

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 Mai 1945 GUELMA

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
ET DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

DÉPARTEMENT D'ÉCOLOGIE & GENIE DE L'ENVIRONNEMENT



## THESE

Présentée en vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat en

**SCIENCES BIOLOGIQUES**

## **THÈME**

Stationnement et écologie des Sarcelles (Anatidés) dans les zones  
humides de l'éco complexe de la vallée d'Oued Righ (Sahara Algérien)

Présenté par : M. BOUZEGAG Abdelaziz

Commission de jury :

<u>Président</u>	SOUIKI Linda (MCA)	Université de Guelma
<u>Directeur de thèse</u>	HOUHAMDI Moussa (Prof.)	Université de Guelma
<u>Examineurs</u>	MAYACHE Boualem (Prof.)	Université de Jijel
	BOUSLAMA Zihad (Prof.)	Université de Annaba
	SAHEB Menouar (MCA)	Université d'Oum El-Bouaghi
	MAAZI Mohamed-Chérif (MCA)	Université de Souk-Ahras

Année universitaire 2014/2015

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Ma famille :*

*Mes très chers parents pour leur soutien, leurs sacrifices et leur amour  
durant toutes années.*

*Mes frères : Fayçal, Lazhar et Med Ramdhane.*

*Mes soeurs Yamina et Nour.*

*Ma petite famille : ma femme et mon fils Mouad*

*Ma grand-mère Yamina qui m'encourage toujours à aller de l'avant afin de  
réaliser mes objectifs.*

*Sans oublier mes oncles, mes tantes et mes cousins surtout Samira.*

*A mes très chers amis :*

*Achour B, Chafai B, Tayeb B, Yacine N, Riadh E, Taha F, Aziz O. Reyad N,  
Azzedine B, El-Yamine G, Choayb B, Tabet S, Boubendir A, Kemoukh S, El-Afri A.  
Attoussi S, Merzoug A, Rouibi A.*

*Oncle Tabar Bensaci et sa famille (à Djamaa).*

*Oncle Amar Nouidjem et sa famille (à Oumach, Biskera)*

*Menouar Saheb et sa famille, Abdelkader Khiari et sa famille (à Oum El-Bouaghi).*

*La famille Benyahia : Bilal, Adel, Moncef (à M'sila).*

*Ismael, Farouk, khairi et à Mohamed dit El-hadj blendi de l'O A I C d'El-Hadjar.*

*A toutes les personnes qui m'aiment et que j'aime.*

## **Remerciements**

*Je remercie le bon Dieu miséricordieux de m'avoir aidé à réaliser ce travail.*

*C'est pour moi un grand honneur que le jury soit présidé par M<sup>me</sup> Linda SOUIKI Maitre de conférences, Université de Guelma. Je lui exprime toute ma gratitude pour avoir apporté une attention particulière à ce travail.*

*A celui qui m'a orienté, aidé et encouragé tout le temps pour la réalisation de ce travail, le Pr. Moussa HOUHAMDI, malgré un emploi du temps toujours chargé. Je l'en remercie vivement et qu'il veuille trouver ici l'expression de mon profond respect, ma reconnaissance et mon attachement. Tous les mots ne peuvent exprimer ma profonde gratitude.*

*Je remercie notamment Mme Zihed BOUSLAMA : Professeur, Université Badji Mokhtar, Annaba, d'être rapporteur du présent travail.*

*Je remercie également Messieurs Boualem Mayache, Professeur à l'université de Jijel, M. Menouar SAHEB: Maitre de conférences, Université d'Oum El-Bouaghi, et M. Mouhamed cherif MAAZI Maitre de conférences, université de Souk Ahras, qui partagent la même passion pour les oiseaux, d'eau et les zones humides, d'avoir accepté de faire partie de ce jury de thèse.*

*Je tiens aussi à remercier M. Patrick Triplet (syndicat mixte baie de somme. Abbeville. France) pour leur aide et ses conseils et recommandations précieuses.*

*A toute l'équipe oiseaux d'eau du laboratoire de recherche Eau, Santé et Environnement dirigée par le Pr. Houhamdi Moussa, Université du 08 Mai 1945 de Guelma qui a fait de la découverte, de la conservation et de la préservation des zones humides algériennes son cheval de bataille : Guergueb El-Yamine, Bounab Choayb, Brahmia Hafid, Zeraoula Ali, , Merzoug Abdelghani, Seif- Eddine Merzoug, Atoussi Sadek, ...etc.*

*A tous les membres de l'association ECOLOGIA pour la préservation des zones humides et l'Environnement. Djamaa, El Oued.*

*A tous mes collègues Bensaci Etyeb, Noudjem Yacine, Guergueb El-Yamine, Telailia Azzedine, Tabet Slimane Boubendir Abdelhafid, Moumni Yacoub, Elafri Ali ...etc.*

*A tous mes amis: Achour Bouzegag, Taha Fézai, Ryade Elayadi ...etc.*

*A tous les collègues, enseignants chercheurs et responsables de Centre universitaire de Mila et Guelma en particulier ceux du Faculté des Sciences.*

*A tous ceux qui m'ont aidé de près où de loin dans la réalisation de ce travail.*

### Liste des tableaux

<b>N°</b>	<b>Intitulé</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	Données météorologiques de la station de Touggourt (1994 -2009)	<b>31</b>
<b>2</b>	Nombre maximal de Sarcelles d'hiver observé dans les principaux sites de la vallée de Oued Righ.	<b>42</b>
<b>3</b>	Nombre maximal de Sarcelles marbrées observé dans les principaux sites de la vallée d'Oued Righ.	<b>61</b>

## Liste des figures

N°	Intitulé	Page
<b>1</b>	Les principaux types de zones humides rencontrées sur un bassin-versant	<b>08</b>
<b>2</b>	Principaux flux hydrologiques observés au sein d'une zone humide de bas fond	<b>10</b>
<b>3</b>	Profil schématique des nappes artésiennes d'Oued Righ.	<b>24</b>
<b>4</b>	Situation géographique des zones humides de la Vallée de Oued Righ	<b>27</b>
<b>5</b>	Diagramme ombrothermique (Bagnouls et Gausson) de la région d'Oued Righ (1994-2009)	<b>32</b>
<b>6</b>	Situation de la région d'Oued Righ dans le climagramme d'Emberger	<b>33</b>
<b>7</b>	Fluctuation des effectifs de la Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> au niveau de l'éco-complexe de la vallée d'Oued Righ durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>40</b>
<b>8</b>	Variations inter-annuelles des effectifs de la sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> au niveau de l'éco complexe de la vallée d'Oued Righ durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>40</b>
<b>9</b>	Fluctuation des effectifs de la Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> au niveau du Lac Oued Khrouf durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>42</b>
<b>10</b>	Variations inter-annuelles des effectifs de la Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> au niveau du lac Oued Khrouf durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>44</b>
<b>11</b>	Distribution spatiale de la Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> dans le lac d'Oued Khrouf	<b>46</b>
<b>12</b>	Fluctuation des effectifs de la Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> au niveau du lac Ayata durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>47</b>
<b>13</b>	Variations inter-annuelles des effectifs de la Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> au niveau du lac Ayata durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>47</b>
<b>14</b>	Distribution spatiale de la Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> dans le lac Ayata	<b>49</b>
<b>15</b>	Fluctuation des effectifs de la Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> au niveau du Chott Tindla durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>50</b>
<b>16</b>	Variations inter-annuelles des effectifs de la Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> au niveau du Chott Tindla durant les quatre saisons d'hivernage durant (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>51</b>
<b>17</b>	Distribution spatiale de la Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> dans le Chott Tindla	<b>51</b>
<b>18</b>	Fluctuation des effectifs du Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> au niveau du lac El-Hamraia durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>53</b>
<b>19</b>	Variations inter-annuelles des effectifs de la Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> au niveau du lac El-Hamraia durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>53</b>
<b>20</b>	Distribution spatiale de la Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> dans le lac El-Hamraia	<b>54</b>

<b>21</b>	Fluctuation des effectifs du Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> au niveau du lac Sidi Slimane durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>56</b>
<b>22</b>	Variations inter-annuelles des effectifs de la Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> au niveau du lac Sidi Slimane durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>56</b>
<b>23</b>	Distribution spatiale de la Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> dans le lac Sidi Slimane	<b>57</b>
<b>24</b>	Fluctuation des effectifs du Sarcelle marbrée <i>Marmaronetta angustirostris</i> au niveau de l'éco-complexe de la vallée d'Oued Righ durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>60</b>
<b>25</b>	Variations inter-annuelles des effectifs de la Sarcelle marbrée <i>Marmaronetta angustirostris</i> au niveau de l'éco complexe de la vallée d'Oued Righ durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>60</b>
<b>26</b>	Fluctuation des effectifs de la Sarcelle marbrée <i>Marmaronetta angustirostris</i> au niveau du lac d'Oued Khrouf durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>63</b>
<b>27</b>	Variations inter-annuelles des effectifs de la Sarcelle marbrée <i>Marmaronetta angustirostris</i> au niveau du lac d'Oued Khrouf durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>64</b>
<b>28</b>	Distribution spatiale de la Sarcelle Marbrée <i>Marmaronetta angustirostris</i> dans le lac d'Oued khrouf	<b>64</b>
<b>29</b>	Fluctuation des effectifs de la Sarcelle marbrée marbrée <i>Marmaronetta angustirostris</i> au niveau du lac Ayata durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>66</b>
<b>30</b>	Variations inter-annuelles des effectifs de la Sarcelle marbrée <i>Marmaronetta angustirostris</i> au niveau du lac Ayata durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>66</b>
<b>31</b>	Distribution spatiale de la Sarcelle Marbrée <i>Marmaronetta angustirostris</i> dans le lac Ayata	<b>67</b>
<b>32</b>	Fluctuation des effectifs de la Sarcelle marbrée <i>Marmaronetta angustirostris</i> au niveau du Chott Tindla durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>69</b>
<b>33</b>	Variations inter-annuelles des effectifs de la Sarcelle marbrée <i>Marmaronetta angustirostris</i> du Chott Tindla durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>69</b>
<b>34</b>	Distribution spatiale de la Sarcelle Marbrée <i>Marmaronetta angustirostris</i> dans le Chott Tindla	<b>70</b>
<b>35</b>	Fluctuation des effectifs de la Sarcelle marbrée <i>Marmaronetta angustirostris</i> au niveau du lac El-Hamraia durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>72</b>
<b>36</b>	Variations inter-annuelles des effectifs de la Sarcelle marbrée <i>Marmaronetta angustirostris</i> au niveau du lac El-Hamraia durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>72</b>
<b>37</b>	Distribution spatiale de la Sarcelle Marbrée <i>Marmaronetta angustirostris</i> dans le lac El-Hamraia	<b>73</b>
<b>38</b>	Fluctuation des effectifs du Sarcelle marbrée <i>Marmaronetta angustirostris</i> au niveau du lac Sidi Slimane durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>74</b>

<b>39</b>	Variations inter-annuelles des effectifs de la Sarcelle marbrée <i>Marmaronetta, angustirostris</i> au niveau du lac Sidi Slimane durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>75</b>
<b>40</b>	Distribution spatiale de la Sarcelle Marbrée <i>Marmaronetta, angustirostris</i> dans le lac Sidi Slimane	<b>75</b>
<b>41</b>	Fluctuation des effectifs du Sarcelle d'été <i>Anas querquedula</i> au niveau de l'éco-complexe de la vallée d'Oued Righ durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>77</b>
<b>42</b>	Variations inter-annuelles des effectifs de la Sarcelle d'été <i>Anas querquedula</i> au niveau de l'éco-complexe de la vallée d'Oued Righ durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013)	<b>77</b>
<b>43</b>	Variations inter-annuelles des effectifs de la Sarcelle d'été <i>Anas querquedula</i> au niveau du lac Ayata durant les saisons d'hivernage (2009/2010 ; 2011/2012 ; 2012/2013)	<b>79</b>
<b>44</b>	Variations inter-annuelles des effectifs de la Sarcelle d'été <i>Anas querquedula</i> au niveau du lac d'Oued Khrouf durant les saisons d'hivernage (2009/2010; 2011/2012; 2012/2013)	<b>79</b>
<b>45</b>	Variation inter annuelle des effectifs de la Sarcelle d'été <i>Anas querquedula</i> au niveau de la El Hamraia durant les saisons d'hivernage (2009/2010 ; 2011/2012 ; 2012/2013)	<b>80</b>
<b>46</b>	Distribution spatiale de la Sarcelle d'été <i>Anas querquedula</i> dans le lac Ayata	<b>80</b>
<b>47</b>	Distribution spatiale de la Sarcelle d'été <i>Anas querquedula</i> dans le lac d'Oued Khrouf	<b>81</b>
<b>48</b>	Distribution spatiale de la Sarcelle d'été <i>Anas querquedula</i> dans le lac El-Hamraia	<b>81</b>
<b>49</b>	Variations bimensuelles du rythme des activités diurnes de la Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> dans l'éco-complexe de la vallée d'Oued Righ	<b>84</b>
<b>50</b>	Pourcentage des différentes activités diurnes de la Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> dans l'éco-complexe de la vallée d'Oued Righ	<b>84</b>
<b>51</b>	Variations bimensuelles du rythme des activités diurnes de la Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> dans lac d'Oued khrouf durant les saisons d'hivernage (2009/2010 ; 2011/2012)	<b>86</b>
<b>52</b>	Pourcentage des différentes activités diurnes de la Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> dans lac d'Oued Khrouf durant les saisons d'hivernage (2009/2010 ; 2011/2012)	<b>87</b>
<b>53</b>	Bilan des activités diurnes de la Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> au niveau de lac d'Oued Khrouf durant les saisons d'hivernage (2009/2010 ; 2011/2012)	<b>88</b>
<b>54</b>	Plan factoriel 1x2 de l'AFC des rythmes des activités diurnes de la Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> hivernante dans le lac d'Oued Khrouf. Axes d'inertie : 0.79, 0,12, 0,03. Durant les saisons d'hivernage 2009/2010; 2011/2012.	<b>90</b>
<b>55</b>	Variations bimensuelles du rythme des activités diurnes de la Sarcelle marbrée <i>Marmaronetta angustirostris</i> dans l'éco-complexe de la vallée d'Oued Righ	<b>93</b>
<b>56</b>	Pourcentage des différentes activités diurnes de la Sarcelle marbrée <i>Marmaronetta angustirostris</i> dans l'éco-complexe de la vallée d'Oued Righ	<b>93</b>
<b>57</b>	Variations bimensuelles du rythme des activités diurnes de la Sarcelle marbrée <i>Marmaronetta angustirostris</i> dans le lac El-Hamraia durant les saisons d'hivernage (2009/2010;2011/2012)	<b>96</b>

<b>58</b>	Pourcentage des différentes activités diurnes de la Sarcelle marbrée <i>Marmaronetta angustirostris</i> dans lac El-Hamraia durant les saisons d'hivernage (2009/2010;2011/2012)	<b>96</b>
<b>59</b>	Bilan des activités diurnes de la Sarcelle marbrée <i>Marmaronetta angustirostris</i> au niveau du lac El-Hamraia durant les saisons d'hivernage (2009/2010 ; 2011/2012)	<b>97</b>
<b>60</b>	Plan factoriel 1x2 de l'AFC des rythmes des activités diurnes de la Sarcelle marbrée <i>Marmaronetta angustirostris</i> hivernante dans le lac El-Hamraia. Axes d'inertie: 0,76, 0,18, 0,02. Durant les saisons d'hivernage 2009/2010 et 2011/2012.	<b>99</b>
<b>61</b>	Variations bimensuelles du rythme des activités diurnes de la Sarcelle d'été <i>Anas querquedula</i> dans l'éco-complexe de la vallée d'Oued Righ	<b>101</b>
<b>62</b>	Pourcentage des différentes activités diurnes de la Sarcelle d'été <i>Anas querquedula</i> dans l'éco-complexe de la vallée d'Oued Righ	<b>102</b>
<b>63</b>	Variations journalières du rythme des activités diurnes de la Sarcelle d'été <i>Anas querquedula</i> dans le lac d'Oued Khrouf	<b>104</b>
<b>64</b>	Pourcentage des différentes activités diurnes de la Sarcelle d'été <i>Anas querquedula</i> dans le lac d'Oued Khrouf	<b>104</b>
<b>65</b>	Bilan journalière des activités diurnes de la Sarcelle d'été <i>Anas querquedula</i> au niveau du lac d'Oued Khrouf durant les mois de mars 2012 et mars 2013	<b>105</b>

## Sommaire

<b>Introduction</b>	1
<b>Chapitre I: Synthèse bibliographique sur les zones humides</b>	
1. les zones humides	4
1.1. Du point de vue scientifique	4
1.2. Du point de vue législatif	9
2. Fonctions des zones humides	9
2.1. Les fonctions hydrologiques	9
2.2. Les fonctions biogéochimiques	10
2.3. Les fonctions écologiques	10
3. Valeurs des zones humides	11
4. Les principales zones humides de Sahara algérien	11
4.1. Les deux gueltates d'Issakarassene (wilaya de Tamanrasset)	12
4.2. Les Oasis de Tamentit et Sid Ahmed Timmi (wilaya d'Adrar)	12
4.3. Chott Merounane et Oued Khrouf (wilaya d'El Oued)	13
4.4. Les Oasis de Ouled Said (wilaya d'Adrar)	13
4.5. La Vallée d'Iherir (wilaya d'Illizi)	14
4.6. Gueltates d'Affilal (wilaya de Tamanrasset)	15
4.7. Chott Melghir (wilayas d'El Oued et de Biskra)	15
4.8. Oasis de Moghrar et Tiout (wilaya de Nâama)	16
4.9. Cirque d'Aïn Ouarka (wilaya de Nâama )	17
4.10. Oglat Edaïra ou Lac de Aïn Ben Khelil (wilaya de Naâma)	17
4.11. Sebkheth El Meleh (Lac d'El Goléa, Ghardaïa)	18
4.12. Chott Oum Raneb (wilaya de Ouargla)	19
4.13. Chott Sidi Slimane (wilaya d' Ouargla)	19
4.14. Chott Aïn El Beïda (wilaya d' Ouargla)	20
<b>Chapitre II : Description du site d'étude</b>	
1. Généralités sur la vallée d'Oued Righ	21
1.1. Les sols	22
1.2. Hydrologie	22
1.2.1. Le complexe terminal (TC)	22
1.2.2. Le continental intercalaire (CI)	23
1.3. Cadre biotique	24
1.3.1. La flore	24
1.3.2. L'avifaune	25
1.3.3. Vertébrés	25
2. Les principales zones humides de la vallée de Oued Righ	25
2.1. Chott Melghir	26
2.2. Chott Hamraia-1	26
2.3. Chott Hamraia-2	28
2.4. Chott Merouane	28
2.5. Lac de Oued Khrouf	29
2.6. ChottTindla	29
2.7. ChottTiguedidine	29
2.8. Lac El Merara	30
2.9. Lac Ayata (Sidi Amrane)	30
3. Climatologie	31

### Chapitre III : Matériel et méthodes

1. Dénombrement des oiseaux, buts et raisons	34
2. Techniques de dénombrement des oiseaux d'eau	34
2.1. Méthode utilisée lors de notre étude	34
2.2. Fréquence d'échantillonnage	35
2.2.1. Matériel utilisé	35
2.2.2. Choix des postes d'observation	35
2.2.3. Espèces concernées par notre travail	36
2.3. Distribution spatiale des Anatidés au niveau des sites de la vallée	36
2.4 Etude des rythmes d'activités des Anatidés	36
2.4.1 - Méthodes Pratiquées	36
2.4.1.1 – Méthode FOCUS	36
2.4.1.2 – Méthode SCAN	37
2.5. Analyse statistique des données	38

### Chapitre IV : Résultats et discussion

1 Evolution des effectifs globaux du Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> dans l'ensemble des zones humides de l'éco-complexe de la vallée d'Oued Righ	39
1.1. Evolution spatio-temporelle des effectifs du Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> dans les principales zones humides de la vallée d'Oued Righ	43
1.1.1. Lac d'Oued Khrouf	43
1.1.2. Lac Ayata	46
1.1.3. Chott Tindla	49
1.1.4. Lac El-Hamraia	52
1.1.5. Lac Sidi Slimane	54
2. Evolution des effectifs globaux de la Sarcelle marbrée <i>Marmaronetta aungustirostris</i> dans l'ensemble des zones humides de l'éco-complexe de la vallée d'Oued Righ	58
2.1. Evolution spatio-temporelle des effectifs du Sarcelle marbrée <i>Marmaronetta aungustirostris</i> dans les principales zones humides de la vallée d'Oued Righ	62
2.1.1. Lac d'Oued Khrouf	62
2.1.2. Lac Ayata	65
2.1.3. Chott Tindla	67
2.1.4. Lac El-Hamraia	70
2.1.5. Lac Sidi Slimane	73
3. Evolution des effectifs globaux de la Sarcelle d'été <i>Anas querquedula</i> dans l'ensemble des zones humides de l'éco-complexe de la vallée d'Oued Righ	76
3.1. Evolution spatio-temporelle des effectifs de la Sarcelle d'été <i>Anas querquedula</i> dans les principales zones humides de la vallée d'Oued Righ	78
4. Etude du rythme d'activités diurnes des Sarcelles d'hiver <i>Anas crecca</i>	82
4.1. Etude du rythme des activités diurnes des Sarcelles d'hiver <i>Anas crecca</i> dans lac d'Oued Khrouf	85
4.2. Analyse statistique des données de rythme d'activités diurnes de la Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> hivernante dans lac d'Oued Khrouf.	89
5. Etude du rythme d'activités diurnes des Sarcelles marbrée <i>Marmaronetta aungustirostris</i>	91
5.1. Etude du rythme des activités diurnes des Sarcelles marbrée <i>Marmaronetta aungustirostris</i> dans lac El-Hamraia	94
5.2. Analyse statistique des données des rythmes des activités diurnes de la Sarcelle marbrée <i>Marmaronetta aungustirostris</i> hivernante dans lac El-Hamraia	98

6. Etude du rythme des activités diurnes des Sarcelles d'été <i>Anas querquedula</i>	100
4.1. Etude du rythme des activités diurnes des Sarcelles d'été <i>Anas querquedula</i> dans lac d'Oued Khrouf	102
<b>Conclusion</b>	107
<b>Références bibliographiques</b>	110
<b>Résumé</b>	



# Introduction

## **Introduction**

Notre pays situé dans le Paléarctique occidental (sud de la Méditerranée) est connu pour sa biodiversité biologique, écologique et génétique et abrite presque tous les habitats écologiques et recèle un patrimoine très varié de zones humides.

L'Algérie est, comme la majorité des pays du bassin méditerranéen, riche en zones humides de grandes valeurs écologiques, sociales et économiques (ISENMANN & MOALI, 2000). Avec une superficie de 2 400 000 km<sup>2</sup> il représente le premier pays africain. Il s'étend sur environ 18 degrés de latitude (1985 km) et un peu plus de 20 degrés de longitude (2 080 km) et constitue un immense trait d'union entre la Méditerranée et l'Afrique sahélienne grâce au Sahara qui représente les quatre cinquièmes de sa surface (ISENMANN & MOALI, 2000) et possède une grande diversité de climats (BOULAKHSSAIM, 2008) avec un gradient latitudinal distinct, de sub-tropical dans la partie côtière nord-est du pays à semi-aride dans les Hauts Plateaux et un climat aride à travers le Sahara (SAMRAOUI & SAMRAOUI, 2008).

Ces zones humides, en tant que ressources naturelles, présentent des intérêts scientifiques, économiques et esthétiques. Elles sont d'une grande importance pour les programmes de recherche et pour la conservation biologique.

La diversité biologique des zones humides situées en zones arides (chotts, sebkhas, gueltas et oasis) en fait des réservoirs d'eau importants pour les communautés locales et qui accueillent plusieurs centaines de milliers d'oiseaux sédentaires et migrateurs (DGF, 2001).

Le Sahara algérien qui s'étend sur les 2/3 de la superficie du pays avec plus de 2 millions de km<sup>2</sup>, recèle d'importantes ressources en eau souterraines emmagasinées dans les deux grands aquifères du Continental Intercalaire (CI) et du Complexe Terminal (CT). L'eau de surface y est rare et insignifiante, elle est éphémère et se limite seulement dans les zones de Sebkhass, Chotts, Gueltas situées généralement dans les bas fonds des bassins endoréiques auprès des oasis. La superficie globale des zones humides recensées à travers les limites du territoire du CI et CT est de 934 000 ha. Cette surface ne représente que 1,3 % de la superficie totale du Sahara septentrional. Ces zones constituent un lieu d'habitat important pour l'avifaune migratrice de la Méditerranée vers le Sahara notamment en période d'hiver. Malheureusement, ces zones ne sont pas protégées et connaissent une dégradation continue de leur milieu naturel par le rejet des eaux usées, le dépôt de débris et gravats, ce qui constitue une sérieuse menace pour la diversité biologique.

La vallée de Oued Righ est une grande oasis nord saharienne (HOUHAMDI et *al.*, 2008) située à l'extrémité méridionale du Paléarctique occidental (BENSACI et *al.*, 2010). Elle fait partie de l'East flyway (SAMRAOUI & SAMRAOUI, 2008) et est constituée de nombreux hydro-systèmes qui, par leur diversité, jouent un rôle important dans le maintien de l'avifaune aquatique (BOUZEGAG, 2008). Malgré le fait connu qu'assuraient ces zones humides pour l'hivernage des oiseaux d'eau et le rôle important dans le transit des oiseaux migrateurs, elles restent sous-estimées à cause du peu d'études réalisées sur ces zones humides qui se résument à quelques mémoires d'initiation à la recherche (ingéniorats et magisters).

Les quelques études écologiques furent initiées par les chercheurs du laboratoire de recherche des zones humides (Université de Annaba), et ont montré que le statut de l'avifaune aquatique mérite une mise à jour et que cet éco-complexe joue un rôle très important dans les processus vitaux entretenant des cycles hydrologiques et accueillant des milliers d'oiseaux d'eau migrateurs du Paléarctique.

Du point de vue socio-économique cette vallée oasisienne est à vocation agricole avec la dominance de phœniculture qui produit plus de 19 000 tonnes de dattes/an, et le sel de table extrait par l'ENASEL dans le Chott Merouane qui est considéré comme la première mine en Afrique avec une production annuelle moyenne de 100 000 tonnes de sel/an.

Cette région est surtout connue par la présence de flamants roses et les gens sont fascinés par cette espèce et sa présence sur les zones humides sahariennes a motivé la protection juridique de la vallée d'Oued Righ (BENSACI et *al.*, 2010). L'espèce est protégée dans une grande partie des zones humides dans lesquelles elle se trouve (JOHNSON & CEZILLY, 2007).

Nous abordons dans ce travail et pour la première fois au Sahara algérien la dynamique et l'écologie (occupation spatio-temporelle et comportement diurne) de trois espèces d'Anatidés, la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris*, la Sarcelle d'hiver *Anas crecca* et la Sarcelle d'été *Anas querquedula* dans l'éco-complexe de zones humides de cette vallée.

Ce travail comporte quatre chapitres interdépendants :

- ❖ Le Chapitre I présente une synthèse bibliographique sur les zones humides (éléments de définition, fonctions, valeurs et typologie) et rassemble les données bibliographiques des principales zones humides du Sahara algérien et nous présentons

avec précision leur superficie ainsi que leurs critères de classification comme site Ramsar.

- ❖ Le Chapitre II est réservé à la description de l'éco-complexe la Vallée d'Oued Righ, et des sites d'étude : pédologie, hydrologie, climatologie, géographie et cadre biotique (faune et flore).
  
- ❖ Le Chapitre III décrit le matériel et la méthodologie suivie pour la réalisation de ce travail entre autres les techniques de dénombrements, d'occupation spatio-temporelle et l'étude des rythmes d'activités diurnes des Sarcelles.
  
- ❖ Le Chapitre IV expose la phénologie, l'évolution des effectifs des Sarcelles et les rythmes d'activités diurnes en corrélation avec une analyse sur leurs stratégies d'hivernage dans notre site d'étude. interprétation, exploitation des résultats etc....

Nous terminons par une conclusion élaborée à partir des résultats obtenus.

Chapitre I:  
Synthèse bibliographique  
sur les zones humides

## Éléments de définition

### 1. Les zones humides

La présence de zones humides est conditionnée par les caractéristiques géomorphologiques et géologiques d'une région. Ces milieux sont structurés par l'hydrodynamique, qui contrôle leur fonctionnement et leur dynamique. Les flux d'eau, les niveaux d'eau et leurs périodicités révèlent les conditions d'hydromorphie du sol et les réponses des organismes vivants, en particulier de la végétation. Ces conditions font des zones humides des milieux très diversifiés, singuliers et variables dans le temps et l'espace (Fig.1). Cette variabilité pose une difficulté quant à leur définition, tant d'un point de vue scientifique que législatif (BARNAUD & FUSTEC, 2007).

#### 1.1. De point de vue scientifique

Si des caractéristiques générales de bon nombre de zones humides sont plus ou moins aisées à quantifier, une définition précise de zone humide est toujours en débat et sujette à controverse. Néanmoins, la nécessité de définir ce terme, traduction littérale de *wetland*, lui-même d'usage récent dans ces pays anglophones, est apparue indispensable pour faciliter la communication ainsi que l'application des conventions et réglementations sur ces milieux. Au début des années 90, Dugan (1993) estimait déjà à plus de 50 les définitions générales utilisées de par le monde (RAPINEL, 2012).

La première définition internationale acceptée est celle établie lors de la convention de Ramsar en 1971. Les zones humides y sont définies comme : « *des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eaux marines dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres* ». Cette définition reste la référence à l'échelle mondiale car reconnue par un grand nombre d'États. Elle est aujourd'hui retenue pour la protection des oiseaux car la présence d'eau leur est importante. Cependant, cette définition repose uniquement sur le critère de présence d'eau et pose des problèmes de délimitation en raison de la variabilité spatio-temporelle de ce critère. Le groupe intersectoriel sur les zones humides créé en 1970 qui comprend toutes les agences gouvernementales pertinentes et tous les acteurs clés, admet que l'expression «zone humide», d'utilisation récente, a été rapidement acceptée, mais sans accord unanime sur son extension. Ce groupe définit les terres humides comme « *des habitats dans lesquels le plan d'eau salée*

ou douce est situé à la surface du sol ou à proximité de cette surface, et qui supportent une végétation adaptée à un engorgement plus ou moins continu». Ce texte précise quelque peu la définition de Ramsar en ajoutant le critère de végétation mais qui reste assez flou « végétation adaptée ». Ces deux définitions se veulent très globales afin de prendre en compte la diversité des milieux humides à l'échelle mondiale. Mais ces définitions trop larges engendrent des difficultés de délimitation en raison de la spécificité de chaque site. (RAPINEL, 2012)

Par la suite, les experts scientifiques du Programme Biologique International (PBI), qui ont considéré la végétation comme un bon témoin des conditions du milieu, représentant les producteurs primaires et déterminant largement la structure de l'écosystème ont proposé la définition suivante : « *Toute zone de transition entre les systèmes terrestres et aquatiques où la nappe phréatique est proche de la surface du sol, où dans laquelle cette surface est recouverte d'eau peu profonde, de façon permanente ou temporaire. Une zone humide est une zone dominée par des plantes herbacées particulières, dont la production se situe surtout au-dessus du niveau de l'eau tandis qu'elles reçoivent des quantités d'eau qui seraient excessives pour la plupart des végétaux supérieurs présentant des organes aériens* ». Même si elle prend en compte le critère de végétation, cette définition ne considère que la végétation de type herbacée et omet les strates ligneuses. Une fois encore la définition reste floue et permet d'identifier globalement les zones humides sans pouvoir procéder à une délimitation précise (RAPINEL, 2012).

Les scientifiques canadiens ont quant à eux proposé une définition basée sur les caractéristiques abiotiques ou biotiques du milieu, publiée en 1979 dans le Canadian Wetland Registry : « *Une zone humide est définie comme un terrain ayant un sol soit avec la nappe phréatique proche ou à la surface, soit saturé pendant une période assez longue pour permettre le développement de processus caractéristiques de zones humides ou aquatiques se traduisant par la présence de sols hydromorphes, d'une végétation d'hydrophytes et d'activités biologiques variées adaptées à un environnement mouillé* ». Cette définition présente l'intérêt de prendre en compte le critère de sol hydromorphe qui est invariant et qui facilite la démarche de délimitation. En 1987, le Comité canadien de la classification écologique du territoire et son groupe de travail national sur les terres humides ont défini les terres humides comme : « *des terres saturées d'eau assez longtemps pour favoriser les processus de milieux humides ou aquatiques: sols mal drainés, végétation hydrophyte et diverses formes d'activités biologiques **adaptées** à ce milieu* ». Selon cette définition, les terres humides peuvent être des tourbières, des sols minéraux gorgés d'eau, des plans d'eau d'une

profondeur inférieure à 2 mètres ou des sols minéraux modifiés mais initialement saturés en eau. Cette définition se focalise sur les milieux les plus humides et omet les secteurs où l'hydrodynamique est moins marquée, comme les prairies mésohygrophiles (RAPINEL, 2012).

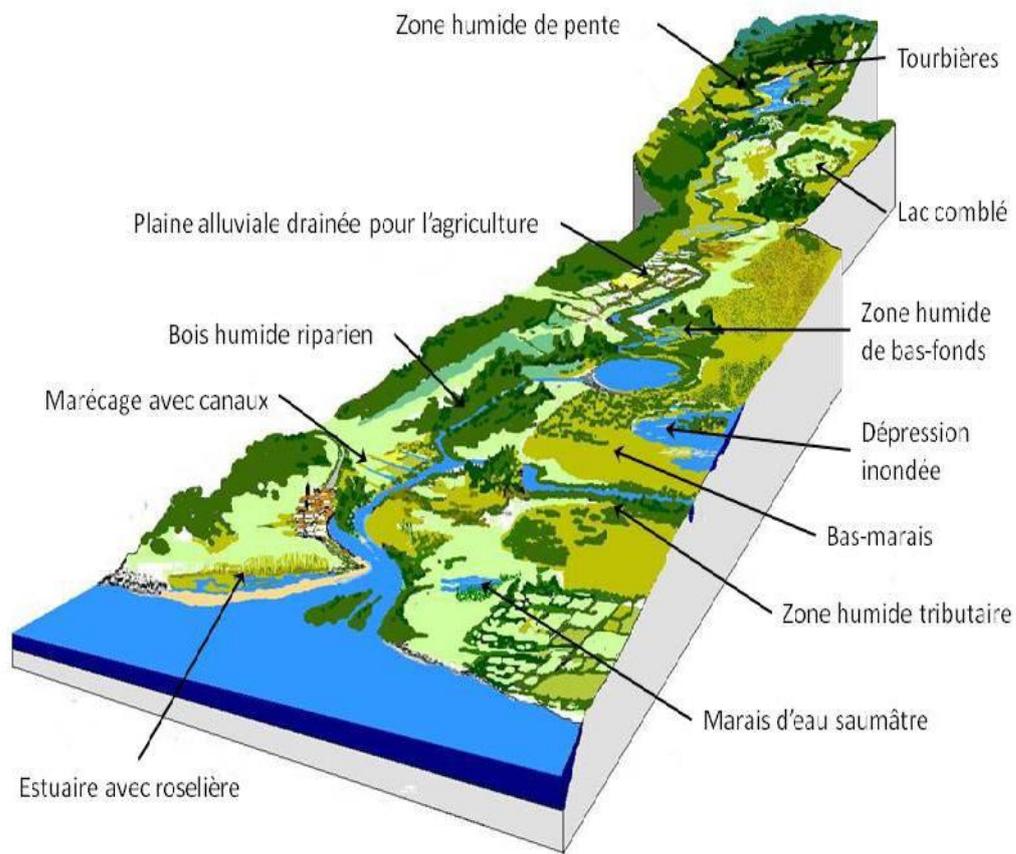
Aux États-Unis, le National Research Council a élaboré en 1995 une définition de la zone humide reposant sur trois facteurs : l'eau, le sol et la diversité biologique. *Une zone humide est un écosystème qui dépend de l'inondation peu profonde, constante ou récurrente ou de la saturation du substrat, à la surface ou à proximité de celle-ci. Les caractéristiques essentielles minimales d'une zone humide sont l'inondation soutenue, récurrente ou la saturation à la surface ou à proximité de celle-ci ainsi que la présence de caractéristiques physiques, chimiques et biologiques reflétant ce type d'inondation ou de saturation. Les caractéristiques communes du diagnostic des zones humides sont les sols hydromorphes et la végétation hydrophyte. Ces caractéristiques doivent être présentes, sauf là où des facteurs spécifiques physicochimiques, biotiques ou anthropogéniques les ont éliminées ou ont empêché leur développement.*

Cette définition souligne le rôle prépondérant du facteur hydrologique sur l'état du sol, de la végétation et du fonctionnement des écosystèmes des milieux humides. Elle prend en considération les zones humides dégradées par les actions anthropiques. Mais ce texte reste flou quant à la définition des sols hydromorphes et de la végétation hydrophyte (RAPINEL, 2012).

En France, lors de la phase de préparation de la loi sur l'eau de 1992, le Ministère de l'Environnement a demandé au Muséum National d'Histoire Naturelle de lui soumettre une définition scientifique des zones humides. Le texte suivant est alors proposé en 1990 : « *Les zones humides se caractérisent par la présence, permanente ou temporaire, en surface ou à faible profondeur dans le sol, d'eau disponible douce, saumâtre ou salée. Souvent en position d'interface, de transition, entre milieux terrestres et milieux aquatiques proprement dits, elles se distinguent par une faible profondeur d'eau, des sols hydromorphes ou non évolués, et/ou une végétation dominante composée de plantes hygrophiles au moins pendant une partie de l'année. Enfin, elles nourrissent et/ou abritent de façon continue ou momentanée des espèces animales inféodées à ces espaces. Les zones humides correspondent aux marais, marécages, fondrières, fagnes, pannes, roselières, tourbières, prairies humides, marais agricoles, étangs, bras-morts, grèves à émerision saisonnière, vasières, lagunes, prés salés, marais salicoles, sansouïres, rizières, mangroves, etc. Elles se trouvent en lisière de sources, de ruisseaux, de*

*lacs, de bordures de mer, de baies, d'estuaires, dans les deltas, dans les dépressions de vallée ou dans les zones de suintement à flanc de collines* ». Cette définition sera en partie reprise dans la loi sur l'eau de 1992. Elle englobe plus généralement les milieux aquatiques. Mais elle ne précise pas la profondeur maximale ce qui ne permet pas de borner les zones humides vers l'eau profonde et permanente. Elle intègre aussi la notion d'habitat pour la faune. Une fois encore, cette définition permet de situer globalement les zones humides sans pour autant pouvoir les délimiter précisément. (RAPINEL, 2012)

A l'échelle de l'Union Européenne, plusieurs programmes de recherche ont été mis en œuvre (FAEWE, PROTOWET, EVALUWET...) pour améliorer les connaissances sur le fonctionnement des zones humides et mettre en place une démarche opérationnelle d'évaluation des fonctions hydrologiques, biogéochimiques et écologiques. Le programme EVALUWET propose une définition fonctionnelle de la zone humide, reprise dans la Directive Cadre Eau : *« Les zones humides sont des écosystèmes variés dont les fonctions hydrologiques, biogéochimiques et écologiques résultent de différentes sources et modalités spécifiques liées aux inondations et/ou à la saturation en eau et à leur périodicité. Elles se développent dans un large éventail de paysages, à compter d'une profondeur (hauteur) d'eau permanente ou temporaire inférieure à 2 m. Elles présentent des substrats et des sols hydromorphes et des biocénoses adaptées à l'inondation et/ou la saturation en eau et aux conditions d'anaérobiose associées »*. Contrairement aux définitions citées précédemment, ce texte définit les zones humides non seulement par rapport à des critères d'état que sont la présence d'eau, de sol hydromorphe et de végétation hygrophile mais aussi par rapport à des fonctions liées à l'hydrodynamique du système. (RAPINEL, 2012)



**Figure.1. Les principaux types de zones humides rencontrées sur un bassin-versant**  
(AIDOU *in* MALTBY, 2009)

## 1.2. Du point de vue législatif

A l'échelle internationale, les zones humides sont protégées par trois mesures : la convention de Ramsar, l'inscription au patrimoine mondial de l'UNESCO et la Convention sur la Diversité Biologique (CDB) (RAPINEL, 2012).

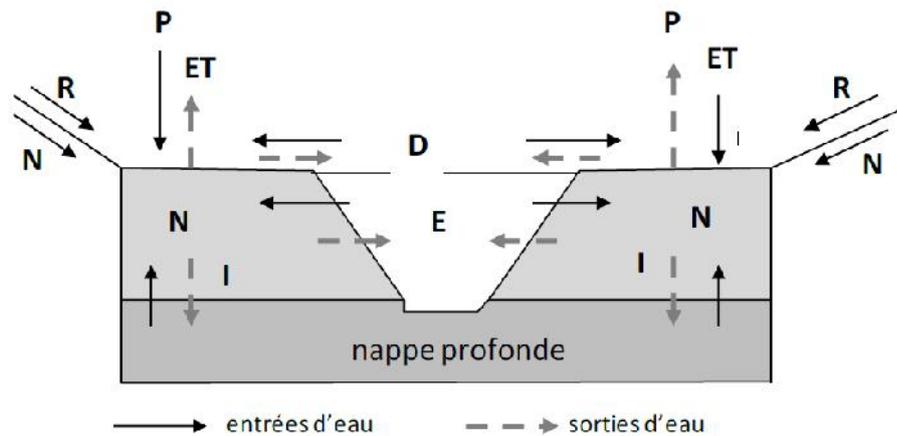
- 1- La convention de Ramsar du 2 février 1971 (voir définition plus haut) a pour objet de protéger les fonctions écologiques des zones humides et s'applique aux sites d'importance internationale, qui sont, en 2011, au nombre de 2000 dans le monde (le nombre des sites Ramsar en Algérie)
- 2- Les zones humides peuvent être inscrites au « Patrimoine mondial » de l'UNESCO si leur patrimoine naturel est considéré comme ayant une valeur universelle et exceptionnelle. Dans le monde on en dénombre 183 zones naturelles en 2011.
- 3- Enfin, la Convention sur la Diversité Biologique (CBD) signée en 1992 à Rio soutient la biodiversité à travers des programmes en partenariat avec la Convention Ramsar. En 2011, 190 pays ont ratifiés cette convention dans le monde.

## 2. Les fonctions des zones humides

Les fonctions des zones humides peuvent être regroupées en trois catégories : les fonctions hydrologiques, les fonctions biogéochimiques et les fonctions écologiques.

### 2.1. Les fonctions hydrologiques

A travers les échanges de flux avec le cours d'eau, la nappe et le versant, les zones humides possèdent de nombreuses fonctions hydrologiques (Fig.2). Les zones humides assurent un stockage latéral (eaux en provenance du versant) et un stockage longitudinal (eaux en provenance du réseau hydrographique). Elles jouent un rôle tampon : en période de hautes eaux, elles ralentissent l'écoulement des eaux réduisant ainsi le risque de crue (OBERLIN *in* FUSTEC & LEFEUVRE, 2000). A l'inverse, en période de basses eaux, elles libèrent une quantité d'eau permettant de limiter un étiage trop sévère (BENDJOURI *in* FUSTEC & LEFEUVRE, 2000). La modélisation des fonctions hydrologiques des zones humides est complexe car elle nécessite une série de mesures très approfondies. Les quelques modèles hydrologiques spécifiquement dédiés aux zones humides n'évaluent qu'une fonction et ne sont pas transférables à d'autres sites en raison de la variabilité spatio-temporelle de ces milieux (MCCARTNEY & ACREMAN *in* MALTBY, 2009).



**Figure.2.** Principaux flux hydrologiques observés au sein d'une zone humide de bas fond (adapté de BARNAUD & FUSTEC, 2007) (P = précipitation; ET = évapotranspiration ; I = infiltration ; R = ruissellement; N = nappe ; D = débordement de crue ; E = échange nappe/rivière )

## 2.2. Les fonctions biogéochimiques

L'eau, en provenance de la zone contributive et qui transite *via* la zone humide subit, selon les cas, des transformations physico-chimiques. Elle peut être épurée, dénitrifiée, débarrassée d'une partie des pesticides, s'acidifier... Par exemple, l'élimination de l'azote s'effectue selon deux processus : une absorption par la végétation et une dénitrification microbienne au niveau du sol. Ces processus dépendent des conditions géomorphologiques, du régime des eaux, et du type d'occupation des sols (PINAY & TREMOLIERES, 2000 *in* RAPINEL, 2012). Les fonctions de dénitrification sont principalement efficaces dans les zones de contact entre la zone source ou contributive et la zone humide ainsi que dans les secteurs de transit lent au sein de la zone humide, là où il y a des apports de nitrates et des conditions anaérobies (MALTBY *et al.*, 1996). Les activités maximales d'absorption et de dénitrification peuvent être séparées dans le temps (PINAY & TREMOLIERES, 2000 *in* RAPINEL, 2012) : l'absorption par la végétation est maximale au printemps, alors que la dénitrification bactérienne prend le relais au cours des autres saisons.

## 2.3. Les fonctions écologiques

Les zones humides sont des milieux qui accueillent une très grande diversité d'espèces animales et végétales ainsi qu'une grande diversité d'habitats. Les caractéristiques des habitats des milieux humides sont déterminées par l'hydrologie et l'hydrodynamique, la minéralité du substrat, la disponibilité en azote et en phosphore ainsi que l'usage de la végétation. Un grand

nombre d'habitats de zones humides sont d'intérêt communautaire et constituent pour la faune des lieux de vie complets ou partiels mais indispensables, comme la reproduction ou le repos lors des migrations (FUSTEC & LEFEUVRE, 2000).

### **3. Les valeurs des zones humides:**

Les zones humides sont parmi les écosystèmes les plus productifs du monde (BARBIER et *al.*, 1997). Elles ont été décrites comme des supermarchés biologiques (MITSCH & GOSSELINK, 1993 in BARBIER et *al.*, 1997). Elles jouent un rôle essentiel pour le bien-être des générations actuelles et à venir (FUSTEC & LEFEUVRE, 2000). Elles fournissent des avantages économiques considérables (DE GROOT et *al.*, 2006 ; SPRIGATE-BAGINSKI et *al.*, 2009 ; CHENCHOUNI, 2011) sous forme de produits qui peuvent être exploités tels que les combustibles fossiles (charbon et pétrole) dont nous dépendons aujourd'hui (BARBIER et *al.*, 1997), le riz qui est l'aliment de base de trois milliards de personnes et le poisson constitue la principale source de protéines pour près d'un milliard de personnes (SKINNER & ZALEWSKI, 1995 in CHENCHOUNI, 2011). D'autre part ces zones humides sont sources d'eau potable, alimentent les pâturages et servent au transport (BARBIER et *al.*, 1997) et produisent une grande quantité de sel de table (SADOUL et *al.*, 1998).

Du point de vue diversité biologique, les zones humides abritent une très riche collection de plantes et d'animaux (MITSCH et *al.*, 2009) qui constituent une part importante de la diversité biologique de la planète, notamment plus de 10 000 espèces de poissons, plus de 4 000 espèces d'amphibiens et de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau (BERGKAMP & ORLANDO, 1999) et à cause de cette diversité biologique, les zones humides sont des modèles majeurs pour l'enseignement de la zoologie, de la botanique et de l'écologie (FUSTEC & LEFEUVRE, 2000).

### **4. Les principales zones humides de Sahara algérien**

Comme tous les pays nord africains, l'Algérie est située géographiquement dans la limite de deux zones biogéographiques distinctes (le Paléarctique au Nord et l'Afro-tropical au Sud), avec 50 sites classés dans la convention de Ramsar qui représentent une superficie de près de 3 millions d'hectares (2 959 000 ha). L'Algérie occupe la première place dans les pays nord africains (RAMSAR, 2009) de point de vue écologique pour l'avifaune aquatique soit oiseaux migrateurs ou sédentaires. Parmi les sites Ramsar classés en l'Algérie, 14 sites sont

situés dans le Sahara et sont répartis sur les trois voies de migrations fly-Way de l'Est, fly-Way du centre et fly-Way de l'Ouest (SAMRAOUI et al., 2008)

#### **4.1. Les deux gueltates d'Issakarassene (wilaya de Tamanrasset)**

De latitude 22°25'14 E et de longitude 5°45'22 N. et d'une superficie de 35. 100 ha. La guelta est une sorte de cours d'eau, enfoncée dans le creux et les gorges étroites d'un profond canyon, elle est pourvue de nombreux bassins d'eau. Les eaux des gueltates d'Issakarassene, permanentes, sont alimentées surtout par des eaux de sources qui affluent en surface et, temporairement, par des eaux de pluies orageuses parfois très intenses. Une faune et une flore riche et diversifiée. Elles s'étalent sur 12km de long. C'est également le point d'eau le plus poissonneux, poissons reliques qui atteignent des tailles remarquables (*Barbarus sp*). Il existe trois types d'habitats dans les gueltates d'Issakarassene : un milieu aquatique où se trouve notamment *Veronica anagallis*, *Aquatica caduca*, en permanence, *Myriophyllum sp*, un milieu de transition riche en espèces végétales telles que *Typha australis*, *Typha elephantina*... et un milieu continental sur les falaises, entre les failles riche en espèces végétales pérennes disséminées, parmi cette végétation, de nombreuses espèces sont endémiques telles que *Lavendula antinea pubescens* (DGF, 2001).

Les gueltates d'Issakarassene sont une zone de refuge pour de nombreuses espèces animales. Le Guépard est sans doute l'espèce la plus rare et la plus vulnérable en raison de la diminution drastique de ces populations. Selon les travaux de Kowalski (1991) in (DGF, 2001), la présence du Mouflon à manchette est également remarquable, la seule sous espèce présente dans le Sahara.

#### **4.2. Les Oasis de Tamentit et Sid Ahmed Timmi (wilaya d'Adrar)**

C'est une succession d'oasis dont les principales sont celles de Tamentit et Sid Ahmed Timmi, dont la superficie atteint 12 800ha. Chacune d'elle est surélevée par une forteresse qui constitue le village, alors que la palmeraie est située en contrebas.

La flore de l'oasis est cultivée et constituée de palmiers dattiers, sur le plan économique et écologique où 25 variétés sont recensées, il existe aussi de nombreux cultivars locaux : blé saharien, orge, lentilles, petit pois et la culture de coton. Parmi la flore spontanée existent des espèces d'intérêt médicinal comme *Zygophyllum*, la trigonelle et la nigelle.

Les oasis de Tamentit renferment une race d'ovin domestique appelée D'man (*Ovis longipes*) et des races de poules très recherchées pour leurs caractères génétiques. La faune sauvage sédentaire est typiquement saharienne, de nombreuses espèces sont menacées et protégées par la loi algérienne nous citons à titre d'exemple : la gazelle (*Gazella dorcas*), le hérisson d'Afrique du Nord (*Atelirix algirus*), le fennec (*Fennucus zerda*). L'oasis est aussi lieu de halte et de passage pour de nombreux oiseaux migrateurs (DGF, 2001).

#### 4.3. Chott Merounane et Oued Khrouf (wilaya d'El Oued)

Chott Merounane et Oued Khrouf sont situés entre une latitude de 33° 50' à 34° 00' et une longitude de 6° 00' à 6° 20', atteignant une superficie de 337 700 ha. Le Chott Merounane et Oued Khrouf est une zone humide dont les eaux salées et permanentes proviennent d'apport de l'Oued Khrouf, exutoire des eaux d'évacuation permanente issues des eaux de drainage des palmeraies (excès d'irrigation) et des rejets des eaux usées des communes de Touggourt et Djemâa (remontée de la nappe phréatique). Le chott est un biotope adéquat pour l'avifaune sédentaire et de passage d'importance internationale. C'est également une source d'alimentation importante pour des poissons indigènes encore peu connus. (DGF, 2001)

Chott Merouane abrite une diversité avifaunistique remarquable. En 1999, on y a recensé plus de 28 000 oiseaux, dont plus de 14 000 flamants roses. Cette avifaune est notamment représentée sur le plan qualitatif par des Anatidés : Canard colvert, Canard siffleur, Canard souchet, Canard Pilet, Tadorne casarca et Sarcelle marbrée et, sur un plan quantitatif, par le Flamant rose. Il semblerait que le 1% international soit atteint pour ces 2 dernières espèces. La distribution de la flore est conditionnée par l'hydrophilie et la salinité du sol qui génère une stratification spatiale comme suit : *Phragmites australis*, *Typha elephantina*, *Juncus sp*, *Tamarix articulata*, *Salsola sp...*etc.

#### 4.4. Les Oasis de Ouled Saïd (wilaya d'Adrar)

Ces oasis sont comprises entre la longitude de 0° 16' à 0° 20' NE et la latitude de 29° 22' à 29° 27' et une altitude moyenne de 244 m. La superficie atteint 25 400 ha. L'oasis de Ouled Saïd est une zone humide créée par l'homme sur les vestiges d'un Oued, aujourd'hui fossile.

La végétation de l'oasis est constituée par plusieurs strates le palmier dattier qui domine dans la strate arborescente, les arbres fruitiers et de nombreuses cultures annuelles.

Le verger fruitier est représenté par l'amandier, le citronnier, la vigne, le figuier, l'oranger, l'olivier, le grenadier et l'abricotier. Les espèces fourragères le sont surtout par les acacias et les plantes annuelles par l'avoine, l'orge, le blé, les plantes maraîchères, par la tomate, la betterave, la pomme de terre etc.

La faune remarquable qui pourrait caractériser les oasis, en plus de l'avifaune de passage, est sans doute celle des ongulés représentée par la gazelle, considérée comme une espèce menacée et, qui ici, est abondante. C'est également le lieu de passage et de halte des oiseaux migrateurs.

#### **4.5. La Vallée d'Iherir (wilaya d'Ilizi)**

La vallée d'Iherir s'étend sur une superficie de 6 500 ha, elle est au centre d'un plateau gréseux, entaillé par un important réseau de vallées fossiles. L'altitude varie de 1 400 m, sur le plateau, à 1 100 m au fond des vallées principales. Entre une latitude de 25° 24' N et une longitude de 8° 25' E. Il faut souligner que la vallée d'Iherir est caractérisée depuis l'ère primaire, par une alternance d'épisodes humides et d'épisodes désertiques (DGF, 2001).

La flore est bien mieux présente dans les milieux liés au réseau hydrographique que ceux du plateau *sensu stricto* où elle est beaucoup plus rare, elle est représentée par des plantes arbustives (*Acacia sp*, *Nerium oleander*, *Tamarix articulata*). La présence permanente d'eau au fond de la vallée majeure permet le développement d'une végétation importante, particulièrement abondante dans les endroits où l'élargissement de la vallée permet la constitution de petits bassins marécageux, on y rencontre *Juncus maritimus*, *Phragmites communis*, *Typha elephantina* et *Typha angustifolia*.

L'un des points importants du peuplement zoologique d'Iherir est la richesse de sa faune aquatique. Les vertébrés aquatiques actuels comprennent des poissons et des batraciens. Le crocodile (*Cocodylus niloticus*) qui avait été signalé dans cet endroit par Duvryrier, (1867). Les espèces représentées concernent particulièrement les grands vertébrés savanicoles : l'Autruche (*Struthio camelus*), la Gazelle à cou allongé, le mouflon à manchettes, la Girafe (*Giraffa camelopardalis*). Les mammifères d'Iherir se caractérisent par la présence du Guépard, espèce en voie de disparition en Algérie, représentée ici par quelques dizaines d'individus, on trouve aussi le chacal (*Canis aureus*), le fennec (*Fennecus zerda*) (DGF, 2001 in METALLAOU, 2010).

#### 4.6. Gueltates d’Affilal (Tamanrasset 23 8’ 58’’ N 5 46’ 2’’ E)

D’une superficie de 20 900 ha, les Gueltates Afillal constituent le cours d’eau le plus important de l’Ahaggar en général et du massif de l’Atakor qui culmine à plus de 3 000 mètres en particulier, ce sont également les gueltates les plus connues, après celles d’Issakarassene, de par leur situation en bordure de la piste touristique du Mont de l’Assehem dont la hauteur dépasse 2 400 m. Les gueltates se présentent sous forme de petites terrasses, marmites et petites cascades dans lesquelles l’eau coule en permanence dans un milieu environnant complètement désertique, elles renferment une végétation riche et diversifiée plus ou moins similaire à celle des gueltates d’Issakarassene ainsi qu’une faune diversifiée complétée par la présence insolite d’une ichtyofaune représentée par le barbeau du désert.

Le cours d’eau d’Afillal est alimenté par l’oued portant le même nom qui prend sa source aux environs du versant Sud du mont Tizouyag à 2 700 mètres d’altitude, par une coulée basaltique. L’oued a creusé cette coulée dans une gorge où se rencontrent de petites mares plus ou moins permanentes appelées guelta et/ou gueltates. Certaines gueltates d’Afillal sont permanentes, elles dépassent, selon la violence des crues 3 mètres, de profondeur. La région subit l’influence des régimes climatiques méditerranéens, entre novembre et février, et tropical, entre mai et septembre. Les Gueltates d’Afillal contiennent trois milieux différents mais complémentaires. Un milieu aquatique où l’on trouve notamment *Veronica anagallis aquatica* et *Eleocharis caduca* en permanence. Un milieu de transition, riche en espèces végétales pérennes telles que *Typha australis*, *Typha elephantina*, *Scirpus holoschoenus*, *Juncus maritimus*, *Phragmites communis*, *Cyperus iaevigatus*, *Adiantum capiilus-veneris*, *Nerium oleander*, *Tamarix-gallica*, *Lotus jolyi*, etc. Un milieu continental, riche en espèces végétales pérennes dont la majorité sont endémiques telles que: *Olea laperrini*, *Rhus tripartitus*, *Lavandula antinea ssp puberscens*, *Dianthus crinitus*, *Marrubium deserti*, *Equisetum ramossissimum*, *Rumex simplicorus*, *Bailota hirsuta*, *Pulicaria unduiata*, *Anvillea radiata*, *Withania somnifera*, *Teucrium polium ssp eu-polium*....etc. (DGF, 2002).

#### 4.7. Chott Melghir (wilayas d’El Oued et de Biskra)

Le Chott Melghir 551 500 ha de superficie, situé en zone aride steppique, est représentatif de la région méditerranéenne, c’est un type assez rare de zone humide semi permanente dans une région steppique, aride parce qu’il est plus bas que le niveau de mer en plein Sahara. Les groupements végétaux des régions des chotts Melghir et d’El Meghaïr se caractérisent par une végétation saharienne dans un bioclimat aride inférieur à saharien (au

sens d'Emberger, 1955). La végétation hyperhalophile est représentée par *Halocnemum strobilaceum* alors que la végétation gypso-psammophile possède comme espèces vedettes le *Limoniastrum guyonianum*, les différents limonium ; *Sinuatium pruinatum*, *Tunetanium thouini* et le *Traganum nudatum*. Les Salsolacées sont aussi fréquentes, outre la *Salsola vermiculata* omniprésente, comme partout ailleurs, nous trouvons également les *Salsola tetrandra* et *S.tetragona*, plus rares ailleurs.

La faune, très peu étudiée, ne semble pas être riche en espèces intéressantes, ainsi on trouve les espèces communes comme le sanglier *Sus scrofa*, le chacal doré *Canis aureus*, le lièvre et le renard. Signalée ici, l'hyène est moins courante, bien que la remontée biologique consécutive à la fermeture de la chasse ces 5 dernières années la fasse observer un peu partout dans les zones naturelles comme les chotts.

L'avifaune n'est pas mieux étudiée, mais quelques recensements font ressortir son importance dans l'accueil de deux espèces intéressantes, la sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris*, observée en mars 2000 en faible proportion et le Tadorne casarca *Tadorna ferruginea* (DGF, 2004).

#### **4.8. Oasis de Moghrar et Tiout (wilaya de Nâama 32° 29' à 33°16'N 0°40' à 3°24' O)**

Elle s'étend sur une superficie de 195 500 ha, Les Oasis de Moghrar Tahtani et Foukani et, un plus loin, celle de Tiout sont reliées par un important cours d'eau, l'Oued Namous. Elles se localisent sur le revers Sud des Monts des Ksour avec leurs regs, hamadas et oueds plus ou moins sec, dans le bioclimat saharien caractérisé par de faibles précipitations, 100 mm/an environ. L'exploitation rationnelle des eaux d'irrigation par le système traditionnel des foggaras a permis des mises en culture sous les palmeraies. Un cours d'eau important reliant les deux oasis de Moghrar, l'Oued Rhaouiba, donne lieu à un écoulement important des eaux de pluie qui alimentent le petit barrage de l'Oasis de Tiout. La végétation qui entoure la palmeraie est steppique, les steppes sahariennes dominantes sont à base de Remt *Hammada scoparia*, d'Alfa *Stipa tenacissima* sur les versants de djebels et de rides montagneuses. Les steppes à psammophytes sont dominées par *Hammada schmittiana* et les oueds ensablés sont occupés par *Retama retam*, *Ziziphus lotus* et *Thymelaea microphylla*.

Au niveau de Moghrar, Ain Sefra et le Djebel Aïssa la faune ornithologique est importante. La première liste a été établie par Heim de Balzac (1936). Les espèces caractéristiques sont représentées par le Bec croisé *Loxia curvirostra*, le Pigeon ramier

*Columba palumbus*, le Merle bleu *Monticola solitarius*, le Guêpier d'Europe *Merops aplaster*, la Huppe fasciée *Upupa epops*, le Circaète jean-le-blanc *Circaetus gallicus*, l'Aigle de Bonelli *Hieraetus fasciatus*, le Gypaète barbu *Cypaetus barbatus*, la Perdrix *Alectoris spatzi*. Les espèces migratrices sont la Pie grièche à tête rousse *Lanius senator*, la fauvette orfée *Sylvia hortensis*, le Pouillot de Bonelli *Phylloscopus bonelli*, le Gobe-mouche gris *Muscicapa striata*, le coucou-geai *Clamator glandarius* et le coucou gris *Cuculus canorus* et la Tourterelle des bois *Streptopelia turtur*.

#### **4.9. Cirque d'Aïn Ouarka (Naâma, 32° 43'64''N 0° 9' 86''O)**

Cette zone humide géothermique de 2 350 ha est une cuvette circonscrite par des montagnes abruptes culminant à 1 672 mètres où se trouvent deux petits étangs aux eaux salées, claires et profondes. L'eau provenant de sources d'eaux thermales chaudes est utilisée par une station thermale et celles des sources froides pour l'alimentation en eau potable des habitants de la région. Sept unités écologiques sont identifiées à Aïn Ouarka qui a la particularité de comporter plusieurs associations végétales à quelques dizaines de mètres l'une de l'autre, comme l'association des halophytes de la cuvette gypsosaline elle-même dominée par l'association à *Juniperus phoenicea*. On trouve également des groupements végétaux liés aux fissures, aux rochers, aux éboulis et aux alluvions caillouteux. Les cours d'eau se rajoutent avec leur cortège de Pistachier de l'Atlas ou Betoum *Pistacia atlantica*, du caroubier *Ceratonia siliqua* et du jujubier sauvage *Zyziphus lotus*. Sur le plan avifaunistique, pas moins de 19 espèces sont recensées ici comprenant des oiseaux d'eau notamment le Tadorne casarca *Tadorna ferruginea*, des rapaces comme l'aigle royal *Aquila chryseatos*, l'aigle botté *Hireaetus pennatus*, le faucon pèlerin *Falco peregrinus* et des passereaux (DGF, 2004).

#### **4.10. Oglat Edaïra ou Lac de Aïn Ben Khelil (wilaya de Naâma)**

Le lac d'Aïn Ben Khelil ou "Haoudh Edaïra", d'une superficie de 23 430 ha, est un lac saumâtre, saisonnier, situé en pleine zone steppique aride caractérisée par une pluviométrie faible et irrégulière de 200 mm/an. Il est alimenté par les eaux de ruissellement d'oueds temporaires. Le site est situé à 30 km au Sud-Ouest du chef-lieu de la wilaya de Nâama, à 45km de la Daïra de Mécheria et à 3 Km de la commune d'Aïn Ben Khelil. Ce plan d'eau saumâtre, saisonnier, situé en pleine zone steppique aride, est entouré d'une ceinture végétale composée d'une tamariscaie (*Tamarix gallica*) issue d'un reboisement effectué il y a 20 ans. On observe, par endroits, des plages de phragmites très broutées. Près de l'eau et sur tout le périmètre, il existe une végétation herbacée très clairsemée formée de *Juncus sp.* et de *Carex*

*sp.* La largeur de la ceinture atteint plus de 100 mètres par endroits et freine l'avancée des dunes de sables qui longent la partie Sud. On relève une diversité biologique avec la présence d'une faune composée principalement de Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*), Poule sultane (*Porphyrio porphyrio*), Canard souchet (*Anas clypeata*), Canard colvert (*Anas platyrhynchos*), Poule d'eau (*Galinula chloropus*), Canard pilet (*Anas acuta*), Aigle Botté (*Hieraetus pennatus*), Outarde Houbara (*Chlamydotis undulata*), Caille des blés (*Coturnix coturnix*), Avocette élégante (*Recurvirostra avoseta*), Gazelle de cuvier (*Gazella gazella*), Hérisson du désert (*Erinaceus algirus*) et d'Afrique du Nord (*Paraechinus aethiopicus*), Chacal doré (*Canis aureus*), Renard roux (*Vulpes vulpes*), ...etc (DGF, 2004).

#### 4.11. Sebket El Meleh (Lac d'El Goléa, Ghardaïa)

C'est une dépression endoréique de 18 947 ha de superficie constituée de sols salés qui se compose de 2 plans d'eau, un bassin supérieur, à salinité modéré, très riche du point de vue de la diversité biologique et s'assimilant à un étang et une sebkha, ou lac salé, dénudé dont les berges sont mangées par le sel. Les entrées d'eaux proviennent de la pluviométrie, de la remontée de la nappe phréatique, des excès d'eaux d'irrigation et des rejets d'eaux usées du village de Hassi El Gara distant de 5 km et d'émergence de sources.

Le site accueille le 1% international de la population de Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) nicheur de la région méditerranéenne avec un effectif moyen de plus de 500 individus, dont 200 couples nicheurs, et celle du Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*) nicheur avec un effectif de plus de 100 individus. Trois nichées de nyroca et une nichée de casarca ont été observées en mars 2004 (BOUMEZBEUR & MOALI, 2004 in METALAOU, 2010). La flore est composée de 13 espèces, nous citons quelques-unes comme *Phoenix dactylifera* (cultivars rares), *Imperat cylindrica*, *Tamarix gallica*, *Limonum sp.*, *Phragmites communis*, *Zygophyllum sp.*, *Limoniastrum guyogonium*, *Dikpadi sp.* Les algues, peu étudiées, sont représentées par des Cyanophyceae, des Chlorophycophyceae, des Euglenophycophytes et des Charophycophytes. Les fungi par *Aspergillus sp.* *Penicillium sp.* *Alternaria sp.* *Crysonilia sp.* *Cladosporium sp.* *Aureobasidium sp.* *Cylindrocarpon sp.* *Crysosporium sp.* *Humicola sp.* *Rhizomucor sp.* *Fusarium sp.* *Actinomycètes sp.* Les mammifères sont représentés par *Canis anthus*, *Fennecus zerda*, *Gerbillus sp.*, *Sammomys sp.*, *Ovis sp.*, *Caprinus sp.*, *Camelus sp.* (DGF, 2004).

#### 4.12. Chott Oum Raneb (wilaya de Ouargla)

Le chott situé entre une longitude 5°21'51'' Est et une latitude 32°01'31'' Nord. Il est de faible profondeur et doit sa permanence aux rejets provenant des eaux d'assainissement à travers une canalisation ouverte ramenant les eaux d'assainissement provenant de la wilaya d'Ouargla. Il est limité par un cordon dunaire appelé Erg Touil, une route de wilaya qui traverse et divise le site en 2 parties. Il s'étale sur une superficie de 7 155 ha.

La majeure partie des eaux d'assainissement de la région d'Ouargla (5 communes) est déversée dans ce site qui constitue l'entrée d'eau principale en plus de l'eau de la nappe souterraine du chott. Cette zone humide est permanente même en été. Ce site est une vaste masse d'eau entourée de dunes de sables, sa situation au milieu du désert lui permet d'abriter plusieurs espèces d'oiseau d'eau migratrices. Une étude en cours permettra d'atténuer les effets de la pollution.

La flore est formée essentiellement de Tamarix, Salsola, palmier dattier et *Phoenix dactylifera*. En plus de l'Echasse blanche, le Chott accueille des effectifs de Flamant rose (*Phoenicopterus roseus*) qui dépassent habituellement 1% de la population mondiale nicheuse de la région méditerranéenne et subsaharienne (DGF, 2004).

#### 4.13. Chott Sidi Slimane (wilaya de Ouargla)

Très beau site de superficie 616 ha, de par sa situation géographique, sa proximité immédiate d'une Zaouia, la présence tout autour du plan d'eau d'une palmeraie, la présence d'une très dense roselière et la qualité de ses eaux. Situé entre une longitude 3°44'44'' E et la latitude de 38°17'10'' Nord.

L'eau de très bonne qualité est permanente durant toute l'année même en été avec une profondeur importante. Vu sa situation au milieu des palmeraies, lui permettant d'abriter plusieurs espèces d'oiseaux d'eau migratrices et sédentaires. Un écran végétal très dense entoure le plan d'eau formé de *Tamarix gallica*, *Phragmites australis*, Joncs, palmier dattier *Phoenix dactylifera*. Une faune importante et de qualité vit sur ce site. L'avifaune composée de Canards souchet, Colverts, Foulques, Poules d'eau, Poules sultane mais surtout de Sarcelles marbrées dont les effectifs ont dépassé en mai 2004, 1% de la population mondiale nicheuse de la région méditerranéenne (DGF, 2004).

#### 4.14. Chott Aïn El Beïda (wilaya de Ouargla)

Le chott est une dépression saline de 6 853ha de superficie située entre la longitude 5°22'42'' à 5°21'52''E latitude 31°57'30'' à 31°59'2''N dont la partie inondée est constituée par la sebkha, qui se situe au milieu de la palmeraie et dans la cuvette de la ville de Ouargla. Allongé en direction Nord-Ouest, Sud-Est sur une longueur de 5,3 km, sa largeur varie de 01 à 1,5 km. Il est parcouru par un réseau de drains qui canalisent les eaux excédentaires de la nappe phréatique de la palmeraie d'Ouargla ainsi que celles usées de la ville du même nom. Le chott ainsi que toute la région d'Ouargla appartiennent au secteur de Sahara septentrional, sous secteur oriental du secteur septentrional. Le site et la cuvette de Ouargla font partie du domaine saharo-méditerranéen, sous-secteur algérien (BARRY *et al.*, 1974).

Situé sur la voie de migration des populations d'oiseaux migratrices des régions eurasiatique et Africaine, le chott abrite plusieurs espèces d'oiseaux d'eau, tant sédentaires que migratrices, et des espèces de mammifères, peu étudiées et, par conséquent, peu connues. Nous distinguons six habitats différents : l'aquatique représenté par la sebkha et le chott et où se trouvent des milieux ouverts et pauvres en végétation ; la palmeraie, partie anthropisée, constituée par les agglomérations humaines et les zones cultivées autour du chott ; le forestier et le buissonnant représentés par des formations arborées dégradées et par des buissons éparses; l'habitat diversifié est constitué par des dunes de sables, des falaises et des ruines (DGF, 2004).

Chapitre II :

Description des sites  
d'étude

## 1. Généralités sur la vallée d'Oued Righ

La zone Oued Righ est située au Nord Ouest de la wilaya d'El-Oued. Elle est limitée au Nord par la wilaya de Biskra, au Sud par la wilaya de Ouargla, à l'Est par la zone du Souf et à l'Ouest par la commune de Ouled Djellal. Elle est traversée par la route nationale N°3 reliant Biskra à Ouargla qui relie les principales communes d'El Meghaier, Sidi Khelil, Tindla, Djamàa, Sidi Amrane et Touggourt. Ces communes constituent le prolongement de la vallée de Oued Righ qui occupe une superficie de 8534,8 km<sup>2</sup>. Les communes de Still et Oum Thiour constituent la terminaison du piémont sud de l'Atlas Saharien.

La région de Oued Righ est une grande oasis nord saharienne (HOUHAMDI et *al.*, 2008 ; NOUDJEM & BOUZEGAG, 2005) qui s'étale de Touggourt au Sud jusqu'à El Meghaier au Nord. Elle est reliée par des infrastructures routières, voie ferrée et par des infrastructures hydrauliques (canal de drainage) d'où la nécessité d'une approche globale. Toute réalisation, de mise en valeur de forage ou d'infrastructure en amont de la vallée, influera nécessairement en aval sur cette dernière.

D'autre part, cette région constitue une cuvette allongée, avec des altitudes de moins de 41 m au dessous du niveau de la mer Méditerranée (NOUDJEM, 2008; BOUZEGAG, 2008). Puis l'altitude se relève nettement tout autour de cette cuvette. Les monts des Aurès et les chaînes orientées Est-Ouest et qui se trouvent au Nord –Est de cette vallée, forment les chotts d'El Gharssa, Melghir, et Merouane.

Cette région possède deux étages bioclimatiques :

- L'étage bioclimatique aride chaud et sec au nord de la zone : Les communes de Still et d'OumThiour, ou on trouve une plante indicatrice de cet étage (*Arthophytum Scoparium*).
- L'étage bioclimatique saharien, qui s'étale sur le reste de la zone dont fait partie la région d'El Méghaier. (B.N.E.D.E.R, 1994)

De point de vue socio-économiques la vallée de Oued Righ avec environ 15 000 ha, et près de 2 millions de palmiers présentent un potentiel agricole important et des avantages comparatifs inconstatables. D'une part, elle comprend la plus grande concentration de palmiers, de la variété Deglet Nour *Phoenix dactylifera* (de meilleure qualité marchande) avec 683 450 palmiers. L'importance de cette variété qui est plantée d'une façon rationnelle s'explique par le fait que la vallée est considérée comme une zone devant produire des dattes

pour l'exportation (R P C FAO/BANQUE MOUNDIALE, 1994). Le sel de table est extrait par l'ENASEL, du Chott Merouane qui est considéré comme la première mine en Afrique avec une production annuelle moyenne de 100 000 tonnes de sel/an.

### 1.1. Les sols

Les sols sont d'origine allu-colluviale à partir du niveau quaternaire ancien encroûté essentiellement à la surface par des apports éoliens sableux. Ce sont des sols généralement meubles et bien aérés en surface, en majorité salés ou très salés.

L'influence de la nappe phréatique est déterminante, et on observe parfois un horizon hydromorphe ou un encroûtement gypso-calcaire. La salure est de type sulphato-calcaïque dans les sols moins salés ( $EC_c < 6 \text{ mmh/cm}$ ) et du type chloruro-sodique pour les sols les plus salés.

Ils sont généralement pauvres en matière organique, moins de 0,5%, à cause de la faiblesse des apports en matière organique et à une trop rapide minéralisation, le pH est alcalin de l'ordre de 7,5 à 8,5 (R P C FAO/BANQUE MOUNDIALE, 1994).

### 1.2. Hydrologie

Deux grands systèmes se partagent les ressources en eau souterraine du Sahara : le complexe terminal et le continental intercalaire.

#### 1.2.1. Le complexe terminal (TC)

Regroupe les formations les plus récentes déposées au Bas-Sahara depuis le crétacé supérieur et limité géographiquement à l'ouest par la dorsale du M'Zab, au nord par l'accident majeur de l'Atlas Saharien, à l'est par le Dahra tunisien et au sud par une ligne passant au nord de l'axe In Salah - In Amenas. (R P C FAO/BANQUE MOUNDIALE, 1994)

Il regroupe trois nappes phréatiques :

- **La première nappe** : Cette nappe est partout présente au Sahara dans les dépressions ou les vallées avec une profondeur n'excédant pas 50 m et dont les eaux sont généralement exploitées par des puits. Elle est alimentée par les pluies, les crues, les écoulements diffus, les eaux de drainage et aussi très souvent par les remontées naturelles en provenance des aquifères plus profonds (Fig.3).

La salinité de l'eau de cette nappe est très élevée (9 g/l) ce qui rend son utilisation dans les palmeraies très délicate (DUBOST, 1991).

- **Le deuxième nappe :** Cette nappe se rencontre à une profondeur de 80 à 200 m, ses eaux sont relativement froides (20 à 25°C) mais elles sont aussi salées (5 à 7g/l), son épaisseur moyenne est de 30m (ETUDE TESCO, 1992) (Fig.3).
- **Le troisième nappe :** C'est l'aquifère le plus profond, il se trouve dans le calcaire de l'Eocène supérieur et l'Eocène inférieur et moyen. Cette nappe est dite la nappe des calcaires. Cette nappe se situe à une profondeur allant de 200 à 500m (ETUDE TESCO, 1992) (Fig.3).

### 1.2.2. Le continental intercalaire (CI)

Cet immense réservoir progressivement reconnu a été délimité entre 1940 et 1960. Il regroupe l'ensemble des formations continentales (argilo-sableuses) qui se sont déposées avant la transgression marine du crétacé supérieur caractérisée par d'épais sédiments marno-argileux et couvrant tout le Sahara du Maroc à la Libye. Ce réservoir s'étend sur près de 1 million de km<sup>2</sup> en Algérie, Tunisie et Libye et présente une épaisseur utile (sables et grès propres) pouvant dépasser plusieurs centaines de mètres. La profondeur de cette nappe passe progressivement de 800m à Ouargla et 1300m à Touggourt et 2600m à Biskra (R P C FAO/BANQUE MOUNDIALE, 1994).

Cet aquifère couvre dans le Sahara algérien une superficie de 600 000 km<sup>2</sup> et renfermant 50 000 milliards de km<sup>3</sup> d'eau souterraine évidemment d'origine fossile (CORNET *in* DUBOST, 1991).

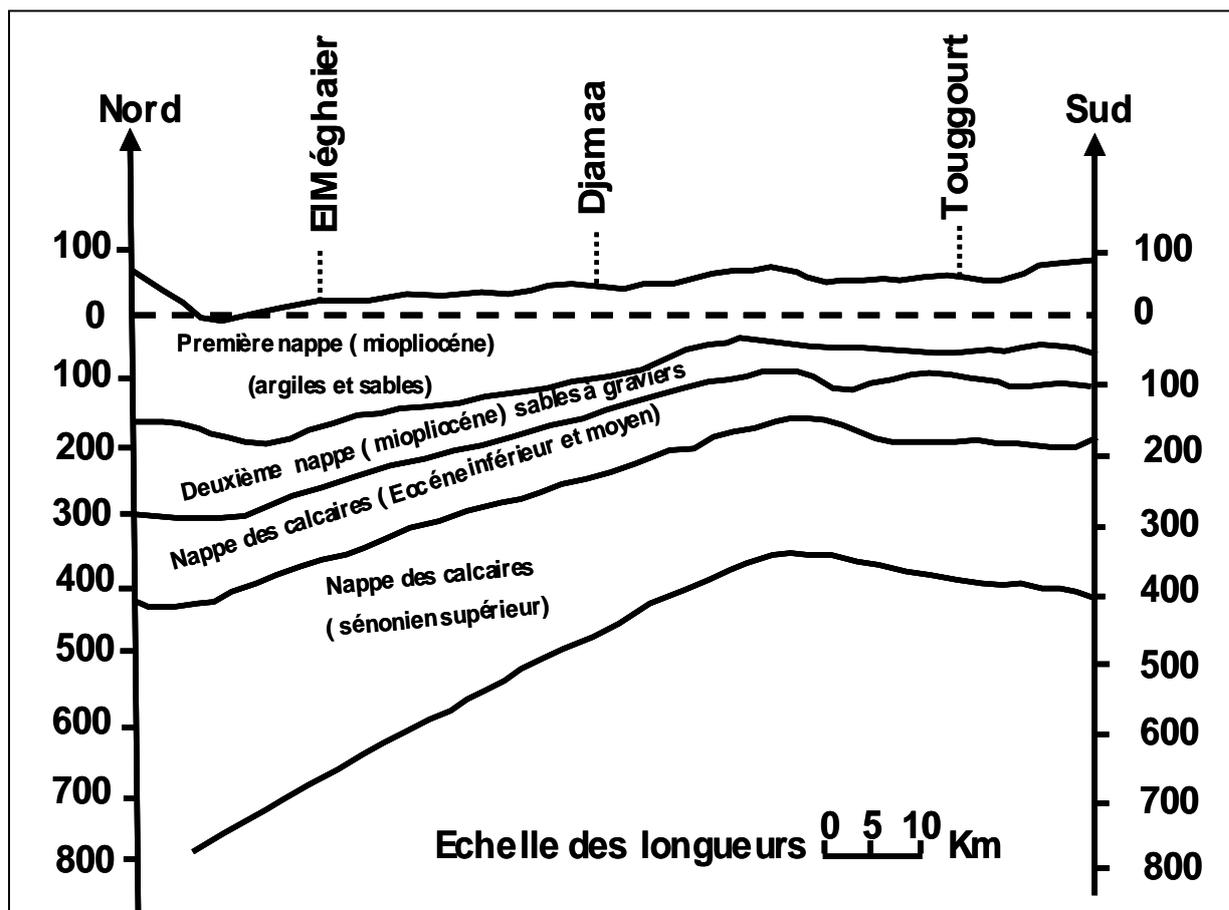


Figure.3. Profil schématique des nappes artésiennes de Oued Righ

(Source : R P C FAO/BANQUE MOUNDIALE, 1994).

### 1.3. Cadre biotique

#### 1.3.1. La flore

La végétation de la vallée d'Oued Righ est liée à la nature pédologique très salée. Nous avons noté une flore diversifiée représentée par des groupements distribués selon les conditions d'hydrophilie et de la salinité du sol.

Bien que les Chotts soient dégagés de toute végétation à l'exception des plans d'eau saumâtre tel que lac Ayata et d'eau douce tel que lac Merara où il y a la dominance des phragmites représentées par *Phragmites australis* et *Juncus maritimus* au niveau des plans d'eau, ainsi que la fréquence des salsolacées (*Salsola salina*, *Salicornia fruticosa* et *Sueada vermiculata*) qui couvrent la majeure partie des sols dans l'entourage, en plus de ces groupements nous citerons le *Tamarix articulata*, *Zigofilome fruticosa*, *Limonastrum guyouianum* avec une faible densité.

Les palmiers dattiers représentés par plusieurs variétés économiquement importantes comme Deglet Nore, limitent presque toutes les zones humides de la vallée (NOUIDJEM, 2008).

### 1.3.2. L'avifaune

Par sa situation stratégique dans la voie de migration Est qui passe par la Tunisie et le trajet transsaharien, l'éco-complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ joue un rôle très important dans l'hivernage de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau, ainsi que comme un lieu propice de reproduction des autres espèces. Une étude récente a recensé plus de 65 espèces d'oiseaux d'eau appartenant à 17 familles, dont les plus représentées sont celles des Anatidés et des Scolopacidés (BOUZEGAG, 2008). Les études scientifiques sur cette vallée sont rares et d'après l'article de BURNIER (1979) sur l'ornithologie algérienne nous citons les espèces suivantes : Canard colvert *Anas platyrhynchos*, Canard siffleur *Anas penelope*, Canard souchet *Anas clypeata*, Canard pilet *Anas acuta*, Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris*, Sarcelle d'été *Anas querquedula*, Heron cendré *Ardea cinerea*, Aigrette garzette *Egretta garzetta*, Bécasseau minute *Calidris minuta*, Bécasseau variable *Calidris alpina*, Echasse blanche *Himantopus himantopus*, Avocette élégante *Recurvirostra avosetta*. (BURNIER, 1979 ; BENSACI *al.*, 2013 ).

### 1.3.3. Vertébrés

La région d'Oued Righ grâce à son paysage et sa végétation diversifiée est largement fréquentée par de nombreux animaux. Nous avons observé à plusieurs reprises des renards *Vulpes vulpes*, des Chacals *Canis aureus*, des hérissons *Ericaceus algirus*, des sangliers *Sus scrofa* (avec ou sans les marcassins), des lièvres *Lepus capensis* et des Fennecs *Canis zerda* (BENSACI, 2011).

## 2. Les principales zones humides de la vallée de Oued Righ

La vallée de Oued Righ est une grand oasis nord saharienne (HOUHAMDI *et al.*, 2008; NOUIDJEM & BOUZEGAG, 2005) située à l'extrême méridionale du Paléarctique occidental (BENSACI *et al.*, 2010). Cette région représente une vaste cuvette allongée s'étendant sur plus de 300 km du sud (Touggourt) au nord (Biskra) (Fig.4) avec des altitudes allant jusqu'à 41 m en dessous du niveau de la mer Méditerranée (NOUIDJEM, 2008; BOUZEGAG, 2008). Elle est constituée par de nombreux hydro-systèmes qui par leur diversité jouent un rôle important

dans le maintien de l'avifaune aquatique ; pendant leur reproduction, leur hivernage et leur transit.

### **2.1. Chott Melghir (34°10.631'N, 06°17.322'E):**

Chott Melghir dépend de la Wilaya d'El Oued, commune d'El Hammraia située à 9 Km au Nord de la ville d'El Hammraia, à la limite septentrionale de la vallée de Oued Rhigh (Fig.4). Il est très difficile d'accès et s'étale sur une surface de 523 426 ha (HOUHAMDI et al., 2008). Sur le plan hydrologique ce site est alimenté par les apports de ruissellement et par les nappes artésiennes profondes arrivant au surface par des sources ou/et suintement. Les principales Oueds qui alimentent ce plan d'eau sont les suivants: Oued El Arab, Oued El Hageuf, Oued Abiod et Oued Djeddi (DGF, 2001). Sa teneur en sel très élevée explique l'installation d'entreprises d'extraction du sel de table tout autour du plan d'eau. L'avifaune aquatique, très diversifiée, comprend principalement le Flamant rose, le Tadorne de Belon, le Tadorne casarca, le Gravelot à collier interrompu *Charadrius alexandrinus* et l'Échasse blanche *Himantopus himantopus* (7.000 individus en mars 2005). (HOUHAMDI et al., 2008). Il est classé comme zone humide d'importance internationale « site RAMSAR », en novembre 2002 (DGF, 2004).

### **2.2. Chott Hamraia-1 (34°5.483'N, 06°13.292'):**

Ce plan d'eau d'une trentaine d'hectares constitue l'exutoire des eaux usées de la commune de Hamraia, évacuées par des buses jusqu'au site (Fig.4). Il est en eau pendant toute l'année et est entièrement ceinturé de phragmitaies. Il représente aussi un lieu d'hivernage propice pour de nombreux anatidés comme le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* (au plus 225 individus), la Sarcelle marbrée (450) et le Canard souchet (16.000). En 2004-2005, nous avons dénombré 34 espèces d'oiseaux d'eau (HOUHAMDI et al., 2008).

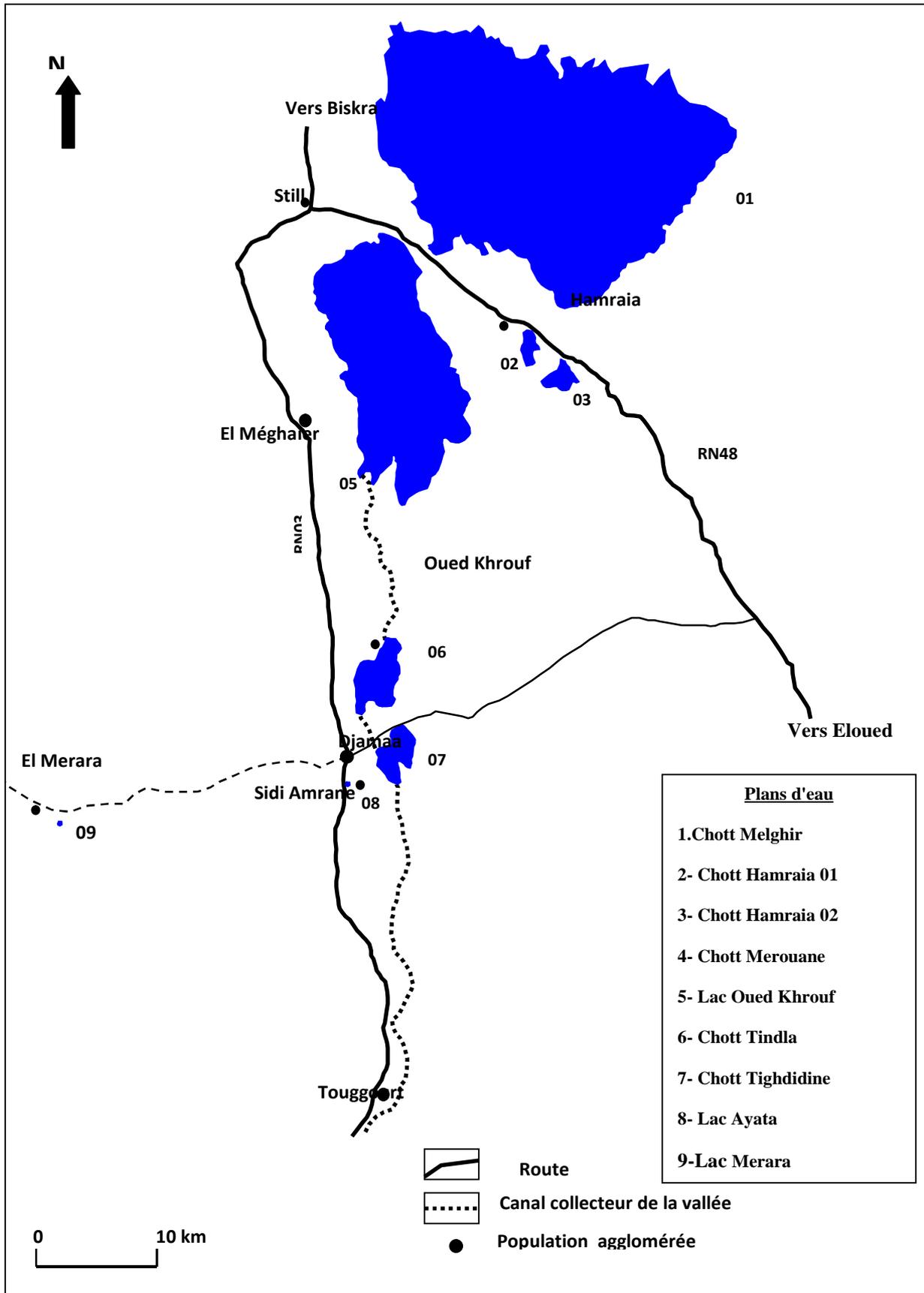


Figure.4. Situation géographique des zones humides de la Vallée de Oued Righ (Carte conçue par BOUZEGAG Abdelaziz)

### 2.3. Chott Hamraia-2 (33°58.173''N, 06°27.178'):

Ce site est situé au bord de la route nationale reliant la commune de Still à la ville d'El-Oued et passant par la commune de Hamraia (Fig.4). Ce plan d'eau d'une trentaine d'hectares et de profondeur moyenne variant entre 20 et 30 cm est une zone humide satellite du Chott Merouane. Il n'est en eau que très tard, en général vers la fin du mois de septembre et s'assèche vers la mi-juin. C'est le site préférentiel des Tadornes casarca (maximum 103 ex. en 2004-2005). (HOUHAMDI et al., 2008).

### 2.4. Chott Merouane (34°02.433'N,5°58.748'E):

Administrativement, Chott Merouane appartient à la daïra d'El Méghaier et la commune de cette dernière. Il est localisé au Nord-Est de la commune à 5 km vol d'oiseau. Le Chott a des longueur, largeur et profondeur maximales de 19km, 4km et 4m respectivement (HACINI et al., 2006), et couvre 337 700 ha qui sont pratiquement en eau pendant toute l'année, ce qui en fait le principal site d'hivernage des oiseaux d'eau de toute la vallée de Oued Righ (HOUHAMDI et al., 2008). Il est limité au Sud par le Lac de Oued Khrouf (Fig.4). Par ailleurs cette zone humide est désignée site-RAMSAR depuis le 02 février 2001 (DGF, 2001) et il est alimenté principalement par les eaux de Oued Khrouf issues de l'irrigation des palmeraies et les eaux usées de toute les communes de la vallée, avec un débit annuel déversé de  $160.10^6$  m<sup>3</sup>/an (HACINI, 2006; DJAOUADI, 2011). De point du vue économique, ce site représente la première mine en Afrique dans la production de sel de table avec un moyenne annuelle de 100 000 tonnes/an extrait, par l'ENASEL qui exploite partiellement sur une longueur d'environ 2,5 km du côté Ouest (AMAROUAYACHE, 2002)

Il héberge les concentrations les plus importantes de Flamants roses de tout l'Est algérien. Le chott accueille chaque année jusqu'à 28 000 flamants roses. C'est aussi un lieu propice pour l'hivernage de nombreux oiseaux d'eau, surtout le Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*) (jusque 15 000 individus), le Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*) (2 000 individus) et l'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*) (10 000 individus). Dans ces eaux très salées, des crustacés, surtout *Artemia salina*, constituent l'aliment de base des Flamants roses (HOUHAMDI et al., 2008).

### 2.5. Lac de Oued Khrouf (33°53.332'N, 06°01.125'E):

Cette zone humide appartenant à la commune de Ain Chikh (25 km au sud de la ville d'El-Méghaier) est désignée site Ramsar depuis le 02 février 2001. Elle représente l'extrémité atteinte par les eaux de la vallée de l'Oued Righ. C'est en réalité une immense phragmitaie à *Phragmites australis* d'environ 1 200 ha qui s'ouvre sur le Chott Merouane (Fig.4).

Ce milieu saumâtre est un quartier d'hiver très important pour l'avifaune aquatique: en 2004-2005, il a hébergé 44 espèces dont 10 anatidés (principalement la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris*, le Canard souchet *Anas clypeata*, le Canard Pilet *Anas acuta* et le Canard Siffleur *Anas penelope*) et quatre ardéidés : Aigrette garzette *Aigretta garzetta*, Héron cendré *Ardeacinerea*, Héron bihoreau *Nycticorax nycticorax* et Héron crabier *Ardeola ralloides* (HOUHAMDI et al., 2008; NOUIDJEM, 2008). Ce milieu est très fréquenté par les braconniers : nous avons trouvé pratiquement lors de toutes nos sorties des restes de chasse tels que des ossements, des plumes et des dépouilles de Flamants.

### 2.6. Chott Tindla (33°39.787'N6°02.815'E) :

Cette zone humide située près de la commune de Tindla à 25 km au Nord de la ville de Djamaa (Fig.4) est peu profonde (20 à 30 cm) et représente en réalité une cuvette recevant les débordements des eaux du canal d'évacuation de toute la vallée de Oued Righ. Ainsi l'évacuation excessive des eaux usées crée en quelque sorte ce milieu.

Le chott de Tindla représente un site facile d'accès, riche en Phragmites *Phragmites australis* et renfermant plusieurs petits îlots a hébergé l'essentiel des Tadornes de Belon *Tadorna tadorna* (6 000 individus) et des Gravelots à collier interrompus *Charadrius alexandrinus* (≅ 5 000 individus) de toute la vallée (HOUHAMDI et al., 2008).

### 2.7. Chott Tiguédidine (33°31.366'N, 06°02.181'E):

Cette zone humide, située dans le territoire de la commune de Tiguédidine, s'étale sur à peu près 200 ha de surface. Durant les dernières années le Chott était complètement à sec et d'ailleurs utilisé par les enfants de la commune de Tiguédidine comme terrain de football (Fig.4).

D'après les riverains, ce site était jadis un terrain de chasse préférentiel pour les Flamants roses et les Tadornes de belon *Tadorna tadorna* et les Tadornes casarca *Tadorna ferruginea* (HOUHAMDI et al., 2008).

### 2.8. Lac Merara (33°03.432'N, 6°03.967'E).

Ce site se trouve au Sud-Est de la commune de Merara environ à 4 km. Il reçoit l'eau d'Oued Retam (Fig.4). Des discussions avec les riverains de la commune d'El-Merara ont confirmé que le lac ne s'est pas rempli d'eau depuis six années.

L'intensification de l'agriculture sur ses rives (principalement le palmier dattier, les arbres fruitiers, les cultures maraîchères, le blé et le maïs) a été une cause majeure de l'assèchement de ce plan d'eau de 4 m de profondeur. Durant nos sorties nous avons observé uniquement des Gangas cata et des Gangas unibande *Pterocles alchata* et *Pterocles orientalis* (HOUHAMDY et al., 2008).

### 2.9. Le lac Ayata (Sidi Amrane): (33°29',867 N, 5°59',403 E).

Le Lac Ayata est une zone humide se trouve au sud de la ville de Djamaa à 3 km à vol d'oiseau Administrativement, il appartient à la commune de Sidi Amrane.

Le Lac Ayata est alimenté principalement durant toute l'année par un canal d'assainissement des excès d'eau provenant de l'irrigation agricole. Il s'étend sur 14 km pour atteindre le canal principal d'Oued Righ dirigé vers chott Merouane.

En 1970 un blocage au niveau du septième kilomètre dans ce canal a créé une poche formant ce site. Ce plan d'eau est localisé dans une région stratégique connue à l'entrée de la ville de Sidi Amrane et entre deux voies principales RN03 et chemin de fer Biskra-Touggourt avec une superficie de 40 ha et présente une profondeur moyenne de 80 cm (Fig.4). la végétation entourant ce plan d'eau est très diversifiée, caractérisée par la présence des groupements végétaux endémiques à la région, distribués à la condition d'hydrophilie et la salinité du sol qui génère la stratification spatiale suivante : Les phragmites (*Phragmites australis* et *Juncus maritimus*), Les salsolacées (*Salsola salina*, *Salicornia fruticosa* et *Sueada vermiculata*, *Carex eleocharis*), Les palmiers dattiers représentés par plusieurs variétés économiquement importants comme Deglet Nor. En plus de ces groupements nous citerons *le Tamarix articulata*, *Zigofilome fruticosa*, *Limonastrium guyouianum* avec une faible densité distribués dans l'entourage de ce site (BOUZEGAG, 2008).

De point de vue avifaunistique, le Lac Ayata représente un lieu de fréquentation et d'hivernage idéal pour les oiseaux d'eau de passage et/ou hivernants. Durant la saison d'hivernage 2007-2008 cette zone humide a hébergé 42 espèces d'oiseaux d'eau appartenant à 12 familles, principalement des anatidés (Canard souchet, Canard pilet, Sarcelle marbrée,

Sarcelle d'hiver) et des ardéidés (Héron cendré, Héron garde-boeuf, Aigrette garzette...) (BOUZEGAG, 2008).

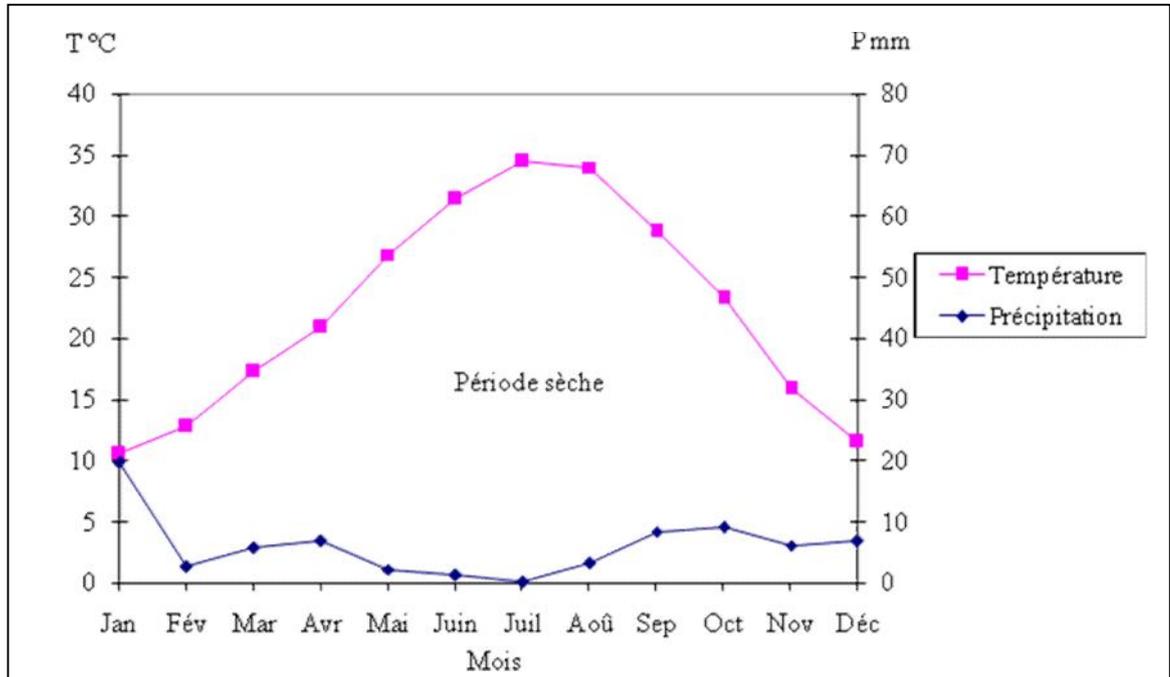
### 3. Climatologie

Le climat est sans doute le facteur du milieu le plus important qui influe d'une manière direct sur les populations animales (THOMAS, 1976). En se basant sur les données météorologiques récoltées sur seize années (1994 -2009) de la station Touggourt (Tab.1), le diagramme pluvio-thermique tracé selon la méthode de BAGNOULS et GAUSSEN permet de calculer la durée de la période sèche qui apparaît lorsque la courbe de précipitations rencontre celle des températures (BAGNOULS & GAUSSEN, 1957).

**Tableaux.1. Données météorologique de la Station de Touggourt (1994 -2009)**

Paramètres mois	Température moyenne mensuelle (°C)	Précipitation moyenne mensuelle (mm)	Moyenne mensuelle des températures maximales (°C)	Moyenne mensuelle des températures minimales (°C)
Janvier	<b>10,58</b>	19,72	17,15	4,51
Février	12,75	2,52	19,7	5,83
Mars	17,24	5,63	24,11	15,83
Avril	20,90	6,84	27,82	13,4
Mai	26,81	2,18	33,88	19,14
Juin	31,4	1,13	38,49	23,63
Juillet	<b>34,41</b>	0,06	41,74	26,01
Août	33,94	3,22	41,08	26,43
Septembre	28,71	8,36	35,39	22,02
Octobre	23,27	8,97	29,83	16,36
Novembre	15,83	6,15	21,81	13,57
Décembre	11,55	6,72	18,15	5,42
Précipitation annuelle en mm		<b>71,55</b>		

Ceci fait ressortir une période sèche qui s'étale sur douze mois allant du mois de janvier jusqu'au mois de décembre (Fig.5).



**Figure.5.** Diagramme pluvio-thermique (Bagnouls et Gaussen) de la région d'Oued Righ (1994-2009)

Sous un autre angle et d'après les mêmes données météorologiques, la température la plus élevée du mois le plus chaud est enregistrée en juillet ( $M=41,74^{\circ}\text{C}$ ) et la température la plus froide du mois le plus froid est enregistrée en janvier ( $m=4,51^{\circ}\text{C}$ ). Les précipitations annuelles sont égales à 71,55 mm ce qui donne d'après la méthode d'Emberger (EMBERGER, 1955) un quotient pluvio-thermique égale à 6,48 ( $Q_2 = 6,48$ ). A la lumière de ces données, la région d'Oued Righ prend une place dans le climatogramme d'Emberger dans l'étage bioclimatique à végétation saharienne à hiver froid (Fig.6).

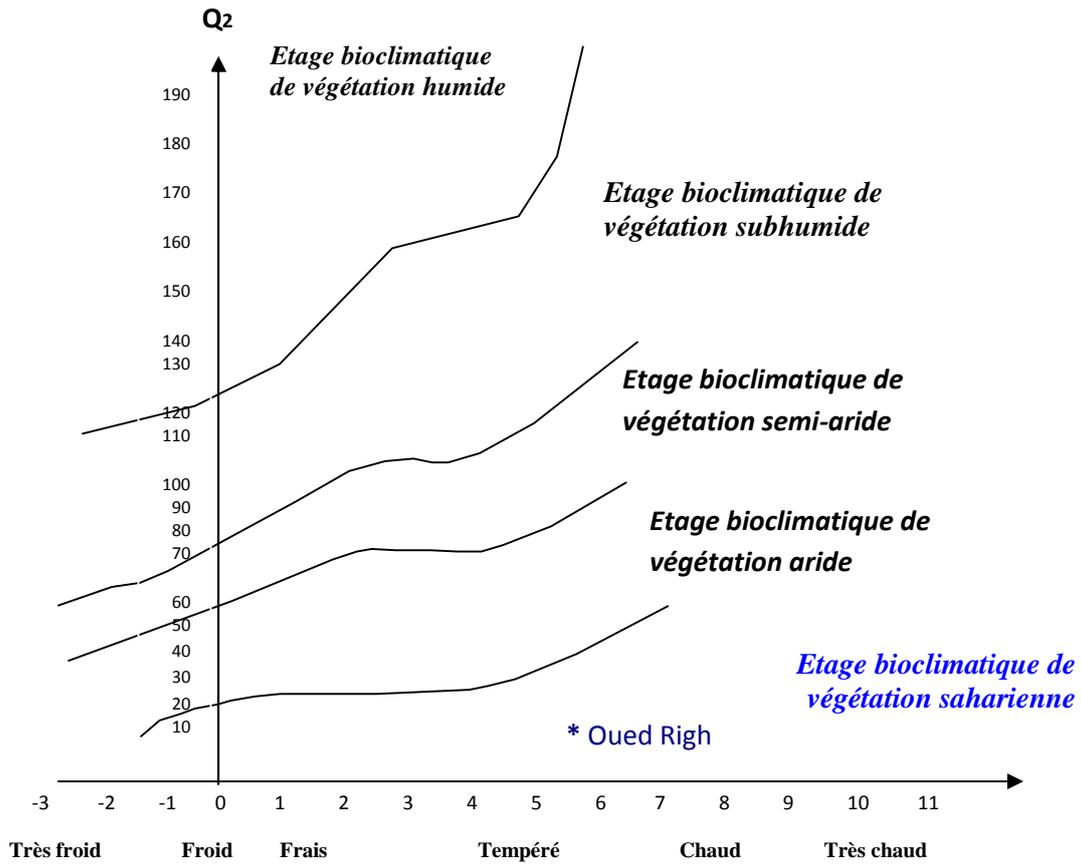


Figure.6. Situation de la région de Oued Righ dans le climagramme d'Emberger (Long 1974 in DE BELAIR, 1990).

$$Q_2 = \frac{1\ 000 \cdot P}{\left[ \frac{M + m}{2} \right] (M - m)}$$

**P** = Précipitation annuelle moyenne (mm)

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

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

# Chapitre III :

## Matériel et méthodes

## **1. Dénombrement des oiseaux, buts et raisons**

Le dénombrement des oiseaux d'eau se fait pour plusieurs raisons, comme d'obtenir des renseignements sur la dynamique des espèces sur différents niveaux que ce soit au niveau local, pour estimer les effectifs qui occupent un site, leurs fluctuations et les capacités d'accueil de l'écosystème ou, au niveau national pour connaître l'importance et le rôle des zones humides, préconiser les moyens à mettre en place pour élaborer des plans d'action et de conservation de ces écosystèmes. Le dénombrement des oiseaux a une grande importance sur le plan international dans l'estimation des populations régionales de plusieurs espèces et leur tendance.

## **2. Techniques de dénombrement des oiseaux d'eau :**

Les méthodes d'observation des oiseaux sont nombreuses et dépendent des espèces étudiées et du but recherché. Deux méthodes répondent à cet objectif à savoir : la méthode relative et la méthode absolue. Le dénombrement des oiseaux d'eau fait beaucoup plus appel à cette dernière.

La méthode absolue présente différentes variantes et le choix de l'une ou de l'autre dépend de :

- La taille du site.
- La taille de la population des oiseaux à dénombrer.
- L'homogénéité de la population (SCHRICKE, 1985)

Différents procédés sont utilisés pour le dénombrement des Anatidés, à savoir les procédés photographiques, l'estimation visuelle de la taille des bandes (SCHRICKE, 1982).

La combinaison des deux moyens est plus avantageuse lors de l'estimation des bandes d'oiseaux (TAMISIER & DEHORTER, 1999).

### **2.1. Méthode utilisée lors de notre étude**

Quelle que soit la méthode, les comptages reposent essentiellement sur le principe de l'estimation. Lors de nos dénombrements, nous avons procédé à un comptage individuel lorsque la bande des oiseaux est proche de notre point d'observation et de taille inférieure à 200 individus. Dans le cas contraire nous avons procédé de la manière suivante : 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* SCHRICKE, 1985) (ANSON WILLES, 1963 *in* BLONDEL, 1969). La marge d'erreur de cette méthode est de l'ordre de 5 à 10 % (LAMOTTE & BOURLIÈRE, 1969).

## **2.2. Fréquence d'échantillonnage :**

Pour les besoins de notre travail nous avons réalisé un dénombrement bimensuel du début du mois de septembre au mois d'avril couvrant ainsi la quasi-totalité de la période d'hivernage et cela durant quatre (04) années 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013. Compte tenu des journées de travail annulées pour des raisons météorologiques en totalité 110 sorties d'étude ont été réalisées durant cette période soit en moyenne 900 heures de travail.

### **2.2.1. Matériel utilisé :**

Pour le dénombrement des oiseaux d'eau au niveau de notre site d'étude nous avons utilisé :

- Un télescope monté sur trépied de marque *KOWA* (20 x 60).
- Un télescope monté sur trépied de marque *OPTOLYTH* (20 x 60).
- Une paire de jumelles (12 x 50).
- Une boussole pour l'orientation.
- Un carnet (pour prendre des notes).
- Une combinaison spéciale (imperméable à l'eau).
- Un guide d'identification des oiseaux (Oiseaux d'Europe d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient).
- Une carte du terrain.
- Un appareil photo numérique.
- Fiche technique.
- Profondimètre.

### **2.2.2. Choix des postes d'observation**

Ils sont essentiellement choisis selon :

- La répartition des bandes d'oiseaux sur le site.
- La vision globale du site.
- Accessibilité

Sur la base de ces trois critères un ou deux postes d'observation ont été choisis pour chaque site. Ces postes nous ont permis d'effectuer notre travail.

### **2.2.3. Espèces concernées par notre travail**

Notre étude porte essentiellement sur trois (03) espèces appartenant à la famille des Anatidés. Nous nous sommes inspirés des travaux de HEIM DE BALSAC & MAYAUD (1962) en ce qui concerne la nomenclature et la systématique.

- Sarcelle d'hiver (*Anas crecca*, Linné 1758).
- Sarcelle marbrée (*Marmaronetta angustirostris*, Ménétries 1832)
- Sarcelle d'été (*Anas querquedula*, Linné 1758)

### **2.3. Distribution spatiale des Anatidés au niveau des sites de la vallée**

La distribution des oiseaux dans un milieu est rarement aléatoire, elle répond en effet à des critères biologiques et écologiques qui caractérisent à la fois une espèce ou un groupe d'espèces, une période de l'année, une période du cycle quotidien (TAMISIER & DEHORTER, 1999). Pour essayer de répondre à cette problématique durant nos sorties d'étude, nous avons noté sur carte (carte provisoire) la localisation des espèces présentes sur le site tout en utilisant un certain nombre de repères. L'importance numérique des bandes d'oiseaux n'a pas été prise en considération. L'assemblage des cartes de chaque sortie donnera la répartition des oiseaux durant une période donnée.

### **2.4. Etude du rythme d'activités des Anatidés :**

#### **2.4.1. Méthodes pratiquées :**

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

##### **2.4.1.1. Méthode FOCUS :**

L'échantillonnage focalisé implique l'observation d'un individu pendant une période prédéterminée, où nous enregistrons continuellement les activités manifestées. Les résultats obtenus sont par la suite proportionnés afin de déterminer le pourcentage de temps de chaque comportement (ALTMANN, 1974). Cette observation continue permet d'enregistrer certains comportements qui ne sont pas toujours fréquents, tel que l'exhibition sociale et l'agression, mais signale certains inconvénients que nous pouvons résumer dans la fatigue de

l'observateur, la sélection aléatoire des individus spécialement à partir d'un grand groupe et surtout la perte de vue d'oiseaux focalisés soit dans la végétation dense ou dans un groupe nombreux (BALDASSARE et *al.*, 1988 ; LOSITO et *al.*, 1989)

#### 2.4.1.2. Méthode SCAN :

Cette méthode se basant sur l'observation d'un groupe permet d'enregistrer les activités instantanées de chaque individu puis grâce à des transformations mathématiques fait ressortir le pourcentage temporel de chacune d'elle (ALTMANN, 1974).

Elle présente l'avantage d'être la seule méthode appliquée dans des sites à végétations denses où les oiseaux d'eau (surtout les Anatidés) ne sont pas toujours observés durant de longues périodes (limite de l'échantillonnage focalisé). Elle élimine aussi le choix d'individus (BALDASSARE et *al.*, 1988 ; LOSITO et *al.*, 1989).

Quant à notre cas nous avons opté pour la dernière méthode. En effet nous avons effectué nos observations sur des bandes au sein desquelles nous avons procédé chaque heure (8h - 16h soit 540mn) à des séries de transects tracés virtuellement à travers le groupe d'oiseaux sur lesquels on oriente le télescope et on compte dans le champ de vision les différentes activités manifestées par les canards. A cet effet dix (10) activités ont été notées à savoir, le sommeil, la nage, la toilette, l'alimentation, le vol, la parade, la marche, l'antagonisme et la vigilance

L'échantillonnage instantané du rythme d'activité des espèces permet par une méthode de conversion d'obtenir le pourcentage de temps alloué à chaque activité (TAMISIER, 1972a).

Exemple :

Activités	Sommeil	Nage	repos	Parade	Marche	Antagonisme	Toilette	Vol	Vigilance	Total
8h	46	13	08	0	0	07	10	04	02	90
9h										
-										
-										
16h										
Total de la journée										

On peut exprimer en pourcentage l'activité manifestée par les oiseaux, en procédant de la manière suivante :

$$\begin{array}{l} 90 \text{ oiseaux} \longrightarrow 100\% \\ 46 \text{ oiseaux} \longrightarrow x \end{array} \quad x = (46 * 100) / 90 = 51,11 \%$$

Ceci dit que pendant une (01) heure, 57,70 % des canards sont entrain de somnoler sur les berges. Pour avoir le temps alloué à cette activité on procède de la façon suivante :

$$\begin{array}{l} 100 \% \text{ des oiseaux} \longrightarrow 60 \text{ minutes} \\ 57,70 \% \longrightarrow y \end{array} \quad y = (51,11 * 60) / 100 = 31 \text{mn}$$

Cela veut dire que durant une (01) heure d'observation 30,60mn ont été consacrées par les canards observés au sommeil.

## 2.5. Analyse statistique des données :

L'analyse factorielle des correspondances est une méthode descriptive faite pour l'analyse des tableaux de fréquence à double entrée.

Elle consiste à rechercher la meilleure représentation simultanée de deux ensembles constituant les lignes et les colonnes d'un tableau de contingence, ces deux ensembles jouant un rôle symétrique (TAMISIER, 1972a).

L'objectif de cette analyse est d'obtenir une vision plus cohérente de la structure des données, prenant en compte des variables de faible fréquence, mais ayant une signification environnementale forte. En utilisant le logiciel ADE 4 (CHESSEL & DOLDEC, 1992) nous avons réalisé une analyse factorielle des correspondances sur les données concernant le rythme d'activité des Sarcelles dans les sites de la vallée d'Oued Righ.

Cette analyse est une méthode factorielle basée sur des combinaisons linéaires entre les variables et les observations pour analyser, et réduire les données. Elle nous permet de présenter géométriquement les variables et les observations.

# Chapitre IV :

## Résultats et discussion

### 1. Evolution des effectifs globaux du Sarcelle d'hiver *Anas crecca* dans l'ensemble des zones humides de l'éco-complexe de la vallée d'Oued Righ:

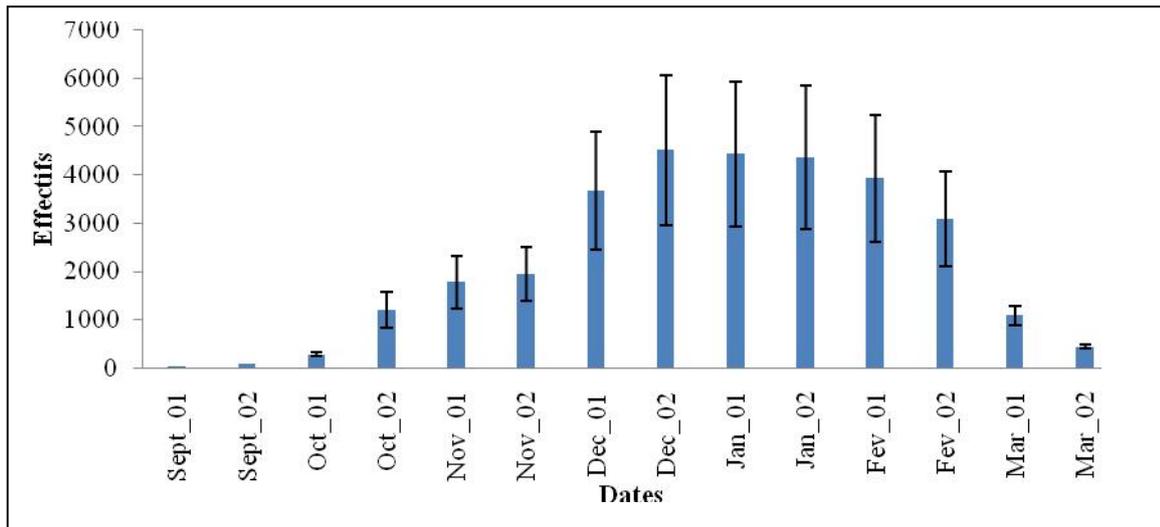
Le suivi régulier de l'évolution des effectifs globaux du Sarcelle d'hiver *Anas crecca* au niveau du complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ durant les quatre saisons d'hivernage 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013 montre nettement la présence du Sarcelle d'hiver dans tous nos relevés, avec des effectifs qui varient respectivement entre 128 et 6 273 individus pour la saison 2009/2010, entre 6 et 4 931 individus pour la saison 2010/2011, entre 42 et 4 229 individus pour la saison 2011/2012 et entre 24 et 3 165 individus pour la saison 2012/2013.

La Sarcelle d'hiver a été enregistrée chaque année à partir de la deuxième quinzaine du mois de septembre son effectif augmente progressivement jusqu' à atteindre le maximum à la fin du mois de décembre ou au début du mois de janvier (Fig.7).

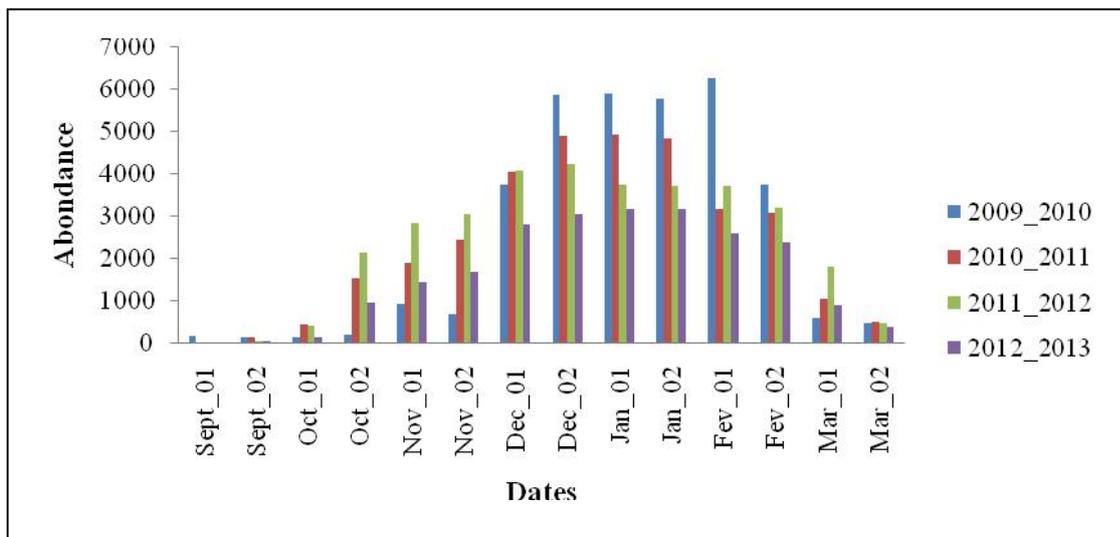
Nous avons observé 6 273 individus en février 2010, 4 931 individus en janvier 2011, 4 229 individus en décembre 2011 et 3 164 individus en janvier 2013 (Tab.2 ; Fig.7).

Ces chiffres indiquent clairement que la vallée d'Oued Righ joue un rôle important dans l'hivernage de la Sarcelle d'hiver. Pratiquement tous les sites du l'éco-complexe de Oued Rhig hébergent la Sarcelle d'hiver avec des effectifs plus ou moins élevés notamment sur les plans d'eaux riches en plantes palustres (*Salicornia* et *Juncus*) et peu profonds tel que le Lac de Oued Khrouf et Chott Tindla. Cette profondeur leur offre une grande quantité de nourriture qui constitue également un moyen d'engraissement (TAMISIER 1972b ; TAMISIER, 1974 ; TAMISIER et al., 1995 ; PIROT et al., 1984 ; RAVE & BALDASSARE 1989 ; DEHORTER & TAMISIER, 1996).

Au début de notre étude, et ceci durant l'année 2009/2010, les effectifs étaient très faibles : environ 146 individus de Sarcelle d'hiver localisés dans les sites dont la profondeur en eau ne dépasse pas (30 cm) : 52 individus dans le Lac Ayata, 40 individus dans le Lac de Oued Khrouf, 20 individus dans le Lac Sidi Slimane et 34 individus dans le lac El-Hamraia.



**Figure.7.** Fluctuation des effectifs de la Sarcelle d’hiver *Anas crecca* au niveau de l’éco-complexe de la vallée d’Oued Righ durant les quatre saisons d’hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013).



**Figure.8.** Variation inter annuelle des effectifs de la sarcelle d’hiver *Anas crecca* au niveau de l’éco complexe de la vallée d’Oued Righ durant les quatre saisons d’hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013).

D'une manière générale, la courbe de l'évolution de ces effectifs après la deuxième quinzaine du mois de novembre augmente pour atteindre un maximum de 5 880 individus pendant la deuxième quinzaine du mois de décembre 2009 (Fig. 8). Aussitôt après, cette courbe prend une allure oscillante jusqu'au début du mois de février pour atteindre le maximum enregistré durant la saison avec 6 273 individus (Tab. 2). À partir de cette dernière date, les effectifs diminuent progressivement pour se limiter à quelques centaines d'individus (457 individus) vers la fin de la première saison de notre étude.

En 2010/2011, la Sarcelle d'hiver commença à occuper la vallée d'Oued Righ dès le début du mois de septembre avec des effectifs très faibles (6 individus) par rapport à la saison précédente 2009/2010 (Fig.8). Ces effectifs augmentent progressivement pour atteindre le maximum de 4 931 individus au mois de janvier 2011 (Tab. 2), ensuite une diminution fut observée jusqu'à atteindre un effectif avoisinant 493 individus vers la fin du mois de mars 2011.

Durant la saison d'hivernage 2011/2012, l'arrivée des premiers individus de la Sarcelle d'hiver est notée à la fin du mois de septembre 2011. Ses effectifs augmentent progressivement avec des arrivées successives de nouveaux groupes pour atteindre un pic de 4 229 individus pendant la deuxième quinzaine du mois de décembre 2011. (Tab.2, Fig.8).

Après ce pic, une fluctuation des effectifs, comprise entre 3 191 et 3 743 individus, a été enregistrée en janvier et février. Une diminution des effectifs est notée à partir du mois de février jusqu'à atteindre le nombre de 452 individus vers la fin du mois de mars 2012.

Pour la saison 2012/2013, la Sarcelle d'hiver est enregistrée avec des effectifs faibles en comparaison avec les saisons 2009/2010, 2010/2011 et 2011/2012 et leur arrivée a été en retard par rapport à la majorité des sites de la vallée. Elle a commencé à partir de la première quinzaine du mois d'octobre 2012. Ces effectifs ont augmenté progressivement pour atteindre un maximum de 3 165 individus durant la deuxième quinzaine du mois de janvier 2013, puis ont diminué jusqu'à atteindre le nombre de 340 individus à la fin de la saison.

**Tableau.2.** Nombre maximum de Sarcelles d’hiver observées dans les principaux sites de la vallée d’Oued Righ. Le maximum pour tout le complexe (M.T.C) est observé le 03 février 2010, le 6 janvier 2011, le 15 décembre 2011 et le 08 janvier 2013 pour respectivement, les quatre saisons d’hivernage 2009-2013. Le maximum observé pour chaque site (M .O.C.S) est également cité avec sa date d’échantillonnage).

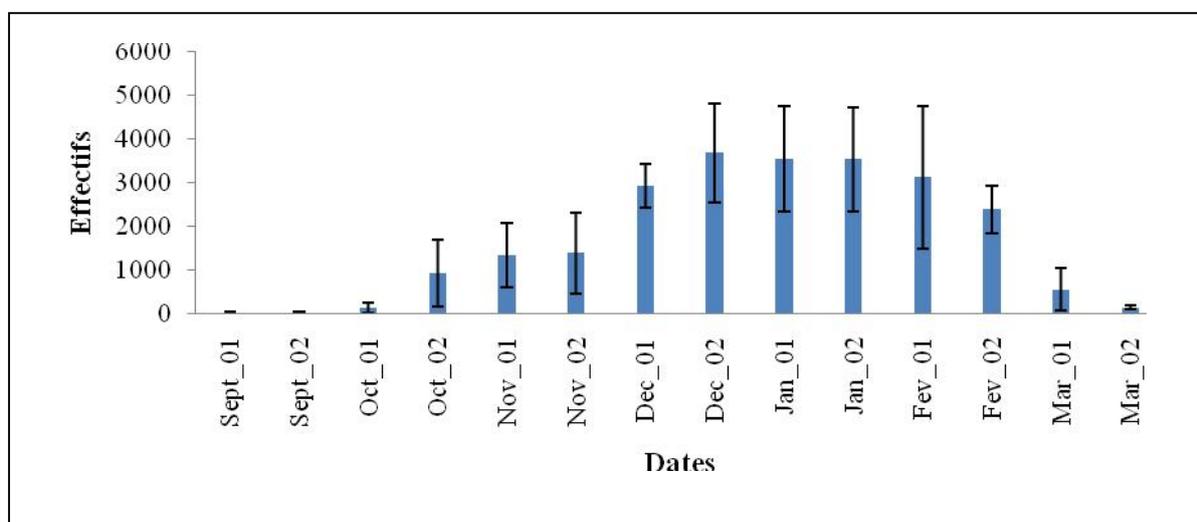
Site	Hiver	M.T.C.	M.O.C.S.	Date du M.O.C.S
<b>Lac Oued Khrouf</b>	2009/10	<b>5 499</b>	<b>5 499</b>	03/02/2010
<b>Lac Ayata</b>	2009/10	180	239	02/01/2010
<b>Chott Tindla</b>	2009/10	289	369	24/12/2009
<b>Lac Hamraia</b>	2009/10	115	136	18/11/2009
<b>Lac Sidi slimane</b>	2009/10	190	215	27/02/2010
<b>Lac Oued Khrouf</b>	2010/11	<b>4 029</b>	<b>4 029</b>	06/01/2011
<b>Lac Ayata</b>	2010/11	168	200	23/11/2010
<b>Chott Tindla</b>	2010/11	398	398	10/01/2011
<b>Lac Hamraia</b>	2010/11	167	200	24/11/2010
<b>Lac Sidi slimane</b>	2010/11	169	208	10/02/2011
<b>Lac Oued Khrouf</b>	2011/12	<b>3 428</b>	<b>3 428</b>	15/12/2011
<b>Lac Ayata</b>	2011/12	131	140	03/01/2012
<b>Chott Tindla</b>	2011/12	341	456	05/01/2012
<b>Lac El Hamraia</b>	2011/12	197	206	04/01/2012
<b>Lac Sidi Slimane</b>	2011/12	132	177	11/02/2012
<b>Lac Oued Khrouf</b>	2012/13	<b>2 367</b>	<b>2 367</b>	08/01/2013
<b>Lac Ayata</b>	2012/13	97	124	21/11/2012
<b>Chott Tindla</b>	2012/13	342	342	12/01/2013
<b>Lac Hamraia</b>	2012/13	193	193	11/01/2013
<b>Lac Sidi slimane</b>	2012/13	165	196	29/01/2013

## 1.1. Evolution spatio-temporelle des effectifs du Sarcelle d'hiver *Anas crecca* dans les principales zones humides de la vallée d'Oued Righ.

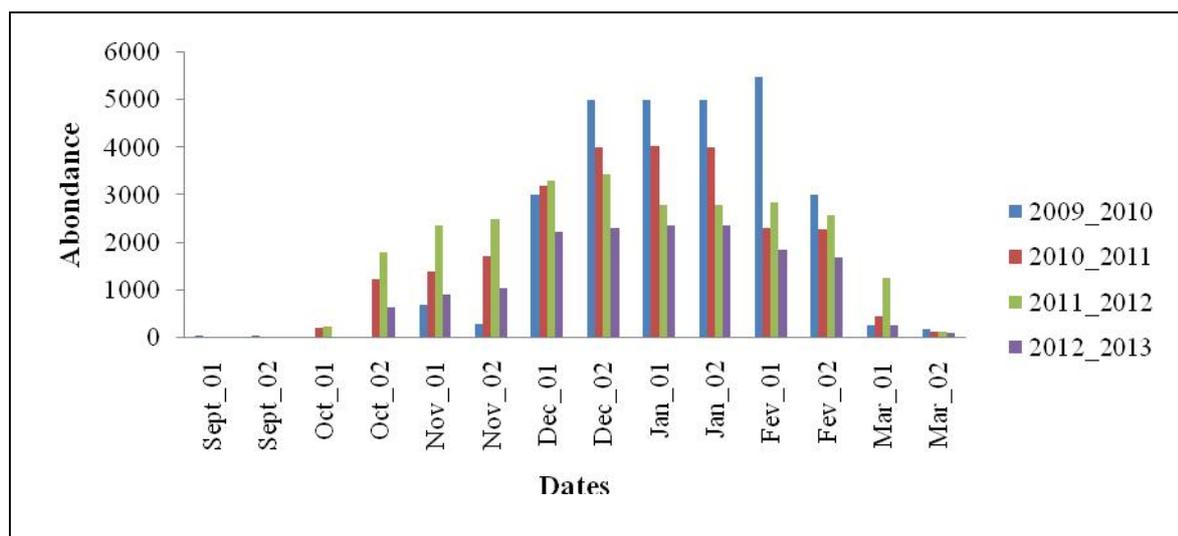
### 1.1.1. Lac d'Oued Khrouf

Le Lac d'Oued khrouf est en réalité une immense phragmitaie à *Phragmites australis* d'environ 1 200 ha qui s'ouvre sur le Chott Merouane (HOUHAMDI et al., 2008). Ce milieu saumâtre est un quartier d'hivernage très important pour l'avifaune aquatique ou il a hébergé plus de 44 espèces (NOUIDJEM, 2008).

Le suivi des effectifs de la Sarcelle d'hiver au cours des quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013) dans le lac d'Oued Khrouf montre sa présence régulière pendant presque toute la période d'hivernage avec des effectifs très élevés en comparaison avec les autres sites de la vallée. Le maximum des effectifs (3 682 oiseaux) est enregistré durant la deuxième quinzaine du mois de décembre (Fig. 9). Généralement, cette espèce a commencé à coloniser le lac d'Oued Khrouf à partir de la deuxième quinzaine du mois de septembre avec des effectifs qui se différencient d'une saison à l'autre (Fig.10).



**Figure.9.** Fluctuation des effectifs de la Sarcelle d'hiver *Anas crecca* au niveau du Lac Oued Khrouf durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013).



**Figure.10.** Variation inter-annuelle des effectifs de la Sarcelle d’hiver *Anas crecca* au niveau du lac Oued Khrouf durant les quatre saisons d’hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013).

Durant la saison 2009/2010, les premiers arrivants de la Sarcelle d’hiver sont observés au début du mois de septembre avec un effectif de 40 individus, ces effectifs restent faibles ne dépassant pas 100 individus jusqu’à la première quinzaine du mois de novembre ou nous avons enregistré un pic avec 700 individus. Ensuite l’effectif a diminué pour atteindre 300 individus à la fin de ce mois. Aussitôt après, l’effectif de cette espèce a augmenté progressivement pour atteindre un maximum de 5 500 individus durant la première quinzaine de février 2010, puis diminuer vers la fin de la saison (Fig.10).

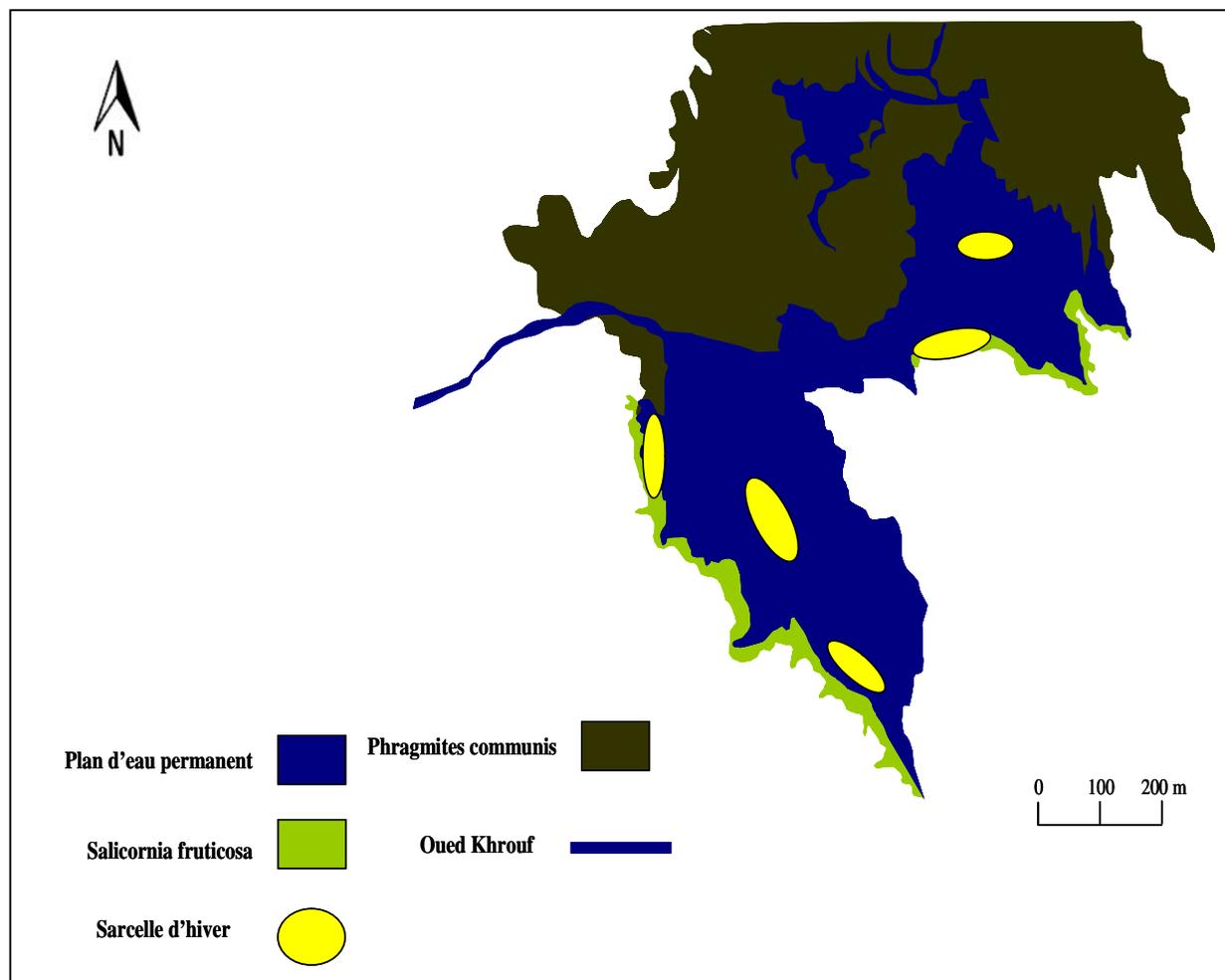
Pour les saisons 2010/2011 et 2011/2012, la Sarcelle d’hiver a commencé à coloniser le Lac d’Oud Khrouf à partir de la deuxième quinzaine du mois de septembre avec respectivement des nombres 15 et 19 individus. Cependant, pour la saison 2012/2013 l’arrivée de cette espèce est signalée un peu en retard au début du mois d’octobre. (Fig.10).

D’un point de vue général, les effectifs de Sarcelle d’hiver sont faibles en comparaison avec la saison 2009/2010. En 2010/2011, les effectifs augmentent progressivement pour atteindre le maximum de 4 029 individus au début du mois de janvier puis diminuer jusqu’à 127 individus vers la fin de la saison au mois de mars. Durant la saison 2011/2012, les effectifs de cette espèce augmentent progressivement jusqu’à atteindre un maximum de 3 428 individus pendant la deuxième quinzaine du mois de décembre. Après cette date, l’allure de la

courbe de variation montre une stabilité qui s'étale de la première quinzaine du mois de janvier jusqu'à la fin du mois de février avec un effectif oscillant entre 2 577 et 2 854 individus. Puis l'effectif a diminué jusqu'à 130 individus vers la fin de la saison au mois de mars (Fig.10).

Pour la saison 2012/2013, la courbe de variation des effectifs montre que l'abondance de la Sarcelle d'hiver pendant cette saison est faible par rapport aux saisons précédentes, avec un maximum de 2 360 individus au début du mois de janvier. Après cette date, les effectifs ont diminué jusqu'à atteindre un minimum de 81 individus vers la fin de la saison (Fig.10).

Comme tous les oiseaux d'eau qui passent leur hivernage au niveau du Lac d'Oued Khrouf, la Sarcelle d'hiver subit une pression de chasse importante par les habitants du village d'Ain Cheikh. Au lac d'Oued Khrouf, la Sarcelle d'hiver préfère les endroits dégagés de toute végétation et les périphéries où la profondeur de l'eau est de moins de 20 cm. Au début de la saison d'hivernage, elle occupe le centre du secteur Est et après le mois de décembre elle occupe le centre du secteur Ouest et les berges du Lac surtout là où il y a des Salicornes. (Fig.11).



**Figure.11.** Distribution spatiale de la Sarcelle d'hiver *Anas crecca* dans le lac d'Oued Khrouf.

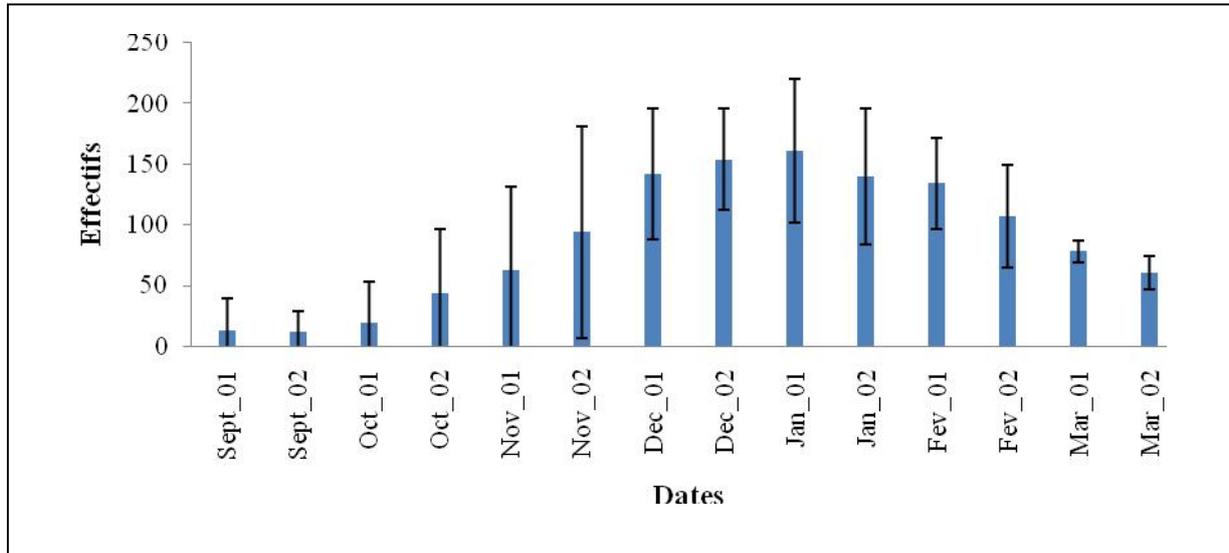
### 1.1.2. Lac Ayata

Ce plan d'eau d'une quarantaine d'hectares est situé près de la commune de Sidi-Amrane, il abrite chaque année environ 38 espèces d'oiseaux d'eau durant la saison d'hivernage.

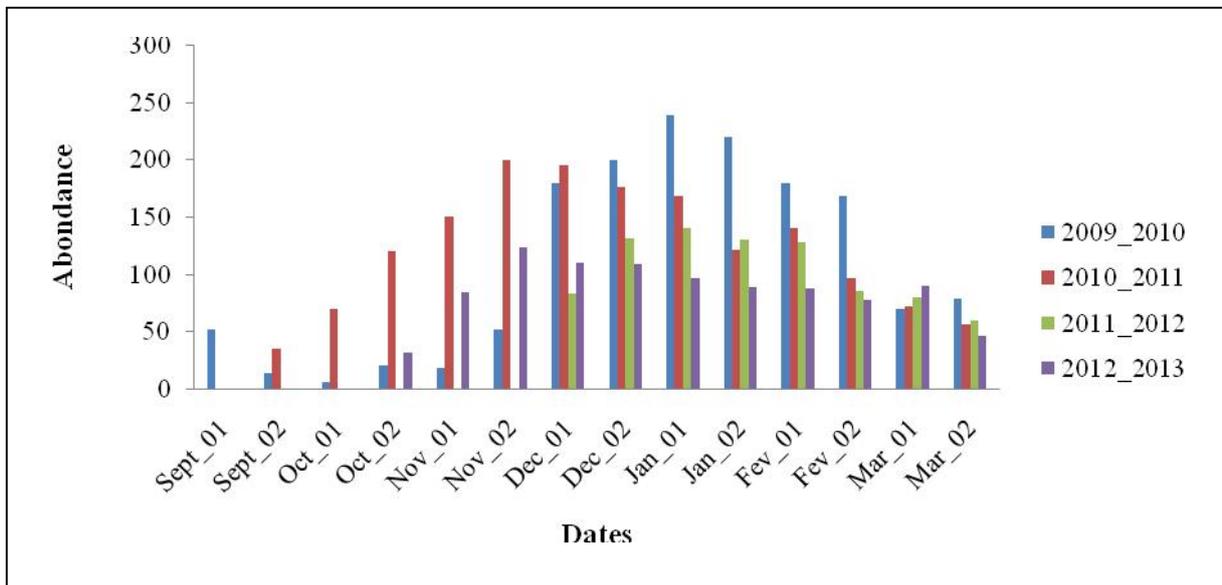
L'installation de la Sarcelle d'hiver au niveau du lac Ayata a été notée dès le mois de septembre et s'étale jusqu'au mois de mars (Fig.12). La courbe de fluctuation des effectifs de ce site est caractérisé par un schéma classique (courbe en cloche) avec un effectif minimal de 13 individus au début et 60 individus à la fin de la saison d'hivernage et un maximum de 161 individus au mois de janvier (Fig.12).

Durant la saison 2009/2010, la Sarcelle d'hiver a colonisé le Lac Ayata dès le début du mois de septembre avec un effectif de 50 individus puis le nombre a diminué jusqu'à la deuxième quinzaine de mois de novembre où il a enregistré une augmentation progressive

pour atteindre un maximum de 240 individus au mois de janvier 2010. A la fin de la saison, on a noté une diminution des effectifs (Fig.13).



**Figure.12.** Fluctuation des effectifs de la Sarcelle d’hiver *Anas crecca* au niveau du lac Ayata durant les quatre saisons d’hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013).



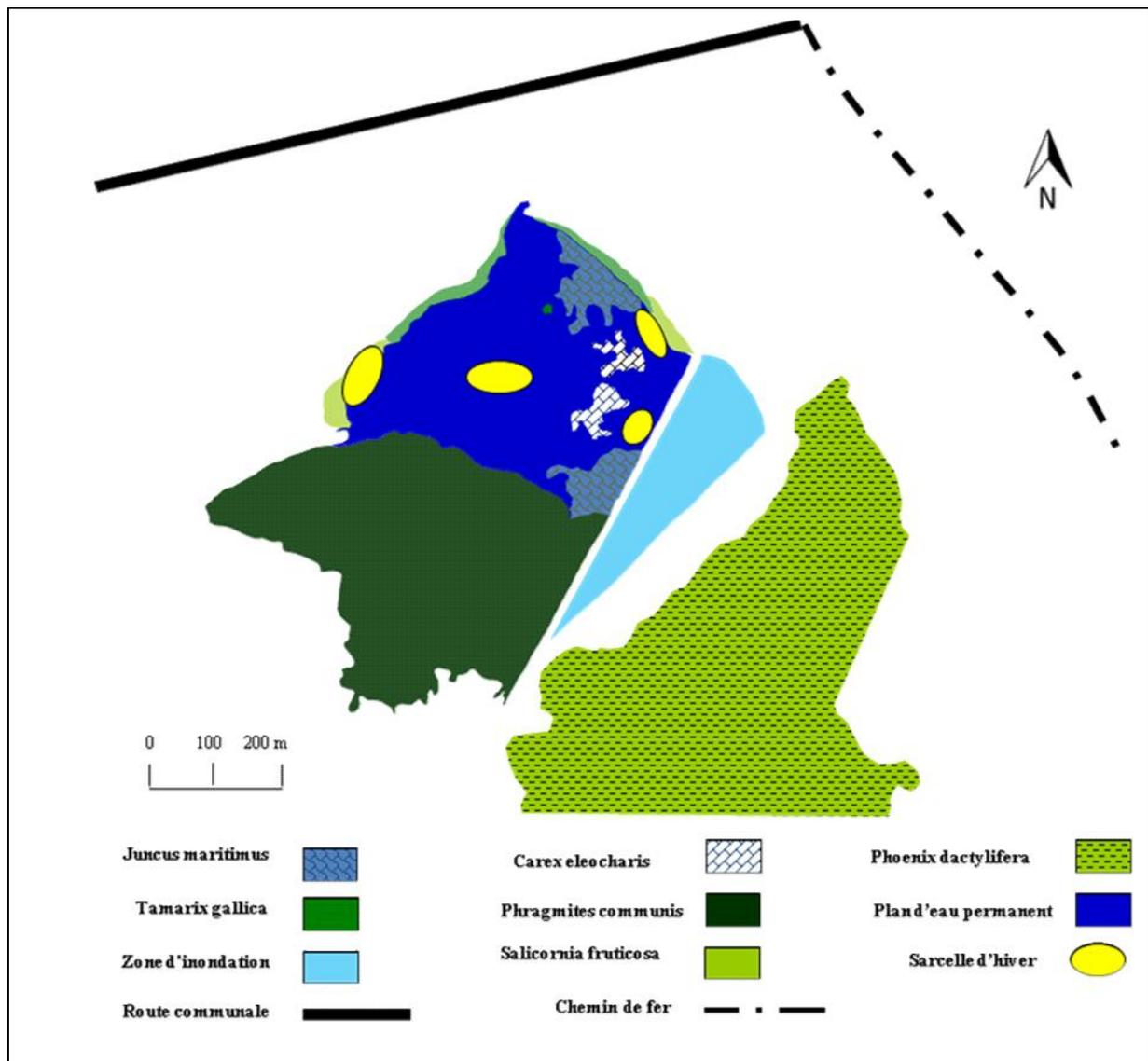
**Figure.13.** Variation inter-annuelle des effectifs de la Sarcelle d’hiver *Anas crecca* au niveau du lac Ayata durant les quatre saisons d’hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013)

Durant la saison 2010/2011, la Sarcelle d'hiver a commencé à coloniser le Lac Ayata à partir de la deuxième quinzaine de septembre avec un effectif de 35 individus puis augmente progressivement pour atteindre un maximum de 200 individus à la deuxième quinzaine du mois de novembre, après quoi l'effectif a enregistré une chute progressive arrivant à un effectif de 56 individus durant le mois de mars (Fig.13).

Lors des deux saisons 2011/2012 et 2012/2013, la Sarcelle d'hiver est arrivée au lac Ayata tardivement respectivement avec un effectif de 83 individus à la première quinzaine du mois de décembre et 32 individus durant la deuxième quinzaine du mois d'octobre.

L'effectif maximal (140 individus) a été enregistré durant la première quinzaine du mois de janvier 2012 (Fig.13). Lors de la saison 2012/2013 nous avons noté un effectif maximum de 124 individus à la fin du mois de novembre 2012.

Durant notre étude nous avons remarqué que cette espèce a été principalement observée en petits groupes disposés tout autour du plan d'eau de Ayata surtout dans les endroits dégagés. Les premiers arrivants ont été enregistrés au mois de septembre et octobre généralement occupant le centre de Lac et le secteur est où la profondeur est inférieure à 20 cm surtout pendant leur alimentation. Mais à partir de la fin du mois de novembre et avec l'augmentation des effectifs cette espèce occupe le centre du Lac et les berges du secteur Ouest durant le sommeil et les secteurs Est et Nord du lac pour l'alimentation (Fig. 14).



**Figure.14.** Distribution spatiale de la Sarcelle d'hiver *Anas crecca* dans le lac Ayata.

### 1.1.3. Chott Tindla

Le Chott Tindla est une poche d'eau issue du canal d'Oued Righ auquel elle est connectée en plusieurs endroits. Cette zone humide d'une superficie de 75ha constitue un endroit propice d'hivernage pour plusieurs espèces avifaunistiques et elle accueille plusieurs milliers oiseaux chaque année (BENSACI, 2011).

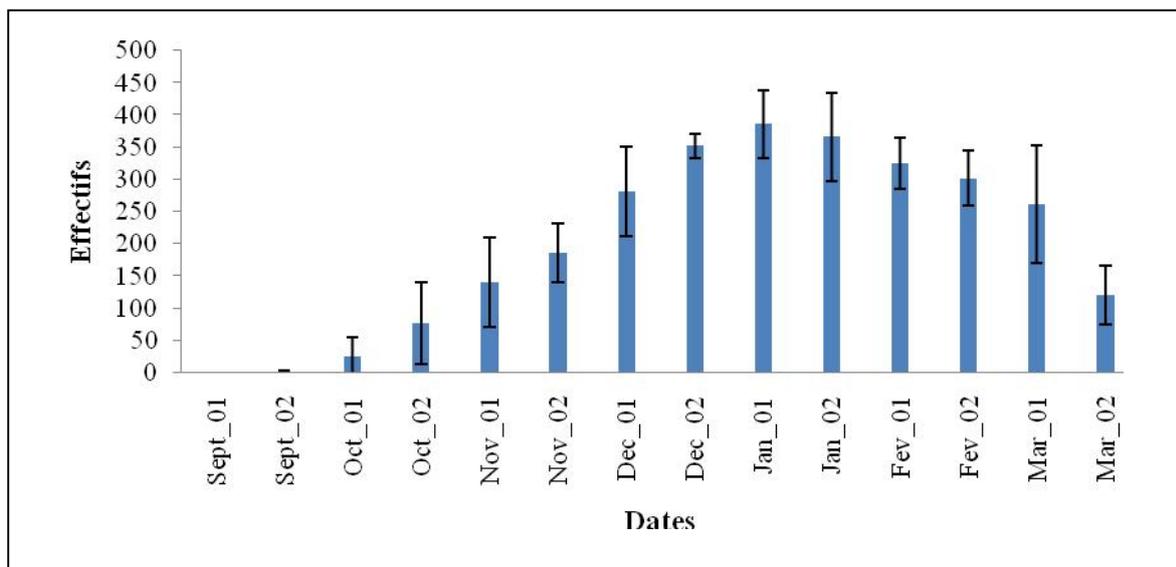
Comme dans les sites précédents, la Sarcelle d'hiver a commencé à coloniser le Chott de Tindla à partir de la fin du mois de septembre avec un effectif faible puis nous avons enregistré une augmentation de l'effectif qui a atteint environ 386 individus durant la première quinzaine du mois de janvier. Ensuite, la population hivernante connaît une baisse jusqu'à la fin du mois de mars (Fig.15).

Durant la saison 2009/2010, l'installation de la Sarcelle d'hiver au niveau de chott Tindla a commencé au début du mois d'octobre avec un effectif de 05 individus puis on assiste à une augmentation des effectifs atteignant un maximum de 369 individus lors de la deuxième quinzaine du mois de décembre. Une diminution des effectifs fut constatée allant à 90 individus vers la fin de la saison (Fig.16).

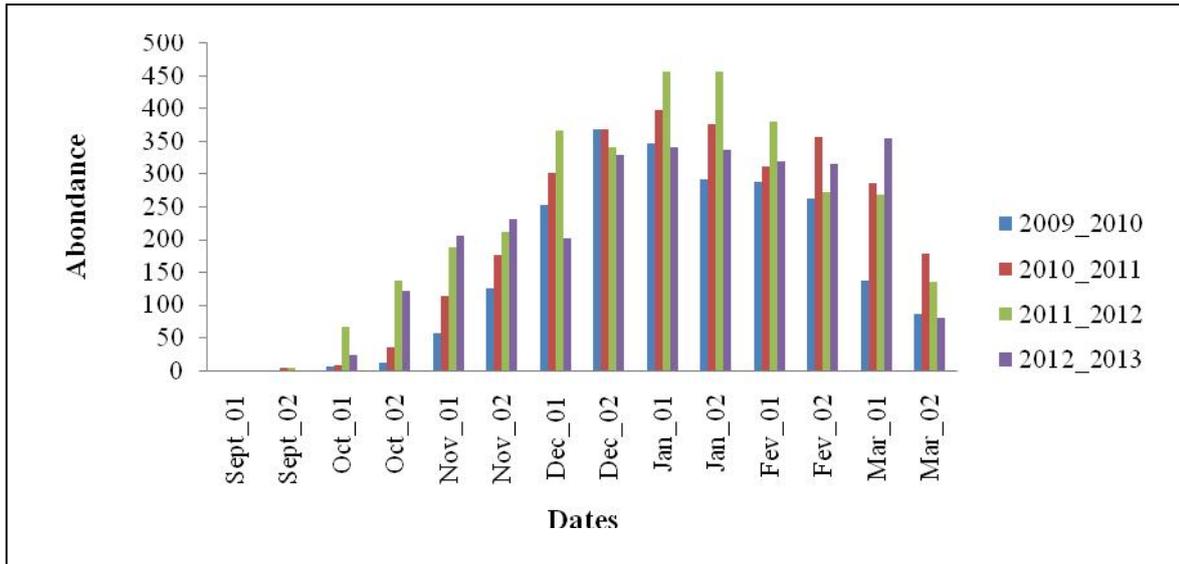
Les saisons 2010/2011 et 2011/2012 sont caractérisées par l'abondance la plus élevée par rapport à la saison d'hivernage 2009/2010 et 2012/2013. Pour les deux saisons l'effectif maximum est enregistré la première quinzaine du mois de janvier, 398 individus durant la saison 2010/2011 et 456 individus à la saison 2011/2012 (Fig.16).

En 2012/2013, la Sarcelle d'hiver a colonisé le Chott Tindla à partir du mois d'octobre avec 24 individus, une augmentation a été observée jusqu'à la fin du mois de novembre où l'effectif a atteint 231 individus. Aussitôt après, une augmentation est notée pour atteindre un premier pic au début du mois de janvier avec un effectif de 342 individus. Un second pic a été enregistré au début du mois de mars avec 356 individus. Nous avons constaté une diminution de l'effectif vers la fin de la saison (Fig.16).

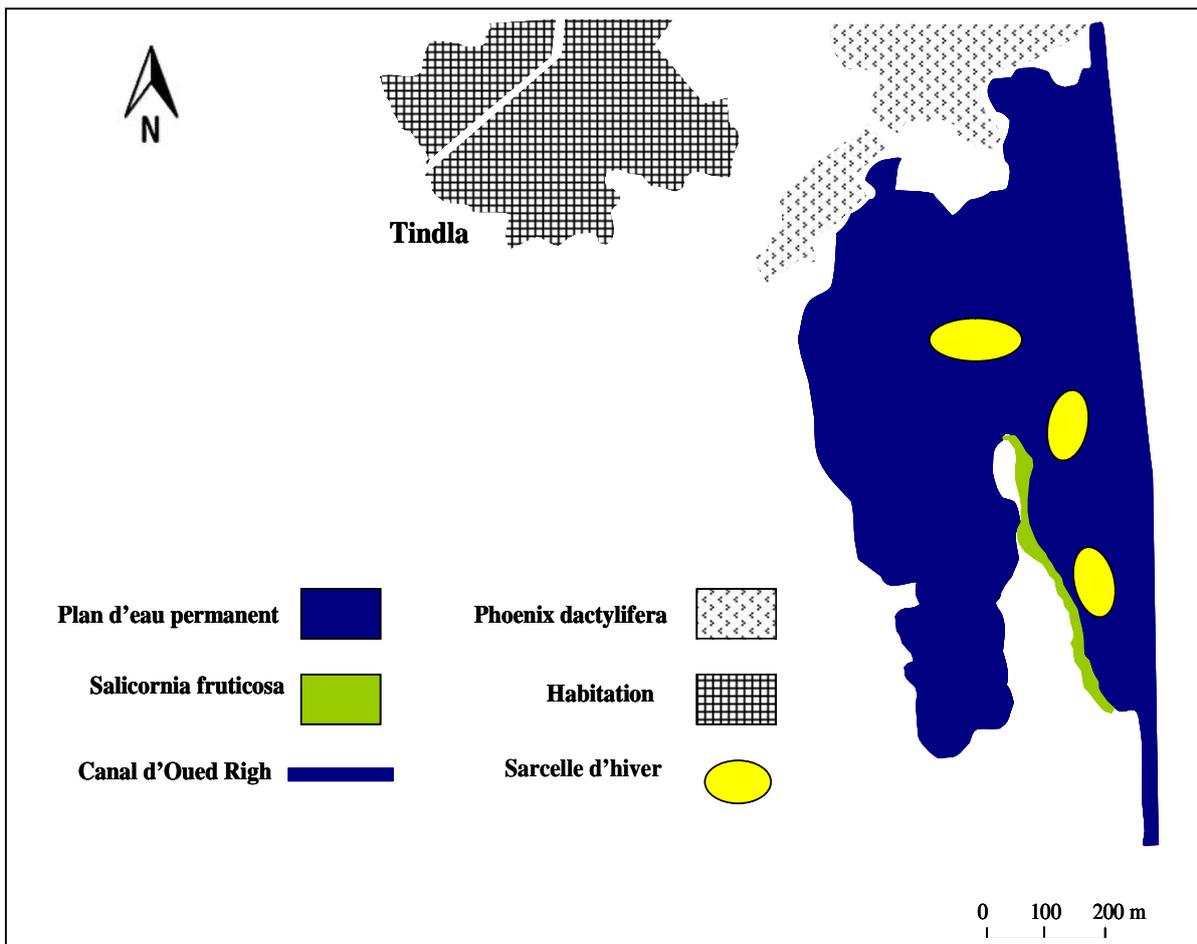
Pour l'occupation spatiale du Chott Tindla durant notre étude, nous avons observé qu'elle fréquente le centre et le secteur Nord Ouest au début de la saison d'hivernage et à partir du mois de janvier elle commence à coloniser le secteur Est du Chott (Fig.17).



**Figure.15.** Fluctuation des effectifs de la Sarcelle d'hiver *Anas crecca* au niveau du Chott Tindla durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013).



**Figure.16.** Variation inter-annuelle des effectifs de la Sarcelle d’hiver *Anas crecca* au niveau du Chott Tindla durant les quatre saisons d’hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013)



**Figure.17.** Distribution spatiale de la Sarcelle d’hiver *Anas crecca* dans le Chott Tindla.

#### 1.1.4. Lac El-Hamraia

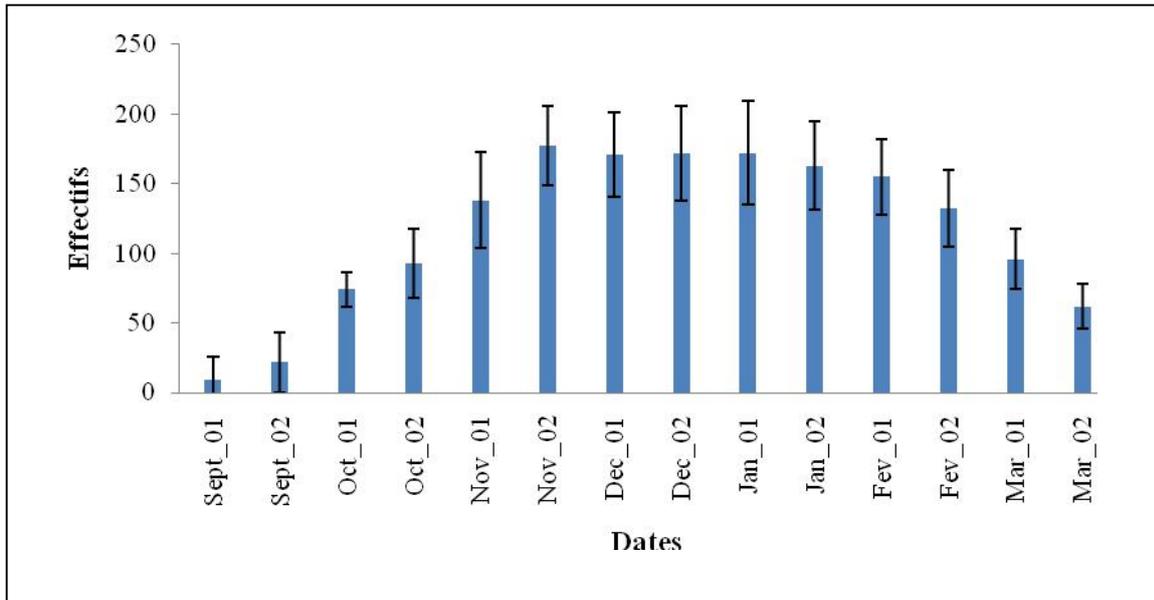
Ce site est un plan d'eau d'une trentaine d'hectares, situé à la proximité de la route nationale N°47 reliant El-Hamraïa à la ville d'El-Oued. Durant notre étude, nous avons remarqué que la Sarcelle d'hiver colonise le Lac El-Hamraia à partir du mois de septembre avec un effectif faible. Ces effectifs augmentent progressivement pour atteindre un maximum de 177 individus lors de la deuxième quinzaine du mois de novembre. Aussitôt après, la courbe montre une stabilité qui s'étale jusqu'au début du mois de janvier puis une diminution vers la fin de la saison (Fig.18).

La saison 2009/2010 est la plus faible en effectifs en comparaison avec les autres saisons, les premiers arrivants ont été enregistrés à la première quinzaine du mois de septembre avec 35 individus puis l'effectif augmente jusqu'à la fin du mois de novembre où le maximum de 136 individus fut noté. Une diminution a été observée vers la fin du mois de mars (45 individus) (Fig.19).

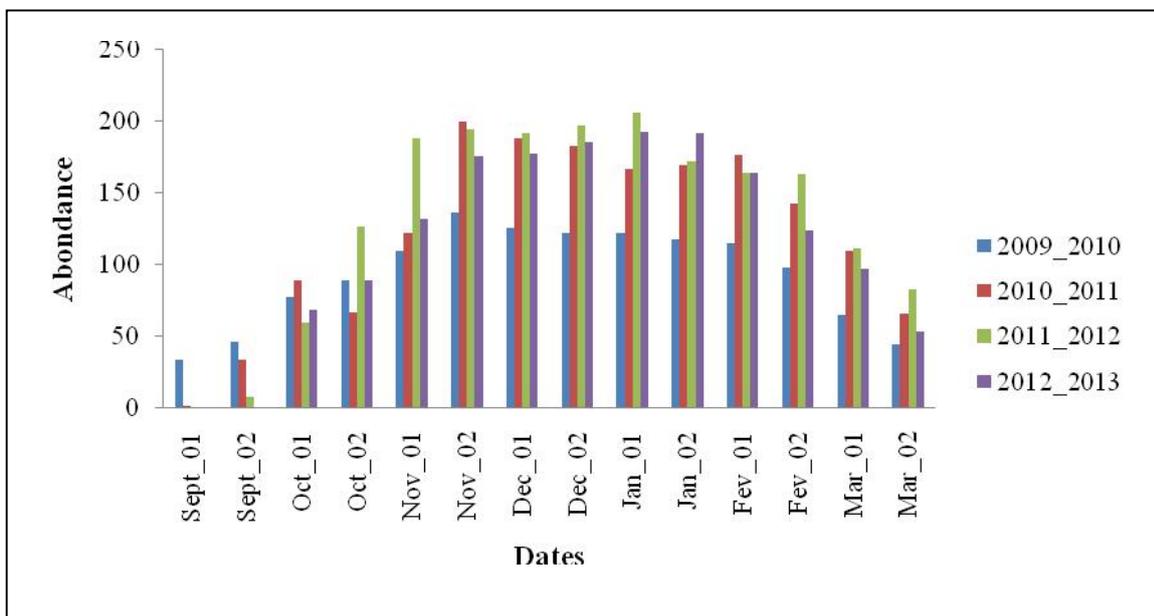
Durant la saison 2010/2011, l'évolution des effectifs de la Sarcelle d'hiver suit l'allure en dents de scie pour toute la saison avec un maximum de 200 individus enregistré lors de la deuxième quinzaine du mois de novembre (Fig.19).

Pour les deux saisons 2011/2012 et 2012/2013, les courbes de variation montrent la même allure avec un minimum au début et à la fin de la saison. L'effectif maximal a été enregistré au mois de janvier durant les deux saisons respectivement 206 individus durant le mois de janvier 2012 et 193 individus au mois de janvier 2013.

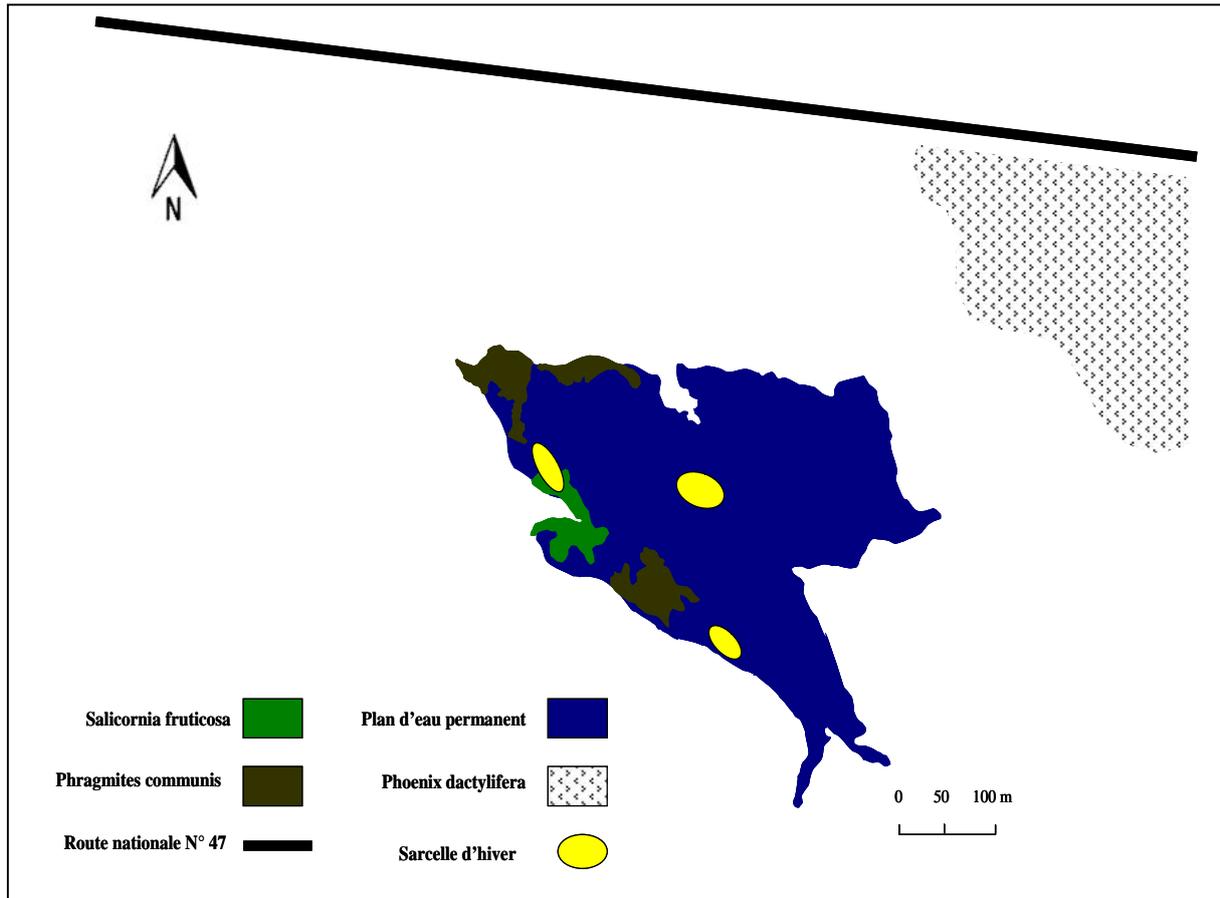
Le Lac de Hamraia est alimenté principalement par les eaux usées provenant de la commune de l'agglomération de Hamraia. Ce Lac est généralement fréquenté par les enfants et les bergers (on a remarqué la présence de troupeaux d'ovins et de caprins durant plusieurs sorties). Malgré ce type de dérangement, ce plan d'eau abrite chaque année un bon nombre de Sarcelles d'hiver et nous avons observé les premiers arrivants occuper le centre du Lac et les proximités des berges méridionales caractérisées par une faible profondeur (Fig.20). A partir du mois de janvier, elle colonise la totalité du Lac surtout les endroits peu profonds.



**Figure.18.** Fluctuation des effectifs de la Sarcelle d’hiver *Anas crecca* au niveau du lac El-Hamraia durant les quatre saisons d’hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013).



**Figure.19.** Variation inter-annuelle des effectifs de la Sarcelle d’hiver *Anas crecca* au niveau du lac El Hamraia durant les quatre saisons d’hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013).



**Figure.20.** Distribution spatiale de la Sarcelle d’hiver *Anas crecca* dans le lac El Hamraia.

### 1.1.5. Lac Sidi Slimane

La zone humide de Sidi Slimane est située à proximité du village Sidi Slimane. Elle est alimentée principalement par les eaux de drainage des palmeraies. L’installation de la Sarcelle d’hiver sur ce site est enregistrée à partir de la première quinzaine du mois de septembre avec un effectif avoisinant 10 individus. Ces effectifs ne cessèrent d’augmenter progressivement jusqu’à la première quinzaine du mois de février où le maximum de 186 individus fut noté, puis une diminution a été observée vers la fin du mois de mars (63 individus) (Fig.21).

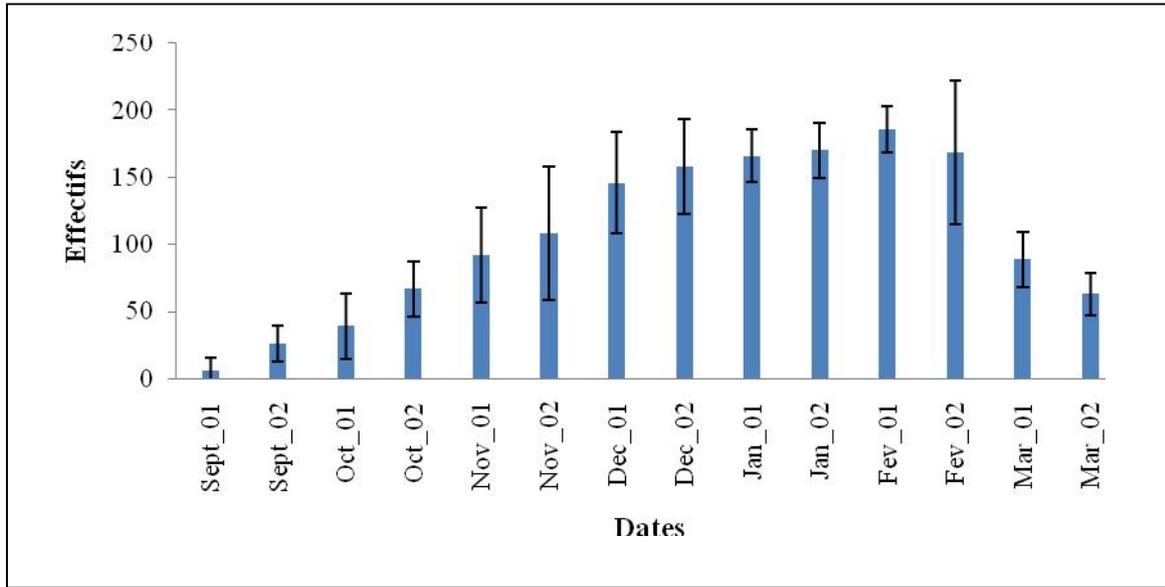
Durant la saison 2009/2010, la Sarcelle d’hiver est présente dans Lac Sidi Slimane pendant toute la saison d’hivernage. Les plus fortes concentrations ont été notées dès le début du mois décembre jusqu’à la fin du mois de février. L’effectif maximum a été enregistré lors de la deuxième quinzaine du mois de février avec 215 individus. Une chute libre des effectifs fut notée à la fin du mois de mars atteignant 61 individus (Fig.22).

Durant la saison 2010/2011, nous avons enregistré les premiers arrivants de la Sarcelle d'hiver lors de la deuxième quinzaine de septembre puis l'effectif augmenta progressivement jusqu'à la deuxième quinzaine de décembre où le maximum de 188 individus fut noté. Une diminution a été observée vers la fin du mois de janvier 2011 (169 individus). Une augmentation du nombre de la Sarcelles d'hiver est notée atteignant un effectif de 208 individus au mois de février 2011. Une seconde diminution fut observée jusqu'à atteindre un effectif avoisinant 65 individus vers la fin du mois de mars 2011 (Fig.22).

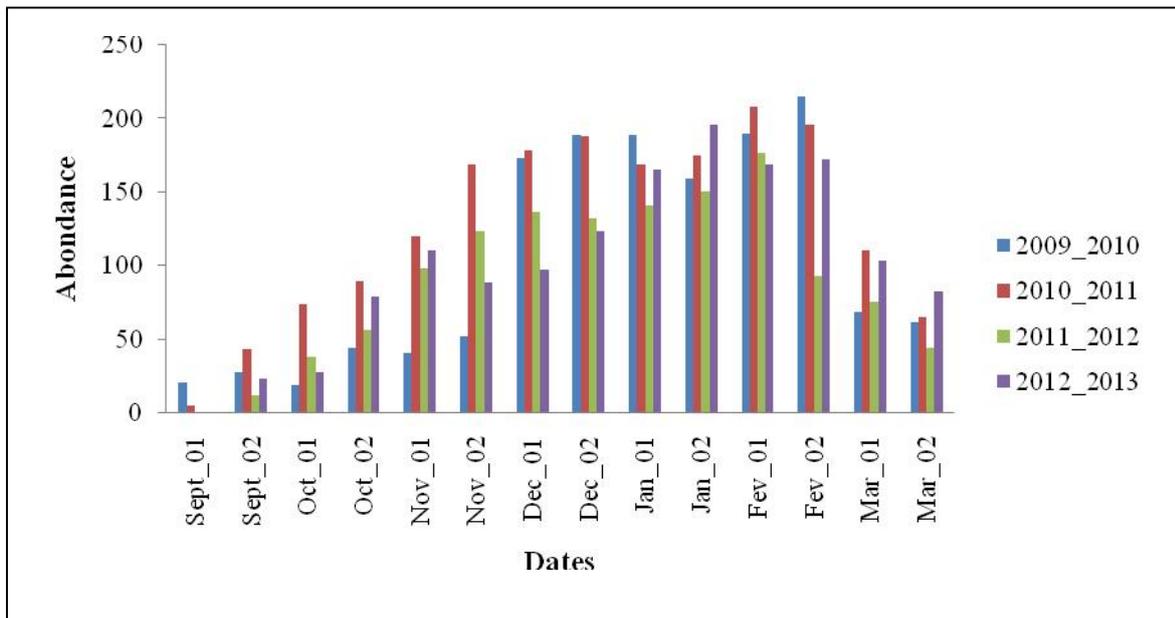
Durant la saison 2011/2012, la Sarcelle d'hiver a commencé à coloniser le Lac Sidi Slimane à partir de la deuxième quinzaine de septembre avec un effectif de 11 individus. Puis on assiste à une augmentation progressive des effectifs atteignant un maximum de 177 individus lors de la première quinzaine du mois de février. Ensuite l'effectif a enregistré une chute arrivant à un effectif de 44 individus à la fin de la saison (Fig.22).

La saison d'hivernage 2012/2013 présente une faible abondance par rapport aux saisons précédentes ou nous avons noté deux pics, le premier au mois de novembre 2012 avec 110 individus et le second au mois de janvier 2013 avec 196 individus (Fig.22).

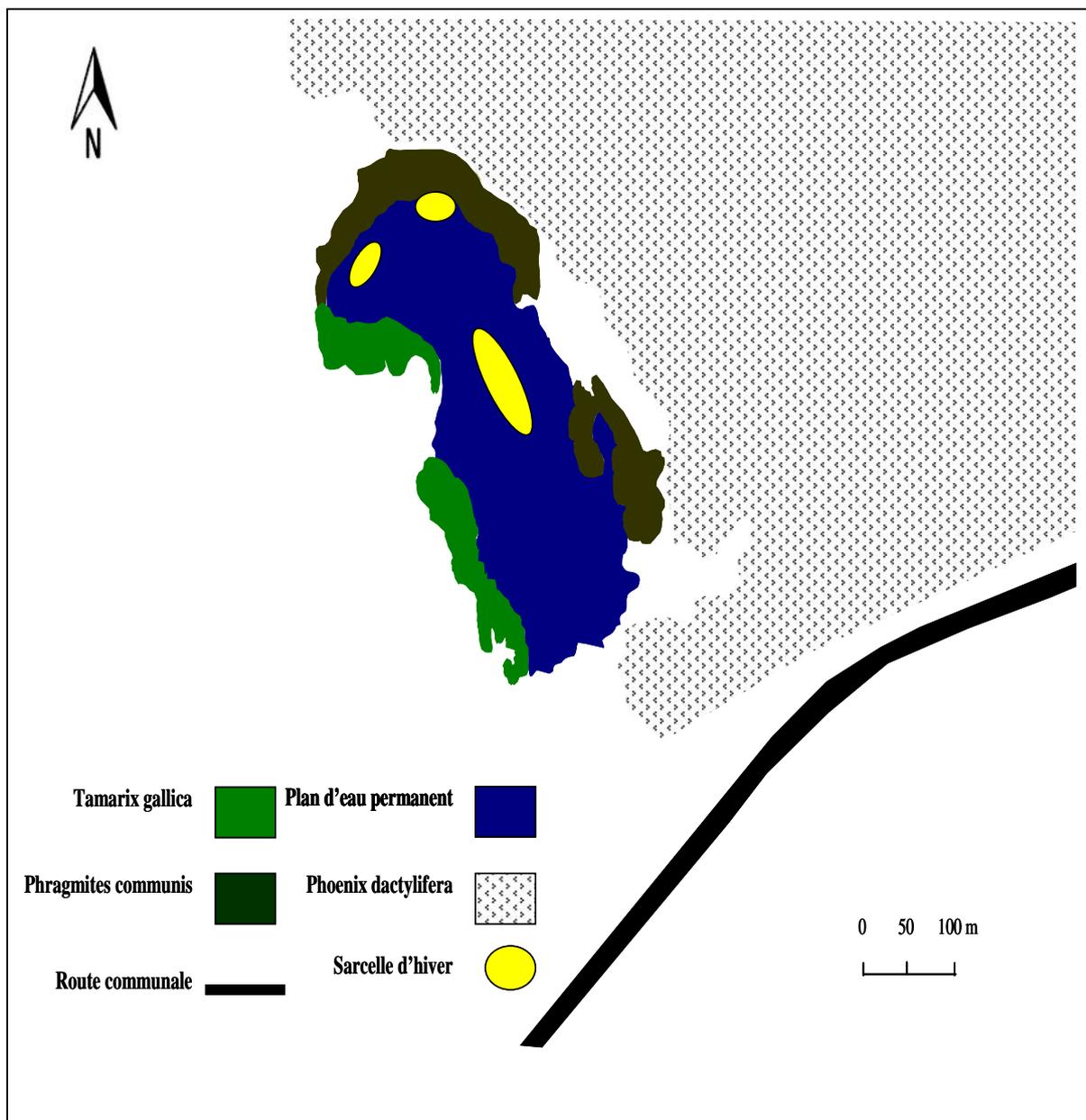
La Sarcelle d'hiver au Lac de Sidi Slimane a généralement fréquenté le centre au début de la saison. A partir du mois de novembre, elle occupe les secteurs Nord et Nord Ouest du Lac (Fig.23).



**Figure.21.** Fluctuation des effectifs de la Sarcelle d’hiver *Anas crecca* au niveau du lac Sidi Slimane durant les quatre saisons d’hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013).



**Figure.22.** Variation inter-annuelle des effectifs de la Sarcelle d’hiver *Anas crecca* au niveau du lac Sidi Slimane durant les quatre saisons d’hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013).



**Figure.23.** Distribution spatiale de la Sarcelle d’hiver *Anas crecca* dans le lac Sidi Slimane.

## 2. Evolution des effectifs globaux de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* sur l'ensemble des zones humides de l'éco-complexe de la vallée d'Oued Righ:

Le suivi régulier de l'évolution des effectifs globaux de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* au niveau du complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ durant les quatre saisons d'hivernage 2009/2010, 2010/2011 et 2011/2012 et 2012/2013 montre la présence de la Sarcelle marbrée dans tous les relevés, avec des effectifs qui varient respectivement entre 67 et 1 400 individus pour la saison 2009/2010, entre 58 et 886 individus pour la saison 2010/2011, entre 40 et 800 individus pour la saison 2011/2012 et entre 50 et 784 individus pour la saison 2012/2013.

Durant notre étude nous avons remarqué que la Sarcelle marbrée est regroupée en deux populations, une sédentaire nicheuse locale se reproduisant dans la majorité des plans d'eau de la vallée et une autre hivernante migratrice (Bouzegag et *al.*, 2013)

L'arrivée de la population hivernante déclenche l'augmentation des effectifs qui ont été généralement observés à partir du mois de septembre pour atteindre le maximum à la fin du mois de décembre (Fig.24).

Nous avons observé environ 1 400 individus en décembre 2009, 886 individus en décembre 2011, 800 individus en octobre 2011 et environ 784 individus en novembre 2012 (Tab.3, Fig.25).

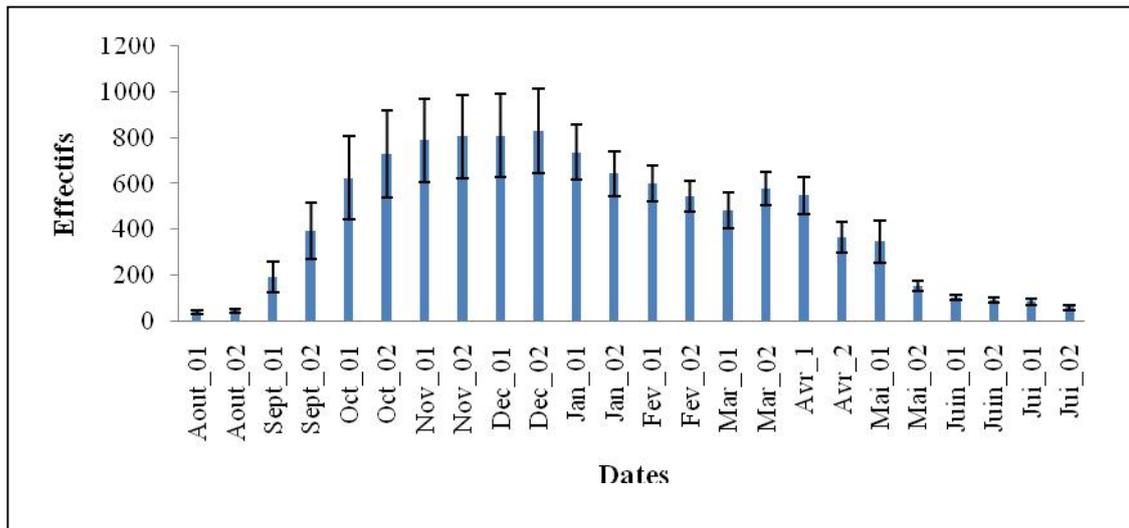
Au début de notre étude, et durant l'année 2009/2010, les effectifs étaient faibles en août (54 individus). La courbe de l'évolution de ces effectifs augmente après la deuxième quinzaine du mois de septembre, pour atteindre un maximum de 1 400 individus pendant la deuxième quinzaine du mois de décembre 2009 (Fig.25). Aussitôt après, les effectifs diminuent progressivement pour se limiter à quelques dizaines d'individus (58 individus) vers la fin de la première saison de notre étude.

Durant la saison 2010/2011, les populations hivernantes commencent à coloniser la vallée d'Oued Righ dès le début du mois de septembre avec des effectifs de 243 individus (Fig.25). Ensuite, on assiste à une augmentation des effectifs atteignant 840 individus en deuxième quinzaine d'octobre 2010. Aussitôt après, on assiste à un effondrement avec un effectif de 771 individus la deuxième quinzaine mois de novembre 2010. Une seconde augmentation des effectifs fut observée à 886 individus lors de la deuxième quinzaine du mois de décembre puis l'effectif adiminué vers la fin du mois de juillet 2011 avec 60 individus.

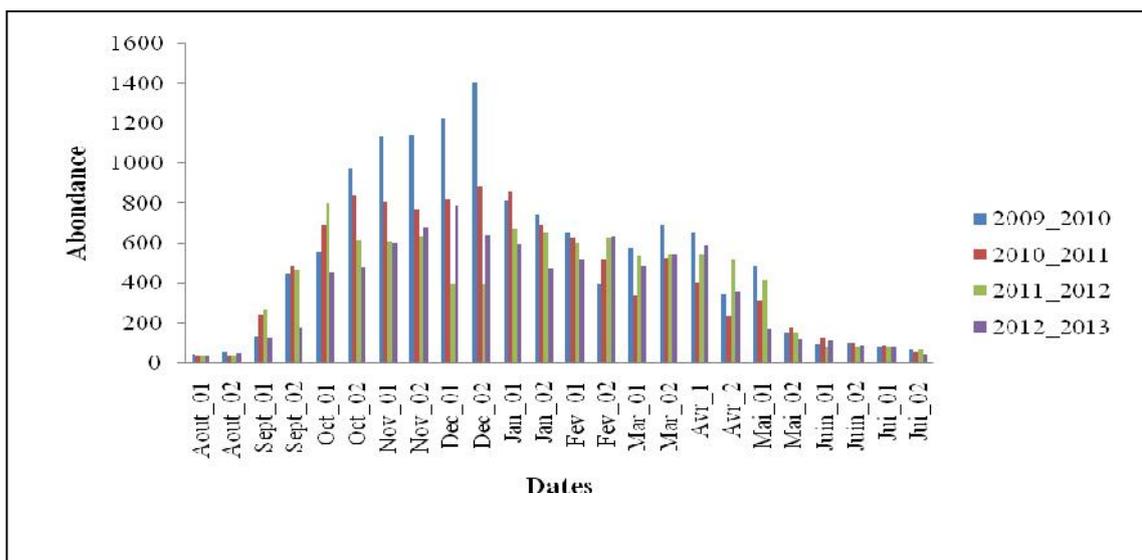
Durant la saison d'hivernage 2011/2012, nous avons enregistré un effectif maximal de 800 individus en deuxième quinzaine du mois d'octobre puis une baisse a été enregistrée

durant le mois de décembre avec un effectif de 392 individus. On note une augmentation des effectifs pour atteindre un deuxième pic (675 individus) lors de la première quinzaine du mois janvier, puis l'effectif diminue jusqu'à la fin de la saison (Fig.25).

Durant la saison 2012/2013, la courbe de variation suit une allure en forme de dents de scie montrant des pics ou les plus élevés au début décembre (784 individus) et les moins élevés durant la deuxième quinzaine de février (635 individus). Après cette date, on assiste à la baisse des effectifs jusqu'à la fin de la saison (Fig.25).



**Figure.24.** Fluctuation des effectifs du Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* au niveau de l'éco-complexe de la vallée d'Oued Righ durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013).



**Figure.25.** Variation inter-annuelle des effectifs de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* au niveau de l'éco-complexe de la vallée d'Oued Righ durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013).

**Tableau. 3.** Nombre maximum de Sarcelles marbrées observées sur les principaux sites de la vallée d'Oued Righ. Le maximum pour tout le complexe (M.T.C) est observé le 17 décembre 2009, le 23 décembre 2010, le 10 octobre 2011 et le 20 novembre 2012 pour respectivement, les quatre saisons d'hivernage 2009-2013. Le maximum observé pour chaque site (M.O.C.S) est également cité avec sa date d'échantillonnage).

Site	Hiver	M.T.C.	M.O.C.S.	Date du M.O.C.S
<b>Lac Oued Khrouf</b>	2009/10	<b>950</b>	<b>950</b>	17/12/2009
<b>Lac Ayata</b>	2009/10	58	158	04/11/2009
<b>Chott Tindla</b>	2009/10	190	223	06/01/2010
<b>Lac Hamraia</b>	2009/10	159	257	05/11/2009
<b>Lac Sidi slimane</b>	2009/10	49	67	11/02/2010
<b>Lac Oued Khrouf</b>	2010/11	<b>550</b>	<b>550</b>	23/12/2010
<b>Lac Ayata</b>	2010/11	31	250	22/10/2010
<b>Chott Tindla</b>	2010/11	138	170	10/01/2011
<b>Lac Hamraia</b>	2010/11	102	148	08/10/2010
<b>Lac Sidi slimane</b>	2010/11	65	90	29/03/2011
<b>Lac Oued Khrouf</b>	2011/12	<b>751</b>	<b>751</b>	10/10/2011
<b>Lac Ayata</b>	2011/12		80	08/03/2012
<b>Chott Tindla</b>	2011/12	16	207	05/01/2012
<b>Lac Hamraia</b>	2011/12	6	143	12/04/2012
<b>Lac Sidi slimane</b>	2011/12	27	67	30/03/2012
<b>Lac Oued Khrouf</b>	2012/13	<b>444</b>	<b>450</b>	20/11/2012
<b>Lac Ayata</b>	2012/13	10	68	05/04/2013
<b>Chott Tindla</b>	2012/13	119	157	26/02/2013
<b>Lac Hamraia</b>	2012/13	146	150	25/12/2012
<b>Lac Sidi slimane</b>	2012/13	65	65	13/12/2012

## **2.1. Evolution spatio-temporelle des effectifs de Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* dans les principales zones humides de la vallée d'Oued Righ**

### **2.1.1. Lac d'Oued Khrouf**

Le suivi des effectifs au cours des quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013) dans le lac d'Oued Khrouf montre sa présence régulière pendant presque toute la période d'hivernage avec des effectifs très élevés en comparaison avec les d'autres sites de la vallée. Ces effectifs maximum (488 oiseaux) sont enregistrés durant la deuxième quinzaine du mois de décembre (Fig.26). Généralement, cette espèce commence à coloniser le lac d'Oued Khrouf à partir de la première quinzaine du mois de septembre avec des effectifs avoisinant 160 individus (Fig.27).

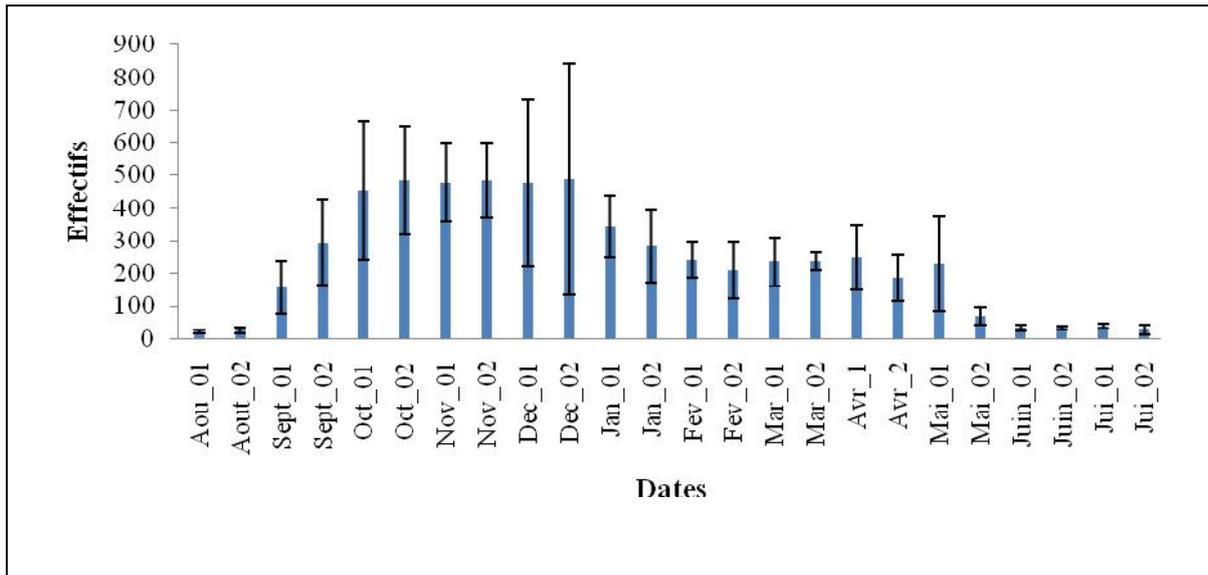
Durant la saison 2009/2010, les premiers arrivants sont observés au début septembre avec un effectif de 100 individus, puis ils augmentent progressivement jusqu'à atteindre un maximum de 900 individus à la fin du mois de décembre. Aussitôt après, l'effectif diminue pour atteindre environ 300 individus au mois de janvier. Après cette date, la courbe de variation des effectifs suit une allure en forme de dents scie jusqu'à la fin de la saison, avec un deuxième pic (400 individus) enregistré au début du mois de mai 2010 (Fig.27).

Durant la saison 2010/2011, la Sarcelle marbrée a commencé à occuper le Lac d'Oued Khrouf à partir de la première quinzaine du mois de septembre puis ses effectifs augmentent progressivement jusqu'à atteindre un maximum de 550 individus fin décembre 2010. Puis, l'effectif enregistre une chute progressive jusqu'à la première quinzaine de mars avec 130 individus puis une légère augmentation est notée durant le même mois (200 individus) suivi d'un effondrement vers la fin de la saison (Fig.27).

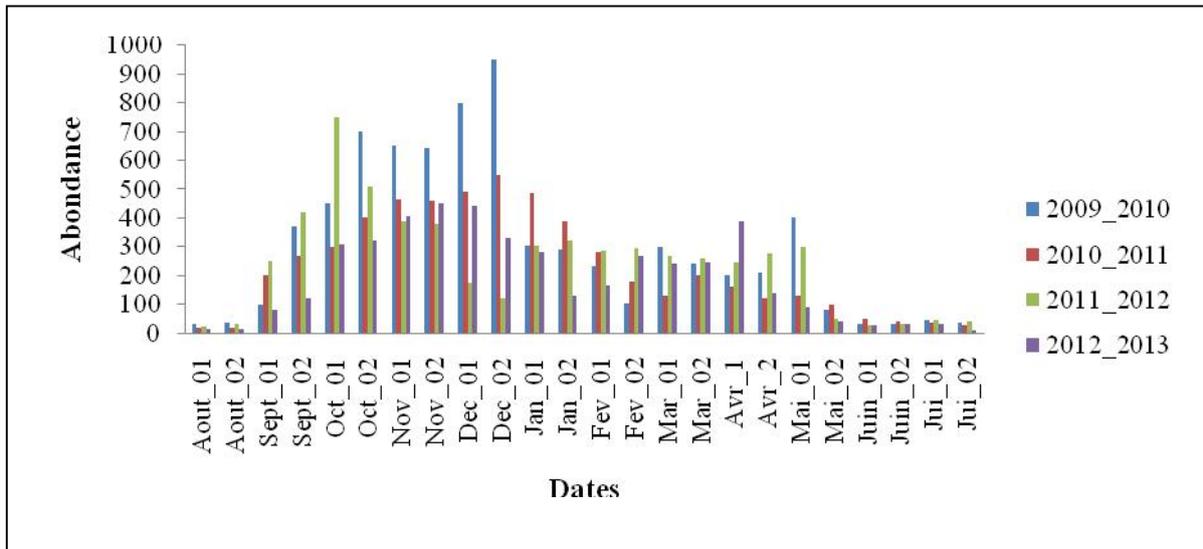
Durant la saison 2011/2012, l'installation de la population hivernante est enregistrée à partir du mois de septembre avec 248 individus. Ces effectifs ne cessent d'augmenter jusqu'au mois d'octobre 2011 où le maximum de 750 individus fut noté. Puis, une diminution a été observée vers la fin du mois de décembre 2011 (120 individus). Aussitôt après une augmentation pour atteindre 323 individus en janvier 2012, une stabilité partielle des effectifs a été observée au mois de février à mai variant entre 244 et 300 individus. Puis on assiste à un effondrement des effectifs jusqu'à la fin de la saison (Fig.27).

Pour la saison 2012/2013 la courbe de l'évolution des effectifs montre deux pics, le premier est enregistré durant la deuxième quinzaine du mois de novembre 2012 avec 450 individus et le deuxième pic est observé au début du mois d'avril 2013 avec 389 individus. Après cette date l'effectif diminue progressivement jusqu'à la fin de la saison. (Fig.27).

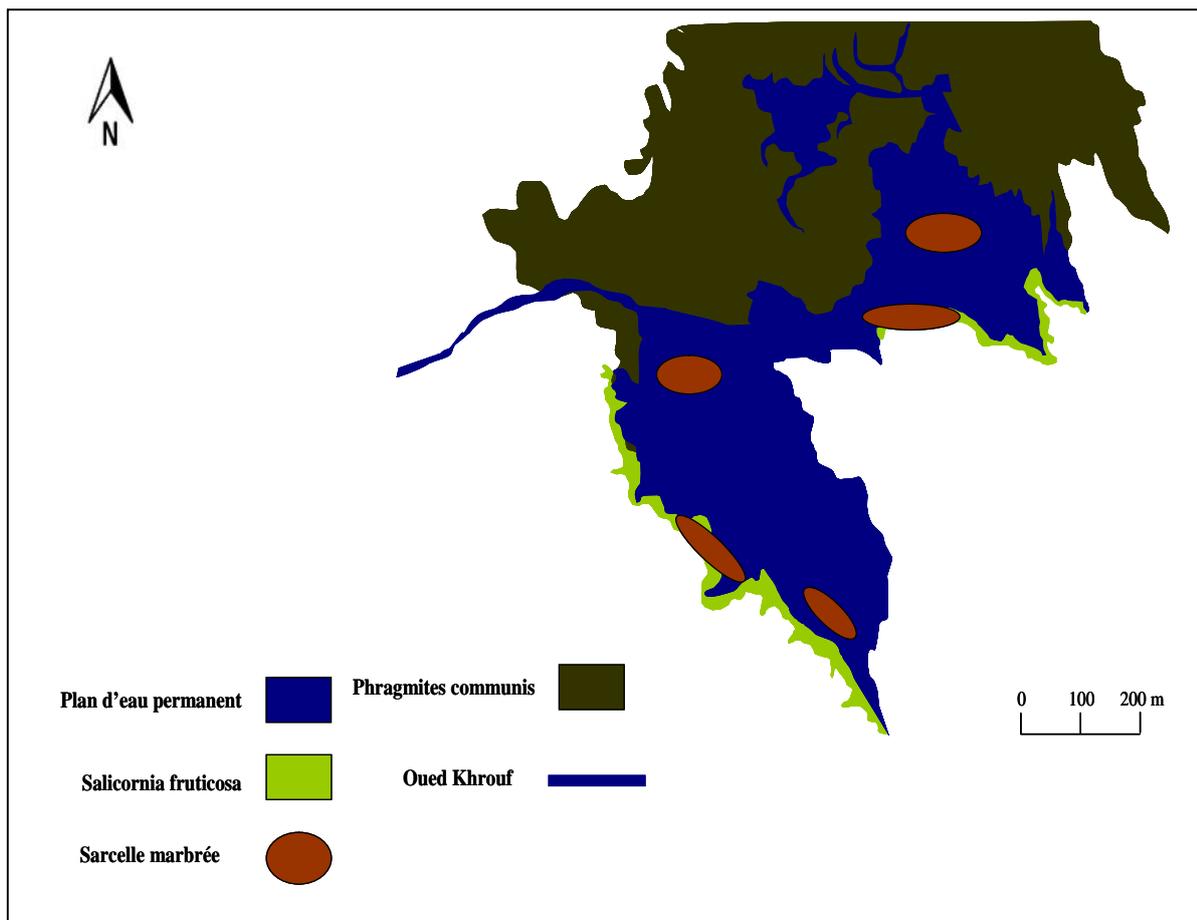
Comme tous les oiseaux d'eau qui hivernent au niveau du Lac d'Oued Khrouf, la Sarcelle marbrée subit une pression de chasse généralement de la part des habitants du village d'Ain Cheikh. La Sarcelle marbrée dans le lac d'Oued Khrouf préfère les endroits dégagés de toute végétation et les périphéries où la profondeur de l'eau est inférieure à 20 cm. Au début de la saison d'hivernage, elle occupe le centre du lac et les berges méridionales et après le mois de décembre elle occupe le centre du secteur Ouest et les berges du Lac surtout où il y a les Salicornes. (Fig.28).



**Figure.26.** Fluctuation des effectifs de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta, angustirostris* au niveau du lac d'Oued Khrouf durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013).



**Figure.27.** Variation inter-annuelle des effectifs de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta, angustirostris* au niveau du lac d’Oued Khrouf durant les quatre saisons d’hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013).



**Figure.28.** Distribution spatiale de la Sarcelle Marbrée *Marmaronetta, angustirostris* dans le lac d’Oued khrouf.

### 2.1.2. Lac Ayata

La population hivernante commence à occuper le lac Ayata à partir de la deuxième quinzaine du mois de septembre avec un effectif moyen de 16 individus puis l'effectif augmente progressivement pour atteindre un maximum de 76 individus à la fin du mois d'octobre. Ensuite, il diminue jusqu'à atteindre un minimum de 26 individus au début du mois de décembre. Après cette date, nous observons une augmentation du nombre jusqu'à atteindre le second pic avec 70 individus à la deuxième quinzaine du mois de mars. Les effectifs diminuent graduellement vers la fin de la saison (Fig.29).

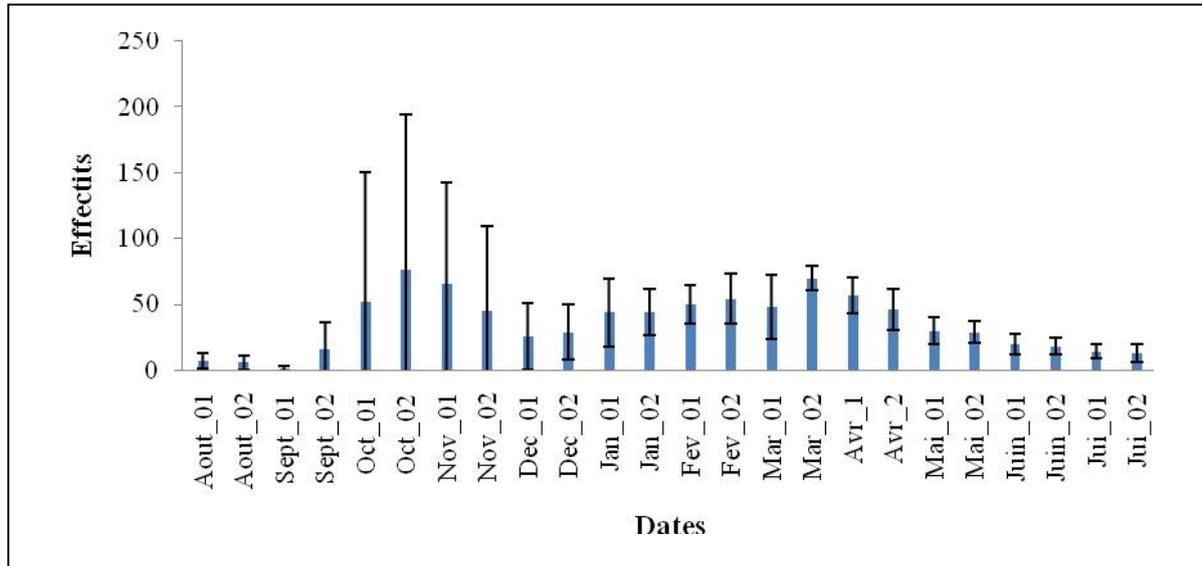
Durant les deux saisons 2009/2010 et 2010/2011, les courbes de variation des effectifs montrent la même allure en forme de dents de scie. Les premiers arrivants étaient enregistrés à la fin du mois de septembre (16 individus en septembre 2009 et 45 individus en septembre 2010)

Nous avons observé au cours de chaque saison deux pics, le premier au début de la saison et le second presque à la fin de la saison. En 2009/2010 le premier pic est noté au mois de novembre avec 158 individus et le deuxième au mois de mars avec 70 individus. En 2010/2011, le premier pic s'est illustré à la fin du mois d'octobre avec 250 individus et le deuxième à la deuxième quinzaine du mois de mars avec 77 individus (Fig.30).

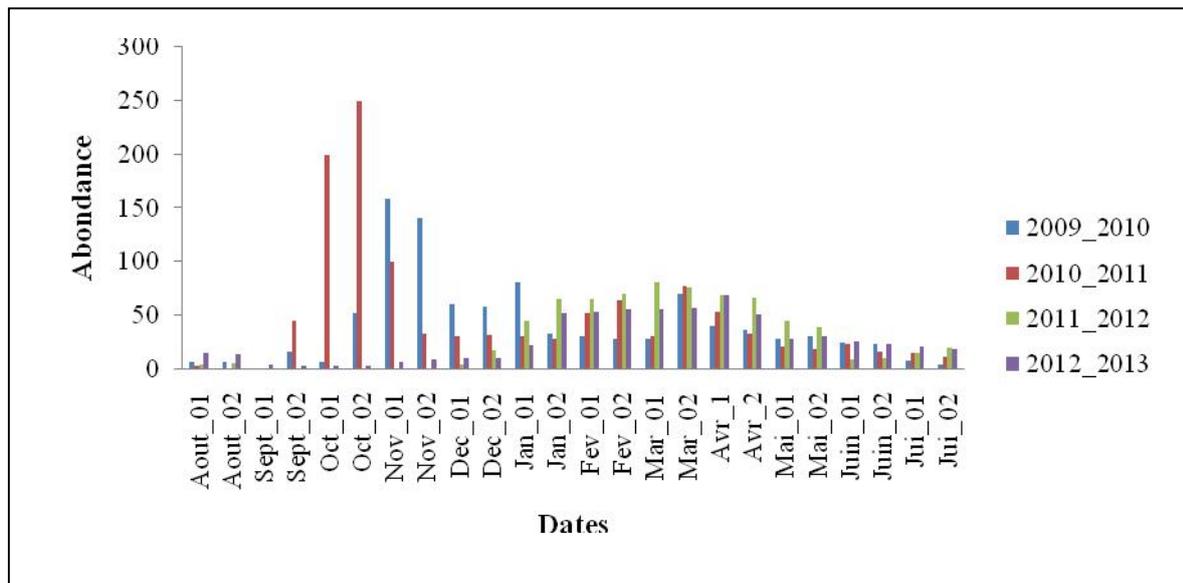
En 2011/2012 le site a connu une sécheresse qui s'est étalée du début du mois septembre jusqu'à la fin du mois de novembre, cette dernière a retardé l'arrivée des populations hivernantes jusqu'à la première quinzaine du mois de décembre. L'effectif maximal de cette espèce (80 individus) a été noté durant la première quinzaine du mois de mars (Fig.30).

Durant la saison 2012/2013, nous avons observé la Sarcelle marbrée avec un effectif faible au début de la saison jusqu'à la deuxième quinzaine du mois de novembre ou l'effectif a commencé à augmenter pour atteindre un maximum de 68 individus à la première quinzaine du mois d'avril. Puis il a diminué vers la fin du mois de juillet pour atteindre un minimum de 18 individus (Fig.30).

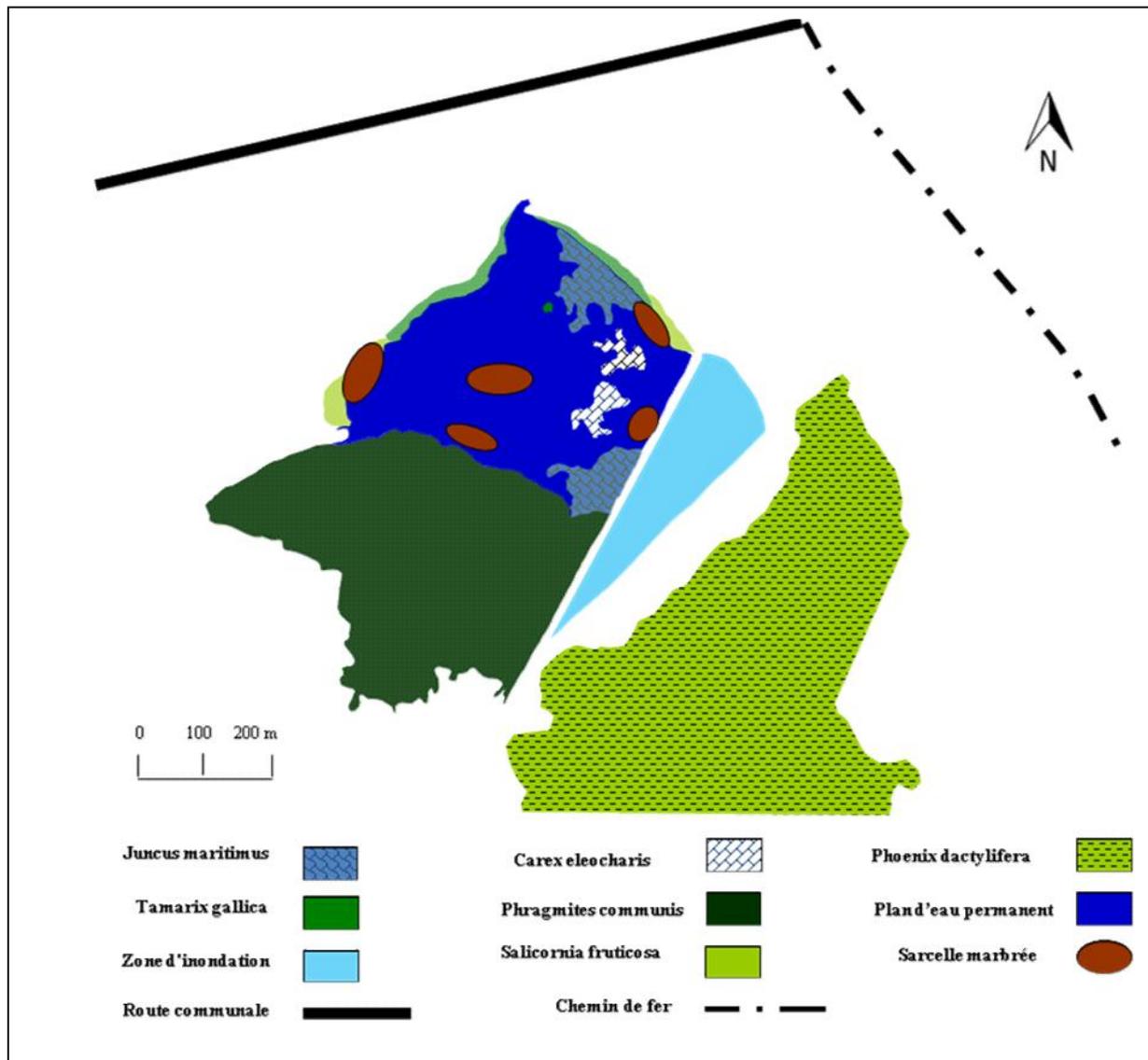
Durant notre étude nous avons remarqué que cette espèce a été principalement observée en petits groupes dispersés sur tout le plan d'eau de Ayata surtout dans les endroits dégagés et où l'eau est peu profonde. Aux mois de septembre et octobre, elles occupent généralement le centre du Lac et les secteurs Est et Ouest surtout pendant leur alimentation. A partir de la fin du mois de novembre et avec l'augmentation des effectifs, cette espèce occupe le centre du Lac et les berges du secteur Ouest durant leur sommeil et les secteurs Est et Nord du lac pour l'alimentation (Fig.31).



**Figure.29.** Fluctuation des effectifs de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* au niveau du lac Ayata durant les quatre saisons d’hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013).



**Figure.30.** Variation inter-annuelle des effectifs de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* au niveau du lac Ayata durant les quatre saisons d’hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013).



**Figure.31.** Distribution spatiale de la Sarcelle Marbrée *Marmaronetta, angustirostris* dans le lac Ayata.

### 2.1.3. Chott Tindla

Le Chott Tindla est une poche d'eau issue du canal d'Oued Righ auquel elle est connectée en plusieurs endroits. Cette zone humide d'une superficie de 75ha, constitue un endroit propice d'hivernage pour plusieurs espèces avifaunistiques et elle accueille plusieurs milliers oiseaux chaque année (BENSACI, 2011).

Durant la période de notre étude, nous avons enregistré l'arrivée de la population hivernante de Sarcelle marbrée à partir du début du mois d'octobre avec un effectif faible. Puis nous enregistrons une augmentation de l'effectif qui atteint environ 176 individus durant la première quinzaine du mois de janvier. Ensuite, l'effectif connaît une baisse jusqu'à la première quinzaine du mois de mars. Aussitôt après on assiste à une augmentation pour

atteindre 128 individus à la fin du mois de mars. Ces effectifs amorcent une diminution jusqu'à la fin de la saison (Fig.32).

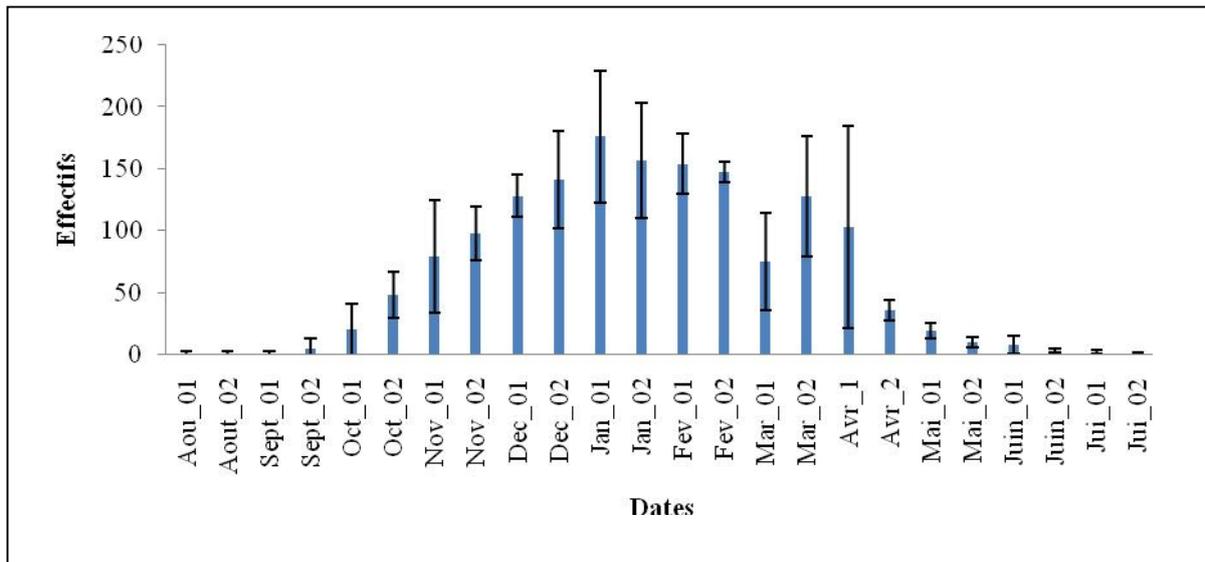
Durant les saisons 2009/2010 et 2010/2011, les courbes de variation des effectifs montrent la même allure où les premiers arrivants étaient enregistrés au début du mois de septembre (16 individus en septembre 2009 et 10 individus en septembre 2010)

Nous avons observé durant chaque saison deux pics, le premier à la mi-saison d'hivernage et le second presque à la fin de la saison. Durant la saison 2009/2010, le premier pic est apparu au mois de janvier avec 223 individus et le deuxième au mois d'avril avec 211 individus. En 2010/2011, le premier pic est noté au mois de janvier avec 170 individus et le second lors de la première quinzaine du mois d'avril avec 120 individus (Fig.33).

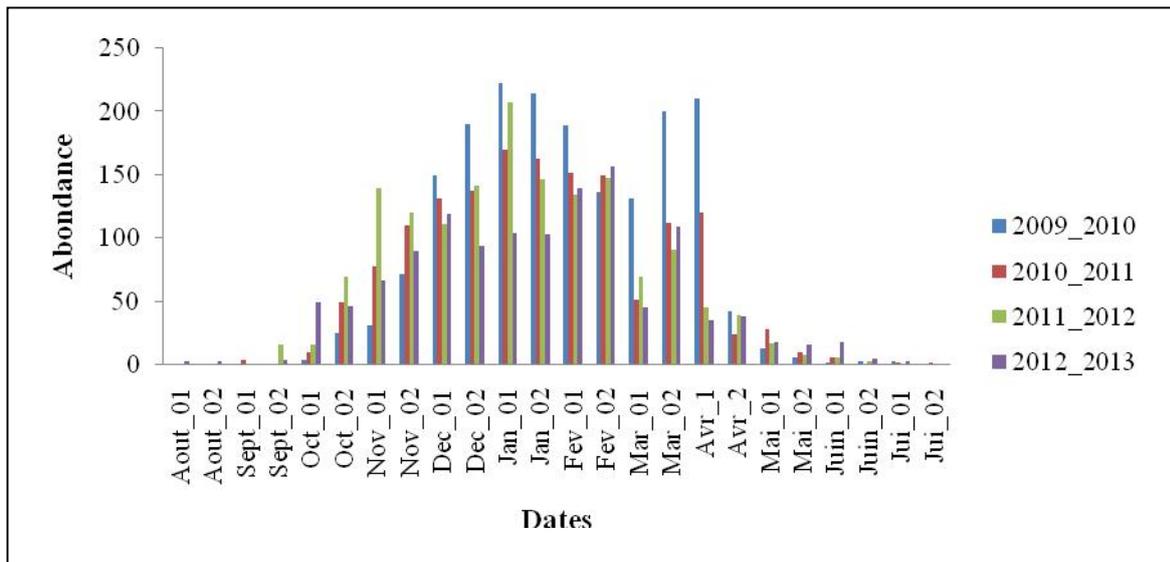
Durant la saison 2011/2012, le graphique de l'occupation temporelle du Chott Tindla par la Sarcelle montre qu'elle est présente durant la saison d'hivernage avec un effectif assez grand par rapport à la saison de reproduction. Ce graphique présente une allure en dents de scie montrant les deux pics principaux où le premier est enregistré au début du mois de janvier avec 207 individus et le deuxième à la fin du mois de février avec 148 individus.

Durant la saison 2012/2013, l'installation de la Sarcelle marbrée au niveau du chott Tindla a commencé au début du mois d'octobre avec un effectif de 50 individus. La courbe de variation montre une augmentation atteignant un maximum de 157 individus lors de la deuxième quinzaine du mois de février et une diminution observée jusqu'à un effectif de 18 individus vers la fin de la saison (Fig.33).

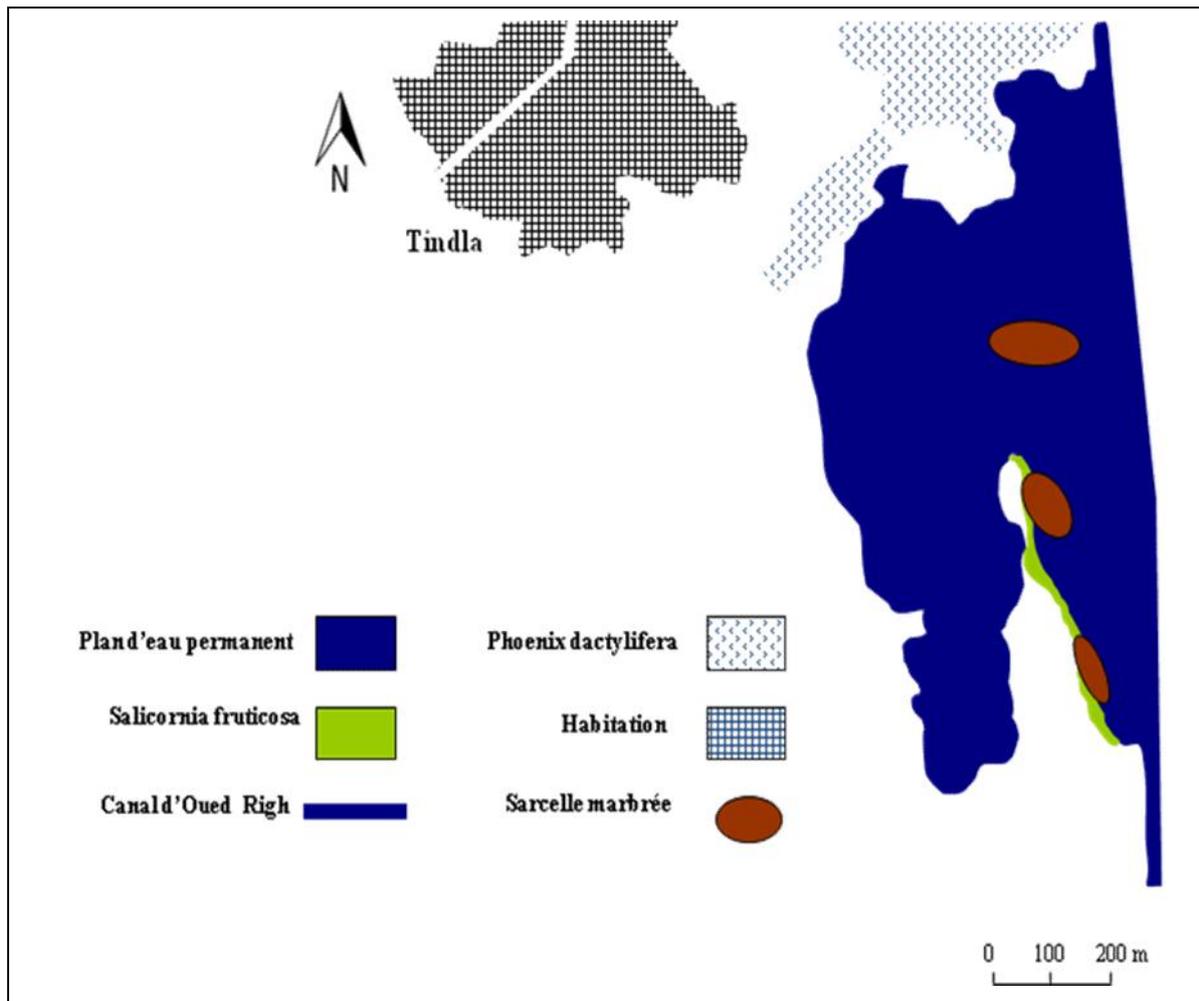
Durant notre étude, nous avons observé que la Sarcelle marbrée fréquente le centre et le secteur Nord Ouest au début de la saison d'hivernage et à partir du mois de novembre, elle commence à coloniser les secteurs Nord-Est et méridional du Chott (Fig.34).



**Figure.32.** Fluctuation des effectifs de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* au niveau du Chott Tindla durant les quatre saisons d’hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013).



**Figure.33.** Variation inter-annuelle des effectifs de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* dans le Chott Tindla durant les quatre saisons d’hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013).



**Figure.34.** Distribution spatiale de la Sarcelle Marbrée *Marmaronetta, angustirostris* dans le Chott Tindla.

#### 2.1.4. Lac El-Hamraia

Ce site est un plan d'eau d'une trentaine d'hectares situé à proximité de la route nationale N°47 reliant le village El-Hamraïa à la ville d'El-Oued. Durant notre étude nous avons remarqué que la population hivernante de la Sarcelle marbrée colonise le Lac El-Hamraia à partir du mois de septembre avec un effectif faible. Ces effectifs augmentent progressivement pour atteindre un maximum de 126 individus lors la deuxième quinzaine du mois de novembre. Aussitôt après, la courbe de fluctuation des effectifs montre une diminution jusqu'au début du mois de mars puis une augmentation pour atteindre un autre pic avec 106 individus au début de mois d'avril suivi d'une diminution vers la fin de saison (Fig. 35).

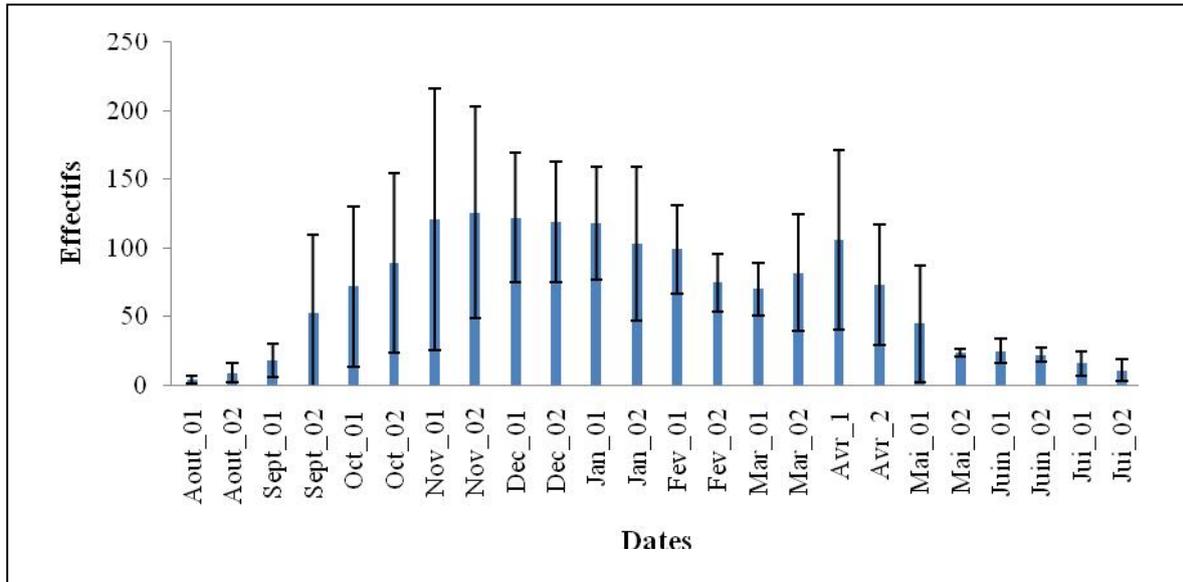
Durant la saison 2009/2010, l'évolution des effectifs a une allure en dents de scie où nous avons observé deux pics principaux. Après l'arrivée de la population hivernante à partir du mois de septembre, nous avons enregistré une augmentation progressive pour atteindre le premier pic avec 257 individus au début du mois de novembre 2009. Le nombre de Sarcelles marbrée diminue jusqu'à atteindre un minimum de 65 individus à la première quinzaine du mois de mars après cette date on assiste à un rehaussement du nombre jusqu'à atteindre le deuxième pic avec 178 individus au début du mois d'avril 2010. Aussitôt après, une baisse a été enregistrée jusqu'à la fin de la saison où il ne reste que l'effectif de la population nicheuse (Fig.36).

Durant la saison 2010/2011, les premiers individus de la population hivernante de la Sarcelle marbrée colonisent le Lac El Hamraia au début du mois de septembre avec un effectif de 20 individus ensuite nous avons enregistré une augmentation substantielle pour atteindre un effectif maximal de 148 individus au mois d'octobre. L'effectif diminue jusqu'au mois d'avril atteignant un minimum de 35 individus, puis nous observons un autre pic durant le mois de mai avec 109 individus lors de passage des groupes en migration aussitôt après le nombre de la Sarcelle marbrée baisse vers la fin de la saison (Fig.36).

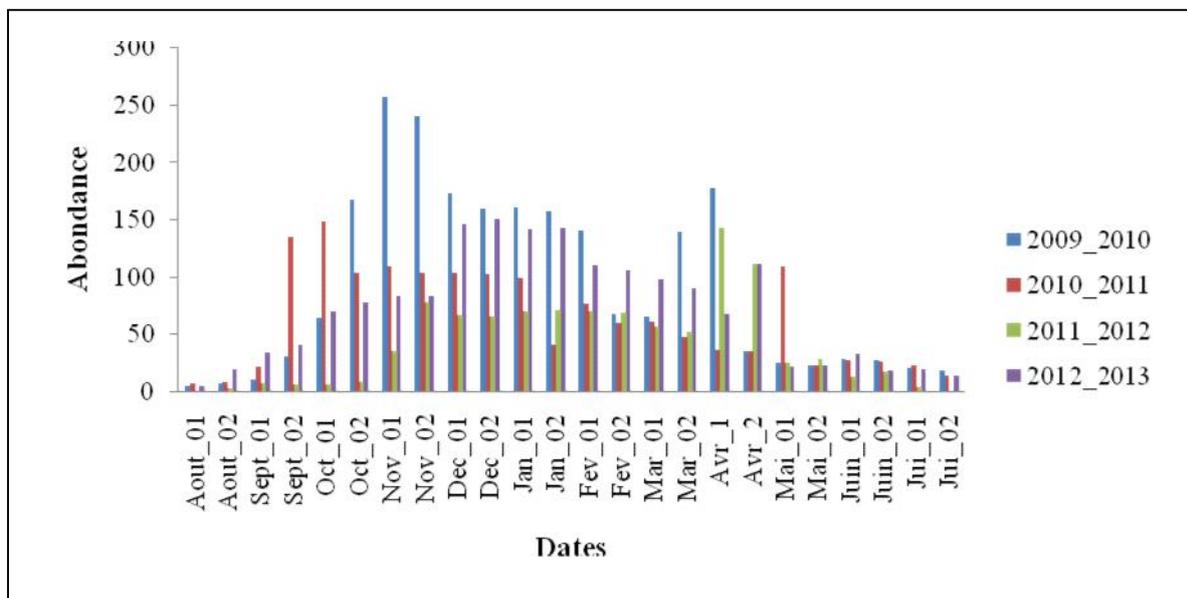
Du point de vue abondance, la saison 2011/2012 est la plus faible en comparaison avec les autres saisons. L'effectif de la Sarcelle marbrée durant cette saison varie respectivement entre 25 et 143 individus et nous avons observé deux pics, le premier à la deuxième quinzaine du mois de novembre avec 78 individus et le deuxième à la première quinzaine du mois d'avril avec 143 individus (Fig.36).

Pour la saison 2012/2013, la population hivernante a commencé à coloniser le Lac El Hamraia à partir de la deuxième quinzaine du mois d'août avec un effectif de 19 individus. Puis nous avons enregistré une augmentation progressive jusqu'à la deuxième quinzaine du mois de décembre où l'effectif a atteint un maximum de 150 individus. Ensuite l'effectif a diminué pour atteindre un minimum de 67 individus durant la première quinzaine du mois d'avril. A la fin de ce mois nous avons enregistré le deuxième pic avec 111 individus peu après l'effectif diminue jusqu'à la fin de la saison.

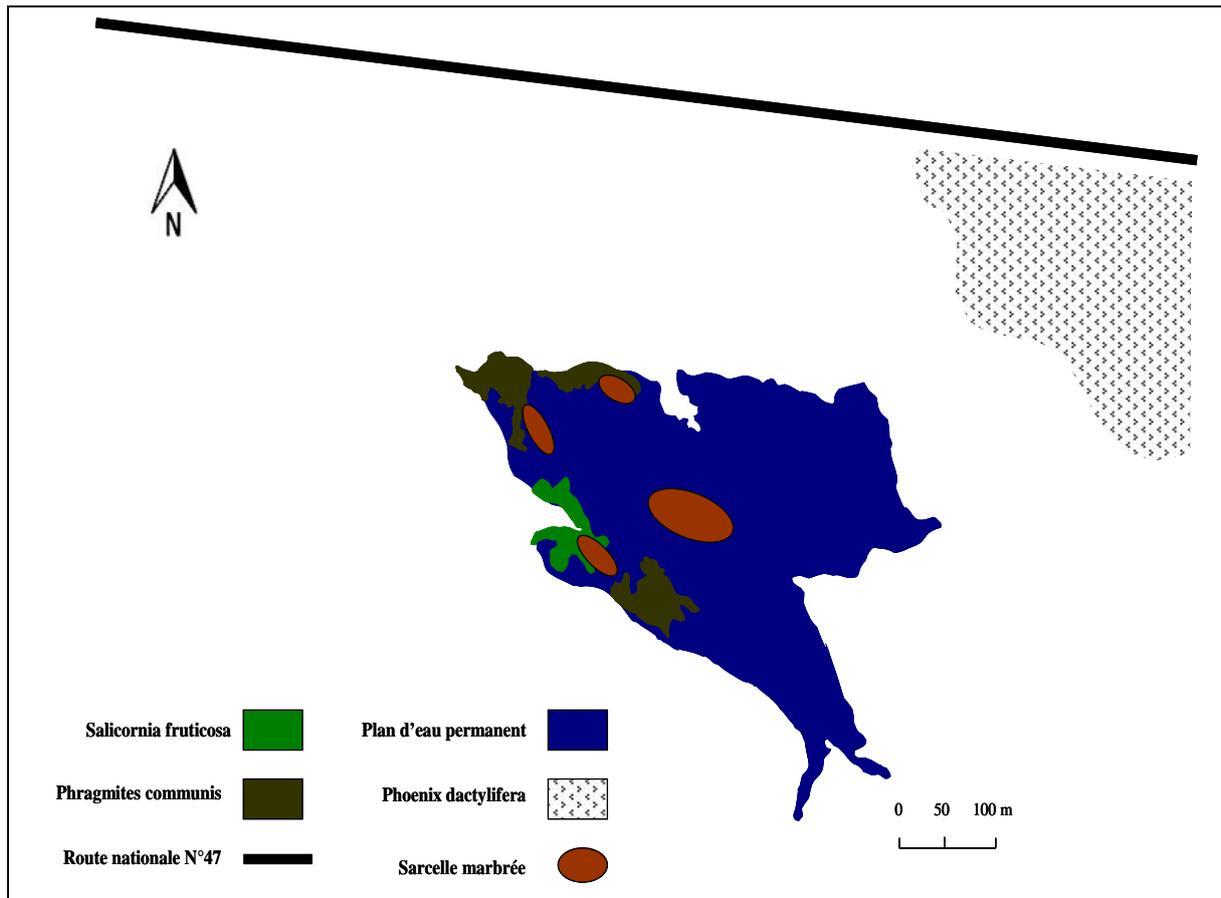
Pour l'occupation spatiale, ce plan d'eau est fréquenté par la Sarcelle marbrée durant toute l'année. Pendant la période d'hivernage, elle occupe le centre du Lac et la proximité des berges méridionales caractérisées par une faible profondeur d'eau. En période de reproduction, elle occupe les secteurs Nord et Ouest où il y a une concentration des phragmites (Fig.37).



**Figure.35.** Fluctuation des effectifs de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* au niveau de lac El Hamraia durant les quatre saisons d’hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013).



**Figure.36.** Variation inter annuelle des effectifs de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* au niveau du lac El Hamraia durant les quatre saisons d’hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013).



**Figure.37.** Distribution spatiale de la Sarcelle Marbrée *Marmaronetta angustirostris* dans le lac El Hamraia.

### 2.1.5. Lac Sidi Slimane

La zone humide de Sidi Slimane est située à proximité de village de Sidi Slimane, elle est alimentée par les eaux de drainage des palmeraies. L'installation de la population hivernante de la sarcelle marbrée dans ce site est enregistrée à partir de la première quinzaine du mois de septembre avec un effectif voisinant 15 individus. Ces effectifs ne cessèrent d'augmenter progressivement jusqu'au mois de décembre où le maximum de 56 individus fut noté. Après cette date, nous avons observé une stabilité des effectifs qui s'étale de la première quinzaine du mois de janvier jusqu'à la fin du mois de mars oscillant entre 55 et 61 individus. Puis une diminution a été observée vers la fin de la saison d'hivernage ou ne reste que la population sédentaire (Fig.38).

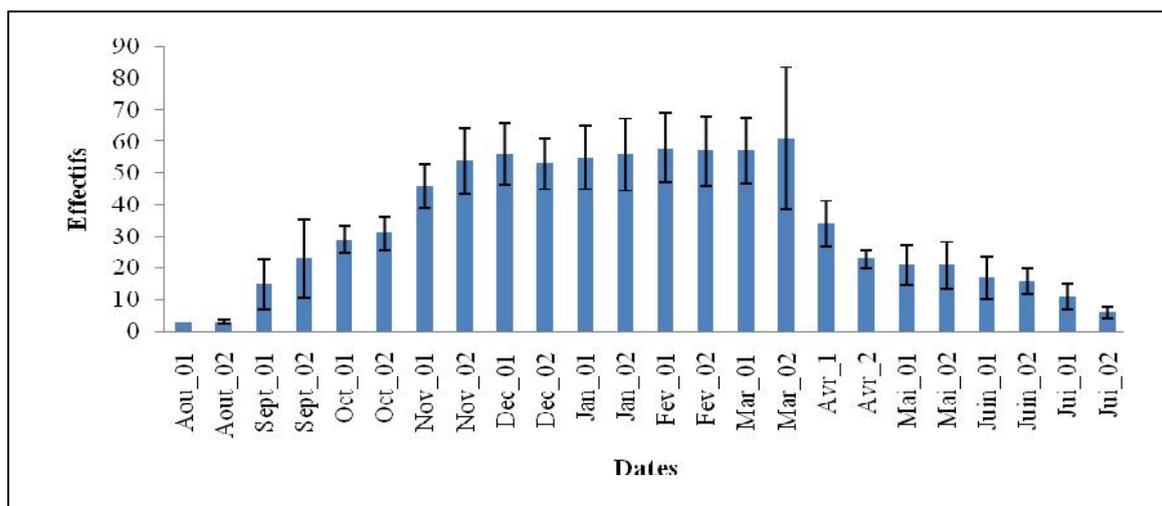
Pour les saisons 2009/2010 et 2010/2011, les courbes de variation des effectifs montrent la même allure. Les premiers arrivants de la population hivernante étaient enregistrés au début du mois de septembre (18 individus au septembre 2009 et 18 individus au septembre 2010).

Nous avons observé pour chaque saison un pic pendant la fin de la saison d'hivernage. Durant la saison 2009/2010, nous avons observé le pic au début du mois de février avec 67 individus et en 2010/2011 un effectif maximal de 90 individus à la fin du mois de mars (Fig.39).

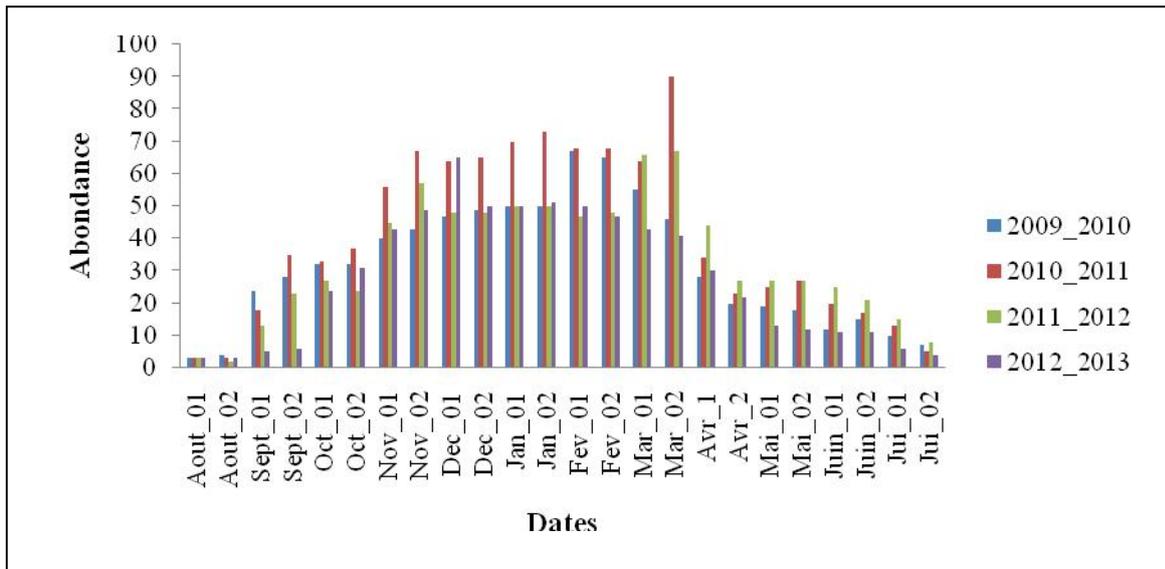
Pour la saison 2011/2012, nous avons enregistré l'arrivée de la population hivernante de la Sarcelle marbrée à partir de la première quinzaine du mois de septembre puis l'effectif augmenta progressivement jusqu'à la deuxième quinzaine de novembre où le maximum de 57 individus fut noté. Puis, l'effectif diminue au début du mois de décembre et se stabilise vers la fin du mois de février avec un effectif oscillant entre 47 et 50 individus. Aussitôt après, on assiste à une augmentation pour atteindre un effectif de 67 individus au mois de février 2012. Une diminution est observée jusqu'à la fin de la saison (Fig.39).

Durant la saison 2012/2013, l'évolution saisonnière des effectifs moyens par quinzaine suit une courbe gaussienne (Fig.39). Avec un effectif minimal de 6 individus au mois de septembre qui augmente progressivement jusqu'à atteindre un maximum de 65 individus au début du mois de décembre. Il diminue durant la fin du même mois et se stabilise jusqu'au début du mois de février avec un effectif 50 individus puis l'effectif baisse vers la fin de la saison.

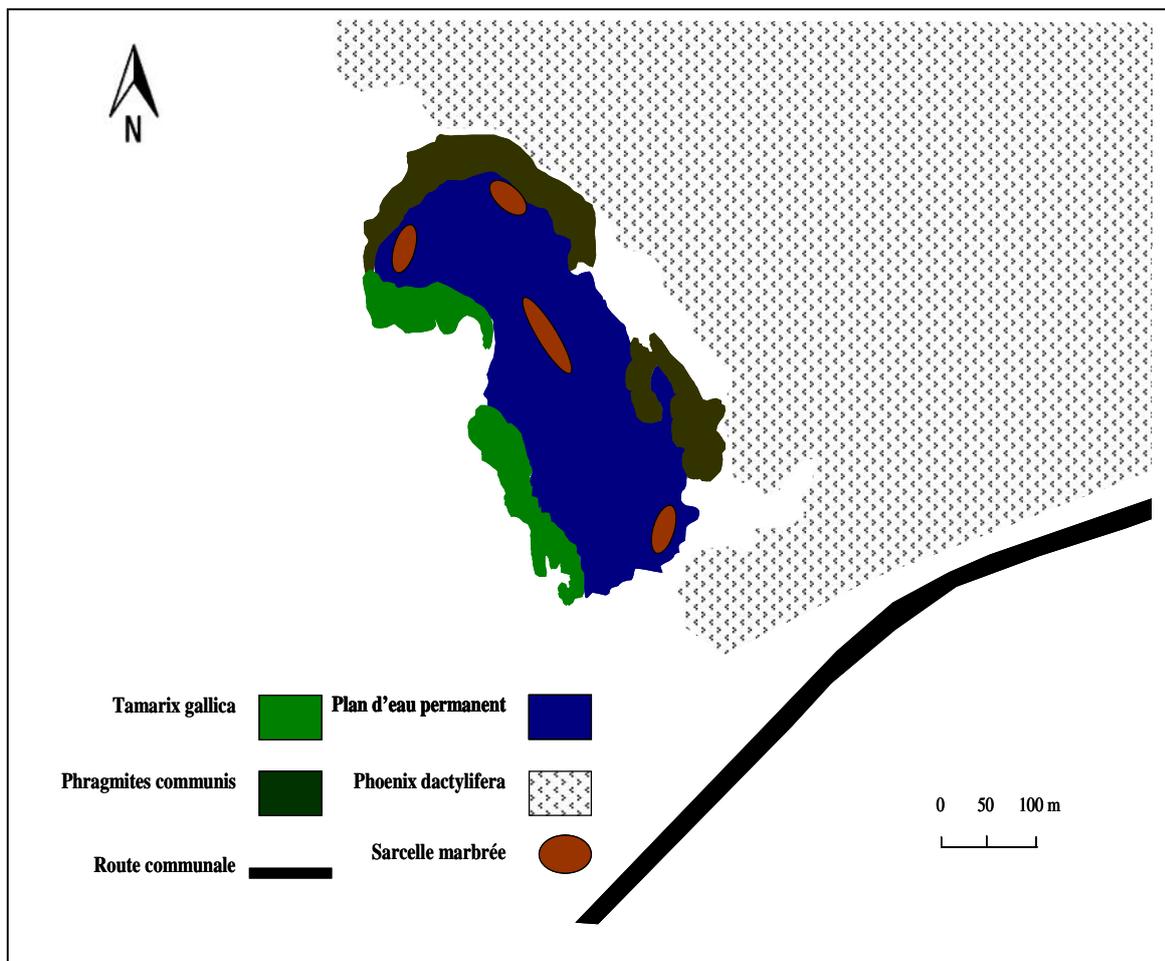
Pour l'occupation spatiale, la Sarcelle marbrée dans le Lac de Sidi Slimane fréquente généralement les secteurs Nord et Nord-Est du Lac et après l'arrivée de la population hivernante. Elle occupe le centre du lac et à partir du mois de décembre les secteurs Sud et Nord-Ouest du Lac (Fig.40).



**Figure.38.** Fluctuation des effectifs du Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* au niveau du lac Sidi Slimane durant les quatre saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013).



**Figure.39.** Variation inter-annuelle des effectifs de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* au niveau du lac Sidi Slimane durant les quatre saisons d’hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013).



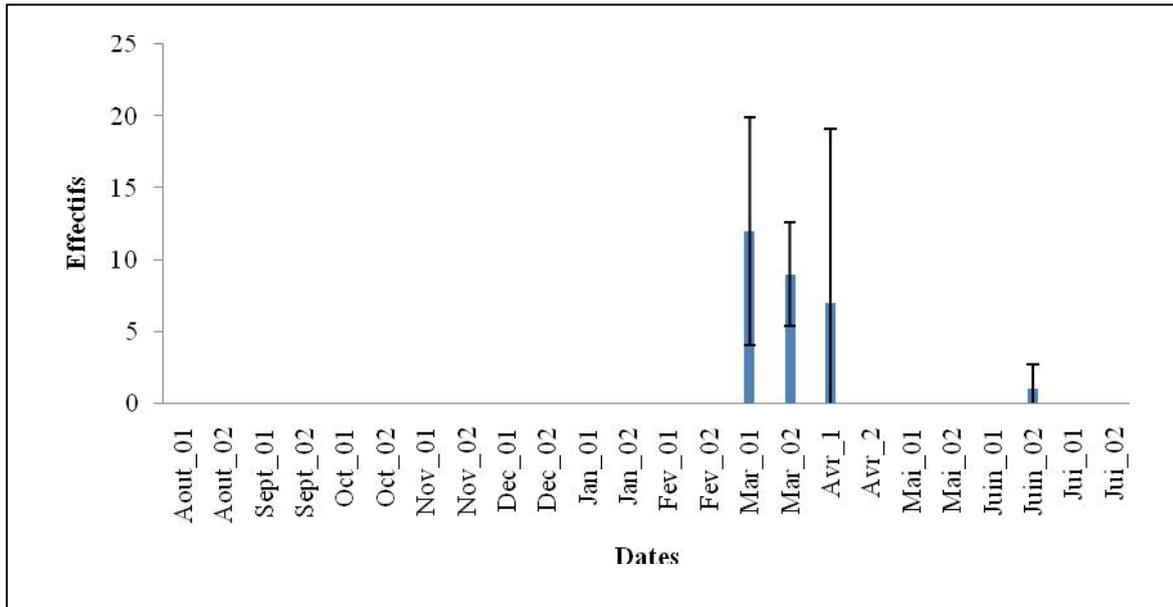
**Figure.40.** Distribution spatiale de la Sarcelle Marbrée *Marmaronetta angustirostris* dans le lac Sidi Slimane.

### **3. Evolution des effectifs globaux de la Sarcelle d'été *Anas querquedula* dans l'ensemble des zones humides de l'eco-complexe de la vallée d'Oued Righ:**

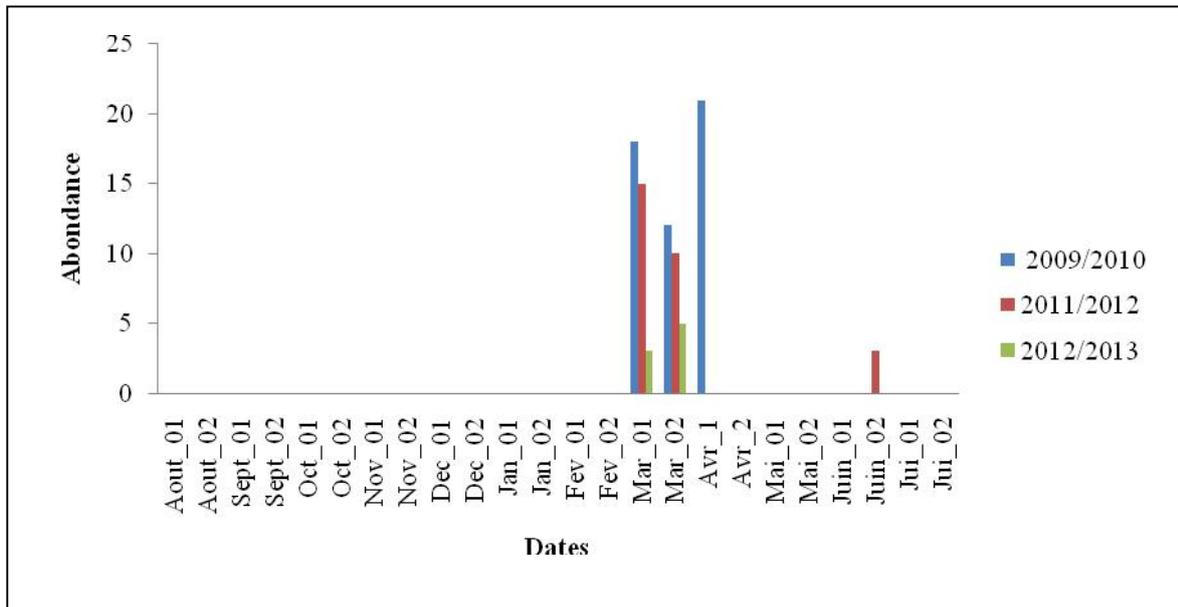
La Sarcelle d'été constitue la seule espèce du genre totalement migratrice, elle se reproduit en Europe, mais hiverne rarement sur le continent. Elle migre vers le sud à travers le Sahara, vers l'est et l'Afrique de l'ouest (OGILVIE, 1975 ; CRAMP & SOMMONS, 1977). Elle se reproduit sporadiquement au sud de l'Espagne, en Italie, en Grèce et dans certaines îles de la Méditerranée (OGILVIE, 1975 ; GEROUDET, 1988). Elle hiverne plus sur les zones humides du sahel, (ROUX & JARRY, 1984 ; PERENNOU, 1991). L'ensemble des populations hiverne en Afrique sub-saharienne (Sénégal, Gambie, Niger, Mali et Nigeria) où l'effectif des hivernants est estimé à 2 000 000 d'individus (ROSE & SCOTT, 1994 *in* MAAZI, 2009). La Sarcelle d'été est apparue au niveau des sites de la vallée d'Oued Righ à partir de la première quinzaine du mois de mars avec 12 individus durant leur migration pré-nuptiale et à la deuxième quinzaine du mois de juin avec 2 individus durant leur migration post-nuptiale (Fig.41).

Durant la saison 2009/2010, nous avons noté que le temps de séjour s'étale de la première quinzaine du mois de mars jusqu'à la première quinzaine du mois d'avril ou l'effectif maximal de 21 individus est enregistré au mois d'avril (Fig.42).

Pour des deux saisons 2011/2012 et 2012/2013, nous avons remarqué que la Sarcelle d'été est fidèle à ses périodes d'arrivée et de départ qui sont enregistrées respectivement au début et la fin du mois de mars. La saison 2011/2012 est du point de vue abondance, plus importante par rapport la saison 2012/2013 avec un maximum de 15 individus au début du mois de mars 2012 et un maximum de 5 individus à la fin du mois de mars 2013 (Fig.42). Exceptionnellement pour la saison 2011/2012, nous avons observé la sarcelle d'été pendant sa migration vers les quartiers d'hivernage avec un effectif de 2 individus (Fig.42).



**Figure.41.** Fluctuation des effectifs de la Sarcelle d’été *Anas querquedula* au niveau de l’éco-complexe de la vallée d’Oued Righ durant les quatre saisons d’hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013).



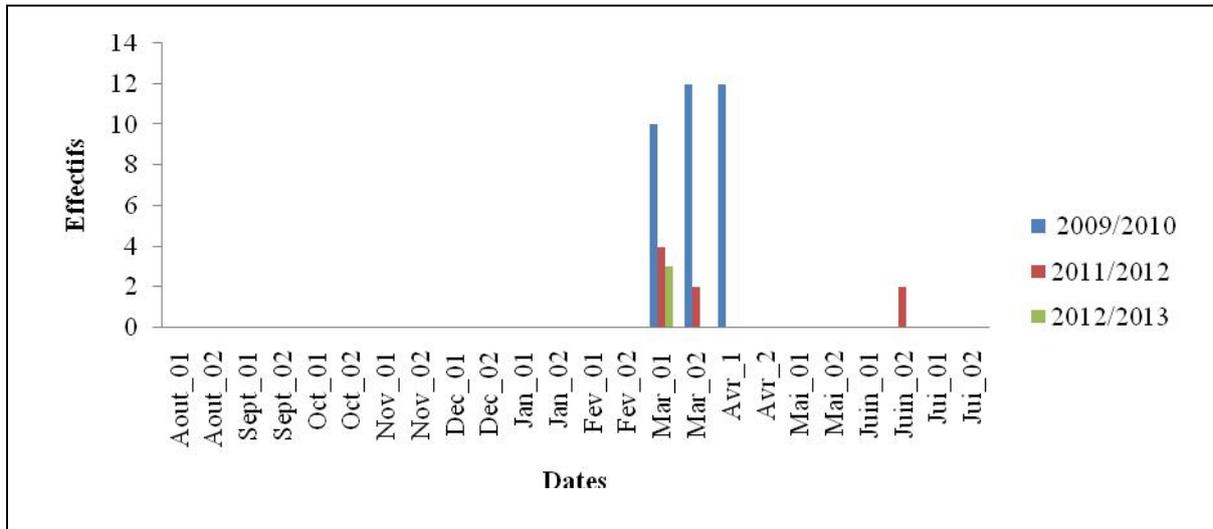
**Figure.42.** Variation inter-annuelle des effectifs de la Sarcelle d’été *Anas querquedula* au niveau de l’éco-complexe de la vallée d’Oued Righ durant les quatre saisons d’hivernage (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013).

### 3.1. Evolution spatio-temporelle des effectifs du la Sarcelle d'été *Anas querquedula* dans les principales zones humides de la vallée d'Oued Righ

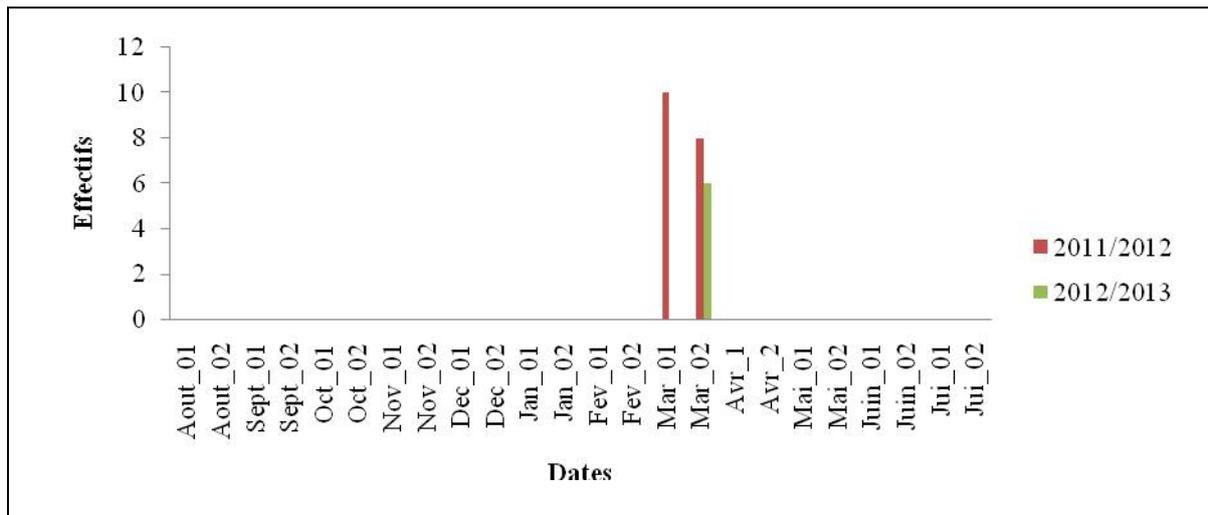
Le suivi des effectifs de la sarcelle d'été au cours des saisons d'hivernage (2009/2010, 2011/2012 et 2012/2013) dans les principaux lacs de la vallée tels que les lacs d'Oued Khrouf, Ayata et El Hamraia montre que la Sarcelle d'été ne les utilise que comme halte migratoire vers la fin de l'hivernage au mois de mars et avril ainsi que vers le début de la saison d'hivernage au mois de juin (Fig.43). Généralement, elle commence à coloniser les sites de la vallée à partir de la première quinzaine du mois de mars jusqu'à la première quinzaine du mois d'avril. L'effectif maximal (12 individus) a été enregistré durant la saison 2009/2010 dans le lac Ayata (Fig.44) et à la saison 2011/2012 l'effectif maximal (10 individus) a été enregistré dans le lac d'Oued Khrouf. Pour la saison 2012/2013, nous avons remarqué une diminution de l'effectif maximal enregistré par rapport aux saisons précédentes ou 06 individus ont été noté dans le lac d'Oued Khrouf (Fig.45).

Durant la période estivale, nous avons observé la sarcelle d'été dans la vallée de Oued Righ qu'une seule fois à la fin du mois de juin 2012 avec 2 individus dans le Lac Ayata.

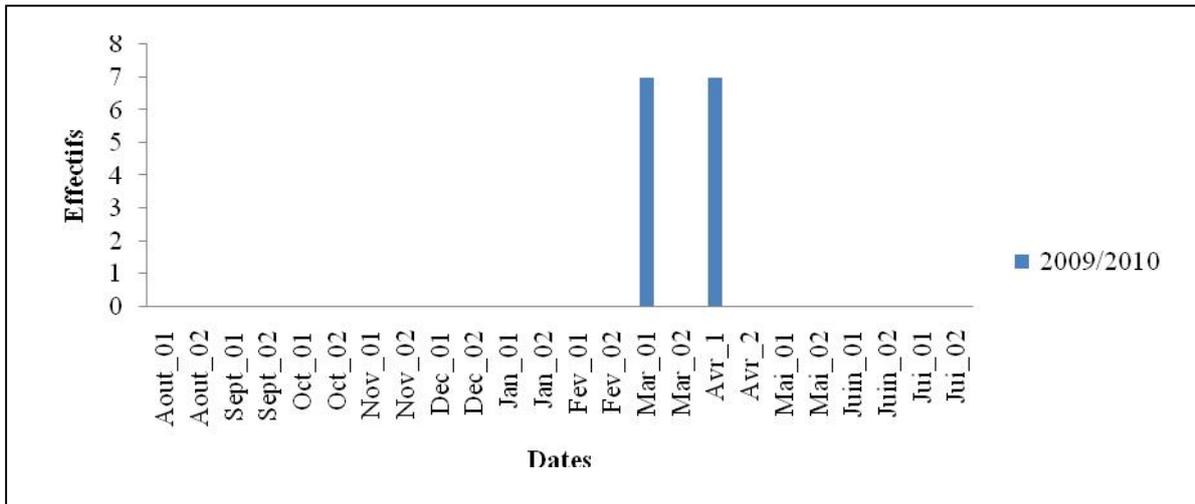
Pour l'occupation spatiale, cette espèce adopte des stratégies déférentes liées aux caractéristiques de chaque site. Dans le Lac d'Oued Khrouf, elle occupe le centre du Lac et le secteur Est à proximité des Phragmites (Fig.47). Pour Lac Ayata, nous avons observé la sarcelle d'été occupant les secteurs méridional et Est où se trouve une végétation dense tels que les *phragmites*, *Juncus* et *Carex* (Fig.48). Les mêmes observations sont rapportées pour le Lac El Hamraia où les sept individus qui ont été enregistrés durant la saison 2009/2010 (Fig.46) fréquentant le centre où il ya les eaux dégagées et les secteurs nord et Ouest caractérisés par une ceinture de végétation compacte dominée par les phragmites (Fig.48).



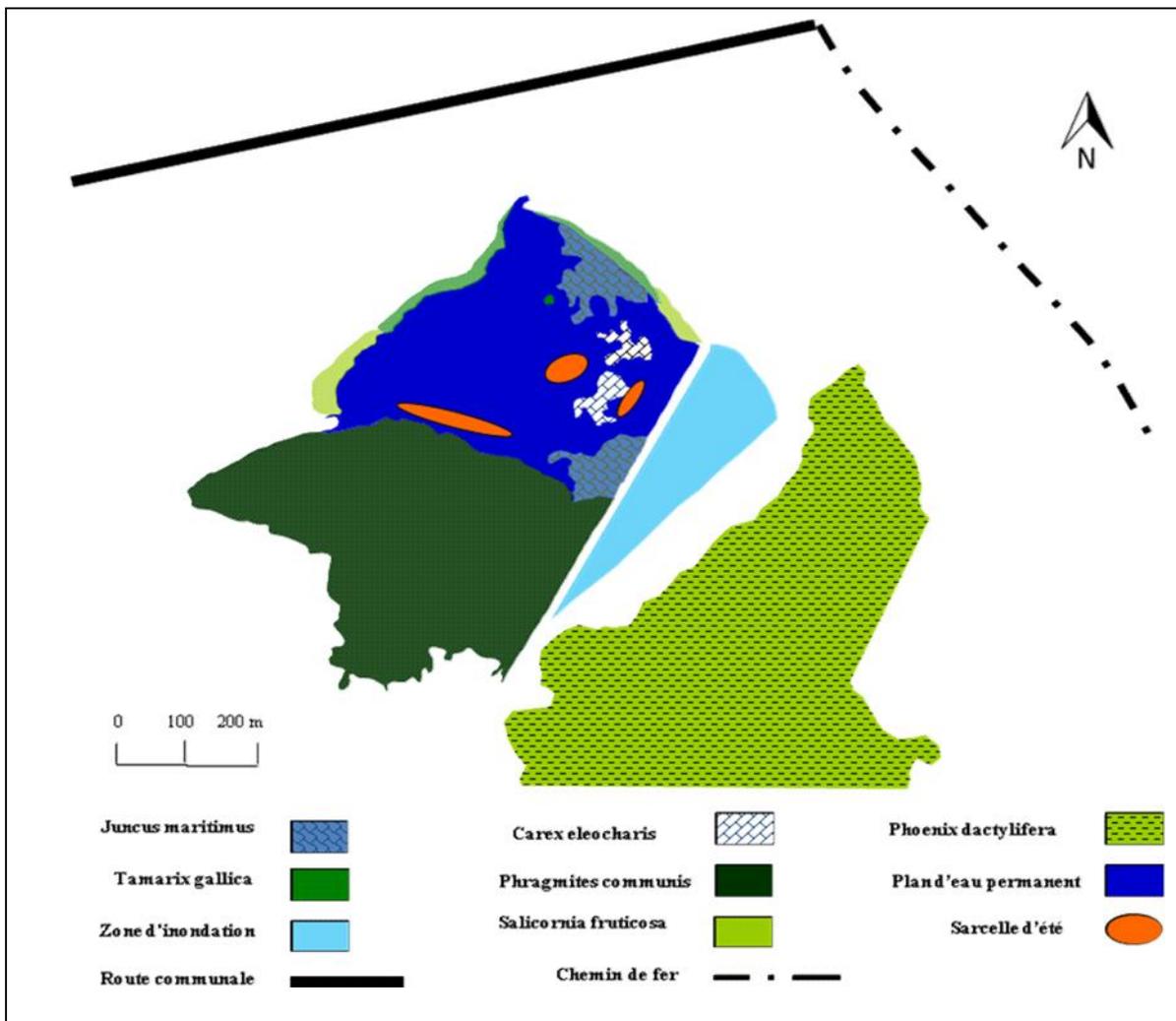
**Figure.43.** Variation inter-annuelle des effectifs de la Sarcelle d’été *Anas querquedula* au niveau de lac Ayata durant les saisons d’hivernage (2009/2010, 2011/2012 et 2012/2013).



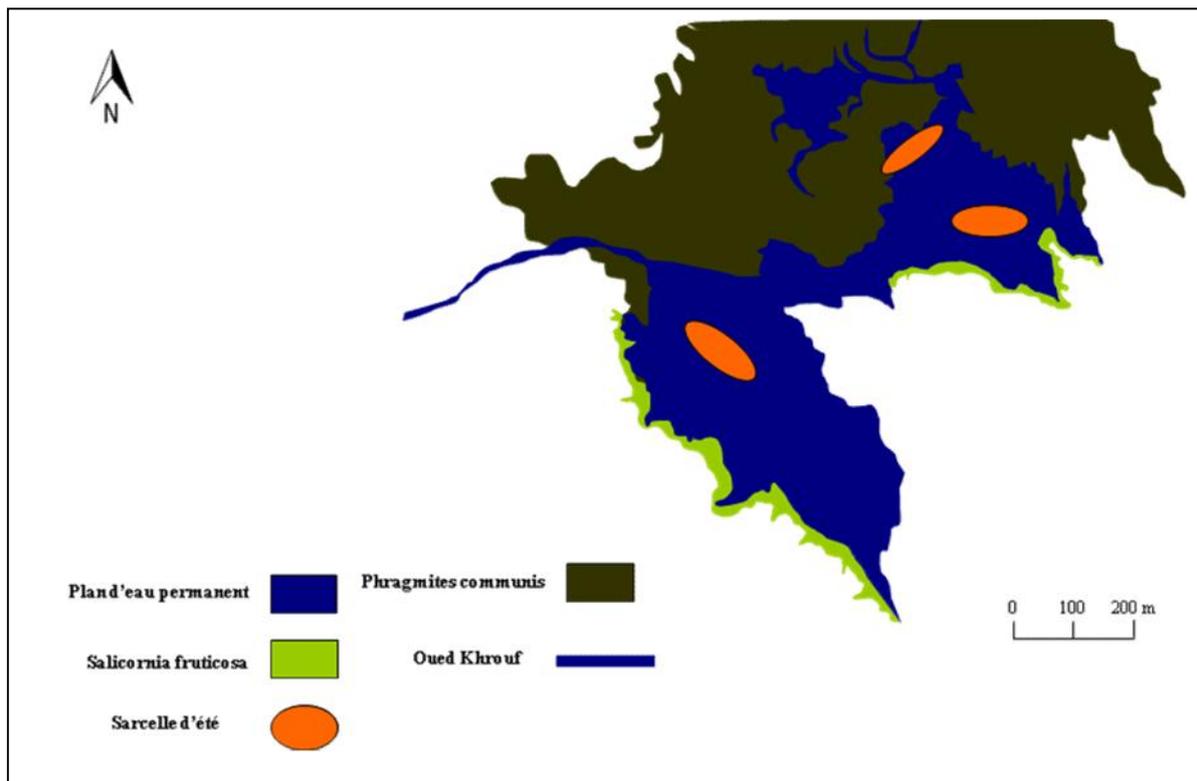
**Figure.44.** Variation inter-annuelle des effectifs de la Sarcelle d’été *Anas querquedula* au niveau du lac d’Oued Khrouf durant les saisons d’hivernage (2009/2010, 2011/2012 et 2012/2013).



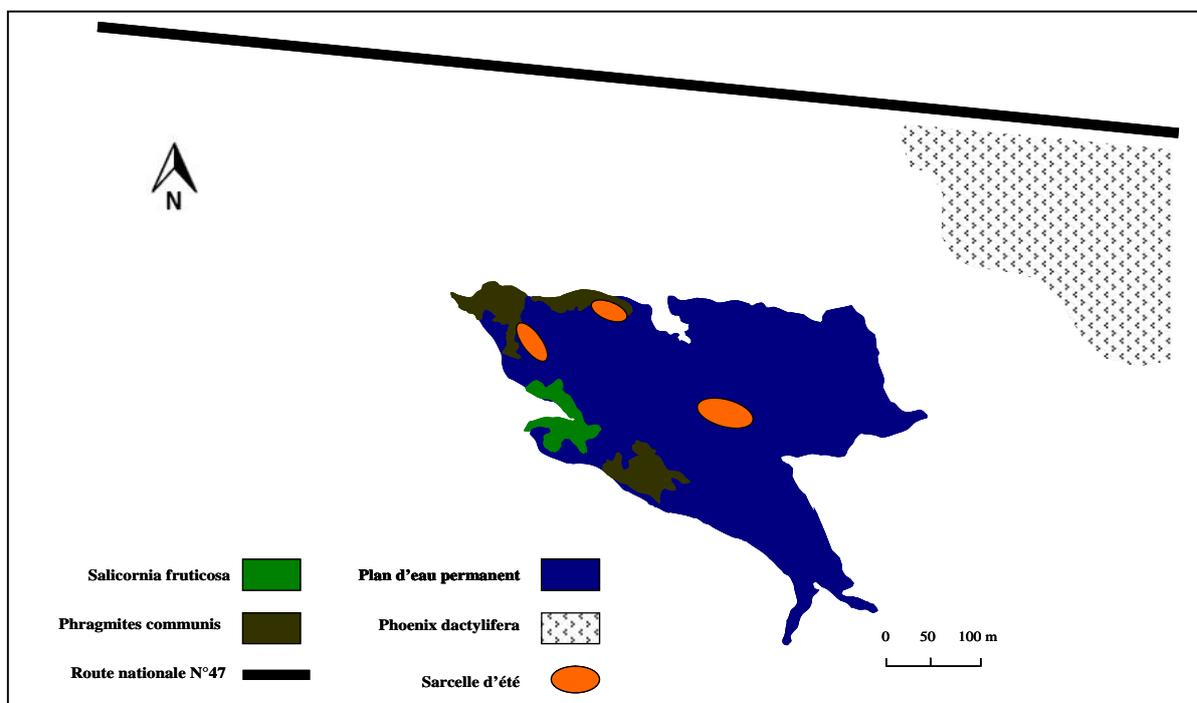
**Figure.45.** Variation inter-annuelle des effectifs de la Sarcelle d’été *Anas querquedula* au niveau du lac El Hamraia durant les saisons d’hivernage (2009/2010, 2011/2012 et 2012/2013).



**Figure.46.** Distribution spatiale de la Sarcelle d’été *Anas querquedula* dans le lac Ayata.



**Figure.47.** Distribution spatiale de la Sarcelle d'été *Anas querquedula* dans le lac d'Oued Khrouf.



**Figure.48.** Distribution spatiale de la Sarcelle d'été *Anas querquedula* dans le lac El Hamraia.

#### 4. Etude du rythme d'activités diurnes des Sarcelles d'hiver *Anas crecca*

L'étude du rythme d'activités diurnes des Sarcelles d'hiver a été effectuée sur trois sites : Lac d'Oued Khrouf, Lac Ayata, et Lac El Hamraia pendant les saisons d'hivernage 2009/2010 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013. Durant cette période, nous avons suivi 10 activités principales manifestées par la Sarcelle d'hiver et nous avons obtenu les résultats suivants 66,70 % de sommeil, 13,76 % d'alimentation, 6,17% de toilette, 3,62 % de nage, 3,19 % de repos, 2,46% de parade, 1,44% de vol et environ 1% pour la marche et la vigilance. L'antagonisme vient à la dernière position avec 0,53% (Fig.50).

Le sommeil est la principale activité, elle occupe en moyenne (66,70 %) du temps alloué à notre travail. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées durant le début de la saison d'hivernage avec une moyenne annuelle (70,52 % et 69,95% respectivement au mois de septembre et octobre) et à la fin de la saison au courant du mois de mars avec 69,40 %. (Fig.49).

Durant le mois de septembre et le mois d'octobre, les premiers arrivants extenués par une longue migration et dont le poids corporel est certainement le plus faible, ont tendance à somnoler le plus longtemps possible pour récupérer la perte de poids. Le sommeil représente en effet la phase de moindre dépense énergétique, il favorise par sa durée prolongée la constitution d'un stock de réserves surtout lipidiques pour les moments cruciaux (TAMISIER, 1972a ; HOUHAMDI & SAMRAOUI, 2001 ; MAYACHE, 2008 , MAYACHE et *al.*, 2008).

L'alimentation vient au second rang du bilan du rythme d'activité diurne de la Sarcelle d'hiver, cette activité se déroule essentiellement pendant la nuit (TAMISIER, 1966 ; HOUHAMDI, 2002). Dans notre cas, nous avons enregistré cette activité le long de notre période de travail avec des proportions stables. Le maximum a été atteint durant la fin du mois de novembre avec une valeur de 18,65 % (Fig.49).

La toilette ou le comportement d'entretien du plumage vient au troisième rang et elle apparaît avec l'arrivée de cette espèce sur les sites de la vallée. Durant les mois de septembre et d'octobre nous avons noté les valeurs les plus élevées respectivement avec 7,58% et 8,12% qui diminuent progressivement jusqu'à atteindre un minimum de 4,90% au mois de février (Fig.49). Cette activité a lieu principalement sur les berges.

D'après (TAMISIER, 1972a), la nage chez la sarcelle d'hiver n'apparaît que lorsque cette dernière a satisfait ses besoins en alimentation, en sommeil, et en toilette. Les valeurs maximales sont notées en janvier et février avec respectivement avec 5,12% et 4,42%. L'augmentation de cette activité est souvent accompagnée avec l'activité de parade (Fig.49).

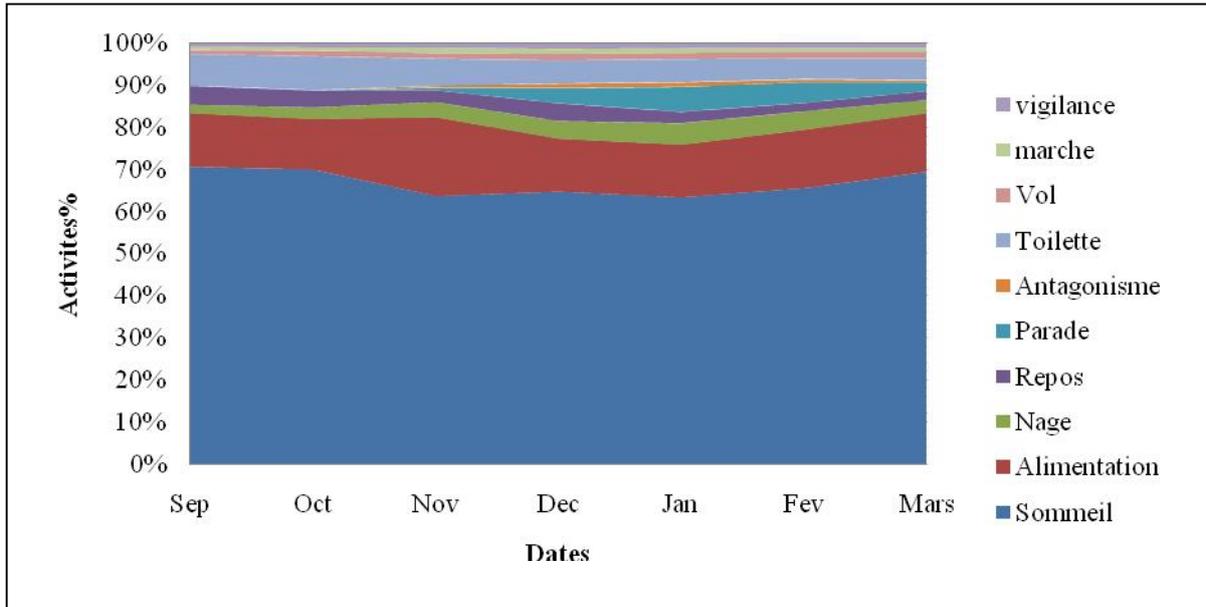
Le repos est une activité de confort pour la Sarcelle d'hiver, cette activité est souvent observée sur les berges et rarement dans l'eau. Elle se manifeste dès le début de la saison avec un pourcentage élevé (4,46%) puis diminue jusqu'à atteindre un minimum de 1,97 % durant le mois de février (Fig.49).

La parade est très précoce. Elle apparaît dès la fin du mois de novembre et se poursuit jusqu'au mois de mars. Le maximum est atteint au mois de janvier avec 5,96%.

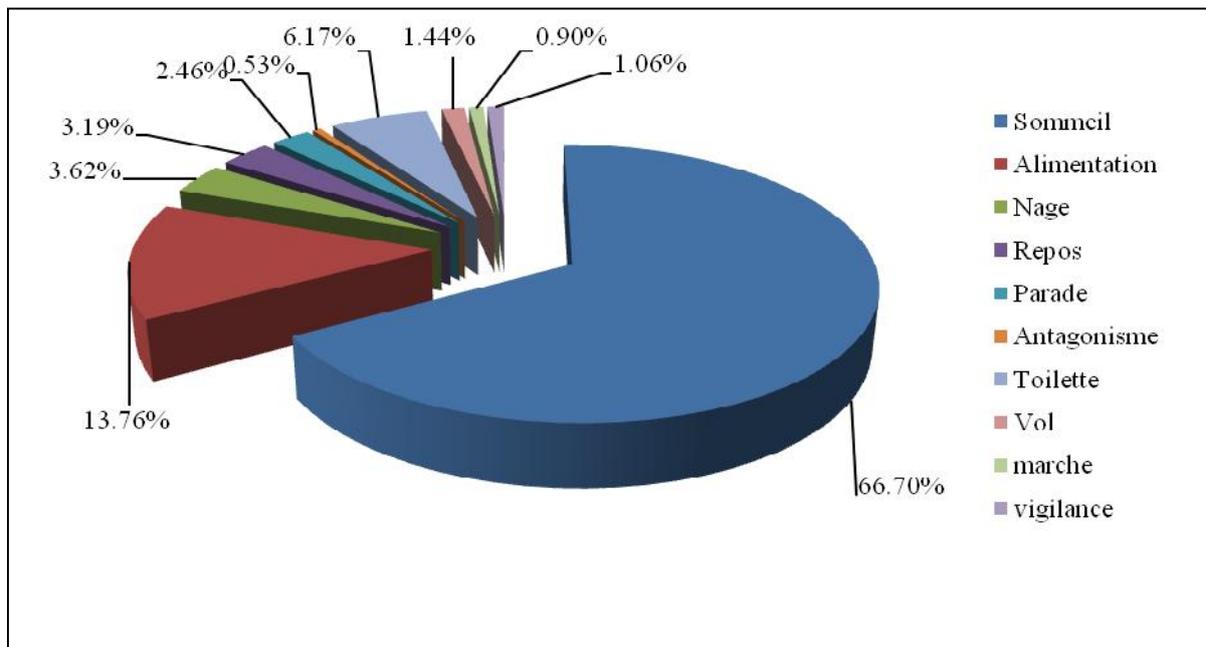
L'antagonisme entre les individus de la Sarcelle a été observé dès le début de notre étude avec un taux très faible puis augmente progressivement pour atteindre respectivement un maximum de 1,05% et 1,09% au mois de décembre et janvier ensuite il diminue jusqu'à la fin de la saison.

Le vol chez cette espèce est observé durant toute l'année avec des valeurs variables, le pourcentage maximal est enregistré en décembre avec 1,65% (Fig.49). Généralement cette activité intervient suite aux attaques des prédateurs, aux dérangements provoqués par des humains ou suite à un déplacement lors des parades nuptiales. Les dérangements sont à l'origine de la perturbation du sommeil chez les anatidés, ce dernier est interrompu par de longues phases d'éveil et d'alerte (GAUTIER-CLERC *et al.*, 2000).

La vigilance est une activité interprétée en tant que réponse anti-prédateur (JACOBSEN *et al* 1994). Cette activité est enregistrée essentiellement l'après midi. Durant notre étude nous avons enregistré les valeurs les plus élevées pendant le mois de décembre et janvier respectivement avec 1,33% et 1,16%.



**Figure.49.** Variation bimensuelle du rythme des activités diurnes de la Sarcelle d'hiver *Anas crecca* dans l'éco-complexe de la vallée d'Oued Righ.



**Figure.50.** Pourcentage des différentes activités diurnes de la Sarcelle d'hiver *Anas crecca* dans l'éco-complexe de la vallée d'Oued Righ.

#### 4.1. Etude du rythme d'activités diurnes des Sarcelles d'hiver *Anas crecca* dans le lac d'Oued Khrouf :

Le suivi du rythme des activités diurnes de la Sarcelle d'hiver *Anas crecca* hivernant sur le lac d'Oued Khrouf durant les saisons 2009/2010 et 2011/2012 montre que le sommeil occupe toujours le premier rang avec une valeur annuelle moyenne égale à 68,14% (Fig.52). Les valeurs maximales de cette activité sont enregistrées au début et à la fin de la saison d'hivernage respectivement avec 70,37% et 72,09% et les valeurs minimales sont observées au milieu de la saison d'hivernage durant le mois de décembre avec 63,58% (Fig.51).

L'alimentation vient en deuxième position avec une moyenne annuelle égale à 12,41% (Fig.52) au début de la saison. Cette espèce favorise l'alimentation à proximité des berges méridionales des secteurs Est et les berges Est du secteur Ouest. Durant notre étude, nous avons enregistré les valeurs maximales au mois de novembre avec 14,19% et au mois de mars avec 14,07%. Pour le premier pic qui été enregistré au mois de novembre les individus sont obligés de récupérer la perte d'énergie due à la migration et pour le deuxième pic qui a été enregistré au mois de mars, les Sarcelles commencent déjà à amorcer leur départ donc elles sont obligées de s'engraisser d'avantage pour faire face au long trajet migratoire et à une période de nidification épuisante. (Fig.51)

La toilette vient en troisième position avec une moyenne annuelle égale à 5,57% (Fig.4.46) les valeurs maximales sont enregistrés au début de la saison avec 7,28% durant le mois d'octobre. Cela traduit le fait que les premiers migrateurs composés de juvéniles et d'adultes qui sortent d'une période de mue éprouvent un besoin fort pour entretenir leurs plumages.

Le repos vient en quatrième position avec une moyenne annuelle égale à 3,61% (Fig.52) les valeurs extrêmes sont notés au mois d'octobre et au mois de décembre respectivement avec 4,44% et 5,92%.

La nage vient en cinquième position avec une moyenne annuelle égale à 3,54% (Fig.4.46), elle se manifeste chez cette espèce tout long de la période d'hivernage avec des taux variables, le taux le plus élevé est enregistré au milieu de la saison avec 5,06% durant le mois de décembre, elle accompagne généralement l'activité de parade.

La parade a été enregistrée dès la fin du mois de novembre jusqu'à la fin de la saison. Le pourcentage maximal est enregistré durant le mois de janvier où ce canard lui consacra jusqu'à 0,5 heures soit 30 mn (Fig.53).

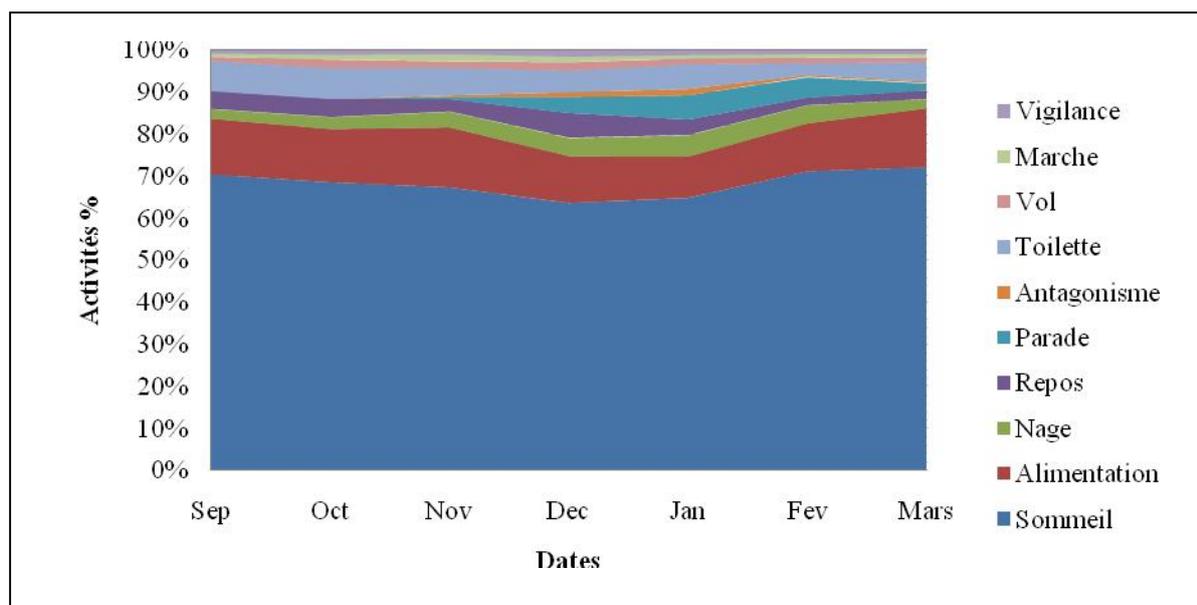
Le vol chez cette espèce est observé durant toute l'année avec des valeurs variables. Le pourcentage maximal est enregistré durant le mois de décembre avec 1,97%. Généralement,

cette activité intervient suite aux attaques des prédateurs, aux dérangements provoqués par des humains ou suite à un déplacement lors des parades nuptiales. Les dérangements sont à l'origine de la perturbation du sommeil chez les anatidés, ce dernier est interrompu par de longues phases d'éveil et d'alerte (GAUTIER-CLERC *et al.*, 2000).

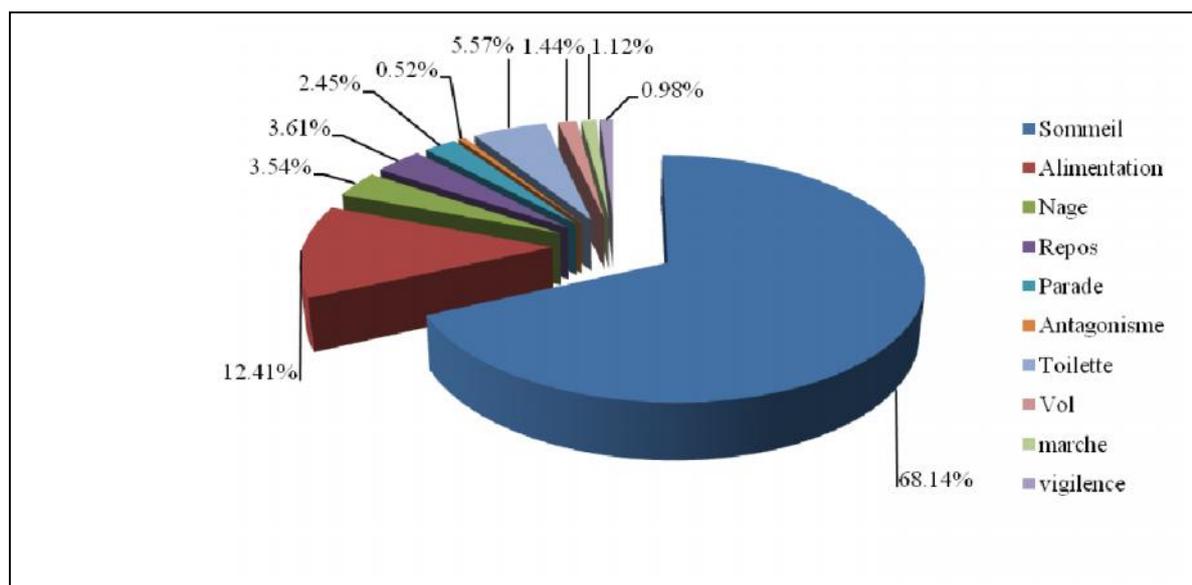
L'activité de la marche a été observée dès l'arrivée de cette espèce avec un taux faible puis augmente pour atteindre un maximum de 1,72% durant le mois de novembre ensuite il diminue jusqu'à la fin de la saison (Fig.51).

L'antagonisme entre les individus a été observé dès le début du mois octobre avec un taux faible puis augmente progressivement pour atteindre un maximum de 1,48% au mois de janvier où nous avons enregistré les valeurs les plus élevées de parade. Aussitôt après, il diminue jusqu'à la fin de la saison (Fig.51).

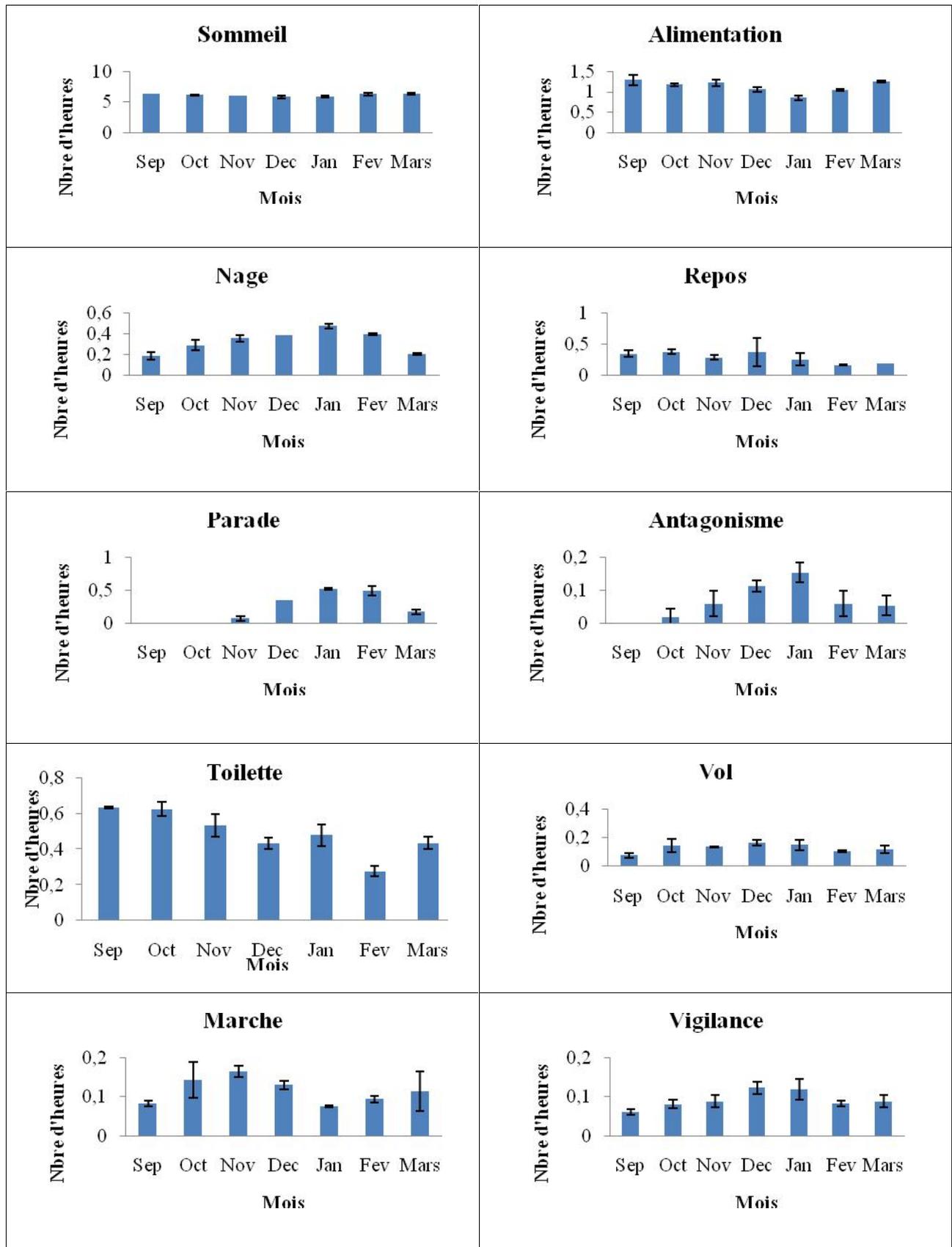
Pour l'activité de vigilance, elle est présente dans ce site durant toute la saison où nous avons enregistré le taux le plus élevé au mois de décembre avec 1,48% (Fig.51).



**Figure.51.** Variation bimensuelle du rythme des activités diurnes de la Sarcelle d'hiver *Anas crecca* dans Lac d'Oued khrouf durant les saisons d'hivernage (2009/2010 et 2011/2012)



**Figure.52.** Pourcentage des différentes activités diurnes de la Sarcelle d’hiver *Anas crecca* dans Lac d’Oued Khrouf durant les saisons d’hivernage (2009/2010 et 2011/2012).



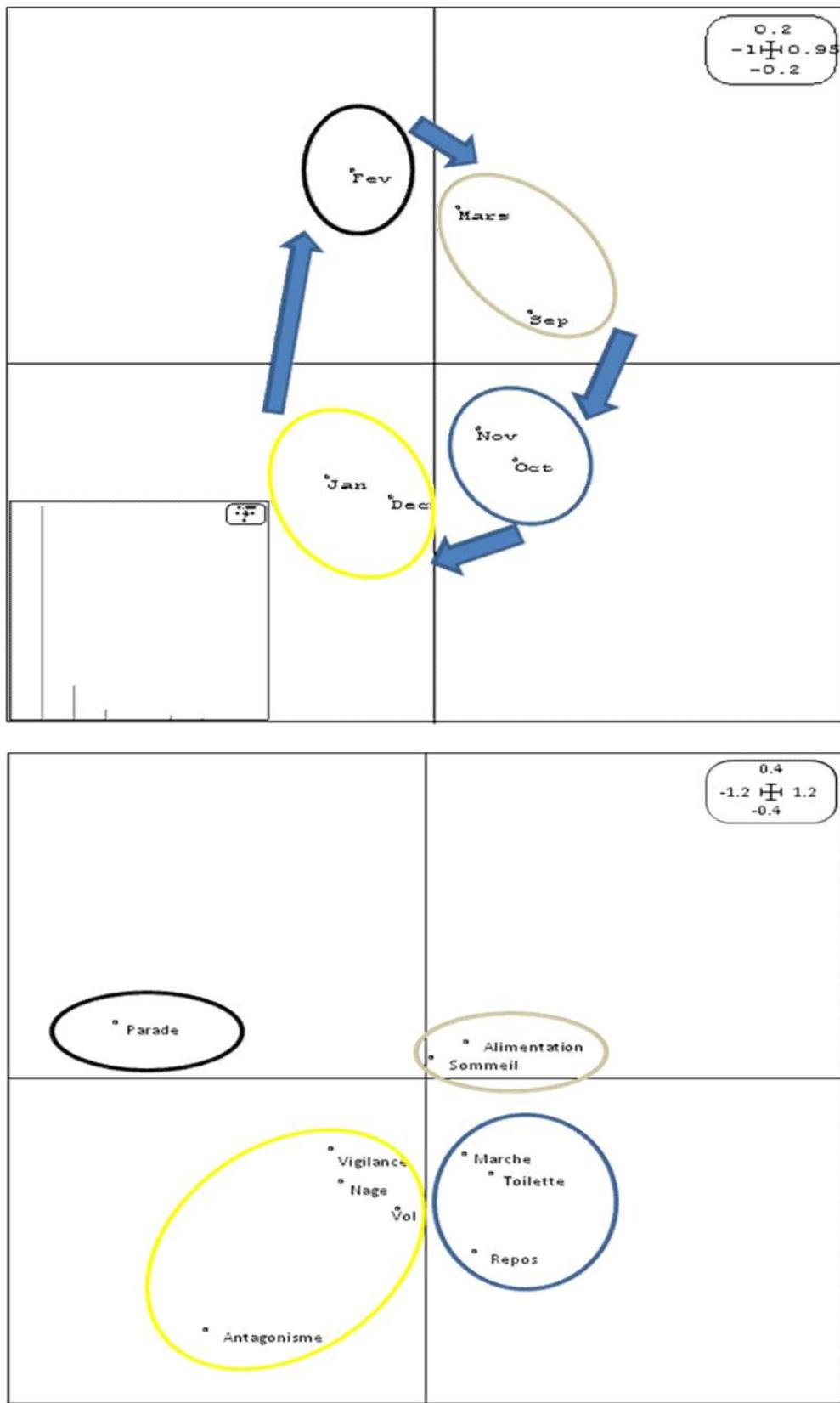
**Figure.53.** Bilan des activités diurnes de la Sarcelle d’hiver *Anas crecca* au niveau de lac d’Oued Khrouf durant les saisons d’hivernage (2009/2010 et 2011/2012).

#### **4.2. Analyse statistique des données de rythme d'activités diurnes de la Sarcelle d'hiver *Anas crecca* hivernante dans lac d'Oued Khrouf.**

L'analyse multivariée exprimée par le biais de l'analyse factorielle des correspondances dans le plan factoriel 1x2 (Fig.54) qui détient 79 et 12 % soit 91 % de l'information nous informe que le plan F1 des ordonnés sépare entre les activités de confort tel que l'alimentation, le sommeil et toilette et les autres activités.

En effet, l'axe F2 (des abscisses) sépare entre l'activité de parade et l'activité de nage.

La carte factorielle montre que les deux activités principales le sommeil et l'alimentation sont notées au début et à la fin de l'hivernage durant les mois de septembre et mars, la toilette, la marche et le repos caractérisent les mois d'octobre et novembre, après cette période et durant les mois de décembre et janvier le vol, la vigilance, l'antagonisme et la nage sont les activités dominantes. Cependant l'activité de parade est intense pendant le mois de février.



**Figure.54.** Plan factoriel 1x2 de l’AFC des rythmes des activités diurnes de la Sarcelle d’hiver *Anas crecca* hivernante dans le lac d’Oued Khrouf. Axes d’inertie: 0,79, 0,12, 0,03. Durant les saisons d’hivernage 2009/2010 et 2011/2012.

## 5. Etude du rythme d'activités diurnes des Sarcelles marbrée *Marmaronetta angustirostris*

L'étude du rythme d'activités diurnes des Sarcelles marbrée a été effectuée dans quatre sites : Lac d'Oued Khrouf, Lac Ayata, Lac el Hamraia et chott Tindla pendant les saisons d'hivernage 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013. Durant cette période nous avons suivi 10 activités principales manifesté par la Sarcelle marbrée et nous avons obtenu les résultats suivants 55,39 % alimentation, 10,36 % nage, 8,98 % sommeil, 7,59 % toilette, 4,06% vol, 3,98% repos, 3,65 antagonisme, 3,13% parade, 1,55% vigilance et 1;28% marche (Fig.56).

L'alimentation est la principale activité, elle occupe en moyenne (55,39%) du temps alloué à notre travail Les valeurs les plus élevées sont enregistrées durant le début et la fin de la saison d'hivernage ou nous avons enregistré 57,88% et 58,08 % respectivement au mois de septembre et mars. Cela traduit le fait que durant le début de l'hivernage les juvéniles ont besoin de beaucoup plus de temps pour s'alimenter et acquérir les réserves nécessaires à leur métabolisme ; en fin d'hivernage les sarcelles marbrées ont besoin de stocker le maximum de réserves pour faire face à une période de reproduction très épuisante (MAAZI, 2009) mais d'une manière générale durant notre étude nous avons remarqué que cette espèce préférerait s'alimenter au cours de la journée (BOUZEGAG et al 2013) alors qu' en Espagne et au Maroc l'alimentation est principalement nocturne (GREEN & HAMZAOUI 2000).

La nage est une activité qui se manifeste dès le début jusqu'à la fin de la saison d'hivernage avec une moyenne annuelle (10,36%) (Fig.56). Durant le mois de septembre nous avons enregistré (7,31%) puis le taux de cette activité augmente progressivement jusqu'à atteindre un maximum de 12,06% au mois de janvier. Cette augmentation est liée au déclenchement de comportement de parade nuptiale (Fig.55).

Le sommeil est observé avec des taux plus ou moins similaires (7 à 9%) dans tous les sites de la vallée d'Oued Righ (BOUZEGAG et al 2013). Elle occupe en moyenne (8,98%) du temps alloué à notre travail (Fig.56). Les valeurs les plus élevées sont enregistrées durant le début et la fin de la saison d'hivernage avec une moyenne annuelle (10,52 % et 9,76%, au mois de septembre et mars respectivement) (Fig.55). Durant le mois de septembre les premiers arrivants extenués par une longue migration et dont le poids corporel est certainement le plus faible ont tendance à somnoler le plus longtemps possible pour récupérer la perte de poids.

L'entretien des plumages est une activité observée chez la Sarcelle marbrée durant toute leur présence dans les sites de la vallée d'Oued Rhig. Les valeurs les plus élevés sont

enregistrées au début de la saison d'hivernage avec 9,33% durant le mois de septembre et octobre cela traduit que pendant cette période les températures sont assez élevées dans la région ce qui pousse les sarcelles marbrées à se toiletter et d' autre part les juvéniles ont un besoin accru à entretenir leur plumage. Puis on enregistré une diminution qui se poursuit jusqu'à la fin de la saison (Fig.55).

Le vol n'intervient que lors d'un dérangement, il n'occupe en moyenne que 4,06 % du temps alloué à notre travail. Les valeurs extrêmes sont notées, au milieu de la période d'hivernage au mois de décembre avec 6,34%. Les dérangements provoquent en général une modification du comportement soit vers des activités plus coûteuses, (vol) soit en diminuant le temps passé à des activités permettant d'acquérir de l'énergie (TAMISIER *et al.* 2003).

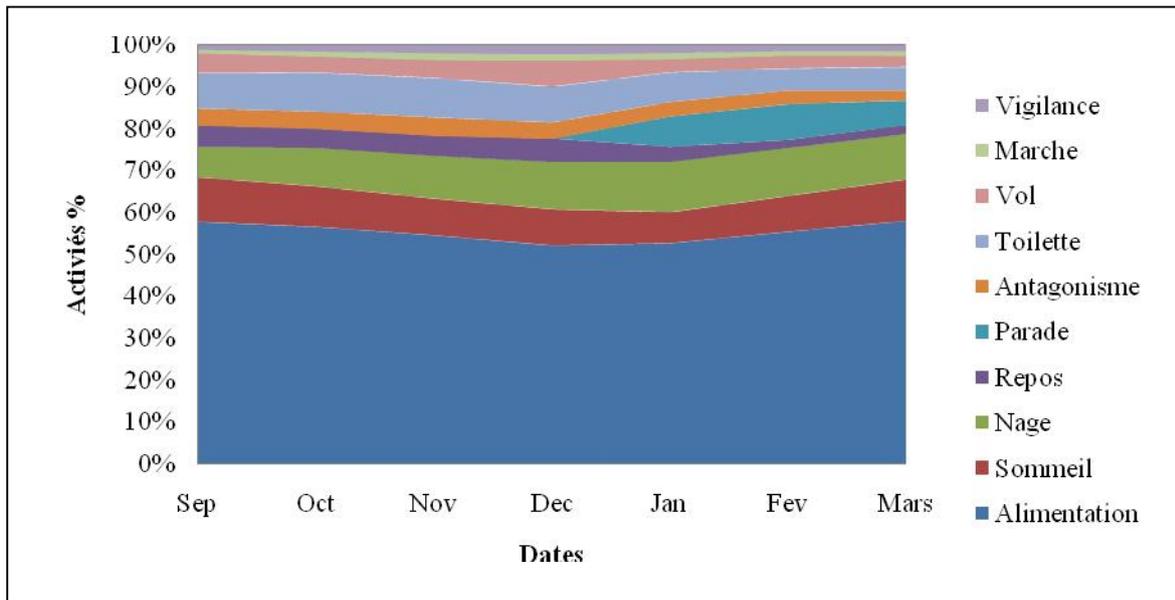
Le repos est une activité de confort pour la sarcelle marbrée, cette activité est souvent observée sur les berges et rarement dans l'eau avec des valeurs moyenne annuelle 3,98% (Fig.56). La valeur maximale de cette activité est enregistrée durant le mois de décembre avec 5,57% puis elle diminué jusqu'atteint leur valeur minimale de 1,92 % pendant le mois de février (Fig.55).

L'antagonisme entre les individus de la Sarcelle marbrée a été observé des le début de la saison d'hivernage avec un taux élevé (4,39 %) durant le mois de novembre généralement il est associé à la recherche de la nourriture (Fig.55).

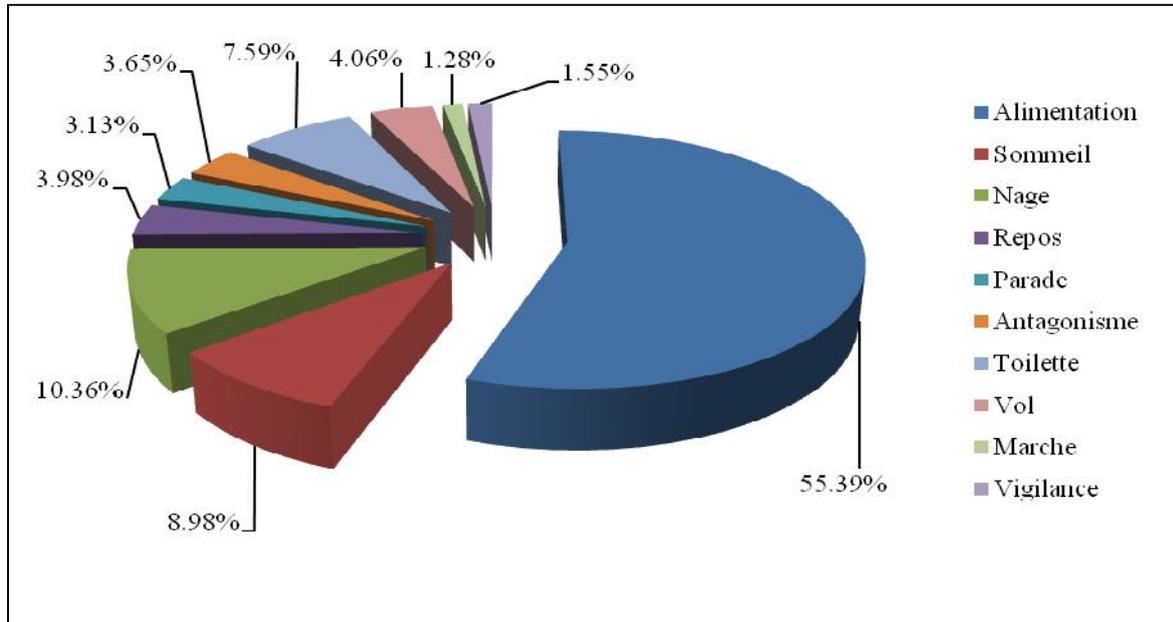
La parade n'occupe en moyenne que 3,13 % du temps alloué à notre travail. Cette activité apparaît au mois de janvier et atteint son maximum vers le mois de février (8,63 %) période durant la quelle des groupes de sarcelles 7 individus au plus ont été vu entrain de parader (Fig.55).

La vigilance c'est une activité interprétée en tant que réponse anti-prédateur (JACOBSEN *et al.*, 1994) Durant notre étude nous avons enregistré les valeurs les plus élevées pendant le mois de décembre avec 2.06%.

La marche présente une valeur faible au début de la saison d'hivernage (0,90%) durant le mois de septembre puis cette activité augmente pour atteint un maximum de 1,64 % durant le mois de novembre (Fig.55). Cette augmentation se traduit par la récupération de la Sarcelle marbrée de l'énergie qui été perdue pendant une longue migration.



**Figure.55.** Variation bimensuelle du rythme des activités diurnes de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* dans l'éco-complexe de la vallée d'Oued Righ.



**Figure.56.** Pourcentage des différentes activités diurnes de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* dans l'éco-complexe de la vallée d'Oued Righ.

### 5.1. Etude du rythme d'activités diurnes de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* dans lac El-Hamraia:

Le suivi du rythme des activités diurnes de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* hivernant dans le lac El-Hamraia durant les saisons 2009/2010 ; 2011/2012, montre que l'alimentation occupe le premier rang avec une valeur annuelle moyenne égale 56.21% (Fig.58). Durant notre étude nous avons remarqué que ces canards préfèrent s'alimenter par basculement de leur corps (75%) que chercher la nourriture en plongeant leur tête (25%) (BOUZEGAG et al., 2013). Les valeurs maximales sont enregistrées au mois de septembre avec 61,20% et au mois de mars avec 58,88%, pour le premier pic qui été enregistré au mois de septembre les individus sont obligés de récupérer la perte d'énergie due a la migration et pour le deuxième pic qui été enregistré au mois de mars les Sarcelles commencent déjà à amorcer leur départ donc ils sont obligés de s'engraisser d'avantage pour faire face au long trajet migratoire et à une période de nidification épuisante(Fig.57).

La nage vient en deuxième position avec une moyenne annuelle égale à 10,84% (Fig.58) cette activité est souvent associée avec la parade nuptiale (GREEN & HAMZAOU 2000), ce qui est interprété par leur augmentation à la fin de la saison d'hivernage où nous avons enregistré 13,80% au mois de février ( Fig.58).

Le sommeil vient en troisième position avec une moyenne annuelle égale à 8,74% (Fig.4.52). Il se manifeste chez cette espèce tout long de la période d'hivernage avec des valeurs faibles qui ne dépassent pas une heure (Fig.58). Les valeurs maximales de cette activité sont enregistrées au début et à la fin de la saison d'hivernage respectivement avec 9,19 % et 10,58 % et les valeurs minimales sont observés au milieu de la saison d'hivernage durant le mois de janvier avec 7,11% (Fig.57).

La toilette vient en quatrième position avec une moyenne annuelle égale à 7,79% (Fig. 58) les valeurs maximales sont enregistrés au début de la saison avec 11,72 % durant le mois septembre. Cela traduit le fait que les premiers migrateurs composés de juvéniles et d'adultes qui sortent d'une période de mue éprouvent un besoin fort pour entretenir leurs plumages.

Le repos vient en cinquième position avec une moyenne annuelle égale à 3,94% (Fig.58) les valeurs extrêmes sont notés au mois de novembre et au mois de décembre respectivement avec 5,5% (Fig.57).

Le vol chez cette espèce est observé durant toute l'année avec des valeurs variables le taux maximale est enregistré durant le mois de décembre avec 6,93%. Généralement cette activité intervient suite aux attaques des prédateurs, aux dérangements provoqués par des

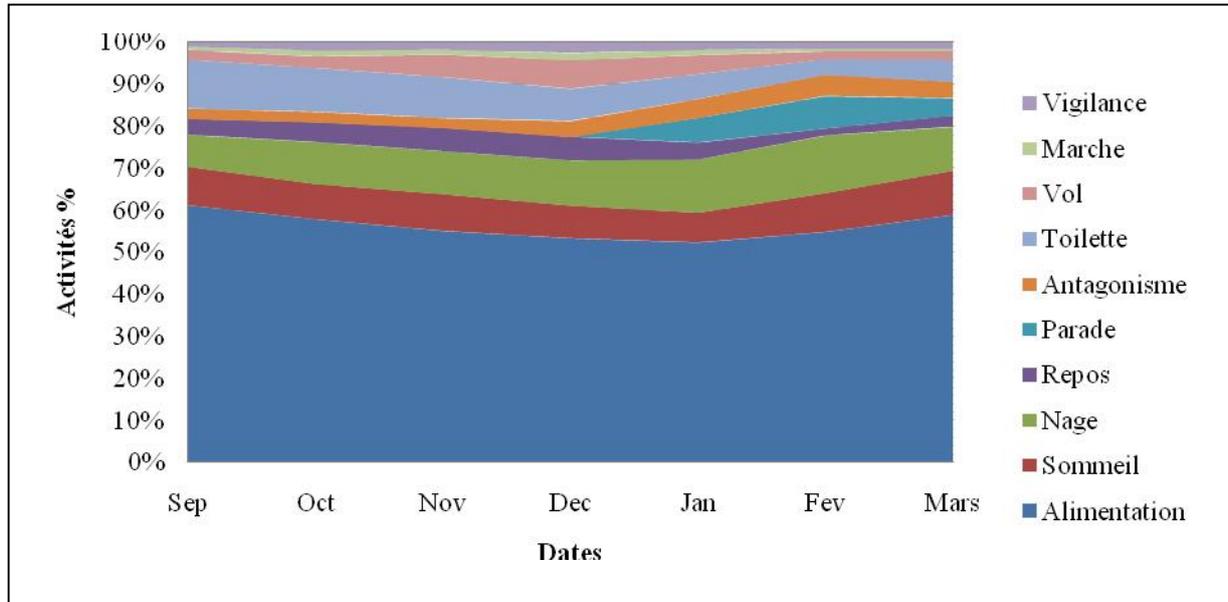
habitants d'El-Hamraia qui coupent les phragmites de ce Lac pour l'alimentation de leur bétail.

L'antagonisme entre les individus de la Sarcelle marbrée a été observé dès le début de la saison d'hivernage avec un taux faible puis augmente progressivement pour atteindre un maximum de 4,95% au mois de février généralement cette activité est associée avec l'activité de parade qui atteint leur maximum durant le même mois.

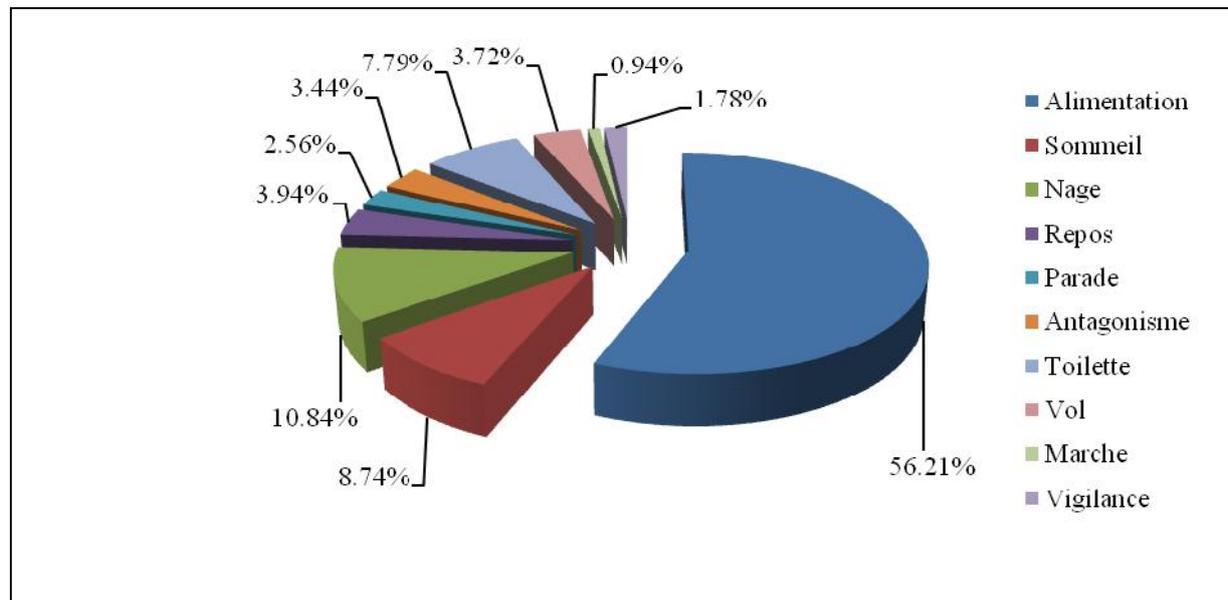
La parade a été enregistrée au début du mois de janvier jusqu'à la fin de la saison (Fig.57). Le pourcentage maximal est enregistré durant le mois de février où ce canard lui consacre jusqu'à 0,7 heures soit 42 mn (Fig.59).

L'activité de vigilance est présente dans ce site durant toute la saison où nous avons enregistré le pourcentage le plus élevé au mois de janvier avec 2,58% (Fig.57).

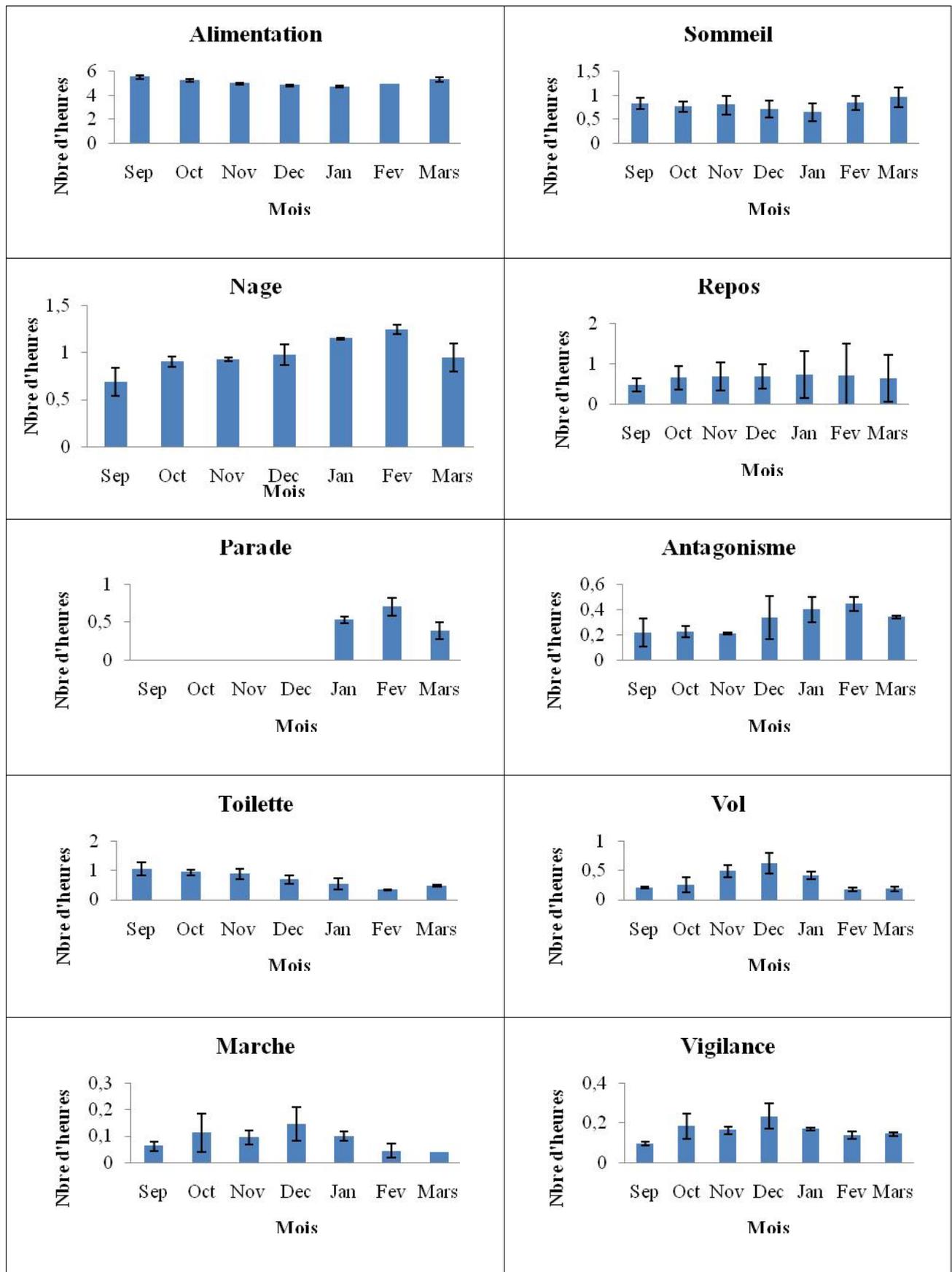
L'activité de la marche a été observée dès l'arrivée de cette espèce avec un pourcentage faible puis augmente pour atteindre un maximum de 1,61% durant le mois de décembre ensuite elle diminue jusqu'à la fin de la saison (Fig.57).



**Figure.57.** Variation bimensuelle du rythme des activités diurnes de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* dans le lac El Hamraia durant les saisons d’hivernage (2009/2010 et 2011/2012).



**Figure.58.** Pourcentage des différentes activités diurnes de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* dans le lac El Hamraia durant les saisons d’hivernage (2009/2010 et 2011/2012).



**Figure.59.** Bilan des activités diurnes de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* au niveau de lac El-Hamraia durant les saisons d'hivernage (2009/2010 ; 2011/2012).

#### **4.3.1. Analyse statistique des données de rythme d'activités diurnes de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* hivernant dans lac El Hamraia.**

L'analyse multivariée exprimée par le biais de l'analyse factorielle des correspondances dans le plan factoriel 1x2 (Fig.60) qui détient 76 et 18 % soit 94 % de l'information nous informe que le plan F1 des ordonnées sépare l'activité de parade qui est souvent associée à la nage et aux comportements d'antagonismes aux différentes autres activités.

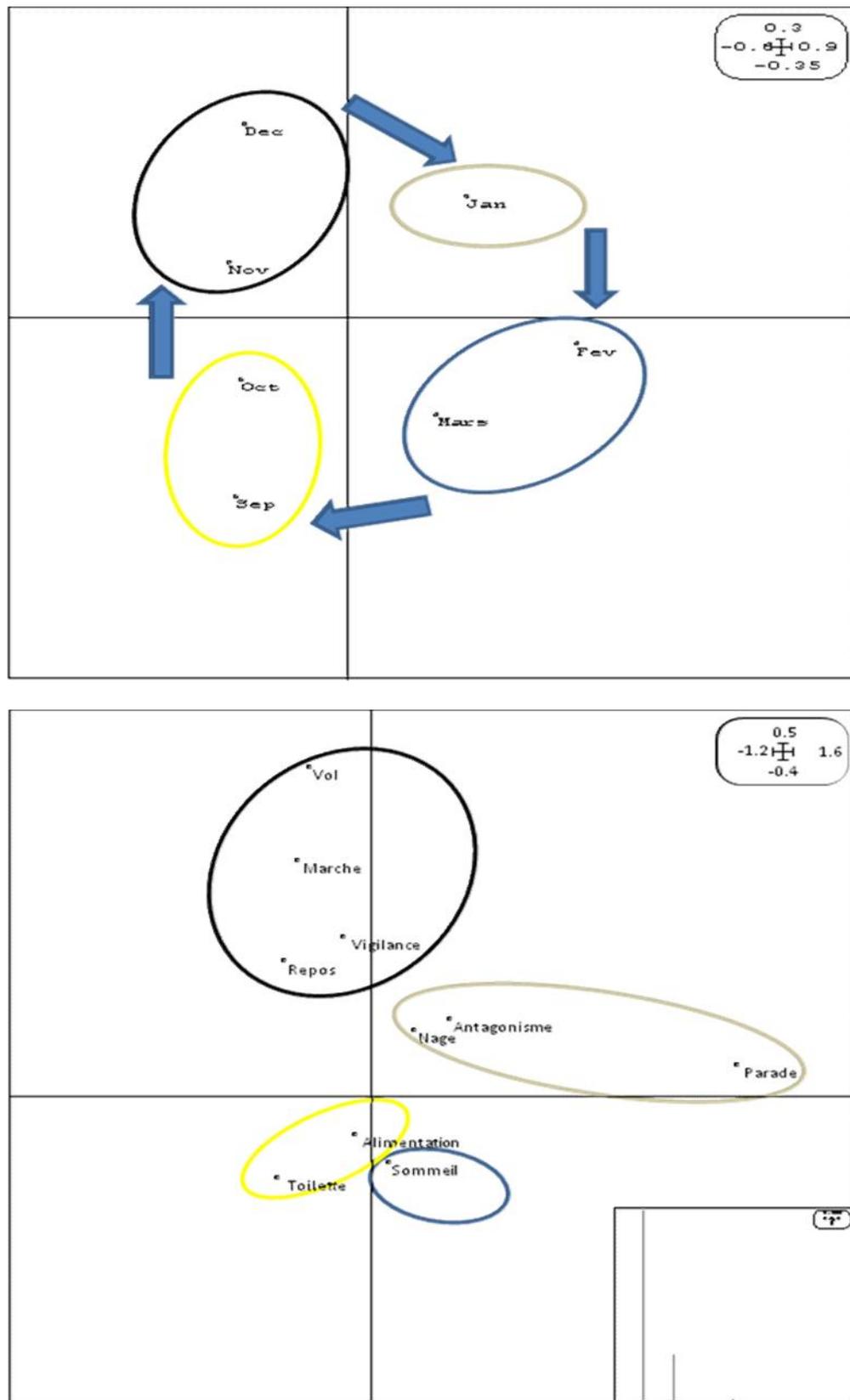
L'axe des abscisses F2 sépare entre les activités principales chez cette espèce l'alimentation et le sommeil et la toilette d'un côté et la nage de l'autre côté.

D'une manière générale, ce graphique nous expose l'évolution de toutes les activités étudiées au cours de la saison d'hivernage.

Durant les mois de septembre et d'octobre, nous observons les activités d'alimentation et d'entretien du plumage pour récupérer la perte d'énergie due à une migration postnuptiale, après cette période et durant les mois de novembre et décembre les comportements de déplacement (le vol et la marche) et la vigilance et le repos sont les activités dominantes.

Le mois de janvier est caractérisé par la dominance de nage où nous avons observé le déclenchement de la parade nuptiale qui est généralement associée avec l'antagonisme.

Durant la fin de la saison d'hivernage au mois de février et de mars nous avons observé la dominance de sommeil qui représente en effet la phase de moindre dépense énergétique et permettre de stocker le maximum de réserves pour faire face à une période de reproduction très épuisante.



**Figure.60.** Plan factoriel 1x2 de l’AFC des rythmes des activités diurnes de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* hivernante dans le lac El Hamraia. Axes d’inertie: 0,76 , 0,18, 0,02. Durant les saisons d’hivernage 2009/2010 et 2011/2012.

## 6. Etude du rythme d'activités diurnes des Sarcelles d'été *Anas querquedula*

Les populations nicheuses en Grande Bretagne, aux Pays-Bas, en France et en Allemagne empruntent deux voies migratoires : la première voie est en direction sud-ouest, à travers la France, la Péninsule Ibérique, le Maroc, et la partie occidentale du Sahara; la deuxième voie est en direction Sud-Est, à travers l'Italie, les pays du Balkan, la Méditerranée et le Sahara.(EL AGBANI, 1997). L'étude du rythme d'activités diurnes des Sarcelles d'été a été effectuée dans trois sites : Lac d'Oued Khrouf, Lac Ayata, et Lac el Hamraia généralement cette espèce été détecté dans ces sites pendant leur migration postnuptiale et pré-nuptiale pour les saisons d'hivernage 2009/2010, 2011/2012, et 2012/2013.

En effet et durant leur stationnement dans les sites de la vallée de Oued Rhig nous avons suivi 10 activités principales manifesté par la Sarcelle d'été et nous avons obtenue les résultats suivants 51,29 % sommeil, 18,84 % alimentation, 11,59 % toilette, 8,90 % nage, 5,03 % Repos., 1,88% parade, 1,09% vol et 0,70 % pour l'antagonisme et la vigilance et la marche avec 0,1 % (Fig.62).

Le sommeil est la principale activité, elle occupe en moyenne (51,09 %) du temps alloué à notre travail Les valeurs les plus élevées sont enregistrées durant le mois de juin avec un maximum journalier de 78,5 % cette augmentation est traduit par leur besoin de récupérer l'énergie consommée durant leur migration postnuptiale et en coïncidence la température est plus élevée durant ce mois qui pousse les individus de cette espèce à somnoler le plus longtemps possible de jour (Fig.61).

L'alimentation vient au second rang de bilan du rythme d'activité diurne de la sarcelle d'été, cette activité est essentiellement se déroule pendant la nuit (ROUX et *al* 1978). Dans notre cas nous avons enregistré cette activité le long de séjour de cette espèce avec une moyenne de 18,84 % (Fig.62). La valeur la plus élevée a été enregistrée durant le mois de mars avec 32,05 % (Fig.61).

La toilette ou le comportement d'entretien du plumage vient au troisième rang du bilan du rythme d'activité et elle apparaît avec l'arrivée de cette espèce sur les sites de la vallée, durant le mois de juin nous avons observé la valeur la plus élevée avec 13,75% (Fig.61). Cela traduit que pendant cette période les températures sont assez élevées dans la région ce qui pousse les individus de sarcelle d'été à se toiletter. Cette activité a lieu principalement sur les berges.

La nage chez la sarcelle d'été apparaît en revanche comme une activité qui varie dans sa durée selon le niveau d'eau et elles passent près de 5 heures à la nage en fin de saison (ROUX et *al.*, 1978 in MAAZI, 2009). Durant le séjour de la Sarcelle d'été nous avons observé que

cette activité est associée à l'alimentation et la parade, avec une moyenne de 8,90 % (Fig.62). La valeur maximale est notée durant le mois d'avril avec 13,71% (Fig.61).

Le repos est une activité de confort pour la sarcelle d'été, cette activité est souvent observée à l'eau dans les endroits dégagés de la végétation et rarement sur les berges. La valeur maximale est notée dès l'arrivée de cette espèce avec 8,02 % au mois de mars.

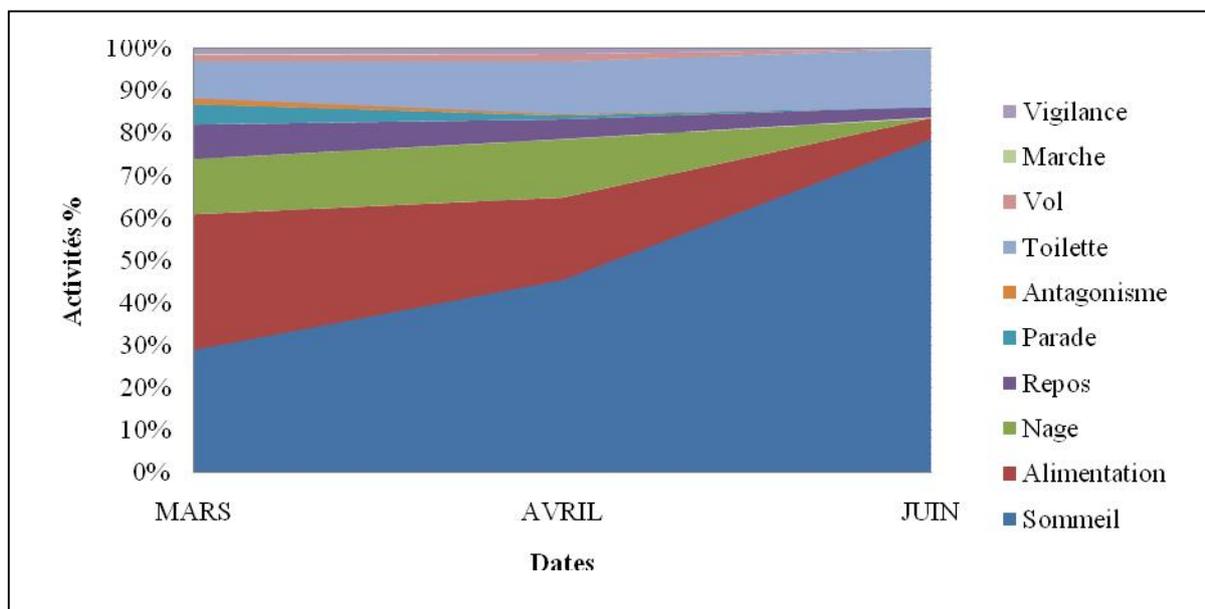
La parade a été enregistrée aux mois de mars et d'avril avec une valeur moyenne de 1,88 % (Fig.61).

L'antagonisme entre les individus a été observé avec des valeurs maximales (1,68%) durant le mois de mars ou nous avons enregistré le taux le plus élevé de parade (Fig.61).

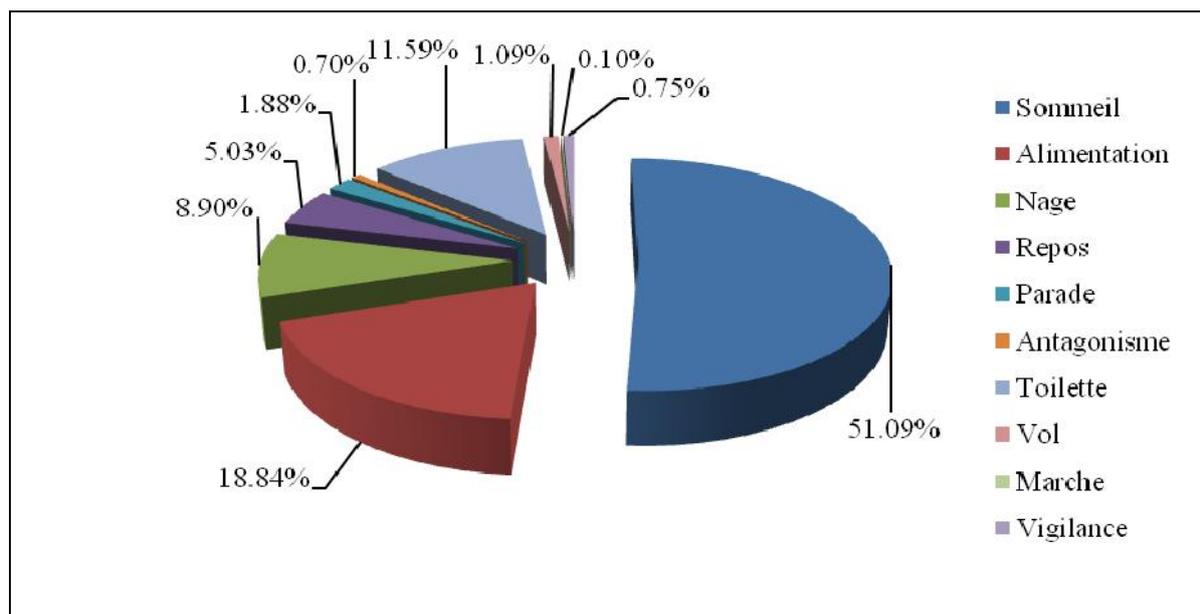
Le vol chez cette espèce est observé durant toute la période de séjour avec des valeurs variables le taux maximale est enregistré durant le mois d'avril avec 1,78% (Fig.61).

La vigilance c'est une activité interprétée en tant que réponse anti-prédateur (JACOBSEN *et al.*, 1994). Durant notre étude nous avons enregistré les valeurs les plus élevées pendant le mois d'avril avec 1,14%.

La marche vient à la dernière position avec une moyenne de 0,1%. Généralement cette activité est présente avec des valeurs faibles durant notre étude qui se traduit par la préférence de cette espèce à occuper les zones de balancement (Fig.62).



**Figure.61.** Variation bimensuelle du rythme des activités diurnes de la Sarcelle d'été *Anas querquedula* dans l'éco-complexe de la vallée d'Oued Righ.



**Figure.62.** Pourcentage des différentes activités diurnes de la Sarcelle d'été *Anas querquedula* dans l'éco-complexe de la vallée d'Oued Righ.

### 6.1. Etude du rythme d'activités diurnes de la Sarcelle d'été *Anas querquedula* dans le lac d'Oued Khrouf :

Durant notre étude nous avons observé la présence de la Sarcelle d'été *Anas querquedula* dans lac d'Oued Khrouf uniquement pendant le mois de mars 2012 et mars 2013.

Le suivi du rythme des activités journalières de cette espèce hivernants dans ce Lac, montre que l'alimentation occupe le premier rang avec une valeur journalière moyenne égale 33,20% (Fig.64). Les valeurs maximales de cette activité sont enregistrées au début et à la fin de la journée respectivement avec 51,66% et 52,5% (Fig.63).

Le sommeil vient en deuxième position avec une moyenne journalière égale à 31,33% (Fig.64). Les valeurs maximales de cette activité sont enregistrées à midi (Fig.65.) où nous avons observé que cette activité a occupé au maximum une durée de 50 minutes (Fig.65). Cette phase de repos est obligatoire après de longues traversées (CARRIERE & TITMAN, 1998). Elle permet à cette espèce de récupérer ses efforts et d'accumuler le maximum d'énergie dont dépend le succès de la reproduction (GUILLEMAIN et al., 2004)

La nage vient en troisième position avec une moyenne journalière égale a 11,87% (Fig.64) elle se manifeste chez cette espèce tout long de la période stationnement dans ce site

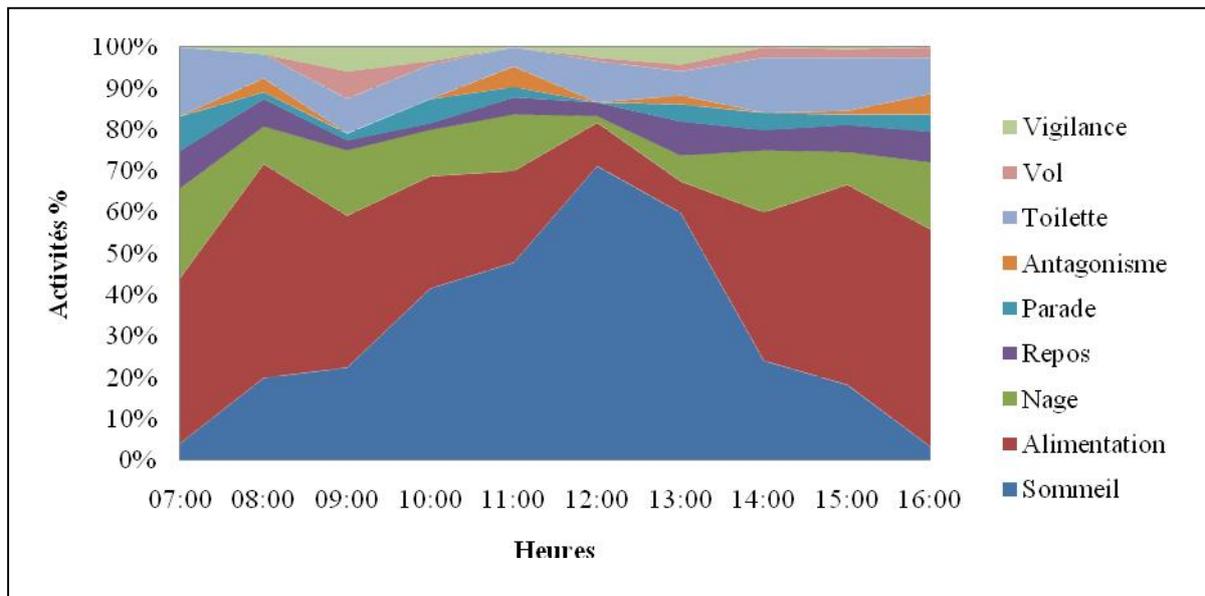
avec des valeurs élevées au matin et au soir (Fig.63) généralement cette activité est étroitement liée avec la recherche de la nourriture qui engendre un grand déplacement.

La toilette vient en quatrième position avec une moyenne journalière égale à 9,45% (Fig.64) les valeurs maximales sont enregistrées au début de la matinée avec 16,66% (Fig.63). Durant notre étude nous avons remarqué que cette activité est représentée avec des valeurs variables.

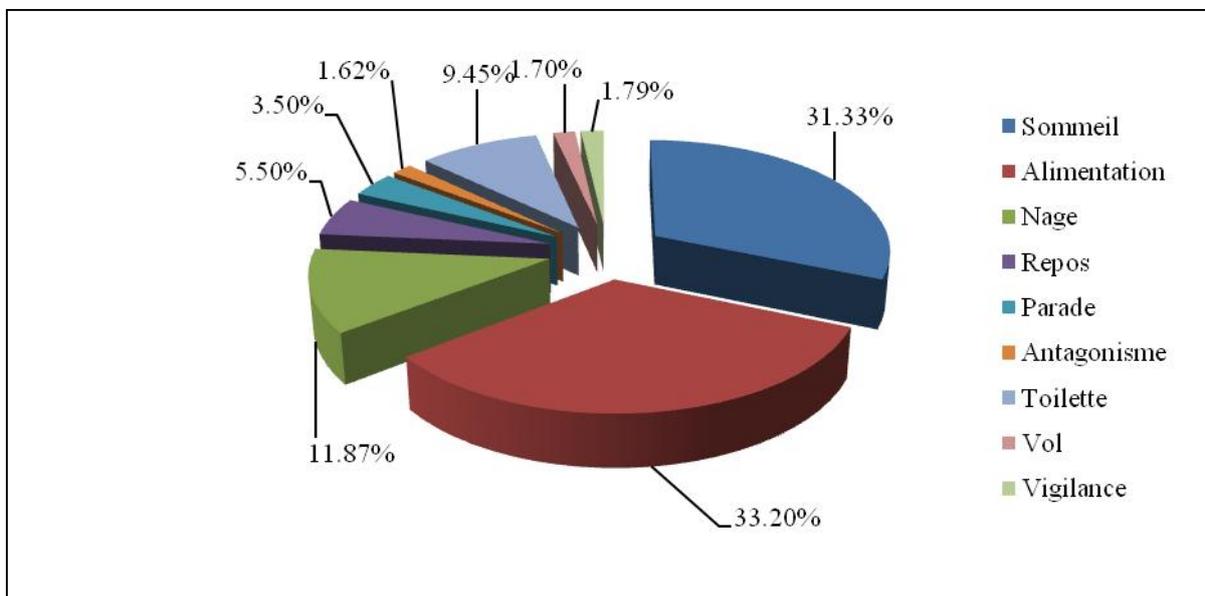
Le repos vient en cinquième position avec une moyenne journalière égale à 5,5% (Fig.64). Le maximum est enregistré à 7 h avec 9,16% (Fig.63).

La parade a été observée durant toute la journée avec une moyenne de 3,5% (Fig.64). Les valeurs maximales sont enregistrées au cours de la matinée à 7 h ou cette espèce consacre plus de 5 minutes (Fig.65).

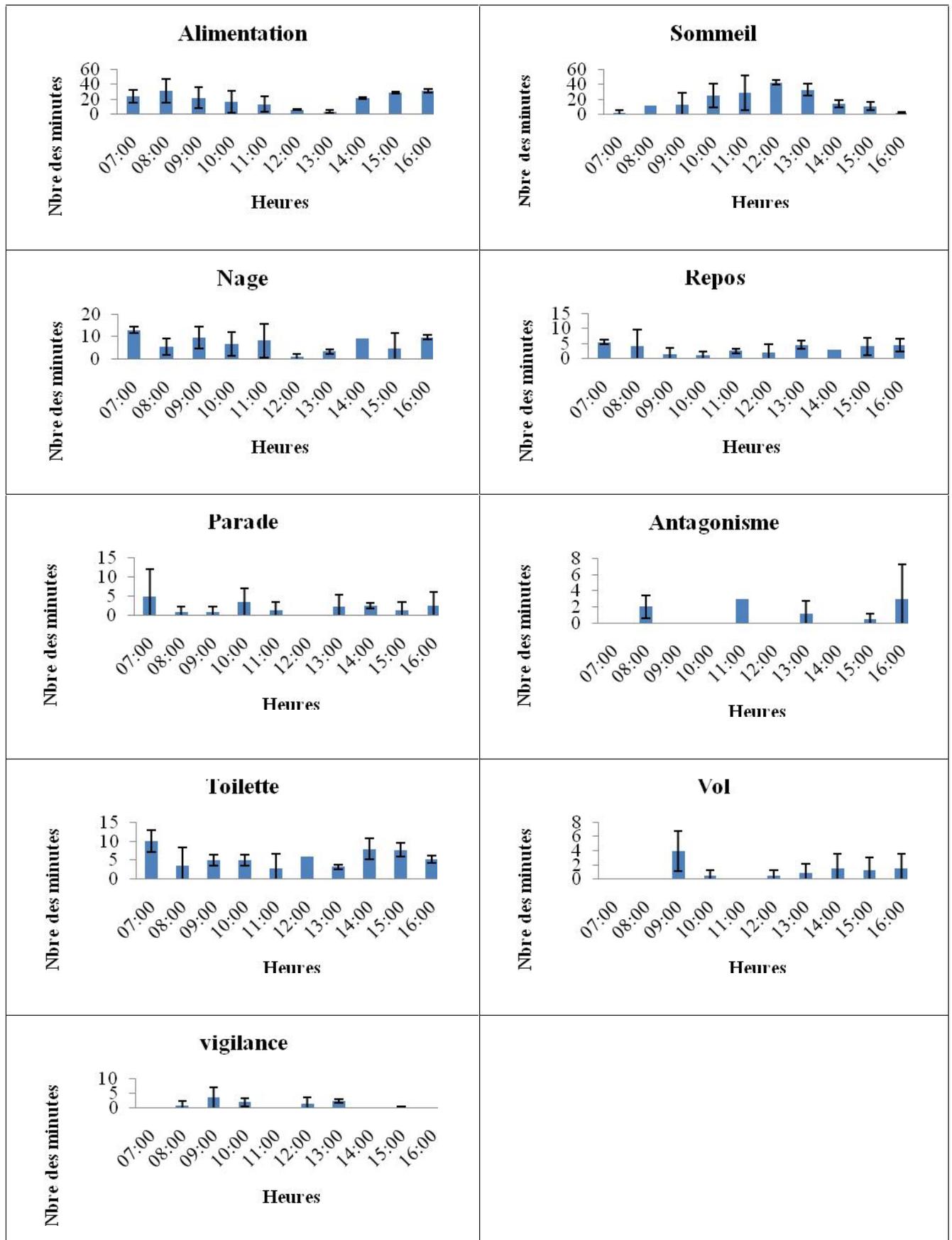
Pour les activités de vigilance, vol et antagonisme sont enregistrés avec des valeurs moyennes qui ne dépassent pas 2% (Fig.64). Les valeurs maximales sont observées durant la matinée respectivement avec 5,83% à 9 h , 6,66% à 9 h et 5% à 11 h (Fig.63).



**Figure.63.** Variation journalière du rythme des activités diurnes de la Sarcelle d’été *Anas querquedula* dans lac d’Oued Khrouf.



**Figure.64.** Pourcentage des différentes activités diurnes de la Sarcelle d’été *Anas querquedula* dans lac d’Oued Khrouf.



**Figure.65.** Bilan journalier des activités diurnes de la Sarcelle d’été *Anas querquedula* au niveau de lac d’Oued Khrouf durant le mois du mars 2012 et mars 2013.

# Conclusion

## Conclusion

Les zones humides de la Vallée de Oued Righ (Sahara septentrional de l'Algérie) accueillent chaque saison hivernale des effectifs assez importants d'oiseaux d'eau, en dépit de leur richesse et de l'intérêt dû à leur position biogéographique sur les marges méridionales du Paléarctique occidental (BENSACI, 2011).

L'avifaune aquatique de la dépression d'Oued Righ comme celle du Sahara algérien sont très peu étudiées (HEIM DE BALSAC & MAYAUD, 1962 ; LEDANT *et al.*, 1981 ; ISENMANN & MOALI, 2000). Les premières études écologiques de cette région furent initiées par les chercheurs de l'ex-laboratoire de recherche des zones humides de l'Université d'Annaba (HOUHAMDI *et al.*, 2008) et actuellement le relai est pris par les chercheurs du laboratoire de recherche: Biologie, Eau et Environnement (BENSACI *et al.*, 2013, BOUZEGAG *et al.*, 2013, NOUIDJEM *et al.*, 2013)

Ainsi, plus de 53 espèces d'oiseaux appartenant à 15 familles d'eau ont été dénombrés dans cet éco-complexe. Du point de vue abondance les plus importantes sont : Le Flamant rose *Phoenicopterus roseus*, le Tadorne de Belon *Tadorna tadorna*, le Tadorne casarca *Tadorna ferruginea*, la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* et la Sarcelle d'hiver *Anas crecca* (HOUHAMDI *et al.*, 2008, BENSACI *et al.*, 2013).

Notre travail réalisé sur quatre années proposant d'étudier les éventuelles variations spatio-temporelles et l'étude des activités diurnes de trois espèces de Sarcelles (Anatidés) dans les principales zones humides de la vallée d'Oued Righ afin d'améliorer nos connaissances sur l'écologie de des sarcelles en Algérie et plus particulièrement dans les régions arides pendant la période d'hivernage. Les dénombrements effectués nous montrent que la Sarcelle marbrée est présente durant toute l'année ce qui lui confère le statut d'espèce sédentaire, alors qu'elle a été toujours mentionnée comme visiteur de passage dans tous le Maghreb (GREEN, 1993). L'effectif maximal a été enregistré pendant le mois de décembre de l'année 2009 avec 1400 individus, lors de passages de groupes en migration post-nuptiale. Ces effectifs représentent presque le double de la population algérienne estimée auparavant par GREEN (1993).

La Sarcelle d'hiver est beaucoup plus étudiée au nord du pays et particulièrement dans la Numidie (HOUHAMDI, 1998; 2002 ; HOUHAMDI & SAMRAOUI, 2001; METALLAOUI & HOUHAMDI, 2008; METALLAOUI, 2010), dans l'éco complexe de Jijel (MAYACHE *et al.*, 2008) et dans les hauts plateaux (MAAZI, 2009). Cependant, le Sahara qui compte environ 80 % de la surface du pays n'a fait l'objet que de très peu travaux sur cette espèce, souvent rapportés

sous forme de dénombrements hivernaux. Le statut de cette espèce se confine à tout simplement à une espèce hivernante (BOUZEGAG, 2008 ; NOUIDJEM, 2008 ; HOUHAMDI *et al.*, 2008 ; BENSACI *et al.*, 2013). Durant notre étude, nous avons constaté que les zones humides de la vallée d'Oued Righ abritent chaque année des effectifs importants de Sarcelles d'hiver à partir de la première quinzaine du mois de septembre jusqu'à la fin de mois de mars. Le maximum est cependant enregistré pendant la mi-saison d'hivernage (6 273 individus durant la saison 2009/2010).

La Sarcelle d'été constitue la seule espèce du genre totalement migratrice (CRAMP & SIMMONS, 1977). Elle utilise les zones humides algériennes comme une halte migratoire (METALAOU, 2010; MAAZI, 2009). Le suivi des effectifs de cette espèce nous a montré qu'elle est relativement nombreuse durant sa migration pré-nuptiale (12 individus au mois de mars) par rapport à sa migration post-nuptiale (2 individus au mois de juin).

L'étude du bilan du rythme d'activité diurne de la Sarcelle marbrée pendant les quatre années d'étude nous montre que l'alimentation est l'activité dominante. Cet anatidé passe plus de 55 % de son temps en alimentation alors que les autres activités n'occupent qu'un faible pourcentage. Le taux élevé est due probablement aux raisons suivantes :

- 1) La compétition pour les mêmes ressources énergétiques avec d'autres espèces qui poussent la Sarcelle marbrée à changer sa stratégie alimentaire.
- 2) Cette espèce trouve des difficultés à satisfaire sa demande énergétique dans ce quartier d'hiver qui peut être causé par le peu de diversité (côté énergétique) des ressources à consommer (TRIPLET, 2012) ou à l'augmentation de salinité (durant les années de faible pluviosité) qui a agit négativement sur la production des végétaux aquatiques (GREEN, 2000).

Le comportement de parade est observé à partir du mois de décembre jusqu'à la fin du mois de mars. C'est une période assez longue par rapport à celle qui a été constatée dans les hauts plateaux (MAAZI, 2009).

L'étude du rythme d'activité de la sarcelle d'hiver durant les quatre saisons d'hivernage montre que le sommeil reste l'activité dominante chez cette espèce avec 66,70%. Cette valeur est élevée par rapport à celle enregistrée au nord du pays (HOUHAMDI & SAMRAOUI, 2001; MAYACHE *et al.*, 2008; MAAZI, 2009) et cette activité a lieu essentiellement sur les berges.

L'étude du bilan du rythme des activités diurnes de la Sarcelle d'été au niveau des trois zones humides (Lac d'Oued Khrouf, Lac Ayata, et Lac El-Hamraia) a montré que le sommeil est l'activité dominante avec des taux dépassant 51 %. Cette activité a lieu principalement en eau pendant leur migration pré-nuptiale et sur les berges pendant leur migration post-nuptiale.

La Sarcelle d'été utilise les mêmes micro-habitats que la sarcelle d'hiver mais avec une préférence à se nourrir dans les endroits peu profonds (ARZAL & ELMBERG, 2004). Durant notre étude, le comportement d'alimentation a été observé avec un taux élevé de l'ordre de 33,2% pendant leur migration pré-nuptiale (retour vers les sites de reproduction). Cette activité est beaucoup plus observée en surface (par bec) et elle est souvent associée à l'activité de la nage. La parade est observée durant le mois de mars avec 3,5%.

D'une manière générale, nous estimons que la valeur ornithologique des zones humides de la vallée de Oued Righ et de tous le Sahara algérien reste à découvrir. Leurs capacités d'accueil pour les oiseaux migrateurs sont très peu documentées. Le statut phénologique des sarcelles marbrées, citée souvent comme des migrateurs de passage est confirmé comme espèce sédentaire nicheuse par excellence. Leurs effectifs sont aussi à revoir, du fait qu'elle est très discrètes, très farouches et très difficilement observables. A explorer les immenses zones humides sahariennes et celle situées sur les rives septentrionales du sahara près des hauts plateaux. Les hydrosystèmes de la vallée de Oued Righ jouent aussi le rôle de terrain de remise diurne pour les trois espèces étudiée, principalement pour la sarcelle d'hiver et la sarcelle d'été.

# Références bibliographiques

- ALTMANN, J.** 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 4: 227-267.
- AMAROUAYACHE D. M.** 2002. *L'artémia du chott Merouane (El-Oued) : biométrie dynamique, caractéristiques de l'éclosion et biomasse exploitable*. Mémoire de magister, Université Badji Mokhtar- Annaba, 69p.
- ARZAL, C & ELMBERG, J.** 2004. Time use, foraging behavior and microhabitat use in temporary guild of spring staging dabbling duck (*Anas spp*) *Ornis fennica* 81:157-168.
- BARBIER, E.B, ACREMAN, M C & KNOWLER, D** 1997 Economic valuation for wetland: a guide of policy makers and planners, Ramsar convention bureau, gland, Switzerland
- BARNAUD, G. & FUSTEC, E.,** 2007. *Conserver les zones humides : pourquoi ? comment ?*, Éditions Quae, Versailles, 298 p.
- BARRY, J. P., CELLES, J. C. & FAUREL, L.** 1974: Notice de la Carte Internationale du tapis végétal et des conditions écologiques. Feuille d'Alger au 1/ 1000 000e. – Soc. Hist. Nat. Nord, Alger
- BAGNOULS. & GAUSSEN H.** 1957. Les climats biologiques et leurs classifications. *Ann. Géogr.* Fr. 355: 193-220.
- BALDASSARE G.A., PAULUS S.L., TAMISIER, A. et TITMAN, R.D.** 1988. Workshop summary: Techniques for timing activity of wintering waterfowl. Waterfowl in winter. Univ. Minnesota press, Minneapolis.
- BENSACI, E.** 2011. *Eco-éthologie du Flamant rose Phænicopterus roseus dans la Vallée d'Oued Righ (Sahara oriental algérien)*. Thèse de Doctorat en Ecologie et environnement. Univ. 8 mai 1945, Guelma (Algérie), 146 p.
- BENSACI, E., BOUZEGAG, A., GUERGUEB, E., CHOUAYB, B., HAFID, B., NOUIDJEM, Y., ZERAOUA, A., BOUAGUEL, L., SAHEB, M., METLAOUI, S., MAYACHE, B., BOUSELAMA, Z., & HOUHAMDI, M.** 2010. Chott Merouane (Algérie): un nouveau site de reproduction du Flamant rose *Phoenicopterus roseus*. Wildfowl & Wetlands Trust, Slimbridge, UK. *Flamingo*. 18
- BENSACI, E., SAHEB, M., BOUZEGAG, A, NOUIDJEM, Y, & HOUHAMDI, M.** 2013. Biodiversité de l'avifaune aquatique des zones humides Sahariennes : cas de la dépression d'Oued Righ (algérie). *Physio-Géo - Géographie Physique et Environnement*, 2013, volume VII : 31-42
- BERGKAMP G & ORLANDO B.,** 1999 : Les zones humides et les changements climatiques, Explorer les avenues de la collaboration entre la convention sur les zones humides (Ramsar, Iran 1971) et la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, Ramsar convention, 31p.
- BLONDEL, J.** 1969. *Méthodes de dénombrement des populations d'oiseaux in problème d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres*. Lamotte et bourlière, Ed. Masson, 1969 : 97-151p

- B N E D E R.** 1994. Rapport du Bureau National d'Etude pour la Développement Rural. Projet de mise en valeur de la vallée d'Oued Righ. 80p
- BOULKHSSAM, M.** 2008. *Ecologie des Tadornes dans les zones humides des hautes plaines de l'Est Algérien*. Thèse de doctorat, Université de Annaba. 134 p
- BOUZEGAG, A.** 2008. *Inventaire et écologie de l'avifaune aquatique du Lac Ayata (wilaya d'El-Oued)*. Mémoire de Magister en Ecologie et génie de l'Environnement. Université du 08 mai 1945, Guelma. 79p
- BOUZEGAG, A., SAHEB, M., BENSACI, E., NOUIDJEM, Y & HOUHAMDI, M.** 2013 Ecologie de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* (Ménétries, 1832) dans l'eco-complexe de zones humides de la vallée de l'oued righ (sahara algérien). *Bulletin de l'Institut Scientifique de Rabat*. 35: 141-149.
- BURNIER, E.** 1979. Note sur l'ornithologie algérienne. *Alauda* 47: 93-102.
- CARRIERE, S. & TITMAN, R.D.** 1998. Habitat use by sympatric Mallard *Anas platyrhynchos* and American black Duck *Anas rubripes* in a forested area of Québec. Canada. *Wildfowl* 49: 150-160.
- CHENCHOUNI, H.** 2011. *Diagnostic écologique et évaluation du patrimoine biologique du Lac Ayata (Vallée de l'Oued Rhig : Sahara septentrional algérien)*. Mémoire de Magister en Ecologie saharienne et environnement. Université Kasdi Merbah- Ouargla. 144p
- CHESSEL, D. & DOLEDEC, S.** 1992. ADE software multivariate analysis and graphical display for environmental data (version 4). Université de Lyon.
- CRAMP, S. & SIMMONS, K.E.L.** 1977. The birds of the western palearctic. Vol. I. *Ostitch to ducks*. Oxford University press, Oxford.
- DE BELAIR G.** 1990. *Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre écosystèmes lacustre et marécageux (El-Kala Est Algérien)*. Thèse de doctorat. Univ. Montpellier II 276p.
- DE GROOT R.S, STUPE M.A.M, FINLAYSON C.M & DAVIDSON N.** 2006. *Valuing wetlands : guidance for valuing the benefits derived from wetland ecosystem services*. Ramsar Technical Raport No 3/CDB Technical Series No 27. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland & Secretariat of Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada.
- DEHORTER, J. & TAMISIER, A.** 1996. Wetlands habitat characteristics for waterfowl wintering in Camargue, Southern France: Implication for conservation. *Rev. Ecol (Terre Vie)* Vol 51: 161-172.
- D.G.F.** 2001. *Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale*. 2ème édition, Ed, Direction Générale des Forêts, Alger, 56p.
- D.G.F.** 2002. *Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale*. 3ème édition, Ed, Direction Générale des Forêts, Alger, 89p.

- D.G.F.** 2004. *Atlas des zones humides Algériennes d'importance internationale*. 4ème édition, Ed, Direction Générale des Forêts, Alger, 107p.
- DJAOUADI-BETTICHE F.**, 2011. *Recherche sur la dimension humaine dans la conservation des écosystèmes lacustres cas de chott merouane et Oued Khrouf, daïra de Meghaier, Wilaya d'El Oued-Algerie*. Mémoire de magister, Université Mohamed Khider-Biskra, 149p
- DUBOST, O.** 1991. *Ecologie, aménagement des oasis Algérienne*. Thèse Doctorat Géographie.U.F. Rebellais.242p.
- DUGAN, P.**, 1993. *Wetlands in Danger: A World Conservation Atlas*, Mitchell Beazley London Ltd, London, 192 p.
- DUVRYRIER, H.** 1867. *Les Touaregs du Nord*, Paris.
- 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.** 1955. Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trac. Bot. Géol. Zool. Fase. Sci.* Montpellier, *série botanique*: 343p
- ETUDE TESCO.** 1992. Etude des ressources en eau du Sahara septentrional EKES.27p.
- FUSTEC E & LEFEUYRE J C.**, 2000 : *Fonction et valeurs des zones humides* ; Paris, Dunod édit, 426p
- GAUTIER-CLERC, M., TAMISIER, A. ET CEZILLY, F.**2000.Sleep-vigilance trade-off in Gadwall during winter period.*Condor*, 102 : 307-313.
- GEROUDET, P.**1988. *Les palmipèdes. Delachaux et Niestlé Neuchâtel – Paris*. Troisième édition, ISBN 2-603-00463-8.288 p.
- GREEN, A. J.** 1993. The status and conservation of the marbled teal *Marmaronetta angustirostris*.IWRB Special Publication No. 23.International Waterfowl and Wetlands Research Bureau.Slimbridge,UK.
- GREEN,A. J.** 2000. The habitat requirements of the MarbledTeal (*Marmaronetta angustirostris*), Ménétr., a review. Pages 147–163inLimnology and AquaticBirds: Monitoring, Modelling and Management (F. A. Comín, J. A Herrera and J. Ramírez, Eds.).UniversidadAutónomadel Yucatán, Mérida, México.
- GREEN, A. J. & EL HAMZAOU, M.** 2000. Diurnal behaviour and habitat use of nonbreeding marbledteal, *marmaronetta angustirostris*. *Canadian journal of zoology*, 78: 2112-2118.
- GUILLEMAIN, M., FRITZ, H., KLAASSEN, M., JOHNSON, A. R & HAFNER, H.** 2004. Fuelling rates of Garganey ( *Anas querquedula*) staging in the Camargue, Southern France, during spring migration. *Journal of Ornithology* 145 : 152-158.

- HACINI, M.**, OELKERS, E.H. & KHERICI, N. 2006. Retrieval and interpretation of precipitation rates generated from the composition of the Merouane Chott ephemeral lake. *ELSEVIER, journal of geochemical exploration* n°88, pp 284-287.
- HEIM DE BALSAC, H.** 1936. *Bio-écologie des mammifères et des oiseaux de l'Afrique du nord* Ed. Les presses universitaires de France, Paris, 246p.
- HEIM DE BALSAC, H.** & N. MAYAUD, 1962. *Les oiseaux du nord ouest de l'Afrique: distribution géographique, écologie, migration, reproduction.* Le Chevalier, Paris.
- HOUHAMDI, M.** (1998). - *Ecologie du Lac des Oiseaux, Cartographie, Palynothèque et utilisation de l'espace par l'avifaune aquatique.* Mémoire de Magister. Univ. Badji Mokhtar, Annaba (Algérie), 198p.
- HOUHAMDI, M.**, 2002. *Ecologie des peuplements aviens du lac des oiseaux : Numidie orientale.* Thèse de Doctorat d'état en Ecologie et environnement. Univ. Badji Mokhtar, Annaba (Algérie), 146 p.
- 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.**, BENSACI, E., NOUDJEM, Y., BOUZEGAG, A., SSAHEB, M. & SAMRAOUI, B. 2008. Eco-éthologie des Flamants roses *Phoenicopterus roseus* hivernants dans la Vallée de Oued Righ, Sahara oriental algérien. *Aves*, 45 (1): 15–27.
- ISENMANN, P.** & MOALI, A. 2000. *Oiseaux d'Algérie/ Birds of Algeria.* SEOF. 336p.
- JACOBSEN, O.W** & UGELVIK, M. 1994. Grazing and vigilance behavior of breeding Eurasian Wigeon *Anas penelope* in relation to distance from water. *Wildfowl* 45: 119-123
- JOHNSON, A.R.** & CÉZILLY, F. 2007. *The Greater Flamingo.* Poyser, Londres.
- LAMOTTE, J.**, & BOURLIÈRE, A. 1969. *Problèmes d'écologie: l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres.* Edition : Masson. 151p
- LEDANT J. P.**, JACOB, J. P., JACOB, P., MALHER, F., OCHANDO, B. & ROCHE, J.(1981) – Mise à jour de l'avifaune Algérienne. *Le Gerfaut* 71 ; 295 – 398.
- LOSITO M.P.**, MIRARCHI, E. et BALDASSARE G.A.(1989) New techniques for time activity studies of avian flocks in view-restricted habitats. *J. Field. Ornithol.* 60 (3): 388-396
- MAAZI, M.C.** 2009. *Eco éthologie des anatidés hivernant au niveau de Garaet Timerganine Wilaya d'Oum el bouaghi* Thèse de Doctorat en Ecologie et environnement. Univ. Badji Mokhtar, Annaba (Algérie), 141 p.
- MALTBY, E.** ed., 2009. *Functional Assessment of Wetlands: Towards Evaluation of Ecosystem Services* Woodhead Publishing, Cambridge, 672 p.

- MALTBY, E.** ; **MOCKLER, N.** & **MCINNES, R.**, 1996. Denitrification rates in river marginal wetlands and buffer zone management. In Merot et Jigorel, eds. *Les colloques. Hydrologie dans les pays celtiques*. INRA, Paris, pp. 293–303.
- MAYACHE, B.** (2008). *Inventaire et étude écologique de l'avifaune aquatique de l'éco-complexe de zones humides de Jijel*. Thèse de Doctorat d'état. Univ. Badji Mokhtar, Annaba (Algérie), 162 p.
- MAYACHE, B.**, **HOUHAMDI, M.** & **SAMRAOUI, B.** 2008. Ecologie des sarcelles d'hiver *Anas crecca crecca* dans l'éco-complexe des zones humides de Jijel (Algérie). *E.J .S.R.*, 21(1) : 104-109.
- METALLAOUI, S.** 2010. *Ecologie de l'avifaune aquatique de Garaet Hadj-Tahar (Numidie occidentale)*. Thèse de Doctorat en Biologie animale et environnement. Univ. Badji Mokhtar, Annaba (Algérie), 140 p.
- METALLAOUI, S.** & **HOUHAMDI, M.** 2008. Données préliminaires sur l'avifaune aquatique de la Garaet Hadj Tahar (Skikda, Nord Est algérien). *Afri. Birdclub. Bull.* 15(1): 71-76.
- MITSCH, W.J.**, **GOSSELINK J.G.**, **ANDERSON C.J** & **ZHANG L.** 2009. *Wetland Ecosystems*. Ed. John Wiley & Sons, 304p
- NOUDJEM Y.** & **BOUZEGAG A.**, 2005. *L'occupation spatio-temporelle du lac de Ouedkhrouf par l'avifaune aquatique*. Mémoire d'ingénieur d'état en Ecologie et environnement. Université d'Oum el Bouaghi (Algérie), 78 p.
- NOUIDJEM, Y.** 2008. *Ecologie des oiseaux d'eau du Lac de Oued Khrouf (Vallée de Oued Righ, Sahara algérien)*. Mémoire de Magister en Ecologie et génie de l'Environnement. Université du 08 mai 1945, Guelma. 73p
- NOUIDJEM, Y.**, **SAHEB, M.**, **BOUALEM, M.**, **BENSACI, E.**, **BOUZEGAG, A.**, **MAAZI, M.** & **HOUHAMDI, M.** 2013. Le Tadorne casarca *Tadorna ferruginea* dans la vallée de Oued Righ (Sahara algérien). *Alauda* 80 (4) : 301-306.
- OGILVIE, M.A.** 1975. Ducks of Britain and Europe. *Berkhamsted, Poyser*. 206p
- PERENNOU, C.** 1991. Les recensements internationaux d'oiseaux d'eau en Afrique tropicale. Publ. Spéciale du *BIROE* n° 15.
- 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)* Vol.39:167-192.
- RAMSAR.** 2009. *The Annotated Ramsar List*. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Suisse, 500p.
- RAPINEL, S.** 2012. *Contribution de la télédétection à l'évaluation des fonctions des zones humides : De l'observation à la modélisation prospective*. Thèse de doctorat université rennes 2 sous le sceau de l'Université européenne de Bretagne, France . 384P

- RAPPORT P C FAO/BANQUE.** 1994 : Rapport Du programme de Coopération FAO/BanqueMondiale. 45p.
- RAVE, D.P. & BALDASSARE, G.A.** 1989. Activity budget of Green-winged Tealwintering in coastal wetlands of Louisiana.*J. Wildl. Manage.* 53: 753-759.
- ROUX, F., MAHEO, R., & TAMISIER , A.** 1978. L'exploitation de la basse vallée du Senegal (quartier d'hiver tropical) par trois espèces de canards paléarctiques et éthiopien. *Terre vie*, 32: 387- 415.
- ROUX, F. & JARRY, G.** 1984. Numbers composition and distribution of populations of anatidae wintering in West Africa. *Wildfowl*, 35: 48-60.
- SADOUL, N., WALMESLY, J. & CHARPENTIER, B.** 1998 *Les salines , entre terre et mer.* conservation des zones humides méditerranéennes, Vol 09, MedWet Stasion Biologique Tour du Valat, Arles, France, 95p
- SAMRAOUI, B. & SAMRAOUI, F.** 2008. An ornithological survey of Algerian wetlnds: ImportantBird Areas, Ramsar sites and threatened species. *Wildfowl* 58: 71-98
- SAMRAOUI, B., BOUZID, A., BOULKHSSAIM, M., BAAZIZ, N., OULDJAOU, A. & SAMRAOUI, F.**2008. Nesting of the Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algeria (2003-2008). Wildfowl &Wetlands Trust, Slimbridge, UK. *Flamingo*. 16
- 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.**1985. - 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.
- SPRIGATE- BAGINSKI,O., ALLEN D & DARWALL,W .R .T** 2009.*An Integrted Watlend Assessment Toolkit: Aguilde to good practice.* Gland, Switzerland: IUCN and Cambridge, UK: IUNC Species Programme. Xv + 144p
- TAMISIER, A.** 1966. Dispersion crépusculaire de Sarcelles d'hiver *Anas crecca crecca* en recherche de nourriture. *Ext. Terre et Vie* N°3: 316-337.
- TAMISIER, A.** 1972a. Rythmes nycthémeraux des Sarcelles d'hiver pendant leur hivernage en Camargue. *Alauda*. Vol XL N°2: 107-135.
- TAMISIER, A.** 1972b *.Etho-écologie des Sarcelles d'hiver Anas c. crecca L. pendant son hivernage en camargue.* Thèse de doctorat. Univ. Montpellier 157p
- TAMISIER, A.** 1974. Etho-ecological studies of Tealwintering in the Camargue (Rhone delta, France). *Wildfowl* 25: 107-117.
- TAMISIER, A., ALLOUCHE, L., AUBRY, F. & DEHORTER, O.**1995 Wintering strategies and breeding success: hypothesis for a trade-off in some waterfowl. *Wildfowl* 46: 76-88.

**TAMISIER, A. & DEHORTER, O.** 1999. *Camargue, canards et foulques. Fonctionnement et devenir d'un prestigieux quartier d'hiver.* Centre ornithologique du Gard. Nîmes. CNRS. Montpellier

**TAMISIER, A., BECHET, A., JARRY, G., LEFEUVRE, J.C. & LE MAHO, Y.** (2003). –Effets du dérangement par la chasse sur les oiseaux d'eau. *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, vol. 58, 435-449.

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

**TRIPLET.** 2012. *Manuel d'étude et de gestion des oiseaux et de leurs habitats en zones côtières* Manuel d'étude et de gestion des oiseaux et de leurs habitats en zones côtières. Collection des marais atlantique 782p.

# Résumés

## Résumé

Entre août 2009 et juillet 2013, nous avons suivi l'évolution des effectifs et le comportement diurne de trois Sarcelles (Anatidés) dans les zones humides de l'éco-complexe de la vallée d'Oued Righ. L'étude a montré le caractère sédentaire de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* avec une population nicheuse locale et le caractère hivernant de la Sarcelle d'hiver *Anas crecca* et le caractère de passage pour la Sarcelle d'été *Anas querquedula*. L'effectif maximum de la Sarcelle marbrée et la Sarcelle d'hiver est enregistrée durant la saison d'hivernage 2009/2010 lors de passage des groupes en migration postnuptiale qui dépasse de loin l'effectif évalué au passé. Par contre l'effectif maximum de la Sarcelle d'été est noté durant leur migration pré-nuptiale. L'étude de rythme d'activité a révélé que la Sarcelle marbrée consacre plus de la moitié de son temps diurne à l'alimentation (55,39%) suivi par 10,36 % pour la nage, 8,98 % pour le sommeil, 7,59 % pour la toilette, 4,06% pour le vol, 3,98% pour le repos, 3,65% pour l'antagonisme, 3,13% pour la parade, 1,55% pour la vigilance et 1,28% pour la marche. Par contre la sarcelle d'hiver et la Sarcelle d'été leurs bilan total est dominé par le sommeil (environ 66,7% et 51,29% respectivement), alors que le reste des activités n'occupe chacune qu'un faible pourcentage (1-13%).

**Mots clés :** Sarcelle marbrée, Vallée d'Oued Righ, Zones humides, Comportement diurne, hivernage

**Abstract**

Between august 2009 and july 2013, we were followed the phenology and the diurnal time budget of three teals -anatidae- in the eco complex wetlands of the Oued Righ Valley. The marbled teal *Marmaronetta angustirostris* is a sedentary species in the eco-complex of the Oued Righ Valley, the Eurasian teal *Anas crecca* have a wintering status and the Garganey *Anas querquedula* have a passenger status. The maximum numbers of the marbled teal and the Eurasian teal were recorded during the rainy season 2009/2010. The maximum number of the Garganey was noted during the spring period. The study of the diurnal time budget revealed that the marbled teal spends more than half of its diurnal to feeding (55,39%) followed by the swimming 10,36%, the sleeping 8,98 %, the preening 7,59 %, the flying 4,06%, the resting 3,98%, the antagonism 3,65%,the displaying 3,13%, the vigilance 1,55% and the walking 1,28%. Contrariwise, the diurnal time budget of the Eurasian teal and the Garganey is dominated by the sleeping (approximately 66,7% and 51,29% respectively). While the rest of activities occupy a small proportion (1-13%).

**Key words:** Marbled teal, Valley of Oued Righ, Wetlands, Diurnal time budget, Wintering.

## الملخص:

في الفترة الممتدة بين أوت 2009 و جويلية 2013 تابعنا تطور أعداد و سلوك 3 أنواع من البط في المناطق الرطبة لمنطقة وادي ريغ الذي بين أن بط شرشير مخطط يحمل ميزة الاستقرار بعشيرة مستوطنة بهذه المنطقة وميزة شتوية بالنسبة لبط الحذف الشتوي أما بالنسبة لبط الحذف الصيفي فإنه عابر. بالنسبة للأعداد القصوى بالنسبة لبط شرشير مخطط والحذف الشتوي المسجلة خلال فترة الدراسة كانت في فصل الشتاء 2010/2009 أثناء عبور المجموعات المهاجرة في هجرة ما بعد التكاثر, في حين أن الأعداد القصوى لبط الحذف الصيفي فكانت خلال هجرة ما قبل التكاثر. دراسة السلوك النهاري بينت أن طائر شرشير مخطط يقضي أكثر من نصف وقته النهاري في التغذية 55,39 % متبوعة ب 10,36 % سباحة , 8,98 % نوم , 7,59 % صيانة الريش , 4,06 % طيران , 3,98 % راحة , 3,65 % تنافر , 3,13 % تودد , 1,5 % احتراس و 1,28 % مشي في حين أن بط الحذف الشتوي و الحذف الصيفي فإن الحوصلة الكلية لنشاطهم اليومي ساد عليها النوم ( حوالي 66,7% و 51,29% على التوالي).

أما باقي نشاطاتها لا تشغل كل منها إلا نسبة ضعيفة (1-13% ).

**الكلمات المفتاحية:** شرشير مخطط , وادي ريغ , مناطق رطبة , السلوك اليومي

## Ecologie de la Sarcelle Marbrée *Marmaronetta angustirostris* (Ménétries, 1832) dans l'éco-complexe de zones humides de la vallée de l'oued Righ (Sahara Algérien)

### *Ecology of Marbled Teal Marmaronetta angustirostris (Ménétries, 1832) in the wetland complex of Oued Righ valley (Algerian Sahara)*

Abdelaziz BOUZEGAG<sup>1</sup>, Menouar SAHEB<sup>2</sup>, Ettayib BENSACI<sup>3</sup>, Yacine NOUIDJEM<sup>3</sup>  
& Moussa HOUHAMDI<sup>1\*</sup>

1. Université 08 Mai 1945 de Guelma, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers, Département des Sciences de la Nature et de la Vie, BP. 401 Guelma 24000, Laboratoire Biologie, Eau et Environnement (LBEE), Algérie. \*(houhamdimoussa@yahoo.fr ; houhamdimoussa@gmail.com)
2. Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Larbi Ben M'hidi d'Oum El-Bouaghi, Algérie.
3. Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Mohamed Boudiaf de M'sila, Algérie.

**Résumé.** Une étude menée sur la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* du mois d'août 2007 au mois de juillet 2011 dans les zones humides de l'éco-complexe de la vallée de l'oued Righ (Sahara algérien) a montré le caractère sédentaire de la population nicheuse locale et mis en évidence la reproduction de cette espèce dans la majorité des plans d'eau. A cette population nicheuse locale s'ajoute en saison d'hivernage un nombre important de migrateurs. L'effectif maximal recensé a été de plus de 600 individus, en décembre, et les effectifs les plus bas de moins de 200 individus durant les mois les plus chauds, soit juin et juillet de chaque année. Le bilan des rythmes d'activité diurne est dominé par l'activité alimentaire, qui représente 55.7 % du total. Elle s'opère à 75 % par basculement du corps du canard contre 25 % uniquement par plongeon de la tête. Cette activité est suivie par la nage avec 10.9 %, l'entretien du plumage (8.3 %), le sommeil (7.6 %), le vol (6.5 %), et les activités de parade (6 %) et d'antagonisme (5 %). De ce fait, les chotts et les sebkhas de la vallée confirment leur rôle de terrain de gagnage diurne. L'espèce niche régulièrement dans les milieux aquatiques sahariens étudiés. La période de nidification s'étale de la fin mars à la fin juin. Les nids sont édifiés dans les touffes de *Salicornia fruticosa*, *Salsola fruticosa*, *Atriplex halimus*, au sol sous *Tamarix gallica* et sur les premières ramifications de ses branches. Ils peuvent contenir jusqu'à 13 œufs.

**Mots-clés :** Sarcelle marbrée, *Marmaronetta angustirostris*, phénologie, reproduction, budget temps diurne, Algérie.

**Abstract.** We conducted a survey on the Marbled Teal *Marmaronetta angustirostris* in the wetland complex of Oued Righ valley (Sahara of Algeria) from August 2007 to July 2011. Our results showed that this species have a sedentary breeder status. The breeding of Marbled Teal was reported in the main wetlands of Oued Righ complex. Further of the local breeding population, an important number of migrating individuals came to spend the wintering season. The maximum of 600 Marbled Teal were observed in December, while less than 200 individuals were recorded in the hottest months of the year (June and July). Feeding was the dominated diurnal behaviour with 55.7 %. This activity was performed mainly by upending (75 %) and sometimes by head dipping (25 %). Which confirm the important role of wetland complex of Oued Righ as a diurnal feeding area. The other less dominant activities were swimming (10.9 %), preening (8.3 %), resting (7.6 %), flying (6.5 %), courtship (6 %), and agonistic behaviour (5 %). The Marbled Teal breed regularly in most surveyed wetlands. The breeding period stretched from late March to late June. The majority of Marbled Teal nests contained thirteen eggs, settled mainly in tufts of *Salicornia fruticosa*, *Salsola fruticosa*, *Atriplex halimus* on branches near the water and in *Tamarix gallica* near the shore.

**Keywords:** Marbled Teal, *Marmaronetta angustirostris*, phenology, breeding, diurnal behaviour, Algeria.

#### Abridged English version

##### Introduction

The Marbled Teal *Marmaronetta angustirostris* is classified as vulnerable species in the IUCN Red List. Its breeding area are reduced to a few isolated sites in Spain and North Africa, mainly in Tunisia, Morocco and Algeria. In this last country, the species has a resident - breeder status in the Hauts Plateaux and the Sahara chotts, mainly in the Oued Righ valley (oasis stretched from south foothills of the Saharan Atlas in the north to the town of Touggourt in the south that constitutes a complex of ten wetlands some of them classified as Ramsar sites since February 2, 2004). The aim of this paper is to evaluate the population size and to study the diurnal behaviour of this species in the Oued Righ valley.

##### Methods

Twice-monthly counts were carried out for four consecutive years (from August 2007 to July 2011) in all wetlands of the Oued Righ valley. Individual counts were conducted in small wetlands, whereas the total numbers were estimated by dividing the flock into small equal blocks and counting the number of blocks about high effective and in larger areas : Chott Melghir, Chott Merouane and Lac d'Oued Khrouf.

Diurnal time budgets were monitored at twice-monthly intervals (from August to July in each year of the study), using *Instantaneous Scan Sampling*. Many activities were measured : feeding (body tipping or head diving), sleeping, swimming, preening, flying, courtship and agonistic behaviour.

All scans lasted were carried out every half hour between 08 h and 16 h, whether 8 scans /day.

For seasonal changes in diurnal time budgets, only the results obtained at the Lac El Hamraia will be discussed in this manuscript. Finally, special field visits were conducted during the breeding period, for prospecting and identifying potential nesting sites of the species and the monitoring of its breeding (nests and eggs measurements, laying date, clutch size and number of chicks were noted), also the number of pairs was estimated.

#### Numbers and phenology

Marbled Teal is a resident species in the Oued Righ valley. It is composed of three populations : one is resident-breeder, a second is wintering and the last is a transit population which used wetlands of the valley for short periods before to join their wintering areas. Chotts Merouane, Melghir and Hamraia and lac d'Oued Khrouf represent the main sites used by this species in the valley. The evolution of mean numbers follows a Gaussian curve. The minimum of 145 individuals was observed during summer and the maximum was recorded during the month of december with 651 individuals which coincided with the post -nuptial migration passages.

In inter- breeding season, the breeding population usually brings in large flocks at the center of waterbodies.

#### Study of diurnal Time-activity budgets

The assessment of diurnal time activities (August 2007 - July 2011) was dominated by feeding (55.70 %), while in Spain and Morocco, feeding is mainly nocturnal activity. This activity is followed by swimming (10.9 %), preening (8.3 %), diurnal sleeping (7.6 %), flying (6.5 %), courtship (6 %) and finely agonistic behaviour (5 %). The feeding was took place only in the water and it seems that these ducks prefer to feed by body tipping (75 %) than head diving for looking for food (25 %). The first foraging method, although observed in all sites with values varies from one to another site.

The time allocated to swimming varies depending on the sites size. This activity is low in large shallow lakes (8 % at Chott Merouane) and raised in the small and deep sites (16 % at Lac Ayata). The preening was observed with rates varying between 5 and 11 %. This activity is recorded principally on the shores of Chotts and lakes by chicks with their mothers. Diurnal sleeping also plays an important role in the balance of diurnal time activity. It is observed with more or less similar rates (7-9 %) in all sites. At Lac El-Hamraia, this activity is slightly more common between the months of August and January. The flying activity was mainly followed the disturbances which allows Teals regrouping. Its highest rates were recorded in water bodies

located near urban areas and roads. Courtship activity was recorded with rates more or less similar in all wetlands of the valley. The agonistic behaviour come in the last range of the diurnal time activity budgets, while, it is often observed from the months of October and November boost peaking throughout the spring. They often occur when a male crosses the territory of a couple or among two males fighting over a female. Courtship and agonistic behaviour are often herald the beginning of the formation of breeding pairs.

#### Breeding

The nesting of this species occurs in all wetlands of the Oued Righ valley where the number of breeding pairs was estimated between 28 and 54. Sites of chott Melghir, Chott Merouane, Lac El-Hamraia and lac d'Ouedr Khrouf seem to offer the best breeding conditions (low disturbance and food availability) where alone counted between 50 to 60 % of total population. The breeding period of the Marbled Teal lasts about 100 days from late March (start of laying) until the end of June (fledging of chicks). Marbled Teal nests were built near the shores (2-4 m). They well hidden in vegetation consists mainly of *Salicornia fruticosa*, *Salsola fruticosa*, *Atriplex halimus* or on the ground under *Tamarix gallica* or its main branches. The nest is usually build based on twigs (*Phragmites australis*, *Melilotus indica*, *Ormenis mixta*, *Cynodon dactylon*, *Paspalum distichum*, *Convolvulus arvensis* and *Capsella bursa-pastoris*) and lined inside down to the way of the majority of Anatidae nests. Seven nests were monitored, the female has laid between 9 and 13 eggs, where mean clutch size was 11.8, slightly lower than the average of 11.8 observed in Spain, where the clutch size has varied between 9 to 20 eggs. Measured nests have mean external diameter of 52cm [48-57], and mean internal diameter of 28cm [26-31] and a mean depth of 15cm [13-18]). A total of 78 eggs were measured (mean weight : 35g [31 -38 ], mean length : 48 mm [ 45-51 ] and mean width : 27mm [ 25-34 ]), are slightly larger than those cited in the former scientific literature in the Mediterranean basin.

#### Conclusion

The Oued Righ valley (Algerian Sahara), with its diversity of wetlands constitutes an important complex for the preservation of this vulnerable species. Actual counted in winter are a record for all Algeria. These Oases, Ramsar sites of international importance, also play a key role for diurnal foraging and an important ground for nesting of Marbled Teals, which need to preserve these environments in the aim to protect this endangered species. Therefor it is imperative to implement a wetland management plan or a national strategy to safeguard this species and its habitat.

## INTRODUCTION

La Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* est une espèce vulnérable et classée sur la liste rouge de l'UICN (Birdlife international 2004, 2008). Dans le Paléarctique occidental, son aire de reproduction est réduite

à quelques sites isolés en Espagne et en Afrique du Nord (Green 1993, 1996a, 1996b). Ce statut vulnérable est lié à de nombreuses et importantes destructions de son habitat et à la réduction des aires de gagnage qui lui sont propices après les mois chauds et secs de l'été. Elles ont pour conséquence une grande mortalité de juvéniles et d'adultes

post-nuptiaux (Harchrass *et al.* 2010). La Sarcelle marbrée est nicheuse et partiellement sédentaire dans la majorité des zones humides de la rive sud du bassin méditerranéen au Maroc (Thévenot *et al.* 2003, El-Agbani *et al.*, 1996, Green & El-Hamzaoui 2000, 2006, Green *et al.*, 2002, Harchrass *et al.*, 2010), en Algérie (Heim de Balsac & Mayaud 1962, Dupuy 1969, Le Berre & Rostan 1977, Ledant *et al.* 1981, Isenmann & Moali 2000) et en Tunisie (Isenmann *et al.* 2005). L'espèce est observée durant toute l'année dans les zones humides des hautes plaines de l'est Algérien et dans les chotts sahariens (Maazi 2009). La vallée de l'oued Righ compte plusieurs zones humides classées par la convention de Ramsar depuis le 2 février 2004. Cet ensemble de plans d'eau, rarement à sec, constitue une escale migratoire, un refuge hivernal et un site de reproduction pour plusieurs espèces d'oiseaux (Houhamdi *et al.* 2008, Bensaci *et al.* 2011).

Au vu de la rareté des études consacrées à cette espèce et devant l'urgence d'actualiser son statut et d'évaluer régulièrement sa population, nous proposons dans ce travail, qui représente une approche écologique préliminaire sur l'espèce, d'étudier son statut phénologique et de donner une idée générale de ses effectifs et de ses rythmes d'activité diurne dans l'un des éco-complexes de zones humides les plus importants du Sahara algérien, les oasis de la vallée de l'oued Righ. Cette étude permet d'améliorer nos connaissances écologiques sur le rôle que peuvent jouer les zones humides salées du Sahara dans le maintien de cette espèce dont les exigences écologiques demeurent encore peu connues et peu documentées dans notre vaste pays.

## MATERIEL ET METHODES

### Description du site

La vallée de l'oued Righ représente en réalité une grande oasis qui s'étale des terminaisons des piedmonts sud de l'Atlas saharien au nord jusqu'à la ville de Touggourt au sud (Fig. 1). La vallée est soumise à un climat chaud et sec pendant toute l'année. Cette région est une cuvette allongée avec des dénivellations pouvant aller jusqu'à 41 m au-dessous du niveau de la mer. Elle est composée d'une dizaine de plans d'eau (Tab. 1) qui représente un exutoire aménagé pour recevoir les eaux usées et les eaux de drainage des palmeraies des oasis.

### Méthodologie

Les dénombrements de Sarcelles marbrées ont été effectués deux fois par mois durant quatre années consécutives (août 2007 à juillet 2011) dans toutes les zones humides de la vallée de l'oued Righ. Nous avons procédé à un comptage individuel dans les petites zones humides, et procédé à l'estimation des effectifs présents, dispersés en petits groupes, dans les zones les plus étendues. Pour ces zones humides vastes (chott Melghir, chott Merouane et Lac de l'oued Khrouf), nous avons réalisé plusieurs comptages à partir de différents points d'observation et l'estimation de l'effectif total a été réalisée par addition des effectifs partiels dénombrés. Pour l'analyse des résultats, nous avons retenu pour chaque site la moyenne des effectifs qui représentera la taille de l'échantillon des quatre années (Tab. 2).

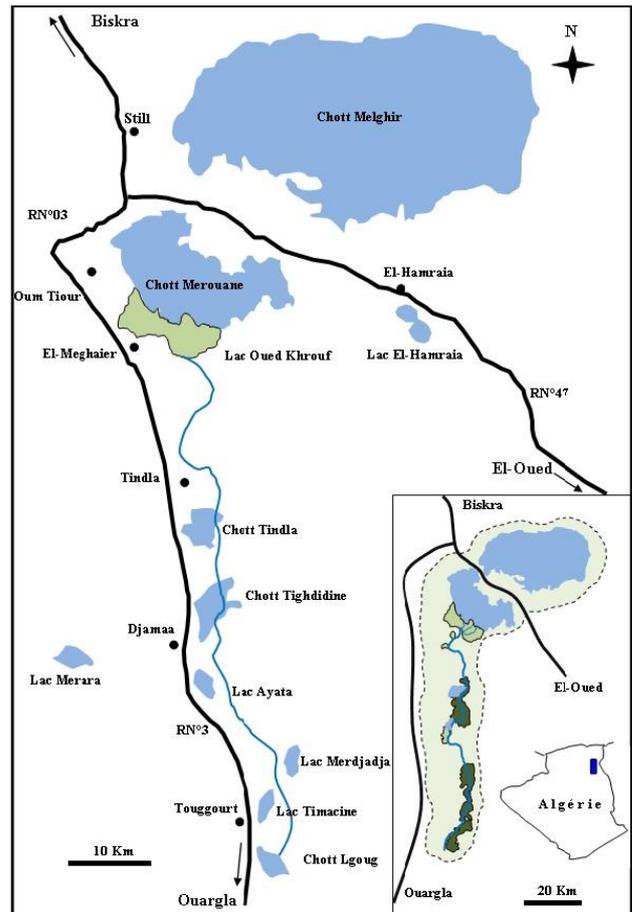


Figure 1. Principales zones humides de la vallée de l'oued Righ.

Figure 1. Main wetlands of Oued Righ valley.

Au cours de la même période, nous avons procédé deux fois par mois (du mois d'août au mois de juillet de chaque année) au suivi des rythmes d'activité diurne des sarcelles dans la vallée. Nous avons opté pour l'utilisation d'observations par balayage (*Instantaneous scan sampling*), très adaptées à ce type de terrain vaste, dégagé et loin de tous dérangements (Altman 1974 corrigé et amélioré par Baldassare *et al.* 1988, Losito *et al.* 1989, Tamisier & Dehorter 1999). Ainsi en hiver comme en été, nous avons réalisé pendant tout le cycle annuel des scans de la majorité des individus dont les comportements étaient facilement observables. Les activités mesurées étaient : l'alimentation (basculement ou plongeon de la tête), le sommeil, la nage, l'entretien du plumage, le vol et les activités de parade et d'antagonisme. Ces scans de 15' ont été effectués toutes les heures de 8h jusqu'à 16h, soit 8 scans/jour. Pour chaque site, le nombre cumulé de sarcelles sur lequel ces scans ont été effectués au cours d'une journée de suivi avoisine 80 à 90 % de l'effectif présent. Les résultats ont été groupés en moyennes calculées respectivement pour chaque scan, pour chaque jour de terrain par site, puis sur l'ensemble de l'année et enfin sur tous les sites (Fig. 3 et 4). Pour l'évolution saisonnière des rythmes d'activités diurnes, seuls les résultats obtenus au niveau du Lac el-Hamraia seront exposés dans ce manuscrit (Fig. 5). C'est un plan d'eau facilement accessible et héberge des effectifs assez importants de sarcelles.

Tableau 1. Principales zones humides de la vallée d'oued Righ

Table 1. Main wetlands of Oued Righ valley

Site	Coordonnées géographiques	Superficie (ha)	Statut de conservation	Autres espèces aquatiques reproductrices	Couverture végétale
Chott Melghir	34°10.631'N 06°17.322'E	552 000	Site Ramsar (2004)	Avocette élégante, Echasse blanche, Gravelot à collier interrompu et Tadorne casarca.	Souvent à base de - <i>Salsola fruticosa</i> - <i>Salicornia fruticosa</i> - <i>Atriplex halimus</i> - <i>Zygophyllum sp</i> - <i>Phragmites australis</i>
Chott Merouane	34°02.433'N 5°58.748'E	337 000	Site Ramsar (2004)	Flamant rose, Tadorne de Belon, Tadorne casarca, Avocette élégante etc.	
Lac El-Hamraia*	33°39.787'N 06°02.815'E	75 ha	Néant	Gravelot à collier interrompu et Tadorne casarca	
Lac de l'Oued Khrouf*	33°53.332'N 06°01.125'E	1 200	Site Ramsar (2004)	Avocette élégante, Echasse blanche, Gravelot à collier interrompu, Fuligule nyroca et Tadorne casarca.	
Chott Tindla	33° 39.787'N 06° 02.815'E	600	Néant	Tadorne de Belon, Gravelot à collier interrompu et Tadorne casarca.	
Chott Tighdidine	33°31.366'N 06°02.181'E	200	Néant	Gravelot à collier interrompu et Tadorne casarca.	
Lac Merara	33°03.432'N, 06°03.967'E	65	Néant	Avocette élégante, Echasse blanche, Gravelot à collier interrompu	
Lac Ayata * "Sidi Amrane"	33°29.867'N 05°59.403'E	30	Néant	Avocette élégante, Echasse blanche, Gravelot à collier interrompu, et Tadorne casarca.	
Lac Merdjadja	33°03.086'N 06°03.565'E	22	Néant	Tadorne casarca.	
Lac Temacine	33°01.168'N 06°01.254'E	1	Néant	Gravelot à collier interrompu	
Chott Lgoug	32°53.576'N 05°59.330'E	78	Néant	Gravelot à collier interrompu et Tadorne casarca.	

\* *Phragmites australis* est présent seulement dans ces sites.

Enfin, des sorties particulières ont été effectuées pendant les périodes de reproduction, pour la prospection et le repérage des sites potentiels de nidification de l'espèce et le suivi de sa reproduction (mensuration des nids et des œufs, taille des pontes ou des nichées) et estimation du nombre de couples par observation soit des nichées soit des mâles territoriaux seuls surveillant et protégeant les femelles en couvaion.

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Effectifs et phénologie

La présence de la Sarcelle marbrée tout au long de l'année lui confère le statut d'espèce sédentaire dans la vallée de l'oued Righ. En effet, trois populations sont à distinguer ; une première sédentaire nicheuse, une seconde hivernante et une dernière de passage ne fréquentant les zones humides de la vallée que durant de courtes périodes. Les chotts Merouane et Melghir et les lacs de l'oued Khrouf et d'El-Hamraia représentent les principaux sites utilisés par cette espèce dans la zone (Tab. 2). L'évolution saisonnière des effectifs moyens par quinzaine suit une courbe gaussienne (Fig. 2). Les effectifs minimums se rencontrent en été (jusqu'à un minimum de l'ordre de 145 individus de la deuxième quinzaine de juin à la deuxième quinzaine de juillet), il y a ensuite, à partir de la première quinzaine d'août, une augmentation progressive des effectifs qui s'accroît brusquement de la première quinzaine de novembre à la première quinzaine de décembre (jusqu'à un maximum de 651 individus) lors de passages de groupes en migration post-nuptiale.

Le vol noté suite aux dérangements, permet souvent aux sarcelles de se regrouper. Ses taux les plus élevés ont été enregistrés dans les plans d'eau situés près des agglomérations et des routes (Fig. 3). Au niveau du lac El-Hamraia, il caractérise aussi toute la saison de l'hivernage (Fig. 5), quand le site accueille des effectifs élevés d'autres Anatidés.

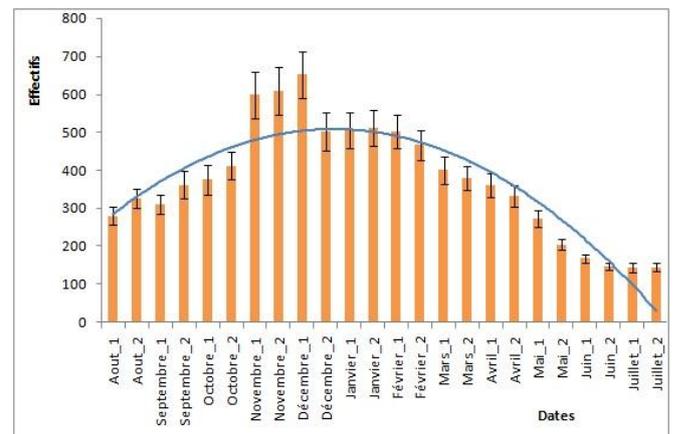


Figure 2. Evolution des effectifs moyens de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* dans la vallée de l'oued Righ. Les barres verticales indiquent l'écart type.

Figure 2. Evolution of mean numbers of the Marbled Teal *Marmaronetta angustirostris* in the Oued Righ valley. Vertical bars indicate the standard deviation.

La population hivernale se stabilise alors à un effectif d'environ 500 à partir de la deuxième quinzaine de décembre (avec un maximum de 512 individus durant la deuxième moitié de janvier). Au début du printemps, le départ des hivernants se traduit par une décroissance régulière des effectifs sans passages pré-nuptiaux visibles (Fig. 2). En période inter-nuptiale, la population nicheuse se regroupe habituellement en grandes bandes au centre des plans d'eau alors qu'à son arrivée, la population migratrice est dispersée en petits groupes distribués sur les berges et les endroits les moins profonds tels les zones de balancement des eaux.

**Etude des rythmes d'activité diurne**

L'analyse du bilan total (août 2007-juillet 2011) des rythmes d'activité diurne de la Sarcelle marbrée montre que ceux-ci sont dominés par l'alimentation représentant 55.70 % du bilan journalier (Fig. 3) ; alors qu'en Espagne et au Maroc, l'alimentation est principalement nocturne (Green & Hamzaoui 2000). Cette activité est suivie par la nage (10.9 %), le toilettage et l'entretien du plumage (8.3 %), le sommeil diurne (7.6 %), le vol (6,5 %), les activités de parade (6 %) et enfin l'antagonisme (5 %).

L'alimentation s'opère uniquement dans l'eau. Elle est observée avec des taux allant en moyenne de 51 % dans le canal de l'oued Khrouf à 59 % au niveau du chott Merouane (Fig. 3). Ces canards préfèrent s'alimenter par basculement de leur corps (75 %) que chercher la nourriture en plongeant leur tête (25 %) (Fig. 4A). Le premier mode d'alimentation, bien qu'observé dans tous les sites est variable d'un plan d'eau à l'autre. Il est le plus fréquent (86 %) au niveau du canal de l'oued Khrouf qu'au niveau du chott Tighdidine (67 %) (Fig. 4B). Au niveau du lac El-Hamraia, l'activité alimentaire semble plus fréquente pendant la période de reproduction (62 à 69 % du bilan total, contre 51 à 58 % enregistrés pendant la saison d'hivernage), principalement durant le mois de mai (Fig. 5).

La nage est souvent associée à l'activité de parade (Green & Hamzaoui 2000). Sa fréquence varie selon les dimensions des sites (Fig. 3). Elle est faible dans les plans d'eau spacieux et peu profonds (8 % au niveau du chott Merouane) et élevée dans les sites profonds et à faibles superficies (16 % au niveau du lac Ayata).

L'entretien du plumage est observé avec des taux qui oscillent entre 5 et 11 % (Fig. 3). C'est une activité primordiale chez les sarcelles durant la période post-nuptiale qui correspond à la période de mue. Cette activité est enregistrée principalement sur les berges des chotts et des lacs chez les poussins accompagnés de leurs mères.

Le repos ou le sommeil diurne tient aussi une part importante dans ce bilan des rythmes d'activités. Il est observé avec des taux plus ou moins similaires (7 à 9 %) dans tous les sites (Fig. 3). Au niveau du lac El-Hamraia, cette activité est un peu plus fréquente entre les mois d'août et de janvier (Fig. 5) ; elle représente un moyen d'emmagasiner de l'énergie pendant les périodes de froid pouvant atteindre 2°C en janvier (Bensaci et al., 2010, Bensaci 2011), surtout chez les populations de passage (Tamisier & Dehorter 1999).

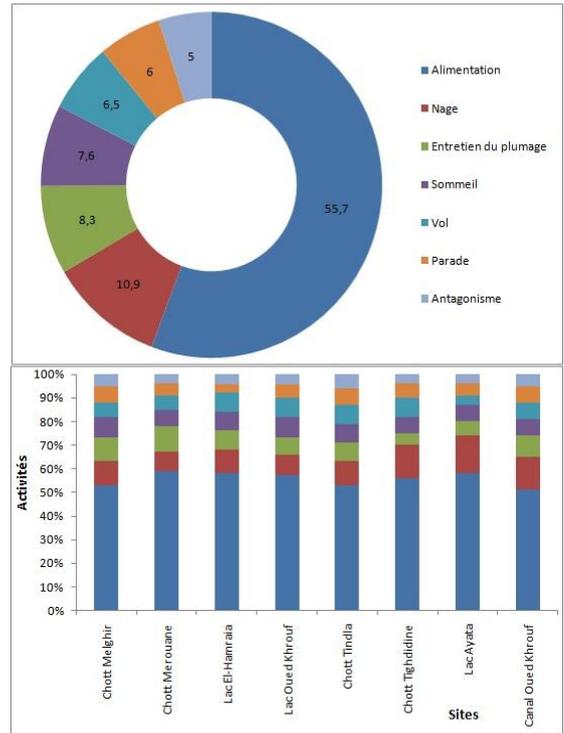


Figure 3. Valeurs moyennes des rythmes d'activités diurnes de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* dans la vallée de l'oued Righ. (A) : Bilan total (B) : Bilan par site.

Figure 3. Mean values of diurnal behavior of the Marbled Teal *Marmaronetta angustirostris* in the Oued Righ valley. (A): total behavior, (B) : behavior of each site.

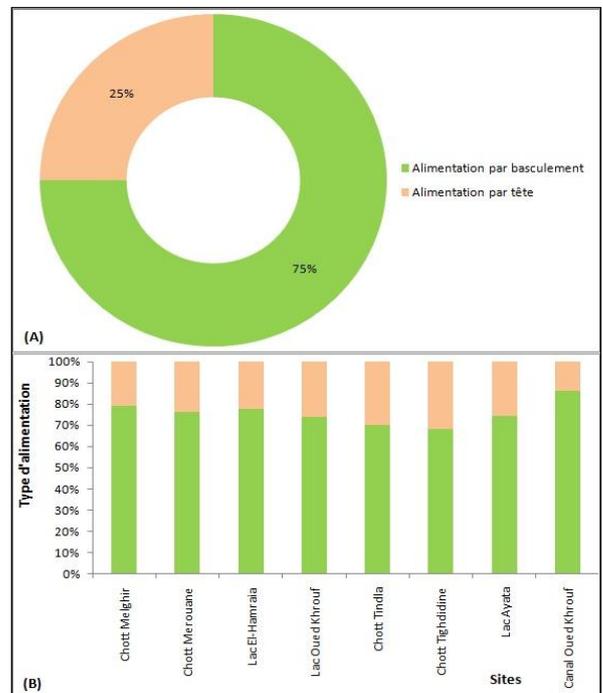


Figure 4. Part du temps d'alimentation réalisée par basculement et par immersion simple de la tête. (A) : Valeurs moyennes générales (B) : Valeurs moyennes par site.

Figure 4. Time according to feeding activity by body diving and head diving. (A) : Total values, (B) : Mean values for each site.

La parade est enregistrée chez les Sarcelles marbrées avec des taux plus ou moins similaires dans toutes les zones humides de la vallée (Fig. 3). Au lac El-Hamraia, elle est observée à partir de fin novembre-début décembre (Fig. 5).

Les activités d'antagonisme viennent en dernier lieu dans ce bilan des rythmes d'activité diurne (Fig. 3) et elles sont souvent observées à partir du mois d'octobre,

s'amplifient en novembre et culminent tout au long du printemps. Elles surviennent souvent quand un mâle franchit le territoire d'un couple ou chez deux mâles se disputant une femelle. Les activités de parade et d'antagonisme annoncent souvent le début de la formation de couple.

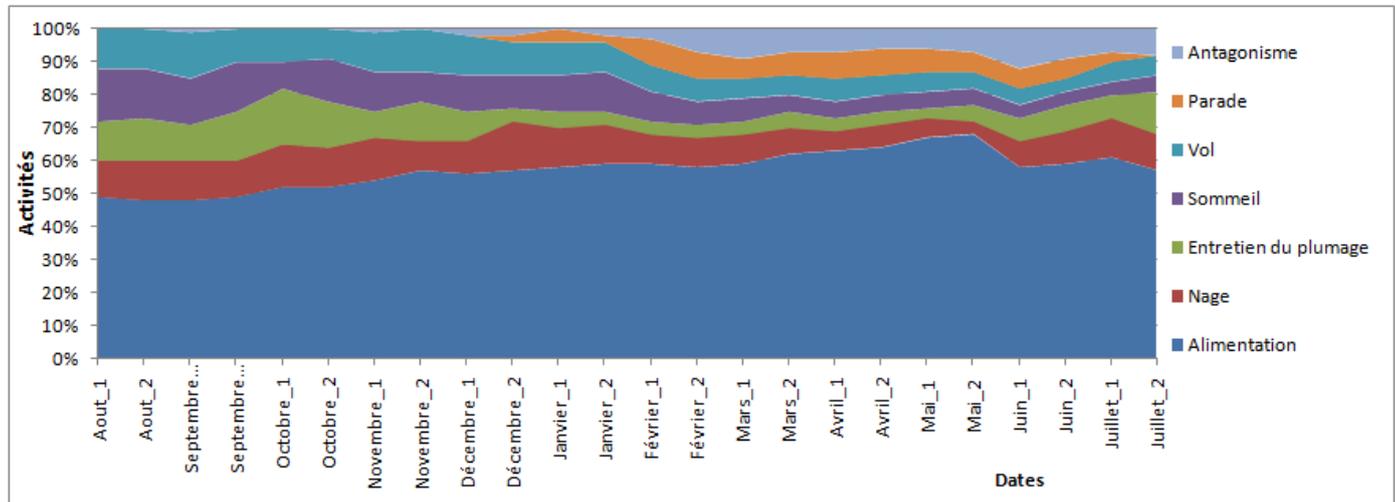


Figure 5. Evolution des activités diurnes de la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* dans le lac El-Hamraia. (Moyennes bihebdomadaires calculées pour la période d'août 2007 à juillet 2011).

Figure 5. Evolution of diurnal behaviors of the Marbled Teal *Marmaronetta angustirostris* in the El-Hamraia lack. (biweekly means calculated between august 2007 and July 2011)

## Reproduction

La nidification a lieu sur toutes les zones humides de la vallée de l'oued Righ ou le nombre de couples nicheurs est estimé entre 28 et 54 (Tab. 3). Les sites de chott Melghir, chott Merouane, lac El-Hamraia et lac de l'oued Khrouf semblent offrir les meilleures conditions de reproduction (absence de dérangement et abondance de l'alimentation) et représentent à eux seuls entre 50 et 60 % du total.

La période de reproduction de la Sarcelle marbrée s'étale sur environ 100 jours soit de la fin du mois de mars (début de la ponte) jusqu'à la fin juin (envol des poussins). Les sarcelles édifient non loin des berges (2 à 4 m) leur nid bien caché dans une végétation composée essentiellement de *Salicornia fruticosa*, *Salsola fruticosa*, *Atriplex halimus*, soit sur le sol sous *Tamarix gallica*, soit sur ses ramifications principales à une dizaine de centimètres du sol. Le nid est souvent construit à base de brindilles (*Phragmites australis*, *Melilotus indica*, *Ormenis mixta*, *Cynodon dactylon*, *Paspalum distichum*, *Convolvulus arvensis* et *Capsella bursa-pastoris*) et tapissé à l'intérieur de duvet à la manière de la majorité des Anatidés. Sur les sept nids suivis, la femelle a déposé entre 9 et 13 œufs, avec une moyenne de grandeur de ponte de 11.14 œufs (Fig. 6), soit légèrement plus faible que la moyenne de 11.8 observée en Espagne où la grandeur a variée entre 9 et 20 œufs (Green 1998). Les sept nids mesurés présentent un diamètre externe moyen : 52cm [48-57], un diamètre interne moyen :

28cm [26-31] et une profondeur moyenne : 15cm [13-18] et les 78 œufs mesurés (poids moyen : 35 g [31-38], longueur moyenne : 48 mm [45-51] et largeur moyenne : 27mm [25-34]) sont légèrement plus volumineux que ceux cités dans la littérature scientifique (Cramp & Simmons 1977).



Figure 6. Nid avec 10 œufs de Sarcelle marbré au niveau du chott El-Hamraia le 02 juin 2010 (Photo M. Houhamdi).

Figure 6. Nest with 10 eggs of Marbled Tael in El Hamraia chott on June 02, 2010. (Photo M. Houhamdi)

Tableau 2. Effectifs de Sarcelle marbrée dans les zones humides de la vallée d'oued Righ (moyenne 2007-2011)

Table 2. Counts of Marbled Teal in the wetland complex of Oued Righ valley (means 2007-2011)

	Chott Melghir	Chott Merouane	Lac El-Hamraia	Lac Oued Khrouf	Chott Tindla	Chott Tighdidine	Lac Merara	Lac Ayata	Lac Merdjadja	Lac Timacine	Chott Lgoug	Canal Oued Righ	Total
<b>Août 1</b>	25 ± 10	37 ± 11	56 ± 8	78 ± 9	24 ± 7	18 ± 2	0	17 ± 3	8 ± 2	0	15 ± 2	2 ± 1	280 ± 21
<b>Août 2</b>	33 ± 13	45 ± 14	54 ± 7	76 ± 8	57 ± 8	14 ± 3	0	18 ± 5	9 ± 2	0	17 ± 2	2 ± 1	325 ± 32
<b>Septembre 1</b>	25 ± 9	47 ± 16	57 ± 6	69 ± 7	56 ± 6	12 ± 2	0	19 ± 3	7 ± 3	0	16 ± 3	2 ± 1	310 ± 24
<b>Septembre 2</b>	35 ± 5	68 ± 23	61 ± 5	124 ± 12	13 ± 4	8 ± 2	0	24 ± 4	11 ± 2	0	15 ± 4	2 ± 1	361 ± 37
<b>Octobre 1</b>	45 ± 16	26 ± 8	68 ± 4	138 ± 18	27 ± 7	9 ± 4	0	25 ± 5	14 ± 2	0	18 ± 5	5 ± 2	375 ± 38
<b>Octobre 2</b>	75 ± 22	55 ± 11	84 ± 5	109 ± 21	26 ± 4	14 ± 4	4 ± 2	16 ± 2	12 ± 3	0	14 ± 3	2 ± 1	411 ± 45
<b>Novembre 1</b>	102 ± 34	172 ± 35	128 ± 16	117 ± 17	28 ± 6	18 ± 5	5 ± 3	18 ± 2	9 ± 2	0	1 ± 1	0	598 ± 39
<b>Novembre 2</b>	142 ± 42	115 ± 29	147 ± 19	142 ± 14	32 ± 4	2 ± 1	0	17 ± 3	8 ± 2	0	3 ± 1	0	608 ± 44
<b>Décembre 1</b>	108 ± 47	161 ± 36	153 ± 21	128 ± 11	34 ± 5	13 ± 3	0	19 ± 4	11 ± 4	0	24 ± 3	0	651 ± 41
<b>Décembre 2</b>	89 ± 13	98 ± 27	145 ± 11	102 ± 9	18 ± 4	11 ± 2	0	8 ± 2	14 ± 2	2 ± 1	15 ± 2	0	502 ± 45
<b>Janvier 1</b>	86 ± 11	78 ± 18	109 ± 17	140 ± 11	26 ± 3	15 ± 3	7 ± 3	14 ± 3	12 ± 1	2 ± 1	17 ± 3	0	506 ± 48
<b>Janvier 2</b>	95 ± 24	48 ± 7	124 ± 9	135 ± 12	29 ± 4	21 ± 4	11 ± 4	16 ± 2	15 ± 3	2 ± 1	16 ± 2	0	512 ± 39
<b>Février 1</b>	63 ± 11	59 ± 8	138 ± 8	121 ± 14	27 ± 2	24 ± 5	8 ± 3	24 ± 3	17 ± 4	2 ± 1	18 ± 3	2 ± 1	503 ± 45
<b>Février 2</b>	56 ± 9	66 ± 11	129 ± 7	98 ± 8	16 ± 3	18 ± 4	9 ± 5	23 ± 4	23 ± 5	2 ± 1	21 ± 2	5 ± 2	466 ± 37
<b>Mars 1</b>	54 ± 11	58 ± 10	128 ± 10	58 ± 5	22 ± 4	19 ± 4	0	27 ± 3	9 ± 2	0	24 ± 4	2 ± 1	401 ± 29
<b>Mars 2</b>	72 ± 12	57 ± 14	89 ± 8	68 ± 4	24 ± 3	16 ± 2	0	26 ± 2	8 ± 2	0	15 ± 3	4 ± 1	379 ± 21
<b>Avril 1</b>	54 ± 9	34 ± 9	99 ± 7	79 ± 5	18 ± 2	17 ± 3	0	28 ± 2	11 ± 3	0	18 ± 4	2 ± 1	360 ± 21
<b>Avril 2</b>	53 ± 12	47 ± 11	102 ± 6	28 ± 2	27 ± 2	15 ± 2	2 ± 1	24 ± 2	13 ± 2	0	19 ± 3	3 ± 1	333 ± 20
<b>Mai 1</b>	64 ± 8	29 ± 3	68 ± 7	16 ± 2	35 ± 3	18 ± 2	2 ± 1	19 ± 3	5 ± 2	0	13 ± 2	4 ± 2	273 ± 17
<b>Mai 2</b>	21 ± 7	38 ± 4	45 ± 3	18 ± 2	24 ± 2	23 ± 2	2 ± 1	18 ± 2	6 ± 1	0	8 ± 1	2 ± 1	205 ± 21
<b>Juin 1</b>	17 ± 4	24 ± 5	35 ± 2	9 ± 3	18 ± 3	14 ± 3	2 ± 1	24 ± 4	5 ± 1	0	9 ± 2	11 ± 4	168 ± 23
<b>Juin 2</b>	28 ± 7	23 ± 4	26 ± 1	8 ± 3	11 ± 2	16 ± 2	2 ± 1	16 ± 3	4 ± 1	0	8 ± 1	5 ± 2	147 ± 32
<b>Juillet 1</b>	32 ± 8	19 ± 2	35 ± 2	11 ± 2	7 ± 3	12 ± 2	2 ± 1	12 ± 2	2 ± 1	0	6 ± 1	6 ± 2	144 ± 24
<b>Juillet 2</b>	19 ± 3	22 ± 5	42 ± 3	12 ± 3	8 ± 2	11 ± 2	2 ± 1	15 ± 4	3 ± 1	0	4 ± 1	7 ± 2	145 ± 14

Tableau 3. Observation des nichées de la Sarcelle marbrée dans la vallée d'oued Righ

Table 3. Observation of Marble Teal chicks in the Oued Righ valley

Site	Observation de nichées	Date d'observation	Estimation de l'âge des poussins	Nombre estimé de couples
<b>chott Melghir</b>	1 femelle avec 2 poussins	15 avril 2009	15 jours	5 – 8
	1 femelle avec 3 poussins	19 mai 2011	10 jours	
<b>chott Merouane</b>	1 femelle avec 3 poussins	16 mai 2008	05 jours	6 – 12
	1 femelle avec 5 poussins	15 mai 2011	10 jours	
	1 femelle avec 8 poussins	24 mai 2011	05 jours	
	1 femelle avec 4 poussins	15 juin 2011	15 jours	
<b>lac El-Hamraia</b>	1 femelle avec 6 poussins	16 mai 2008	10 jours	3 – 6
	1 femelle avec 7 poussins	26 mai 2010	15 jours	
	1 femelle avec 8 poussins	8 juin 2011	05 jours	
	1 femelle avec 5 poussins	26 juin 2011	15 jours	
<b>lac Oued Khrouf</b>	1 femelle avec 4 poussins	16 mai 2008	05 jours	3 – 6
	1 femelle avec 7 poussins	29 mai 2011	10 jours	
	1 femelle avec 9 poussins	22 juin 2011	15 jours	
<b>chott Tindla</b>	1 femelle avec 3 poussins	26 mai 2010	05 jours	2 – 4
	1 femelle avec 5 poussins	14 juin 2011	10 jours	
<b>chott Tighdidine</b>	1 femelle avec 8 poussins	13 juin 2010	10 jours	2 – 4
	1 femelle avec 6 poussins	3 juin 2011	15 jours	
<b>lac Merara</b>	1 femelle avec 3 poussins	8 juin 2011	20 jours	1 – 2
<b>lac Ayata</b>	1 femelle avec 7 poussins	8 mai 2009	05 jours	2 – 4
	1 femelle avec 2 poussins	24 mai 2011	05 jours	
	1 femelle avec 2 poussins	14 juin 2011	20 jours	
<b>lac Merdjadja</b>	1 femelle avec 7 poussins	29 mai 2010	10 jours	2 – 4
	1 femelle avec 4 poussins	22 juin 2011	20 jours	
<b>chott Lgoug</b>	1 femelle avec 4 poussins	17 mai 2009	15 jours	2 – 4
	1 femelle avec 5 poussins	22 juin 2011	20 jours	

## CONCLUSION

En Algérie, la Sarcelle marbrée a jadis niché abondamment dans le lac Fezzara (15 000 ha) à l'ouest d'Annaba (Heim de Balsac & Mayaud 1962, Isenmann & Moali 2000) et dans la Macta (Metzmacher 1979). Une nidification a été soupçonnée au niveau du lac Reghaia (Jacob *et al.*, 1979), à Bouhezoul (Jacob & Jacob 1980) et au lac des oiseaux (Houhamdi 2002, Houhamdi & Samraoui 2002). En 1973, un effectif maximal de 500 individus a été enregistré le 02 novembre 1973 dans les hauts plateaux de l'Est algérien (Le Berre & Rostan 1977) où l'espèce est régulièrement observée (Maazi 2009, Houhamdi *et al.* 2011).

La vallée de l'oued Righ constitue ainsi par la diversité de ses plans d'eau un site majeur en Algérie pour cette espèce vulnérable et à distribution sarmatique; Mer Méditerranée, Mer Noire et Mer Caspienne (Green 1996a, b). Les effectifs dénombrés en période hivernale représentent un record pour toute l'Algérie. Ces oasis, sites Ramsar d'importance internationale, jouent aussi un rôle de gagnage diurne apprécié et constituent un important centre de nidification pour les Sarcelles marbrées, d'où la nécessité particulière de les préserver pour protéger cette espèce en danger à l'échelle internationale. Il est donc impératif de mettre en place un plan d'action ou une stratégie nationale visant à la sauvegarde de cette espèce et de son habitat.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs de ce manuscrit tiennent à remercier M. Benramdane Sadek *alias* Smain qui nous a souvent tenu route et les familles Bouzegag, Nouidjem et Bensaci pour leur disponibilité, leur accueil et leur prise en charge. Des remerciements particuliers vont à l'association scientifique *Ecologia pour la préservation des zones humides et de l'environnement*, commune de Djamaa, wilaya d'El-Oued (Algérie). Nos remerciements vont également à M. Jean Paul Jacob pour ses encouragements. Nous remercions également Dr. Michel Thévenot (Université de Montpellier) pour la révision et pour les corrections apportées aux versions du manuscrit.

## REFERENCES

- Altman J. 1974. Observational study of behaviour : sampling methods. *Behaviour* 4, 227-267.
- Baldassare G.A., Paulus S.L., Tamisier A. & Titman R.D. 1988. Workshop summary: *Techniques for timing activity of wintering waterfowl*. *Waterfowl in winter*. Univ. Minnesota press, Minneapolis. 23 p.
- Beaubrun P.C. 1985. Recensement hivernal d'oiseaux marins au Maroc : janvier 1984. *Doc. Inst. Sci.*, Rabat, 9, 1-19.
- Bensaci E. 2011. *Eco-éthologie du flamant rose Phœnicopterus roseus dans la Vallée de l'Oued Righ (Sahara oriental algérien)*. Thèse de doctorat en Ecologie et Environnement. Univ. 8 mai 1945, Guelma, 148 p.
- Bensaci E., Bouzegag A., Nouidjem Y., Saheb M. & Houhamdi M. 2009. Hivernage des Flamants roses (*Phœnicopterus roseus*. Pallas. 1811) dans la Vallée de Oued Righ (Sahara algérien) : Saison 2007/2008. *Journal Algérien des Régions Arides* 8, 21-25.
- Bensaci, E., Bouzegag, A., Bounab, C., Brahmia, H., Noudjem, Y., Zeraoula, A., Bouaguel L. Saheb M., Metallaoui S., Mayache B., Bouslama Z. & Houhamdi M. 2011. Chott Merouane (Algérie) : un nouveau site de reproduction du Flamant rose *Phœnicopterus roseus*. *Flamingo* 18, 40-47.
- Bird-Life International 2004. *Threatened birds of the world 2004*. Birdlife International, Cambridge, U.K.
- Birdlife international 2008. Species Factsheet (additional data). In IUCN (ed.). *2008 IUCN Red List of Threatened Species*. <http://www.iucnredlist.org/>.
- Cramp S. & Simmons K.E.L. 1977. *The birds of the Western Palearctique*. Oxford Univ. Press London, 3245p.
- Dupuy M. 1969. Catalogue ornithologique du Sahara algérien. *L'Oiseau et R.F.O.* 39, 140-160 & 225-241.
- El-Agban M.-A., Dakki M., Thévenot M. & Beaubrun P.-C. 1996. Statut actuel au Maroc d'une espèce globalement menacée, la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris*. *Bull. Inst. Sci. Rabat* 20, 63-80.
- Green A.J. 1993. The status and conservation of the Marbled Teal (*Marmaronetta angustirostris*). *IWRB Special Pub.*, 23, 107 p.
- Green A.J. 1996a. An assesment of wich Anatidae taxa qualify for globally threatened status. *Gibier Faune sauvage, Game Wildl* 13, 777-789.
- Green A.J. 1996b. Analyses of Globally threatened Anatidae in relation to threats, distribution, migration patterns, and Habitat use. *Conservation Biology* 10, 5, 1435-1445.
- Green A.J. 1998. Clutch size, brood size and brood emergence in the Marbled Teal *Marmaronetta angustirostris* in the Marismas del Guadalquivir, southwestern Spain. *Ibis* 140, 670-675.
- Green A.J. & El Hamzaoui M. 2000. Diurnal behaviour and habitat use of non breeding Marbled Teal *Marmaronetta angustirostris*. *Can. J. Zool.* 78, 2112-2118.
- Green A.J. & El Hamzaoui M. 2006. Interspecific associations in habitat use between Marbled Teal and other waterbirds wintering at Sidi Boughaba, Morocco. *Ardeola* 53, 1, 99-106
- Green A.J., Figuerola J., Sánchez M.I. 2002. Implications of waterbird ecology for the dispersal of aquatic organisms. *Acta Oecologica* 23, 177-189
- Harchrass A., Belghyti D. & El-Kharrim K. 2010. Phénologie de la Sarcelle marbrée (*Marmaronetta angustirostris*) dans le lac Sidi Boughaba et propositions de conservation Kenitra, Maroc (Août 2007-Août 2009). *World Jour. Biol. Res.* 3, 2, 1-5.
- Heim de Balsac H. & Mayaud N. 1962. *Les oiseaux du Nord Ouest de l'Afrique : Distribution géographique, écologie, migration, reproduction*. Le chevalier, Paris, 486 p.
- Houhamdi M. 2002. *Ecologie des peuplements aviens du lac des oiseaux. Numidie orientale*. Thèse Doc. Etat écologie et environnement. Univ. Annaba, 146 p.
- Houhamdi M. & Samraoui B. 2002. Occupation spatio-temporelle par l'avifaune aquatique du Lac des Oiseaux (Algérie). *Alauda*. 70, 2, 301-310.
- Houhamdi M. & Samraoui B. 2008. Diurnal and nocturnal behaviour of Ferruginous Duck (*Aythya nyroca*) at Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Ardeola* 55, 1, 59-69.
- Houhamdi M., Bensaci E., Nouidjem Y., Bouzegag A., Saheb M. & Samraoui B. 2008. Eco-éthologie des Flamants roses *Phœnicopterus roseus* hivernants dans la Vallée de l'oued Righ, Sahara oriental algérien. *Aves* 45, 1, 15-27.
- Houhamdi M., Baaziz N., Mayache B., Saheb M., Bensaci E., Ounissi M. & Metallaoui S. 2011. Statut phénologique et reproduction des peuplements d'oiseaux d'eau dans l'éco-complexe de zones humides de Sétif (Hauts plateaux, Est de l'Algérie). *Bull. Inst. Sci.*, Rabat, Série sci. vie 33, 2, 42-53
- Isenmann P. & Moali A. 2000. *Oiseaux d'Algérie / Birds of Algeria*. Soc. Etudes Ornithol. France, Paris, 336 p.

- Isenmann P., Gaultier T., El-Hili A., Azafzaf H., Dlensi H. & Smart M. 2005. *Oiseaux de Tunisie / Birds of Tunisia*. Soc. Etudes Ornithol. France, Paris, 432 p.
- Jacob J.P. & Jacob B. 1980. Nouvelles données sur l'avifaune du lac de Bougezoul. *Alauda* 48, 209-219.
- Jacob J.P., Ledant J.P. & Hily C. 1979. Les oiseaux d'eau du marais de Réghaia (Algérie). *Aves* 16, 59-82.
- Le Berre M. & Rostan J.C. 1977. Inventaire de l'avifaune d'une zone de mise en valeur agricole dans le Constantinois. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.* 67, 243-270.
- Ledant J.P., Jacob J.P., Jacob P., Malher F., Ochando B. & Roché J. 1981. Mise à jour de l'avifaune algérienne. *Le Gerfaut* 71, 295-398.
- Losito M.P., Mirarchi E., & Baldassare G.A. 1989. New techniques for timing activity studies of avian flocks in view-restricted habitats. *J. Field. Ornithol.* 60, 388-396.
- Maazi M.C. 2009. *Eco-éthologie des anatidés hivernant dans la Garaet de Timerganine (Ain Zitoun-Oum El-Bouaghi)*. Thèse de doctorat en biologie. Université Badji Mokhtar, Annaba. 159 p.
- Metzmacher M. 1979. Les oiseaux de la Macta et de sa région (Algérie) : non passereaux. *Aves* 16, 89-123.
- Phillips J. 1923. *A natural history of ducks*, 1. Boston : Houghton Mifflin, 328 p.
- Tamisier A. & Dehorter O. 1999. *Camargue, canards et foulques : Fonctionnement d'un prestigieux quartier d'hiver*. Centre Ornithologique du Gard. Nîmes, 369 p.
- Thévenot M., Vernon R. & Bergier P. 2003. *The Birds of Morocco*. B.O.U. / B.O.C., Tring, UK. 594 p.

Manuscrit reçu le 25/03/2013

Version révisée acceptée le 19/12/2013

Version finale reçue le 07/04/2014

Mise en ligne le 23/04/2014