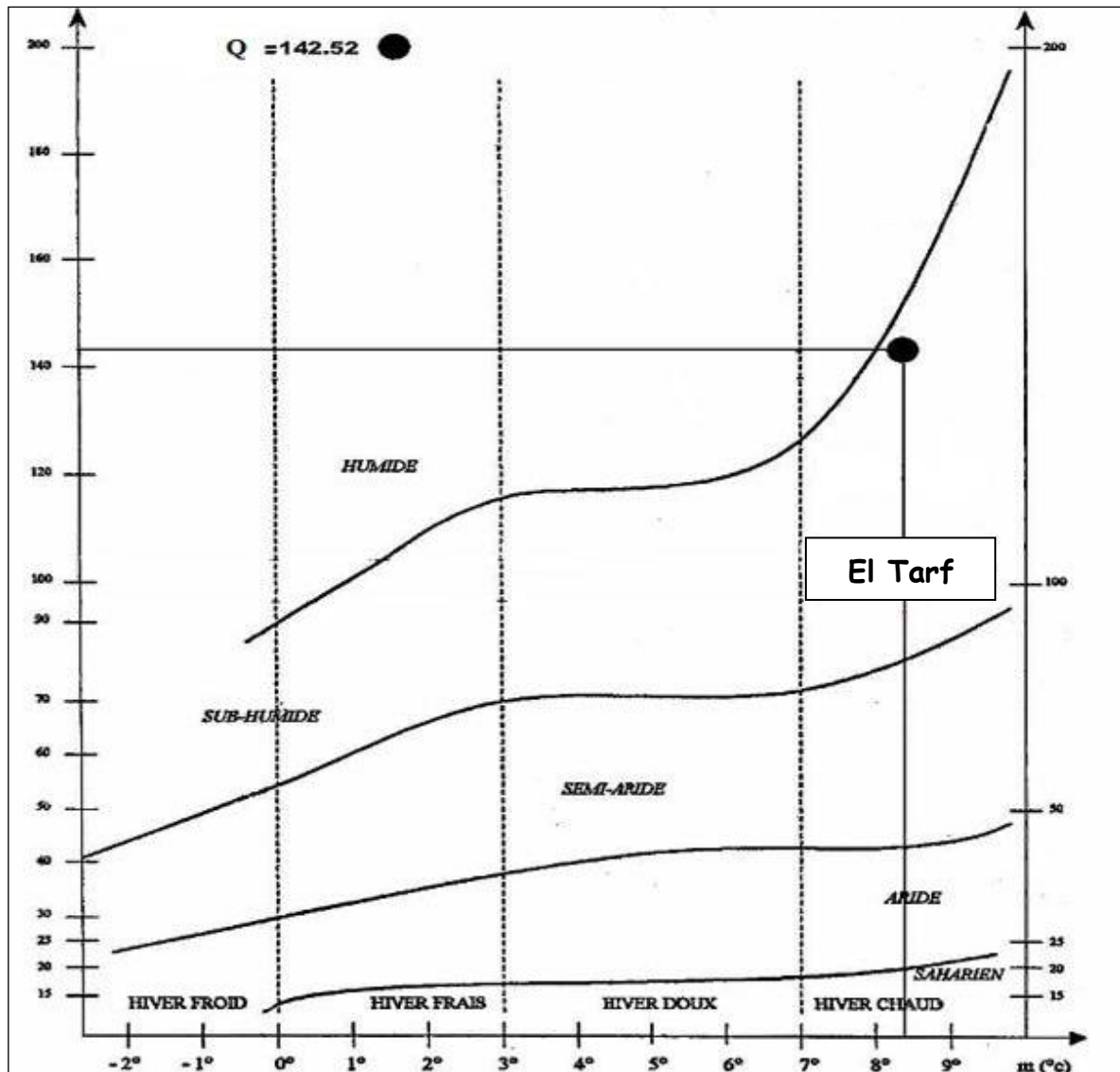


Figure 5: étage bioclimatique de la région d'El Tarf selon le climagramme d'EMBERGER (1930) (in Khemis, 2016)

✓ Diagramme ombrothermique de GAUSSEN :

Cet indice climatique permet de comparer mois par mois la température et la pluviosité. Les ordonnées sont choisies de telle sorte que 10°C correspondent à 20mm de pluie. Une période de l'année est considérée comme sèche lorsque la pluviosité, exprimée en mm, est inférieure au double de la température, exprimée en degré Celsius (Dajoz, 2003).

Le diagramme ombrothermique de la région de d'El Tarf pour la période 1995-2016 montre l'existence de deux périodes l'une sèche s'étalant de Mai à Août et l'autre

humide s'étalant de Septembre à Avril. Ainsi, Juillet est le mois le plus sec, Novembre le plus humide, Janvier le plus froid et Août le plus chaud (Khemis, 2016) (Fig. 6).

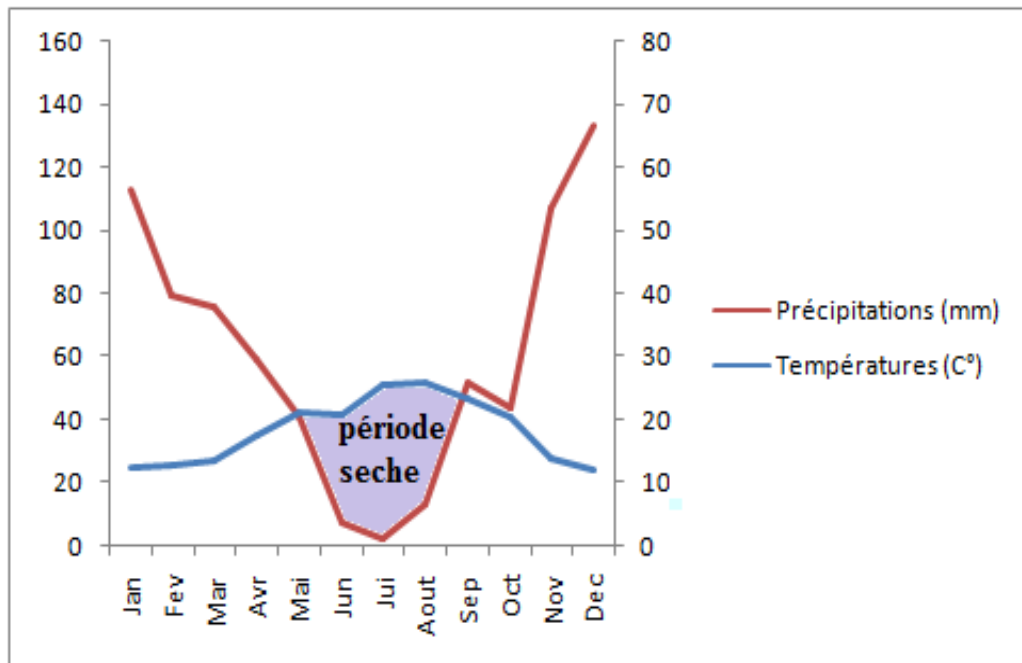


Figure 6 : diagramme ombrothermique de la région d'El Tarf
Pour la période (1995-2016) (Khemis, 2016)

- Hydrographie

Selon Benyacoub *et al.* (1998) la configuration du terrain de la région d'El Tarf détermine trois systèmes d'organisation hydrographiques :

- la partie sud-est est drainée par trois oueds : l'oued Bougous, Mellila et l'oued El Kébir. Ce dernier constitue le collecteur principal (apports de 245 hlm³/an). Il alimente les nappes dunaires et lors des crues, on assiste à la mise en eau des dépressions inter-dunaires.
- La partie orientale est caractérisée par plusieurs oueds en général à faible débit, ils s'écoulent en majorité dans la plaine d'Oum Teboul.
- La partie ouest est également parcourue par de nombreux oueds, (Bouaroug, Mellah, Reguibet, Boumerchen, Dai El-Graa...). Ils se déversent pour la plupart dans les lacs Mellah et Oubeira.

De nombreuses sources existent dans la région d'El Tarf, les plus importantes étant

celles de Bougles, Bouredim et El-Bhaim (situées au sud-est de la région) qui totalisent un débit de 150 l/s soit un débit de 12.700 m³/ j. Le reste des sources (environ 40) réparties à travers le territoire du Parc national d'El Kala ou sa périphérie, possède un débit variable de 0,5 l/s à 10 l/s (Benyacoub *et al.*, 1998).

2.1.3. Le cadre biotique

Notre région d'étude est caractérisée par une importante richesse biologique et une diversité paysagère exemplaire, en particulier elle abrite le complexe de zones humides le plus important du Maghreb inclus dans sa globalité dans le Parc National d'El Kala (PNEK), comprend de nombreuses zones humides offrant des formes et une composition florofaunistique variée et diversifiée d'intérêt écologique certain.

- La flore

La wilaya d'El Tarf, de par sa situation en zones humides, la flore est riche on recense près du tiers de la flore algérienne. Elle se caractérise par un taux particulièrement élevé d'espèces endémiques, rares et très rares, environ 15 % de la flore rare à l'échelle nationale. En effet soit 964 espèces inventoriées : 840 espèces de plantes, dont 27 % sont des espèces rares et très rares et dont 26 sont protégées par décret ; 114 espèces de lichens dont 53 protégées ; 165 espèces de champignons. Cette flore constitue un véritable carrefour biogéographique avec, d'une part l'élément méditerranéen dominant (50 % : chêne liège, chêne kermès, oléastre, bruyère arborescente, myrte, arbousier...) et, d'autre part, des espèces à affinité européenne (20 % : aulne, saules, houx...), cosmopolite (20 %) et tropicale (10 %) (Benyacoub *et al.*, 1998).

Sur le plan botanique, ce sont incontestablement les Angiospermes qui dominent. Quant aux Gymnospermes, ils ne sont représentés que par deux familles taxonomiques, les Cupressacées et les Pinacées. Pour les Cryptophytes, sont recensées 30 fougères, 110 champignons, 40 mousses, 70 algues et 50 lichens (Benyacoub *et al.*, 1998). Des 135 familles recensées dans la flore de Quezel et Santa (1962), plus de 100 familles sont représentées dans la région d'El Tarf.

La couverture végétale est représentée par une dominance des peuplements forestiers qui occupent une superficie de l'ordre de 167 777 ha représentant 60% de la superficie de la wilaya (D'après le plan d'aménagement de la wilaya d'El Tarf, 2001). Cette

étendue de végétation abrite des espèces floristiques, où 63 % de ce patrimoine est représenté par divers peuplements forestiers, et 37% seulement sont constitués de maquis couvrant les bas fond interdunaire et à la surface des dunes au nord-ouest de la région (Sedrati, 2006). Les peuplements forestiers, à savoir le chêne liège et le chêne zen occupent 40% de la superficie forestière, recouvrant les reliefs gréseux et une partie des dunes quaternaires, par contre les espèces introduites par divers reboisements (Eucalyptus, Pin maritime et les Oléastres) occupent une part de 20% (Attoui, 2014).

En plus des diverses dégradations par les incendies et les pâturages illicites, ce patrimoine subit des impacts de négligence dus à l'introduction des espèces exogènes.

- La faune

La particularité des écosystèmes de cette région, a donné une diversité faunistique remarquable. Déjà Joleaud (1936) rapportait que les lions s'y sont maintenus jusqu'en 1891 et les panthères jusqu'en 1930. Aujourd'hui non moins riche, la faune compte environ 36 espèces de mammifères dont 7 espèces sont rares : Cerf de Barbarie, Loutre, Hyène rayée, Serval, Caracal, Vespertilion de Daubenton, Pipistrelle de Kuhl.

En ce qui concerne l'avifaune, des travaux ont été initiés pour la région avec les travaux de Chalabi (1990), Benyacoub (1993), Belhadj (1996), Samraoui et Houhamdi (2002) et Telailia (2002) qui signalent dans la région 135 espèces nicheuses qui se répartissent entre 78 espèces de passereaux nicheurs correspondant à 25 familles avec une prédominance de *Sylviidae*, 7 espèces de *Columbidae* et *Phasianidae* et 21 espèces de rapaces renfermant des oiseaux rares tels que *Elanus caeruleus*, *Hieraeetus fasciatus*, *Pandion haliaetus* et *Falco peregrinus*. D'une manière générale 189 espèces aviennes fréquentent la Numidie témoignant de la diversité des milieux de cette région. Son originalité avifaunistique réside dans la présence de plusieurs groupes d'oiseaux rares au niveau régional voire même national et international. Parmi ces groupes on peut citer les rapaces tels que le Faucon Eléonore dont le nombre de couples nicheurs est très important sur plusieurs îles et îlots de la Numidie (Telailia *et al.*, 2013).

Peu de travaux ont concerné, jusqu'à la période actuelle les invertébrés. En effet, même si la majorité des ordres sont identifiés, les seules données dont nous disposons concernent uniquement l'entomofaune. Des recherches sur ce groupe d'organismes datent

d'au moins une trentaine d'années. Après le premier inventaire réalisé par Telailia (1990) dans la zone du lac Tonga où 170 espèces d'invertébrés ont été recensées. Nous savons cependant que la région d'El Tarf et en particulier, le Parc national d'El Kala abrite environ 40 espèces d'Odonates (Menai, 1993), 50 espèces de Syrphidés (Djellab, 1993), 45 espèces de Carabidés (Ouchtati, 1993) et 31 espèces de Lépidoptères (Beylagoun, 1998). Quant aux reptiles, 17 espèces ont été recensées par Rouag (1998) parmi lesquelles 6 sont peu abondantes et 2 espèces rares (*Gecko verruqueux* et *Cistude d'Europe*). Pour les amphibiens, 6 espèces ont été identifiées : Crapaud commun et de Mauritanie, le Discoglosse peint, la Rainette méridionale, le Triton de Poiret et la grenouille verte (Rouag, 1998).

2.1. Présentation des sites d'étude

Le Lac des Oiseaux et le marais de la Mékhada nos deux sites d'étude, deux zones humides classées d'importance internationale, sont les seules situées dans la wilaya d'El Tarf en dehors des limites du Parc National d'El Kala (PNEK). Ces sites ont été choisis en raison de leurs populations d'oiseaux d'eau encore élevée, signe d'un milieu riche à peu près stable depuis plusieurs décennies. Les seules activités humaines perturbatrices (dues aux habitants) sont l'agriculture, l'écotourisme (surtout le lac), les évacuations des eaux usées de l'agglomération dans surtout le Lac des Oiseaux mais.

2.2.1. Lac des Oiseaux

Le Lac des Oiseaux ou Garâat Ettouyour tire son nom du grand nombre d'oiseaux qui hivernent, est une réserve naturelle située à 36° 47' de latitude nord et 08° 07' longitude est. Il est localisé à égale distance (45 km) entre les villes d'El Kala à l'est et d'Annaba à l'ouest. Cette zone humide fait partie de la commune du Lac des Oiseaux, daïra de Boutheldja, et se trouve à environ 20 km à vol d'oiseaux des lacs Oubeira et Mellah situés dans le Parc National d'El Kala, la RN 44 longe ses berges (côté Sud) (Fig. 7).



Figure 7: vue générale et point d'observation située sur la berge sud du Lac des oiseaux
(Google Earth, 2021)

Le Lac des Oiseaux présente une surface plus ou moins ovale, étirée vers le nord-ouest par une queue d'étang caractéristique, de rives faiblement inclinées et de petite profondeur (Arrignon, 1962). D'après Joleaud (1936) le lac s'étendait sur 150 ha avec une profondeur de 2.5 m au maximum et un dépôt de matières organiques de 1 à 3 cm ; Samraoui *et al.* (1992) précise que diverses pressions s'exercent sur le lac menaçant son intégrité écologique et que ce dernier occupe uniquement 70 ha en période de pluie et 40 ha en période sèche avec un dépôt de matière organique de 20 cm. Actuellement après des estimations et après des planimétrages à partir d'orthophotoplans, le lac s'étale sur 46 ha avec une surface d'eau libre de 35 ha et une profondeur de 2 m (Cherouana, 1996). Notons que Morgan (1982) rapporte que le lac a une salinité de 0.3‰ maximale en septembre-octobre (in Houhamdi, 2002). Ses apports en eau se font naturellement par les eaux superficielles de ruissellement du bassin versant et des eaux souterraines (Photo, 1).

Classé site Ramsar en 1999, ce lac a un intérêt particulier pour les ornithologues et les scientifiques qui le considèrent comme une école pour leurs travaux de recherche et de dénombrement des oiseaux d'eau qui y séjournent. Malgré sa dimension relativement réduite en comparaison avec les autres lacs de la région, il accueille des milliers d'oiseaux

d'eau chaque année. Le lac des Oiseaux est, du part sa localisation au nord de la route nationale 44, un centre naturel privilégié pour l'éducation Environnementale (Menai, 2004).

- Géologie

D'un point de vue géologique le Lac des Oiseaux est constitué principalement de grès de Numidie qui reposent sur de l'argile de Numidie. Ce dernier occupe le bas fond de toute la région avec une profondeur moyenne de 2 cm (Joleaud, 1936 ; Houhamdi, 2002 ; Harbi, 2016).

- Pédologie

Le Lac des Oiseaux est constitué principalement de deux types de sols, l'un zonal très dépendant du climat et l'autre azonale. Le sol zonal est constitué de deux catégories, les sols insaturés acides et les sols podzoliques. Les premiers sont formés sur des roches mères non acides (argile de Numidie) alors que les seconds sont formés sur des roches mères perméables. Le sol azonale est constitué de trois catégories, les sols des marais, les sols hydromorphes (Gyttga) et les sols des prairies marécageuses. Les premiers très argileux sont concentrés dans la cuvette du lac, sur lesquels se développent *Typha angustifolia*, *Lythrum junceum* et *Paspalum distichum*. Ils sont rarement exondés mais ils sont humides dès les premiers centimètres de leurs horizons (Durant, 1954). Les sols hydromorphes sont caractérisés par la présence d'une nappe d'eau libre douée de propriétés réductrices au cours de laquelle il est facile de mettre en évidence des processus d'oxydo-réduction (Duchauffour, 1977) tandis que les sols des prairies marécageuses sont caractérisés par un assèchement de leurs horizons supérieurs (Durant, 1954 ; in Houhamdi, 2002).

- Hydrographie

L'alimentation se fait naturellement par les eaux superficielles de ruissellement du bassin versant et par les eaux souterraines. Ce lac qui ne s'asséchait qu'occasionnellement dans le passé (Morgan, 1982) a connu cinq assèchements majeurs: 1957, 1965, 1992 (Samraoui *et al.*, 1992), octobre 1994 et celui du mois d'août 1997 (Houhamdi, 1998 ; Houhamdi & Samraoui, 2002 ; in Houhamdi, 2002).

- **La faune du lac**

- **Insectes** : 23 espèces d'odonates dont 14 espèces d'Anisoptères, 9 zygoptères, soit le 1/3 des odonates signalées en Algérie. Parmi les huit espèces d'odonates d'origine afro-tropicale signalées pour la région d'El-Kala, le lac des oiseaux en compte cinq, à savoir : *Orthetrum chrysostigma*, *Acisoma panorpoides*, *Diplacodes lefebvrei*, *Brachythemis leucosticta* et *Trithemis annulata* (Menai, 1993).

- **Mammifères** : On note la présence de la mangouste (*Herpestes ichneumon*) et d'hérisson (*Erinaceus algirus*) (Boumezbeur, 1993).

- **L'avifaune** : Cette zone humide est non seulement un site d'hivernage d'oiseaux d'eau, mais aussi elle représente un endroit favorable pour la nidification de certains oiseaux d'eau en voie d'extinction comme l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, le Fuligule Nyroca *Aythya nyroca*, le Talève Sultane *Porphyrio porphyrio* qui sont des espèces inscrites sur la liste rouge de l'UICN comme espèces vulnérables et le Blongios nain *Ixobrychus minutus*. Également, ce plan d'eau est un lieu de repos pour beaucoup d'oiseaux migrants se dirigeant vers le sud de l'Algérie (Houhamdi, 2002).

- **La flore du lac**

Selon Houhamdi (1998) le Lac des Oiseaux contient plusieurs familles d'espèces végétales citant: les Composées, Scrofulariacées, Graminées, Polygonacées, Labiées, Crucifères, Cypéracées, Liliacées, Caryophyllacées, Amarantacées, Chénopodiacees, Portulacacées, Lythracées, Onagracées, Cucurbitacées, Amaryllidacées, Malvacées, Papilionacées, Convolvulacées, Myrtacées, Gentianacées, Géraniacées, Hypericacées, Palmées, Verbénacées, Renonculacées, Plantaginacées, Zygophyllacées, Alismatalacées, Ombellifères, Rubiacées, Primulacées, Borraginacées, Nymphéacées, Halorhagacées, Juncacées, Oléacées, Thymelaeacees, Typhacées, Rosacées, Euphorbiacées, Urticacées, Oxalidacées, Callitrichacées, Lemnacees, et Sparganiacées.

La végétation émergée pénètre par jusqu'à 70 mètres vers l'intérieur du lac. Les espèces végétales les plus importantes sont représentées par une grande ceinture de *Scirpus lacustris*, s'étalant tout au long des rives nord et nord-ouest ; une grande plage de *Typha angustifolia* couvrant la totalité de la pointe sud-ouest du plan d'eau ; des îlots de *Typha angustifolia* mélangée au *Scirpus lacustris* bordent le long des rives nord-orientales et sud-

orientales. Le substratum du plan d'eau libre est recouvert d'une végétation submergée très dense poussant sur un sol de vase riche. Elle est représentée notamment par *Nymphaea alba*, *Myriophyllum spicatum*, *Lemna minor*, *Callitriche stagnalis*, *Ceratophyllum demersum*, *Ranunculis aquatilis* et *Zanichellia pedunculata* (Mezbeur et al., 2018).



Photo 1 : Lac des Oiseaux (Bendjedid, 2020)

2.2.2. Le marais de la Mékhada

Le marécage de la Mékhada situé entre 36 48' N et 8 00' E est une zone humide palustre, occupant les parties basses de la cuvette de remplissage alluvionnaire et colluvionnaire de la plaine de la Mafragh. Un des principaux sites humides de la Numidie orientale, avec ses 8900ha la Mékhada constitue après le lac Fetzara (15 000 ha) le deuxième site humide de l'Algérie (de Belair & Bencheikh, 1987). Le marais de la Mékhada est inscrit sur la liste Ramsar des zones humides d'importance internationale depuis 2002 (Fig. 8).

Le marais de la Mekhada se situe à 20 Km à l'Est de la ville d'Annaba et à 45 Km à l'Ouest de la ville d'El Kala. Au Nord, il est bordé par des dunes littorales le séparant de la mer Méditerranée, et au Sud, par les massifs argileux et forestiers de la Cheffia. C'est un marais dont les eaux sont douces, à l'exception de sa partie aval, dont les eaux sont saumâtres en raison du contact à l'embouchure avec la mer Méditerranée. Il présente une profondeur de 0,5 à 1 mètre (Morgan, 1982).

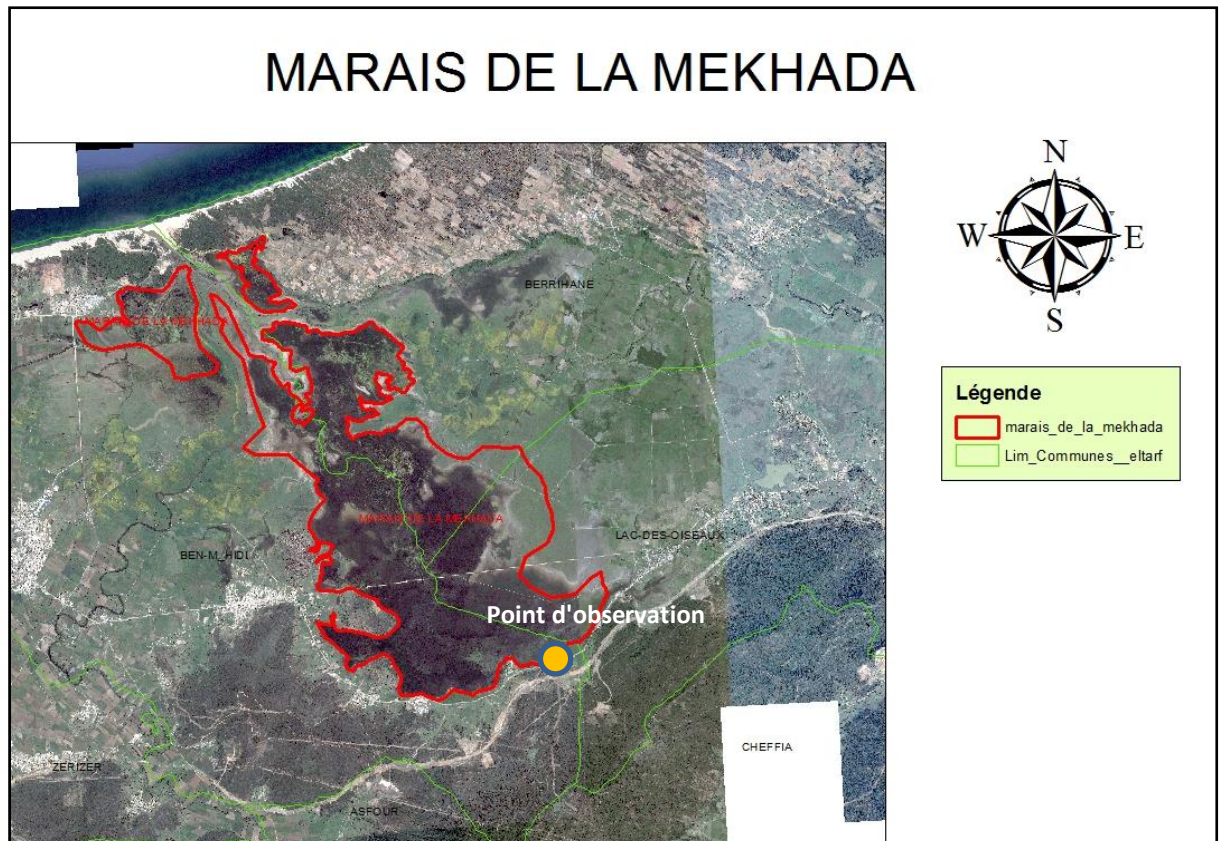


Figure 8: situation géographique et point d'observation située sur la berge sud du marais de la Mékhada (DGF, 2016)

Cette étendue d'eau caractérisée par ses assèchements annuels entre le mois de juin et le mois de novembre, présente une végétation très diversifiée recouvrant plus de 80% du marais constituée principalement de scirpes (Photo 2).



Photo 2 : marais de la mékhada (Bendjedid, 2020)

- Géologie

C'est un bassin marécageux du Tertiaire et du Quaternaire, le Tertiaire est représenté par une formation argileuse de type numidien datant de l'Eocène supérieur. Les argiles numidiennes présentent une épaisseur de l'ordre de 10 à 100 mètres, au-dessus des argiles se superposent des grès Numidien. Le Quaternaire est représenté par le grès numidien de quelques centimètres d'épaisseur (DGF, 2016).

- Géomorphologie

Les principales unités géomorphologiques sont représentées par la Plaine de Ben M'Hidi ainsi que les monts de Bouabed qui culminent à 700 mètres d'altitude (DGF, 2016).

- Les sols

Le marais de la Mekhada s'étale au milieu d'étendues argilo-limoneuses de la plaine de Ben M'Hidi empêchant l'infiltration des eaux. Les eaux permanentes de ce marais estimées à 1.000 mm par an, se justifient par l'importance de la lame d'eau drainée par 2 oueds importants. Toute cette eau provient de la barrière naturelle constituée par les monts de la Cheffia et de Bouabed au Sud. Notant également, en été, l'alimentation du marais par les eaux douces provenant d'un réservoir naturel important constitué par la zone dunaire (DGF, 2016).

- Hydrologie

Le marais est alimenté par les Oueds Bounamoussa et El kebir. Les eaux permanentes de ce marais se justifient par l'importance de la lame d'eau drainée par les 2 oueds cités ci- dessus, estimée à 1.000 mm par an. Toute cette eau provient de la barrière naturelle constituée par les monts de la Cheffia et de Bouabed au sud. Notant également, en été, l'alimentation du marais par les eaux douces provenant de l'immense zone dunaire. Le marais constitue un réceptacle de sédiments provenant de son bassin versant, et joue un rôle de réservoir permettant la maîtrise des crues notamment celles de l'Oued El- Kébir qui sont parfois spectaculaire (DGF, 2016).

- La flore

Le cortège floristique du site est constitué principalement de scirpes (*Scirpus lacustris* et *Scirpus maritimus*), phragmites (*Phragmites australis*), typhas (*Typha angustifolia*), glycéries, myriophylles (*Myriophyllum spicatum*), *Nitella sp*, *Alisma plantago aquatica*, *Zanichellia sp*, *Lemna minor*, *Ranunculus baudotii*. Autour du marais *Cynodon dactylon*, *Paspalum distichum*, *Bellis annua* et *B. repens* (de Belair et Bencheikh, 1987).

- L'avifaune

Le marais de la Mekhada constitue un site très important pour l'accueil des oiseaux d'eau hivernants (en Janvier 1998, on a compté 44.486 anatidés et 12.300 foulques macroules *Fulica atra*, sans compter les ardéidés, les rallidés et des rapaces rares comme l'aigle pomarin *Aquila pomarin*. Il abrite également le 1% interational pour L'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* : 4 nichées observées en 1991 (Boumezbeur, 1993) et pour les espèces suivantes, selon le recensement de janvier 2001: l'Oie cendrée *Anser anser* : jusqu'à 5.000 individus, le Canard siffleur *Anas penelope* : 21.100 individus, le Canard chipeau *Anas strepera* : 1.000 individus. Le recensement d'après Bediaf *et al.* (2020), les effectifs maximaux du peuplement d'oiseaux d'eau ayant fréquenté le Marais de la Mekhada au en janvier 2016 a été 17 916 individus et 13 363 observés en janvier 2017.

C'est également un site de nidification pour la Foulque macroule, la Poule d'eau *Gallinula chloropus*, le Râle d'eau *Rallus aquaticus*, le Blongios nain *Ixobrychus minutus*, le Grèbe castagneux *Tacchbaptus rufficollis*, la Rousserole effarvate *Acrocephalus scirpaceus*, etc.

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

3.1. Matériel utilisé

3.1.2 Matériel biologique

- Généralités sur les oiseaux d'eau

Tous les oiseaux sont dotés de plumes, mais ils ne sont pas tous capables de voler. On compte environ 9 000 espèces d'oiseaux dans le monde. Environ 1 000 d'entre elles sont menacées d'extinction, en grande partie à cause de disparition de leurs milieux. On rencontre les oiseaux dans toute les régions du monde, jusqu'aux pôles et à la limite des neiges en montagne, mais ce sont dans les forêts tropicales humides qui en hébergent le plus grand nombre.

Le système de classification, mis au point par Linné au XVII^{ème} siècle, et qui est toujours utilisé, divise la classe des Oiseaux en sous-classe des Ratites (oiseaux qui ne volent pas) et sous-classe des Carinates qui comprend l'immense majorité des oiseaux actuels. Ces êtres vivants ont en commun d'avoir développé une anatomie, une morphologie et une physiologie adaptées à l'eau ou d'avoir élaboré des stratégies (de reproduction, d'hivernage, de recherche de nourriture) favorisant leur existence dans ce type d'environnement (Tamisier & Dehorter, 1999). On découpe cette dernière sous-classe en 29 ordres (Del Hoyo *et al.*, 1992 ; Collignon, 2005), dont l'ordre des Ansériformes. Cet ordre regroupe des oiseaux palmipèdes caractérisés par une palmure des pattes qui est une adaptation fonctionnelle à la vie aquatique et par un bec arrondi à l'extrémité (Géroudet, 1988). Mais la réunion des oiseaux sous cette caractéristique est assez superficielle, car on trouve dans les palmipèdes des groupes forts différents par leur biologie et leur anatomie, tels que les Canards, les Cormorans et les Grèbes (Géroudet, 1988). On distingue quatre types de palmures : la festonnée (chez les Foulques), la lobée (chez les Grèbes), et la palmure proprement dite qui réunit les trois doigts antérieurs (chez les Mouettes et les Anatidés), et enfin la palmure totale entre les quatre doigts (chez les Cormorans).

Les Canards appartiennent à l'ordre des Ansériformes et famille des Anatidés qui regroupe la sous-famille des Anséranatins, ces derniers ne présentent qu'une mue

annuelle et regroupent quatre sous-famille (COI, 2009) : dendrocygninés (dendrocynes), tadorninés (tadornes), ansérinés (cygnes, oies, bernaches), anatinés (canards, eiders, harles, macreuses et éristures).

Dans la sous-famille des anatinés, on distingue notamment les genres suivant : genre *Anas*, genre *Aythya*, genre *Netta*, genre *Aix*.

- L'avifaune en Algérie

La classe des oiseaux en Algérie occupe une place non négligeable dans le règne animal. D'après Farhi (2012) et son historique de recensement de l'avifaune en Algérie le recensement d'Isenman et Mouali (2000), fait l'objet des premières données sur l'avifaune algérienne qui ont été collectées dès 1839. Grâce aux commissions d'exploration de l'Algérie où les premiers ornithologues commençaient à effectuer les premiers inventaires tels que les inventaires de Loch (1958) et ceux de Battandier et Trabut (1898) ; toutefois le premier travail d'importance pour l'Afrique du nord en générale et l'Algérie en particulier est l'ouvrage publié par Heim de Balsac et Mayaud en 1962 qui constitue une synthèse des données recensées depuis le début des inventaires de l'avifaune algérienne, suivi rapidement par le travail de Hetchecopar et Hüe (1964). En 1981 Ledant, Jacob, Jacobs, Malher, Ochando et Roche publièrent la première mise à jour de l'avifaune algérienne qui contient 336 espèces. Enfin, Isenman et Moali (2000), ont présenté une synthèse exhaustive de l'avifaune algérienne en apportant plus de détails sur le statut de chaque espèce et dont la liste définitive concerne 406 espèces.

Dans les zones humides algériennes, et en particulier les zones humides de la région d'El Tarf les campagnes des recensements annuelles du Parc national d'El-Kala (PNEK) a recensé 54 espèces d'oiseaux d'eau l'an 2020. Par contre dans les zones arides et selon l'étude de Farhi (2012), le suivi de l'Avifaune des Ziban (Biskra, Algérie) durant 05 années successives de 2006 à 2010, a permis d'inventorier 136 espèces d'oiseaux réparties en 18 ordres et 44 familles (oiseaux terrestre et aquatique).

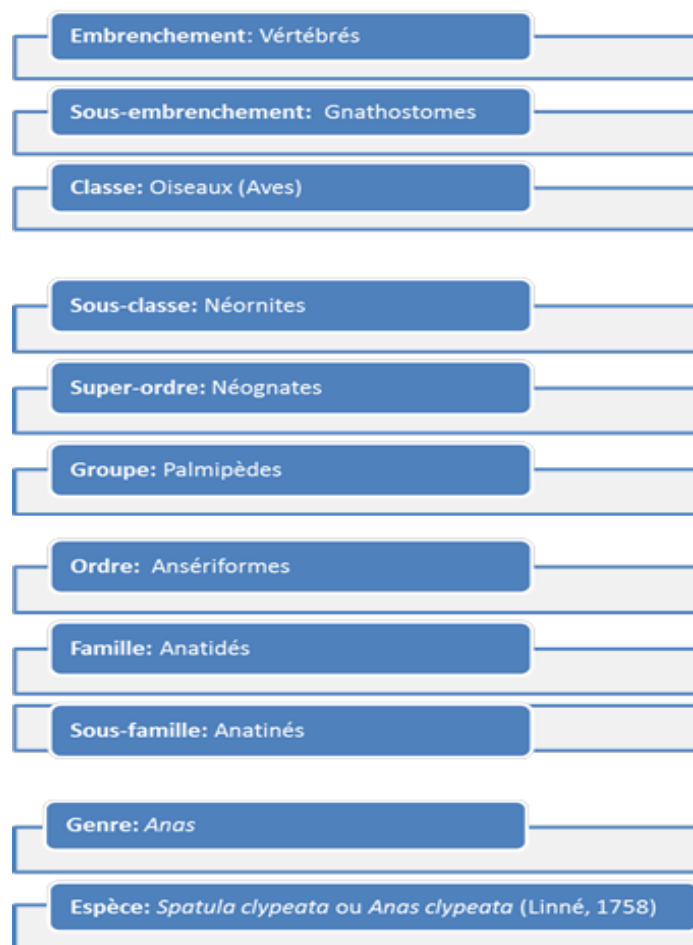
- Modèle biologique étudié

Le Canard souchet notre modèle biologique hivernant dans la région d'El-Tarf appartient essentiellement à la population nichant en Europe centrale (Rüger *et al.*, 1987). C'est un hivernant habitué de cette région, il est toujours dénombré en grand nombre.

a- Taxonomie du Canard souchet

Le canard souchet *Spatula clypeata* (Linné, 1758), ou *Anas clypeata* est un canard de surface appartenant à la famille des Anatidés, sous-famille des Anatinés, genre *Anas* est monotypique. La classification du Canard souchet :

La classification du canard souchet



Dénomination dans différentes langues :

- Français : Canard souchet
- Anglais : Northern shoveler, Shoveler
- Allemand : Löffelente
- Espagnol : Cuchara común
- Italien : Mestolone comune

b- Identification du modèle biologique

Le canard souchet se distingue par un bec très particulier d'où son appellation du canard spatule, long et noir chez le mâle, aplati est élargi en forme de spatule à son extrémité équipé de 100 lamelles à l'intérieur des mandibules ; il lui sert à filtrer l'eau et à récupérer les différentes proies animales qui s'y trouvent. Ce canard coloré a été décrit pour la première fois en 1758 par Carolus Linnaeus, un botaniste, physicien et zoologiste suédois.

Cet oiseau est plutôt calme en générale, mais pendant les parades, les mâles produisent des « sluk-uk » profond et répété, également émit en vol. La femelle émet plusieurs caquètements bas, une série descendante de 5-6 notes typiques du genre *Anas* « gak-gak-gak-ga-ga ».

- **Le mâle** : de taille moyenne, il pèse entre 500 et 900 g. En période nuptiale, d'octobre en juin, le plumage du mâle est particulièrement coloré : la tête est vert bouteille, le ventre et les flancs en marron-roux, le haut du dos brun, le dessus des ailes gris-bleu clair, le reste de plumage blanc. En plumage d'éclipse, il conserve son iris jaune, qui le différencie de la cane. Le cri du Canard souchet n'est entendu qu'au printemps, lors des parades nuptiales (Photo 3).

- **La femelle** : qui pèse de 500 à 800 grammes de couleur brunâtre se distingue des autres canes par son bec spatulé. Le mâle en plumage d'éclipse ressemble à la femelle mais s'en distingue assez facilement par sa tête plus sombre et ses ailes plus bleutées. La jeune ressemble à la femelle mais avec le dessus plus uniforme et le ventre plus strié. La mue complète intervient entre mai et novembre mais se peut prolonger jusqu'au printemps chez les jeunes (Photo 4).



Photo 3 : d'un male de canard souchet (Bouglouan, 2005)



Photo 4 : d'une femelle de canard souchet (Garvie, 2020)

c- Habitat

D'après Trolliet (2014c), le souchet y utilise tous les types de zones en eau, y compris de très petite taille : anciens marais salants, fossés et étiers en eau douce ou saumâtre, mares d'eau douce servant à l'abreuvement du bétail, dépressions inondées dans des prairies. Les plans d'eau douce couverts en partie de joncs ou carex et colonisés par les renoncules sont très appréciés.

Le canard souchet fréquente également les plaines, eaux douces ouvertes et saumâtres, marais avec végétation aquatique et eau peu profonde, vaseuse (Guillemain, 2002). En hiver, eaux douces plus ou moins profondes. La végétation aquatique submergée abondante abritant les invertébrés planctoniques abondants est une caractéristique précieuse d'habitat pour le souchet (Kahalerras, 2012).

On le trouve aussi dans les eaux artificielles encadrées par la prairie luxuriante telle que des fermes, des étangs à poissons d'eaux des égouts (Steve, 2006 ; in Chentouh, 2012). Bien qu'il évite généralement les habitats très salins, pendant l'hiver il peut trouver sur les lagunes saumâtres côtières, les estuaires de marée, les marais d'estuaire de rivages, frais et saumâtres côtiers, mers intérieures et eaux intérieures saumâtres ou salines, se produisant de temps en temps sur les eaux marines pendant la migration (Steve, 2006 ; in Chentouh, 2012 ; Vallence, 2007 ; in Amorabda, 2015).

d- Répartition géographique

Holarctique, le Canard souchet présente une aire de reproduction s'étendant de l'extrême nord de l'Ancien et du Nouveau Monde, jusqu'aux rives de la Méditerranée, entre les 45° et 65° de latitude Nord (Fig. 9).

Les populations d'Eurasie occidentale hivernent vers le sud jusqu'en Afrique de l'Ouest, en Afrique de l'Est (généralement au Kenya, en Tanzanie et en Ouganda) et dans la péninsule arabique. Un petit nombre atteint la Gambie, le Ghana et la Guinée-Bissau, et les traînards s'étendent vers le sud jusqu'à la Zambie, le Malawi, le Mozambique, le Zimbabwe, la Namibie et l'Afrique du Sud (Transvaal). L'espèce se reproduit en Islande depuis 1931 (Scott & Rose, 1996).

Les oiseaux qui hivernent dans le bassin Méditerranéen viennent d'Europe centrale, de l'est de la partie européenne de l'ex-URSS et de Sibérie occidentale. De nombreux oiseaux ne font que transiter en France avant de rejoindre leurs quartiers d'hivernage qui incluent le delta du fleuve Sénégal (Yeatman & Berthelot, 1991 ; Kirkby & Mitchell, 1993 ; in Khemis, 2016).

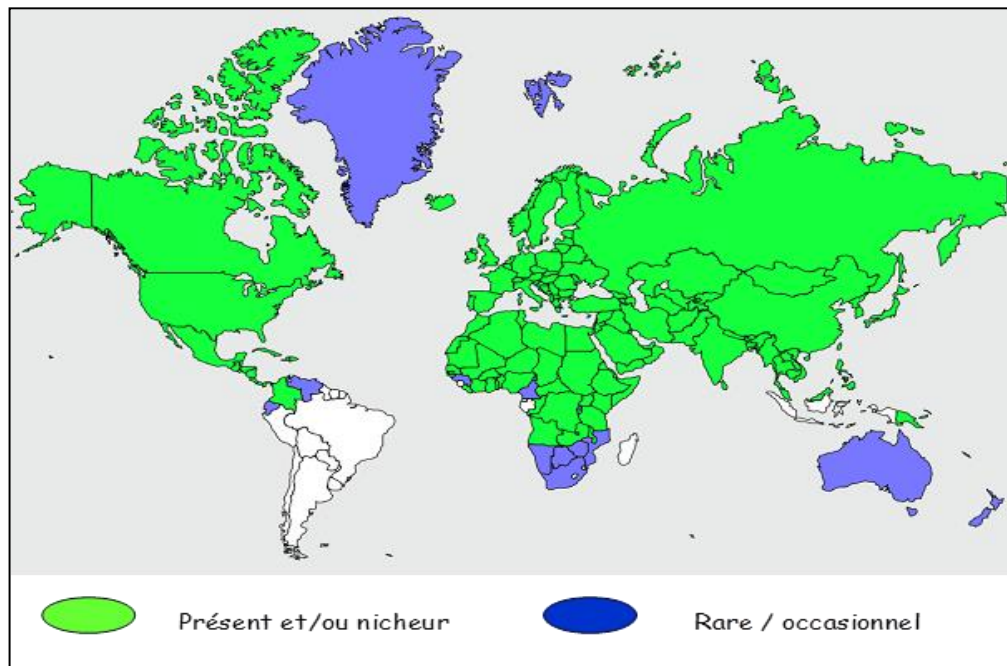


Figure 9 : distribution dans le monde du Canard souchet *Spatula clypeata* (BirdLife, 2012 ; in Khemis, 2016)

e- Biologie du Canard souchet

- Reproduction :

Le mâle peut partager un site de reproduction déjà déterminé. C'est un point important, car son régime alimentaire à base de plancton est très spécialisé. Sa parade nuptiale comprend l'absorption simulée de nourriture. La cane établit son nid sous une touffe d'herbe dans une prairie, une lande Proche de l'eau, garnissant de débris végétaux et de son duvet (brun cendré au large centre gris pale), une pression du sol. La ponte à lieu en avril ou en mai et se compose de 8 a 12 œufs (dimension : 35-52 mm), vert pale à crème, couvés 23-25 jours par la femelle, les jeunes sont nidifuges et volent vert 7-8 semaine (Chantelate, 2003 ; in Chentouh, 2012). La cane s'occupe seule de l'élevage des jeunes pendant un mois et demi, jusqu'à leur envol.

La zone de reproduction du souchet est très large, elle couvre toute la zone forestière du nord de l'Europe, sans extension dans la toundra et vers le sud jusqu'à la mer noire et la mer Caspienne. Il se reproduit dans les îles britanniques avec une petite population en Islande.

- Comportement :

Comme chez beaucoup de canards, le souchet est grégaire. Il est un oiseau peu farouche qui tolèrent la présence humaine et peuvent être relativement apprivoisé. Du fait que les mâles sont plus nombreux que les femelles, ceux appariés sont souvent engagés dans des comportements de défense de leur femelle et de leur territoire, auxquels ils sont fortement attachés (Seymour, 1974a et b). Durant la reproduction, le mâle reste souvent à proximité de la nichée, comportement qui peut correspondre au souci de rester à proximité de la femelle et d'assurer ainsi une seconde paternité en cas de perte de la première couvée.

C'est la femelle, accompagnée du mâle, qui choisit le site de nid, dans l'herbe ou dans une touffe de jonc. Selon Ibañez & Trolliet (1990), dans le Marais breton (en France), la répartition du Canard souchet est bien corrélée à celle de limicoles (Vanneau huppé, Barge à queue noire et Chevalier gambette), l'espèce profitant de leur vigilance et de leur agressivité envers les prédateurs potentiels. Les premières pontes ont lieu fin mars-début avril et celles détruites sont le plus souvent remplacées. Les éclosions ont lieu surtout en mai et début juin.

- La stratégie et régime alimentaire

Pour comprendre le mouvement, le comportement, les préférences d'habitat ou les fluctuations de la population d'une espèce, il est essentiel d'avoir une connaissance de base de ses ressources, y compris les besoins énergétiques, la disponibilité et les préférences alimentaires (Olney 1963; Smith & Smith 2006).

Guillemain (2000) témoigne que le régime alimentaire de la plupart des espèces d'oiseaux d'eau change entre les zones de reproduction, où la majeure partie du régime est constituée d'invertébrés aquatiques, et les zones d'hivernage où les oiseaux se nourrissent de végétaux ou de graines. Ceci dénote une capacité élevée d'adaptation aux ressources disponibles (Ferraroli, 1997), du point de vue comportemental mais aussi physiologique et anatomique (Miller, 1975 ; Kehoe & Ankney, 1985 ; Whyte & Bolen 1985). Une seule des six espèces (colvert, pilet, siffleur, sarcelle d'hiver, chipeau et souchet) le Canard souchet, conserve un régime majoritairement composé d'invertébrés aquatiques pendant toute l'année (Pirrot & Pont 1987 ; Tietje & Teer 1996). Cette espèce présente les adaptations

anatomiques les plus poussées, du fait de son bec large et spatulé à lamelles très denses (Dubowy, 1985 ; Nudds & Bowlby, 1984 ; in Guillemain, 2000).

Canard de surface, planctonophage (qui se nourrit de plancton) il est connu pour s'en alimentation à la nage (Campredon *et al.*, 1982). Cette espèce de canard aime fréquenter les berges en barbotant dans la vase et les eaux peu profondes. Les plans d'eau utilisés doivent disposer de plus de 10 cm de profondeur et ne pas être obstrués par la végétation émergente très recouvrante (Pirrot & Pont 1987 ; Tamisier & Dohorter, 1999). Son bec en forme de spatule est particulièrement adapté au tamisage et à la prise des aliments. Le souchet est l'anatidé qui a l'appareil filtrant le plus perfectionné (Svensson *et al.*, 1999 ; in Amorabda, 2016). Promenant son bec dans l'eau de droite à gauche, il aspire sans cesse, filtrant les particules comestibles et rejetant l'eau de côté. Son régime alimentaire est mixte, il capture en eau peu profonde ou en filtrant la couche proche de la surface (Dejonghe, 1990 ; in Chentouh, 2012). Leurs principales nourritures, petits invertébrés aquatiques (les larves de phrygane par exemple, de demoiselles et de nymphes de libellules, coléoptères adultes, les insectes et les mouches), ainsi que certaines graines et parties de plantes émergentes et aquatiques (les herbes aquatiques, lentilles d'eau par exemple).

D'après Tamisier et Dohorter (1999) et Guillame &Guillon (2000), le souchet se nourrisse de crustacés, amphibiens et copépodes, de petits mollusques (planorbis, hydrobia, rissoa, littorina), des larves d'insectes, de ver, d'alevins, ainsi que des grains (glyceria, scirpus, carex, potamogeton) et d'une infime quantité de partie de plantes (elodea, ceraphyllum, trapa, zostea).

Et d'après une étude récente de Kahalerras (2012) sur le régime alimentaire hivernal des oiseaux d'eau en Numidie, les contenus stomacaux de Canard souchet et Fuligule morillon contenaient également beaucoup de graines. Cependant, ces deux espèces ont été décrites par Mouronval *et al.* (2007) comme benthivores (qui se nourrit sur le font), mais elles consomment très fréquemment de graines. Paulus (1983) ainsi que Figuerola *et al.* (2003) ont trouvé que ce canard se nourrit de planctons (éphippies de *Daphnia magna* et d'autre Cladocères) et de certaines graines (*Scirpus sp*, *Arthrocnemum sp*, *Eleocharis palustris*, *Carex riparia*, *C. disticha* et *C. hirta*) (Kahalerras, 2012).

Comme les autres espèces de canard de surface, l'activité alimentaire du souchet intervient principalement la nuit sur les quartiers d'hiver, alors qu'elle occupe une part non négligeable de la journée durant la reproduction. Les localisations qui sont alors exploitées la nuit sont bien souvent différentes de celles utilisées le jour comme remise. Ils consacrent 53% du temps total en recherche de nourriture, la nuit en période hivernale.

f- Statut juridique de conservation

Cette espèce a une population estimée de 5 à 6 millions d'individus dans le monde se répartissant sur une surface de 10 millions de km² n'est pas considérée comme menacée, aussi elle a été classée LC (*Least Concern* qui signifie préoccupation mineure). Espèce chassable en Europe, sa chasse est autorisée en Finlande, au Danemark, au Royaume-Uni, en Espagne, au Portugal, en Italie, en Grèce et en France. Ce canard est chassable mais est protégée dans le cadre de l'Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie. En Amérique du Nord, cette espèce est protégée en vertu de la convention concernant les oiseaux migrateurs américaine de 1918.

La distribution pendant la période d'hivernage est au sud et à l'ouest de l'Europe. La population du nord-ouest de l'Europe est estimée à 65000 individus, repartis principalement dans le sud de la France et de l'Espagne. La population de la Méditerranée-mer noire dépasse les 60000 individus (Ogilvie, 1975). En revanche, Delany & Scott (2002) et Wetlands International ont estimé son effectif à l'Europe du nord-ouest et du centre à 40 000 oiseaux tandis que celle de la mer Noire, la Méditerranée et l'Afrique de l'Ouest avec un effectif estimé à 45 000 oiseaux semble en déclin (Monval & Pirot, 1989 ; in Attousi, 2014).

g- Menaces potentielles

L'intensification de l'agriculture et la poursuite de la régression des zones humides ont des conséquences négatives observables sur les effectifs de l'espèce. D'autres éléments demandent également à être pris en considération : l'abandon des activités agricoles dans certains secteurs des zones humides, à l'origine d'un développement de la végétation arbustive ou le surpâturage avec son corollaire, le risque de piétinement des nids. Les multiples activités de plein air qui se généralisent et s'accumulent sur des espaces naturels pourraient également avoir une influence sur cette population.

3.1.2. Matériel de terrain

Nos observations ont été faites, à l'aide d'une longue vue KONUS 20x65 et une paire de jumelles. Nous avons utilisé également les instruments suivants :

- Un guide de terrain pour l'identification des oiseaux
- Un appareil photo numérique
- Un carnet de note.

3.2. Méthodologie d'étude

La présente étude comprend trois aspects, primo nous avons suivi régulièrement l'évolution des effectifs (phénologie) de canards souchet fréquentant deux zones humides, le marais de la Mékhada et le Lac des Oiseaux (wilaya d'El Tarf). Secondo, nous avons étudié l'occupation spatiale et tertio l'étude du rythme d'activités diurne. Une autre partie a été ajoutée concernant uniquement les populations du Lac des Oiseaux, c'était le sexe ratio des trois aspects précédents.

3.2.1. Planning d'échantillonnage et points d'observation

Malgré des journées de travail annulées à causes des intempéries et de la pression de dérangement humaine sur sites, on a réalisé un suivi de 192 heures d'observation sur le terrain, étalées sur 24 jours, régulièrement réparties du mois de novembre jusqu'au mois de mars pour le Lac des Oiseaux et du mois d'octobre au mois d'avril pour le marais de la Mékhada, au cours de deux saisons hivernales 2014-2015 et 2015-2016. Soit un échantillonnage systématique à raison d'une sortie par mois.

Les dénombrements ont été effectués depuis un seul point d'observation dégagés qui surplombe de façon à couvrir tout le pourtour du lac et du marécage afin d'éviter le comptage répété des individus recensés (Fig.7 et Fig.8). D'autre part, de bonnes conditions météorologiques (absence des intempéries : des vents forts qui perturbe l'eau gênant les oiseaux et les pluies fortes qui rendent les pistes inaccessibles, etc.) sont aussi requises pour un bon recensement des espèces.

3.2.2. Le dénombrement

L'évaluation de l'abondance ou la connaissance des effectifs d'une population est très importante dans toute recherche démoécologique. Cette opération est très délicate surtout pour les espèces migratrices. Afin de connaître et de suivre la dynamique des populations de migrateurs, des systèmes de comptage sont mis en place. Un recensement annuel des Ansériformes se déroule régulièrement en Algérie depuis 1977, à l'aide d'une seule méthode, l'observation directe (Ochando, 1981).

Les techniques d'approche quantitative des populations animales ont donné lieu à de très nombreuses recherches théoriques et pratiques. Les plus connues sont les méthodes absolues et les méthodes relatives. **Les méthodes de recensement, ou méthodes absolues**, qui visent à obtenir des valeurs non biaisées du nombre d'individus se rapportant à une surface déterminée. Rentrant dans cette catégorie la méthode des plans quadrillés et les méthodes de recensement par comptage au sol ou aérien. **Les méthodes de sondage, ou méthodes relatives**, qui renseignent sur l'abondance relative des espèces d'oiseaux (Tamisier & Dehorter, 1999).

Ces différentes méthodes de dénombrement permettent de dégager certaines informations, d'ordre comparatif, sur les populations d'oiseaux, notamment :

- les fluctuations interannuelles de populations en liaison avec les conditions météorologiques,
- les fluctuations saisonnières,
- les fluctuations de populations en liaison avec l'évolution du milieu.

Pour notre cas, nous avons essayé de réaliser des **comptages individuels** des oiseaux d'eau si le groupe ou la population compte moins de 200 individus et se trouve à une distance proche n'excédant pas les 200 m. Dans le cas contraire, si le groupe ou la population d'oiseaux d'eau est éloigné et compte un effectif assez important, nous procédons à des **estimations visuelles** (Blondel, 1975; Tamisier & Dehorter, 1999). Cette méthode est la plus employée dans les recensements hivernaux de l'avifaune aquatique et présente cependant une marge d'erreur variant entre 5 et 10 % dépendant de l'expérience de l'observateur, du matériel utilisé et de la structure du milieu : ceinture de la végétation et hauteur des hélophytes (Lamotte & Bourlière, 1969).

3.2.3. La répartition spatiale de l'espèce

La distribution des oiseaux dans un milieu est rarement aléatoire, elle répond en effet à des critères biologiques et écologiques qui caractérisent à la fois une espèce ou un groupe d'espèces, une période de l'année, une période du cycle quotidien (Tamisier & Dehorter, 1999). La répartition spatio-temporelle de l'activité des canards de surface en hivernage est classiquement dominée par l'existence d'*unités fonctionnelles*, formées d'une zone de repos diurne (*remise*) et d'habitats d'alimentation nocturnes (*gagnages*) (Tamisier 1976, 1978). Les remises sont classiquement des plans d'eau de grande taille où les canards forment de grands groupes compacts. A l'inverse, les gagnages sont généralement dispersés, distincts des sites de remise et fréquentés par des petits groupes d'individus (Guillemain, 2000).

Pour essayer de répondre à cette problématique durant nos sorties d'étude, nous avons noté sur carte (carte provisoire) la localisation des espèces présentes sur le site tout en utilisant un certain nombre de repères. L'assemblage des cartes de chaque sortie nous donnera la répartition des oiseaux durant une période donnée. Les représentations graphiques de l'occupation spatiale ne tiennent pas compte de l'importance numérique des oiseaux.

3.2.4. Les rythmes d'activités

Afin de déterminer les principales exigences de l'espèce et le fonctionnement de la zone humide étudiée pendant la saison hivernale, il est nécessaire de mesurer l'importance de chaque activité au cours d'une journée tout au long de la saison. Ainsi, nous avons choisi d'appliquer la méthode de l'étude des rythmes d'activités diurnes du canard souchet. L'activité dominante déterminera par la suite le mode d'exploitation de la zone étudiée et par conséquent ses fonctions par rapport aux espèces considérées.

Le protocole d'échantillonnage prend en compte tous les individus de façon uniforme, quelle que soit leur position dans le groupe (les transects garantissent cette uniformité de gauche à droite, la sélection dans le champ de vision garantit l'uniformité du plus proche au plus lointain). Il fournit l'image instantanée des comportements manifestés par un ensemble d'oiseaux et ces données peuvent être converties en temps selon le principe suivant : si 70% des oiseaux nagent pendant une heure, cela revient à dire que 70% de la demi-heure d'observation ($70/100 \times 60 = 42$ minutes) a été consacrée à la nage

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

Deux méthodes classiques sont habituellement utilisées pour l'étude du rythme d'activités des Anatidés et des Foulques : 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 signale certains inconvénients que nous pouvons résumer dans la fatigue de l'observateur, la sélection aléatoire des individus spécialement à partir d'un grand groupe et surtout la perte de vue d'oiseaux focalisés soit dans la végétation dense ou dans un groupe nombreux (Baldassare *et al.*, 1988). 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 (Metallaoui, 2010).

- **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 ; in Metallaoui, 2010).

Pour notre cas, la méthode des balayages (scan sampling en anglais) a été utilisée au niveau des deux sites (Altman, 1974).

Concernant l'étude de budgets temps, Le protocole d'échantillonnage prend en compte tous les oiseaux de façon uniforme, quelle que soit leur position dans le groupe (les transects garantissent cette uniformité de gauche à droite, la sélection dans le champ de vision garantit l'uniformité du plus proche au plus lointain). Il fournit l'image instantanée des comportements manifestés par un ensemble d'individus et ces données peuvent être converties en temps selon le principe suivant : si 70% des oiseaux nagent pendant une demi-heure, cela revient à dire que 70% de la demi-heure d'observation ($70/100 \times 30 = 21$ minutes) a été consacrée à la nage par l'ensemble des oiseaux. La répétition de ce type d'informations toutes les demi-heures fournit une image globale pour la journée. Le résultat final de ces observations est donc un schéma d'occupation du temps par la moyenne des oiseaux.

3.2.5. Tests statistique

Le logiciel statistique Minitab version 16 a été utilisé afin de comparer les moyennes des deux groupes d'échantillons qui sont représentés par les deux sexes et pendant les deux saisons d'hivernage. Le test-t de Student est utilisé pour comparer les moyennes des deux groupes. Les résultats des rythmes d'activités diurnes obtenus dans les deux zones humides (Lac des Oiseaux et Marais de la Mékhada) ont fait l'objet d'une analyse statistique également par le test-t de Student.

CHAPITRE IV : RESULTATS INTERPRETES

Dans ce chapitre on présente les résultats commentés de l'approche expérimentale issue du travail de terrain.

4.1. Phénologie d'hivernage

Au cours de deux saisons d'hivernage successive (2014-2015 et 2015-2016), couvrant une période allant du mois de septembre au mois d'avril, les résultats du suivi de la phénologie des stationnements du Canard souchet qui ont été mené au niveau du marais de la Mékhada et du Lac des Oiseaux sont représentés dans cette première partie.

4.1.1. Evolution des effectifs de la population du canard souchet au marais de la Mékhada

Les stationnements des canards souchet au marais ont débuté le mois d'octobre et ont duré 7 mois jusqu'au début du mois d'avril, pendant les deux saisons hivernales.

Durant les deux saisons de notre étude cette espèce a commencé à coloniser le marais de la Mékhada dès la deuxième quinzaine du mois d'octobre avec un effectif minimum qui ne dépassant pas les 50 individus. Les variations d'effectifs présentent le même graphe pour les deux hivers avec des estimations qui atteignent leur apogée au cours du mois de décembre la première saison et le mois de janvier en seconde saison, où nous avons enregistré des maxima respectivement 1100 et 1240 individus. Après les plus fortes concentrations, on a enregistré une diminution graduelle jusqu'à la fin des saisons avec des valeurs moindres respectivement 22 et 43 d'individus (Fig. 10).

Pendant les deux saisons trois périodes ont été distingué: la première correspond au début d'hivernage (mois d'octobre) caractérisé par des effectifs faibles témoignant l'arrivée de la population du souchet. Une deuxième période se caractérise par une augmentation maximale avec l'arrivée d'autres groupes de souchet qui culmine, dès le mois de novembre jusqu'au mois de janvier. Une troisième période correspondant à la fin de l'hivernage (débutant la fin février jusqu'au mois d'avril), où nous assistons à un effondrement des effectifs, traduit par le retour vers les sites de reproduction.

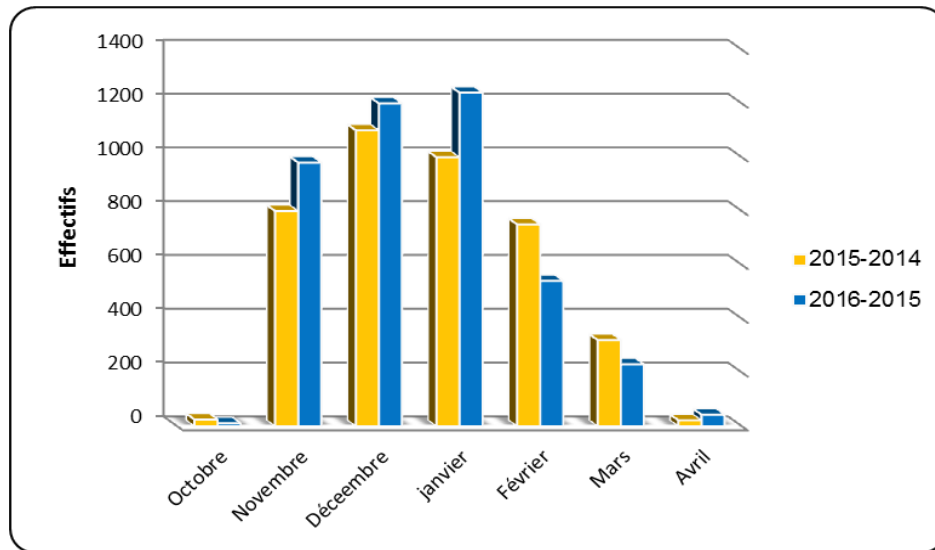


Figure 10 : variations interannuelles d'abondances du Canard souchet *Spatula clypeata* hivernant au marais de la Mékhada durant les deux saisons

4.1.2. Evolution des effectifs du souchet au Lac des Oiseaux

a) Variation des effectifs de la population globale du Canard souchet pendant la période d'étude

Les populations hivernantes du Canard souchet *Spatula clypeata* qui s'installe au Lac des Oiseaux se distingue au niveau de ce site par son caractère d'hivernant tardif du fait qu'elle commence à coloniser le plan d'eau dès la fin du mois de novembre et y demeure jusqu'à la fin mars.

Pendant la première saison, on assiste à un stationnement important de canards souchet dès le début de saison avec un maximum de 254 individus durant toute la saison qui représente l'arrivée de la population de sa migration postnuptiale sur site. La valeur moindre avec 73 oiseaux a été enregistrée le mois de janvier au milieu de la saison. Cette dernière valeur est un signe d'abandonnement du site et leur déplacement progressif vers d'autres zones humides limitrophes comme le marais de la Mékhada situé à 8 km à l'ouest et le lac Oubeira et Mellah au nord de ce site d'étude qui se trouvent à 20km. A partir du mois de février, il a eu une augmentation graduelle de la population du souchet jusqu'au mois de mars pour observer un effectif de 186 individus, témoignant la réunification de la population pour sa migration printanière (prénuptiale) (Fig. 11).

La deuxième saison a connu des effectifs très élevés par rapport à la saison précédente, mais idem l'effectif maximum est recensée au début de saison avec un afflux de 1611 individus et le minimum avec 218 individus dénombrés la fin de saison (Fig. 11). L'évolution de l'abondance de l'espèce donne une courbe qui a connu un pic, le mois de janvier. Ultérieurement, on remarque une chute continue après ce maximum, jusqu'à la fin de la saison. Cette baisse d'effectif nous laisse supposer qu'une partie de la population quitte le lieu pour rejoindre d'autres sites afin de s'alimenter sous prétexte du manque de nourriture et d'espace dans le Lac des Oiseaux causé par le nombre élevé d'autres espèces de canard enregistré cette saison qui a pu créer une compétition interspécifique, ainsi que l'augmentation de la profondeur d'eau. Enfin les fluctuations irrégulières des populations, pendant cette saison suggèrent des oiseaux en transit.

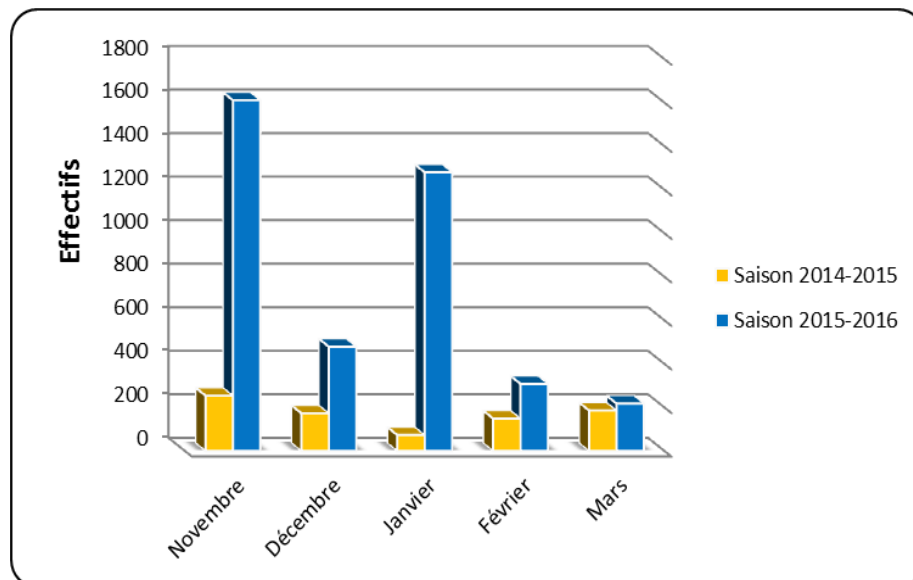


Figure 11 : fluctuations interannuelles des effectifs du Canard souchet hivernant au Lac des oiseaux durant la période d'étude

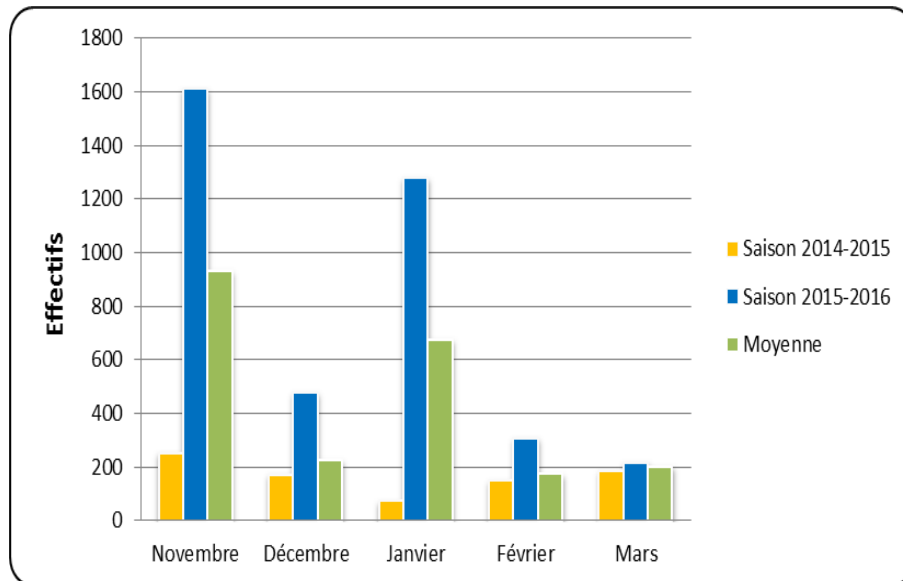


Figure 12 : évolutions interannuelles et la moyenne d'effectifs des deux saisons du Canard souchet hivernant dans le Lac des Oiseaux durant les deux saisons

La moyenne des effectifs enregistrés au cours de la période d'étude décrit une courbe irrégulière avec des effectifs maximums dès le mois de novembre pour les deux saisons, qui vont chutés au mois de décembre pour reprendre de plus belle au mois de janvier avec des effectifs moyens d'environ 600 individus ; ceci témoigne sans doute des déplacements des oiseaux entre les différents sites de la région. A partir de février les effectifs ne dépassent pas les 200 individus (Fig. 12).

b) Variation d'effectifs du sexe ratio de la population du Canard souchet pendant la période d'étude

D'après nos recensements, les principaux groupes de canards stationnant dans le Lac des Oiseaux lors des deux hivers et l'évolution des effectifs maxima mensuels des deux sexes étant presque similaire au sein des groupes, c'est-à-dire qu'il n'y a pas eu une différence significative entre les deux sexes sauf le mois de décembre pendant la saison 2015/2016 où nous avons enregistré un effectif important de la part des femelles plus que le double des mâles (Tab. 4 et Fig. 13).

Tableau 4 : effectifs, proportions et sexe ratio mensuels des souchets hivernant au Lac des Oiseaux pendant les deux saisons.

	2014/2015				2015/2016			
	Effectif mensuel	Effectif et % mâles	Effectif et % femelles	Sexe ratio	Effectif mensuel	Effectif et % mâles	Effectif et % femelles	Sexe ratio
Novembre	254	127 (50%)	127 (50%)	1	1611	743 (46.12%)	868 (53.88%)	0.85
Décembre	173	100 (57.80%)	73 (42.20%)	1.36	280	81 (28.93%)	199 (71.07%)	0.40
Janvier	73	38 (52.05%)	35 (47.95%)	1.08	1280	683 (53.36%)	597 (46.64%)	1.14
Février	149	67 (44.97%)	82 (55.03%)	0.81	308	165 (53.57%)	143 (46.43%)	1.15
Mars	186	82 (44.09%)	104 (55.91%)	0.78	218	108 (49.54%)	110 (50.46%)	0.98

La Figure 13 exprime l'évolution des effectifs des mâles et femelles. On voit bien que les courbes des deux sexes ont la même variation des effectifs entre les différents mois durant les saisons d'hivernage. Pour la saison 2014/2015 les valeurs du sexe ratio sont en faveur des mâles au début de l'hivernage puis elles s'inversent à partir de février. Pour la saison suivante c'est le scénario inverse, au début de l'hivernage le sexe ratio est en faveur des femelles puis il s'inverse au mois de janvier.

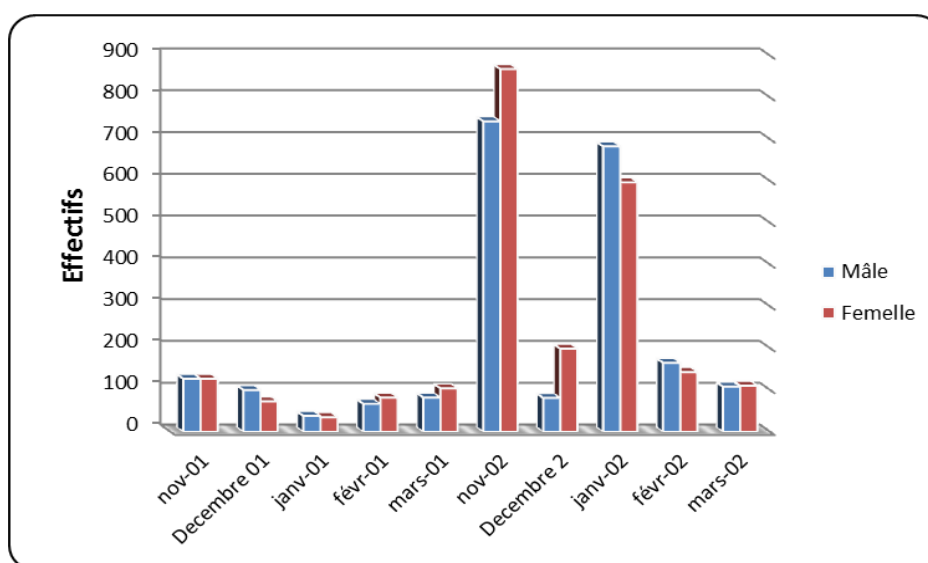


Figure 13 : évolution des effectifs mensuels des deux sexes pendant la période d'étude au Lac des Oiseaux

4.2. Modalités d'occupation spatiale

Durant nos sorties et après avoir procédé au dénombrement systématique de notre espèce d'étude, nous avons localisé la population du canard souchet sur des croquis spécifiques et provisoires en utilisant des repères constants. Ces croquis ont été par la suite reportées sur d'autres cartes définitives qui avaient permis de suivre la distribution et l'utilisation du plan d'eau par notre modèle biologique.

4.2.1. Occupation spatiale au marais de la Mékhada

Cette espèce planctonophage, très sensible à la profondeur des eaux (Thomas, 1976 ; Pirot *et al.*, 1984), le marais de la Mékhada (connu par sa faible profondeur), représente un site favorable pour cette espèce vu l'effectif élevé enregistré. Pendant toute la période d'étude nous avons observé des petits groupes d'un effectif moyen, se concentre au sud du plan d'eau tout près de la berge à côté de la route nationale 44, là où nous avons réalisé nos recensements, ainsi qu'un peu plus haut proche vers le centre. Ces groupes sont généralement observés à partir de 10h. Vu son caractère grégaire, comme tous les anatidés, on le trouve aussi inféodé à d'autres espèces comme : Sarcelle d'hiver *Anas crecca crecca*, Canard Pilet *Anas acuta*, Canard Siffleur *Anas penelope*, Fuligule Milouin *Aythya ferena*, Fuligule Nyroca *Aythya nyroca* (Houhamdi *et al.*, 2009 ; Harbi *et al.*, 2016), et des Foulques macroule *Fulica atra atra* très abondantes (Samraoui & Samraoui, 2008) (Fig. 14).

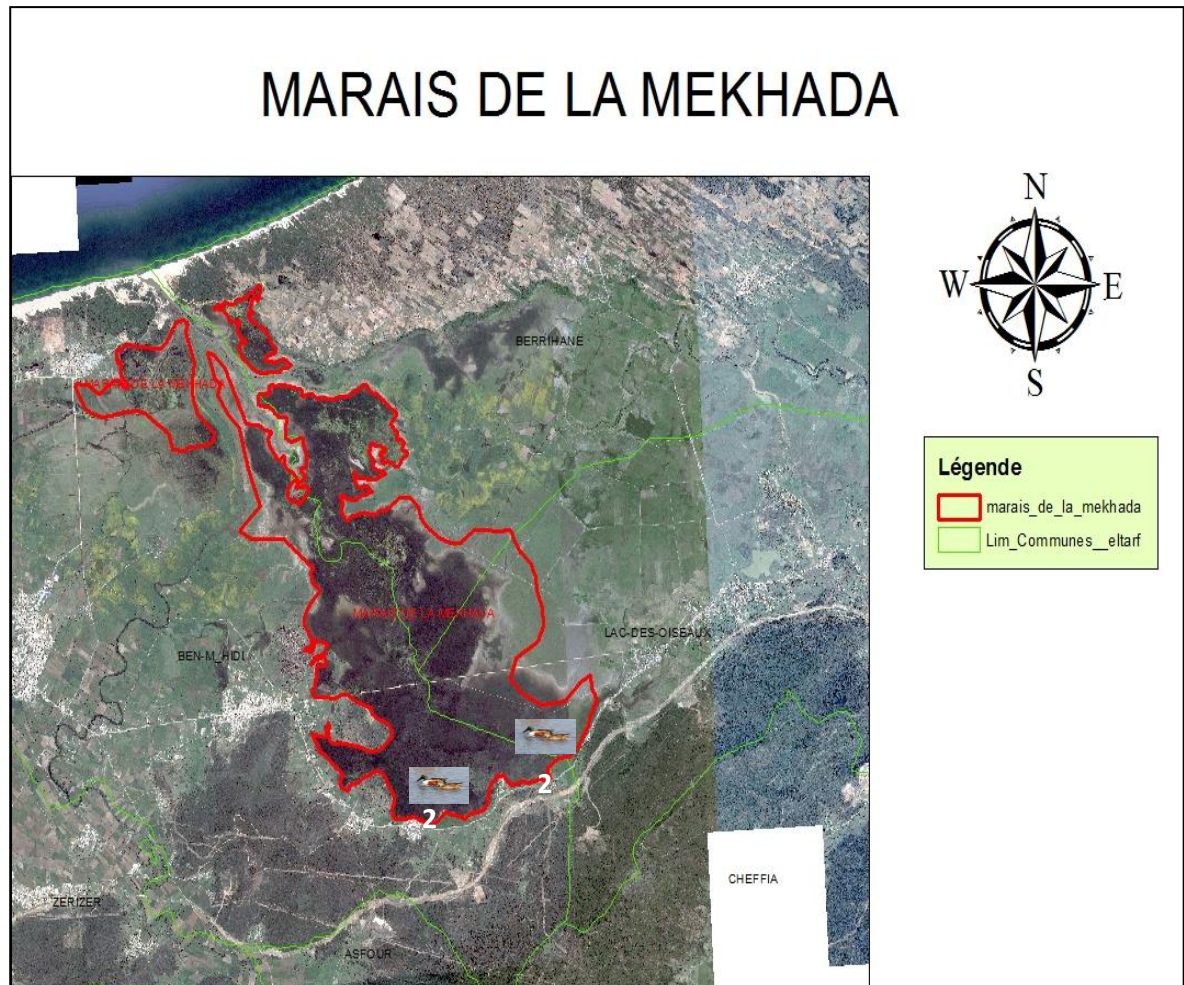


Figure 14: distribution spatiale du Canard souche sur le marais de la Mékhada durant la période d'étude (2: effectif moyen) (DGF, 2016)

4.2.2. Distribution spatiale au Lac des Oiseaux

Dans le lac, pendant le cycle quotidien le canard souchet dès le début de la journée en activité sommeil matinal se répartie près de la végétation des fois seuls et des fois en petit groupes de 4 à 5 individus. A partir de 11h il se donne à la nage et à l'alimentation dans une distribution presque générale sur le lac en se concentrant sur le secteur central du lac, principalement dans les zones dégagées de toute végétation et loin des perturbations causées par la visite des habitants du village limitrophe, mais toujours associés aux autres espèces (Pilet, Siffleur, Sarcelle d'hiver, Colvert...) et rarement en couple formant un grand groupe. Il a occupé également la partie sud sur les deux côtés du lac formant des petits groupes. Cela explique le caractère grégaire de cette espèce de canard de surface à

cause de leur caractère farouche, ainsi que pour se protéger des prédateurs et autres (Fig. 15).



Figure 15: répartition spatiale du Canard souche sur le Lac des oiseaux durant la période d'étude (1: grand effectif, 2: effectif moyen)

4.3. Rythmes d'activités diurnes

Pour les deux sites d'étude les activités répertoriées pendant les journées d'étude sont le sommeil, la toilette et la nage (des activités dites de confort), ainsi que l'alimentation et le vol.

4.3.1. Rythme d'activités diurne du Canard souchet dans le marais de la Mékhada

a) Taux des différentes activités diurne du Canard souchet durant la période d'étude

Nos résultats d'étude de rythme d'activités diurne au marais ont soldé par une dominance éminente du sommeil avec un pourcentage moyen de 43,28%. Il a été suivi par l'alimentation avec un taux de 28,35% et la nage avec 17,35%, puis par l'entretien de plumes avec 6% et enfin le vol avec 5% (Fig. 16).

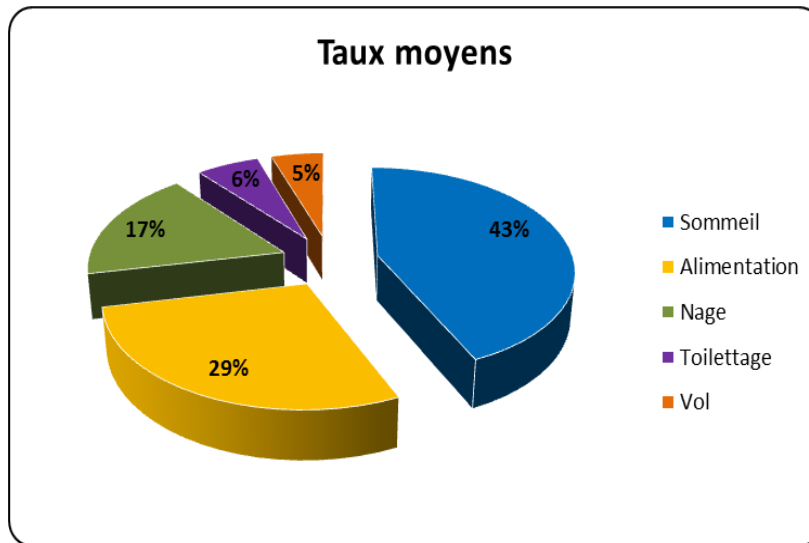


Figure 16 : proportions moyennes d'effectifs des activités diurnes du Canard souchet hivernant au marais de la Mékhada pendant la période d'étude

b) Variations temporelles du rythme d'activités diurne du Canard souchet au marais de la Mékhada

La figure 17 démontre le même schéma que la phénologie d'hivernage, dont on observe trois phases distinctes. Le début de la saison est caractérisé par la première phase (mois d'octobre) avec des taux assez élevés du sommeil et alimentation affirmant le besoin de repos et d'énergie après un long voyage postnuptiale. La deuxième phase débutée par le mois de novembre jusqu'au mois de janvier a connu un pic le mois de décembre toujours par le sommeil et l'alimentaire. Ce pic témoigne d'un besoin insistant aux récupérations de leur pertes et besoin d'énergie après la migration. La dernière phase, on a enregistré une légère baisse par rapport à la deuxième pour le sommeil et une légère augmentation pour l'alimentation afin de se préparer à la migration prénuptiale. Pour le reste des activités la nage (de 13% à 20%), la toilette (3% à 10%) et le vol (3,5% à 7,5%) sont assez stables avec de faibles taux pendant toute la durée d'étude (Tab. 5 et Fig. 17).

Tableau 5 : Variation des taux moyens mensuels du bilan d'activités du Canard souchet pendant la période d'étude au marais de la Mékhada

	Sommeil	Alimentation	Nage	Toilettage	Vol
Octobre	38,5	26,5	18	10	7
Novembre	45	26	15	8,5	5,5
Décembre	48,5	27,5	13	6	5
janvier	47	27,5	16	6	3,5
Février	42,5	28,5	19	6	4
Mars	40,5	32	20	3	4,5
Avril	41	30,5	20,5	2,5	5,5

Sur la figure 17 ci-dessous, on voit bien que les principales activités qui prédominent chez le canard souchet soit le sommeil, l'alimentation et la nage. La toilette et le vol occupent des taux très faibles qui deviennent de plus en plus faibles le long de la saison d'hivernage.

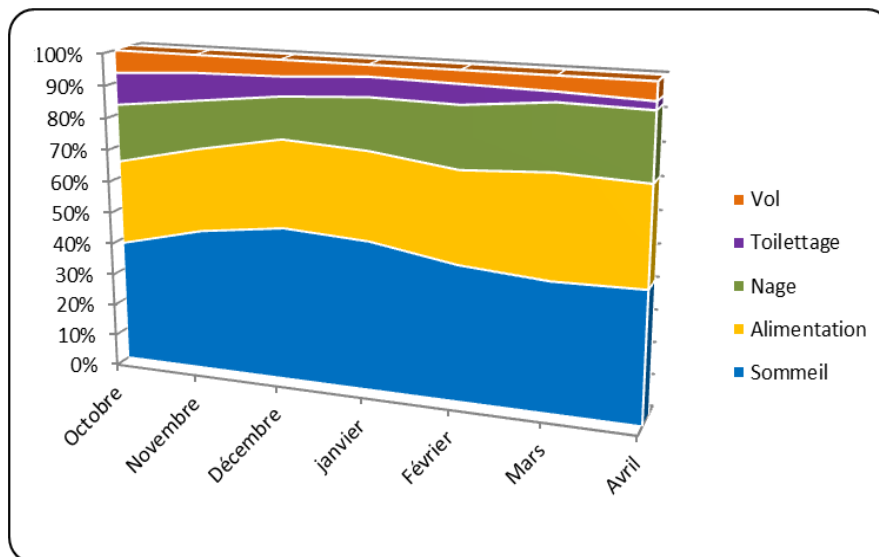


Figure 17 : variation des taux moyens mensuels des activités diurne du Canard souchet hivernant au niveau du marais de la Mékhada durant la période d'étude.

c) Variations mensuelles des activités diurnes du Canard souchet au marais de la Mékhada

D'après le tableau ci-dessous, et selon le test-t de Student, il n'existe pas une différence significative entre les deux saisons pour la pluparts des activités étant donné que $p > \alpha = 0,05$, donc les activités ne varient pas en fonction des deux saisons de suivi, accepté l'activité vol où $p = 0,010 < \alpha = 0,05$ (Tab. 6).

Tableau 6 : valeurs en pourcentage des effectifs des activités diurne (moyenne $\pm$ écart-type) pendant les hivers (2014-2015 et 2015-2016) au marais de la Mékhada selon le test-t de Student

	2014-2015	2015-2016	Test t à 2 échantillons
Sommeil	41,14 $\pm$ 4,60	44,43 $\pm$ 2,82	t = 1,12 ; p = 0,284
Alimentation	28,29 $\pm$ 2,63	28,43 $\pm$ 2,23	t = 0,11 ; p = 0,914
Nage	17,29 $\pm$ 3,55	17,43 $\pm$ 2,23	t = 0,09 ; p = 0,930
Toilettage	6,29 $\pm$ 3,04	5,71 $\pm$ 2,50	t = 0,38 ; p = 0,707
Vol	6,00 $\pm$ 1,41	4,00 $\pm$ 1,00	t = 3,06 ; p = 0,010*

$p > \alpha = 0,05$: il n'existe pas une différence significative

* = il y a eu une différence significative

t : valeur du test-t de Student

1- Le sommeil

Le sommeil représente l'activité prédominante pendant la période d'étude, elle est préférée sur l'eau et non sur les berges du plan d'eau. Durant les deux saisons, le même schéma est observé : l'allure du graphique exhibe une courbe en cloche, montrant une augmentation considérable et progressive dès le mois d'octobre avec des valeurs minimales (36% et 41%), jusqu'au mois de décembre un pic a été enregistré avec respectivement 48% et 49%. Selon la figure (18), il n'y a pas eu de différences distinctive de valeurs entre les deux saisons, cela a été confirmé avec les effectifs presque similaires pendant toute la durée d'étude et avec des valeurs complètement analogues pendant trois mois successifs : décembre, janvier et février. A partir du mois février, on signale une baisse graduelle jusqu'à la fin des saisons (le mois d'avril).

2- L'alimentation

L'activité alimentation vient en deuxième rang après le sommeil. Malgré sa nocturnalité pour toutes les espèces d'Anatidés, cette activité a éprouvé des valeurs

moyennes presque similaires pendant les deux saisons jalonnées entre 25% et 33% pour la première saison et entre 24% et 32% pour le deuxième hiver. Dès les débuts des saisons jusqu'au mois de janvier, cette activité était stable. A partir du mois de février une légère augmentation a été signalé jusqu'au mois d'avril témoignant du besoin de stockage d'énergie pour se préparant à la migration pré-nuptiale (Fig. 18).

3- La nage

La nage qui se classe après l'alimentation se fait au centre et loin de la berge. Cette activité de confort chez les Anatidés, est souvent associée à l'alimentation pour de nombreuses espèces. Dans notre cas elle dessine presque la même allure de graphique que l'alimentation mais avec des valeurs inférieures témoignant de tous qui a été dit en dessus. Cette activité est souvent observée au début et à la fin de la saison d'hivernage et elle est influencé par l'arrivée des populations et des groupes qui ont enregistré un retard dans leur migration pour regagner des sites d'hivernage (Fig. 18).

4- Le toilettage

Cette activité se classe en quatrième position avec 6% dessine des courbes descendantes du mois d'octobre vers le mois d'avril, qui évolue d'une manière semblable pendant les deux saisons de suivi. Débutant par des valeurs maximas avec 11% et 9% respectivement la première et la deuxième saison le mois d'octobre, après cette date, elle a connu une régression graduelle jusqu'à la fin de la durée d'étude avec 2% et 3% respectivement 2014/2015 et 2015/2016 en mois d'avril (Fig. 18).

5- Le vol

Le vol occupe le cinquième rang du bilan d'activités diurne du canard souchet avec un taux moyen de 5% du temps alloué dans ce site. Cette activité a eu des taux élevés pendant toute la première saison par rapport à la deuxième et également d'après le test-t de Student, il y a eu une différence significative entre les deux saisons ($p=0,010 < \alpha = 0,005$) (Fig. 18).

NB : D'après les figures des variations mensuelles du sommeil et d'alimentation, nous remarquons, une relation inverse entre ces deux activités, c'est-à-dire quand le sommeil diminue l'alimentation augmente et vis-vers-ça, mais toujours le sommeil avec des taux élevés par rapport à l'alimentation. Ainsi, pendant les deux premiers mois des deux saisons, le canard souchet a départagé un taux élevé de plus de 60 % (deux tiers) entre

l'activité sommeil et alimentation témoignant d'un besoin de repos, meilleur moyen de préservation et de récupération d'énergie après ce long voyage de migration postnuptiale.

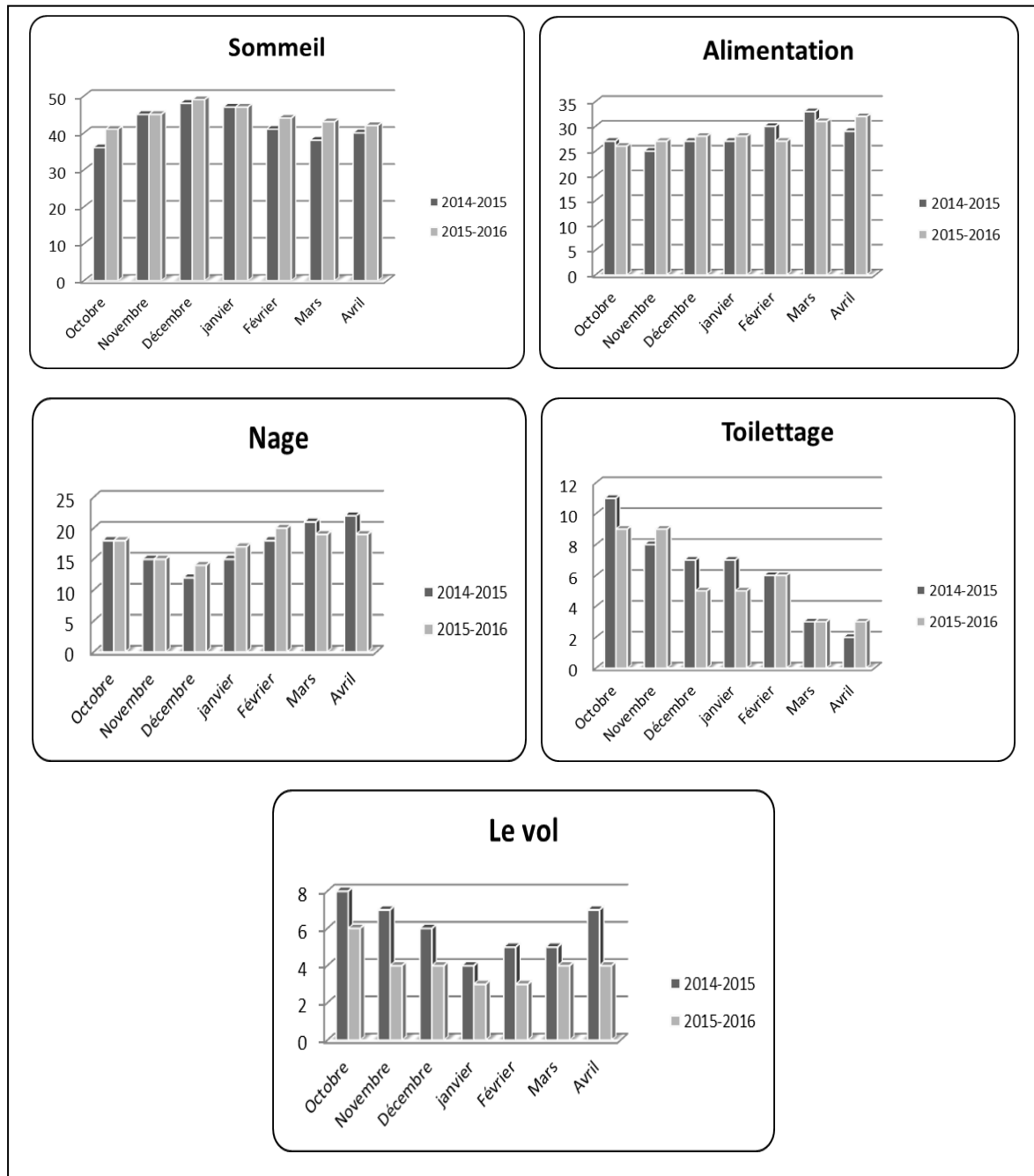


Figure 18: variation des taux d'effectifs mensuels saisonniers des activités diurne du Canard souchet *Spatula clypeata* hivernant au marais de la Mékhada

4.3.2. Rythmes d'activités diurnes du Canard souchet dans le Lac des Oiseaux

a) Proportions moyennes des rythmes d'activités diurnes des deux populations durant la période d'étude

Pendant le suivi de rythme des activités diurne du notre modèle biologique au Lac des Oiseaux, on a aperçu que le sommeil sur l'eau représentait l'activité supérieure avec un taux moyen de 48,67% presque la moitié du taux général, suivi par l'activité alimentation en ex-aequo avec la nage d'une valeur de 22,50%. Enfin des faibles taux enregistré par le toilettage et le vol avec respectivement 4,69% et 1,63% (Fig. 19).

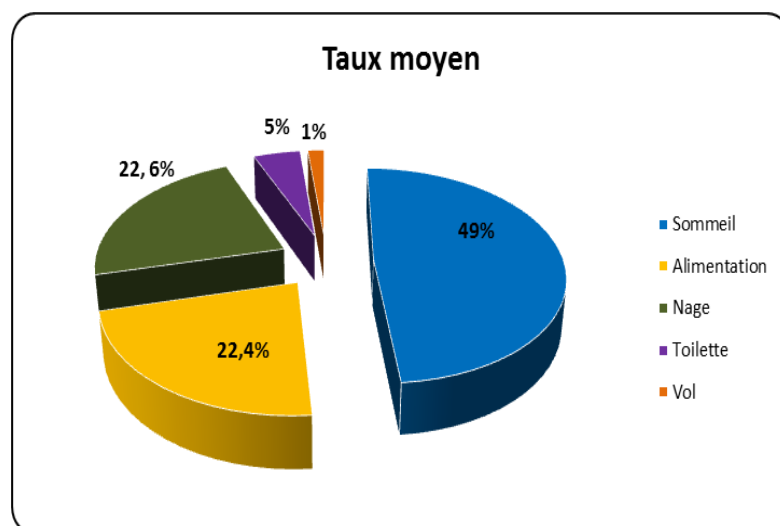


Figure 19 : taux moyens d'effectifs du bilan d'activités diurnes du Canard souchet hivernant au niveau du Lac des Oiseaux pendant la période d'étude

b) Variations temporelles des rythmes d'activités diurnes du Canard souchet au Lac des Oiseaux pendant les deux saisons

L'évolution dans le temps montre des fluctuations plus ou moins notables où les maximums de sommeil (activité dominante pendant toute la période d'étude) ont été enregistrés pendant deux mois : décembre et mars, c'est-à-dire le début et la fin de saisons. L'alimentation vient au second rang avec des valeurs inférieures durant les deux premiers mois (novembre et décembre) et des taux élevés les trois derniers mois (janvier, février, mars). L'activité nage qui détient la troisième position de bilan dispose des valeurs

opposées à l'activité précédente pendant toute la saison. L'entretien de plumes vient en quatrième position suivi par le vol, toutes les deux activités avec des valeurs moindres (Fig. 20).

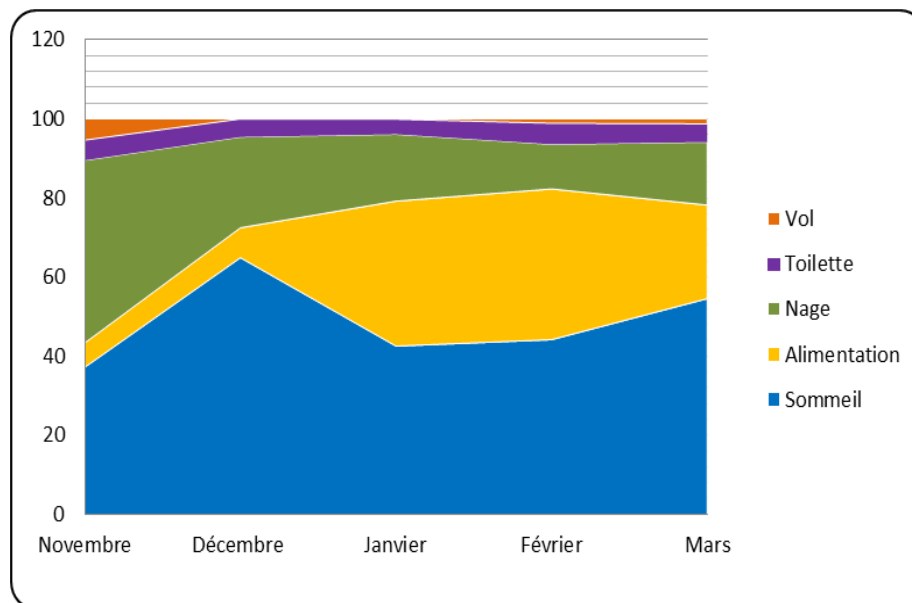


Figure 20 : variation des taux moyens mensuels du rythme d'activités diurne du Canard souchet hivernant au niveau du Lac des Oiseaux durant les deux hivers

c) Evolutions mensuelles du rythme d'activités diurne au Lac des Oiseaux

D'après le test-t de Student figurant dans le tableau 7, pour la plupart des activités il apparaît qu'il n'existe pas une différence significative entre les deux saisons étant donné que $p > \alpha = 0,05$, sauf l'activité toilettage où $p = 0,012 < \alpha$. Donc il existe une différence significative en fonction des deux saisons de suivi pour l'activité toilettage.

Tableau 7 : valeurs en taux moyens des effectifs des activités diurnes (moyenne $\pm$ écart-type) pendant les hivers (2014-2015 et 2015-2016) selon le test-t de Student

	2014-2015	2015-2016	Test t à 2 échantillons
Sommeil	38,0 $\pm$ 11,8	59,4 $\pm$ 18,0	t = 2,23, p = 0,057
Alimentation	29,0 $\pm$ 21,4	15,9 $\pm$ 14,2	t = 1,14, p = 0,286
Nage	25,8 $\pm$ 14,9	19,5 $\pm$ 15,6	t = 0,66, p = 0,529
Toilettage	5,73 $\pm$ 1,15	3,644 $\pm$ 0,855	t = 3,26, p = 0,012*
Vol	1,46 $\pm$ 1,35	1,63 $\pm$ 3,59	t = 0,10, p = 0,924

p > α = 0,05 : il n'existe pas une différence significative

* = il y a eu une différence significative

t : valeur du test-t de Student

- Le sommeil

Le sommeil représente l'activité dominante pendant les deux saisons, et on remarque que la deuxième saison ces valeurs sont élevées par rapport à la première pendant la plupart des mois. Cette activité durant la première saison est stable qui se balance entre 39% et 49% sauf le mois de janvier où nous avons enregistré une diminution remarquable de 18% remplacée par une valeur maximale de l'activité d'alimentation avec 59%. La deuxième saison dessine un graphique en cloche, qui commence par une valeur minimale le mois de novembre, et qui a connu un pic de 82% le mois de décembre ; ensuite il régresse graduellement pour terminer par ré-élévation la fin de saison avec 62% (Fig. 21A).

- L'alimentation

En comparant les deux saisons qui dessinent le même graphique, on remarque que les taux d'alimentation dans la première saison sont toujours avantageux par rapport à la deuxième saison pour la plupart des mois et surtout le mois de janvier au milieu de la saison qui a éprouvé des augmentations notables : un pic de 59% le premier hiver et un taux de 14% le second hiver avec 63% de la part du sommeil. Cette activité de vie qui a suivi le sommeil a été très faible au début pendant l'installation des populations, le mois de novembre et décembre. Cette faiblesse est remplacée par des taux élevés du sommeil. Cette activité pour les derniers mois, on a assisté à des taux importants entre 33% et 40% qui représentent avec le sommeil 75 à 90% du taux général (Fig. 21B).

- **La nage**

La nage occupe la troisième place après l'alimentation. Elle marque nettement le début de l'hivernage avec un maximum 46% occupant la première place du bilan général des activités pendant les deux saisons, cette augmentation est une sorte de prospection du site. La nage commence à diminuer dès le mois de décembre jusqu'à la fin de l'hivernage (Fig. 21C).

- **La toilette**

Le toilettage cette activité de confort qui se classe après la nage, a été observé tout le long de la période mais avec des valeurs affaiblies et assez stable du 2,5 à 8% pour les deux saisons. Mais on a remarqué une augmentation des taux toute la première saison par rapport à la deuxième saison, et cette différence est significative d'après le test-t de Student ($p = 0,012 < \alpha = 0.05$) (Fig. 21D).

- **Le vol**

Le vol occupe le dernier rang après le toilettage a été absent pour la plus part des mois durant toute la période de travail. L'activité du vol est observée principalement le mois de novembre période d'installation des oiseaux sur site avec des maxima de 3% et 8% ; le reste des mois est presque absente (Fig. 21E).

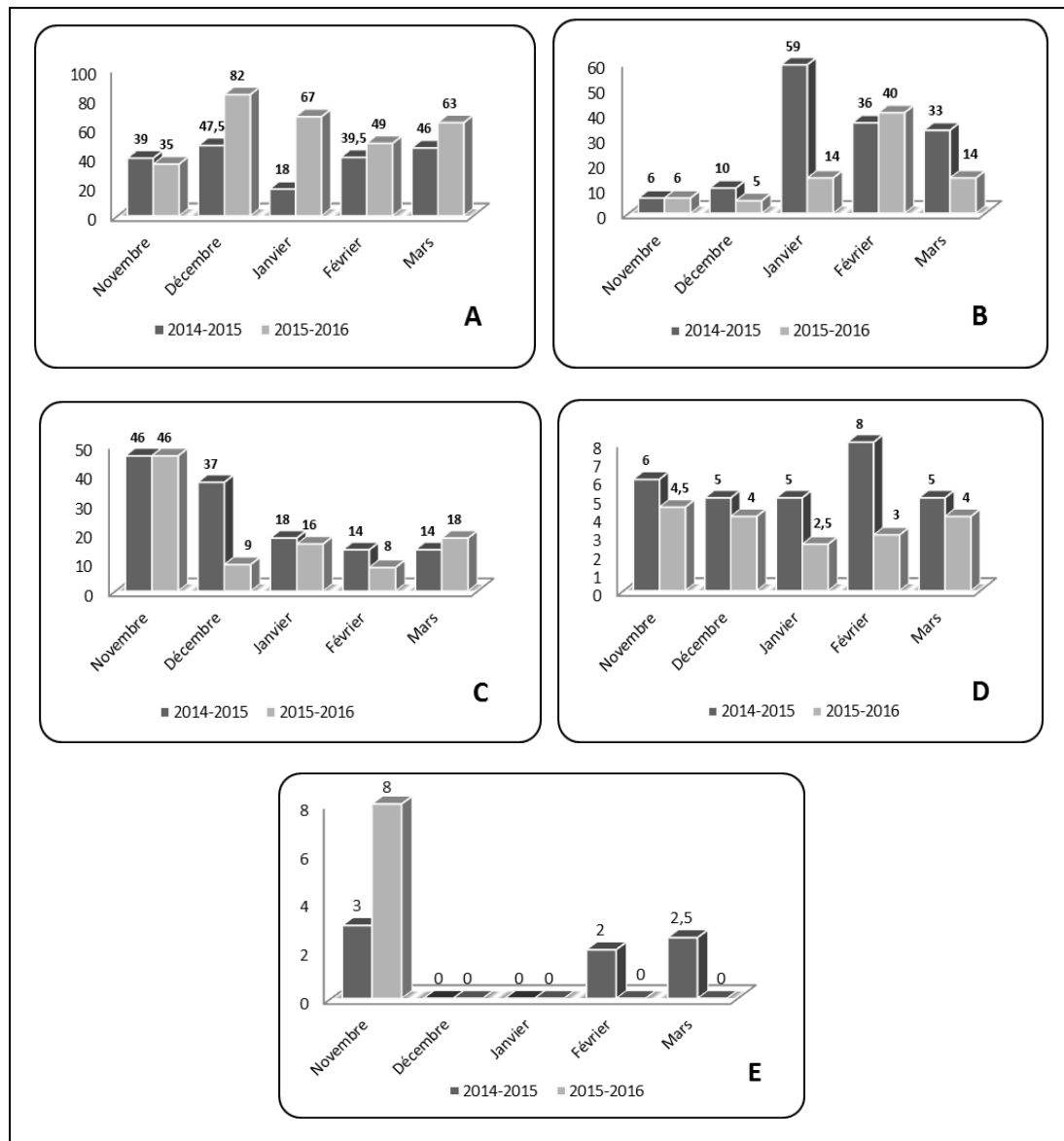


Figure 21: évolution mensuelle saisonnière des activités diurne du Canard souchet *Spatula clypeata* hivernant au Lac des Oiseaux: sommeil (A), alimentation (B), nage (C), toilette (D) et vol (E)

d) Evolutions journalières des budgets temps d'activités diurnes du canard souchet au Lac des Oiseaux

Les activités diurnes du canard souchet au Lac des Oiseaux se manifestent différemment durant la journée. Elles ont été souvent variables d'une heure à l'autre. Chaque activité est en effet interrompue par intermittence par une ou plusieurs autres activités avec des temps plus ou moins longs. Les taux d'activités par tranche horaire ont

été soldés pendant toute les saisons par 3 principales activités : le sommeil, l'alimentation et la nage avec des moyennes dépassant les 90% du temps générale (Tab. 8)

Tableau 8 : temps absolu (heures) journalier des activités diurnes du souchet pendant les deux saisons

	Saison 2014-2015	Saison 2015-2016	Temps absolu moyen
Sommeil	3,07	4,69	3,88
Alimentation	1,95	0,92	1,44
Nage	2,22	1,89	2,05
Toilette	0,5	0,33	0,42
Vol	0,26	0,15	0,21

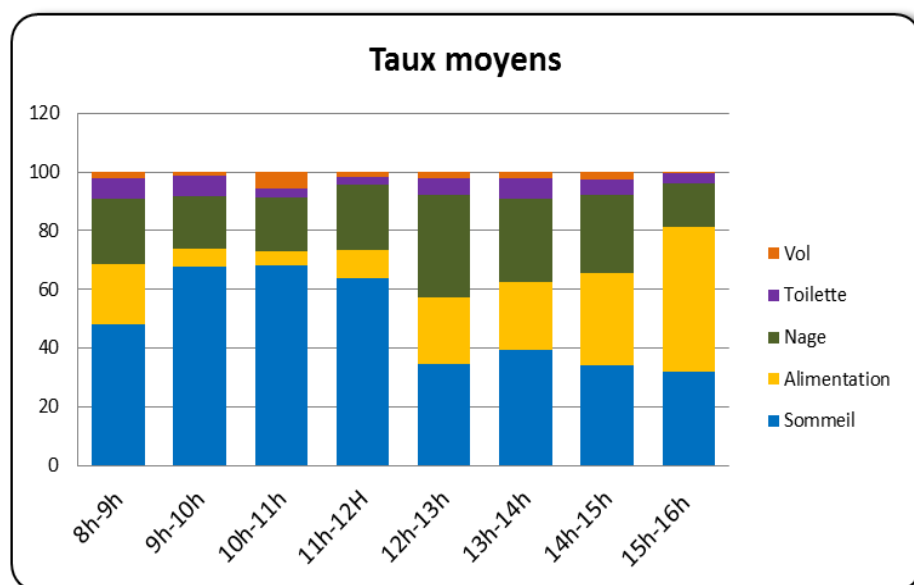


Figure 22 : évolutions des taux moyens journaliers du bilan des budgets temps d'activités diurnes du Canard souchet hivernant au niveau du Lac des Oiseaux durant la période d'étude

1- Le sommeil : avec un temps moyen de 3,88h, c'est l'activité dominante, dès le début de la journée, cette dominance qui atteint un maximum la tranche horaire 10h-11h avec 68% persiste toute la matinée. Du 12h à 15h on remarque une diminution et un départage à peu près égal du temps journalier entre sommeil, nage et alimentation. La fin

de journée (tranche horaire 15h-16h) on observe une diminution flagrante du sommeil remplacée par un taux élevé de l'alimentation (Fig. 23).

2- L'alimentation avec un temps moyen de 1.44h se place au troisième rang, dès le début de la journée était faible avec un taux de 20,63 et qui régresse et reste faible jusqu'à 12H. À partir de l'après-midi, elle a connu une augmentation progressive jusqu'à elle atteint son maximum la fin de journée avec 49,46% qui représente le taux le plus élevé du bilan journalier (Fig. 23).

3- La nage est l'activité qui entremêle souvent les autres activités. Elle débute la journée avec 21,92% presque égale à l'alimentation. Elle est plus au moins constante durant toute la journée avec une valeur maximale de 35 % pour tout le bilan d'activités journalier entre 12h et 13h. Ensuite elle diminue graduellement jusqu'à la fin de journée et atteint 14,57% sa valeur minimale (Fig. 23).

4- L'activité toilettage a connu une oscillation de taux qui varient entre 2,63 et 7,38% entre le début et la fin de journée (Fig. 23).

5- Le vol se manifeste par un taux maxima pendant la tranche horaire 10h à 11h le reste de la journée est constant et qui ne dépasse pas 2.5% (Fig. 23).

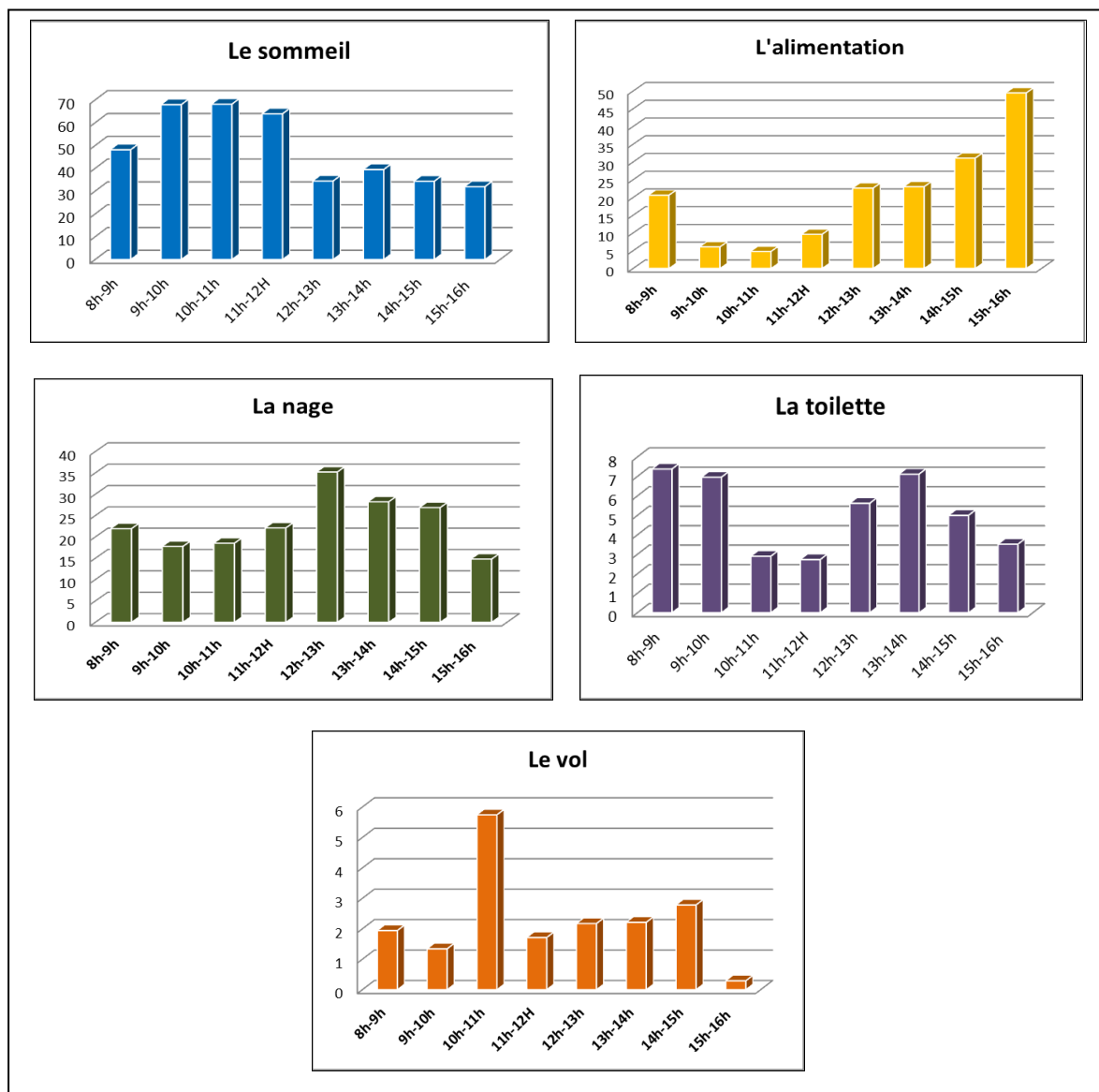


Figure 23: variation des taux moyens journaliers des budgets temps de chaque activité du Canard souchet hivernant au niveau du Lac des Oiseaux durant la période d'étude

4.3.3. Variation de sexe ratio du rythme d'activités diurne de la population du souchet *Spatula clypeata* au Lac des Oiseaux durant la période d'étude

a) Taux moyens du rythme d'activités diurne des deux sexes pendant la durée d'étude

Le bilan d'activités diurne des deux sexes de cette espèce au niveau du Lac des Oiseaux, après 80 heures d'observation (du mois de novembre au mois de mars), s'est soldé par les résultats affichés dans le tableau suivant. Pour les deux sexes, toujours l'activité sommeil qui domine l'ensemble des activités. Le sommeil est suivi par

l'alimentation et puis la nage presque en ex-aequo pour les deux sexes, et chaque activité de ces deux dernières dédie le quart de bilan général. L'entretien du plumage vient en quatrième position suivi par le vol avec des taux moindres du bilan total (Tab. 9).

Tableau 9 : proportions moyennes du bilan d'activités diurne des deux sexes du *Spatula clypeata* pendant la période d'étude

	Mâle	Femelle
Sommeil	41,08	42,52
Alimentation	25,24	24,14
Nage	24,52	23,59
Toilettage	5,46	6,36
Vol	3,7	3,4

b) Evolutions saisonnières du rythme d'activités diurne des deux sexes au Lac des Oiseaux

Pour **la première saison** d'hivernage, l'activité sommeil est dominante, avec un taux légèrement bas chez les femelles avec 33,13% par rapport aux mâles avec 35,29%. Cette dernière activité est suivie par l'alimentation et la nage respectivement avec 28,07% et 25,53% pour les mâles et pour les femelles, sont 27,8% et 27,37%. L'activité toilettage est élevée insensiblement chez le sexe féminin que le sexe masculin. Idem pour le vol, mais cette élévation est au profit des mâles par rapport aux femelles (Fig. 24).

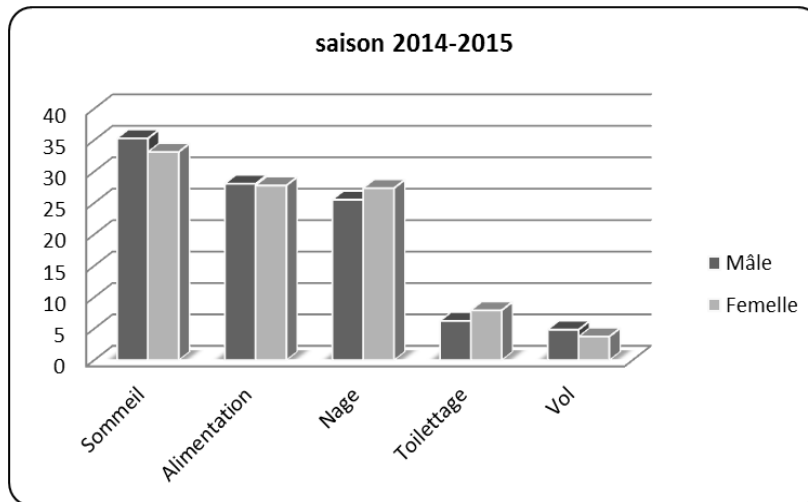


Figure 24 : variation du sexe ratio des taux moyens d'effectifs d'activités diurne au niveau du Lac des Oiseaux durant la première saison d'étude

Durant la deuxième saison (2015-2016), le sommeil est toujours dominant mais on a observé le contraire que la saison précédente, le taux de cette activité est visiblement élevé chez les femelles que les mâles. Pour les mâles la nage se situe en deuxième rang suivi par l'alimentation avec des faibles taux par rapport à la première saison. En revanche pour les femelles, on enregistre l'inverse l'alimentation vient en deuxième position et puis la nage et avec des taux faibles. L'augmentation du taux du sommeil et la diminution du taux de l'activité d'alimentation par rapport à la première saison sont probablement une conséquence de l'augmentation du niveau d'eau marquée par une saison pluvieuse et une compétition interspécifique dans le lac qui a accueilli plus d'oiseaux cette saison. Pour le toilettage avec un taux faible par rapport aux activités précédentes, il y a toujours un taux légèrement élevé de la part des femelles par rapport aux mâles. Le vol est presque égal entre les deux sexes avec des taux mineurs (Fig. 25).

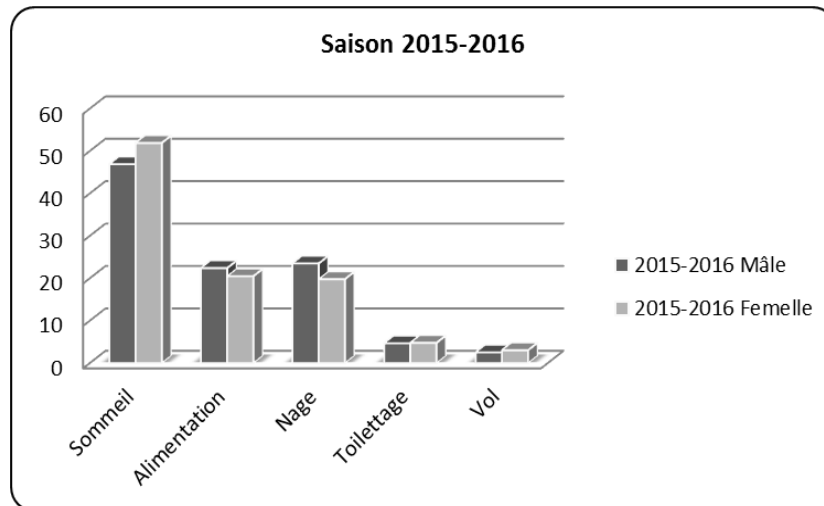


Figure 25 : variation du sexe ratio des taux moyens d'effectifs d'activités diurne au niveau du Lac des Oiseaux durant la deuxième saison d'étude

D'après le Test t de Student de variation de sexe ratio du rythme d'activités diurne durant la première saison, il n'existe pas de différences significatives entre les deux sexes ($p > \alpha = 0,05$), sauf pour l'activité de toilette et pendant le mois de février où les femelles fournissent un coût remarquablement élevé que les mâles. Lors de la deuxième saison, aucune différence significative n'a été enregistrée entre les deux sexes pour toutes les activités ($p > \alpha = 0,05$) (Tab. 10).

Tableau 10 : Comparaison entre les taux moyens d'effectifs du sexe ratio des activités diurne (moyenne $\pm$ écart-type) pendant les deux hivers (2014-2015 et 2015-2016) selon le test-t de Student

	2014-2015			2015-2016		
	Mâle	femelle	Test t à 2 échantillons	Mâle	femelle	Test t à 2 échantillons
Sommeil	35,3 $\pm$ 15,9	33,1 $\pm$ 19,5	t = 0,19 p = 0,853	46,9 $\pm$ 15,5	51,9 $\pm$ 17,1	t = 0,48 p = 0,641
Alimentation	28,1 $\pm$ 16,4	27,8 $\pm$ 14,7	t = 0,03 p = 0,979	22,4 $\pm$ 13,2	20,5 $\pm$ 11,6	t = 0,25 p = 0,810
Nage	25,5 $\pm$ 18,4	27,3 $\pm$ 17,0	t = 0,15 p = 0,881	23,5 $\pm$ 17,1	19,8 $\pm$ 14,7	t = 0,37 p = 0,720
Toilettage	6,24 $\pm$ 2,36	7,94 $\pm$ 5,54	t = 0,63 p = 0,546	4,67 $\pm$ 2,15	4,78 $\pm$ 1,68	t = 0,08 p = 0,936
Vol	4,86 $\pm$ 2,91	3,76 $\pm$ 3,28	t = 0,56 p = 0,590	2,45 $\pm$ 2,96	3,04 $\pm$ 4,82	t = 0,23 p = 0,824

p > α = 0,05 : il n'existe pas une différence significative

t : valeur du test-t de Student

c) Variation du sexe ratio mensuelle du rythme d'activités diurne au Lac des Oiseaux

1- Le sommeil

L'activité diurne la plus importante pour les deux sexes est enregistrée avec les taux mensuels les plus élevés pendant le début et la fin de la saison, soit pendant le mois de novembre-décembre et le mois de mars pour la première saison et pour la deuxième saison c'est le mois de décembre-janvier et le mois de mars (Fig. 26). Il n'y a pas une différence significative entre les deux sexes vu que $p > \alpha = 0,05$ (Tab. 10). Cette activité manifestée au début de saison est synonyme de récupération et de réduction énergétique après une longue migration postnuptiale. Le pic de fin de saison permet à l'oiseau de réduire ses dépenses énergétiques et favorise en même temps l'accumulation des lipides en préparation à son retour pré-nuptial.

2- L'alimentation

D'après le tableau 10 il n'y a pas de différence significative entre les deux sexes d'après le test T de Student. Pendant toute la période de travail, les deux sexes leurs taux désignent les mêmes histogrammes à quelques différences pas importantes. Au début des deux saisons, cette activité a connu un taux bas remplacé par un taux élevé pour l'activité de sommeil. A l'inverse de la plupart des espèces animales, les canards ont, pendant leur période hivernale, une alimentation essentiellement nocturne, sauf chez les individus qui n'ont pas satisfait leurs besoins alimentaires la nuit, et consacrent une partie de la journée à s'alimenter. L'alimentation a été observée principalement les matinées à partir du mois de décembre et de janvier jusqu'à la fin des deux saisons en dominant les périodes pré-migratoires (Fig. 26). Cette activité est toujours accompagnée par la nage, car les souchets s'alimentent dans plus de 90% des cas en nageant.

3- La nage

Cette activité qui se positionne après l'alimentation est tantôt élevée pour le mâle et tantôt pour la femelle durant la période d'étude. Cette intermittence entre les deux sexes revient probablement au caractère farouche du canard souchet se départagent la prospection du site d'éventuel apparition des prédateurs (Fig. 26). En revanche, il n'y a pas une différence significative entre les deux sexes selon le test t de Student (Tab. 10).

4- Le toilettage

Globalement cette activité ne présente pas une différence significative entre les deux sexes. Mais selon la figure 26, pendant le mois de février de la première saison (2014-2015), on a remarqué un taux remarquablement élevé chez les femelles par rapport aux mâles, cette différence entre les deux sexes est allouée à la mue qui peut être particulièrement étalée dans le temps chez les femelles qui passent davantage de temps en toilettage que les mâles (Tab. 10).

5- Le vol

Idem pour le vol Aucune différence significative n'a été observée entre les deux sexes (Tab. 10). Le vol diurne du Canard souchet est généralement une activité provoquée. Il occupe le dernier rang dans ce bilan de rythme d'activités et ne dépasse guère 11% (Fig. 26). Son maximum est enregistré pendant la période de transit des oiseaux, soit au cours des mois de novembre et de janvier.

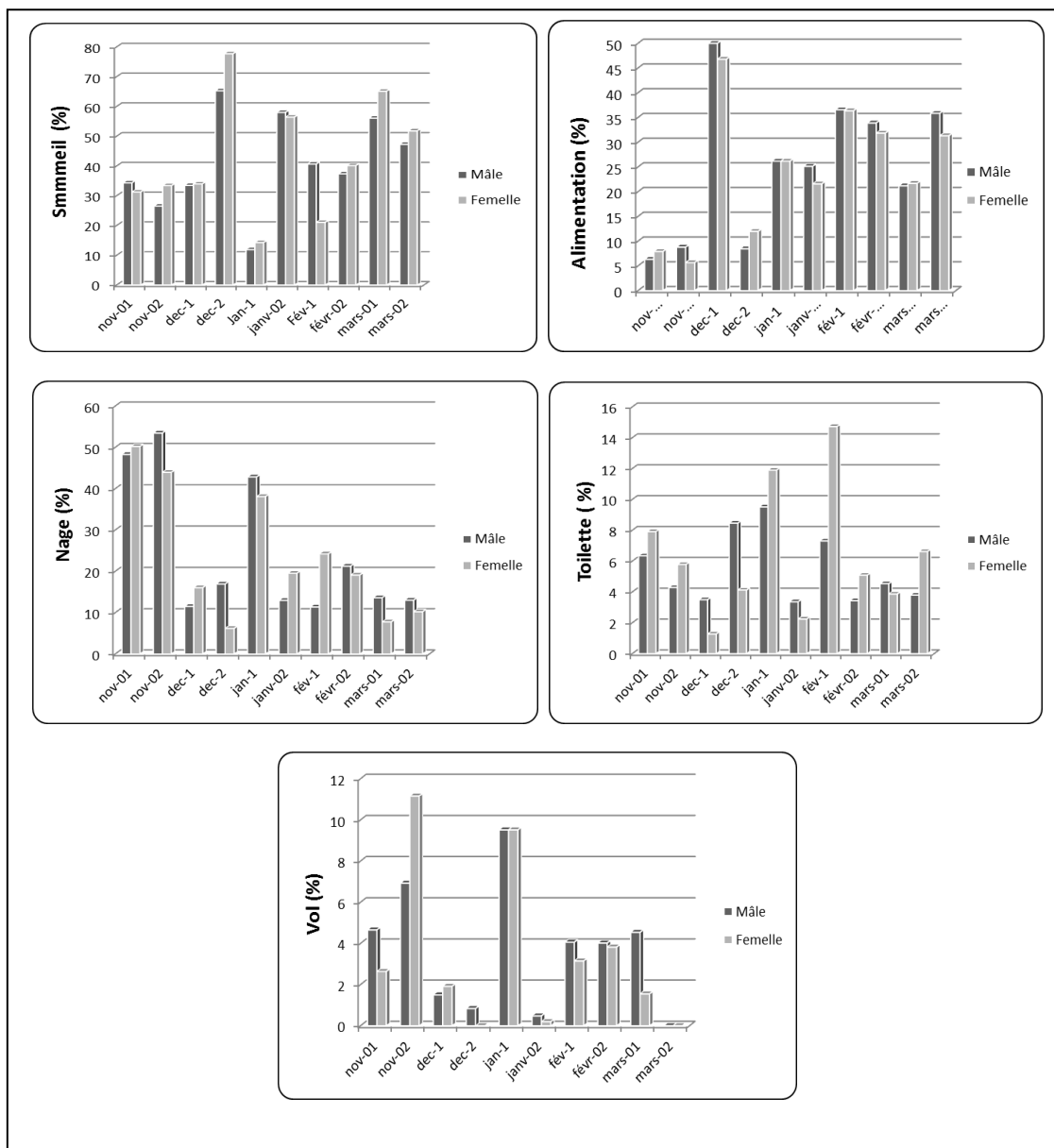


Figure 26: Variation mensuelle des taux moyens d'effectifs des différentes activités diurnes pour les deux sexes du *Spatula clypeata* hivernant au niveau du Lac des Oiseaux durant la période du suivi

d) Variations journalières du rythme d'activités diurne du sexe ratio des populations du canard souchet durant la période d'étude

La variation du sexe ratio de rythme d'activités diurne journalière du canard souche au Lac des Oiseaux se manifeste pareillement durant la journée, mais variables d'une tranche horaire à l'autre. Toujours les taux d'activités les plus dominantes pendant toute la durée d'étude et pour les deux sexes sont : le sommeil, l'alimentation et la nage avec des

moyennes dépassant les 90% du temps générale. L'activité entretien de plumes et vol ont des faibles taux pour les deux sexes et pendant la période de suivi (Fig. 27).

Selon le tableau ci-dessous, le temps alloué pour chaque activités est presque le même entre les deux sexes.

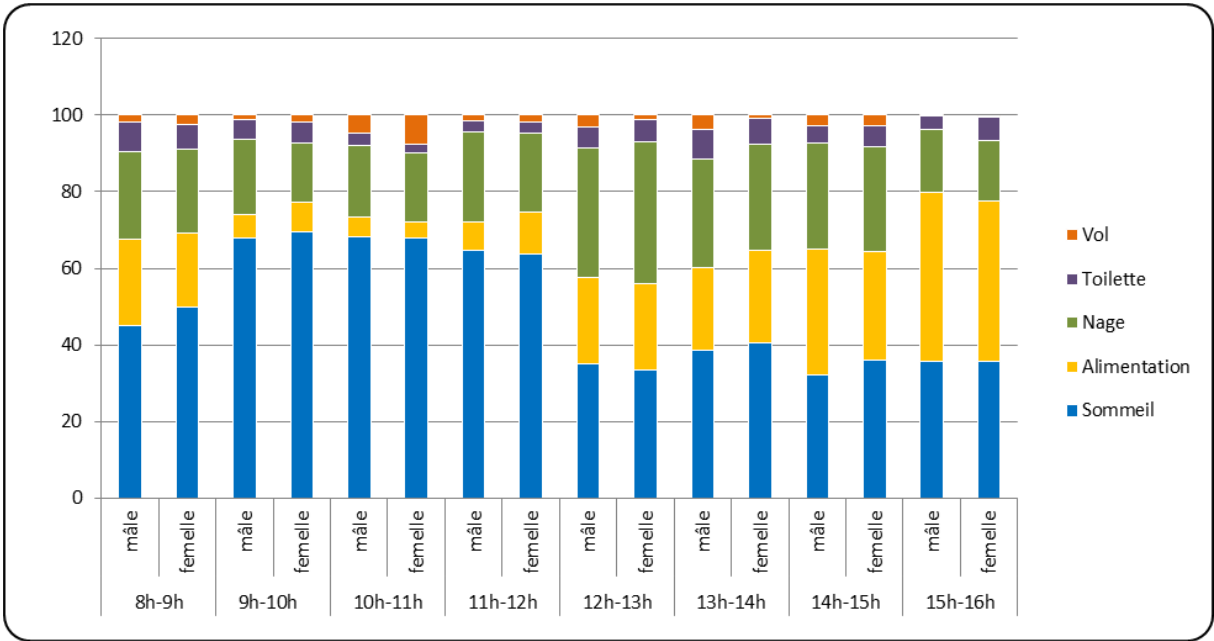


Figure 27 : évolution des taux moyens du bilan journalier des budgets temps d'activités diurnes des deux sexes du Canard souchet hivernant au niveau du Lac des Oiseaux durant la période d'étude

Tableau 11 : temps absolu (heures) journalier des activités diurnes des deux sexes du souchet pendant la période d'étude

Activités	Temps absolu (heures)	
	Mâle	Femelle
Sommeil	3,74	3,73
Alimentation	1,49	1,38
Nage	1,86	1,45
Toilette	0,4	0,37
Vol	0,18	0,181

1- Avec un temps égal pour le mâle et femelle de 3,73h, **le sommeil** représente l'activité magistrale. A des taux légèrement élevé pour les mâles par rapport aux femelles pour la plupart du temps, mais il n'a pas eu de différence significative entre les deux sexes d'après le tableau 12 pendant toute la journée. Cette activité dès le début de journée elle occupe le premier rang et augmente la tranche horaire 9h-10h et reste stable jusqu'à 12h pour les deux sexes. Dès l'après-midi, elle chute brutalement presque la moitié de la valeur maximale et reste stable jusqu'à la fin de la journée avec des valeurs pareilles pour les deux sexes (Fig. 28).

2- **L'alimentation** est presque égale pour les deux sexes pendant toute la période d'étude. Elle vient en troisième position après la nage avec une très légère différence, débute la journée avec la moitié du taux maximale de cette activité. De 9h-10 le taux chute et reste presque stable jusqu'à midi. A partir de la tranche horaire 12h-13h cette activité augmente graduellement jusqu'à ce qu'elle arrive à son apogée la fin de journée à 16h avec un pourcentage qui dépasse 40% pour les deux sexes (Fig. 28).

3- **La nage** est en deuxième position est stable pendant toute la matinée. Son maximum a été enregistré pendant la tranche horaire 12h-13h avec 35% pour le mâle et 37% pour la femelle. Après cette heure, elle chute et stabilise pendant deux heures de temps du 13h jusqu'à 15h ; puis elle chute encore pour arriver à sa valeur moindre à la fin de journée et remplacée par une manifestation maximale de la part de l'alimentation. Pendant toute la journée nous n'avons pas remarqué une différence concrète entre les deux sexes (Fig. 28).

4- **L'entretien des plumes** vient en quatrième position, toujours avec des faibles taux qui ne dépasse pas 8% sa valeur maximale qui a été signalée le début de la journée avec une différence de 1% à la faveur des mâles. Après cette tranche horaire elle s'effondre régressivement jusqu'à 12h avec un taux moyen de 3% pour les deux sexes. L'après-midi, elle augmente jusqu'elle a eu un pic pendant l'heure 13h-14h où nous remarquons le taux des mâles est supérieur aux femelles. A la fin de la journée c'est l'inverse le taux de cette activité est presque le double en faveur des femelles avec 6.19% et les mâles avec 3.61% (Fig. 28).

5- **Le vol** dernière activité du bilan diurne des activités avec un temps moyen égal entre les deux sexes pendant toute la journée, a été légèrement dominant par les femelles

presque toute la journée où nous avons dégagé une différence remarquable à la faveur des femelles durant la tranche horaire 10h-11h (Fig. 28).

NB :

En comparant la figure 21 qui représente l'évolution journalière des budgets d'activités diurne de toute la population du Canard souchet hivernant au niveau du Lac des Oiseaux durant la période d'étude avec la figure 26, on remarque que chaque activité désigne le même schéma, c'est-à-dire que pour les deux sexes, globalement il n'y a de différences concernant le comportement diurne.

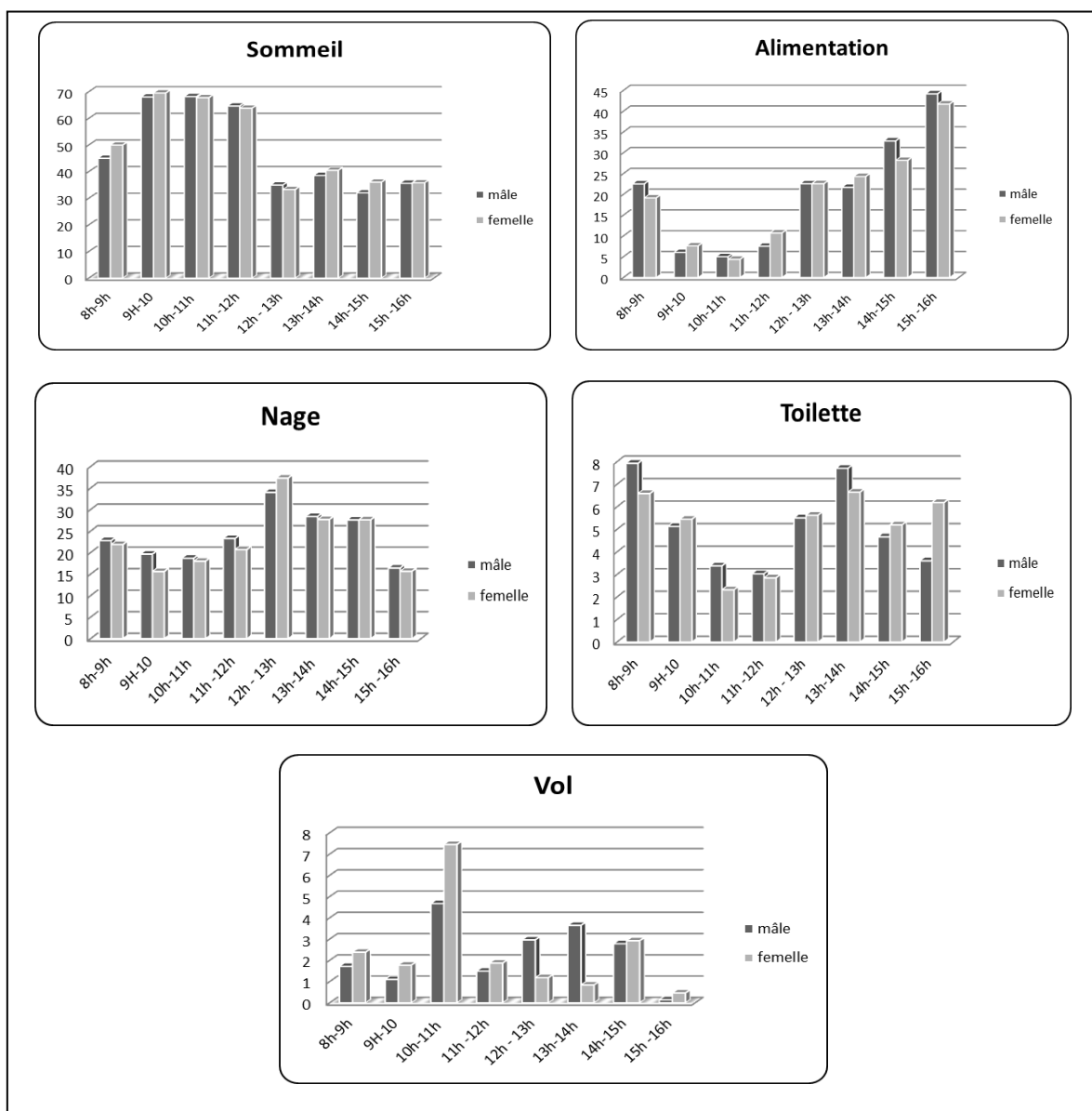


Figure 28 : Variations des taux moyens journaliers des budgets temps des différentes activités diurnes des deux sexes du *Spatula clypeata* hivernant au niveau du Lac des Oiseaux pendant la période de suivi

Tableau 12 : Variation journalière des taux moyens des effectifs des d'activités diurne (moyenne $\pm$ écart-type) des deux sexes de la population du Canard souchet au niveau du lac des Oiseaux selon le Test t de Student

	8h à 9h			9h à 10h			10h à 11h			11h à 12h		
	Mâle	Femelle	Test t à 2 échantillons	Mâle	Femelle	Test t à 2 échantillons	Mâle	Femelle	Test t à 2 échantillons	Mâle	Femelle	Test t à 2 échantillons
Sommeil	45.0 $\pm$ 33.5	50.0 $\pm$ 36.2	t = 0.32 ; p = 0.75	68.1 $\pm$ 18	62.6 $\pm$ 27	t = 0.51 ; p = 0.614	68.2 $\pm$ 29.2	67.8 $\pm$ 31.9	t = 0.03 ; p = 0.977	64.6 $\pm$ 24.4	63.8 $\pm$ 31.8	t = 0.06 ; p = 0.950
Alimentation	22.5 $\pm$ 34.9	19.2 $\pm$ 30.4	t = 0.23 ; P = 0.821	6.04 $\pm$ 7.90	6.9 $\pm$ 10.3	t = 0.20 ; p = 0.843	5.03 $\pm$ 5.55	4.40 $\pm$ 3.50	t = 0.30 ; p = 0.769	7.54 $\pm$ 8.97	10.7 $\pm$ 17.6	t = 0.51 ; p = 0.616
Nage	22.8 $\pm$ 18.2	21.9 $\pm$ 24.4	t = 0.10 ; P = 0.925	19.6 $\pm$ 15.9	14.1 $\pm$ 12.9	t = 0.86 ; p = 0.400	18.7 $\pm$ 22.0	18.0 $\pm$ 26.4	t = 0.06 ; p = 0.951	23.3 $\pm$ 21.7	20.7 $\pm$ 24.7	t = 0.25 ; p = 0.806
Toilette	7.93 $\pm$ 7.32	6.59 $\pm$ 6.25	t = 0.44 ; p = 0.665	5.13 $\pm$ 3.92	4.88 $\pm$ 3.98	t = 0.14 ; p = 0.889	3.38 $\pm$ 2.69	2.32 $\pm$ 1.53	t = 1.08 ; p = 0.294	3.06 $\pm$ 1.81	2.85 $\pm$ 4.96	t = 0.12 ; p = 0.903
Vol	1.71 $\pm$ 3.06	2.38 $\pm$ 3.51	T = 0.46 ; p = 0.653	1.11 $\pm$ 2.74	1.59 $\pm$ 3.58	t = 0.34 ; p = 0.737	4.7 $\pm$ 10.5	9.1 $\pm$ 17.9	t = 0.68 ; p = 0.506	1.49 $\pm$ 3.21	1.87 $\pm$ 4.08	t = 0.23 ; p = 0.821

p > α = 0,05 : il n'existe pas une différence significative

t : valeur du test-t de Student

Tableau 13 : Variation journalière des taux moyens des effectifs des d'activités diurne (moyenne $\pm$ écart-type) des deux sexes de la population du Canard souchet au niveau du lac des Oiseaux selon le Test t de Student (suite)

	12h à 13h			13h à 14h			14h à 15h			15h à 16h		
	Mâle	Femelle	Test t à 2 échantillons	Mâle	Femelle	Test t à 2 échantillons	Mâle	Femelle	Test t à 2 échantillons	Mâle	Femelle	Test t à 2 échantillons
Sommeil	35 $\pm$ 26.4	33.3 $\pm$ 26.9	T = 0.14; p = 0.890	38.5 $\pm$ 24.0	40.5 $\pm$ 28.1	T = 0.17 ; p = 0.869	32.0 $\pm$ 25.9	36.0 $\pm$ 32.8	T = 0.29 ; p = 0.778	35.6 $\pm$ 27.7	35.8 $\pm$ 29.3	T = 0.01 ; p = 0.990
Alimentation	22.6 $\pm$ 25.4	22.6 $\pm$ 20.5	T = 0.00 ; p = 0.999	21.7 $\pm$ 17.1	24.3 $\pm$ 21.3	T = 0.30 ; p = 0.764	32.9 $\pm$ 23.6	28.2 $\pm$ 21.9	T = 0.44 ; p = 0.667	44.2 $\pm$ 33.9	41.7 $\pm$ 33.0	T = 0.14 ; p = 0.893
Nage	34.0 $\pm$ 27.5	37.4 $\pm$ 32.9	T = 0.25 ; p = 0.806	28.4 $\pm$ 18.3	27.7 $\pm$ 24.1	T = 0.07 ; p = 0.946	27.6 $\pm$ 14.6	27.5 $\pm$ 25.6	T = 0.01 ; p = 0.993	16.43 $\pm$ 8.57	15.7 $\pm$ 17.4	T = 0.10 ; p = 0.919
Toilette	5.51 $\pm$ 5.58	5.63 $\pm$ 5.35	T = 0.05 ; p = 0.962	7.71 $\pm$ 4.09	6.65 $\pm$ 5.75	T = 0.48 ; p = 0.638	4.67 $\pm$ 6.17	5.21 $\pm$ 7.56	T = 0.17 ; p = 0.870	3.61 $\pm$ 5.52	6.19 $\pm$ 8.79	T = 0.66 ; p = 0.524
Vol	2.98 $\pm$ 2.84	1.18 $\pm$ 1.52	T = 1.74 ; p = 0.099	3.56 $\pm$ 5.21	0.84 $\pm$ 1.53	T = 1.59 ; p = 0.131	2.78 $\pm$ 5.13	2.92 $\pm$ 4.57	T = 0.06 ; p = 0.951	0.141 $\pm$ 0.374	0.60 $\pm$ 1.58	T = 0.74 ; p = 0.472

$p > \alpha = 0,05$: il n'existe pas une différence significative

t : valeur du test-t de Student

Selon les tableaux en-dessus, on remarque pour certains activités les valeurs sont élevées tant tôt pour les mâles et tant tôt pour les femelles, d'ailleurs il n'existe pas une différence significative entre les deux sexes en ce qui concerne le budget temps d'après le test-t de Student ($p > \alpha = 0,05$).

CHAPITRE V : DISCUSSION

5.1. Phénologie d'hivernage

D'après Trollet (2014c), le Canard souchet *Spatula clypeata* qui y utilise tous les types de zones en eau, y compris de très petite taille, dès le mois d'août jusqu'au novembre, a lieu la migration d'automne durant laquelle les oiseaux gagnent leurs lieux d'hivernage européens et africains. Cette espèce Holarctique présente un statut de migrateur, hiverne en grand nombre dans notre pays sur les zones humides du Tell et autres. Sa présence est régulière en Numidie (Houhamdi, 1998 ; Houhamdi et Samraoui, 2001 ; Houhamdi, 2002 ; Maazi, 2009 ; Harbi, 2010 ; Mettlaoui, 2010 ; Baaziz, 2011 ; Khelloul, 2011 ; Chentouh, 2012 ; Farhi, 2012 ; Amora Abda, 2015 ; Boudraa, 2016; Harbi, 2016 ; Khemis, 2016 ; Tabouche, 2017 ; Bourafa, 2019...). Les canards souchet hivernant dans la région d'El-Tarf appartiennent essentiellement à la population nichant en Europe centrale, c'est un hivernant habitué de cette région, il est toujours dénombré en grand nombre (environ 14 000 ont été recensé en janvier 1977 au lac Tonga) (Van Dijk & Ledant, 1983 ; in Harbi, 2010).

Pendant nos deux saisons de suivi (2014-2015 et 2015-2016) les populations du Canard souchet sont installées le mois d'octobre dans le marais de la Mékhada, nos enregistrements et ceux de Bourafa (2019) représentent les seules données concernant la chronologie des stationnements de cette espèce durant la période d'hivernage dans ce site. Le manque de données sur le suivi des effectifs de l'avifaune nous a clairement indiqué que le marais de la Mékhada est depuis longtemps sous-estimé. Cette sous-estimation est due à sa grande superficie qui est difficilement accessible pour les ornithologues qui ne peuvent pas la couvrir, et également l'irrégularité de leur mise en eau qui a toujours constitué un frein à leur étude des dénombrements exhaustifs des oiseaux d'eau dans ce site.

En revanche, sur le Lac des Oiseaux l'avifaune a fait l'objet de plusieurs études vu la petitesse du lac et son accessibilité. Notre modèle biologique dans ce site ne présente pas la même phénologie de stationnement automnale que la Mékhada, pendant nos deux saisons de suivi il s'est installé le mois de novembre, également d'après les résultats de l'équipe d'étudiants de Licence et Master (écologie et environnement) de Dr Rizi à l'université d'El Tarf et sur plusieurs années du 2015 jusqu'à l'an 2020. Mais cette date d'arrivée a été

enregistrée quelques années avant par Harbi (2010) le mois de septembre, et bien avant en 2002, Houhamdi a signalé leur arrivée le même mois. Idem, son arrivée a été signalée le mois de septembre sur d'autres zones humides qui se trouvent dans différents étages bioclimatiques en Algérie (subhumide, semi-aride et aride) à savoir :

- au Lac Ayata, Wilaya d'El-Oued (étage bioclimatique aride) (Bouzegag, 2008) ;
- à Garaet Timerganine, Wilaya d'Oum El bouaghi (étage bioclimatique semi-aride) (Maazi, 2009) ;
- à Garaet Hadj-Tahar, Skikda (étage bioclimatique semi-aride) (Mettlaoui, 2010) ;
- au lac Réghaia, wilaya Alger (étage bioclimatique subhumide, Centre Algérie) (Khelloul, 2011) ;
- dans l'éco-complexe de zones humides de wilaya de Sétif (étage bioclimatique semi-aride Hauts plateaux, est de l'Algérie) (Baaziz, 2011) ;
- dans l'éco-complexe Guerbes-Sanhadja, wilaya de Skikda (Est d'Algérie) (Attoussi, 2014 ; Amora Abda, 2015 ; Tabouche, 2017) ;
- au Dayat El Ferd, wilaya de Telemcen (étage bioclimatique subhumide, extrême ouest de l'Algérie) (Bendahmen, 2015) ;
- au marais d'El Feid, wilaya d'El Tarf (Est Algérie) (Khemis, 2016) ;
- au marais de Boussedra, wilaya de Annaba (étage bioclimatique subhumide, est Algérie) (Boudraa, 2016);
- dans les zones humides de la wilaya de Souk-Ahras (étage bioclimatique semi-aride, est Algérie) (Benradia, 2018) ...etc

Cependant, on peut dire qu'il a eu un changement de calendrier migratoire du canard souchet sur Lac des Oiseaux. Parmi les causes de l'arrivée tardive des oiseaux et de changement du calendrier migratoire chez certaines espèces : est due pour la plupart au problème majeure de réchauffement climatique, vient ensuite la destruction des zones de halte migratoire par le changement des pratiques agricoles et l'assèchement des zones humides leur salinisation ou pire leur engloutissement à cause de l'élévation du niveau de mer.

En déclin partout dans le monde, les oiseaux migrants sont chamboulés par le réchauffement climatique. Dans une étude menée sur la période 1995-2018, Horton (2020) biologiste à la Colorado State University de Fort Collins, et ses collègues montrent l'ampleur

du phénomène, particulièrement marqué au printemps plus qu'en automne. Selon un bilan de recherche de la Ligue pour la Protection des Oiseaux LPO (Association locale – Aquitaine en France) bien avant en 2009 sur l'impact du changement climatique sur la migration des oiseaux en Aquitaine, d'autres ornithologues ont confirmé l'influence de réchauffement climatique sur la tardivité de la migration automnale. Sparks & Mason (2001) ont étudié les dates de départ et d'arrivée ainsi que la durée de séjour (durée du séjour d'été) dans l'Essex, en Angleterre ; Chez 8 espèces, le retard de la migration automnale était significatif, il variant de 0.3 à 1.4 jours/an de Rouge queue à front blanc *Phoenicurus phoenicurus* et Faucon hobereau *Falco subbuteo*. En Allemagne du sud, les dates moyennes de migration automnale étaient retardées de 3.4 jours chez 19 sur 28 espèces étudiées en 20 ans depuis 1970 (Gatter, 1992 ; Bairlein & Winkel, 2001). A Helgoland, 1 des 7 migrants courte-distance (Troglodyte mignon *Troglodytes troglodytes*) et 3 des 9 migrants longue-distance (Pouillot fitis, Rouge queue noir, et Merle à plastron *Turdus torquatus*) ont significativement retardé leur migration d'automne. Sokolov (2006) qui a analysé les changements sur le long terme des dates de migration automnales a trouvé, quant à lui que la plupart des espèces ne manifestaient pas de tendance temporelle significative dans leur dates, malgré la fluctuation entre années. Parmi les espèces hivernant en Europe, la tendance vers une migration automnale retardée n'a été révélée que chez la Mésange bleue *Parus caeruleus* et le Merle noir *T. merula*. Parmi les migrateurs longue-distance, par contre, le Gobe mouche noir *Ficedula hypoleuca* et la Fauvette babillarde *Sylvia curruca* manifestaient une tendance vers une migration automnale plus précoce.

Selon les mêmes chercheurs américains cité en-dessus (Horton *et al.*, 2020), une autre cause peut s'ajouter, c'est la désynchronisation des rythmes biologiques, ce changement temporel pourrait menacer les espèces : leur nourriture dépend des aliments (insectes, plantes) qu'elles trouveront en chemin. Une désynchronisation pourrait ainsi survenir entre les rythmes biologiques de ces diverses espèces, empêchant les oiseaux de trouver assez de quoi se nourrir en trajet. D'autres facteurs pourraient expliquer les retards de migration : une autre étude américaine a montré que l'ingestion de néonicotinoïdes (insecticides), via des graines enrobées, allongeait le voyage des oiseaux migrants, probablement par un effet coupe-faim. En 50 ans, les Etats-Unis et le Canada ont perdu un quart de leurs oiseaux (Horton *et al.*, 2020).

Pour notre cas, on peut allouer cette arrivée tardive de la population du Canard souchet au Lac des Oiseaux aux facteurs de réchauffement climatique, mais on peut attribuer ce phénomène également à l'assèchement de ce site, qui a mené à sa réduction flagrante du superficie de 150h (Joleaud, 1936) à 70h (Samraoui, 1992) et qui se rétréci de plus en plus jusqu'à nos jours, par des actions anthropologiques se caractérisent par : le changement des pratiques agricoles, la salinisation, et l'évacuation des eaux usées (vu que le lac se trouve dans une zone urbaine).

- Concernant les fluctuations des recensements pendant **la première saison**, La tendance de l'évolution d'abondance des populations hivernante dans nos deux sites est différente. Le nombre de souchets maximal au Lac des Oiseaux est faible avec un effectif de 254 individus par rapport à celui de la Mékhada avec 1100 oiseaux. L'abondance dans le lac a été toujours faible par rapport à la Mekhada et ne dépasse pas 500 individus (Houhamdi, 2002 ; Harbi, 2010). Sauf antérieurement et pendant 4 années : 1990, 1993, 1996, 1997 où la compagne de recensement de PNEK (Wetlands International dénombrement mois de janvier) a soulevé un nombre plus élevé que le marais de la Mékhada. Cette augmentation d'effectif pendant ces années a été due à une sécheresse du marécage qui a poussé les oiseaux à rejoindre le lac qui se trouve à 8km du marais.

- Durant **la deuxième saison**, contrairement à la première, on a recensé un effectif maximal de 1611 individus au Lac des Oiseaux pendant le mois de novembre date d'installation et de rassemblement postnuptiaux des oiseaux, ainsi que le mois de janvier au milieu de la saison avec 1280, mais le reste de la saison l'effectif n'a pas dépassé 500 individus. En revanche, dans la Mékhada le nombre de souchets a connu sa valeur maximale 1240 individus le mois de janvier proche du l'effectif maximal de Bourafa (2019) avec 1101 individus et l'effectif total dépassant les 500 individus a été enregistré pendant cinq mois sur sept. Nous remarquons que l'abondance du Lac des Oiseaux est élevé par rapport à celui de la Mékhada, uniquement les mois de novembre et janvier, qui nous laisse préjuger que ce site a présenté pour l'oiseau un lieu de transit pour une partie de la population afin de rejoindre d'autres zones humides.

Malgré que ce deuxième hiver a été marquée par des grandes pluies où il a eu une élévation de la profondeur d'eau dans les deux sites et surtout dans le lac, l'effectif de ce dernier site est plus élevé par rapport à la saison précédente, de ce fait, on peut accepter l'hypothèse de

Guillemain (2000) qui prétend que le Canard souchet autant que oiseau de surface et planctonophage par excellence, la profondeur d'eau ne joue pas un obstacle pour sa nutrition. Ainsi que Houhamdi (2002) qui confirme à travers ses observations diurnes et nocturnes la présence nycthémérale du souchet dans le Lac des Oiseaux, c'est-à-dire que ce dernier a joué un gagnage diurne et nocturne pour l'espèce et il ne s'est pas déplacé la nuit pour rejoindre la Mékhada (à 8km) là où la nourriture est plus accessible vu sa faible profondeur d'eau par rapport au lac; contrairement à Harbi (2010) qui prétend que l'élévation du niveau d'eau dans le lac rend les ressources alimentaires disponibles inaccessibles au niveau du lac, et qui poussent les oiseaux à quitter ainsi le site pour aller s'alimenter au niveau du marais de la Mékhada ou d'autres sites proches comme lac Oubeira et lac Mellah.

Pour les deux saisons de suivi, nous avons remarqué que les effectifs maximums dans les deux sites sont faibles pendant la première saison par rapport au deuxième. D'une manière générale, la différence dans les effectifs des souchets d'une saison d'hivernage à l'autre, suit principalement les variations hydrologiques (les quantités d'eau reçues) des plans d'eau. Durant la saison d'hivernage 2015/2016 qui était la plus abondante du point de vue effectif les précipitations étaient à leur maximum. La distribution des souchets dans les deux sites est aussi conditionnée par la combinaison de différents facteurs tels les ressources trophiques, et la surface des plans d'eau.

- En ce qui concerne les variations d'effectif des deux sexes dans le Lac des Oiseaux, dès leurs stationnements le mois de novembre, nous avons recensé des taux égaux la première saison 50% pour les deux sexes avec un sexe ratio égal à 1, et un taux de 46,12% des mâles contre 55,88% femelles pendant la deuxième saison, dont le sexe ratio est égale à 0.86 proche de l'équilibre. En effet, les données obtenues qui concernent la chronologie des déplacements de la classe de sexe en particulier des mâles adultes qui sont normalement les premiers à atteindre le quartier d'hiver en raison de leur mue plus précoce et leur dimorphisme sexuel de taille, ne laissent rien apparaître au niveau de la dynamique de stationnements de notre modèle d'étude, donc il n'a pas eu une **migration différentielle** entre les individus. « La migration différentielle existe lorsqu'une population donnée présente des migrations différentes pour chaque individu **en fonction du sexe ou de l'âge de l'animal** (McGuire & Fraser 2014 ; in Alix, 2015) ». Blums & Mednis (1996) ont retenu le même constat de sexe ratio de 1.01 dans le lac Engure en Lettonie et pour le Canard souchet. Le même résultat a été démontré également bien avant, par Compredon (1983) sur le Canard siffleur dans la

Camargue (en France) pendant la migration postnuptiale. Nos résultats témoignent que la protandrie ne touche pas la migration postnuptiale des canards et qui est un phénomène commun chez les oiseaux territoriales dans le cadre de la migration pré-nuptiale où le mâle se charge de trouver un territoire, afin d'attirer une femelle qui tentera de mener au mieux sa reproduction (Myers, 1981 ; Gauthreaux, 1982; Ketterson & Nolan 1983; Francis & Cooke 1986 ; Moore *et al.*, 1990 ; Calder & Calder 1994 ; Otahal 1995). Une autre confirmation qu'on a pu retirer de nos résultats, la latitude qui n'influence pas la migration postnuptiale, puisque nos résultats sont semblables à ceux obtenus en Europe.

5.2. Modalités d'occupation spatiale

L'organisation d'une population telle qu'elle apparaît à l'observateur implique de la part de l'espèce, une sélection de certains effets du hasard au profit d'une adaptation maximale aux contraintes du milieu. L'étude de la distribution des Anatidés durant l'hivernage s'avère indispensable à la connaissance des exigences de ces espèces pour la définition de leurs stratégies d'hivernage (Jorde & Owen, 1988 in Allouche *et al.*, 1990 ; Maazi, 2009 ; Rizi, 2018) et pour la compréhension du fonctionnement des écosystèmes aquatiques qui les supportent.

Pendant notre période de suivi sur le marais de la Mékhada comme sur le Lac des Oiseaux, les canards souchet se présentent comme une espèce grégaire pendant la plupart du temps de la journée. Sur ces sites, régulièrement utilisées pendant les deux hivers de suivi comme « remises », où se manifestent essentiellement les activités de confort (sommeil, nage et toilette) (MacKinney, 1965 ; Tamisier, 1972) formant des concentrations de plusieurs centaines d'individus. Mais ça n'empêche que l'activité qui occupe le deuxième rang du bilan d'activités du souchet est l'alimentation. Ce canard autant que filtreur (planctonophage) pour la plus part du temps se nourrisse bec dans l'eau, automatiquement il perd tout contact visuel avec son environnement ; La même chose a été démontré par (Bensaci, 2011), concernant le flamant rose qui se nourrit tête déprimé qui ne convient pas la détection d'approchement d'un prédateur ou d'autres sorts de dérangement. Alors comment expliquons-nous cette alimentation diurne ? On peut expliquer l'alimentation diurne, par la vigilance chez les oiseaux grégaire qui diminue quand la taille de leur groupe augmente (multiplicité des yeux) c'est-à-dire que le gréganisme a une fonction anti-prédatrice certaine à cause d'un nombre

élevé des oiseaux (Wynne-Edwards, 1962 ; Murton, 1971 ; Zahavi, 1971 ; in Tamisier, 1972 ; Guillemain, 2000 ; Bensaci, 2001 ; McNeil (2003) ; Beauchaump, 2005).

Le compromis le plus couramment cité entre alimentation et risque de prédation est sans doute celui lié à l'activité de vigilance « *état d'alerte permettant de détecter rapidement un ennemi qui s'approche, de manière à adopter à temps une réponse appropriée* » (Alcock 1998). Cette stratégie anti-prédation est largement répandue dans le règne animal, mais pour beaucoup d'espèces elle induit un coût en termes d'efficacité car alimentation et vigilance sont en général considérées comme des activités conflictuelles, voire mutuellement exclusives (Bertram, 1980 ; Pöysä, 1987a ; Cézilly & Brun 1989 ; Lima & Bednekoff 1999 ; Roberts, 1996). Le moyen pour diminuer le temps de vigilance sans augmenter le risque de prédation est d'utiliser la présence de congénères, en augmentant la capacité de détection des prédateurs (Pulliam 1973, *many eyes effect*: Powell 1974, Kenward 1978) ou en diminuant la probabilité individuelle d'être la proie consommée (*selfish herd effect*, Hamilton 1971). La grégarité peut donc être un moyen de minimiser le risque de prédation et/ou le temps de vigilance, permettant aux individus de passer plus de temps en alimentation (in Guillemain, 2000). Alors la quiétude joue aussi un rôle important dans la distribution de ces oiseaux sur le lac (Nilsson, 1970).

D'après Bensaci (2011), également la fréquentation continue d'un site par les humains peut affecter négativement l'écologie de son avifaune en réduisant les temps alloués à la recherche de nourriture (Roweland *et al.*, 2000, Nellemann *et al.*, 2001, Cole *et al.*, 2004). Donc le dérangement par les activités humaines perturbe la distribution spatiale de l'avifaune.

5.3. Rythme d'activités diurne

L'analyse du rythme d'activités diurne réalisée au niveau du Lac des Oiseaux et le marais de la Mékhada s'est soldée par un bilan général suivant :

- Dominance par le sommeil sur les deux sites,
- en deuxième rang l'alimentation suivi par la nage à la Mékhada et au niveau du Lac des oiseaux ces deux activités sont en ex-aequo,
- enfin la toilette et le vol en faibles pourcentages sur les deux sites.

1- Le sommeil : se déroule sur l'eau. Une fois le temps venteux, les individus dorment à l'intérieur ou à côté de la végétation afin d'éviter la dérive provoquée par le vent (Campredon,

1981). En l'absence du vent, les canards souchet dorment face au soleil, ainsi que les Sarcelles d'hiver (Tamisier, 1972), les Pilets et les Sarcelles d'été et les Colverts (Midtgard, 1978), les Siffleurs (Campredon, 1981).

Nos résultats concernant la dominance du sommeil ont été déjà prouvés par plusieurs travaux sur le souchet et d'autres anatidés citant : Harbi (2010), sur le Lac des Oiseaux et sur la même espèce avec 57.68% ; Khemis *et al.* (2016) ont constaté que l'activité sommeil est dominante avec 33% au niveau du marais d'El Feid (distant de 5 km de nos sites d'étude) sur le souchet ; Maazi (2009) à Garaet Timerganine (Wilaya d'Oum El bouaghi), a prouvé que chez le Canard souchet le sommeil est la principale activité à laquelle il s'adonne avec une proportion de (47,98 %). Sur la même espèce dans le complexe des zones humides, Guerbes-Sanhadja (wilaya de Skikda, Nord-Est de l'Algérie), Amora Abda *et al.* (2015) et Tabouche *et al.* (2017) ont montré que le bilan d'activités diurnes est dominé par le sommeil qui a atteint respectivement 57 % et 49 % du bilan. Pour la saison 2005/2006, le bilan des rythmes d'activités diurnes des Fuligules nyroca dans le Lac Tonga est dominé par l'activité du sommeil à 31,79 % du budget temps total (Rizi, 2018). De même en Camargue (en France), Tamisier (1972) sur la Sarcelle d'hiver *Anas crecca crecca*, Campredon (1981) sur le siffleur *Anas penelope*, Pirot *et al.* (1984) sur des canards de surface (Colvert, Sarcelle d'hiver, Sarcelle d'été, Pilet et Souchet), Allouche *et al.* (1984) sur le Chipeau *Anas strepera*, et enfin Tamisier & Dehorter (1999) sur les canards de surface, ont enregistré que ces canards se concentrent pendant les jours de la saison hivernale sur des étangs ou des marais particulièrement dégagés, appelés « remises » ou lieux de repos où ils passent la plupart de leur temps en sommeil et ils ne mangent qu'occasionnellement.

Le sommeil pendant les deux saisons sur la Mékhada est le dominant sur toutes les activités et pendant tous les mois d'hiver, et il donne avec l'alimentation un taux qui représente les deux tiers du bilan. En l'occurrence, le sommeil sur le Lac des Oiseaux est toujours dominant, mais il départage uniquement cette dominance avec l'alimentation la fin des deux saisons (Maazi, 2009). Cette dominance au début de saison revient à un besoin du repos après un long voyage de migration postnuptiale, et afin de réduire ces dépenses énergétiques et de favoriser en même temps l'accumulation des lipides en préparation pour son retour pré-nuptial à la fin de saison (Green, 1998 ; Tamisier & Dehorter, 1999 ; Costa & Bondi, 2002 ; Boumezbeur *et al.*, 2005 ; Tucakov, 2005).

De ce fait, les sites jouent pour le canard souchet durant son hivernage le rôle de remise diurne (lieu de repos).

Le budget temps journalier des activités diurnes dans le Lac des Oiseaux a été dominé également par le sommeil avec un temps moyen de 3,88h ; cette dominance qui atteint un maximum la tranche horaire 10h-11h avec 68% persiste toute la matinée, et elle s'est manifestée avec une diminution flagrante remplacée par un taux élevé de l'alimentation la dernière heure d'observation (tranche horaire 15h-16h fin de journée). Cette allocation du temps élevé la matinée du sommeil revient à une longue nuit d'hiver passée à l'alimentation vu que cette dernière activité est nocturne, d'ailleurs la fin de l'après-midi représente le début de l'alimentation qui s'allonge jusqu'au soir. Pour les deux sites, il n'y a pas eu une différence significative entre les deux saisons d'après le test-t de Student.

2- L'alimentation : l'alimentation pour les canards est réputée nocturne, mais ça n'empêche pas qu'elle se manifeste le jour quand ces oiseaux n'ont pas été satisfaits la nuit ; elle se fait sur l'eau aux centres des zones humides et loin des berges.

Pour notre étude l'alimentation a été classée au deuxième rang du bilan moyen des activités diurnes, avec des taux moyens de 29% pour la Mékhada c'est le même constat avec Maazi (2009) avec 25.22% et avec 21,85 % Harbi (2010). Pour le lac des Oiseaux, elle est en ex-aequo avec la nage avec 22.5%.

Au marécage de la Mékhada l'alimentation dessinent le même schéma pour les deux saisons. Elle a été enregistrée avec des valeurs assez élevées dès l'arrivée des oiseaux départagé avec le sommeil et elle reste stable jusqu'au mois de janvier, à partir duquel, elle augmente légèrement les trois derniers mois de la saison. Au début du stationnement, les oiseaux sont en majorité affaiblis par la migration et donc obligé de s'alimenter d'avantage pour se mettre en forme et de récupérer leur perte d'énergie. Alors que les valeurs élevées enregistrées à partir du mois de décembre au mois d'avril traduisent l'accumulation des réserves (engraissement) pour faire face à la période de reproduction (migration prénuptiale), période pendant laquelle le facteur alimentaire joue un rôle fondamental (Gardasson, 1979 ; in Maazi, 2009).

Au Lac des Oiseaux, en comparant les deux saisons qui donnent le même graphique, on remarque que les taux d'alimentation dans la première saison sont toujours avantageux par rapport à la deuxième pour la plupart des mois. Cet avantage revient à la sécheresse signalé la

première saison qui a conduit à une baisse de profondeur d'eau rendant les aliments plus accessible aux oiseaux. Le mois de janvier, cette activité a éprouvé des augmentations notables (59%) le seul pic pendant le premier hiver garantis un besoin énergétique peut être n'a pas été satisfait pendant la nuit ou bien c'est le début de préparation au voyage du pré-nuptial ; avec un taux de 14% le second hiver en opposé 67% de la part du sommeil probablement l'oiseau a assuré ces besoins énergétiques nocturnes. Pour les derniers mois, on a assisté à des taux importants la première et la deuxième saison qui représentent avec le sommeil respectivement 75 à 90% du bilan général, afin d'assurer le retour aux sites de nidification. Le temps moyen journalier alloué à cette activité est 1.44h se place au troisième rang après la nage qui l'accompagne souvent car les canards souchet planctonophage s'alimentent dans plus de 90% des cas en nageant (Houhamdi, 2002). Elle était faible pendant la matinée jusqu'au midi, là où elle a connu une augmentation progressive jusqu'à un maximum la fin de journée avec 49,46% qui représente le taux le plus élevé du bilan journalier. D'après nos taux d'activités journaliers, l'alimentation est faible pour la plus part du temps par rapport au sommeil témoignant son intensité la nuit (Guillemain, 2000). Selon Legagneux (2007), des études antérieures ont montré que les canards s'alimentent peu le jour 12% du temps en Camargue (Tamisier & Dehorter, 1999) ; 12% en Baie de Seine (Blaise *et al.*, 2005) et 15% en Brenne (Latraube *et al.*, 2005) alors que le temps passé à s'alimenter la nuit est de l'ordre de 70% (Guillemain *et al.*, 2000b) dans les marais de l'ouest de la France et en Camargue (Tamisier et Dehorter, 1999). Ce comportement alimentaire nocturne semble être commun à l'ensemble de la guildes des canards de surface (McNeil *et al.*, 1992) qui présentent des besoins écologiques proches. Houhamdi (2002) sur le souchet et dans le Lac des Oiseaux, a signalé que le bilan nocturne des rythmes d'activités, se résume par une dominance du sommeil (55.6%) et l'alimentation (12.9%) remplacée par une dominance diurne accrue de cette dernière avec 47.95% , donc ce dernier site a joué un lieu de gagnage et remise pendant l'hivernage de cette espèce. Donc dans certains cas, les canards peuvent toutefois utiliser le même plan d'eau le jour et la nuit (Guillemain *et al.*, 2000). Et on peut déduire que si le souchet qui a satisfait pendant la journée l'alimentation, la nuit peut la réduire, donc elle n'est pas obligatoirement nocturne. Et elle devient dominante la nuit quand les prédateurs sont abondants le jour.

Concernant son régime alimentaire, Guillemain a signalé que le souchet contrairement aux granivores, consomme à la fois des proies vivant dans le sédiment (larves de diptères, mollusques) et des invertébrés zoo-planctoniques dans la colonne d'eau, principalement des

cladocères et des copépodes (Thomas, 1982 ; Pirot & Pont, 1987 ; DuBow, 1988 ; Tietje & Teer, 1996), d'où sa nécessité de fréquenter peu les zones proches des berges pour s'alimenter, et concentre l'essentiel de son activité en eau libre (Nudds & Bowlby 1984). Idem pour notre étude sur le Lac des Oiseaux et le marais de la Mékhada, l'alimentation a été remarquée au centre ou sur les endroits loin de la végétation et les berges. Le comportement alimentaire pour le cas du souchet, généralement se manifeste par bec, bec et tête. Mais pour notre cas le comportement alimentaire du souchet c'est manifesté non seulement par les modalités précédentes mais vient s'ajouter tête et cou et bascule (Guillemain *et al.*, 2001 ; Harbi, 2010). Ce changement de comportement alimentaire par tête et cou et parfois bascule, nous laisse présumer comme il a été indiqué par Guillemain (2000) que la déplétion des ressources par les souchets et d'autres espèces jouée certainement un facteur aggravant la dynamique naturelle des populations planctoniques en hiver, dont les effectifs chutent classiquement du fait de la diminution de la production primaire du zooplancton (Seitz, 1980), l'oblige à changer de méthode d'alimentation sur les sites. Le changement de méthode pourrait s'accompagner chez cette espèce d'un changement de proies consommées, l'alimentation bec dans l'eau étant typique de la consommation de zooplancton alors que l'alimentation en bascule permet aux souchets d'atteindre le sédiment et donc des proies benthiques (DuBow, 1988 ; in Guillemain, 2000). On rejoint notre avis à Guillemain (2000) qui disait que l'alimentation n'est pas liée à la fréquentation des zones les moins profondes, c'est-à-dire que la profondeur d'eau ne joue pas un rôle primordial sur cette activité, et le souchet a changé sa modalité d'alimentation pour avoir d'autres proies vu le manque de sa nourriture principale. Ce changement de modalité d'alimentation est une forme d'adaptation pour procurer de la nourriture.

D'après nos résultats des activités au cours des saisons d'hivernage, il a paru une périodicité sur 3 temps des activités manifestées par les oiseaux correspond à une rotation simultanée de leur distribution. **En première période**, alors que leur demande énergétique est maximale, que la durée quotidienne de leur alimentation excède la longueur des nuits, les oiseaux exploitent pendant le jour, autant que possible leur espaces remises car ils y trouvent l'indispensable complément alimentaire diurne à leur alimentation nocturne. **En seconde période**, la faible durée quotidienne d'alimentation (7 à 11 heures) est plus courte que la longueur des nuits d'hiver. Les canards peuvent sélectionner pendant le jour des espaces sur lesquels ils n'ont pratiquement plus besoin de se nourrir; ils se rassemblent sur les zones protégées où ont lieu les parades et la formation des couples. **En troisième période**, alors que

la demande énergétique est redevenue forte, que les durées quotidiennes d'alimentation excèdent la longueur des nuits, les canards doivent à nouveau pouvoir s'alimenter pendant le jour : ils sélectionnent les remises, comme en première période, dans la limite des contraintes qu'ils y subissent (Tamisier, 1972 ; Tamisier et Dohorter, 1999 ; in Khemis, 2016)).

3- La nage est une activité de confort chez les Anatidés, elle est souvent associée à l'alimentation chez de nombreuses espèces (Tamisier & Dehorter, 1999). Elle se manifeste au milieu du site et loin de la végétation. D'après nos observations et celles de Metallaoui *et al.* (2014), Amor Abda *et al.* (2015) et Khemis (2016), les canards souchet nagent quand ils ont satisfait leurs besoins en nourriture, en sommeil, en toilette et quand ils disposent encore de temps libre. Par ailleurs cette activité est manifestée comme prospection du site.

Pour les deux saisons elle se classe en troisième position dans le marais de la Mékhada qui dessine la même allure de graphe que l'alimentation mais avec des valeurs inférieures, qui explique que les deux activités se manifestent ensemble.

Dans le Lac des Oiseaux le taux moyen de la nage est en ex-aequo avec l'alimentation, elle représente une allure de graphique mensuel inverse avec cette dernière activité, c'est-à-dire quand la nage est élevé l'alimentation est faible et vis-vers-ça, pendant les deux saisons, donc au niveau de ce site la nage et l'alimentation ne se complémente pas. Au cours des deux premiers mois de la première saison, on assiste à des maximas qui traduisent probablement l'installation des populations dans ce site qui ont enregistré un retard dans leur migration sur ce site (Maazi, 2009), ou bien c'est un déplacement de la population de la zone humide voisine le marais de la Mékhada à cause de la sécheresse signalée pendant cet hiver. Concernant le budget temps, cette activité s'exprime avec 2,05h d'un temps moyen journalier et qui se classe en deuxième position après le sommeil sur le Lac des Oiseaux. Pour les deux sites, on n'a pas de différences significatives entre les deux saisons, grâce au test-t de Student.

4- Le toilettage chez les canards souchet Cette activité a été observée pendant toute la période de l'étude, et elle est observée sur l'eau.

Dans la Mékhada, elle évolue d'une manière similaire pour les deux saisons, où nous enregistrons une valeur maximale le début de saison. Les oiseaux dès leur arrivée s'adonnent à l'arrangement et à l'entretien de leur plumage à cause de la mue qui se passe juste avant la migration postnuptiale. Après cette date, le toilettage a connu une régression graduelle pour donner une valeur minimale la fin de saisons.

Avec un temps moyen journalier de 0.42h, dans Le lac des Oiseaux cette activité est presque stable pendant les deux saisons mais avec des valeurs élevés la première saison par rapport à la saison deux. Cette différence entre les saisons a été confirmé par le test-t de Student ($p=0,012 < \alpha=0.05$). Nous attribuant cette différence à la température élevée pendant la saison 2014/2015 poussant le souchet à s'asperger avec de l'eau pour se rafraîchir. Cette activité a été observé avec des taux élevés de la tranche horaire 12h/13h jusqu'à 13h/14h période d'intensité de la chaleur début d'après-midi confirmant ce qui a été dit en dessus.

5- Le vol diurne du Canard souchet est généralement une activité provoquée (Khemis *et al.*, 2016). Il occupe le dernier rang dans le bilan du rythme d'activités et ne dépasse guère 5% dans la Mékhada. Cette activité a eu des taux élevés mensuels pendant toute la première saison par rapport à la deuxième où nous avons constaté une différence significative ($p=0,011 < \alpha=0,005$) d'après le test-t de Student. Cette dominance dans la première saison revient probablement aux déplacements des oiseaux entre la Mékhada et le Lac des Oiseaux afin de s'alimenter et de se toiletter (se rafraîchir) à cause de la sécheresse qui a été enregistrée cette saison.

Il n'occupe que 2% du temps dans le Lac des Oiseaux. Son maximum est enregistré pendant la période de transit des oiseaux, soit au cours des mois de novembre période d'installation des oiseaux sur site.

Le vol n'intervient également qu'après un dérangement humain vu que ces deux sites périurbains sont souvent visité ou suite à la présence des prédateurs aériens, principalement le Busard des roseaux *Circus aeruginosus*, et la Mouette rieuse *Chroicocephalus ridibundus*. La prédation est manifestement une des pressions de sélection majeure qui détermine le comportement des animaux (Lima & Dill, 1990 ; Lima, 1998a ; in Guillemain, 2000). De ce fait les modifications comportementales observées sont considérées comme la conséquence la plus évidente et la mesure la plus sensible de l'effet de la prédation ou du dérangement (Frid & Dill, 2002 ; Beale & Monaghan, 2004 ; Beale, 2007). En effet, en présence de prédateurs, les proies peuvent se comporter de façon à éviter d'être capturés afin d'augmenter leur survie immédiate (Lima & Dill, 1990 ; Huston *et al.*, 1993 ; Lima, 1998a ; Brown, 1999 ; Lind & Cresswell, 2005 ; Beale, 2007 ; Cresswell, 2008). D'autres part, Tamisier & Dohorter (1999) et Guillemain (2000), évoque le risque de jeûne qui entraîne aussi des modifications du comportement favorisant l'acquisition d'énergie afin de maximiser la survie immédiate.

Donc les risques de prédation et de jeune peuvent induire des modifications au niveau de différents aspects du comportement comme la distance de fuite, le choix d'habitat, la taille de groupes, la recherche alimentaire ou encore le niveau de vigilance (Guillemain, 2000).

- Variation de sexe ratio des activités diurne du Canard souchet au niveau du Lac des Oiseaux

D'après la comparaison entre les taux moyens d'effectifs du sexe ratio des activités diurne pendant les deux hivers (2014-2015 et 2015-2016) et selon le test-t de Student, globalement il n'existe pas de différence significative entre les deux sexes. Mais pendant le mois de février de la première saison (2014-2015), on a remarqué un taux remarquablement élevé chez les femelles par rapport aux mâles, cette différence est allouée à la mue qui peut être particulièrement étalée dans le temps chez les femelles qui passent davantage de temps en toilettage que les mâles (Tamisier, 1972). Notre constat a été observé, chez certaines espèces, comme le Colvert et le Pilet, les femelles effectuent une mue pré-nuptiale entre janvier et mars (Heitmeyer, 1988 ; Young & Boag, 1992). Par contre en Camargue, les femelles de colverts peuvent muer les plumes de leurs ailes après la mi-septembre (Tamisier et Dehorter, 1999).

Enfin, d'après cette étude, il apparaît que le marais de la Mékhda et le Lac des Oiseaux constituent des unités fonctionnelles pour le canard souchet et d'autres d'oiseaux d'eau qui cohabitent. Ainsi en fonction de la ressource alimentaire disponible, ces espèces exploitent indifféremment les deux sites au cours de l'hiver. Et l'utilisation régulière de nos deux sites et les autres zones humides algériennes, souligne l'importance des zones protégées pour les oiseaux d'eau malgré les agressions qu'elles subissent.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les stratégies d'hivernage des Anatidés sont constituées d'un ensemble de mécanismes interdépendants qui présentent un caractère adaptatif aux conditions environnementales. A travers, les dénombrements, l'analyse de la distribution spatiale et les rythmes d'activités diurne de notre modèle biologique nous avons essayé d'apporter de précieux renseignements sur les modalités d'exploitation des milieux et de déterminer le rôle écologique des sites d'études.

Concernant la phénologie de la migration, le stationnement tardif qui s'est manifesté au Lac des Oiseaux témoignant d'un changement du calendrier migratoire, qui est dû au changement climatique et l'assèchement du lac causé par différentes actions anthropologiques citant : le changement des pratiques agricoles, la salinisation, et l'évacuation des eaux usées (vu que le lac se trouve dans une zone périurbaine). Vu ces actions désavantageuses, sa richesse spécifique et son abondance totale ont diminué. Le marécage de la Mékhada n'est pas épargné par ces actions, mais vu sa grande superficie ce site il passe inaperçue.

L'effectif de notre modèle biologique pendant cette étude est comme d'habitude ne dépasse pas les 500 individus dans le Lac des Oiseaux, et pour le marais de la Mékhada toujours une abondance élevée par rapport au lac est enregistré. De ce fait, cette étude a révélé que les populations sont fidèles à ces deux zones humides qui constituent des unités fonctionnelles pour le canard souchet. Ainsi en fonction des ressources alimentaire disponible, ces espèces exploitent indifféremment les deux sites au cours de l'hiver.

Le Canard souchet, se présente comme une espèce remarquablement grégaire pendant la plus part du temps de la journée à travers les deux zones humides. Ce phénomène de grégarisme est une stratégie anti-prédation largement répandue dans le règne animal.

D'après les résultats des rythmes des activités diurnes, il apparaît que les deux zones humides jouent des remises diurnes où les activités de confort sont les plus manifestées par cette espèce de canard. L'alimentation ne se manifeste qu'au début ou en fin d'hiver soit pour la récupération de l'énergie perdue lors de la migration postnuptiale ou un engraissement pré-migratoire ou comme un complément de la ration alimentaire qui est essentiellement

nocturne. Afin de satisfaire cette activité dans le cas de déplétion des ressources, le souchet change sa stratégie alimentaire à travers de modalités alimentaires qui se manifeste habituellement par bec, bec et tête en adoptant d'autres méthodes comme tête et cou ou bascule.

Le vol aussi est une activité naturelle qui peut survenir suite aux dérangements anthropiques (présence des riverains, des bergers, des coups de feu des braconniers) et aux survols fréquents des prédateurs aériens. Il est surtout noté durant les périodes de passage et de transit par ces plans d'eau.

Concernant les variations de sexe ratio dans le Lac des Oiseaux pendant la migration postnuptiale, le sexe ratio est en équilibre pendant les deux saisons. Il n'y a pas eu une migration différentielle, car la protandrie, se manifeste généralement pendant la migration printanière (migration pré-nuptiale), là où le mâle se charge de trouver un territoire, pour sa reproduction. D'une manière générale et pour l'ensemble des activités, il n'existe pas de différences significatives entre les deux sexes, hormis le mois de février pendant la première saison où nous avons remarqué une différence concernant uniquement le toilettage chez les femelles par rapport aux mâles. Nous pouvons attribuer cette différence à la mue qui est particulièrement étalée dans le temps et les ectoparasites chez les femelles qui passent davantage du temps à se toiletter que les mâles.

L'étude du rythme d'activités diurnes de cette espèce mérite d'être complétée par le comportement nocturne qui pourrait permettre de mieux comprendre la variation du temps consacré à chaque activité afin de connaître ses exigences écologiques et comprendre au mieux le fonctionnement de ces deux zones humides.

Les zones humides sont des écosystèmes très complexes, vulnérables, et dont le fonctionnement n'est cependant pas encore bien connues ni bien compris. Ces milieux, malgré les énormes services écologiques et économiques qu'on leur reconnaît, n'échappent malheureusement pas à une dynamique de destruction sans pareille qui remet en cause l'existence d'un nombre élevé d'espèces floristiques et faunistiques. La dégradation des ressources naturelles des zones humides est au cœur des préoccupations en matière de développement durable. Les gestionnaires du territoire ne possèdent pas toujours les outils adaptés pour diminuer les dégradations de ces écosystèmes. D'où la nécessité de considérer

de nouveaux outils qui soient capables de fournir l'information nécessaire, pour aider à la prise de décision dans l'aménagement et la gestion des ressources.

L'état des zones humides, leur destruction associés à l'expansion agricole et urbaine, sont les principales causes du déclin des populations d'oiseaux migrateurs. Lorsqu'elles franchissent les frontières politiques, les espèces migratrices s'exposent à des politiques environnementales différentes et, parfois, inefficaces pour la conservation de leurs habitats et des ressources sur lesquelles elles dépendent. Ces derniers temps en Algérie, on assiste à des dégradations alarmantes pour la plupart des zones humides, qui représente, une source non négligeable de revenus, pour une population croissante, et ont de ce fait une importance socio-économique significative pour les populations locales. Prévoir de la part des gestionnaires un plan d'action pour la protection des zones humides et ces êtres vivants ; mais avant de conserver, évaluer l'impact des différentes perturbations sur les écosystèmes et l'avifaune.

Parmi les facteurs menaçant ces deux zones humides protégées, qui se situent dans des zones urbaines nous avons : le pompage incontrôlé et irrationnel de l'eau pour l'irrigation, pollution agricole, surpâturage, rejet des eaux usées, braconnage aléatoire, trafic routier intense à cause de la proximité des sites de la RN 44 et le développement d'écotourisme non contrôlé...

- **pollution agricole** par les pesticides qui peut causer la mort et la diminution des êtres vivants par exemple le plancton nourriture essentielle pour le souchet et autres animaux aquatiques devraient être utilisés avec modération ;
- **l'utilisation abusive des engrais** et la baisse de la profondeur d'eau (de 2,5 à 2m) ont favorisé l'eutrophisation progressive du Lac des Oiseaux, cette émergence de végétations concentrée au nord-ouest peut provoquer une forte extinction des espèces lacustres à cause d'asphyxie du lac ; un inventaire des espèces aquatiques apporteront beaucoup d'informations quant au degré d'extinction de la biodiversité du lac ; L'établissement d'une carte bathymétrique des sites apportera beaucoup d'informations quant à la répartition des oiseaux et la relation qu'ils entretiennent avec le niveau d'eau ;
- Nos deux sites d'étude sont aussi le réceptacle à ciel ouvert **des rejets d'eaux usées domestiques**. Concernant les rejets direct des eaux usées domestiques venues des

agglomérations de Sidi Kaci et du Lac des Oiseaux sont évacuées dans le marais de la Mékhada, en revanche pour le lac c'est uniquement les rejets de l'agglomération de Lac des Oiseaux. Arrêt du rejet direct des eaux usées des agglomérations avoisinantes est recommandé dans le bref délai, et le déversement des eaux usées doit se faire dans le réseau d'assainissement ;

- En plus des eaux usées domestiques vient s'ajouter **les effluents industriels** qui touchent le marais de la Mékhada provenant d'une conserverie de tomate sur l'Oued Bounamoussa, qui représente une des sources principales d'alimentation en eau de cette zone humide. La conservation des forêts qui gère et protège les zones humides doit faire appel à la direction de l'environnement de la wilaya d'El Tarf pour intervenir au contrôle de ces effluents liquides de la conserverie ;
- Dans les zones voisines se développent une agriculture spéculative de pastèque et de melon en période estivale sèche, des cultures de la tomate industrielle et des plantes fourragères, qui poussent les agriculteurs au **pompage incontrôlé et irrationnel de l'eau pour l'irrigation**, qui peut mener inévitablement à leur assèchement. Les volumes prélevés par l'activité agricole doivent être modulés en coordination entre la direction des services agricoles, la conservation des forêts et la direction d'hydraulique. Cette coordination aura aussi pour tâche de sensibiliser les agriculteurs à la nécessité de développer des cultures peu consommatrices en eau et de développer les techniques économes en matière d'irrigation ;
- La connaissance des flux hydriques et de la qualité des eaux revêt un caractère essentiel dans le but de proposer un plan de gestion intégré à même de garantir aux sites leurs rôles de protection et de préservation de la faune et de la flore ;
- **Élevage d'animaux et pâturage** sont également des facteurs qui touchent les sites de façon négative. Forte pression des élevages bovin, ovin, et dans un moindre degré, équin, provoquant un surpâturage qui, progressivement, durant une sécheresse accentuée, risque de grignoter sur les terres du marais et du lac ;
- Afin de réduire la pression intense du **braconnage**, réglementer la chasse et sensibiliser la population aux exigences de la préservation des espèces et de leurs habitats naturels ;

- Vu le manque de travaux de recherches scientifiques concernant l'avifaune sur le marais de la Mékhada à cause de sa grande superficie et son accessibilité difficile, on recommande l'installation des miradors (postes d'observation) afin de bien mener les observations sans oublier le Lac des Oiseaux ;
- De sorte que ces deux zones humides sont classés sites Ramsar, il faut étudier la possibilité de rattacher la gestion du marais de la Mékhada et du Lac des Oiseaux au Parc national d'El-Kala (PNEK) afin de bénéficier des moyens humains et matériels nécessaires ;
- Parmi la panoplie d'outils proposés afin d'évoluer vers un développement durable de nos sociétés, il y en a un qui retient maintenant l'attention : l'écotourisme. Autour du monde, l'écotourisme a été acclamé comme une panacée : une façon de financer la conservation et la recherche scientifique, de protéger les écosystèmes vierges et fragiles, de bénéficier aux communautés rurales, de promouvoir le développement dans les pays pauvres, de renforcer la sensibilité écologique et culturelle, d'insuffler une conscience sociale et environnementale à l'industrie touristique, de satisfaire et d'éduquer les touristes. Cependant l'écotourisme apparaît comme une solution miracle capable de concilier le développement économique, la protection de l'environnement et le bien-être des communautés. Cette solution devrait être appropriée et réglementée permettant de concilier croissance économique et durabilité qui doit s'allier à leurs volontés de développement pendant cette ère de prise de conscience des réalités de préserver l'écosystème.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABERKANE M., MAAZI M.C., CHETTIBI F., GUERGUEB E., BOUSLAMA Z. & HOUHAMDI M. (2014): Diurnal wintering behaviour of the Marbled Teal (*Marmaronetta angustirostris*) in north-east Algeria. *Zoology and Ecology*, 4(1), 1-6
- AISSAOUI R. (2012): *Eco-éthologie des Anatidés dans la Numidie orientale : Cas du Fuligule Nyroca Aythya nyroca dans le Lac Tonga*. Thèse doctorat. Université de Annaba. 299p.
- ALCOCK J. 1998. *Animal behavior: an evolutionary approach*. 6th edition. Sinauer associates Inc, Sunderland, USA.
- ALERSTAM T. (1982). - *Bird Migration*. Cambridge University Press, Cambridge, New-York, Port Chester, Melbourne, Sydney.
- ALIX R. (2015) : *conséquences des changements globaux sur la migration animale*. Thèse de doctorat. Université Claude Bernard-Lyon I. 158p
- ALLEE W.C., EMERSON A.E., PARC O., PARC T, SCHMIDT KP (1949) : Principes de l'écologie animale. W. B. Saunders, Philadelphia.
- ALLOUCHE L. (1988) : *Stratégies d'hivernage comparées du Canard chipeau et de la Foulque macroule pour un partage spatio-temporel des milieux humides de Camargue*. Thèse doctorat. Université de Montpellier, 180 pp.
- ALTHMANN J. (1974). Observational study of behaviour: sampling methods. *Behaviour*, 4, 227-267.
- AMORABDA W., MERZOUG S., BELHAMRA M. & HOUHAMDI M. (2015): Phenology and diurnal behaviour of the Northern Shoveler *Anas clypeata* in the Guerbes-Sanhadja wetland complex (north-eastern Algeria). *Zoology and Ecology*, 25(1), 1-8
- ARZEL C. (2006): *écologie de la Sarcelle d'hiver et des autres canards du surface : connexion entre les sites d'hivernage, les haltes migratoires et les zones de reproduction*. Thèse doctorat. Université Paul Sabatier, Toulouse 3.
- ATTOUI B. (2014) : *Etat de la vulnérabilité à la pollution des eaux des grands réservoirs d'eaux souterraines de la région de Annaba-El Tarf et identification des sites d'enfouissement de déchets*. Thèse de doctorat. Université Annaba. 172p

- 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., REZKALLAH I., KHEMIS M., MERZOUG A., TELAILIA S. & HOUHAMDI M. (2017).- Nouvelles données sur l'hivernage de l'Eristure à tête blanche *Oxyura leucocephala* en Algérie. *Alauda*, 85(1), 29-36
- BAAZIZ N. & SAMRAOUI B. (2008).- The status and diurnal behavior of wintering Common Coot *Fulica atra* L. in the hauts Plateaux, northeast Algeria. *The european journal of scientific research* 23: 495-512.
- BAAZIZ N., MAYACHE B., SAHEB M., BENSACI E., OUNISSI M., METALLAOUI S. & HOUHAMDI M. (2011).- Statut phénologique et reproduction des peuplements d'oiseaux d'eau dans l'éco-complexe de zones humides de Sétif (Hauts plateaux, Est de l'Algérie). *Bulletin de l'Institut Scientifique de Rabat*, 32(2), 77-87
- BAKER R. R. (1978): *The Evolutionary Ecology of Animal Migration*. Hodder & Stoughton, London, UK.
- BAKER R. R. (1980). Goal orientation by blindfolded humans after long-distance displacement. Possible involvement of a magnetic sense, *Science* 210: 555-557.
- BALDASSARE G. A., PAULUS S.L., TAMISIER A. & TITMAN R.D. (1988). Workshop summary: Techniques for timing activity of wintering waterfowl. *Waterfowl in winter*. Univ. Minnesota press, Minneapolis.
- BAUER H.G., BEZZEL E. & FIEDLER W. (eds.) (2005).- *Kompendium der Vögel Mitteleuropas*. Aula-Verlag, Wiebelsheim.
- BEAUCHAMP G. 2005. Non random patterns of vigilance in flocks of the Greater Flamingo, *Phoenicopterus ruber ruber*. *Animal behavior* 71: 593-598.
- BENDAHDANE I., MOSTEFAI N., MOULAI-MELLIANI K., & HOUHAMDI M. (2014).- Statut phénologique de la famille des Anatidés dans la zone humide de Dayet El-Ferd, Tlemcen (Algérie). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 139(1-4): 83-89.
- BENDAHDANE I. (2015): *écologie de la reproduction des oiseaux d'eau à Dayet El-Ferd, (W. de Tlemcen)*. Thèse doctorat. Université de Tlemcen. 123p
- BENNETT P.M. & OWENS I.P.F. – 2002, *Evolutionary Ecology of Birds: Life Histories, Mating Systems and Extinction*. Oxford University Press, Oxford.

- BENRADIO M., MENAA M., GUELLATI K., MAAZI M. C., BOUSLAMA Z. & HOUHAMDI M. (2018) : écologie des Anatidés et du Foulque macroule *Fulica Atr* dans les zones humides de la wilaya de Souk-Ahras (Nord-est de l'Algérie). *Bull. Soc. zool. Fr.*, 2018, 143(3): 145-169.
- BENSACI E., BOUZEGAG A., GUERGUEB E., CHOUAYB B., HAFID B., NOUIDJEM Y., ZERAOULA A., BOUAGUEL L., SAHEB M., METLAOUI S., MAYACHE B., BOUSELAMA Z., & HOUHAMDI M. (2010). Chott Merouane (Algérie): un nouveau site de reproduction du Flamant rose *Phoenicopus roseus*. *Wildfowl & Wetlands Trust, Slimbridge, UK. Flamingo*. 18
- BENSACI E. (2011) : *Eco-éthologie du flamant rose Phoenicopus roseus dans la Vallée d'Oued Righ (Sahara oriental algérien)*. Thèse Doctorat. Université de Guelma. 148pp.
- BENSIZRARA D., CHENCHOUNI H., SIBACHIR A. & HOUHAMDI, M. (2013).- Ecological status interactions for assessing bird diversity in relation to a heterogeneous landscape structure. *Avian Biology Research*, 6 (1), 67-77.
- BENSIZRARA D. (2014): *écologie des oiseaux de Sebkhet Djendli (Batna, Est Algérie)*. Thèse doctorat. Université M'sila. 163p
- BENYACOUB S. & CHABI Y. (2000) : Diagnose de l'avifaune du Parc National d'El Kala. Synthèse N°7. Publication de l'université d'Annaba, Algérie.
- BERTHOLD P., GWINNER E. & SONNENSCHNEIN E. (2003) ; *Avian migration*. Springer-verlag Berlin Heidelberg. 609p
- BERTRAN B.C.R. (1980): Vigilance and group size in ostriches. *Anim. Behav.* 28: 278-286.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL (2012): The IUCN Red List of Threatened Species 2012:e. T22729717A40166458.
- BLAIZE C., BRETAGNOLLE V. & LEGAGNEUX P., 2005 : Capacité d'accueil de l'estuaire de la Seine pour les canards hivernants. 58p.
- BLUMS P. & MEDNIS A. (1996): Secondary Sex Ratio in Anatinae. *The Auk* 113(2):505-511, 1996
- BOERE G. & DODMAN T. (2010). Module 1. Understanding the Flyway Approach to Conservation. In: Dodman T. & Boere G. (eds.). *The Flyway Approach to the Conservation and Wise Use of Waterbirds and Wetlands: A Training Kit*. Wings over Wetlands Project, Wetlands International and BirdLife International, Ede, The Netherlands.

- BOERE G. C. & STROUD D. A. (2006). The flyway concept: what it is and what it isn't. In Waterbirds around the world, G. C. Boere, C. A. Galbraith & D.A. Stroud, éd. (Edinburgh : The Stationery Office), pp. 40-47.
- BLONDEL J. (1969): sédentarité et migration des oiseaux dans une garrigue méditerranéenne. La Terre et la vie, 1969, N° 3, pp. 269-314
- BOUCHEKER A. (2009): *Écologie de l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus* en Numidie (Nord-est Algérien)*. Thèse de Doctorat es-Sc. Bio. Ani. Université Badji Mokhtar-Annaba. 153p
- BOUDRAA W., BOUSLAMA Z. & HOUHAMDI M. (2014).- Inventaire et écologie des oiseaux d'eau dans le marais de Boussedra (Annaba, nord-est de l'Algérie). Bulletin de la Société Zoologique de France, 139 (1-4), 279-293.
- BOUKHALFA D. (1991).- *Contribution à la connaissance de l'intérêt ornithologique (oiseaux d'eau) et écologique du marais de Réghaia*. Thèse Magister. INA. Alger.
- BOUKROUMA N., MAAZI M.C., SAHEB M., METALLAOUI S. & HOUHAMDI M. (2011). Hivernage du Canard Pilet *Anas acuta* sur les hauts plateaux de l'Est de l'Algérie. *Alauda*, 79(4), 285-293.
- BOULAKHSSAIM M., HOUHAMDI M. & SAMRAOUI B. CHENAFI F. (2006b).- Breeding and binding of greater flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algeria August 2006. *Flamingo* 14: 21-24p
- BOUMEZBEUR A. (1993): *Ecologie et biologie de la reproduction de l'Erismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) et du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) sur le lac Tonga et le lac des oiseaux (Est algérien), (Mesures de protection et de gestion du lac Tonga)*.Thèse doctorat. EPHE. Montpellier. 254 p.
- BOUMEZBEUR A., MOALI A., & ISENMANN P. (2005). Nidification du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* et de l'échasse blanche *Himantopus himantopus* en zone saharienne (El-Goléa, Algérie). *Alauda*, 73, 143-144.
- BOURAFYA Y. (2019): *écologie du peuplement avien des régions méridionales du marais de la Mékhada (El Tarf)*
- BOURAFYA Y., BOUCHEKEUR A., SEDDIK S., MAAZI M.C. & HOUHAMDI M. (2018).- First study on waterberds wintering at the souathsern Mekhada marsh (Northeast Algeria, Ramsar site). *Ecology, Enviromentand conservation*, 24(3), 1123-1130.
- BOUZEGAG (2008) : *Inventaire et écologie de l'avifaune aquatique du Lac Ayata (Wilaya d'El-Oued)*. Mémoire de magister. Université El Oued. 71p

- BRADBURY J. W., VERHENCAMP S.L., CLIFTON K.E. & CLIFTON L.M. (1996). The relationship between bite rate and local forage abundance in wild Thomson's gazelles. *Ecology* 77: 2237-2255.
- BREHM A.E. (1868).- L'île des Animaux illustrée. Tome IV. Les Oiseaux. 1Baillière cl Fils, Paris.
- BROCHET A. L. (2009) : *Conséquence des déplacements des canards pour la dispersion des graines, des invertébrés et des parasites*. Thèse doctorat. Université de Montpellier II. 282p
- BROWN J.S. 1988.- Patch use as an indicator of habitat preference, predation risk, competition. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 22: 37-47.
- BRUDERER B. et Jenni L. (1988) : Les migrations des oiseaux. Station ornithologique suisse. Sempach. Lucerne. 40p
- BRUN B., 2009 : Homme et animal, la question des frontières. Editions Quæ. 214.
- BUEHLER D. M. & PIERSMA T. (2008). Travelling on a budget: predictions and ecological evidence for bottlenecks in the annual cycle of long-distance migrants. *Philos. T. R. Soc. B.* 363, 247-266.
- BUFFON G. de (1788).- œuvres complètes. Paris.
- BURTON, R. (1992).- *Bird Migration*. Aurum Press, London.
- CARO T. – 1998. *Behavioral Ecology and conservation biology*. Oxford University Press, New York.
- CÈZILLY & BENHAMOU (1996) : Les stratégies optimales d'approvisionnement. *Rev. Ecol. (Terre Vie)* 51: 43-86.
- CHABI Y. (1998). *Biologie de la reproduction des mésanges dans les chênaies du Nord-Est de l'Algérie*. Thèse de doctorat. Université d'Annaba, 162p.
- CHAGOUR A. (2006) : *Estimation de l'importance des services des écosystèmes humides pour les populations et visiteurs communes du Parc National d'El Kala dans nord-est de l'Algérie*. Mémoire Master 2. Université Montpellier. 136p
- 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

- CHARMANTIER A., McCLEERY R. H., COLE L. R., PERRINS C., KRUUK L. E. B. & SHELDON B. C. (2008). Adaptive phenotypic plasticity in response to climate change in a wild bird population. *Science* 320: 800–803.
- CHANTELATE J. C. (2003). Les oiseaux de France. 150p.
- CHENAVAL N., LORILLIÈRE R., DUGUÉ H. & DOXA A. (2011) phénologie et durée de halte migratoire de quatre passereaux paludicoles en migration postnuptiale en Estuaire de la Loire. *Alauda* 79 (2), 2011: 149-156
- CHENTOUH S. (2012) : *Le statut de la famille Anatidés hivernante dans les zones humides des hautes plaines de l'Est Algérien*. Thèse magister. Université Oum El Bouaghi. 85p
- CHETTIBI F., KHELIFA R., ABERKANE M., BOUSLAMA Z. & HOUHAMDI M. (2013).- Diurnal activity budget and breeding ecology of White-Headed Duck *Oxyura leucocephala* at Lac Tonga (North-east Algeria). *Zoology and Ecology*, 23(3), 183-190
- CLEMMONS J. R. & BUCHHOLZ R. (1997).- Behavioral approaches to conservation in the wild. Cambridge University Press, Cambridge, R.U.
- COLE E. K., POPE M .D. & ANTHONY R. G. (2004). Influence of road management on diurnal habitat use of Roosevelt elk- *Northwest Science* 78: 313-321.
- COMPREDON P. (1981).- Hivernage du Canard siffleur *Anas penelope* L. en Camargue (France). Stationnements et activités. *Alauda*, 49, 161-193.
- CONNORS P. G., MYERS J. P., PITELKA F. A. (1979). Seasonal habitat use by arctic Alaskan shorebirds. *Stud Avian Biol* 2:101–111.
- COOKE F., MACINNES C. D., PREVETT J.P. (1975) Gene flow between breeding populations of lesser snow geese. *Auk* 92:493–510.
- COSTA, M. & BONDI, S. (2002). Status e biologia della moretta tabacatta *Aythya nyroca*, nel complesso palustre di punte alberete e valle mandreiole (Ravenna). *Riv. Ital. Orn. Milano*, 71 (2), 125-131.
- COTTON, P.A. 2003. Avian migration phenology and global climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 100: 12219–12222.
- CRAMP S. & SIMMONS K. E. L. (1977).- Handbook of the Birds of Europe the Middle East and North Africa, the Birds of Western Palearctic, volume 1 Ostrich to Ducks. Oxford University Press, Oxford.

- CRAMP S. & SIMMONS K. E. L. (1983). Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palearctic, vol. III: Waders to Gulls. Oxford University Press, Oxford, New York, 1000 p.
- CYR M. R. (2013) : *efficacité des conventions internationales sur la protection des espèces migratrices : études de cas du bécasseau maubèche (Calidris canutus) des sous-espèces rufa et canutus*. Essai en vue de l'obtention du grade de maître en écologie internationale. Université de Sherbrooke, Québec, Canada. 122p
- DAJOZ R., 2003 : précis d'écologie. 7^{ème} édition. Edition Dunod. 615p
- DANCHIN E., GIRALDEAU L. A. & CÉZILLY F. – 2005 : écologie comportementale. Cours et questions de réflexion. Paris: Dunod, 2005. [574 DAN]
- DARLUC M. (1782).- Histoire Naturelle de la Provence, Tome 1 : 520 p. Avignon.
- DAVIES R. G., ORME C. D. L., OLSON V., THOMAS G. H., ROSS S. G., DING T.-S., RASMUSSEN P. C., STATTERSFIELD A. J., BENNETT P. M., BLACKBURN T. M. & others (2006). Human impacts and the global distribution of extinction risk. Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences 273:2127–2133.
- DARWIN C. (1859): *On the origin of species*. Murray, London, UK.
- De BELAIR G. (1990) : Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre écosystèmes lacustres et marécageux (El Kala, Est algérien) Thèse de Doctorat. Université de Montpellier II.
- DELEPINE G. (1952): La succession des êtres vivants aux temps géologiques : évolutionnisme et paléontologie. Laval théologique et philosophique, 8 (2), 183–195.
- DEL HOYO J., ELLIOT A. & SARGATAL J. (1992).- Handbook of the Birds of the World, volume 1 Ostrich to Duck. Lynx Edicions, Barcelona.
- DEJONGHE J. F. (1990). Les oiseaux dans leur milieu. 172p.
- DINGLE H. (1996).- *Migration: the biology of life on the move*. Oxford University Press, New York.
- DINGLE H. (1980).- Ecology and evolution of migration, in: Animal Migration, Orientation, and Navigation (S. A. Gauthreaux, ed. J, Academic Press, New York, pp. 1-101.
- DORST J. (1956). Study of bird migration 1938-1950. Proc. 10th. Int. Orn. Cong. Uppsala, pp. 154-197

- DUBOWY P.J. (1985).- Feeding ecology and behavior of postbreeding male Blue-winged Teal and Northern Shovelers. *Can. J. Zool.* 63: 1292-1297.
- DUBOWY P.J. (1988).- Waterfowl communities and seasonal environments: temporal variability in interspecific competition. *Ecology* 69: 1439-1453
- DUCHAUFOR P. (1977) : *Pédogenèse et classification*. Massons. 323p.
- DURAND J.H. (1954) : *Les sols du bassin versant du Lac Tonga (carte au 1/50000)* S.E.S. Alger. 12p.
- DZIRI H. (2014).- Hivernage du canard colvert *Anas platyrhynchos* dans les zones humides du nord-est algérien.
- ELGAR M.A. (1989): Predator vigilance and group size in mammals and birds: a critical review of the empirical evidence. *Biol. Rev.* 64: 13-33
- ELPHICK C.S. & ORING L.W. (1998).– Winter management of Californian rice fields for waterbirds. *Journal of Applied Ecology*, 35: 95-108
- ELTON C. S. (1927).- *Animal ecology*. New York: The Macmillan Company.
- FARHI Y. & BELHAMRA M. (2012): typologie et structure de l'avifaune des Ziban (Biskra, Algérie). *Courrier du Savoir – N°13*, Avril 2012, pp.127-136
- FERRAROLI S. 1997. *Métabolisme et sélection alimentaire du Canard colvert *Anas platyrhynchos* soumis aux variations climatiques dans l'Ouest de la France: approche expérimentale*. Rapport de DEA, Université Lyon I: 28p.
- FRANCIS C. M. & COOKE F. (1986). Differential timing of spring migration in wood warblers (Parulinae). *Auk*, 103, 548-556.
- GAILLARD J.-M., HEWISON A. J. M., KLEIN F., PLARD F., DOUHARD M., DAVISON R. & BONENFANT C. (2013). How does climate change influence demographic processes of widespread species? Lessons from the comparative analysis of contrasted populations of roe deer. *Ecology letters* 16:48–57.
- GAUTREAUX S. A. Jr. (1978). The ecological significance of behavioral dominance, in: *Perspectives in Ethology*, Volume 3 (P. P. G. Hateson and P. H. Klopfer. eds.). Plenum Press, New York, pp. 17-54.
- GAUTREAUX S. A. Jr. (1979). Priorities in bird migration studies, *Auk* 96:813-815.

- GAUTREAUX S. A. Jr. (1982). The ecology and evolution of avian migration systems. In: *Avian Biology*, Volume 6 (D. S. Farner and J. R. King, eds.). Academic Press. New York and London, pp. 93-167.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM U. N. & BAUER K. M. (1982). *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*. Bd. 8. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.
- GÓMEZ-BAGGETHUN E., de GROOT R., LOMAS P.L., MONTES C., 2010. The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. *Ecol. Econ.* 69, 1209–1218.
- GORDO O., BROTONS L., FERRER X., COMAS P. (2005). Do changes in climate patterns in wintering areas affect the timing of the spring arrival of trans-Saharan migrant birds? *Global Change Biol* 11:12–21.
- GREEN A.J. (1998).- Comparative feeding behavior and niche organisation in a Mediterranean duck community. *Canadian Journal of Zoology*, 76, 500-507
- GREEN A.J., FIGUEROLA J. & SANCHEZ M.I. (2002a).- Implications of waterbird ecology for the dispersal of aquatic organisms. *Acta Oecologica*, 23, 177-189.
- GREENBERG R., (1980). Demographic aspects of long-distance migration, in: *Migrant Birds in the Neotropics: Ecology, Behavior, Distribution, and Conservation* (A. Keast and E. S. Morton, eds.), Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C., pp. 493-504.
- GREENWOOD P. J. (1980). Mating systems, philopatry, and dispersal in birds and mammals, *Anim. Behav.* 28:1140-1162.
- GUERGUEB, E., BENSACI, E., NOUIDJEM, Y., ZOUBIRI, A., KERFOUF, A. & HOUHAMDI, M. (2014).- Aperçu sur la diversité des oiseaux d'eau du chott El-Hodna (Algérie). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 139(1-4), 233-244.
- GUILLAME P.R. & GUILLON J. J. (2000).- l'hivernage du Canard souchet *Anas clypeata* en loir Atlantique, relation avec les ressources trophique des milieux d'Accueil. Exemple de l'étang de Beaulieu-Couëron et de la Brière, tome 2 : 2P.
- GUILLEMAIN M., HOUTE S. & FRITZ H. (2000). Activities and food resources of wintering Teal (*Anas crecca*) in a diurnal feeding site: a case study in Western France. *Rev. Eco/.* (Terre Vie), vol. 55, 171-181.
- GUILLEMAIN M. (2000) : *Le fonctionnement du peuplement de canards des Marais de l'Ouest: compromis entre compétition et vigilance dans les stratégies d'alimentation individuelles*. Thèse Doctorat. Université Paris VI.

- GUILLEMAIN M., FRITZ H., GUILLON N. & SIMON G. (2002).– Ecomorphology and coexistence in dabbling ducks: the role of lamellar density and body length in winter. *Oikos*, 98: 547- 551.
- GUILLEMAIN M., FRITZ H., & DUNCAN P. (2002a).- The importance of protected areas as nocturnal feeding grounds for dabbling ducks wintering in western France. *Biological Conservation*, 103, 183-198.
- HALASSI I., ELAFRI A., BELHAMRA M. & HOUHAMDI M. (2016).- Répartition et abondance de l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* dans les zones humides du Nord-Est algérien. *Alauda*, 84(1), 23-32.
- HAMILTON W.D. (1971). Geometry for the selfish herd. *J. Theor. Biol.* 31: 295-311.
- HARBI S. (2010) : *Chronologie saisonnière, répartition et étude des budgets d'activités de peuplement d'anatidés et de la Foulque macroule du lac des oiseaux*. Thèse de magister. Université de Annaba.
- HARBI S. (2016) : *Structure et écologie des Sarcelles d'hiver Anas crecca crecca hivernant au niveau du Lac des Oiseaux et du Marais de la Mékhada (Wilaya d'El-Tarf)*. Thèse de doctorat. Université de Annaba.
- HEIM de BALSAC H., MAYAUD N. (1962).- Les Oiseaux du Nord-Ouest de l'Afrique. Editions Paul Lechevalier, Paris.
- HEITMEYER M.E. & FREDRICKSON L.H. (1981). Do wetland conditions in the Mississippi Delta hardwoods influence Mallard recruitment? *Trans. N. Am. Wildl. Nat. Resour. Conf.* 46: 44-57.
- HEITMEYER M.E. (1988).- Protein costs of the prebasic molt of female mallards. *Condor*, 90: 263-266
- HOUHAMDI M. (1998) : *Ecologie du Lac des Oiseaux: Cartographie, Palynothèque et utilisation de l'espace par l'avifaune*. Thèse magister. Université de Annaba.
- HOUHAMDI, M. (2002) : *Ecologie du peuplement avien du Lac des Oiseaux (Numidie orientale)*. Thèse doctorat. Université de Annaba.
- HOUHAMDI M. & SAMRAOUI B. (2001). Diurnal time budget of wintering Teal *Anas crecca crecca* L. at Lac des Oiseaux, north-east Algeria. *Wildfowl*, 52, 87-96.
- HOUHAMDI M. & SAMRAOUI B. (2002). Occupation spatio-temporelle par l'avifaune aquatique du Lac des Oiseaux (Algérie). *Alauda*, 70(2), 301-310.

- HOUHAMDI, M. & SAMRAOUI, B. (2003). Diurnal behaviour of wintering Wigeon *Anas penelope* in Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Wildfowl*, 54, 51-62.
- HOUHAMDI M. & SAMRAOUI B. (2008). Diurnal and nocturnal behaviour of Ferruginous Duck *Aythya nyroca* at Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Ardeola*, 55(1), 59-69
- HOUHAMDI M., HAFID H., SEDDIK S., BOUZEGAG A., NOUIDJEM Y., BENSACI (E.), MAAZI M. C. et SAHEB M. (2008b). Hivernage des Grues cendrées *Grus grus* dans le complexe des zones humides des hautes plaines de l'Est algérien. *Aves*, 45(2), 93-103.
- HOUHAMDI M., MAAZI M.C., SEDDIK S., BOUAGUEL L., BOUGOUDJIL S. & SAHEB M. (2009). Statut et écologie de l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* dans les zones humides des hautes plaines de l'Est algérien. *Aves*, 46(1), 129-148.
- IBANEZ F. & TROLLIET B. (1990) : Le Canard souchet *Anas clypeata* nicheur dans le Marais Breton : effectif, répartition et liaison avec les limicoles. *Gibier Faune sauvage* 7 : 95-106.
- ISENMAN P. & MOALI A. (2000).– Oiseaux d'Algérie/Birds of Algeria. Ed. S.E.O.F., Paris, 336 p.
- JARRY G. & LAMARCHE B. (1980).- *Recherches sur les Anatidés hivernant dans le Delta Intérieur du Niger (Mali), Janvier- Février 1980*. Rapport annuel de convention. CRBPO, Paris.
- JENOUVRIER S. (2013). Impacts of climate change on avian populations. *Global Change Biology* 19:2036–2057.
- JOLEAUD L. (1936).- Etude géologique de la région de Bône et la calle. *Bull. Serv. Carte géol. Algérie*, Imp. Typo. Litho et Cie, Alger, 2^{ème} Série, Strat., N° 12, 185 p., 4 pl., 25 Fig. et Tab.
- JORDE D. G. & OWEN, R. B. Jr. (1988).- The need for nocturnal activity and energy budgets of waterfowl. In, M. W. Weller (Ed.): *Waterfowl in winter*, pp. 169-180.
- KAHALERRAS (2012) : Etude du régime alimentaire hivernal des oiseaux d'eau en Numidie. Magister en Biologie. Université 8 mai 1945 de Guelma. 84p
- KEANE A. M., de BROOKE L. & MCGOWAN P. J. K. (2005). Correlates of extinction risk and hunting pressure in gamebirds (Galliformes). *Biological Conservation* 126:216–233.

- KEHOE F.P. & ANKNEY C.D. 1985. Variation in digestive organ size among five species of diving ducks (*Aythya* spp.). *Can. J. Zool.* 63: 2339-2342.
- KENWARD R.E. 1978. Hawks and doves: attack success and selection in goshawk flights at wood-pigeons. *J. Anim. Ecol.* 47: 449-460.
- KERLINGER P. (1995).- How Birds migrate. *Stackpole Books, Mechanicsburg*.
- KETTERSON E. D. & NOLAN V. Jr. (1982). The role of migration and winter mortality in the life history of a temperate-zone migrant, the dark-eyed junco, as determined from demographic analyses of winter populations, *Auk* 99:243-259.
- KETTERSON E. D. & NOLAN V. Jr. (1983).- The evolution of differential bird migration. In: *Current Ornithology*, Vol. 1, ed. Johnston, R.F. New York: Plenum Press, pp. 357±402.
- KHEMIS M. (2016).- *Ecologie du canard souchet *Anas clypeata* et de la sarcelle d'hiver *Anas crecca crecca* dans le nord-est de l'Algérie*. Thèse Doctorat. Université de Annaba, 162pp.
- KHEMIS, M., BARA, M., BOUMAAZA, O., BOUCHERIT, K., BOUSLAMA, Z. & HOUHAMDI M., (2016).- Phenology and diurnal behavior of Northern Shoveler *Anas clypeata* and Eurasian Teal *Anas crecca crecca* at Marsh of El-Feid (Northeast of Algeria). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(5), 383-385.
- KHEMIS M., BOUMAAZA O., BENSACI E., AMARI H., BOUCHERIT K., ELAFRI A., HANANE S., BOUSLAMA Z. & HOUHAMDI, M. (2017a).- Diurnal behavior and pairing chronology of the Northern Shoveler wintering in unprotected remnant wetlands of north-eastern Algeria. *Zoology and Ecology*, 27(1), 11-18.
- KHEMIS M., HANANE S., TELAILIA S., ELAFRI A., BOUMAAZA O., BOUCHERIT K., AMARI H. & HOUHAMDI M. (2017b). Activity patterns in two sympatric duck species in a Mediterranean remnant wetland: Performance; seasonal variability and implications. *Vie & milieu (Life and Environment)*, 67(3-4), 209-2016.
- KINGSFORD R. T. & PORTER J. L. (1993). Waterbirds of Lake Eyre, Australia. *Biological Conservation*, 65, 141-151.
- KIRBY J. (2010). Review of current knowledge of bird flyways, principal knowledge gaps and conservation priorities. CMS Scientific Council: Flyway Working Group Review. http://www.cms.int/bodies/ScC/17th_scientific_council/inf_04_2b_flyway_wg_review8_only.pdf, 23 janvier 2013.

- KIRKBY J. S. & MITCHELL C. (1993).– Distribution and status of wintering Shovelers *Anas clypeata* in Great Britain. *Bird Study*, 40: 170-180.
- KREBS J.R. & DAVIERS N.B. 1993. *An introduction to behavioural ecology*. 3rd edition, Blackwell Science, Oxford, UK.
- HORTON G. k., FRANK A., LA SORTE, SHELDON D., TSUNG-YU L., Winner K., Garrett BERNSTEIN G., MAJI S., HOCHACHKA W. M. & FARNSWORTH A. (2020): Phenology of nocturnal avian migration has shifted at the continental scale. *Nature Climate Change* volume 10, pages63–68(2020)
- LACK D.L. (1954): *The Natural Regulation of Animal Numbers*.
- LATRAUBE C., LEGAGNEUX P. & BRATAGNE V. (2004): comportementarité et fonctionnalité des étangs en réserve pour la conservation des oiseaux d'eau en Brenne, rapport final. 85p
- LAWTON J.H. et MAY R.M. – 1995, *Assessing extinction rates*. Oxford University Press, Oxford.
- LECLERCQ J. & DELVINGT W. (1960) : Les migrations des oiseaux (catalogue). Rapport final. Institut Agronomique. Gembloux, Belgique.
- LEDANT, JACOBS J.P., MALHER P., OCHANDO F. B. & Roche J. (1981).– Mise à jour de l'avifaune algérienne. Le Gerfaut–De Giervalk. 71 : 295-398.
- LEFEUVRE J. C. (1991) : La recherche en écologie en France. Heur et malheur d'une discipline en difficulté. *Aménagement et Nature*, 97 : p. 1-4
- LEGAGNEUX P. (2007) : Compromis entre alimentation et risque de prédation chez les canards hivernants : une approche multi-échelles. Thèse de doctorat. Université Louis Pasteur - Strasbourg I. 224p
- LESLIE P. H. (1945): On the use of matrices in certain population mathematics. *Biometrika* 33:183–212.
- LIEDVOGEL M., AKESSON S. & BENSCH S. (2011). The genetics of migration on the move. *Trends Ecol. Evol.* 25, 561-569.
- LIMA S.L. 1987a. Vigilance while feeding and its relation to the risk of predation. *J. Theor. Biol.* 124: 303-316.

- LIMA S.L. & DILL L.M. 1990. Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Can. J. Zool.* 68: 619-640.
- LIMA S.L. & BEDNEKOFF P.A. (1999). Back to the basics of antipredatory vigilance: can nonvigilant animals detect attack? *Anim. Behav.* 58: 537-543.
- LOCHE V. (1858).– Catalogue des mammifères et des oiseaux observés en Algérie. Ed. A. Bertrand, Paris. 158 p.
- LOSITO M.P., MIRARCHI E. BALDASSARE G.A. (1989).- New techniques for time activity studies of avian flocks in view-restricted habitats. *J. Field. Ornithol.* 60(3), 388-396.
- LOTKA A. J. (1925): Elements of Physical Biology. Williams and Wilkins, Baltimore.
- MAAZI M.C. (2009): *Eco-éthologie des Anatidés hivernants dans l'étang de Timerganine (Ain Zitoune, Wilaya d'Oum El-Bouaghi)*. Thèse Doctorat. Université Annaba, 111pp.
- MARRA P. P., NORRIS D. R., HAIG S. M., WEBSTER M., ROYALE A. 2006. Migratory connectivity. In: Crooks K, Muttulingam S, edi-tors. Maintaining connections for nature. Oxford: OxfordUniversity Press. p. 157–83.
- MARRE A. (1992): Le Tell oriental algérien de Collo à la frontière tunisienne. Etude géomorphologique. OPU. Alger Vol 1 et 2, 153p-624 p.
- MASON T. H., STEPHENS P. A., APOLLONIO M., & WILLIS S. G., 2014b. Predicting potential responses to future climate in an alpine ungulate: interspecific interactions exceed climate effects. *Global change biology* 20:3872–3882.
- MCGUIRE L. P. & FRASER E. E. (2014). Taxonomic diversity in the biology of migration. *Canadian Journal of Zoology* 92 (6), 463–465.
- MCKEE J. K., Sciulli P. W., Fooce C. D., & Waite T. A. 2004. Forecasting global biodiversity threats associated with human population growth. *Biological Conservation* 115:161–164.
- MCKINNON L., SMITH P.A., MARTIN J.L., DOYLE F.I., ABRAHAM K.F., GILCHRIST H.G., MORRISON R.I.G. & BETY J. (2010). Lower predation risk for migratory birds at high latitudes. *Science* 327, 326-327.
- MCNEIL R., DRAPEAU P. & GOSS-CUSTARD J.D. 1992. The occurrence and adaptive significance of nocturnal habits in waterfowl. *Biol. Rev.* 67: 381-419.

- MC.CLUSKIE, M.C. & SEDINGER J.S. (1999).- Incubation behaviour of northern Shovlers in the subarctic: A contrast to the prairies. *The Condor*, 101, 417-421.
- MENAI R. (1993) : *Contribution à la mise à jour de l'odonatofaune algérienne*. Thèse magister. Univ. Annaba, 148 p + Annexes.
- MERZOUG, S., AMORABDA, 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), 1-8.
- MERZOUG, A., BARA, M. & HOUHAMDI, M. (2015).- Diurnal time budget of Gadwall *Anas strepera* in Guerbes-Sanhadja wetlands (Skikda, northeast Algeria). *Zoology and Ecology*, 5(2), 101-105.
- METALLAOUI, S. & HOUHAMDI, M. (2008).- Données préliminaires sur l'avifaune aquatique de la Garaet Hadj-Tahar (Skikda, Nord-Est algérien). *Afri. Bird Club Bull*, 15(1), 71-76.
- METALLAOUI S., ATOUSSI S., MERZOUG A. & HOUHAMDI M. (2009).- Hivernage de l'Erismaure à tête blanche *Oxyura leucocephala* dans Garaet Hadj-Tahar (Skikda, Nord-Est de l'Algérie). *Aves*, 46(3), 136-140.
- METALLAOUI, S. & HOUHAMDI, M. (2010).- Biodiversité et écologie de l'avifaune aquatique hivernante dans Garaet Hadj-Tahar (Skikda, Nord-Est de l'Algérie). *Hydroécologie Appliquée*, 17, 1-16.
- METALLAOUI S., MAAZI M.C., SAHEB M., HOUHAMDI M. & BARBRAUD C. (2014).- A comparative study of the diurnal behaviour of the Northern Shoveller (*Anas clypeata*) during the wintering season at Garaet Hadj-Tahar (North-East Algeria) and Garaet Timerganine (Algerian highlands). *Turkisch Journal of Zoology*, 38, 1-10.
- MEZBOUR, R., REGGAM, A., MAAZI, M.C. & HOUHAMDI, M. (2018). Evaluation of organic pollution index and the bacteriological quality of the water of the Lake of birds (ELTarf East-Algerian). *Journal of Materials and Environmental Sciences*, 9(3), 971-979.
- MILLER M.R. (1975) Gut morphology of Mallards in relation to diet quality. *J. Wildl. Manage.* 39: 168-173.
- MOLLER A. P., RUBOLINI D. & LEHIKONIEN E. 2008.- Populations of migratory bird species that did not show a phenological response to climate change are declining. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105:16195–16200.

- MOORE F. R., KERLINGER P. & SIMONS T.R. (1990) Stopover on a gulf coast barrier island by spring trans-gulf migrants. *Wilson Bull.*, 102, 487±500.
- MORELLER N., GAILLARD J.-M., HEWISON A. J. M., BALLON P., BOSCARDIN Y., DUNCAN P., KLEIN F. & MAILLARD D. 2007. Indicators of ecological change: new tools for managing populations of large.
- MUGABO M. (2011): Caractérisation des interactions entre la structure de population et l'histoire de vie. Thèse doctorat. Ecole Normale Supérieure de Paris. 167pp
- MYERS J. P. (1981). A test of three hypotheses for latitudinal segregation of the sexes in wintering birds, *Can. f. Zool.* 59:1527-1534.
- MYERS N. 1989.- « A major extinction spasm: predictable and inevitable? », dans WESTERN D. et PEARL M., *Conservation for the twenty-first century*, p.42-49. Oxford University Press, Oxford.
- NADJRAOUI D. (2000): profil fourrager « Algérie » Rapport pp 35.
- NEDJAH R., BOUCHEKER A., SAMRAOUI F., MENAI R. & SAMRAOUI B. (2010).— Reproduction, diet and conservation of the Purple Heron (*Ardea purpurea*) in Numidia, northeast Algeria. *Ostrich*, 81 (3): 189-196.
- NELLEMAN C., VISTNES I., JORDHOY P. & STRAND O. 2001.- Winter distribution of wild reindre in relation to power lines, roads and resorts. *Biological conservation* 101: 351-360.
- NEWTON I. 1998. *Population limitation in birds*. Academic Press, London, UK.
- NEWTON I. (2008): The Migration Ecology of Birds. Academic Press; 1st edition (27 Aug. 2007). Edition Kindle. 1008p
- NUDDS T. D. & BOWLBY J. N. 1984.- Predator-prey size relationships in North American dabbling ducks. *Can. J. Zool.* 62: 2002-2008.
- OGILVIE M.A. 1975. *Ducks of Britain and Europe*. Berkhamsted, Poyser. 206p.
- ORBIGNY Ch. d' (1843). - Dictionnaire Universel d'Histoire Naturelle, Paris.
- OTAHAL C.D. (1995). Sexual differences in Wilson's warbler migration. *J. Field Ornithol.*, 66, 60-69.
- OZENDA P. 1982— *Les végétaux dans la biosphère*. Ed. Doin, Paris, 431 p.

- PETTIFOR R.A., NORRIS K.J. & ROWCLIFFE J.M. (2000). Incorporating behaviour in predictive models for conservation. pp 198-220 In L.M. Gosling & W.J. Sutherland (eds). *Behaviour and conservation*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- PIROT J.Y., CHESSEL D. & TAMISIER A., (1984).- Exploitation alimentaire des zones humides de Camargue par 5 espèces de canards de surface en hivernage et en transit: Modélisation spatio-temporelle. *Revue d'écologie, Terre & Vie*, 39, 167-192.
- PIROT J.Y. & PONT D. (1987) : Le canard souchet (*Anas clypeata* L.) hivernant en camargue: alimentation, comportement et distribution nocturne. *Rev. Ecol. (Terre Vie)* 42: 59-79.
- PLOMIN R., DEFRIES J., McCLEARN G., RUTTER M. (1999). Des gènes au comportement. De Boeck, [575.1 DES]. Indispensable pour comprendre l'héritabilité des caractères comportementaux.
- POPINET J. (1997) : Les migrations des oiseaux. In Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon, 66^e année, n°1, pp. 3-7
- PÖYSÄ H. 1987a.- Costs and benefits of group foraging in the Teal (*Anas crecca*). *Behaviour* 103: 123-140.
- POWELL G.V.N. 1974.- Experimental analysis of the social value of flocking by starlings (*Sturnus vulgaris*) in relation to predation and foraging. *Anim. Behav.* 22: 501-505.
- PRADAL R., RIOUX N., TAMISIER A. & LEBRETON J.D. (1997). Individual turnover among wintering teal in Camargue: A mark-recapture study. *Journal of Wildlife Management*, 61, 816-821.
- PULLIAM H.R. 1973.- On the advantages of flocking. *J. Theor. Biol.* 38: 419-422.
- RAMADE F. (1984) : éléments d'écologie (écologie fondamentale). Edition McGraw-Hill. 397p.
- RAMADE F. (2008) : Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. Edition Dunod. 726p.
- RICHARD Q. (2016) : *Hétérogénéité individuelle, variabilité temporelle et structure spatiale comme sources de variation démographique chez les grands herbivores de montagne*. Thèse de doctorat. Université Grenoble Alpes. 261p

- RIDGILL S.G. & FOX A. D. (1990).- Cold weather movements of waterfowl in western Europe. Slimbridge : International Wetlands and Waterbirds. Research Bureau. de RIVIÈRE M. (1826) : Mémoire sur la Camargue, Paris : 215p.
- RIZI H. (2018) : *Etude de l'importance méditerranéenne du complexe des zones humides de la région du Nord à travers l'avifaune hivernante et nicheuse : Cas du Lac Tonga*. Thèse doctorat. Université Annaba. 133p.
- ROBERTS G. 1996.- Why vigilance declines as group size increases. *Anim. Behav.* 51: 1077-1086.
- ROOT T. L., PRICET J. T., HALL R. K., SCHNEIDER S. H., ROSENZWEIG C. & POUNDS J. A. (2003) Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* 421:57–60.
- ROSHIER D.A., KLOMP N.I. & ASMUS M. (2006). Movements of a nomadic waterfowl, grey teal *Anas gracilis*, across inland Australia - results from satellite telemetry spanning fifteen months. *Ardea*, 94, 461-475.
- ROWELAND M.M., WISDOM M.J. & JOHNSON B.K. (2000). Ilk distribution and modelation in relation to raods. *Journal of Wildlife Management* 64: 672-684.
- RUGER A., PRENTICE & OWEN M. (1987). Résultats des dénombrements internationaux d'oiseaux d'eau du B.I.R.O.E. 1967-1983. *Slimbridge, Glos, Grande-Bretagne*. 160pp.
- SAMRAOUI B., DE BELAIR G. & BENYACOU B. S. (1992).- A much threatned lake: Lac des Oiseaux (North-East Algeria). *Environnemental conservation*, Vol 19 N°3: 264-267+276.
- SCOTT D. A., ROSE P. (1996): Atlas of Anatidae Populations in Africa and Western Eurasia. Ed. Wetlands International (31 décembre 1996). 336p
- SEDDIK S., MAAZI M.C., HAFID H., SAHEB M., MAYACHE B. & HOUHAMDI M. (2010).- Statut écologie des peuplements Laro-Limicoles et Echassiers dans les zones humides des hauts plateaux de l'Est de l'Algérie. *Bulletin de l'Institut Scientifique de Rabat*, 32(2), 111-118.
- SEDDIK S., BOUAGUEL L., BOUGOUDJIL S., MAAZI M.C., SAHEB M., METALLAOUI S. & HOUHAMDI M. (2012).- L'avifaune aquatique de la Garaet de Timerganine et des zones humides des Hauts Plateaux de l'Est algérien. *Afri. Bird Club Bul.*, 19(1), 25-32.

- SEDRATI N. (2006): *Vulnérabilité et impact des agglomérations sur la qualité des eaux du massif dunaires de Bouteldja*. Mémoire de magister en géologie .Université d'Annaba. 43p
- SEITZ A. (1980). The coexistence of three species of *Daphnia* in the Klostersee. *Oecologia* 45: 117-130.
- SENAPATHI D., NICOLL M. A., TEPLITSKY C., JONES C. G. & NORRIS K. (2011).- Climate change and the risks associated with delayed breeding in a tropical wild bird population. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 278:3184–3190.
- SEYMOUR N.R. (1974a): Site attachment in the Northern Shoveler. *Auk* 91: 423-427.
- SEYMOUR N.R. (1974b): Territorial behaviour of wild Shovelers at Delta, Manitoba. *Wildfowl* 25: 49-55.
- SMART M., AZAFZAF H. & DLENSI, H. 2009.- Analysis of the mass of raw data on Greater Flamingos *Phoenicopterus roseus* on their wintering grounds, particularly in North Africa. *Wildfowl & Wetlands Trust, Slimbridge, UK. Flamingo, Special Publication 1*.
- de SMET G. (2007) : Phénologie des anatidés (Migration de la LPO). Comptages bimensuels du Canard souchet, de la Sarcelle d'hiver et du Fuligule milouin sur la station de lagunage de Rochefort et sur la retenue d'eau de Saint Hippolyte, Charente-Maritime, en 2007.
- SNELL-ROOD E. C. (2013).- An overview of the evolutionary causes and consequences of behavioural plasticity, *Anim. Behav.* 85 (2013) 1004–1011.
- SOBHI Z. (2009) : *Impact des facteurs climatiques et anthropiques sur la diversité et l'écologie trophique des peuplements d'Orthoptères caelifères dans l'Est algérien (El Tarf - El Kala)*. Thèse de Magister. Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach - Algérie.135p
- STATTERSFIELD A. J., CROSBY M. J., LONG A. J. & WEGE D. C. (1998). Endemic bird areas of the world. BirdLife International, Cambridge.
- STURBOIS A. (2013) : Quelques éléments pour mieux connaître les oiseaux migrateurs et avoir envie d'aller plus loin ! Rôle d'eau n°153.
- Sutherland, W.J. 1996. *From individual behaviour to population ecology*. Oxford University Press, Oxford, UK.

- SVENSSON E. C., TUFTS R. L., POLK C. E. & LEIDEN J. M. (1999).- Molecular cloning of FOG-2: a modulator of transcription factor GATA-4 in cardiomyocytes. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 96, 956-961.
- SWIHART R. K., DUNNING J. B., & WASER P. M. 2002.- Gray matters in ecology: dynamics of pattern, process, and scientific progress. *Bulletin of the Ecological Society of America*, 83:149–155.
- TABET S. (2008) : *Le changement climatique en Algérie orientale et ses conséquences sur la végétation forestière*. Thèse doctorat. Université Mentouri Constantine. p125
- TABOUCHE K. (2016).- Phénologie et comportement diurne du canard souchet *Anas clypeata* (Anatidés) hivernant dans la Garaet Hadj-Tahar (Complexe de Guerbes-Sanhadja, Nord-est de l'Algérie). *Bull. Soc. zool. Fr.*, 141(3), 109-120.
- TALAI-HARBI S., ROUIAGUIA M., BARA M., SAKER H. & HOUHAMDI M. (2016).- Ecology of the Eurasian Teal *Anas crecca* at the Mekhada marsh (Northeast of Algeria). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(4), 342-345.
- TAMISIER A. (1966 a).- Dispersion crépusculaire des Sarcelles d'hiver *Anas crecca crecca* L. en recherche de nourriture. *Terre et Vie*, 1966 : 316-337.
- TAMISIER A., (1972).- *Etho-écologie des Sarcelles d'hiver Anas c. crecca* L. pendant leur hivernage en Camargue. Thèse de Doctorat. Université des sciences et techniques du Languedoc. Montpellier, 157 p.
- TAMISIER A. & DEHORTER O. (1999). *Camargue, Canards et Foulques*. Fonctionnement d'un prestigieux quartier d'hiver. Edition : Centre Ornithologique du Gard. Nîmes.
- THOMAS G.J. (1982).- Autumn and winter feeding ecology of waterfowl at the Ouse Washes, England. *J. Zool. Lond.* 197: 131-172.
- TIETJE W.D. & TEER J.G. 1996.- Winter feeding ecology of Northern Shovelers on freshwater and saline wetlands in South Texas. *J. Wildl. Manage.* 60: 843-855.
- TOUBAL O. (1986) : *Phytoécologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux du massif de l'Edough (Algérie Nord orientale)*. Cartographie au 1/25 000ème, U.S.T.M. Doctorat 3ème cycle Univ. Grenoble (France), 111p.
- TROLLIET B. 2014c. Canard souchet *Anas clypeata*. Pp. 54-55, in: Marchadour B. (coord.). Oiseaux nicheurs des Pays de la Loire. Coordination régionale LPO Pays de la Loire. Delachaux & Niestlé, Paris

- TRYJANOWSKI P., KUZ 'NIAK S., SPARKS T. (2005). What affects the magnitude of change in first arrival dates of migrant birds? *J Ornithol* 146: 200–205
- TUCAKOV, M. (2005).- Migration of common pochard *Aythya ferina* and ferruginous duck *Aythya nyroca* on Kolut Fichpond (Northern Serbia). *Aquila*, 112, 15-20.
- VAN DIJK G. & LEDANT J. P. 1983.– La valeur ornithologique des zones humides de l'Est algérien. *Biol. Conserv.*, 26: 15-226.
- VILA J.M., (1980) : *La plaine alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens*. Thèse de Doc. Sc. Nat. Univ. P et M. Curie. Paris VI, 2 tomes, 665 p.
- VILLAIN N. (2017) : *Rôle de la plasticité comportementale dans l'adaptation aux variations nutritionnelles chez un primate malgache*. Thèse de doctorat. Museum National D'Histoire Naturelle, Paris. 194p
- WHYTE R.J. & BOLEN E.G. 1985. Variation in Mallard digestive organs during winter. *J. Wildl. Manage.* 49: 1037- 1040.
- WILSON D.S., POLLOCK G.B. et DUGATKIN L.A. (1992): Can altruism evolve in purely viscous populations? *Evolutionary Ecology*, n° 6, 331-341.
- WYNNE-EDWARDS V. C. (1962). Animal dispersion in relation to social behaviour. Edinburg, 653pp
- YEATMAN-BERTHELOT D. & Jarry G. 1991.– *Atlas des oiseaux de France en hiver*. Société ornithologique de France, Paris. 576p.
- ZAHAVI A. (1971): The fonction of the pre-roost gatherings and communal roosts. *Ibis*, 113: 106-109.
- ZIANE N. (1999) : *Le peuplement d'Anatidés dans la région d'El Kala. Chronologie d'hivernage et rythmes d'activité*. Thèse magister. Université Annaba.
- ZOUINI D. (1996a) : Vulnérabilité à la pollution des eaux de la plaine d'Annaba – La Mafragh (N-Est algérien). *Hydrogeologia* N° 12.
- ZOUINI D. (1996b) : Etude hydrogéologique de la nappe des dépôts dunaires de Bouteldja (Nord-est algérien). *Hydrogeologia* N° 12.

WEBOGRAPHIE

- [1]. www.oiseaux.net/dossiers/yves.thonnerieux/sommeil.des.canards.html
- [2]. https://fr.wikipedia.org/wiki/Migration_des_oiseaux#Abmigrations
- [3]. <http://www.oiseaux-birds.com/fiche-canard-souchet.html>
- [4]. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012-1.RLTS.T22729717A40166458>.
- [5]. <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/paleontologie-theorie-evolution-14084/>

Ornithologie

STATIONNEMENT ET COMPORTEMENT DIURNE DU CANARD SOUCHET (*SPATULA CLYPEATA* LINNÉ, 1758) HIVERNANT SUR LE LAC DES OISEAUX (NORD-EST DE L'ALGÉRIE)

par

Hassina BENDJEDID^{1,2}, Naziha BOURENANE²,

Ali TAHAR^{1,2} & Moussa HOUHAMDI³

Une étude de suivi de comportement diurne sur la variation du sex-ratio du Canard souchet *Spatula clypeata*, a été réalisée au niveau du Lac des Oiseaux (extrême nord-est de l'Algérie). Les observations de terrain ont été effectuées pendant deux saisons successives d'hivernage (2014-2015 et 2015-2016).

Les rythmes d'activités diurnes sont dominés par le sommeil pendant les deux saisons avec 34,45 %, puis viennent l'alimentation (28,01 %) et la nage (26,18 %) enfin le toilettage (7,02 %) et le vol (4,32 %). De ce fait, le Lac des Oiseaux est utilisé par le Canard souchet comme un lieu de remise diurne où les principales activités sont de confort. Pour l'ensemble des activités, il n'existe pas de différences significatives entre les deux sexes ($p > \alpha = 0,05$). Cependant pour l'activité de toilettage, la valeur est plus élevée chez les femelles pendant le seul mois « février » durant la première saison d'hivernage. Nous pouvons attribuer cette différence à la mue qui est particulièrement étalée dans le temps chez les femelles.

Mots-clés : Canard souchet, sexe ratio, rythmes d'activités diurnes, Nord-Est algérien.

1. Laboratoire de Biologie Végétale et Environnement, Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie.

2. Département de Biologie, Faculté des sciences, Université Badji Mokhtar d'Annaba, Algérie.

3. Laboratoire Biologie, Eau et Environnement (LBEE), Faculté SNV-STU, Université 8 Mai 1945 Guelma. B.P. 401, 24000 Guelma, Algérie. houhamdimoussa@yahoo.fr / moussa.houhamdi@univ-guelma.dz.

Bulletin de la Société zoologique de France 145 (3)

Wintering and diurnal behaviour of the Northern Shoveler (*Spatula clypeata* Linné, 1758) on the Lac des Oiseaux (Northeast Algeria)

Diurnal behaviour was monitored in each sex of the Northern Shoveler (*Spatula clypeata*) at the Lac des Oiseaux (northeastern Algeria). Observations were made during two successive wintering seasons (2014-2015 and 2015-2016). The pattern of daytime activity during the two seasons was dominated by sleep (34.45%), followed by feeding (28.01%), swimming (26.18%), cleaning (7.02%) and flying (4.32%). There is no significant difference in these activities between the two sexes ($p > \alpha = 0.05$), with the exception of cleaning, which took up a slightly greater proportion of time in females than in males during the two winter seasons. This difference can be attributed to the moult, which is more prolonged in females than in males.

Keywords: Northern Shoveler, sex-ratio, temporal activity rhythms, Northeast Algeria.

Introduction

Les Anatidés sont considérés comme une composante particulière des zones humides de l'Algérie (MAAZI, 2009 ; HOUHAMDI *et al.*, 2009 ; BOUKROUNA *et al.*, 2011 ; BAAZIZ *et al.*, 2011 ; MERZOUG *et al.*, 2014 ; GUERGUEB *et al.*, 2014 ; AMOABDA *et al.*, 2015 ; METALLAOUI & HOUHAMDI, 2008 ; ATOUSSI *et al.*, 2017 ; HALASSI *et al.*, 2016). Leur présence est fortement liée aux ceintures de végétation et aux hélophytes qui leur servent de lieu de nourrissage, de zones de dissimulation des nids et de protection contre la prédation (METALLAOUI *et al.*, 2009 ; BENSIZRARA *et al.*, 2013 ; BENDAHMANE *et al.*, 2014 ; TALAI-HARBI *et al.*, 2016). Le choix de notre étude s'est portée sur cette famille d'oiseaux d'eau et précisément sur l'une de ces espèces, le Canard souchet, vu leurs caractéristiques de bio-indicateurs très répandues dans les zones humides du littoral du pays (CHETTIBI *et al.*, 2013 ; ABERKANE *et al.*, 2014 ; MERZOUG *et al.*, 2014, GUERGUEB *et al.*, 2014 ; BOUDRAA *et al.*, 2014 ; METALLAOUI & HOUHAMDI, 2010) qui ont un intérêt en ce qui concerne la protection des zones humides et leur mise en valeur. De nombreux travaux ont été menés ces dernières années sur les traits d'histoire de vie de cette espèce de canard dans les zones humides de l'Est algérien : Harbi (2010), METALLAOUI *et al.*, 2014, AMORAABDA *et al.*, 2015, KHEMIS *et al.*, 2016 et 2017a et enfin TABOUCHE *et al.*, 2017. C'est un hivernant habituel de l'extrême nord-est du pays et il appartient essentiellement à la population nichant en Europe centrale (RUGER *et al.*, 1987).

La présente investigation vise à approfondir les connaissances éco-éthologiques d'hivernage concernant la famille des Anatidés et en particulier le Canard souchet. Ainsi un intérêt particulier a été porté sur la détermination des éventuelles variations du sex-ratio sur les effectifs de cette espèce et son rythme d'activités diurnes, pendant la période hivernale et afin de comparer nos résultats avec celles de la littérature.

Hivernage du canard souchet sur le lac des oiseaux (Algérie)

Matériel et méthodes

Description du site d'étude

Le Lac des Oiseaux, proclamé site Ramsar en 1999, est surtout connu comme site d'hivernage d'Anatidés (canards de surface et canards plongeurs) et de Foulques macroules *Fulica atra*, ainsi que pour sa fréquentation par de nombreuses espèces de laro-limicoles (HOUHAMDY & SAMRAOUI, 2001, 2002, 2003, 2008 ; SEDDIK *et al.*, 2010). Il est situé à 36°47' de latitude Nord et 0.8°7' longitude Est. Ce lac se trouve à environ 20 km à vol d'oiseau des principaux lacs du Parc national d'El Kala : le Lac Oubeira (2400 ha), le Lac Tonga (2200 ha) et le Lac Mellah (800 ha) et à 8 km des marais de la Mékhada (Figure 1). C'est un lac d'eau douce qui s'étale sur une superficie de 70 ha en période hivernale et 40 ha au maximum en période sèche avec un dépôt de matière organique qui peut aller jusqu'à 20 cm d'épaisseur (SAMRAOUI *et al.*, 1992 ; HOUHAMDY, 2002 ; HOUHAMDY & SAMRAOUI, 2002).

Sa profondeur maximale signalée antérieurement était de 2,5 mètres (JOLEAUD, 1936). Aujourd'hui, elle n'excède pas un mètre (HOUHAMDY, 1998).

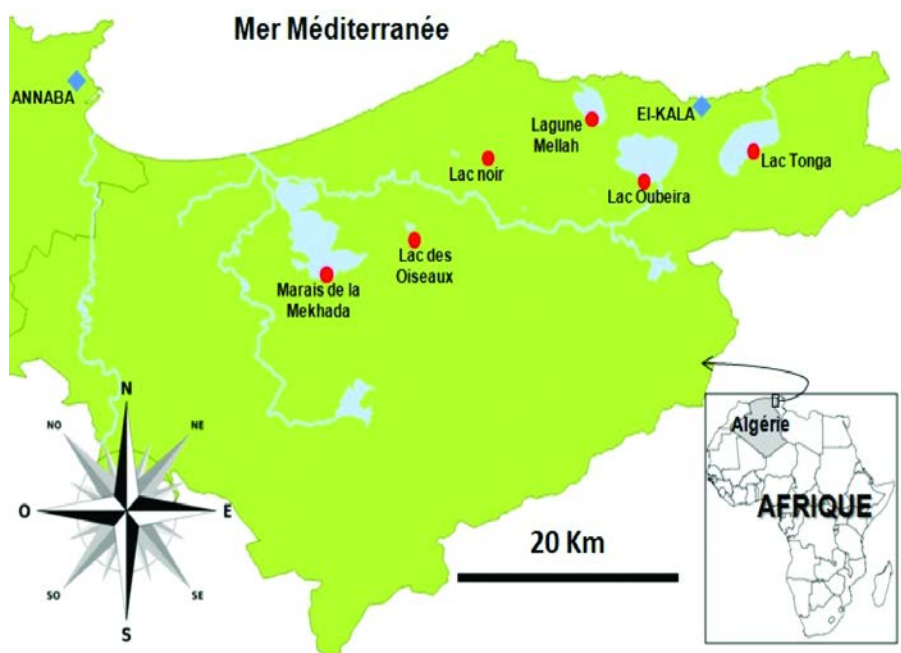


Figure 1

Localisation du Lac des Oiseaux parmi Les principales zones humides du Nord-Est de l'Algérie (wilayas Annaba et El-Tarf).

Location of the Lac des Oiseaux in the main wetlands of northeastern Algeria (wilayas of Annaba and El-Tarf).

Bulletin de la Société zoologique de France 145 (3)

Le climat méditerranéen qui règne au Lac des Oiseaux est caractérisé par une sécheresse estivale et une saison humide à pluviométrie variant entre 705 et 740 mm/an (BOURFAFA *et al.*, 2018).

Cette zone humide est non seulement un site d'hivernage des oiseaux d'eau, mais elle représente aussi un endroit favorable pour la nidification de certains oiseaux d'eau en voie d'extinction comme l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, le Fuligule Nyroca *Aythya nyroca* et la Talève Sultane *Porphyrio porphyrio*, qui sont des espèces inscrites sur la liste rouge de l'UICN comme espèces vulnérables et le Blongios nain *Ixobrychus minutus*.

Matériel et méthodologie

Le suivi du sex-ratio et du rythme des activités diurnes du Canard souchet *Spatula clypeata* a été réalisé durant deux saisons d'hivernage (2014-2015 et 2015-2016). Notre planning d'échantillonnage est comme suit : 14 sorties au cours de deux saisons d'hivernage, soit en moyenne 112 heures de travail, débutant le mois de septembre jusqu'au mois de mars en effectuant un échantillonnage systématique à raison d'une sortie par mois à cause de la pression de dérangement humain sur le site. Les observations ont été faites avec un télescope (modèle *KONUSPOT* : 20-60x80) et d'une paire de jumelles (8 x 40).

Deux méthodes classiques sont habituellement utilisées pour le suivi de rythme des activités diurnes des Anatidés : l'Animal focal sampling ou FOCUS et l'Instantaneous scan sampling ou SCAN (ALTMANN, 1974 ; LOSITO *et al.*, 1989, BALDASSARE *et al.*, 1988, TAMISIER & DEHORTER, 1999). Nous avons opté pour la méthode SCAN qui consiste à effectuer des séries de transects virtuels à travers le groupe d'oiseaux au sein duquel nous avons procédé chaque heure au relevé de cinq activités : le sommeil, l'alimentation, la nage, la toilette et le vol. La répétition de ce type d'informations toutes les heures fournit une image globale pour la journée.

Le logiciel statistique Minitab version 16 a été utilisé afin de comparer les moyennes des deux groupes d'échantillons qui sont représentés par les deux sexes et pendant les deux saisons d'hivernage. Le test-t de Student est utilisé pour comparer les moyennes des deux groupes.

Résultats

Phénologie de l'hivernage du canard souchet pendant les deux saisons d'hivernage

Le canard souchet a été observé de novembre à la fin mars pendant les deux saisons d'hivernage. Pendant la première saison, les effectifs fluctuent entre 73 individus au milieu de la saison et 254 individus au début de la saison. Par contre, pendant la deuxième saison, les effectifs recensés sont 218 individus la fin de la saison et 1611 individus au début de la saison (Figure 2).

Hivernage du canard souchet sur le lac des oiseaux (Algérie)

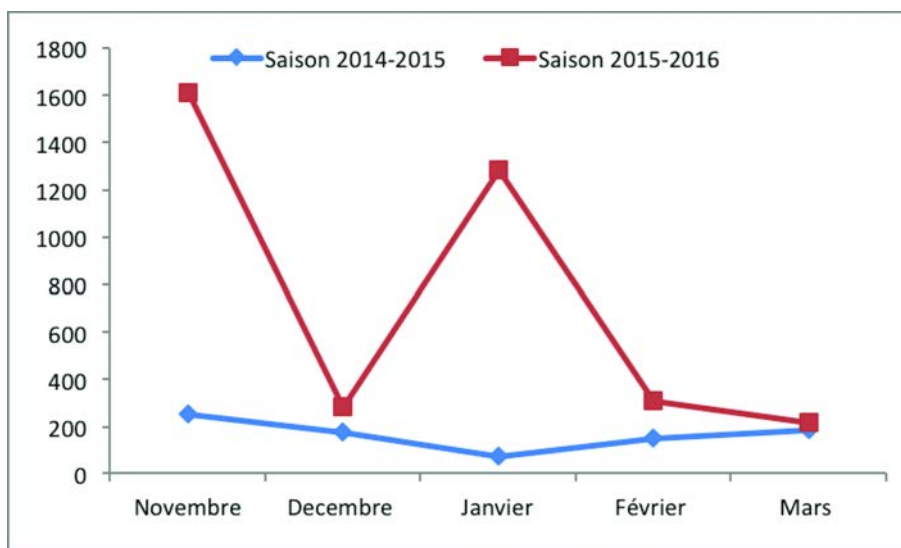


Figure 2

Fluctuations des effectifs hivernants du Canard Souchet au Lac des oiseaux durant les deux saisons.
Fluctuations in overwintering populations of Northern Shoveler at Lac des Oiseaux.

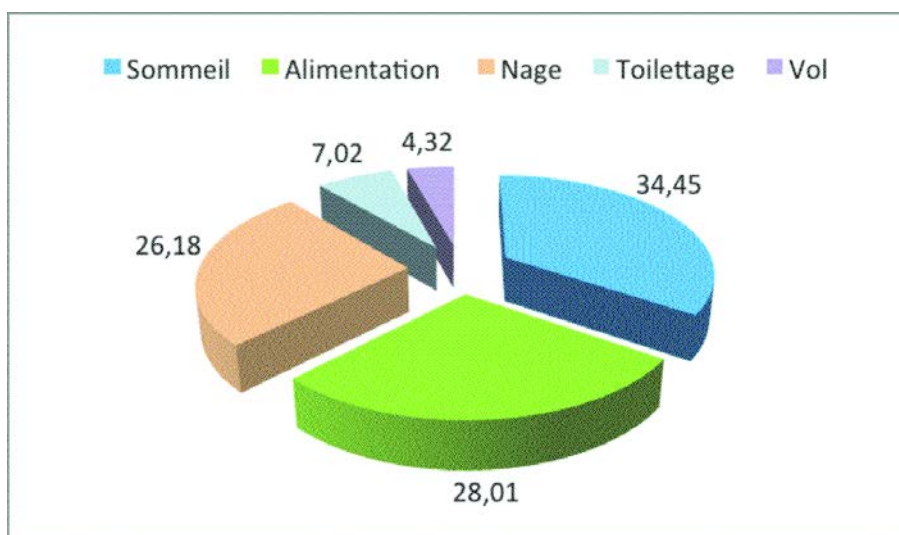


Figure 3

Proportions des activités diurnes du Canard souchet hivernant au niveau du Lac des Oiseaux pendant la période d'étude.
Proportions of the daytime activities of the Northern Shoveler at the Lac des Oiseaux during the study period.

Proportions moyennes des activités diurnes de la population du Canard souchet

Le sommeil représente l'activité dominante avec un pourcentage moyen de 34,45 %. Il est suivi par l'alimentation avec un taux de 28,01 % et la nage avec 26,18 %, puis par l'entretien du plumage avec 7,02 % et enfin le vol avec 4,32 % (Figure 3). Les évolutions dans le temps montrent des fluctuations plus ou moins notables où les maxima de sommeil ont été enregistrés les mois de décembre et de mars, en début et en fin de saisons (Figure 4). Selon le tableau 1, pour la première saison, le sommeil est suivi par l'activité alimentaire puis par la nage, et enfin par le toilettage et le vol. En revanche, la deuxième saison, on trouve l'activité nage en deuxième position, suivie par l'entretien des plumes et le vol.

Évolution de rythme des activités diurnes selon le sexe du Canard souchet

Pour la première saison d'hivernage 2014-2015, l'activité de sommeil est dominante pour les deux sexes. Elle est légèrement plus élevée chez les femelles (36,05 %) par rapport aux mâles (35,79 %). Cette activité est suivie par l'alimentation (27,14 %) et la nage (25,5 %) pour les mâles et par la nage (29 %) et l'alimentation (25,42 %) pour les femelles. Les deux autres activités, l'entretien de plumage et le vol, sont légèrement plus élevées chez les femelles par rapport aux mâles (Tableaux 2 et 3).

Durant la deuxième saison (2015-2016), le même schéma est observé, le sommeil est toujours dominant avec une augmentation remarquable par rapport à la saison précédente pour les mâles (44,24 %) et les femelles (48,15 %). Cette activité est

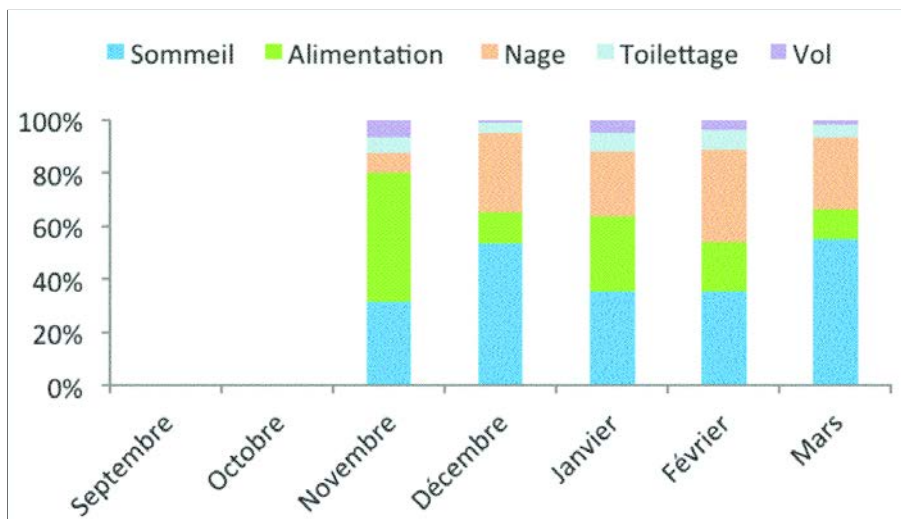


Figure 4

Évolution mensuelle des activités diurnes du Canard souchet au niveau du Lac des Oiseaux pendant les deux saisons (2014-2015 et 2015-2016).

Monthly changes in daytime activities of the Northern Shoveler at the Lac des Oiseaux during the two seasons (2014-2015 and 2015-2016).

Hivernage du canard souchet sur le lac des oiseaux (Algérie)

Tableau 1

Effectifs moyens des activités diurnes de la population totale pendant les deux saisons d'hivernage.
Average number of daytime activities of the total population during the two wintering seasons.

Activités	2014-2015	2015-2016	Test t à 2 échantillons
Sommeil	102,2 ± 61,8	449 ± 423	t = 1,82, p = 0,107
Alimentation	72,8 ± 60,3	175 ± 170	t = 1,26, p = 0,242
Nage	75 ± 85,8	278 ± 378	t = 1,17, p = 0,277
Toilettage	17 ± 10,7	41 ± 35,3	t = 1,46, p = 0,184
Vol	9,40 ± 4,34	38,8 ± 75,2	t = 0,87, p = 0,408

$p > \alpha = 0,05$: il n'existe pas une différence significative / t : valeur du test-t de Student.

Tableau 2

Proportions moyennes de bilan d'activités diurnes des deux sexes du Canard souchet pendant les saisons d'hivernages (2014-2015 et 2015-2016).

Average proportions of daytime activities in both sexes of the Northern Shoveler during the winter seasons (2014-2015 and 2015-2016).

Activités	2014-2015		2015-2016	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
Sommeil	37,78	36,04	44,24	48,15
Alimentation	27,14	25,42	19,64	15,75
Nage	25,5	29	29	27,16
Toilettage	5,58	6,77	4	4,28
Vol	4	2,77	3,12	4,66

Tableau 3

Comparaison entre les effectifs moyens des activités diurnes des deux sexes du Canard souchet pendant les deux saisons d'hivernage.

Comparison of mean numbers of daytime activities in both sexes of the Northern Shoveler during the two wintering seasons.

	2014-2015			2015-2016		
	Mâle	femelle	Test t à 2 échantillons	Mâle	femelle	Test t à 2 échantillons
Sommeil	55,4±30,4	46,8±33,1	t = 0,43 p = 0,680	243±228	243±201	t = 0,21 p = 0,840
Alimentation	39,8±36,2	33±24,2	t = 0,35 p = 0,736	95,2±96,4	79,6±74,2	t = 0,29 p = 0,782
Nage	37,4±42,9	37,6±43,1	t = 0,01 p = 0,994	140±199	137±181	t = 0,03 p = 0,979
Toilettage	8,20±4,21	8,80±6,83	t = 0,17 p = 0,871	19,4±16,2	21,6±20,5	t = 0,19 p = 0,855
Vol	5,80±3,11	3,60±1,52	t = 1,42 p = 0,193	15,2±26,9	23,6±48,4	t = 0,34 p = 0,743

$p > \alpha = 0,05$: il n'existe pas une différence significative / t : valeur du test-t de Student.

Bulletin de la Société zoologique de France 145 (3)

suivie par la nage pour les deux sexes avec un taux de 27,15 % pour les femelles et 29 % pour les mâles. Avec une proportion de 19,64 % pour les mâles et 15,75 % pour les femelles, l'activité alimentation a connu une diminution remarquable. Les deux autres activités (le toilettage et le vol) sont faibles, soit 4 et 3,13 % pour les mâles et 4,27 et 4,66 % pour les femelles (Tableaux 2 et 3).

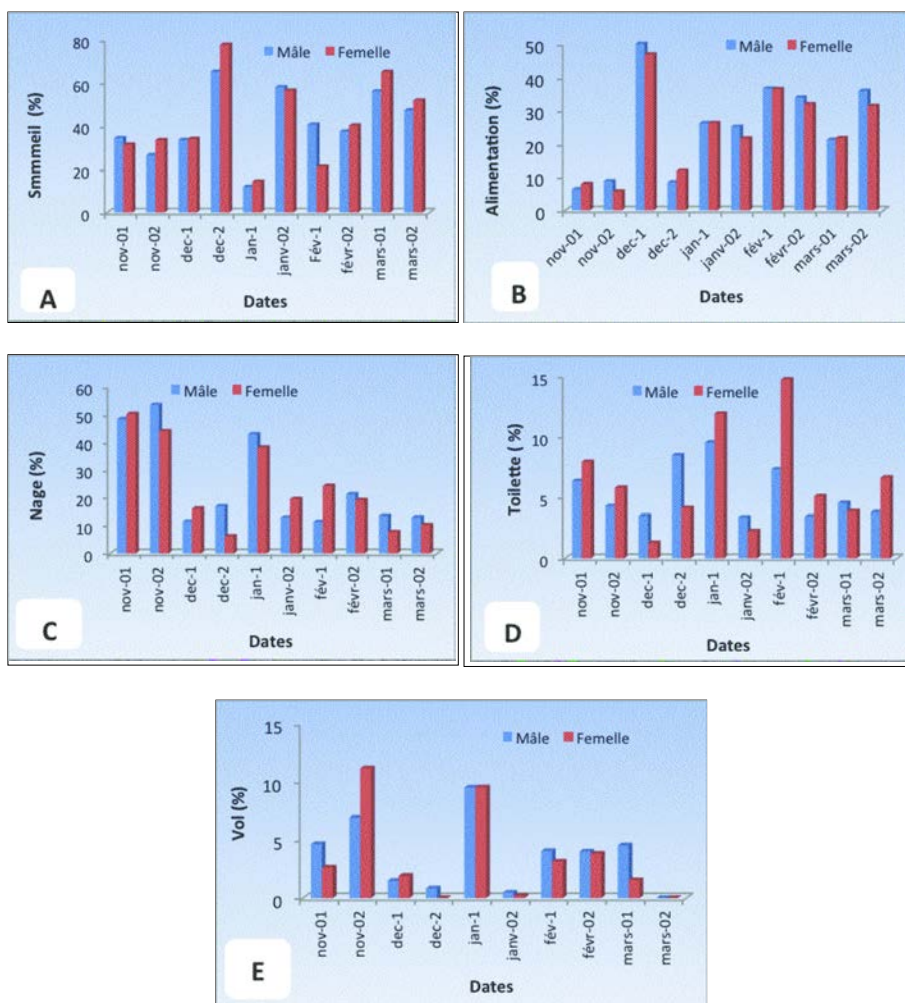


Figure 5

Variation mensuelle des différentes activités diurnes pour les deux sexes du Canard souchet *Spatula clypeata* hivernant au niveau du Lac des Oiseaux pendant deux saisons de suivi (2014-2015 et 2015-2016). **A** : Sommeil, **B** : Alimentation, **C** : Nage, **D** : Toilettage et **E** : Vol. Monthly variations in diurnal activities for both sexes of Northern Shoveler, *Spatula clypeata*, wintering at Lac des Oiseaux during the two monitored seasons (2014-2015 and 2015-2016). **A**: Sleeping, **B**: Feeding, **C**: Swimming, **D**: Grooming, **E**: Flying.

Hivernage du canard souchet sur le lac des oiseaux (Algérie)

Discussion

Le bilan du rythme d'activités diurnes des Canards souchets sur le Lac des Oiseaux est dominé par le sommeil, suivi par l'alimentation et la nage et enfin la toilette et le vol en faibles pourcentages. Le sommeil se manifeste le plus au début de l'hiver, car le souchet a besoin de se reposer de son long voyage de migration post-nuptiale, et à la fin de saison également, afin de réduire des dépenses énergétiques et de favoriser en même temps l'accumulation des lipides en préparation à son retour prénuptial (TAMISIER & DEHORTER, 1999). De ce fait, le Lac des Oiseaux joue pour le Canard Souchet durant son hivernage le rôle de remise diurne (lieu de repos).

Des travaux antérieurs, notamment celui de HARBI (2010) sur le même site donnent des résultats similaires à nos résultats où la population du Canard souchet consacre la majorité du temps de leurs activités journalières au sommeil avec 57,68 % du temps, suivi de l'alimentation avec 21,85 %, la nage avec 15,66 % et la toilette avec 4,81 % du temps. Lors de travaux plus récents au niveau du marais d'El Feid (distant de 5 km de notre site d'étude), sur la même période de travail et la même espèce, KHEMIS *et al.* (2016) ont constaté que l'activité sommeil est dominante avec 33 %, suivie par l'alimentation avec 27 %, puis la nage, le toilettage et le vol respectivement de l'ordre de 20 %, 10 %, 9 %. Sur la même espèce et le même complexe de zones humides, Guerbes-Sanhadja (wilaya de Skikda, Nord-Est de l'Algérie), AMORAABDA *et al.* (2015) et TABOUCHE *et al.* (2017) ont montré que le bilan d'activités diurnes est dominé par le sommeil qui a atteint respectivement 57 % et 49 % du total.

De même en Camargue (en France), TAMISIER (1972) sur la Sarcelle d'hiver *Anas crecca crecca*, CAMPREDON (1981) sur le Siffleur *Anas penelope*, PIROT *et al.* (1984) sur des canards de surface (Colvert, Sarcelle d'hiver, Sarcelle d'été, Pilet et Souchet), ALLOUCHE *et al.* (1984) sur le Chipeau *Anas strepera*, et enfin TAMISIER & DEHORTER (1999) sur les canards de surface, ont remarqué que ces canards se concentrent pendant les jours de la saison hivernale sur des étangs ou des marais particulièrement dégagés, appelés « remises » ou lieux de repos où ils passent la plupart de leur temps en sommeil et ils ne mangent qu'occasionnellement. Leur comportement de recherche de nourriture est essentiellement nocturne et s'effectue, pour les plus grands nombres, sur d'autres lieux dits « de gagnage » ou lieux d'alimentation, caractérisés par une faible profondeur d'eau et, généralement, un couvert végétal important. Chaque soir, les canards quittent leur remise pour atteindre ces lieux de gagnage et y retournent à l'aube (TAMISIER & DEHORTER, 1999 ; MC CLUSKIE & SEDINGER, 1999).

Concernant l'évolution du rythme des activités diurnes selon le sexe durant la première saison hivernale, il n'existe pas de différences significatives entre les deux sexes ($p > \alpha = 0,05$), sauf pour l'activité de toilette le mois de février où les femelles fournissent une valeur plus élevée que les mâles (Tableau 2) (Figure 5). Lors de la deuxième saison, globalement, aucune différence significative n'a été enregistrée entre les deux sexes.

Le sommeil est l'activité diurne la plus importante chez ce canard de surface et est enregistré avec les taux mensuels les plus élevés pendant le début et la fin de la saison, soit pendant les mois de novembre et de décembre et pendant le mois de mars pour la première saison et le mois de décembre et janvier et le mois de mars la deuxième saison, pour les mâles et les femelles (Figure 5A). Il n'y a donc pas une différence significative entre les deux sexes ($p > \alpha = 0,05$) (Tableau 3). Cette activité manifestée au début de saison est synonyme de récupération et de réduction énergétique après une longue migration postnuptiale. Le pic de fin de saison permet à l'oiseau de réduire ses dépenses énergétiques et favorise en même temps l'accumulation des lipides en préparation à son retour prénuptial (GREEN, 1998 ; COSTA & BONDI, 2002 ; BOUMEZBEUR *et al.*, 2005 ; TUCAKOV, 2005). Ce comportement permet également à ces oiseaux de minimiser les pertes de chaleur corporelle et résister aux températures froides de cette région à étage bioclimatique subhumide à hiver froid.

À l'inverse de la plupart des espèces animales, ces canards ont, pendant leur période hivernale, une alimentation essentiellement nocturne (TAMISIER, 1972 ; HOUHAMDI & SAMRAOUI 2001, 2003, 2008, HOUHAMDI *et al.*, 2008 ; AMORABDA *et al.*, 2015 ; TABOUCHE, 2016), sauf chez les individus qui n'ont pas satisfait leurs besoins alimentaires la nuit et consacrent une partie de la journée à s'alimenter. D'une manière générale, l'alimentation est une activité importante chez les migrateurs et est nécessaire pour renouveler les stocks épuisés durant la phase de migration et aussi pour la préparation de la migration vers les sites de reproduction. Au début des deux saisons, cette activité a connu un taux bas remplacé par un taux élevé pour l'activité de sommeil. L'alimentation a été observée principalement les matinées à partir du mois de décembre et de janvier jusqu'à la fin des deux saisons en dominant les périodes pré-migratoires (Figure 5B). D'après HOUHAMDI (2002), cette activité est toujours accompagnée par la nage, car les Canards souchet s'alimentent dans plus de 90 % des cas en nageant. En revanche, il n'y a pas eu de différences significatives entre les deux sexes (Tableau 3).

La nage est élevée au début de l'hivernage les deux saisons et pour les deux sexes. Elle chute pendant le mois de décembre et augmente remarquablement en janvier durant la première saison hivernale là où nous signalons des taux bas de l'activité alimentaire pour les deux sexes. Les mois qui suivent, les pourcentages alloués à cette activité qui est souvent associée à l'alimentation (SEDDIK *et al.*, 2012 ; BENSIZRARA *et al.*, 2013 ; CHETTIBI *et al.*, 2013 ; MERZOUG *et al.*, 2014 ; MERZOUG *et al.*, 2015) ont diminué graduellement et ce jusqu'à la fin de la saison d'hivernage, que ce soit pour les mâles que pour les femelles (Figure 5C). Visiblement, il n'y a pas une différence significative entre les deux sexes selon le test t de Student (Tableau 3).

Le toilettage chez les Canards revêt deux aspects : nettoyage-grattage et graissage (TAMISIER & DEHORTER (1999). Globalement, cette activité ne présente pas une différence significative entre les deux sexes. Mais selon la figure 5D, pendant le mois de février de la première saison (2014-2015), on a remarqué un taux remarquablement élevé chez les femelles par rapport aux mâles, cette différence

Hivernage du canard souchet sur le lac des oiseaux (Algérie)

entre les deux sexes est allouée à la mue qui peut être particulièrement étalée dans le temps chez les femelles qui passent davantage de temps en toilettage que les mâles (TAMISIER (1972).

Le vol diurne du Canard souchet est généralement une activité provoquée (KHEMIS *et al.*, 2016). Il n'intervient qu'après un dérangement humain vu que le Lac des Oiseaux est un site périurbain trop visité ou suite à la présence des prédateurs aériens, principalement le Busard des roseaux *Circus aeruginosus*. Il occupe le dernier rang dans ce bilan de rythme d'activités et ne dépasse guère 11 % (Figure 4E). Son maximum est enregistré pendant la période de transit des oiseaux, soit au cours des mois de novembre et de janvier. Aucune différence significative n'a été observée entre les deux sexes (Tableau 3).

Conclusion

D'une manière générale et pour l'ensemble des activités, il n'existe pas de différences significatives entre les deux sexes ($p > \alpha = 0,05$). Excepté au mois de février pendant la première saison (2014-2015) où nous avons remarqué une différence uniquement concernant le toilettage chez les femelles par rapport aux mâles. Nous pouvons attribuer cette différence à la mue qui est particulièrement étalée dans le temps chez les femelles qui passent davantage de temps à se toiletter que les mâles.

Le vol aussi est une activité naturelle qui peut survenir suite aux dérangements anthropiques (présence des riverains, des bergers, des coups de feu des braconniers) et aux survols fréquents des prédateurs aériens. Il est surtout noté durant les périodes de passage et de transit par ce plan d'eau.

Les résultats du rythme des activités diurnes de ce canard de surface montrent également que le Lac des Oiseaux est utilisé pour cette espèce comme un terrain de remise diurne où l'activité du sommeil est la plus manifestée par ces oiseaux, malgré les agressions que subit quotidiennement cette zone humide (principalement les rejets des eaux usées de la commune limitrophe qui porte le même nom).

L'étude du rythme d'activités diurnes de cette espèce mérite d'être complétée par le comportement nocturne qui pourrait permettre de mieux comprendre la variation de ses rythmes d'activités et également de connaître ses exigences écologiques et sa stratégie en matière d'hivernage au lac des Oiseaux qui reste un des sites les plus importants pour sa richesse spécifique en Algérie. L'établissement d'une carte bathymétrique du site apportera beaucoup d'informations quant à la répartition des oiseaux et la relation qu'ils entretiennent avec le niveau d'eau.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique (MESRS) et la Direction Générale de la Recherche Scientifique et du Développement Technologique (DGRSDT) de l'Algérie ainsi que le Laboratoire Biologie, Eau et Environnement (LBEE), Université 8 Mai 1945 Guelma pour leur aide et leur soutien.

RÉFÉRENCES

- ABERKANE, M., MAAZI, M.C., CHETTIBI, F., GUERGUEB, E., BOUSLAMA, Z. & HOUHAMDI, M. (2014).- Diurnal wintering behaviour of the Marbled Teal (*Marmaronetta angustirostris*) in north-east Algeria. *Zoology and Ecology*, 4 (1), 1-6.
- ALLOUCHE, L. (1988).- *Stratégies d'hivernage comparées du Canard chipeau et de la Foulque macrourle pour un partage spatio-temporel des milieux humides de Camargue*. Thèse de doctorat. Université de Montpellier, 180 pp.
- ALTHMANN, J. (1974).- Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 4, 227-267.
- AMORABDA, W., MERZOUG, S., BELHAMRA, M. & HOUHAMDI, M. (2015).- Phenology and diurnal behaviour of the Northern Shoveler *Anas clypeata* in the Guerbes-Sanhadja wetland complex (north-eastern Algeria). *Zoology and Ecology*, 25 (1), 1-8.
- ATOUSSE, S., REZKALLAH, I., KHEMIS, M., MERZOUG, A., TELAILIA, S. & HOUHAMDI, M. (2017).- Nouvelles données sur l'hivernage de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* en Algérie. *Alauda*, 85 (1), 29-36.
- BAAZIZ, N., MAYACHE, B., SAHEB, M., BENSACI, E., OUNISSI, M., METALLAOUI, S. & HOUHAMDI, M. (2011).- Statut phénologique et reproduction des peuplements d'oiseaux d'eau dans l'éco-complexe de zones humides de Sétif (Hauts plateaux, Est de l'Algérie). *Bulletin de l'Institut Scientifique de Rabat*, 32 (2), 77-87.
- BALDASSARE, G.A., PAULUS, S.L., TAMISIER, A. & TITMAN, R.D. (1988).- Workshop summary: Techniques for timing activity of wintering waterfowl. *Waterfowl in winter*. Univ. Minnesota press, Minneapolis.
- BENDAHMANE, I., MOSTEFAI, N., MOULAI-MELLIANI, K., & HOUHAMDI, M. (2014).- Statut phénologique de la famille des Anatidés dans la zone humide de Dayet El-Ferd, Tlemcen (Algérie). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 139 (1-4), 83-89.
- BENSACI, E. (2011).- *Éco-éthologie du flamant rose Phoenicopterus roseus dans la Vallée d'Oued Righ (Sahara oriental algérien)*. Thèse de Doctorat, Université de Guelma, 148 pp.
- BENSIZRARA, D., CHENCHOUNI, H., SIBACHIR, A. & HOUHAMDI, M. (2013).- Ecological status interactions for assessing bird diversity in relation to a heterogeneous landscape structure. *Avian Biology Research*, 6 (1), 67-77.
- BOUDRAA, W., BOUSLAMA, Z. & HOUHAMDI, M. (2014).- Inventaire et écologie des oiseaux d'eau dans le marais de Boussedra (Annaba, nord-est de l'Algérie). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 139 (1-4), 279-293.
- BOUKHALFA, D. (1991).- *Contribution à la connaissance de l'intérêt ornithologique (oiseaux d'eau) et écologique du marais de Réghaia*. Thèse de Magister, INA, Alger.
- BOUKROUMA, N., MAAZI, M.C., SAHEB, M., METALLAOUI, S. & HOUHAMDI, M. (2011).- Hivernage du Canard Pilet *Anas acutas* sur les hauts plateaux de l'Est de l'Algérie. *Alauda*, 79 (4), 285-293.
- BOUMEZBEUR, A., MOALI, A., & ISENMANN, P. (2005).- Nidification du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* et de l'échasse blanche *Himantopus himantopus* en zone saharienne (El-Goléa, Algérie). *Alauda*, 73, 143-144.
- BOURAFI, Y., BOUCHEKEUR, A., SEDDIK, S., MAAZI, M.C. & HOUHAMDI, M. (2018).- First study on waterbirds wintering at the southern Mékhada marsh (Northeast Algeria, Ramsar site). *Ecology, Environment and conservation*, 24 (3), 1123-1130.
- CHETTIBI, F., KHELIFA, R., ABERKANE, M., BOUSLAMA, Z. & HOUHAMDI, M. (2013).- Diurnal activity budget and breeding ecology of White-Headed Duck *Oxyura leucocephala* at Lac Tonga (North-east Algeria). *Zoology and Ecology*, 23 (3), 183-190.

Hivernage du canard souchet sur le lac des oiseaux (Algérie)

- COMPREDON, P. (1981).- Hivernage du Canard siffleur *Anas penelope* L. en Camargue (France). Stationnements et activités. *Alauda*, **49**, 161-193.
- COSTA, M. & BONDI, S. (2002).- Status e biologia della moretta tabacatta *Aythya nyroca*, nel complesso palustre di punte alberete e valle mandreiole (Ravenna). *Riv. Ital. Orn. Milano*, **71** (2), 125-131.
- FULLER, R.J. (1980).- A Method for Assessing the Ornithological Importance of Sites for Nature Conservation. *Biological Conservation*, **17**, 229-239.
- GREEN, A.J. (1998).- Comparative feeding behavior and niche organisation in a Mediterranean duck community. *Canadian Journal of Zoology*, **76**, 500-507.
- GUERGUEB, E., BENSACI, E., NOUIDJEM, Y., ZOUBIRI, A., KERFOUF, A. & HOUHAMDI, M. (2014).- Aperçu sur la diversité des oiseaux d'eau du chott El-Hodna (Algérie). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, **139** (1-4), 233-244.
- HALASSI, I., ELAFRI, A., BELHAMRA, M. & HOUHAMDI, M. (2016).- Répartition et abondance de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* dans les zones humides du Nord-Est algérien. *Alauda*, **84** (1), 23-32.
- HARBI, S. (2010).- *Chronologie saisonnière, répartition et étude des budgets d'activités de peuplement d'anatidés et de la Foulque macroule du lac des oiseaux*. Thèse de magister, Université d'Annaba.
- HOUHAMDI, M. (1998).- *Écologie du Lac des Oiseaux : Cartographie, Palynothèque et utilisation de l'espace par l'avifaune*. Thèse de magister, Université de Annaba.
- HOUHAMDI, M. (2002).- *Écologie du peuplement avien du Lac des Oiseaux (Numidie orientale)*. Thèse de Doctorat, Université d'Annaba.
- HOUHAMDI, M. & SAMRAOUI, B. (2001).- Diurnal time budget of wintering Teal *Anas crecca crecca* L. at Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Wildfowl*, **52**, 87-96.
- HOUHAMDI, M. & SAMRAOUI, B. (2002).- Occupation spatio-temporelle par l'avifaune aquatique du Lac des Oiseaux (Algérie). *Alauda*, **70** (2), 301-310.
- HOUHAMDI, M. & SAMRAOUI, B. (2003).- Diurnal behaviour of wintering Wigeon *Anas penelope* in Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Wildfowl*, **54**, 51-62.
- HOUHAMDI, M. & SAMRAOUI, B. (2008).- Diurnal and nocturnal behaviour of Ferruginous Duck *Aythya nyroca* at Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Ardeola*, **55** (1), 59-69.
- HOUHAMDI, M., HAFID, H., SEDDIK, S., BOUZEGAG, A., NOUIDJEM, Y., BENSACI, E., MAAZI, M.-C. & SAHEB, M. (2008).- Hivernage des Grues cendrées *Grus grus* dans le complexe des zones humides des hautes plaines de l'Est algérien. *Aves*, **45** (2), 93-103.
- HOUHAMDI, M., MAAZI, M.C., SEDDIK, S., BOUAGUEL, L., BOUGOUDJIL, S. & SAHEB, M. (2009).- Statut et écologie de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* dans les zones humides des hautes plaines de l'Est algérien. *Aves*, **46** (1), 129-148.
- JOLEAUD, L. (1936).- Étude géologique de la région de Bône et la calle. *Bull. Serv. Carte géol. Algérie*, Imp. Typo. Litho et Cie, Alger, 2ème Série, Strat., N° 12, 185 p., 4 pl., 25 Fig. et Tab.
- KHEMIS, M. (2016).- *Écologie du canard souchet *Anas clypeata* et de la sarcelle d'hiver *Anas crecca crecca* dans le nord-est de l'Algérie*. Thèse de Doctorat. Université d'Annaba, 162 pp.
- KHEMIS, M., BARA, M., BOUMAAZA, O., BOUCHERIT, K., BOUSLAMA, Z. & HOUHAMDI, M. (2016). Phenology and diurnal behavior of Northern Shoveler *Anas clypeata* and Eurasian Teal *Anas crecca crecca* at Marsh of El-Feid (Northeast of Algeria). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, **4** (5), 383-385.
- KHEMIS, M., BOUMAAZA, O., BENSACI, E., AMARI, H., BOUCHERIT, K., ELAFRI, A., HANANE, S., BOUSLAMA, Z. & HOUHAMDI, M. (2017a).- Diurnal behavior and pairing chronology of the Northern Shoveler wintering in unprotected remnant wetlands of north-eastern Algeria. *Zoology and Ecology*, **27** (1), 11-18.

Bulletin de la Société zoologique de France 145 (3)

- KHEMIS, M., HANANE, S., TELAILIA, S., ELAFRI, A., BOUMAAZA, O., BOUCHERIT, K., AMARI, H. & HOUHAMDI, M. (2017b).- Activity patterns in two sympatric duck species in a Mediterranean remnant wetland: Performance; seasonal variability and implications. *Vie & milieu (Life and Environment)*, **67** (3-4), 209-2016.
- LOSITO, M.P., MIRARCHI, E. & BALDASSARE, G.A. (1989).- New techniques for time activity studies of avian flocks in view-restricted habitats. *J. Field. Ornithol.*, **60** (3), 388-396.
- MAAZI, M.C. (2009).- *Éco-éthologie des Anatidés hivernants dans l'étang de Timerganine (Ain Zitoune, Wilaya d'Oum El-Bouaghi)*. Thèse de Doctorat, Université d'Annaba, 111 pp.
- MC CLUSKIE, M.C. & SEDINGER J.S. (1999).- Incubation behaviour of northern Shovlers in the subarctic. A contrast to the prairies. *The Condor*, **101**, 417-421.
- MERZOUG, S., AMORABDA, 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), 1-8.
- MERZOUG, A., BARA, M. & HOUHAMDI, M. (2015).- Diurnal time budget of Gadwall *Anas strepera* in Guerbes-Sanhadja wetlands (Skikda, northeast Algeria). *Zoology and Ecology*, **5** (2), 101-105.
- METALLAOUI, S. & HOUHAMDI, M. (2008).- Données préliminaires sur l'avifaune aquatique de la Garaet Hadj-Tahar (Skikda, Nord-Est algérien). *Afri. Bird Club Bull.*, **15** (1), 71-76.
- METALLAOUI, S., ATOUSSI, S., MERZOUG, A. & HOUHAMDI, M. (2009).- Hivernage de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* dans Garaet Hadj-Tahar (Skikda, Nord-Est de l'Algérie). *Aves*, **46** (3), 136-140.
- METALLAOUI, S. & HOUHAMDI, M. (2010).- Biodiversité et écologie de l'avifaune aquatique hivernante dans Garaet Hadj-Tahar (Skikda, Nord-Est de l'Algérie). *Hydroécologie Appliquée*, **17**, 1-16.
- METALLAOUI, S., MAAZI, M.C., SAHEB, M., HOUHAMDI, M. & BARBRAUD (C.) 2014.- A comparative study of the diurnal behaviour of the Northern Shoveler (*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.
- MEZBOUR, R., REGGAM, A., MAAZI, M.C. & HOUHAMDI, M. (2018). Evaluation of organic pollution index and the bacteriological quality of the water of the Lake of birds (El-Tarf East-Algerian). *Journal of Materials and Environmental Sciences*, **9** (3), 971-979.
- PIROT, J.Y., CHESSEL, D. & TAMISIER, A. (1984).- Exploitation alimentaire des zones humides de Camargue par 5 espèces de canards de surface en hivernage et en transit : modélisation spatio-temporelle. *Revue d'écologie, Terre & Vie*, **39**, 167-192.
- RUGER, A., PRENTICE & OWEN, M. (1987).- Résultats des dénombrements internationaux d'oiseaux d'eau du B.I.R.O.E. 1967-1983. *Slimbridge, Glos*, Grande-Bretagne, 160 pp.
- SAMRAOUI, B., DE BELAIR, G. & BENYACOU, S. (1992).- A much threatened lake: Lac des Oiseaux (North-East Algeria). *Environnemental Conservation*, **19** (3), 264-267+276.
- SEDDIK, S., BOUAGUEL, L., BOUGOUDJIL, S., MAAZI, M.C., SAHEB, M., METALLAOUI, S. & HOUHAMDI, M. (2012).- L'avifaune aquatique de la Garaet de Timerganine et des zones humides des Hauts Plateaux de l'Est algérien. *Afri. Bird Club Bull.*, **19** (1), 25-32.
- SEDDIK, S., MAAZI, M.C., HAFID, H., SAHEB, M., MAYACHE, B. & HOUHAMDI, M. (2010).- Statut et écologie des peuplements Laro-Limicoles et Échassiers dans les zones humides des hauts plateaux de l'Est de l'Algérie. *Bulletin de l'Institut Scientifique de Rabat*, **32** (2), 111-118.
- TABOUCHE, K. (2016).- Phénologie et comportement diurne du canard souchet *Anas clypeata* (Anatidés) hivernant dans la Garaet Hadj-Tahar (Complexe de Guerbes-Sanhadja, Nord-est de l'Algérie). *Bull. Soc. Zool. Fr.*, **141** (3), 109-120.

Hivernage du canard souchet sur le lac des oiseaux (Algérie)

- TALAI-HARBI, S., ROUIAGUIA, M., BARA, M., SAKER, H. & HOUHAMDI, M. (2016).- Ecology of the Eurasian Teal *Anas crecca* at the Mékhada marsh (Northeast of Algeria). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, **4** (4), 342-345.
- TAMISIER, A. (1972).- *Étho-écologie des Sarcelles d'hiver* *Anas c. crecca* L. pendant leur hivernage en Camargue. Thèse de Doctorat. Université des sciences et techniques du Languedoc. Montpellier, 157 p.
- TAMISIER, A. & DEHORTER, O. (1999).- *Camargue, Canards et Foulques. Fonctionnement d'un prestigieux quartier d'hiver*. Édition : Centre Ornithologique du Gard, Nîmes.
- TUCAKOV, M. (2005).- Migration of common pochard *Aythya ferina* and ferruginous duck *Aythya nyroca* on Kolut Fichpond (Northern Serbia). *Aquila*, **112**, 15-20.

(reçu le 01/02/2020 ; accepté le 07/06/2020)