

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 l'Univers

Département d'Ecologie et Génie de l'Environnement  
Laboratoire de Conservation des Zones Humides



## **THESE**

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de  
Doctorat 3<sup>ème</sup> cycle en Sciences Biologiques  
**Option** : Ecologie et conservation

# **Ecologie de la reproduction du Fulgule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du lac Tonga, Nord-est de l'Algérie**

**Présentée par :**  
**DJELAILIA Assia**

**Devant le jury :**

<b>Président :</b>	<b>Kachi slimane</b>	<b>Prof.</b>	<b>Univ. Guelma</b>
<b>Directeur de thèse :</b>	<b>Samraoui boudjema</b>	<b>Prof.</b>	<b>Univ. Annaba</b>
<b>Examineur</b>	<b>: Nedjah riad</b>	<b>M.C.A</b>	<b>Univ. Guelma</b>
<b>Examineur</b>	<b>: Ouldjaoui abdallah</b>	<b>M.C.A</b>	<b>Univ. Oum Bouaghi</b>
<b>Examineur</b>	<b>: Souiki linda</b>	<b>Prof.</b>	<b>Univ. Guelma</b>
<b>Examineur</b>	<b>: Grara nedjoud</b>	<b>M.C.A</b>	<b>Univ. Guelma</b>

**Année Universitaire : 2016/2017**

*Mes louanges à « الله » le tout puissant qui m'a donné le courage, la force et la patience pour mener à terme ce travail de recherche qui a été réalisé au sein du Laboratoire de Recherche et de Conservation des Zones Humides, université de Guelma*

*Je souhaiterais exprimer ma gratitude à mr Kachi slimane, professeur à l'université de Guelma, pour bien vouloir présider le jury, Je suis très honoré à remercier de la présence à mon jury de thèse et je tiens à remercier : Mme Souïki linda,, professeur à l'université de Guelma, Melle Grara nedjoud, M.C.A à l'université de Guelma de m'avoir fait l'honneur de juger cette thèse, De même, je suis particulièrement reconnaissante à mr Ouldjaoui Abdallah, MCA à l'université d'Oum Bouaghi et à mr Nedjah Riad, MCA à l'université de Guelma qui ont bien voulu me faire l'honneur d'examiner ce travail.*

*Je remercie tout d'abord mon directeur de cette thèse, monsieur Samraoui boudjema, pour avoir accepté de m'encadrer, pour m'avoir fait confiance, puis pour m'avoir guidé, encouragé, conseillé et j'espère avoir été à la hauteur.*

*Je tiens à remercier aussi ma co-directrice de thèse Mme Samraoui Chanafi Farrah, professeur à l'Université de Guelma, je ne trouverai certainement pas les mots pour exprimer ma reconnaissance et mon entière gratitude pour m'avoir orienté, conseiller et surtout m'encourager constamment.*

*Je remercie chaleureusement toutes les personnes qui m'ont aidé pendant l'élaboration de ma thèse, Bouriaçh hamdi a consacré une bonne partie de son temps à effectuer le traitement statistique d'une partie de mes données Je te suis très reconnaissante. À ma chère Mesbah amel pour son aide et ses conseils.*

*Ce travail aurait été impossible sans l'aide et le soutien moral et matériel de mes parents qui m'a été bien utile durant ma thèse, leur confiance dans mes choix, le soutien et l'aide de mes sœurs et mon oncle Benrazek abdelwahab qui m'ont énormément aidé sur terrain, leurs attentions et encouragements m'ont accompagnée tout au long de ces années.*

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des cartes	
Liste des Photographies	
Index des acronymes et des synonymes	
<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Description du site d'étude</b>	
I. Généralité	<b>6</b>
I. 1. Les zones humides algériennes	<b>6</b>
I. 2. Distribution des zones humides importantes en Algérie	<b>7</b>
I. 3. La Numidie orientale	<b>7</b>
I. 4. Le complexe des zones humides d'El-Kala (P.N.E.K)	<b>8</b>
II. Présentation du Lac Tonga	<b>12</b>
II. 1. Localisation du Lac Tonga	<b>12</b>
II. 2. Délimitation	<b>12</b>
II. 3. Géologie	<b>12</b>
II. 4. Pédologie	<b>13</b>
II. 5. Hydrologie, profondeur et volume	<b>13</b>
II. 6. Etude climatique du Lac	<b>15</b>
II. 7. Diversité biologique	<b>21</b>
II. 8. Habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga	<b>23</b>
<b>Chapitre II : Description du modèle biologique</b>	
I. Historique	<b>26</b>
II. Biologie de l'espèce	<b>38</b>
II. 1. Systématique et taxonomie	<b>38</b>
II. 2. Caractéristique biométrique	<b>29</b>
II. 3. Identification et description générale	<b>29</b>
II. 4. Dimorphisme sexuel	<b>30</b>
II. 5. Chant	<b>30</b>
III. Ecologie de l'espèce	<b>30</b>
III. 1. Habitat et comportement	<b>30</b>
IV. Distribution géographique et site de reproduction	<b>35</b>

IV. 1. Distribution mondiale	<b>35</b>
IV. 2. Distribution en Algérie	<b>36</b>
IV. 3. Déclin mondial	<b>37</b>
IV. 4. Menaces contre l'espèce	<b>39</b>
<b>Chapitre III : Matériel et méthodes</b>	
I. Période d'étude	<b>43</b>
II. Méthodologie d'étude des paramètres de l'écologie de la reproduction	<b>43</b>
II. 1. Délimitation de la station d'étude	<b>43</b>
II. 2. Chronologie de la ponte	<b>44</b>
II. 3. Ecologie de la reproduction	<b>44</b>
II. 4. Phénologie de la reproduction	<b>45</b>
II. 5. Parasitisme conspécifique et parasitisme interspécifique	<b>46</b>
III. Analyses statistiques	<b>46</b>
<b>Chapitre IV : Résultats et discussion</b>	
I. Résultats	<b>50</b>
I. 1. Résultats de la saison 2011	<b>50</b>
I. 1.1. Chronologie et période de ponte	<b>50</b>
I. 1.2. Ecologie de la reproduction	<b>53</b>
I. 1.3. Phénologie de la reproduction	<b>62</b>
I. 1.4. Parasitisme conspécifique et interspécifique des pontes	<b>71</b>
I. 2. Résultats de la saison 2012	<b>76</b>
I. 2.1. Présentation du secteur d'échantillonnage	<b>76</b>
I. 2.2. Chronologie et période de ponte	<b>76</b>
I. 2.3. Ecologie de la reproduction	<b>79</b>
I. 2.4. Phénologie de la reproduction	<b>87</b>
I. 2.5. Parasitisme conspécifique et interspécifique des pontes	<b>92</b>
I. 3. Quelques aspects comparatifs des résultats des deux années 2011 et 2012	<b>96</b>
I. 3.1. Chronologie de la ponte	<b>96</b>
I. 3.2. Ecologie de la reproduction	<b>96</b>
I. 3.3. Phénologie de la reproduction	<b>103</b>
I. 3.4. Parasitisme et chronologie de la ponte	<b>106</b>

I. 3.5. Comparaison du succès et échec de la reproduction entre les nids du littorale et les nids du large du Lac Tonga	<b>110</b>
II. Discussion	<b>118</b>
II. 1. Chronologie des pontes	<b>119</b>
II. 2. Ecologie de la reproduction	<b>120</b>
II. 3. Phénologie de la reproduction	<b>123</b>
II. 4. Parasitisme conspécifique et interspécifique des pontes	<b>127</b>
<b>Conclusion et perspectives</b>	<b>131</b>
<b>Référence bibliographique</b>	<b>136</b>
<b>Annexes</b>	<b>I</b>
<b>Résumé</b>	
<b>Abstract</b>	
<b>الملخص</b>	

N°	Titres	Pages
<b>Figure. I.1</b>	Variation moyenne mensuelle de la température dans de la région d'El-Kala, Nord-Est Algérie (1995 - 2012).	<b>19</b>
<b>Figure. I.2</b>	Variation moyenne mensuelle de la pluviométrie dans de la région d'El-Kala, Nord-Est Algérie (1995 - 2012).	<b>19</b>
<b>Figure. I.3</b>	Position de la région d'El-Kala dans le Climagramme d'Emberger (djelloul, 2014).	<b>20</b>
<b>Figure. I.4</b>	Diagramme pluviothermique de Bagnouls et Gausсен de la région d'El-Kala, (1995 - 2012).	<b>20</b>
<b>Figure. II.1</b>	Menaces qui pèsent principalement sur le Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> (Robinson et Callaghan, 2003).	<b>40</b>
<b>Figure. IV.1</b>	Chronologie de la ponte du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). N : Nombre de nids.	<b>52</b>
<b>Figure. IV.2</b>	Répartition des nids du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> dans les strates de végétation au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). N : Nombre de nids.	<b>55</b>
<b>Figure. IV.3</b>	Distribution des nids du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> selon les différentes hauteurs de végétation au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). N : Nombre de nids	<b>56</b>
<b>Figure. IV.4</b>	Matériels de construction des nids du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). N : nombre de nids.	<b>59</b>

<b>Figure. IV.5</b>	Distribution des nids du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> selon la profondeur de l'eau au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). <b>N</b> : nombre de nids.	<b>60</b>
<b>Figure. IV.6</b>	Box plot représentant le diamètre interne, externe et la hauteur des nids du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). <b>N</b> = 59 nids.	<b>60</b>
<b>Figure. IV.7</b>	Box plot représentant la profondeur d'eau et la hauteur de végétation à l'emplacement des nids du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). <b>N</b> = 59 nids.	<b>61</b>
<b>Figure. IV.8</b>	Box plot représentant la longueur, la largeur et le volume d'œufs du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). <b>N</b> = 765 œufs.	<b>63</b>
<b>Figure. IV.9</b>	Corrélation de la biométrie des œufs du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). <b>N</b> = 765 œufs. <b>A</b> : longueur et largeur ; <b>B</b> : longueur et volume ; <b>C</b> : largeur et volume.	<b>64</b>
<b>Figure. IV.10</b>	Distribution de la grandeur de ponte du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> dans les nids réussis au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011).	<b>67</b>
<b>Figure. IV.11</b>	Relation entre la grandeur de ponte et les paramètres environnementaux liés à la reproduction du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). <b>A</b> : le volume des œufs et <b>B</b> : la profondeur de l'eau	<b>67</b>

<b>Figure.IV.12</b>	Succès et échec de la reproduction du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). N : nombre de nid.	<b>68</b>
<b>Figure.IV.13</b>	Probabilité estimée du succès de la reproduction et la hauteur de vegetation	<b>68</b>
<b>Figure. IV.14</b>	Facteurs d'échec de la reproduction du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). N : nombre de nid.	<b>69</b>
<b>Figure. IV.15</b>	Succès des œufs du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> à l'éclosion au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). N : nombre des œufs dans les nids éclos.	<b>72</b>
<b>Figure. IV.16</b>	Evolution du parasitisme conspécifique et inter-spécifique du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). N : Nombre de nids parasités.	<b>73</b>
<b>Figure. IV.17</b>	Pourcentage d'éclosion des nids parasités du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). N : nombre de nids parasités. ; <b>A</b> : parasitisme conspécifique ; <b>B</b> : parasitisme inter- spécifique.	<b>74</b>
<b>Figure. IV.18</b>	Probabilité estimée du parasitisme conspécifique en relation de <b>A</b> : la date de ponte et <b>B</b> : le volume des oeufs	<b>75</b>
<b>Figure. IV.19</b>	Chronologie de la ponte du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). N : Nombre de nids.	<b>78</b>



<b>Figure. IV.20</b>	Répartition des nids du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> dans les strates de végétation au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). <b>N</b> : Nombre de nids.	<b>81</b>
<b>Figure. IV.21</b>	Distribution des nids du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> selon les différentes hauteurs de végétation au Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). <b>N</b> : Nombre de nids.	<b>82</b>
<b>Figure. IV.22</b>	Matériaux de construction des nids du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). <b>N</b> : nombre de nids	<b>84</b>
<b>Figure. IV.23</b>	Distribution des nids du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> selon la profondeur de l'eau au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). <b>N</b> : nombre de nids.	<b>85</b>
<b>Figure. IV.24</b>	Box plot représentant le diamètre interne, externe et hauteur des nids du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). <b>N</b> = 51 nids	<b>85</b>
<b>Figure. IV.25</b>	Box plot représentant la profondeur d'eau et la hauteur de végétation à l'emplacement des nids du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). <b>N</b> = 51 nids.	<b>86</b>
<b>Figure. IV.26</b>	Box plot représentant la longueur, la largeur et le volume d'œufs du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). <b>N</b> = 524 œufs.	<b>88</b>
<b>Figure. IV.27</b>	Corrélation de la biométrie des œufs du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). <b>N</b> = 524œufs. <b>A</b> : longueur et volume ; <b>C</b> : largeur et volume.	<b>89</b>

	Succès et échec de la reproduction du Fuligule nyroca	
<b>Figure. IV.28</b>	<i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). N : nombre de nid.	<b>91</b>
<b>Figure. IV.29</b>	Facteurs d'échec de la reproduction du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). N : nombre de nid.	<b>91</b>
<b>Figure. IV.30</b>	Succès des œufs du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> à l'éclosion au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). N : nombre des œufs dans les nids éclos.	<b>93</b>
<b>Figure. IV.31</b>	Evolution du parasitisme conspécifique et inter-spécifique du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). N : Nombre de nids parasités.	<b>94</b>
<b>Figure. IV.32</b>	Pourcentage d'éclosion des nids parasités du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). N : nombre de nids parasités ; A : parasitisme conspécifique ; B : parasitisme interspécifique.	<b>95</b>
<b>Figure. IV.33</b>	Chronologie de la ponte du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> en 2011 et 2012 au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie. N : Nombre de nids ; N <sub>2011</sub> = 59 nids ; N <sub>2012</sub> = 51 nids.	<b>99</b>
<b>Figure. IV.34</b>	Répartition des nids du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> dans les strates de végétation au Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011 et 2012). N : Nombre de nids ; N <sub>2011</sub> = 59 nids ; N <sub>2012</sub> = 51 nids.	<b>100</b>

<b>Figure. IV.35</b>	Répartition des nids du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> selon les différentes hauteurs de végétation au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011 et 2012). <b>N</b> : Nombre de nids ; <b>N<sub>2011</sub></b> = 59 nids ; <b>N<sub>2012</sub></b> = 51 nids.	<b>100</b>
<b>Figure. IV.36</b>	Box Plots représentant les variations interannuelles de la biométrie des œufs du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011 et 2012). <b>A</b> : Longueur ; <b>B</b> : Largeur ; <b>C</b> : Volume.	<b>104</b>
<b>Figure. IV.37</b>	Variations interannuelles de la grandeur de ponte du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011 et 2012). <b>N</b> : Nombre de nids ; <b>N<sub>2011</sub></b> = 59 nids ; <b>N<sub>2012</sub></b> = 51 nids.	<b>105</b>
<b>Figure. IV.38</b>	Comparaison du succès des œufs à l'éclosion du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> en 2011 et 2012 au Lac Tonga, Nord-Est Algérie.	<b>107</b>
<b>Figure. IV.39</b>	Variation interannuelle dans le taux d'éclosion des œufs du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> en 2011 et 2012 au niveau du lac Tonga, Nord-Est Algérie. <b>N<sub>2011</sub></b> = 33 œufs ; <b>N<sub>2012</sub></b> = 34 œufs.	<b>108</b>
<b>Figure. IV.40</b>	Comparaison des données de précipitation dans la région d'El-Kala en 2011 et 2012.	<b>108</b>
<b>Figure. IV.41</b>	compromis entre la chronologie de l'installation des nids et le parasitisme des pontes du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> en 2011 et 2012 au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie. <b>N</b> : nombre de nids ; <b>A</b> : 2011 ; <b>B</b> : 2012.	<b>109</b>
<b>Figure. IV.42</b>	Succès et échec de la reproduction du Fuligule nuroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). <b>A</b> : nids du littoral ; <b>B</b> : nids du large ; <b>N</b> : nombre de nid.	<b>111</b>

<b>Figure. IV.43</b>	Succès et échec de la reproduction du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). A : nids du littoral ; B : nids	<b>112</b>
<b>Figure. IV.44</b>	Causes d'échec de la reproduction du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). A : nids du littoral ; B : nids du large ; N : nombre de nid.	<b>113</b>
<b>Figure. IV.45</b>	Causes d'échec de la reproduction du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). A : nids du littoral ; B : nids du large ; N : nombre de nids.	<b>114</b>
<b>Figure. IV.46</b>	Succès et échec de la reproduction dans les nids du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> sur les mêmes ilots au Lac Tonga, Nord-Est Algérie. N : nombre de nids ; A : 2011 ; B : 2012.	<b>115</b>
<b>Figure. Ann. 1</b>	Conditions climatologiques, température et précipitation de la région d'El-Kala dans l'année 2011.	<b>III</b>
<b>Figure. Ann. 2</b>	Conditions climatologiques, température et précipitation de la région d'El-Kala dans l'année 2012.	<b>III</b>

N°	Titres	Pages
<b>Tableau. I. 1</b>	Moyennes de données météorologiques de la région d'El-Kala, (1995 - 2012) (Station météorologique d'El-Kala, 2012).	<b>19</b>
<b>Tableau. II. 1</b>	Position systématique citée par Mullarney et al. (2007).	<b>30</b>
<b>Tableau. II.2</b>	Données biométriques fournis par la bibliographie.	<b>31</b>
<b>Tableau. II.3</b>	Distribution géographique du Fuligule Nyroca <i>Aythya nyroca</i> pendant un cycle annuel (Robinson et Hughes, 2006).	<b>44</b>
<b>Tableau. IV.1</b>	Calendrier mensuel des pontes du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011).	<b>52</b>
<b>Tableau. IV.2</b>	Caractéristiques des nids du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). N : nombre de nids.	<b>59</b>
<b>Tableau. IV.3</b>	Caractéristiques des œufs du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). N : nombre des œufs.	<b>63</b>
<b>Tableau. IV.4</b>	Estimation des paramètres liés à la reproduction du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). A : Model lineaire generalise de Poisson (GLM) de la grandeur de ponte B : analyses binominaux GLM du success de la reproduction et le parasitism conspecific (CBP).	<b>70</b>

<b>Tableau. IV.5</b>	Succès des œufs du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> à l'éclosion au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). N : Nombre des œufs dans les nids éclos.	<b>72</b>
<b>Tableau. IV.6</b>	Parasitisme conspécifique et interspécifique du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011).	<b>73</b>
<b>Tableau. IV.7</b>	Calendrier mensuel des pontes du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012).	<b>78</b>
<b>Tableau. IV.8</b>	Caractéristiques des nids du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). N : nombre de nids.	<b>84</b>
<b>Tableau. IV.9</b>	Caractéristiques des œufs du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). N : nombre des œufs.	<b>88</b>
<b>Tableau. IV.10</b>	Succès des œufs du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> à l'éclosion au niveau du Lac Tonga ; Nord-Est Algérien en 2012. N : nombre des œufs dans les nids éclos.	<b>93</b>
<b>Tableau. IV.11</b>	Parasitisme conspécifique et inter-spécifique du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012).	<b>94</b>
<b>Tableau. IV.12</b>	Calendrier mensuel des pontes du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> en 2011 et 2012 au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie. N : Nombre de nids ; N <sub>2011</sub> = 59 nids ; N <sub>2012</sub> = 51 nids.	<b>99</b>
<b>Tableau. IV.13</b>	Caractéristiques de l'ensemble des nids du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011 et 2012). N : Nombre de nids.	<b>101</b>

<b>Tableau. V.14</b>	Comparaison des caractéristiques des nids du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> en 2011 et 2012 au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie. N : Nombre de nids.	<b>102</b>
<b>Tableau. IV.15</b>	Caractéristiques des œufs du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> en 2011 et 2012 au Lac Tonga, Nord-Est Algérie. N : nombre des œufs.	<b>104</b>
<b>Tableau.IV.16</b>	Comparaison des caractéristiques des œufs du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> en 2011 et 2012 au Lac Tonga, Nord-Est Algérie. N : Nombre des œufs.	<b>104</b>
<b>Tableau.IV.17</b>	Comparaison de la grandeur de ponte du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011 et 2012). N : nombre de nids.	<b>105</b>
<b>Tableau.IV.18</b>	Comparaison du succès de la reproduction du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> en 2011 et 2012 au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie. N : Nombre de nids ; A : Succès et échec ; B : Causes de l'échec.	<b>107</b>
<b>Tableau.IV.19</b>	Comparaison des dimensions moyennes des œufs du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> en 2011 et 2012 au niveau du Lac Tonga avec les données fournies par la bibliographie. N : nombre des œufs.	<b>129</b>
<b>Tableau. IV.20</b>	Comparaison des paramètres liés à la reproduction du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> entre la présente étude et d'autres études en Algérie. N : nombre de nids.	<b>130</b>

<b>Tableau. Ann.</b> <b>1</b>	Le nombre de nid distribué selon les différentes hauteurs de végétation au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). N : 59 nids.	<b>I</b>
<b>Tableau. Ann.</b> <b>2</b>	Nombre de nid distribué selon les différentes hauteurs de végétation au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). N = 51 nids.	<b>I</b>
<b>Tableau. Ann.</b> <b>3</b>	Comparaison entre la répartition des nids du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> dans les différentes strates de végétation en 2011 et 2012 au Lac Tonga, Nord-Est Algérie. N : Nombre de nids.	<b>II</b>



N°	Titres	Pages
<b>Carte.1</b>	Carte représentant les hots spots méditerranéens de la biodiversité (Belouahem, 2012).	<b>5</b>
<b>Carte. I.1</b>	Carte représentant la localisation du complexe des zones humides de la Numidie orientale (Samraoui et de Bélair, 1998).	<b>9</b>
<b>Carte. I.2</b>	Carte représentant la Wilaya d'El Taraf, Nord-Est Algérie (Google Earth, 2014 traité par SIG).	<b>11</b>
<b>Carte. I.3</b>	Carte représentant le réseau hydrographique du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (LANDSCAP AMENAGEMENT, 1998).	<b>11</b>
<b>Carte. I.4</b>	Carte représentant le réseau hydrographique du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (LANDSCAP AMENAGEMENT, 1998).	<b>14</b>
<b>Carte. I.5</b>	Carte représentant une délimitation du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (Google Earth, 2014 traité par SIG).	<b>14</b>
<b>Carte. I.6</b>	Carte représentant la répartition des différents habitats de reproduction du lac Tonga (Saïfouni et Bellatreche , 2014).	<b>25</b>
<b>Carte. I.7</b>	Carte représentant la répartition spatiale des oiseaux d'eau nicheurs du Lac Tonga (Saïfouni et Bellatreche, 2014).	<b>24</b>
<b>Carte. II.1</b>	Carte représentant l'aire de distribution globale du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> selon les pays (Robinson et Hughes, 2003b).	<b>38</b>

<b>Carte. II.2</b>	Carte représentant l'aire de distribution du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> en Algérie.  Carte de l'Algérie représentant la cartographie de la distribution du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> . 1 = Boussedra (B), 2 = Chatt (B), 3 = Dakhla (B), 4 = Estah (B), 5 = Khoud El Barouk (B), 6 = Lac Bleu, 7 = Lac des Oiseaux (B), 8 = Lac Okréa, 9 = Salines, 10 = Sidi Achour (B), 11 = Lake Tonga (B), 12 = Bouina (B), 13 = Fetzara (B), 14 = Guelb, 15 = Hadj Tahar (B), 16 = Ouajaa, 17 = Sidi Fritis, 18 = Sidi Makhoulf (B), 19 = Beljoudi, 20 = Beni Belaïd, 21 = Kennar, 22 = Bazer Sakra, 23 = Boughzoul's Reservoir, 24 = Boulhilet, 25 = Timerganine, 26 = Tinsilt, 27 = Tazougart II, 28 = Lac de Réghaia, 29 = Dayet Morcelly, 30 = Sidi Chahmi, 31 = Lac Télamine, 32 = El Goléa (B), 33 = Merja Hamra II.  (B) reproduction.	<b>38</b>
<b>Carte. IV.1</b>	Carte représentant la délimitation du secteur d'étude de la reproduction du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> et localisation des nids sur le secteur au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). Vue par satellite (Google earth., 2010)	<b>51</b>
<b>Carte. IV.2</b>		<b>79</b>

N°	Titres	Pages
<b>Photographie. I.1</b>	Photographie représentant une vue générale du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (Djelailia A.).	<b>9</b>
<b>Photographie. I.2</b>	Photographies représentant la végétation présente au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011 et 2012) (Djelailia A.).	<b>25</b>
<b>Photographie. II.1</b>	Photographie et identification du sexe du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> . <b>A</b> : mâle. <b>B</b> : femelle. (Mullarney et al., 2007). (Photographie par János Olah, Hungary Hide Photography, 2011).	<b>32</b>
<b>Photographie. II.2</b>	Photographie présentant des hybrides de Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> . <b>A</b> : F. milouin * F. nyroca (1) ; <b>B</b> : F. morillon * F. nyroca (2).	<b>34</b>
<b>Photographie. II.3</b>	Photographies représentant l'habitat du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011 et 2012) (Djelailia A.).	<b>41</b>
<b>Photographie. II.4</b>	Photographies représentant des nids bien dissimulés du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011 et 2012). <b>A</b> : Nids vides ; <b>B</b> : Nids pleins (Djelailia A.).	<b>42</b>
<b>Photographie. III.1</b>	Photographies représentant la recherche des nids du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011 et 2012) (Djelailia A.).	<b>48</b>
<b>Photographie. III.2</b>	Photographies représentant le repérage des nids du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011 et 2012) (Djelailia A.).	<b>48</b>

<b>Photographie.III.3</b>	Photographie représentant la mensuration de la profondeur de l'eau à l'emplacement du nid du Fuligule nyroca Aythya nyroca à l'aide d'un profondimètre (Djelailia A.)	<b>49</b>
<b>Photographie.III.4</b>	Photographie représentant la numérotation du nid du Fuligule nyroca Aythya nyroca à l'aide d'un marqueur permanent (Djelailia A.)	<b>49</b>
<b>Photographie.III.5</b>	Photographies représentant la mensuration de la biométrie des œufs du Fuligule nyroca Aythya nyroca à l'aide d'un pied à coulisse (Djelailia A.)	<b>49</b>
<b>Photographie.III.6</b>	Photographie représentant l'identification du parasitisme conspécifique chez le Fuligule nyroca Aythya nyroca (Djelailia A.)	<b>49</b>
<b>Photographie.III.7</b>	Photographie représentant l'identification du parasitisme inter-spécifique chez le Fuligule nyroca Aythya nyroca (Djelailia A.)	<b>49</b>
<b>Photographie.IV.1</b>	Photographie représentant le parasitisme chez le Fuligule nyroca Aythya nyroca au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). A : Parasitisme conspécifique ; B : parasitisme inter-spécifique (Djelailia A.).	<b>74</b>
<b>Photographie.IV.2</b>	Photographie représentant le parasitisme chez le Fuligule nyroca Aythya nyroca au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). A : Parasitisme conspécifique ; B : parasitisme inter-spécifique (Djelailia A.).	<b>95</b>
<b>Photographie.IV.3</b>	Photographie représentant un nid prédaté de Fuligule nyroca Aythya nyroca (Djelailia A.).	<b>116</b>

<b>Photographie.IV.4</b>	Photographie représentant le prédateur des œufs : la Couleuvre d'eau <i>Natrix maura</i> (Djelailia A.).	<b>116</b>
<b>Photographie.IV.5</b>	Photographie représentant un nid abandonné de Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> (Djelailia A.).	<b>116</b>
<b>Photographie.IV.6</b>	Photographie représentant un nid bien caché de Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> (Djelailia A.).	<b>116</b>
<b>Photographie.IV.7</b>	Photographie représentant un œuf pré-éclos du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> (Djelailia A.).	<b>116</b>
<b>Photographie.IV.8</b>	Photographie représentant un nid typique, une ponte complète de Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> (Djelailia A.).	<b>116</b>
<b>Photographie.IV.9</b>	Photographie représentant des œufs de Fuligule nyroca dans un nid de Grèbe (Djelailia A.).	<b>117</b>
<b>Photographie.IV.10</b>	Photographie représentant le prédateur des œufs : la Couleuvre d'eau <i>Natrix maura</i> (Djelailia A.).	<b>117</b>
<b>Photographie.IV.11</b>	Photographie représentant le parasitisme inter-spécifique chez le Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> (Djelailia A.).	<b>117</b>
<b>Photographie.IV.12</b>	Photographie représentant le parasitisme conspécifique chez le Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> (Djelailia A.).	<b>117</b>
<b>Photographie.IV.13</b>	Photographie représentant un nid de Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> dans un tronc de l'aulnaie du Lac Tonga (Djelailia A. ; Mesbah A., 2008)	<b>117</b>

**Photographie.IV.14**

Photographie représentant un poussin Fuligule nyroca

*Aythya nyroca* (Djelailia A. ; Mesbah A., 2008).

**117**

**Acronymes**

**Désignation**

**B.L.I**

Bird Life International

**I.B.A**

Important Bird Area (Zones importante pour la conservation des oiseaux)

**P.N.E.K**

Park National d'El Kala

**D.G.F**

Direction Générale des Forêts

**O.N.D.P.A**

Office National de Développement de la Pisciculture et l'Aquacole

**M.P.R.H**

Ministère de la Pêche et Des Ressources Halieutiques

**B.N.EF**

Bureau national d'études forestières

**Ramsar**

Ville en Iran, lieu de la convention sur les zones humides

**U.I.C.N**

Union internationale pour la conservation de la nature

**S.I.G**

Système d'Information Géographique

**URSS**

Union des Républiques Socialistes Soviétiques

**GLM**

Modèle linéaire généralisé

**Synonymes**

<b>Oued</b>	court d'eau
<b>Wilaya</b>	Département administratif
<b>Garaet</b>	Marais
<b>Ombrothermique</b>	Ombro = humidité Thermique = température
<b>Gausсен</b>	Botaniste et biogéographe fondateur de la carte de la végétation de la France



---

# **Introduction**

---

La perte de biodiversité est une préoccupation majeure dans le monde de l'écologie, et sa préservation mobilise toujours plus de chercheurs, politiques ou volontaires. Avant tout efforts de conservation, une connaissance approfondie de cette richesse biologique, de son fonctionnement et de son rôle dans l'équilibre du monde vivant est primordiale. Mais pour convaincre notre société de la nécessité de protéger la nature, il faut aussi montrer que celle-ci peut en tirer des bénéfices, autant écologiques qu'économiques.

Les changements dans les modes d'utilisation des terres de même que dans les paysages agricoles ont un impact sur la biodiversité et sont souvent perçus comme une des menaces majeures pour le futur ( Burel et *al.*, 1998 ; Mermet et Poux, 2000).

Le prélèvement abusif d'espèces, l'introduction d'espèces exotiques, la pollution, les changements climatiques y contribuent également. Les perturbations humaines modifient les processus naturels de recolonisation ou de restauration et seule une gestion raisonnée des écosystèmes pourra limiter le nombre d'extinction des espèces sauvages (Fresco et Kroonenberg, 1992).

Dans le concept de « Hotspots de la biodiversité » qui constitue l'une des techniques les plus efficaces pour préserver les régions du monde les plus riches et diversifiées mais ainsi les plus menacées, (Myers et *al.*, 2000) comptent 34 Hotspots dans le monde, en deuxième position le bassin méditerranéen (Figure. 1). En effet, ce dernier est reconnu comme le deuxième plus grand Hotspot du monde, le bassin méditerranéen est le troisième Hotspot le plus riche du monde en diversité végétale (Mittermeier, 2004). Environ 150 zones humides ont été inscrites en Méditerranée sur la liste des zones d'importance internationale, dite Ramsar. Elles ont été considérablement détruites au cours du 20<sup>ème</sup> siècle (Hecker et Tomas, 1995). Ils figurent parmi les milieux naturels les plus dégradés et les plus menacés, du fait de l'accumulation de nombreux produits issus des activités humaines dans ces eaux (Amigues et Chevassus-au-Louis, 2011).

Suite à la destruction des zones humides, et malgré que quelques espèces apparaissent à avoir réalisé une récupération remarquable sur les dernières décennies (Barbraud et *al.*, 2004), un déclin dramatique des effectifs est subi. Sur les 29 espèces aviaires méditerranéennes menacées de disparition, huit d'entre elles sont des espèces de zones humides, dont la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris*, l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, et le Pélican frisé *Pelecanus crispus* ( Skinner et Zalewski, 1995). Ce déclin des effectifs nous conduit à émettre l'idée d'extinction de ces espèces d'entre elles le Fuligule nyroca *Aythya*

*nyroca*, qui est notre modèle biologique et qui occupe toujours le statu quasi-menacée dans la liste rouge mondiale (B.L.I, 2012). Cette espèce est largement distribuée entre l'Europe, l'Asie et l'Afrique. Néanmoins, ces effectifs ont connu ces dernières décennies, des déclin et des changements de distribution. Les premières raisons de ces déclin c'est les dégradations et pertes des habitats et la chasse pour la consommation (Robinson et Hughes, 2003b).

A l'abri de ces pays, l'Algérie qui englobe un large gradient latitudinale des écosystèmes, un vaste ensemble de zones humides côtières (Samraoui et de Belair, 1997,1998), les zones humides sont de grande valeur écologique en raison de leur diversité biologique et de leur importante productivité (Whittaker et Likens, 1973 ; Gibbs, 1993), ainsi elles englobent des espèces aviaires menacées assez dépendantes de ces écosystèmes (Green, 1996), offrant une grande variété d'habitat : couverture végétale et salinité fournissant d'importants sites d'arrêt, d'hivernage pour les oiseaux migrateurs du Paléarctiques (Stevenson et *al.*, 1988 ; Coulthard, 2001 ; Boulekhssaim et *al.*, 2006) et de reproduction pour les oiseaux (Samraoui et Samraoui, 2008) y compris les populations du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* qui fréquentent nos zones humides ce qui a favorisé son expansion à travers le territoire national (Samraoui et *al.*, 2011)

En général, dans le Nord-Africain, ainsi qu'en Algérie le statut des espèces est peu documenté et peu de publications concernant l'écologie de la reproduction des espèces (Samraoui et *al.*, 2013). Malgré de nombreuses études qui ont été faites sur la reproduction des oiseaux d'eau, on note : l'étude de Boumezbeur (1993) sur le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* et l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, celle de Samraoui et Samraoui (2007) sur la Foulque macroule *Fulica atra*, et celle de Samraoui et *al.* (2007) sur le Héron garde-bœufs *Ardea ibis*, et celle de Bouchecker et *al.* (2009) sur l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus*, et celle de Nedjah et *al.* (2010) sur le Héron pourpré *Ardea purpurea*, l'étude de Lardjane- Hamiti (2013) sur le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* et le Fuligule millouin *Aythya ferina*, et celle de Baaziz et *al.* (2011) sur les oiseaux d'eau du complexe de Sétif, l'étude de Boulekhssaim et *al.* 2006a ; Samraoui et *al.* (2006); Boulekhssaim et *al.* 2009 ; Bouzid et *al.* 2009 ; Samraoui et *al.* (2010) et Mesbah et *al.* (2011) sur le Flamant rose *Phoenicopterus roseus*, et celle de Samraoui et *al.* (2012b) sur le Blongios nain *Ixobrychus minutus*. L'étude de Samraoui et *al.* (2013) ; Ménaia et *al.* (2014) sur la Poule d'eau *Gallinula chloropus*. Celle de Baaloudj et *al.* (2014) sur le Goéland leucophée *Larus michahellis*. L'étude de Chettibi (2014) sur l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, et celle de Draïdi (2014) sur le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, l'étude de Chériet et *al.* (2015) sur le Grèbe huppé *Podiceps*

*cristatus*, celle de Athamnia et *al.* (2015) sur le grébe castagneux *Tachybaptus ruficollis* et celle de Fouzari et *al.*(2015) sur le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*. Cependant, l'absence de données sur la répartition, l'écologie de reproduction et les effectifs des populations ont rendu difficile l'évaluation de leur état, de conservation de certaines espèces vis à vis la pression humaine sur les zones humides algériennes.

La population mondiale du Fuligula nyroca est estimée de 163 000 - 257 000 individus, dont 2 400 – 2 600 en Afrique du Nord (B.L.I, 2012), dont une importante population estimée de 400- 600 couples niche dans le complexe d'El Kala (Isenman et Moali, 2000 ; Fouzari et *al.*, 2015).

La Numidie, Nord-Est algérien, inclue l'un des plus importants complexes de zones humides dans le Nord Africain, il s'agit du Park National d'El Kala (P.N.E.K), un grand nombre d'espèce d'oiseaux d'eau, nicheurs et hivernants, le fréquentent (Samraoui et *al.* 2013), désigné comme site Ramsar et I.B.A (Samraoui et Samraoui, 2008), parmi ces zones humides, la réserve intégrale du Lac Tonga. Désigné comme site Ramsar et I.B.A (Coulthard, 2001 ; Samraoui et Samraoui, 2008) est une zone humide importante pour l'hivernage de 25 000 anatidés et foulques, ainsi elle constitue un site de nidification convenant pour plusieurs espèces d'intérêt mondial dont certaines sont très rares ou en recul dans leurs aires de répartition comme l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, la Talève sultane *Porphyrio porphyrio* et la Guifette moustac *Chlidonias hybridus* et une colonie composée de plusieurs hérons (Samraoui et Samraoui, 2008).

En Algérie, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, considérée comme une espèce clef et bioindicateur grâce à son rôle exercé dans les zones humides a fait référence à la classification du Lac Tonga comme site Ramsar. elle est présente au niveau de la Numidie orientale, la Numidie occidentale, dans le complexe de Jijel, dans la région d'Alger, dans le complexe d'Oran, dans les Hauts plateaux et au niveau du Sahara algérien (Samraoui et *al.*, 2011). L'espèce est confirmée nicheuse au niveau de la Numidie orientale, la Numidie occidentale et au niveau des Hauts plateaux : Tinsilt (Samraoui et *al.*, 2011)

L'étude des stratégies d'hivernages ou de reproduction des oiseaux d'eau est révélatrice de la structure et du fonctionnement des zones humides (Tamisier et Dehorter, 1999). Dans ces dernières décennies, les changements environnementaux ont affecté les zones humides

méditerranéennes, ayant un impact négatif sur les oiseaux d'eaux qui les utilisent comme: sites d'hivernage, sites de passage et site de reproduction (De Belair et Samraoui, 1994)

Dans le but de bien connaître la dynamique de population de l'espèce, on doit comprendre l'écologie de la reproduction de l'espèce à travers les paramètres liés à la reproduction. Cette étude a pour but principal d'élargir les données sur le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* en Algérie et de déterminer la dynamique de la population de cette espèce via les résultats obtenus de l'étude de l'écologie de sa reproduction au niveau de la Numidie orientale prenant comme site d'étude le Lac Tonga (Nord-Est Algérie, Wilaya d'El Taref), le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, comme tous les Anatidés est un excellent modèle pour l'étude du fonctionnement des écosystèmes aquatiques et représente un bioindicateur servant à déduire la bonne santé des milieu.

Cette thèse est consacrée entièrement à l'écologie de la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* dans le Lac Tonga, est structurée en **une introduction** donnant une idée générale sur l'étude et les objectifs, quatre chapitres :

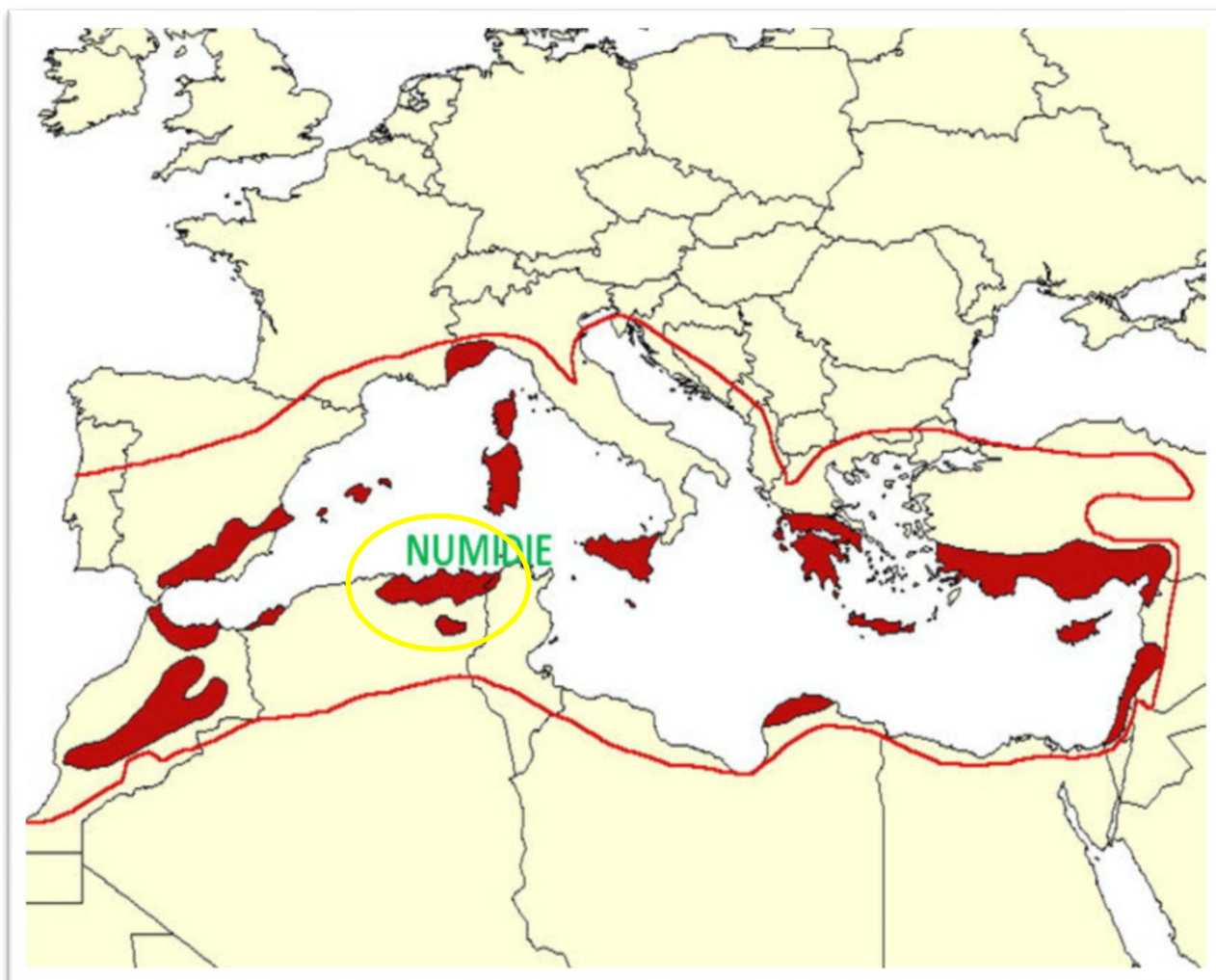
**Le premier chapitre** décrit la région d'étude : le Lac Tonga, avec une présentation géologique, hydrologique, climatique et le cadre biotique ;

**Le second chapitre** est consacré à l'espèce concernée par l'étude : le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* ;

**Le troisième chapitre** décrit la méthodologie adoptée pour le suivi des paramètres liée à l'étude de l'écologie et de la biologie des deux Fuligules en période de reproduction ;

**Le quatrième chapitre** donne les principaux résultats obtenus sur l'étude de l'écologie de la reproduction de l'espèce et de la discussion des résultats pendant la saison de reproduction 2011 et la saison 2012 ;

Et finalement **une conclusion générale** accompagnée de perspectives termine cette thèse.



**Carte. 1** – Carte représentant les hotspots méditerranéens de la biodiversité (Belouahem, 2012).

---

**Chapitre I :**  
**Description du site d'étude**

---

**Sommaire :**

**Chapitre I : Description du site d'étude**

I. Généralité	6
I. 1. Les zones humides algériennes	6
I. 2. Distribution des zones humides importantes en Algérie	7
I. 3. La Numidie orientale	7
I. 4. Le complexe des zones humides d'El-Kala (P.N.E.K)	8
II. Présentation du Lac Tonga	12
II. 1. Localisation du Lac Tonga	12
II. 2. Délimitation	12
II. 3. Géologie	12
II. 4. Pédologie	13
II. 5. Hydrologie, profondeur et volume	13
II. 6. Etude climatique du Lac	15
➤ La température	15
➤ La pluviométrie	16
➤ L'humidité	16
➤ Synthèse bioclimatique	17
❖ Climagramme d'Emberger	17
❖ Diagramme pluviothermique de Gaussen	18
II. 7. Diversité biologique	21
II. 7. 1. Diversité Floristique	21
II. 7.1.1. Végétation périphérique du Lac Tonga	21
II. 7.1.2. Végétation émergée	21
II. 7.1.3. Végétation immergée	22
II. 7. 2. Diversité faunistique	22
II. 7.2.1. Avifaune	22
II. 8. Habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga	23

---



**I. Généralité :**

**I. 1. Les zones humides algériennes :**

. L'Algérie par sa grande superficie, du Nord au Sud et de l'Est à l'Ouest, comporte une grande diversité des zones humides qui sert comme des stations importantes pour les Oiseaux migrateurs du paléarctiques stationnaires et hivernants (Stevenson et *al.*, 1988 ; Coulthard, 2001 ; Boukhssaim et *al.*, 2006b).un grand nombre de ces sites ornithologiques est sous la pression et l'exploitation abusive de l'homme et nécessitent une urgente protection et conservation. (Samraoui et Samraoui, 2008).

Selon Samraoui et Samraoui (2008), parmi les 100 zones humides étudiées, 41 sont qualifiées comme IBAs, ZICO, et plusieurs d'entre elles (78%) étaient groupées en cinq catégories : la Numidie ( contenant les deux parties orientale avec 9 IBAs et occidentale), Les Hauts Plateaux de l'est avec 12 IBAs (contenant le complexe des lacs salées d'Oum El Bouaghi et le complexe des zones humides d'El Eulma), le complexe des zones humides d'Oran avec 5 IBAs (s'étendant à travers les régions d'Oran, Aïn Temouchent, Mostaganem et Tlemcen), les Hauts Plateaux de l'ouest et le Sahara avec 6 IBAs (la vallée d'Oued Righ et El Goléa). Cela reflète une richesse floristique et faunistique très importante. La richesse avienne est d'autant plus importante que l'Algérie se trouve sur les voies de migration des oiseaux.

L'Algérie aussi comporte des sites de reproduction pour plusieurs espèces rares, menacées ou à biome-limité dans le monde, citant le Goéland *Larus audouinii*, l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, Marmaronette marbrée *Marmaronetta angustirostris* et le Faucon d'Eléonore Eleonora's Falcon *Falco eleonora* (Spaans et *al.*, 1976 ; Jacob et Jacob, 1980), Grace à la grande richesse spécifique de ces sites pour la reproduction des espèces, citant : Lac Fetzara, Lac Tonga, le marais de Mekhada, Bussedra et Tinsilt (Samraoui et Samraoui, 2008).

**I. 2. Distribution des zones humides importantes en Algérie :**

La région Algérienne la plus importante et la plus riche en zones humides est la région du Nord-Est d'Algérie, qui totalise pas moins de 72 zones humides (31,58% de l'effectif national), cette région représente le quartier d'hivernage le plus important de l'avifaune aquatique en Algérie, abritant 33,92% de l'effectif national des oiseaux d'eau (Saifouni, 2009).

Les études menés par Samraoui et Samraoui, ( 2008) sur la totalité de 101 zones humides sur le territoire algérien, ont montrés que 41 zones humides étudiées convient à la catégorie I.B.A, dont 78% de ces I.B.A appartiennent à cinq grandes zones: la Numidie Occidentale et Orientale contient 9 I.B.A, dont la zone humide la plus riche en espèces est le Lac Tonga qui comporte 46 espèces, les Hauts Plateaux de l'Est : le complexe des Lacs salées d'Oum El Bouaghi et le complexe des zones humides d'El Eulma, contenant 12 I.B.A, le complexe des zones humides d'Oran : d'Oran, Aïn Temouchent, Mostaganem et Tlemcen, avec 5 I.B.A, les Hauts Plateaux d'Ouest et le Sahara : la vallée d'Oued Righ et El Goléa, qui comporte 6 I.B.A.

**I. 3. La Numidie orientale :**

La Numidie offre une mosaïque d'habitats de différentes profondeurs, couverture végétale et salinité, assurant des sites de reproduction ou d'hivernage de grande valeur pour les oiseaux dans la région (Samraoui et Samraoui, 2008).

La Numidie, située dans le Nord-est algérien, est connue à raison de ses zones humides qui sont réparties en deux grands complexes séparés par l'Oued Seybouse: la Numidie orientale composée des complexes d'Annaba et d'El-Kala et la Numidie occidentale représentée par le complexe de Guerbes-Senhadja et le Lac Fetzara.

La Numidie orientale délimitée dans sa partie occidentale par la Numidie orientale qui est délimitée à l'ouest par l'Oued Seybouse, a pour limite septentrionale la Méditerranée et pour limite méridionale les collines de l'Atlas tellien, tandis que les frontières Algéro-Tunisiennes la délimitent à l'est (Samraoui et de Bélair, 1998). Ce cordon dunaire occupant le littoral, renferme un grand nombre des zones humides

exceptionnelles au Maghreb qui diffèrent par leur profondeur et salinité, avec une superficie de 156000 hectares; les zones de la Numidie orientale forment le complexe humide le plus diversifié en Algérie (complexe des zones humides d'Annaba - El-Kala). Qui renferment :

- Les deux marais : la Mékhada (10 000 hectares) et le marais de Bourdim (25 hectares).
- Le Lac Oubeira (endoréique ouvert) : 2600 hectares.
- Le Lac Tonga (exoréique assimilable à écosystème palustre) : 2400 hectares.
- Le Lac Mellah (lagune) : 873 hectares.
- Les trois petits Lacs : le Lac des Oiseaux : 70 hectares, le Lac Noir (entièrement disparu), et le Lac Bleu avec seulement 2 hectares de superficie (Samraoui et de Bélair, 1998) (Carte. I.1).

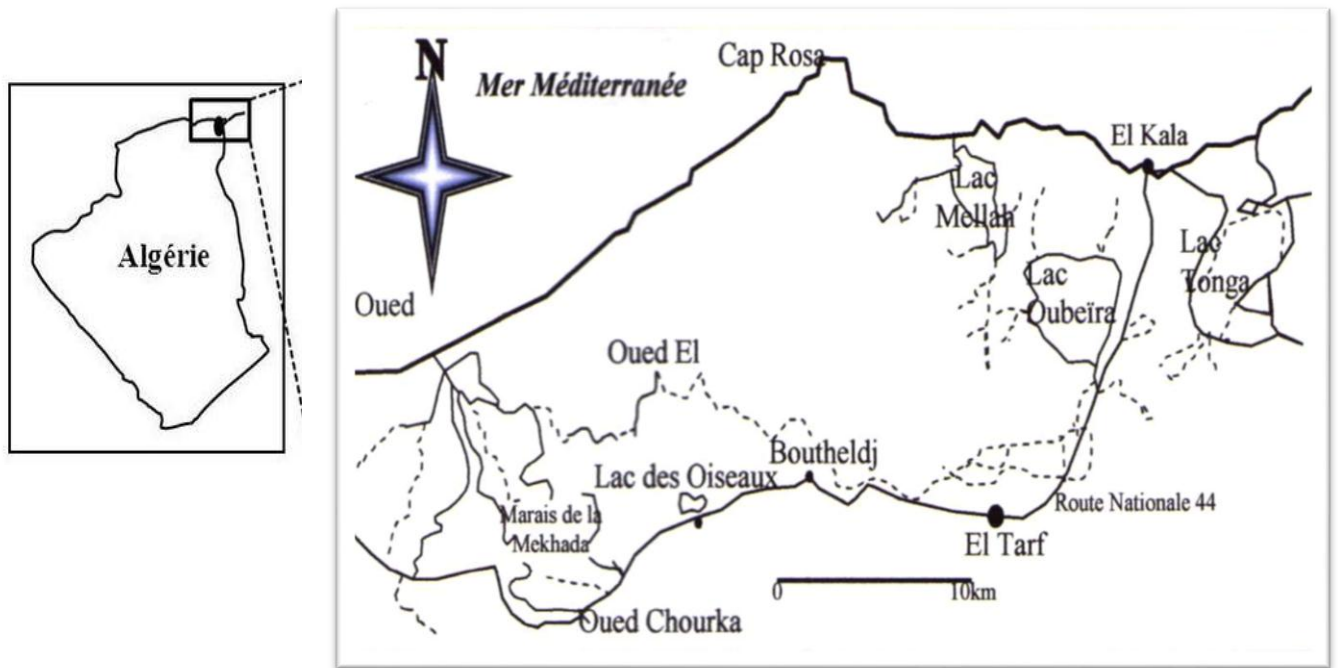
#### **I. 4. Le complexe des zones humides d'El-Kala (P.N.E.K) :**

Dans les environs de la ville d'El-Kala au nord-est Algérien ; il y a quelques zones humides extensives d'une grande importance ornithologique, et probablement aussi autre importance biologique (Van Dijk et Ledant, 1983).

Le complexe des zones humides du Parc National d'El-Kala, est situé à l'extrémité nord-orientale de l'Algérie (Djebbari et *al.*, 2009).

Ce complexe est constitué de plusieurs sites dont chacun présente des particularités de profondeur, de salinité et de couverture végétale très distinctes et très caractéristiques (Samraoui et de Bélair, 1998) ; ils sont d'importance écologique non négligeable.

Selon Samraoui et *al.* (2012a), ce complexe comprend les sites suivants :



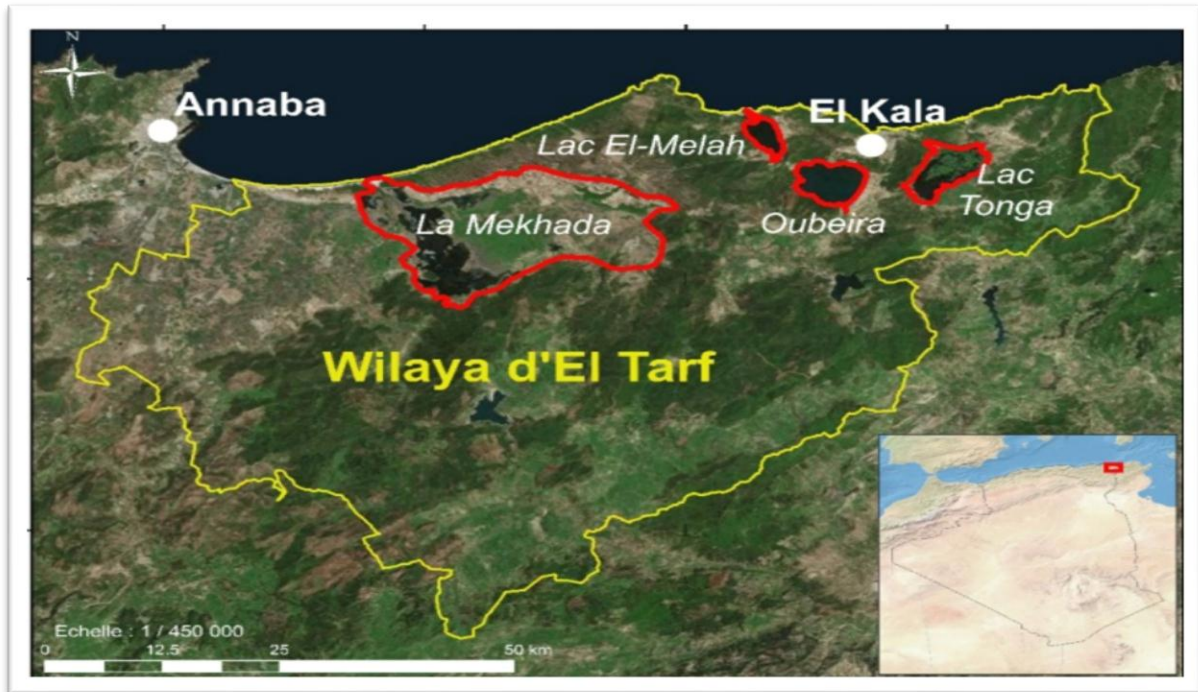
**Carte. I.1** – Carte représentant la localisation du complexe des zones humides de la Numidie orientale (Samraoui et de Bélair, 1998).



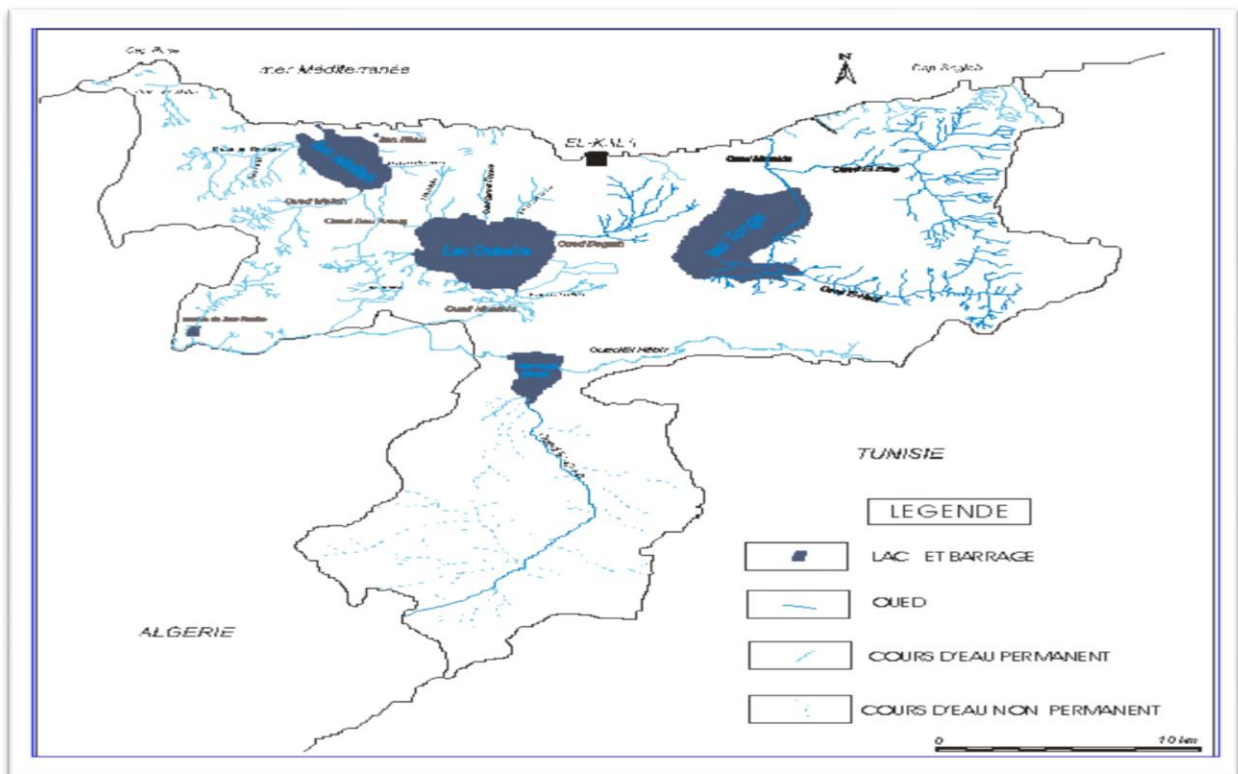
**Photographie. I.1** – Photographie représentant une vue générale du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (Djelailia A.).

- **Lac Tonga (36°52'N, 8°31'E) :** de 2400 hectares ;
- **Lac Oubeïra (36°50'N, 8°23'E) :** de 2200 hectares, Lac d'eau douce peu profond dominé par la Châtaigne d'eau *Trapa natans*, le Myriophylle épis *Myriophyllum spicatum*, le Scirpe Lacustre *Scirpus Lacustris*, le Massette *Typha angustifolia* (Samar, 1999) ;
- **Lac Bleu (36°54.701'N, 8°20'E) :** de 2 hectares, un étang dunaire permanent avec le Nénuphar blanc *Nymphaea alba*, le Roseau commun *Phragmites australis*, l'Osmende royale *Osmunda regalis* et la laiche élevée *Carex elata*. Les envahissements humains menacent sérieusement la relique de cette zone humide unique (Samraoui et al, 1993).
- **Lac des Oiseaux (36°46'N, 8°07'E) :** un Lac endoréique (Samraoui et al, 1992) peu profond avec du Massette *Typha angustifolia*, Scirpe Lacustre *Scirpus Lacustris*, Scirpe maritime *Scirpus maritimus*, la Renouée du Sénégal *Polygonum senegalense* et le Nénuphar blanc *Nymphaea alba*. Cette zone humide est spécialement connue comme un site d'hivernage régulier pour la Foulque macroule *Fulica atra* et les Anatidae (Morgan, 1982 ; Van Dijk et Ledant, 1983 ; Chalabi et al., 1985 ; Stevenson et al, 1988 ; Chown et Linsley, 1994 ; Heredia et al., 1996 ; Boumezbeur, 1992 ; Houhamdi et Samraoui, 2002).
- **Mekhada (36°48'N, 8°00'E) :** de 14 000 hectares est un marais saumâtre, site non protégé qui se trouve à El-Kala (de Bélair et Bencheikh, 1987), dominée par le Scirpe maritime *Scirpus maritimus*, le Massette *Typha angustifolia*, le Scirpe triquètre *Scirpus triqueter* et le Roseau commun *Phragmites australis*.

Les plus importantes sont le Lac Tonga; le Lac Oubeïra ; le Lac Mellah où l'eau douce des ruisseaux et de l'eau de la mer se rencontrent ; Garaet el Mekhada (caractérisé de Scirpe maritime *Scirpus maritimus* d'environ 5600 hectares et des forêts inondées) (Van-Dijk et Ledant, 1983) (Carte. I.1).



**Carte. I.2** – Carte représentant les différentes zones humides du P.N.E.K, la Wilaya d'El Taraf, Nord-Est Algérie (Google Earth, 2014 traité par S.I.G).



**Carte. I.3** – Carte représentant le réseau hydrographique des différentes zones humides du P.N.E.K, la Wilaya d'El Taraf, Nord-Est Algérie (Landscape aménagement, 1998).

**II. Présentation du Lac Tonga :**

**II. 1. Localisation du Lac Tonga :**

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

**II. 2. Délimitation**

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

**II. 3. Géologie :**

D'après Joleaud (1936), l'origine du lac Tonga est résultante des mouvements tectoniques du quaternaire. C'était alors une lagune marine depuis, un apport terrigène a rehaussé son fond à la côte 5.75 mètres de sorte que les eaux du lac ne recevant plus d'apport marin perdirent totalement leur salure et devinrent douces.

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

- Les alluvions lacustres couvertes d'eau l'hiver, formées d'argiles ;
- Les alluvions limoneuses au fond des vallées du Pléistocène, formées de sable et limon ;
- Les grés à hélices qui, par désagrégation, ont donné les dunes ;
- Les formations du Pontien qui présentent deux faciès d'argiles sableuses grises, jaunes ou rouges; des conglomérats et sables rouges ou jaunes à *Archaelix solignaci* et des argiles marneuses, salifères et argiles rouges gypseuses. Dans le bassin du Lac Tonga c'est le premier faciès qui domine;

- Les grés de Numidie quartzeux, souvent blanchâtres, parfois assez friables ;
- Marnes argilo-schisteuses de couleurs variées avec intercalation de petits bancs de grés quartzeux développés surtout sur les pentes des vallées ;
- Argiles, grés et calcaires noirs datant de l'Éocène moyen. Creusée dans les argiles de l'Éocène supérieur, la cuvette du Lac Tonga, de même que celle du Lac Oubeira, offre l'originalité d'être complètement fermée ce qui lui confère un fonctionnement à écoulement endoréique total, phénomène rare dans l'Atlas Tellien où l'exoréisme est de règle. Son fond argileux assure son imperméabilité.

## **II. 4. Pédologie :**

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

- Sols zonaux : ce sont tous les sols dont la tendance évolutive est le lessivage quels que soient les caractères du produit final :

- Podzols ferrugineux
- Sols oxyhumiques
- Sols insaturés acides
- Sols insaturés
- Sols décalcifiés

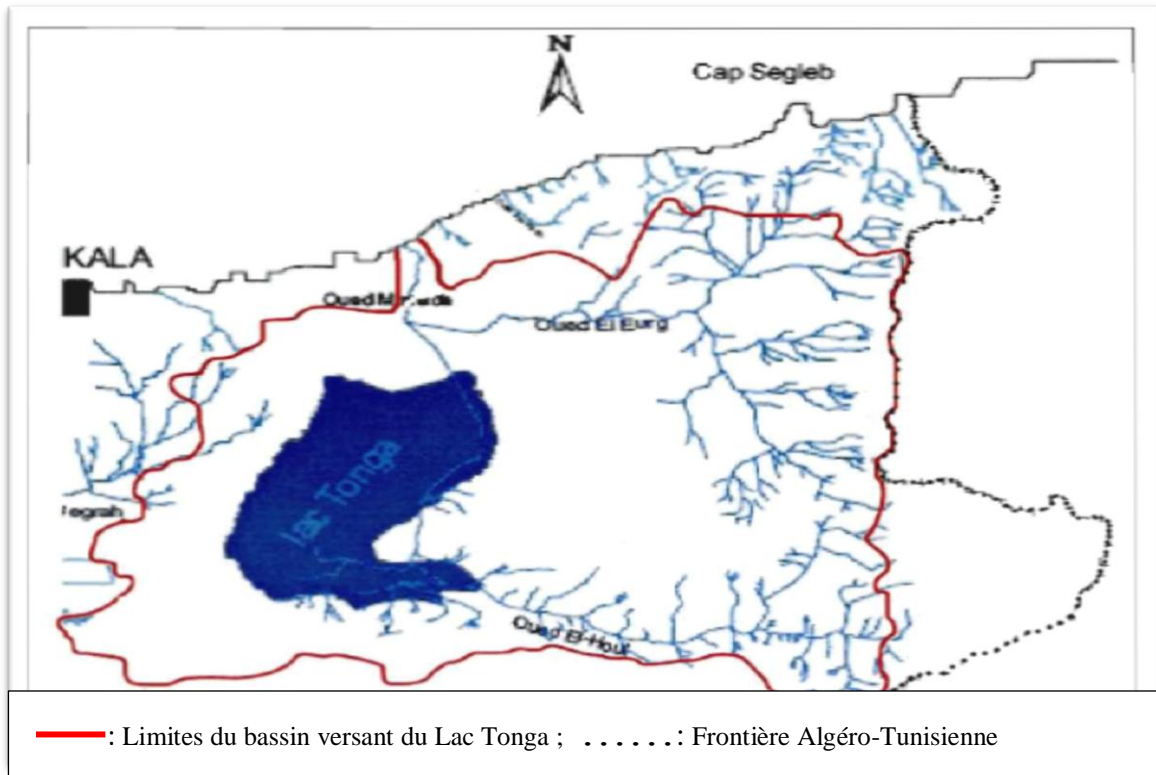
- Sols azonaux : ce sont les sols qui dépendent d'un autre facteur que le climat qui joue cependant un rôle :

- Sols des marais
- Sols de prairies marécageuses
- Sols tourbeux non inondés
- Solods.
- Sols alluviaux
- Sols dunaires.

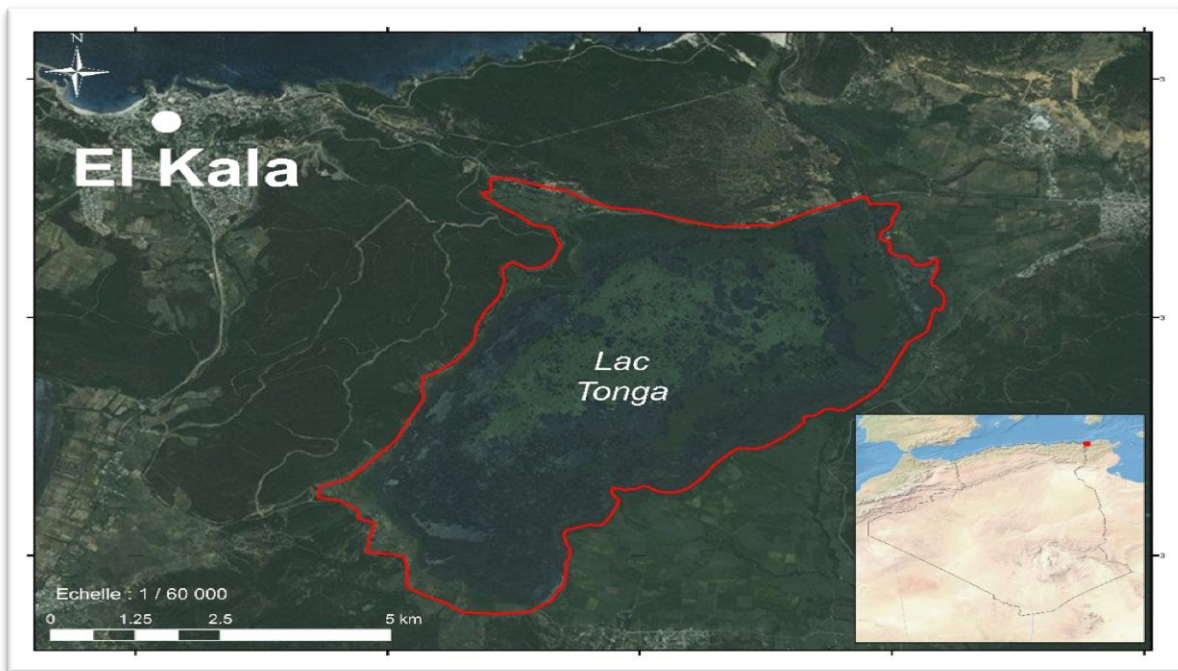
## **II. 5. Hydrologie, profondeur et volume :**

Les principaux cours d'eau qui alimentent le lac sont Oued El Hout au Sud-Est et Oued El Eurg au Nord-Est, qui coulent toute l'année. Les apports de ces Oueds ont progressivement réduit la surface du lac au profit des prairies humides d'Oued El Hout et d'Oum Teboul (Joleaud, 1936) (Carte. I.4).





**Carte. I.4** – Carte représentant le réseau hydrographique du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (Landscape aménagement, 1998).



**Carte. I.5** – Carte représentant une délimitation du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (Google Earth, 2014 traité par S.I.G).

Le Lac Tonga se caractérise par une profondeur moyenne de 1.20 m, la profondeur maximale mesurée en période estivale est de 3 m (présente étude). Les mesures effectuées dans le périmètre des trois hectares font ressortir une profondeur maximale de 1.20 m au niveau du canal et 0.65 m de part et d'autre de ce même canal (M.P.R.H, 2004).

Le manque de données sur l'ensemble du site ne permet pas de procéder au calcul précis du volume. Des estimations basées sur la profondeur moyenne donnent une valeur d'environ 28 000 000 m<sup>3</sup> en période de pré étiage. Cette valeur doit être sensiblement supérieure en période de pleine eau. Le caractère endoréique du lac Tonga l'expose à des variations sensibles de son volume et de sa surface. L'évaporation estivale intense peut retirer un volume d'eau important, supérieur à 50% du volume maximum (M.P.R.H/O.N.D.P.A, 2004).

## **II. 6. Etude climatique du Lac :**

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

Ce sont surtout les températures, les précipitations, l'humidité relative et les vents qui agissent. En effet, ces facteurs climatiques agissent à tous les stades du développement de l'oiseau en limitant l'habitat de l'espèce (Bourliere, 1950).

Un climat méditerranéen règne sur la région caractérisé par une pluviométrie abondante pendant la saison humide et les mois froids et par une sécheresse pendant l'été (Samraoui et De Belaire, 1997).

### **➤ La température :**

La température change en fonction de l'altitude, la distance par rapport à la mer et des saisonnalités, elle est l'un des facteurs qui agissent d'une manière directe sur le climat et sur le bilan hydrique d'une région puisqu'elle est un facteur limitant de l'évaporation et l'évapotranspiration..(Toubal,.1986).

Elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade,

1984). Le rôle de la température est déterminant dans la vie de l'oiseau. Son action se manifeste à tous les stades du cycle vital, de l'œuf jusqu'à l'adulte (Bourrelière, 1950).

Le Tableau. I.1 et la figure I.1 résume les données mensuelles récoltées de la station météorologique d'El-Kala dans la période allant du 1995 au 2012. Le maximum de température enregistrée en mois d'Aout 33,08°C, et que Janvier et Février sont les mois les plus froids avec une température de 8,76 °C et 8,6°C, respectivement.

➤ **La pluviométrie :**

En Algérie les pluies qui tombent sont pour la plupart influencées par le relief. La pluviométrie est donc déterminée par la direction des axes montagneux par rapport à la mer et aux vents humides (Seltzer, 1946). La région de l'extrême Nord-Est de l'Algérie est parmi les plus abondamment arrosées avec 1 300 mm/an (B.N.E.F, 1985).

Le Tableau. I.1 et la figure I.2 résume la situation pluviométrique mensuelle de la période allant du 1995 au 2012. Le maximum de pluies enregistrées en hiver avec des pics atteints en janvier, avec 112,65 mm, en novembre avec 105,53 mm et en décembre 111,95 mm. Juillet reste le mois le plus sec avec des valeurs ne dépassant pas les 4,1 mm.

➤ **L'humidité :**

La région d'El-Kala est caractérisé par à un degré d'humidité élevé pendant toute l'année, la mer, les nombreux plans d'eau ainsi que la richesse de la région en écosystèmes forestiers (zones montagneuses), sont à l'origine de cette humidité. Cela favorise le maintien d'une végétation éprouvée pendant la période sèche (Benyacoub, 1993). Les oiseaux supportent les alternances de saison sèche et de saison humide. L'humidité intervient sur la longévité et le développement, sur la fécondité, sur le comportement, sur la répartition géographique, sur la répartition dans les biotopes et sur la densité des populations (Dajoz, 1971).

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

➤ **Synthèse bioclimatique :**

Selon Dajoz (1985), les différents facteurs climatiques n'agissent pas indépendamment les uns des autres, Pour cela, divers indices ont été créés et les plus employés utilisent les facteurs les plus importants : la température et de la précipitation. Dans la région méditerranéenne, ce sont le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson et le quotient pluviométrique d'Emberger qui sont souvent les plus employés.

❖ **Climagramme d'Emberger :**

Selon Emberger (1955), le climat méditerranéen est divisé en 5 étages climatiques. Le rythme climatique est défini graphiquement par la combinaison des températures et précipitations moyennes mensuelles. D'après Stewart (1975), le climagramme d'Emberger permet la classification des différents climats méditerranéens, grâce au calcul d'un quotient qui est donné par la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{P \times 1000}{(M+m)^{1/2} \times (M-m)}$$

$Q_2$  = quotient pluviométrique ;

$P$  = précipitations moyennes annuelles ;

$M$  = Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (°C) ;

$m$  = Moyenne des températures minimales du mois le plus froid (°C).

Le quotient pluviométrique de la région d'El-Kala pour la période de 1995-2012 est :

$$Q_2 = 116,48$$

La zone du Lac Tonga se localise dans l'étage sub-humide à hiver chaud (Figure. I.3). De Belair (1990) souligne que le bassin versant du Lac Tonga est dans le sub-humide tempéré au nord, dans l'humide doux et humide chaud au nord-est, et dans l'humide tempéré au sud et à l'est (Figure. I.3).

Le tableau. I.1 résume les données météorologiques de la région d'El-Kala, des années allant du 1995 au 2012.

❖ **Diagramme pluviothermique de Gaussen :**

Le diagramme pluviothermique de Bagnouls et Gaussen permet de distinguer les mois secs dans l'année. Selon Bagnouls et Gaussen (1957), un mois est sec lorsque le total des précipitations ( $P$  mm) est égal ou inférieur au double de la température ( $T$  °C), une période sèche est une suite de mois secs, elle peut s'exprimer par ( $P < 2T$ ). Il y a une sécheresse lorsque la courbe des précipitations ( $P$ ) descend et passe en dessous de celle des températures ( $T$ ).

Le diagramme pluviothermique de Bagnouls et Gaussen établi pour la région d'El-Kala, pour la période de 1995 à 2012, montre que l'année se caractérise par une saison sèche qui dure de 4 mois, allant du début du mois de Mai au début du mois de Septembre et une saison humide sur le reste de l'année (Figure. I.4).

**Tableau. I.1** – Moyennes de données météorologiques de la région d'El-Kala, (1995 - 2012)  
(Station météorologique d'El-Kala, 2012).

Mois	Paramètres			
	T. Moy. (°C)	P. Moy. (mm)	Max. (°C)	Min. (°C)
Janvier	13	112.65	17,48	8,76
Février	13	62.76	17,76	8,6
Mars	15	75.42	19,33	10,07
Avril	17	59.1	21,88	12,31
Mai	21	40.77	25,74	15,65
Juin	24	21.47	28,78	18,99
Juillet	27	4.1	32,43	21,74
Aout	28	11.08	33,08	22,64
Septembre	26	62.51	30,07	21
Octobre	22	73.19	27,08	16,96
Novembre	17	105.53	21,78	12,95
Décembre	14	111.95	17,58	10,28
<b>X</b>	20	741	24	15

**T.** : Température (°C)

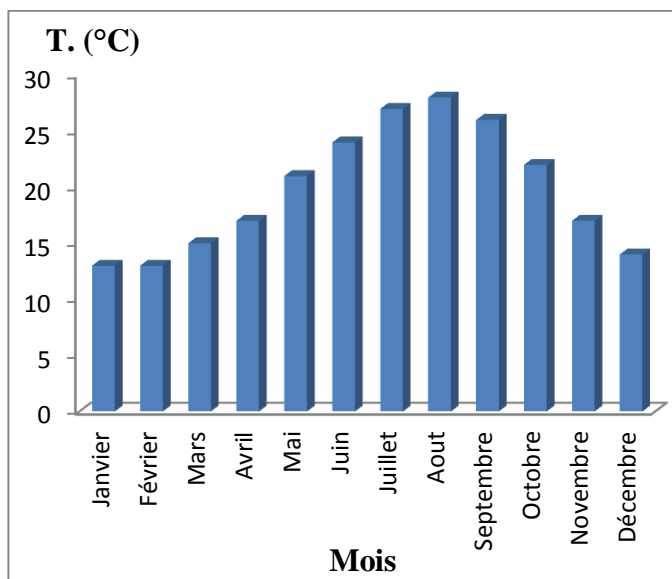
**Max.** : Moyennes des maxima

**Moy.** : Moyenne mensuelle

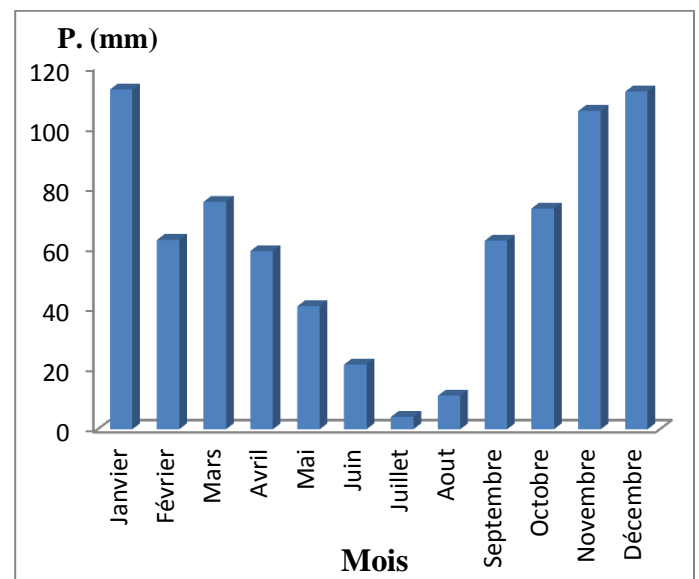
**P.** : Précipitation (mm)

**Min.** : Moyenne des minima

**X** : Moyenne annuelle.



**Figure. I.1** – Variation moyenne mensuelle de la température dans de la région d'El-Kala, Nord-Est Algérie (1995 - 2012).



**Figure. I.2** – Variation moyenne mensuelle de la pluviométrie dans de la région d'El-Kala, Nord-Est Algérie (1995 - 2012).

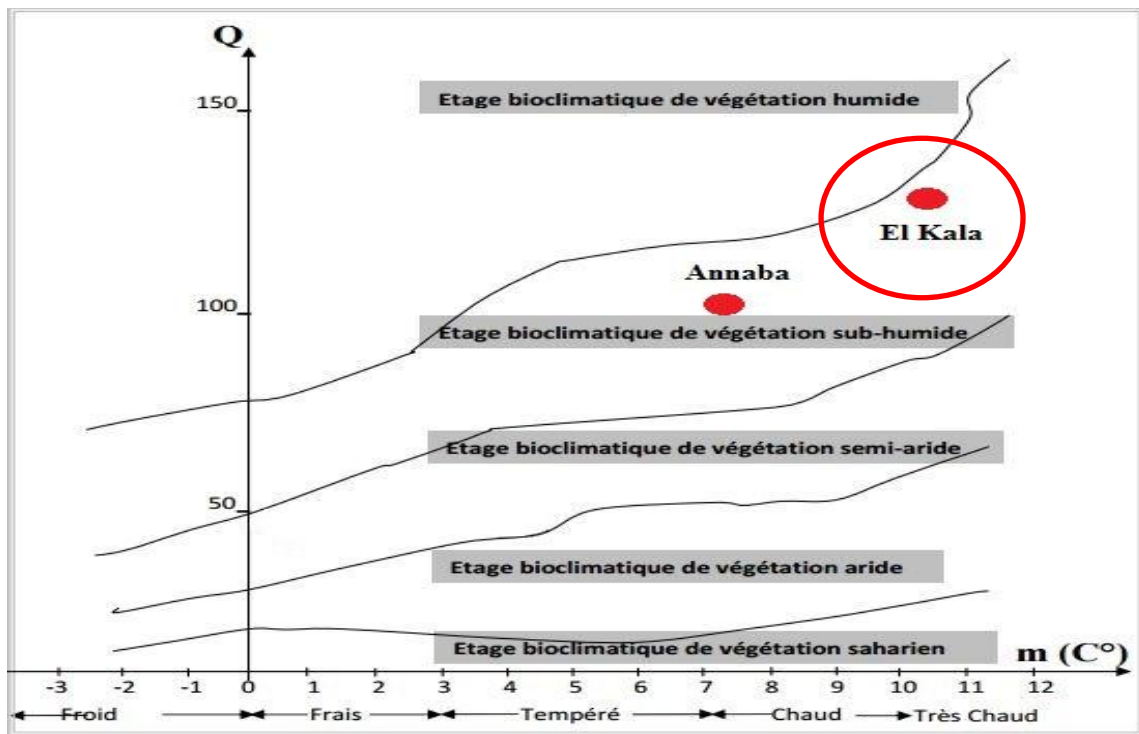


Figure. I.3 – Position de la région d’El-Kala dans le Climagramme d’Emberger (Djelloul, 2014).

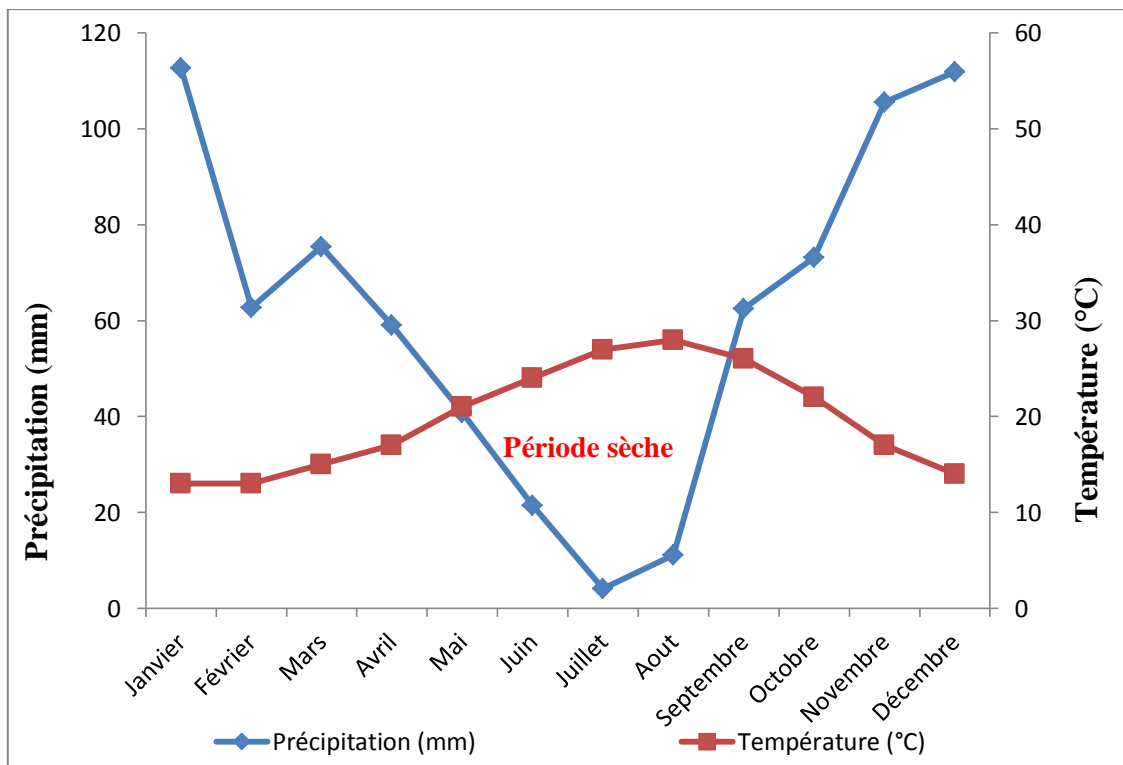


Figure. I.4 – Diagramme pluviothermique de Bagnouls et Gausson de la région d’El-Kala, (1995 - 2012).

**II. 7. Diversité biologique :**

Le lac Tonga compte quatre-vingt-deux espèces végétales qui appartiennent à 31 familles, parmi lesquelles 32 espèces sont classées d'assez rares à rarissimes (Kadid, 1989). Parmi les espèces rares : le Nénuphar blanc *Nymphaea alba* (Harbi, 2006).

**II. 7.1. Diversité Floristique :**

**II. 7.1.1. Végétation périphérique du Lac Tonga :**

Au niveau de la périphérie Nord du Lac Tonga se développe une aulnaie glutineuse *Alnus glutinosa* (Kadid, 1989), se développe une formation d'ormes *Ulmus campestris*, et le Laurier noble *laurus nobilis*. Vers le Nord-Ouest des plantations de peuplier de Virginie *Populus virginica*, peuplier blanc *Populus alba*, peuplier noir *Populus nigra*, d'*Acacia melanoxyton* et de cyprès chauve *Taxodium distichum* (Joleaud, 1936). Au Sud de l'aulnaie se trouve la saulaie du Tonga : *Salix alba*, *Salix nigra*, *salix pedicellata*, *salix cinerea*, *salix triandra*. Au niveau des plaines, la dominance agricole est très distinguée et la totalité des terres sont utilisées pour l'agriculture. Particulièrement celles des deux estuaires des oueds El-Eurg au Nord-Est et El-Hout au Sud-Est, également les colluvions argileuses et les marnes du Sud d'El-Aïoun sur lesquels un fourrage naturel formé d'un mélange de graminées et de légumineuses *Paspalum distichum*, *Cynodon dactylon*, *Trifolium arvens*, *Lolium italicum*, *Festuca onina*, particulièrement sur les alluvions de l'Oued El-Hout (Joleaud, 1936).

**II. 7.1.2. Végétation émergée :**

Selon Kadid (1989), la végétation émergées du Lac Tonga se regroupe en deux groupements (ceux du Massette *Typha angustifolia* et de l'espèce de graminée *Paspalum distichum*), et quatre associations (celles du Scirpe lacustre *Scirpus lacustris*, de l'Iris jaune *Iris pseudacorus*, du Rubanier *Sparganium erectum* et du roseau commun *Phragmites australis*). La surface du Lac est recouverte à 90 % d'une végétation émergente, dominée par la présence de *Scirpus Lacustris*, *Typha angustifolia*, *Phragmites australis*, *Nymphaea alba*, et *Iris pseudacorus*, (Kadid, 1989). Il existe 14 groupements dont dix associations, 82 espèces



végétales qui appartiennent à 31 familles floristiques, dont 32 espèces (39% de l'ensemble) sont classées d'assez rares à rarissimes (Kadid, 1989). Parmi les espèces rares figurent *Marsilea diffusa*, *Nymphaea alba*, *Utricularia exoleta*, *Marsilea quadrifolia*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Naja pectinata*, *Salvinia natans*, *Scirpus inclinatus*, *Scirpus supinus*, *Lemna trisulca*, *Ranunculus flammula*, *Utricularia exoleta*.

## **II. 7.1.3. Végétation immergée :**

Selon Kadid (1989), les espèces végétales immergées du Lac Tonga formant deux groupes : le groupe de Cératophylle dont le Cornifle d'eau *Ceratophyllum demersum* et du Nénuphar blanc *Nymphaea alba*. Essentiellement formée de Potamots *Potamogeton trichoïdes* particulièrement abondant aux abords du lac à de faibles profondeurs. *Potamogeton lucens* domine la partie centrale et enfin *Potamogeton pectinatus* qu'est faiblement représenté, se localise surtout au niveau du secteur Nord - Est. Les Potamots sont dans la plupart des cas associés à des Myriophylles *Myriophyllum spicatum*, *Myriophyllum verticellatum*, et très rarement avec *Myriophyllum alterniflorum* et *Ceratophyllum demersum*. *Ceratophyllum submersum* est une espèce rare dans un site envahi par le nénuphar blanc *Nymphaea alba* qui couvre de grandes surfaces à plusieurs centaines d'hectares (Abbaci, 1999).

## **II. 7.2. Diversité faunistique :**

La couverture végétale en mosaïque, la variété des groupements végétaux et la présence des plans d'eau libres ont permis la présence d'une grande diversité des habitats au sein du lac Tonga lui a valu son classement de plus important site de nidification en Afrique du Nord pour une multitude d'espèces. Le lac Tonga est également un refuge pour de nombreux oiseaux d'eau et rapaces hivernants.

### **II. 7.2.1. Avifaune :**

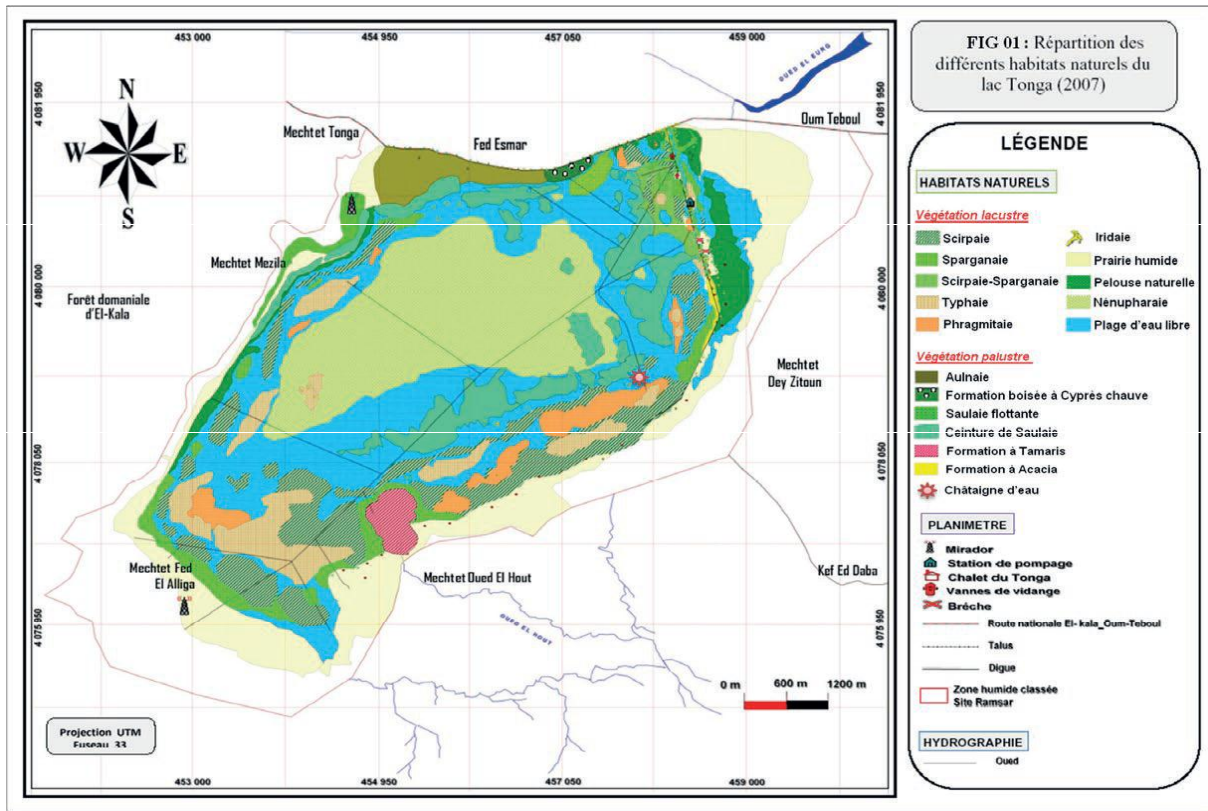
Le Lac Tonga, également le site de nidification le plus important d'Algérie et d'Afrique du nord pour les oiseaux d'eau. cet écosystème limnique est un excellent quartier d'hivernage pour les populations du Paléarctique occidental, comme il peut servir de terrain de repos pour d'autres espèces d'oiseaux pendant les périodes de migration, et ainsi un site de reproduction

pour les espèces : Podicipédidé : Grèbe castagneux *Podiceps ruficollis*, Grèbe huppé *Podiceps cristatus*, d'Ardeidae : Blongios nain *Ixobrychus minutus*, Bihoreau gris *Nycticorax nycticorax*, Crabier chevelu *Ardeola ralloides*, Héron garde bœuf *Ardea ibis*, Aigrette garzette *Egretta garzetta*, Héron pourpré *Ardea purpurea*, Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus*, et d'anatidés : Canard colvert *Anas platyrhynchos*, Le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* et l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, d'Aquilae : Busard des roseaux *Circus aeruginosus*, et la famille de Rallidés : la Poule d'eau *Gallinula chloropus*, la Poule sultane *Porphyrio porphyrio*, la Foulque macroule *Fulica atra*, et aussi de Stérninés la guifette moustac *Chlidonias bybrida* (Samraoui et Samraoui, 2008).

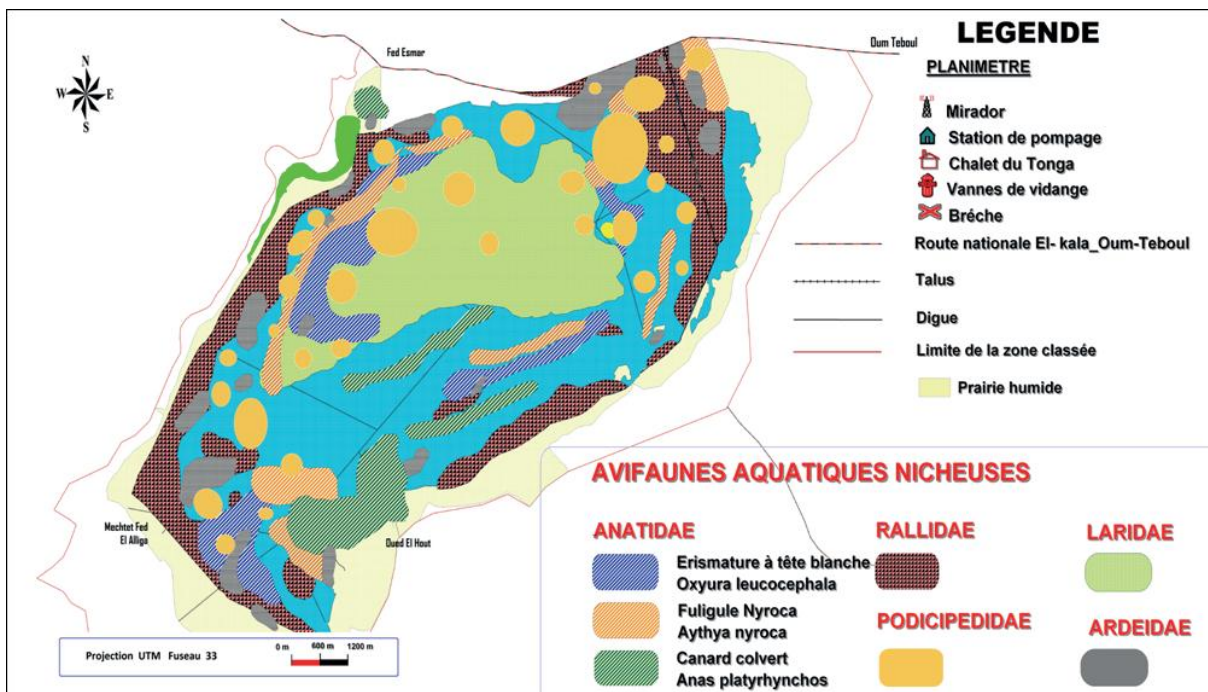
Au niveau du Lac Tonga, 170 espèces d'oiseaux d'eau sont comptées (12 espèces de rapace, 69 espèces protégées à savoir : l'Oie cendrée *Anser anser*, le Grue cendré *Grus grus*, la Tadorne de belon *Tadorna tadorna* et la Grande aigrette *Egretta alba*. La colonie mixte des hérons du lac Tonga est la plus importante et la plus ancienne en Afrique du nord. Il s'agit : du Héron garde bœuf *Ardea ibis*, de l'Aigrette garzette *Egretta garzetta*, du Crabier chevelu *Ardeola ralloides*, du Bihoreau gris *Nycticorax nycticorax*, du Héron pourpré *Ardea purpurea* et de l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus* (Samraoui et Samraoui, 2008 ; Bouchecker et al., 2009 ; Nedjah et al., 2010). Le site est ainsi d'importance internationale pour de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau, y compris des espèces hivernantes telles que le Canard siffleur *Anas penelope*, le Canard chipeau *Anas strepera*, le Canard pilet *Anas acuta* et l'Oie cendrée *Anser anser*, et des espèces nicheuses telles que l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* (Chettibi et al., 2013), le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* (Fouzari et al., 2015)

## **II. 8. Habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga :**

Saïfouni et Bellatreche (2014), ont identifié 16 habitats de reproduction dans lesquels nous La plus forte densité en oiseaux nicheurs a été observée au niveau du secteur Nord-Est du lac Tonga. Les habitats les plus utilisés sont représentés par la scirpaie, le rubanaie et la typhaie. L'espèce la plus abondante, est le Grèbe castagneux *Tachybaptus rufficollis*. Parmi lesquels 10 habitats appartiennent à la végétation lacustre et 6 habitats à la végétation palustre.



Carte. I.6 – Carte représentant la répartition des différents habitats de reproduction du Lac Tonga (Saïfouni et Bellatreche, 2014).



Carte. I.7– Carte représentant la répartition spatiale des oiseaux d'eau nicheurs du Lac Tonga (Saïfouni et Bellatreche, 2014).



Nénuphar blanc *Nymphaea alba*.



Scirpe lacustre *Scirpus lacustris*.



Végétations composants les ilotes flottants.



Végétations du périphérique du Lac Tonga.



Typha *Typha angustifolia* (Meniaia Z., 2012).

**Photographie. I.2** – Photographies représentant la végétation présente au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011 et 2012) (Djelailia A.).

---

**Chapitre II :**  
**Description du modèle biologique**

---

**Sommaire :**

**Chapitre II : Description du modèle biologique**

I. Historique	26
II. Biologie de l'espèce	28
II. 1. Systématique et taxonomie	28
II. 2. Caractéristique biométrique	29
II. 3. Identification et description générale	29
II. 4. Dimorphisme sexuel	30
II. 5. Chant	30
III. Ecologie de l'espèce	30
III. 1. Habitat et comportement	30
III. 1.1. Comportement durant la saison de reproduction	30
III. 1.2. Comportement hors la saison de reproduction	31
III. 1.3. Comportement et performance de reproduction	33
III. 1.4. Régime alimentaire	34
III. 1.5. Migration	34
IV. Distribution géographique et site de reproduction	35
IV. 1. Distribution mondiale	35
IV. 2. Distribution en Algérie	36
IV. 3. Déclin mondial	37
IV. 4. Menaces contre l'espèce	39

---

**I. Historique :**

En Afrique du Nord, et malgré son statut de sédentarité (Boumezbeur, 1993 ; Samraoui et al., 2011 ; Fouzari et al., 2015), peu de travaux lui ont été consacrés : El agbani (1997), El Agbani et Qninba (2008), El Agbani et al., (2009) et Rihane (2012) au Maroc, Azafzaf (2003) en Tunisie et Boumezbeur (1993), Boumezbeur et al. (2005), Houhamdi et Samraoui (2008), Aissaoui et al. (2009), Lazli (2011), Aissaoui et al. (2011), Lazli et al. (2012), Houmani (2012), Lardjane (2013), Bekhouche et al. (2013), Draïdi et al. (2013), Merzoug et al. (2014), Meziane et al. (2014) et Fouzari et al. (2015) en Algérie.

En Algérie, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* est confirmé nicheur et hivernant dans les zones humides du littoral (Boumezbeur, 1993 ; Isenmann et Moali, 2000 ; Samraoui et al., 2011 ; Merzoug, 2014 ; Fouzari et al., 2015). L'espèce a été signalé reproducteur dans une large variété d'habitats s'étendant des extensions dunaires (Samraoui et de Bélair, 1997) jusqu'au grande marais : Fetzara et la Mekhada (Samraoui et Samraoui, 2008; Samraoui et al., 2011). l'espèce est nicheuse régulière au niveau du lac Tonga (Samraoui et al., 2011). Cependant, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* peut aussi occuper les lacs salés, dites Sebkh, à travers les Hauts Plateaux Algériens : Tinsilt, s'étendant finalement jusqu'au grand Sahara Algérien (Boumezbeur et al., 2005 ; Samraoui et Samraoui, 2008 ; Samraoui et al., 2011). Il a ainsi été signalé au Sud du pays, à Tamerna/Touggourt, Ouargla surtout à El-Goléa où il niche de fort effectifs (Boumezbeur et al., 2005).

Durant la saison de l'hivernage, l'espèce a été signalé hivernante régulière dans les zones humides d'El-Kala. En outre, dans l'Oranais, les observations sont irrégulières. Au niveau de Garaet Timerganine, dans la Wilaya d'Oum El Bouaghi, Maazi (2009) a noté un effectif de 78 individus en mois de Septembre, début de saison d'hivernage.

Aissaoui (2011), a rapporté un effectif des individus hivernant fluctuant de 1500 à 3500 dans l'éco-complexe d'El Kala durant la saison d'hivernage Septembre 2002 à Mars 2009, avec un maximum de 3642 oiseaux enregistrés dans le mois de Janvier 2008. Au niveau du Lac Tonga, le suivi des effectifs de l'espèce qui ont été faites entre 2006 et 2008, a montré que l'espèce est généralement observés pendant toute l'année avec des faible effectifs relevé en hiver Lazli (2012), à partir de la mi-Mars les effectifs commencent à augmenter. Plusieurs observations ont été effectuées dans le Sud algérien, à El-Goléa, Tamerna / Touggourt et Ouargla, (Brahme et al., 1994 in Isenmann et Moali, 2000). Une observation de 13 individus

le 1 Octobre 1985 à Hassi Nebka (El Goléa) a sans doute concerné les migrateurs en route pour le Sahel (Isenmann et Moali, 2000).

la population nicheuse en Algérie, hiverne probablement au Sud du Sahara où une moyenne de 4000 individus a été dénombrée entre 1983 à 1987 dans le Delta intérieur du Niger au Mali (Roux et Jarry, 1984 ; Rose et Pirot, 1990 *in Isenmann et Moali*, 2000). Enfin, Boumezbeur (1993), signale qu'au Lac Tonga, un très petits nombre d'individus est observé entre le mois de Décembre et Janvier (généralement moins de 20 individus). L'arrivée des nicheurs ayant lieu entre la mi-février jusqu'au début de mars (en 1992, un nombre de 87 individus a été observé le 9 Février et environ 700 oiseaux le 13 Février de la même année). Les recensements de Janvier 1993 indiquent la présence 2000 individus (Rose et Taylor, 1993 *in Isenmann et Moali*, 2000), alors que en 1994, la population est estimée à 255 oiseaux (Rose, 1995 *in Isenmann et Moali*, 2000) et à 717 individus en Janvier 1997 (Benyacoub et Chabi, 2000). Le travail de Aissaoui (2009) sur le statut de l'espèce dans le lac Tonga indiquent que la population hivernante fluctue généralement entre 400 et 550 individus (du mois de Septembre jusqu'au mois de Décembre). Moali a relevé que la population nicheuse a été estimé de 466 males et 427 femelles en 2006, 376 males et 375 femelles en 2007 et 734 males et 728 femelles en 2008.

Non loin de l'Algérie, en Tunisie, l'espèce était considérée comme essentiellement migratrice, avec un petit effectif hivernant (Isenmann et *al.*, 2005). Azafzaf a suggéré en 2003 la présence de plus de 80 couples sur les sites de reproductions.

Au Maroc, Les marais du Bas Loukkos représentent l'unique site marocain où la population nicheuse du Fuligule nyroca s'est maintenue avec une dizaine de couples depuis les données recueillies à partir des années 1950 (Heim de Balzac et Mayaud, 1962), durant la période des années 1990 (El Agbani, 1997) et jusqu'à actuellement (Thévenot et *al.*, 2003 ; Qninba et *al.*, 2008) ; l'effectif de cette petite population reproductrice ne dépasse pas une dizaine de couples actuellement : 6-8 en 2005, 8-10 en 2008. Ailleurs au Maroc, le Nyroca n'a récemment niché qu'à Sidi Bou Ghaba (Thévenot et Qninba, 2003). Des observations récentes réalisées aux marais de Smir ou plusieurs couples se reproduisent en 2008 (El Agbani et *al.*, 2009) et d'autres réalisées à la Merja de Sidi Bou Ghaba, favorisent l'idée que l'espèce présente une extension dans d'autre zones (Qninba et El Agbani, 2008). 45 couples se sont reproduit en à El Fouarate près du Kénitra (Lahrouz et *al.*, 2012). Rihane a rapporté en 2012



que quatre couples ont niché dans l'estuaire d'Oued El Maleh en 2011 et ont produit 30 poussins.

Alors que les effectifs du Fuligule nyroca semblent en régression dans une partie de son aire de distribution asiatique : en Turquie, Turkménistan, Ukraine ...etc., en Europe montre des fluctuations, les populations du Maghreb se maintiennent et présente même une augmentation en Algérie et un retour de l'espèce en Tunisie et au Maroc (Robinson et Hughes, 2006).

## **II. Biologie de l'espèce :**

### **II. 1. Systématique et Taxonomie :**

La position systématique citée par Mullarney et *al.* (2007) est résumée dans le tableau. II.1 ci-dessous.

<b>Règne</b>	<i>Animalia</i>
<b>Embranchement</b>	<i>Chordata</i>
<b>Classe</b>	<i>Aves</i>
<b>Ordre</b>	<i>Ansériformes</i>
<b>Famille</b>	<i>Anatidae</i>
<b>Genre</b>	<i>Aythya</i>
<b>Espèce</b>	<i>Aythya nyroca</i> (Güldenstädt 1770)

Nom scientifique: *Aythya nyroca*

Autorité de l'espèce: (Güldenstädt, 1770)

Nom Commun: variable d'un pays à l'autre

Français: Fuligule Nyroca

Espagnole: Porrón Pardo

Italien : Moretta tabacata

Anglais: Ferruginous Duck, Ferruginous Pochard, White-eyed Pochard, Common White-eye

العربية : البطة الحديدية

Les Fuligules appartiennent au genre *Aythya* et sont tous des Canards plongeurs, il n'existe pas de sous espèce mais la littérature fournit dans plusieurs pays d'Europe et d'Asie que cette espèce peut s'hybrider avec le genre *Aythya* et d'autres genres *Anas* et *Netta*

(Photographie. II.2). Les études n'ont pas encore révélé que cela pourrait présenter un danger pour l'espèce qui est déjà menacé.

## **II. 2. Caractéristique biométrique :**

Les données biométriques fournis par la bibliographie sont résumées dans le tableau. II.2 (Cramp et Simmons, 1977 ; Heinzel et *al.*, 1992 ; Mullarney et *al.*, 2007).

<b>Taille</b>	38 à 42 cm
<b>Envergure</b>	60 à 67 cm
<b>Poids</b>	650 à 800 g
<b>Longévité</b>	8 ans

## **II. 3. Identification et description générale :**

Canard plongeur de taille moyenne, plus petite que le Fuligule Milouin, il ressemble à une femelle de Fuligule morillon *Aythya fuligula* avec un plumage très sombre (Géroutet et *al.*, 1946 ; Géroutet, 1972) Il peut être facilement identifié grâce à sa couleur de brun-marron velouté nettement visible du blanc des sous caudales. Les anatidés sont caractérisés par des poussins nidifuges, couverts par un épais duvet dès l'éclosion des œufs. Les juvéniles nyroca ressemblent beaucoup à une femelle (Henzel et *al.*, 1992).

Les Fuligules nyroca *Aythya nyroca* se rencontrent de façon habituelle dans les zones humides d'eau douce caractérisées par de forte densité de végétation (Photographie. II.3), les lagunes et les marais, mais trouvés régulièrement dans les eaux de mer en hiver, généralement dissimulé et ayant tendance à rôder entre les roseaux. Habituellement, sont des excellents plongeurs, dans les eaux peu profondes, et nagent souvent sous l'eau loin du danger; nagent en surface ou basculent pour se nourrir dans les zones humides. Ils sortent à la surface de l'eau plus facilement que les autres *Aythya* européen. Le vol est semblable à celui du Fuligule morillon *Aythya fuligula*, souvent assez bas et seulement pour des courtes distances. Dans leurs quartiers d'hivernage, ils forment des groupes en large bande, formant des couples le plus souvent, ou en petit groupes ne dépassant pas les 10 à 15 individus qui rarement se mélangent avec d'autres espèces (Cramp et Simmons, 1977).

#### **II. 4. Dimorphisme sexuel :**

Les deux sexes ont un plumage similaire, la seule différence qui existe entre le mâle et la femelle, et qui est visible à l'œil nu, est la couleur des yeux. Chez le mâle (Photographie. II.1), l'iris est blanc, par contre, chez la femelle, il est brun.

#### **II. 5. Chant :**

Espèce assez discrète. Les femelles font entendre un « kèrr-kèrr-kèrr ;... » sec, roulé, bourdonnant et résonnant de façon caractéristique, les mâles émettant « vih-viu » pendant la parade nuptiale et un cri rude et nasillard en staccato « tik-tik-tik,... » (Mullarney et *al.*, 2007).

### **III. Ecologie de l'espèce :**

#### **III. 1. Habitat et comportement :**

L'effectif du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* est corrélé aux paramètres limnologiques, à la profondeur de l'eau et aussi à la densité de la végétation (Petkov, 2004 ; Petkov, 2006 ; Green, 1998a). Le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* n'a pas un microhabitat spécialisé, il exhibe un large intervalle dans l'utilisation des habitats, cela exige des zones humides étendus et de grande densité de végétation (Green, 1998a) (Photographie. II.3), la végétation dense offre une bonne protection pendant la nidification pour plusieurs espèces d'oiseaux d'eau (Photographie. II.4). Le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* est concentré dans les plaines, s'étendant sporadiquement des altitudes moyennes jusqu'aux hautes altitudes.

#### **III. 1.1. Comportement durant la saison de reproduction :**

Pendant la saison de reproduction, l'espèce préfère les étendues d'eau douce peu profondes (marais et petits lacs) mais riches en végétation submergée et flottante, bordé par la végétation émergentes (Green, 1998 ; Saporetti, 2000), ainsi qu'en faune ce qui lui permettent de se nourrir, de se reproduire et de se cacher (Géroutet et *al.*, 1946). En Algérie, l'espèce niche surtout dans les sites du littoral algérien de faible altitude : la Numidie orientale : Bou Redim, Boussedra, Lac des Oiseaux, Marais de la Mekhada, Lac Tonga, la Numidie occidentale : Chichaya, Fetzara, Sidi Makhoulf (Samraoui et *al.*, 2011).

Ainsi que dans le Lac de Réghaia (Lardjane, 2013) et dans le complexe de Guerbes-Sanhadja (Metallaoui, 2012) jusqu'aux zones humides des haut plateaux d'Algérie de grande altitude : Tinsilt (Samraoui et *al.*, 2011)

Au Lac Tonga, son comportement au cours de la période de reproduction est dominé par le sommeil. Plus que 20 % des individus se comportent en sommeil selon des résultats rapporté par Draïdi (2013) ceci pourrait être expliqué par la récupération des réserves énergétiques des mâles après une série des comportements reproductifs (Draïdi, 2013).

L'alimentation se manifeste globalement durant cette période, tôt le matin et très tard dans la journée confirmant la théorie d'une alimentation nocturne (Houhamdi et Samraoui, 2001 ; Draïdi, 2013).

### **III. 1.2. Comportement hors la saison de reproduction :**

Juste après la reproduction, les mâles subissent une mue complète des rémiges alaires durant la période allant de Juin à Aout. Les femelles subissent une mue, 4 à 6 semaines plus tard, en Hivers, une mue partielle des plumes a eu lieu, qui chevauche souvent avec la mue post-nuptiale (Cramp et Simmons, 1977), ou l'espèce passe la majorité de son temps en comportement de repos dans des étendus isolé entourés de roseaux, ou dans un groupe dans les eaux libre (Petkov et Mittev, 2001).

Le choix de l'habitat pendant la saison d'hivernage, et similaire de celui de la saison de reproduction, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* est actif essentiellement en soirée et dans la bonne matinée. Dans la journée, il dort sur des bancs émergés ou directement sur l'eau. Il est assez solitaire et très discret. Il aime se nourrir au sein de la végétation palustre ou à proximité, ce qui le rend souvent discret et se fait passer inaperçu. En hiver, il est plus grégaire et aime les grandes étendues d'eau où il forme des bandes. Il est possible de le rencontrer sur les rivages de la mer (Cramp, 1977 ; Cramp et Simmons, 1977).

Le comportement alimentaire chez les canards permet de les regrouper en deux groupes :

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

A



B



**Identification du sexe :**

Mâle : l'œil est blanc

Femelle : yeux foncés

Plumage : marron-roux foncé

(Mullarney et al., 2007).

**Photographie. II.1** – Photographie et identification du sexe du Fuligule nyroca *Aythya nyroca*.

A : mâle. B : femelle. (Mullarney et al., 2007).

(Photos par János Olah, Hungary Hide Photography, 2011).

A



B



**Photographie. II.2** – Photographie présentant des hybrides de Fuligule nyroca *Aythya nyroca*. A : F. milouin \* F. nyroca (1); B : F. morillon \* F. nyroca (2).

Au niveau du Lac Tonga, La formation végétale est dominée par de forte densité de scirpe lacustre *Scirpus lacustris* et de typha *Typha angustifolia* accompagnés par le Phragmite *Phragmites australis*, l'Iris *Iris pseudacorus* et le Nénuphar *Nymphaea alba*, (Photographie. II.3), ces formations végétales pouvant atteindre une hauteur maximale de 148,33 cm (Draïdi, 2013), le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* fréquente généralement la totalité de la surface du Lac Tonga. Les observations qui ont été effectuées par Draïdi (2013), montrent que les milieux exploités par l'espèce sont caractérisés par une profondeur moyenne variant entre  $70 \pm 37,41\text{cm}$  et  $130 \pm 16,32\text{ cm}$ .

Concernant l'exploitation du Lac Tonga par l'espèce, des observations qui ont été réalisées par Draïdi (2013), dans le but de caractériser l'habitat et mesurer l'activité humaine sur la population de notre espèce, montre que la distance minimale entre les individus et la berge et supérieure à 10 m, la distance maximale observée dépasse les 200 m. aussi le plus grand effectif d'individu se regroupe à une distance entre 50 et 100 m, tandis qu'entre 10 à 50 m de très faible effectif ont été enregistrés. Aussi notre modèle biologique deviendrait moins farouche dans les endroits où la fréquentation humaine est excessive et permanente (Draïdi, 2013).

Les résultats obtenu par Draïdi (2013) ont montrés qu'une grande partie des activités de l'espèce s'effectuent à une distance variant de 50 à 150 m par rapport à la berge. Cependant 50% de comportement de confort s'effectue à une distance de 50 à 100 m et que le comportement d'alimentation enregistre des pourcentages plus au moins importante dépassent le 30% à une distance entre 100 et 200 m. Le comportement de reproduction a été observé à une distance dépassent le 50 m.

Le comportement d'alimentation de l'espèce enregistré au niveau du Lac Tonga, a montré des pourcentages importants dépassant les 30% à une distance entre 100 et 200 m (Draïdi, 2013).

### **III. 1.3. Comportement et performance de reproduction :**

Le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* est une espèce sélective dans le choix de ses habitats de reproduction (Petkov, 2003,2012), cette exigence d'habitat de reproduction peut expliquer sa répartition limitée en Europe (Robinson, 2003 ; Robinson et Hughes, 2003a ; Robinson et Hughes, 2003b ; Robinson et Hughes, 2006). L'espèce occupe des zones humides de caractéristique spécifique pour la reproduction, et si ces caractéristiques sont altérés par les

conditions environnementales et les activités humaines, l'endroit sera abandonné ou pas inoccupé (Petkov, 2012).

Le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* est une espèce monogame et son association avec son partenaire dure en général une seule saison et la plupart des oiseaux arrivent à leurs site de reproduction en couples (Petkov, 2000). La nidification se déroule entre la fin Avril jusqu'à fin Juin. Il n'y a qu'une seule couvée annuelle. La femelle construit un nid directement sur le sol et à proximité de l'eau, voire en partie dans l'eau. Parfois, elle utilise un îlot de végétation au milieu d'un étang ou d'un lac (Photographie. II.4). Le nid du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* est une sorte de dépression d'une structure très solide et en forme de cuvette bien couverte de végétation, et des œufs couvert de duvet (Petkov, 2012) (Photographie. II.4). La ponte est composée de 7 à 10 œufs, de couleur crème, que la femelle couve durant 25 à 28 jours. A noter que la femelle peut pondre dans le nid d'autres anatidés (surtout le Fuligule milouin). Les jeunes sont indépendants et aptes à voler vers l'âge de 55 jours, atteignent leur maturité sexuelle à un an ou parfois deux ans (Cramp et Simmons, 1977).

### **III. 1.4. Régime alimentaire :**

Le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* est omnivore, mais le matériel végétal prédomine, se nourrissant essentiellement de graines et de plantes aquatiques qu'il recueille en surface ou sur la berge du lac. Cependant, il complète son alimentation avec des invertébrés liés au milieu lacustre : mollusques, crustacés, insectes et leurs larves (Cramp et Simmons, 1977 ; Dementiev et Gladkov, 1952). Son gain journalier en nourriture est < 100 g (Paspaleva et *al.*, 1984).

Les étendus d'eau peu profonde (de 30 à 100 cm) au prêt des fortes densités de végétation littoral et une grande couverture de végétations flottantes, est l'habitat favorisé pour le comportement d'alimentation (Green, 1998a).

### **III. 1.5. Migration :**

La migration postnuptiale se déroule à partir du mois de Septembre jusqu'au mois de Novembre. Contrairement aux autres canards plongeurs européens, de nombreux Fuligule

*nyroca Aythya nyroca* passent l'hiver en Afrique. Les principales zones d'hivernage sont de l'est de l'Afrique (Soudan et Éthiopie) à l'ouest jusqu'au Sénégal et parfois jusqu'au Kenya au sud. Il n'est observé qu'irrégulièrement sur la côte atlantique africaine. Il hiverne aussi dans les plaines proches des mers Noire et Caspienne, sur les côtes de la Méditerranée, sur le Nil, dans le golfe persique, dans le nord de l'Inde, en Birmanie septentrionale et en Chine méridionale mais en plus petit nombre. Son hivernage dans le Nord-Ouest européen est accidentel (Robinson et Hughes, 2003b).

#### **IV. Distribution géographique et site de reproduction :**

Le Fuligule *nyroca Aythya nyroca* est un canard assez silencieux, largement réparti en Asie, Afrique et en Europe. Au début du 20<sup>em</sup> siècle, il a été l'un des anatidés les plus répartis dans une grande partie de son rang. Depuis, il a subi un déclin de sa population (Ali et Ripley, 1978 ; Perennou et al., 1994 ; Callaghan, 1997 ; Kirwan, 1997 ; Lopez et Mundkur, 1997 ; Grimmett et al., 1999 ; Islam, 2003 ; Robinson et Hughes, 2003a ; Robinson et Hughes, 2003b ; Petkov et Kutsarov, 2007) ; L'espèce a été régulièrement enregistrée dans 77 pays et en moins dans 26 autres comme vagabond (Robinson et Hughes, 2006).

Espèce peut être étudiée, considérée à la fois nicheuse et migratrice dans la région du paléarctique, de l'Europe de l'Est jusqu'en Asie centrale (Robinson et Hughes, 2006). Se reproduit au moins dans 41 pays, principalement dans le paléarctique, avec une distribution fragmentée de son aire de reproduction s'étendant de l'Europe de l'Ouest jusqu'à l'Ouest de la Chine et la Mongolie, et du Nord de l'Iran jusqu'à la Lituanie (Robinson et Hughes, 2005) et l'Afrique du Nord (Cramp et Simmons, 1977) (Carte. II.1 ; Carte. II.2).

##### **IV. 1. Distribution mondiale :**

Le Fuligule *nyroca Aythya nyroca* a une distribution estivale et une distribution hivernale. Sa distribution estivale s'étend de l'Asie centrale jusqu'à la Grèce, le Sud-Est de l'Espagne et en Afrique du Nord. Elle se reproduit principalement en Pologne, Italie et en Balkans à l'Ouest jusqu'en Sibérie centrale. À l'Est, elle se reproduit en Mongolie et en Chine



occidentale, mais peut de donnée sont disponible. Sa distribution atteint du Nord la Lituanie et du Sud l'Iran. Ailleurs, sa distribution est fragmentée. Il niche de façon régulière en Italie, en Autriche, en Tchéquie, en Algérie et en Arabie Saoudite. De façon occasionnelle en France et en Allemagne. De façon sporadique au Maroc et en Espagne (Tableau. II.3). Sa distribution hivernale et estivale se chevauche en pouvant attendre le Moyen-Orient jusqu'à l'Inde, dans la Méditerranée et en Afrique tropicale à l'Ouest et dans l'Asie centrale à l'Est. Les oiseaux d'Europe hivernent majoritairement en Afrique du Nord et en Afrique de l'Ouest. Les populations méditerranéennes sont subdivisées en deux groupes : une population eurasiennne situé dans la rive Nord et une seconde population des pays du Maghreb et du Sahel (Green et El Hamzaoui, 1998 ; Green et al., 1999 ; Green et al., 2002 ; Robinson et Hughes, 2003b) (Carte. II.1).

#### **IV. 2. Distribution en Algérie :**

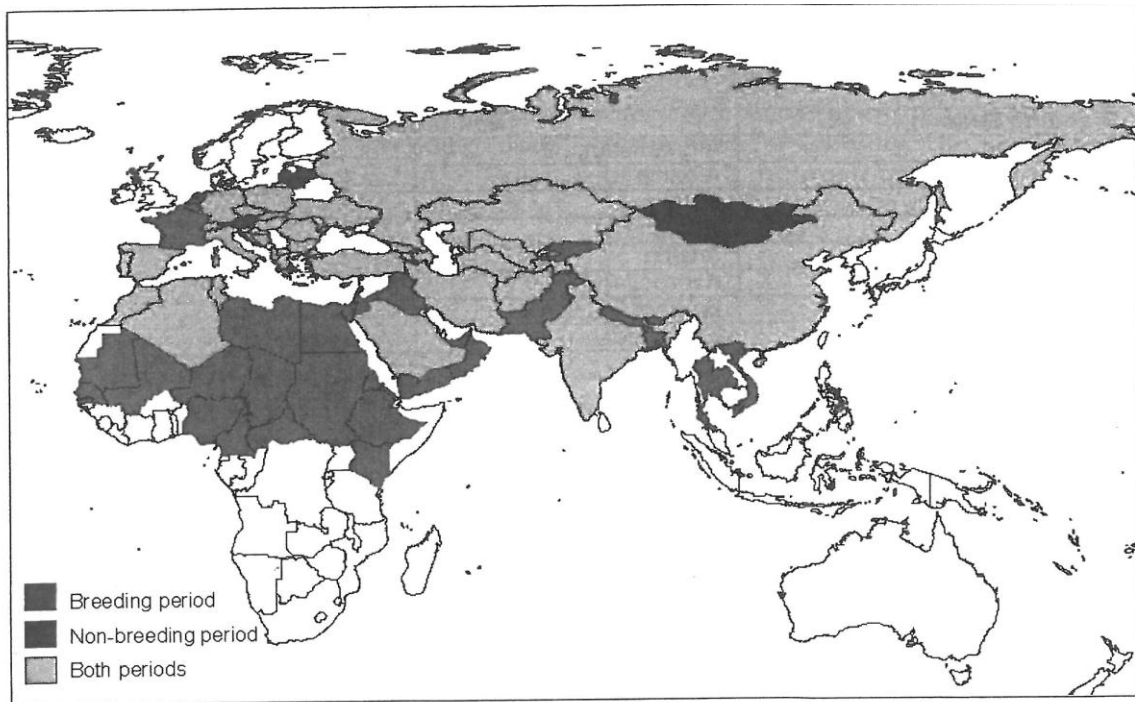
En Algérie, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* est présente au niveau de la Numidie orientale : Estah, Dakhla, Khoud el Barouk, Salines, Lac Bleu, Sidi Achour, Lac Okréa, Chatt ; au niveau de la Numidie occidentale : Bouina, Guelb, Hadj Tahar, Ouajaa, Sidi Fritis ; dans la région de Guelma à Beljoudi ; dans le complexe de Jijel : Beni Belaïd, Kennar, Dans la région d'Alger : Lac de Réghaïa ; Dans le complexe d'Oran : Dayet Morcelly, Sidi Chahmi ; Dans les Hauts plateaux : Tazougart II, Timerganine, Boulhilet, Bazer Sakra, le reservoir de Boughzoul et au niveau du Sahara algérien : El Goléa, Merja Hamraïa I (Samraoui et al., 2011).

L'espèce se reproduit dans une variété d'habitats s'étendant des extensions dunaires (Samraoui et de Bélair, 1997) jusqu'au grand marais : Fetzara et la Mekhada (Samraoui et Samraoui, 2008 ; Samraoui et al., 2011), l'espèce niche régulièrement au niveau du lac Tonga (Samraoui et al., 2011). Et au niveau de la réserve naturelle du Lac de Réghaïa (Lardjane, 2013). Confirmé nicheuse aussi au niveau de la Numidie orientale : Bou Redim, Boussehra, Lac des Oiseaux, Marais de la Mekhada, Lac Tonga ; la Numidie occidentale : Chichaya, Sidi Makhoulouf. Cependant, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* peut aussi occuper les Lacs salés, dites Sebkhah, à travers les Hauts Plateaux Algériens : Tinsilt, s'étendant finalement jusqu'au grand Sahara Algérien (Samraoui et Samraoui, 2008 ; Samraoui et al., 2011). Il a ainsi été signalé au Sud du pays, à Tamerna / Touggourt, Ouargla surtout à El-Goléa où il niche avec des effectifs très importants (Boumezbeur et al., 2005) (Carte. II.2).

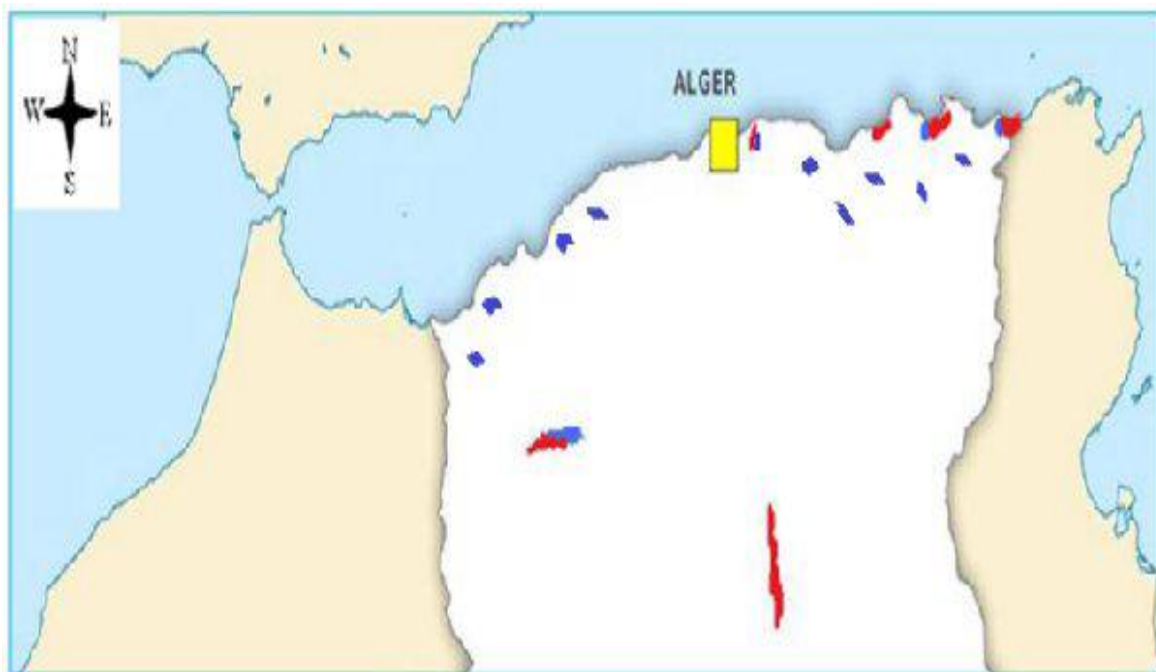
#### IV. 3. Déclin mondial :

Au début de ce siècle, le le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* a été décrit étant l'une des espèces de canard les plus répandus dans le monde. Depuis, il a subi un déclin global. L'espèce a été régulièrement enregistré dans 77 pays et a été enregistré dans 26 autres pays comme vagabond (Robinson et Hughes, 2006). Le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* se reproduit au moins dans 41 pays. Selon des données récentes, en Hiver, 50 000 individus ont été recensés au Pakistan, 30 000 en Mongolie, 21 000 à Turkménistan, 8530 au Tchad et 14 000 au Mali, ce qui implique que la population mondiale de l'espèce est plus grande qu'elle a été toujours estimée, soit 50 000 individus. Donc un minimum de 70 000 à 100 000 individus nicheur semble être l'effectif mondial, ou peut être plus élevé. De plus, parmi les 41 pays où l'espèce se reproduit, 16 (39%) pays ne fournissent pas de données sur la tendance de la population de l'espèce. La plupart des 26 autres pays ont rapporté un déclin dans l'effectif du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* qui se reproduit pendant les sept dernières années. À l'exception de l'Italie, qui a rapporté une augmentation dans l'effectif. 8 pays (31%) ont expérimenté un déclin d'au moins 50% de la population du Fuligule nyroca *Aythya nyroca*. Dans 8 autres pays (31%), un déclin de 20 - 49%. Dans 6 pays (23%), l'effectif est stable et dans 3 pays (12%), le nombre a été fluctuant (Robinson et Hughes, 2003b).

Le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* hiverne dans 73 pays. La tendance des effectifs hivernant reste toujours peu claire. Parmi ces 73 pays, 56 (77%) ne fournissent aucune estimation de la tendance de leur population. Quelques données disponibles pour les 17 autres pays, dans 10 pays (59%) l'effectif a été fluctuant, 2 pays ont expérimenté un déclin de 50%, 3 pays ont rapporté un déclin de 20 à 49% et dans 2 pays s'affiche une augmentation de 20 à 49%. Dans les 185 IBA identifiés par BirdLife Internationale pour le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, moins de 9% sont protégés (Robinson et Hughes, 2003b).



**Carte. II.1** – Carte représentant l’aire de distribution globale du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* selon les pays (Robinson et Hughes, 2003b).



**Carte. II.2** – Carte représentant l’aire de distribution du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* en Algérie;

■ : Hivernage, ■ : Nidification (Lazli, 2011).

**IV. 4. Menaces contre l'espèce :**

Le problème qu'envisage le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, selon Birdlife International (2000), est bien le déclin de sa population de 30% dans la dernière décennie, ce qui va probablement continuer dans les prochaine 10 années.

La destruction des zones humides dans son aire de distribution et la chasse ont été les causes principales du déclin drastique dans son effectif et son rang. La pollution, le changement dans la dynamique des espèces autochtones et le dérangement sont aussi des causes clé de ce déclin. (Figure. II.1).

Selon Robinson et Hughes (2003a), les menaces qui pèsent principalement sur le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* peuvent être résumées dans les points suivants :

- Perte et dégradation de l'habitat (zones humides).
- Sécheresse et changements climatiques.
- Chasse excessive.
- Empoisonnement par le plomb (saturnisme).
- Compétition avec les espèces exotiques invasives.
- Noyade dans les filets de pêche et dérangements par les persécutions humaines.
- Compétition avec les espèces indigènes

Tableau. II.3 – Distribution géographique du Fuligule Nyroca *Aythya nyroca* pendant un cycle annuel (Robinson et Hughes, 2006).

Saison de reproduction (45 pays)		Hors la saison de reproduction (69 pays)		
Afghanistan	Mongolie	Afghanistan	Allemagne	Portugal
Albanie	Maroc	Albanie	Grèce	République de Moldova
Algérie	Pologne	Algérie	Hongrie	Romanie
Arménie	Portugal	Arménie	Inde	URSS
Australie	République de	Azerbaïdjan	Irak	Arabie Saoudite
Azerbaïdjan	Moldova	Bengladesh	Iran	Sénégal
Belarus	Romanie	Belgique	Palestine	Serbie et Monténégro
Belgique	URSS	Bosnie et	Italie	Slovaquie
Bosnie et Herzégovine	Arabie Saoudite	Herzégovine	Jordanie	Slovénie
Bulgarie	Serbie et	Bulgarie	Kazakhstan	Espagne
Chine	Monténégro	Cameron	Kanye	Soudan
Croatie	Slovaquie	République	Liban	Suisse
République de Check	Slovénie	d’Afrique	Libye	Syrie
Géorgie	Espagne	Centrale	Mali	Tadjikistan
Allemagne	Suisse	Tchad	Malta	Thaïlande
Grèce	Tadjikistan	Chine	Mauritanie	FYR Macédoine
Hongrie	Pays-Bas	Croatie	Mongolie	Pays-Bas
Inde	Tunisie	Chypre	Maroc	Tunisie
Iran	Turquie	République de	Myanmar	Turquie
Palestine	Turkménistan	Check	Népal	Turkménistan
Italie	Ukraine	Égypte	Niger	Ukraine
Kazakhstan	Ouzbékistan	Eretria	Nigeria	Ouzbékistan
Lettonie		Ethiopie	Oman	Yémen
Lituanie		Gambie	Pakistan	
		Géorgie	Pologne	

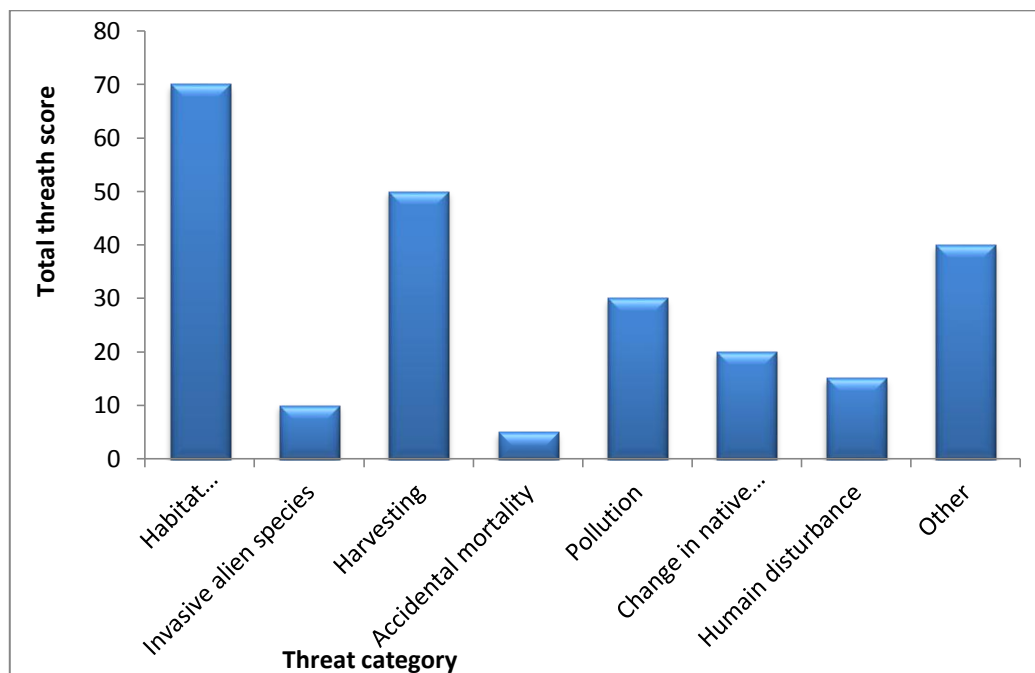


Figure. II.1 – Menaces qui pèsent principalement sur le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* (Robinson et Callaghan, 2003).



**Photographie. II.3** – Photographies représentant l’habitat du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011 et 2012) (Djelailia A.).



**Photographie. II.4** – Photographies représentant des nids bien dissimulés du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011 et 2012).

**A** : Nids vides ; **B** : Nids pleins (Djelailia A.).

---

**Chapitre III :**  
**Matériel et méthodes**

---



**Sommaire :**

**Chapitre III : Matériel et méthodes**

I. Période d'étude	43
II. Méthodologie d'étude des paramètres de l'écologie de la reproduction	43
II. 1. Délimitation de la station d'étude	43
II. 2. Chronologie de la ponte	44
II. 3. Ecologie de la reproduction	44
II. 3.1. Recherche et localisation des nids	44
II. 3.2. Mesure des caractéristiques des nids	44
II. 4. Phénologie de la reproduction	45
II. 4.1. Caractéristiques des œufs	45
II. 4.2. Grandeur de ponte	45
II. 4.3. Durée d'incubation	45
II. 4.4. Ecllosion des nids	46
➤ Succès de la reproduction	46
➤ Succès des œufs à l'éclosion	46
II. 5. Parasitisme conspécifique et parasitisme interspécifique	46
III. Analyses statistiques	46

---

**I. Période d'étude :**

À l'échelle de l'espèce, une forte pression sélective s'impose sur chaque individu pour faire une date et une grandeur de ponte optimales. Cela se traduit, par faire coïncider une taille de ponte qui correspond à une période de l'année offrant les meilleures ressources trophiques pour la survie de la couvée (Arnold, 1992 ; Ludvig et *al.*, 1995 ; Schoech 1996). L'étude des paramètres de l'écologie de reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* débute dès la découverte du premier œuf pondu jusqu'à l'éclosion des œufs durant les deux saisons de reproduction 2011 et 2012 au niveau du lac Tonga. Le déplacement à l'intérieur du lac s'est fait par deux méthodes : le large du lac Tonga a été prospecté à l'aide d'un kayak manœuvré à main, le littoral du lac a été prospecté à pied. Les données sont collectés du 16 avril jusqu'au 09 aout 2011, et du 13 avril jusqu'au 10 juillet 2012, à raison d'une sortie chaque trois jours.

**II. Méthodologie d'étude des paramètres de l'écologie de la reproduction :**

L'objectif de cette étude est de comprendre l'écologie de la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du lac Tonga, contribué à la connaissance de la dynamique de sa population via les résultats de la reproduction. Pour qu'elle soit efficace, un échantillonnage méthodique s'est mis en place durant les deux années d'étude 2011 et 2012.

**II. 1. Délimitation de la station d'étude :**

La grande superficie du lac Tonga rend la recherche et la découverte de la totalité des nids difficilement applicable, elle nécessite un investissement en temps et en personnel pour localiser tous les nids, en plus notre objectif est l'étude de l'écologie de la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, l'estimation de la population nicheuse du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* par recherche des nids ne rentrait pas dans notre objectif, cela mérite une étude à part.

Donc une délimitation d'une zone précise était nécessaire, le choix de cette zone n'était pas fait au hasard, mais on a choisi la zone là où on a déjà étudié la reproduction de l'espèce en 2008 et 2009. La recherche des nids a toujours été menée sur la même zone chaque année, soit la zone Sud-Est, à raison de deux sorties chaque trois jours. Cette zone a été divisée en deux secteurs, le secteur dit littoral du lac ou la prospection a été faite à pied et le secteur dit large du lac ou la prospection a été réalisée à l'aide d'un Kayak.

## **II. 2. Chronologie de la ponte :**

Date de la première ponte représente la date à laquelle le premier œuf est pondu. Les données sur la période de ponte ont été enregistrées et analysées en fonction de la date de la première ponte (Lack, 1950). La période de ponte correspond à la durée entre la ponte du premier œuf du couple le plus précoce et la ponte du premier œuf du couple le plus tardif. La chronologie de la ponte est calculée à partir du premier œuf pondu jusqu'au dernier par rapport au laps de temps.

## **II. 3. Ecologie de la reproduction :**

### **II. 3.1. Recherche et localisation des nids :**

La recherche systématique des nids s'applique bien sur les canards plongeurs, surtout sur les espèces qui nichent dans la végétation (Bezzel, 1969), cette recherche systématique des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* consiste à effectuer un balayage dans la végétation émergente sur toute la surface du secteur étudié afin de repérer les habitats susceptibles d'accueillir les nids de l'espèce durant la saison de reproduction (Photographie. III.1).

Une fois localisé, le nid est d'abord numéroté (Soit N1 pour le premier nid trouvé, N2 pour le deuxième ....etc.) (Photographie. III.4), le positionnement géographique des nids détectés a été enregistré à l'aide d'un GPS (Garmin eTrex Summit HC) ce qui rend pratique la recherche et la localisation des nids déjà marqués dans les prochaines sorties évitant de gaspiller le temps, nous les avons inspectés à raison d'une sortie par trois jours dès le début de la saison de reproduction (Avril) jusqu'à l'éclosion des derniers œufs (Aout) (Photographie. III.2).

### **II. 3.2. Mesure des caractéristiques des nids :**

Après localisation des nids, on a caractérisé l'habitat de notre espèce en mesurant plusieurs paramètres écologiques biotiques et abiotiques de chaque nid pour mieux déterminer les milieux favorables pour notre espèce, les descripteurs collectés ont été notés sur un carnet de note.

Pour caractériser les nids, on a attribué un nombre à chaque nid, les diamètres internes, externes et la hauteur (en centimètre) des nids ont été pris en utilisant un mètre, puis le volume du nid a été calculé à travers la formule :

$$VE = \frac{2}{3} * \pi * R^3 / 1000 \text{ cm}^3$$

soit :  $\pi = 3,14$  ;  $R$  : le rayon.

Les caractéristiques de l'habitat accueillant le nid ont été mesurées, la profondeur d'eau à l'extérieur du nid a été mesurée à l'aide d'un profondimètre (Photographie. III.3), le type de végétation a été noté et son hauteur a été mesuré par un mètre. Aussi le matériel végétal composant le nid a été identifiés.

Il est à noter que le recouvrement végétal ou les nids sont construits a été toujours considéré de 100% puisque la densité de végétation a été toujours forte.

#### **II. 4. Phénologie de la reproduction :**

Les paramètres liés à la reproduction ont été aussi calculé :

##### **II. 4.1. Caractéristiques des œufs :**

Pour chaque ponte, les œufs ont été marqués par un marqueur permanent, puis ils sont mesurés. La longueur (L) et la largeur (l) ont été mesurées, en millimètre, à l'aide d'un pied à coulisse digital d'une précision de 0.01 cm) (Photographie. III.5).

Le volume des œufs a été rétro-calculé via la formule de Hoyt ( $V = 0.509 * L * l^2 / 1000 \text{ cm}^3$ ) (Hoyt, 1979).

Ou  $L$  : longueur de l'œuf (mm) ;  $l$  : Largeur de l'œuf (mm) ;  $V$  : volume de l'œuf ( $\text{cm}^3$ ).

##### **II. 4.2. Grandeur de ponte :**

La grandeur de ponte définit le nombre d'œufs qu'une femelle peut pondre. Chaque ponte a été suivi dès le jour de sa découverte, la grandeur de ponte est le nombre d'œuf pondu par la femelle dans un nid, sauf les nids qui sont arrivés à l'éclosion ont été pris en considération dans le calcul de la grandeur de ponte.

##### **II. 4.3. Durée d'incubation :**

La durée d'incubation c'est la période qui sépare la ponte du dernier œuf de l'éclosion des œufs.

**II. 4.4. Eclosion des nids :**

➤ **Succès de la reproduction :**

Le succès de la reproduction est le nombre de nid éclos par rapport au nombre total des nids marqués. Un nid a été considéré comme abandonné si les œufs sont froids dans plusieurs sorties et lorsqu'ils changent de couleur. Le nid a été considéré comme prédaté s'il existe des signes de prédation et lorsque les signes n'existent pas il est considéré comme vandalisé.

➤ **Succès des œufs à l'éclosion :**

C'est le nombre d'œufs éclos par rapport aux nombre total d'œufs pondus dans les nids considérés comme succès.

**II. 5. Parasitisme conspécifique et parasitisme interspécifique:**

Pour le parasitisme, on n'a pas mis un protocole d'étude. Pour l'identification du parasitisme conspécifique (Photographie. III.6), il a été enregistré de deux critères : la règle de la ponte d'un œuf par jour et la présence d'un nouvel œuf après l'achèvement de la ponte (Yom-Tov, 1980 ; Arnold, 1993 ; Lyon, 1993 ; McRae et Burke, 1996 ; McRae, 1997 ; Jamieson et *al.*, 2000 ; Green et Hughes, 2001 ; Green et Hughes, 2005). Le parasitisme interspécifique, (Photographie. III.7), a été noté après la présence des œufs différents appartenant à différente espèce dans le nid (Yom-Tov, 1980).

Le parasitisme interspécifique a été enregistré en impliquant le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* comme espèce parasite.

**III. Analyses statistiques :**

Le Microsoft Excel nous a servi de faire les graphes de représentation et les camemberts, ainsi que le calcul des moyennes et des écarts types pour les différents paramètres étudiés. Les données liées à la reproduction ont été traité par le logiciel E views, en présentant les statistiques descriptives en moyenne  $\pm$  écart-type

Nous avons comparé les variables suivantes entre les deux années on utilisant une analyse de variance (One way ANOVA)

- Caractéristiques de l'habitat (La hauteur moyenne de végétation)

- Caractéristiques des nids (la profondeur de l'eau)
- Les caractéristiques des œufs (longueur, largeur et volume)
- La grandeur de ponte
- Le taux d'éclosion des œufs

Un modèle linéaire généralisé (GLM) avec une distribution Poisson a été réalisé pour tester l'influence de la date de ponte, le volume des œufs et les facteurs environnementaux comme la profondeur d'eau, le type de végétation, la densité et la hauteur de la végétation sur la grandeur de ponte.

Un GLM binomial a été fait pour vérifier si les mêmes variables ont une influence sur le résultat de la nidification (réussite / échec). La qualité du modèle a été évaluée en utilisant le log-likelihood des données compte tenu des paramètres estimés. Le likelihood ratio test a été utilisé pour évaluer l'effet de l'ajout ou de l'élimination séquentielle d'un ou plusieurs paramètres. Des comparaisons entre des mesures des caractéristiques de nids publiées avec celles de la présente étude ont été effectuées à l'aide de tests t. Les analyses statistiques ont été effectuées en utilisant R (R development Core Team 2015).



**Photographie. III.1** – Photographies représentant la recherche des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011 et 2012) (Djelailia A.).



**Photographie. III.2** – Photographies représentant le repérage des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011 et 2012) (Djelailia A.)



**Photographie. III.3** – Photographie représentant la mensuration de la profondeur de l'eau à l'emplacement du nid du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* à l'aide d'un profondimètre (Djelailia A.).



**Photographie. III.4** – Photographie représentant la numérotation du nid du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* à l'aide d'un marqueur permanent (Djelailia A.).



**Photographie. III.5** – Photographies représentant la mensuration de la biométrie des œufs du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* à l'aide d'un pied à coulisse (Djelailia A.).



**Photographie. III.6** – Photographie représentant l'identification du parasitisme conspécifique chez le Fuligule nyroca (Djelailia A.).



**Photographie. III.7** – Photographie représentant l'identification du parasitisme interspécifique chez le Fuligule nyroca (Djelailia A.).





---

**Chapitre IV :**  
**Résultats et discussion**

---

**Sommaire :**

**Chapitre IV : Résultats et discussion**

I. Résultats	50
Distribution	50
I. 1. Résultats de la saison 2011	50
I. 1.1. Chronologie et période de ponte	50
I. 1.2. Ecologie de la reproduction	53
I. 1.2.1. Distribution des nids dans le couvert végétal	53
a. Type de végétation	53
b. Hauteur de végétation	54
I. 1.2.2. Caractéristiques des nids	57
I. 1.3. Phénologie de la reproduction	62
I. 1.3.1. Caractéristiques des œufs	62
I. 1.3.2. Taille et Grandeur de ponte	65
I. 1.3.3. Durée d'incubation	65
I. 1.3.4. Eclosion, succès de la reproduction et facteurs d'échec de la reproduction	65
I. 1.3.5. Succès des œufs à l'éclosion	71
I. 1.4. Parasitisme conspécifique et interspécifique des pontes	71
I. 2. Résultats de la saison 2012	76
I. 2.1. Présentation du secteur d'échantillonnage	76
I. 2.2. Chronologie et période de ponte	76
I. 2.3. Ecologie de la reproduction	79
I. 2.3.1. Distribution des nids dans le couvert végétale	79
a. Type de végétation	79
b. Hauteur de végétation	79
I. 2.3.2. Caractéristiques des nids	83
I. 2.4. Phénologie de la reproduction	87
I. 2.4.1. Caractéristiques des œufs	87
I. 2.4.2. Taille et grandeur de ponte	90
I. 2.4.3. Durée d'incubation	90

<b>Chapitre IV :</b>	<b>Résultats et discussion</b>
I. 2.4.4. Ecllosion, succès de la reproduction et facteurs d'échec de la reproduction	<b>90</b>
I. 2.4.5. Succès des œufs à l'éclosion	<b>92</b>
I. 2.5. Parasitisme conspécifique et interspécifique des pontes	<b>92</b>
I. 3. Quelques aspects comparatifs des résultats des deux années 2011 et 2012	<b>96</b>
I. 3.1. Chronologie de la ponte	<b>96</b>
I. 3.2. Ecologie de la reproduction	<b>96</b>
I. 3.2.1. Distribution des nids dans le couvert végétale	<b>96</b>
a. Type de végétation	<b>96</b>
b. Hauteur de végétation	<b>97</b>
I. 3.2.1. Caractéristiques des nids	<b>97</b>
I. 3.3. Phénologie de la reproduction	<b>103</b>
I. 3.3.1. Caractéristiques des œufs	<b>103</b>
I. 3.3.2. Taille et grandeur de ponte	<b>103</b>
I. 3.3.3. Ecllosion et succès de la reproduction	<b>106</b>
I. 3.4. Parasitisme et chronologie de la ponte	<b>106</b>
I. 3.5. Comparaison du succès et échec de la reproduction entre les nids du littorale et les nids du large du Lac Tonga	<b>110</b>
II. Discussion	<b>118</b>
II. 1. Chronologie des pontes	<b>119</b>
II. 2. Ecologie de la reproduction	<b>120</b>
II. 2.1. Sélection des sites de nidification	<b>120</b>
II. 2.2. Distribution des nids dans le couvert végétal	<b>121</b>
II. 2.2. Caractéristique des nids	<b>122</b>
II. 3. Phénologie de la reproduction	<b>123</b>
II. 3.1. Caractéristiques des œufs	<b>123</b>
II. 3.2. Grandeur de ponte	<b>124</b>
II. 3.3. Ecllosion, succès de la reproduction et facteurs d'échec de la reproduction	<b>125</b>
II. 3.4. Succès des œufs à l'éclosion	<b>127</b>
II. 4. Parasitisme conspécifique et interspécifique des pontes	<b>127</b>

---

**I. Résultats :**

**Distribution:**

Le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* est répandu, occupant une variété des zones humides à travers l'Algérie. S'étendant des bassins de dunes, des lacs d'eau douce et des marais saumâtres dans les zones côtières aux vastes lacs salés dans les Hauts Plateaux et du Sahara (figure 1). Sa reproduction aussi est répandu, enregistrée dans une variété d'habitats (lacs d'eau douce, bassins de dunes et lacs salés). Les coordonnées GPS des sites sont mentionnés dans Samraoui et Samraoui (2008) (carte. IV.1).

**I. 1. Résultats de la saison 2011 :**

Pendant la saison d'échantillonnage 2011, 29 sorties ont été effectuées et 59 nids de Fuligule nyroca *Aythya nyroca* ont été recensés puis suivis de manière méthodique, soit une sortie chaque trois jours dès le jour de leur enregistrement, dans différentes strates de végétations émergente au niveau du Lac Tonga.

**I. 1.1. Chronologie et période de ponte :**

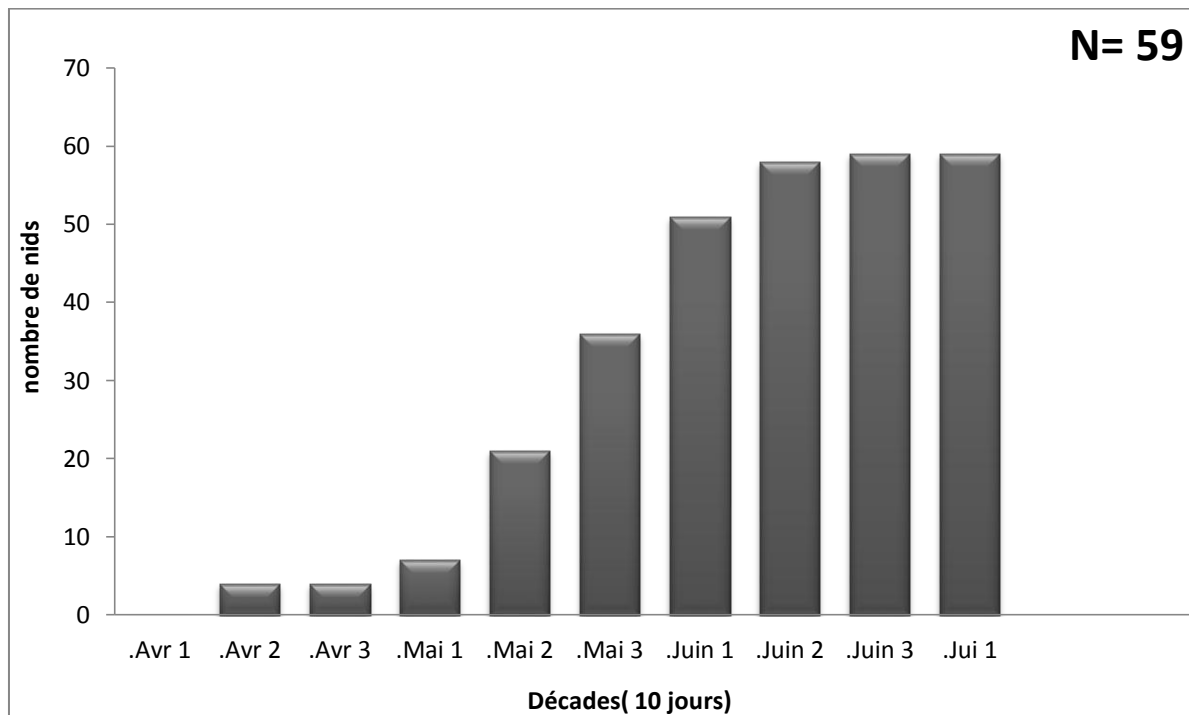
Au cours de la première année d'échantillonnage 2011, au niveau du Lac Tonga, les premiers nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* ont été enregistrés à partir de la deuxième dizaine du mois d'avril, soit 4 nids qui ont été notés le 16 avril, la ponte s'est étalée sur 12 semaines, entre la deuxième dizaine du mois d'avril jusqu'à la mi-juillet avec un pic vers la troisième dizaine du mois de juin (Figure. IV.1).

La femelle Fuligule nyroca *Aythya nyroca* pond un seul œuf par jour. Un nid a été enregistré le 22 mai 2011, soit N21, contenant un œuf frais, visité une seconde fois le 27 mai, 5 œufs ont été notés. (Identique aux données fournis par Cramp et Simmons 1977).

Les résultats résumés dans le Tableau. IV.1 et qui montre le calendrier mensuel de la ponte du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* pendant l'année d'étude 2011, nous a permis de constater que 49,15% des pontes ont eu lieu le mois de juin (en majorité la première dizaine du mois de juin).



**Carte. IV.1** – Carte de l’Algérie représentant la cartographie de le distribution du *Fuligule nyroca Aythya nyroca* . 1 = Boussedra (B), 2 = Chatt (B), 3 = Dakhla (B), 4 = Estah (B), 5 = Khoud El Barouk (B), 6 = Lac Bleu, 7 = Lac des Oiseaux (B), 8 = Lac Okréa, 9 = Salines, 10 = Sidi Achour (B), 11 = Lake Tonga (B), 12 = Bouina (B), 13 = Fetzara (B), 14 = Guelb, 15 = Hadj Tahar (B), 16 = Ouajaa, 17 = Sidi Fritis, 18 = Sidi Makhlouf (B), 19 = Beljoudi, 20 = Beni Belaïd, 21 = Kennar, 22 = Bazer Sakra, 23 = Boughzoul’s Reservoir, 24 = Boulhilet, 25 = Timerganine, 26 = Tinsilt, 27 = Tazougart II, 28 = Lac de Réghaia, 29 = Dayet Morcelly, 30 = Sidi Chahmi, 31 = Lac Télamine, 32 = El Goléa (B), 33 = Merja Hamra II.  
(B) reproduction.



**Figure. IV.1** – Chronologie de la ponte du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). N : Nombre de nids.

**Tableau. IV.1** – Calendrier mensuel des pontes du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011).

Désignation	Avril	Mai	Juin	Juillet
Pourcentage (%)	6,78	44,07	49,15	00

**I. 1.2. Ecologie de la reproduction :**

**I. 1.2.1. Distribution des nids dans le couvert végétal :**

La recherche des nids pour qu'elle soit systématique dans la station d'étude, cette dernière a été divisée en deux secteurs, le secteur dit : littorale du Lac ou la recherche des nids s'est fait sans Kayak et le secteur dit : large du Lac ou la recherche s'est fait à l'aide d'un Kayak, les nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* sont des nids bien cachés dans la végétation très dense, toujours de forte densité, construit essentiellement de Scirpe Lacustre *Scirpus Lacustris* et la majorité d'entre eux sont couverts de duvet (Photographie. IV.1).

**a. Type de végétation :**

Le Lac Tonga constitue un habitat favorable pour la nidification de l'espèce, il y a une claire dominance de ces strates de végétation : Scirpe Lacustre *Scirpus Lacustris*, Nénuphar blanc *Nymphaea alba*, la Typha *Typha angustifolia* et le Phragmite *Phragmites australis* (Samraoui et al, 2013). Le choix de l'emplacement du nid est établi en fonction du type de végétation le plus développé à la date de ponte.

En 2011, les résultats montrent que le Scirpe Lacustre *Scirpus Lacustris* est la strate de végétation la plus dominante utilisée comme micro-habitat de reproduction ou 45% des nids sont installés dans cette strate de végétation. De plus la strate du Scirpe Lacustre *Scirpus Lacustris*, les ilots flottants du Lac Tonga construit aussi un habitat favorable pour l'espèce, 30% de la totalité des nids sont installés sur ces ilots, les ilots sont construit d'une association de végétation : Scirpe Lacustre *Scirpus Lacustris*, Lythrum *Lythrum salicaria*, Phragmite *Phragmites australis* et de Typha *Typha angustifolia*. L'occupation des ilots par les nids était avec des proportions différentes : 14% des nids sont installés dans l'association (*Scirpus Lacustris* et *Lythrum salicaria*), 14% dans l'association (*Scirpus Lacustris* et *Lythrum salicaria* et *Phragmites australis*) et 2% des nids sont installés dans le Lythrum *Lythrum salicaria*. L'habitat composé de Typha *Typha angustifolia* et l'habitat composé d'une association du Scirpe Lacustre *Scirpus Lacustris* et la typha *Typha angustifolia* accueil chacun 9% des nids de l'espèce.

Finalement, les associations : (*Scirpe Lacustre Scirpus Lacustris* et le Phragmite *Phragmite*



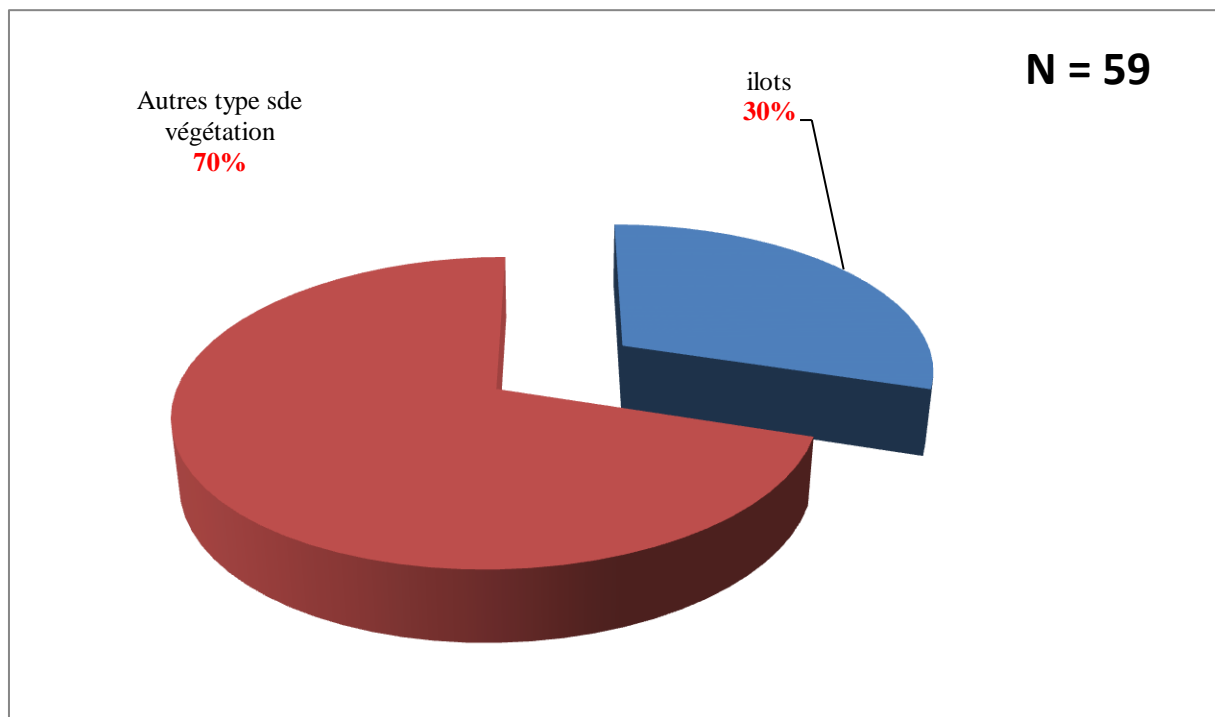
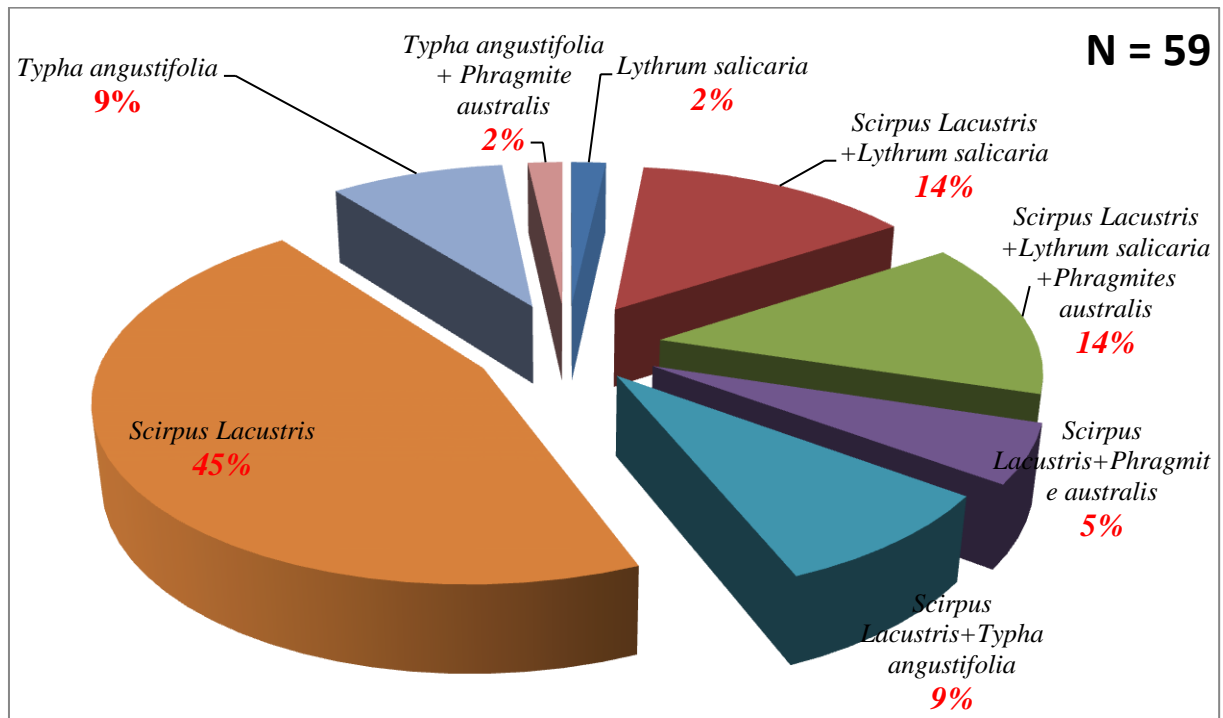
*australis*) aussi (la Typha *Typha angustifolia* avec le Phragmite *phragmite australis*) comporte chacune 5% et 2% des nids respectivement, comme le résume la Figure. IV.2.

**b. Hauteur de végétation :**

Le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* nécessite une forte concentration de végétation émergente et flottante à fin de construire des nids bien cryptés (Petkov, 2012)

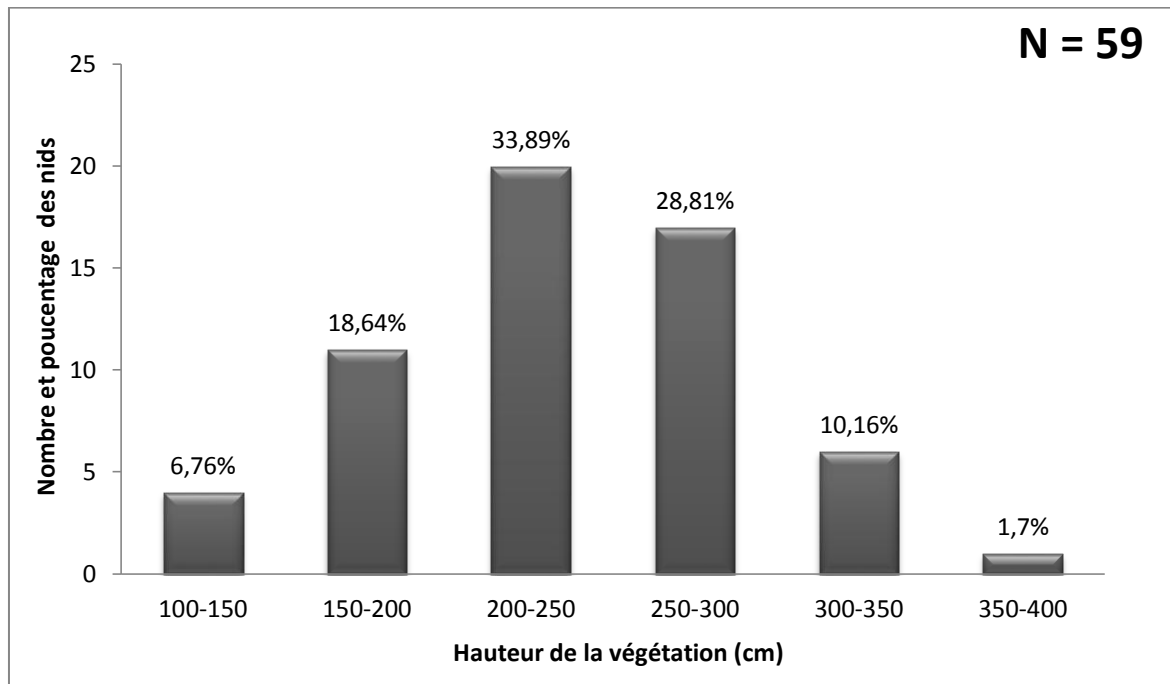
Les données collectées en 2011 montre que la hauteur de végétation utilisée par l'espèce tend de 130 à 355 cm, en moyenne  $243,24 \pm 51,51$  cm de hauteur, 81,35% des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, soit (N = 48 nids), sont installés dans des habitats ou la hauteur de végétation est dans l'intervalle ]150 – 300 cm] d'entre elle : 18,64% (N = 11nids) des nids sont installés dans la strate de ]150 – 200 cm] de hauteur, 33,9% (N = 20 nids) un nombre importants des nids ont été trouvé dans la strate mesurant entre ]200 – 250 cm] de hauteur et 28,81% (N = 17 nids) des nids dans la strate ]250 – 300 cm]. Le reste des strates, soit : ]300 – 350 cm], ]100 – 150 cm] et ]350 – 400 cm] n'hébergent qu'un faible nombre de nids : 10,16% (N = 6 nids), 6,78% (N = 4 nids) et 1,7% (N = 1 nids) respectivement.

La figure. IV.3 résume le nombre de nid distribué selon les différentes hauteurs de végétation au niveau du Lac Tonga en 2011.



**Figure. IV.2** – Répartition des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* dans les strates de végétation au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011).

N : Nombre de nids.



**Figure. IV.3** – Distribution des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* selon les différentes hauteurs de végétation au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011).

**N** : Nombre de nids.

**I. 1.2.2. Caractéristiques des nids :**

Le nid du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* est une sorte de dépression, d'une structure très solide et en forme de cuvette bien couverte de végétation, et des œufs couverts de duvet. Le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* a fini de dissimuler bien son nid, fréquente les fortes concentrations de végétation émergente et flottante (Petkov, 2012) (Photographie. II.4a ; Photographie. IV.1).

En 2011, l'espèce étudiée présentait des caractéristiques des nids différentes d'un nid à autre. Pour le matériel de construction des nids, 47%, soit (N = 28/59 nids) des nids étaient composés de Scirpe lacustre *Scirpus lacustris*, les autres compositions figurent dans la Figure.IV.4.

Le diamètre externe varie de 15 à 36 cm, présentant une moyenne de  $27,10 \pm 4,41$  cm, 52,54% des nids, soit (N = 31/59 nids), ont mesuré entre 26 et 30 cm. Le diamètre interne se retrouvait dans une fourchette entre 07 à 22 cm avec une moyenne de  $13,67 \pm 2,80$  cm, 61,01% des nids, soit (N = 31/59 nids), ont présenté un diamètre interne de 12 à 15 cm (Tableau. IV.2).

La hauteur du nid a varié de 6 à 35 cm avec une moyenne de  $13,83 \pm 5,05$  cm, 59,32% des nids, soit (N = 31/59 nids), ont montré une hauteur allant de 9 à 15 cm. Le volume estimé des nids a été calculé à partir de la formule du volume d'une demi-sphère  $V = \frac{2}{3} * \pi * R^3 / 1000$ , soit R : le rayon et  $\pi = 3,14$ . Les résultats ont révélé que le volume du nid est en moyenne de  $56,00 \pm 23,9$  cm<sup>3</sup>, le minimum est de 8,83 cm<sup>3</sup> et le maximum est de 122,08 cm<sup>3</sup> (Tableau. IV.2).

La profondeur de l'eau à l'extérieur des nids affiche une moyenne de  $149,69 \pm 73,70$  cm, d'une valeur minimale de 20 cm et une valeur maximale de 255 cm. 52,54% des nids, soit (N = 31/59 nids), figurant dans la profondeur variant de 150 à 250 cm, Comme le montre le (tableau. IV.2) ci-dessous. 37,29% des nids sont installés dans des strates où la profondeur de l'eau est dans l'intervalle de ]200 – 250 cm], cela traduit les îlots, autre pourcentage remarquable : 28,81% des nids sont installés dans des strates où la profondeur de l'eau est dans l'intervalle de ]50 – 100 cm] c'est la strate du Scirpe dans le littoral du Lac Tonga. Les autres distributions de nids selon les différentes profondeurs d'eau sont résumées dans la Figure.IV.5.

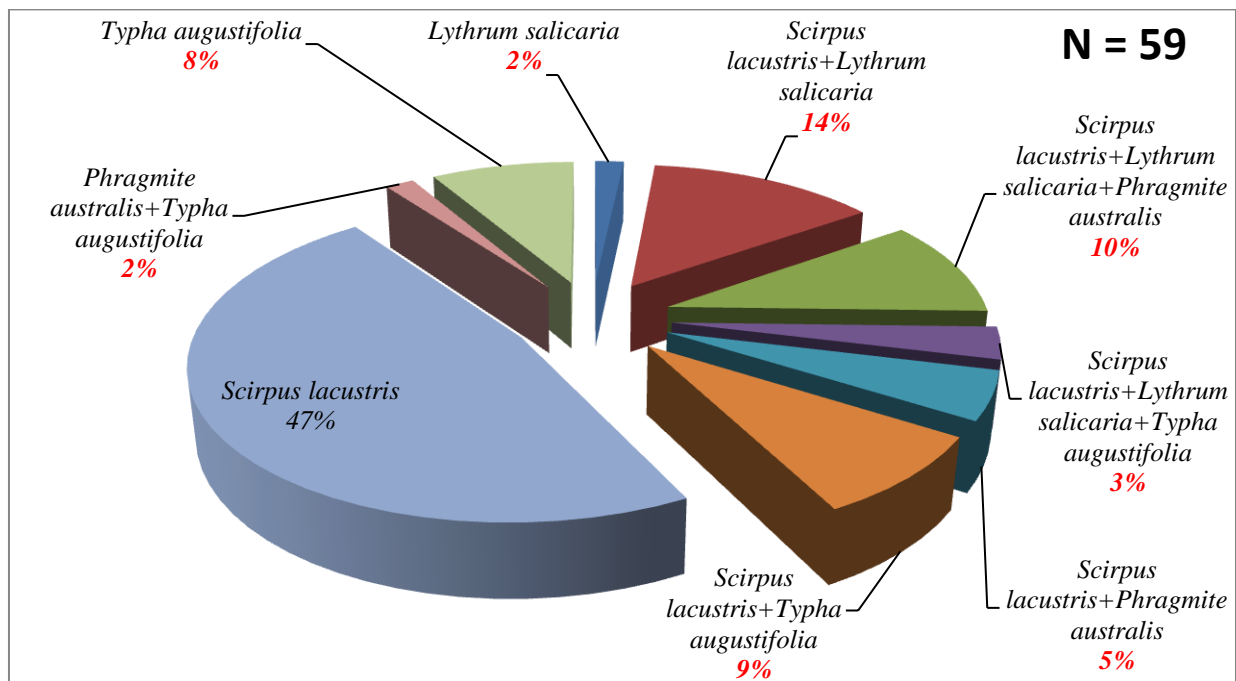
La végétation où le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* a niché est toujours de forte densité. La hauteur moyenne de végétation a été de  $243,24 \pm 51,51$  cm tendant de 130 à 355 cm. 81,35% des nids, soit (N = 48/59 nids), sont construits dans une hauteur qui varie de 150 à 300 cm (Figure.IV.3).

L'analyse de la variance (ONE WAY ANOVA 2011 :  $F_{21, 606} = 1,105$  ;  $P < 0,38$ ) a montré qu'il n'existe pas de compromis entre le volume de nid et la taille de ponte durant l'année 2011.

Le tableau. IV.2 ci-dessous résume les caractéristiques des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau Lac Tonga, Nord-Est Algérien en 2011, avec un total de N = 59 nids.

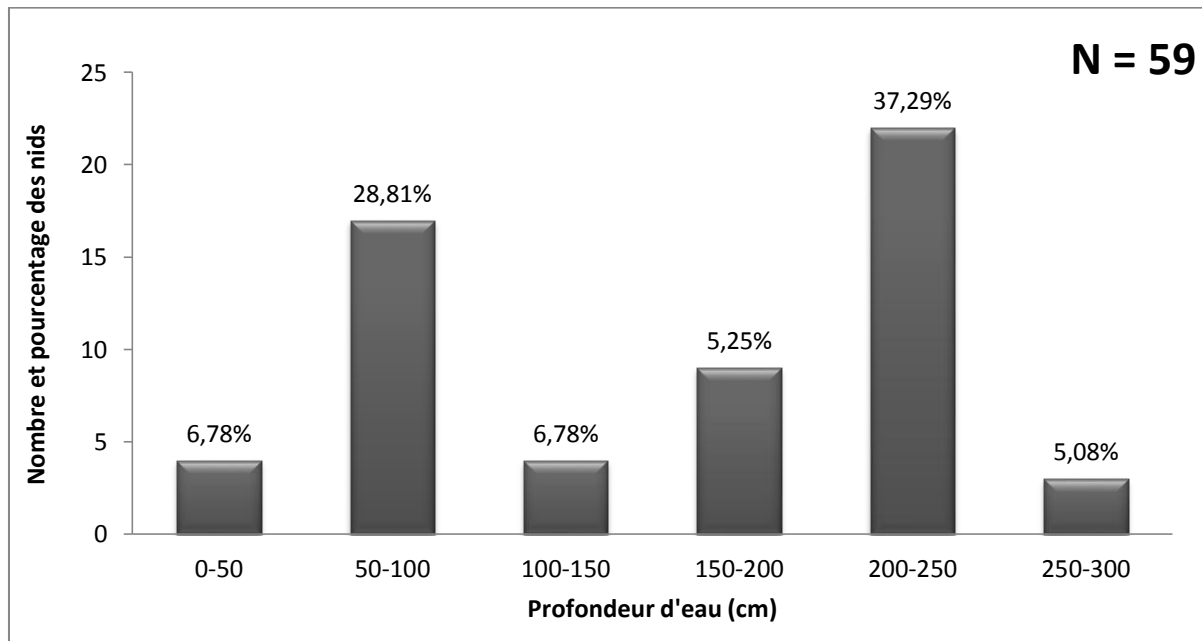
**Tableau. IV.2** – Caractéristiques des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). N : nombre de nids.

Désignation	Moy. ± S.D	Min.	Max.	N
Diamètre externe (cm)	27,10 ± 4,41	15	36	59
Diamètre interne (cm)	13,67 ± 2,80	07	22	59
Hauteur de nid (cm)	13,83 ± 5,05	6	35	59
Volume estimé (cm <sup>3</sup> )	56,00 ± 23,9	8,83	122,08	59
Profondeur d'eau (cm)	149,69 ± 73,70	20	255	59
Hauteur de végétation (cm)	243,24 ± 51,51	130	355	59



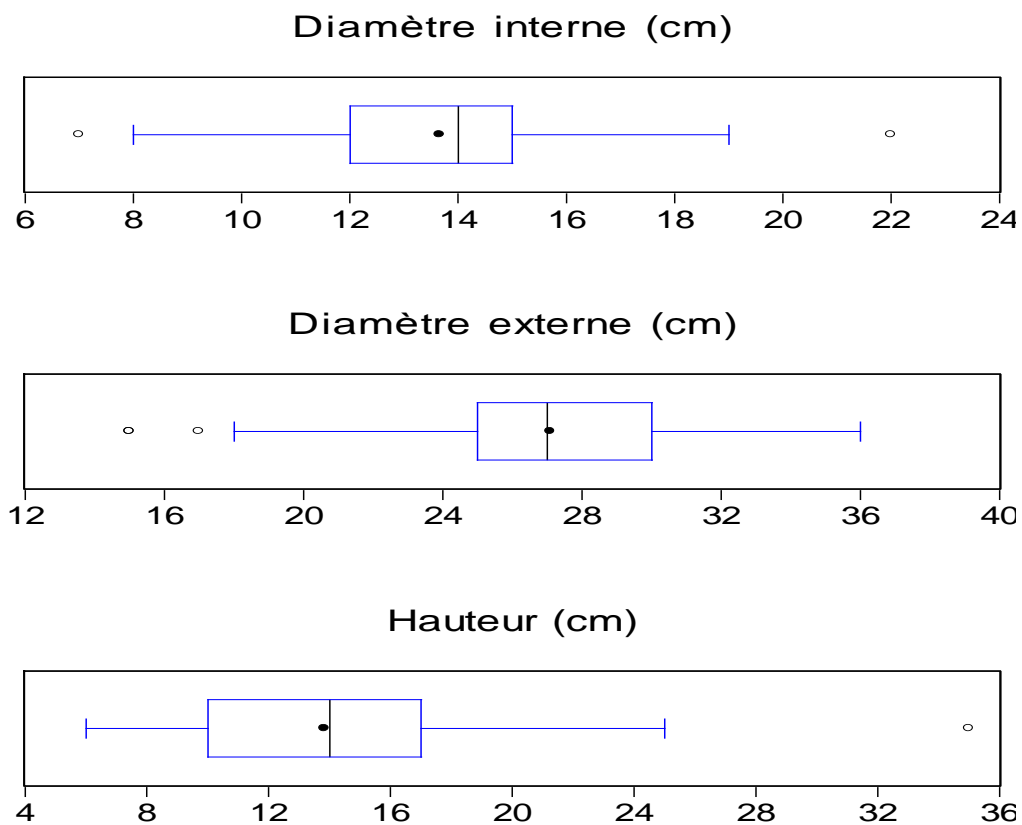
**Figure. IV.4** – Matériels de construction des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011).

N : nombre de nids.



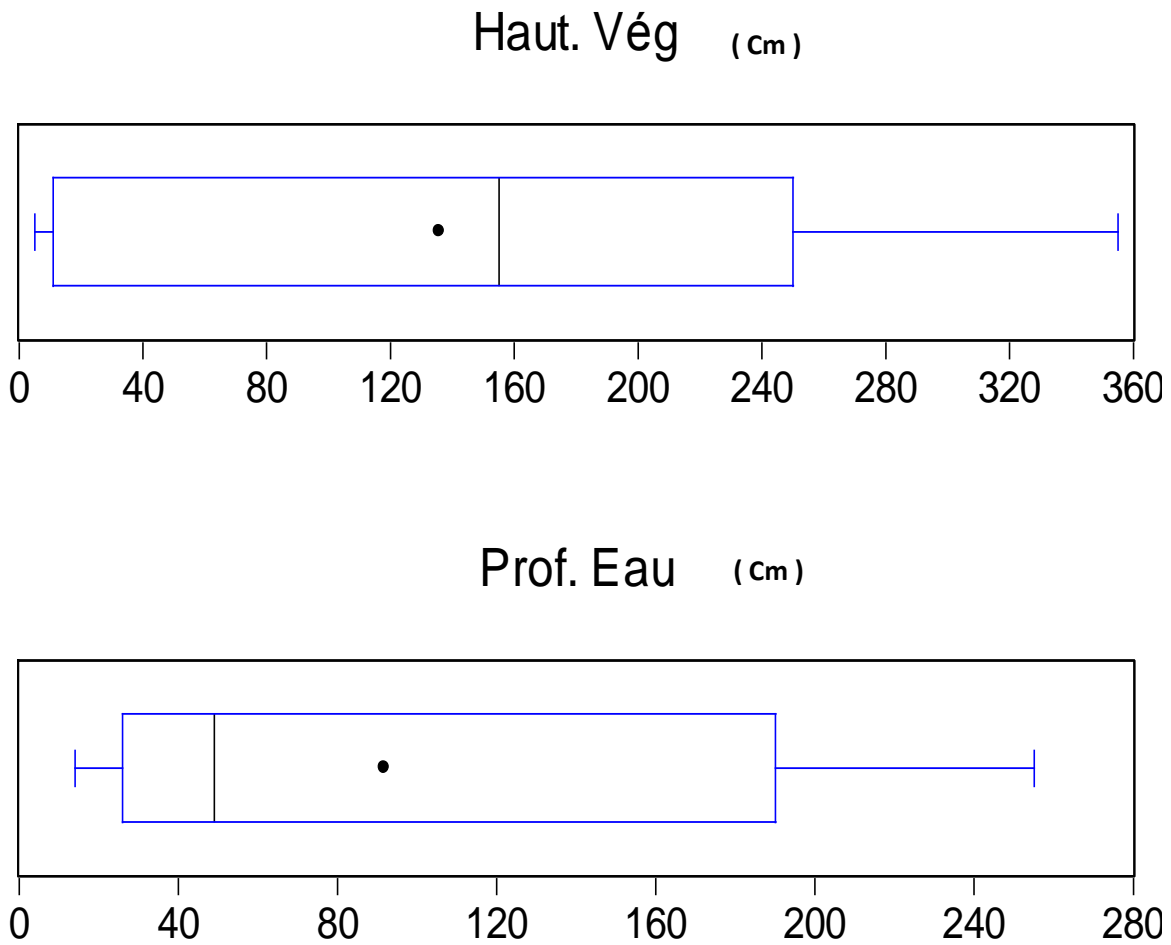
**Figure. IV.5** – Distribution des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* selon la profondeur de l'eau au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011).

N : nombre de nids.



**Figure. IV.6** – Box plot représentant le diamètre interne, externe et la hauteur des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011).

N = 59 nids.



**Figure. IV.7** – Box plot représentant la profondeur d'eau et la hauteur de végétation à l'emplacement des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). N = 59 nids.



**I. 1.3. Phénologie de la reproduction :**

**I. 1.3.1. Caractéristiques des œufs :**

Les dimensions des œufs du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* ont été pris sur terrain et puis la longueur moyenne, la largeur moyenne ont été calculées, ainsi que le volume des œufs était calculé en utilisant la formule de Hoyt ( $V = 0.509 L^2 l / 1000 \text{ cm}^3$ ) (Hoyt, 1979).

En 2011, sur un échantillon de  $N = 765$  œufs, la longueur moyenne a été de  $51,25 \pm 1,34$  mm, allant de 46,36 à 54,68 mm. 55,3% des œufs, soit ( $N = 423/765$  œufs), ont montré une longueur qui varie entre 50 à 51,98 mm.

La largeur a été en moyenne  $37,34 \pm 0,96$  mm variant de 34,34 à 39 mm. 43,53% des œufs, soit ( $N = 333/765$  œufs), ont présenté une largeur comprise entre 37 à 37,99 mm.

Le volume moyen calculé a été de  $35,88 \pm 2,41 \text{ cm}^3$  allant de 27,53 à 60,7  $\text{cm}^3$ . 44,7% des œufs, soit ( $N = 342/765$  œufs), ont présenté un volume allant de 35 à 37,99  $\text{cm}^3$ .

Le tableau. IV.3 ci-dessous représente les Caractéristiques des œufs du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau Lac Tonga, Nord-Est Algérie en 2011, avec un total de  $N = 765$  œufs.

En 2011, concernant les corrélations entre les différentes dimensions de l'œuf, une corrélation hautement significative a été noté entre la longueur et la largeur des œufs dont ( $r = 0.61$ ,  $df = 53$ ,  $p = 7.0 \cdot 10^{-7}$ ).

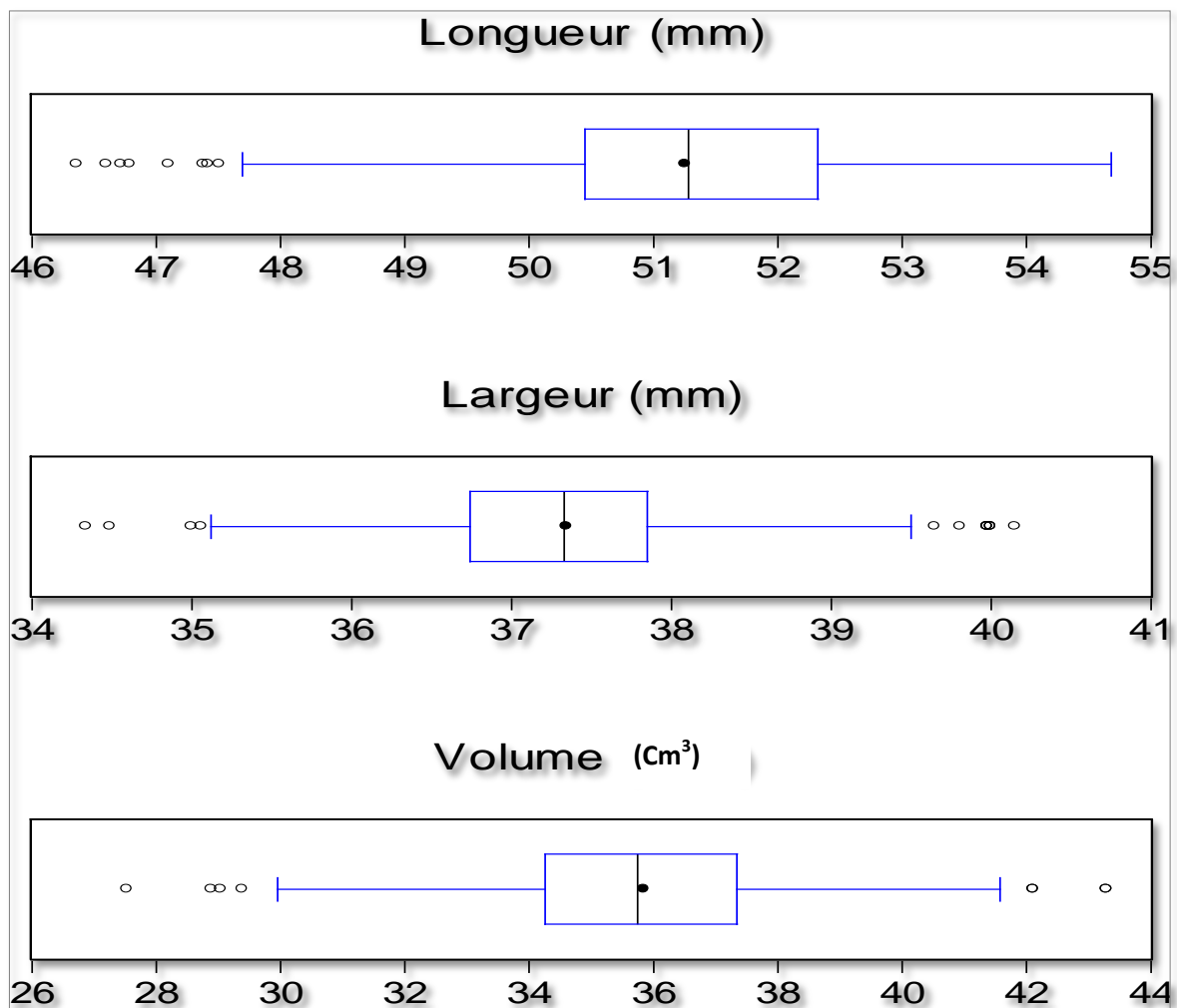
Une faible corrélation a été notée entre la longueur et le volume des œufs en 2011, dont ( $r=0,45$ ) (Figure. IV.8a).

Une corrélation très fortement significative a été signalée entre la largeur et le volume des œufs en 2011, avec ( $r=0,75$ ) (Figure. IV.8b).

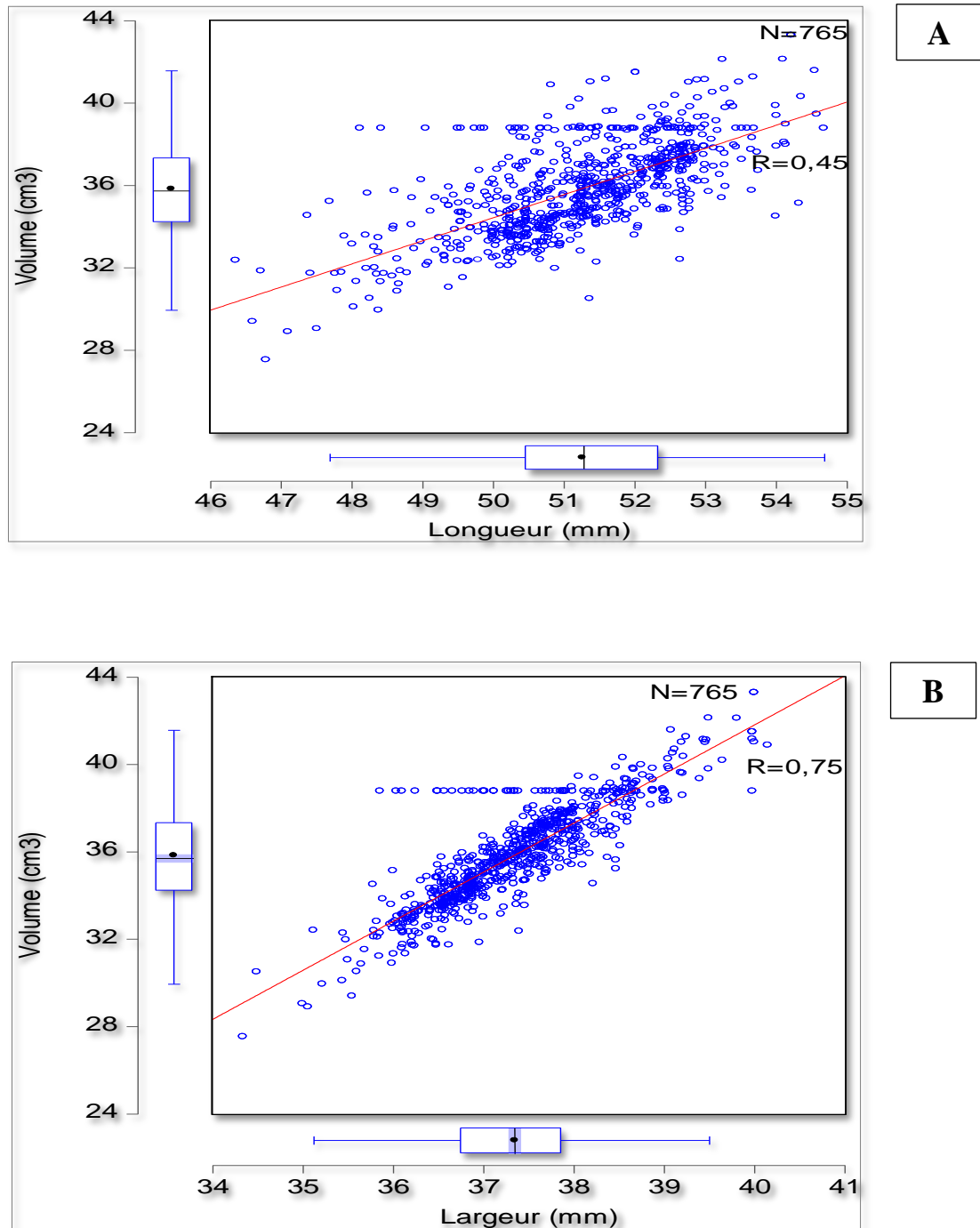
Une régression multivariante linéaire entre le volume des œufs et la hauteur de végétation a été positivement mais légèrement significative ( $R^2 = 0.063$ ;  $p = 0.065$ ).

**Tableau. IV.3** – Caractéristiques des œufs du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). N : nombre des œufs.

Désignation	Moy. ± S.D	Min.	Max.	N
Longueur (mm)	51,25 ± 1,34	46,36	54,68	765
Largeur (mm)	37,36 ± 0,96	34,34	40,00	765
Volume (cm <sup>3</sup> )	35,88 ± 2,41	27,53	42,00	765



**Figure. IV.8**– Box plot représentant la longueur, la largeur et le volume d’œufs du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). N = 765 œufs.



**Figure. IV.9** – Corrélation de la biométrie des œufs du *Fuligule nyroca* *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011).  $N = 765$  œufs.

**A** : longueur et volume et **B** : largeur et volume.

**I. 1.3.2. Taille et Grandeur de ponte :**

Dans la première année d'étude 2011, sur un échantillon total de  $N = 59$  nids, la taille de ponte a varié de 3 à 31 œufs/nids,

Dans le calcul de la grandeur de ponte, seuls les nids où l'éclosion des œufs a été réussie, sont pris en considération. La grandeur de ponte a varié entre 4 à 29 œufs/nids en moyenne de  $13,27 \pm 5,98$  œufs/nids, dans un échantillon de  $N = 26$  nids, avec une grandeur typique de 12 œufs/nids (Figure. IV.10). La ponte maximale enregistrée est de 15 à 29 œufs/nids, n'ont pas été pris en considération du fait d'être des pontes parasites, donc, la grandeur de ponte s'est diminuée à  $9.9 \pm 2.9$  œufs/nids, dans un échantillon de  $N = 17$  nids.

Une tendance négative résulte d'un GLM avec une distribution de Poisson de la grandeur de ponte et le volume des œufs, les pontes parasites n'ont pas été pris en considération. Tandis qu'une tendance positive avec la profondeur de l'eau a été enregistrée (tableau. IV.6) (Figure. IV.11).

**I. 1.3.3. Durée d'incubation :**

La durée d'incubation chez les canards se fait par un retro calcul de la ponte du dernier œuf jusqu'à l'éclosion.

En 2011, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, a présenté une période d'incubation de ses œufs qui a varié de 20 à 27 jours, en moyenne 24,54 jours avec deux valeurs extrêmes 18 et 47 jours.

**I. 1.3.4. Eclosion, succès de la reproduction et facteurs d'échec de la reproduction :**

En 2011, les premières éclosions des œufs du Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, ont été enregistrées le 15 mai, la dernière a été notée le 09 août et 69,23% des éclosions, soit ( $N = 18/23$  nids), ont eu lieu dans une période de trois semaines allant de la mi-juin jusqu'au 06 juillet.

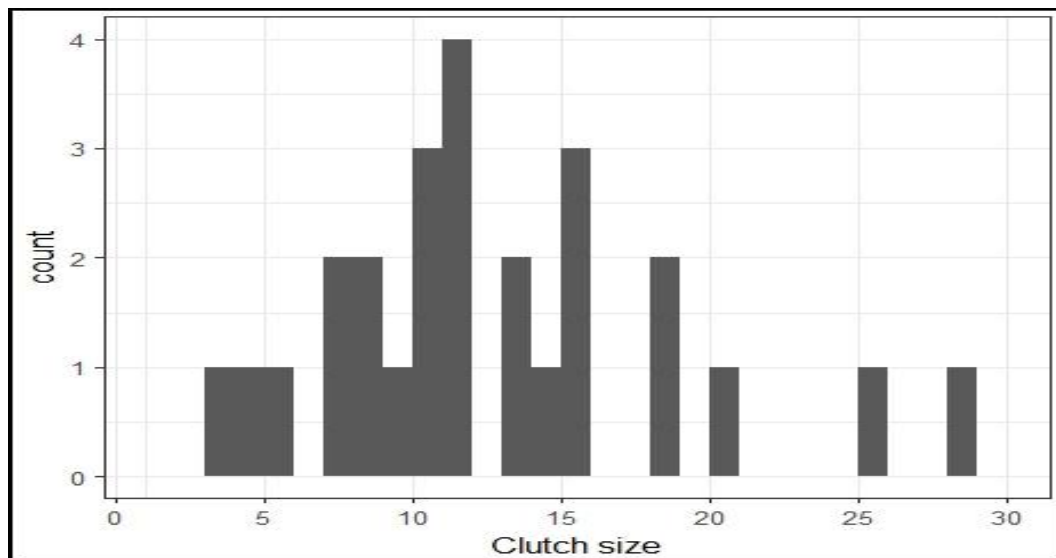
Sur les 59 nids qui ont été installés en 2011, l'espèce a montré un succès reproductif de 44%, soit ( $N = 26/59$  nids), les 56% des nids qui restent, soit ( $N = 33/59$  nids), ont subi un échec (Figure. IV.12).

Une analyse binaire GLM nous a indiqué que le success reproductif est positivement et significativement lié à la hauteur de vegetation (Tableau. IV.4) (Figure. IV.13).

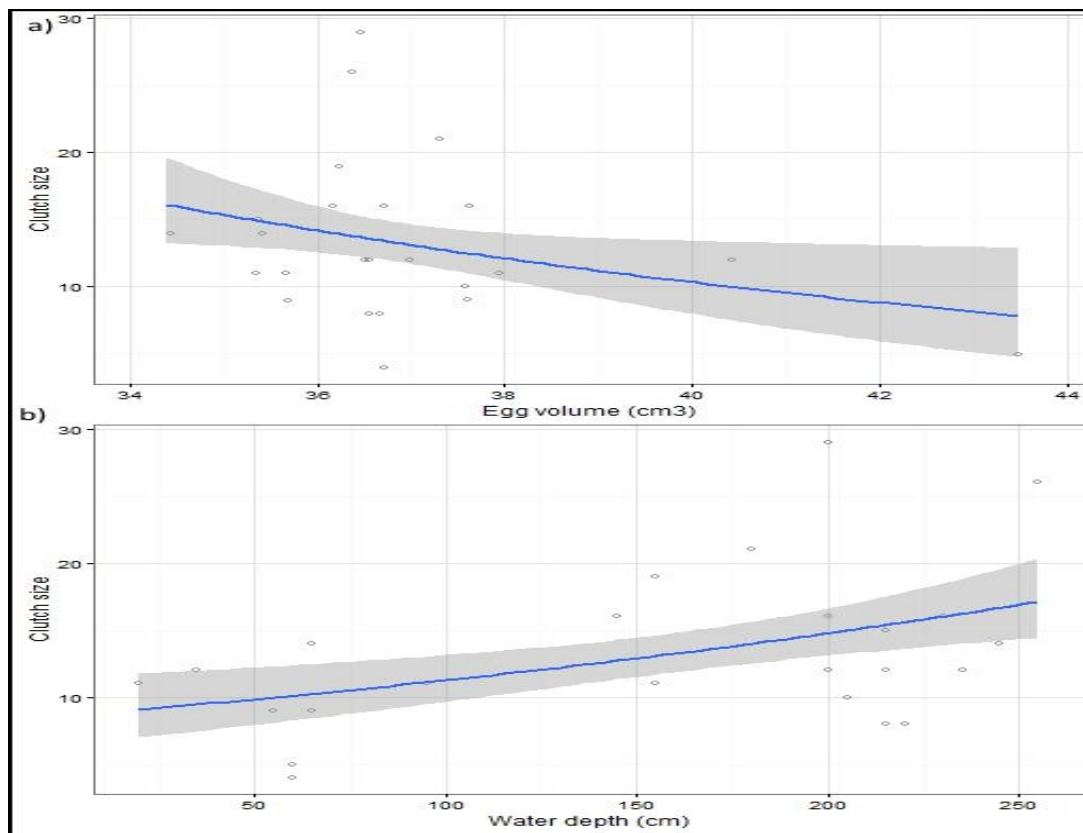
Les facteurs d'échec sont principalement l'abandon du nid par la femelle 75%, soit (N = 24/33 nids), la prédation 9%, soit (N = 3/33 nids) ; les deux derniers facteurs sont dit facteurs biotiques. Autres facteurs qui causent l'échec de la reproduction, le vandalisme avec un pourcentage de 10%, soit (N = 3/33nids), et l'inondation de 6%, soit (N = 2/33 nids) (Figure. IV.14).

Durant les mois d'études Avril, Mai et même le mois de Juin, des précipitation ont été enregistrées dans la région d'El-Kala, ce qui provoque l'inondation des nids et des ilots flottants, les valeurs les plus élevées ont été enregistrés le mois de Mai correspondant aux inondations des nids dans cette années d'étude et ont été toutes enregistrées le mois de Mai (Figure. Ann. 1).

La figure. IV.14 résume les facteurs de l'échec de la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau Lac Tonga, Nord-Est Algérie en 2011, avec un total de N = 59 nids.

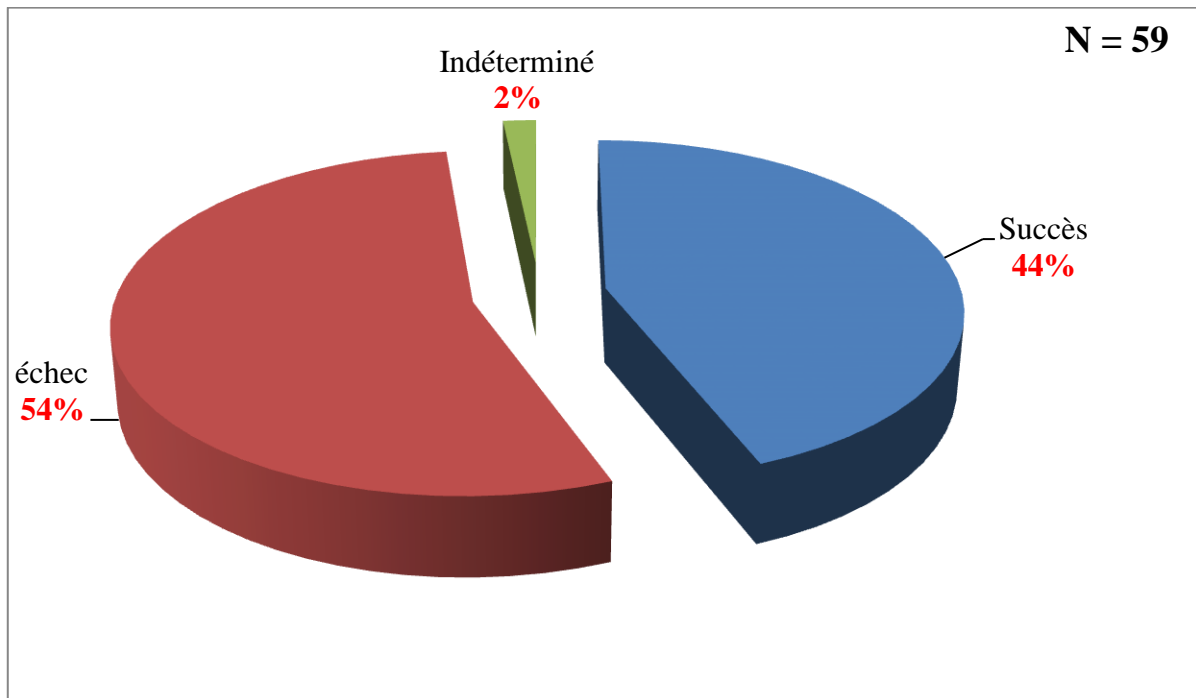


**Figure. IV.10** – Distribution de la grandeur de ponte du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* dans les nids réussis au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011).

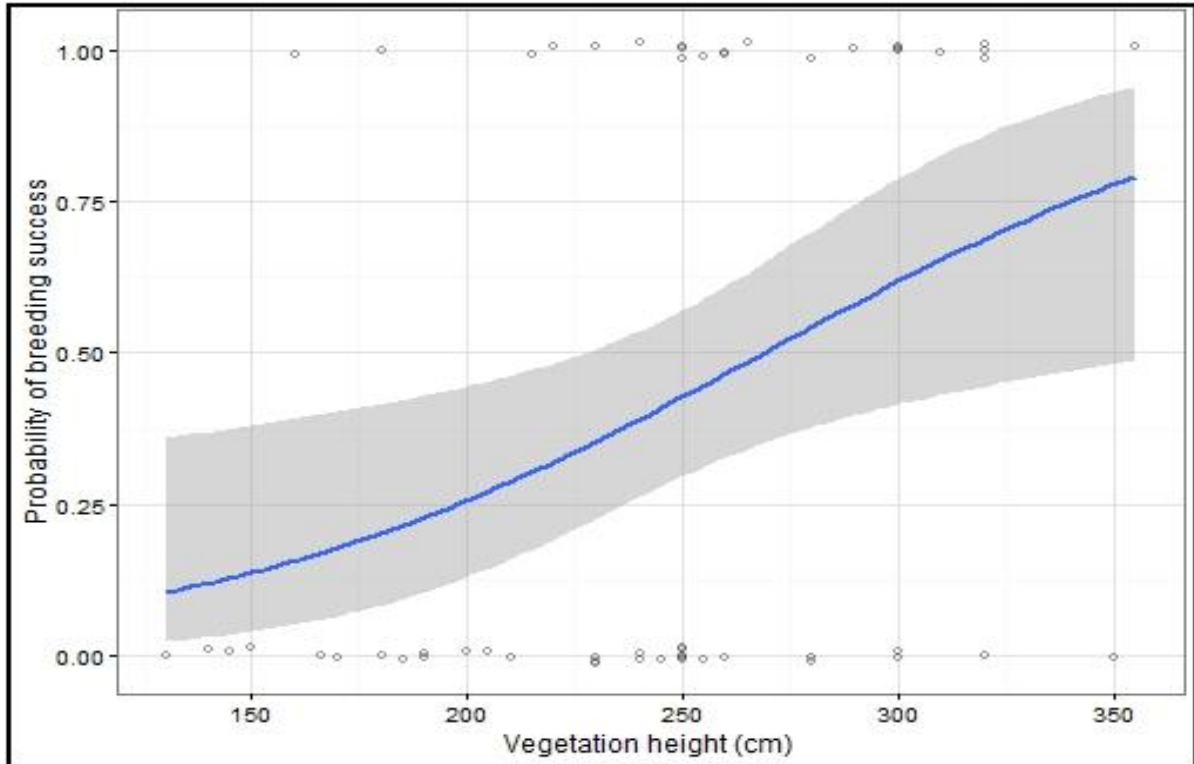


**Figure. IV.11** – Relation entre la grandeur de ponte et les paramètres environnementaux liés à la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011).

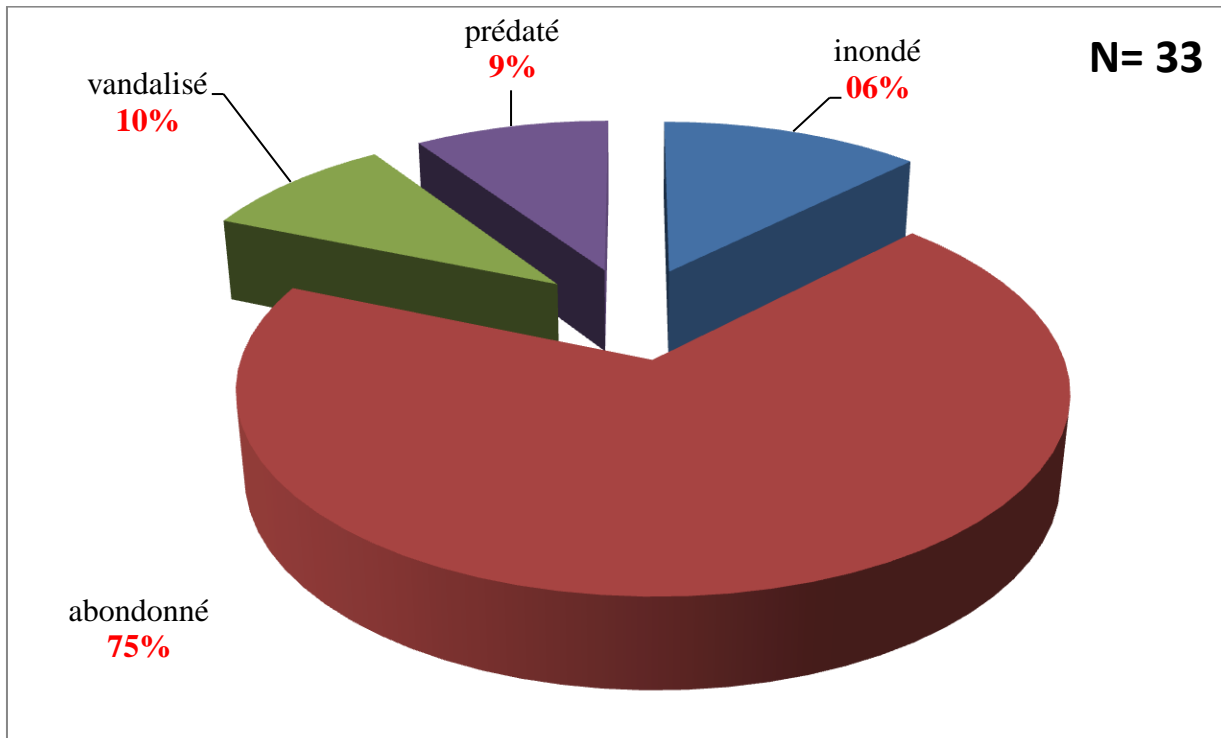
**A** : le volume des oeufs et **B** : la profondeur de l'eau



**Figure. IV.12** – Succès et échec de la reproduction du *Fuligule nyroca* *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011).  
N : nombre de nid.



**Figure. IV.13** – Probabilité estimée du succès de la reproduction et la hauteur de vegetation



**Figure. IV.14** – Facteurs d'échec de la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011).

N : nombre de nid.



**Tableau. IV.4** – Estimation des paramètres liés à la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011).

**A :** Model lineaire generalise de Poisson (GLM) de la grandeur de ponte

**B :** Analyses à l'aide d'un GLM binomial du success de la reproduction et du parasitism conspecific (CBP).

<b>Poisson GLM</b>				
	<b>estimates</b>	<b>Std. Error</b>	<b>z value</b>	<b>P</b>
<b>Grandeur de ponte</b>				
<b>Intercept</b>	5.282	1.427	3.702	0.0002
<b>Volume des oeufs</b>	-0.085	0.039	-2.19	0.0284
<b>Profondeur de l'eau</b>	0.003	0.001	3.417	0.0006
<b>Binomial GLM</b>				
	<b>Odds ratio</b>	<b>z value</b>	<b>significance</b>	<b>Confidence interval</b> 2.5%–97.5%
<b>Seccès de la reproduction</b>				
Intercept	77.233	0.604	0.546	$1.8 \times 10^{-4}$ – $1.4 \times 10^9$
Volume des oeufs	0.750	-1.376	0.169	0.457–1.083
Profondeur de l'eau	1.006	1.475	0.140	0.998–1.015
Hauteur de la vegetation	1.020	2.837	0.005	1.007–1.036
<b>CBP</b>				
Intercept	9.390	1.932	0.053	0.002–0728
Volume des oeufs	0.470	-2.158	0.031	0.210–0.833
Date de ponte	1.077	2.239	0.025	1.018–1.161

**I. 1.3.5. Succès des œufs à l'éclosion :**

D'un échantillon totale de  $N = 361$  œufs dans les nids là où l'éclosion a été réussis, 71% des œufs pondus par la femelle se sont éclos, soit ( $N = 255$  œufs), tandis que 29% des œufs ont subis un échec de l'éclosion, soit ( $N = 106$  œufs) (Figure. IV.15).

Le tableau. IV.5 montre le succès des œufs du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* à l'éclosion au niveau du Lac Tonga en 2011.

**I. 1.4. Parasitisme conspécifique et interspécifique des pontes:**

Comme l'on avait mentionné, le parasitisme conspécifique, il a été enregistré à partir de deux critères : la règle de la ponte d'un œuf par jour et la présence d'un nouvel œuf après l'achèvement de la ponte (Yom-Tov, 1980 ; Arnold, 1993 ; Lyon, 1993 ; McRae et Burke, 1996 ; McRae, 1997 ; Jamieson et *al.*, 2000 ; Green et Hughes, 2001 ; Hughes et Green, 2005). Le parasitisme interspécifique a été noté après la présence des œufs différents appartenant à différente espèce (Yom-Tov, 1980).

Durant l'année d'étude 2011 au niveau du Lac Tonga, 22,03% des nids suivi ont été parasités, parmi ces nids on a enregistré dans huit nids un parasitisme conspécifique, d'entre eux 37% ont été éclos, soit ( $N = 3$  nids) et 63% ont été abandonnés, soit ( $N = 5$  nids). Dans cinq nids un parasitisme interspécifique (4 nids Fuligule nyroca avec Érisma et 1 nid Fuligule nyroca avec Foulque), 60% de ces nids ont été éclos, soit ( $N = 3$  nids) et 40% des nids ont été abandonnés, soit ( $N = 2$  nids) (Figure. IV.17).

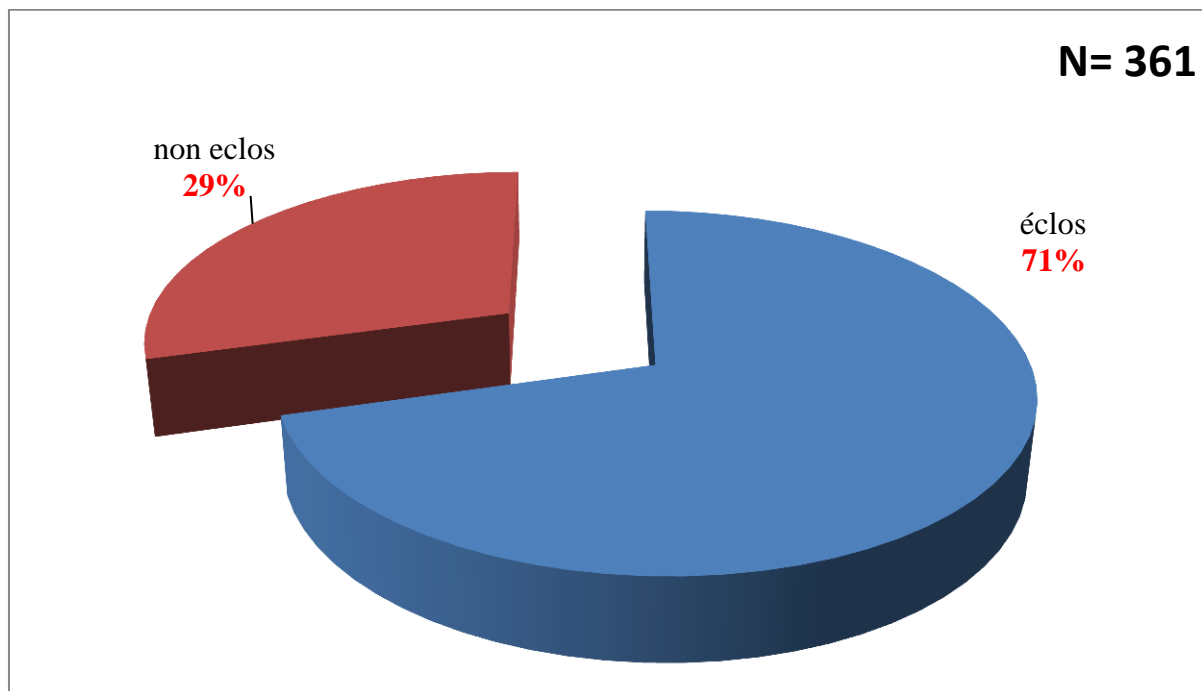
Le parasitisme interspécifique a été enregistré le long de la période d'étude, à partir de la première dizaine du mois d'Avril jusqu'à la première dizaine du mois de Juillet. Le parasitisme conspécifique a été enregistré à partir de la première dizaine du mois de Juin jusqu'à la première semaine du mois de Juillet (Figure. IV.16).

Une analyse d'un GLM binomial nous a indiqué que la date de ponte et le volume des oeufs sont deux facteurs prédicteurs de parasitisme conspécifique CBP (Tableau. IV.4) (Figure. IV.18). Le tableau. IV.6 résume le parasitisme conspécifique et interspécifique du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie en 2011, en le supposant comme espèce hôte.

**Tableau. IV.5** – Succès des œufs du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* à l'éclosion au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011).

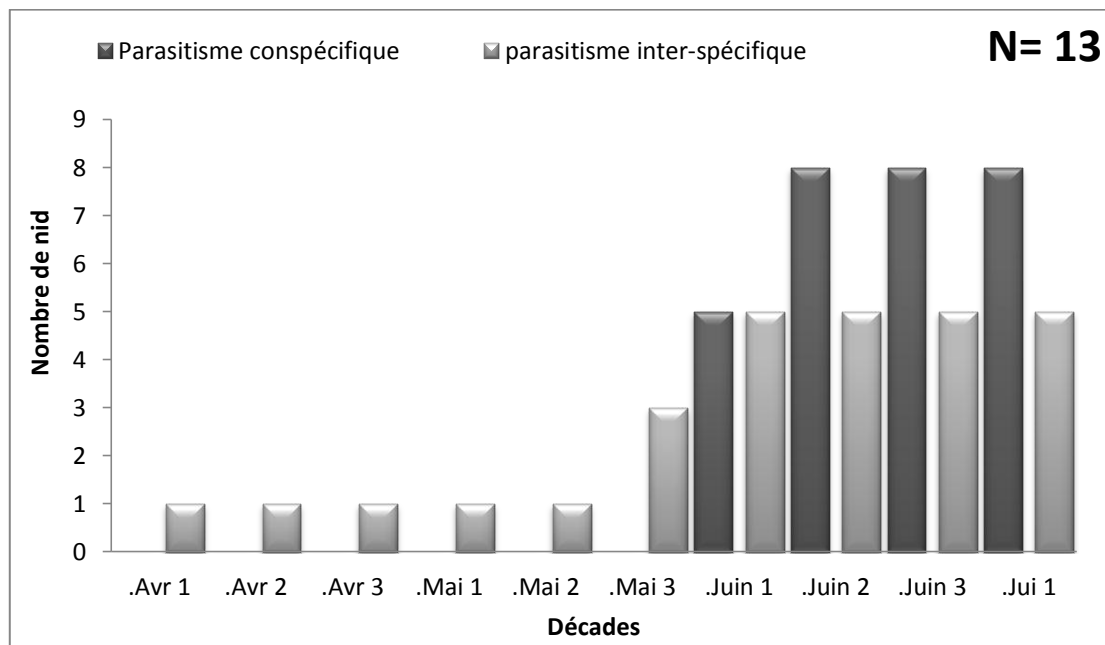
N : Nombre des œufs dans les nids éclos.

Désignation	Nombre des œufs	Pourcentage (%)
Œufs éclos	255	71
Œufs non éclos	106	29
N	361	100



**Figure. IV.15** – Succès des œufs du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* à l'éclosion au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011).

N : nombre des œufs dans les nids éclos.

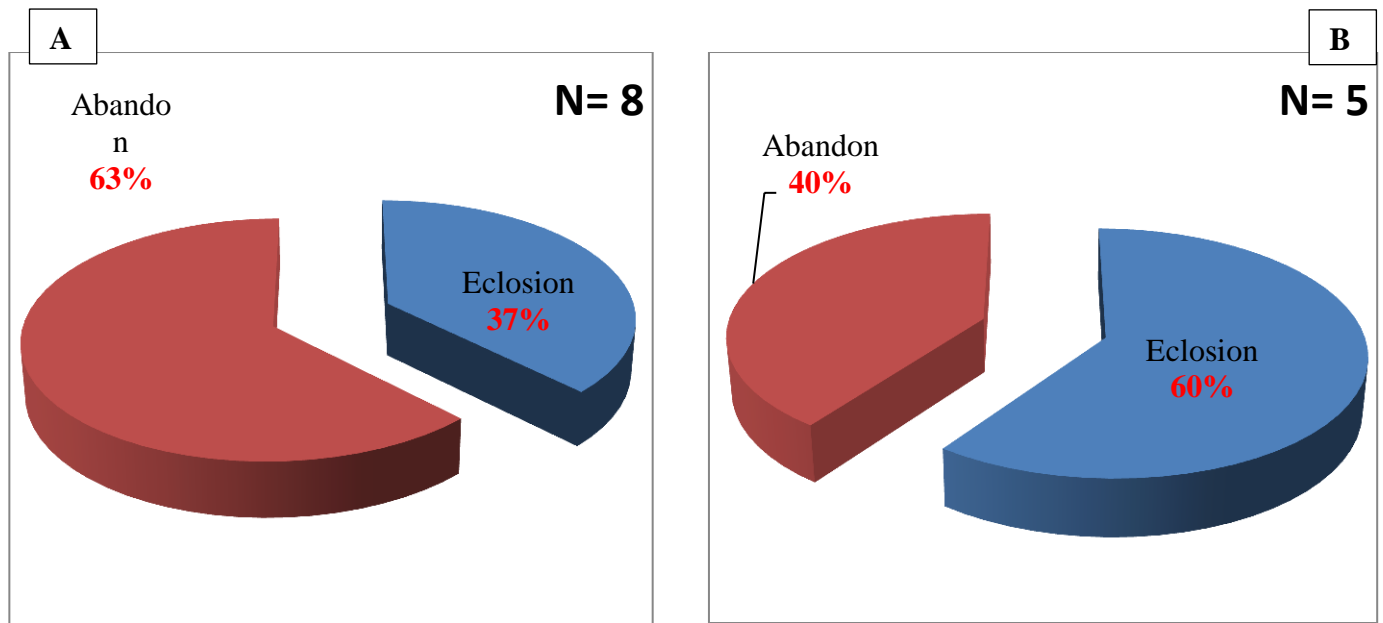


**Figure. IV.16** – Evolution du parasitisme conspécifique et interspécifique du *Fuligule nyroca* *Aythya nyroca* au Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011).

N : Nombre de nids parasités.

**Tableau. IV.6**– Parasitisme conspécifique et interspécifique du *Fuligule nyroca* *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011).

Désignation	Nid	Hôte	Nombre d'œuf parasite	Nombre d'œuf hôte	Devenir des œufs parasites
Parasitisme interspécifique	N3	<i>Fulica atra</i>	6	3	Eclosion
	N16	<i>Oxyura leucocephala</i>	5	1	Eclosion
	N28	<i>Oxyura leucocephala</i>	19	10	Eclosion
	N41	<i>Oxyura leucocephala</i>	14	6	Abandonné
	N44	<i>Oxyura leucocephala</i>	9	2	Abandonné
Parasitisme conspécifique	N25	<i>Aythya nyroca</i>	28		Abandonné
	N27	<i>Aythya nyroca</i>	26		Eclosion
	N31	<i>Aythya nyroca</i>	18		Abandonné
	N35	<i>Aythya nyroca</i>	19		Eclosion
	N39	<i>Aythya nyroca</i>	29		Eclosion
	N43	<i>Aythya nyroca</i>	25		Abandonné
	N51	<i>Aythya nyroca</i>	20		Abandonné
	N54	<i>Aythya nyroca</i>	31		Abandonné



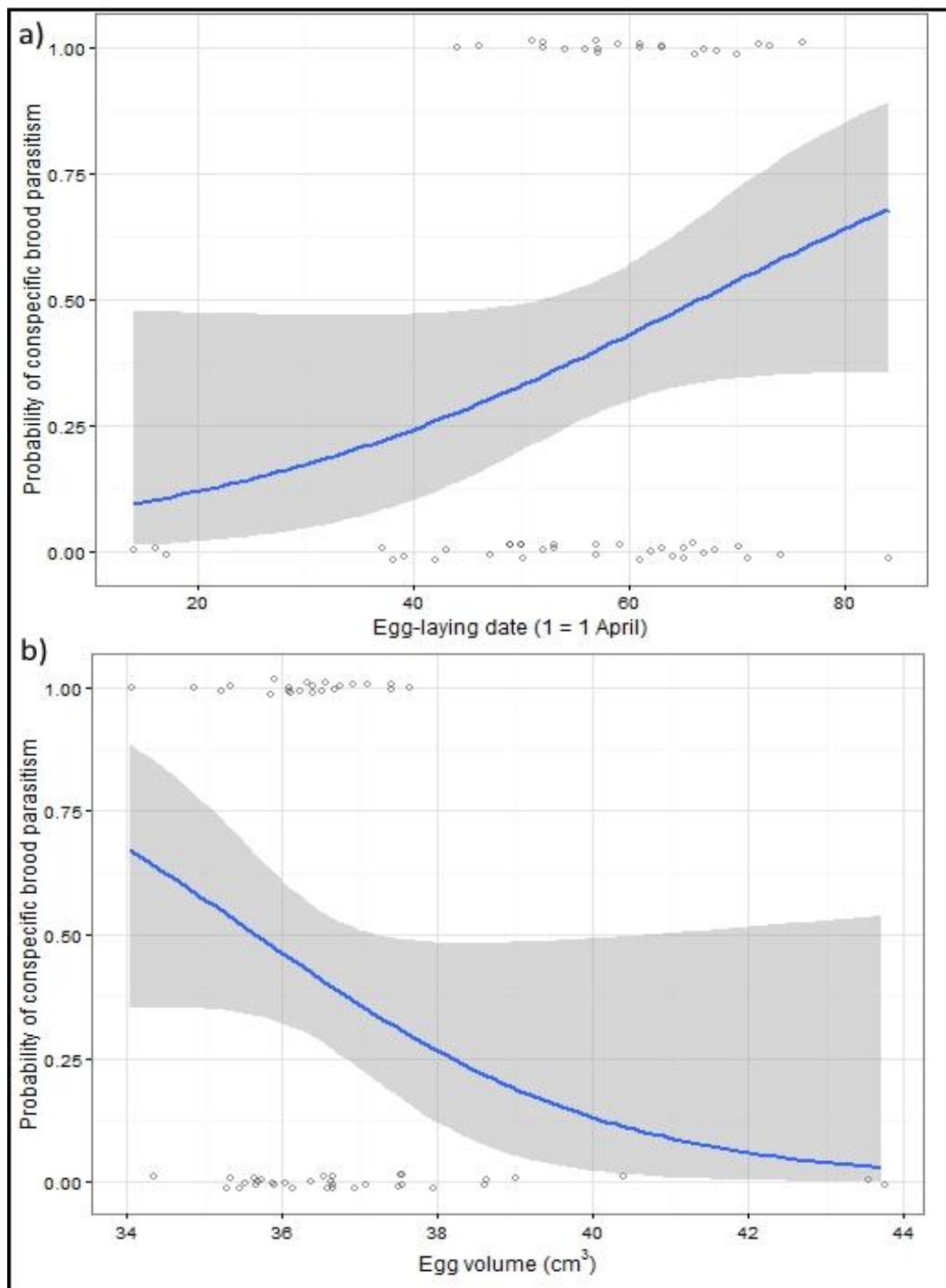
**Figure. IV.17** – Pourcentage d'éclosion des nids parasités du *Fuligule nyroca* *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011).

N : nombre de nids parasités. ; **A** : parasitisme conspécifique ; **B** : parasitisme interspécifique.



**Photographie. IV.1** – Photographie représentant le parasitisme chez le *Fuligule nyroca* *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011).

**A** : Parasitisme conspécifique ; **B** : parasitisme interspécifique (Djelailia A.).



**Figure. IV.18** – Probabilité estimée du parasitisme conspécifique en relation avec **A** : la date de ponte et **B** : le volume des oeufs

**I. 2. Résultats de la saison 2012 :**

**I. 2.1. Présentation du secteur d'échantillonnage :**

Durant la saison 2012, l'échantillonnage a été réalisé dans la région Sud-Est du Lac Tonga, cette région est caractérisée par l'abondance du Scirpe Lacustre *Scirpus Lacustris*, avec de forte densité, ce qui offre un habitat typique au Fuligule nyroca *Aythya nyroca* pour placer des nids cachés. Le large du Lac Tonga est riche en Nénuphar blanc *Nymphaea alba*, se caractérise aussi par la présence des ilots flottants, composés d'une association de plusieurs espèces de végétation, à titre d'exemple la Typha *Typha angustifolia* et le scirpe Lacustre *Scirpus Lacustris*, et qui offre ainsi un habitat très convenable à l'espèce qui dissimule bien son nid dans la végétation.

La délimitation du secteur d'échantillonnage et la distribution des nids dans le secteur d'échantillonnage sont montrés dans la carte. IV.2.

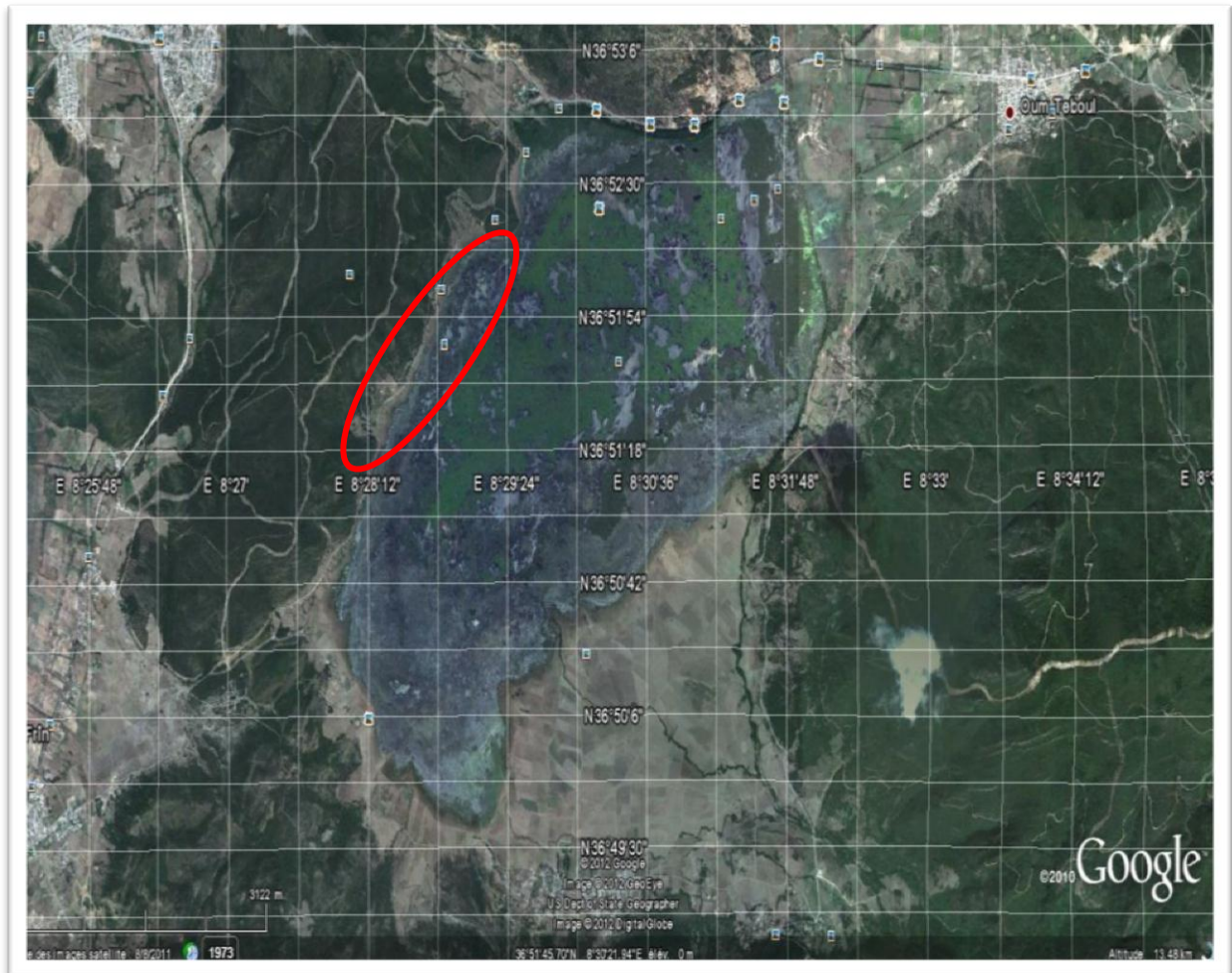
Dans cette année d'étude, nous avons effectué 21 sorties, 51 nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* en totalité ont été enregistrés et suivi de manière méthodique, soit une sortie chaque trois jours dès le jour de leurs découverte, les facteurs biotiques et abiotiques qui peuvent influencer sur la reproduction de l'espèce sont notés. Cela s'applique sur les nids trouvés sur le littorale et les nids trouvés dans le large du Lac Tonga.

**I. 2.2. Chronologie et période de ponte :**

Au cours de la deuxième année d'échantillonnage 2012, au niveau du Lac Tonga, la première ponte du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* a été enregistrée le 13 Avril, la ponte a été enregistrée entre la deuxième dizaine du mois d'Avril jusqu'à la première dizaine du mois de Juin, s'étalant sur 8 semaines, avec un pic dans la troisième dizaine du mois de Mai (Figure. IV.19).

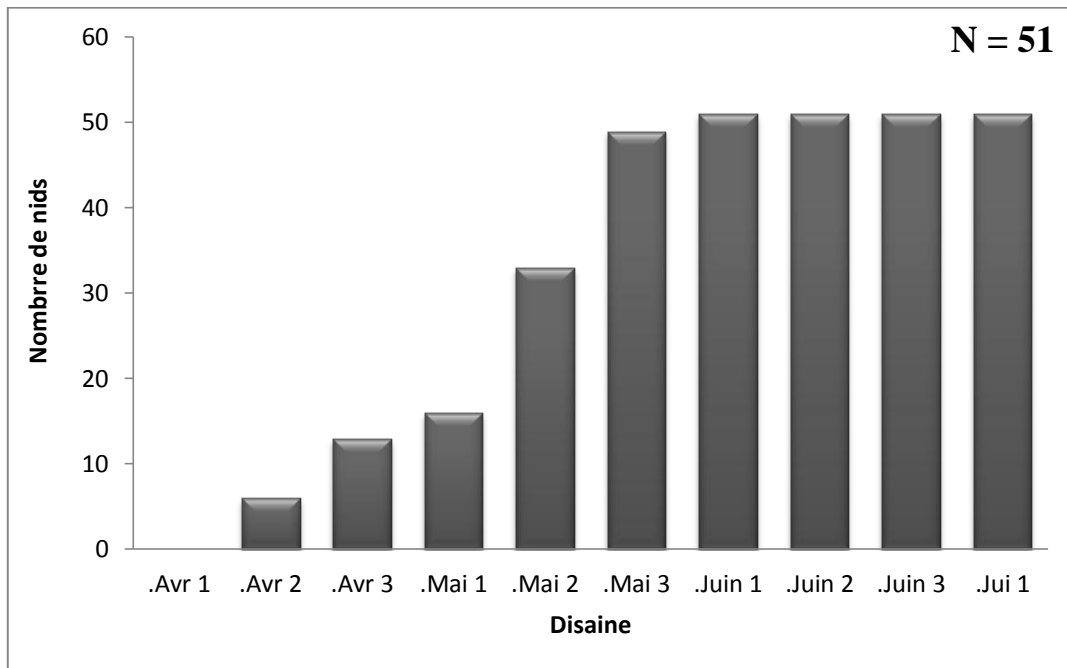
80,40% des pontes ont eu lieu le mois de Mai (majoritairement la troisième dizaine).

Les résultats résumés dans le tableau. IV.7, montre le calendrier mensuel de la ponte du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* pendant l'année d'étude 2012,



**Carte. IV.2** – Carte représentant la délimitation du secteur d'étude de la reproduction du *Fuligule nyroca Aythya nyroca* et localisation des nids sur le secteur au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). Vue par satellite (Google earth., 2010)





**Figure. IV.19** – Chronologie de la ponte du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012).

N : Nombre de nids.

**Tableau. IV.7** – Calendrier mensuel des pontes du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012).

Désignation	Avril	Mai	Juin	Juillet
Pourcentage (%)	15,70	80,40	3,92	00

**I. 2.3. Ecologie de la reproduction :**

**I. 2.3.1. Distribution des nids dans le couvert végétale :**

Comme s'était mentionné dans les résultats de la saison 2011, pour la recherche des nids soit systématique dans la station d'étude, cette dernière a été divisée en deux secteurs, le littoral du Lac ou la recherche des nids s'est fait sans Kayak et le large du Lac ou la recherche s'est fait à l'aide d'un Kayak, les nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* sont des nids bien caché dans la végétation construit essentiellement de Scirpe Lacustre *Scirpus Lacustris* et la majorité d'entre eux sont couverts de duvet.

**a. Type de végétation :**

En 2012, les résultats montrent que les ilots flottants du Lac Tonga construit le micro-habitat le plus favorable pour la reproduction de l'espèce, ou 41% des nids sont installés dans cette strate de végétation.

Les ilots sont construit d'une association de : Scirpe Lacustre *Scirpus Lacustris*, Lythrum *Lythrum salicaria*, Phragmite *Phragmites australis* et de Typha *Typha angustifolia*. L'occupation des ilots par les nids était avec des proportions différentes : 23% dans l'association (*Scirpus Lacustris* avec *Lythrum salicaria* et *Phragmites australis*), 10% des nids sont installé dans l'association (*Scirpus Lacustris* avec *Lythrum salicaria*) et 8% dans le Lythrum *Lythrum salicaria*.

Les résultats montrent ainsi que le Scirpe Lacustre *Scirpus Lacustris* paraît aussi un habitat très favorable à la nidification du Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, 39% des nids sont installés dans cette strate.

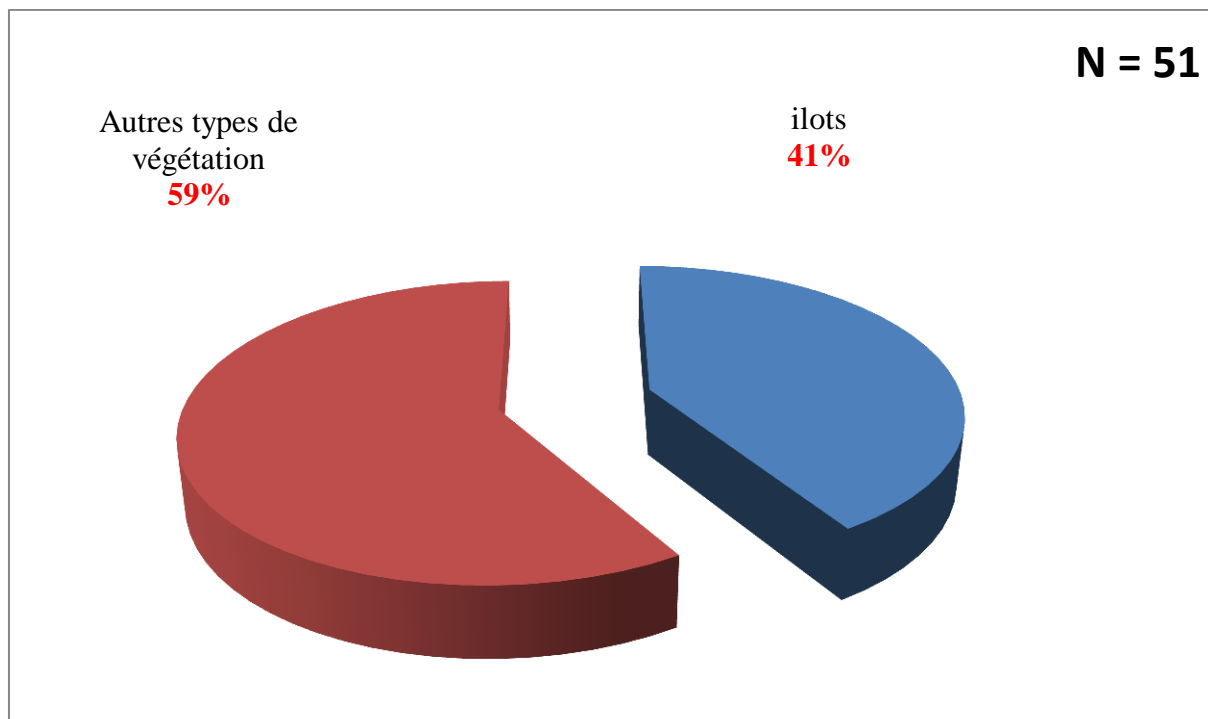
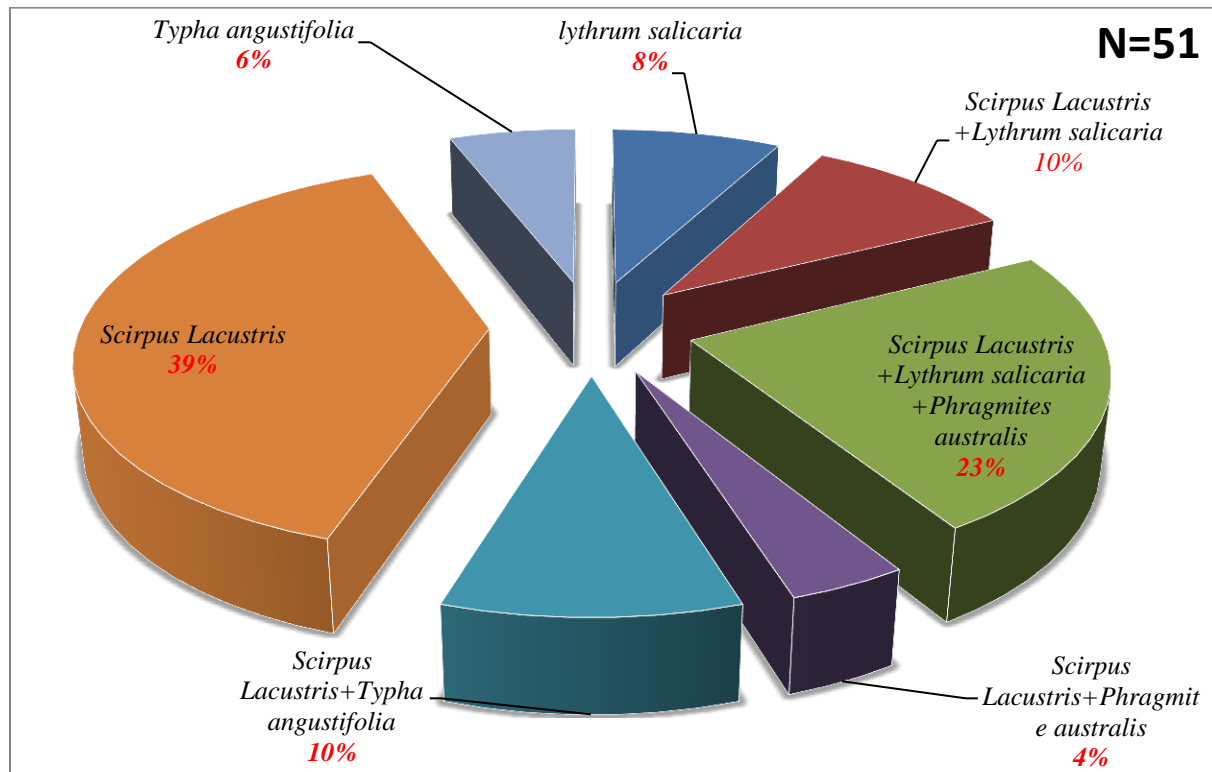
L'habitat composé des associations suivante : (*Scirpus Lacustris* avec *Typha angustifolia*) et (*Scirpus Lacustris* avec *Phragmite australis*), abrite chacun : 10% et 4% des nids de l'espèce respectivement. En fin, la Typha *Typha angustifolia* comporte 6% des nids de l'espèce (Figure. IV.20).

**b. Hauteur de végétation :**

Les données collectées en 2012 désigne que la hauteur de végétation utilisée par l'espèce est en moyenne  $243,14 \pm 52,41$  cm tendant de 150 à 340 cm de hauteur,

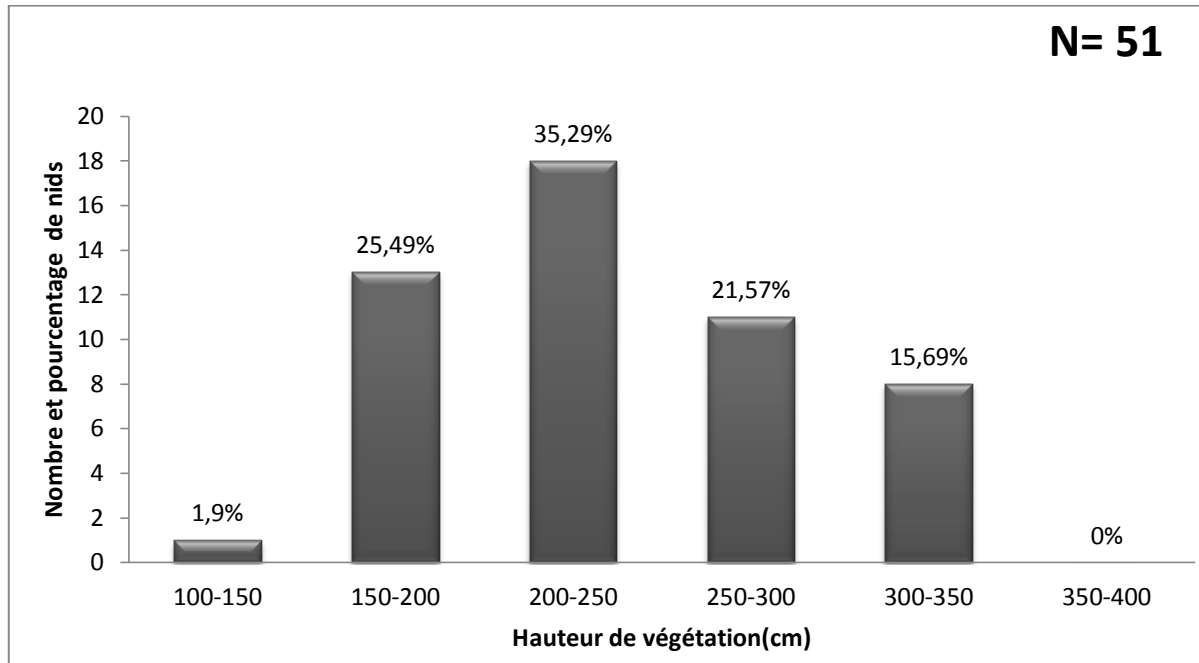
Le plus grand nombre des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* se trouve préférentiellement dans la strate de végétation d'une hauteur changeant de ]150 – 300 cm] avec un pourcentage très élevé 82,35%, soit (N = 42 nids), y compris : 25,49 (N = 13nids) des nids sont installés dans la strate de ]150 – 200 cm] de hauteur, 35,29% (N = 18 nids) des nids ont été trouvé dans la strate mesurant entre ]200 – 250 cm] de hauteur et 21,57% (N = 11 nids) des nids dans la strate ]250 – 300cm]. Le reste des nids, soit : 15,69% des nids sont installés dans la strate de ]300 – 350 cm].

La figure. IV.21 résume le nombre de nid distribué selon les différentes hauteurs de végétation au niveau du Lac Tonga en 2012.



**Figure. IV.20** – Répartition des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* dans les strates de végétation au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012).

N : Nombre de nids.



**Figure. IV.21** – Distribution des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* selon les différentes hauteurs de végétation au Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012).

N : Nombre de nids.

**I. 2.3.2. Caractéristiques des nids :**

En 2012, les caractéristiques d'un échantillon total de 51 nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* ont varié d'un nid à autre. 39% des nids, soit (N = 20/51 nids) sont composés Scirpe lacustre *Scirpus lacustris*, les autres distributions sont résumées dans la figure. IV.22.

Le diamètre externe a été en moyenne de  $24,84 \pm 4,33$  cm variant de 14 à 32 cm, 52,94% des nids, soit (N = 27/51 nids), ont exhibé un diamètre externe entre 26 et 30 cm (Tableau. IV.8).

Le diamètre interne a été en moyenne de  $13,37 \pm 3,22$  cm, variant de 06 à 24 cm, 58,82% des nids, soit (N = 30/51 nids), ont montré un diamètre interne de 12 à 15 cm. La hauteur du nid a été en moyenne de  $11,47 \pm 3,15$  cm, variant de 05 à 18 cm, 54,9% des nids, soit (N = 28/51 nids), ont mesuré entre 9 et 12 cm (Tableau. IV.9).

En ce qui concerne le volume du nid de l'espèce étudiée, les résultats ont montré un volume en moyenne de  $43,55 \pm 19,28$  cm<sup>3</sup>, avec une somme minimale de 7,18 cm<sup>3</sup> et une somme maximale de 85,74 cm<sup>3</sup> (Tableau. IV.8).

La profondeur de l'eau à l'emplacement des nids a varié de 20 à 240 cm, en moyenne  $141,64 \pm 61,58$  cm, 62,75% des nids, soit (N = 32/51 nids), figuraient dans l'intervalle de ]150 – 200 cm], un pourcentage important du reste des nids 21,57%, soit (N = 11/51 nids), est installé ou la profondeur d'eau est dans l'intervalle de ]0 – 50 cm], celui traduit les nids installés dans le scirpe Lacustre *Scirpus Lacustris* dans le littorale du Lac Tonga. . Les autres distributions de nids selon les différentes profondeurs d'eau sont résumées dans la figure. IV.23.

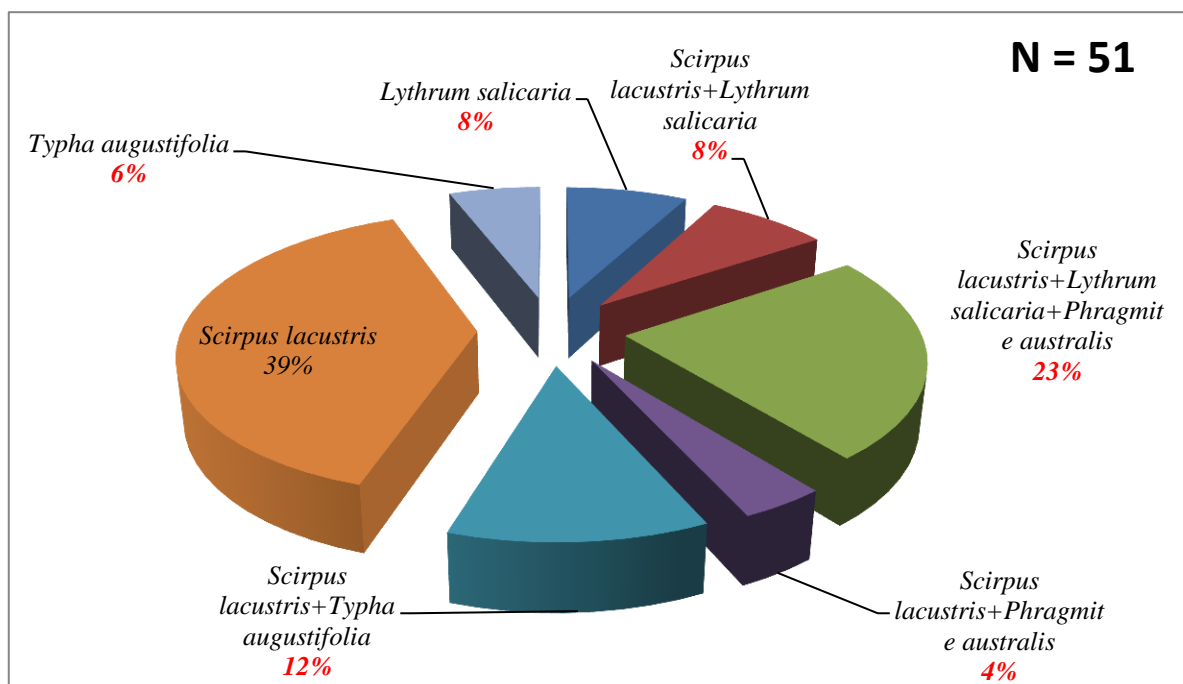
La hauteur de végétation a été en moyenne de  $243,13 \pm 52,41$  cm, tendant de 150 à 340 cm. 82,35 des nids, (N = 42/51 nids), sont installés dans une hauteur allant de 150 à 300 cm (Figure. IV.21).

L'analyse de la variance (ONE WAY ANOVA :  $F_{16, 22}=0,723$  ;  $P < 0,75$ ), a montré qu'il n'existe pas de compromis volume de nid et taille de ponte durant l'année 2012.

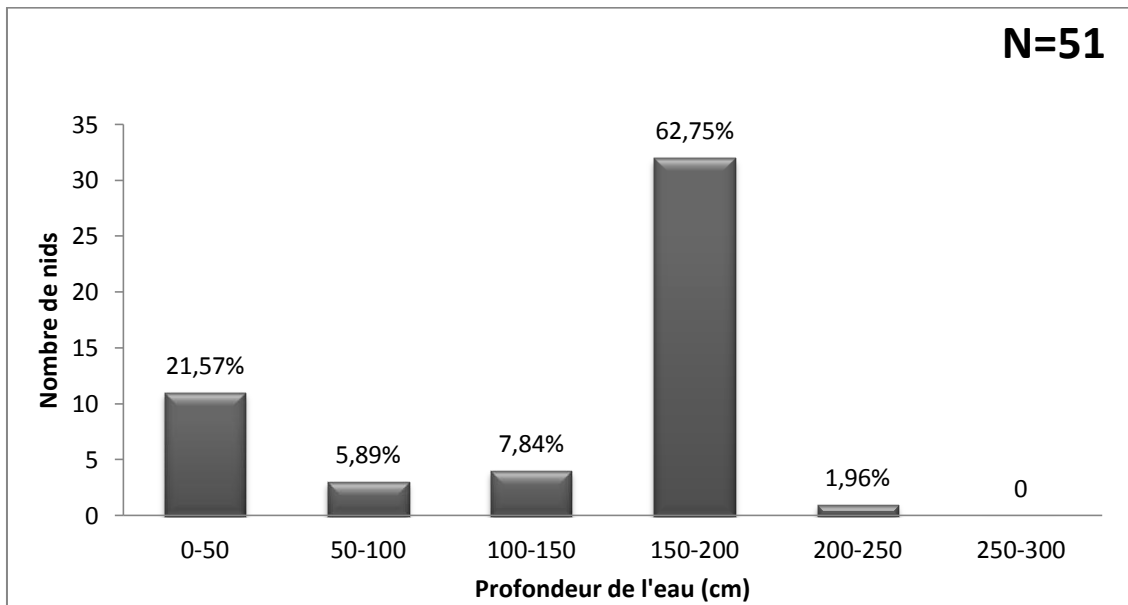
Le tableau. IV.8 ci-dessous résume les caractéristiques des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau Lac Tonga, Nord-Est Algérien en 2012, avec un total de N= 51 nids.

**Tableau. IV.8** – Caractéristiques des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). **N** : nombre de nids.

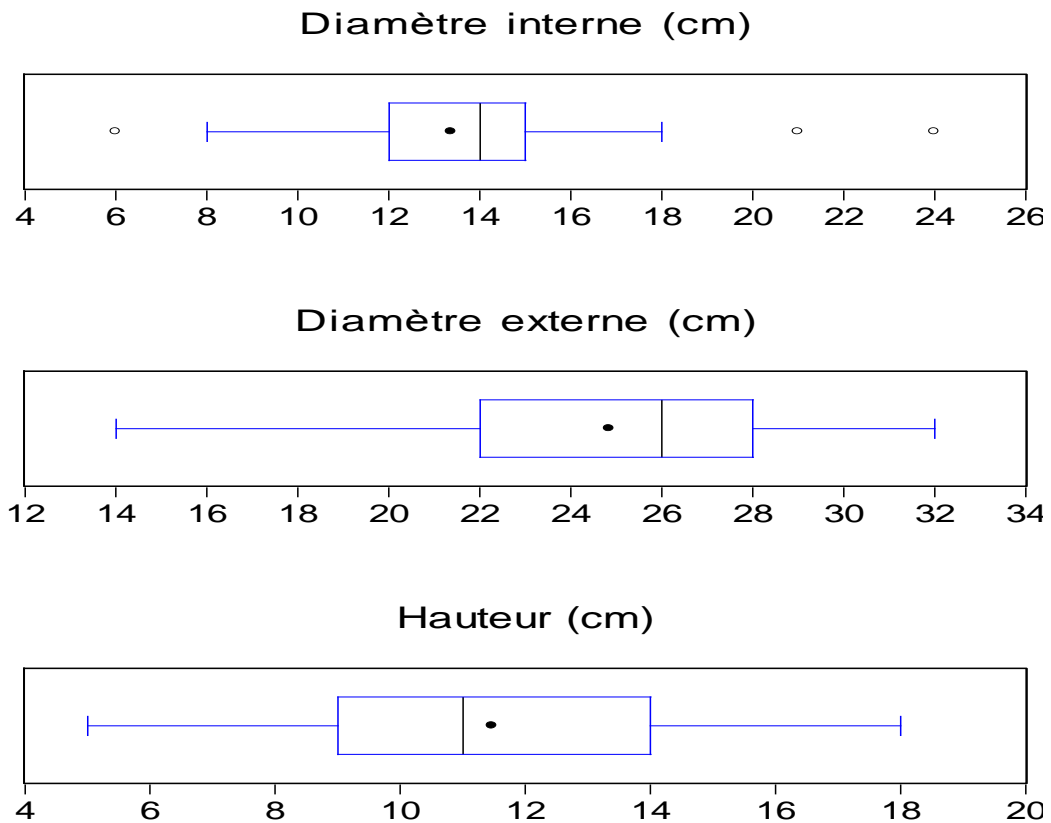
Désignation	Moy. ± S.D	Min.	Max.	N
Diamètre externe (cm)	24,84 ± 4,33	14	32	51
Diamètre interne (cm)	13,37 ± 3,22	06	24	51
Hauteur de nid (cm)	11,47 ± 3,15	05	18	51
Volume estimé (cm <sup>3</sup> )	43,55 ± 19,28	7,18	85,74	51
Profondeur d'eau (cm)	141,64 ± 61,58	20	240	51
Hauteur de végétation (cm)	243,13 ± 52,41	150	340	51



**Figure. IV.22** – Matériaux de construction des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). **N** : nombre de nids.

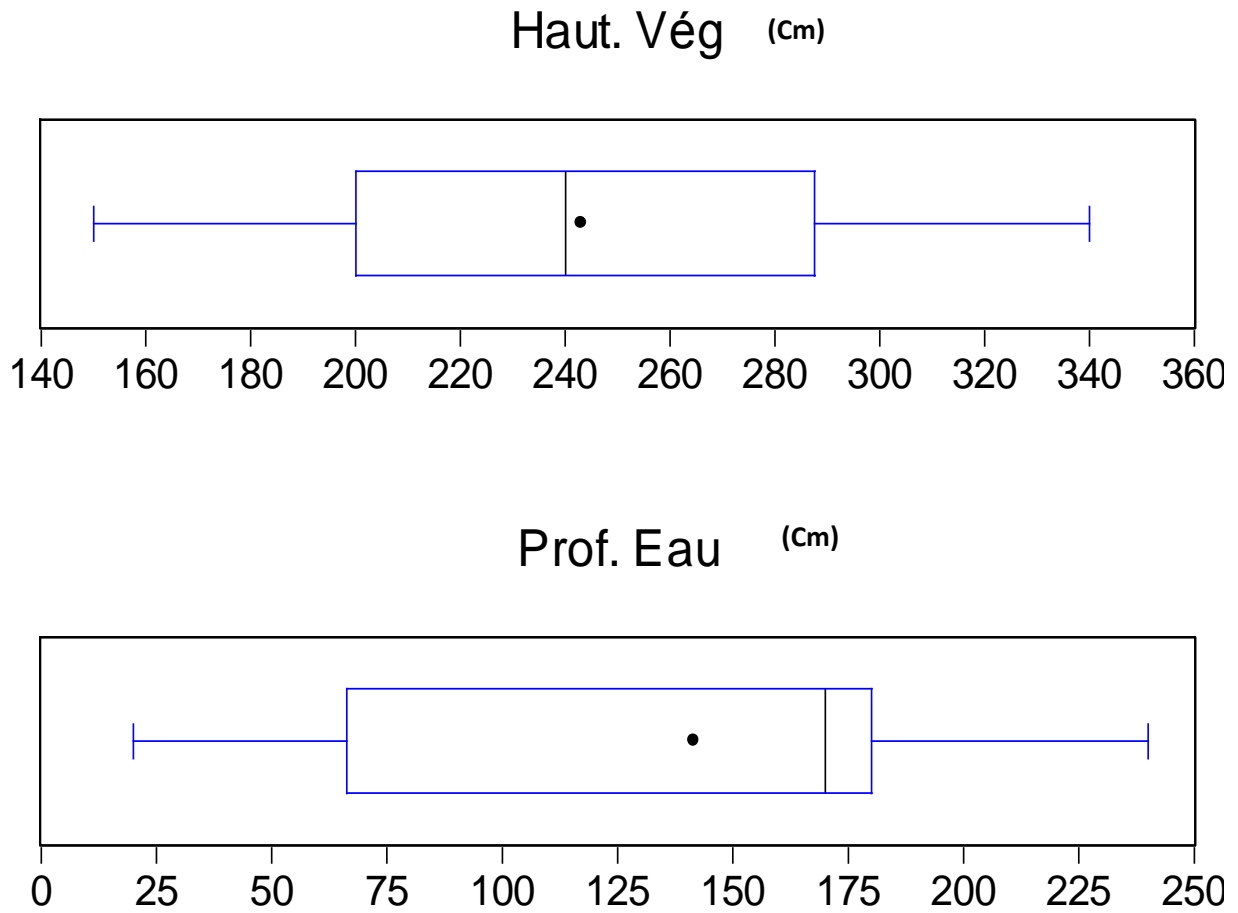


**Figure. IV.23** – Distribution des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* selon la profondeur de l'eau au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012).  
N : nombre de nids.



**Figure. IV.24** – Box plot représentant le diamètre interne, externe et hauteur des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012).  
N = 51 nids.





**Figure. IV.25** – Box plot représentant la profondeur d'eau et la hauteur de végétation à l'emplacement des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). N = 51 nids.

**I. 2.4. Phénologie de la reproduction :**

**I. 2.4.1. Caractéristiques des œufs :**

En 2012, l'échantillon total a été de  $N = 524$  œufs, présentant des dimensions différentes d'un œuf à l'autre.

La longueur moyenne a été de  $51,54 \pm 1,21$  mm, avec une valeur minimale de 39,89 mm et une maximale de 54,73 mm, 60,49% des œufs, soit ( $N = 317/524$  œufs), ont mesuré entre 50 et 51,98 mm.

La largeur moyenne a été de  $38,29 \pm 1,05$  mm, variant de 34 à 40,88 mm. 31,10% des œufs, soit ( $N = 163/524$  œufs), avaient une largeur entre 37 et 37,93 mm.

Le volume moyen calculé a été de  $37,77 \pm 2,56$  cm<sup>3</sup>, allant de 30,05 à 44,9 cm<sup>3</sup>. 41,41% des œufs, soit ( $N = 217/524$  œufs), ont présenté un volume allant de 35 à 37,99 cm<sup>3</sup>.

Le tableau. IV.9 ci-dessous résume les Caractéristique des œufs d Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau Lac Tonga, Nord-Est Algérien en 2012, avec un total de  $N = 524$  œufs.

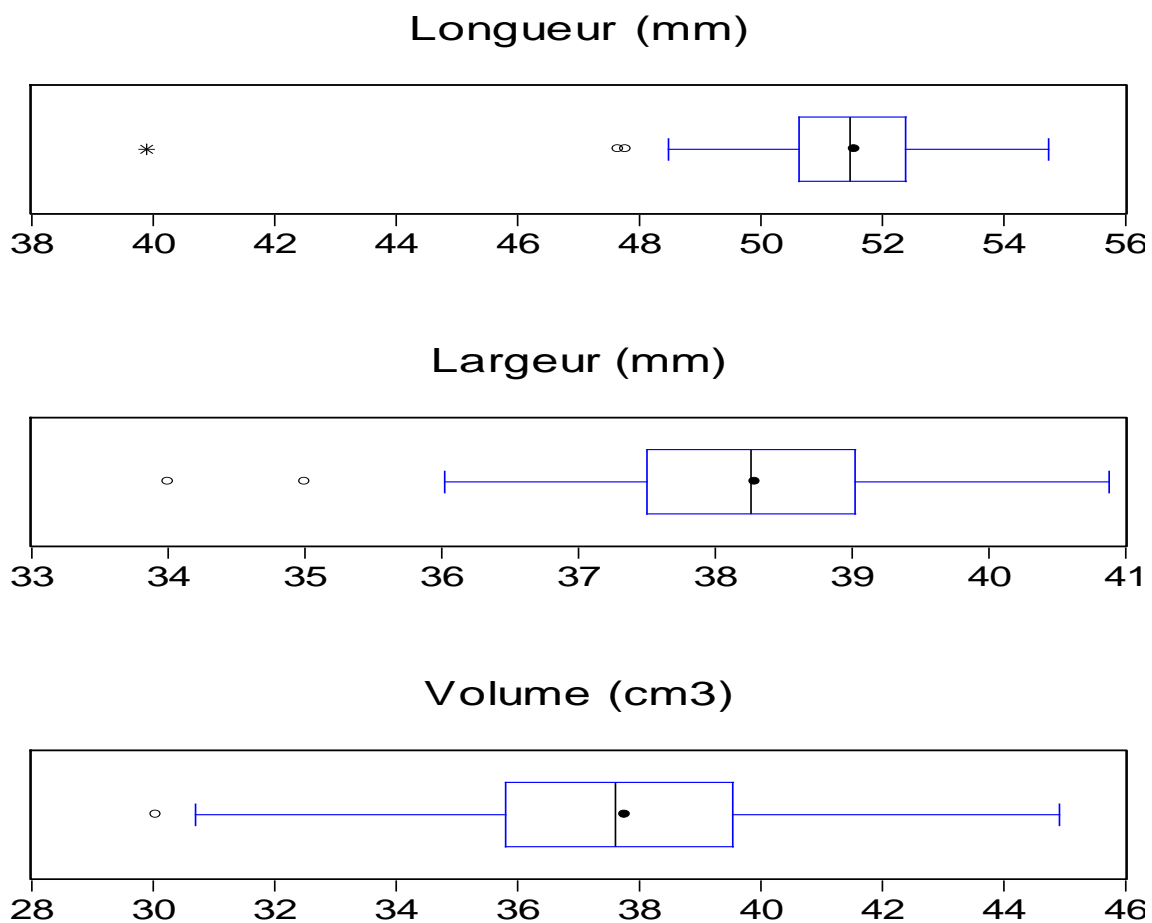
Une corrélation très faible a été noté entre la longueur et la largeur des œufs en 2012 dont ( $r=0,16$ ) (Figure. IV.27a).

Une corrélation faible a été noté entre la longueur et le volume des œufs en 2012, dont ( $r=0,45$ ) (Figure. IV.27b).

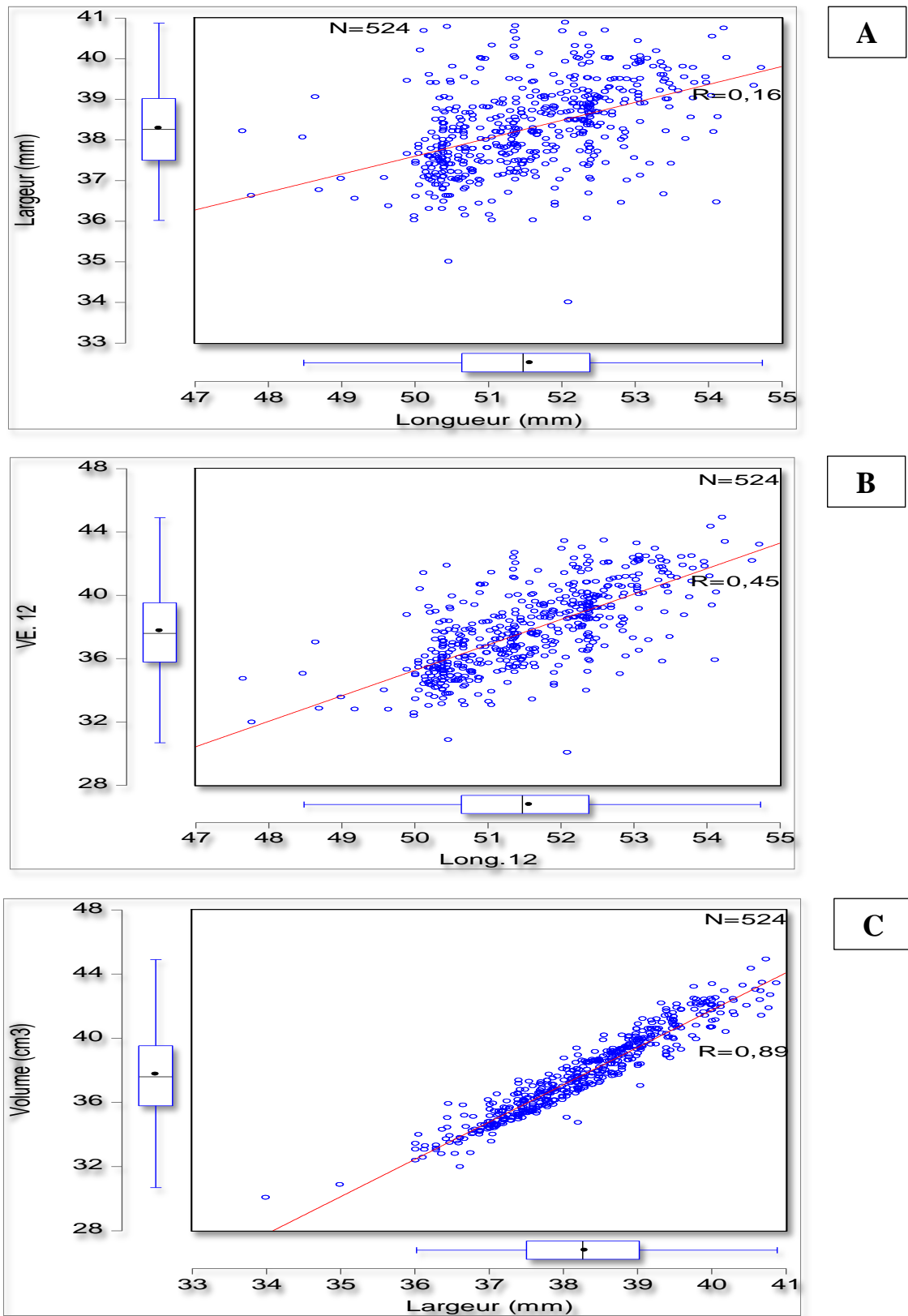
La largeur et le volume des œufs en 2012, ont présenté une corrélation hautement significative, avec ( $r=0,89$ ) (Figure. IV.27c).

**Tableau. IV.9** – Caractéristiques des œufs du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). N : nombre des œufs.

Désignation	Moy. ± S.D	Min.	Max.	N
Longueur (mm)	51,54 ± 1,21	39,89	54,73	524
Largeur (mm)	38,29 ± 1,05	34	40,88	524
Volume (cm <sup>3</sup> )	37,77 ± 2,56	30,05	44,9	524



**Figure. IV.26** – Box plot représentant la longueur, la largeur et le volume d'œufs du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). N = 524 œufs.



**Figure. IV.27** – Corrélation de la biométrie des œufs du *Fuligule nyroca* *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). N = 524œufs.

A : longueur et largeur ; B : longueur et volume ; C : largeur et volume.

**I. 2.4.2. Taille et grandeur de ponte :**

Dans la deuxième saison de reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* 2012 au niveau du Lac Tonga, sur un nombre totale de N = 51 nids, la taille de ponte a été de 1 à 26 œufs/nids.

La grandeur de ponte a varié de 6 à 17 œufs/nids en moyenne de  $11,76 \pm 3,67$  œufs/nids, dans un échantillon de N = 17 nids.

**I. 2.4.3. Durée d'incubation :**

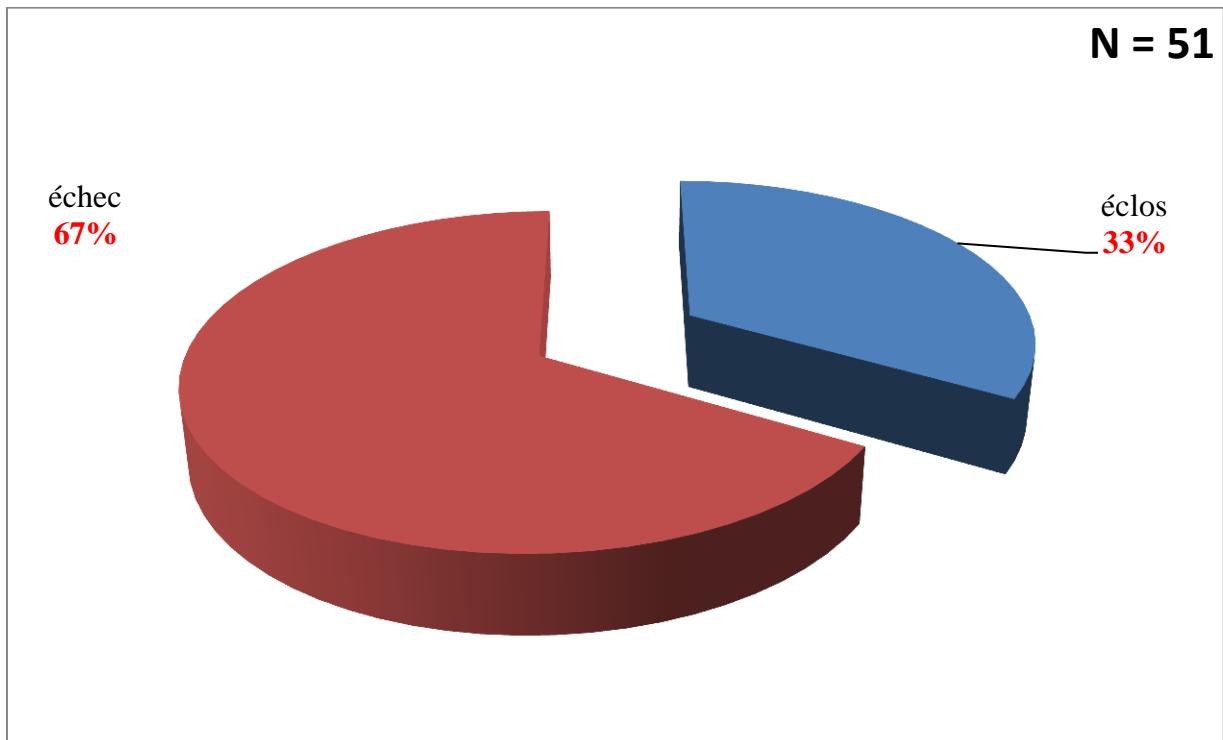
La durée d'incubation des œufs a varié d'une année à l'autre et d'une femelle à l'autre, la durée la plus petite a été de 21 jours la plus grande a été de 33 jours, en moyenne de 26,87 jours, avec une valeur extrême 39 jours.

**I. 2.4.4. Eclosion, succès de la reproduction et facteurs d'échec de la reproduction :**

Dans la deuxième saison d'étude, les premières éclosions ont eu lieu le 31 Mai, la dernière a été enregistrée le 10 Juillet, 52,94% des éclosions, soit (N = 9/17 nids), ont été notées dans une période de deux semaine, la mi-Juin jusqu'au 30 Juin. D'après nos résultats de la deuxième année d'étude, l'espèce a présenté un succès de reproduction de 33%, soit (N = 17/51 nids), le reste des pontes, 67% soit (N = 34/51 nids), ont subi un échec (Figure. IV.28).

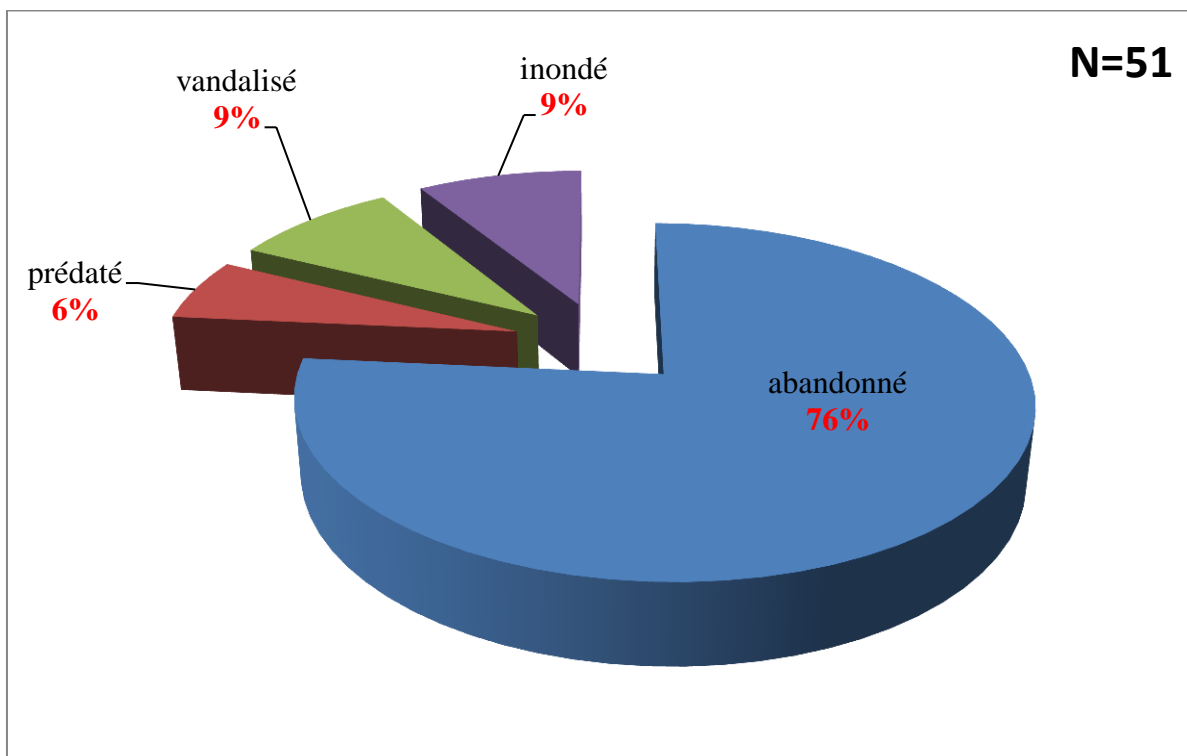
Les facteurs d'échec de la reproduction sont des facteurs biotiques, 76% des nids sont abandonnés par la femelle, soit (N = 26/34 nids), 6% des pontes ont échoué à cause de la prédation, (N = 2/34 nids), due aussi aux facteurs abiotiques, le vandalisme et l'inondation ont causé chacun la perte de 9% des nids, soit (N = 3/51 nids) (Figure. IV.29). Durant les mois d'études Février, Mars et Avril, de forte précipitations ont été enregistrés dans la région d'El-Kala, ce qui provoque l'inondation des nids et des ilots flottants (Figure. Ann. 2)

La figure. IV.28 résume le succès et l'échec de la reproduction et La figure. IV.29 résume les facteurs d'échec de la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga en 2012, avec un total de N = 51 nids.



**Figure. IV.28** – Succès et échec de la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012).

**N** : nombre de nid.



**Figure. IV.29** – Facteurs d'échec de la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). **N** : nombre de nid.

**I. 2.4.5. Succès des œufs à l'éclosion :**

Sur un total de  $N = 200$  œufs dans les nids là où l'éclosion a été enregistrée, 74% des œufs pondus par l'espèce ont arrivé à l'éclosion, soit ( $N = 149$  œufs), tandis que 26% des œufs n'ont pas arrivé à l'éclosion, soit ( $N = 51$  œufs) (Figure. IV.30).

Le tableau. IV.10 résume le succès des œufs à l'éclosion du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga en 2012.

**I. 2.5. Parasitisme conspécifique et interspécifique des pontes :**

Dans l'année d'échantillonnage 2012, le suivi régulier de 51 nids a montré treize cas de parasitisme autrement 25,49% des pontes ont été parasitées, sept cas de parasitisme conspécifique, d'entre eux 43% ont été éclos, soit ( $N = 3$  nids), 14% ont été inondés, soit ( $N = 1$  nids) et 43% ont été abandonnés, soit ( $N = 3$  nids).

Dans six nids un parasitisme interspécifique : 5 nids Fuligule nyroca avec Érismaure à tête blanche et 1 nid Fuligule nyroca avec Foulque macroule), 33% de ces nids ont été éclos, soit ( $N = 2$  nids) et 67% des nids ont été abandonnés, soit ( $N = 4$  nids) (Figure. IV.32).

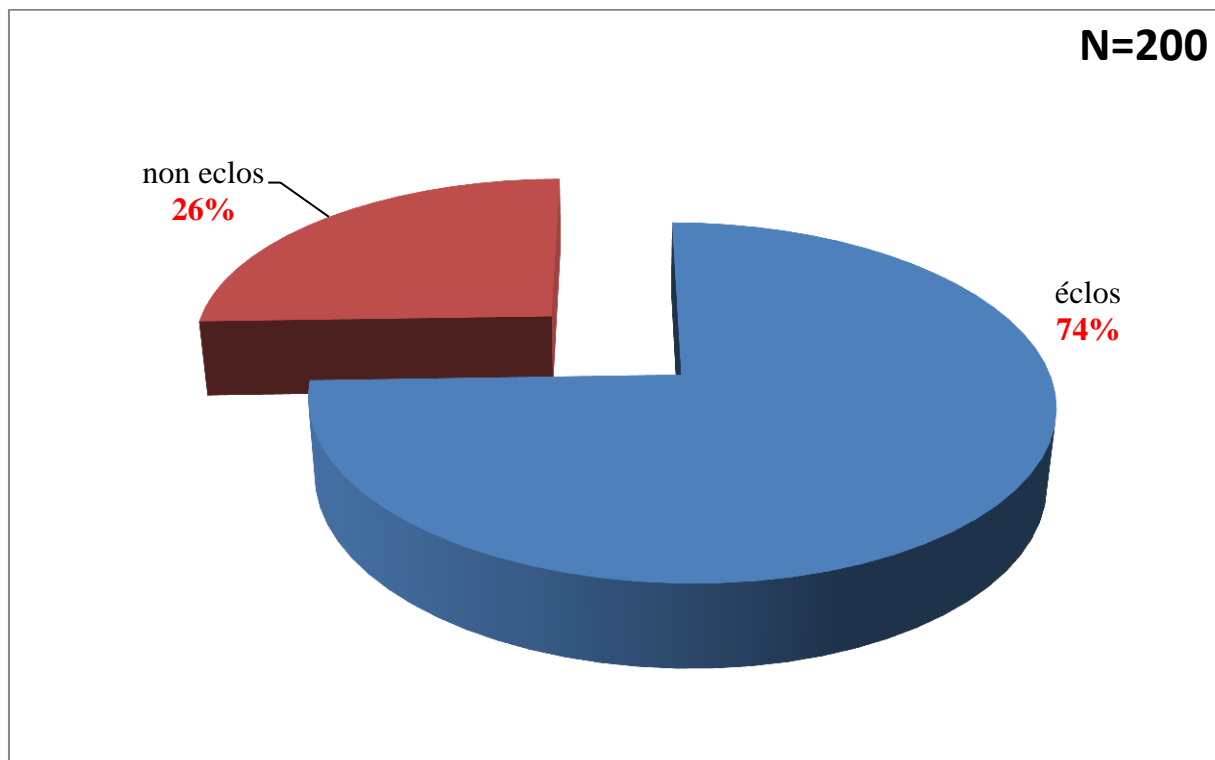
Le parasitisme conspécifique a été enregistré à partir de la troisième dizaine du mois d'Avril jusqu'à la première dizaine du mois de Juillet. Le parasitisme interspécifique a été enregistré à partir de la première dizaine du mois de Mai jusqu'à la première semaine du mois de Juillet (Figure. IV.32).

Le tableau. IV.11 résume le parasitisme conspécifique et interspécifique du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie en 2012, en le supposant comme espèce hôte.

**Tableau. IV.10**– Succès des œufs du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* à l'éclosion au niveau du Lac Tonga ; Nord-Est Algérien en 2012.

N : nombre des œufs dans les nids éclos.

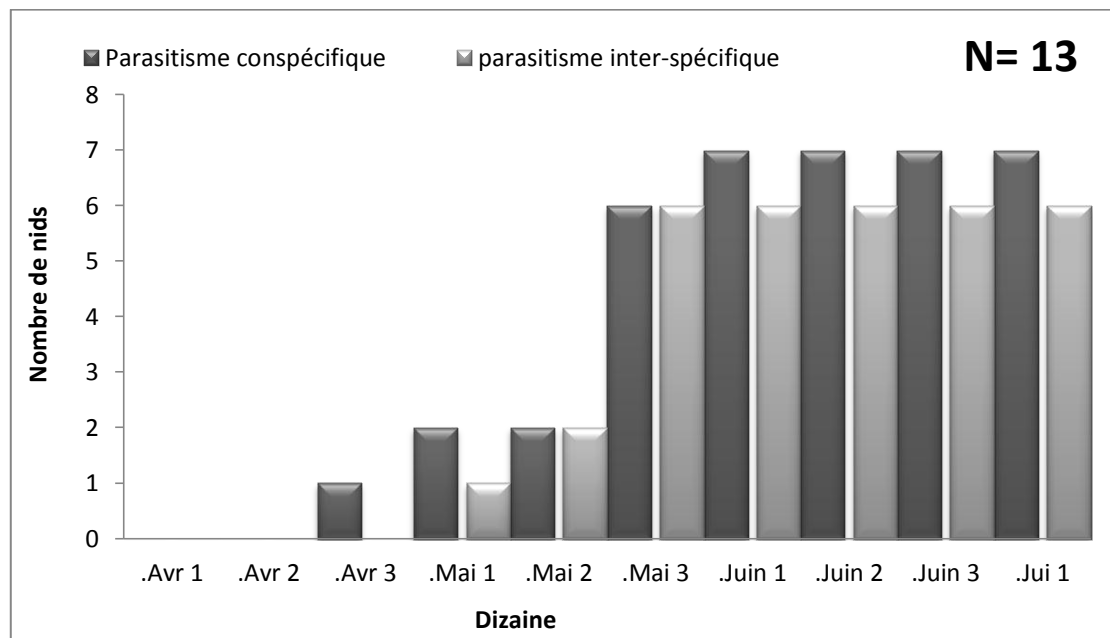
Désignation	Nombre des œufs	Pourcentage (%)
Œufs éclos	149	74
Œufs non éclos	51	26
N	200	100



**Figure. IV.30** – Succès des œufs du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* à l'éclosion au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012).

N : nombre des œufs dans les nids éclos.



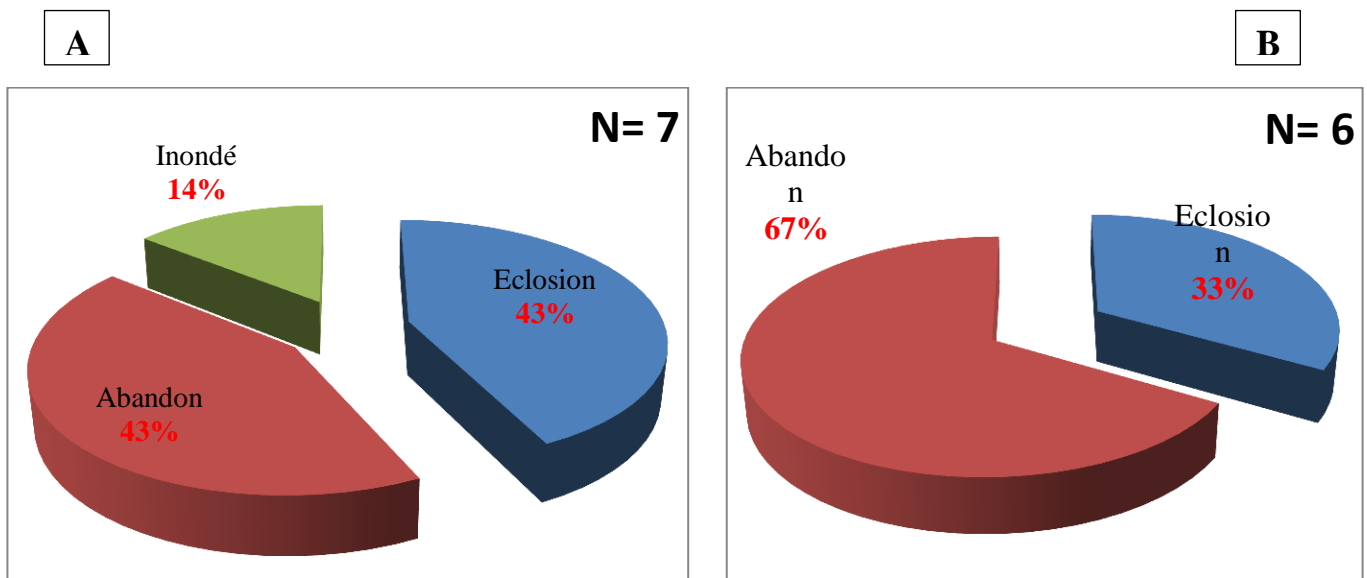


**Figure. IV.31** – Evolution du parasitisme conspécifique et interspécifique du *Fuligule nyroca* *Aythya nyroca* au Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012).

N : Nombre de nids parasités.

**Tableau. IV.11** – Parasitisme conspécifique et interspécifique du *Fuligule nyroca* *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012).

Désignation	Nid	Hôte	Nombre d'œuf parasite	Nombre d'œuf hôte	Devenir des œufs parasites
<b>Parasitisme interspécifique</b>	N11	<i>Oxyura leucocephala</i>	9	4	Abandonné
	N16	<i>Fulica atra</i>	6	2	Eclosion
	N25	<i>Oxyura leucocephala</i>	7	1	Abandonné
	N29	<i>Oxyura leucocephala</i>	8	12	Abandonné
	N36	<i>Oxyura leucocephala</i>	10	7	Abandonné
	N43	<i>Oxyura leucocephala</i>	15	12	Eclosion
<b>Parasitisme conspécifique</b>	N6	<i>Aythya nyroca</i>	13		Eclosion
	N13	<i>Aythya nyroca</i>	15		Eclosion
	N21	<i>Aythya nyroca</i>	21		Abandonné
	N26	<i>Aythya nyroca</i>	26		Inondé
	N34	<i>Aythya nyroca</i>	26		Abandonné
	N37	<i>Aythya nyroca</i>	16		Eclosion
	N49	<i>Aythya nyroca</i>	21		Abandonné



**Figure. IV.32** – Pourcentage d’éclosion des nids parasités du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012).

N : nombre de nids parasités ; **A** : parasitisme conspécifique ;  
**B** : parasitisme interspécifique.



**Photographie. IV.2** – Photographie représentant le parasitisme chez le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012).

**A** : Parasitisme conspécifique ; **B** : parasitisme interspécifique (Djelailia A.).

**I. 3. Quelques aspects comparatifs des résultats des deux années 2011 et 2012 :**

Pendant les deux saisons d'échantillonnage 2011 et 2012, un échantillon de N =110 nids de Fuligule nyroca *Aythya nyroca* a été recensé puis suivi jusqu'à l'éclosion du dernier œuf.

**I. 3.1. Chronologie de la ponte :**

Au cours de la première année d'échantillonnage 2011, les premiers nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* ont été enregistrés à partir de la deuxième dizaine du mois d'Avril, soit 4 nids notés le 16 Avril, la ponte s'est étalée entre la deuxième dizaine du mois d'Avril jusqu'à la mi-Juillet avec un pic vers la troisième dizaine du mois de Juin (Figure. IV.33).

Tandis qu'en 2012, la première ponte du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* a été enregistrée le 13 Avril, la ponte a été enregistrée entre la deuxième dizaine du mois d'Avril jusqu'à la première dizaine du mois de Juin, avec un pic dans la troisième dizaine du mois de Mai (Figure. IV.33).

Les résultats résumés dans le tableau. IV.12 montre le calendrier mensuel de la ponte du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* pendant les années d'étude 2011 et 2012, nous a permis de constater qu'en 2011, 49,15% des pontes ont eu lieu le mois de Juin ( en majorité la première dizaine). Tandis qu'en 2012, 80,40% des pontes ont eu lieu le mois de Mai (majoritairement la troisième dizaine).

**I. 3.2. Ecologie de la reproduction :**

**I. 3.2.1. Distribution des nids dans le couvert végétale :**

**a. Type de végétation :**

Les espèces végétales utilisées par le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* pour édifier les nids ne varient pas entre les deux années, mais le pourcentage d'occupation change entre les deux années.

En comparant les deux années d'étude de la reproduction de l'espèce concernant le support végétale utilisée, les résultats montrent une différence dans les deux années, en 2011,

le Scirpe Lacustre *Scirpus Lacustris* a hébergé 45% des nids, en 2012 il a accueilli 39% des nids. Tandis qu'en 2011, les îlots flottants ont accueilli 30% des nids de l'espèce, en 2012 ils comportaient 41% des nids. Une seule strate, celle de l'association *Typha angustifolia* + *Phragmites australis* présente en 2011 et absente en 2012. Les autres strates présentaient des pourcentages légèrement différents entre les deux années. Comme le résume la figure. IV.34.

**b. Hauteur de végétation :**

Les résultats issus des deux années d'études, ne montre aucune différence, Le plus grand nombre de nid du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* se trouve préférentiellement dans la strate de végétation d'une hauteur changeant de ]150 – 300 cm] avec des pourcentages très élevé, 81,35% soit (N= 48 nids) en 2011 et 82,35%, soit (n = 42 nids) en 2012 (Figure. IV.35) .

La hauteur moyenne de végétation a été de  $243,24 \pm 51,51$  cm en 2011 et de  $243,14 \pm 52,41$  cm en 2012.

Aucune variation significative n'a été observée pour la hauteur de végétation entre les deux années 2011 et 2012 (Test de WILCOXON,  $Z = 0,158$  ;  $N = 51$  nids ;  $P = 0,874$ )

Le tableau. IV.13 résume toutes les informations disponibles sur les caractéristiques de l'ensemble des nids échantillonné en 2011 et 2012 au niveau du Lac Tonga.

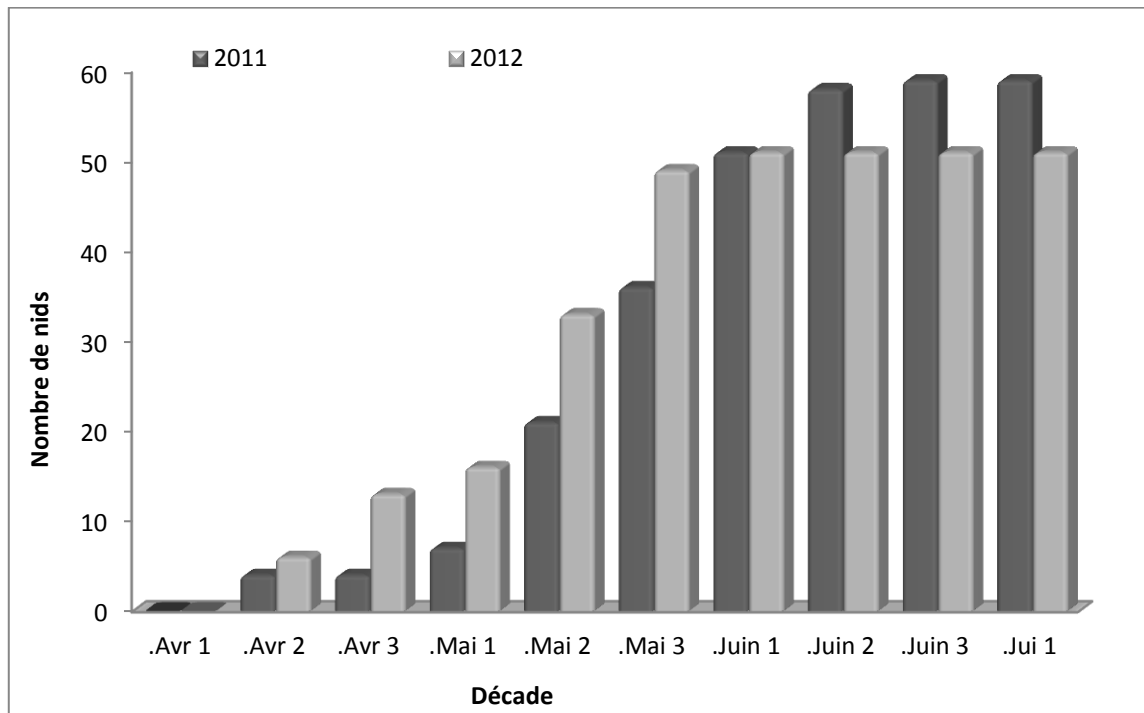
**I. 3.2.2. Caractéristiques des nids :**

Durant les deux années de suivi, le diamètre externe moyen des nids a été de  $25,97 \pm 4,37$  cm avec une valeur extrême minimale de 14 cm et une valeur extrême maximale de 36 cm. Le diamètre interne moyen a été de  $13,52 \pm 3,01$  cm avec une valeur extrême minimale de 06 cm et une valeur extrême maximale 24 cm. La hauteur des nids a varié entre 05 et 35 cm, avec une valeur moyenne de  $12,65 \pm 4,1$  cm. Le volume estimé moyen des nids a été de  $49,77 \pm 21,6$  cm<sup>3</sup> avec une valeur extrême minimale de 7,18 cm<sup>3</sup> et une valeur extrême maximale de 122,08 cm<sup>3</sup>.

Les endroits de nidification du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* ont présenté une profondeur d'eau qui a varié entre 20 et 255 cm, présentant une moyenne de  $145,66 \pm 67,64$  cm. En 2011 la profondeur de l'eau a été en moyenne de  $149,69 \pm 73,70$  cm, en 2012 a été de  $141,64 \pm 61,58$  cm.

Il n'existe aucune différence significative concernant la profondeur de l'eau entre les deux années 2011 et 2012 (Test de WILCOXON,  $Z = 1,063$  ;  $N = 51$  nids ;  $P = 0,288$ )

Le tableau. IV.13 résume toutes les informations disponibles sur les caractéristiques des 110 nids étudiés dans les deux années d'étude 2011 et 2012 et le tableau. IV.14 nous fournit une comparaison des caractéristiques des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* entre les deux années d'étude 2011 et 2012.



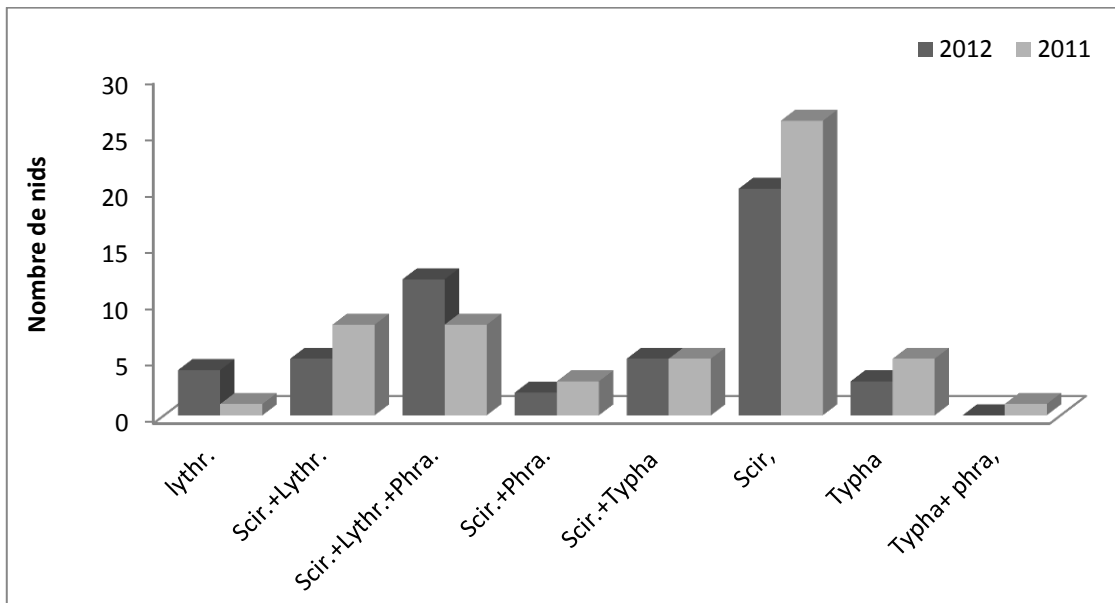
**Figure. IV.33** – Chronologie de la ponte du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* en 2011 et 2012 au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie.

N : Nombre de nids ; N<sub>2011</sub> = 59 nids ; N<sub>2012</sub> = 51 nids.

**Tableau. IV.12**– Calendrier mensuel des pontes du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* en 2011 et 2012 au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie.

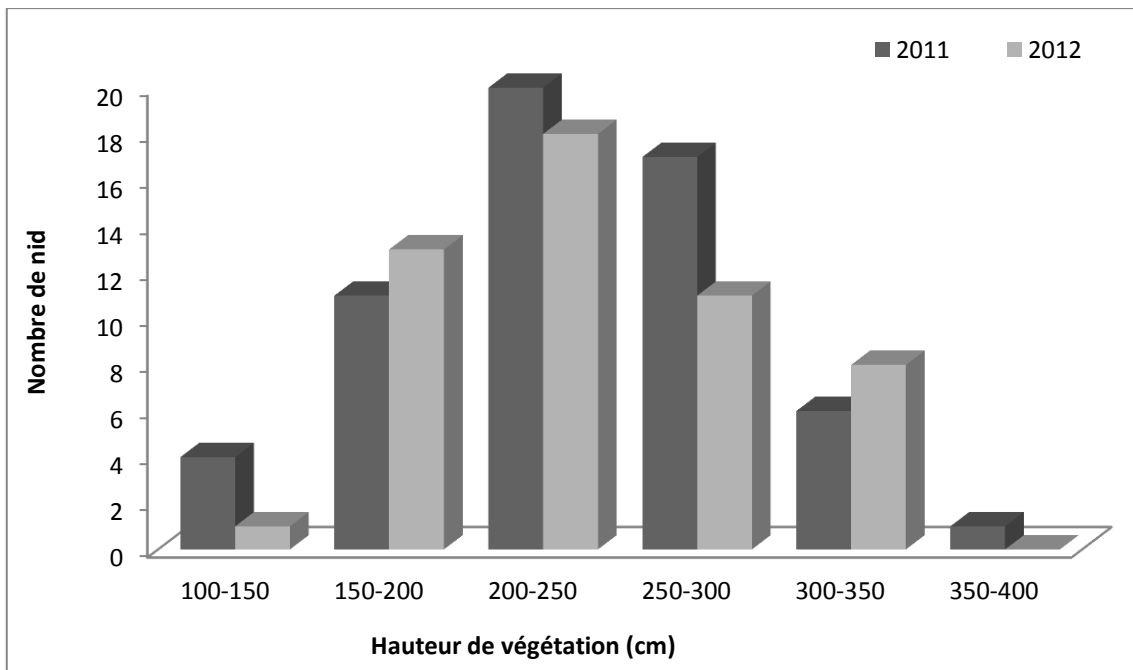
N : Nombre de nids ; N<sub>2011</sub> = 59 nids ; N<sub>2012</sub> = 51 nids.

Désignation	Avril	Mai	Juin	Juillet
<b>2011</b>	6,78%	44,07%	49,15%	00%
<b>2012</b>	15,70%	80,40%	3,92%	00%



**Figure. IV.34** – Répartition des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* dans les strates de végétation au Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011 et 2012).

N : Nombre de nids ; N<sub>2011</sub> = 59 nids ; N<sub>2012</sub> = 51 nids.



**Figure. IV.35** – Répartition des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* selon les différentes hauteurs de végétation au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011 et 2012).

N : Nombre de nids ; N<sub>2011</sub> = 59 nids ; N<sub>2012</sub> = 51 nids.

**Tableau. IV.13** – Caractéristiques de l'ensemble des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011 et 2012). **N** : Nombre de nids.

Désignation	Moy. $\pm$ S.D	Min.	Max.	N
Diamètre externe (cm)	25,97 $\pm$ 4,37	14	36	110
Diamètre interne (cm)	13,52 $\pm$ 3,01	06	24	110
Hauteur de nid (cm)	12,65 $\pm$ 4,1	05	35	110
Volume estimé (cm <sup>3</sup> )	49,77 $\pm$ 21,6	7,18	122,08	110
Profondeur d'eau (cm)	145,66 $\pm$ 67,64	20	255	110
Hauteur de végétation (cm)	243,18 $\pm$ 51,96	130	355	110



**Tableau. IV.14** – Comparaison des caractéristiques des nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* en 2011 et 2012 au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie. **N** : Nombre de nids.

Désignation	2011	2012
<b>Diamètre externe</b> Moy. ± S.D (cm)	27,10 ± 4,41	24,84 ± 4,33
<b>Diamètre Interne</b> Moy. ± S.D (cm)	13,67 ± 2,80	13,37 ± 3,22
<b>Hauteur du nid</b> Moy. ± S.D (cm)	13,83 ± 5,05	11,47 ± 3,15
<b>Volume estimé</b> Moy.± S.D (cm <sup>3</sup> )	43,55 ± 23,9	56,00 ± 19,28
<b>Hauteur de la végétation</b> Moy. ± S.D (cm)	243,24 ± 51,51	243,14 ± 52,41
<b>Profondeur de l'eau</b> Moy. ± S.D (cm)	149,69 ± 73,70	141,64 ± 61,58
<b>N</b>	59	51

### I. 3.3. Phénologie de la reproduction :

#### I. 3.3.1. Caractéristiques des œufs :

L'échantillon total des œufs des deux années d'étude 2011 et 2012 a été de  $N = 1289$  œufs, présentant de dimensions différentes d'un œuf à l'autre.

La longueur moyenne a été de  $51,4 \pm 1,27$  mm, avec une valeur minimale de 39,89 mm et une maximale de 54,73 mm. La largeur moyenne a été de  $37,82 \pm 1,00$  mm, variant de 34 à 49 mm. Le volume moyen calculé a été de  $36,82 \pm 2,56$  mm<sup>3</sup>, allant de 27,53 à 60,7 mm<sup>3</sup>.

Cette étude révèle qu'il n'y a pas de différence significative entre les résultats des deux saisons de reproduction concernant les caractéristiques (longueur, largeur et volume) des œufs du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* en 2011 et 2012 (Tableau. IV.16).

Le tableau. IV.15 ci-dessous résume les caractéristique de l'ensemble des œufs du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* en 2011 et 2012 au niveau Lac Tonga, Nord-Est Algérie. Avec un total de  $N = 1289$  œufs.

#### I. 3.3.2. Taille et Grandeur de ponte :

Pendant les deux années d'étude 2011 et 2012, sur un échantillon total de  $N = 110$  nids, la taille de ponte a varié de 1 à 31 œufs/nids,

La grandeur de ponte en 2011 et 2012 a varié entre 4 à 29 œufs/nids en moyenne de  $12,51 \pm 4,82$  œufs/nids, dans un échantillon de  $N = 43$  nids.

En 2011, la grandeur de ponte a été en moyenne de  $13,27 \pm 5,98$  œufs/nids, en 2012, a été de  $11,76 \pm 3,67$  œufs/nids (Figure. IV.37).

La grande de ponte ne présente pas une variation significative entre les deux années (Test de WILCOXON,  $Z = 0,262$  ;  $N = 17$  nids ;  $P = 0,793$ ) (Figure. IV.37).

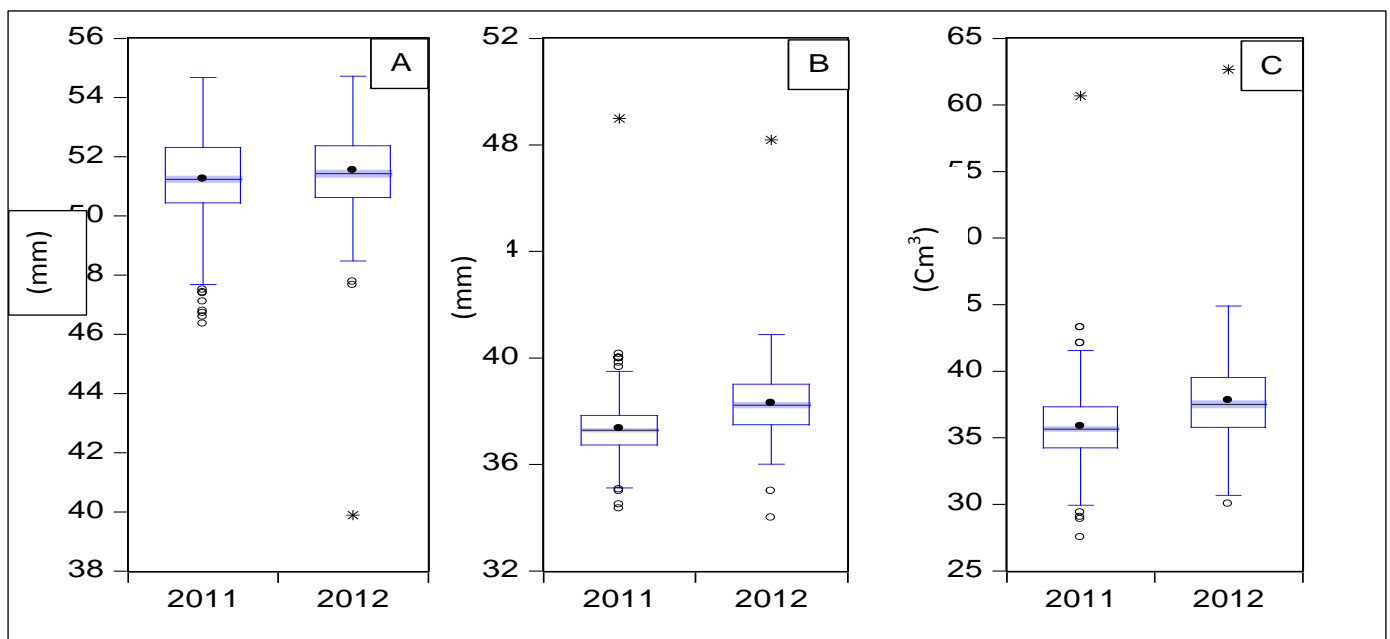
Le tableau. IV.17 est un tableau comparatif de la grandeur de ponte du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* entre les deux années d'étude 2011 et 2012 au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie.

**Tableau. IV.15**– Caractéristiques des œufs du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* en 2011 et 2012 au Lac Tonga, Nord-Est Algérie. **N** : nombre des œufs.

Désignation	Moy. ± S.D	Min	Max	N
Longueur (mm)	51,4 ± 1,27	39,89	54,73	1289
Largeur (mm)	37,82 ± 1,00	34	49	1289
Volume (cm <sup>3</sup> )	36,82 ± 2,48	27,53	60,7	1289

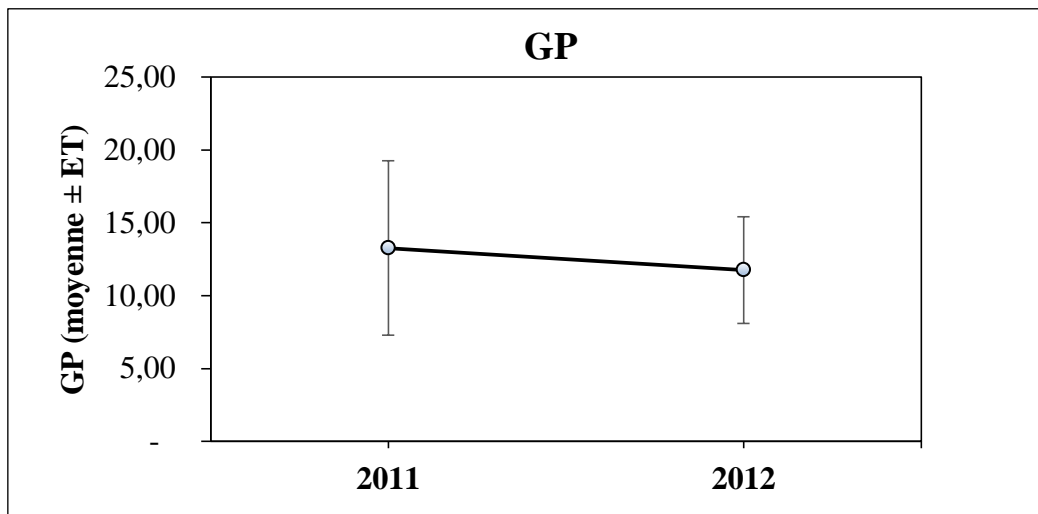
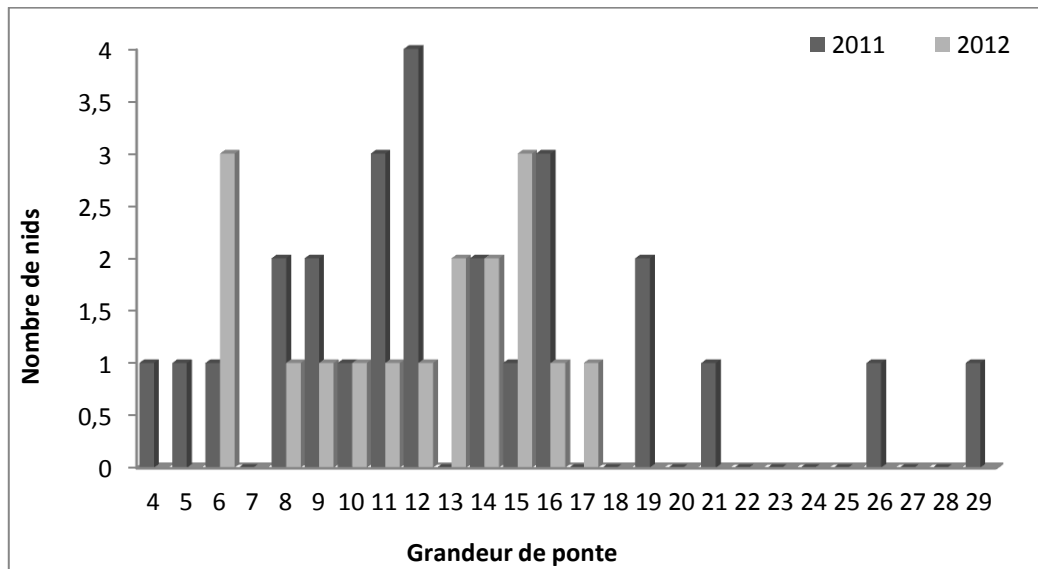
**Tableau. IV.16** – Comparaison des caractéristiques des œufs du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* en 2011 et 2012 au Lac Tonga, Nord-Est Algérie. **N** : Nombre des œufs.

Désignation	Longueur Moy. ± S.D (mm)	Largeur Moy. ± S.D (mm)	Volume Moy. ± S.D (mm <sup>3</sup> )	N
<b>2011</b>	51,25 ± 1,34	37,36 ± 0,96	35,88 ± 2,41	765
<b>2012</b>	51,54 ± 1,21	38,29 ± 1,05	37,77 ± 2,56	524



**Figure. IV.36** – Box Plots représentant les variations interannuelles de la biométrie des œufs du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011 et 2012).

**A** : Longueur ; **B** : Largeur ; **C** : Volume.



**Figure. IV.37** – Variations interannuel de la grandeur de pont du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011 et 2012).

N : Nombre de nids ; N<sub>2011</sub> = 59 nids ; N<sub>2012</sub> = 51 nids.

**Tableau. IV.17** – Comparaison de la grandeur de pont du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011 et 2012). N : nombre de nids.

Désignation	G.P ± S.D	Min	Max	N
2011	13,27 ± 5,98	4,00	29,00	26
2012	11,76 ± 3,67	6,00	17,00	17

**I. 3.3.3. Ecllosion et succès de la reproduction :**

Pendant les deux années d'étude, les pics de l'éclosion des œufs ont été notés à partir de la mi-Juin, jusqu'à la première semaine de Juillet en 2011 et jusqu'au 30 Juin en 2012.

Le succès de reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* a été de 44% en 2011, et de 33% en 2012. Mais reste un pourcentage très réduit dans les deux années (Tableau. IV.18a).

L'échec de la reproduction est dû principalement à l'abandon du nid par la femelle, 69% des nids, (soit  $N = 22/59$  nids) en 2011, et 76% des nids, (soit  $N = 26/51$  nids) en 2012. Les autres facteurs causant l'échec de la reproduction sont résumés dans le tableau. IV.18b.

Le taux d'éclosion des œufs a été de 71% et 74% en 2011 et 2012, respectivement (Figure. IV. 38).

Le taux d'éclosion des œufs ne présente pas une variation interannuelle (Test de WILCOXON,  $Z = 1,422$  ;  $N = 17$  nids ;  $P = 0,155$ ) (Figure. IV. 39).

Le tableau. IV.18a résume le succès et l'échec de la reproduction et le tableau IV.18b résume les facteurs de l'échec de la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau Lac Tonga, Nord-Est Algérie en 2011 et 2012.

**I. 3.4. Parasitisme et chronologie de la ponte :**

La densité des nids dans un site est un facteur écologique important qui favorise le parasitisme, car les probabilités de localisation des nids augmentent à mesure que la densité de nids s'élève (Eadie et Fryxell, 1992). Nos données confirment cette hypothèse, le pic du parasitisme coïncide avec le pic de l'installation des nids pendant les deux années d'étude (Figure. IV.41).

**Tableau. IV.18** – Comparaison du succès de la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* en 2011 et 2012 au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie.

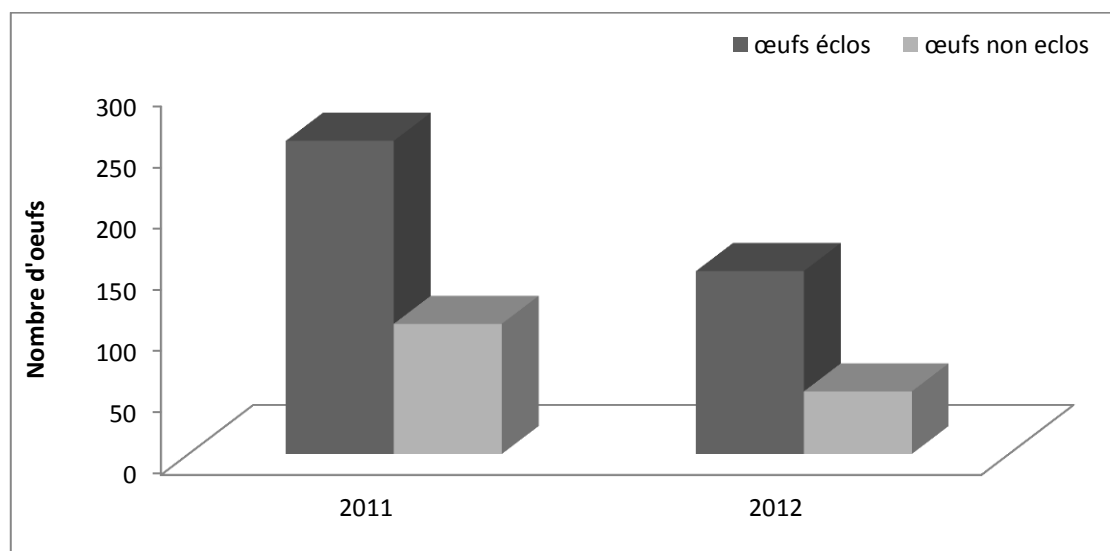
**N** : Nombre de nids ; **A** : Succès et échec ; **B** : Causes de l'échec.

Désignation	2011		2012	
	Nombre	Pourcentage (%)	Nombre	Pourcentage (%)
Nids éclos	26	44	17	33
Nids non éclos	33	56	34	67
Total	59	100	51	100

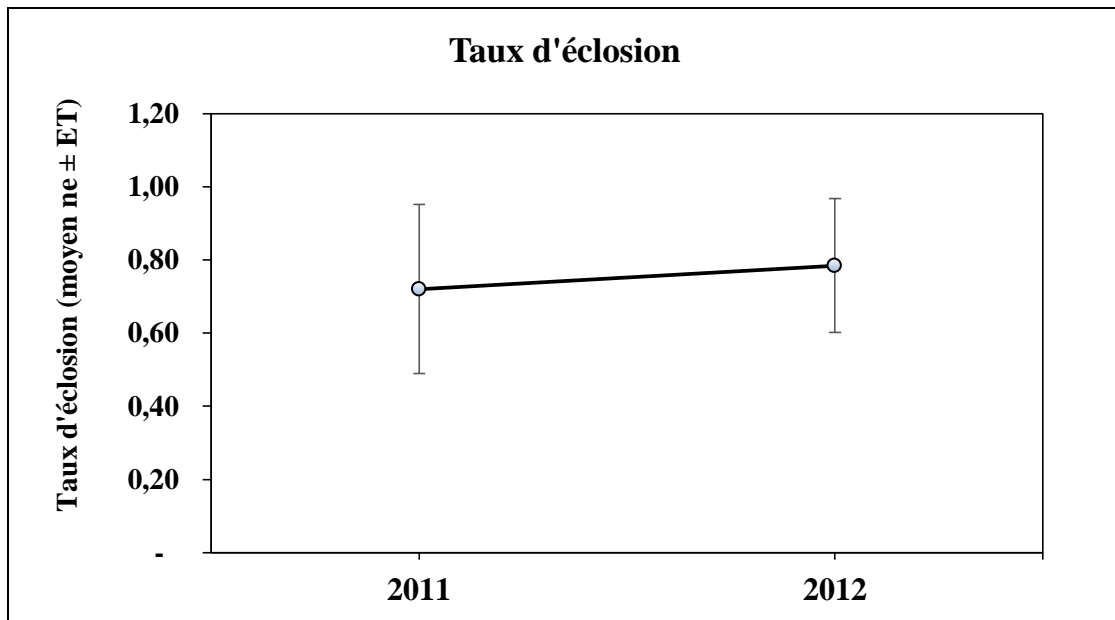
**A**

Désignation	2011		2012	
	Nombre	Pourcentage (%)	Nombre	Pourcentage (%)
Abandon	22	69	26	76
Prédation	3	09	2	6
Vandalisme	3	09	3	09
Inondation	4	13	3	09
Total	33	100	34	100

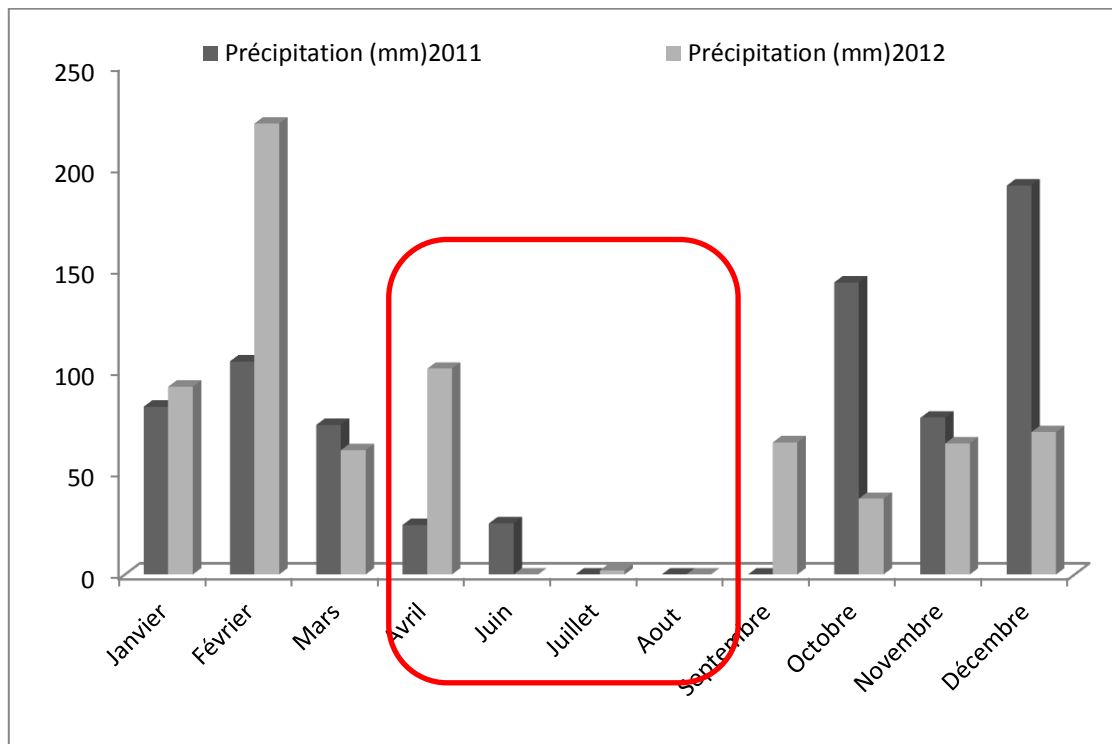
**B**



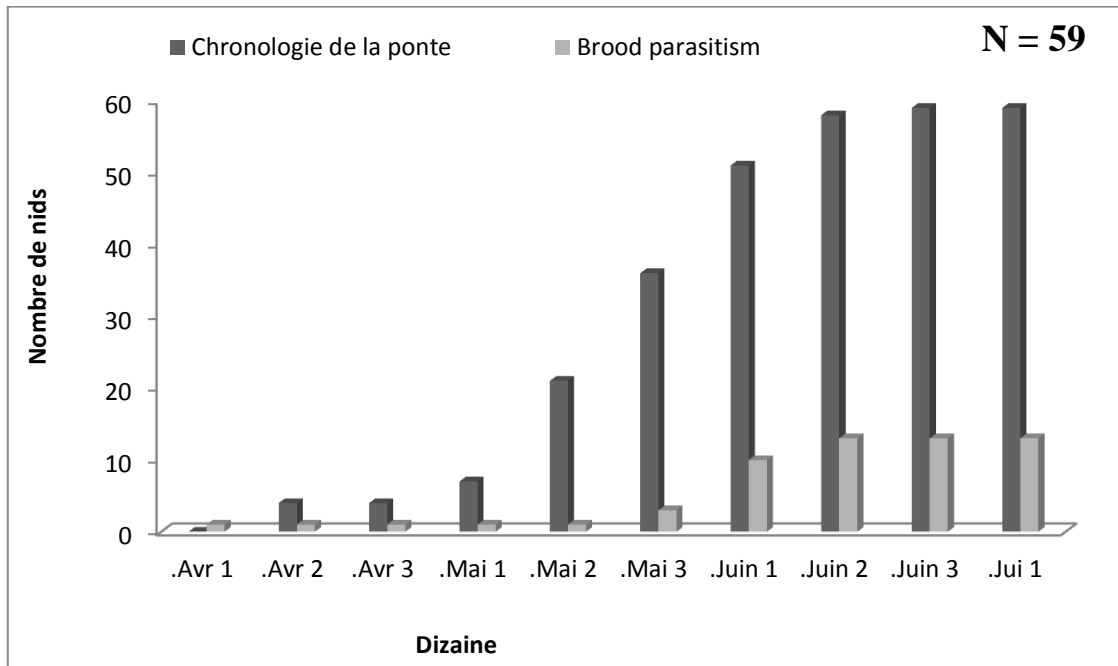
**Figure. IV.38** – Comparaison du succès des œufs à l'éclosion du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* en 2011 et 2012 au Lac Tonga, Nord-Est Algérie.



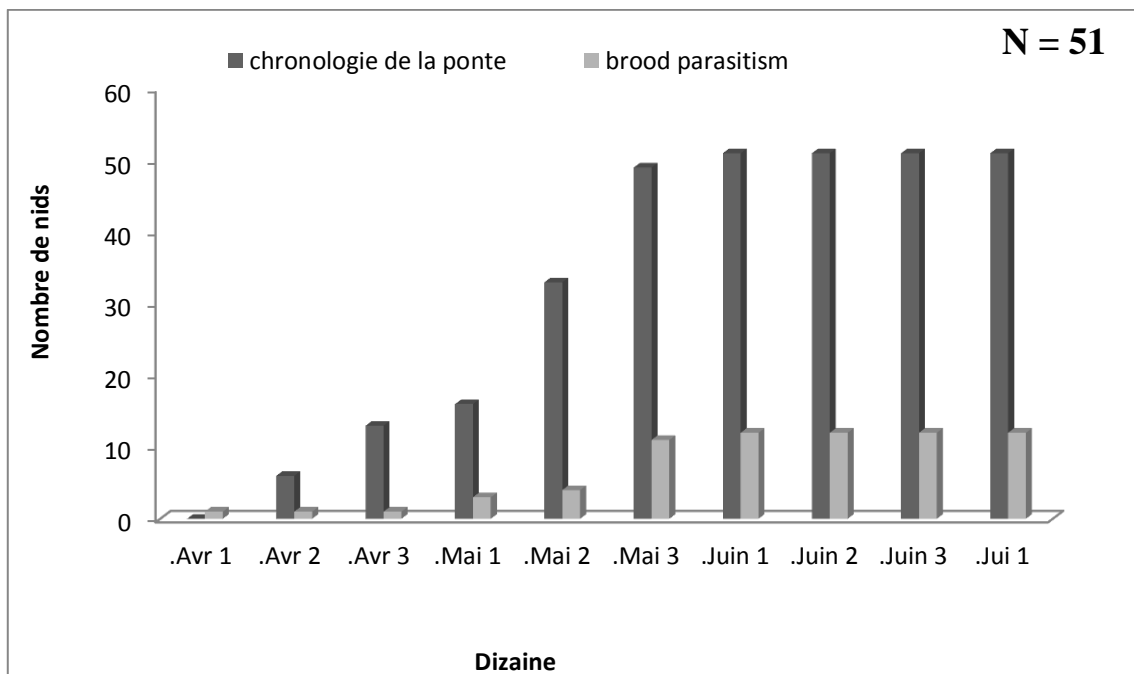
**Figure. IV.39** – Variation interannuelle dans le taux d'éclosion des œufs du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* en 2011 et 2012 au niveau du lac Tonga, Nord-Est Algérie.  $N_{2011} = 33$  œufs ;  $N_{2012} = 34$  œufs.



**Figure. IV.40** – Comparaison des données de précipitation dans la région d'El-Kala en 2011 et 2012.



A



B

**Figure. IV.41** – Compromis entre la chronologie de l’installation des nids et le parasitisme des pontes du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* en 2011 et 2012 au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie.  
 N : nombre de nids ; A : 2011 ; B : 2012.



**I. 3.5. Comparaison du succès et échec de la reproduction entre les nids du littorale et les nids du large du Lac Tonga :**

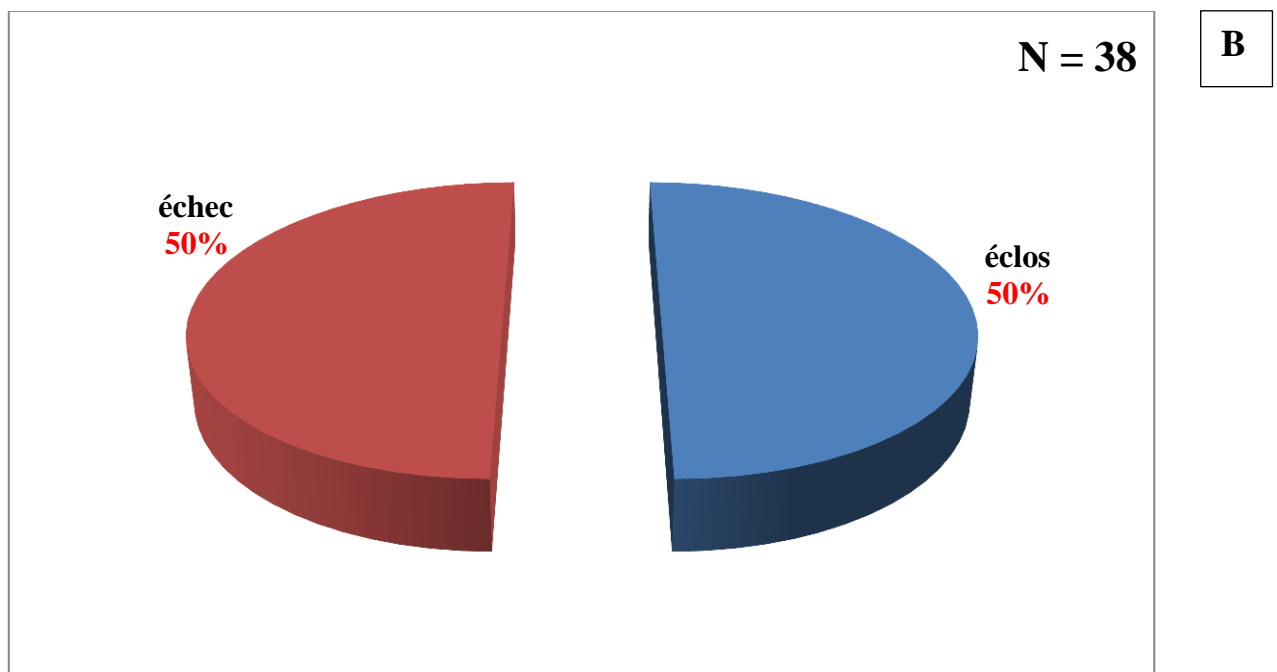
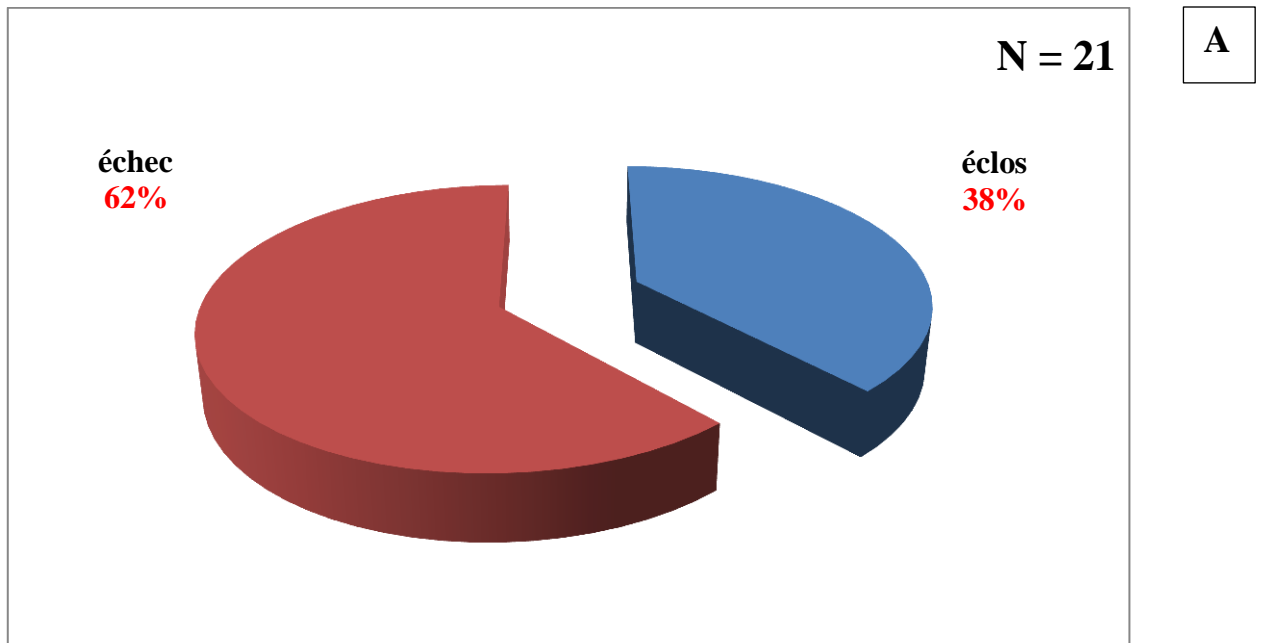
Durant les deux années d'étude, l'échantillonnage a été effectué dans deux habitats différents du Lac Tonga, il s'agit du littorale et le large du Lac Tonga. Les nids installés dans le large du Lac ont présentés un succès de reproduction plus élevé que les nids installés dans littorale. 50% et 34% a été le succès de la reproduction au large en 2011 et 2012 respectivement. 38% et 31% a été le succès reproductif des nids du littorale en 2011 et 2012 respectivement.

L'abandon des nids par la femelle est le facteur qui a causé l'échec de 84% des nids du large du Lac Tonga en 2011 et 2012. Au littorale du Lac l'abandon a été moins importants, 54% en 2011 et 56% en 2012 ont été abandonnés.

Par contre, la prédation et le vandalisme des nids présentaient chacun un pourcentage plus élevé au littorale qu'au large du lac, 15% en 2011 et 22% en 2012 des nids installés au littorale ont été prédatés au littorale, 23% en 2011 et 22% en 2012 des nids ont été vandalisés au littorale.

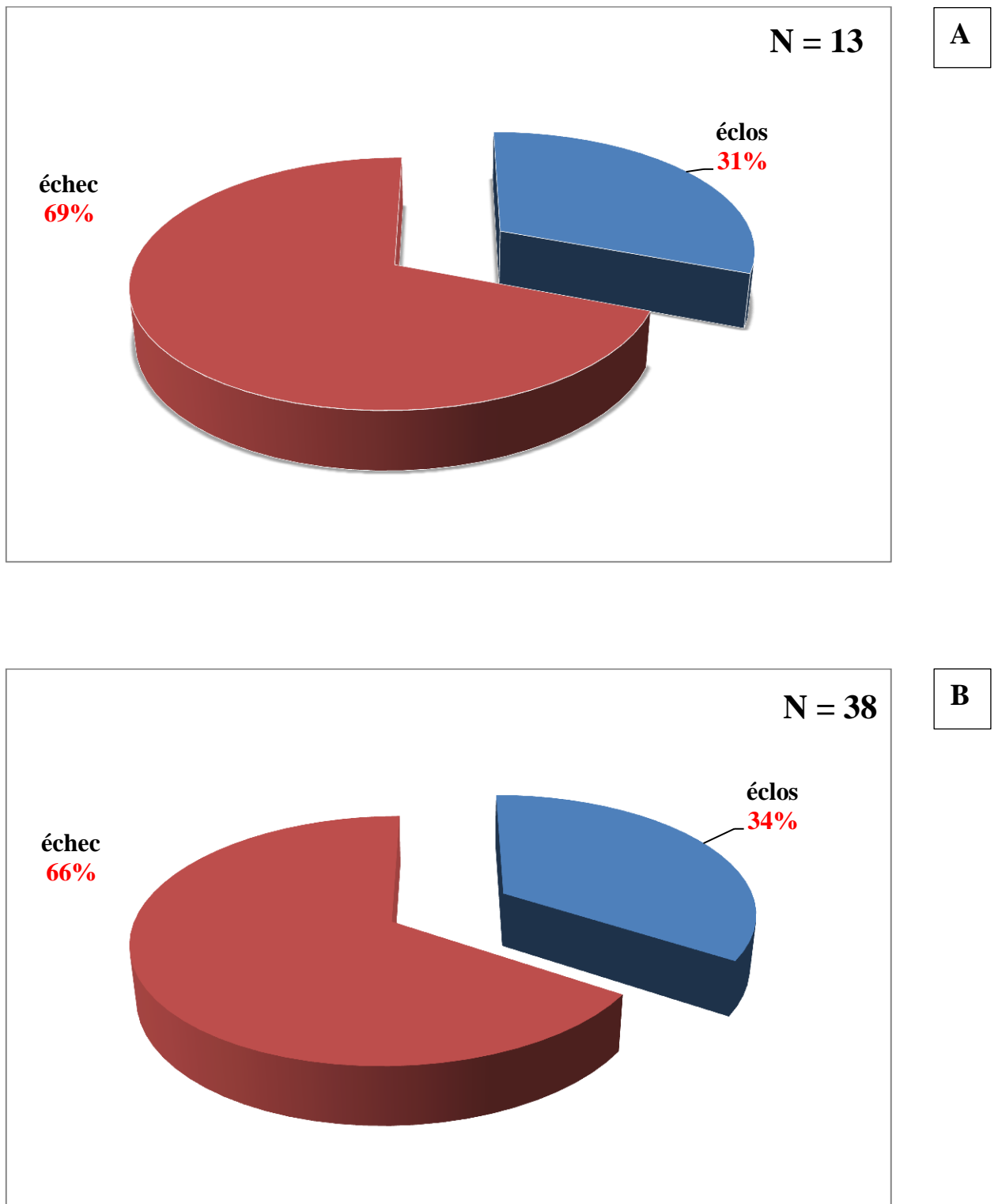
L'inondation est un facteur présent seulement au large du Lac Tonga, 11% et 12% des nids du large ont été inondés en 2011 et 2012 respectivement.

La stimulation sociale joue un rôle dans le succès et l'échec de la reproduction de l'espèce, les nids qui sont installés ensembles sur les même ilots ont présentés un succès de reproduction plus élevé. En 2011, 40% des nids ont arrivé à l'éclosion (Figure. IV.46a) tandis qu'en 2012, 57% des nids se sont arrivé à l'éclosion (Figure. IV.46b).



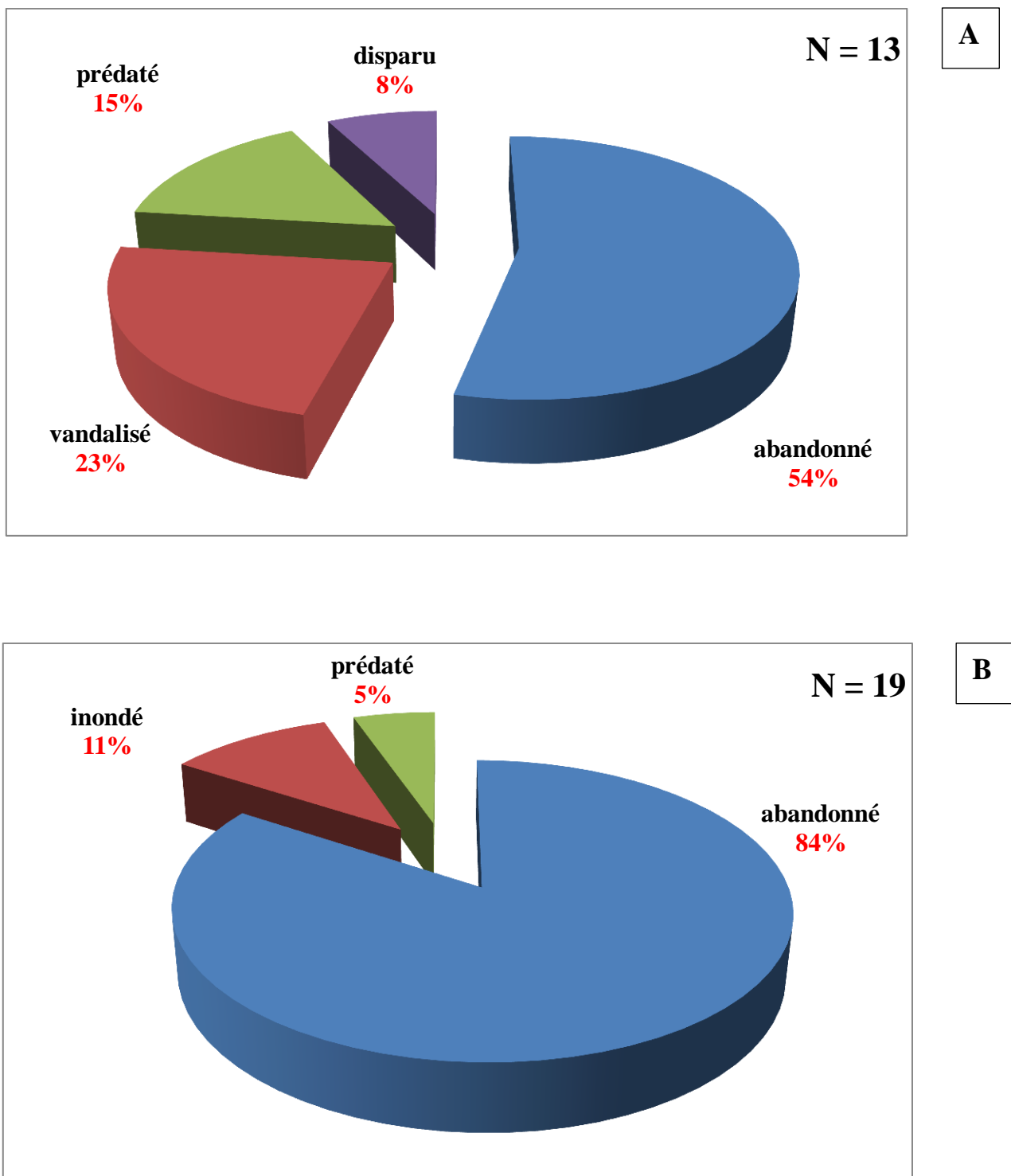
**Figure. IV.42** – Succès et échec de la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011).

**A** : nids du littorale ; **B** : nids du large ; **N** : nombre de nid.



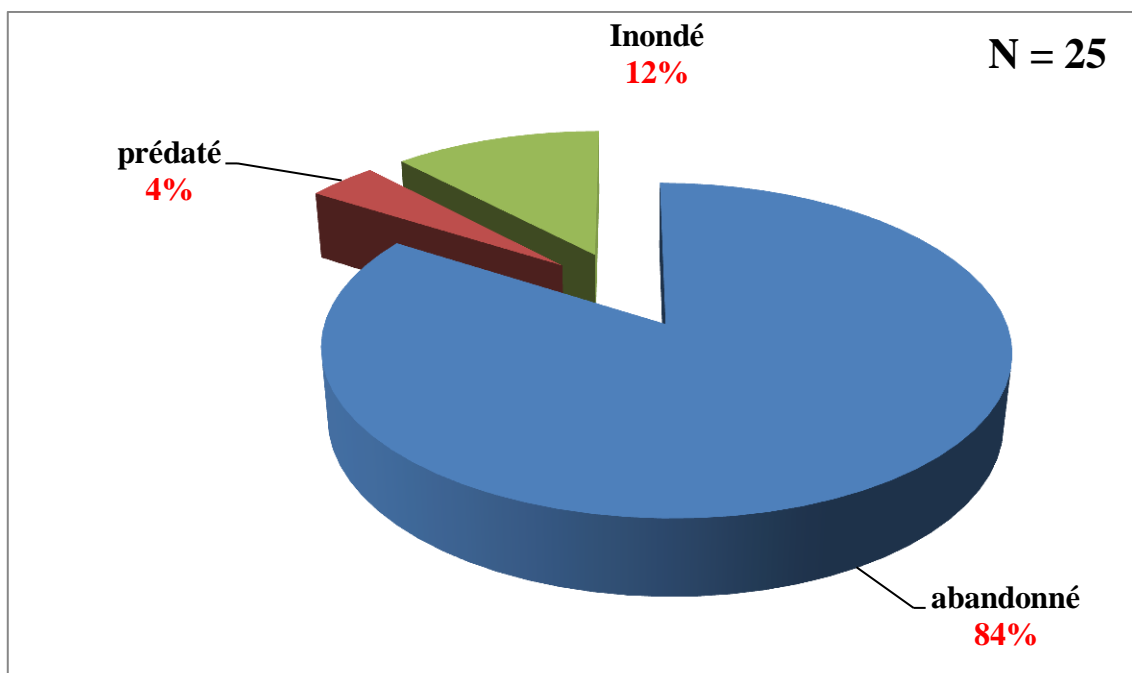
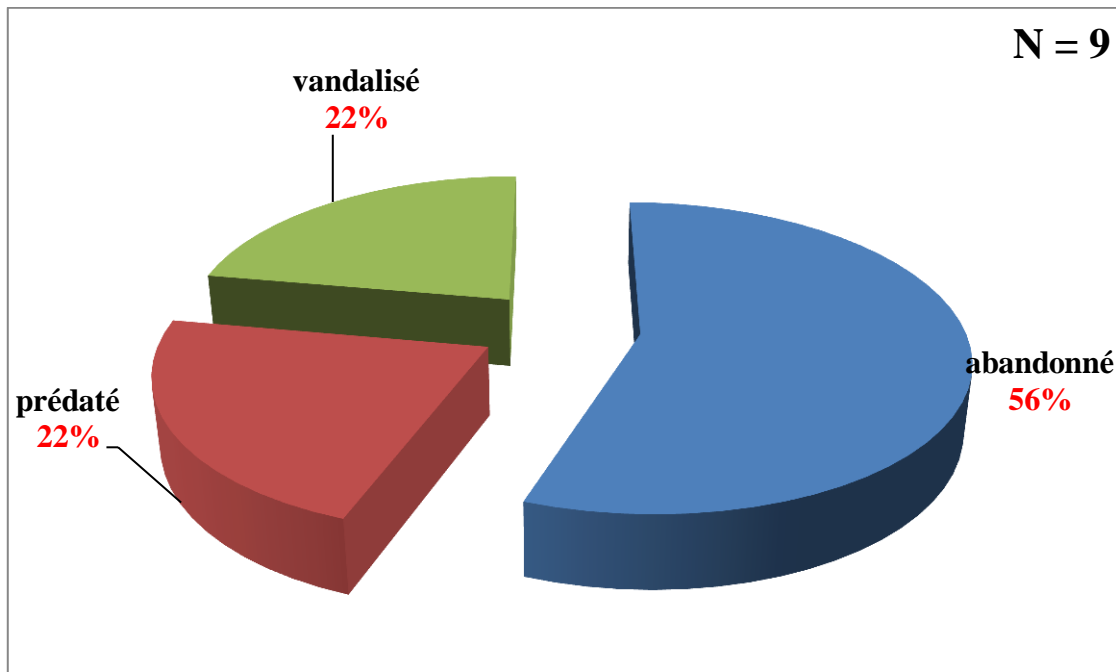
**Figure. IV.43** – Succès et échec de la reproduction du *Fuligule nyroca* *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012).

A : nids du littorale ; B : nids du large ; N : nombre de nid.



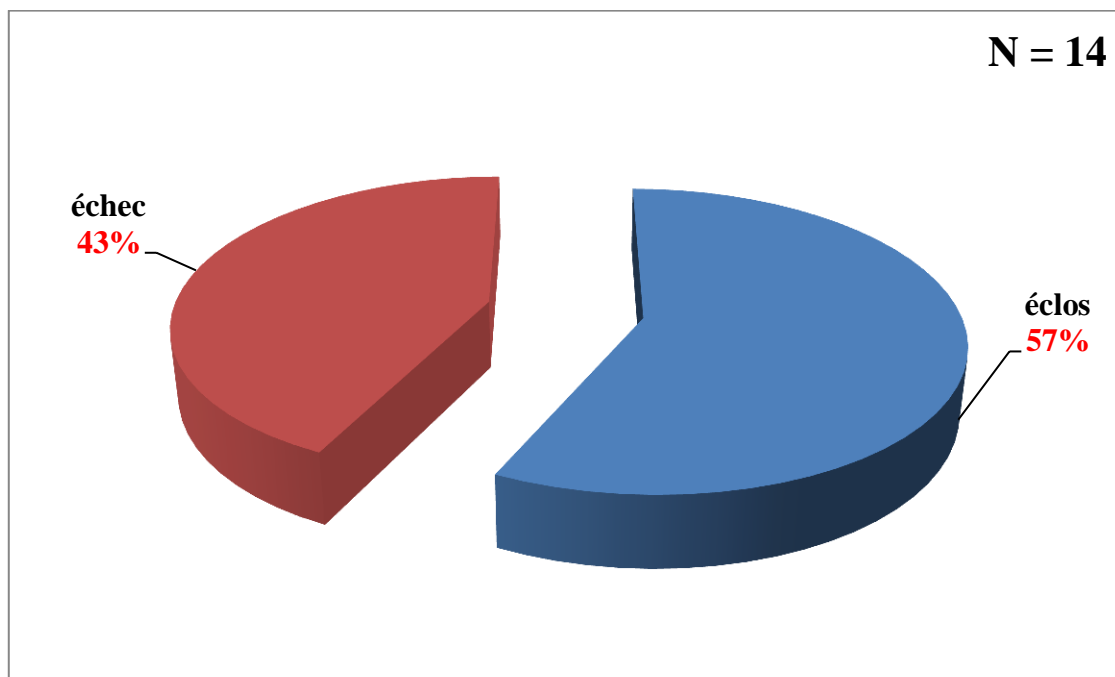
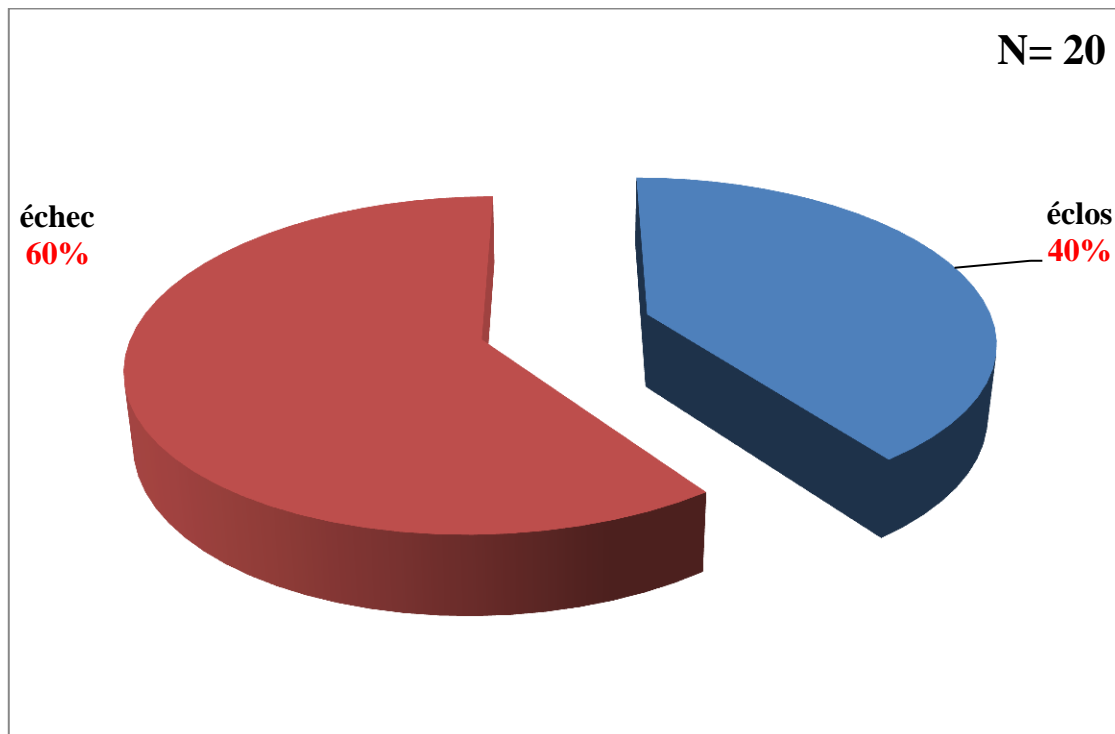
**Figure. IV.44** – Causes d'échec de la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011).

**A** : nids du littorale ; **B** : nids du large ; **N** : nombre de nid.



**Figure. IV.45** – Causes d'échec de la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012).

N : nombre de nid ; **A** : nids du littorale ; **B** : nids du large.



**Figure. IV.46** – Succès et échec de la reproduction dans les nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* sur les mêmes îlots au Lac Tonga, Nord-Est Algérie.

**N** : nombre de nids ; **A** : 2011 ; **B** : 2012.



**Photographie. IV.3** – Photographie représentant un nid prédaté de Fuligule nyroca Aythya nyroca (Djelailia A.).



**Photographie. IV.4** – Photographie représentant le prédateur des œufs : la Couleuvre d'eau Natrix maura (Djelailia A.).



**Photographie. IV.5**– Photographie représentant un nid abandonné de Fuligule nyroca Aythya nyroca (Djelailia A.).



**Photographie. IV.6** – Photographie représentant un nid bien caché de Fuligule nyroca Aythya nyroca (Djelailia A.).



**Photographie. IV.7**– Photographie représentant un œuf pré-éclos du Fuligule nyroca Aythya nyroca (Djelailia A.).



**Photographie. IV.8**– Photographie représentant un nid typique, une ponte complète de Fuligule nyroca Aythya nyroca (Djelailia A.).



**Photographie. IV.9** – Photographie représentant des œufs de *Fuligule nyroca* dans un nid de Grèbe (Djelailia A.).



**Photographie. IV.10** – Le prédateur des œufs : la Couleuvre d'eau *Natrix maura* (Djelailia A.).



**Photographie. IV.11** – Photographie représentant le parasitisme interspécifique chez le *Fuligule nyroca* *Aythya nyroca* (Djelailia A.).



**Photographie. IV.12** – Photographie représentant le parasitisme conspécifique chez le *Fuligule nyroca* (Djelailia A.).



**Photographie. IV.13** – Photographie représentant un nid de *Fuligule nyroca* *Aythya nyroca* dans un tronc de l'aulnaie du Lac Tonga (Djelailia A. ; Mesbah A., 2008).



**Photographie. IV.14** – Photographie représentant un poussin *Fuligule nyroca* *Aythya nyroca* (Djelailia A. ; Mesbah A., 2008).





**II. Discussion :**

Le présent travail a permis d'actualiser les données sur quelques aspects de la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* en Algérie. Le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* est une espèce clé des zones humides côtières algériennes, constituant de plus l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, le Canard colvert *Anas platyrhynchos* et la sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* les seuls Anatidés nicheurs en Algérie (Isenmann et Moali, 2000).

En Algérie, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* est confirmé nicheur et hivernant dans les zones humides du littoral (Boumezbeur, 1993 ; Isenmann et Moali, 2000 ; Samraoui et *al.*, 2011). Il se reproduit dans une variété d'habitats s'étendant des extensions dunaires (Samraoui et de Bélair, 1997) jusqu'au grand marais : Fetzara et la Mekhada (Samraoui et Samraoui, 2008 ; Samraoui et *al.*, 2011), au niveau de la réserve naturelle du Lac de Réghaia (Lardjane, 2013). L'espèce est nicheuse régulière au niveau du lac Tonga (Samraoui et *al.*, 2011). Cependant, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* peut aussi occuper les Lacs salés, dites Sebkhia, à travers les Hauts Plateaux Algériens : Tinsilt, s'étendant finalement jusqu'au grand Sahara Algérien (Samraoui et Samraoui, 2008; Samraoui et *al.*, 2011). Il a ainsi été signalé au Sud du pays, à Tamerna/Touggourt, Ouargla surtout à El-Goléa où il niche de fort effectifs (Boumezbeur et *al.*, 2005).

L'effectif du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* est corrélé aux paramètres limnologiques, à la profondeur de l'eau et aussi à la densité de la végétation (Petkov, 2004 ; Petkov, 2006 ; Green, 1998a). Le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* n'a pas un micro-habitat spécialisé, il exhibe un large intervalle dans l'utilisation des habitats, cela exige des zones humides étendues et de grande densité de végétation (Green, 1998a), la végétation dense offre une bonne protection pendant la nidification pour plusieurs espèces d'oiseaux d'eau. Aussi au niveau du Lac Tonga, le comportement de reproduction a été observé à une distance dépassant le 50 m par rapport à la berge du Lac (Draïdi, 2013).

Les résultats obtenus de cette étude, étalée sur deux saisons de reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au Lac Tonga, ont été comparés aux études effectuées à travers certaines régions de l'aire de nidification du Fuligule nyroca *Aythya nyroca*.

**II. 1. Chronologie des pontes :**

Bezzel (1969), a rapporté que le début de nidification par plusieurs manières. Soit sur la ponte du premier œuf, soit sur le début de l'incubation (après la ponte du dernier œuf chez les Anatidés), cette dernière est demeure le cas de cette étude.

En 2011, les premiers nids ont été enregistrés à partir de la deuxième dizaine du mois d'Avril, soit 4 nids notés le 16 Avril, la ponte s'est étalée entre la deuxième dizaine du mois d'Avril jusqu'à la mi-Juillet avec un pic vers la troisième dizaine du mois de Juin. En 2012, la première ponte du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* a été enregistrée le 13 Avril, la ponte a été enregistrée entre la deuxième dizaine du mois d'Avril jusqu'à la première dizaine du mois de Juin, avec un pic dans la troisième dizaine du mois de Mai. Les résultats sont similaires à celles rapporté du Lac Tonga par Boumezbeur (1993), qui signale que la période de ponte a débuté le 26 Avril et s'est terminée le 13 Juillet en 1991, en 1992 la ponte a été plus tôt, a commencé le 14 Avril et s'est terminée le 07 Juillet, c'est au mois de Mai que plus que 60% des pontes ont eu lieu et Fouzari (2015) qui rapporte que la période de ponte a débuté la mi-avril avec un pic dans le mois de mai et juin dans l'Aulnaie et les îlots flottants respectivement, et aucune ponte n'a été enregistrées après le 12 juillet.

Les dates de pontes enregistrées sont proches de ceux rapportés par Cheurfa (2007), au Lac Tonga, qui a rapporté une période de ponte durant la saison 2006 a commencé le mois de Mai, ou 66 des pontes ont été effectuées, elle s'est terminée vers la première décade du mois de Juillet, 28 des pontes ont été enregistrées le mois de Juin. Lardjane (2013) a indiqué que une ponte dans la réserve naturelle du Lac Réghaia, a commencé la fin d'Avril jusqu'à la mi-Juin en 2010 et a commencé le 05 Mai jusqu'au le 09 Juin en 2011. Merzoug (2014) a rapporté une période de ponte de 6 à 7 semaine, allant de la mi-mai jusqu'à la fin du mois de juin au niveau du Garaet Hadj Tahar.

Concernant les pays limitrophes de l'Algérie, en Tunisie, Azafzaf (2003) a signalé une période de nidification s'étalant de la mi-Avril jusqu'à la mi-Juin. Peu de données disponibles concernant l'espèce au Maroc, Rihane (2012), a rapporté que les pontes ont été déposées de début Mars à fin Avril.

En Turquie, Kirwan et *al.* (2008) ont signalé que la ponte a eu lieu vers la fin du mois de Mai. En Iran, Barati et Ataei (2008), ont noté une période de ponte s'étalant de la fin d'Avril à la

fin du mois de Mai et la majorité des œufs, soit 54% sont pondus la fin d'Avril. En Bulgarie, Petkov (1997) a signalé une saison de reproduction de l'espèce entre la deuxième quinzaine d'Avril et la fin du mois de Juillet, avec un pic de la reproduction entre le 15 Mai et le 20 Juin. En URSS, Lebedeva et Markitan (2001) rapportent une période de ponte qui débute vers la fin du mois d'Avril jusqu'au début du mois de Mai, où la plupart des pontes ont eu lieu vers la fin de la deuxième dizaine du mois de Mai.

Cette fluctuation dans la durée de la date de ponte reflète des réponses adaptatives de l'oiseau face aux facteurs du milieu changeant constamment. Les conditions météorologiques ont un effet qui ralentit le rythme de la ponte et retarde la couvaison (Bezzel, 1969).

Selon Cramp et Simmons (1977), la période de ponte varie du Nord au Sud dans l'aire de distribution. La ponte est précoce dans les zones humides de l'extrême nord-est algérien par rapport aux autres aires de nidification, ce qui peut être dû à la disponibilité précoce des sites appropriés pour l'édification des nids de l'espèce. Ainsi ceci peut être dû aux conditions climatiques appropriées et à la disponibilité des ressources trophiques. Toutefois, l'action du climat n'agit pas uniquement de manière directe sur la physiologie de l'oiseau (Bezzel, 1969); le développement de la végétation émergente dans le site contrôle le début de la période de ponte (Boumezbeur, 1993 ; Samraoui et Samraoui, 2007 ; Samraoui, et *al.*, 2013), cette dernière sert à protéger les nids des autres espèces d'oiseaux d'eau. Les oiseaux les plus efficaces qui produisent beaucoup de jeunes ayant eux-mêmes de fortes probabilités de survie, sont ceux qui ajustent au mieux leur date de ponte à la disponibilité et à l'abondance de ressources trophiques (Lack, 1950).

## **II. 2. Ecologie de la reproduction :**

### **II. 2.1. Sélection des sites de nidification :**

La sélection du site de nidification doit maximiser le potentiel pour trouver une couverture et une protection contre le soleil, l'inondation, les prédateurs, etc. (Clark et Shutler, 1999). Le choix du site de nidification peut influencer sur la survie de la femelle pendant la saison de reproduction ainsi que sur la survie des œufs jusqu'à l'éclosion. Un mauvais choix du site de nidification peut exposer la femelle et ses œufs aux prédateurs, la destruction ou l'inondation et peut influencer le succès de la reproduction, ce mauvais choix peut affecter

l'acquisition des ressources telles que la nourriture, les matériaux de construction du nid ainsi que la protection des œufs et des poussins des prédateurs (Johansson et Blomqvist, 1996). Au fil du temps, la sélection naturelle a façonné cet aspect de comportement de nidification, résultants les stratégies de reproduction qui ont été efficaces pour les espèces.

Le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* est une espèce sélective dans le choix de ses habitats de reproduction (Petkov, 2012), cette exigence d'habitat de reproduction peut expliquer sa répartition limitée en Europe (Robinson, 2003). L'espèce occupe des zones humides caractéristique et spécifique pour la reproduction, et si ces caractéristiques sont altérés par les conditions environnementales et les activités humaines, l'endroit sera abandonné ou pas inoccupé (Petkov, 2012).

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

La partie du Lac Tonga, où l'échantillonnage a été effectué, se caractérise par des denses strates de végétation émergente. On suppose que cette zone du lac répond aux besoins de l'espèce pendant la saison de reproduction.

## **II. 2.2. Distribution des nids dans le couvert végétal :**

En 2011 le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, dans le Lac Tonga, a édifié 45% de ses nids dans le Scirpe Lacustre *Scirpus Lacustris*, tandis qu'en 2012, il a accueilli 39% des nids. Les îlots flottants, avec leur mixture de végétation ont hébergé 30% des nids en 2011, tandis qu'en 2012, ils ont accueilli 41% des nids. Boumezbeur (1993), dans le Lac Tonga, a rapporté que 2% des nids ont été installé dans le Scirpe lacustre *Scirpus lacustris* et 46% des nids dans la Typha *Typha angustifolia*. Lebedeva et Markitan (2001) et Barati et Ataei (2008), notent que le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* construit son nid dans les roseaux de forte densité.

Petkov (2012) a indiqué que l'effectif du Fuligule nyroca était corrélé positivement avec le couvert végétal et la végétation flottante.

Barati & Ataei (2008) ont conclu que l'espèce a installé ses nids dans une hauteur de végétation de 1.2 à 1.5 m,

En Italie, Saporetti (2000), a enregistré que dans 71,7% des cas, les nids ont été édifié dans les Phragmites *Phragmites australis* d'une hauteur moyenne de 2,4 m, par contre en Bulgarie, les nids sont découverts dans des associations végétales dominé principalement par *Phragmites australis* et *Typha angustifolia* (Petkov, 2000).

### **II. 2.3. Caractéristique des nids :**

Les nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* sont construits à partir de matériaux collectés aux alentours immédiats des nids, du même type de végétation que leurs supports. 47% et 39% des nids étaient construite à partir du Scirpe lacustre *Scirpus lacustris* en 2011 et 2012, respectivement. Selon Boumezbeur (1993), au Lac Tonga, ce sont les Typhaies qui constituent le support de nids le plus favorable, car c'est la plante qui offre les meilleures conditions de sécurité pour l'oiseau. Lardjane (2013) a rapporté qu'au Lac Réghaia, se sont la *Typha Typha angustifolia* et les roseaux *Phragmites communis* qui sont les plantes émergées qui dominent sur la berge du Lac, ou 44% des nids composés de *Typha* et roseaux en 2010, et 50% en 2011.

Le nid du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* présentait un diamètre externe moyen de  $25,97 \pm 4,37$  cm et un diamètre interne moyen de  $13,52 \pm 3,01$  cm. La hauteur moyenne des nids a été de  $12,65 \pm 4,1$  cm, en moyenne des deux années 2011 et 2012. Ces valeurs sont proches à celles fournies du Lac Tonga, par Boumezbeur (1993), soit 21,77 cm de diamètre et 8,1 cm de hauteur. Lardjane (2013) a rapporté du Lac Réghaia, un diamètre externe moyen de  $27,33 \pm 4,23$  cm, un diamètre interne moyen de  $16,06 \pm 2,01$  cm et une hauteur de  $09 \pm 2,69$  cm. Merzoug (2014) a indiqué que les nids présentaient un diamètre externe moyen de  $27 \pm 4$  cm, quant au diamètre interne moyen de  $15,33 \pm 1,52$  cm et une hauteur moyenne de  $19,66 \pm 1,52$  cm. Ogilvie (1975), a rapporté des dimensions de 20 à 22 cm de diamètre et 8 à 10 cm de hauteur en europe. Lebedeva et Markitan (2001), ont fourni un diamètre externe de  $26,5 \pm 2,1$  cm, un diamètre interne de  $18,0 \pm 2,5$  cm et une hauteur de  $6,0 \pm 1,2$  cm.

Le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, dans le Lac Tonga, a niché dans des endroits qui présentaient un niveau d'eau de  $149,69 \pm 73,70$  cm en 2011, et de  $141,64 \pm 61,58$  cm en 2012. Boumezbeur (1993), a noté un niveau d'eau d'une moyenne de 131cm variant de 120 à 145 cm, cette différence peut-être due au secteur d'échantillonnage. Lardjane (2013) a reporté

qu'au niveau de la réserve naturelle du Lac Réghaia, le Fuligule nyroca a niché dans des endroits qui présentaient une profondeur d'eau variant entre 35 et 60 cm avec une moyenne de  $44.73 \pm 8.51$  cm. Barati et Ataei (2008) ont conclu que l'espèce a installé ses nids dans une profondeur d'eau qui varie de 70 à 82 cm, en moyenne 75.6 cm. Petkov (2012) a indiqué que l'effectif du Fuligule nyroca était corrélé négativement avec la profondeur de l'eau. Lebedeva et Markitan (2001), ont signalé que l'espèce construit son nid dans des zones peu profondes. En comparant les memes habitats de reproduction (l'habitat de l'aulnais n'a pas été pris en consideration), la profondeur de l'eau est significativement differente de cette enregistré par Fouzari, et al., (2015) sur le meme site ( $t = 3.79$ ,  $df = 54$ ,  $p < 0.01$ ). le diameters externs des nids est légèrement different ( $t = 1.85$ ,  $df = 54$ ,  $p = 0.07$ ) a celui enregistré par Lebedeva et Markitan (2001) En Russie. Tandis qu'une difference significative ( $t = 11.02$ ,  $df = 54$ ,  $p = 1.96 \cdot 10^{-15}$ ) des données fournies par Fouzari, et al., (2015).

## **II. 3. Phénologie de la reproduction :**

### **II. 3.1. Caractéristiques des œufs :**

La taille de l'œuf est un caractère qui devrait montrer des variations en fonction des conditions d'habitat (Benyacoub et Chabi, 2000). Le maintien d'une population donnée dépend de la qualité des œufs (Lebedeva et Markitan, 2001). Les variations des conditions climatiques, la disponibilité en ressources alimentaires et l'âge de la femelle, qui influe sur sa physiologie, sont les causes principales des différences interannuelles dans la taille des œufs. Dans plusieurs espèces d'oiseaux d'eau, les dimensions des œufs tendent à augmenter au fur et à mesure que la femelle gagne en expérience. (Numerov et al., 1995).

Les œufs mesurés pendant cette étude étaient similaire à ceux mesurés en Algérie par Boumezbeur (1993) au Lac Tonga et par Lardjane (2013) au Lac Réghaia

Le volume des oeufs est légèrement different ( $t = -0.69$ ,  $df = 54$ ,  $p = 0.49$ ) a celui fournis par Fouzari, et al., (2015) mais significativement plus petit a celui de Lebedeva et Markitan (2001) ( $t = -3.54$ ,  $df = 54$ ,  $p < 0.001$ ) et Cramp et Simmons (1977) ( $t = -9.27$ ,  $df = 54$ ,  $p = 9.27 \cdot 10^{-13}$ ).

Le tableau. IV.23 résume nos résultats concernant les dimensions moyennes des œufs du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* comparés aux données fournies par la bibliographie, montre que nos résultats sont tout à fait dans les normes.

### **II. 3.2. Grandeur de ponte :**

En 2011, la grandeur de ponte a varié entre 4 à 29 œufs/nids en moyenne de  $13,27 \pm 5,98$  œufs/nids, dans un échantillon de  $N= 26$  nids. En 2012, la grandeur de ponte a varié de 6 à 17 œufs/nids en moyenne de  $11,76 \pm 3,67$  œufs/nids, dans un échantillon de  $N= 17$  nids. Boumezbeur (1993), au Lac Tonga, a rapporté une taille moyenne de  $9,38 \pm 2,76$  variant de 3 à 19 œufs/nids. Lardjane (2013), dans le Lac de Réghaia, la taille a été comprise entre 3 et 14 œufs/nids avec une moyenne de  $9,66 \pm 1,21$  oeufs /nid. Merzoug (2014) a rapporté une grandeur de ponte de  $6,75 \pm 3,86$  oeufs /nid. Barati et Ataei (2008), ont reporté une taille de ponte d'une moyenne de  $8,33 \pm 0,88$  œufs/nid. En URSS, Lebedeva et Markitan (2001), ont signalé une taille de ponte de 4 à 17 œufs/nid avec une moyenne de  $9 \pm 2,4$  œufs/nid ; Selon Dementiev et Gladkov (1952), la taille de ponte du Fuligule nyroca est de 7 à 11 œuf/nid, pouvant atteindre 12, voire 14 œufs/nid. Ali et Ripley (1968), enregistrent une taille de ponte comprise entre 6 à 12 œufs/nid, le plus souvent entre 8 et 10 œufs/nid. Cramp et Simmons (1977) notent également une taille de ponte de 8 à 10 œuf/nid, mais pouvant aller de 6 à 14 œufs/nid.

Aucune différence significative n'a été enregistré entre la grandeur de ponte de l'étude présente et celle de Lebedeva and Markitan (2001) ( $t = 1.82$ ,  $df = 28$ ,  $p = 0.08$ ) et de Fouzari et al. (2015) ( $t = 0.89$ ,  $df = 28$ ,  $p = 0.38$ ).

Lack (1947) supposait que la variation de la taille de ponte est le résultat d'une variation géographique. L'hypothèse de limitation de la nourriture postule que la taille de ponte est déterminé par la disponibilité alimentaire, la sélection naturelle favorisant la taille de ponte qui correspond au nombre de poussins que les parents peuvent réussir à élever (Lack, 1968 ; Klomp, 1970). Une autre hypothèse propose qu'une taille de ponte moins importante soit favorisée, car les prédateurs sont plus susceptibles de trouver des nids avec un nombre important d'œufs et de poussins (Martin et clobert, 1996). Il est a souligné le besoin de



prendre en considération le plus grand spectre de milieux et de facteurs environnementaux avant de tirer des conclusions sur des tendances latitudinales potentielles à cause de la grande variabilité entre milieux et probablement entre années dans une région donnée.

Notre étude a montré une diminution saisonnière de la grandeur de ponte. Les oiseaux les plus expérimentés pondent plus tôt et possèdent des tailles de ponte plus larges que celles d'oiseaux moins âgés (Cramp et Simmons, 1980). Ainsi les Fuligules les plus expérimentés choisissent des sites éloignés des dérangements, une densité de végétation importante, et comme ils sont les premiers à s'installer ils utilisent plus la végétation sèche par rapport aux autres qui installent plus tard.

La durée d'incubation des œufs varie d'une année à l'autre et d'une femelle à l'autre, En 2011, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du Lac Tonga, a présenté une période d'incubation allant de 20 à 27 jours, en moyenne 24,54 jours et en 2012, la durée a été de 21 à 33 jours, en moyenne de 26,87 jours. Celle rapporté par Houmani (2012) au Lac Tonga et de 25 à 27 jours. Lardjane a rapporté une durée d'incubation de 23 à 28 jours. De 25 à 28 jours, est la durée d'incubation rapportée par Petkov en Bulgarie, de 27 à 27 jours selon Lebedeva et Markitan (2001) en URSS.

### **II. 3.3. Eclosion, succès de la reproduction et facteurs d'échec de la reproduction :**

En 2011, les premières éclosions ont été enregistrées le 15 Mai, la dernière a été notée le 09 Aout et 69,23% des éclosions ont eu lieu dans une période de trois semaine allant de la mi-Juin jusqu'au 06 Juillet. En 2012, les premières éclosions ont eu lieu le 31 Mai, la dernière a été enregistrée le 10 Juillet, 52,94% des éclosions ont été notées dans une période de deux semaine, la mi-Juin jusqu'au 30 Juin. Concernant la période d'éclosion rapporté par Boumezbeur (1993), elle s'étend de la troisième semaine du mois de Mai à la première semaine d'Aout, avec un maximum en Juin 71,9%. Lardjane (2013), les premières éclosions ont été enregistrées durant la deuxième quinzaine du mois de Mai, et les dernières durant la première semaine du mois de Juillet. Lebedeva et Markitan (2001), ont relevé un début d'éclosion à la fin du mois de Mai s'étalant jusqu'au début du mois de Juin.

En 2011, l'espèce a montré un succès reproductif de 44%, les 56% des nids qui restent ont subi un échec. En 2012, l'espèce a présenté un succès de reproduction de 33%, 67% des nids ont subi un échec. A titre de comparaison, Boumezbeur (1993), au Lac Tonga, a relevé un taux d'éclosion de 75,3% et 66,4% en 1991 et 1992 successivement, Fouzari (2015) a indiqué un succès de reproduction de 37%. Lardjane (2013), a rapporté un taux d'éclosion de 77,77% en 2010 et 83,33% en 2011. Merzoug (2014) a indiqué un succès de reproduction de 37,037%, à Garaet Hadj Tahar. Lebedeva et Markitan (2001), ont rapporté que 72.7% des nids ont subis un succès et 24% ont subis un échec. Petkov (2003), a indiqué qu'en Bulgarie, le succès de la reproduction n'a jamais excédé les 40%.

Différents facteurs peuvent influencer le succès de la reproduction comme le manque de ressources alimentaires, les conditions climatiques, la prédation et le dérangement. Pendant notre suivi les principaux facteurs de l'échec à l'éclosion sont l'abandon des nids et l'inondation. Parmi les 59 nids suivis en 2011, et 51 nids suivis en 2012, 69%, 76% des nids ont été abandonnés, 13%, 9% des nids ont été inondés, 9%, 6% des nids ont été prédatés et 9%, 9% des nids ont été vandalisés, en 2011 et 2012 respectivement. Fouzari (2015) a rapporté un taux de 33% qui ont été inondés et 17% abandonnés.

Le facteur principal d'échec de l'éclosion au Lac Tonga est l'abandon des nids. De nombreux facteurs sont susceptibles de causer l'abandon des nids. Malgré le statut du Lac Tonga au tant que site Ramsar, la chasse est très fréquente pendant la saison de reproduction ainsi que la circulation des barques des pêcheurs et des riverains à la recherche des œufs ou des oiseaux en mue. Le dérangement par la chasse peut causer la désertion des sites de nidification (Tamisier et Dehorter, 1999 ; Evans et Day, 2002).

Barati et Ataei (2008), considèrent que ce taux élevé de la perte des œufs est attribué à un échec durant la période d'incubation des œufs. De plus la collecte des données de la reproduction près des micro-habitats des nichés, peut affecter la largeur des nids (Samraoui et Samraoui, 2007), ce qui peut avoir un impact sur la grandeur de ponte et la survie des poussins (Samraoui et *al.*, 2007). La Prédation est une force évolutive importante qui influe fortement sur le succès de reproduction des oiseaux (Post, 1990 ; Martin, 1993).

### II. 3.4. Succès des œufs à l'éclosion :

Le succès d'éclosion des œufs chez le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, 71% et 74% des œufs pondus par l'espèce ont arrivé à l'éclosion, tandis que 29% et 26% des œufs n'ont pas arrivé à l'éclosion, en 2011 et 2012 respectivement. Seuls les nids où l'éclosion a été réussis, sont pris en considération. Fouzari (2015) a rapporté un taux d'éclosion des œufs de 80,7%.

Le succès d'éclosion de l'espèce sur le site d'étude est moins important que celui rapporté par Boumezbeur (1993), qui a été de 93,4%.

Une comparaison des paramètres liés à la reproduction entre la présente étude et d'autre étude en Algérie est résumée dans le tableau. IV.20.

### II. 4. Parasitisme conspécifique et interspécifique des pontes :

Le parasitisme est une des plusieurs stratégies de reproduction connus dans le monde, résultant de l'adaptation des espèces dans leur milieu. Il est connu comme la ponte des œufs par une femelle dans un nid d'une autre femelle dans l'ordre d'exploiter le soin parental de l'hôte (Yom –Tov, 2001 ; Forman , 2005).

Une autre hypothèse non exclusive qui minimise l'investissement parental considère le parasitisme comme orienté contre une forte prédation en diminuant le risque pour les œufs et les poussins (McRae, 1997 ; Pöysä, 1999). Ce comportement est très fréquent chez le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*. La stratégie du Fuligule nyroca consiste à partager ses œufs dans plusieurs nids généralement des nids de Fuligule nyroca ou d'Érismature à tête blanche, pour augmenter la chance de survie des œufs et des poussins

Les études théoriques prédisent que la densité des nids dans un site est un facteur écologique important qui favorise le parasitisme, car les probabilités de localisation des nids augmentent à mesure que la densité de nids s'élève (Eadie et Fryxell, 1992). Nos données confirment cette hypothèse, le pic du parasitisme coïncide avec le pic de l'installation des nids pendant les deux années d'étude.

Les nids parasités (parasitisme conspécifique) renferment un nombre élevé d'œufs ( $N_{54/2011} = 31$  œufs/nids et  $N_{26/2012} = 26$  œufs/nid), ce qui explique l'influence positive du parasitisme conspécifique sur le nombre d'œufs éclos. Dans la présente étude, 37% et 43% des nids parasités (parasitisme conspécifique), ont réussi à l'éclosion, en 2011 et 2012

respectivement. Ainsi on suppose que les Fuligule nyroca *Aythya nyroca* ne parasitent pas n'importe quel nid, de façon aléatoire mais choisissent un nid qui renferme des caractéristiques bien précises qui leur donne plus de chance pour arriver à l'éclosion de ses œufs. (Yom-Tov, 2001).

Fouzari (2015) a rapporté un taux élevé de parasitisme, 33 nids, soit 22%, parasitisme conspécifique et interspécifique avec trois espèces, l'Erismature à tête blanche, le Canard colvert et la Poule d'eau. Et que la probabilité d'un nid étant parasité par un congénère augmente en fonction du diamètre du nid.

Une étude qui a été faite en URSS par Lebedeva et Markitan (2001), sur un échantillon de  $N = 775$  pontes suivi le long des années de l'étude, 425 était mixtes, 90 pontes avec le Canard colvert ; 169 pontes avec la Nette rousse ; 91 pontes; 9 pontes avec le Canard colvert et; 15 autres pontes avec le Canard colvert et le Fuligule milouin ; 46 pontes avec le Fuligule milouin et la Nette rousse ; 3 pontes mixtes avec le Canard colvert, le Nette rousse, et le Fuligule milouin ; 1 pontes avec la Poule d'eau et 1 pontes avec le Blongios nain. Le nombre des œufs du Fuligule nyroca dans ces pontes a varié de 1 à 21, en moyenne  $6.4 \pm 3.8$  œufs/nid.

**Tableau. IV.19** – Comparaison des dimensions moyennes des œufs du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* en 2011 et 2012 au niveau du Lac Tonga avec les données fournies par la bibliographie. N : nombre des œufs.

Sources \ Désignation	Longueur Moy. ± S.D (mm)	Largeur Moy. ± S.D (mm)	Volume Moy. ± S.D (cm <sup>3</sup> )	Poids Moy. ± S.D (g)	N
<b>Dementiev et Gladkov (1952)</b>	52,3 (44,8 – 47,9)	38,2 (35,3 – 47)	/	40	/
<b>Ali et Ripley (1968)</b>	51,7	37,9	/	36,0 (31 – 41)	/
<b>Ogilvie (1975)</b>	53,0 (48 – 60)	38,0 (35 – 43)	/	/	/
<b>Boumezbeur (1993)</b>	51,91 (48 – 57)	36,97 (32 – 39)	/	38,6 (38 – 45)	572
<b>Lebedeva et Markitan (2001)</b>	51,4 ± 2,5 (40 – 57)	37,7 ± 2,2 (28 – 40)	37,6 ± 5,1 (16,0 – 45,1)	41,1 ± 2,2 (37,5 – 45)	/
<b>Barati et Ataei (2008)</b>	54,62	36,79	/	/	/
<b>Houmani (2012)</b>	50,99 ± 1,91	37,17 ± 1,74	/	38,71 ± 3,77	256
<b>Lardjane (2013)</b>	51,55 ± 1,93 (49,1 – 52,3)	38,48 ± 1,07 (38,4 – 39,6)	/	39,55 ± 2,53 (33 – 46)	122
<b>Merzoug (2014)</b>	50,77 ± 1,07	36,62 ± 1,59	/	38,6 ± 1,08	27
<b>Fouzari (2015)</b>	51,33 ± 1,15 (46,02 – 55,73)	37,58 ± 0,78 (35,32 – 40,33)	36,93 ± 1,99 (30,90 – 42,97)	/	154
<b>Présente étude (2011)</b>	51,25 ± 1,34 (46,36 – 54,68)	37,36 ± 0,96 (34,34 – 39)	35,88 ± 2,41 (27,53 – 60,7)	/	765
<b>Présente étude (2012)</b>	51,54 ± 1,21 (39,89 – 54,73)	38,29 ± 1,05 (34 – 40,88)	37,77 ± 2,56 (30,05 – 44,9)	/	524

**Tableau. IV.20**– Comparaison des paramètres liés à la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* entre la présente étude et d'autres études en Algérie.

N : nombre de nids.

	Site	N	Grandeur de pont	Succès de reproduction (%)	Taux d'éclosion des œufs (%)
<b>Boumezbeur (1993)</b>	Lac Tonga	61	9,38 ± 2,76	75,3 et 66,4	93,5
<b>Houmani (2012)</b>	Lac Tonga (Aulnaie du Tonga)	26	9,84 ± 5,60	98,43	98,43
<b>Lardjane (2013)</b>	Lac Réghaia	15	9,66 ± 1,21	77,77 et 83,33	/
<b>Merzoug (2014)</b>	Garaet Hadj Tahar	4	6,75 ± 3,86	37,037	/
<b>Fouzari (2015)</b>	Lac Tonga	10 2	9.51 ± 1.84	37%	80.7
<b>Présente étude 2011</b>	Lac Tonga	59	13,27 ± 5,98	44	71
<b>Présente étude 2012</b>	Lac Tonga	51	11,76 ± 3,67	33	74

---

## **Conclusion et perspectives**

---

Le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* est une des espèces de canard la plus menacée au monde. L'Algérie abrite un effectif important de cette espèce, et qui présente même une augmentation (Robinson et Hughes, 2006), mais qui reste peu connu et peu de travaux lui ont été consacrés.

Le Lac Tonga accueille la majeure partie des effectifs du Nord algérien, qui jouent le double rôle de site d'hivernage et de reproduction pour le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*.

La présente étude a permis d'actualiser les données sur l'écologie de la reproduction du Fuligule nyroca en Algérie.

La collecte des descripteurs écologiques liés à la reproduction, à la fois biotiques (la prédation, le parasitisme intra et interspécifique,...), et abiotiques (diamètres externe et interne, hauteur du nid, profondeur de l'eau, la végétation); nous a permis d'obtenir des données sur les paramètres de l'écologie de la reproduction de l'espèce étudiée (habitat, sites et caractéristiques de ses nids), et sa phénologie de reproduction (Caractéristiques des œufs, grandeur de ponte, durée d'incubation, éclosion, succès de la reproduction et facteurs d'échec de la reproduction et succès des œufs à l'éclosion) ainsi que des données sur une de ses stratégies de reproduction adoptées, il s'agit du parasitisme intra et interspécifique (traduit par la ponte des œufs dans des nids d'une autre femelle nyroca ou une femelle d'une autre espèce dans le site de reproduction)

Le début de ponte n'a pas varié d'une année à l'autre, les premières pontes ont été enregistrées dans la mi-Avril en 2011 et 2012. La ponte s'est étalée sur 12 semaines en 2011 avec un pic vers la troisième dizaine du mois de Juin et 8 semaines en 2012 avec un pic dans la troisième dizaine du mois de Mai, cette différence peut être expliquée par l'effectif des nids échantillonnés.

Concernant les résultats de son écologie de reproduction, Les résultats collectés en 2011 et 2012 nous a traduit que Fuligule nyroca *Aythya nyroca* préfère édifier ses nids dans la végétation de forte densité où elle peut cacher ses nids. La strate la plus utilisée pendant les deux saisons de nidification 2011, 2012 est le *Scirpus lacustris* (45% et 39% successivement). La végétation à l'emplacement des nids a été de grande hauteurs (moy = 243,24 ± 51,51 cm



en 2011, moy =  $243,14 \pm 52,41$  cm en 2012). La majorité des nids ont été construits à partir du *Scirpus lacustris*, construits à une grande profondeur d'eau ( $149,69 \pm 73,70$  cm en 2011,  $141,64 \pm 61,58$  cm en 2012). Les nids du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* présentaient un diamètre externe moyen de  $25,97 \pm 4,37$  cm et un diamètre interne moyen de  $13,52 \pm 3,01$  cm. La hauteur moyenne des nids a été de  $12,65 \pm 4,1$  cm, en moyenne des deux années 2011 et 2012.

Pour les résultats de son phénologie de reproduction, la grandeur de ponte a été de  $13,27 \pm 5,98$  œufs/nids, (N= 26 nids) en 2011 et de  $11,76 \pm 3,67$  œufs/nids, (N= 17 nids) en 2012. Cette tendance à la baisse peut être expliquée par le nombre de nids échantillonnés. En 2011, sur un échantillon de N = 765 œufs, la longueur moyenne a été de  $51,25 \pm 1,34$  mm, la largeur a été en moyenne  $37,34 \pm 0,96$  mm et le volume moyen calculé a été de  $35,88 \pm 2,41$  mm<sup>3</sup> alors qu'en 2012, sur un totale de de N = 524 œufs, la longueur moyenne a été de  $51,54 \pm 1,21$  mm, la largeur moyenne a été de  $38,29 \pm 1,05$  mm et le volume moyen calculé a été de  $37,77 \pm 2,56$  cm<sup>3</sup>. Les premières éclosions ont été enregistrées le 15 Mai, En 2011 et le 31 Mai, en 2012. L'espèce a montré un succès reproductif de 44%, en 2011 et un succès de 33%, en 2012. 71% et 74% des œufs pondus ont arrivé à l'éclosion, en 2011 et 2012 respectivement. Différents facteurs peuvent causer l'échec de la reproduction comme le manque de ressources alimentaires, parmi les 59 nids suivis en 2011, et les 51 nids suivis en 2012, 69%, 76% des nids ont subi un échec causé par l'abandon.

Les poussins de l'espèce sont nidifuges, ils quittent leurs nids dès leur éclosion.

Nous avons ainsi noté un phénomène jusqu'alors rarement décrit en Algérie, un taux relativement élevé de parasitisme conspécifique et de parasitisme interspécifique. Dans la présente étude, 37% et 43% des nids parasités (parasitisme conspécifique), ont réussi à l'éclosion, en 2011 et 2012 respectivement. Ce phénomène est probablement lié à la forte densité des nids et à la forte pression de la prédation, causée par le exercé par la couleuvre vipérine *Natrix maura*. Pour bien comprendre le phénomène du parasitisme, il faut réaliser des opérations de baguage

. La comparaison de nos résultats concernant les paramètres liés à la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* dans la Numidie avec celle obtenus dans la Numidie, dans la Métidja, dans l'Asie et dans l'Europe indique que :

- Le timing de la reproduction est identique à celui de la Numidie orientale, la Tunisie et la Bulgarie. mais plus précoce par rapport à celui de la Métidja, le Maroc, l'Europe de l'Est (la Turquie), l'Iran et l'URSS. Cette fluctuation dans le timing de la date de ponte reflète des réponses adaptatives de l'oiseau face aux facteurs du milieu changeant constamment. Les conditions météorologiques ont un effet qui ralentit le rythme de la ponte et retarde la couvaison (Bezzel, 1969), le développement de la végétation émergente dans le site contrôle le début de la période de ponte (Samraoui, et al., 2013)
- La grandeur de ponte moyenne dans la Numidie orientale est plus importante que celle mesurée dans la Numidie orientale en 1993, à la Métidja, en URSS et en Iran.
- L'ensemble des œufs mesurés pendant cette étude étaient dans la fourchette des données provenant de la Numidie orientale, la Métidja, l'URSS et l'Iran.
- Le succès reproductif indiqué est similaire à celui en Bulgarie, mais moins important à celui de la Numidie orientale, la Métidja et l'URSS. Barati et Ataei (2008), considèrent que ce taux élevé de la perte des œufs est attribué à un échec durant la période d'incubation des œufs. De plus la collecte des données de la reproduction près des micro-habitats des nichés, peut affecter la largeur des nids (Samraoui et Samraoui, 2007), ce qui peut avoir un impact sur la grandeur de ponte et la survie des poussins (Samraoui et al., 2007).

Il y a une préoccupation mondiale au sujet du déclin de la population et la réduction dans la distribution du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* (Robinson et Callaghan, 2003). La première cause de son déclin c'est la dégradation et la perte de son habitat et la chasse pour la consommation ou autre (Callaghan, 1997 ; Robinson et Hughes, 2003a ; Robinson et Hughes, 2006). De plus sa grande valeur comme bio indicateur (Petkov, 2006), la

surexploitation et de la perte de la biodiversité dans son flyway sont les principales raisons de suivre la tendance de la population de l'espèce. Le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* est très sensible à l'action humaine et l'une des principales raisons de l'abandon des zones humides par le Fuligule nyroca a été les activités humaines (Petkov, 2012 ; Datta, 2014).

Le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* est très sensible à l'action humaine et l'une des principales raisons de l'abandon des zones humides par Fuligule nyroca *Aythya nyroca* était les activités humaines (Petkov, 2012). Les Fluctuations de son effectif dans les zones humides étaient directement attribué à l'action humaines directes, comme la chasse comme il a été prouvé dans beaucoup d'études (Callaghan, 1997 ; Robinson et Hughes, 2003a ; Robinson et Hughes, 2006 ; Vinicombe, 2000; Balmaki et Barati, 2006 ; Datta, 2014). La plupart des oiseaux d'eau migrateurs évitent les zones humides où la chasse est un phénomène fréquent (Quan, 2002 ; Wuver et Attuquayefio, 2006 ; Mohan et Gaur, 2008 ; Sharma et Saini, 2012). De plus, la dégradation des caractéristiques de son habitat par les conditions environnementales et / ou les activités humaines, le Fuligule nyroca éviter les zones humides, mais quand l'habitat redevient favorable de nouveau, l'espèce y retourne à nouveau (Green, 1998b ; Robinson, 2003 ; Petkov, 2012),

La relation entre les zones humides et les oiseaux d'eau est façonnée par de nombreux facteurs physiques et biologiques de la zone humide comme la profondeur et la qualité de l'eau; la qualité de la végétation; et la présence ou l'absence de prédateurs, tous sont des facteurs de la présence ou de l'absence des oiseaux dans les zones humides, mais chaque zone a ces propres caractéristiques, différents aux autres zones, et un facteur causant le déclin des populations distinct. Le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* est un important bio indicateur de qualité des zones humides (Petkov, 2006), sa présence dans nos zones humides, nous prédit de la bonne qualité des zones humides de cette région pour maintenir la biodiversité aquatique.

L'écologie des populations souligne que connaître la taille d'une population donnée, ne suffit pas pour faire une prévision sur le changement des effectifs ou comprendre les processus responsables des changements survenus à cette population. Un autre point de vue fondamental, supporte que le changement dans une population dépend d'une combinaison des facteurs de : natalité, mortalité, immigration et émigration, nommés les taux démographiques. Autrement, les changements dans les taux démographiques et les changements dépendants de la densité, l'un et l'autre. En effet, les bagues et les marques

nasales permettent de calculer les taux de survie des oiseaux, mais aussi de mieux comprendre leurs déplacements (origine et voix migratrice des espèces), de mesurer leur fidélité aux sites de remise d'année en année, le temps de séjour des individus sur leurs quartiers d'hivernage, d'estimer leur succès de reproduction.

Nos données préliminaires sur le parasitisme devraient servir à un travail pour des études futures focalisées sur l'identification des facteurs environnementaux favorisant le parasitisme (conspécifique et interspécifique).

Notre étude pose indirectement le problème de la préservation des ressources naturelles, les lacunes dans les connaissances sur les mouvements de ce canard posent encore un obstacle pour mieux le conserver (B.L.I, 2000). Au Lac Tonga, la chasse, le dérangement, le braconnage et l'hydrologie du Lac (maintien d'un niveau d'eau stable) sont des données nécessaires pour identifier les aspects pertinents de l'environnement affectant la taille de la population (Robinson, 2003), ainsi qu'un règlement qui organise les différentes activités au Lac et en respectant l'avifaune.

---

## **Références bibliographiques**

---

- Abbaci H. (1999).** Ecologie du Lac Tonga: Cartographie de la végétation, palynothèque et utilisation spatio-temporelle de l'espace lacustre par l'avifaune aquatique. *Mémoire de magistère*. Université Badji Mokhtar, Annaba (Algérie), 219p.
- Aissaoui R., Houhamdi M. et Boudjéma S. (2009).** Eco-éthologie des Fuligules nyroca *Aythya nyroca* dans le Lac Tonga (Site Ramsar, Parc National d'El-Kala, Nord-Est de l'Algérie). *European Journal of Scientific Research*, 28(1), pp.47-59.
- Aissaoui R., Tahar A., Saheb M., Guergueb L. et Houhamd, M. (2011).** Diurnal behaviour of Ferruginous Duck *Aythya nyroca* wintering at the El-Kala wetlands (Northeast Algeria). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, 33(2), pp. 67-75.
- Ali S-A. et Ripley S-D. (1968).** Handbook of the Birds of India and Pakistan. *Oxford University Press*, Bombay, 1.
- Amigues J-P. et Chevassus-au-Louis B. (2011).** Évaluer les services écologiques des milieux aquatiques: enjeux scientifiques, politiques et opérationnels. Onema.
- Arnold T-W. (1992).** Variation in laying date, clutch size, egg size, and egg composition of Yellow-headed Blackbirds (*Xanthocephalus xanthocephalus*): a supplemental feeding experiment. *Canadian Journal of Zoology*, 70(10), pp.1904-1911.
- Athamnia M., Samraoui F., Kelailia B., Rouabah A., Alfarhan A-H. et Samraoui B. (2015).** Nest-Site Selection and Reproductive Success of the Little Grebe *Tachybaptus ruficollis* in Northeast Algeria: Selección de sitios de nidificación y éxito de la reproducción del zampullín común *tachybaptus ruficollis* en el noreste de argelia. *Ardeola*, 62(1), pp.113-124.
- Azefzaf H. (2003).** The Ferruginous Duck in Tunisia. In : Petkov N., Hughes B. et Gallo-Orsi U. (Eds.). Ferruginous Duck: From research to conservation. *International Meeting Proceedings*.

- Baaloudj A., Samraoui F., Alfarhan A-H. et Samraoui B. (2014).** Phenology, Nest-Site Selection and Breeding Success of a North African Colony of the Yellow-Legged Gull, *Larus michahellis*. *African Zoology*, 49(2), pp.213-221.
- Baaziz N., Mayache B., Saheb M., Bensaci E., Ounissi M., Metallaoui S. et Houhamdi M. (2011).** Statut phénologique et reproduction des peuplements d'oiseaux d'eau dans l'éco-complexe de zones humides de Sétif (Hauts plateaux, Est de l'Algérie). *Bulletin de l'Institut Scientifique de Rabat*, 32(2), pp.77-87.
- Bagnouls F. et Gaussen H. (1957).** Les climats biologiques et leurs classifications. *Ann.Géogr*, 335, pp.193-220.
- Bakhouch B., Draïdi K., Houhamdi M. et Bouslama Z. (2013).** Quelques Aspects de La Reproduction du Fuligule Nyroca Aythya Nyroca Dans le Lac Tonga (Site Ramsar Nord-Est Algerien). *European Journal of Scientific Research*, 103(2), pp.165–174.
- Balmaki B. et Barati A. (2006).** Harvesting status of migratory waterfowl in northern Iran: a case study from Gilan Province, pp.868-869 in Boere G., Galbraith C. et Stroud D. (edit.) *Waterbirds around the world*. The Stationary Office, Edinburgh, UK.
- Barati A. et Ataii F. (2008).** Observations on the breeding of the Ferruginous Duck, *Aythya nyroca* (Güldenstädt, 1770), at Lake Zarivar, Kurdistan Province, Iran. *Zoology in the Middle East*, 43(1), pp.105-107.
- Barbraud C., Sadoul N., Kayser Y., Pineau O. et Isenmann P. (2004).** Evolution du peuplement des oiseaux reproducteurs en Camargue dans les temps récents. In: Isenmann P. (2004). *Les oiseaux de camargue et leurs habitats: une histoire de cinquante ans*, Buchet-Chastel, pp.1954-2004.
- Belouahem-Abed D. (2012)** - Étude écologique des peuplements forestiers des zones humides dans les régions de Skikda, Annaba et El-Tarf (Nord-Est algérien). *Thèse de doctorat*, Univ. Badji Mokhtar. Annaba (Algérie), 252p.
- Benyacoub S. (1993).** Écologie de l'avifaune forestière nicheuse de la région d'El-Kala (nord-est algérien). *Thèse de Doctorat*, Univ. de Bourgogne (France), 297p.

- Benyacoub S. et Chabi Y. (2000).** Diagnose écologique de l'avifaune du Parc National d'El-Kala. *Synthèse*, 7, pp.1-57.
- Bezzel E. (1969).** Die Tafelente (*Aythya ferina*). Wittenberg Lutherstadt: A. *Neue Brehm Bücherei/Ziemsen Verlag*.
- BirdLife International. (2012).** Species factsheet: *Aythya nyroca*. Available at: <http://www.birdlife.org>
- Boucheker A., Nedjah R., Samraoui F., Menai R. et Samraoui B. (2009).** Aspects of the breeding ecology and conservation of the Glossy Ibis *Plegadis falcinellus* in Algeria. *Waterbirds*, 32, pp.345–351
- Boulekhsaim M., Houhamdi M., Saheb M., Samraoui-Chenafi F. et Samraoui B. (2006a).** Breeding and banding of Greater flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algeria, August 2006. *Flamingo*, 14, pp.21-24.
- Boulekhsaim M., Houhamdi M. et Samraoui B. (2006b).** Population dynamics and diurnal behaviour of the Shelduck *Tadorna tadorna* in the Hauts Plateaux, northeast Algeria. *Waterfowl* 56, pp.65–78.
- Boulekhsaim M., Ouldjaoui A., Baaziz N., Zebza R., Sekrane N., Ayaichia F., Bouriach M., Friha R., Habess A. et Samraoui B. (2009).** Mass reproduction of the Greater Flamingo at Ezzemoul, Algeria in 2009 and the need to reassess the role of North African wetlands. *Flamingo*, 17, pp.48-53.
- Boumezbeur A. (1992).** Le statut de l'Erismature à tête blanche et du Fuligule nyroca dans le complexe d'El Kala, Algérie de 1990 à 1992. *IWRB Threatened Waterfowl Research Group Newsletter*, 2, pp.4–5.
- Boumezbeur A. (1993).** Ecologie et biologie de la reproduction de l'Erismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) et du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) dans le lac Tonga et le lac des Oiseaux. Nord-est Algérien. Thèse de Doctorat, USTI, Montpellier, 250p.



- Boumezbeur A., Moali A. et Isenmann P. (2005).** Nidification du fuligule nyroca *Aythya nyroca* et de l'échasse blanche *Himantopus Himantopus* en zone saharienne (el goléa, Algérie). *Alauda*, 73(2), pp.143-144.
- Bourliere F. (1950).** Senescence and rate of wound healing in the rat. *Revue médicale de Liège*, 5(20), pp.71-669.
- Bouزيد, A., Yousfi, A., Boukhssaim, M. et Samraoui, B. (2009).** Première nidification réussie du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Sahara algérien. *Alauda*, 77(2), pp.139-143.
- Burel F., Baudry J., Butet A., Dubs F., Le Cœur D., Clergeau P., Morvan N., Paillat G., Petit S., Thenail C., Brunel E., Lefeuvre J-C. et Delettre Y. (1998).** Comparative biodiversity along a gradient of agricultural landscapes. *Acta Oecologica*, 19(1), pp.47 -60.
- Callaghan D-A. (1997).** European Species Action Plan: Ferruginous Duck (*Aythya nyroca*). *The Wildfowl and Wetlands Trust*.
- Chalabi B., Skinner J., Harrison J. et Van Dijk G. (1985).** Les zones humides du nord-est algérien en 1984. *WIWO*, 45.
- Cheriet S., Samraoui F., Alfarhan A-H. et Samraoui B. (2015).** Factors affecting nesting success in the Great-crested Grebe *Podiceps cristatus* at Lake Tonga, north-east Algeria. *Ostrich*, 86(3), pp.239-245.
- Chettibi F. (2014).** Ecologie de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* dans les zones humides de la Numidie algérienne (du Littoral Est de l'Algérie). *Thèse de Doctorat*. Univ. Badji Mokhtar. Annaba (Algérie), 126p.
- Chourfa L. (2007).** Importance du lac Tonga (Nord-Est algérien) pour l'hivernage et la reproduction du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) et de l'Érismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*). *Thèse de Magister*. Univ. Badji Mokhtar, Annaba (Algérie), 76 p.

- Chown D. et Linsley M. (1994).** Wetlands in northern Algeria and coastal Tunisia. An RSPB waterfowl survey, December 1991 to March 1992. Sandy, UK: Royal Society for the Protection of Birds.
- Clark R-G. et Shutler D. (1999).** Avian habitat selection: pattern from process in nest-site use by ducks?. *Ecology*, 80(1), pp.272-287.
- Coulthard N-D. (2001).** Algeria. Important Bird Areas in Africa and Associated Islands: Priority Sites for Conservation, pp.51-70.
- Cramp, S. (1977).** Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa, Vol 1. *Oxford University Press*, Oxford.
- Cramp S. et Simmons K-E-L. (1977).** The birds of the western Palearctic, Vol.1. Ostrich to Ducks. *Oxford University Press*, Oxford.
- Cramp S. et Simmons K-E-L. (1980).** The birds of the western Palearctic.
- Dajoz R. (1971).** Précis d'Ecologie. *Dunod Paris*, 2, 434p.
- Dajoz R. (1985).** Précis d'écologie. *Bordas*, 505p.
- Datta T. (2014).** Ferruginous duck (aythya nyroca) population in wetlands of jalpaiguri: the role of human interferences and environmental factors. *2 nd International Conference - Water resources and wetlands*, 2285-7923, pp.445-453;
- De Bélair G. et Bencheikh-Lehocine M. (1987).** Composition et déterminisme de la végétation d'une plaine côtière marécageuse: La Mafragh (Annaba, Algérie). *Bulletin d'Ecologie*, 18(4), pp.393-407.
- De Bélair G. et Samraoui B. (1994).** Death of a lake: Lac Noir in Northeastern Algeria. *Environmental Conservation*, 21(02), 169 p.

- Dementiev G-P. et Gladkov N-A. (1952).** Birds of the Soviet Union, 4. (English translation, Jerusalem. 1967). Ed. Sovetskaya. Moscow. 604 p.
- Djebbari N., Boudjadi Z. et Bensouilah M. (2009).** L'infestation de l'anguille *Anguilla anguilla* L., 1758 par le parasite *Anguillicola crassus* Kuwahara, Niimi & Itagaki, 1974 dans le complexe de zones humides d'El Kala (Nord-Est algérien). *Bulletin de l'Institut Scientifique*, 31, pp.45-50.
- Draïdi K. (2014).** Le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) dans le lac Tonga (Nord-est de l'Algérie) : Etude du budget temps, stratégie d'hivernage et étude de l'écologie parasitaire. *Thèse de Doctorat*. Univ. Badji Mokhtar. Annaba. 166p.
- Draïdi K., Bakhouch B., Tlailia S., Houhamdi M. et Bouzlama Z. (2013)** Le Fuligule Nyroca (*Aythya Nyroca*) dans le Lac Tonga (Nord Est de l'Algérie): Dénombrement et Étude des Rythmes d'Activités. *European Journal of Scientific Research*, 103(2), pp. 333-342.
- Durand J-H. (1954).** Les sols de l'Algérie. Direction du service de la colonisation et de l'Hydraulique. Gouvernement Général de l'Algérie.
- Eadie J-M. et Fryxell J-M. (1992).** Density dependence, frequency dependence, and alternative nesting strategies in goldeneyes. *American Naturalist*, pp. 621-641.
- 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 de doctorat*. Univ. Mohamed V, Maroc. 200 p.
- El Agbani M-A., Qninba A., Amezian M., Cuzin F. et Dakki M. (2009).** Le peuplement d'oiseaux d'eau du complexe des zones humides de Smir (Nord du Maroc): état actuel, intérêt patrimonial et évolution depuis les quatre dernières décennies. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, 31(2), pp.103 - 110.
- Emberger L. (1955).** Une classification biogéographique des climats.

- Evans D-M. et Day K-R. (2002).** Hunting disturbance on a large shallow lake: the effectiveness of waterfowl refuges. *Ibis*, 144(1), pp.2-8.
- Fresco L-O. et Kroonenberg S-B. (1992).** Time and spatial scales in ecological sustainability. *Land use policy*, 9(3), pp.155-168.
- Forman D-W. (2005).** Laying plasticity in an avian brood parasite. *The Auk*, 122(2), pp.566-570.
- Fouzari A., Samraoui F., Alfarhan A-H. et Samraoui B. (2015).** Nesting ecology of Ferruginous Duck *Aythya nyroca* in north-eastern Algeria. *African Zoology*, 50(4), pp. 299-305.
- Géroudet P. Hainard R. et Reichel, M. (1946).** Les palmipèdes, *Delachaux et Niestlé*, 284p.
- Géroudet P. (1972).** Les Palmipèdes (2<sup>em</sup> édit.). *Delachaux et Niestlé, Neuchâtel*.
- Ghalmi R. (1997).** Étude préliminaire du régime alimentaire de la loutre (*Lutra lutra*) dans le nord-est algérien (Parc National d'El Kala). *Mémoire D.E.S*, Univ. de liège (France), 57 p.
- Gibbs J-P. (1993).** The importance of small wetlands for the persistence of local populations of wetland-associated animals. *Wetlands*, 13(1), pp.25-31.
- Green A-J. (1996).** Analyses of globally threatened Anatidae in relation to threats, distribution, migration patterns and habitat use. *Conservation Biology*, 10(5), pp.1435-1445.
- Green A-J. (1998a).** Comparative feeding behaviour and niche organisation in a Mediterranean duck community. *Canadian Journal of Zoology*, 76(3), pp.500–507.
- Green A-J. (1998b).** Habitat selection by the Marbled Teal *Marmaronetta angustirostris*, Ferruginous Duck *Aythya nyroca* and other ducks in the Göksu Delta, Turkey, in summer. *Revue d'écologie*, 53(3), pp.225-243
- Green A-J. et El Hamzaoui M. (1998).** The status and biology threatened waterfowl in

Morocco. *TWSG News*. 11, pp. 25-27.

**Green A-J., El Hamzaoui M., El Agbani M-A. et Franchimont J. (2002).** The conservation status of Moroccan wetlands with particular reference to waterbirds and to changes since 1978. *Biological Conservation*. 104, pp.71–82.

**Green A-J., Fox A-D., Hughes B. et Hilton G-M. (1999).** Time-activity budgets and site selection of White-headed Ducks *Oxyura leucocephala* at Burdur Lake, Turkey in late winter. *Bird Study*. 46, pp.62-73.

**Green A-J. et Hughes, B. (2001).** White-headed Duck *Oxyura leucocephala*. *BWP Update*, 3(2), pp.79-90.

**Grimmett R., Inskipp C., Inskipp T., et Byers C. (1999).** Pocket guide to the birds of the Indian subcontinent. *Oxford University Press*.

**Harbi S. (2006).** Etude de la biologie de reproduction de deux populations de Rallidae : La Poule d'eau *Gallinula chloropus* et la Talève sultane *Porphyrio porphyrio* dans le Nord-est Algérien. *Mémoire d'ingénieur*. Univ. Badji Mokhtar, Annaba (Algérie),

**Heredia B., Rose L., Painter M. (1996).** Globally threatened birds in Europe: action plans. *Council of Europe*.

**Heim de Balsac H. et Mayaud N. (1962).** Les oiseaux du nord-ouest de l'Afrique: distribution géographique, écologie, migrations, reproduction. *Encyclopédie Ornithologique* 10, Lechevalier, 487p.

**Heinzel H., Fitter R-S-R. et Parslow J-L-F. (1992).** Oiseaux d'Europe, d'Afrique, du Nord et du Moyen-Orient. Edition, *Delachaux et Niestlé*, 1, 384 p.

**Hecker N., et Tomàs Vives P. (1995).** The status of wetland inventories in the Mediterranean region. International Waterfowl and Wetlands Research Bureau, (38).

- Houhamdi M. et Samraoui B. (2002).** Occupation spatio-temporelle par l'avifaune aquatique du Lac des oiseaux (Algérie). *Alauda*, 70, pp.301-310.
- Houhamdi M. et Samraoui B. (2008).** Diurnal and nocturnal behaviour of Ferruginous Duck *Aythya nyroca* at Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Ardeola*, 55(1), pp.59-69.
- Houmani M. (2012).** Ecologie du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* dans le Nord-est algérien : Lac Tonga. *Mémoire de Magister*. Univ. Badji mokhtar. annaba (Algérie), 68p.
- Hoyt D-F. (1979).** Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs. *The Auk*, 96, pp.73-77.
- Isenmann P. et Moali A. (2000).** Birds of Algeria. *Société d'Etudes Ornithologiques de France*.
- Islam Z-U. (2003).** Ferruginous Duck in India. Pp.104-113 in Petkov N., Hughes B. et Gallo-Orsi, U. (Edit.) Ferruginous Duck: from research to conservation. Sofia: Birdlife International, RSPB and TWSG. Lee Foote, A., Pandey, S. & Krogman, N.T. 1996, Processes of wetland loss in *India*, *Environmental Conservation*, 23(1), pp.45-54.
- Isenmann P., Gauthier T., Azafzaf H., Dlenei H. et Smart M. (2005).** Oiseaux de Tunisie. *SEOF, Paris*.
- Jacob J-P. et Jacob A. (1980).** Nouvelles données sur l'avifaune du lac de Boughzoul (Algérie). *Alauda* 48, pp.209-220.
- Jamieson I-G., MacRae S-B., Simmons R-E. et Trewby M. (2000).** High rates of conspecific brood parasitism and egg rejection in coots and Moorhens in ephemeral wetlands in Namibia. *The Auk*, 117(1), pp.250-255.
- Johansson O-C. et Blomqvist D. (1996).** Habitat selection and diet of lapwing *Vanellus vanellus* chicks on coastal farmland in SW Sweden. *Journal of Applied Ecology*, pp.1030-1040.

- Joleaud L. (1936).** Étude géologique de la région de Bône et de la Calle ». Bull. Serv. Carte géol. Algérie (Typo litho et Cie, Alger), 2, série n° 12, 185 p.
- Kadid Y. (1989).** Contribution à l'étude de la végétation aquatique du Lac Tonga. Parc National d'El-kala. *Mémoire d'ingénieur*. INA. Alger (Algérie), 106p.
- Kirwan G-M. (1997).** The status of the Ferruginous Duck *Aythya nyroca* in Turkey. *Bird Conservation International*. 7, pp. 345-356.
- Kirwa G-M., Boyla K., Castell P., Demirci B., Ozen M., Welch H. et Marlow T. (2008).** The Birds of Turkey. The Distribution, Taxonomy and Breeding of Turkish Birds Christopher Helm, London. 512p.
- Klomp H. (1970).** The determination of clutch-size in birds a review. *Ardea*, 58(1-2), pp.1-124.
- Lack D. (1947),** The Significance of Clutch-size. *Ibis*, 89(2), pp. 302–352.
- Lack D. (1950).** The breeding seasons of European birds. *Ibis*, 92(2), pp.288-316.
- Lack D. (1968).** Bird migration and natural selection. *Oikos*, pp.1-9.
- Lahrouz S., Dakki M., et Gmira N. (2012).** The importance of Fouwarate marshland for wintering and breeding of the threatened ducks populations in Morocco. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 13, pp.1800-1810.
- Landscape aménagement (1998).** Plan directeur de gestion du Parc National d'El Kala et du complexe des zones humides + 16 cartes au 1/25 000. Agence nationale pour la conservation de la nature. Algérie 234 p.
- Lardjane-Hamiti A. (2013).** Ethologie et biologie de la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* (Guldenstadt, 1770) et du Fuligule milouin *Aythya ferina* (Linnaeus, 1758)

- dans la réserve naturelle du lac de Reghaaia. *Thèse de Doctorat*. Univ. Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou, 120p.
- Lazli A. (2011).** Contribution à la connaissance de l'écologie et de la biologie de la reproduction de l'érisimature à tête blanche *Oxyura leucocephala* et le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du lac Tonga. *Thèse de doctorat*. Univ. Abdelrahmane Mira. Bejaia. 265p.
- Lazli A., Boumezbeur A. et Moali A. (2012).** Statut et phénologie de la reproduction du Fuligule Nyroca *Aythya nyroca* au lac Tonga (Nord-Est algérien). *Alauda*, 80(3), pp.219-228.
- Lebedeva N-V. et Markitan L-V. (2001).** Problems of Population Dynamics of the White-Eyed Pochard (*Aythya nyroca*Guld., 1770) in the Eastern Sea of Azov Region. *Russian Journal of Ecology*, 32(6), pp.425-431.
- Lopez A. et Mundkur T. (1997).** The Asian Waterfowl Census 1994-1996: Results of the Coordinated Waterbird Census and an Overview of the Status of Wetlands in Asia. *Wetlands International*.
- Ludvig E., Vanicsek L., Török J. et Csörgö T. (1995).** Seasonal variation of clutch size in the European Blackbird *Turdus merula*: a new ultimate explanation. *Journal of animal ecology*, 64, pp.85-94.
- Lyon B-E. (1993).** Conspecific brood parasitism as a flexible reproductive tactic in American coots. *Animal Behaviour*, 46, pp.911–928.
- Maazi M-C (2009).** Eco éthologie des anatidés hivernant au niveau de Garaet Timerganine Wilaya d'Oum el Bouaghi. *Thèse de doctorat*, Univ. Badji Mokhtar, Annaba, 133p.
- McRae S-B. (1997).** A rise in nest predation enhances the frequency of intraspecific brood parasitism in a moorhen population. *Journal of Animal Ecology* 66, pp.143–153.



- McRae S-B. et Burke T. (1996).** Intraspecific brood parasitism in the moorhen: parentage and parasite-host relationships determined by DNA fingerprinting. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 38(2), pp.115-129.
- Martin T-E. (1993).** Nest predation and nest sites. *BioScience*, 43(8), 523p.
- Martin T-E. et Clobert J. (1996).** Nest predation and avian life-history evolution in Europe versus North America: a possible role of humans?. *American Naturalist*, pp.1028-1046.
- Meniaia Z., Samraoui F., Alfarhan A. and Samraoui B. (2014).** Nest-site selection, breeding success and brood parasitism in the common moorhen *Gallinula chloropus* in Algeria. *Zoology and Ecology*, 24(4), pp.305-313.
- Mermet L. et Poux X. (2000).** Recherches et actions publiques à l'interface agriculture/biodiversité: comment déplacer le front du débat?. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*, (41), pp.43-55.
- Mesbah A., Samraoui F., Bouzid A., Ouldjaoui A., Baaziz N., Samraoui B. et Bouchecker A. (2011).** Safioune: Un nouveau site de reproduction du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* au sahara Algérien. *Alauda*, 79, pp.321-324.
- Menaia Z. (2014).** Ecologie de la reproduction de la Poule d'eau (*Gallinula chloropus*) en Numidie. *Thèse de Doctorat*. Univ. 08 Mai 45, Guelma (Algérie), 145p.
- Meniaia Z., Samraoui F., Alfarhan A-H. et Samraoui B. (2014).** Nest-site selection, breeding success and brood parasitism in the common moorhen *Gallinula chloropus* in Algeria. *Zoology and Ecology*, 24(4), pp.305-313.
- Merzoug S-E (2014).** Structure du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* dans les zones humides du littoral Est de l'Algérie: Statut et description des habitats. *Thèse de doctorat*, Univ. Mouloud Maameri, Tizi Ouzou, 145p.
- Merzoug S-E., Amor Abda W., Belhamra M. et Houhamdi, M. (2014).** Eco-ethology of the wintering ferruginous duck *Aythya nyroca* (Anatidae) in Garaet Hadj Tahar (Guerbes-Sanhadja, Northeast of Algeria). *Zoology and Ecology*, 24(4), pp.297-304.

- Meziane N., Samraoui F. et Samraoui, B. (2014).** Status and diurnal activity budget of non-breeding White-headed Ducks *Oxyura leucocephala* in Algeria. *Ostrich*, 85(2), pp. 177-184.
- Ministère de la pêche et des ressources halieutique (2004).** Données sur la profondeur et le volume du Lac Tonga.
- Mittermeier, R-A. (2004).** Hotspots revisited. *Cemex*.
- Mittermeier R-A., Gil P-R., Hoffmann M., Pilgrim J., Brooks T., Mittermeier C-G., Mysterud A. et Ims R-A. (1998).** Functional responses in the habitat use: availability influences relative use in trade-off situations. *Ecology*, 79(4), pp.1435-1441.
- Mohan D. et Gaur A. (2008).** Avian diversity around Jajiwal pond—A natural wetland. In *Proceedings of Taal2007: The 12th World Lake Conference* , 542, p. 546.
- Mullarney K., Svensson L., Zetterström D., Peter J. et Grant, J. (2007).** Guide ornitho, les 848 espèces d'Europe en 4000 dessins. *Delachaux et Nestlé*, 399 p.
- Morgan N-C. (1982).** An ecological survey of standing waters in North-West Africa: II - Site descriptions for Tunisia and Algeria. *Biological conservation*, 24(2), pp.83-113..
- Myers N., Mittermeier R-A., Mittermeier C-G., Da Fonseca G-A. et Kent J. (2000).** Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), pp.853-858.
- Nedjah R., Bouchecker A., Samraoui F., Menai R., Alfarhan A-H., Al-Rasheid K-A. et Samraoui B. (2010).** Breeding ecology of the Purple Heron *Ardea purpurea* in Numidia, north-eastern Algeria. *Ostrich*, 81(3), pp.189-196.
- Numerov A-D., Priklonskii S-G., Ivanchev V-P. (1995).** Bird Clutches and Egg Sizes in the Southwestern Meshchera Lowland, Trudy Okskogo gosudarstvennogo biosfernogo zapovednika (Works of the Oka State Biosphere Reserve), Moscow: TsNIL, issue 18.

**Ogilvie M-A. (1975).** Ducks of Britain and Europe. *Berkhamsted, Poyser*. 206p.

**Office national de développement de la pêche et de l'aquaculture (2004).** Données sur le volume du Lac Tonga.

**Paspaleva M., Kiss J-B. et Talpeanu M. (1984).** Sur la dynamique de quelques espèces d'oiseaux dominants dans le Delta du Danube. *Travaux du Museum d'histoire naturelle 'Grigore Antipa', Bucarest, 1984*, pp.313-329.

**Perennou C., Mundkur T. et Scott D. (1994).** The Asian Waterfowl Census 1987–91: Distribution and status of Asian waterfowl. Kuala Lumpur and Slimbridge, U.K.: Asian Wetland Bureau, University of Malaya and International Waterfowl and Wetlands Research Bureau.

**Petkov N. (1997).** Current status of the Ferruginous Duck (*Aythya nyroca*) in Bulgaria. – thèse de Magister, Sofia University, Sofia (Bulgaria).

**Petkov N. (2000).** Population trends of breeding Ferruginous Duck in Bulgaria. *TWSG News*, 12, pp.44–49.

**Petkov N. (2003).** Ferruginous Duck habitat characteristics and daily activity rhythm in Bulgaria. *Ferruginous Duck: from research to conservation. Sofia: Birdlife International, RSPB and TWSG*, pp.122-129.

**Petkov N-V. (2004).** Comparative study on the ecological requirements of the ferruginous Duck *Aythya nyroca* and Pochard *Aythya ferina* during breeding season in Bulgaria. *Thèse de doctorat*. Central Laboratory of General Ecology at the Bulgarian Academy of Sciences, Sofia (Bulgarie).

**Petkov N. (2006).** The Ferruginous Duck *Aythya nyroca* as a potential indicator species for tracking ecological changes at the Srebarna Lake managed reserve (NE Bulgaria). *Acrocephalus*, 27(128-129), pp.37–43.

- Petkov N. (2012).** Habitat characteristics assessment of the wetlands with breeding Ferruginous Duck *Aythya nyroca* and Pochard *A. ferina* in Bulgaria/Ocena habitatnih značilnosti mokrišč z gnezdečimi kostanjevkami *Aythya nyroca* in sivkami *A. ferina* v Bolgariji. *Acrocephalus*, 32(150-151), pp.127-134.
- Petkov N. et Kutsarov I. (2007).** Ferruginous Duck *Aythya nyroca*. pp. 116–117 In: Iankov, P. (Edit.) Atlas of Breeding Birds in Bulgaria. *Conservation Series*, Book 10. – Bulgarian Society for the Protection of Birds BSPB, Sofia.
- Petkov N. et Mittev D. (2001).** Ferruginous Ducks at Durankulak Lake Complex, Bulgaria, 1995-2001, *Threatened Waterfowl Specialist Group Newsletter*, 13, pp.49-55.
- Post W. (1990).** Nest survival in a large ibis-heron colony during a three-year decline to extinction. *Colonial Waterbirds*, pp.50-61.
- Pöysä, H. (1999).** Conspecific nest parasitism is associated with inequality in nest predation risk in the common goldeneye (*Bucephala clangula*). *Behavioral Ecology*, 10(5), pp.533-540
- Qninba A. et El Agbani M-A. (2008).** Les récents changements dans le statut phénologique au Maroc de quelques oiseaux d'eau et paludicoles. *Actes du 32<sup>ème</sup> Colloques Francophones d'ornithologie*.
- Qninba A., Rguibi Idrissi H., Himmi O., El Agbani M-A et Thévenot M. (2008).** Nouveaux cas de nidification d'oiseaux dans le complexe des zones humides du Bas Loukkos (Nord-Ouest du Maroc). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat*, (30), pp.45-50.
- Quan R-C., Wen X. et Yang X. (2002).** Effects of human activities on migratory waterbirds at Lashihai Lake, China. *Biological Conservation*, 108(3), pp.273-279.
- Ramade F. (1984).** Eléments d'écologie: écologie fondamentale. *Auckland, McGraw-Hill*, pp.1-394.

- Ramsar (2000).** Extracts from Ramsar database; summary of Ramsar Monitoring Procedure Report (No. 21) on Lac Oubeïra and Lac Tonga, Algeria. Wageningen, The Netherlands: *Ramsar Bureau*.
- Rihane A. (2012).** Reproduction du Fuligule nyroca Aythya nyroca dans l'estuaire de l'Oued El Maleh, Mohammedia. *Go-South Bulletin*, 9, pp.155-160.
- Robinson J-A. (2003).** A global overview of the ecology of the Ferruginous Duck. pp. 114–121 in Petkov N., Hughes B. et Gallo-Orsi U. (edit.) Ferruginous Duck: from research to conservation. Conservation Series No.6. Sofia: Birdlife International, *RSPB and TWSG*.
- Robinson J-A. et Callaghan D. (2003).** The Ferruginous Duck as a Near Threatened species: problems, causes and solutions. Pp 138-143 in Petkov, N., Hughes, B. & Gallo-Orsi, U. (Edit.) Ferruginous Duck: from research to conservation. Sofia: Birdlife International, *RSPB and TWSG*.
- Robinson J-A. et Hughes B. (2003a),** International Species Review: Ferruginous Duck Aythya nyroca. Unpublished report to BirdLife International.
- Robinson J-A. et Hughes B. (2003b).** The global status and distribution of the Ferruginous Duck. Pp. 8–17 in Petkov N., Hughes B. and Gallo-Orsi U., eds. Ferruginous Duck: from research to conservation. Sofia: Birdlife International, *RSPB and TWSG*.
- Robinson J-A. et Hughes B. (2006).** International Single Species Action Plan for the Conservation of the Ferruginous Duck, Compilers. CMS Technical Series No. 12 et AEWa Technical Series No. 7. Bonn, Germany
- Roux F. et Jarry G. (1984).** Numbers, composition and distribution of populations of Anatidae wintering in West Africa. *Wildfowl*, 35(35), pp.48-60.
- Saifouni A. (2009).** État des lieux des zones humides et des oiseaux d'eau en Algérie. Description et cartographie des habitats de l'avifaune aquatique nicheuse du lac Tonga

- (Parc National d'El-Kala). *Thèse de Magistère*, E.N .S.A, EL-Harrach, Alger (Algérie), 272p.
- Saïfouni A. et Bellatreche M. (2014).** Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien). *Mediterránea*, 25, pp.10-52.
- Samar M-F. (1999).** Ecologie du Lac Oubeira: Cartographie de la végétation, palynothèque et utilisation spatio-temporelle du lac par l'avifaune aquatique. *Thèse de Magister*. Univ. Badji Mokhtar, Annaba (Algérie), 168p.
- Samraoui B., Benyacoub S., Mecibah S. et Dumont H-J. (1993).** Afrotropical libellulids (Insecta: Odonata) in the lake district of el Kala, North-East Algeria, with a rediscovery of *Urothemis e. edwardsi* (Selys) and *Acisoma panorpoides ascalaphoides* (Rambur). *Odonatologica*, 22, pp.365-372.
- Samraoui B. et de Bélair G. (1997).** The Guerbes-Senhadja wetlands (NE Algeria). Part I: an overview. *Ecologie*, 28(3), pp.233-250.
- Samraoui B. et de Bélair G. (1998).** Les zones humides de la Numidie orientale : Bilan des connaissances et perspectives de gestion. *Synthèse*, 4, pp.1-90.
- Samraoui B., de Belair G. et Benyacoub S. (1992).** A much threatened lake: Lac des Oiseaux (North-East Algeria). *Environmental Conservation*, 19(03), pp.264-267..
- Samraoui B. et Samraoui F. (2008).** An ornithological survey of Algerian wetlands: Important Bird Areas, Ramsar sites and threatened species. *Wildfowl*, 58(58), pp.71–96.
- Samraoui B., Ouldjaoui A., Boukhssaim M., Houhamdi M., Saheb M. et Béchet A. (2006).** The first recorded reproduction of the Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algeria: behavioural and ecological aspects. *Ostrich*, 77, pp.153–159.
- Samraoui B., Samraoui F., Benslimane N., Alfarhan A. et Al-Rasheid K-A-S. (2012a).** A precipitous decline of the Algerian newt *Pleurodeles poireti* Gervais, 1835 and other

- changes in the status of amphibians of Numidia, North-Eastern Algeria. *Revue Écologie (Terre Vie)* 67, pp.71-81.
- Samraoui F., Alfarhan A-H., Al-Rasheid K-A-S. et Samraoui B. (2011).** An Appraisal of the Status and Distribution of Waterbirds of Algeria: Indicators of Global Changes?. *Ardeola*, 58(1), pp.137-163.
- Samraoui F., Alfarhan A-H. et Samraoui B. (2013).** Status and breeding ecology of the Common Moorhen *Gallinula chloropus* in Algeria. *Ostrich*, 84(2), pp.137-144.
- Samraoui F., Boukhssaïm M., Bouzid A., Baaziz N., Ouldjaoui A., Bouchecker A. et Samraoui B. (2010).** La reproduction du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* en Algérie (2003-2009). *Alauda*, 78, pp.15–25.
- Samraoui F., Menai R. et Samraoui B. (2007).** Reproductive ecology of the Cattle Egret (*Bubulcus ibis*) at Sidi Achour, north-eastern Algeria. *Ostrich*, 78(2), pp.481-487.
- Samraoui F., Nedjah R., Bouchecker A., Alfarhan A-H. et Samraoui B. (2012b).** Breeding ecology of the Little Bittern *Ixobrychus minutus* in northeast Algeria. *Bird study* 59(4), pp.496-503.
- Samraoui F. et Samraoui B. (2007).** The reproductive ecology of the common Coot (*Fulica atra*) in the Hauts Plateaux, Northeast Algeria. *Waterbirds*, 30(1), pp.133-139.
- Saporetti F. (2000).** Breeding Ferruginous Duck at Palude Brabbia Regional Reserve, Northern Italy. *Threatened Waterfowl Specialist Group Newsletter*, 12, pp.42-43.
- Schoech S-J. (1996).** The effect of supplemental food on body condition and the timing of reproduction in cooperative breeder, the Florida Scrub-jay. *Condor*, 98, pp. 234-244.
- Seltzer P. (1946).** Le climat de l'Algérie. *Carbonel*, 219 p.

- Sharma K-K. et Saini M. (2012).** Impact of anthropogenic pressure on habitat utilization by the waterbirds in Gharana Wetland (reserve), Jammu (J&K, India). *International Journal Of Environmental Sciences*, 2(4), pp.2050-2062.
- Skinner J. et Zalewski S. (1995).** Fonctions et valeurs des zones humides méditerranéennes. Conservation des zones humides méditerranéennes, *Medwet*. Tour du Valat, 78 p.
- Spaans B., Van Dijk G., Van. Der. Kamp J. et Treep F. (1976).** Les oiseaux nidificateurs des zones humides de l'est de l'Algérie, printemps 1976. *Wageningen, polycopié*.
- Station météorologique d'El Kala (2012).** Données météorologiques de la station El Kala.
- Stevenson A-C., Skinner J., Hollis G-E. et Smart M. (1988).** The El Kala National Park and environs, Algeria: an ecological evaluation. *Environmental Conservation*, 15(04), pp. 335-348.
- Stewart P-h. (1975).** Un nouveau climagramme pour l'Algérie et son application au barrage vert. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 65, pp. 1-2.
- Tamisier A. et Dehorter O. (1999).** Camargue canards et foulques. *Centre ornithologique du Gard*.
- Tamisier A. et Dehorter O. (1999).** Camargue, Canards et Foulques. Fonctionnement d'un prestigieux quartier d'hiver. *Centre Ornithologique du Gard*.
- Thévenot M., Vernon R. et Bergier P. (2003).** The Birds of Morocco: An Annotated Check-list (No. 20). *British Ornithologists' Union*.
- Thévenot M. et Qninba A. (2003).** Oiseaux d'eau nicheurs du Maroc, présentation générale du peuplement et statut de conservation. Rapport inédit, Projet d'inscription de nouveaux sites sur la liste Ramsar des zones humides d'importance internationale. *WWF, Eaux et Forêts*, Institut Scientifique, Rabat, 88p.
- Toubal O. (1986).** Phytoécologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements



végétaux du massif de l'Edough (Algérie nord orientale). Cartographie au 1/25000. *Thèse de Doctorat*, Univ. de Grenoble (France), 111p.

**Van Dijk, G. et Ledant, J-P. (1983).** La Valeur Ornithologique des Zones Humides de l'Est Algérien. *Biological Conservation*, 26, pp.215–226.

**Vinicombe K-E. (2000).** Identification of Ferruginous Duck and its status in Britain and Ireland. *British Birds*, 93(1), pp.4-21

**Whittaker R-H. et Likens G-E. (1973).** Primary production: the biosphere and man. *Human Ecology*, 1(4), pp.357-369.

**Wuwer A-M. et Attuquayefio D-K. (2006).** The Impact of Human Activities on Biodiversity Conservation in a Coastal Wetland in Ghana. *West Africa Journal of Applied Ecology*, 9.

**Yom-Tov Y. (1980).** Intraspecific nest parasitism in birds. *Biological Reviews*, 55(1), pp.93-108.

**Yom-Tov Y. (2001).** An updated list and some comments on the occurrence of intraspecific nest parasitism in birds. *Ibis* 143, pp.133–143

1 (<http://www.mr-worldfotos.com>)

2 (<http://www.ruchet.com/oiseaux/canard-hybride>).

---

**Annexes :**

---

**Tableau. Ann. 1** – Le nombre de nid distribué selon les différentes hauteurs de végétation au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2011). N = 59 nids.

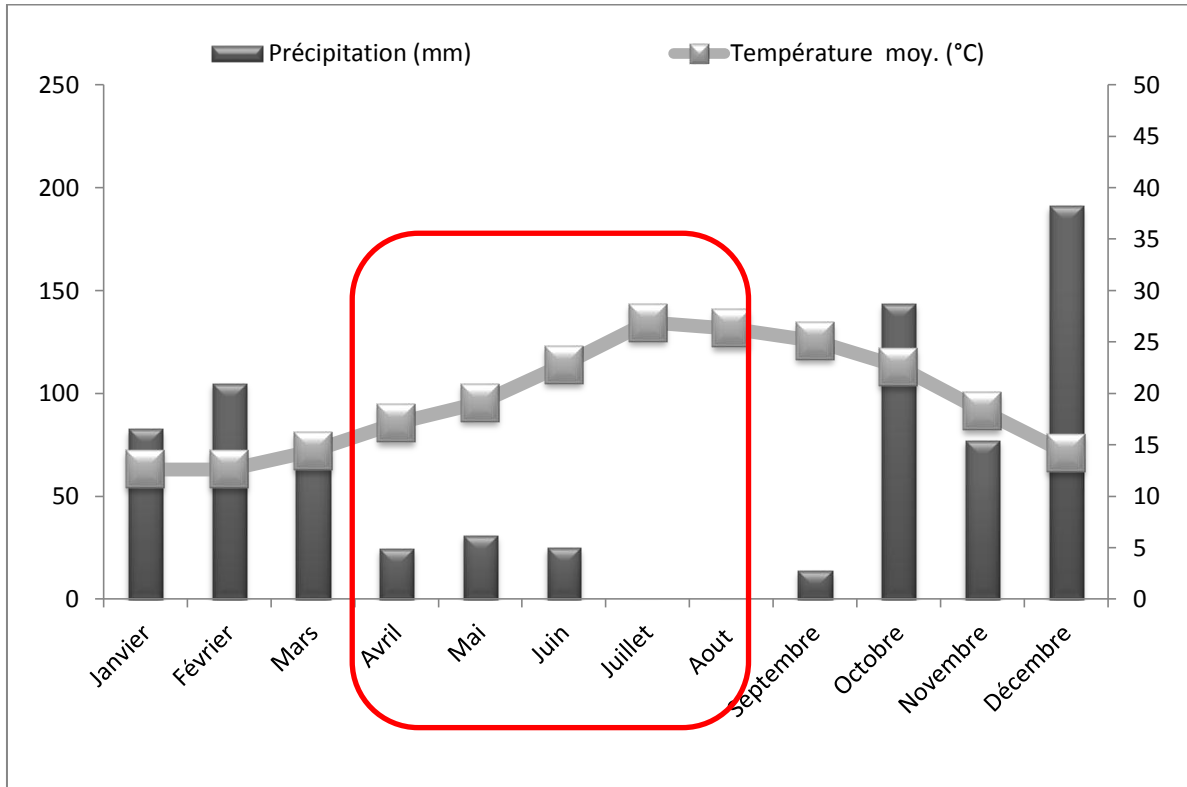
Désignation	]100	]150	]200	]250	]300	]350
	– 150 Cm]	– 200 Cm]	– 250 Cm]	– 300 Cm]	– 350 Cm]	– 400 Cm]
<b>Nombre de nids</b>	1	13	18	11	8	0
<b>Pourcentage (%)</b>	1,9	25,49	35,29	21,57	15,69	0

**Tableau. Ann. 2** – Nombre de nid distribué selon les différentes hauteurs de végétation au niveau du Lac Tonga, Nord-Est Algérie (2012). N = 51 nids.

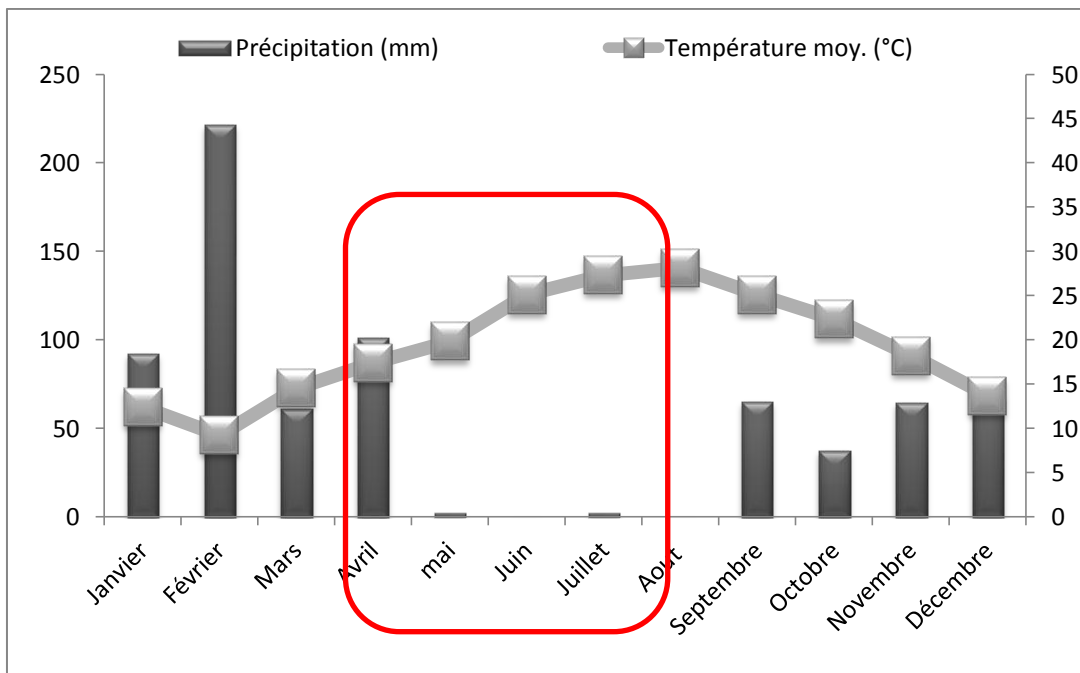
Désignation	]100	]150	]200	]250	]300	]350
	– 150 Cm]	– 200 Cm]	– 250 Cm]	– 300 Cm]	– 350 Cm]	– 400 Cm]
<b>Nombre de nids</b>	4	11	20	17	6	1
<b>Pourcentage (%)</b>	6,76	18,64	33,89	28,81	10,16	1,7

**Tableau. Ann. 3** – Comparaison entre la répartition des nids du *Fuligule nyroca* *Aythya nyroca* dans les différentes strates de végétation en 2011 et 2012 au Lac Tonga, Nord-Est Algérie. N : Nombre de nids.

Strate	Année d'études	2011		2012	
		Fréquence	Pourcentage (%)	Fréquence	Pourcentage (%)
<i>Scirpus Lacustris</i>		26	45	20	39
<i>Typha angustifolia</i>		5	9	3	6
<i>Typha angustifolia</i> + <i>Phragmites australis</i>		1	2	0	/
<i>Scirpus Lacustris</i> + <i>Typha angustifolia</i>		5	9	5	10
<i>Scirpus Lacustris</i> + <i>Phragmites australis</i>		3	5	2	4
	<i>Lythrum salicaria</i>	1	2	4	8
Ilots	<i>Scirpus Lacustris</i> + <i>Lythrum salicaria</i>	8	14	5	10
	<i>Scirpus Lacustris</i> + <i>Lythrum salicaria</i> + <i>Phragmites australis</i>	8	14	12	23
N		59	100	51	100



**Figure. Ann. 1** – Conditions climatologiques, température et précipitation de la région d’El-Kala dans l’année 2011.



**Figure. Ann. 2** – Conditions climatologiques, température et précipitation de la région d’El-Kala dans l’année 2012.

La conservation des zones humides et de leur biodiversité représente une priorité majeure pour la sauvegarde des écosystèmes et des espèces. Pour être efficace, cette dernière doit s'appuyer sur une bonne connaissance de l'écologie des espèces qui peuplent ces milieux, notamment les espèces rares ou en recule dans leur aire de répartition. Leur déclin signale le plus souvent un grave dysfonctionnement, c'est le cas du fuligule nyroca *Aythya nyroca* qui est une espèce protégée, classée vulnérable sur la liste rouge de l'IUCN. L'Algérie abrite un effectif important de cette espèce. Le Lac Tonga et probablement le Lac Fetzara (malgré le manque de données pour ce dernier) accueillent la majeure partie de l'effectif en Algérie.

Notre étude, étalée sur deux années successives 2011 et 2012, est une contribution à la connaissance d'une phase cruciale du cycle de vie du fuligule nyroca *Aythya nyroca* qui est celle de la reproduction au niveau du lac Tonga. Nous avons étudié son écologie de reproduction.

La grandeur de ponte a varié entre 4 à 29 oeufs/nids en moyenne de  $13,27 \pm 5,98$  oeufs/nids, ( N= 26 nids), en 2011. En 2012, la grandeur de ponte a varié de 6 à 17 oeufs/nids en moyenne de  $11,76 \pm 3,67$  oeufs/nids, ( N= 17 nids). Avec un taux d'éclosion des oeufs de 71% en 2011 et 74% en 2012, des nids où l'éclosion a été réussis. En 2011, l'espèce a montré un succès reproductif de 44%, en 2012, a été de 33%.

En comparant nos résultats concernant les paramètres liés à la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* dans la Numidie avec les résultats obtenus à la plaine de la Mitidja et en Europe soulignant des différences dans la date de ponte, les dimensions des œufs et de la grandeur de ponte. Nos données suggèrent que la sélection des sites de nidification est fortement influencée par la densité de végétation pour assurer un bon camouflage des nids, la hauteur du support végétal et une profondeur d'eau relativement importante.

Nous avons ainsi relevé un taux relativement élevé de parasitisme conspécifique et de parasitisme interspécifique surtout, expliqué probablement par la forte densité des nids et le nombre limités d'habitats favorisés pour les accueillir ou à une prédation intense, causée par la couleuvre vipérine *Natrix maura*.

Nos données indiquent un faible succès de la reproduction causé par un fort taux d'échec de la reproduction, dû principalement à l'abandon de la femelle des nids au Lac Tonga.

**Mots clés :** Fuligule nyroca, reproduction, oiseaux d'eaux, zones humides, lac Tonga.

The conservation of wetlands and their biodiversity is a major priority for the conservation of ecosystems and species. To be effective, it must be based on a good knowledge of the ecology of the species that inhabit these environments, in particular rare species or in their distribution range. Their decline most often indicates a serious malfunction, as is the case with the Ferruginous Duck *Aythya nyroca*, which is a protected species, classified as vulnerable on the IUCN Red List. Algeria has a large population of this species. Lake Tonga and probably Lake Fetzara (data) receive the majority of the population in Algeria.

Our study, over two successive years 2011 and 2012, is a contribution to the knowledge of a crucial phase in the life cycle of the Ferruginous Duck *Aythya nyroca*, which is that of the reproduction in Lake Tonga. We studied its ecology of reproduction.

The clutch size of successful nests varied between 4 to 29 eggs / nests, on average  $13.27 \pm 5.98$  eggs / nests (N = 26 nests) in 2011. In 2012, egg clutch sized from 6 to 17 Eggs / nests, on average  $11.76 \pm 3.67$  eggs / nests, (N = 17 nests). With with a hatching rate of 71% in 2011 and 74% in 2012. In 2011, the species showed a nesting success of 44%, in 2012, was 33%.

Our data suggest that selection of nesting sites is strongly influenced by vegetation density, to ensure camouflage of nests, vegetation height and water depth relatively high.

We observed a relatively high rate of both conspecific and interspecific parasitism especially, probably explained by the high density of nests and the limited number of habitats favored to host them or by intense predation caused by the *Nipx maura*.

Our data indicate a low nesting success caused by a high rate of nesting failure, mainly due to the abandonment of the female of the nests in Tonga Lake.

**Key words** : Ferruginous Duck, breeding, waterfowls, wetlands, lake Tonga.

إن التغير المناخي الذي يؤثر على كوكب الارض يستلزم حماية المناطق الرطبة و تنوعها البيولوجي، ما يمثل أولوية قصوى من أجل المحافظة على النظم البيئية و الاصناف التي تعيش فيها . من أجل ان تكون هذه الاخيرة فعالة يجب ان تركز على معرفة جيدة بايكولوجية الاصناف التي تعيش في هاته الاوساط، خاصة الاصناف النادرة منها أو التي تعرف تراجع في مجال إنتشارها، فراجعها هذا يبين إختلال كبير في التوازن البيئي كما هو الحال بالنسبة للبطة الحديدية و المصنفة في القائمة الحمراء للاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة ضمن الأنواع المُعرّضة لخطر الانقراض، توجد أعداد كبيرة نسبيا من هذا الطائر في الجزائر خاصة في بحيرة طونقا حيث أن هذا الصنف يعرف كمقيم ومعشش فيها.

دراستنا و التي تمتد على مدار موسمين متعاقبين 2011 و 2012 ، هي مساهمة في معرفة مرحلة هامة من دورة حياة البطة الحديدية ألا و هي بيئة التكاثر، على مستوى بحيرة طونقا و المصنفة رامسار.

في 2011 تراوح حجم التفريخ بين 4 و 29 بيضة، بمتوسط  $5.98 \pm 13.27$  بيضة / العش (N=26 عش). في 2012، تراوح حجم التفريخ بين 6 و 17 بيضة، بمتوسط  $3.67 \pm 11.76$  بيضة / العش (N=17 عش). مع نسبة تفقيس 71% في عام 2011 و 74% في عام 2012 في الأعشاش الناجحة .

وقد أظهر هذا الصنف نجاح الإنجاب بنسبة 44% ، في 2011 ، و نسبة 33% في عام 2012 .

و قد تمحورت مقارنة نتائجنا للمؤشرات القياسية لتناسل هذا الطائر في نوميديا مع منطقة سهول متيجة و أوروبا، حيث تمت ملاحظة اختلافات في تاريخ التفريخ، و حجم البيض و كذا كميات التفريخ. من خلال تحليل النتائج لاحظنا ان ارتفاع النبات ، كثافة الغطاء النباتي و عمق المياه كلها عوامل على أساسها يختار هذا الطائر المواقع من أجل ضمان تغطية جيدة للأعشاش و كذا تكون نسبة الافتراس فيها قليلة.

من خلال الدراسة سجلنا عدد كبير من سلوك التطفل على الأعشاش الصادر عن طيور من نفس النوع و كذا عن طيور لا تنتمي لنفس النوع. أشار تحليل النتائج أن انخفاض نسبة نجاح التناسل يعود خاصة إلى هجر الأنثى الحاضنة الأعشاش.

**الكلمات الدالة:** البطة الحديدية ، عملية التكاثر ، الطيور المائية ، المناطق الرطبة، بحيرة طونقا



# Distribution and breeding ecology of the Ferruginous Duck

## *Aythya nyroca* in Algeria

Assia Djelailia<sup>1</sup>, Nasser Baaziz<sup>2</sup>, Farrah Samraoui<sup>1</sup>, Ahmed H. Alfarhan<sup>3</sup> and  
Boudjéma Samraoui<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Conservation des Zones Humides, University of Guelma, Guelma,  
Algeria

<sup>2</sup>Department of Animal Biology, University of Constantine, Constantine, Algeria

<sup>3</sup>Department of Botany and Microbiology, King Saud University, Riyadh, Saudi  
Arabia

<sup>4</sup>Department of Biology, University of Annaba, Annaba, Algeria

Corresponding author: [bsamraoui@gmail.com](mailto:bsamraoui@gmail.com)

## Abstract

We conducted a survey of the distribution of Ferruginous Duck *Aythya nyroca* across Algeria and analysed the influence of nest-site characteristics on nesting success at a Ramsar site, Lake Tonga. The species was found to occupy different wetlands (freshwater lakes, brackish marshes and salt lakes) across three major climatic belts (sub-humid coastal strip, semi-arid Hauts Plateaux and arid Sahara). Mean clutch size of successful nests was  $13.3 \pm 6.0$  eggs ( $N = 26$ ) with a hatching rate of 74% for successful clutches. Nesting success was recorded for 44% of nests with clutch desertion (72.7%) accounting for the majority of failed clutches. Egg size of the study population, which breeds at the southern limit of the species' range, was significantly smaller than that of its northerly counterparts. Clutch size was negatively related to egg size and positively associated with depth of water below the nest suggesting that older, more experienced or high-quality birds monopolized the safest sites. Successful clutches were significantly associated with tall vegetation suggesting that when nesting is carried out mainly on offshore floating islets, protection against aerial predators and heat stress determine nesting outcome. Conspecific brood parasitism was significantly and positively associated with deferred egg-laying and smaller egg size suggesting an age-dependent mechanism.

## **Distribution et reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* en Algérie.**

Nous avons mené une enquête sur la distribution du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* à travers l'Algérie en analysant l'influence des caractéristiques des sites de nidification sur le succès de la nidification au sein d'un site classé Ramsar: le Lac Tonga. L'espèce occupe différentes zones humides (lacs d'eau douce, marais d'eau saumâtre et lacs salés) à travers trois zones

climatiques majeures (bande côtière subhumide, Hauts Plateaux semi-arides et Sahara). La grandeur de ponte moyenne est de  $10,0 \pm 2,96$  œufs ( $N = 29$  pontes) avec un taux d'éclosion de 74,7% pour les pontes réussies. Le taux de réussite a totalisé 44% des nids, avec une prédominance d'abandons des pontes causant l'échec de la reproduction (82%). La taille des œufs de la population étudiée est plus petite que celle des populations se reproduisant à des latitudes plus élevées. La grandeur de ponte est négativement associée à la taille des œufs et elle est positivement liée au niveau de l'eau: ceci suggère que les individus plus âgés, ayant plus d'expérience, ou ceux de meilleure qualité monopolisent les sites les plus sûrs. Les pontes réussies sont significativement associées à une végétation haute, suggérant que pour les nids construits sur des îlots flottants, une protection contre les prédateurs aériens et l'exposition au soleil, conditionne le succès de la nidification. Le parasitisme intra-spécifique a été positivement associé à une ponte tardive et à des dimensions réduites des œufs, suggérant un mécanisme dépendant de l'âge.

Keywords: Anatidae, breeding, brood parasitism, ecology, predation, nest desertion, waterbirds.

## Introduction

Natural selection shapes birds and other living forms with life history traits that allow them to match their habitat (Southwood 1977). Because of ecological constraints, historical contingencies and increasing anthropogenic impacts, not all traits are adaptive (Gould and Lewontin 1979) and not all habitats are suitable (Pulliam and Danielson 1991, Battin 2004). Disentangling potential drivers of habitat choice, which is part of a hierarchical process across a range of spatial and temporal scales (Johnson 1980), involves understanding nest-site choice. Due to their importance to breeding success and population dynamics (Martin and Roper 1988) selected nest-sites should confer an advantage in terms of reproductive success, albeit this advantage may only be noticeable during extreme conditions. In arid environments, birds select nesting places that may be subject to predation, a major determinant of breeding success (Martin 1993, Cresswell 2011), heat stress (Amat and Masero 2004) and other ecological requirements and constraints (Honza et al. 1998). In the light of concerns about a global decline of freshwater biodiversity (Dudgeon et al. 2006) and waterbirds (O'Donnell et al. 2015), understanding the ecological requirements of threatened birds and identifying causes of potential population declines remain a priority (Tamisier and Dehorter 1999).

The Ferruginous Duck, *Aythya nyroca*, is a partial migrant, medium-sized diving bird with a range spanning Europe, Asia and Africa (Robinson and Hughes 2006). The species is listed as Near-Threatened based on a fluctuating range but may revert to its Vulnerable status if a rapid decline in its south-western Asian strongholds is confirmed (BirdLife International 2016). The Ferruginous Duck is known to display a strong preference for densely vegetated wetlands (Green 1998, Petkov 2012) but knowledge of its ecological requirements is still inadequate. Destruction of habitats across the species' range is believed

to be the primary cause for its disjunct distribution and declining numbers (BirdLife International 2016).

Progress in understanding the nesting ecology of several species of waterbirds in North Africa has been made recently (Samraoui et al. 2013, 2015, Athamnia et al. 2015, Cheriet et al. 2015), but a good knowledge of the distribution and breeding ecology of the Ferruginous Duck that may guide conservation efforts is still elusive. Despite its near-threatened status, the species has been the focus of few systematic investigations in Algeria (Boumezbeur 1993, Fouzari et al. 2015) and elsewhere (Lebedeva and Markitan 2001, Petkov 2012). Thus, there is a real need for investigations aimed at identifying the ecological correlates of breeding success in the arid North African landscape where persistent lacunae have so far hampered management of the species in protected sites.

The importance of Algerian wetlands as stopovers and wintering grounds for migrating waterbirds has been known for some time but their role as breeding grounds for a large number of waterbirds, including threatened ones, has been underestimated (Samraoui et al. 2011). Numidia, northeast Algeria, includes one of the most important wetland complexes of North Africa and it is inhabited by a wide array of wintering or resident waterbirds (Samraoui and Samraoui 2008). Because North African wetlands are under severe anthropogenic pressure and identification of IBAs in the region is a priority for conservation action, this study aims to map the distribution of the Ferruginous Duck in Algeria. Another objective is to identify environmental factors that predict breeding performance of the species because this will inform future conservation efforts by guiding wetland management.

## Methods

The study took place at Lake Tonga (36°53' N 08°31' E; 2500 ha), designated as a Ramsar site and an IBA (Samraoui and Samraoui 2008) for its role as a breeding site for the White-headed Duck *Oxyura leucocephala* and the Ferruginous Duck. Lake Tonga is included in the El Kala National Park, which is known to harbour internationally important wetlands like Lake Oubeira and Lake Mellah. The vegetation of Lake Tonga is composed of helophytes (*Scirpus lacustris*, *Typha angustifolia*, *Phragmites australis*, *Sparganium erectum*) and macrophytes (*Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersum*, *Nymphaea alba*, *Potamogeton pectinatus*). An Alder Carr *Alnus glutinosa* borders the northern shore of the marsh and various trees (*Tamarix gallica* and *Salix cinerea*) are found mainly on the edges of the lake. Floating islets, composed of *Panicum repens*, *Iris pseudo-acorus*, *Polygonum senegalense* and, at times, *Salix* trees are scattered across the site.

The distribution of Ferruginous Duck was recorded during a waterbird survey carried out across all major Algerian wetlands during 2002–2008 (Samraoui and Samraoui 2008). Data at Lake Tonga were collected during the breeding of the Ferruginous Duck *Aythya nyroca*, from 16 April to 9 August 2011. Sampling consisted of prospecting the vegetation to locate nests, the positions of which were noted using a Garmin Global Positioning System (GPS). Each nest was individually marked, and nest diameter, nest height, water depth below the nest, and vegetation type, height and density (% cover) were recorded. Nests were checked weekly during the laying period. Egg dimensions (egg length and breadth) were measured to the nearest 0.1 mm using vernier calipers. Egg volume (V) was calculated using Hoyt's formula:  $V = 0.000509 * L * B^2$ , where L and B are the length and breadth of the egg, respectively (Hoyt 1979). A generalised linear model (GLM) with Poisson error distribution was carried out to test the influence of egg-laying date, egg volume and environmental factors

like water depth, vegetation type, density and height on clutch size. Vegetation was grouped into four classes: *Scirpus lacustris*, mixed *S. lacustris*, mixed *Typha angustifolia* and “other vegetation”. A binary GLM was performed to test whether the same variables influenced nesting outcome (success/failure). The goodness of fit was evaluated using the log-likelihood of the data given the estimated parameters. The likelihood ratio test was used to evaluate the effect of sequentially adding or removing one or more parameters. Comparisons of published measurements of nest characteristics with those of the present study were carried out using t-tests. Statistical analyses were carried out using R (R development Core Team 2015).

## Results

### *Distribution*

Ferruginous Ducks were found to be widespread, occupying a variety of wetlands across the country that ranged from dune slack ponds, freshwater lakes and brackish marshes in coastal areas to vast salt lakes in the Hauts Plateaux and the Sahara (Fig. 1). Breeding was also widespread and recorded in a variety of habitats (freshwater lakes, dune slack ponds and salt lakes).

### *Breeding habitat characteristics*

Fifty nine active nests (containing at least one egg) were recorded during the study period. Nests were mainly located in monospecific stands of Bulrush *S. lacustris* (50%) or mixed strands of Bulrush and other vegetation like Cattail *T. angustifolia* (24%). Mean water depth below nests was  $149 \pm 75$  cm (Table 1). When comparing the same habitats (i.e. excluding the Alder Carr), water depth around nests in this study differed significantly from that of Fouzari et al. (2015) that was carried out at the same site ( $t = 3.79$ ,  $df = 54$ ,  $p < 0.01$ ). External

diameters of nests averaged  $27.5 \pm 3.9$  cm ( $N = 55$  nests) and differed marginally ( $t = 1.85$ ,  $df = 54$ ,  $p = 0.07$ ) from those recorded by Lebedeva and Markitan (2001) in Russia. However, external diameters differed markedly ( $t = 11.02$ ,  $df = 54$ ,  $p = 1.96 \cdot 10^{-15}$ ) from measurements made by Fouzari et al. (2015). Vegetation height around nests ranged from 130 cm to 355 cm.

### *Phenology and egg characteristics*

Egg-laying by Ferruginous Ducks started on 14 April and ended on 23 June, lasting 70 days. The mean egg-laying date was 26 May. Egg length and breadth were highly correlated (clutches taken as sampling units:  $r = 0.61$ ,  $df = 53$ ,  $p = 7.0 \cdot 10^{-7}$ ) (Table 1). A multivariate linear regression of egg volume with environmental variables indicated that it was positively but marginally significantly related to vegetation height ( $R^2 = 0.063$ ;  $p = 0.065$ ). Recorded egg volumes differed little ( $t = -0.69$ ,  $df = 54$ ,  $p = 0.49$ ) from those of Fouzari et al. (2015) but were significantly smaller than those of Lebedeva and Markitan (2001) ( $t = -3.54$ ,  $df = 54$ ,  $p < 0.001$ ) and Cramp and Simmons (1977) ( $t = -9.27$ ,  $df = 54$ ,  $p = 9.27 \cdot 10^{-13}$ ).

### *Clutch size*

Mean clutch size of successful (with at least one hatched egg) nests was  $13.3 \pm 6.0$  eggs (range: 4–28,  $N = 26$  successful clutches) with a modal clutch size of 12 eggs (Fig. 2). When large clutches (15–29), presumed to be parasitised clutches, were not taken into account, the mean clutch size dropped to  $9.9 \pm 2.9$  ( $N = 17$  clutches). A Poisson GLM with clutch size (parasitised clutches were excluded) as the response variable showed a negative trend with egg volume and a positive one with water depth (Table 2, Fig. 3). No significant differences were found between clutch sizes recorded in this study and those of Lebedeva and Markitan (2001) ( $t = 1.82$ ,  $df = 28$ ,  $p = 0.08$ ) and Fouzari et al. (2015) ( $t = 0.89$ ,  $df = 28$ ,  $p = 0.38$ ).



### *Hatching rate and nesting success*

Out of a total 59 monitored nests (including unparasitised and parasitized clutches), 26 nests (44%) were successful with a hatching rate of 75%. A binary GLM analysis indicated that nesting success was positively and significantly predicted by vegetation height (Table 2, Fig. 4).

Nest desertion, recorded in 24 nests (72.7%), was the main cause of nesting failure with predation (12.1%), vandalism by egg-pilferers (9.1%), and nest flooding (6.1%) providing other causes for clutch losses.

### *Brood parasitism*

A total of 23 clutches (39% of total clutches) were deemed to be the result of conspecific brood parasitism (CBP) with two clutches containing 26 and 29 eggs, respectively (Fig. 2). Additionally, four nests of Ferruginous Ducks were found to be parasitized by White-headed Duck and one nest by Common Coot *Fulica atra*. A binomial GLM indicated that egg-laying date and egg volume were significant predictors of CBP (Table 2, Fig. 5).

## **Discussion**

### *Distribution*

Our results indicate that Ferruginous Ducks occupied a wide spectrum of habitats spread over three climatic belts: the sub-humid coastal strip (Tell on Figure 1), the semi-arid Hauts Plateaux and the hyper-arid Sahara. The results of this study may provide baseline information for habitat-based statistical models on the North African scale (Cherkaoui et al. 2016), which would facilitate wetlands that should be targeted for intensive monitoring and identification of IBAs and Ramsar Sites.

In North Africa, Ferruginous Ducks appear to be generalists in terms of habitat use in line with findings from Europe (Petkov 2012). Breeding in Algeria was recorded across the same wide spectrum of habitats from the coastal areas to the desert in wetlands that varied substantially in size, water depth and salinity. The only requirement seemed to be the presence of a densely vegetated area within the wetland (Green 1998). With an estimated 400 nesting pairs, Lake Tonga is, by far, the site hosting the largest breeding population in the western Mediterranean (Fouzari et al. 2015). Unfortunately, illegal activities (egg pilfering and hunting) are carried out across both protected and unprotected sites (Ayaichia et al. in press).

#### *Nesting ecology*

In contrast with what was found at Lake Akgöl (Green 1998), Ferruginous Ducks in this study made use of shallow peripheral habitats for foraging but preferred to nest on offshore floating islets or in dead trunks of Alder Carrs *Alnus glutinosa*. As found previously (Boumezber 1993, Fouzari et al. 2015), breeding occurred mainly in spring and early summer.

Noteworthy was the trade-off between clutch size and egg volume. Life history theory posits that individuals must allocate limited resources to competing demands (Stearns 1992) but ever since Lack's (1947) investigation of the matter a satisfactory theory for clutch size in birds has been elusive (Rohwer 1988, Johnsgard 1973, Figuerola and Green 2006). Egg size in the Algerian population of Ferruginous Ducks was significantly smaller than for its northern counterparts, whereas clutch size was only marginally higher. Egg size, an important life history parameter, may either reflect female characteristics and/or environmental conditions (Williams 1994). North African Ferruginous Ducks like Marbled Teals *Marmaronetta augustirostris*, which display high clutch size and a low survival rate (Green et al. 2005), appear to be adapted to instable environments.

The Algerian Ferruginous Duck population faces severe pressure from poachers and other anthropogenic threats (Fouzari et al. 2015, Ayaichia et al. in press) but, unfortunately, we know little of the survival rates of the species across its range and thus cannot speculate on possible causes of the recorded life history parameters. Interestingly, the Algerian population is partly a cavity nester, which readily uses hollows in trunks of Alder Carrs (Fouzari et al. 2015). Such nests probably provide better concealment from predators and a favourable microclimate that may enhance survival of smaller eggs and may be conducive to a higher investment in egg-laying (Laurila 1988, Figuerola and Green 2006).

Clutch size increased with water depth, which may suggest that high-quality adults monopolize the safest nest sites, as deep water provides protection against terrestrial predators (Picman et al. 1993, Hoover 2006). In Russia, Lebedeva and Markitan (2001) similarly recorded a seasonal decrease in clutch size, which may be due to late-breeding, younger females or re-nesting. Hatching rate (75% vs 81%) and nesting success (37% vs 44%) were similar to that of Fouzari et al. (2015). However, breeding outcome at Lake Tonga differed substantially from that of the Russian population studied by Lebedeva and Markitan (2001), who reported a high nesting success (73%).

Our results confirm that nest cover provided by vegetation can be a major determinant of breeding success (Gandini et al. 1999, Wray and Whitmore 1979, With and Webb 1993). The likelihood of a successful nesting outcome of Ferruginous Ducks significantly increased with vegetation height. In the hot Mediterranean summer, tall vegetation may provide relief against heat stress for eggs, chicks and adults, whose survival is enhanced by better cover against sun exposure (Amat and Masero 2004, Touati et al. 2017). Heat stress is a common cause of breeding failure for exposed nests (Burger 1979, Salzman 1982, Walsberg 1985, Sutter 1997).

Similarly, tall vegetation confers better concealment against aerial predators for terrestrial birds (Doherty et al. 2014) as well as waterbirds by shielding nests from visual detection (Sugden and Beyersbergen 1986, Martin and Roper 1988, DeLong et al. 1995). Among the potential bird predators of eggs and chicks in the study site, Marsh Harriers *Circus aeruginosus*, Black Kites *Milvus nigrans* and Purple Swamphen *Porphyrio porphyrio* stand out. Swamphens rarely take to the air, preferring to wade their way out through thick vegetation. In contrast to Black Kites, which make opportunistic forays, Marsh Harriers breed in and make regular aerial surveys of wetlands. Thus, when waterbirds select to nest in deep marsh areas, aerial predators may represent a major threat to their reproductive efforts (Picman et al. 1993, Nedjah et al. 2010, Jedlikowski et al. 2015).

The failure of numerous studies to find congruent results about the role of vegetation cover (height and density) on nesting success may be linked to the nature of the predator community involved in such studies (Clark and Nudds 1991, Sládeček et al. 2014). For waterbirds like Little Grebe *Tachybaptus ruficollis* and Common Moorhen *Gallinula chloropus*, which nest near the shore at Lake Tonga, water depth provides a better means of defense than vegetation against terrestrial mammals and the common Viperine snake *Natrix maura*, their main predator (Battisti et al. 2006, Meniaia et al. 2014, Athamnia et al. 2015). For Ferruginous Ducks, breeding in the Alder Carr and floating islets of Lake Tonga (Fouzari et al. 2015), the timing of breeding is critical as a rapid decline of water level would imperil clutches by making them accessible to terrestrial predators (Purger and Mészáros 2006). Previous results suggested that dense vegetation offered better protection against predation for late breeders (Fouzari et al. 2015). Incubating ducks are fairly cryptic and they may cover their nests during recesses (Albrecht et al. 2006) but frequent disturbance may lead to prolonged periods of exposure of nest contents to heat stress and predators.

Only 12.1% of nest failure was due to predation, a rate markedly lower than that recorded by Fouzari et al. (2015) and Lebedeva and Markitan (2001) (33% and 24%, respectively). The latter authors listed European minks *Lutreola lutreola*, Norway rats *Rattus norvegicus*, Hooded Crows *Corvus cornix*, Magpies *Pica pica* and Marsh Harriers *Circus aeruginosus* as predators of Ferruginous Duck eggs and chicks.

Nest desertion was by far the main proximate cause of reproductive failure, accounting for nearly 73% of failed clutches. In contrast to other waterbirds breeding at Lake Tonga, the breeding of Ferruginous Duck is characterized by a high rate of nest desertion (Fouzari et al. 2015). Fouzari et al. (2015) indicated that the probability of nest desertion increased with delayed onset of breeding. Frequent disturbance may expose incubating females to excessive energy cost and induce them to desert clutches (Riddington et al. 1996, MacLeod et al. 2014).

Nest desertion may also be caused by CBP (Jaatinen et al. 2009), a common alternative reproductive tactic in anatidae which have precocial young (Eadie et al. 1988). CBP in Ferruginous Ducks at Lake Tonga seems to be negatively related to egg volume and positively associated to deferred egg-laying suggesting that hosts and/or parasites may be younger females. A complex social system similar to that adopted by long-lived matriarchal mammals has recently been suggested for female Common Eiders *Somateria mollissima* (Andersson et al. 2015), with CBP representing elaborate cooperative breeding driven by age-dependent kin relations (Andersson et al. 2015, Zink and Lyon 2016).

Previous research carried out at Lake Tonga identified three species, White-headed Duck, Mallard *Anas platyrhynchos* and Common Moorhen, involved in cases of mixed clutches (Fouzari et al. 2015). Our results confirm the regularity of interspecific parasitism by White-headed Ducks. Unsurprisingly, the Common Coot, an abundant resident species at Lake Tonga, is an addition to the list of birds parasitizing nests of Ferruginous Ducks. This is

the first record of Common Coot parasitizing another species. Female coots are known to engage readily in conspecific brood parasitism (Samraoui and Samraoui 2007) but seem rarely involved in interspecific brood parasitism. Previously recorded cases involved the Common Coot being the host to Common Moorhen (Forman 2003) and Great-crested Grebe (Cheriet et al. 2015). Mixed clutches of Ferruginous Duck with Mallard, Red-crested Pochard *Netta rufina*, Common Pochard *Aythya ferina*, Common Moorhen and Little Bittern *Ixobrychus minutus* were recorded by Lebedeva and Markitan (2001).

Although this study provides valuable information about factors influencing nesting success of Ferruginous Duck, it also highlights the need for more protection against disturbance by poachers and further research into factors influencing nest desertion, the main cause of breeding failure. It additionally indicates the need to conserve optimum habitat for the species, e.g. dense tall vegetation at floating islands and cavities in dead trees that provide concealment of nests. Furthermore, information on survival of immature and adult birds is needed.

### **Acknowledgements**

We are most grateful to R. Crawford and two anonymous referees for their helpful comments. This study is dedicated to the memory of Luc Hoffmann, an ardent defender of wetlands worldwide. The work was supported by the Algerian Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique (M.E.S.R.S.) and by the International Research Group Program (IRG16-29), Deanship of Scientific Research, King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia.

## References

- Albrecht T, Horak D, Kreisinger J, Weidinger K, Klvana P, Michot TC. 2006. Factors determining pochard nest predation along a wetland gradient. *Journal of Wildlife Management* 70: 784–791.
- Amat JA, Masero JA. 2004. How Kentish Plovers, *Charadrius alexandrinus*, cope with heat stress during incubation. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 56: 26–33.
- Andersson M, Waldeck P, Hanssen SA, Moe B. 2015. Female sociality and kin discrimination in brood parasitism: unrelated females fight over egg laying. *Behavioral Ecology* 26: 755–762.
- Athamnia M, Samraoui F, Kelailia B, Rouabah A, Alfarhan AH, Samraoui B. 2015. Nest-site selection and reproductive success of the little grebe *Tachybaptus ruficollis* in northeast Algeria. *Ardeola* 62: 113–124.
- Ayaichia F, Samraoui F, Baaziz N, Meziane N, Samraoui B. (in press). Sitting ducks: diet and persecution of wintering wildfowl in Lake Tonga, northeast Algeria. *Wetlands Ecology and Management*.
- Battin J. 2004. When good animals love bad habitats: ecological traps and the conservation of animal populations. *Conservation Biology* 18: 1482–1491.
- Battisti C, Aglitti C, Sorace A, Trotta M. 2006. Water level decrease and its effects on the breeding bird community in a remnant wetland in central Italy. *Ekologia* 25: 252–263.
- BirdLife International 2016. Species factsheet: *Aythya nyroca*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 08/08/2016.
- Boumezbeur A. 1993. *Ecologie et biologie de la reproduction de l'Erismature à tête blanche Oxyura leucocephala et du Fuligule nyroca Aythya nyroca sur le Lac Tonga et le Lac des Oiseaux, Est algérien*. Doctorate thesis. USTL, Montpellier.

- Burger J. 1979. Competition and predation: Herring Gulls versus Laughing Gulls. *Condor* 81: 269–277.
- Cherkaoui SI, Magri N, Hanane S. 2016. Factors predicting Ramsar Site occupancy by threatened waterfowl: the case of the Marbled Teal *Marmaronetta angustirostris* and Ferruginous Duck *Aythya nyroca* in Morocco. *Ardeola* 63: 295–309.
- Cheriet S, Samraoui F, Alfarhan AH, Samraoui B. 2015. Factors affecting nesting success in the Great-crested Grebe *Podiceps cristatus* at Lake Tonga, north-east Algeria. *Ostrich* 86: 239–245.
- Clark RG, Nudds TD. 1991. Habitat patch size and duck nesting success: the crucial experiments have not been performed. *Wildlife Society Bulletin* 19: 534–543.
- Cramp S, Simmons KEL. 1977. *The Birds of the Western Palearctic*, Vol. 1: Ostrich to Ducks. Oxford: Oxford University Press.
- Cresswell W. 2011. Predation in bird populations. *Journal of Ornithology* 152: 251–263.
- DeLong AK, Crawford JA and DeLong DC. 1995. Relationships between vegetation structure and predation of artificial Sage Grouse nests. *Journal of Wildlife Management* 59: 88–92.
- Doherty KE, Naugle DE, Tack JD, Walker BL, Graham JM, Beck JL. 2014. Linking conservation actions to demography: grass height explains variation in greater sage-grouse nest survival. *Wildlife Biology* 20: 320–325.
- Dudgeon D, Arthington AH, Gessner MO, Kawabata Z-I, Knowler DJ, Lévêque C, Naiman RJ, Prieur-Richard A-H, Soto D, Stiassny MLJ, Sullivan CA. 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews* 81: 163–182.



- Eadie JM, Kehoe FP, Nudds TD. 1988. Pre-hatch and posthatch brood amalgamation in North American Anatidae: a review of hypotheses. *Canadian Journal of Zoology* 66: 1709–1721.
- Figuerola J, Green AJ. 2006. A comparative study of egg mass and clutch size in the Anseriformes. *Journal of Ornithology* 147: 57-68.
- Forman DW. 2003. Moorhen interspecific brood parasitism. *British Birds* 96: 43–44.
- Fouzari A, Samraoui F, Alfarhan AH, Samraoui B. 2015. Nesting ecology of Ferruginous Duck *Aythya nyroca* in north-eastern Algeria. *African Zoology* 50: 299–305.
- Gandini P, Frere E., Boersma D. 1999. Nest concealment and its relationship to predation and reproductive success in the Magellanic Penguin at its southern-most continental colony. *Ornitologia Neotropical* 10: 145–150.
- Gould SJ, Lewontin RC. 1979. The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptationist programme. *Proceedings of the Royal Society of London, series B* 205: 581–598.
- Green AJ. 1998. Habitat selection by the Marbled Teal *Marmaronetta angustirostris*, Ferruginous Duck *Aythya nyroca* and other ducks in the Göksu Delta, Turkey, in summer. *Revue d'Ecologie (La Terre et la Vie)* 53: 225–243.
- Green AJ, Fuentes C, Figuerola J, Viedma C, Ramón N. 2005. Survival of marbled teal (*Marmaronetta angustirostris*) released back into the wild. *Biological Conservation* 121: 595–601.
- Honza M, Moksnes A, Roskaft E, Jien IJ. 1998. Survival of Reed Warblers *Acrocephalus scirpaceus* clutches in relation to nest position. *Bird Study* 45: 104-108.
- Hoyt DF. 1979. Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs. *Auk* 96: 73–77.

- Hoover JP. 2006. Water depth influences nest predation for a wetland-dependent bird in fragmented bottomland forests. *Biological Conservation* 127: 37–45.
- Jaatinen K, Öst M, Waldeck P, Andersson M. 2009. Clutch desertion in Barrow's goldeneyes (*Bucephala islandica*) – Effects of non-natal eggs, the environment and host female characteristics. *Annales Zoologici Fennici* 46: 350–360.
- Jedlikowski J, Brzeziński M, Chibowski P. 2015. Habitat variables affecting nest predation rates at small ponds: a case study of the Little Crake *Porzana parva* and Water Rail *Rallus aquaticus*. *Bird Study* 62: 190–201.
- Johnsgard PA. 1973. Proximate and ultimate determinants of clutch size in Anatidae. *Wildfowl* 24: 144–149.
- Johnson DH. 1980. The comparison of usage and availability of measurements for evaluating resource preference. *Ecology* 61: 65–71.
- Lack D. 1947. The significance of clutch size, part I and II. *Ibis* 89: 302–352.
- Laurila T. 1988. Reproductive strategies in waterfowl: the effect of ultimate environmental factors, size, and phylogeny. *Ornis Fennica* 65: 49–64.
- Lebedeva NV, Markitan LV. 2001. Problems of population dynamics of the White-Eyed Pochard (*Aythya nyroca* Guld., 1770) in the Eastern Sea of Azov Region. *Russian Journal of Ecology* 32: 425–431.
- MacLeod CD, MacLeod R, Learmonth JA, Cresswell W, Pierce GJ. 2014. Predicting population-level risk effects of predation from the responses of individuals. *Ecology* 95: 2006–2015.
- Martin TE. 1993. Nest predation and nest sites: new perspectives and old patterns. *Bioscience* 43: 523–532.
- Martin TE, Roper JJ. 1988. Nest predation and nest site selection of a western population of the Hermit Trush. *Condor* 90: 51–57.

- Meniaia, Z, Samraoui F, Alfarhan AH, Samraoui B. 2014. Nest-site selection, breeding success and brood parasitism in the common moorhen *Gallinula chloropus* in Algeria. *Zoology and Ecology* 24: 305–313.
- Nedjah R, Bouchecker A, Samraoui F, Menai R, Alfarhan AH, Al-Rasheid KAS, Samraoui B. 2010. Breeding ecology of the Purple Heron *Ardea purpurea* in Numidia, north-eastern Algeria. *Ostrich* 81: 189–196.
- O'Donnell CF, Clapperton BK, Monks JM. 2015. Impacts of introduced mammalian predators on indigenous birds of freshwater wetlands in New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology* 39: 19–33.
- Petkov N. 2012. Habitat characteristics assessment of the wetlands with breeding ferruginous duck *Aythya nyroca* and pochard *A. ferina* in Bulgaria. *Acrocephalus* 150/151: 127–134.
- Picman J, Maynard L, Leptich M. 1993. Patterns of predation on passerine nests in marshes: effects of water depth and distance from edge. *Auk* 110: 89–94.
- Pulliam HR, Danielson BJ. 1991. Sources, sinks, and habitat selection: a landscape perspective on population dynamics. *American Naturalist* 137: S50–S66.
- Purger JJ, Mészáros LA. 2006. Possible effects of nest predation on the breeding success of Ferruginous Ducks *Aythya nyroca*. *Bird Conservation International* 16: 309–316.
- R Development Core Team. 2015. R: *a Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.
- Riddington R, Hassal M, Lane SJ, Turner PA. 1996. The impact of disturbance on the behaviour and energy budgets of Brent Geese *Branta b. bernicla*. *Bird Study* 43: 269–279.
- Robinson JA, Hughes B. 2006. International single species action plan for the conservation of the Ferruginous Duck *Aythya nyroca*. Bonn: CMS/AEWA.

- Rohwer FC 1988. Inter- and intraspecific relationship between egg size and clutch size in waterfowl. *Auk* 105: 161–176.
- Salzman AG. 1982. The selective importance of heat stress in gull nest location. *Ecology* 63: 742–751.
- Samraoui B, Samraoui F. 2008. An ornithological survey of the wetlands of Algeria: Important Bird Areas, Ramsar sites and threatened species. *Wildfowl* 58: 71–98.
- Samraoui F, Alfarhan AH, Al-Rasheid KAS, Samraoui B. 2011. An appraisal of the status and distribution of waterbirds of Algeria: Indicators of global changes? *Ardeola* 58: 137–163.
- Samraoui F, Alfarhan AH, Samraoui B. 2013. Status and breeding ecology of the Common Moorhen *Gallinula chloropus* in Algeria. *Ostrich* 84: 137–144.
- Samraoui F, Nedjah R, Alfarhan AH, Samraoui B. 2015. An overview of the Rallidae of Algeria with particular reference to the breeding ecology of the Purple Swamp-Hen. *Wetlands Ecology and Management* 23: 505–517.
- Samraoui F, Samraoui B. 2007. The reproductive ecology of the Common Coot (*Fulica atra*) in the Hauts Plateaux, northeast Algeria. *Waterbirds* 30: 133–139.
- Sládeček M, Kubelka V, Mlíkovský J, Šálek M. 2014. Coping with nest predation risk in a species-rich bird community inhabiting a Siberian wetland. *Folia Zoologica* 63: 256–268.
- Southwood TRE. 1977. Habitat, the templet for ecological strategies? *Journal of Animal Ecology* 46: 337–365.
- Stearns SC. 1992. *The evolution of life histories*. Oxford: Oxford University Press.
- Sugden LG, Beyersbergen GW. 1986. Effect of density and concealment on American crow predation of simulated duck nests. *Journal of Wildlife Management* 50: 9–14.

- Sutter GC. 1997. Nest-site selection and nest-entrance orientation in Sprague's Pipit. *Wilson Bulletin* 109: 462–469.
- Tamisier A, Dehorter O. 1999. *Camargue, canards et Foulques: fonctionnement d'un prestigieux quartier d'hiver*. Nîmes: Centre Ornithologique du Gard.
- Touati L, Nedjah R, Samraoui F, Alfarhan AH, Gangoso L, Figuerola J, Samraoui B. 2017. On the brink: status and breeding ecology of Eleonora's Falcon *Falco eleonora* in Algeria. *Bird Conservation International*.  
DOI: <https://doi.org/10.1017/S0959270916000484>
- Walsberg GE. 1985. Physiological consequences of microhabitat selection. In: Cody ML (ed), *Habitat selection in birds*. Florida: Academic Press. pp 389–413.
- Williams TD. 1994. Intraspecific variation in egg size and egg composition in birds: effects on offspring fitness. *Biological Reviews* 68: 35–59.
- With KA, Webb DR. 1993. Microclimate of ground nests: the relative importance of radiative cover and wind breaks for three grassland species. *Condor* 95: 401–413.
- Wray T II, Whitmore RC. 1979. Effects of vegetation on nesting success of Vesper Sparrows. *Auk* 96: 802–805.
- Zink AG, Lyon BE. 2016. Evolution of conspecific brood parasitism versus cooperative breeding as alternative reproductive tactics. *American Naturalist* 187: 35–47.

Tables:

Table 1: Nest and egg characteristics of Ferruginous Duck at Lake Tonga, northeast Algeria.

	Mean $\pm$ SD	Min–Max	N
<i>Nest characteristics</i>			
External diameter (cm)	27.5 $\pm$ 3.9	17–36	55
Internal diameter (cm)	13.8 $\pm$ 2.7	7–22	55
Vegetation height (cm)	243.7 $\pm$ 54.4	130–355	55
Vegetation density (%)	14.0 $\pm$ 5.1	6–35	55
Water depth (cm)	149.3 $\pm$ 75.0	20–255	55
<i>Egg measurements</i>			
Length (mm)	51.4 $\pm$ 0.9	49.2–55.4	55
Width (mm)	37.5 $\pm$ 0.6	36.6–39.8	55
Volume (cm <sup>3</sup> )	36.8 $\pm$ 1.8	34.0–43.7	55

Table 2: Parameter estimates for (a) the Poisson Generalized Linear Model (GLM) of clutch size and (b) Binomial GLM analyses of nesting success and Conspecific Brood Parasitism (CBP) involving Ferruginous Duck.

<i>Poisson GLM</i>				
	estimates	Std. Error	z value	P
<b>Clutch size</b>				
Intercept	5.282	1.427	3.702	0.0002
Egg volume	-0.085	0.039	-2.19	0.0284
Water depth	0.003	0.001	3.417	0.0006
<i>Binomial GLM</i>				
	Odds ratio	z value	significance	Confidence interval 2.5%–97.5%
<b>Nesting success</b>				
Intercept	77.233	0.604	0.546	$1.8 \times 10^{-4}$ – $1.4 \times 10^9$
Egg volume	0.750	-1.376	0.169	0.457–1.083
Water depth	1.006	1.475	0.140	0.998–1.015
Vegetation height	1.020	2.837	0.005	1.007–1.036
<b>CBP</b>				
Intercept	9.390	1.932	0.053	0.002–0728
Egg volume	0.470	-2.158	0.031	0.210–0.833
Egg-laying date	1.077	2.239	0.025	1.018–1.161

## Figure legends

Figure 1: Map of Algeria showing the location of sites of Ferruginous Duck. 1 = Boussedra (B), 2 = Chatt (B), 3 = Dakhla (B), 4 = Estah (B), 5 = Khoud El Barouk (B), 6 = Lac Bleu, 7 = Lac des Oiseaux (B), 8 = Lac Okréa, 9 = Salines, 10 = Sidi Achour (B), 11 = Lake Tonga (B), 12 = Bouina (B), 13 = Fetzara (B), 14 = Guelb, 15 = Hadj Tahar (B), 16 = Ouajaa, 17 = Sidi Fritis, 18 = Sidi Makhoulf (B), 19 = Beljoudi, 20 = Beni Belaïd, 21 = Kennar, 22 = Bazer Sakra, 23 = Boughzoul's Reservoir, 24 = Boulhilet, 25 = Timerganine, 26 = Tinsilt, 27 = Tazougart II, 28 = Lac de Réghaia, 29 = Dayet Morcelly, 30 = Sidi Chahmi, 31 = Lac Télamine, 32 = El Goléa (B), 33 = Merja Hamra II. GPS coordinates of localities are provided in Samraoui and Samraoui (2008). (B) stands for breeding.

Figure 2: Distribution of clutch size of Ferruginous Duck at successful nests at Lake Tonga.

Figure 3: Observed relationship between clutch size and (a) egg volume and (b) water depth below nest showing the curve fitted by the Poisson GLM analysis and in shading the 95% confidence intervals for the mean.

Figure 4: Estimated probability of nesting success in relation to vegetation height showing curve fitted by the binomial GLM analysis and in shading the 95% confidence intervals for the mean. Data points are displaced around their true values (0/1) to enhance visibility.

Figure 5: Estimated probability of conspecific brood parasitism in relation to (a) egg-laying date and (b) egg volume showing the curves fitted by the binomial GLM analysis and in shading the 95% confidence intervals for the mean. Data points are displaced around their true values (0/1) to enhance visibility.



## Figures

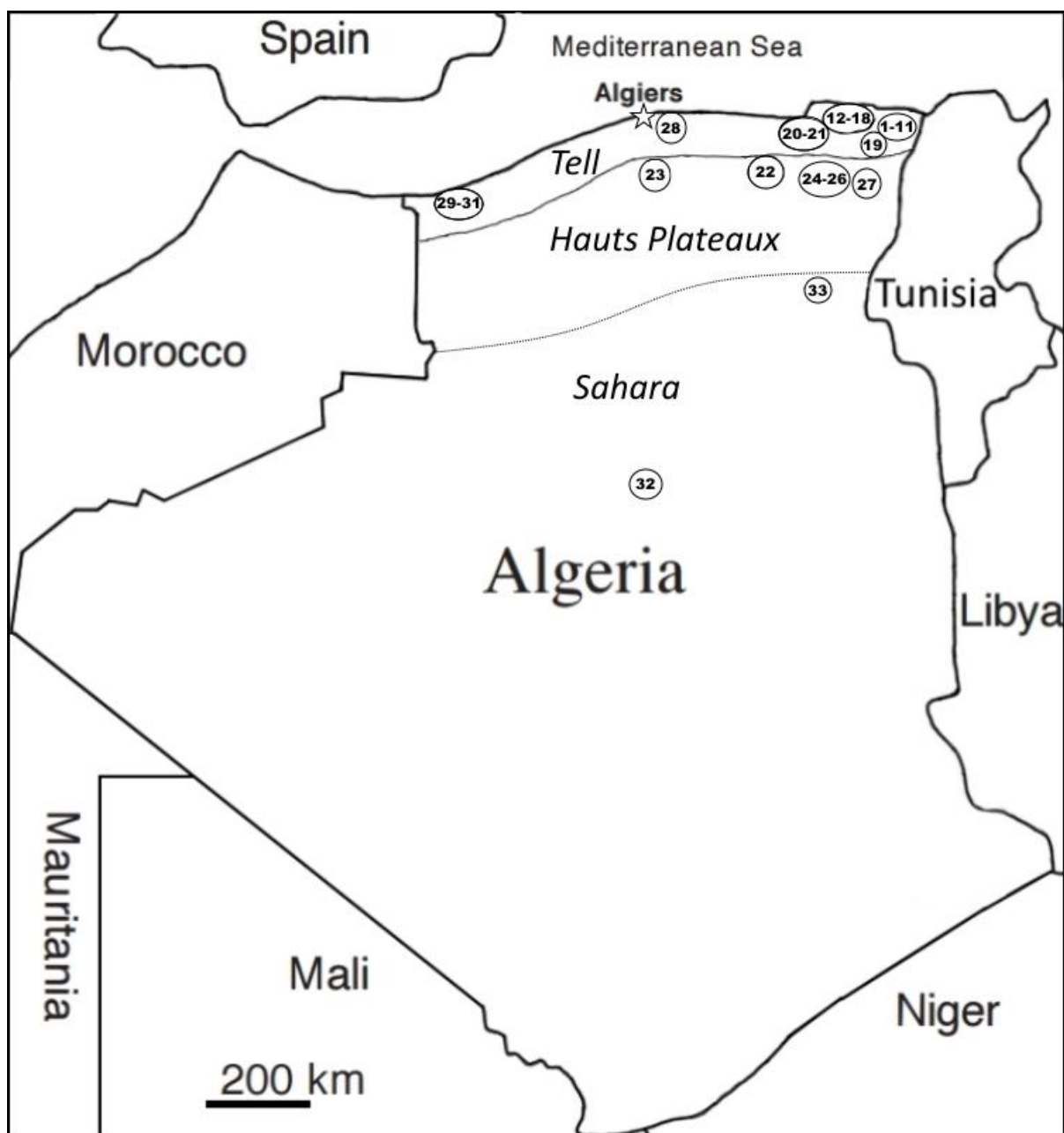


Figure 1

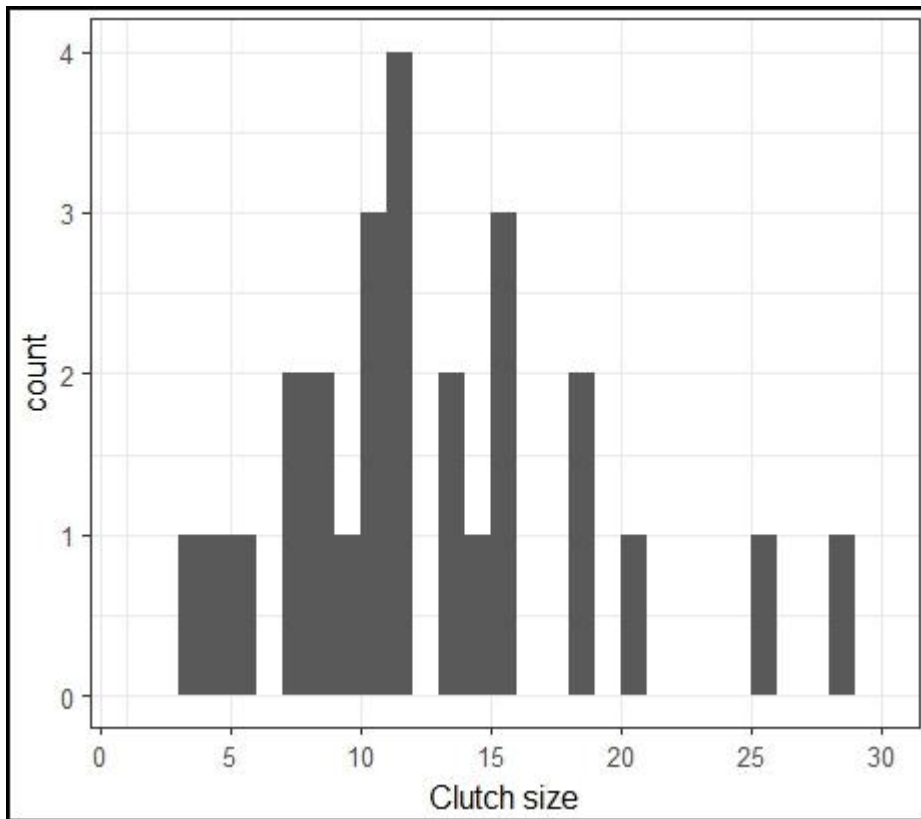


Figure 2

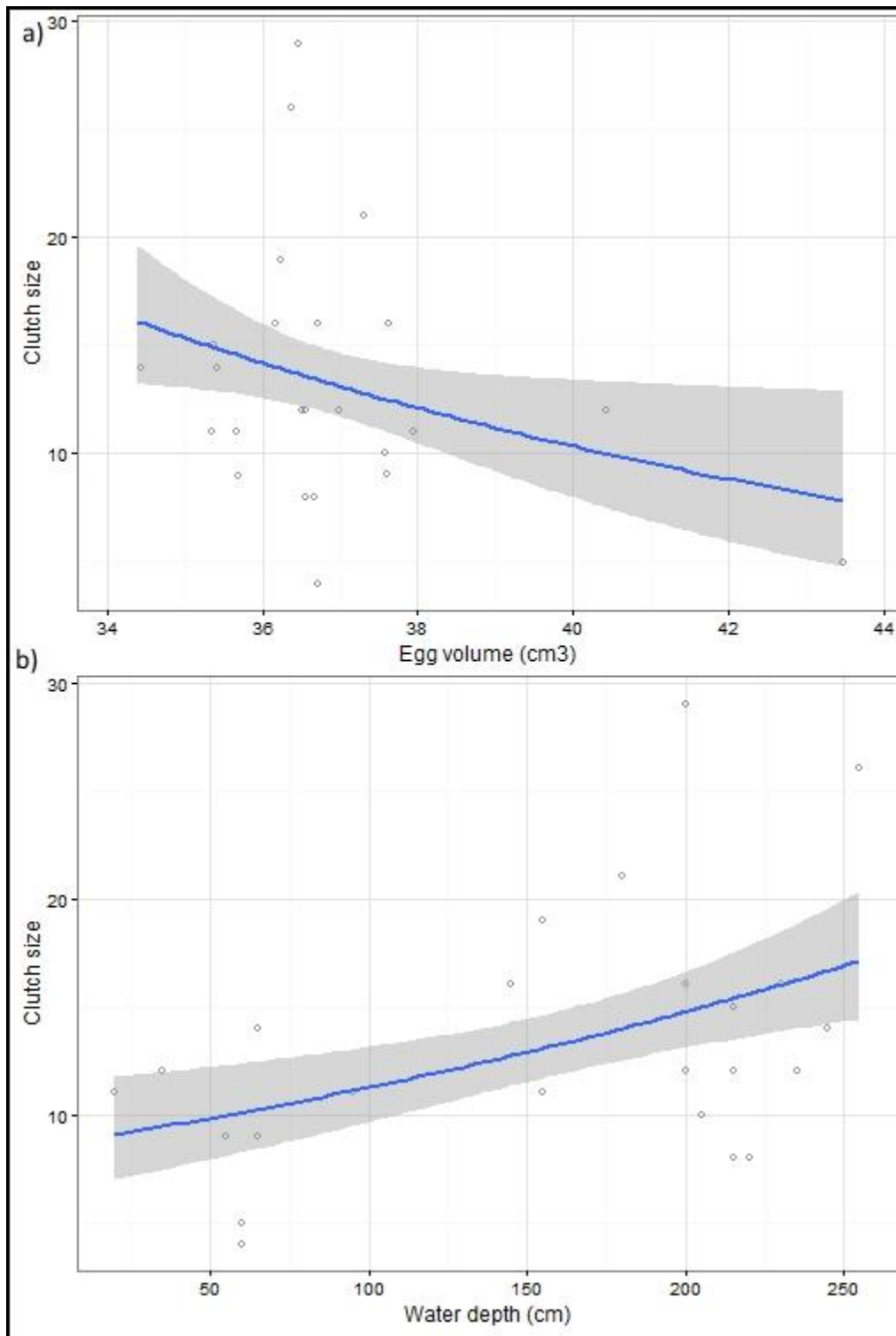


Figure 3

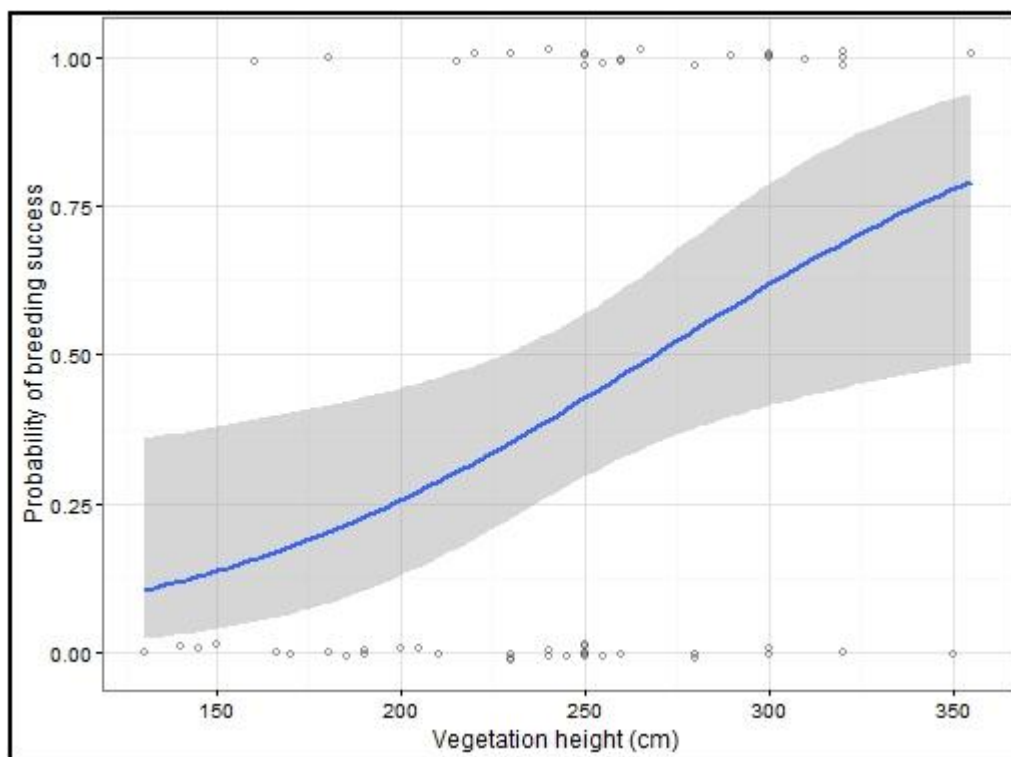


Figure 4

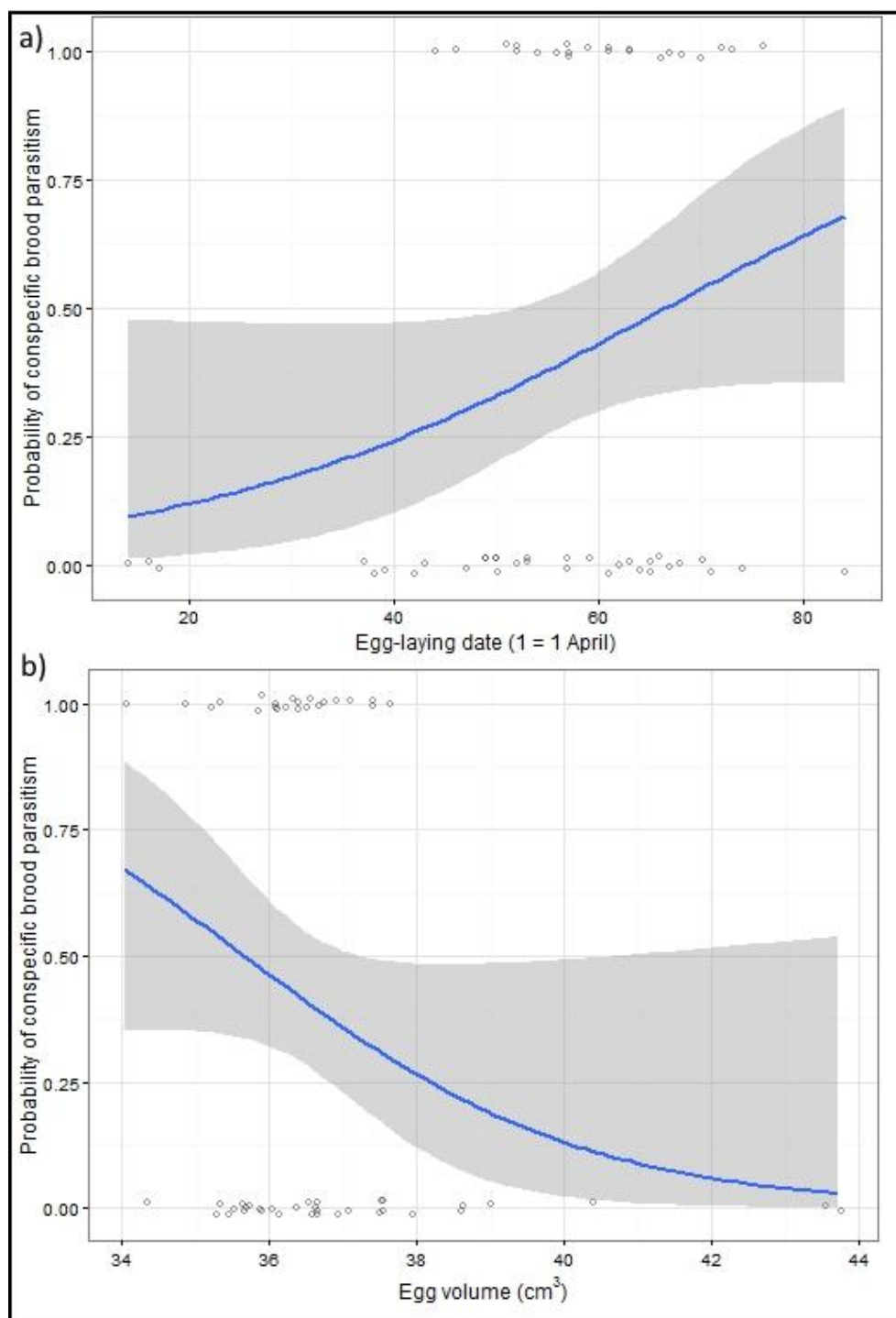


Figure 5

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 l'Univers

Département d'Ecologie et Génie de l'Environnement  
Laboratoire de Conservation des Zones Humides



## **THESE**

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de  
Doctorat 3<sup>ème</sup> cycle en Sciences Biologiques  
**Option** : Ecologie et conservation

# **Ecologie de la reproduction du Fulgule nyroca *Aythya nyroca* au niveau du lac Tonga, Nord-est de l'Algérie**

**Présentée par :**  
**DJELAILIA Assia**

**Devant le jury :**

<b>Président :</b>	<b>Kachi slimane</b>	<b>Prof.</b>	<b>Univ. Guelma</b>
<b>Directeur de thèse :</b>	<b>Samraoui boudjema</b>	<b>Prof.</b>	<b>Univ. Annaba</b>
<b>Examineur</b>	<b>: Nedjah riad</b>	<b>M.C.A</b>	<b>Univ. Guelma</b>
<b>Examineur</b>	<b>: Ouldjaoui abdallah</b>	<b>M.C.A</b>	<b>Univ. Oum Bouaghi</b>
<b>Examineur</b>	<b>: Souiki linda</b>	<b>Prof.</b>	<b>Univ. Guelma</b>
<b>Examineur</b>	<b>: Grara nedjoud</b>	<b>M.C.A</b>	<b>Univ. Guelma</b>

**Année Universitaire : 2016/2017**