



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET  
POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

جامعة باجي مختار - عنابة

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA



FACULTE DES SCIENCES  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE  
LABORATOIRE D'ÉCOLOGIE DES SYSTEMES TERRESTRES ET  
AQUATIQUES « EcoSTAq »

THESE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT TROISIEME CYCLE

Spécialité: BIOLOGIE ANIMALE  
BIODIVERSITE, EVOLUTION ET ECOLOGIE DE LA SANTE

Intitulé

Ecologie de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* dans  
les zones humides de la Numidie algérienne (du Littoral Est de  
l'Algérie).

Presentée par: M<sup>lle</sup> . CHETTIBI Farah

Membre de Jury:

M. TAHRAOUI Abdelkrim (Prof)	Président	Université d'Annaba
M. HOUHAMDI Moussa (Prof)	Directeur de thèse	Université de Guelma
Mme BOUSLAMA Zihad (Prof)	Co-Directrice de thèse	Université d'Annaba
M. MOULAI Riadh (Prof)	Examineur	Université de Bejaia
M. OUALI Kheireddine (Prof)	Examineur	Université d'Annaba
M. SIBACHIR Abdelkrim (Prof)	Examineur	Université de Batna

Année universitaire: 2013/2014

## Remerciements

*JE remercie ceux qui ont bien voulu prendre de leur temps et juger mon travail.*

*Ma sincère gratitude va au Pr. TAHRAOUI Abdelkrim pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury.*

*Je remercie mon directeur de thèse Pr. HOUHAMDJI Moussa, je ne trouverai certainement pas la formule pour exprimer ma reconnaissance et mon entière gratitude pour votre aide, votre soutien et surtout vos encouragements constants.*

*Je tiens à remercier ma co-directrice de thèse Pr. BOUSLAMA Zihad pour m'avoir orienté et pour les premiers conseils concernant le travail de terrain. Trouvez ici, l'expression de mon profond respect et ma haute considération.*

*Mes remerciements vont aussi aux ; monsieur OUALI Kheiredidine professeur en biologie à l'Université Badji Mokhtar Annaba, monsieur SIBACHIR Abdelkrim professeur en biologie à l'Université Hadj Lakhdar Batna et monsieur MOULAI Riadh professeur en biologie à l'Université Mira Abdelrahmane Béjaïa.*

*Ce travail aurait été impossible sans l'aide de mes amies et collègues ABERKANE Meriem, GUERGUEB El Yamine, BAKHOUCHE Badis et DRAIDI Khalil.*

*BENSOUILLEH Takyeddine et KHELIFA Rassim ont consacré une bonne partie de leur temps à effectuer le traitement statistique de mes données. Je te suis très reconnaissante.*

*Ma gratitude et ma reconnaissance vont aussi à Dr. TRIPLET Patrick, pour son aide, ses orientations et ses conseils précieux.*

## *SOMMAIRE DES FIGURES*

<b>N°</b>	<b>INTITULE</b>	<b>PAGE</b>
<b>1</b>	Vue du lac Tonga à partir du Mirador de Meizila (Farah CHETTIBI, 17/04/2012)	<b>5</b>
<b>2</b>	Localisation du Lac Tonga dans le Complexe de zones humides d'El Kala (LANDSCAPE AMENAGEMENT Co., 1998)	<b>6</b>
<b>3</b>	Vue par satellite du Lac Tonga (Google earth., 2010)	<b>6</b>
<b>4</b>	Carte de délimitation du bassin versant du lac Tonga (LANDSCAPE AMENAGEMENT Co., 1998)	<b>7</b>
<b>5</b>	Localisation du Lac Tonga	<b>8</b>
<b>6</b>	Carte géologique du bassin versant du lac Tonga (LANDSCAPE AMENAGEMENT Co., 1998)	<b>10</b>
<b>7</b>	Position de la région d'El-Kala dans le Climatogramme d'Emberger	<b>14</b>
<b>8</b>	Diagramme pluviothermique de la région d'El-Kala	<b>15</b>
<b>9</b>	L'aulnaie du Lac Tonga (Farah CHETTIBI. Le 13/06/2012)	<b>16</b>
<b>10</b>	La mare Bousedra (Farah CHETTIBI, 18/05/2012)	<b>18</b>
<b>11</b>	Localisation de la mare Bousedra	<b>20</b>
<b>12</b>	Vue par satellite de la mare Bousedra (Google earth., 2010)	<b>21</b>
<b>13</b>	Position de la région d'Annaba dans le Climatogramme d'Emberger	<b>23</b>
<b>14</b>	Diagramme pluviothermique de la région d'Annaba	<b>24</b>
<b>15</b>	La héronnière de la mare Bousedra (Farah CHETTIBI, 18/05/2012)	<b>25</b>
<b>16</b>	Érismature« mâle »	<b>27</b>
<b>17</b>	Érismature« femelle »	<b>27</b>
<b>18</b>	Aire de répartition de l'Erismature à tête blanche en Afrique et en Eurasie Occidentale	<b>31</b>

	(Scott & Rose 1996)	
<b>19</b>	Déroulement des stationnements de l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> au Lac Tonga (septembre 2011-août 2012)	<b>42</b>
<b>20</b>	Occupation spatiale du Lac Tonga par l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> (saison d'hivernage 2011-2012)	<b>42</b>
<b>21</b>	Déroulement des stationnements de l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> à la mare Boussedra (septembre 2011-août 2012)	<b>43</b>
<b>22</b>	Occupation spatiale de la mare Boussedra par l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> (saison d'hivernage 2011-2012)	<b>44</b>
<b>23</b>	Pourcentage des différentes activités diurnes de l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> au niveau du Lac Tonga (août 2011–juillet 2012)	<b>51</b>
<b>24</b>	Pourcentage des différentes activités diurnes de l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> au niveau du Lac Tonga (saison d'hivernage)	<b>51</b>
<b>25</b>	Pourcentage des différentes activités diurnes de l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> au niveau du Lac Tonga (saison de reproduction)	<b>52</b>
<b>26</b>	Les principaux comportements alimentaires chez l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> au Lac Tonga	<b>52</b>
<b>27</b>	Variation mensuelle du rythme des activités diurnes de l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> au Lac Tonga (août 2011–juillet 2012)	<b>54</b>
<b>28</b>	Variations journalières du rythme des activités diurnes de l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> au Lac Tonga (saison d'hivernage)	<b>55</b>
<b>29</b>	Variations journalières du rythme des activités diurnes de l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> au Lac Tonga (saison de reproduction)	<b>56</b>
<b>30</b>	Analyse factorielle des correspondances des rythmes d'activités diurnes de l'Érismature à tête blanche pendant un cycle annuel (septembre 2011-aout 2012) dans Lac Tonga. Axes d'inertie: 0.61, 0.23, 0.08, 0.04 et 0.02	<b>57</b>

<b>31</b>	Phénologie de la distribution des dates de pontes de l'Érismature à tête blanche au Lac Tonga et à la mare Bousedra (saison de reproduction, 2012 et 2013)	<b>63</b>
<b>32</b>	Distribution de la taille de ponte de l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> à la mare Bousedra et au Lac Tonga, (saisons de reproduction, 2012 et 2013)	<b>65</b>
<b>33</b>	Relation entre la date de ponte et le poids des œufs de l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura Leucocephala</i> .	<b>69</b>
<b>34</b>	Relation entre la date de ponte et la longueur des œufs de l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura Leucocephala</i> .	<b>69</b>
<b>35</b>	Relation entre la taille de ponte et la largeur des œufs de l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura Leucocephala</i> .	<b>70</b>
<b>36</b>	Relation entre la taille de ponte et le volume des œufs de l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura Leucocephala</i> .	<b>70</b>
<b>37</b>	Poussin "now" d'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> dans sur mare Bousedra (Farah CHETTIBI, 05/05/2012)	<b>71</b>
<b>38</b>	Nid et Poussin "now" d'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> sur la mare Bousedra (Farah CHETTIBI, 05/05/2012)	<b>72</b>
<b>39</b>	Nid avec dix œufs d'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> sur le Lac Tonga (Farah CHETTIBI, 05/06/2012)	<b>76</b>
<b>40</b>	Nid prédaté d'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> sur la mare La mare Bousedra (Farah CHETTIBI, 18/05/2012)	<b>79</b>
<b>41</b>	Rats noir <i>Rattus rattus</i> sur la mare Bousedra  (Farah CHETTIBI, 22/06/2013)	<b>80</b>
<b>42</b>	Evolution du parasitisme conspécifique et enter-spécifique chez l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i>	<b>80</b>
<b>43</b>	Nid avec 22 œufs d'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> dans le Lac Tonga (Farah CHETTIBI, 12/06/2012)	<b>81</b>



## SOMMAIRE DES TABLEAUX

N°	INTITULE	PAGE
<b>1</b>	Moyenne des données météorologiques d'El-Kala (1995-2012) (Station météorologique d'El Kala, 2012)	<b>13</b>
<b>2</b>	Moyenne des données météorologiques d'Annaba (1991-2012) (Station météorologique d'Annaba, 2012)	<b>22</b>
<b>3</b>	Biométrie des œufs de l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i>	<b>67</b>
<b>4</b>	Biométrie des canetons de l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i>	<b>71</b>
<b>5</b>	Caractéristiques des nids et des sites des nids de l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i>	<b>74</b>
<b>6</b>	Support végétal des nids de l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i>	<b>75</b>
<b>7</b>	Support végétal des nids de l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> sur la mare Boussedra	<b>75</b>
<b>8</b>	Support végétal des nids de l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> sur le Lac Tonga	<b>76</b>
<b>9</b>	Facteurs d'échec de la reproduction chez l'Érismature à tête blanche	<b>79</b>

<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b><i>CHAPITRE 1 : Matériel et méthodes</i></b>	
<b>1. Sites d'études</b>	<b>5</b>
1.1. Le Lac Tonga	5
1.1.1. Localisation du Lac Tonga	5
1.1.2. Délimitation	7
1.1.3. Géologie	9
1.1.4. Pédologie	11
1.1.5. Hydrologie, profondeur et volume	11
1.1.6. Etude climatique du Lac Tonga	11
1.1.7. Flore	15
1.1.8. Avifaune	16
1.1.9. Entomofaune	17
1.1.10. Amphibiens et herpétofaune	17
1.1.11. Ichtyofaune	17
1.1.12. Mammifères	17
1.2. La mare Bousedra	18
1.2.1. Description de la mare Bousedra	18
1.2.2. Etude climatique de la mare Bousedra	21
1.2.3. Flore	24
1.2.4. Avifaune	24
<b>2. Description du modèle biologique, l'Érismature à tête blanche</b>	<b>26</b>
2.1. Systématique	26
2.2. Identification	27
2.3. Chant	27

2.4. Biométrie	27
2.5. Comportement	28
2.6. Vol	28
2.7. Habitat	28
2.8. Régime alimentaire	29
2.9. Nidification	29
2.10. Aire de distribution	29
2.11. Population	31
2.12. Menaces	31
2.13. Mesures de conservation	32
<b>3. Matériel et Méthodes</b>	<b>33</b>
3.1. Dénombrement	33
3.2. Occupation spatiale	34
3.3. Stations d'observation utilisées pour le dénombrement	34
3.3.1. Station d'observation au Lac Tonga	34
3.3.2. Station d'observation de la mare Bousedra	35
3.4. Etude des rythmes d'activités diurnes de l'Érismature à tête blanche	35
3.4.1. Méthodes d'échantillonnage	35
3.4.2. Stations d'observation utilisées pour le suivi du rythme d'activité de l'Érismature à tête blanche au Lac Tonga	36
3.5. Reproduction	36
3.5.1. Localisation des nids	37
3.5.2. Phénologie de reproduction	37
2.5.3. Ecologie de la reproduction	38
3.5.4. Parasitisme conspécifique (conspécific brood parasitism) et parasitisme inter-spécifique (brood parasitism)	39

3.5.5. Prédation	39
3.6. Traitement statistique	39

### ***Chapitre 2 : Population, phénologie et distribution spatiale sur le site***

#### **1. Population, phénologie et distribution spatiale sur le site 41**

1.1. Evolution spatio-temporelle des effectifs de l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> au Lac Tonga	41
1.2. Evolution spatio-temporelle des effectifs de l'Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> sur la mare Boussedra	43

#### **2. Discussion 44**

### ***Chapitre 3 : Rythme d'activités***

#### **1. Etude du rythme d'activités diurnes de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* au Lac Tonga 50**

1.2. Les différentes activités diurnes	50
1.2. Variation mensuelle du rythme des activités diurnes	50
1.3. Variation journalière du rythme des activités diurnes	54
1.4. Analyse statistique multivariée	56

#### **2. Discussion 58**

### ***Chapitre 4 : Phénologie et écologie de la reproduction***

#### **1. Phénologie et écologie de la reproduction chez l'Érismature à tête blanche sur le Lac Tonga et la mare Boussedra 62**

1.1. Phénologie de reproduction	62
1.1.1. Date et période de ponte	62
1.1.2. Taille de ponte	64
1.1.3. Caractéristique des œufs	66
1.1.4. Biométrie des canetons	71
1.1.5. Succès à l'éclosion	72

1.1.6. Succès de la reproduction	73
1.2. Ecologie de la reproduction	73
1.2.1. Caractéristiques des nids et des sites des nids	73
1.3. Facteurs d'échecs de la reproduction	78
1.4. Parasitisme conspécifique et parasitisme inter-spécifique	80
<b>2. Discussion</b>	<b>81</b>
<b>Conclusion</b>	<b>96</b>
<b>Résumés</b>	<b>100</b>

## Introduction

Les zones humides sont des habitats uniques abritant diverses espèces animales et végétales adaptées aux régimes et à la dynamique de l'eau. Les oiseaux d'eau ont longtemps attiré l'attention du public et des scientifiques en raison de leur beauté, de leur abondance, de la facilité à les observer, de leur comportement, ainsi que pour leur importance économique. Récemment, ils sont devenus d'intérêt en tant qu'indicateurs de la qualité des zones humides, et en tant que paramètres de mesures de succès de la restauration et de la biodiversité régionale.

L'avifaune de l'Algérie est relativement bien connue, en raison des données recueillies par des ornithologues au cours des deux derniers siècles (notamment Heim de Balsac & Mayaud 1962 ; Ledant *et al.*, 1981 ; Isenmann & Moali 2000). Il reste cependant d'importantes lacunes dans la connaissance des oiseaux : statut, distribution, mouvements saisonniers et utilisation des habitats, en particulier pour les oiseaux d'eau.

L'Algérie abrite une grande diversité de zones humides qui sont d'important sites d'hivernage et de halte migratoire pendant la migration des oiseaux du Paléarctique (Stevenson *et al.*, 1988 ; Coulthard 2001; Boukhssaim *et al.*, 2006; Samraoui & Samraoui 2008). L'Algérie comprend également d'important sites de reproduction de plusieurs espèces rares, en voie de disparition ou restreintes à un biome limité comme le Goéland d'Audouin *Larus audouinii*, l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* et le Faucon d'Éléonore *Falco eleonora* (Spaans *et al.*, 1976 ; Jacob & Jacob 1980). Cependant, l'absence de données sur la répartition, l'écologie de reproduction et la tendance des populations ont rendu difficile l'élaboration de conclusions sur l'état de conservation de certaines espèces ainsi que la rédaction de plans d'action pour les espèces menacées par la pression humaine sur les zones humides algériennes.

Le programme relatif aux zones importantes pour les oiseaux (Important Bird Areas "IBA") en Afrique, débuté en 1993, a identifié 31 IBA en Algérie, dont 22 sont des zones humides (Coulthard 2001). Ce programme est une initiative de Birdlife International visant à l'identification et à la protection d'un réseau des sites critiques pour la conservation des oiseaux du monde (Fishpool & Evans 2001). Le premier critère pour classer un site comme IBA est la présence sur le site d'espèces d'intérêt mondial pour la conservation comme l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris*, etc. Samraoui (2008) a identifié d'autres zones humides qui renferment des critères IBA dont la mare Boussedra qui n'était pas décrite auparavant comme IBA. La mare abrite de nombreuses espèces dont certaines classées sur la liste rouge comme l'Érismature à tête blanche *Oxyura*

*leucocephala*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, la Poule sultane *Porphyrio porphyrio* et la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris*.

L'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* est le seul Érismature (*Oxyurini*) indigène du Paléarctique. L'espèce est menacée d'extinction à l'échelle mondiale, classée "En danger" par l'UICN (Groombridge 1993) et Birdlife International (2004). Elle figure également dans la directive de l'Union européenne sur la conservation des oiseaux sauvages (Bird Directive), la convention de Bern, la convention de Bonn et la convention CITES (Convention on International Trade in Endangered Species). La population mondiale de l'Érismature à tête blanche était probablement de plus de 100 000 individus au début du 20<sup>ème</sup> siècle, pour tomber à environ 20 000 individus en 1996 (Green & Hunter 1996). Depuis cette dernière estimation, les effectifs ont probablement diminué à environ 8 000-13 000 individus (Li & Mundkur 2003). Les causes principales de son déclin sont la destruction de son habitat préférentiel ainsi que l'introduction vers la fin des années 1970 d'une espèce voisine d'origine néarctique et néo-tropicale, l'Érismature rousse *Oxyura jamaicensis*. Les plus grandes menaces à long terme pour la survie de l'espèce sont la concurrence et l'hybridation avec cette dernière (Green & Hughes 1996 ; Hughes *et al.*, 2004; Muñoz-Fuentes *et al.*, 2007). Le changement climatique est peut être la cause des sécheresses de nombreux lacs d'Asie centrale ce qui peut être une grande menace sur la survie de l'espèce. (Hughes 1999 ; Li & Mundkur 2003 ). La diversité génétique de la population de l'Europe occidentale est faible (Muñoz-Fuentes *et al.*, 2005) en raison de l'étranglement pendant les années 1970 et au début des années 1980, lorsque seuls quelques dizaines d'individus restaient à l'état sauvage (Johnsgard & Carbonell 1996 ; Muñoz-Fuentes *et al.*, 2005). Cela peut avoir réduit le potentiel d'adaptation des populations, les rendant moins aptes à résister aux changements de l'environnement (Muñoz-Fuentes *et al.*, 2005). D'autres menaces comprennent la noyade dans des filets de pêche, la chasse et l'ingestion de plomb (Green *et al.*, 1996 ; Criado 1999 ; Mateo *et al.*, 2001 ; Ali & Akhtar 2005).

L'Algérie compte parmi les pays qui renferment un effectif significatif d'Érismature à tête blanche. Au XIXe siècle, elle y était une espèce très commune (Heim de Balsac & Mayaud 1962 ; Isenmann & Moali 2000). En 1847, Malherbe la note en grand nombre, particulièrement dans la province de Bône (ancien nom d'Annaba) et cite plus particulièrement le lac Fetzara.

Selon Samraoui (2008), l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* fréquente le Lac Oubeïra, le Lac Tonga, le Lac des oiseaux, le Fetzara, Hadj Tahar, Timerganine, (Guerbes-Senhadja) (sites Ramsar), Salines, Bousshedra, Dayet Morcelly, Boulehilet, Tazougart, le réservoir de Bougrara (non protégés).

Pendant deux années (2012 et 2013), et après plusieurs sorties de prospection dans les zones humides du nord-est algérien, il a été montré que le Lac Tonga, Fetzara et la mare Bousshedra abritaient des effectifs plus importants d'Érismature à tête blanche par rapport aux autres zones

humides. Étant donnée la superficie du Lac Fetzara et son accès difficile, l'écologie de l'espèce n'a été étudiée que dans le Lac Tonga et la mare Bousedra.

Rien n'était connu sur l'écologie de l'Érismature à tête blanche sur la mare Bousedra avant cette étude. En raison de changements majeurs, Samraoui (2008) estime que les menaces sont élevées sur la mare.

Cette étude a été conçue pour évaluer la façon avec laquelle l'Érismature à tête blanche utilise le Lac Tonga et la mare Bousedra. Pour déterminer son statut, sa tendance démographique et son occupation spatiale de ces deux sites, l'espèce a été suivie de septembre 2011 à août 2012. Nous avons étudié pour la première fois le comportement diurne de l'Érismature à tête blanche sur le Lac Tonga pendant un cycle annuel visant à comparer son comportement entre la saison d'hivernage et la saison de reproduction. Nous avons également cherché les différents facteurs qui influencent le comportement de l'espèce.

Bien que la biologie et l'écologie de reproduction de l'Érismature à tête blanche ait été étudiée auparavant au Lac Tonga par Boumezbeur (1993) et Lazli (2011), on connaît peu encore les facteurs qui ont un impact sur la sélection du site de nidification, la stratégie de l'espèce pour échapper des prédateurs, les causes d'échec à l'éclosion, etc. Sa reproduction a été suivie sur le Lac Tonga et la mare Bousedra pendant deux saisons de reproduction successives (2012 et 2013).

Cette thèse est structurée en quatre chapitres :

- a) Le premier chapitre présente le modèle biologique (l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*), les deux sites d'étude (le Lac Tonga et la mare Bousedra) et décrit la méthodologie de travail.
- b) Le deuxième chapitre traite la dynamique spatio-temporelle de l'espèce sur le Lac Tonga et la mare Bousedra et discute les facteurs qui sont susceptibles d'agir sur les données recueillies.
- c) Le troisième chapitre expose les résultats du rythme d'activité diurne de l'Érismature sur le Lac Tonga pendant un cycle annuel (septembre 2011-août 2012).
- d) Le quatrième chapitre est consacré à l'étude de l'écologie de reproduction de l'espèce sur les deux sites d'étude pendant la saison de reproduction 2012 et la saison 2013.
- e) Une conclusion termine cette thèse.

## 1. Sites d'études

Cette partie est consacrée à la présentation des sites d'études : le Lac Tonga et la mare Boussedra.

### 1.2. Le Lac Tonga

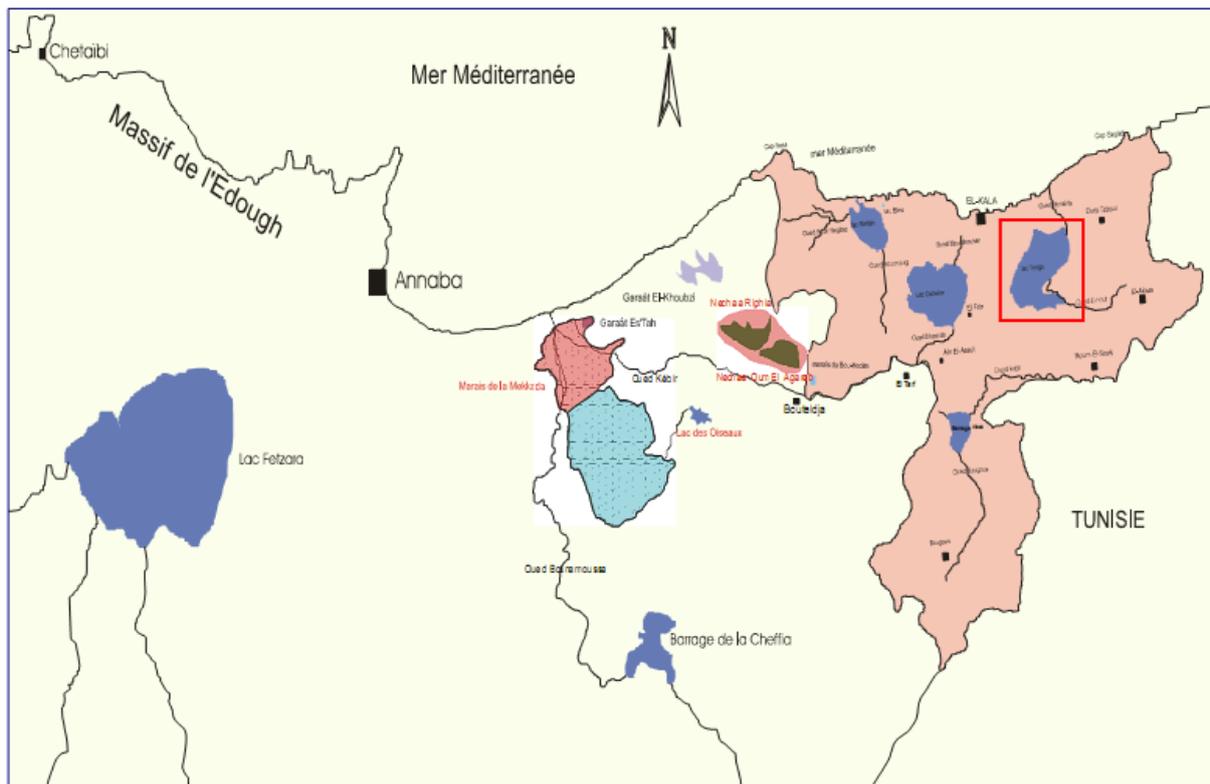


**Figure 01. Vue du lac Tonga à partir du Mirador de Meizila**

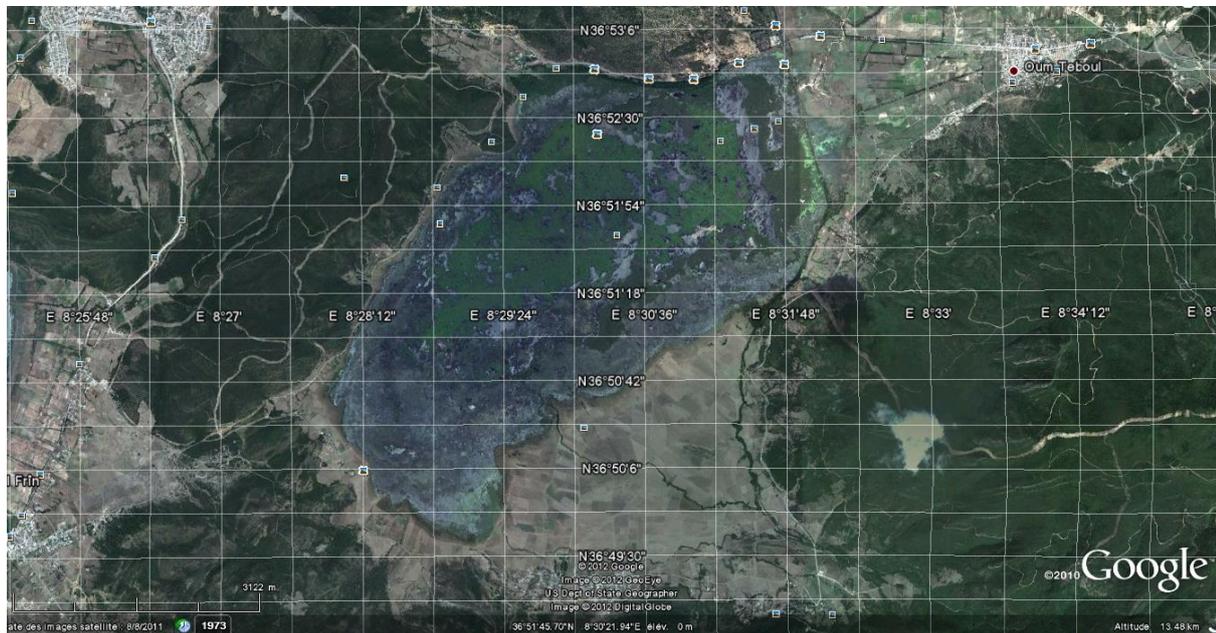
**(Farah CHETTIBI, 17/04/2012)**

#### 1.1.1. Localisation du Lac Tonga

Le Lac Tonga est situé dans le Parc National d'El-Kala (PNEK) à l'extrême Nord-Est de l'Algérie. Ses coordonnées géographiques sont comprises entre 36°53' de latitude N et 08°31' de longitude E. Il est distant d'environ 3 km de la frontière Algéro-Tunisienne à l'Est, à l'Ouest d'environ 80km des complexes industriels d'Annaba et à 3km à vol d'oiseau de la mer (Figure 01, 02 et 03). Le lac Tonga couvre une superficie totale d'environ 2 600 ha. C'est un marais d'eau douce communiquant avec la mer par le chenal artificiel de la Messida.



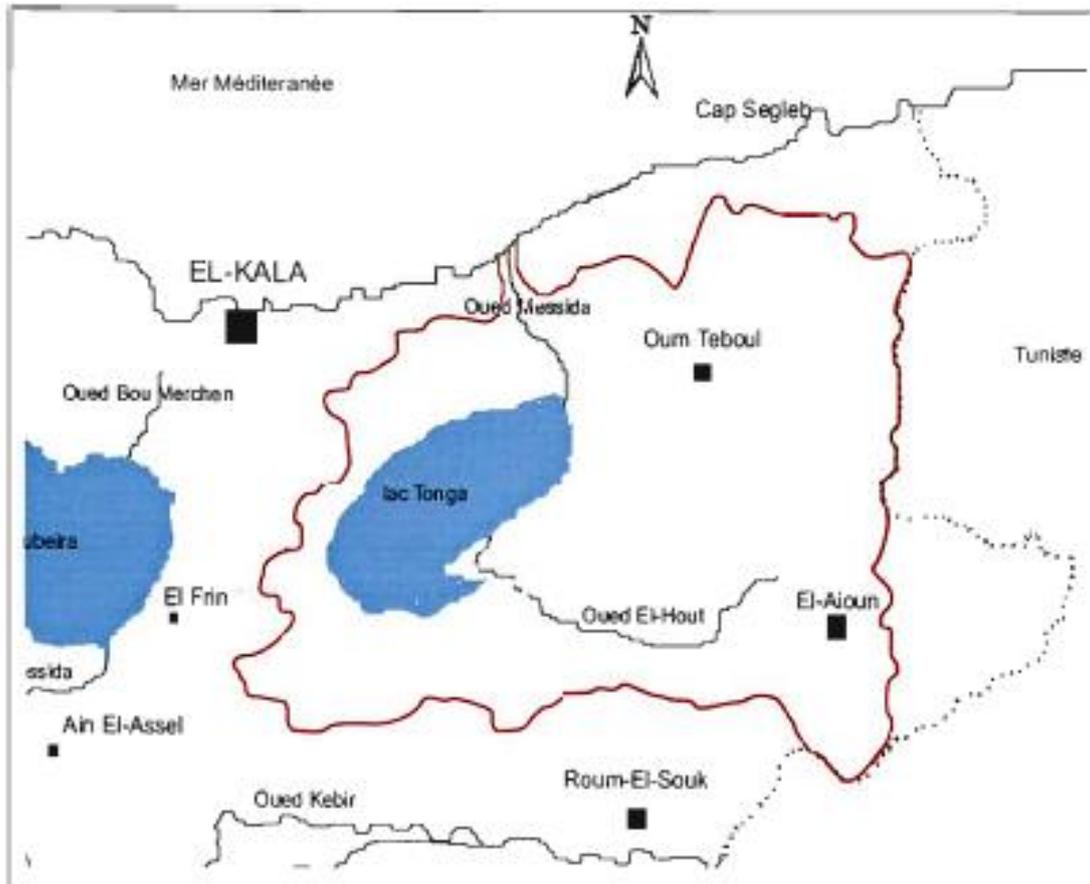
**Figure 02. Localisation du Lac Tonga dans le Complexe de zones humides d'El Kala (LANDSCAPE AMENAGEMENT Co., 1998)**



**Figure 03. Vue par satellite du Lac Tonga (Google earth., 2010)**

### 1.1.2. Délimitation

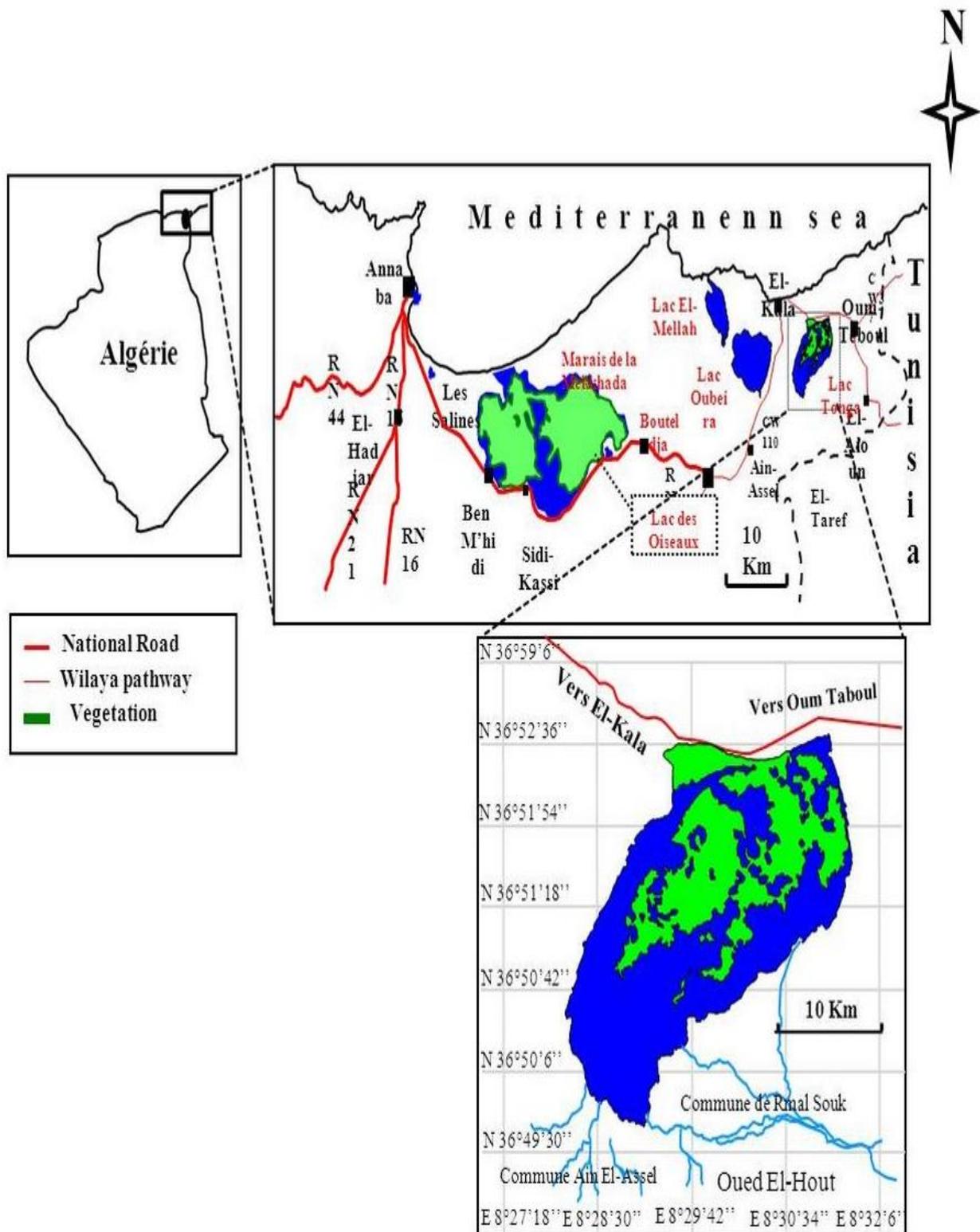
Le lac Tonga s'étend sur 7,5 km de long et 4 km de large. Il est limité sur toute sa partie Ouest, Sud et Est par les derniers contreforts des montagnes de la Kroumirie, au Nord-Ouest par les collines gréseuses qui le séparent du lac Oubeira et au Nord par le cordon dunaire littoral qui le sépare de la mer Méditerranée (Figure 04 et 05).



Échelle : 1/200 000

-  : Limites du bassin versant du lac Tonga
-  : Frontière Algéro-Tunisienne.

**Figure 04. Carte de délimitation du bassin versant du lac Tonga (LANDSCAPE AMENAGEMENT Co., 1998)**



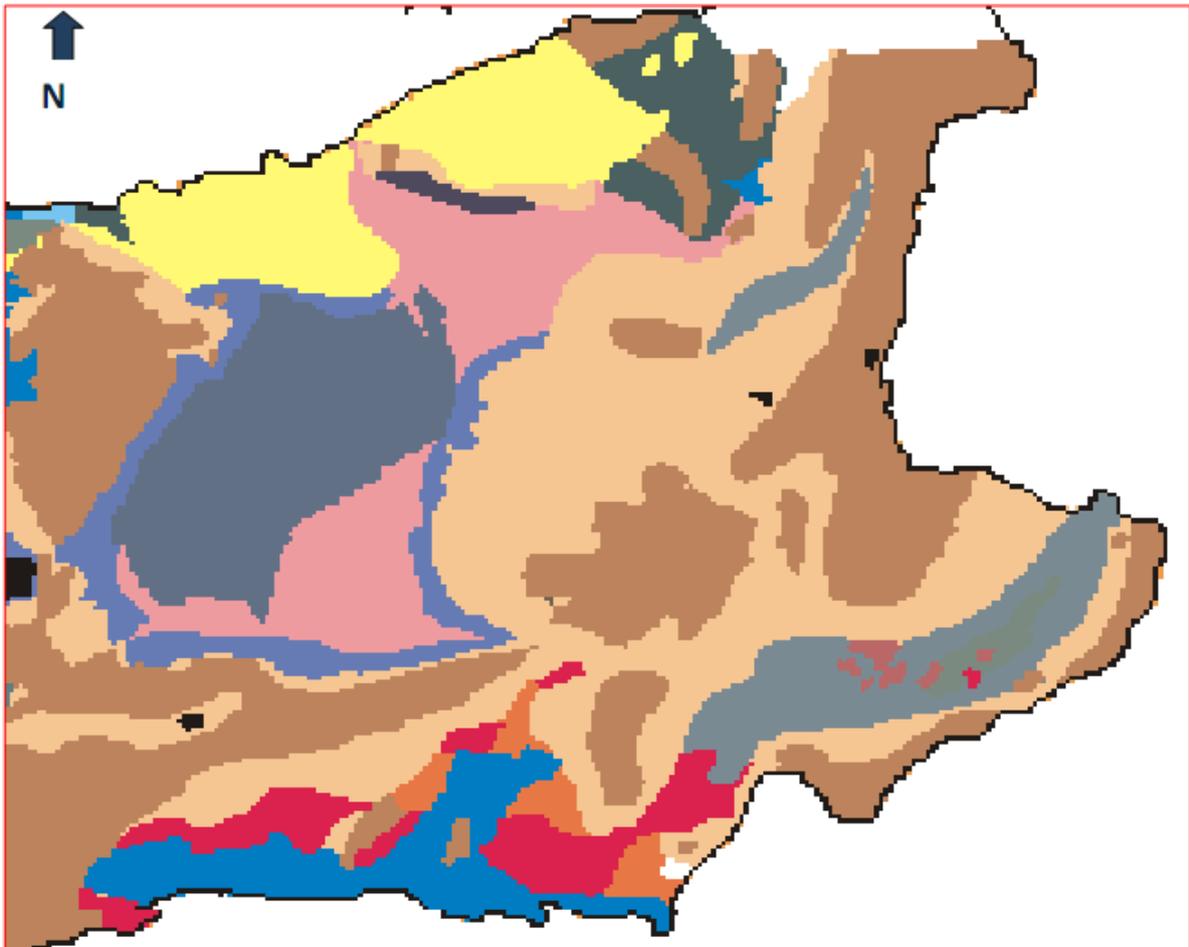
**Figure 05. Localisation du Lac Tonga**

### 1.1.3. Géologie

D'après la carte géologique de Joleaud (1936), les différentes formations géologiques rencontrées dans le bassin du lac Tonga sont (Figure 06) :

- 1- Les alluvions lacustres couvertes d'eau l'hiver, formées d'argiles ;
- 2- Les alluvions limoneuses au fond des vallées du Pléistocène, formées de sable et limon ;
- 3- Les grès à hélices qui, par désagrégation, ont donné les dunes ;
- 4- Les formations du Pontien qui présentent deux faciès d'argiles sableuses grises, jaunes ou rouges ; des conglomérats et sables rouges ou jaunes à *Archaelix solignaci* et des argiles marneuses, salifères et argiles rouges gypseuses. Dans le bassin du lac Tonga c'est le premier faciès qui domine ;
- 5- Les grès de Numidie, quartzeux, souvent blanchâtres, parfois assez friables, transgressifs sur les argiles de Numidie et formant des reliefs durs. Ils recouvrent 33 % de la superficie du bassin versant ;
- 6- Les marnes argilo-schisteuses de couleurs variées avec intercalation de petits bancs de grès quartziteux développés surtout sur les pentes des vallées et groupées sous le nom d'argiles de Numidie ;
- 7- Les argiles, grès et calcaires noirs à nummulites de l'Éocène moyen.

Creusée dans les argiles de l'Éocène supérieur, la cuvette du lac Tonga, de même que celle du lac Oubeira, offre l'originalité d'être complètement fermée ce qui lui confère un fonctionnement à écoulement endoréique total, phénomène rare dans l'Atlas Tellien où l'exoréisme est de règle. Son fond argileux assure son imperméabilité.



***Légende :***



**Figure 06. Carte géologique du bassin versant du lac Tonga (LANDSCAPE AMENAGEMENT Co., 1998)**

#### **1.1.4. Pédologie**

L'étude des sols du bassin versant du lac Tonga de Durand (1954) a mis en évidence deux types de sol:

- Sols zonaux : ils comprennent tous les sols dont la tendance évolutive est le lessivage quels que soient les caractères du produit final : podzols ferrugineux, sols oxyhumiques, sols insaturés acides, sols insaturés, sols décalcifiés
- Sols azonaux : ils comprennent les sols qui dépendent d'un autre facteur que le climat qui joue cependant un rôle : sols des marais, sols de prairies marécageuses, sols tourbeux non inondés, sols alluviaux, sols dunaires.

#### **1.1.5. Hydrologie, profondeur et volume**

Le bassin versant du lac Tonga comprend deux cours d'eau majeurs qui coulent toute l'année (Oued El Haut, long de 14 km, et Oued El Eurg qui fait 10 km de longueur). L'exutoire du Tonga est l'oued Messida.

Le lac Tonga se caractérise par une variation relativement faible de la profondeur, sauf au niveau de la digue. C'est un plan d'eau peu profond, la profondeur maximale mesurée en période estivale de 1,80 m, la profondeur moyenne est de 1,20 m. Dans sa majeure partie, la topographie du fond du lac peut être considérée comme très homogène.

Le volume du Lac Tonga est d'environ 28 000 000 m<sup>3</sup> en période de pré étiage ; cette valeur doit être sensiblement supérieure en période de pleine eau. Le caractère endoréique du lac Tonga l'expose à des variations sensibles de son volume et de sa surface. L'intense évaporation estivale peut retirer un volume d'eau important, supérieur à 50% du volume maximum (MPRH/ONDPA 2004).

#### **1.1.6. Etude climatique du Lac**

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

Pour la présente étude, ce sont surtout les températures, les précipitations, l'humidité relative et les vents qui retiennent l'attention. En effet, ces facteurs climatiques agissent à tous les stades du développement de l'oiseau en limitant l'habitat de l'espèce (Bourliere 1950). En général, les êtres vivants ne peuvent se maintenir en vie qu'entre certaines limites bien précises de température et de pluviométrie. En deçà ou au-delà de ces limites, les populations sont éliminées (Dajoz 1975).

Les facteurs climatiques nécessaires à notre étude sont recueillis auprès de la station météorologique d'El-Kala (10 m, 36° 54'N et 08° 27' E) distante d'environ 5 km au Nord-ouest du lac Tonga.

- **La température**

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

Nous remarquons, à partir des données récoltées de la station météorologique d'El-Kala étalées sur une période de 17 années (1995-2012) (Tableau 01), que le mois d'août est le plus chaud (33°C) et que janvier et février sont les plus froids (8 et 9°C, respectivement).

- **La pluviométrie**

En Algérie les pluies sont pour la plupart influencées par le relief. Les précipitations annuelles augmentent dans une région donnée avec l'altitude. La pluviométrie est donc déterminée par la direction des axes montagneux par rapport à la mer et aux vents humides (Seltzer 1946). La région de l'extrême Nord-Est de l'Algérie compte parmi les plus abondamment arrosées avec 1 300 mm/an (d'après BNEF, 1985).

Le Tableau 01 résume la situation pluviométrique mensuelle de la période 1995-2012. Le maximum des pluies se situe en hiver. Les pics sont atteints en janvier, avec 113 mm, en novembre avec 105 mm et en décembre 112mm. Juillet reste le mois le plus sec avec des valeurs ne dépassant guère 4mm.

**Tableau 01. Moyenne des données météorologiques d'El-Kala (1995-2012)**

**(Station météorologique d'El Kala, 2012)**

	jan	Fév	mar	avr	mai	juin	jui	août	sep	oct	nov	déc	Année
<i>T min (°C)</i>	8	9	10	12	16	19	22	23	21	17	13	10	15
<i>T moyenne (°C)</i>	13	13	15	17	21	24	27	28	26	22	17	14	20
<i>T max (°C)</i>	17	18	19	22	26	29	32	33	30	27	22	18	24
<i>P (mm)</i>	113	63	75	59	41	21	4	11	62	73	105	112	741

- **L'humidité**

La mer, les nombreux plans d'eau ainsi que la richesse de la région en écosystèmes forestiers (zones montagneuses), contribuent à un degré d'hygrométrie élevé pendant toute l'année, ce qui favorise le maintien d'une végétation éprouvée par un important déficit hydrique pendant la période sèche (Benyacoub 1993).

Selon la station météorologique d'EL-Kala, les valeurs les plus élevées ont été relevées au début de l'hiver (décembre) et au début de l'été (mai).

- **Les vents**

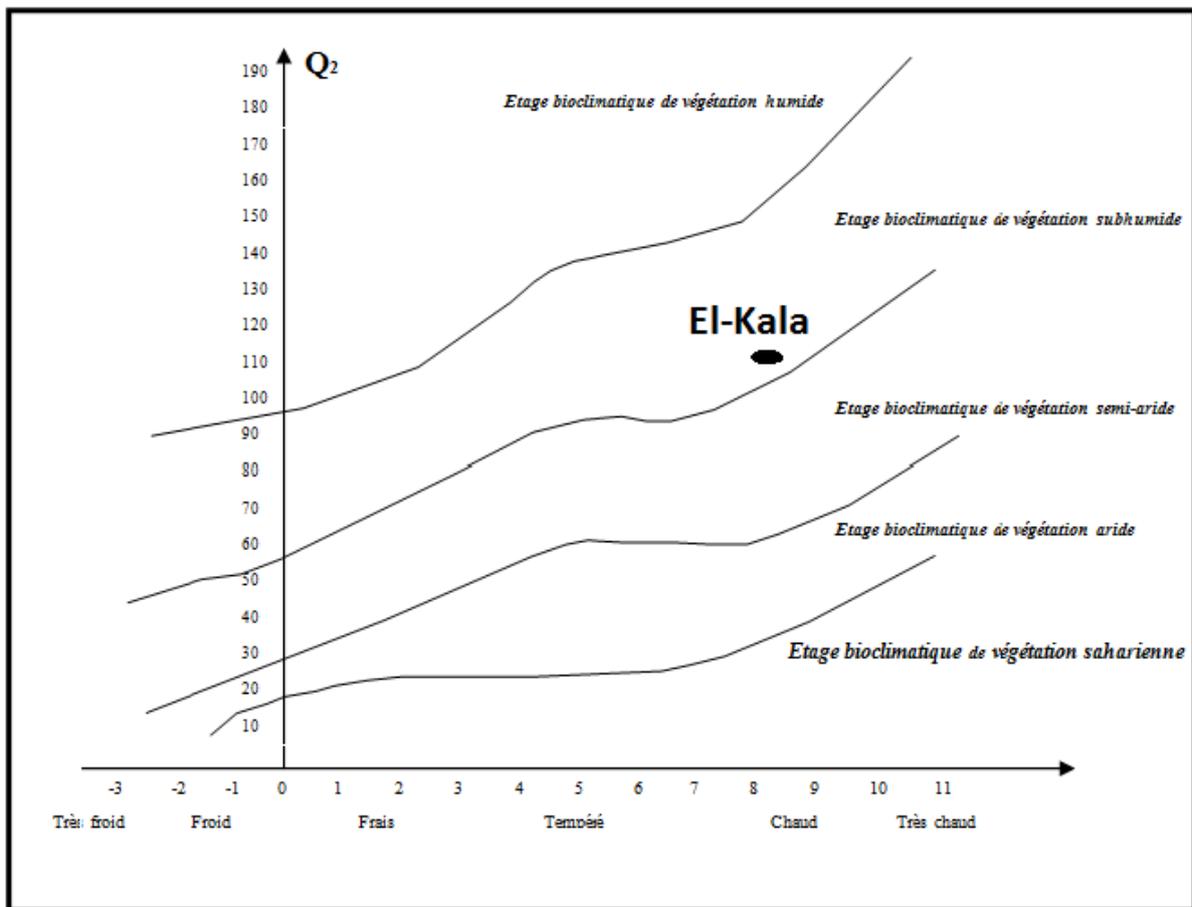
Les vents sont caractérisés par des régimes Nord-Ouest pendant la saison froide. Pendant la saison chaude la vitesse des vents s'affaiblit, le sirocco souffle principalement en été, assèche l'atmosphère et favorise avec les températures élevées les incendies de forêt. La vitesse maximale des vents est enregistrée durant les mois d'hiver : décembre, janvier et février (station météorologique d'EL-Kala).

- **Synthèse climatique**

- ❖ **Climagramme d'EMBERGER**

Le quotient pluviométrique d'EMBERGER (Figure 07) a été calculé pour la période 1995-2012 par la formule :  $Q_2 = 3,43 (P/M-m)$ . Le  $Q_2$  pour la période de 1995-2012 est de 101,66.

La zone du lac Tonga appartient donc à l'étage sub-humide à hiver chaud (Figure 07). Toutefois, comme le souligne De Belair (1990), le bassin versant du lac Tonga est dans le sub-humide tempéré au nord, dans l'humide doux et humide chaud au nord-est, et dans l'humide tempéré au sud et à l'est.

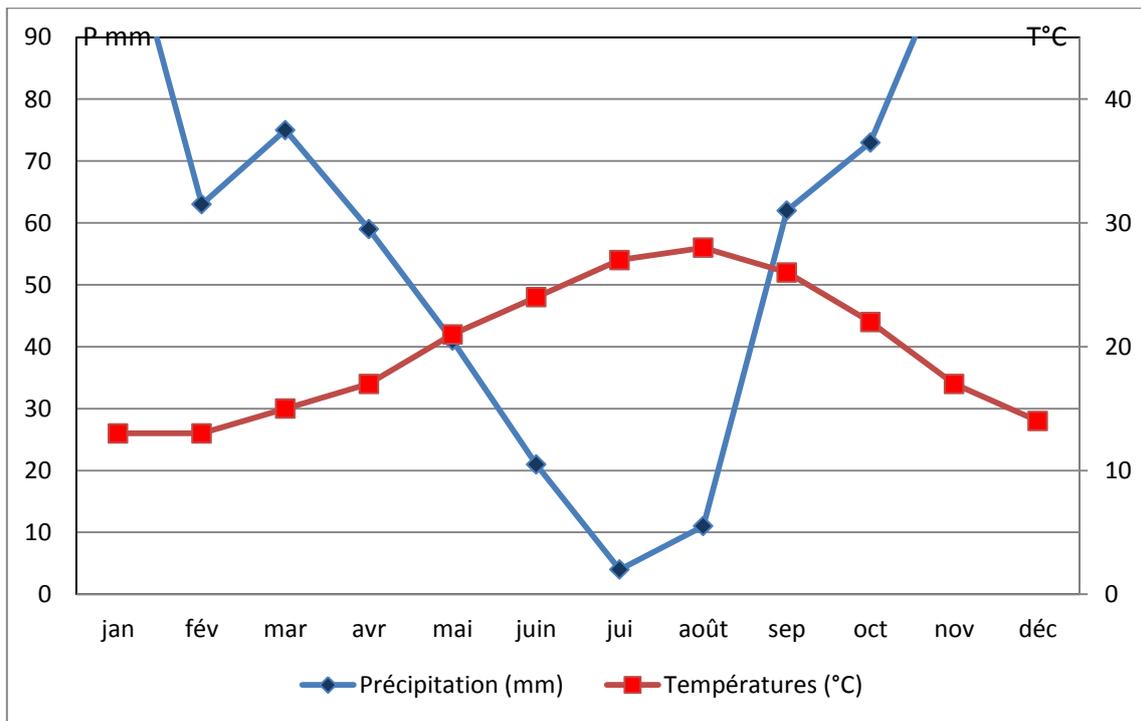


**Figure 07. Position de la région d'El-Kala dans le Climatogramme d'Emberger**

#### ❖ Diagramme pluviothermique de GAUSSEN

Selon Bagnouls, un mois est sec lorsque le total des précipitations  $P$  (mm) est égal ou inférieur au double de la température  $T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ), une période sèche est une suite de mois secs, elle peut s'exprimer par ( $P < 2T$ ).

Le diagramme pluviothermique de Gausсен (Figure 08) pour la période 1995-2012 montre que l'année est répartie en une saison sèche allant de mai à septembre et une saison humide le reste de l'année.



**Figure 08. Diagramme pluviothermique de la région d'El-Kala**

### 1.1.7. Flore

La surface du lac est recouverte à 90 % d'une végétation émergente, dominée par la présence de *Scirpus lacustris*, *Typha angustifolia*, *Phragmites australis*, *Nymphaea alba*, et *Iris pseudoacorus*, (Kadid 1989). Il existe 14 groupements dont dix associations, 82 espèces végétales qui appartiennent à 31 familles floristiques, dont 32 espèces (39% de l'ensemble) sont classées d'assez rares à rarissimes (Kadid 1989). Parmi les espèces rares figurent *Marsilea diffusa*, *Nymphaea alba*, *Utricularia exoleta*, *Marsilea quadrifolia hydrocharis*, *Morsus ranae*, *Naja pectinata*, *Salvinia natans*, *Scirpus inclinatus*, *Scirpus supinus*, *Lemna trisulca*, *Ranunculus flammula*, *Utricularia exoleta*.

Au niveau de la périphérie Nord du Lac Tonga se développe une des plus belles aulnaies de la région (Figure 09). Les études pédologiques au sein de cette aulnaie ont confirmé qu'elle est en train d'évoluer en tourbière (96,26% de fibres et pH =4,32, sol de couleur marron à noir, structure lamellaire spongieuse humide à saturée en eau) (Kadid 1989).



**Figure 09. L'aulnaie du Lac Tonga (Farah CHETTIBI. Le 13/06/2012)**

#### **1.1.8. Avifaune :**

La diversité des habitats au sein du lac Tonga lui a valu son classement de plus important site de nidification en Afrique du Nord pour une multitude d'espèces. Le lac Tonga est également un refuge pour de nombreux oiseaux d'eau et rapaces hivernants ou de transit.

Le Tonga accueille classiquement en janvier près de 25 000 anatidés et Foulques et abrite la nidification de plusieurs espèces dont l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* (respectivement 64, 108, 64 individus en 1990, 1991, 1992, 73 individus en 2006 et 268 individus en 2007 à 1100 individus en 2009, 1045 individus en 2010 (Lazli *et al.*, 2011a) et 356 individus en 2012 (Chettibi *et al.*, 2013). ), le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* (724, 1424, 650 individus en 1990, 1991, 1992) (Boumezbeur 1993), la Talève sultane *Porphyrio porphyrio*, la Guifette moustac *Chlidonias hybridus* et une colonie composée de plusieurs espèces de hérons.

### **1.1.9. L'Entomofaune**

Vingt-deux espèces d'odonates sont inventoriées au niveau du lac Tonga. Elles appartiennent à quatre familles taxonomiques : Lestidae, Coenagrillonidae, Aeshnidae et Libellulidae. (Souache, 1993).

### **1.1.10. Amphibiens et herpétofaune**

De nombreuses espèces de Reptiles et d'Amphibiens vivent dans le Tonga : L'Emyde lépreuse *Mauremys leprosa*, la Grenouille verte *Rana saharica*, le Discoglosse peint *Discoglossus pictus*, le Crapaud de Mauritanie *Bufo mauritanicus*, le Triton de Poiret *Pleurodels poireti*, le Psammodrome algiré *Psammodromus algirus*, le Sep ocellé *Chalcides ocellatus*, le Lézard ocellé *Lacerta pater* et la couleuvre vipérine *Natrix maura* (Rouag, 1993).

### **1.1.11. Ichtyofaune**

Aucune étude n'a été entreprise sur ce groupe ; l'Anguille *Anguilla anguilla* est l'espèce migratrice par excellence qui peuple les eaux du lac Tonga et ses principaux cours d'eau (Rouag, 1993).

### **1.1.12. Mammifères**

La Loutre *Lutra lutra* est une espèce endémique de l'Algérie et de la Tunisie. Rare et menacée d'extinction et confinée au lac Tonga, elle reste tributaire de l'intégrité de son biotope (Ghalmi 1997).

## 1.2. La mare Bousedra

La présentation de la mare Bousedra est une simple description faite par nous-même en raison du manque de données.



**Figure 10. La mare Bousedra (Farah CHETTIBI, 18/05/2012)**

### 1.2.1. Description de la mare Bousedra

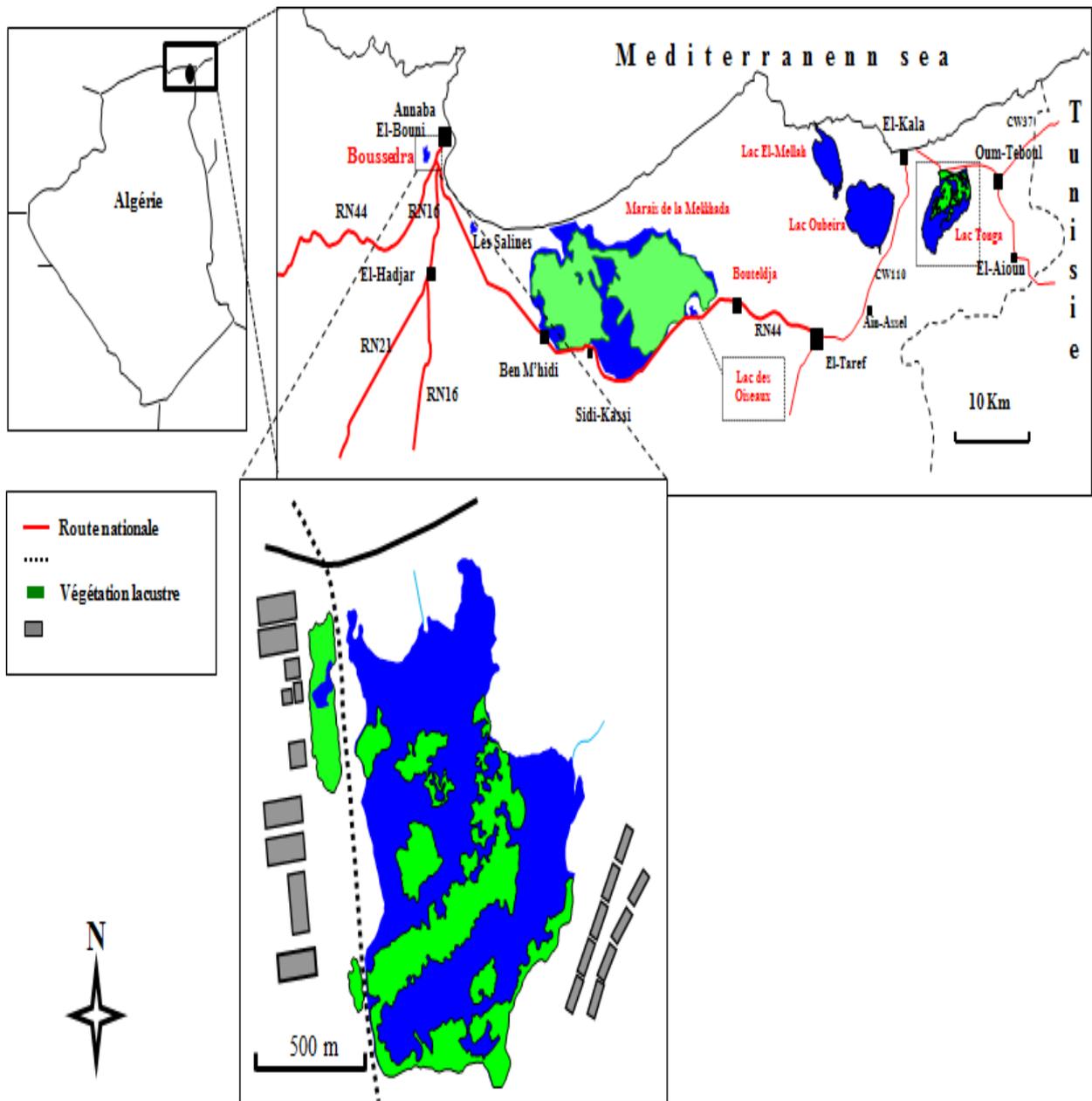
Administrativement, la mare Bousedra appartient à la Wilaya d'Annaba, commune d'El-Bouni. Elle est distante de 10 km du chef-lieu de la ville d'Annaba.

La mare Bousedra (36°50'45" N, 7°43'47" E) fait partie des zones humides de la Numidie occidentale. Elle s'étend sur une superficie d'environ 55 ha (en fonction de la pluviométrie), la surface d'eau libre aussi dépend de la saison (Figure 10, 11 et 12).

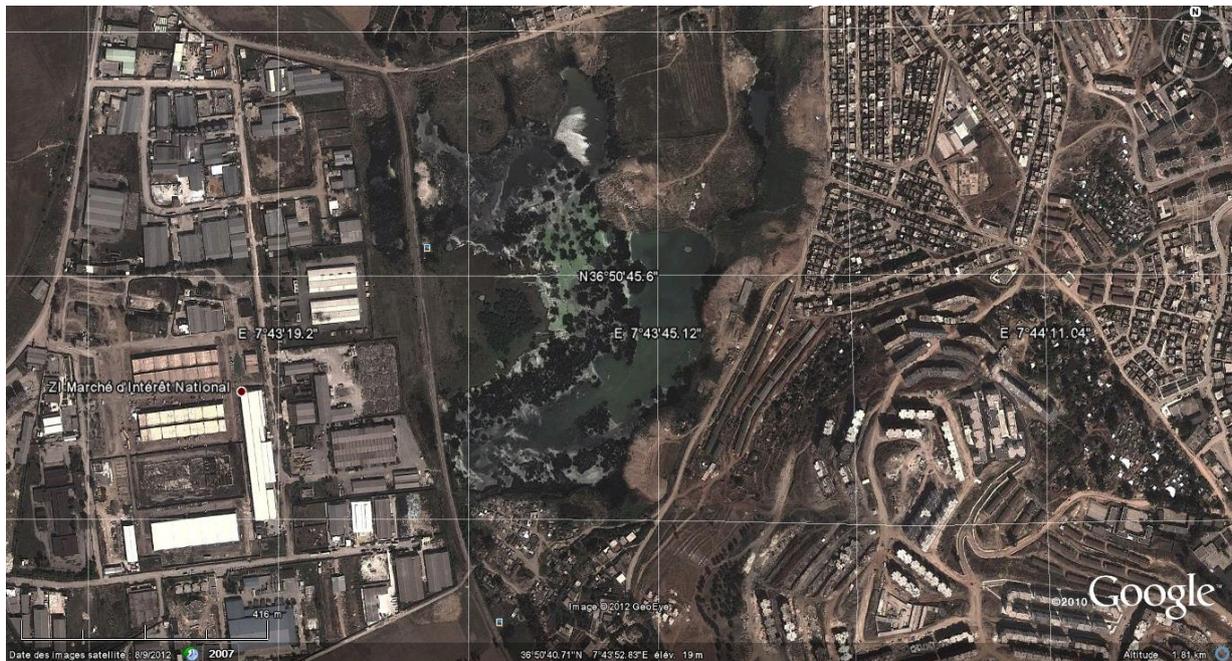
La mare n'est pas protégée. Depuis 2003 elle est utilisée comme décharge, perdant 30% de sa superficie jusqu'à 2011 (Samraoui 2012) et donnant progressivement la place à des lotissements. Cette zone humide est un exemple typique de fragment des zones humides méditerranéennes (Battisti *et al.*, 2008, Paracuellos 2008). Elle est un vestige d'un ancien grand complexe de zones humides autour de la ville d'Annaba et est désormais intégrée dans un paysage urbain.

Elle est située dans une agglomération urbaine et est limitée sur toute sa partie Est par les bidonvilles. La rive Sud est limitée par des usines d'industries agroalimentaire et traversée par un chemin de fer. Sur ses limites Nord et Ouest les agglomérations urbaines sont un peu plus loin (quelques dizaines de mètres).

La mare est une cuvette dont les eaux sont d'origine pluviale et véhiculées par les écoulements colluviaux. La profondeur de la mare est de 2 m au maximum pendant la période de pluie et 1,5 m au maximum en période sèche. Les eaux usées des usines et des bidonvilles coulent dans la mare.



**Figure 11. Localisation de la mare Bousseadra**



**Figure 12. Vue par satellite de la mare Boushedra (Google earth., 2010)**

### **1.2.2. Etude climatique de la mare Boushedra**

Les données climatiques de la mare Boushedra sont fournies pour les 21 dernières années (1991-2012).

- **La température**

Le climat d'Annaba est doux, pluvieux en hiver, chaud et subhumide en été avec une température moyenne annuelle de 17°C, une température maximale de 30°C en août et une température minimale de 7°C en janvier et en février (Tableau 02).

- **Précipitations**

Les précipitations sont abondantes, la pluviométrie annuelle est de 630 mm. En hiver les précipitations sont importantes avec un maximum de 100 mm en janvier et en décembre et sont rares en été avec 0mm en juillet (Tableau 02).

**Tableau 02. Moyenne des données météorologiques d'Annaba (1991-2012)**

**(Station météorologique d'Annaba, 2012)**

	Jan	fév	mar	avr	mai	juin	jui	août	sep	Oct	nov	Déc	Année
<i>T<sub>min</sub></i> (°C)	7	7	8	10	13	16	19	20	18	15	11	8	12
<i>T<sub>moyenne</sub></i> (°C)	11	12	13	15	18	21	24	25	23	20	15	12	17
<i>T<sub>max</sub></i> (°C)	15	16	17	19	22	26	29	30	28	24	20	16	22
P (mm)	100	70	70	40	30	10	0	10	30	70	60	100	630

- **Humidité**

Le taux d'humidité est élevé l'hiver comme l'été, la moyenne maximale est de 93% en décembre et la moyenne minimale de 46,4% en juillet (Mejelekh & El Ganaoui, 2012).

- **Les vents**

La direction dominante du vent est Nord-est Sud-ouest (Mejelekh & El Ganaoui, 2012).

- **Synthèse climatique**

- ❖ **Climagramme d'EMBERGER**

Le  $Q_2$  pour la période de 1991-2012 est de 93,95. Le quotient d'Emberger (1952) situe Annaba dans l'étage bioclimatique sub-humide tempéré (Figure 13).

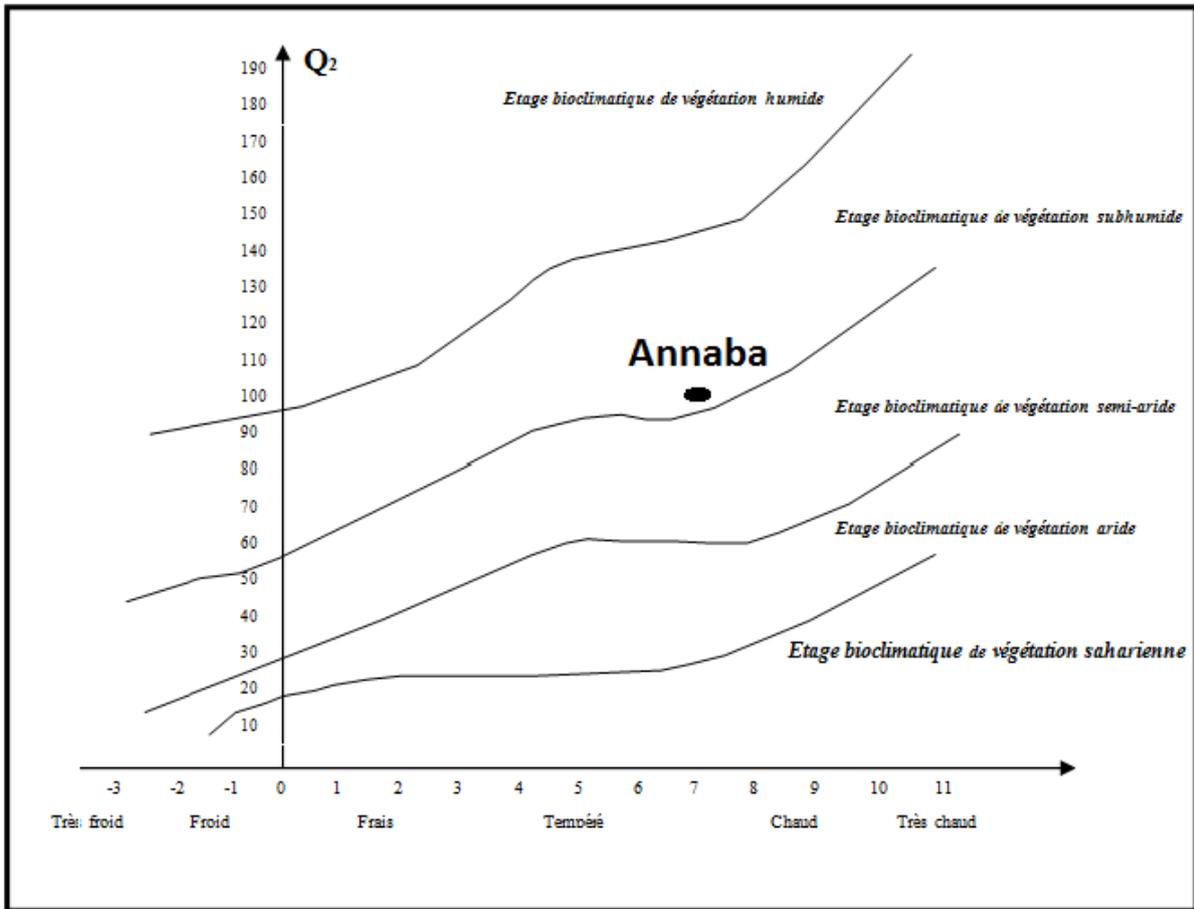


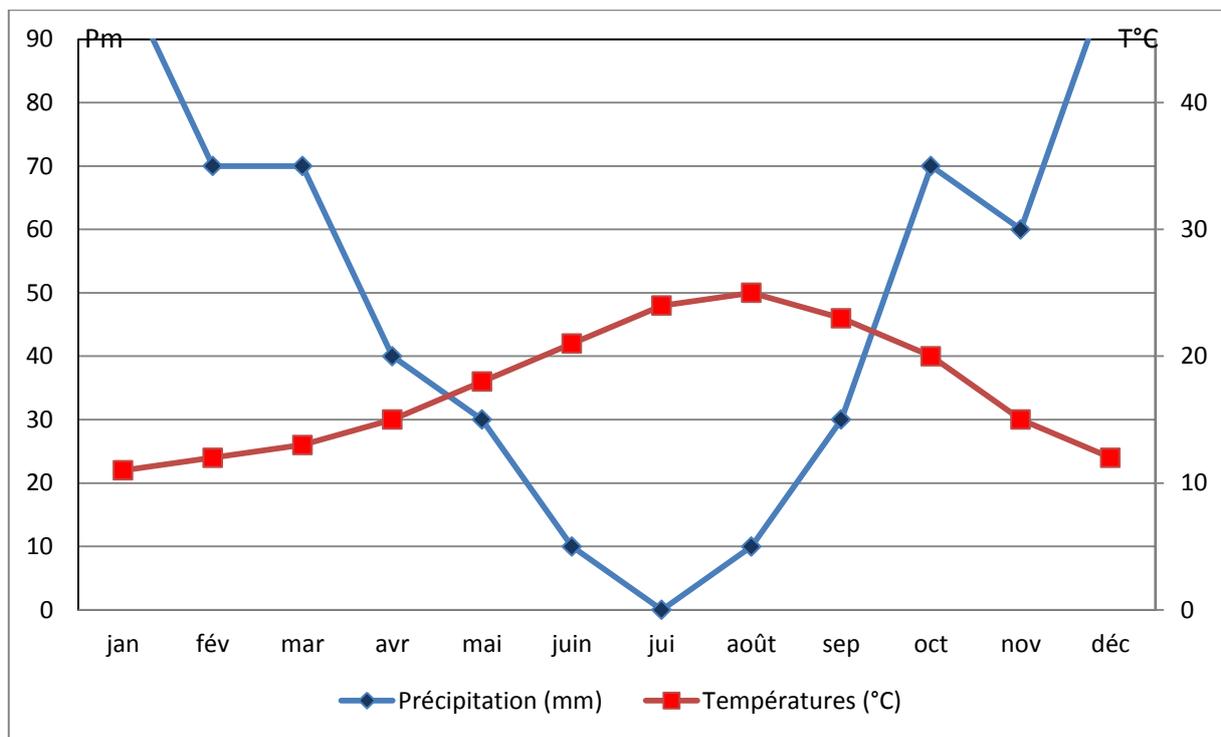
Figure 13. Position de la région d'Annaba dans le Climatogramme d'Emberger

#### ❖ Diagramme pluviothermique de GAUSSEN

Le diagramme ombrothermique de Gausсен (Figure 14) pour la période 1991-2012 montre que l'année est répartie en une saison sèche allant de mi-avril à mi-septembre et une saison humide le reste de l'année.

#### • Synthèse climatique du Lac Tonga et la mare Bussedra

Les caractéristiques majeures du climat des deux sites d'étude sont à l'image de celles de la région méditerranéenne : chaleur estivale, ensoleillement bien réparti sur toute l'année et forte variation dans la pluviométrie et le régime des vents. Les pluies sont irrégulières aussi bien à l'échelle inter-saisonnière qu'interannuelle.



**Figure 14. Diagramme pluviothermique de la région d'Annaba**

### 1.2.3. Flore

Le couvert végétal de la mare est constitué principalement de *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris* et *Scirpus maritimus*. Dans la partie sud de la mare on trouve une large bande de *Tamarix gallica*, qui est utilisé comme site de la nidification pour une colonie mixte de hérons (environ 500 nids, de Héron garde-bœuf, Héron chevelu, Aigrette gazette et Héron bihoreau) (Figure 15).

### 1.2.4. Avifaune

La mare Bussedra est le site d'hivernage et de reproduction privilégié de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau dont certaines sont menacées ou en voie de disparition dans leurs aires de répartition.

*Podiceps ruficollis*, *P. cristatus*, *Ixobrychus minutus*, *Ardeola ralloides*, *Ardea ibis*, *Anas platyrhynchos*, *Aythya nyroca*, *Oxyura leucocephala*, *Gallinula chloropus*, *Porphyrio porphyrio*, *Fulica atra* et *Acrocephalus schoenobaenus* sont tous des espèces nicheuses à la mare Bussedra (Samraoui & Samaraoui, 2008, Samraoui *et al.*, 2012).



**Figure 15. La héronnière de la mare Boussedra (Farah CHETTIBI, 18/05/2012)**

## 2. Description du modèle biologique, l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*

L'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, appartient à la famille des anatidés (*Anatidae*).

La famille des anatidés est une famille cosmopolite d'oiseaux qui vivent en étroite relation avec les zones humides et leurs environs immédiats.

Ils se distinguent à leur cou généralement long, leurs pattes palmées et leur bec souvent aplati et arrondi à l'extrémité (excepté chez les Harles), recouvert d'une peau molle et se terminant par un onglet corné. Plusieurs rangées de lamelles sont régulièrement disposées sur les bords des deux mandibules, ayant comme fonction capitale la filtration de l'eau (Géroudet 1972). Les anatidés sont caractérisés par des poussins nidifuges, couverts par un épais duvet dès l'éclosion des œufs.

Le comportement alimentaire des canards permet de distinguer deux groupes :

- les canards de surface, qui gardent la partie arrière de leur corps hors de l'eau lorsqu'ils cherchent leur nourriture (cas de toutes les espèces du genre *Anas*).
- les canards plongeurs, qui disparaissent complètement dans l'eau pour rechercher leur nourriture. On rencontre dans ce groupe les Fuligules, les Érismature, les Nettes, les Eiders, les Macreuses, les Garrots et les Harles (Géroudet 1972)

### 2.1. Systématique

Embranchement : Chordata

Classe : Aves

Ordre : Ansériformes

Famille : *Anatidae*

Genre : *Oxyura*

Espèce : *Oxyura leucocephala*

Nom de l'auteur: Scopoli 1769 [Cramp & Simmons (1977-1994)]

Synonymes : Erismature leucocéphale, Erismature à tête blanche (Franç.), Ruderente (Allm.),

Gobbo rugginoso (Ital.), Malvasia cabeciblanca (Espa), White-headed Duck (Angl), Savka sinonossaia (Russ).

## 2.2. Identification

L'Érismature à tête blanche est un canard de taille moyenne, aisément reconnaissable par sa silhouette et sa coloration (Figure 16 et 17). D'allure générale, elle a une grosse tête et une silhouette trapue. En plumage nuptial, le mâle possède une tête blanche surmontée d'une calotte noire, un gros bec bleu dont la base renflée est caractéristique. La transition avec le corps se fait par un épais collier noir. Le corps est roux vif plus sableux sur les flancs et sur le dessus. La queue pointue, gris-brun, est souvent redressée en oblique. Certains individus sont suffisamment roux pour être confondus avec l'Érismature rousse mais, à la différence de cette dernière, ils n'ont pas les couvertures sous-caudales blanches et la surface de noir à la tête est moins importante chez l'Érismature à tête blanche. De plus, l'Érismature rousse est légèrement plus petite.



Figure 16. Érismature « mâle »



Figure 17. Érismature « femelle »

## 2.3. Chant

Généralement silencieuse, l'Érismature à tête blanche émet parfois grognements et bourdonnements lors des parades collectives. La femelle émet parfois des cris aigus.

## 2.4. Biométrie

Taille : 48 cm

Envergure : 62 à 70 cm.

Poids : 510 à 900 g

## 2.5. Comportement

Les populations d'Érismature à tête blanche d'Asie orientale et centrale sont migratrices alors que les populations d'Espagne et d'Afrique du Nord sont strictement sédentaires (Kear 2005). L'Érismature à tête blanche se reproduit d'avril à juillet (Sánchez *et al.*, 2000 ; Kear 2005) . Après la reproduction, elle subit une période de mue d'une durée de 2 à 3 semaines avant de commencer la

migration vers ses aires d'hivernage à la fin août pour arriver sur ces dernières en septembre-octobre (Kear 2005). Le mécanisme de la mue est mal connu. La mue des rémiges alaires a lieu deux fois par an, une fois sur son quartier d'hiver et une fois après la nidification. Le mâle revêt en automne et en hiver des couleurs moins vives, des taches noires apparaissent autour de l'œil et le bec devient grisâtre (Walravens 1988). L'espèce est très grégaire en dehors de la saison de reproduction et ses sites d'hivernage varient annuellement (Kear 2005). Le voyage de retour commence en février (Johnsgard & Carbonell 1996) et tous les Érismaures sont sur leurs aires de reproduction au début de mai (Johnsgard & Carbonell 1996 ; Kear 2005). En période de reproduction, il est peu sociable : on l'aperçoit typiquement par petits groupes ou en couples au printemps (Kear 2005). Il n'y a pas d'information sur l'ensemble de ses mouvements saisonniers (Kear 2005). Ce canard plongeur adopte une activité à la fois diurne et nocturne. Son temps d'immersion est relativement long, 15 à 25 secondes sous la surface.

## **2.6. Vol**

L'Érismaure à tête blanche vole peu et mal et ne fréquente pratiquement jamais la terre ferme (Anstey 1989).

## **2.7. Habitat**

L'Érismaure à tête blanche se reproduit le plus souvent sur de petits plans d'eau, fermés, semi-permanents ou temporaires (Kear 2005) d'eau douce, saumâtre ou sur des lacs eutrophes avec une dense bordure de végétation émergente (Sánchez *et al.*, 2000 ; Sebastián, González *et al.*, 2010), comprenant souvent *Phragmites* ou *Typha*, et une couverture de potamots (*Potamogetonaceae*) (Johnsgard & Carbonell 1996). On le trouve habituellement où ces conditions prévalent, soit dans les plus grands systèmes de zones humides (Kear 2005 ; Sebastián, González *et al.*, 2010). L'Érismaure montre une préférence pour de vastes zones en eau peu profonde (0,3-0,5 m de profondeur) (Kear 2005). Pendant l'hiver, l'espèce préfère les grands plans d'eau profonds, alcalins ou salins, qui ont souvent moins de végétation émergente que pendant la saison de reproduction, mais fournissent encore les algues et les potamots (Johnsgard & Carbonell 1996). Son habitat comprend les lacs salés de l'intérieur, les lacs et les lagunes côtières, et même les eaux côtières des mers intérieures (Kear 2005) même si elle ne se trouve pas sur les zones de la côte qui sont soumises à l'action des vagues (Johnsgard & Carbonell 1996). Dans le nord-est de son aire de répartition, elle est associée à des plans d'eau qui sont suffisamment salés pour ne pas geler pendant l'hiver (Johnsgard & Carbonell, 1996).

## 2.8. Régime alimentaire

L'Érismature à tête blanche est un canard plongeur (Sánchez *et al.*, 2000). Son régime alimentaire est composé principalement de larves de chironomes (Sánchez *et al.*, 2000 ; Kear 2005) ainsi que d'autres invertébrés aquatiques tels que des amphipodes, des isopodes et des polychètes (Sánchez *et al.*, 2000). Les graines (Sánchez *et al.*, 2000), les parties végétatives de *Potamogeton* spp, *Ruppia* spp et d'autres plantes aquatiques sont également prises (Kear 2005 ; Johnsgard & Carbonell, 1996).

## 2.9. Nidification

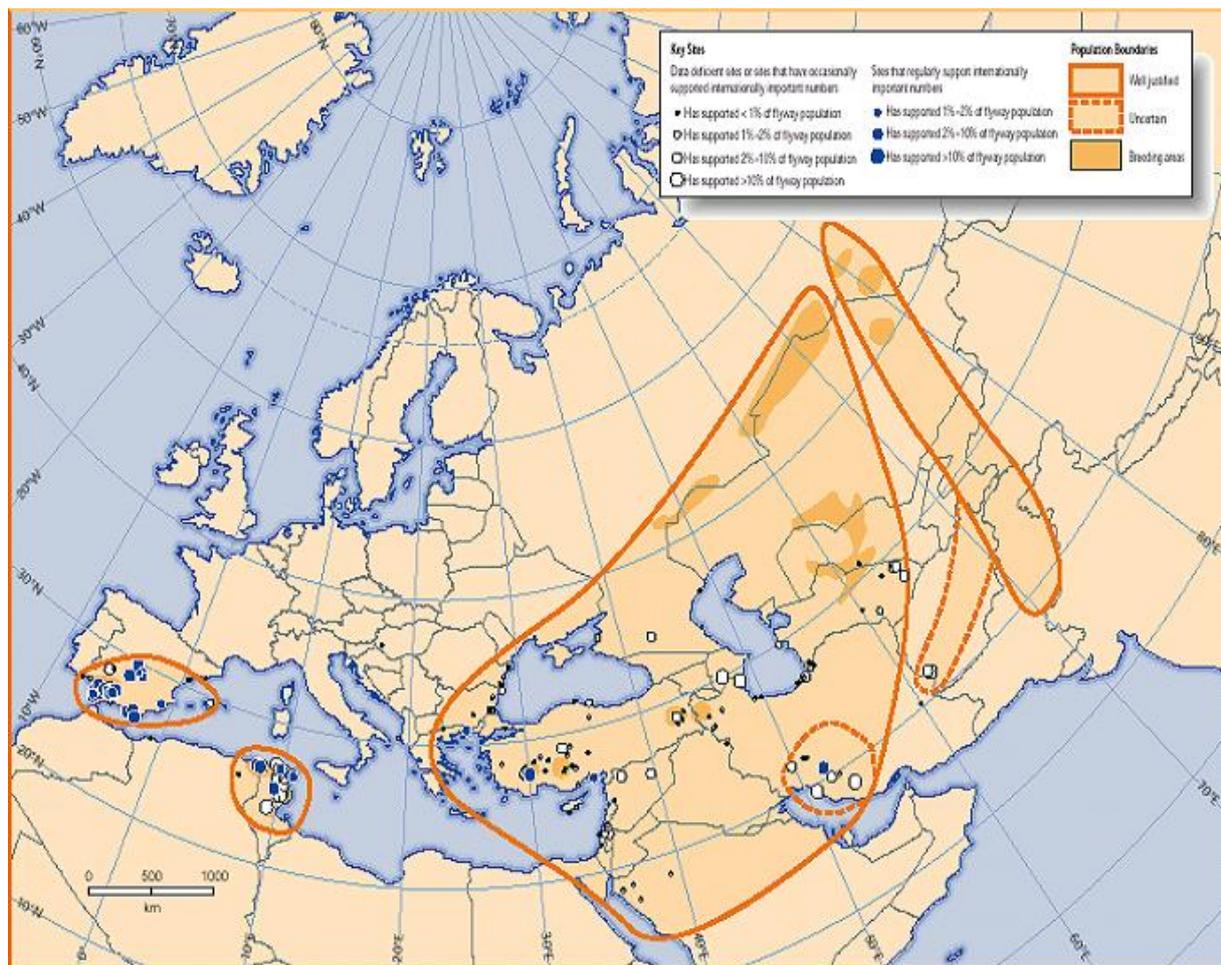
Le nid est construit au-dessus de l'eau dans la végétation émergente (généralement *Phragmites* spp ou *Typha* spp) (Kear 2005). Il est composé de feuilles et des tiges, disposées en forme de coupe sur laquelle un toit peut être formé par pliage vers le bas des feuilles (Carbonell & Johnsgard 1996). L'Érismature peut également utiliser de vieux nids de foulques ou de canards (Johnsgard & Carbonell 1996).

## 2.10. Aire de distribution

L'Érismature à tête blanche est résidente en Espagne, Algérie et Tunisie (Figure 18). Une population plus importante niche principalement en Russie, Kazakhstan, Turquie, Iran, Afghanistan et Tadjikistan (probablement avec des effectifs plus faibles et en déclin [Li & Mundkur 2003]), Turkménistan (Li & Mundkur 2003 ; Ritschard & Täschler 2008), Ouzbékistan, Arménie et Mongolie (Green & Hughes 1996). Son statut en Chine n'est pas encore clair, mais il semble être rare (Li & Mundkur 2003 ; Ma Ming 2007). La population mondiale était probablement de plus de 100 000 individus au début du 20<sup>ème</sup> siècle, pour tomber à environ 8 000-13 000 individus (Li & Mundkur 2003). Parallèlement, les populations reproductrices ont disparu en Italie, France, Hongrie, Albanie, ex-Yougoslavie, Grèce, Israël et Egypte, et probablement aussi en Ukraine et en Arménie. Les tendances démographiques exactes sont difficiles à calculer étant donné que les effectifs sur les aires d'hivernage changent souvent de façon spectaculaire selon la disponibilité en eau (Li & Mundkur 2003 ; Schielzeth *et al.*, 2003 ; Kreuzberg-Mukhina 2000) . Sur un des plus importants sites d'hivernage, le lac Burdur, Turquie, les effectifs ont diminué de façon constante de 10 927 oiseaux en 1991 à 653 en 2001 (Kirwan 1994 ; Tabur & Ayvaz 2005). La population hivernante totale en Turquie (2005) était seulement de 1 006 individus, contre plus de 9 000 en 1988 (Isfendiyaroglu 2005). La population hivernante d'Asie du Sud est principalement concentrée au Pakistan, où elle a diminué, passant de 1 039 individus en 1968 à moins de 10 en 2002 (Li & Mundkur 2003, 2005), 33 en janvier 2003 et 24 en janvier 2004. Elle est maintenant rarement observée en Inde (Li & Mundkur 2003). Ses effectifs ont augmenté sur les sites d'hivernage en Israël (Yom-Tov, Hatzofe & Geffen 2012), en Syrie (dernière donnée enregistrée de 2 300 individus à Sabkhat al-Jabboul [Balmer & Murdoch 2010]), Grèce (Handrinos 1998), Bulgarie (Iankov 2007)

et Roumanie (Munteanu 1995) et Espagne (22 oiseaux en 1977 ; 2 396 en 2000 (Torres-Esquivias 2000)).

En Algérie, l'Erismature à tête blanche est présente sur les zones humides du littoral Est du pays, notamment la région orientale d'El Kala (Boumezbeur 1993 ; Ledant *et al.*, 1981 ; Ledant & Vandijk 1987 ; Isenmann & Moali 2000 ; Houhamdi 2002 ; Metallaoui & Houhamdi 2008 ; Chettibi *et al.*, 2013) ainsi que sur le complexe de Guerbès-Sanhadja (Metallaoui 2010). L'espèce est également signalée dans l'éco-complexe de zones humides des hauts plateaux de l'Est, connu aussi sous le nom de plateaux du Sud constantinois (Houhamdi *et al.*, 2009).



**Figure 18. Aire de répartition de l'Erismature à tête blanche en Afrique et en Eurasie Occidentale (Scott & Rose 1996)**

## 2.11. Population

La population d'Érismature à tête blanche est estimée à 2 500 individus en Espagne et au Maroc (Torres-Esquivias 2003); 400-600 individus en Algérie et en Tunisie (Isenmann *et al.*, 2005) ; 5 000-10 000 individus dans l'est de la Méditerranée et sud-ouest de l'Asie et 10 individus au sud de l'Asie. Ce qui donne un total de 7 900-13 100 individus, soit environ 5300-8 700 individus matures.

## 2.12. Menaces

Les plus grandes menaces à long terme pour la survie de l'espèce sont la concurrence et l'hybridation avec l'Érismature rousse *Oxyura jamaicensis* (Green & Hughes 1996 ; Hughes *et al.*, 2004 ; Muñoz-Fuentes *et al.*, 2007). Les mâles d'Érismatures rousses sont plus agressifs que les mâles d'Érismatures à tête blanche pendant la parade nuptiale (Johnsgard & Carbonell 1996), ce qui leur facilite la conquête des femelles. L'expansion de l'Érismature rousse serait extrêmement grave, notamment dans certains pays comme l'Algérie, la Turquie, la Russie, où la superficie énorme des zones humides et leur suivi rare rendraient le contrôle impossible (Hughes *et al.*, 2006). L'effort de destruction en Europe occidentale permet cependant de faire régresser les effectifs de cette espèce exotique.

Le changement climatique est peut être la cause des sécheresses de nombreux lacs d'Asie centrale qui peut être une grande menace sur la survie de l'espèce. (Hughes 1999, Li & Mundkur 2003).

La diversité génétique de la population de l'Europe occidentale est faible (Muñoz-Fuentes *et al.*, 2005) en raison d'étranglement pendant les années 1970 et au début des années 1980, lorsque seuls quelques dizaines d'individus sont restées à l'état sauvage ( Johnsgard & Carbonell 1996 ; Muñoz-Fuentes *et al.*, 2005) . Cela peut réduire le potentiel d'adaptation de la population, les rendant moins aptes à résister aux changements de l'environnement (Muñoz-Fuentes *et al.*, 2005).

D'autres menaces comprennent la noyade dans des filets de pêche, la chasse et l'ingestion de plomb (Green *et al.*, 1996 ; Criado 1999 ; Mateo *et al.*, 2001 ; Ali & Akhtar 2005) . L'espèce est chassée illégalement dans la plupart des Etats, mais cela n'a pas été quantifié. La chasse et la collecte des œufs sont la raison la plus probable de l'extinction de l'espèce dans certains pays (Hughes *et al.*, 2006).

### **2.13. Mesures de conservation**

L'Érismature à tête blanche est protégée par la loi dans de nombreux pays. Le programme de conservation en Espagne a entraîné une importante augmentation de la population (Criado 1999). Les Érismatures rousses *Oxyura jamaicensis* sont contrôlés dans 15 pays du Paléarctique occidental, dont l'Espagne, le Portugal et la France. Un programme a été lancé en 2005 pour éradiquer la population britannique de l'Érismature rousse et, en 2009, plus de 6 200 canards ont été abattus, ce qui entraîne une diminution dans la population britannique de près de 90% (Henderson 2009). Des programmes de réintroduction sont opérationnels à Majorque et en Italie (Hughes 1999 ; Green 1999). Un plan d'action européen a été publié en 2006 (Hughes *et al.*, 2006). La chasse sportive a été interdite sur deux lacs d'hivernage (lac Burdur et Yarisli Gölü) en Turquie où la chasse avec des vedettes rapides menaçait l'Érismature à tête blanche (Green *et al.*, 1996).

### **3. Matériel et Méthodes**

Ce chapitre traite des stations choisies pour le présent travail, du matériel utilisé, des différentes méthodes employées ainsi que des traitements statistiques utilisés lors de l'exploitation des données.

#### **3.1. Dénombrement**

A l'échelle internationale et en raison des grandes concentrations des oiseaux dans certains sites privilégiés, des dénombrements sont réalisés chaque année afin de mieux évaluer la taille totale des populations d'oiseaux et d'obtenir des indices sur leur évolution temporelle. Ces données permettent également de collecter des renseignements sur ses milieux. Que ce soit sous les tropiques ou dans le Nord de l'Europe, ces oiseaux migrent périodiquement pour trouver ailleurs une alimentation qui fait défaut dans leurs régions de naissance (Lack 1954 *in* Nilson 1970).

De même que le démographe procède à des recensements pour connaître la taille de la population humaine, le biologiste doit parvenir à une estimation quantitative des populations qu'il étudie : combien d'oiseaux exploitent une zone d'étude ? Cette estimation sera valable à un temps donné et sur un espace donné. Pour répondre à cette question, les techniques d'approche quantitative des populations animales ont donné lieu à de très nombreuses recherches théoriques et pratiques (Tamisier & Dehorter 1999).

Un des objectifs des dénombrements est de détecter la tendance démographique des populations mesurées : les effectifs sont-ils stables, en augmentation ou en diminution ? Et une des questions subsidiaires est de savoir quels sont les facteurs qui contrôlent ces effectifs. Sur notre site d'étude, pour répondre à cet objectif, une série des recensements mensuels a été organisée de septembre 2011 à août 2012 au moyen d'un télescope et d'une paire de jumelles. Les dénombrements ont été réalisés selon deux méthodes : (1) par comptage de tous les individus quand le groupe d'oiseaux d'eau est proche du point d'observation et compte moins de 200 individus ; ou (2) par estimation visuelle si l'effectif est très élevé et les oiseaux se trouvent à une distance importante. Nous dénombrons le plus exactement possible à l'une des extrémités de la bande d'oiseaux un lot selon la taille du groupe (10, 50, 100) puis nous reportons autant de fois que nécessaire sur le reste de la bande la surface que représente notre groupe de référence (Blondel 1969 *in* Schrike 1982). Cette méthode présente une marge d'erreur estimée comprise entre 5 et 10% (Lamotte & Bourliere 1969).

### **3.2. Occupation spatiale du lac Tonga et de la mare Bousedra par l'Érismature à tête blanche**

La distribution des oiseaux d'eau dans un milieu n'est pratiquement jamais aléatoire. Elle répond en effet à des critères biologiques et écologiques qui caractérisent à la fois l'espèce et le site pendant une période de l'année ou une période du cycle quotidien (Tamisier & Dehorter 1999).

La disponibilité et le partage des ressources alimentaires conditionnent d'une manière apparente la distribution des groupes d'oiseaux sur un site (Nilsson 1970 ; Pirot 1981 ; Pirot *et al.*, 1984 ; Ankney *et al.*, 1991 ; Cox & Kadlec 1995 ; Reinert & Mello 1995 ; Biddau 1996 ; Sedinger 1997 ; Poulin & Lefevbre 1997 ; Ntiamoa-Baïdu *et al.*, 1998).

Les Érismatures à tête blanche sont cartographiés à chaque sortie en se servant de repères (touffes de Typha, de Scirpus, îlots de végétation, héronnière) afin de déterminer leurs modalités d'occupation du plan d'eau. Les données sont reportées sur des cartes définitives qui permettent de suivre l'utilisation des plans d'eau par l'Érismature à tête blanche. Dans ces représentations graphiques de l'occupation spatiale nous n'avons pas tenu compte de l'importance des effectifs des oiseaux.

### **3.3. Stations d'observation utilisées pour le dénombrement**

Les stations d'observation ont été choisies en fonction de la superficie des sites d'étude, de la vision globale du site et de la répartition des bandes d'oiseaux sur le site (Schricke 1990).

#### **3.3.1. Station d'observation au Lac Tonga**

Vue la superficie du lac Tonga, trois stations ont été choisies pour assurer la couverture globale du site:

- Mirador de Meizila
- Mirador d'Oued El Hout
- La digue

#### **3.3.2. Station d'observation de la mare Bousedra**

Une seule station a été choisie sur la rive nord (c'est le point le plus élevé autour de la mare). Elle permet d'assurer une vision globale de la mare.

### 3.4. Etude des rythmes d'activités diurnes de l'Érismature à tête blanche

Lorsqu'un oiseau manifeste un comportement quelconque (dormir, voler, s'alimenter), c'est en réponse à une nécessité, à une exigence. Connaître ces activités, ces comportements, c'est commencer à comprendre de quoi ont besoin les oiseaux, c'est accéder à la connaissance de leurs exigences écologiques.

#### 3.4.1. Méthodes d'échantillonnage

Les deux méthodes les plus communément utilisées pour l'étude du rythme d'activité des anatidés sont 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, pendant laquelle les activités sont enregistrées de manière continue. Les résultats obtenus sont par la suite arrangés 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, tels que l'exhibition sociale et l'agression, mais elle comporte certains inconvénients comme la fatigue de l'observateur, la sélection aléatoire des individus spécialement à partir d'un grand groupe et surtout la perte d'observation d'oiseaux focalisés pénétrant 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 sur des surfaces réduites. Bien qu'elle permette d'étudier un échantillon restreint des populations d'oiseaux sur un site, cette technique permet d'avoir un meilleur suivi, définit et valorise mieux les différentes activités manifestées. Les pertes "continuelles" d'observation ont été signalées à plusieurs reprises et jusqu'à présent la seule solution est prescrite dans la méthode Focal-switch sampling ou SWITCH (Losito *et al.*, 1989) où chacune d'elle est automatiquement remplacée par un autre individu du même groupe manifestant la même activité.

- **Méthode SCAN**

Cette méthode se base sur l'observation d'un groupe et permet d'enregistrer les activités instantanées de chaque individu puis, grâce à des transformations mathématiques, fait ressortir le pourcentage temporel de chacune d'elles (Altmann 1974). Elle présente l'avantage d'être la seule méthode appliquée dans des sites à végétations denses où les oiseaux d'eau (surtout les anatidés) ne sont pas toujours observés durant de longues périodes (limite de l'échantillonnage focalisé). Elle élimine aussi le choix orienté d'individus (Baldassare *et al.*, 1988).

Pour étudier le comportement de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, nous avons opté pour la méthode SCAN, et nous avons procédé chaque heure (de 8 h à 17 h) à des séries de transects tracés virtuellement à travers le groupe d'oiseaux. On compte dans le champ de vision du télescope les différentes activités manifestées par les Érismatures à tête blanche. A cet effet, sept activités ont été notées : le sommeil, la nage, la toilette, l'alimentation, le vol, l'antagonisme et la parade. Le rythme d'activité a été réalisé au cours de l'ensemble de l'année 2012 sur le Lac Tonga à raison de trois sorties par mois.

#### **3.4.2. Stations d'observation utilisées pour le suivi du rythme d'activité de l'Érismature à tête blanche au Lac Tonga**

Après plusieurs sorties de prospection, le mirador de Oued El-Hout est jugé le plus approprié pour étudier le rythme d'activité pendant la saison d'hivernage, vu le grand effectif d'individus de l'Érismature à tête blanche (représentatif par leur nombre de l'ensemble de la population) et leur proximité par rapport au point d'observation, tandis que durant la saison de reproduction le mirador de Meizila a été le plus approprié.

### **3.5. Reproduction**

Durant une saison de reproduction, l'allocation des ressources est un compromis ("trade-off") entre la survie des parents, le succès de la reproduction en cours et éventuellement son influence sur le succès de futures reproductions (Williams 1966 ; Stearns 1992). Ainsi, par rapport à la fécondité, les pressions sélectives imposent à chaque individu une date et une grandeur de ponte optimales. Cela se traduit, à l'échelle de l'espèce, par un créneau de ponte qui correspond à une période de l'année offrant les meilleures potentialités pour la survie de la couvée, ainsi qu'une taille moyenne "idéale" de ponte (Arnold 1992 ; Ludvig *et al.*, 1995 ; Schoech 1996 ; Korpimäki & Wiehn 1998 ; Meijer & Langer 1995). Un certain degré de plasticité phénotypique permet aux individus de s'affranchir pour une part de ces contraintes, et de mieux ajuster la reproduction aux ressources (Blondel *et al.*, 1999). La date de ponte, la grandeur de la ponte et l'emplacement du nid sont des facteurs déterminants du succès de la reproduction.

On a étudié la biologie de la reproduction pendant deux saisons de reproduction successives 2012-2013 sur la mare Bussedra et sur la partie sud du Lac Tonga.

#### **3.5.1. Localisation des nids**

Une fois les nids localisés, et leur position GPS notée, nous les avons inspectés à raison de deux sorties par semaine dès le début de la saison de reproduction (avril) jusqu'à l'éclosion des derniers œufs (juillet).

### 3.5.2. Phénologie de reproduction

- **Date de la première ponte**

Elle représente la date à laquelle le premier œuf est pondu. Les données concernant la période de ponte ont été enregistrées et analysées en fonction de la date de la première ponte (Lack 1950). La date de la première ponte a été calculée en supposant un intervalle de 24 jours (Gordienko *et al.*, 1986 ; Anstey 1989 ; Boumezbeur 1993 ; Hughes & Green 2005 ; Robinson & Hughes 2006) entre la date de la première ponte et la date d'éclosion (Gadsby 1978).

- **La période de ponte**

Correspond à la durée entre la ponte du premier œuf du couple le plus précoce et la ponte du premier œuf du couple le plus tardif.

- **La grandeur de ponte**

Définit le nombre d'œufs qu'une femelle peut pondre, en sachant que l'Érismature à tête blanche pond un œuf par jour et demi (Cramp & Simmons 1977 ; Dementiev & Gladkov 1952 ; Matthews & Evans 1974 ; Jimenez 1994 ; Johnsgard & Carbonell 1996 ; Green & Hughes 2001 ; Hughes & Green 2005).

- **Le nombre d'œufs éclos.**

- **Le succès moyen à l'éclosion**

Correspond au nombre d'œufs éclos sur le nombre total d'œufs pondus.

- **Le succès moyen de reproduction**

Correspond au nombre de nids éclos sur le nombre total des nids.

**N.B :** le nid est considéré éclos si au moins un œuf a éclos par nid.

- **Mesure des œufs :**

Nous avons également attribué un numéro à chaque œuf à l'aide d'un marqueur permanent. On a mesuré la longueur, la largeur et le poids à l'aide d'un pied à coulisse et d'une balance portable. Le volume est calculé selon l'équation de Harris (1964) :

$$V = 0,476 \times L \times B^2 / 1000.$$

Où L : longueur de l'œuf (mm), B : Largeur de l'œuf (mm), V : volume de l'œuf (cm<sup>3</sup>).

- **Mesure des poussins**

Les poussins de l'Érismature à tête blanche sont nidifuges (Johnsgard & Carbonell 1996). Durant les deux saisons de reproduction, sur les deux sites, l'éclosion a été notée à deux reprises

(mare Bousedra). Le poids, le bec et la tête, l'aile et le tarse de huit poussins ont été mesurés à l'aide d'une balance et un pied à coulisse.

### 2.5.3. Ecologie de la reproduction

- **Mesure des caractéristiques des nids et sites des nids:**

On a attribué un nombre à chaque nid. Les paramètres déterminés et mesurés sont : le diamètre interne et externe, la profondeur du nid, l'élévation du nid par rapport au niveau d'eau, la composition du nid, le support végétal du nid, la densité de la végétation autour du nid (dans un cercle d'un mètre de diamètre autour du nid), le pourcentage de végétation sèche autour du nid, la distance au nid le plus proche, la distance nid-berge, la distance nid-eau libre (dégagé), la profondeur de l'eau au-dessous le nid et le nombre d'œufs dans chaque nid (Cramp & Simmons 1982 ; Adret 1981 ; Ardamatskaia 1982 ; Adret & Bouche 1986 ; Boukhalfa, 1999). Pour les mensurations on a utilisé un mètre ruban et une perche graduée.

**N.B :** pour certains paramètres on a opté pour une estimation.

### 3.5.4. Parasitisme conspécifique (conspécific brood parasitism) et parasitisme inter-spécifique (brood parasitism)

Le parasitisme conspécifique a été déterminé selon les critères suivant :

- plus qu'un œuf par un jour et demi (Cramp & Simmons 1977, Dementiev & Gladkov 1952, Matthews & Evans 1974, Jimenez 1994, Johnsgard & Carbonell 1996, Green & Hughes 2001, Hughes & Green 2005),
- des nouveaux œufs ajoutés après l'accomplissement de la ponte (cuvée)

et/ou l'absence de synchronisation pendant l'éclosion (Lyon 1993, McRae 1997, Jamieson *et al.*, 2000).

Le parasitisme non spécifique est déterminé par la présence d'un œuf ou plus d'une autre espèce dans le nid.

**N.B :** une couvée est dite complète lorsque le nombre d'œufs dans le nid ne change pas après deux visites successives (Lyon 1993, McRae 1997, Jamieson *et al.* 2000)

### 3.5.5. Prédation

Un nid est considéré détruit par prédation, si un œuf ou la totalité de la couvée présentent des signes de prédation (Lyon 1993, McRae 1997, Jamieson *et al.*, 2000). Un nid est jugé détruit par des gens de la région s'il a été vidé entre deux inspections consécutives.

### 3.6. Traitement statistique

Nous avons calculé les moyennes et les écarts types pour les différents paramètres étudiés sur Microsoft Excel 2010, grâce aux statistiques élémentaires.

Le budget d'activité diurne de l'Erismature à tête blanche est traité par une analyse multivariée grâce au logiciel **ADE 4** (Chassel & Doledec 1992) qui a permis de réaliser des analyses factorielles des correspondances (AFC). Ces analyses ont pour but de décrire (en particulier sous forme de graphique) le maximum de l'information contenue dans un tableau rectangulaire de données. Ce tableau doit être constitué de données provenant de mesures faites sur deux ensembles de caractères. Ces deux ensembles sont disposés l'un en ligne et l'autre en colonnes (Dervin 1988).

Pour la reproduction, après vérification des critères de normalité (test de Shapiro-Wilk) et d'homogénéité (test de Levene), nous avons comparé les variables suivantes entre les deux sites et les deux années en utilisant une analyse de variance (One way ANOVA) :

- Les dates de ponte des premiers œufs ;
- Les caractéristiques des œufs (longueur, largeur, poids et volume) ; la multiple comparaison entre ses caractéristiques a été effectuée à l'aide du LSD post-hoc test.
- Le succès à l'éclosion ;
- Les paramètres de l'écologie de la reproduction ; la hauteur de la plante support, la hauteur du nid, la distance nid / nid le plus proche, la distance nid / berge et la distance nid / eau libre.
- Pour vérifier l'effet (saison x site), nous avons utilisé (Two way ANOVA).
- Pour vérifier la variation spatio-temporelle de l'emplacement des nids (type de plante utilisé x hauteur de la plante support x hauteur du nid), nous avons utilisé (Two way MANOVA).

Nous avons utilisé les tests non paramétriques lorsque les données ne présentent pas de normalité ou d'homogénéité.

Le test de Mann-Whitney a été utilisé pour comparer les tailles de ponte et le succès de la reproduction entre les deux sites et les deux années.

Le test de Kruskal-Wallis a été utilisé pour comparer les tailles de ponte entre l'Europe, les hauts plateaux, Boussedra et Tonga.

Les coefficients de corrélation de Pearson et de Spearman ont été utilisés pour analyser les différentes relations entre les paramètres mesurés (paramétrique et non paramétrique respectivement).

Tous les tests sont two-tailed et les résultats sont présentés avec leurs erreurs standards. Les valeurs de  $P < 0,05$  ont été considérés comme significatives.

Les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel *SPSS version 19*.

## **1. Population, phénologie et distribution spatiale sur le site**

Nous décrivons, dans cette partie, les variations d'effectifs de l'Érismature à tête blanche sur les deux sites d'études, en fonction du temps (dates d'arrivée et de départ, périodes de concentration des effectifs et/ou de leur stabilité) ainsi que leur distribution spatiale pendant un cycle annuel (septembre 2011- août 2012).

**Note :** les effectifs mentionnés au niveau des deux histogrammes (Figure 19 et Figure 21) correspondent à l'effectif maximal des Érismatures à tête blanche adultes obtenu chaque mois.

### **1.2. Evolution spatio-temporelle des effectifs de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* au Lac Tonga**

Les effectifs de l'Érismature à tête blanche présentent une certaine stabilité saisonnière (saison d'hivernage et de reproduction), mais ils sont très divergents entre les saisons (Figure 19). Dès le mois de décembre la population hivernante commence à s'installer sur le Lac Tonga, et l'effectif augmente pour atteindre un maximum de 356 individus au mois de janvier. Ces effectifs restent relativement élevés jusqu'au début du mois de mars. La deuxième semaine du mois de mars, on assiste aux premiers départs puis le rythme de départs s'accélère. La totalité de la population hivernante quitte le site avant le début du mois d'avril. La population sédentaire est présente avec un effectif restreint (28 à 69 individus), correspondant à environ trente couples.

D'octobre à mars, les Érismatures occupent la partie centrale du Lac (Figure 20) qui se caractérise par l'absence de végétation émergente et par sa grande profondeur. Pendant cette période, les Érismatures sont grégaires y compris avec d'autres canards plongeurs tel que le Fuligule milouin *Aythya ferina* et le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*. En période nuptiale les Érismatures sont éparpillées surtout sur le secteur sud du Lac Tonga en couples ou de manière isolée près des bandes de typhaie, scirpaie et des nénuphars *Nymphaea alba*.

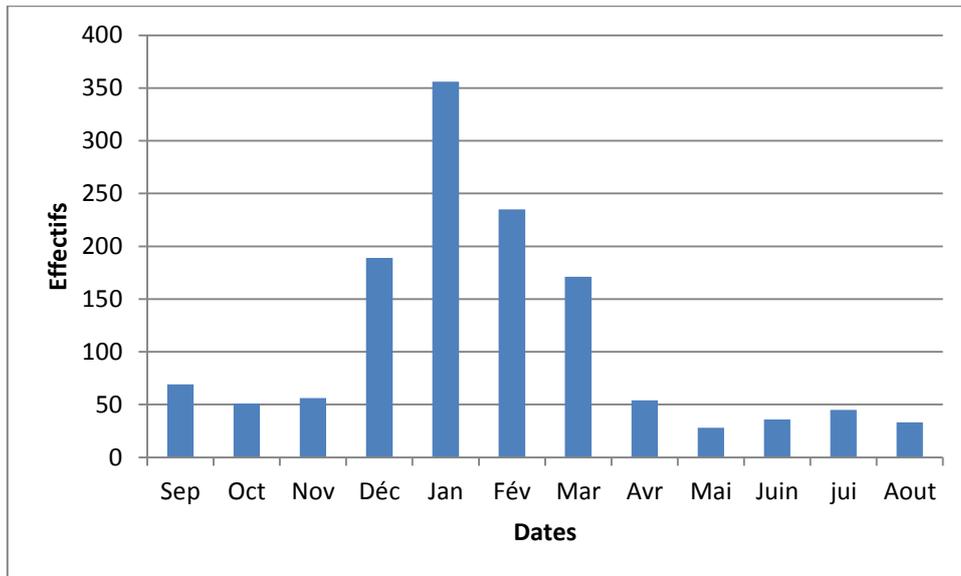


Figure 19. Déroulement des stationnements de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* au Lac Tonga (septembre 2011-août 2012)

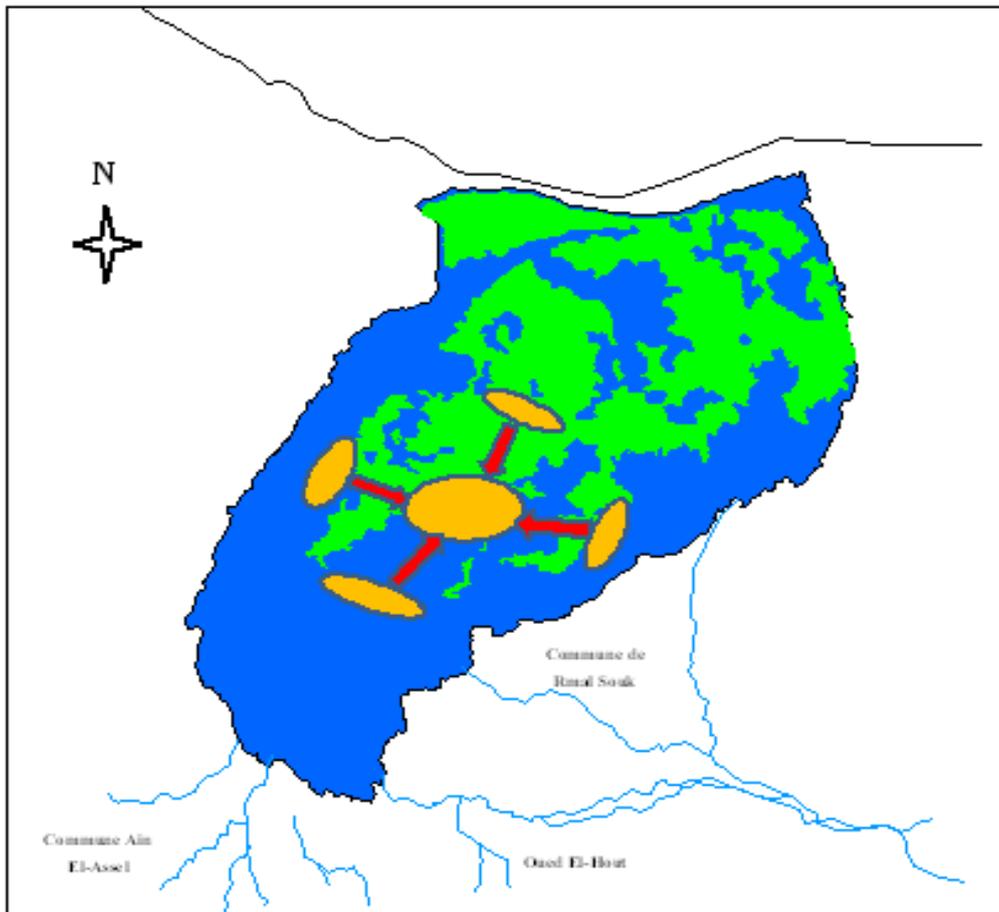
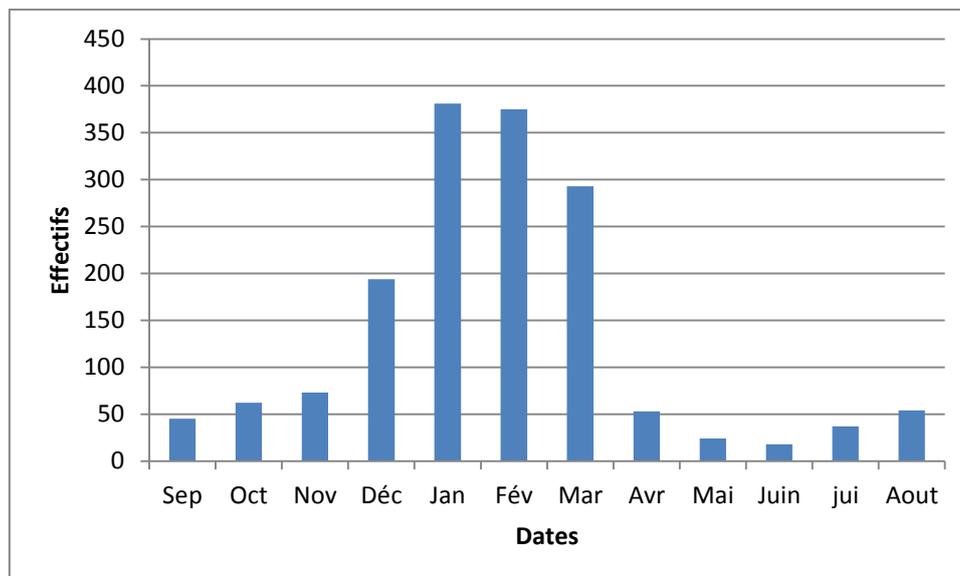


Figure 20. Occupation spatiale du Lac Tonga par l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* (saison d'hivernage 2011-2012)

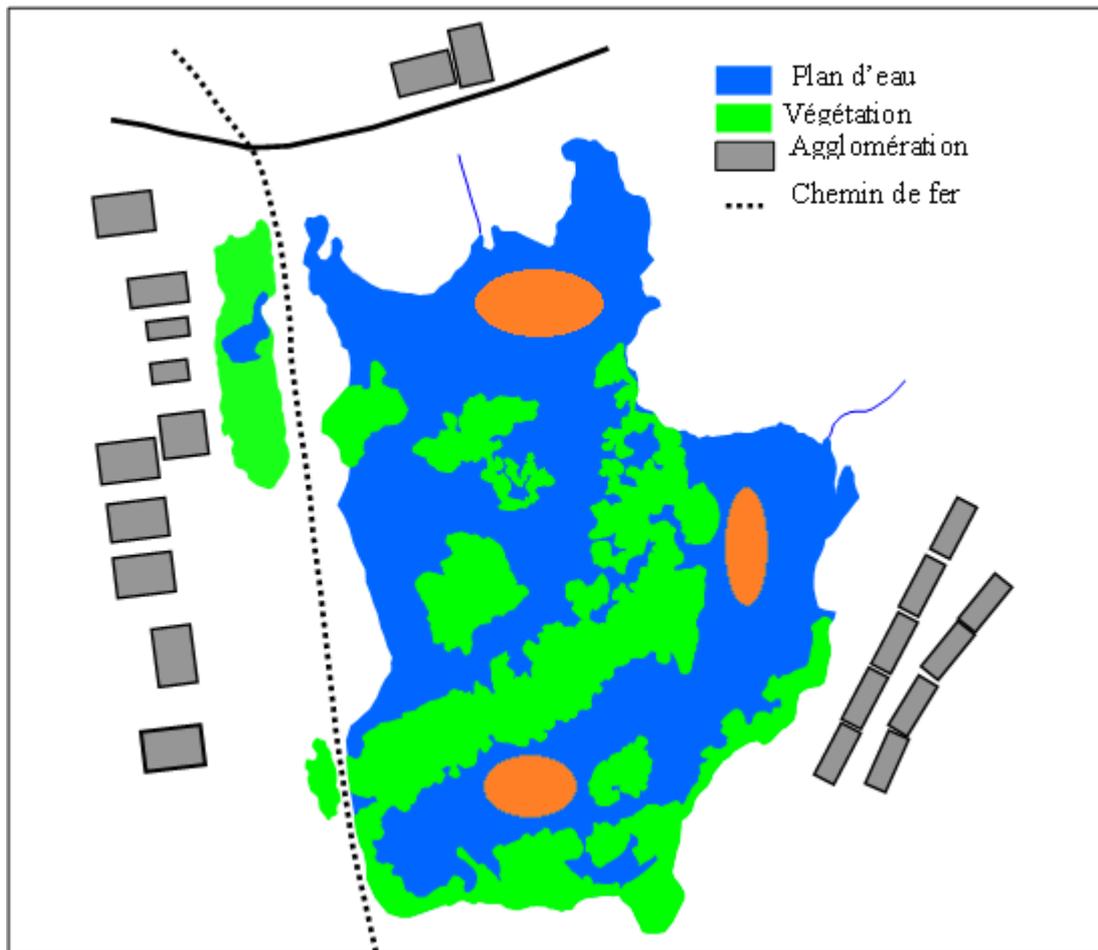
1.2. Evolution spatio-temporelle des effectifs de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* sur la mare Bousedra

Les premiers arrivés (Figure 21) ont lieu dès le mois de décembre, et les arrivages les plus massifs se situent au mois de janvier. La saison 2011/2012 est caractérisée par des effectifs élevés durant la saison d'hivernage avec un maximum enregistré en janvier de 381 individus. Après le départ des hivernants, d'avril à novembre, les effectifs fluctuent entre 18 (juin) à 73 (novembre) individus.

En période hivernale, les oiseaux se concentrent sur la partie nord, la partie ouest et la partie sud-est (Figure 22) avec les autres canards plongeurs hivernants (*Fuligule nyroca* *Aythya nyroca* et *Fuligule milouin* *Aythya ferina* surtout). Ces deux secteurs sont les plus profonds et les plus dégagés de toute végétation. En saison de reproduction, les Érismatures à tête blanche sont dispersés près des bandes de typhaie et scirpaie (dominés par *Scirpus lacustris* avec quelques taches de *S. maritimus*) dans les secteurs sud, sud-est et du centre.



**Figure 21. Déroulement des stationnements de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* à la mare Bussedra (septembre 2011-août 2012)**



**Figure 22. Occupation spatiale de la mare Boussedra par l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* (saison d'hivernage 2011-2012)**

## 2. Discussion

Au XIXe siècle, l'Érismature à tête blanche était une espèce très commune en Algérie (Isenmann & Moali 2000). Elle a été signalée nicheuse pendant plusieurs décennies sur les zones humides de l'est du pays (Heim de Balzac & Mayaud 1962, Ledant *et al.*, 1981, Chalabi 1990 ; Maazi 1992 ; Samraoui *et al.*, 1992 ; Boumezbeur 1990, 1993 ; Boukhalifa 1996 ; Houhamdi & Samraoui 2002 ; Houhamdi *et al.*, 2008). Au Lac Tonga, l'Érismature à tête blanche est présente toute l'année (Boumezbeur 1993 ; Samraoui & Samraoui 2008 ; Lazli *et al.*, 2011a, 2011b ; Chettibi *et al.*, 2013), l'effectif de cette dernière (l'effectif maximal enregistré pendant la saison d'hivernage) a connu une augmentation importante et est passé de 40 individus en 1976, 85 individus en 1979 (Anstey 1989 ; Green & Anstey 1992), 93 individus en 1991, 49 individus en 1992 (Boumezbeur 1993), 73 individus en 2006 et 268 individus en 2007 à 1 100 individus en 2009, 1045 individus en 2010 (Lazli *et al.*, 2011a) et 356 individus en 2012 (Chettibi *et al.*, 2013). L'effectif maximal enregistré lors de la présente étude est de 356 individus, représentant 4% de l'effectif mondial.

L'Érismature à tête blanche est une espèce sédentaire sur la mare Bousedra et sa population nicheuse est estimée à quelques couples (Samraoui & Samraoui 2008). Durant notre étude (saisons de reproduction 2012 et 2013) l'effectif est devenu plus important avec environ 30 couples. L'effectif maximal enregistré durant notre étude (2012) est de 381 individus (mois de janvier), correspond à environ 5% de l'effectif mondial.

Cette augmentation des effectifs d'Érismature à tête blanche peut être traduite par l'importante élévation des effectifs de la population de l'Espagne. Les énergiques mesures de protection prises en Espagne depuis une quarantaine d'années ont eu des conséquences très favorables. La population espagnole est passée de 22 individus en 1977 à 786 en 1992, 1453 en 1999, 2300 en janvier 2000 et 4480 en septembre 2000 (Ayala *et al.*, 1994 ; Torres & Alcalá-Zamora 1997 ; Green *et al.*, 1999 ; Green & Hugues 2001). Malgré une importante perte et une dégradation des zones humides en Espagne au cours des dernières décennies (Casado & Montes 1995), la réduction importante de la mortalité par la chasse a permis à la population d'Érismature à tête blanche de croître et de se développer dans de nombreuses zones humides dans la moitié sud de l'Espagne au cours des dernières années.

Le régime alimentaire des Érismatures à tête blanche est très dépendant des chironomes benthiques tout au long de l'année. Les chironomes benthiques sont relativement tolérants à l'eutrophisation (Batzer & Wissinger 1996). Cela rend l'Érismature à tête blanche plus tolérante à des zones humides eutrophes que de nombreux autres oiseaux d'eau (par exemple ceux qui dépendent des macrophytes submergées (Green *et al.*, 1999 ; Sanchez *et al.*, 2000). La capacité de l'Érismature à tête blanche à exploiter les abondantes ressources de chironomes a joué un rôle important dans l'activation de cette expansion.

L'augmentation brutale du nombre d'Érismatures à tête blanche enregistré en début d'hiver est liée à l'arrivée de la population hivernante au Lac Tonga et à la mare Bousedra. A la fin de la saison d'hivernage, l'effectif des Érismatures à tête blanche au niveau des deux sites a considérablement diminué à cause du départ de la population hivernante. L'origine et la destination de la population migrante ne sont pas encore connus et nécessitent de mettre en œuvre un système de baguage à long terme.

L'hivernage d'une espèce correspond à son séjour plus ou moins prolongé au cours des mois d'hiver, loin de ses quartiers de reproduction. Ce séjour peut toutefois s'étaler entre septembre-octobre et mars-avril avec une stabilité relative des effectifs sur les mois de décembre, janvier et février (El Agbani 1997). Dans le même ordre d'idée, Rüger *et al.* (1986) avancent que, durant le mois de janvier, la majorité des oiseaux d'eau (particulièrement les anatidés) du Paléarctique

occidental ont atteint leurs quartiers d'hiver et leur distribution en dehors de leurs zones de reproduction est à son niveau le plus stable. Le suivi de la dynamique de la population hivernante de l'Érismature à tête blanche au niveau du Lac Tonga et de la mare Bousedra a montré qu'il existe une certaine stabilité des effectifs entre décembre et mars. Nous avons ainsi considéré que l'effectif du mois de janvier correspond au maximum de la population hivernante de l'espèce, pendant la saison d'hivernage sur les deux sites d'étude.

Pendant la période de reproduction les mâles d'Érismature à tête blanche sont territoriaux (Amat & Sanchez 1982). Le mois de mai et le mois de juin affichent les effectifs les plus faibles sur les deux sites, ce qui coïncide avec le pic de la ponte (nombre des nids actifs) quand la majorité des femelles d'Érismature à tête blanche sont sur leur nid (voir le chapitre reproduction). Malheureusement notre étude n'a pas pris en considération la sex-ratio. Selon Lazli (2011) la sex-ratio montre un déséquilibre au profit des mâles. Boumezbeur (1993) note le même phénomène avec une valeur de 1,5 (le déséquilibre atteint son paroxysme en juin et en juillet). Ce même déséquilibre est également signalé durant les mois de mai et juin avec respectivement 1,33 et 1,42 (Torres *et al.*, 1982 ; Torres 1983) et celle de Tunisie 1,23 (El Galai 2006). Il est donc fort possible que la plupart des individus observés soient des mâles. L'augmentation du nombre d'adultes à la fin de la période d'étude (juillet) peut être le fait d'Érismatures ayant achevé ou ayant été libéré des tâches liées à la reproduction. Cependant une immigration des Érismatures à tête blanche provenant de sites inconnus ne peut être exclue (Gadsby 1978).

**N.B.** Les Érismatures à tête blanche occupent des zones dégagées de végétation émergente en compagnie d'autres canards plongeurs. Tandis que pendant la saison de reproduction, les Érismatures à tête blanche n'ont pas le grégairisme typique de la période hivernale, de plus, la végétation émergente devient plus dense ce qui rend l'observation très difficile (Tamisier & Dehorter 1999), l'effectif dénombré est donc une estimation minimale de l'effectif réel.

De nombreux facteurs sont susceptibles d'agir sur la distribution spatio-temporelle des Érismatures à tête blanche. Certains sont liés à des changements d'habitats (changement de surfaces disponibles) et à la disponibilité des ressources trophiques, d'autres sont de nature climatique (pluviométrie, vagues de froid) (Almaraz & Amat 2004) ou liés aux activités humaines (notamment à la chasse).

Facteurs climatiques : l'Érismature à tête blanche choisit des aires de reproduction où les pluies sont limitées (Casado & Montes 1995 ; Capel 2000), car la ponte, la couvaison et l'élevage des poussins se produisent en période de non pluie (Hughes *et al.*, 2004). Les précipitations au cours de la période sèche de l'année (juillet-août) sont aussi un facteur déterminant de la dynamique

de la population nicheuse au cours de l'année suivante. Par contraste, les précipitations pendant la période humide (novembre-février) ont un effet direct et positif sur les aires d'expansion des Érismaures pendant la saison de reproduction et d'hivernage (Casado & Montes 1995) et sur la disponibilité en habitats [les précipitations au cours de cette période augmentent la quantité d'habitats d'hivernage potentiel pour les espèces, (Krivenko 1990)]. La disponibilité des habitats est en effet très dépendante de la pluviométrie, avec des effets importants sur la population d'Érismaure à tête blanche ainsi que sur d'autres oiseaux d'eau (Kaminski & Gluesing 1986 ; Bayliss 1989 ; Fox *et al.*, 1989 ; Krivenko 1990 ; Newton 1998 ; Miller & Duncan 1999). Les facteurs climatiques ont aussi un impact sur la dynamique annuelle des populations de certains prédateurs potentiels des oiseaux d'eau, comme les rongeurs (Leirs *et al.*, 1997; Lewellen & Vessey 1998; Stenseth *et al.*, 2003; Barbraud & Weimerskirch 2003).

Green (1999) a trouvé que la répartition des Érismaures à tête blanche pendant la saison d'hivernage était liée à la distribution des chironomes et les couples sont totalement absents des zones avec une faible concentration en chironomes. Les Érismaures à tête blanche sont introuvables sur les sites avec une biomasse maximale inférieure à 1,5 g/m<sup>2</sup> de chironomes, à peu près équivalentes à des densités de moins de 15 000 chironomes/m<sup>2</sup> (Green *et al.*, 1999). Une étude similaire sur le Fuligule milouin *Aythya ferina*, a également montré que leur distribution dépend des chironomes (Phillips 1991). Dans ces deux études la biomasse des chironomes est fortement corrélée avec la profondeur de l'eau. Il est donc difficile de savoir si l'Érismaure à tête blanche et le Fuligule milouin se distribuent en fonction de la profondeur ou en fonction de la concentration des chironomes.

L'oiseau d'eau, pendant la période d'hivernage, a deux exigences majeures : satisfaire ses besoins énergétiques et ne pas mourir (ne pas se laisser capturer). Dissociées dans la forme, ces deux exigences sont interactives dans le fond. Pour satisfaire ses exigences énergétiques, l'oiseau doit gagner au moins autant d'énergie qu'il en consomme. Il doit donc trouver un équilibre entre les comportements qui lui font gagner de l'énergie (alimentation), et ceux qui lui en font perdre (tous les autres comportements, le sommeil étant celui qui en fait perdre le moins). Pour ne pas se laisser capturer, il doit élaborer des comportements anti-prédateurs efficaces. Ces comportements sont coûteux en énergie. S'il ne fait que surveiller les prédateurs, il ne peut ni s'alimenter ni dormir, il vit sur ses réserves énergétiques et ne résiste pas longtemps. S'il opte pour une vigilance nulle ou très faible qui lui coûte le moins, il a le maximum de chances de s'engraisser rapidement et de consommer moins d'énergie (dormir), mais aussi le maximum de chances d'être capturé et de mourir. Il doit donc trouver un compromis entre le risque de prédation et la satisfaction de ses besoins nutritifs (Tamisier & Dehorter 1999). Pendant la saison d'hivernage les Érismaures à tête

blanche se concentrent ainsi avec d'autres canards dans des groupes denses au repos, et le grégarisme pendant le sommeil ou le repos réduit le risque de prédation (Fox *et al.*, 1994). Mais elles sont un peu plus dispersées au moment de l'alimentation afin de fourrager à des endroits qui disposent d'une plus grande disponibilité alimentaire (Fox *et al.*, 1994 ; Green *et al.*, 1999). Les décisions relatives à des sites à utiliser pour le repos ou pour l'alimentation dépendent probablement d'une combinaison de facteurs, y compris l'approvisionnement alimentaire, le risque de prédation et les coûts de thermorégulation (Stephens & Krebs 1986 ; Krebs & Davies 1993).

Durant notre suivi de la dynamique des populations de l'Érismature à tête blanche au niveau du Lac Tonga et de la mare Bousedra nous avons constaté que les effectifs de la population hivernante et de la population sédentaire à la mare Bousedra sont semblables aux effectifs de la population hivernante et de la population sédentaire du Lac Tonga, bien que la surface et capacité d'accueil du Lac Tonga soient plus importantes que celles de Bousedra. Au Lac Tonga la chasse est très fréquente. Par contre, à la mare Bousedra, l'activité de la chasse est nulle, vu que la mare est urbanisée. On considère que le dérangement par la chasse a un effet sur les oiseaux d'eau à partir du moment où il affecte leur "fitness", c'est-à-dire qu'il diminue leur survie (accroissement de la mortalité) et/ou leur reproduction (Madsen & Fox 1997). Mais le lien entre le dérangement et l'un ou l'autre de ces deux paramètres majeurs de dynamique de population est rarement direct. Il s'exprime généralement par des effets intermédiaires multiples. Le premier effet porte sur l'importance des effectifs locaux et la distribution géographique des oiseaux : le dérangement par la chasse diminue les effectifs présents de 5 à 50 fois et provoque un glissement des stationnements au profit des zones non dérangées : c'est l'effet réserve (Madsen 1998 ; Tamisier & Dehorter 1999 ; Evans & Day 2002). Toutefois, Gill *et al* (2001) observent que cette désertion des sites chassés par les oiseaux n'est pas nécessairement concluante. Leur départ signifie qu'ils ont trouvé ailleurs une solution de rechange. Inversement, le fait qu'ils ne partent pas peut signifier qu'il n'y a pas de solution de rechange ou que le site alternatif est une solution trop coûteuse en termes de survie ou de reproduction. Le second effet porte sur la taille des populations. La réduction des effectifs sur les sites chassés tend à laisser penser que les oiseaux, étant contraints de se concentrer sur les sites non chassés, sous-exploitent les ressources spatiales et alimentaires disponibles, d'où une limitation de la taille des populations. La sous-exploitation d'un site à cause du dérangement par la chasse est une preuve indirecte que la perturbation a un impact sur le niveau de la population.

# 1. Etude du rythme d'activités diurnes de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* au Lac Tonga

## 1.2. Les différentes activités diurnes

Un suivi pendant 324 heures du rythme d'activités diurnes de l'Érismature à tête blanche a abouti aux résultats suivants :

Le budget temps annuel diurne est dominé par le sommeil avec 62,42% du temps total (Figure 23). Il est plus élevé en saison d'hivernage (77,79%, Figure 24) et plus faible pendant la saison de reproduction (47,05%, Figure 25). Le sommeil est noté dans des groupes compacts essentiellement au niveau des zones du plan d'eau les plus dégagées.

La nage est la deuxième activité enregistrée (18,5%, Figure 23). Les valeurs les plus faibles sont enregistrées durant la saison d'hivernage (13,75%) et les valeurs les plus élevées caractérisent la période de reproduction (23,25%). Cette activité est souvent alimentaire surtout en période de reproduction.

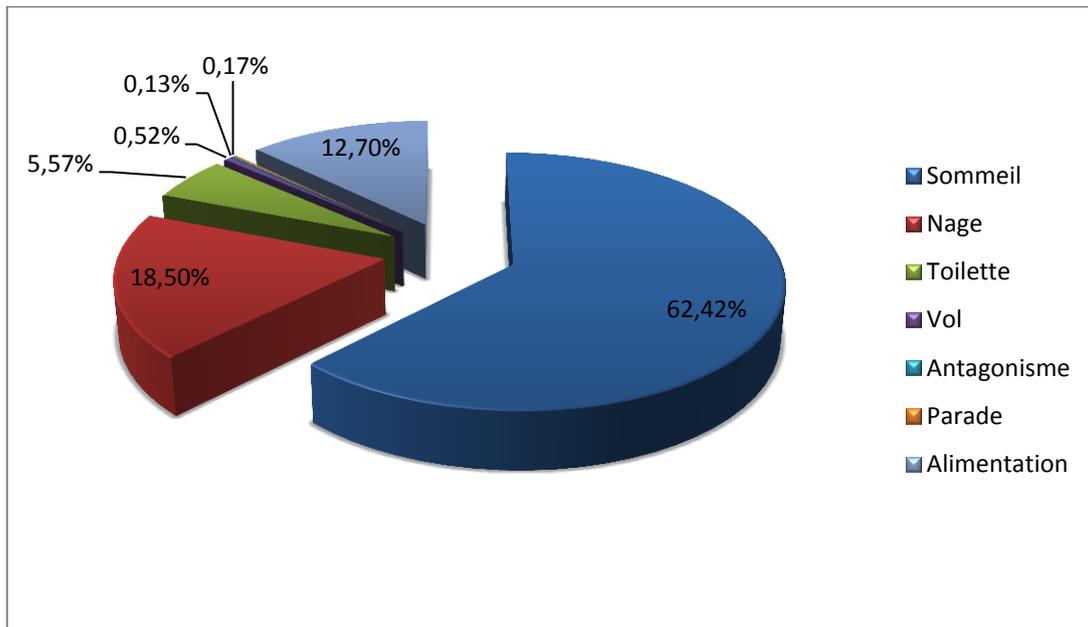
L'alimentation est la troisième activité (12,70%, Figure 23). Notre étude a montré une variation saisonnière du temps alloué à l'alimentation. Pendant la saison de reproduction l'Érismature à tête blanche consacre plus de temps à l'alimentation (21,67%, Figure 25), contre 3,72% en saison d'hivernage (Figure 24). L'Érismature manifeste deux comportements principaux en s'alimentant (Figure 26), soit en plongée soit à la surface de l'eau. L'alimentation par plongée est la plus fréquente au Lac Tonga (76,13%). L'alimentation à la surface de l'eau (23,87%) s'effectue soit par picorage, soit par prélèvement visuel de particules végétales ou éventuellement de proies animales mobiles, soit par la technique « Bec et Tête » : ces deux parties du corps sont sous l'eau, les oiseaux nagent. A quatre reprises, nous avons observé des Érismatures essayant de s'alimentant par basculement : tête en bas, cou tendu, queue en l'air.

L'entretien du plumage est plus important en période de nidification que pendant la période d'hivernage avec des pourcentages passant du simple au double (3,63% en hivernage, Figure 24 et 7,5 en période de nidification, Figure 25).

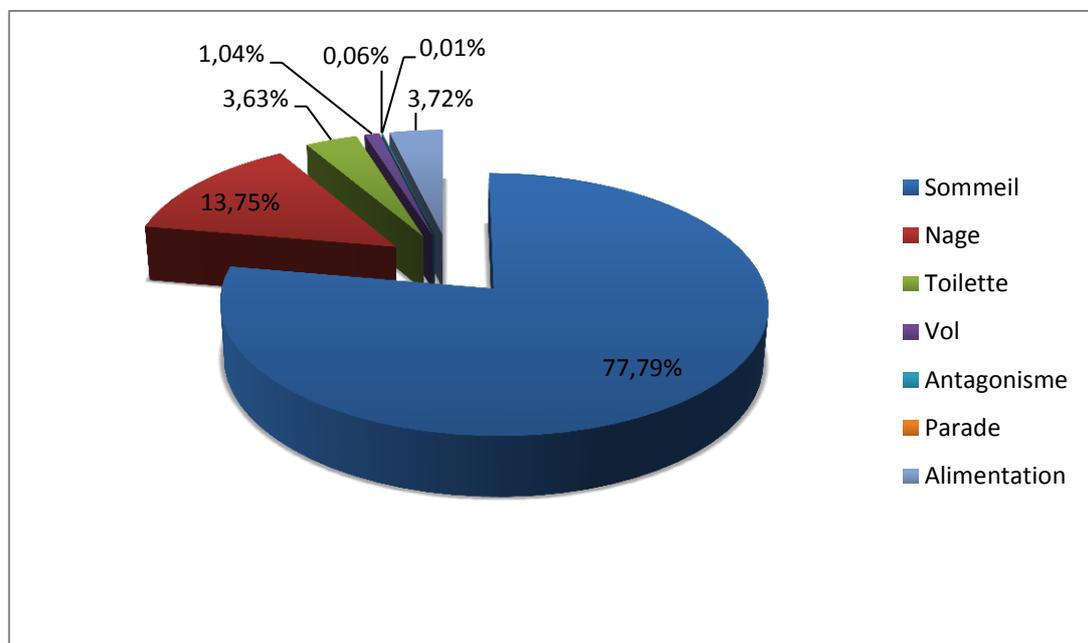
L'activité de vol est observée uniquement en saison d'hivernage (1,04%, Figure 25).

Les autres activités (parade et relations agonistiques) tiennent une part minime dans ce bilan total (0,3%, Figure 23).

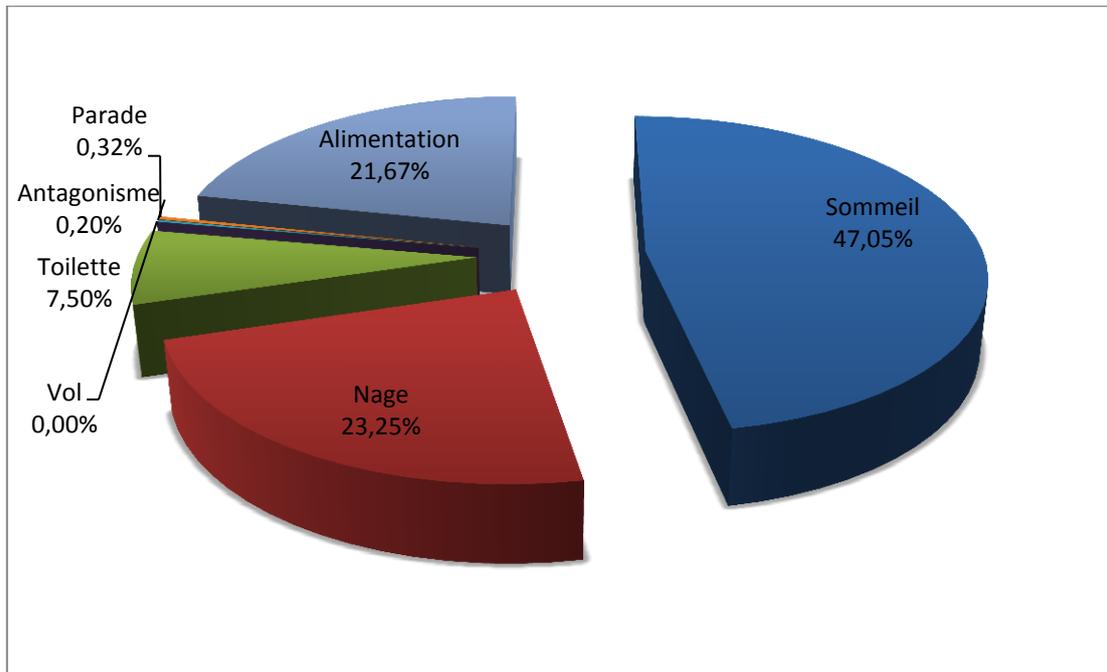
**NB :** Pendant toute notre étude toutes les activités des Érismatures se manifestent sur l'eau. L'activité de sommeil inclut le sommeil proprement dit (les Érismatures dorment la tête posée sur le dos et le bec glissé sous les scapulaires) et le repos (quand l'oiseau ne manifeste aucune activité).



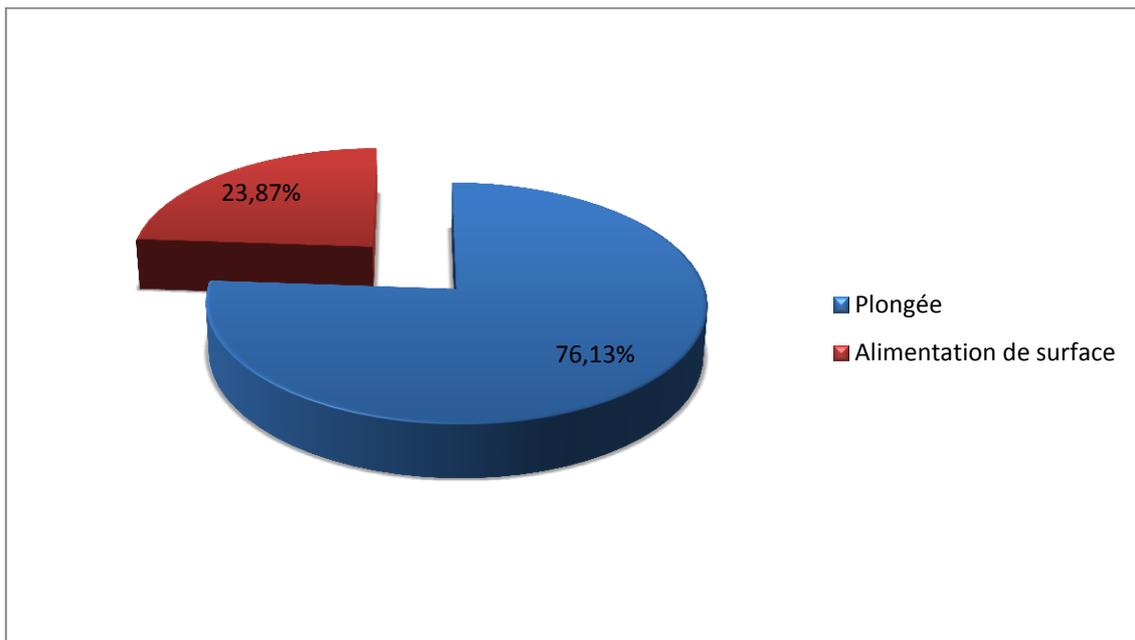
**Figure 23.** Pourcentage des différentes activités diurnes de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* au niveau du Lac Tonga (août 2011–juillet 2012)



**Figure 24.** Pourcentage des différentes activités diurnes de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* au niveau du Lac Tonga (saison d'hivernage)



**Figure 25.** Pourcentage des différentes activités diurnes de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* au niveau du Lac Tonga (saison de reproduction)



**Figure 26.** Les principaux comportements alimentaires chez l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* au Lac Tonga

## 1.2. Variation mensuelle du rythme des activités diurnes

L'analyse du bilan des activités diurnes de l'Érismature à tête blanche au Lac Tonga (septembre 2011–août 2012) a montré que, à l'exception du mois du juin où la nage est l'activité dominante (48,57%), le sommeil est l'activité dominante du mois de septembre 2011 au mois d'août 2012. De septembre à avril le pourcentage dépasse 65. Le pic du sommeil est enregistré en octobre (89,28%) et la valeur la plus faible est enregistrée en juin (14,28%).

La nage, deuxième activité des Érismatures à tête blanche, suit sensiblement l'alimentation. Elle est souvent pratiquée en même temps que l'alimentation, la parade, les interactions agressives. Elle semble ainsi liée à la recherche de nourriture et aux dérangements. Généralement, le déplacement d'un seul individu engendre une activité chez tout le groupe. Cette activité est observée durant toute la période d'étude avec des variables comprises entre 4,12% (octobre) et 48,57%, (juin) (Figure 27), les valeurs les plus faibles sont enregistrées au début de la période d'hivernage et les valeurs les plus élevées pendant la période de reproduction.

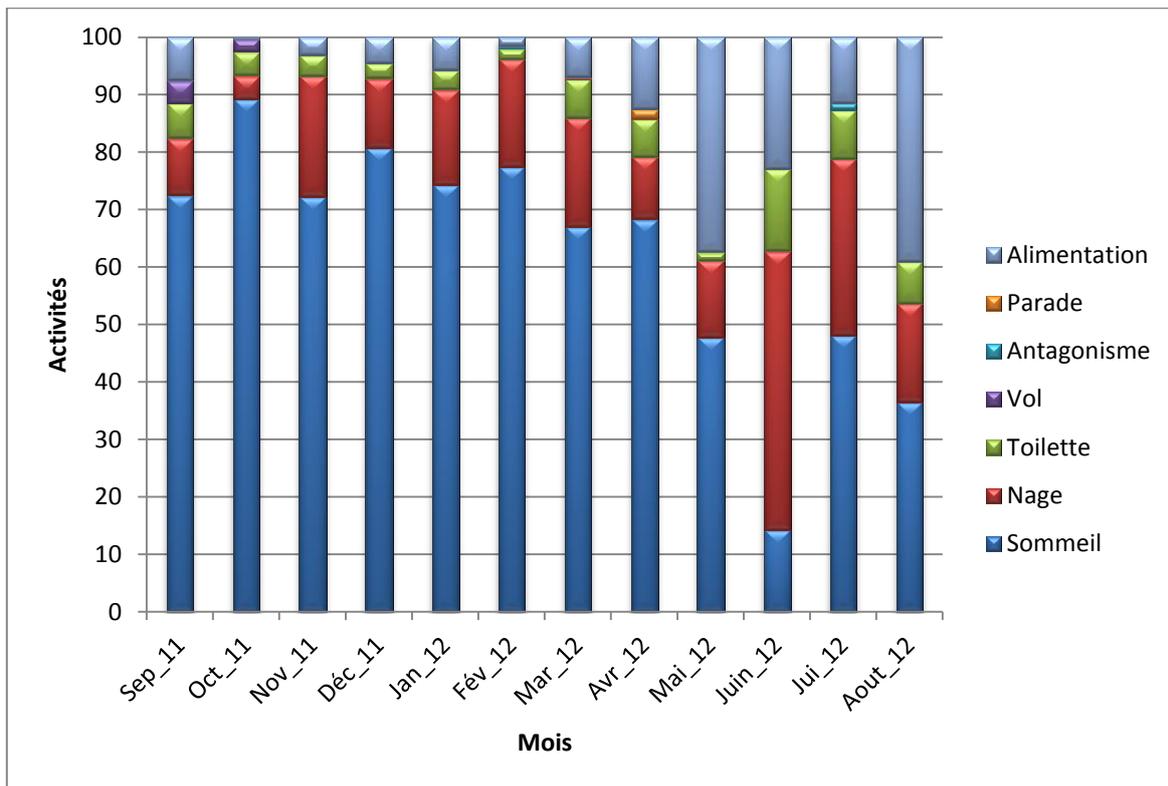
L'alimentation plus ou moins faible au cours de la saison d'hivernage, augmente progressivement dès avril pour atteindre 39,02% en août (Figure 27). L'Érismature consacre plus du temps à l'alimentation pendant la saison de reproduction que pendant la saison d'hivernage. L'activité alimentaire présente un pic en mai et août (respectivement 37,31% et 39,02%). La valeur la plus faible 0,27% est enregistrée en octobre.

Le nettoyage du plumage et la toilette constituent une part plus ou moins importante de la vie des Érismatures à tête blanche. Cette activité est observée pendant toute la durée d'étude avec des valeurs comprises entre 1,49% et 14,28%.

Le vol tient chez cette espèce une part minime (Figure 27). Le maximum enregistré pour cette activité est de 3,97% au mois de septembre.

L'activité de parade n'est observée que durant les mois du mars et avril (période pré nuptiale).

L'activité agnostique est observée en février et juillet (respectivement 0,36% et 1,20%).



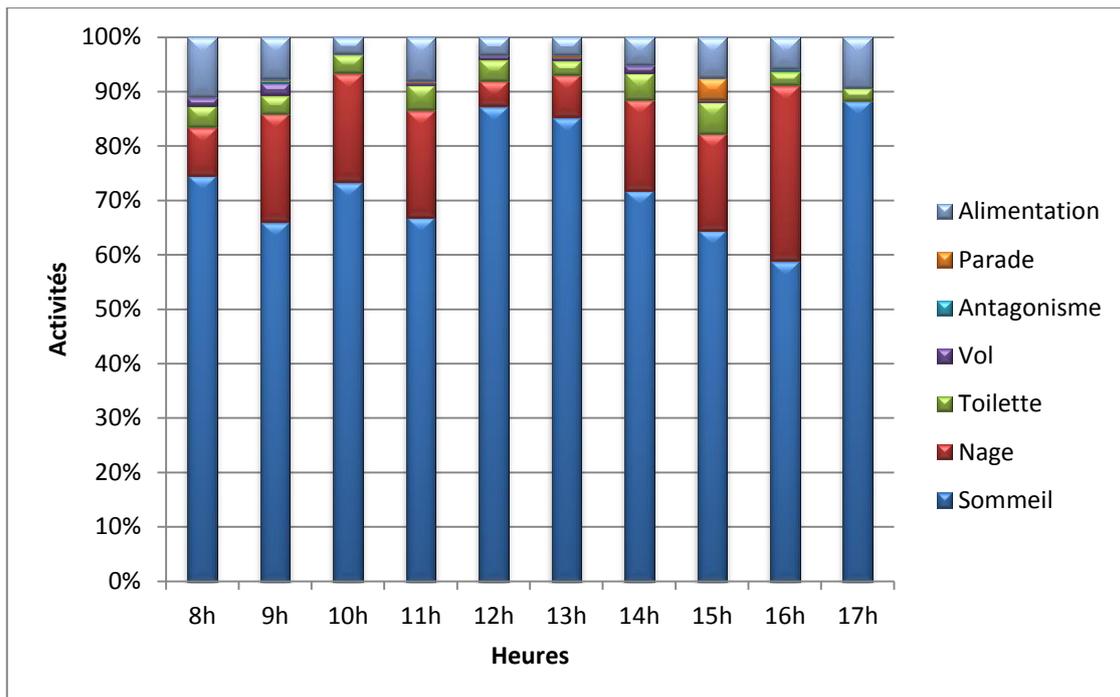
**Figure 27. Variation mensuelle du rythme des activités diurnes de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* au Lac Tonga (août 2011–juillet 2012)**

### 1.3. Variation journalière du rythme des activités diurnes

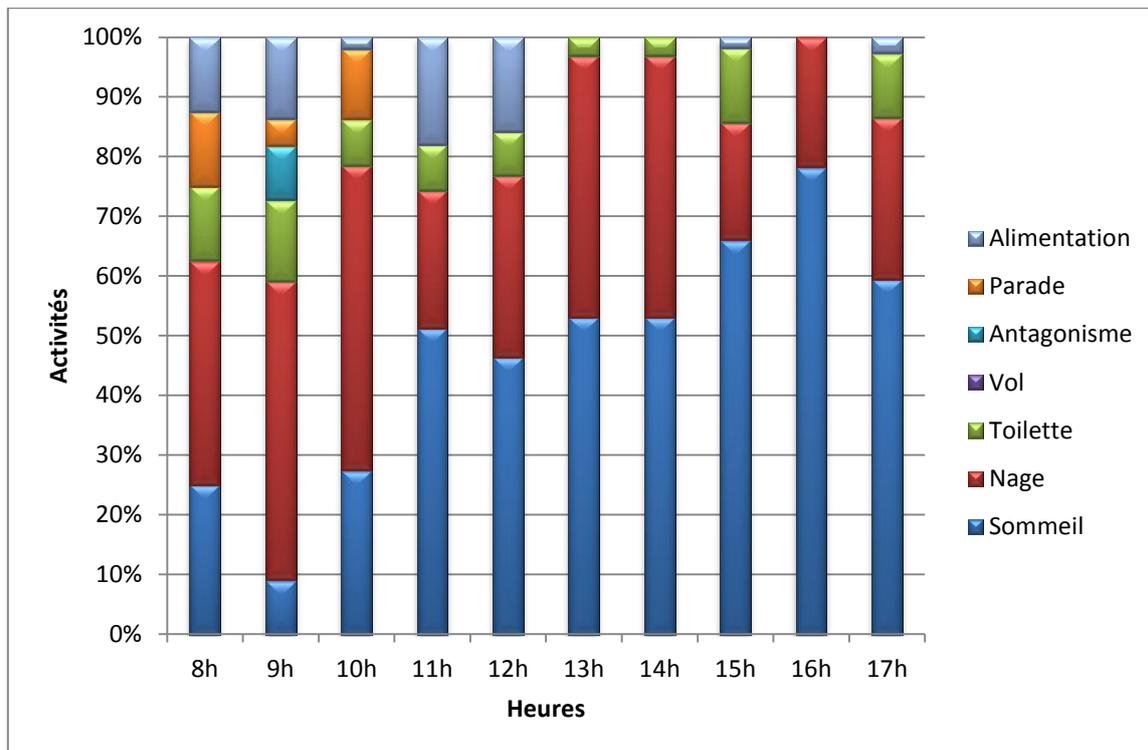
En saison d'hivernage, les activités diurnes se manifestent différemment les matinées et les après-midis (Figure 28). Le sommeil est observé avec des pourcentages élevés pendant toute la journée. Il augmente graduellement pour atteindre son maximum vers 13h, puis cette activité diminue pendant toute l'après-midi. Vers 17h les Érismaures à tête blanche reprennent cette activité. Les activités de nage et d'alimentation présentent presque les mêmes fluctuations et sont observées toute la journée. La nage atteint son maximum vers 16h. L'entretien du plumage est noté pendant toute la journée avec des pourcentages plus au moins stables. Le vol est noté avec des pourcentages très faibles pendant plusieurs heures de la journée, le pic est à 9h. L'activité de parades est totalement absente en matinée, à midi et à la fin de la journée. Hors ces heures la parade affiche des pourcentages plus au moins semblables. Le pic de la parade est à 15h. L'antagonisme est observé à 9h et 16h avec des pourcentages très faibles. L'heure d'observation d'antagonisme coïncide avec l'heure du pic de la parade, généralement au moment de la parade entre mâle et femelle, quand le mâle est attaqué par d'autres mâles.

Pendant la saison de reproduction les Érismaures sont plus actives les matinées que les après-midis (Figure 29), réservés au sommeil. Le sommeil augmente progressivement pour

atteindre sa valeur maximale vers la fin de la journée. Les Érismaures consacrent plus de temps la matinée à l'alimentation que l'après-midi. Comme pendant la saison d'hivernage l'activité de toilette est présente chez les Érismaures pendant toute la journée avec les pourcentages plus au moins stables. Contrairement à la saison d'hivernage l'activité de parade est observée principalement la matinée. L'activité agnostique est également observée la matinée. L'activité de nage est observée pendant toute la journée, le pic est enregistré entre 13h et 14h.



**Figure 28. Variations journalières du rythme des activités diurnes de l'Érismaure à tête blanche *Oxyura leucocephala* au Lac Tonga (saison d'hivernage)**

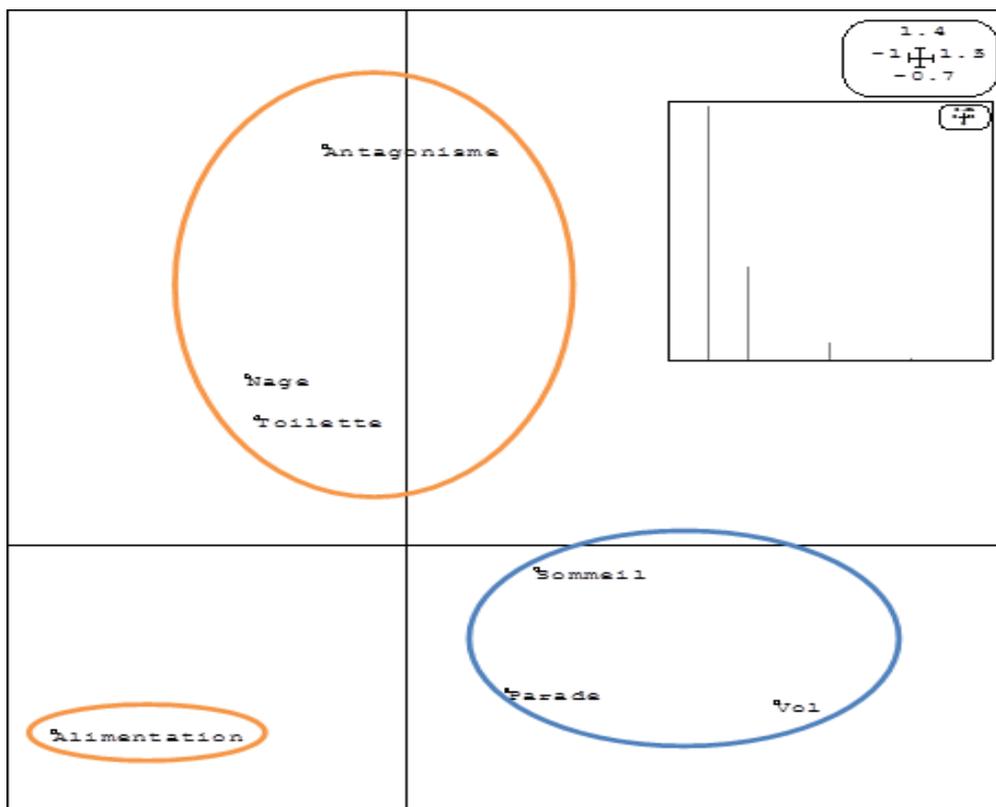
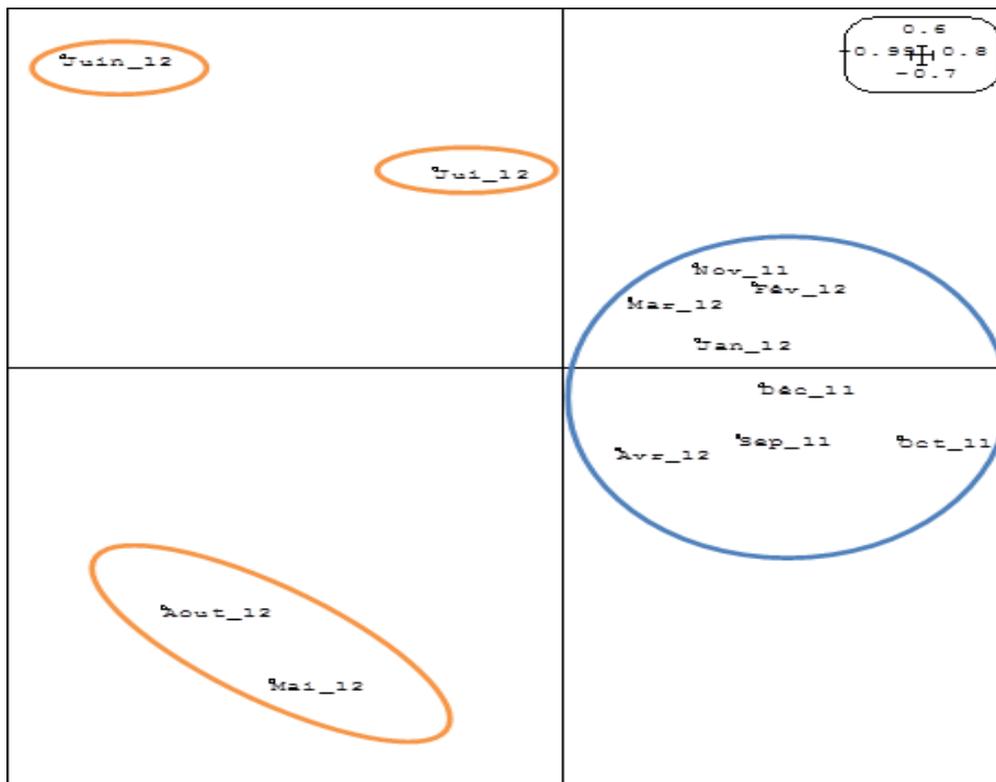


**Figure 29. Variations journalières du rythme des activités diurnes de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* au Lac Tonga (saison de reproduction)**

#### 1.4. Analyse statistique multivariée

L'analyse statistique multivariée des données des rythmes d'activités diurnes récoltées sur un cycle annuel réalisée par le logiciel ADE-4 (Chessel & Doledec 1992) et exprimée par le plan factoriel 1x2 de l'AFC (Analyse Factorielle des Correspondances) qui détient 84% de l'information, expose d'une part que le facteur des ordonnées (61% de l'information) oppose la saison d'hivernage à la saison de reproduction (Figure 30). L'alimentation est souvent associée à la nage, aux activités agonistiques et aux activités de confort (toiletage) qui sont beaucoup plus notées pendant les mois de mai, juin, juillet et août alors que pendant la saison d'hivernage nous observons l'activité de sommeil enregistrée souvent en association avec le vol. Le sommeil caractérise la saison d'hivernage (la parade caractérise le mois d'avril et le vol les mois de septembre et octobre).

Le plan factoriel des abscisses (23% de l'information) oppose la nage, l'entretien du plumage et les activités agonistiques au reste des activités principalement les activités majeures et essentielles (le sommeil et l'alimentation diurne).



**Figure 30. Analyse factorielle des correspondances des rythmes d'activités diurnes de l'Erismature à tête blanche pendant un cycle annuel (septembre 2011-aout 2012) dans Lac Tonga. Axes d'inertie: 0.61, 0.23, 0.08, 0.04 et 0.02**

## 2. Discussion

L'intérêt de la question « à quoi les oiseaux passent leur temps » repose sur un postulat : lorsqu'un oiseau manifeste un comportement quelconque (dormir, voler, s'alimenter), c'est en réponse à une nécessité, à une exigence. Connaître ces activités, ces comportements, c'est donc commencer à comprendre de quoi ont besoin les oiseaux, c'est accéder à la connaissance de leurs exigences écologiques (Tamisier & Dehorter 1999).

Les facteurs environnementaux (température, photopériode et disponibilité d'alimentation) et les besoins écologiques des oiseaux (reproduction et mue) (Williams 2012) ne sont pas les mêmes pendant la saison d'hivernage et la saison de reproduction. Durant notre étude (septembre 2011-août 2012) l'Érismature à tête blanche ne se comporte pas de la même façon pendant la saison d'hivernage et pendant la saison de reproduction.

Le rythme d'activité de l'Érismature à tête blanche n'a jamais été étudié sur le Lac Tonga avant la présente étude. Nos résultats sur le rythme d'activité diurne pendant la saison d'hivernage sont similaires à ceux présentés par Green *et al.* (1999) au lac Burdur (Turquie), où le sommeil, l'alimentation et la nage sont les activités dominantes, représentant 93 % de tous les comportements par rapport à 95,26 % enregistrés dans notre étude. Green *et al.* (1999) a suivi le rythme d'activité de l'Érismature à tête blanche dans quatre sites différents sur le même lac. Il a noté des différences dans le budget d'activité diurne entre les différents sites. Cependant, les résultats rapportés à l'un d'eux, nommé usine de sucre (c'est un site pollué où une usine de sucre y déverse ses eaux usées), étaient les plus proches de nos résultats.

Le sommeil est une activité primordiale chez les oiseaux (Tamisier & Dehorter 1999) et le meilleur moyen de conservation de l'énergie (Tamisier 1972a, 1972b et 1972c). Notre étude a révélé que le sommeil est l'activité diurne dominante chez l'Érismature pendant la saison d'hivernage (77,79%) et pendant la saison de reproduction (47,05%). Dans la même étude mentionnée ci-dessus Green *et al.* (1999) a trouvé que le sommeil est l'activité dominante sur les quatre sites étudiés.

Lors de notre étude on n'a pas pris en considération les changements météorologiques lors du suivi du rythme d'activité de l'Érismature à tête blanche. Il est à remarqué que les jours de vent l'activité de sommeil chez les Érismatures à tête blanche diminue alors que la nage augmente. Selon Tamisier & Dehorter (1999) les anatidés dorment, surtout en absence totale de vent. Les jours de vent, ils sont contraints de nager tout en dormant afin d'éviter la dérive provoquée par le vent et les vagues, mais aussi pour éviter des collisions avec d'autres individus. Ils peuvent aussi dormir au milieu d'herbiers aquatiques ; les canards sont alors retenus par les tiges et les feuilles, et peuvent

faire l'économie de la nage (Gauthier-Clerc *et al.*, 1998, Gauthier-Clerc 1998). Green a également trouvé une corrélation positive entre les changements du climat (vent) et le comportement des Érismatures à tête blanche (en période de vent l'espèce consacre plus de temps à l'alimentation et la nage et moins de temps au sommeil) (Green *et al.*, 1999). Même en dormant les canards ouvrent régulièrement les yeux, ce comportement est associé à une vigilance que l'oiseau doit conserver vis-à-vis de son environnement immédiat. Les études faites sur les causes d'éveil des canards ont montré que les ouvertures de l'œil sont provoquées dans la plupart des cas par un canard voisin et rarement par un prédateur, qui est d'ailleurs plus souvent de passage qu'en tentative d'attaque (Gauthier-Clerc 1998).

Pendant la saison d'hivernage le sommeil atteint le maximum au début de l'après-midi. On suppose que la température de surface de l'eau est relativement plus élevée par rapport au reste de la journée, ce qui lui assure sa thermorégulation (Green *et al.*, 1993).

Nos résultats affichent des pourcentages d'alimentation et de nage faibles pendant la saison d'hivernage, 3,72% et 13,75% respectivement. Amat & Sanchez (1984) ont constaté que l'Érismature à tête blanche, pendant la période d'hivernage en Espagne, avait également un faible niveau d'alimentation journalière. Houhamdi *et al* (2009) ont montré des niveaux plus élevés de l'alimentation diurne ( $10,77 \pm 1,39$  %) et de la nage ( $38,89 \pm 1,96$ %) dans les hautes plaines algériennes (des zones humides caractérisées par des conditions semi-arides). Cela peut être expliqué par la faible productivité des sites d'alimentation nocturne, offrant un faible apport en proies (en chironomes). En conséquence, les canards sont obligés de passer plus de temps à nager et se nourrir durant la journée pour satisfaire leurs besoins nutritionnels comme cela a été observé dans d'autres études sur l'Érismature à tête blanche (Michot *et al.*, 1994). Nous avons constaté que, durant la saison d'hivernage, l'alimentation diurne est élevée pendant la matinée et en fin d'après-midi comme chez plusieurs autres espèces de canards (Paulus 1988 ; Michot *et al.*, 1994). Ceci a été attribué à l'incapacité des oiseaux qui se nourrissent principalement la nuit à satisfaire leurs besoins nutritionnels pendant la nuit seule (Kersten & Visser 1996) Ce modèle peut également être expliqué par la thermorégulation plus avantageuse au repos au milieu de la journée lorsque la température de surface de l'eau est la plus élevée (Green *et al.*, 1993), bien que cela nécessite une étude plus approfondie.

Pendant la saison de reproduction, les pourcentages d'alimentation (21,76%) et de la nage (23,25%) augmentent considérablement tandis que le pourcentage de sommeil (47,05%) diminue contre 3,72% d'alimentation, 13,75% de nage et 77,79% de sommeil durant la saison d'hivernage. Il est probable que les sites d'alimentation ont été largement exploités durant la saison d'hivernage. En conséquence, la disponibilité des chironomes a diminué pour la saison de reproduction.

L'Érismature à tête blanche doit nager plus et trouver des ressources appropriées et s'alimenter plus au cours de la journée (Green *et al.*, 1999). La nage est plus élevée le matin et diminue les après-midis quand les oiseaux consacrent plus de temps au repos.

Plusieurs études sur le rythme d'activité de l'Érismature à tête blanche ainsi que d'autres anatidés comme le Fuligule nyroca ont montré que ces derniers s'alimentent principalement la nuit (Green *et al.*, 1999 ; Houhamdi & Samraoui 2008). Cela peut être dû au manque de perturbation, à l'évitement des prédateurs diurnes, à la thermorégulation et à une plus grande disponibilité de la nourriture (Tamisier 1974 ; Jorde & Owen 1988 ; Paulus 1988 ; McNeil 1992).

Le régime alimentaire des Érismatures à tête blanche est basé sur les chironomes benthiques (environ 90%) (Cramp & Simmons 1977 ; Amat & Sanchez 1982 ; Torres & Arenas 1985 ; Tome & Wrubleski 1988 ; Anestey 1989 ; Krapu & Reinecke 1992 ; Green 1999 ; Sanchez, Green & Dolz 2000). En Algérie le régime alimentaire des Érismatures n'a été jamais étudié. Nos résultats montrent que l'Érismature s'alimente dans 76,13% des cas en plongée, et on suppose que leur régime alimentaire est également basé sur les larves des chironomes (benthiques), mais une étude de son régime alimentaire reste nécessaire.

La toilette est primordiale chez les anatidés (Tamisier & Dehorter 1999). Chez l'Érismature elle est fréquente toute l'année (son pourcentage fluctue entre 1,8% et 6,8% en période d'hivernage), cependant, elle augmente durant la saison de reproduction parce que les Érismatures prennent probablement soin de leurs plumes et enlèvent les ectoparasites, connus pour être plus abondants au cours de cette saison (Clayton 1991 ; Cotgreave & Clayton 1994). En général l'évolution journalière de la toilette n'a pas montré un pic marqué pendant les deux saisons, mais elle diminue au début de la matinée et à la fin dans l'après-midi lorsque les individus consacraient plus de temps pour se reposer.

Le vol est fréquent au début de la saison d'hivernage en conséquence des activités intenses des autres populations d'oiseaux d'eau hivernants qu'accueille le Lac Tonga. Il permet aux oiseaux de se repositionner après les attaques par des rapaces diurnes principalement le Busard des roseaux *Circus aeruginosus* (Fox *et al.*, 1994), mais le plus fréquent chez les Érismatures est le refuge au-dessous l'eau. Le vol n'a pas été observé au cours de la saison de reproduction peut-être parce que les Érismatures ont sélectionné des habitats qui les protègent de perturbations humaines et des tentatives de prédation par le Busard des roseaux *Circus aeruginosus*, généralement noté au cours de l'hivernage (Michot *et al.*, 1994). L'Érismature à tête blanche vole peu et mal (Anstey 1989).

L'activité de parade est presque absente durant la saison d'hivernage. Ceci est le comportement typique de ces anatidés paléarctiques hivernants et est dû à leur système

d'accouplement polygame, où les mâles sont territoriaux sur leur territoire de reproduction (Amat & Sanchez 1982 ; Torres *et al.*, 1985). Les activités de parades ont été observées dès le début du mois d'avril et la ponte a commencé la première semaine de mai (voir chapitre sur la reproduction). La parade nuptiale et le comportement agonistique sont principalement enregistrés le matin, comme dans le cas du Fuligule nyroca sur le même site (Aissaoui *et al.*, 2009).

D'une manière générale, les zones humides de l'Afrique du nord et principalement celles de l'Algérie et la Tunisie offrent des conditions favorables à de nombreuses espèces d'anatidés pendant leur hivernage et jouent également le rôle de remise diurne et de gagnage nocturne (Houhamdi & Samraoui 2001, 2003, 2008 ; Tamisier *et al.*, 1995). En Europe, les anatidés fréquentent souvent, pendant la journée, des remises et les gagnages se font sur d'autres sites souvent éloignés (Tamisier & Dehorter 1999). Des vols réguliers sont observés au lever du jour et au crépuscule. Au Lac Tonga, aucun déplacement n'est observé ni à l'aube ni au crépuscule. Les Éristatures restent sur place et utilisent pendant la nuit le plan d'eau du lac comme gagnage.

## **1. Phénologie et écologie de la reproduction chez l'Érismature à tête blanche sur le Lac Tonga et la mare Bousedra**

Les résultats sont ceux d'un suivi des deux saisons de reproduction 2012 et 2013 sur deux sites : le Lac Tonga et la mare Bousedra.

### **1.1. Phénologie de reproduction**

#### **1.1.1. Date et période de ponte**

La période de ponte chez l'Érismature à tête blanche s'étale sur 12 semaines (80 jours), de début avril jusqu'à fin juin, avec un pic de ponte ( $n = 22$  ; 31 %) durant la deuxième quinzaine du mai (Figure 31). La date moyenne de ponte est le 20 mai (49,93 jours), elle varie entre le 2 mai et le 8 juin.

A la mare Bousedra un pourcentage important de ponte a été observé durant la première quinzaine de mai ( $n = 13$  ; 31,7%). Par contre au Lac Tonga le pic de ponte a été observé au cours de la deuxième quinzaine de mai ( $n = 12$  ; 40%) et la première quinzaine de juin ( $n = 12$  ; 40%).

A la mare Bousedra, la date moyenne de ponte est le 14 mai (44,34 jours). Elle varie entre le 25 avril et le 4 juin, mais au Lac Tonga la date moyenne de ponte est le 28 mai (57,57 jours) et elle varie entre le 16 mai et le 9 juin.

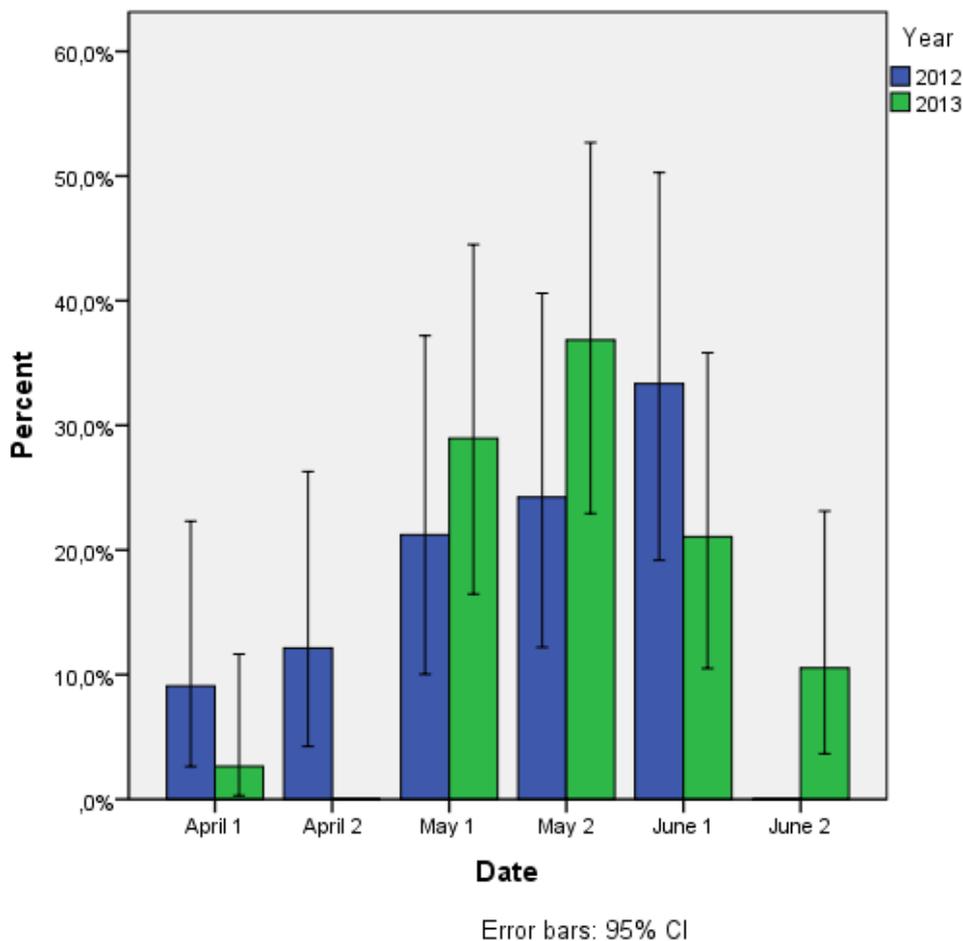
En 2012, le pic de ponte a été observé durant la première quinzaine de juin ( $n = 11$  ; 33,3%), mais en 2013 il a été observé durant la deuxième quinzaine du mai ( $n = 14$  ; 36,8%).

En 2012, la date moyenne de ponte est le 16 mai (46,21), elle varie entre le 27 avril et le 6 juin et en 2013 la date moyenne de ponte est le 23 mai (53,16), elle varie entre le 7 mai et le 9 juin.

Il n'existe aucune différence significative entre les dates de ponte des deux années (2012-2013) (One way Anova :  $F_{1,69} = 2,721$  ;  $P = 0,104$ ). Cette valeur masque toutefois une nette variabilité spatiale. Lorsqu'on traite chaque site à part la différence est toujours non significative au Lac Tonga (One way Anova :  $F_{1,28} = 0,036$  ;  $P = 0,852$ ), mais elle est hautement significative à la mare Bousedra (One way Anova :  $F_{1,39} = 6,018$  ;  $P = 0,019$ ), la première saison est la plus précoce.

**N.B.** un nid actif contient au moins un œuf.

Une différence significative a été observée entre les dates de ponte sur les deux sites (One way Anova :  $F_{1,69} = 10,761$  ;  $P = 0,002$ ), la différence a été significative en 2012 mais pas en 2013 (One way Anova :  $F_{1,31} = 13,455$  ;  $P = 0,001$  ;  $F_{1,36} = 2,144$  ;  $P = 0,152$  ; respectivement).



**Figure 31. Phénologie de la distribution des dates de pontes de l'Érismature à tête blanche au Lac Tonga et à la mare Bousdedra (saison de reproduction, 2012 et 2013)**

### 1.1.2. Taille de ponte

La taille de ponte moyenne de l'Érismature à tête blanche est de  $6,31 \pm 0,35$  (SD = 2,22 ; n = 39) œufs/couvée, elle varie entre 3 et 11 œufs/couvée (Figure 32).

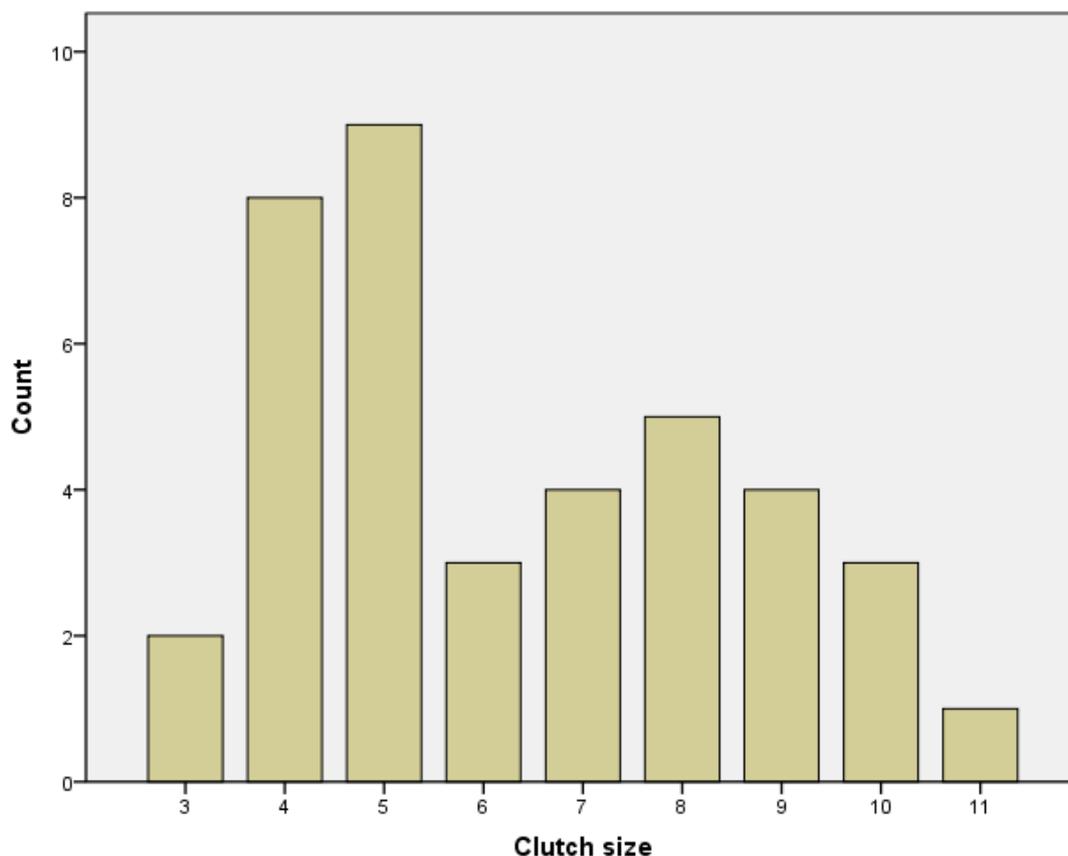
Il n'existe aucune différence significative entre les deux saisons (Mann-Whitney *U*-test,  $z = -0,313$  ;  $P = 0,771$ ) et les deux sites d'étude (Mann-Whitney *U*-test,  $z = -0,756$  ;  $P = 0,449$ ).

La taille de ponte moyenne en Europe est de 6 œufs [4-9] (Dementiev & Gladkov 1952 ; Matthews & Evans 1974 ; Anstey 1989 ; Heridia *et al.*, 1996 ; Jimenez 1994 ; Johnsgard & Carbonell 1996 ; Green & Hughes 2001 ; Hughes & Green 2005 ; Green & El Hamzaoui 2006). La différence entre l'Europe et l'ensemble mare Bousdedra-Lac Tonga est non significative; moyenne (Kruskal-Wallis;  $H = 4,00$  ;  $dll = 2$  ;  $P = 0,135$ ) min (Kruskal-Wallis;  $H = 4,00$  ;  $dll = 2$  ;  $P = 0,135$ ) max (Kruskal-Wallis;  $H = 4,00$  ;  $dll = 2$  ;  $P = 0,135$ ).

La taille de ponte moyenne mesurée par Houhamdi *et al* (2009) dans les Hautes Plaines du sud constantinois est de 14 œufs [11-15] à Garaet Timerganine, 13 œufs [11-14] à Garaet Ouled M'barek, 15 [14-16] Garaet Ouled Amara et 13 [11-14] à Chott Tinsilt. La différence entre les Hautes Plaines et la mare Bousseadra-le Lac Tonga est significative, moyenne (Kruskal-Wallis;  $H = 6,222$  ;  $dll = 2$  ;  $P = 0,045$ ), min (Kruskal-Wallis;  $H = 6,462$  ;  $dll = 2$  ;  $P = 0,040$ ), max (Kruskal-Wallis;  $H = 6,222$  ;  $dll = 2$  ;  $P = 0,045$ ).

La taille de ponte est négativement et hautement influencée par la date de ponte, elle diminue au cours de la saison ( $r = - 0,306$  ;  $P = 0,009$ ). Elle est hautement influencée aussi avec le dérangement ( $r = - 0,386$  ;  $P = 0,001$ ), par contre elle est positivement et significativement influencée avec la densité de la végétation ( $r = 0,237$  ;  $P = 0,04$ ), la végétation sèche ( $r = 0,244$  ;  $P = 0,04$ ) et la taille des nids ; diamètre externe ( $r = 0,361$  ;  $P = 0,002$ ), diamètre interne ( $r = 0,308$  ;  $P = 0,009$ ) et profondeur ( $r = 0,537$ ,  $P = 0,0005$ ).

**N.B.** les nids concernés par le parasitisme conspécifique ainsi que les nids prédatés et les nids abandonnés avant que la couvée soit complète ont été exclus des analyses statistiques de la taille de ponte.



		Clutch size			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	3	2	2,8	5,1	5,1
	4	8	11,1	20,5	25,6
	5	9	12,5	23,1	48,7
	6	3	4,2	7,7	56,4
	7	4	5,6	10,3	66,7
	8	5	6,9	12,8	79,5
	9	4	5,6	10,3	89,7
	10	3	4,2	7,7	97,4
	11	1	1,4	2,6	100,0
	Total		39	54,2	100,0
Missing	System	32	45,8		
Total		71	100,0		

**Figure 32. Distribution de la taille de ponte de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* à la mare Bousedra et au Lac Tonga, (saisons de reproduction, 2012 et 2013)**

### 1.1.3. Caractéristique des œufs

Il n'existe aucune différence significative entre les deux saisons (2012 et 2013); Longueur (One way Anova :  $F_{1,2} = 1,887$  ;  $P = 0,303$ ), Largeur (One way Anova :  $F_{1,2} = 1,479$  ;  $P = 0,348$ ), poids (One way Anova :  $F_{1,2} = 1,725$  ;  $P = 0,319$ ), volume (One way Anova :  $F_{1,2} = 2,572$  ;  $P = 0,250$ ).

À l'exception de la longueur des œufs (One way Anova :  $F_{2,5} = 0,173$  ;  $P = 0,846$ ), les autres paramètres diffèrent significativement entre les sites (mare Bousedra, Lac Tonga, Garaet Timerganine, Garaet Ouled M'barek, Garaet Ouled Amara et Chott Tinsilt) ; largeur (One way Anova :  $F_{2,5} = 40,442$  ;  $P = 0,001$ ), poids (One way Anova :  $F_{2,5} = 24,747$  ;  $P = 0,003$ ), volume (One way Anova :  $F_{2,5} = 18,368$  ;  $P = 0,005$ ).

La différence entre la mare Bousedra et Lac Tonga est non significative ; largeur (LSD post-hoc ;  $P = 0,203$ ), poids (LSD post-hoc ;  $P = 0,687$ ), volume (LSD post-hoc ;  $P = 0,421$ ).

La différence entre les hautes plaines et la mare Bousedra, les hauts plateaux et le Lac Tonga est significative ; largeur (LSD post-hoc ;  $P = 0,0005$ ;  $P = 0,001$ ; respectivement), poids (LSD post-hoc ;  $P = 0,003$ ;  $P = 0,002$ ; respectivement), volume (LSD post-hoc ;  $P = 0,003$ ;  $P = 0,007$ ; respectivement).

Les données concernant la dimension des œufs de l'Érismature à tête blanche des deux sites d'études ainsi que ceux des Hautes Plaines sont résumées dans le Tableau 03.

**Tableau 03. Biométrie des œufs de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* dans différents sites en Algérie**

	Longueur des œufs (mm)	Largeur des œufs (mm)	Poids des œufs (g)	Volume des œufs (cm <sup>3</sup> )
Lac Tonga (2012)	67,75	51,06	94,39	84,26
Mare Bousedra (2012)	68,48	50,75	94,42	84,08
Lac Tonga (2013)	67,71	50,79	94,47	83,35
Mare Bousedra (2013)	67,46	50,1	94,88	80,65
La Numidie	67,85	50,675	94,54	83,085
Garaet Timerganine (Houhamdi <i>et al.</i> , 2009)	67,84	52,61	96,6	89,38
Garaet Ouled M'barek (Houhamdi <i>et al.</i> , 2009)	67,92	53,09	97,7	91,12
Garaet Ouled Amara (Houhamdi <i>et al.</i> , 2009)	68,15	53,12	97,6	91,53
Chott Tinsilt (Houhamdi <i>et al.</i> , 2009)	67,33	52,46	96,5	88,2
Les Hautes Plaines (Houhamdi <i>et al.</i> , 2009)	67,81	52,82	97,1	90,0575

- **Poids**

Le poids des œufs de l'Érismature à tête blanche varie significativement en fonction de la date de ponte (Linear regression° :  $R^2 = 0.113^\circ$  ;  $F_{1,82} = 10.443^\circ$  ;  $P = 0,002$ ), mais pas en fonction de la taille de ponte (Linear regression :  $R^2 = 0.004$  ;  $F_{1,82} = 0.292$  ;  $P = 0,590$ ) (Figure 33).

- **Largeur**

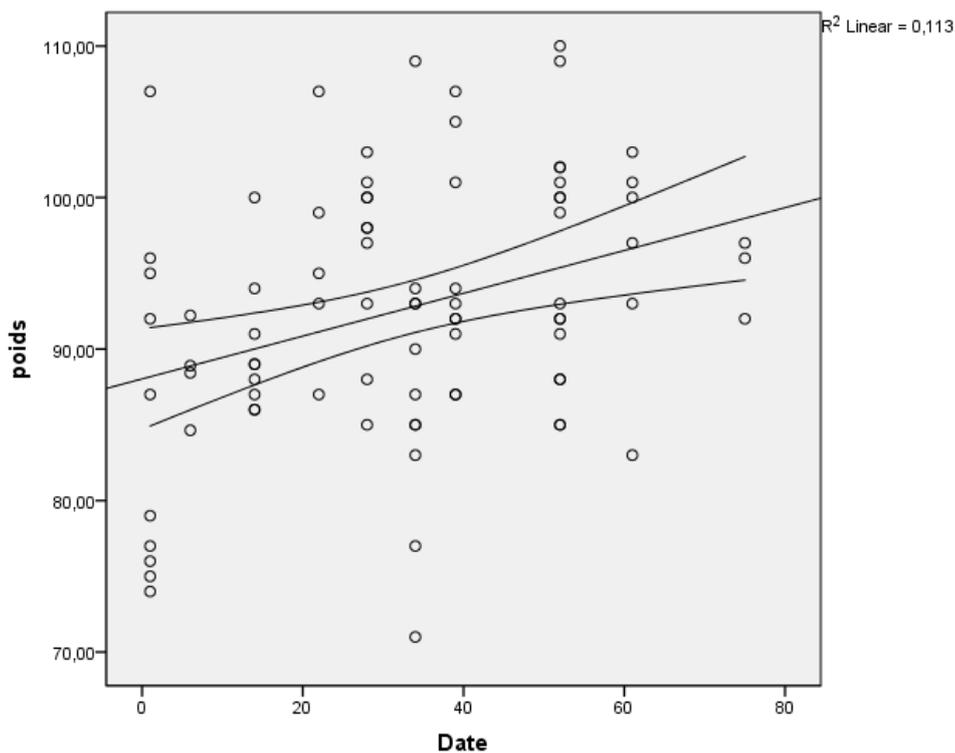
Elle ne varie pas significativement en fonction de la date de ponte (Linear regression° :  $R^2 = 0.01^\circ$  ;  $F_{1,82} = 0.806^\circ$  ;  $P = 0,372$ ), mais elle varie en fonction de la taille de ponte (Linear regression° :  $R^2 = 0.062^\circ$  ;  $F_{1,82} = 5.440^\circ$  ;  $P = 0,022$ ) (Figure 34).

- **Longueur**

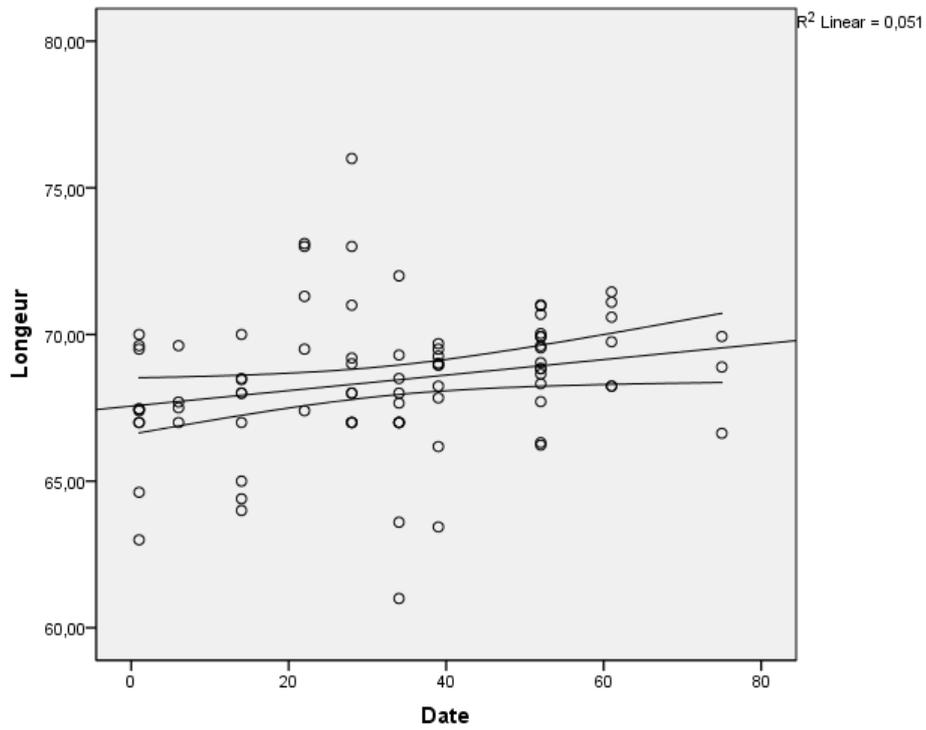
La longueur des œufs de l'Érismature à tête blanche varie significativement en fonction de la date de ponte (Linear regression° :  $R^2 = 0.051^\circ$  ;  $F_{1,82} = 4.377^\circ$  ;  $P = 0,04$ ) mais pas en fonction de la taille de ponte (Linear regression° :  $R^2 = 0.0005^\circ$  ;  $F_{1,82} = 0.024^\circ$  ;  $P = 0,876$ ) (Figure 35).

- **Volume**

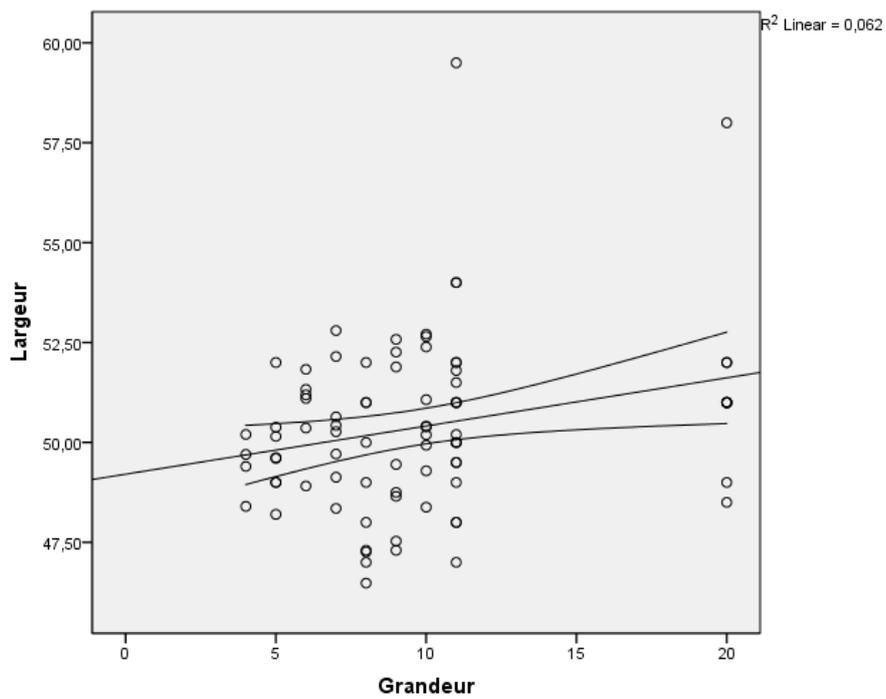
Le volume des œufs de l'Érismature à tête blanche ne varie pas significativement en fonction de la date de ponte (Linear regression° :  $R^2 = 0.029^\circ$  ;  $F_{1,82} = 2.428^\circ$  ;  $P = 0,123$ ), mais il varie en fonction de la taille de ponte (Linear regression° :  $R^2 = 0.051^\circ$  ;  $F_{1,82} = 4.399^\circ$  ;  $P = 0,039$ ) ( $r = 0,226$  ;  $P = 0,039$ ) (Figure 36).



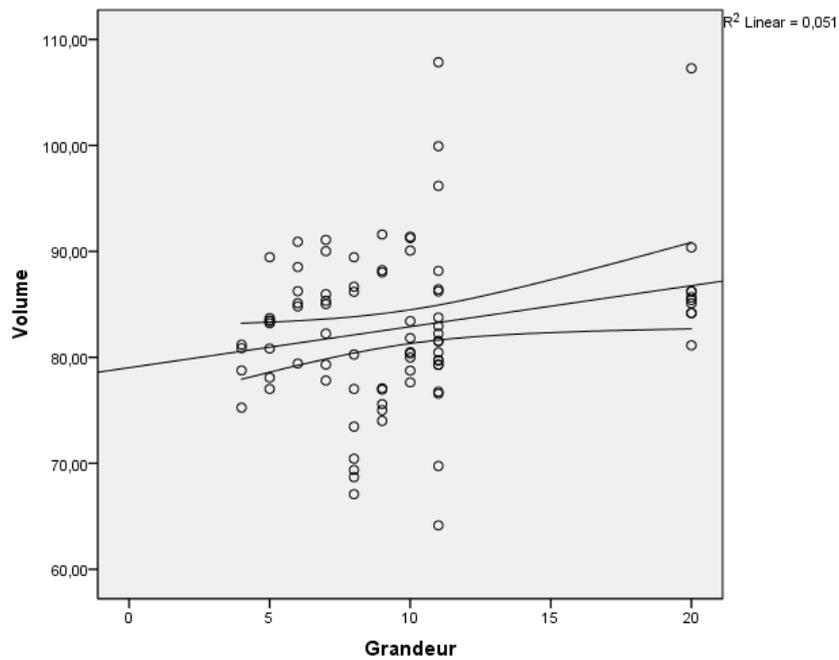
**Figure 33. Relation entre la date de ponte et le poids des œufs de l'Érismature à tête blanche *Oxyura Leucocephala*.**



**Figure 34. Relation entre la date de ponte et la longueur des œufs de l'Érismature à tête blanche *Oxyura Leucocephala*.**



**Figure 35. Relation entre la taille de ponte et la largeur des œufs de l'Érismature à tête blanche *Oxyura Leucocephala*.**



**Figure 36. Relation entre la taille de ponte et le volume des œufs de l'Érismature à tête blanche *Oxyura Leucocephala*.**

#### 1.1.4. Biométrie des canetons

Les poussins d'Érismature à tête blanche sont nidifuges et la croissance des poussins ne peut être suivie. Nous avons assisté à l'éclosion de deux nids seulement et mesuré huit poussins (Figures 37). Les mensurations des poussins sont résumées dans le tableau 04.

**Tableau 04. Biométrie des canetons de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala***

	Moyenne	Minimum	Maximum	N (poussins)
Poids des poussins (g)	54,25±1,7	52,48	56,95	8
Bec et tête (mm)	46±1,41	45,63	48	8
Tarse (mm)	23,5±4,5	20,1	30,7	8
Aile (mm)	24,75±3,59	22,14	30,5	8



**Figure 37. Poussin "now" d'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* dans sur mare Bousedra (Farah CHETTIBI, 05/05/2012)**



**Figure 38. Nid et Poussin "now" d'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* sur la mare Bousedra (Farah CHETTIBI, 05/05/2012)**

#### **1.1.5. Succès à l'éclosion**

Le nombre d'œufs éclos par nid est en moyenne de  $3,56 \pm 0,50$ , il varie entre 0 à 15.

Le nombre d'œufs éclos est positivement et significativement influencé par le parasitisme conspécifique ( $r = 0,458$  ;  $P < 0,0005$ ), la végétation sèche ( $r = 0,248$  ;  $P = 0,037$ ) et la taille des nids ; diamètre externe ( $r = 0,357$  ;  $P = 0,002$ ), et profondeur ( $r = 0,360$ ,  $P = 0,002$ ).

Le succès à l'éclosion est en moyenne de  $45,82 \pm 5,78\%$ , il varie entre 0 et 100%. Il ne présente pas une variation interannuelle (One way Anova :  $F_{2,68} = 1,420$  ;  $P = 0,249$ ), ni annuelle (One way Anova :  $F_{1,69} = 0,035$ ;  $P = 0,851$ ), ni spatial (entre les deux sites) (One way Anova :  $F_{1,69} = 2,883$ ;  $P = 0,094$ ).

Le succès à l'éclosion est corrélé positivement avec la taille de ponte ( $r = 0,392$  ;  $P = 0,001$ ), et le camouflage des nids ( $r = 0,292$  ;  $P = 0,014$ ).

### 1.1.6. Succès de la reproduction

Le succès de la reproduction est en moyenne de 47,9 %.

Le succès de la reproduction est positivement et significativement influencé avec le camouflage des nids ( $r = 0,305$  ;  $P = 0,01$ ), et la taille des nids : diamètre externe ( $r = 0,283$  ;  $P = 0,017$ ), et profondeur ( $r = 0,302$  ;  $P = 0,01$ ), et négativement influencé avec le dérangement ( $r = -0,454$  ;  $P < 0,0005$ ).

Aucune variation significative n'a été observée pour le succès de la reproduction entre les deux sites (Mann-Whitney *U*-test,  $z = -1,608$  ;  $P = 0,108$ ), les deux années (Mann-Whitney *U*-test,  $z = -0,093$  ;  $P = 0,926$ ), et au cours de la saison (Kruskal-Wallis test,  $H = 3,954$ ,  $dll = 2$  ;  $P = 0,138$ ).

Le succès de la reproduction varie significativement en fonction de la proximité des nids d'autres espèces nicheuses (One way Anova :  $F_{8,62} = 2,585$  ;  $P = 0,017$ ). Plus précisément il varie en fonction de la proximité des nids du *Fuligule nyroca* (One way Anova :  $F_{1,69} = 6,048$  ;  $P = 0,016$ ). En effet, sur 18 nids proches des nids du *Fuligule nyroca* avec une distance moyenne de  $23,30 \pm 12,01$  m, 13 ont réussi (72,2 %) avec une distance moyenne de  $19,38 \pm 15,07$  m et 5 seulement n'ont pas réussi (27,8 %) avec une distance moyenne de  $33,50 \pm 20,02$  m. Le succès de la reproduction a été négativement corrélé avec la présence des nids du *Fuligule nyroca* à proximité ( $r = 0,284$  ;  $P = 0,016$ ).

Le succès de la reproduction ne varie pas significativement en fonction du type d'espèces végétales utilisées (One way Anova :  $F_{6,64} = 1,777$  ;  $P = 0,118$ ). Une espèce végétale prédit l'échec de la reproduction « *Scirpus maritimus* » (One way Anova :  $F_{1,69} = 7,184$  ;  $P = 0,009$ ). En effet, sur

10 nids édifés sur le « *Scirpus maritimus* » 9 n'ont pas réussi. Cette plante est hautement corrélée avec l'échec de la reproduction ( $r = 0,307$  ;  $P = 0,009$ ).

**N.B** : le nid est considéré éclos, si au moins un œuf éclos par nid.

## 1.2. Ecologie de la reproduction

### 1.2.1. Caractéristiques des nids et des sites des nids :

Le tableau 05 résume toutes les informations disponibles sur les caractéristiques des nids et des sites des nids.

**Tableau 05. Caractéristiques des nids et des sites des nids de l'Érismature à tête blanche**  
*Oxyura leucocephala*

#### Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic
Diamètre externe (cm)	71	20,0	41,0	29,923	,5730	4,8282
Diamètre interne (cm)	71	8,0	30,0	17,838	,5376	4,5299
Profondeur du nid (cm)	71	2,0	19,0	8,255	,4006	3,3751
Élévation du nid (cm)	71	0	20	3,08	,651	5,484
Profondeur de l'eau (cm)	71	0	150	76,34	4,005	33,746
Distance Nid/Chemin de Fer (m)	41	11	400	157,46	15,449	98,921
Distance Nid/Nid(m)	71	,5	200,0	15,993	4,2409	35,7343
Distance Nid/Berge (m)	71	4	500	99,85	12,171	102,556
Distance nid/Eau libre (m)	71	,0	120,0	16,387	3,5469	29,8864
Hauteur de végétation (m)	71	,50	3,35	2,4387	,06709	,56532
Végétation sèche (%)	71	0	100	37,18	3,044	25,645
Végétation fraîche (%)	71	0	100	62,82	3,044	25,645
visibilité (%)	71	0	100	30,63	3,170	26,712
Densité de végétation (%)	71	10	100	61,55	2,949	24,851
Valid N (listwise)	41					

- **Support des nids**

Les espèces végétales utilisées par l'Érismature à tête blanche pour édifier les nids ne varient pas entre les deux saisons et les deux sites (Two way Anova :  $F_{1,67} = 2,570$  ;  $P = 0,114$ ). L'effet de chaque variable prise à part est significative entre les deux sites (Two way Anova :  $F_{1,69} = 27,606$  ;  $P < 0,0005$ ), entre les deux saisons (Two way Anova :  $F_{1,69} = 8,742$  ;  $P = 0,004$ ).

L'espèce végétale la plus utilisée comme support par l'Érismature à tête blanche sur le Lac Tonga et la mare Boussedra pendant les deux années (2012 et 2013) est *Typha angustifolia* (64,8%) (Tableau 06).

**Tableau 06. Support végétal des nids de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala***

Support				
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
<i>Typha angustifolia</i>	46	64,8	64,8	64,8
<i>Scirpus maritimus</i>	10	14,1	14,1	78,9
<i>Phragmite australis</i>	1	1,4	1,4	80,3
<i>Salix pedicellata</i> + <i>Iris pseudacorus</i>	1	1,4	1,4	81,7
Valid <i>Typha angustifolia</i> + <i>Salix pedicellata</i>	4	5,6	5,6	87,3
<i>Scirpus lacustris</i>	8	11,3	11,3	98,6
<i>Typha angustifolia</i> + <i>Iris pseudacorus</i>	1	1,4	1,4	100,0
Total	71	100,0	100,0	

L'espèce végétale la plus utilisée comme support par l'Érismature à tête blanche sur la mare Boussedra est *Typha angustifolia* (87,8%) (Tableau 07).

**Tableau 07. Support végétal des nids de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* sur la mare Bousedra**

Support				
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
	<i>Typha angustifolia</i>	36	87,8	87,8
	<i>Scirpus maritimus</i>	3	7,3	95,1
Valid	<i>Phragmite australis</i>	1	2,4	97,6
	<i>Scirpus lacustris</i>	1	2,4	100,0
	Total	41	100,0	100,0

L'espèce végétale la plus utilisée comme support par l'Érismature à tête blanche sur le Lac Tonga est *Typha angustifolia* (33,3%) (Tableau08).

**Tableau 08. Support végétal des nids de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* sur le Lac Tonga**

Support				
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
	<i>Typha angustifolia</i>	10	33,3	33,3
	<i>Scirpus maritimus</i>	7	23,3	56,7
	<i>Salix pedicellata+ Iris pseudacorus</i>	1	3,3	60,0
Valid	<i>Typha angustifolia+ Salix pedicellata</i>	4	13,3	73,3
	<i>Scirpus lacustris</i>	7	23,3	96,7
	<i>Typha angustifolia + Iris pseudacorus</i>	1	3,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0



**Figure 39. Nid avec dix œufs d'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* sur le Lac Tonga (Farah CHETTIBI, 05/06/2012)**

- **Hauteur du support**

La hauteur moyenne de la végétation autour des nids est de  $2,43 \pm 0,06$  m, elle varie de 0,5 à 3,35 m (Tableau 05). Cette hauteur ne montre aucune différence entre les deux saisons (One way Anova :  $F_{1,69} = 0,462$  ;  $P = 0,499$ ), entre les deux sites (One way Anova :  $F_{1,69} = 0,097$  ;  $P = 0,756$ ), et même entre les espèces végétales (One way Anova :  $F_{6,64} = 1,885$  ;  $P = 0,097$ ).

La hauteur moyenne de la végétation autour des nids est positivement et significativement influencée avec la densité de la végétation ( $r = 0,280$ ,  $P = 0,018$ ) et la végétation fraîche ( $r = 0,294$ ,  $P = 0,013$ ).

- **Élévation des nids**

L'élévation moyenne des nids par rapport à l'eau est de  $3,08 \pm 0,65$  cm, elle varie de 0 à 20 cm (Tableau 05).

La hauteur moyenne des nids ne présente aucune variation entre les deux saisons (One way Anova :  $F_{1,69} = 0,234$  ;  $P = 0,630$ ) et entre les deux sites (One way Anova :  $F_{1,69} = 0,208$  ;  $P = 0,650$ ) et même entre le type des plantes (One way Anova :  $F_{6,64} = 0,411$  ;  $P = 0,869$ ).

- **Distance nid / nid plus proche**

La distance nid / nid plus proche est en moyenne de  $15,99 \pm 4,24$  m, elle varie de 0,5 à 200 m (Tableau 05). À la mare Bousedra elle est en moyenne de  $3,72 \pm 0,41$  m, elle varie de 0,5 à 10 m, par contre au Lac Tonga elle est en moyenne de  $32,76 \pm 9,25$  m, elle varie de 0,5 à 200 m, la différence entre les deux sites est significative (One way Anova :  $F_{1,69} = 13,489$  ;  $P < 0,0005$ ), mais entre les deux saisons elle est non significative (One way Anova :  $F_{1,69} = 0,067$  ;  $P = 0,796$ ). Cette distance est hautement influencée par la profondeur de l'eau ( $r = 0,371$ ,  $P = 0,001$ ), la distance nid / berge ( $r = 0,526$ ,  $P < 0,0005$ ) et le dérangement ( $r = 0,415$ ,  $P < 0,0005$ ).

- **Distance nid / berge**

La distance nid / berge est en moyenne de  $99,85 \pm 12,17$  m (Tableau 05). Elle varie de 4 à 500 m à la mare Bousedra elle est en moyenne de  $77,44 \pm 9,17$  m, elle varie de 9 à 200 m, par contre à Tonga elle est en moyenne de  $130,47 \pm 24,74$  m, elle varie de 4 à 500 m, la différence entre les deux sites est significative (One way Anova :  $F_{1,69} = 4,889$  ;  $P = 0,03$ ). En 2012, elle est en moyenne de  $66,64 \pm 16,67$  m, elle varie de 4 à 500 m, mais en 2013 elle augmente à  $128,68 \pm 16,32$  m et elle varie de 10 à 400 m. La différence entre les deux saisons est significative (One way Anova :  $F_{1,69} = 7,021$  ;  $P = 0,01$ ). L'effet des deux variables (saison x site) sur la variation de la distance nid / berge est non significative (Two way Anova :  $F_{1,69} = 0,0005$  ;  $P = 0,992$ ).

Cette distance est positivement et significativement influencée avec la profondeur de l'eau ( $r = 0,522$ ,  $P < 0,0005$ ) et avec l'utilisation de l'association *Typha angustifolia* + *Iris pseudacorus* ( $r = 0,352$ ,  $P = 0,003$ ) et négativement avec la distance nid / eau libre ( $r = -0,366$ ,  $P = 0,002$ ).

- **Distance nid / eau libre**

La distance nid / eau libre est en moyenne de  $16,38 \pm 3,54$  m (Tableau 05) pour les deux sites réunis. Elle varie de 0 à 120 m. À la mare Bousedra elle est en moyenne de  $7,34 \pm 2,03$  m, elle varie de 0 à 60 m. Par contre au Lac Tonga elle est en moyenne de  $28,75 \pm 7,41$  m, elle varie de 0 à 120 m ; la différence entre les deux sites est significative (One way Anova :  $F_{1,69} = 10,037$  ;  $P = 0,002$ ). En 2012 elle est en moyenne de  $13,48 \pm 3,58$  m, et en 2013, elle en moyenne de  $18,59 \pm 5,87$  m, la différence entre les deux saisons est non significative (One way Anova :  $F_{1,69} = 0,441$  ;  $P = 0,509$ ). Cette distance est négativement corrélé avec la profondeur de l'eau ( $r = -0,438$ ,  $P < 0,0005$ ), et avec l'utilisation du *Typha angustifolia* ( $r = -0,357$  ;  $P = 0,002$ ) et positivement avec l'utilisation de l'association *Salix pedicellata* + *Iris pseudacorus* ( $r = 0,417$  ;  $P < 0,0005$ ).

### 1.3. Facteurs d'échecs de la reproduction

Parmi les 71 nids suivis, 13 nids ont été abandonnés (18,3 %) et 24 nids ont été prédatés (33,8 %) (Figure 40).

Dans la partie ouest de la mare Bousedra près des bidonvilles on a trouvé plusieurs sites de reproduction de Rats noirs *Rattus rattus* (Figure 41).

**Tableau09. Facteurs d'échec de la reproduction chez l'Érismature à tête blanche**

		Outcome			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	deserted	13	18,3	18,3	18,3
	Success	34	47,9	47,9	66,2
	Predated	24	33,8	33,8	100,0
	Total	71	100,0	100,0	



**Figure 40. Nid prédaté d'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* sur la mare La mare Bousedra (Farah CHETTIBI, 18/05/2012)**

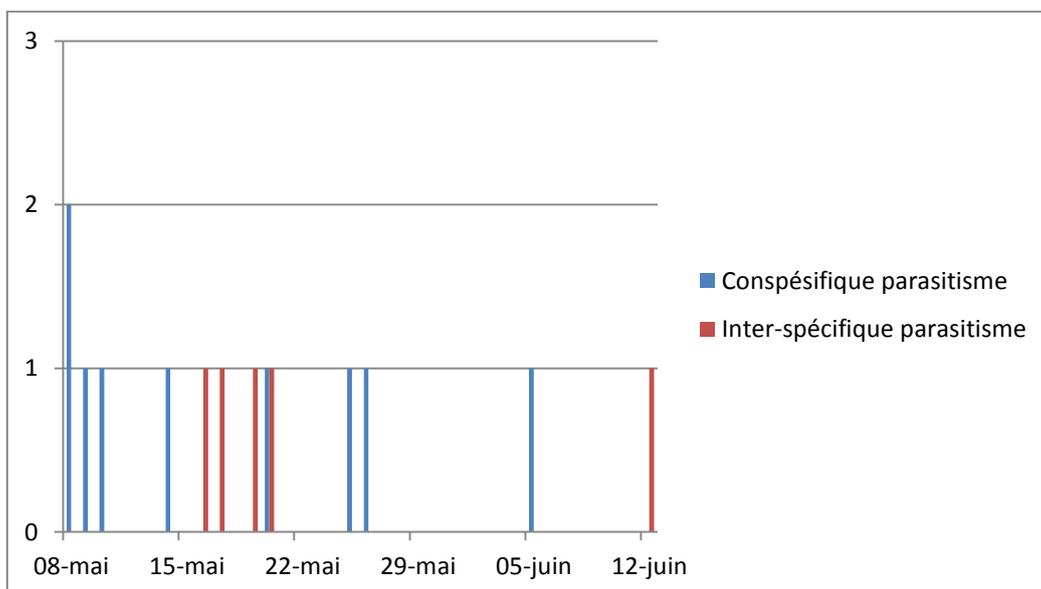


**Figures 41. Rats noir *Rattus rattus* sur la mare Bousedra**

**(Farah CHETTIBI, 22/06/2013)**

#### **1.4. Parasitisme conspécifique et parasitisme inter-spécifique**

Durant les deux années d'étude au Lac Tonga et la mare Bousedra parmi les 71 nids suivis, on a enregistré dans neuf nids un parasitisme conspécifique et dans cinq nids un parasitisme inter-spécifique (figure 42) (Érismature avec Fuligule nyroca, Érismature avec Sarcelle marbré et Érismature avec poule d'eau et Fuligule nyroca).



**Figure 42. : Evolution du parasitisme conspécifique et enter-spécifique chez l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala***



**Figure 43. Nid avec 22 œufs d'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* dans le Lac Tonga (Farah CHETTIBI, 12/06/2012)**

## **2. Discussion**

En Algérie, l'Érismature à tête blanche niche principalement sur le Lac Fetzara, le Lac Tonga et la mare Boussedra (Samraoui & Samraoui 2008). Une petite population d'environ six couples niche dans Garaet Hadj-Tahar (Metallaoui *et al.*, 2009) et une population d'une dizaine de couples niche dans les zones humides des hauts plateaux de l'est de l'Algérie (Houhamdi *et al.*, 2009). Vu que le Lac Fetzara s'étend sur une grande superficie (environ 20 000ha) et que l'accès au Lac est très difficile, on n'a pas pu suivre l'écologie et la biologie de reproduction de l'Érismature à tête blanche dans ce dernier. La population de Garaet Hadj-Tahar est très restreinte ce qui explique son exclusion de notre étude. Après plusieurs sorties de prospections dans les zones humides des hauts plateaux de l'est algérien, la plupart sont à sec et l'Érismature est totalement absente pendant la saison de reproduction (2012 et 2013). Pour ces raisons, nous avons étudié pendant deux années successives (2012 et 2013) les différents paramètres de la reproduction de l'Érismature à tête blanche sur le Lac Tonga et la mare Boussedra.

Les résultats obtenus après deux saisons de suivi dans les deux sites d'étude ont été comparés aux études effectuées à travers certaines régions de l'aire de nidification de l'Érismature à tête blanche.

- **Date et période de ponte**

La ponte chez l'Érismature sur le littoral a lieu entre le début avril jusqu'à la fin juin, la date moyenne est le 20 mai et le pic de ponte est la deuxième quinzaine de mai, tandis que dans les

zones humides des Hautes Plaines du sud constantinois la ponte débute dès la fin mai et dure jusqu'à la mi-juillet (Houhamdi *et al.*, 2009). Nous pensons que le climat hivernal (et de la première moitié du printemps) plus frais dans les Hautes Plaines pourrait expliquer le retard de la date de ponte par rapport au littoral (Lac Tonga et mare Boussedra). Les dates de ponte enregistrées en Europe sont aussi différentes par rapport à celles enregistrées pendant la présente étude ; en Espagne la ponte a lieu entre la fin mai et le début juillet (Dementiev & Gladkov 1952 ; Amat & Sanchez 1982 ; Jiménez 1994 ; Hughes & Green 2005). En Turquie de mi-juin au juillet-août (Kirwan *et al.*, 2008). La ponte est précoce dans les zones humides de l'extrême nord-est algérien par rapport aux autres aires de nidification, ce qui peut être dû à la disponibilité précoce des sites appropriés pour l'édification des nids de l'espèce. Ainsi ceci peut être dû aux conditions climatiques appropriées et à la disponibilité des ressources trophiques ; la date de ponte est conditionnée par des facteurs génétiques et environnementaux (Van Noorwick *et al.*, 1981 ; Blondel *et al.*, 1990). Si les facteurs génétiques évoquent des variations individuelles de la date de ponte, les facteurs environnementaux ajustent celles-ci aux contraintes du milieu. Ainsi les oiseaux les plus efficaces qui produisent beaucoup de jeunes ayant eux mêmes de fortes probabilités de survie, sont ceux qui ajustent au mieux leur date de ponte et leur fécondité à la périodicité et à l'abondance de ressources trophiques (Lack 1950 ; Perrins 1970). Les populations d'Érismature à tête blanche qui nichent en Numidie sont des populations sédentaires, en supposant que la formation des couples et l'acquisition du territoire est plus précoce chez eux par rapport aux populations migratrices.

Pendant l'année 2012 on a enregistré une différence significative entre les dates de pontes des deux sites. La ponte sur la mare Boussedra est plus précoce, ce qui peut être dû à la disponibilité précoce des sites de nidification. La végétation de l'année précédente dont est riche la mare, est cruciale dans le choix des sites de nidification (Sage 1969 ; Blums 1973). Le couvert végétal de la mare Boussedra est important par rapport au Lac Tonga (végétation de l'année précédente), Ainsi que la végétation émergente pousse dans la mare Boussedra avant le Lac Tonga.

En 2013, la différence est non significative entre les deux sites. Comme la température ambiante peut influencer significativement la phénologie de la reproduction des oiseaux (Perrins 1965 ; 1970), les intempéries de l'année 2013 jusqu'au début avril sont probablement la cause de la ponte tardive sur la mare Boussedra au cours de cette année.

Les dates de pontes enregistrées sont similaires à celles enregistrées par Boumezbeur (1993) et Lazli (2011) au cours des années 1991, 1993, 2006, 2007, 2008. Lazli (2011) a enregistré un pic de ponte en mai tandis que Boumezbeur (1993) a enregistré un pic de ponte en juin. La présente étude a enregistré un pic de ponte la deuxième quinzaine de mai et la première quinzaine de juin au Lac Tonga et un pic de ponte la première semaine de mai à la mare Boussedra.

La ponte chez l'Érismature est tardive par rapport aux autres oiseaux d'eau nicheurs sur les deux sites d'étude (observation personnelle). Lazli (2011) a enregistré un retard d'environ 26 jours par rapport au Fuligule nyroca *Aythya nyroca* dans le Lac Tonga.

- **Taille de ponte**

La taille de ponte moyenne en Numidie (6,31 œufs /cuvée) est moins importante que celle mesurée dans les Hautes plaines (11 œufs/cuvée) par Houhamdi *et al.*, (2009), mais elle est dans la fourchette des données provenant de l'Europe (6 œufs/cuvée) (Dementiev & Gladkov 1952 ; Matthews & Evans 1974 ; Anstey 1989 ; Heridia *et al.*, 1996 ; Jimenez 1994 ; Johnsgard & Carbonell 1996 ; Green & Hughes 2001 ; Hughes & Green 2005 ; Green 2006). Lack (1947) suppose que la variation de la taille de ponte est le résultat d'une variation géographique. L'hypothèse de limitation de la nourriture postule que la taille de ponte est déterminé par la disponibilité alimentaire, la sélection naturelle favorisant la taille de ponte qui correspond au nombre de poussins que les parents peuvent réussir à élever (Boyd 1935 ; Boyd 1936 ; Lack 1968 ; Klomp 1970). Une autre hypothèse propose qu'une taille de ponte moins importante est favorisée, car les prédateurs sont plus susceptibles de trouver des nids avec un nombre important d'œufs et de poussins (Slagsvold 1982 ; Martin 1996). Nos données, ainsi que celles d'autres études, ont fourni peu de soutien à ces hypothèses (Martin *et al.*, 2000 ; Stutchbury & Morton 2008). Ainsi notre étude souligne le besoin de prendre en considération le plus grand spectre de milieux et de facteurs environnementaux avant de tirer des conclusions sur des tendances latitudinales potentielles à cause de la grande variabilité entre milieux et probablement entre années dans une région donnée. La différence est non significative entre la taille de ponte en Europe et en Numidie. Par contre la différence est significative entre la Numidie et les hautes plaines. Deux hypothèses peuvent expliquer cette différence : Ricklefs (1996) suppose que la taille de ponte est moins importante dans un environnement où il y a peu de variations saisonnières de la température. Un environnement très saisonnier peut causer la mortalité des adultes, parce que les oiseaux doivent survivre à des périodes de températures plus basses et une disponibilité alimentaire réduite ou parce que les oiseaux doivent prendre des risques associés à la migration (Jetz *et al.*, 2008). Cependant, un environnement saisonnier a aussi des périodes où la disponibilité alimentaire est très élevée. Cette combinaison de la disponibilité de la nourriture pendant la saison de reproduction et l'augmentation de la mortalité hors cette période a favorisé une taille de ponte plus importante dans les environnements saisonniers que celle des environnements moins saisonniers. Une couvée plus importante produit plus de jeunes à l'envol (Böhning-Gaese *et al.*, 2000 ; Clifford & Anderson 2001). La deuxième hypothèse que Houhamdi *et al* (2009) n'ont pas pris en considération le parasitisme conspécifique. Ainsi les

comparaisons de taille de ponte entre la Numidie et les hautes plaines sont rendues difficiles si aucune mention de parasitisme conspécifique n'est faite.

La ponte la plus importante observée au cours de notre étude est de 22 œufs (c'est un nid parasité), dans les hautes plaines est de 16 œufs enregistré dans Garaet Ouled Amara (Houhamdi *et al.*, 2009), le maximum enregistré par Cramp & Simmons (1982) est de 15 œufs.

Lors de notre étude il n'a jamais été noté une ponte complète de un ou deux œufs, la ponte minimale complète est de trois œufs.

Notre étude a montré une diminution saisonnière de la taille de ponte «*single brooded*» comme chez de nombreuses espèces d'oiseaux (Perrins 1970 ; Horsfall 1988). Les oiseaux les plus expérimentés pondent plus tôt et possèdent des tailles de ponte plus larges que celles d'oiseaux moins âgés (Curio 1983 ; Cramp & Simmons 1980). Ainsi les Érismaures les plus expérimentés choisissent des sites éloignés des dérangements, une densité de végétation importante, et comme ils sont les premiers à s'installer ils utilisent plus la végétation sèche par rapport aux autres qui installent plus tard. La végétation sèche offre une couverture meilleure et un nid plus grand et plus profond qui supporte une ponte plus importante ce qui explique la relation entre ces paramètres et la taille de ponte.

- **Taille des œufs**

La taille de l'œuf est un caractère que l'on s'attend à voir lié à d'autres traits d'histoire de vie d'une espèce de sorte qu'elle devrait montrer des variations en fonction des conditions d'habitat (Chabi *et al.*, 2000).

Les œufs mesurés pendant cette étude étaient légèrement plus petits que ceux mesurés dans Garaet Timerganine, Garaet Ouled M'barek, Garaet Ouled Amara, et Chott Tinsilt situés dans les Hautes Plaines du sud constantinois (Houhamdi *et al.*, 2009). La nourriture supplémentaire fournie dans certains habitats peut influencer sur les paramètres de la reproduction (Arnold 1992).

Certains auteurs stipulent que le volume des œufs augmente avec l'ordre de ponte chez quelques espèces d'oiseaux (Haftorn 1986 ; Enemar & Arhrmer 1999), mais il peut également diminuer chez d'autres (Bancroft 1984 ; Rofstad & Sadvik 1985), tandis que chez d'autres espèces ce paramètre (l'ordre de ponte) n'a aucune influence sur le volume des œufs (Greig-Smith *et al.*, 1988). Le volume des œufs de l'Érismaure à tête blanche n'a pas été influencé par la date de ponte dans la présente d'étude et on suppose que soit la date de ponte n'a pas d'influence réellement sur le volume, soit que la période de ponte n'est pas assez importante, le volume n'est pas influencé par la date de ponte (bien que la période de ponte s'étende sur environ 80 jours, la plupart des

pontes ont lieu en mai et la première quinzaine de juin). Par contre le volume des œufs est corrélé positivement avec la taille de ponte, on suppose que les Érismatures les plus expérimentés ont une taille de ponte plus importante et des œufs plus volumineux.

- **Succès à l'éclosion, succès de la reproduction et facteurs d'échecs de la reproduction**

Différents facteurs peuvent influencer le succès de la reproduction comme le manque de ressources alimentaires, la détérioration des conditions climatiques, la prédation et le dérangement.

Le succès de reproduction chez l'Érismature ne varie pas entre les différentes strates de végétation. Les strates à *Scirpus maritimus* sont le plus souvent localisées près des berges à de faibles profondeurs d'eau ce qui les rend accessibles à de nombreux prédateurs (Salathé 1987). Ainsi le *Scirpus maritimus* n'offre pas une bonne couverture pour le camouflage des nids, et il est possible que pour cette raison les nids édifiés dans le *Scirpus maritimus* n'ont pas réussi à éclore.

Bien qu'on n'a pas enregistré une variation spatiale du succès de la reproduction, les facteurs d'échecs de la reproduction sur le Lac Tonga et la mare Boussedra sont différents. Pendant notre suivi les causes principales d'échec à l'éclosion sont la prédation et l'abandon des nids. Parmi les 30 nids suivis au Lac Tonga, 40% des nids sont abandonnés et 23,33% des nids sont prédatés. La cause principale d'échec de l'éclosion au Lac Tonga est l'abandon des nids. De nombreux facteurs sont susceptibles de causer l'abandon des nids. Malgré le statut du Lac Tonga au tant que site Ramsar, la chasse est très fréquente pendant la saison de reproduction ainsi que la circulation des barques de riverains à la recherche des œufs ou des oiseaux en mue. Le dérangement par la chasse peut causer la désertion des sites de nidification (Madsen 1998 ; Tamisier & Dehorter 1999 ; Gill *et al.*, 2001, Evans & Day 2002). On suppose que la forte pression des prédateurs comme le Busard des roseaux *Circus aeruginosus* exercée surtout sur les nids loin des berges où le couvert végétal est moins important peut aussi causer l'abandon des nids. La mort des femelles est peut-être la cause d'abandon des nids.

Sur la mare Boussedra pendant les deux années d'étude on a suivi 41 nids : 41,46 ont été prédatés et 2,44% abandonnés. La cause principale d'échec des éclosions est la prédation. L'impact de la prédation est sûrement un des plus importants facteurs qui peuvent influencer le succès de reproduction (Ricklefs 1969). La prédation des nids sur la mare Boussedra est visible vers mi-juin. Selon Loman (1982) le taux de prédation augmente vers la fin de la saison de reproduction. Vu que la végétation émergente est très abondante dans la mare Boussedra, les nids d'Érismature à tête blanche ne sont pas accessibles par les prédateurs aériens comme le Busard des roseaux *Circus aeruginosus* et la Cigogne blanche *Ciconia ciconia*. On suppose que les prédateurs potentiels des nids d'Érismature sont le Rat noir *Rattus rattus* et la Couleuvre vipérine *Natrix maura*. Ceux-ci sont

suspectés être les prédateurs des nids d'Érismature dans le Lac Tonga également. Selon Samraoui (2013), la poule sultane *Porphyrio porphyrio* est aussi un prédateur potentiel des œufs sur les deux sites d'étude. Dans les zones humides situées en milieu urbain comme la mare Boussedra, Les prédateurs synanthropes tels que les rats peuvent être attirés par les ressources anthropiques et leurs impact devient plus important sur leur proie (Rodewald *et al.*, 2011). En Espagne les prédateurs des nids d'Érismature sont principalement *Arvicola sapidus* et *Circus aeruginosus* (Fox *et al.*, 1994 ; Johnsgard & Carbonell 1996, Angelici *et al.*, 2012 ). Un seul nid a été abandonné sur la mare Boussedra. Bien que la mare soit localisée dans un site urbanisé, le dérangement dans la mare est presque nul ; la chasse est interdite vu que le site est urbanisé, pour les gens de la région la mare est un site pollué et une source de maladies. Le chemin de fer traverse la partie sud de la mare, pendant les dénombrements on a remarqué que le passage du train n'induit pas le déplacement des oiseaux, aussi on a trouvé des nids très près du chemin de fer et ces derniers ont réussi à éclore.

En Espagne Torres *et al* (1989) rapportent un succès de reproduction qui varie entre 14% en 1986 et 88% en 1988. En Turquie le succès de reproduction est très élevé et dépasse 70% (Nergiz *et al.*, 2011). En captivité, le succès de reproduction calculé à partir du nombre d'œufs pondus et élevés jusqu'à l'envol et est compris entre 37 % (Anstey 1989, Boumezbeur 1993) et 47 % en Espagne (Parc National de Doñana, in Anstey 1989). Les taux de succès de reproduction enregistré par Lazli (2011) et Boumezbeur (1993) dépassent 50% sur le Lac Tonga. Le succès de reproduction dans la présente étude est de 47,9%.

Le succès d'éclosion chez l'Érismature sur les deux sites d'étude est moins important que chez d'autres oiseaux d'eau sur les mêmes sites comme la Poule sultane *Porphyrio porphyrio*. Les nids de la Poule sultane sont plus élevés que les nids d'Érismature à tête blanche et sont donc inaccessibles aux prédateurs aquatiques. La poule sultane est précoce par rapport à l'Érismature. Le pourcentage de prédation augmente vers la fin de la saison de reproduction (Loman 1982) et vu que les mâles d'*Oxyura leucocephala* sont polygames ils s'investissent moins dans la reproduction. On suppose que ceci explique le succès d'éclosion moins important chez l'Érismature à tête blanche.

Les nids parasités (parasitisme conspécifique) renferment un nombre élevé d'œufs, ce qui explique l'influence positive du parasitisme conspécifique sur le nombre d'œufs éclos. Ainsi on suppose que les Érismatures ne parasitent pas n'importe quelle nid, d'une façon aléatoire mais choisissent un nid qui renferme des caractéristiques bien précises ce qui leur donne plus de chance pour l'éclosion.

Les Érismatures les plus expérimentés s'installent les premiers. Ils ont une taille de ponte plus importante, ils utilisent plus de végétation sèche et leurs nids sont plus grands (voir taille de ponte) ce qui explique la relation entre ces paramètres et le succès d'éclosion.

Le succès de la reproduction est positivement et significativement influencé par le camouflage des nids et la taille des nids et négativement influencé par le dérangement. Les facteurs environnementaux qui influencent le succès de la reproduction sont le camouflage des nids et le dérangement. Les Érismatures le plus expérimentés choisissent des sites de nids dans des strates de végétation dense et loin de dérangement.

On suppose que l'Érismature et le Fuligule nyroca ont les même exigences vis-à-vis du site de nidification ce qui explique la relation négative entre le succès de reproduction et la distance entre les nids d'Érismature et les nids de Fuligule nyroca.

### **Caractéristiques des nids :**

Les nids d'Érismature sont construits à partir de matériaux collectés aux alentours immédiats des nids, du même type de végétation que leurs supports. Dans une étude similaire sur la Foulque macroule *Fulica atra*, les dimensions des nids étaient liées aux strates de végétation (Samraoui & Samraoui 2007). Rizi (1999) indique que les nids construits à partir d'un matériau rigide comme les phragmites ont un diamètre externe plus large. La majorité des nids d'Érismature sur le Lac Tonga et la mare Bousedra sont construits de *Typha angustifolia*, *Scirpus maritimus* et *Scirpus lacustris*. Notre étude n'a pas révélé une relation entre le diamètre externe et les strates de végétation. Dans les lacs Arin, Ercek et Norşin en Turquie les nids sont également construit des tiges et des feuilles de végétation émergente autour du nid (Nergiz *et al.*, 2011).

Les études menées sur l'Érismature à tête blanche ont indiqué que cette dernière utilise des vieux nids d'autres oiseaux aquatiques tels que la Foulque macroule *Fulica atra* et le Fuligule morillon *Aythya fuligula*. Généralement les Érismatures réparent les nids avec des tiges et des feuilles de végétation émergente comme le *Phragmite australis* et *Typha angustifolia*, d'autres matériaux comme les plumes n'ont jamais été trouvés dans les nids de cette espèce (Amat & Sanchez 1982 ; Johngard & Carbonell 1996 ; Nergiz *et al.*, 2011). La raison pour laquelle les anciens nids sont utilisés est probablement qu'un nid qui a été utilisé auparavant est considéré comme sûr par les individus (Nergiz *et al.*, 2011). Pendant notre étude une seule ancienne construction de Foulque macroule est réutilisée pendant la saison de reproduction 2012 tandis que pendant l'année 2013 deux récentes constructions ont été réutilisées dans la mare Bousedra (une de Fuligule nyroca et une de Blongios nain) et dans le Lac Tonga un seul nid de Foulque macroule est rénové par l'Érismature à tête blanche. La plupart des nids sont construits par des Érismatures, dans

les deux sites d'études l'Érismature occupe des zones plus denses par rapport à la Foulque macroule, pour le Fuligule nyroca au Lac Tonga, seulement quelques couples édifient leurs nid dans les strates de végétation émergentes près des nids d'Érismatures tandis que la plupart nidifient dans les îlots de végétation et dans l'aulnaie.

Carbonell (1983) a signalé que certains individus couvraient leurs nids avec des feuilles et certains avec de duvet. De plus les Érismatures peuvent former un toit au-dessus le nid par pliage vers le bas des feuilles (Johnsgard & Carbonell 1996). Pendant notre étude dans les deux sites la plupart des nids d'Erismatures sont bien cachés et invisibles, le plus souvent par pliage des feuilles et des tiges de végétation émergente vers le bas. On a trouvé certains nids avec duvet et d'autres sans duvet, l'Érismature met le duvet après que la couvée soit complète et l'incubation est commencée.

- **Sélection des sites de nidification**

La sélection d'habitat est le choix d'un site particulier parmi les sites disponibles ayant des caractéristiques biotiques et abiotiques spéciales. Ce choix particulier est fait par des individus d'une espèce dans un site où ils passent leur temps (Patridge 1978). La sélection du site de nidification lui-même est l'étape finale dans la sélection de l'habitat, suivant la sélection générale d'habitat et l'acquisition du territoire (Donehower & Bird 2009). La sélection du site de nidification doit maximiser le potentiel pour trouver une couverture et une protection contre le soleil, l'inondation, les prédateurs, etc. (Burger 1985; Clark & Shutler 1999). Le choix du site de nidification peut influencer sur la survie de la femelle pendant la saison de reproduction ainsi que sur la survie des œufs jusqu'à l'éclosion. Un mauvais choix du site de nidification peut exposer la femelle et ses œufs aux prédateurs, la destruction par des machines, ou l'inondation et peut influencer le succès de la reproduction en affectant l'acquisition des ressources telles que la nourriture, les matériaux de construction du nid ainsi que la protection des œufs et des poussins des prédateurs et des intempéries (Schoener 1974; Johansson & Blomqvist 1996). Cet aspect de comportement de nidification est façonné au fil du temps par la sélection naturelle, reflétant les stratégies qui ont été efficaces pour les espèces.

Selon Johnsgard & Carbonell (1996), l'Érismature à tête blanche choisit généralement des grands lacs bordés par de larges et denses strates de végétation émergente ainsi que des petites mares fermées dans un grand complexe des zones humides. Les Érismatures sont mieux adaptées à la vie dans des marais ayant de petites mares ouvertes et une profondeur de 0,5-3m. Le Lac Tonga et la mare Boussedra sont caractérisés par des vastes et denses strates de végétation de *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris*, *Scirpus maritimus* et *Phragmite australis* et leur profondeur ne dépasse pas 2m.

Le suivi de la distribution de l'Érismature à tête blanche à travers le Lac Tonga a révélé que les zones situées entre la vieille école jusqu'à l'aulnaie (ouest) sont les territoires les plus favorables pour l'espèce. Lazli (2011) et Boumezbeur (1993) notent la même distribution et le même choix des habitats par l'Érismature. Cette partie de Lac se caractérise par des denses strates de végétation émergente. On suppose que, soit cette zone du lac répond aux besoins de l'espèce pendant la saison de reproduction, soit la compétition et le système de dominance relèguerait ces oiseaux dans les zones moins favorables. La mare Boussedra est moins hétérogène que le Lac Tonga, la mare est couverte par une dense végétation émergente dominée par *Typha angustifolia* et ayant des petites zones d'eau libre, les Érismatures ont choisi des parcelles denses pour édifier leurs nids.

Le Lac Tonga est bordé par une végétation émergente constituée principalement de Scirpes près des berges et de Typhas un peu plus loin. Au centre du lac on trouve des vastes surfaces d'eau libre, des vastes surfaces avec des Nénuphars blancs *Nymphaea alba*, des îlots de végétation d'une taille variable ainsi que quelques touffes de végétation émergente.

Tous les Érismatures ont utilisé un support végétal avec une hauteur supérieure ou égale à 1,5 m (à l'exception d'un seul nid dans un îlot dans la mare Boussedra, la hauteur de végétation autour ce dernier est de 0,5m), la hauteur moyenne du support est de 2,43m. Au Lac Tonga le nombre le plus élevé de nids trouvés dans la strate dominante est dans celle à *Scirpus maritimus* pendant la saison de reproduction 2012 tandis que, pendant la saison 2013, la plupart des nids sont édifiés dans des strates dominés par *Typha angustifolia* un peu plus loin des berges (le niveau d'eau est diminué près des berges pendant cette saison) tandis que dans la mare Boussedra la plupart des nids sont édifiés dans des strates à *Typha angustifolia*, ce qui peut être expliqué de plusieurs façons : les Érismatures peuvent facilement localiser les strates les plus larges qui peuvent contenir plus de sites de nidification adéquats (Huhta *et al.*, 1998). La profondeur de l'eau et la densité des strates de végétation ont donc un impact sur le choix de site de nidification. Des strates plus petites peuvent être exposées à un risque de prédation plus élevé, dû à un rapport périmètre/surface plus grand (edge effect) (Moller 1991 ; Hoover *et al.*, 1995). Il est possible que l'Érismature à tête blanche évalue directement ou indirectement la qualité d'un milieu et le risque de prédation lors du choix des sites de nidification (Martin 1993). Il est également possible que la prédation des nids varie entre les strates et entre zones. Nous avons trouvé que *le Scirpus maritimus* prédit l'échec de la reproduction. On a remarqué que dans la partie ouest de la mare Boussedra le taux de prédation des nids de toutes les espèces est très élevé ; ainsi le taux de prédation des nids de Fuligule nyroca *Aythya nyroca* est plus important dans les îlots de végétation que dans l'aulnaie et dans les strates de végétation émergente.

Il est connu que la disponibilité de la végétation émergente de l'année écoulée est cruciale dans le choix des sites de nidification (Blums 1973, Sage 1969). Nous avons noté cette préférence vis-à-vis la sélection des sites de nidification surtout à la mare Bousedra mais nos données suggèrent que la ponte n'a commencé qu'après la croissance de la végétation émergente. La végétation émergente de l'année est un facteur primordial dans le déclenchement du début de ponte. La hauteur du support végétal est en corrélation positive avec la densité de végétation et la végétation fraîche.

Dans un milieu hétérogène les modèles théoriques prédisent que les couples se distribuent selon une distribution libre idéale (Fretwell & Lucas 1970 ; Fretwell 1972) où la profitabilité d'une parcelle est contrebalancée par le coût d'une compétition accrue, égalisant la productivité entre les parcelles. Une indication de la qualité des territoires peut être déduite des dates de ponte des premiers couples nicheurs en assumant que les couples les plus âgés et les plus expérimentés choisissent préférentiellement les meilleurs territoires, ne laissant aux plus jeunes couples que les territoires de moindre qualité (Curio 1983). Ce patron d'occupation des parcelles se réalise selon le modèle de distribution despotique idéale avec un succès reproductif différentiel entre les parcelles (Fretwell & Lucas 1970). Malheureusement nos données partielles nous ne permettent pas de tester le premier modèle. Notre étude n'a pas pris en considération la distribution et la chronologie de ponte des différentes espèces et pour le Lac Tonga la reproduction n'a pas été suivie sur l'ensemble du lac. Concernant le deuxième modèle les couples expérimentés ont montré une préférence aux sites avec une densité végétale importante pour assurer un bon camouflage des nids. Ainsi ils ont sélectionné des sites loin du dérangement. Sur la mare Bousedra les derniers couples d'Érismature se sont installés près du bidonville où se reproduit le Rat noir. Dans cette partie de la mare le pourcentage de prédation des nids de toutes les espèces est très élevé, (il faut prendre en considération que l'Érismature est tardive par rapport aux autres espèces dans les deux sites).

Pendant l'année 2013 la distance moyenne nid/berge est plus importante que pendant l'année 2012, peut-être à cause de la forte diminution d'eau surtout près des berges (dragage du Lac). Les Érismatures ont édifié leurs nids un peu plus loin des berges. À la mare Bousedra la deuxième saison est tardive par rapport à la première et vu que plus on va vers la fin de la saison de reproduction plus le niveau d'eau diminue et plus les Érismatures ont nidifié loin des berges pendant la saison 2013. La distance nid/berge est influencée positivement par la profondeur d'eau, car plus on s'éloigne de la berge plus la profondeur est importante, ainsi elle est influencée négativement par la distance nid/eau libre, loin des berges la densité de végétation est moins importante que près des berges ce qui implique une distance nid-eau libre moins importante.

Plus on s'éloigne des berges moins la densité des strates de végétation devient importante ce qui explique la corrélation négative entre la distance nid/eau libre et la distance nid/berge.

Dans le Lac Norşin (Turquie) l'Érismature préfère la nidification dans les strates de végétation situées au milieu du Lac, en raison du faible niveau de l'impact humain et du risque de prédation dans cette zone du lac (Nergiz *et al.*, 2011). Dans notre étude on n'a pas trouvé une relation entre le taux de prédation et la distance nid/berge. Les facteurs les plus importants qui déterminent la sélection des sites de nidification par l'Érismature à tête blanche dans Lac Erçek, Lac Arin et Lac Norşin, étaient la hauteur de végétation émergente, l'élévation des nids par rapport à la surface de l'eau, la distance nid/berge et la distance nid/eau libre. Les préférences des nids ont été affectées à 51% par la hauteur de la végétation émergente, 48% par l'élévation du nid par rapport à la surface de l'eau, 55% de la distance nid-berge et à 42% par la distance nid-eau libre (Nergiz *et al.*, 2011).

**N.B :** on a trouvé un nid d'Érismature sur un îlot déposé sur le sol dans la mare Boussedra, ce comportement n'a été jamais décrit en bibliographie.

- **Parasitisme conspécifique des pontes et parasitisme inter-spécifique**

Le parasitisme est très fréquent chez les oiseaux d'eau (Yom-Tov 2001 ; Andersson & Åhlund 2001 ; Geffen & Yom-Tov 2001). Il a été observé chez l'Érismature rousse *Oxyura jamaicensis* (Fredrickson 1971 ; Reichart 2008). Les études faites sur l'Érismature à tête blanche n'ont jamais traité le parasitisme.

Le parasitisme conspécifique est une stratégie répandue dans les oiseaux sauvages où une femelle pond ses œufs dans le nid d'un congénère afin d'exploiter le soin parental de son hôte (Yom-Tov 2001 ; Forman , 2005).

Les cas de parasitisme conspécifique et inter-spécifique notés pendant notre suivi sont :

Parmi les 17 nids d'Érismatures à tête blanche suivis la première année (2012) sur la mare Boussedra, quatre nids soit 23% sont suspectés d'être parasités. Aucun cas de parasitisme inter-spécifique n'a été détecté pendant cette saison.

Parmi les 24 nids d'Érismatures à tête blanche suivis pendant la saison 2013 sur la mare Boussedra, trois nids ont subi un parasitisme conspécifique, cette saison 2013 on a noté quatre cas de parasitisme inter-spécifique :

- Un nid d'Érismature contient cinq œufs et est construit sur un nid du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* contenant six œufs. Les œufs du Fuligule nyroca ont été

enterrés dans le support du nid par l'Érismature, ce dernier a subi une prédation avant l'éclosion.

- L'Érismature a ajouté trois œufs dans un nid qui contient un seul œuf du *Fuligule nyroca*, le nid est couvé par l'Érismature (on a vu l'Érismature sur le nid). Ce nid est soit construit par l'Érismature avant que ne commence la ponte et le *Fuligule nyroca* a déposé un œuf, soit le nid est construit par le *Fuligule nyroca* puis la femelle du *Fuligule nyroca* a abandonné le nid et l'Érismature l'a occupé, mais on suppose que la première proposition est la plus probable parce que ce comportement est plus fréquent chez le *Fuligule nyroca*. Les quatre œufs ont éclos.
- Un nid avec trois œufs d'Érismature et un œuf du *Fuligule nyroca* ajouté après la complétion de la couvée de l'Érismature. Tous les œufs ont éclos.
- Une ancienne construction du Blongios nain *Ixobrychus minutus* réutilisé par la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* où elle a pondu 5 œufs puis les Érismatures ont ajouté huit œufs. Ce nid a subi un parasitisme conspécifique et un parasitisme inter-spécifique. Tous les œufs dans ce dernier sont éclos.

Au Lac Tonga, en 2012 un seul cas de parasitisme conspécifique a été noté où deux femelles ou plus d'Érismatures à tête blanche ont pondu 22 œufs (Figure 43) dans le même nid. En 2013, le suivi de 14 pontes a montré que le nombre d'œufs pondus dans un intervalle de 1,5 jour était supérieur à un œuf dans un seul nid (le nid avec 15 œufs), aussi ce dernier a connu deux éclosions (il n'y a pas une synchronisation dans l'éclosion). On suppose que le nid est occupé par deux femelles d'Érismature à tête blanche. 12 œufs ont éclos sur les 15. Le parasitisme non spécifique est observé dans un nid contient deux œufs d'Érismature ; on a trouvé le nid avec deux œufs d'Érismature. Quelques jours plus tard le *Fuligule nyroca* a ajouté un œuf et la Poule d'eau un œuf. Pendant deux sorties de suivi on a trouvé les œufs chauds (couvés par une Érismature) puis le nid est abandonné et aucun des œufs n'a éclos. On suppose que c'est une Érismature jeune qui a tenté de se reproduire pour la première fois. Samraoui (2013) a également enregistré un cas de parasitisme inter-spécifique entre la Poule d'eau et l'Érismature à tête blanche au Lac Tonga où la Poule d'eau est l'hôte et l'Érismature est le parasite.

Les cas de parasitisme inter-spécifique enregistré au Lac Tonga et la mare Boussedra ont rarement été rapportés dans la littérature, spécialement entre l'Érismature à tête blanche/ la Poule d'eau et l'Érismature/sarcelle marbrée, mais est probablement que le phénomène est sous-estimé.

Les études théoriques prédisent que la densité des nids dans un site est un facteur écologique potentiellement important qui module l'opportunité du parasitisme, car les probabilités de localisation des nids augmentent à mesure que la densité de nids s'élève (Eadie & Fryxell 1992).

Nos données confirment cette hypothèse, le pic du parasitisme coïncide avec le pic de l'installation des nids actifs ainsi la distance moyenne nid/nid est moins importante dans la mare Bousedra par rapport au Lac Tonga.

Une autre hypothèse non exclusive qui minimise l'investissement parental considère le parasitisme comme orienté contre une forte prédation en diluant le risque pour les œufs et les poussins (McRae 1997 ; Poysa 1999). Ce comportement est plus fréquent chez le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* que chez l'Érismature à tête blanche. La stratégie du Fuligule nyroca consiste à partager ses œufs dans plusieurs nids généralement des nids de Fuligule nyroca ou d'Érismature à tête blanche, pour augmenter la chance de survie des œufs et des poussins (observation personnelle). L'Érismature ne partage pas sa ponte en un ou deux œufs sur plusieurs nids comme le Fuligule nyroca mais elle met probablement une ponte complète dans un nid d'une autre femelle, le plus souvent un nid d'Érismature. Au cours de nos suivis on a noté un nid de Sarcelle marbrée (ancien nid de Blongios nain) parasité par une Érismature à tête blanche. La réponse de l'hôte peut se décliner sous différentes tactiques pour minimiser le coût de fitness dû au parasitisme (Lyon 1993 ; 2003 a ; 2003 b) et cette réponse peut être modulée par la parenté entre l'hôte et le parasite (McRae & Burke 1996 ; Anderson & Åhlund 2001). Pendant notre suivi le parasitisme est observé le plus souvent entre des Érismatures ainsi que entre des Érismatures et des Fuligules nyroca.

Nos données préliminaires sur le cléptoparasitisme devraient servir de base de travail pour des études futures focalisées sur l'identification des facteurs environnementaux (comme les distances inter-nids, de la densité des nids et l'estimation de la densité des prédateurs dans les différentes strates de végétation) influençant le parasitisme (consécutive parasitisme et inter-spécifique parasitisme).

## Conclusion

L'Érismature à tête blanche est une des espèces de canard la plus menacée au monde. L'Algérie abrite un effectif relativement important de cette espèce.

Le Lac Tonga, la mare Boussedra et probablement le Lac Fetzara (bien que nous manquions de données pour ce dernier), accueillent la majeure partie des effectifs en Algérie.

Le Lac Tonga et la mare Boussedra jouent le rôle de site d'hivernage et de reproduction pour les Érismature à tête blanche. La population hivernante est d'environ 350 individus et la population sédentaire nicheuse est d'environ 30 couples pour chaque site. La population hivernante arrive au Lac Tonga et à la mare Boussedra en décembre et quitte les sites avant le début d'avril. L'origine et la destination de la population migrante ne sont pas encore connues. L'effectif de janvier correspond au maximum de la population hivernante de l'espèce sur les deux sites d'études / 356 individus au Lac Tonga, représentant 4% de l'effectif mondial, 381 individus à la mare Boussedra correspondant à environ 5% de l'effectif mondial. Mai et juin affichent les effectifs les plus faibles sur les deux sites, ce qui coïncide avec le pic de la ponte quand la majorité des femelles sont sur leur nid.

Pendant la saison d'hivernage, les Érismatures à tête blanche optent pour le grégairisme et occupent des zones dégagées de végétation émergente en compagnie d'autres canards plongeurs ce qui constitue un mécanisme anti-prédateurs efficace pendant le sommeil ou le repos. Pendant la saison de reproduction, les mâles d'Érismature à tête blanche sont territoriaux (Amat & Sanchez 1982), et sont donc éparpillés en couples et/ou individus séparés par des strates de végétation émergente.

L'effectif d'Érismature à tête blanche a augmenté ces dernières années sur les deux sites d'étude, et cette augmentation des effectifs peut être traduite par l'importante augmentation des effectifs de la population en l'Espagne, ainsi que la tolérance des Érismatures à des zones humides eutrophes (Green *et al.*, 1997).

L'Érismature à tête blanche ne se comporte pas de la même façon pendant la saison d'hivernage que pendant la saison de reproduction. Le sommeil, l'alimentation et la nage sont les activités dominantes, représentant 93,62 % de tous les comportements. Le sommeil est l'activité dominante chez l'Érismature pendant la saison d'hivernage (77,79%) et pendant la saison de reproduction (47,05%). Les jours de vent, l'activité de sommeil diminue alors que la nage augmente. Pendant la saison d'hivernage le sommeil atteint le maximum au début de l'après-midi. On suppose que la température de surface de l'eau est relativement plus élevée par rapport au reste

de la journée, ce qui lui assure sa thermorégulation (Green *et al.*, 1993). Nos résultats affichent des pourcentages d'alimentation et de nage faibles pendant la saison d'hivernage, 3,72% et 13,75% respectivement. Nous avons constaté que, durant la saison d'hivernage, l'alimentation diurne est élevée pendant la matinée et en fin d'après-midi. Ceci a été attribué à l'incapacité des oiseaux qui se nourrissent principalement la nuit à satisfaire leurs besoins nutritionnels pendant cette période seule (Kersten & Visser 1996). ce modèle peut également être expliqué par la thermorégulation plus avantageuse au repos au milieu de la journée lorsque la température de surface de l'eau est les plus élevées (Green *et al.*, 1993). Pendant la saison de reproduction, le pourcentage d'alimentation (21,76%) et celui de la nage (23,25%) augmentent considérablement tandis que le pourcentage de sommeil (47,05%) diminue contre 3,72% d'alimentation, 13,75% de nage et 77,79% de sommeil durant la saison d'hivernage. Il est probable que les sites d'alimentation ont été largement exploités durant la saison d'hivernage. En conséquence, la disponibilité des chironomes a diminué pour la saison de reproduction. L'Érismature à tête blanche doit nager plus et trouver des ressources appropriées et s'alimente plus au cours de la journée (Green *et al.*, 1999).

Le régime alimentaire des Érismatures à tête blanche est basé sur les chironomes benthiques (environ 90%) (Cramp & Simmons 1977 ; Amat & Sanchez 1982 ; Torres & Arenas 1985 ; Tome & Wrubleski 1988 ; Tome Anestey 1989 ; Krapu & Reinecke 1992 ; Green 1999 ; Sanchez, Green & Dolz 2000). Nos résultats montrent qu'elle s'alimente dans 76,13% des cas en plongée, et on suppose que le régime alimentaire est également basé sur les larves des chironomes (benthiques).

La toilette est fréquente toute l'année, cependant, elle augmente durant la saison de reproduction parce que les Érismatures prennent probablement soin de leurs plumes et enlèvent les ectoparasites, connus pour être plus abondants au cours de cette saison (Clayton 1991 ; Cotgreave & Clayton 1994).

L'Érismature à tête blanche vole peu (Anstey 1989), le comportement plus fréquent en cas de risque est le refuge au-dessous l'eau et le déplacement par la nage.

L'activité de parade est presque absente durant la saison d'hivernage. Ce comportement, typique des anatidés paléarctiques hivernants, est dû au système d'accouplement polygame des Érismatures à tête blanche tête blanche, où les males sont territoriaux dans leurs territoire de reproduction (Amat & Sanchez 1982 ; Torres *et al.*, 1985). Les activités de parades ont été observées dès le début du mois d'avril et la ponte a commencé la première semaine de mai.

La comparaison de nos résultats concernant les paramètres de reproduction de l'Érismature à tête blanche à la Numidie avec celle des Hautes Plaines du Constantinois et de l'Europe indique que :

- Le timing de la reproduction est précoce par rapport à celui des Hautes Plaines et de l'Europe. Ceci peut être dû à la disponibilité précoce des sites appropriés pour l'édification des nids, aux conditions climatiques appropriées et à la disponibilité des ressources trophiques (Van Noorwick *et al.*, 1981 ; Blondel *et al.*, 1990). Les populations qui nichent en Numidie sont sédentaires et ceci suppose que la formation des couples et l'acquisition du territoire est plus précoce chez eux par rapport aux populations migratrices.
- La taille de ponte moyenne en Numidie (6,31 œufs /couvée) est moins importante que celle mesurée dans les Hautes plaines (11 œufs/couvée d'après Houhamdi *et al.*, 2009), mais elle est dans la fourchette des données provenant de l'Europe (6 œufs/couvée) (Dementiev & Gladkov 1952 ; Matthews & Evans 1974 ; Anstey 1989 ; Heridia *et al.*, 1996 ; Jimenez 1994 ; Johnsgard & Carbonell 1996 ; Green & Hughes 2001 ; Hughes & Green 2005 ; Green 2006). La ponte la plus importante observée au cours de notre étude est de 22 œufs (c'est un nid parasité), dans les hautes plaines est de 16 œufs enregistré dans Garaet Ouled Amara (Houhamdi *et al.*, 2009), le maximum enregistré par Cramp & Simmons est de 15 œufs.
- Les œufs mesurés pendant cette étude étaient légèrement plus petits par rapport à ceux mesurés dans les Hautes Plaines du sud constantinois (Houhamdi *et al.*, 2009).

Nos données indiquent un faible succès de la reproduction causé par un fort taux d'échec de la reproduction au stade œuf, dû principalement à la prédation naturelle à la mare Boussedra et à l'abandon des nids au Lac Tonga.

Nous n'avons pu montrer un lien direct entre la taille de ponte et la sélection des sites des nids, mais nos résultats montrent un déclin saisonnier de la taille de ponte, ce qui est une indication de la qualité des territoires. Ainsi les préférences des Érismaures vis-à-vis les sites des nids peuvent être déduits des dates de ponte des premiers couples nicheurs en assumant que les couples les plus âgés et les plus expérimentés choisissent préférentiellement les meilleurs territoires et ont un succès de reproduction plus important, ne laissant aux plus jeunes couples que les territoires de moindre qualité (Curio 1983). La combinaison de ces paramètres et les paramètres d'écologie de la reproduction indique que les Érismaures à tête blanche ont montré une préférence pour des sites avec une densité végétale importante pour assurer un bon camouflage des nids, une hauteur du support végétal dépassant au moins le 1,5m, une profondeur d'eau relativement importante. Ainsi ils ont choisi des sites loin des sources de dérangement, et des sites où la prédation est relativement moins concentrée. On a ainsi constaté que les Érismaures et Fuligules nyroca ont les mêmes exigences vis-à-vis des sites des nids.

Nous avons découvert un phénomène jusqu'alors inconnu en Algérie et rarement décrit pour l'Érismaure à tête blanche ailleurs : un taux relativement élevé de parasitisme conspécifique et de

parasitisme interspécifique surtout sur la mare Bousedra, probablement lié à la forte densité des nids et à une prédation intense, causée par le Rat noir *Rattus rattus* et la couleuvre vipérine *Natrix maura*.

Notre étude pose indirectement le problème de la gestion des zones humides et de la préservation des ressources naturelles. Au Lac Tonga, la chasse, le dérangement, le braconnage et l'hydrologie du Lac (maintien d'un niveau d'eau stable) sont des problèmes qui mériteraient des études urgentes et approfondies ainsi qu'un règlement qui organise les différentes activités au Lac et en respectant l'avifaune. La mare Bousedra mérite une protection légale à défaut d'être classé site Ramsar en premier lieu.

Notre travail ouvre de larges perspectives d'étude de plusieurs phénomènes liés à l'écologie de l'Érismature à tête blanche : les facteurs qui déterminent la distribution spatio-temporelle de l'espèce, son régime alimentaire, une détermination des déplacements par un programme de baguage à long terme, une étude plus approfondie des facteurs qui influencent le choix des sites des nids et de la stratégie de l'espèce pour avoir plus de chances de recruter ces jeunes, une étude de l'investissement parental et de son impact sur le succès de la reproduction ainsi de mieux comprendre les facteurs qui favorisent le parasitisme.

## Résumé :

L'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* est une espèce paléarctique, classée « en danger » sur la liste rouge de l'IUCN (BirdLife International, 2004, 2008). L'Algérie abrite un effectif relativement important de cette espèce. Le Lac Tonga, la mare Boussedra et probablement le Lac Fetzara (bien que nous manquions de données pour ce dernier) accueillent la majeure partie de l'effectif en Algérie. Le suivi de la distribution spatio-temporelle de l'espèce au cours d'un cycle annuel (septembre 2011 – août 2012) a montré que Le Lac Tonga et la mare Boussedra jouent le rôle de site d'hivernage et de reproduction pour les Érismatures à tête blanche. La population hivernante est d'environ 350 individus et la population sédentaire nicheuse est d'environ 30 couples pour chaque site. Pendant la saison d'hivernage, les Érismatures à tête blanche optent pour le gréganisme et occupent des zones dégagées de végétation émergente en compagnie d'autres canards plongeurs tandis que pendant la saison de reproduction les oiseaux sont éparpillés en couples et/ou individus séparés par des strates de végétation émergente. Le suivi des rythmes d'activités diurnes de l'Érismature à tête blanche au Lac Tonga (septembre 2011 – août 2012) a montré que le sommeil est l'activité dominante (62,42%). Cette activité est plus importante en période hivernale (77,79%) que durant la saison de reproduction (47,05%). Le sommeil est suivi de la nage (18,5%), de l'alimentation (12,7%), de l'entretien du plumage (5,57%), du vol (0,52%), de la parade (0,17%) et enfin de l'activité agonistique (0,13%). Des différences importantes ont été notées dans le budget d'activité entre la saison d'hivernage et de reproduction. Le sommeil et la nage constituent 89% de l'ensemble des activités de la saison d'hivernage tandis que la nage et l'alimentation sont les activités dominantes de la saison de reproduction soit 86%. Le sommeil pic l'après-midi, tandis que l'alimentation atteint son maximum à midi. Nous avons étudié l'écologie de la reproduction de l'Érismature à tête blanche pendant deux saisons successives au Lac Tonga et à la marre Boussedra. La comparaison de nos résultats concernant les paramètres de reproduction de l'Érismature à tête blanche à la Numidie avec celle des Hautes Plaines du Constantinois et de l'Europe soulignant des différences dans la date de ponte, les dimensions des œufs et de la grandeur de ponte. Nos données suggèrent que la sélection des sites de nidification est fortement influencée par la densité de végétation pour assurer un bon camouflage des nids, une hauteur du support végétal dépassant au moins le 1,5m, une profondeur d'eau relativement importante. Ainsi ils ont choisi des sites loin des sources de dérangement, et des sites où la prédation est relativement moins concentrée. On a ainsi constaté que les Érismatures et Fuligules nyroca ont les mêmes exigences vis-à-vis les sites des nids. Nous avons démontré un taux relativement élevé de parasitisme conspécifique et de parasitisme interspécifique surtout sur la mare Boussedra, probablement lié à la forte densité des nids et à une prédation intense, causée par le Rat noir *Rattus rattus* et la couleuvre vipérine *Natrix maura*. Nos données indiquent un faible succès de la reproduction causé par un fort taux d'échec de

la reproduction au stade œuf, dû principalement à la prédation naturelle à la mare Boussedra et à l'abandon des nids au Lac Tonga.

**Mots clés :** reproduction ; rythme d'activité diurne ; Érismature à tête blanche ; en danger ; Algérie.

**Abstract:**

The White-headed duck *Oxyura leucocephala* is a palaeartic species which is classified as “endangered” on the red list of the International Union for the Conservation of Nature (BirdLife International, 2004, 2008). Algeria houses a relatively significant number of this species. The lake of Tonga, the pond of Bousshedra and probably the lake of Fetzara (although we lack information on this one) host the highest number of this species in Algeria. The observation of the spatial and temporal distribution of the species during an annual cycle starting from September 2011 to August 2012 showed that the lake of Tonga and the pond of Bousshedra are the wintering and breeding grounds for the White-headed duck. The winter population is about 350 individuals while the number of sedentary and nesting ones is about 30 couples for each site. During the wintering season, the White-headed duck chooses gregariousness and occupy cleared areas from emergent plants along with other diving ducks, while during the breeding season couples and /or individuals are scattered and separated by layers of emergent plants. The observation of the rates of daytime activities of the White-headed duck in the lake of Tonga (September 2011 - August 2012) shows that sleeping is the most dominating activity with 62.42%. This activity is most significant in winter with 77.79%, than in breeding season with 47.05%, followed by swimming with 18.5%, eating with 12.7%, feathers maintenance with 5.57%, flying with 0.52%, parade with 0.17%, and finally agonistic activity with 0.13%. Important differences were noted in types of activities between the wintering season and the breeding season. Sleeping and swimming represent 89% of all the activities of the wintering season, while swimming and eating are the main activities of the breeding season with 86%. Sleeping reaches its peak moment in the afternoon while eating achieves highest level at noon. We have studied the breeding ecology of the White-headed duck for two successive seasons at the lake of Tonga and the pond of Bousshedra. By comparing our results on breeding parameters of the White-headed duck in Numidia with that of the High Plains of Constantine region and Europe, we have noticed differences in the date of egg-laying, eggs dimensions and size of egg-laying. Our data suggests that the selection of nesting sites is highly influenced by the density of plants to provide good hiding of the nests, a plant that exceeds at least 1.5m in height and a relatively significant depth of water. So this bird chooses sites away from sources of disturbance and sites where predation is relatively less important. Thus, we have found that White-headed duck and Ferruginous duck have the same requirements of nesting sites. We have demonstrated a relatively high rate of both interspecific and conspecific parasites, especially in the pond of Bousshedra, probably related to the high density of nests and the great predation caused by the black rat and viperine water snake. Our data indicate a low breeding success caused by a high rate of breeding failure in the egg stage, mainly due to natural predation at the pond of Bousshedra and abandonment of nests at the lake of Tonga.

**Keywords:** breeding; daily activity budget; White-headed Duck; endangered; Algeria.

## المخلص :

البط ذو الرأس الأبيض، المسمّى علميا باسم *OXYURA leucocephala* من أنواع الطيور التي تعيش في نصف الكرة الأرضية الشمالي و المصنّفة في القائمة الحمراء للاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة (جمعية الطيور العالمية، 2004، 2008) ضمن الأنواع المُعرّضة لخطر الانقراض. توجد أعداد كبيرة نسبيا من هذا الطائر في الجزائر خاصة في بحيرة تونغا، بركة بوسدره و على الأغلب أيضا في بحيرة فتزارة (على الرغم من عدم وجود معلومات فيما يخص هذه الأخيرة) وهي الأماكن التي يوجد بها القسم الأكبر من هذا الطائر في الجزائر. أظهرت المراقبة الزمانية المكانية لتوزيع هذا النوع خلال الدورة السنوية الممتدة من سبتمبر 2011 إلى غاية أوت 2012، أنّ بحيرة تونغا وبركة بوسدره تمثلان موقع التشتية و التناسل بالنسب للبط أبيض الرأس، حيث بلغ عدد الأفراد التي تمضي فصل الشتاء في كل مكان من هذه الأماكن حوالي 350 فرداً، فيما بلغ عدد الأزواج المعشّشة المستقرة بها حوالي 30 زوج. يختار طائر البط ذو الرأس الأبيض، خلال موسم التشتية التّجمّع في مناطق خالية من النباتات البارزة رفيقة أنواع أخرى من البط الغواص، بينما يختار خلال موسم التناسل التفرّق على شكل أزواج و/ أو أفراد تفصل بينها طبقات من النباتات البارزة. أظهرت مراقبة وتيرة النشاطات النهارية للبط ذو الرأس الأبيض في بحيرة تونغا خلال الفترة الممتدة من سبتمبر 2011 إلى غاية أوت 2012، أنّ النوم هو النشاط المهيمن بنسبة 62.42 %، بحيث يكون أهم خلال فترة التشتية بنسبة 77.79% مقارنة بموسم التناسل بنسبة 47.05%، يتبع هذا النشاط السباحة بنسبة 18.5 %، الأكل بنسبة 12.7 %، العناية بالريش بـ 5.57 %، الطيران بـ 2.52 % الاستعراض بنسبة 0.17 % وأخيرا الصراع فيما بينها بنسبة 0.13 % . و قد سجلت فروق كبيرة بين نوعية النشاطات المهيمنة في كل من فترة التشتية و فترة التناسل، حيث شكّل نشاط النوم و السباحة غالبية نشاطات فترة التشتية بنسبة 89 % فيما هيمنت السباحة و الأكل على مجموع نشاطات فترة التناسل بنسبة 86 %، بحيث يبلغ نشاط النوم ذروته خلال فترة ما بعد الظهر فيما يبلغ الأكل حده الأقصى عند منتصف النهار. قمنا بدراسة بيئة تناسل البط ذو الرأس الأبيض لموسمين متعاقبين في بحيرة تونغا وفي بركة بوسدره، و قد تمحورت مقارنة نتائجنا للمؤشرات القياسية لتناسل هذا الطائر في نوميديا مع منطقة السهول العليا القسنطينية و أوروبا، حيث تمت ملاحظة اختلافات في تاريخ التفريخ، و حجم البيض و كذا كميات التفريخ. تشير البيانات لدينا أن اختيار مواقع التعشيش يتأثر بشدة بالعوامل التالية: كثافة الغطاء النباتي من أجل ضمان تغطية جيدة للأعشاش، ارتفاع النبات الذي يفوق 1.5 م على الأقل، و نسبة عمق المياه المرتفعة نسبيا. و عليه نلاحظ أن هذا الطائر يختار المواقع البعيدة عن مصادر الإزعاج و كذا عن مواقع تكون نسبة الافتراس فيها قليلة مقارنة بأخرى. اتضح لنا أن البط أبيض الرأس و البط الحديدي لهما نفس المتطلبات فيما يتعلق بمواقع التعشيش. و قد بيّنا أنّ نسبة سلوك التطفل على الأعشاش الصادر عن طيور من نفس النوع و كذا عن طيور لا تنتمي لنفس النوع نسبة عالية نوعا ما خاصة في بركة بوسدره، و يعود ذلك على الأرجح إلى كثرة الأعشاش و إلى الافتراس المكثف للجرذان السوداء و حنش الماء. و أشارت بياناتنا أن انخفاض نسبة نجاح التناسل يعود إلى فشل نسبة نجاحه في مرحلة البيضة، و يرجع ذلك على الأغلب إلى الافتراس الطبيعي في بركة بوسدره و إلى هجر الأعشاش في بحيرة تونغا.

**الكلمات الدالة:** التناسل ; التشتية ; البط ذو الرأس الأبيض ; مُعرّض لخطر الانقراض ; الجزائر

## Références bibliographiques

- Adret P. & Bouche S. (1986). *Évolution d'une colonie d'Avocette dans une réserve aménagée: territorialité et ressources trophiques*. MNHN, Université de Rennes I : 137 p.
- Adret P. (1981). *Analyse de l'organisation sociale de l'Avocette élégante *Recurvirostra avosetta* au cours de la phase d'élevage*. Thèse, Université de Rennes.
- Aissaoui R., Houhamdi M. & Samraoui B. (2009). Eco-Éthologie des Fuligules Nyroca *Aythya nyroca* dans le Lac Tonga (Site Ramsar, Parc National d'El-Kala, Nord-Est de l'Algérie). *European Journal of Scientific Research* 28: 47–59.
- Ali Z. & Akhtar M. (2005). Bird surveys at wetlands in Punjab, Pakistan, with special reference to the present status of White-headed Duck *Oxyura leucocephala*. *Forktail*. 21: 43–50.
- Almaraz P. & Amat J.A. (2004). Multi-annual spatial and numeric dynamics of the white-headed duck *Oxyura leucocephala* in southern Europe: seasonality, density dependence and climatic variability. *Journal of Animal Ecology* 73: 1013–1023.
- Altmann J. (1974). Observational Study of Behaviour: Sampling Methods. *Behaviour* 4: 227–267.
- Amat J. A. & Sanchez A. (1982). Biología y ecología de la Malvasia (*Oxyura leucocephala*) en Andalucía. *Donana Acta Vertebrata* 9: 251-320.
- Andersson, M. & Åhlund M. (2001). Protein fingerprinting: a new technique reveals extensive conspecific brood parasitism. *Ecology* 82: 1433-1442.
- Angelici C., Marini F., Battisti C., Bertolino S., Capizzi D., Monaco A. (2012). Cumulative impact of rats and Coypu on nesting waterbirds: first evidences from a small Mediterranean wetland (central Italy). *Vie et Milieu* 62: 137–141.
- Ankney C.D., Afton A.D. & Alisauskas R.T. (1991) The role of nutrient reserves in limiting waterfowl reproduction. *The Condor* 9: 1029-1032.
- Anstey S. (1989). *The status and conservation of the white-headed duck *Oxyura leucocephala**. Special Publication 10. International Waterfowl and Wetlands Research Bureau, Slimbridge.
- Ardamatskaia T.B. (1982). Caractéristiques de la nidification de l'Avocette élégante *Recurvirostra avosetta* dans la région de la réserve de la mer noire. *Vestnik Zool* 4 : 51-55.
- Arnold T. W. (1992). Variation in laying date, clutch size, egg size, and egg composition of Yellow-headed Blackbirds (*Xanthocephalus xanthocephalus*): a supplemental feeding experiment. *Can. J. Zool.* 70: 1904-1911.

- Ayala J.M., Matamala J.J., López, J. M. & Aguilar, F.J. (1994). Distribución actual de la Malvasía en España. *IWRB Threatened Waterfowl Research Group Newsletter*, 6: 8–11.
- B.N.E.F. (1985). *Étude du parc national d'El Kala*. Schéma directeur d'aménagement. 86 p.
- Bagnoul S. & Gaussen H. (1957). Les climats Biologiques et leurs Classifications. *ANN. GEOGR. FR.* N° 355: 193-220.
- Baldassare G.A., Paulus S.L., Tamisier A. & Titman R.D. (1988). *Workshop Summary: Techniques for Timing Activity of Wintering Waterfowl. Waterfowl in Winter*. Minneapolis: Univ. Minnesota Press.
- Balmer D. & Murdoch D. (2010). Around the region. *Sandgrouse* 32: 91-102.
- Bancroft T. (1984). Growth and sexual dimorphism of the Boat-tailed Grackle. *Condor* 86: 423-432.
- Barbraud C. & Weimerskirch H. (2003). Climate and density shape population dynamics of a top predator. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 270: 2111–2116.
- Battisti C., Luiselli L., Pantano D. & Teofili C. 2008. On threats analysis approach applied to a Mediterranean remnant wetland: is the assessment of human-induced threats related to different level of expertise of respondents? *Biodivers. Conserv.* 17: 1529–1542.
- Batzer D.P. & Wissinger S.A. (1996). Ecology of insect communities in nontidal wetlands. *Ann. Rev. Entom* 41: 75–100.
- Bayliss P. (1989) Population dynamics of magpie geese in relation to rainfall and density: implications for harvest models in a fluctuating environment. *Journal of Applied Ecology* 26, 913–924.
- Benyacoub S. (1993). *Ecologie de l'avifaune forestière nicheuse dans la région d'El Kala (Nord-est Algérien)*. Thèse .Doc. Univ. Dijon. France, 285p.
- Biddau I. (1996). Feeding succes and relationships of some spieces of waterbirds in the «Vallidi Comacchio» (Italy). *Avocetta* 20: 138-143.
- Birdlife International 2004. *Threatened birds of the world 2004*. Birdlife International, Cambridge, U.K.
- Birdlife International 2008. *Species Factsheet (additional data): Oxyura leucocephala*. In : *IUCN (ed.). (2008). IUCN Red List of Threatened Species*. < <http://www.iucnredlist.org/> >. Downloaded on 19/12/2012.
- Blondel J. (1969). *Méthodes de dénombrement des populations d'oiseaux in problème d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres*. Ed. Masson 97-151.

- Blondel J., Perret P. & Maistre M. (1990). On the genetical basis of laying date in an island population of Blue tit. *J. Evol. Bio.* 3: 469-475.
- Blondel J., Dias P.C., Perret P., Maistre M. & Lambrechts M.M. (1999). Selection-based biodiversity at a small spatial scale in a low-dispersing insular bird. *Science* 285: 1399-1402.
- Blums P.N. (1973). The Coot (*Fulica atra*) in Latvia. Academy of Sciences Latvian SSR. Institute of Biology, *Riga* 146-153.
- Böhning-Gaese K. & Oberrath R. (1999). Phylogenetic effects on morphological, life-history, behavioural and ecological traits of birds. *Evol. Ecol. Res.* 1: 347–364.
- Boukhalfa D. (1996). Status and conservation of White-headed duck in Algeria. *Oxyura*.1: 21-24.
- Boulekhssaim M., Houhamdi M. & Samraoui B. (2006). Population dynamics and diurnal behaviour of the Shelduck *Tadorna tadorna* in the Hauts Plateaux, northeast Algeria. *Waterfowl* 56: 65–78.
- Boumezbeur A. (1990) *Contribution à la connaissance des Anatidés nicheurs en Algérie (cas du Lac Tonga et du Lac des Oiseaux)*. Mémoire de D.E.A. USTL. Montpellier. 101p.
- Boumezbeur A. (1993). *Écologie et biologie de la reproduction de l'Érismature à tête blanche Oxyura leucocephala et du Fuligule nyroca Aythya nyroca sur la lac Tonga et le lac des Oiseaux (Est Algérien)*. Mesures de protection et de gestion du lac Tonga. Thèse de doctorat EPHE, Montpellier. 250 p.
- Bourliere F. (1950). Senescence and rate of wound healing in the rat. *Rev Med Liege* 5: 669-71, 1950
- Boyd A.W. (1935). Report on the swallow enquiry, 1934, *British birds*. 29. p.p. 3-21.
- Boyd A.W. (1936). Report on the swallow enquiry (1935). *British Birds*. 30. p.p. 98 -116.
- Burger J. (1985). *Habitat selection in temperate marsh nesting birds*. In: M.L. Cody (ed). "Habitat Selection in Birds", Academic press, Toronto 253-281
- Capel J.J. (2000). *El Clima de la Península Ibérica*. Ariel Geografía, Barcelona.
- Carbonell M. (1983). *Comparative studies of stifftailed ducks (Tribe Oxyurini, Anatidae)*. University of Cardiff, Wales. PhD. Thesis, 288p.
- Casado S. & Montes C. (1995). *Guía de Los Lagos y Humedales de España*. J. M. Reyero, Madrid.
- Chabi Y. Benyacoub S. & Banbura J. (2000). Egg-size variation in populations of the blue tit (*Parus caeruleus ultramarinus*) Effects of altitude and habitat. **Rev. Ecol. (Terre Vie) 55: 183–192.**

- 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.
- Chessel D. & Doledec S. (1992) - *ADE software. Multivariate analysis and graphical display for environmental data (version 4)*. Université de Lyon.
- Chettibi F., Khelifa R., Aberkane M., Bouslama Z. & Houhamdi M. (2013). Diurnal activity budget and breeding ecology of the White-headed Duck *Oxyura leucocephala* at Lake Tonga (North-east Algeria), *Zoology and Ecology*, 23:3, 183-190
- Clark W.R. & Shutler D. (1999). Avian habitat selection: pattern from process in nest-site use by ducks? *Ecology* 80:272-287
- Clayton D.H. (1991). Coevolution of Avian Grooming and Ectoparasite Avoidance. In Bird-Parasite Interactions: Ecology, Evolution and Behaviour, edited by J. E. Loye and M. Zuk, 258-289. Oxford: Oxford University Press.
- Clifford L.D. & Anderson D.J. (2001). Food limitation explains most clutch size variation in the Nazca booby. *J Anim Ecol* 70:539-545.
- Cotgreave P. & Clayton D.H. (1994). Comparative Analysis of Time Spent Grooming by Birds in Relation to Parasite Load. *Behaviour* 131: 171-187.
- Coulthard N.D. (2001). Algeria. In L.D.C. Fishpool & M.I. Evans (eds.), *Important Bird areas in Africa and associated islands: priority sites for conservation*, pp. 51-70. BirdLife Conservation Series No. 11, Pisces Publications and BirdLife International, Newsbury and Cambridge, UK.
- Cox R. & Kadlec J.A. (1995) Dynamics of potential waterfowl foods in Great salt lake marshes during summer. *Wetlands* 15: 1-8.
- Cramp S. & Simmons K.E. (1977). *Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. Vol 1. Ostrich to ducks*. Oxford University Press, Oxford.
- Cramp S. & Simmons K.E. (1982). *The Birds of the Western Palearctic, Vol.III. Waders to Gull*. Oxford University Press, London.
- Criado F.B. (1999). *Del Terreno al Espacio: Planteamientos y Perspectivas para la Arqueología del Paisaje CAPA: Cadernos de Arqueoloxía e Patrimoni*, 6, Santiago de Compostela.
- Curio E. (1983). Why do young birds reproduce less well? *Ibis* 125: 400-404.
- Dajoz R. (1971). *Précis d'écologie*. Ed: Dunod. Paris 434 p.

- De Béclair G. (1990) *Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre écosystèmes lacustre et marécageux (El-Kala Est Algérien)*. Thèse de doctorat. Univ Montpellier II. 193p.
- Dementiev G.P. & Gladkov N.A. (1952). *Birds of the Soviet Union*, Vol. 4. 1967 translation, Israel Program for Scientific Translation, Jérusalem.
- Dervin C. (1988). *Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle de correspondance*. SESI, ITCF, 1988 : 75p.
- Donehower E.C. & Bird D.M. (2009). Nesting habitat use by common eiders on Stratton Island, Maine. *The Wilson J. Ornithology*. 121:493-497.
- Durand J.H. (1952). *Les sols du bassin versant du lac Tonga (carte au 1/50 000) S.E.S*, Alger. 12p.
- Eadie J.M. & Fryxell J.M. (1992). Density dependence, frequency dependence, and alternative nesting strategies in goldeneyes. *Am Nat* 140:621 -641.
- El Galai I. (2006). *Écologie et biologie de la reproduction de l'Erismature à tête blanche Oxyura leucocephala en Tunisie*. Thèse de Magistère, Centre Universitaire d'El Tarf, Algérie.
- El-Agbani M. A. (1997). *L'hivernage des anatidés au Maroc : principales espèces, zones humides d'importance majeure et propositions de mesure de protection*. Thèse doctorat d'état. Univ. Mohamed V, Maroc, 200 p.
- EMBERGER L. (1952)- Une classification biogéographique des climats. *Nat. Monspl, Série Bot*, 7, 3-42.
- Enemar A. & Arheimer O. (1999). Egg sizes of nine passerine bird species in asubalpine hirsch forest, Swedish Lapland. *Ornis Sve cica* 9, 1-10.
- Evans D.M. & Day K.R. (2002): Hunting disturbance on a large shallow lake: the effectiveness of waterfowl refuges. *Ibis*, 144 : 2 - 8.
- Fishpool L.D.C. & Evans M.I. (eds.) 2001. *Important Bird Areas in Africa and associated islands: priority sites for conservation*. BirdLife Conservation Series No. 11, Pisces Publications and BirdLife International, Newsbury and Cambridge, UK.
- Forman D.W. (2005). Laying plasticity in an avian brood parasite. *Auk* 122: 566–570.
- Fox A.D., Gitay H., Owen M., Salmon D.G. . & Ogilvie M.A. (1989) Population dynamics of Icelandic-nesting geese, 1960–87. *Ornis Scandinavica*, 20, 289–297.
- Fox A.D., Green A.J., Hughes B. & Hilton G. (1994). Rafting as an antipredator response in wintering White-headed Ducks *Oxyura leucocephala*. *Wildfowl*, 45, 232–241.

- Fredrickson L.H. (1971). Common Gallinule breeding biology and development. *Auk* 88: 914–919.
- Fretwell S.D. (1972). *Populations in a seasonal environment*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Fretwell S.D. & Lucas H.J. (1970). On territorial behavior and other factors influencing habitat distributions in birds. *Acta Biotheoretica*. 19, 16–36.
- Gadsby A.B. (1978). *Territoriality and breeding biology of the Coot Fulica atra at Attenborough*. Master thesis, University of Durham, Durham.
- Gauthier-Clerc M. (1998). *Contribution à l'étude du sommeil vigilant des canards*. Thèse de Doctorat Vétérinaire. Univ. Claude Bernard, Lyon I.
- Gauthier-Clerc M., Tamisier A. & Cézilly F. (1998). Sleep-vigilance trade-off in Green-winged Teal (*Anas c. crecca*). *Can. J. Zool.*, 76 : 2214-2218.
- Geffen E., Yom-Tov Y. (2001). Factors affecting the rates of intraspecific nest parasitism among Anseriformes and Galliformes. *Animal Behaviour* 62:1027-1038.
- Geroudet P. (1972). Les Palmipèdes. Delachaux et Niestlé, Neuchatel/Suisse, 284 p.
- Ghalmi R. (1997). *Étude préliminaire du régime alimentaire de la loutre (Lutra lutra) dans le nord-est algérien (Parc National d'El Kala)*. Mémoire D.E.S, Université de Liège, 57 p.
- Gill J.A., Norris K. & Sutherland W.J. (2001). Why behavioural responses may not reflect the population consequences of human disturbance ? *Biol. Conservation*, 97: 265 - 268.
- Gordienko N.S., Drobvtsev V.I. & Koshelyev A.I. (1986). *Biology of Oxyura leucocephala in northern Kazakhstan and in the south of western Siberia*. In : Rare, Disappearing and Little Known Birds of the USSR, Central Board for Nature Conservation of the RSFSR, Central Science Research Laboratory, Moscow.
- Green A.J. & Anstey S. (1992). The status of the White-headed Duck *Oxyura leucocephala*. *Bird Conserv. Intern.* 2 : 185-200.
- Green A. J., Hilton G.M., Hughes B., Fox A. D . & Yarar M. (1993). *The Ecology and Behaviour of the White-headed Duck Oxyura leucocephala at Burdur Gölü, Turkey*. February–March 1993. Slimbridge: Wildfowl and Wetlands Trust.
- Green A. J. & Hughes B. (1996). *Action plan for the White-headed Duck (Oxyura leucocephala)*. In: Heredia B., Rose L., Painter M. (ed.), *Globally threatened birds in Europe: action plans*, pp. 119-145. Council of Europe, and BirdLife International, Strasbourg.
- Green A. J. & Hunter J. (1996). The declining White-headed Duck: a call for information. *Threatened Waterfowl Research Group Newsletter*: 19-21.

- Green A. J., Fox A. D., Hilton G., Hughes B., Yazar M., Salathé T. (1996). Threats to Burdur Lake ecosystem Turkey and its waterbirds, particularly the White-headed Duck *Oxyura leucocephala*. *Biological Conservation* 76: 241-252.
- Green A. J., Fox A. D., Hughes B. & Hilton G. M. (1999). Time-activity budgets and site selection of White-headed Ducks *Oxyura leucocephala* at Burdur Lake, Turkey in late winter. *Bird Study*, 46: 62-73.
- Green A. J. & Hughes B. (2001). *White-headed Duck Oxyura leucocephala*. Pp. 79-90. In: BWP Update: the journal of birds of the Western Palearctic, Vol. 3, No. 2 (D.B. Parkin, Ed.). Oxford University Press, Oxford.
- Green A.J. & El Hamzaoui M. (2006). Interspecific associations in habitat use between marbled teal and other waterbirds wintering at Sidi Bou Ghaba, Morocco. *Ardeola* 53 (1): 99-106.
- Greig-Smith W., Fearee C.J., Freeman M. & Spencer P.L. (1988). Causes and consequences of egg-size variation in the European Starling *Sturnus vulgaris*. *Ibis* 130: 1-10.
- Groombridge B. (1993). The 1994 IUCN Red List of Threatened Animals. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. lvi + 286 pp.
- Haftorn. (1986). Clutch size, intraclutch egg size variation, and breeding strategy in the Goldcrest *Regulus regulus*. *Journal für Ornithologie. Volume 127 (3): 291-301*.
- Handrinos G. I. (1998). Record count of White-headed Ducks wintering in Greece. *TWSG News* 11: 34-35.
- Harris M. P. (1964). Aspects of the Breeding Biology of Gulls *Larus argentatus*, *L. fuscus* and *L. marinus*. *Ibis* 10: 432–456.
- Heim de Balsac H. & Mayaud N. (1962). *Les oiseaux du Nord-Ouest de l'Afrique*. Paul Lechevalier, Paris, France.
- Henderson I. (2009). Progress of the Ruddy Duck eradication programme. *British Birds* 102(12): 680-690.
- Heridia B., Rose L. & Painter M. (1996). *Globally threatened birds in Europe. Action plans*. Council of Europe Publishing, Birdlife international.
- Hoover J.P., Brittingham M.C. & Goodrich L.J. (1995). Effects of forest patch size on nesting success of Wood Thrushes. *Auk* 112: 146-155.
- Horsfall J. A. (1981). *The time budget of the Coot Fulica atra*. Ph.D. thesis, Oxford University, Oxford. Cramp, S. and K. E. L. Simmons (Eds.). 1980. The Birds of the Western Palearctic, Vol. 2. Oxford University Press, Oxford.
- Houhamdi M. (2002). *Ecologie des peuplements aviens du Lac des Oiseaux*. Thèse de doctorat d'état en écologie et environnement. Univ. Badji Mokhtar. Annaba.

- Houhamdi M. & Samraoui B. (2001). Diurnal time budget of wintering Teal *Anas crecca* at Lac des oiseaux, northeast Algeria. *Wildfowl*, 52: 87-96.
- Houhamdi M. & Samraoui B. (2002) Occupation spatio-temporelle par l'avifaune aquatique du Lac des Oiseaux (Algérie). *Alauda* 70: 301-310.
- Houhamdi M. & Samraoui B. (2003). Diurnal behaviour of wintering Wegeon *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: 59-69.
- Houhamdi M., Bensaci E., Nouidjem Y., Bouzegag A., Saheb M. & Samraoui B. (2008). Eco-éthologie des Flamants roses *Phaenicopterus roseus* hivernants dans la Vallée de Oued Righ, Sahara oriental algérien. *Aves*, 45 (1) : 15–27.
- 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.
- Hughes B., Criado J., Delany S., Gallo-Orsi U., Green A.J., Grussu M., Perennou C. & Torres J. A. (1999). *The Status of the North American Ruddy Duck Oxyura jamaicensis in the Western Palearctic: Towards an Action Plan for Eradication*. Strasbourg: Council of Europe Publishing.
- Hughes B. & Green A.J. (2005). *White-headed Duck Oxyura leucocephala*. Pp 364-369. In : Kear J. & Hulme M (eds). *Ducks, Geese and Swans. Volume 1 : General chapters, and Species accounts (Anhimas to Salvadorina)*. Oxford University Press, Oxford.
- Hughes B., Robinson J.A., Green A. J., Li A. W. D. & Mundkur T. (2004). *International single species action plan Oxyura leucocephala*. WWT Report to Birdlife International.
- Hughes B., Robinson J. A., Green A. J., Li Z. W. D. & Mundkur T. (2006). *International single species action plan for the conservation of the White-headed Duck Oxyura leucocephala*. CMS/AEWA, Bonn, Germany.
- Huhta E., Jokimäki J. & Rahko P. (1998). Distribution and reproductive success of the Pied Flycatcher *Ficedula hypoleuca* in relation to forest patch size and vegetation characteristics; the effect of scale. *Ibis* 140: 214-222.
- Iankov P. (2007): *Atlas of Breeding Birds in Bulgaria*. Bulgarian Society for the Protection of Birds, Sofia
- Isenmann, P. & Moali A. (2000). *Birds of Algeria*. Société d'Etudes Ornithologiques de France. Paris, France
- Isenmann P., Gaultier T., El Hili A., Azafzaf H., Dlensi H. & Smart M. (2005) Oiseaux de Tunisie - *Birds of Tunisia*. Société d'études ornithologiques de France, Paris.
- İsfendiyaroglu S. (2005), *On behalf of Doga Dernegi*, Turkey.

- Jacob J.P. & Jacob A. (1980). Nouvelles données sur l'avifaune du lac de Boughzoul (Algérie). *Alauda* 48: 209–220.
- Jamieson I. G., McRae S.B., Simmons R.E. & Trewby M. (2000). High rates of conspecific brood parasitism and egg rejection in Coots and Moorhens in ephemeral wetlands in Namibia. *Auk* 117: 250-255.
- Jetz W., Sekercioglu C.H. & Böhring-Gaese K. (2008) The Worldwide Variation in Avian Clutch Size across Species and Space. *PLoS Biol* 6(12): e303. doi:10.1371/journal.pbio.0060303.
- Jimenez J. (1994). Evolución de la población de Malvasia (*Oxyura leucocephala* Gmelin, 1789) en Castilla-La Mancha. *Oxyura* 7 : 155-65.
- Johansson O.C. & Blomqvist D. (1996). Habitat selection and diet of lapwing *Vanellus vanellus* chicks on coastal farmland in SW Sweden. *J. Applied Ecology*. 33:1030-1040.
- Johnsgard P.A. & Carbonell M. (1996). Ruddy ducks & other stiff-tails. *their behavior and biology*. University of Oklahoma Press, Norman, USA. 291 p.
- Joleaud L. (1936). *Etude géologique de la région de Bone et la Calle*, 2 série: stratigraphie et description générale. Typo-litho & Jules Carbon.
- Jorde D.G., Krapu G.L., Crawford R.D. & Hay M.A. (1984) Effects of weather on habitat selection and behavior of mallards wintering in Nebraska. *Condor*, 86, 258-265.
- Kadid Y. (1989). *Contribution à l'étude de la végétation aquatique du lac Tonga*. Parc national d'El Kala. Mém d'ing . d'état en agronomie. I.N.A. Alger. 106p.
- Kaminski R.M. & Gluesing E.A. (1986) Density- and habitat-related recruitment in mallards. *Journal of Wildlife Management*, 51, 141–148.
- Kear J. (2005). *Ducks, geese and swans volume 2: species accounts (Cairina to Mergus)*. Oxford University Press, Oxford, U.K.
- Kersten M. & Visser W. (1996) The rate of food processing in the Oystercatcher: food intake and energy expenditure constrained by a digestive bottleneck. *Funct. Ecol.*, 10, 440-448.
- Tamsier A. (1974). Etho-ecological studies of Teal wintering in the Camargue (Rhône delta, France). *Wildfowl* 25: 107-117.
- Kirwan G.M. (1994). The breeding status and distribution of the White-headed Duck *Oxyura leucocephala* on the Central Plateau, Turkey. *Sandgrouse* 16ii: 66-75

- Kirwan G.M., Boyla K., Castell P., Demirci B., Ozen M., Welch H. & Marlow T. (2008). *The Birds of Turkey. The Distribution, Taxonomy and Breeding of Turkish Birds*. Christopher Helm, London.
- Klomp H. (1970). The determination of clutch size in birds. *Adrea*. 58. p.p. 1 -124.
- Korpimäki E. & Wiehn J. (1998). Clutch size of Kestrels: seasonal decline and experimental evidence for food limitation under fluctuating food conditions. *Oikos* 83: 259-272.
- Krapu G.L. & Reinecke K.J. (1992). *Foraging ecology and nutrition*. In Ecology and Management of Breeding Waterfowl (eds Batt B.D.J., Afton A.D., Anderson M.G., Ankney C.D., Johnson D.H., Kadlec J.A. & Krapu G.L), pp. 1–29. University of Minnesota Press, Minneapolis.
- Krebs, J.R. & Davies N.B. (1993) *An Introduction to Behavioural Ecology*. Blackwell Scientific, Oxford.
- Kreuzberg-Mukhina E. & Lanovenko E. (2000). White-headed Ducks at the Sudochie Wetlands, Uzbekistan. *TWSG News* 12:15.
- Krivenko V.G. (1990). *Effect of climate on the dynamics of waterfowl numbers and their ranges*. *Managing Waterfowl Populations* (ed. G.T.V. Matthews), pp. 182–186. IWRB Special Publication 12. IWRB, Slimbridge.
- Lack D. (1947). The significance of clutch size. *Ibis*. 89. p.p. 302-352.
- Lack D. (1950). The breeding season of European birds. *Ibis*. 92. p.p. 288-316.
- Lack D. (1954). *The natural regulation of animal number*. Oxford university Press.
- Lack D. (1968). *Ecological adaptations for breeding in birds*. London, Methuen.
- Lamotte J. & Bourliere A. (1969) *Problèmes d'écologie: l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres*. Edition : Masson. 151p.
- Landscape Amenagement Co. (1998). *Plan directeur de gestion du Parc National d'El Kala et du complexe des zones humides + 16 cartes au 1/25 000*. Agence nationale pour la conservation de la nature. Algérie 234 p.
- Lazli A. (2011). *Contribution à la connaissance de l'écologie et de la biologie de reproduction de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* et du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du lac Tonga*. Thèse de doctorat, Université Abderrahmane Mira de Bejaïa, 136p.
- Lazli A., Boumezbeur A., Moali-Grine N. & Moali A. (2011a). Évolution de la population nicheuse de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* sur le lac Tonga (Algérie). *Terre Vie* 66: 173–181.

- Lazli A., Boumezbeur A., Pérennou C. & Moali A. (2011b). -Biologie de la reproduction de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* au lac Tonga (Algérie). *Terre Vie* 66: 255–265.
- Lazli A., Boumezbeur A. & Moali A. (2012). Statut et phénologie de la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au lac Tonga (Algérie). *Alauda* 80: 219–228.
- Ledant J.P. & Vandijk G. (1987). Situation des zones humides algériennes et leur avifauna. *Aves*, 14 : 217-232.
- Ledant J.P., Jacobs J.P., Jacobs P., Malher F., Ochando B. & Roché J. (1981). Mise à jour de l'avifaune algérienne. *Gerfaut* 71: 295–398.
- Leirs H., Stenseth N.C., Nichols J.D., Hines J.E., Verhagen R. & Verheyen W. (1997) Stochastic seasonality and non-linear density-dependent factors regulate population size in an African rodent. *Nature*, 389, 176–180.
- Lewellen R.H. & Vessey S.H. (1998) The effect of density dependence and weather on population size of a polyvoltine species. *Ecological Monographs*, 68, 571–594.
- Li D. & Mundkur T. (2003). Status overview and recommendations for conservation of the White-headed Duck *Oxyura leucocephala* in central Asia. *Wetlands International*. Global series, 15 : 1-18.
- Li Z.W.D., Mundkur T., Kreuzberg-Mukhina E.A., Yerokhov S. & Solokha. (2005). *Conservation of the White-headed Duck Oxyura leucocephala in Central and South Asia*. Proceedings of the Global Flyway Conference, 3-8 April 2004, Edinburgh, UK.
- Loman J. (1982). A Model of Clutch Size Determination. In *Birds. Oecologia*, 52:253-257.
- Losito M. P., Mirarchi E. & Baldassare G. A. (1989). New Techniques for Timing Activity Studies of Avian Flocks in View-restricted Habitats. *Journal of Field Ornithology* 60: 388–396.
- Ludvig E., Vanicsek L., Török J. & Csörgö T. (1995). Seasonal variation of clutch size in the European Blackbird *Turdus merula*: a new ultimate explanation. *J. Anim. Ecol.* 64: 85-94.
- Lyon B.E. (1993). Conspecific brood parasitism as a flexible reproductive tactic in American Coots. *Animal Behaviour* 46: 911-928.
- Lyon B.E. (2003a). Egg recognition and counting reduce costs of avian conspecific brood parasitism. *Nature* 422: 495-499.
- Lyon B.E. (2003b). Ecological and social constraints on conspecific brood parasitism by nesting female American coots (*Fulica americana*) *J. Anim. Ecol* 72:47–60.

- Ma Ming. (2007). Distribution and breeding of White-headed Ducks in Xinjiang. *China Crane News* 11(2): 13-14.
- Maazi M.C. (1992) *Contribution de l'estimation qualitative et quantitative des Anatidés et foulques hivernants et nicheurs au Lac des Oiseaux (W: El-Tarf)*. Thèse ingénieur agronome INA. Alger. 68p
- Madsen J. & Fox A.D. (1997). The impact of hunting disturbance on waterbird populations. The concept of flyway networks of disturbance-free areas. *Gibier Faune Sauvage-Game Wildlife*, 14: 201 - 209.
- Martin T.E. (1993). Nest predation among vegetation layers and habitat types: revising the dogmas. *American Naturalist* 141: 897-913.
- Martin T.E. & Clobert J. (1996). Nest predation and avian life history evolution in Europe versus North America: a possible role of humans? *American Naturalist* 147:1028–1046.
- Martin T.E., Martin P.R., Olson C.R., Heidinger B.J. & Fontaine J.J. (2000). Parental care and clutch sizes in North and South American birds. *Science* 287:1482–1485.
- Mateo R., Green A.J., Jeske C.W., Urios V. & Gerique C. (2001). Lead poisoning in the globally threatened Marbled Teal and White-headed Duck in Spain. *Environ. Toxicol. Chem.* 20: 2860 –2868.
- Matthews G.V.T. & Evans M. (1974). On the behaviour of the White-headed Duck with special reference to breeding. *Wildfowl Trust annual report.25*, pp56-66.
- McNeil R., Drapeau P. & Goss-Custard J.D. (1992) The occurrence and adaptive significance of nocturnal habits in waterfowl. *Biol. Rev.*, 67, 381- 419.
- McRae S. B. (1997). Identifying eggs of conspecific brood parasites in the field: a cautionary note. *Ibis* 139: 701-704.
- McRae S.B. & Burke T. (1996). Intraspecific brood parasitism in the moorhen: parentage and parasite-host relationships determined by DNA fingerprinting. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 38:115–129.
- Meijer T. & Langer U. (1995). Food availability and egg-laying of captive European Starlings. *Condor* 97: 718-728.
- Metallaoui S. & Houhamdi M. (2008). Données préliminaires sur l'avifaune aquatique de la Garaet Hadj-Tahar (Skikda, Nord-Est algérien). *ABC 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). *Hydroécol. Appl* 17, 1-16, DOI: 10.1051/hydro/2010002.
- Michot T.C., Moser E.B. & Norling W. (1994). Effect of Weather and Tides on Feeding and Flock Positions of Red-heads Wintering in the Chandeleur Sound, Louisiana. *Hydrobiologia* 279/280: 263–278.
- Miller M.R. & Duncan D.C. (1999). The northern pintail in North America: status and conservation needs of a struggling population. *Wildlife Society Bulletin*, 27, 788–800.
- Møller A.P. (1991). Clutch size, nest predation, and distribution of avian unequal competitors in a patchy environment. *Ecology* 72: 1336-1349.
- MPRH/ONDPA (2004). *Fonctionnement des lacs Mellah, Oubeira, Tonga et des oiseaux*. Pp 173-250.
- Munoz-Fuentes V., Green A.J., Negro J.J. & Sorenson M.D. (2005). Population structure and loss of genetic diversity in the endangered white-headed duck, *Oxyura leucocephala*. *Conservation Genetics* 6(6): 999-1015.
- Munoz-Fuentes V., Vila C., Green A. J., Negro J. J. & Sorenson M. D. (2007). Hybridization between White-headed Ducks and introduced Ruddy Ducks in Spain. *Molecular Ecology* 16(3): 629-638.
- Munteanu D. (1995). Current status of the White-headed Duck *Oxyura leucocephala* in Romania. *TWSG News* 7:7-8.
- Nergiz H., Tabur M.A. & Ayvaz Y. (2011). Nest Site Selection and Reproductive Success of White-headed Duck (*Oxyura leucocephala* Scopoli, 1769) in the Van Lake Basin (Turkey). *The Journal of Animal and Plant Sciences* 21 (3): 546–551.
- Newton I. (1998). Population Limitation in Birds. *Academic Press, San Diego*.
- Nilsson L. (1970) Food-seeking activity of south Swedish diving ducks in the non-breeding season. *Oikos* 21: 125-154.
- Ntiamo-Baidu Y., Piersma T., Wiersma P., Poot M., Battiley P. & Gordon E. (1998) Water depth selection, daily feeding routines and diet of waterbirds in coastal lagoons in Ghana. *Ibis* 140: 89-103.
- Ozenda P. (1982). *Les végétaux dans la biosphère*. Ed. Doin, Paris, 431p.
- Paracuellos M. (2008). Effects of long-term habitat fragmentation on a wetland bird community. *Rev. Ecol. (Terre Vie)* 63: 1–12.
- Patridge, L. (1978). Habitat selection. In: J.R. Krebs and N.B. Davies (eds) *Behavioural Ecology and Evolutionary Approach, Sunderland*. P.351-376.

- Paulus S. L. (1988). *Time-activity Budgets of Non-breeding Anatidae: A Review*. In *Waterfowl in Winter*, edited by M. W. Weller, 135–152. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Perrins C. M. (1965). Population fluctuations and clutch -size in the great tit *Parus major*. *J. Anim. Ecol.* 34, 601-647.
- Perrins C. M. (1970). The timing of birds' breeding season. *Ibis* 112: 242 -255.
- Phillips V.E. (1991). Pochard *Aythya ferina* use of chironomid-rich feeding habitat in winter. *Bird Study*, 38, 123-127.
- Pirot J.Y. (1981). *Partage alimentaire et spatial des zones humides camarguaises par cinq espèces de canards de surface en hivernage et en transit*. Thèse de doctorat. Univ. Pierre et Marie Curie. 135p.
- Pirot J.Y., Chessel D. & Tamisier A. (1984) Exploitation alimentaire des zones humides de Camargue par cinq espèces de canards de surface en hivernage et en transit: modélisation spatio-temporelle. *Rev. Ecol.(Terre et Vie)* 39:167-192.
- Poulin B. & Lefebvre J. (1997) Estimation of arthropods available to birds: Effect of trapping technique, Prey distribution and bird diet. *J. Field. Ornithol.* 68: 426-442.
- Pöysä H. (1999). Conspecific nest parasitism is associated with inequality in nest predation risk in the common goldeneye (*Bucephala clangula*). *Behav. Ecol.* 10:533–540.
- Reichart L.M. (2008). *Conspecific Brood Parasitism in Ruddy Ducks (Oxyura jamaicensis)*.” PhD thesis, Washington State University.
- Reinert S.E. & Mello M.J. (1995) Avian community structure and habitat use in the Southern New England estuary. *Wetlands* 15: 9-19.
- Ricklefs R.E. (1969). An analysis of nesting mortality in birds. *Smithsonian Contributions to Zoology* 9: 1-48.
- Ricklefs R.E. (1996). *Avian energetics, ecology and evolution. Avian energetics and nutritional ecology*, ed. C. Carey, Chapman et Hall 1 -31.
- Ritschard M. & Täschler A. (2008). A recent observation of White-headed Duck *Oxyura leucocephala* at Gajaldoba Barrage, West Bengal, India. *Journal of the Bombay Natural History Society* 105(1): 95.
- Rizi H., Benyacoub S., Chabi Y. & Banbura J. (1999). Nesting and reproductive characteristics of coots *Fulica atra* breeding on two lakes in Algeria. *Ardeola* 46: 179-186.
- Robinson J.A. & Hughes B. (2006). Ferruginous Duck Action plan published. WWT, TWSG news. *The bulletin of the threatened waterfowl specialist Group*. No. 15.

- Rodewald A.D., Kearns L.J. & Shustack D.P. (2011). Anthropogenic resource subsidies decouple predator-prey relationships. *Ecological Applications* 21: 936–943.
- Rofstad G. & Sandvik J. (1985). Variation in egg size of the Hooded (*Crow corvus*) corone cornix. *Ornis Scand.* 16:38-44
- Rouag R. (1993). *Inventaire et écologie des reptiles du Parc national d'El Kala. Mémoire d'ingénieur d'état en écologie environnement*, Université de Annaba, 61p.
- Rüger A., Prentice C. & Owen M. (1986). *Results of the IWRB International Waterfowl Census 1967-1983*. IWRB Spec. Publ. 6, Slimbridge, 118 pp.
- Sage B. L. (1969). Breeding biology of Coot. *British Birds* 62: 134-143.
- Salathé T. (1987). Crow predation on coot eggs: Effect of investigation disturbance, nest cover and predation learning. *Ardea* 75: 221-229.
- Samraoui B., De Belair G. & Benyacoub S. (1992). A much threatned lake: Lac des Oiseaux (North-East Algeria). *Environnemental conservation*. 19: 264-267+276.
- Samraoui B. & de Bélair G. (1997). The Guerbes-Senhadja wetlands. Part I: An overview. *Ecologie* 28: 233–250.
- Samraoui F. & Samraoui B. (2007). The reproductive ecology of the Common Coot (*Fulica atra*) in the Hauts Plateaux, northeast Algeria. *Waterbirds* 30: 133–139.
- Samraoui B. & Samraoui F. (2008). An ornithological survey of Algerian wetlands: Important Bird Areas, Ramsar sites and threatened species. *Wildfowl* 58: 71–96.
- Samraoui F., Nedjah R., Bouchecker A., Alfarhan A. H. & Samraoui B. (2012). Breeding ecology of the Little Bittern *Ixobrychus minutus* in northeast Algeria. *Bird Study* I First, 1–8.
- Samraoui F., Alfarhan A. H. & Samraoui B. (2013). Status and breeding ecology of the Common Moorhen *Gallinula chloropus* in Algeria, *Ostrich: Journal of African Ornithology*, 84:2, 137-144.
- Sánchez M. I., Green A. J. & Dolz C. (2000). The diets of the White-headed Duck *Oxyura leucocephala*, Ruddy duck *O.jamaicensis* and their hybrds from Spain. *Bird Study* 47: 275-284.
- Schielzeth H., Lachmann L., Eichhorn G. & Heinicke T. (2003). The White-headed Duck *Oxyura leucocephala* in the Tengiz-Korgalzhyn region, central Kazakhstan. *Wildfowl* 54: 115-129.
- Schoech S. J. (1996). The effect of supplemental food on body condition and the timing of reproduction in cooperative breeder, the Florida Scrub-jay. *Condor* 98 : 234-244.
- Schoener T.W. (1974). Resources partitioning in ecological communities. *Science*, 185:27-39.

- Schricke V. (1982). Les méthodes de dénombrements hivernaux d'Anatidés et Foulques, de la théorie à la pratique. *La sauvagine et la chasse* 253: 6-11.
- Schricke V. (1990). *Modalités d'utilisation de l'espace par les canards de surface en période d'hivernage et de migration dans la baie du Mont Saint-Michel*. B.M O.N.C. n° 152. Décembre 1990, 8p.
- Sebastián-González E., Fuentes C., Ferrández M., Echevarriás J. L. & Green A. J. (2010). Habitat selection of Marbled Teal and White-headed Duck during the breeding and wintering seasons in south-eastern Spain. *Bird Conservation International* 23: 344-359.
- Sedinger J.S. (1997). Adaptations to and consequences of an herbivorous diet in grouse and waterfowl. *The Condor* 99: 314-326.
- Seltzer (1946). *Le climat d'Algérie* Trav. Inst. Météophys. Globe d'Algérie, Alger, 219p.
- Slagsvold T. (1982). Clutch Size, Nest Size, and Hatching Asynchrony in Birds: Experiments with the Fieldfare (*Turdus Pilaris*). *Ecology* 63:1389–1399.
- Souache Y. (1993). *Étude de la reproduction et du développement larvaire des odonates du Lac Tonga* Thèse de magister, Université de Annaba, 150 p.
- Spaans B., Dijk G., Der Kamp J. . & Treep F. (1976). *Les oiseaux nidificateurs des zones humides de l'est de l'Algérie, printemps 1976*. Wageningen, photocopié.
- Station météorologique d'El Kala. (2012). *Données météorologiques de la station El Kala*. (Document non publié).
- Stearns S. (1992). *The Evolution of Life Histories*. Oxford University Press, Oxford.
- Stenseth N.C., Viljugrein H., Saitoh T., Hansen T.F., Kittilsen M.O., Bølviken E. & Glöckner F. (2003) *Seasonality, density dependence, and population cycles in Hokkaido voles*. Proceedings of the National Academy of Sciences USA, 100, 11478–11483.
- Stephens D.W. & Krebs J.R. (1986). *Foraging Theory*. Princeton University Press, Princeton.
- Stevenson A.C., Skinner J., Hollis G.E. & Smart M. (1988). The El Kala National Park and environs. *Algeria: an ecological evaluation*. *Environmental Conservation* 15:335–348.
- Stutchbury B.J.M. & Morton E.S. (2008). Recent advances in the behavioral ecology of tropical birds. *The Wilson Journal of Ornithology* 120(1):26–37 .
- Tabur M. & Ayvaz Y. (2005). Birds of Lake Beyşehir (Isparta Konya). *Turk. J. Zool.* 29: 361-369.
- Tamisier A. (1972a). Rythmes nyctéméraux des Sarcelles d'hiver pendant leur hivernage en Camargue. *Alauda*. 2: 107-135.

- Tamisier A. (1972b). Rythmes nycthémeraux des Sarcelles d'hiver pendant leur hivernage en Camargue. *Alauda*, 3: 235-256.
- Tamisier A. (1972c). *Etho-écologie des Sarcelles d'hiver Anas c. crecca L. pendant son hivernage en camargue*. Thèse de doctorat. Univ. Montpellier 157p.
- Tamisier A., Dehorter O., Delprat B. & Maamouri F. (1995). *Etude pour la sauvegarde du parc national de l'Ichkeul. Le peuplement d'oiseaux d'eaux*. GIS Posidonie. BCEOM/Min. Env. Tunis, 139.
- Tamisier A. & Dehorter O. (1999) *Camargue, Canards et Foulques. Fonctionnement d'un prestigieux quartier d'hiver*. Centre Ornithologique du Gard. Nîmes. 369p.
- Tome M.W. & Wrubleski D.A. (1988). Underwater foraging behaviour of Canvasbacks, Lesser Scaups and Ruddy Ducks. *Condor*, 90, 168-172.
- Torres J.A. (1983). La reproducción de la Malvasia (*O. leucocephala*) en el sur de la provincia de Córdoba, España. *Doñana Acta. Vert.*, 10 : 123-131.
- Torres-Esquivias J.A. (2000). La population espagnole de l'Erismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) continue son accroissement. *Porphyrio*, 12(1/2): 32.
- Torres-Esquivias J.A. (2003). La población española de Malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*) veinticinco años después del mínimo de 1977. *Oxyura* 11: 5-43.
- Torres J.A., Cadenas R., Linares N., Perula M.L., Rodriguez J. & Molina M. (1982). Resultados de la reproducción de *Oxyura leucocephala* en el año 1981 en las lagunas de Zonar y el Rincón. *Doñana Acta. Vert.*, 9 : 402-403.
- Torres J.A. & Arenas R. (1985) Nuevos datos relativos a la alimentación de *Oxyura leucocephala*. *Ardeola*, 32, 127-131.
- Torres J.A., Raya C., Arenas R.M. & Moreno J.M. (1985) Estudio del comportamiento reproductivo de la Malvasia (*Oxyura leucocephala*). *Oxyura*, 2, 5-22.
- Torres J.A., Arenas R., Ayala J.M.A., Castello V. & Ordoñez F. (1989). Censo de aves acuáticas en las Zonas Húmedas del Sur de Córdoba. Datos correspondientes a 1986 y 87. *Oxyura* IV: 182-197.
- Torres J.A. & Alcalá-Zamora A. (1997). Seguimiento de la población española de Malvasía Cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*) durante los años 1996 y 1997. *Oxyura*, 9, 85-99.
- Toubal B. O. (1986). *Phytoécologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux du Massif de l'Edough (Algérie nord-orientale) : cartographie à 1/25 000 = Phytoecology, biogeography and dynamics of main plant formations in Edough Mountain (northeastern Algeria 1/25000 mapping)*. Thèse 3ème Cycle, Université de Grenoble, 111p.

- Vann-Noorwick A., Van- Balen J.H. & Scharloo W. (1981). Genitic variation in timing of reproduction in the great tit. *Oecologia (Berl)*. 49. p.p. 158-166.
- Walravens M.C. (1988). L'Erismature à tête blanche. *L'Homme et l'oiseau*, (2)' 118-12.
- Williams G.C. (1966). *Adaptation and natural selection: acritique of some current evolutionary thought*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Williams T.D. (2012). *Physiological Adaptations for Breeding in Birds*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Yom-Tov Y. (2001). An updated list and some comments on the occurrence of intraspecific nest parasitism in birds. *Ibis* 143: 133-143.
- Yom-Tov Y., Hatzofe O. & Geffen E. (2012). Israel's breeding avifauna: A century of dramatic change, *Biological Conservation* 147: 13–21.