

République Algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche
scientifique

Université Badji Mokhtar-Annaba-



Faculté des sciences
Département de Biologie



Laboratoire d'écologie des systèmes
Terrestres et aquatiques



Thèse

Présentée en vue de l'obtention du Diplôme de

Doctorat des Sciences

En Biologie Animale

Thème

Ecologie et santé du canard colvert (*Anas platyrhynchos*) dans le complexe des zones humides du parc national d'EL-Kala (cas du lac Tonga : Nord-est Algérien)

Présenté par : Mr. LABBACI Ridha

Devant le jury :

Président: Mr. TAHAR Ali

Directrice: M. BOUSLAMA Zihad

Examineur: Mr. NASRI Hichem

Examineur: Mr. BELABED A. Ibrahim

Examineur: Mr. LAMARA Ali

Examinatrice: M. GRARA Nedjoud

Prof

Prof

Prof

MCA

MCA

MCA

Université Badji Mokhtar - Annaba-

Université Badji Mokhtar - Annaba-

Université Chadeli Bendjedid- EL-Tarf-

Université Badji Mokhtar - Annaba-

Ecole nationale de vétérinaire -Alger-

Université 08 Mai 1945 -Guelma-

Année universitaire 2016/2017

Remerciements

Tout d'abord je dois remercier Dieu qui m'a donné la santé et la volonté durant la réalisation de cette présente thèse.

À Mes très chers parents Qui ont bien voulu soutenir mon projet, comme ils l'ont toujours fait pour mes projets professionnels, par tous les moyens en leur possession. Qu'ils trouvent ici l'expression de tout mon amour ainsi que ma sincère gratitude.

Puis je voudrais remercier mon directrice de thèse Pr. BOUSLAMA Zihad professeur à l'université « Badji Mokhtar de Annaba » pour sa disponibilité, ses précieux conseils et pour la confiance qu'il à mise en moi, qu'il trouve ici toute ma gratitude et surtout ma parfaite considération de l'intérêt qu'il porte à ce travail.

Je tiens également à adresser mes remerciements aux membres du jury de ma thèse :

- ✚ *Mr. Mr. TAHAR Ali -Professeur- à l'Université « Badji Mokhtar de Annaba »*
- ✚ *Mr. NASRI Hichem -Professeur- à l'Université « Chadeli Bendjedid d'EL- Tarf »*
- ✚ *Mr. BELABED A. Ibrahim -Maitre de conférences A- à l'Université « Badji Mokhtar de Annaba »*
- ✚ *Mr. LAMARA Ali -Maitre de conférences A- à « l'Ecole nationale de vétérinaire de Alger »*
- ✚ *M. GRARA Nedjoud -Maitre de conférences A- à l'Université « 08 Mai 1945 de Guelma»*

Pour m'avoir fait l'honneur de passer mes travaux en revue et d'avoir pris le temps de lire cette thèse.

Mes vifs remerciements vont à Monsieur AMRIOU Nasr Ingénieur Forestière dans le PNEK pour son contribution de faire ce travail par la réalisation des cartes géographiques et tous les agents de PNEK pour ses conseils.

Mes remerciements s'adressent à mes collègues dans « laboratoires d'EcoSTAq », à mes collègues dans « l'école doctorale de l'environnement » pour sons amitiés et pour les

fructueuses discussions que nous avons eues. Je la remercie aussi pour sons aides.

A toutes les personnes qui m'ont prêté main forte dans la préparation de ce travail.

A toute ma famille.

A mes amis Pour leur présence dans toutes les circonstances.

Aux copains, camarades et tous ceux dont j'ai croisé la route cette année Pour les délires, les fêtes, les aventures, les découvertes...

Abstract

The mallard duck (*Anas platyrhynchos*) is part of the family Anatidae. It is the largest and most abundant of the surface ducks. In order to monitor and study the reproduction and evolution of this species at Lake Tonga (NortheastAlgeria); As well as assessing the health status of our biological model (blood count) and our ecosystem (study of physico-chemical parameters: temperature, pH, redox potential, electrical conductivity, turbidity and salinity) Carried out during the five-years study period from 2011 to 2015. During the study period, 141 nests were recorded in area. The average egg date is around 04th May. The mallard female had an average spawning size of 8.923 ± 3.451 eggs and varied between 04 and 12 eggs whose brood was incubated for 26 days with a very high hatching rate of $87.723 \pm 23.712\%$ on average. The population of mallard is leanat the level of Lake Tonga and their evolution mainly related to rainfall. Some physico-chemical parameters of fresh water calculated in this work reflect some degree of water pollution. Regarding the health status of our biological model, the immunity of females is degraded (decrease in the number of leukocytes) progressively during their reproductive period.

Key words: mallard duck, reproduction, effective, physicochemical parameters, immunity, leukocytes, lake Tonga.

Résumé

Le canard colvert (*Anas platyrhynchos*) fait partie de la famille des Anatidae. Il est le plus gros et le plus abondant des canards de surface. Dans le but de suivre et d'étudier la reproduction et l'évolution d'effectifs de cette espèce au niveau du lac Tonga (Nord-Est Algérien) ; ainsi que d'évalué l'état sanitaire de notre modèle biologique (la numération sanguine) et de notre écosystème (étude des paramètres physico-chimiques : température, pH, Potentiel redox, Conductivité électrique, Turbidité et la Salinité) des sorties régulières ont été réalisées pendant la période d'étude qui s'étale sur cinq (05) années successives depuis l'année 2011 jusqu' à l'année 2015. Durant le long de la période d'étude, 141 nids ont été recensés dans la zone d'étude dont La date de ponte moyenne se situe vers le 04 Mai. La femelle de colvert a une grandeur de ponte moyenne de $8,923 \pm 3,451$ œufs, varie entre 04 et 12 œufs dont la couvée est incubée pendant 26 jours avec un taux d'éclosion très élevé calculé de $87,723 \pm 23,712\%$ en moyenne. L'effectif de population de colvert est maigre au niveau du lac Tonga et leur évolution lié principalement à la pluviométrie. Certains paramètres physico-chimiques d'eau douce calculés dans ce présent travail traduit quelque degré de la pollution hydrique. Concernant l'état sanitaire de notre modèle biologique, l'immunité des femelles est dégradé (diminution du nombre des leucocytes) progressivement au cour de leur période de reproduction.

Mots clés : canard colvert, reproduction, effectif, paramètres physico-chimiques, immunité, leucocytes, lac Tonga.

ملخص

البط البري (*Anas platyrhyncho*) هو جزء من عائلة « Anatidae » وهي أكبر هذه الانواع وأكثرها وفرة. من أجل تتبع ودراسة التكاثر والتطور الكمي لهذا النوع في بحيرة تونغا (شمال-شرق الجزائر)؛ وكذلك تقييم صحة النموذج البيولوجي (تعداد خلايا الدم) والنظام البيئي (دراسة العوامل الفيزيائية والكيميائية : درجة الحرارة، ودرجة الحموضة، والموصلية الكهربائية، التعكر ومعدل الملوحة) قمنا بعدة خرجات ميدانية خلال الدراسات الممتدة على خمس (05) سنوات متتالية من عام 2011 حتى عام 2015. وخلال كامل فترة الدراسة، تم تسجيل 141 عش في منطقة الدراسة حيث ان متوسط تاريخ اباضة الإناث يتجه نحو 04 مايو و يبلغ متوسط عدد البيضات حوالي 8.923 ± 3.451 في العش الواحد يتراوح بين 04 و 12 بيضة و الذي يفقس في مدة 26 يوم مع معدل فقس عالي جدا مقدر ب $87,72387 \pm 23,712\%$ في المتوسط. الحجم الكمي للطائر البري هزيل في بحيرة تونغا وتغيراته متعلقة اساسا بنسبة هطول الأمطار. بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه العذبة لبحيرة تونغا المدروسة في هذا العمل تعكس قدرا من تلوث هذه المياه. فيما يخص الحالة الصحية لهذا الطائر فان مناعة اناته تنقص (نقص عدد كريات الدم البيضاء) تدريجيا كلما تقدمنا في مرحلة التكاثر.

الكلمات المفاتيح : البط البري، التكاثر، العدد، الخصائص الفيزيائية والكيميائية، المناعة، كريات الدم البيضاء، بحيرة تونغا.

Liste des tableaux

Tableau 01	<i>Mensurations des nids du Canard colvert (n=116).</i>	<i>Page 67</i>
Tableau 02	<i>Mensurations des œufs du canard colvert (n=116).</i>	<i>Page 68</i>
Tableau 03	<i>Mensurations de la femelle du Canard colvert (n= 32).</i>	<i>Page 71</i>
Tableau 04	<i>Nombre d'hivernage annuel du canard colvert au niveau du lac Tonga pendant notre période d'étude (n = 245).</i>	<i>Page 90</i>
Tableau 05	<i>Nombre d'hivernage annuel du canard colvert au niveau du lac Tonga pendant les dernières quinze (15) ans (n = 730).</i>	<i>Page 91</i>
Tableau 06	<i>Taux de la précipitation annuelle de la willaya d'EL-Tarf pendant la période hivernale.</i>	<i>Page 92</i>
Tableau 07	<i>Variation de température du Lac Tonga.</i>	<i>Page 97</i>
Tableau 08	<i>Variation de PH du Lac Tonga.</i>	<i>Page 99</i>
Tableau 09	<i>Variation du Potentiel redox du Lac Tonga.</i>	<i>Page 100</i>
Tableau 10	<i>Variation de conductivité électrique du Lac Tonga.</i>	<i>Page 101</i>
Tableau 11	<i>Variation de la Turbidité du Lac Tonga.</i>	<i>Page 102</i>
Tableau 12	<i>Variation de la TDS du Lac Tonga.</i>	<i>Page 103</i>
Tableau 13	<i>Variation de conductivité électrique du Lac Tonga.</i>	<i>Page 104</i>
Tableau 14	<i>Taux moyen des différents types des leucocytes chez les femelles de colvert du lac Tonga (n=32).</i>	<i>Page 113</i>

Liste des photos

Photo 01	<i>Couple de colvert au niveau du lac Tonga</i>	<i>Page 49</i>
Photo 02	<i>Méthodologie de la recherche des nids</i>	<i>Page 50</i>
Photo 03	<i>Méthodologie de la mensuration des paramètres des nids du colvert</i>	<i>Page 51</i>
Photo 04	<i>Méthodologie de la mensuration des paramètres des œufs du colvert</i>	<i>Page 52</i>
Photo 05	<i>Morphologie du femelle de colvert au cours de l'incubation</i>	<i>Page 53</i>
Photo 06	<i>Morphologie du poussin de colvert</i>	<i>Page 53</i>
Photo 07	<i>Multi-paramètres de terrain</i>	<i>Page 54</i>
Photo 08	<i>Station d'échantillonnage Aulnaie 01</i>	<i>Page 55</i>
Photo 09	<i>Station d'échantillonnage Aulnaie 02</i>	<i>Page 56</i>
Photo 10	<i>Station d'échantillonnage Maizila</i>	<i>Page 56</i>
Photo 11	<i>Station d'échantillonnage Oued-EL Hout</i>	<i>Page 56</i>
Photo 13	<i>Dénombrement au niveau de site de Oued-EL Hout</i>	<i>Page 57</i>
Photo 14	<i>Frotti sanguin d'une femelle de colvert sous microscope optique : Objectif x100</i>	<i>Page 58</i>

Photo 15	<i>Support végétale des nids du canard colvert au niveau du lac Tonga (« a, b et c » : l'Alnus glutinosa L. Gaertn ; « d, e et f » : Rubus fruticosus</i>	<i>Page 66</i>
Photo 16	<i>Morphologie des œufs de colvert</i>	<i>Page 68</i>
Photo 17	<i>Traces de prédation de colvert dans leur territoire de nidification au niveau du lac Tonga</i>	<i>Page 76</i>
Photo 18	<i>Traces de chasse de colvert au niveau du lac Tonga</i>	<i>Page 77</i>
Photo 19	<i>Traces de pollution de colvert au niveau du lac Tonga</i>	<i>Page 78</i>
Photo 21	<i>Morphologie des globules blancs (a,b et c) entourés par des hématies du canard colvert de lac Tonga sous microscopie optique (grossissement x100) (copirythe, Ridha 2015)</i>	<i>Page 111</i>
Photo 21	<i>Un lymphocyte, et deux hétérophiles entourés de globules rouges typiques (Source : http://www.ulb.ac.be/sciences/)</i>	<i>Page 111</i>
Photo 22	<i>Deux thrombocytes, un hétérophile et un monocyte. Formes typiques (Source : http://www.ulb.ac.be/sciences/)</i>	<i>Page 112</i>

Liste des figures

Figure 01	<i>Carte de diversité de parc national d'EL-Kala</i>	<i>Page 11</i>
Figure 02	<i>Carte de la couverture végétale de la wilaya d'El-Taref</i>	<i>Page 12</i>
Figure 03	<i>Carte des sous zones homogènes du PNEK</i>	<i>Page 13</i>
Figure 04	<i>Proportion des différents types d'habitat dans la région</i>	<i>Page 14</i>
Figure 05	<i>Carte de situation géographique des zones humides du PNEK</i>	<i>Page 43</i>
Figure 06	<i>Carte de situation géographique du lac Tonga</i>	<i>Page 44</i>
Figure 07	<i>Carte des ressources hydriques de la Willaya d'EL-Tarf et des Lac des Oiseaux</i>	<i>Page 45</i>
Figure 08	<i>Carte pédologique de la Willaya d'EL-Tarf et des Lac des Oiseaux</i>	<i>Page 46</i>
Figure 09	<i>Carte d'occupation des sols de la Willaya d'EL-Tarf et des Lac des Oiseaux</i>	<i>Page 46</i>
Figure 10	<i>Carte des étages bioclimatiques de la Willaya d'EL-Tarf et des Lac des Oiseaux</i>	<i>Page 47</i>
Figure 11	<i>Image satellite de différentes stations d'échantillonnage</i>	<i>Page 55</i>
Figure12	<i>Carte de répartition spatiale de colvert au niveau du lac Tonga durant la période de reproduction (Amriou, 2011).</i>	<i>Page 62</i>
Figure13	<i>Histogramme de nombre mensuel des nids au cours de la période d'étude (n = 141)</i>	<i>Page 63</i>
Figure 14	<i>Carte de la répartition des nids de colvert sur la surface du lac Tonga avec le nombre des œufs de chaque nid</i>	<i>Page 64</i>

Figure 15	<i>Nuage de points montre la corrélation positive et significative existant entre le diamètre externe et le diamètre interne des nids du Colvert.</i>	<i>Page 67</i>
Figure 16	<i>Nuage de points montre les différentes corrélations positives et significatives existants entre les différentes mensurations des œufs</i>	<i>Page 70</i>
Figure 17	<i>Duré d'incubation du Canard Colvert au niveau du lac Tonga.</i>	<i>Page 73</i>
Figure 18	<i>Cercle de pourcentage de taux d'éclosion du Colvert au niveau du lac Tonga.</i>	<i>Page 74</i>
Figure 19	<i>Carte géographique de répartition mondiale du canard Colvert</i>	<i>Page 87</i>
Figure 20	<i>Carte des sites d'observation et du dénombrement du canard colvert de lac Tonga au période de la reproduction (Amriou, 2011).</i>	<i>Page 88</i>
Figure 21	<i>Histogramme des Résultats d'effectif moyenne du canard colvert à la période de reproduction (n=49).</i>	<i>Page 89</i>
Figure 22	<i>Variation du nombre annuel du canard colvert dans la période d'hivernage au niveau du lac Tonga pendant la période d'étude.</i>	<i>Page 91</i>
Figure 23	<i>Variation du nombre annuel du canard colvert dans la période d'hivernage au niveau du lac Tonga pendant 15 ans (n = 730).</i>	<i>Page 91</i>
Figure 24	<i>Variation parallèle de la précipitation de la zone d'étude et le nombre de colvert.</i>	<i>Page 93</i>
Figure 25	<i>Histogramme de variation de la température au niveau du Lac Tonga.</i>	<i>Page 98</i>
Figure 26	<i>Histogramme de variation de pH au niveau du Lac Tonga.</i>	<i>Page 99</i>
Figure 27	<i>Histogramme de variation de Potentiel redox au niveau du Lac Tonga.</i>	<i>Page 100</i>
Figure 28	<i>Histogramme de variation de conductivité électrique au niveau du Lac Tonga.</i>	<i>Page 101</i>
Figure 29	<i>Histogramme de variation de la Turbidité au niveau du Lac Tonga</i>	<i>Page 102</i>

Figure 30	<i>Histogramme de variation de la TDS au niveau du Lac Tonga.</i>	<i>Page 103</i>
Figure 31	<i>Histogramme de variation de conductivité électrique au niveau du Lac Tonga.</i>	<i>Page 104</i>
Figure 32	<i>Variation du nombre des globules blancs du colvert au cour de la période de reproduction au niveau du lac Tonga.</i>	<i>Page 114</i>

Sommaire

Partie I : Introduction générale et Généralités

Introduction générale	01
Généralité	07
I. Généralités sur les zones humides	07
I.1. Définition d'une zone humide	07
I.2. Fonctions et valeurs des zones humides	07
I.3. Diversités des zones humides Algériennes d'importance internationale	09
I.4. Caractéristiques Généraux Des Lacs	22
II. La pollution des eaux de surface	23
II.1. La pollution	23
II. 2. La pollution des eaux	23
II.3. Différents types ou forme de pollution des eaux	23
II.4. Sources des polluants d'eaux de surface	24
II.5. Les principaux polluants des eaux	26
II.6. Conséquences générales de la pollution des eaux	27
II.7. Les Principaux paramètres physico- chimiques et chimiques mesurables pour l'évaluation de la qualité des eaux	29
III. Présentation générale des Anatidés	34
III.1. Présentation du Canard Colvert (<i>Anas platyrhynchos</i>)	34
IV. présentation des parasites les plus connues chez des oiseaux	38
IV.1. Les ectoparasites	38
IV.2. Les méso-parasites	39
IV.3. Les endoparasites	39
Partie II : Matériels et Méthode	
I. Présentation de la zone d'étude	42
I.1. Site d'étude	43
II. Modèle biologique	48
II.1. Description	49
II.2. Intérêts du modèle	49
III. Méthodologie générale	50

III.1. Etude des paramètres de la reproduction	50
III.2. Caractéristiques morphologiques des femelles au cours d'incubation	52
III.3. Les Poussins	53
IV. Paramètres physico-chimique de l'eau du lac Tonga	54
V. Le dénombrement	57
VI. Etude de la variation de l'immunité du canard colvert au cour	
de leur période d'étude au niveau du lac Tonga	58
VII. Analyses statistiques	59
 Partie III : Résultats et Discussion	
 Chapitre I : La reproduction du canard colvert	
I. Introduction	60
II. Période d'étude et Méthodologie	61
III. Répartition spatial du Canard Colvert durant la période de reproduction	61
IV. Caractéristiques des nids	62
IV.1. Nombre des nids	62
IV.2. Distribution géographique des nids	64
IV.3. Matériaux de construction et localisation	64
IV.4. Le support végétal des nids	65
IV.5. Biométrie des nids	66
V. Caractéristiques des œufs	67
VI. Caractéristiques morphologiques des femelles au cours d'incubation	71
VII. Les Poussins	71
VIII. Paramètre de reproduction	72
VIII.1. Date et période de ponte	72
VIII.2. La grandeur de ponte	72
VIII.3. Durée de l'incubation	73

VIII. Taux d'éclosion	73
IX. Les Facteurs défavorable pour la nidification	
De colvert détectés sur terrain	75
IX.1. La prédation	75
IX.2. La chasse IX.3. La pollution	77
IX.4. Les facteurs anthropiques	78
X. Conclusion	79
Chapitre II : évolution des effectifs de la population du colvert de Tonga	
I. Introduction	81
II. Définition des oiseaux d'eau	82
III. Définition de Dénombrement International d'Oiseaux d'Eau	83
IV. Importance de comptage des oiseaux d'eau	84
V. Méthode d'étude	85
VI. Répartition et population du canard colvert	85
VI.1. Répartition à l'échelle mondiale	85
VI.2. Observation et dénombrement du canard colverts de lac Tonga au cours de la période de la reproduction	87
VI.3. Effectif du canard colvert au niveau du lac Tonga Pendant la période de la reproduction	88
VI.4. Effectif du canard colvert au niveau du lac Tonga Pendant la période d'hivernage	90
VII. Relation entre la précipitation et l'effectif	92
VIII. Conclusion	93
Chapitre III : Paramètres physico-chimiques de l'eau du lac Tonga et degré de la pollution des différents sites de nidification de colvert	
I. Introduction	95
II. Période d'étude et méthodologie	96

III. Paramètres physicochimiques de l'eau du lac Tonga	96
III.1. La température	96
III.2. Le pH	98
III.3. Potentiel redox	99
III.4. Conductivité électrique	100
III.5. Turbidité (NTU)	101
III.6. Totale en solide dissous (TDS)	102
III.7. Salinité	103
VI. Conclusion	105

Chapitre IV : Variation de l'état de l'immunité chez la canard colvert au niveau du lac Tonga au cour de leur période de reproduction

I. Introduction	107
II. Intérêt de l'étude d'état sanitaire des oiseaux	108
III. Méthodologie de travail	109
III.1. Analyse du sang de canard colvert de Lac Tonga	109
III.2. Réalisation des frottis sanguins, numération et formule sanguine	110
III.3. Principe de la coloration May Grûnwald Giemsa	110
III.4. Résultat de la coloration	110
III.5. La numération sanguine	112
IV. Résultat de la numération sanguine	112
IV.1. Nombre totale des globules blancs	112
IV.2. Relation entre l'immunité et la reproduction	114
V. Conclusion	114

Partie IV : Conclusion générale et Perspectives

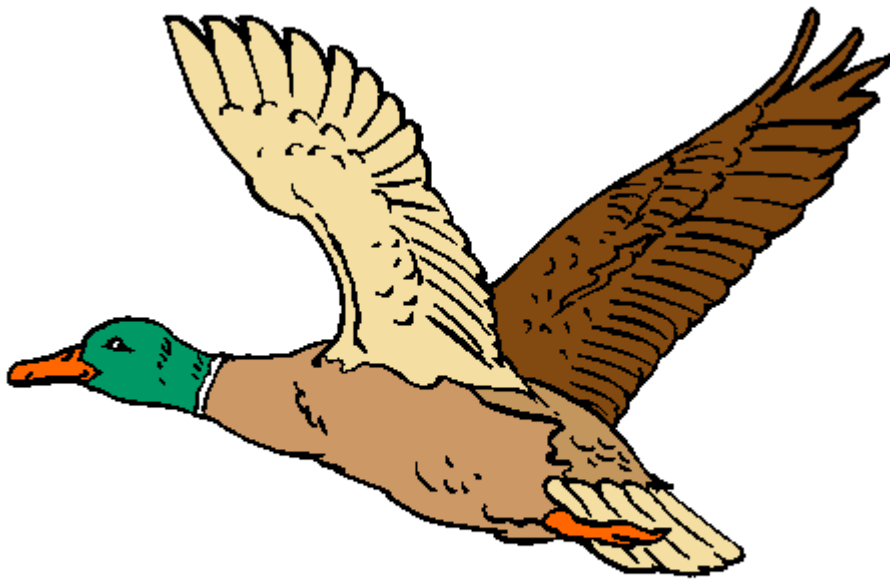
Conclusion générale et perspectives	116
Références bibliographiques	120

Annexes

Partie I : Introduction générale et Généralités



Introduction



Introduction générale

La vie est un phénomène naturel observé à ce jour uniquement sur Terre. Elle se manifeste à travers des structures matérielles appelées organismes vivants, ou êtres vivants, reconnaissables par la grande complexité de leur structure interne et leur activité autonome. Grâce à l'étude des fossiles et aux techniques de datation des structures géologiques qui les abritent, les scientifiques estiment que les premières formes de vie sont apparues dans l'océan il y a 3,8 milliards d'années (la Terre s'est formée il y a 4,6 milliards d'années). Il s'agissait de micro-organismes unicellulaires, ancêtres des bactéries. Depuis, ces formes de vie n'ont cessé d'évoluer et de se transformer pour s'adapter aux changements qui ont affecté leurs environnements sur la planète, donnant naissance à un nombre incroyable d'espèces de plus en plus complexes et diverses connue actuellement sous le terme biodiversité, ou diversité biologique. **(Patrick Blandin, 2010).**

Ce terme englobe toutes les formes de plantes aquatiques et terrestres, les animaux et les micro-organismes, leur matériel génétique ainsi sur les écosystèmes dont ils font partie **(Wilson et Peters, 1988; Reid et Miller, 1989; Mc Neelye et al, 1990; Chauvet et Oliver, 1993).**

Par ailleurs, l'eau est un élément vital et indispensable pour une vie normale, elle couvre 70% de la planète, La pollution de cette ressource représente un problème majeur. En effet La qualité des eaux a connu ces dernières années différents problèmes à cause des rejets industriels non contrôlés, de l'utilisation intensive des engrais chimiques dans l'agriculture ainsi que de l'exploitation excessive des ressources en eau. Le milieu aquatique d'eau douce est soumis à une série de paramètres physicochimiques, dont les plus importants sont : la température, la conductivité électrique, le pH, les gaz dissous, les éléments nutritifs (carbone, azote et phosphore) et les matières en suspension pour contrôlé le degré de cette pollution et évalué ainsi les risques probable sur l'environnement.

Parmi les écosystèmes aquatiques les plus importants dans le monde en peut citer le bassin méditerranéen, qu'est l'un des 25 « Hot spots » ou « points chauds » de la planète, catalogué de zone de haute biodiversité en raison de ses niveaux élevés de plantes dont il possède de plus de 4,3% des plantes de toute la planète **(Myers et al, 2000).** Par ailleurs, parmi les plus

Introduction générale

importants aspects de la biodiversité du bassin méditerranéen nous pouvons citer « les zones humides ». Distribuent le long de toute la zone côtière de la mer Méditerranée d'une manière non équitable. Les changements climatiques sont l'un des plus importants facteurs de perte de biodiversité et devraient en altérer davantage le rôle de la biodiversité comme source ou fournisseur de biens et services. En plus, la régression des zones humides dans le monde, notamment depuis la dernière guerre mondiale, et sa répercussion sur le niveau d'abondance des populations d'oiseaux d'eau sont à l'origine d'une politique internationale de conservation des zones humides, concrétisée en 1971 par la convention internationale de RAMSAR. **(Millennium Ecosystem Assessment, 2005)**. Reconnues ayant 150 zones humides ont été inscrites en Méditerranée sur la liste de celles de Ramsar. Parmi les plus importants on peut citer le delta de Guadalquivir en Espagne, la Camargue en France, le delta du Neretva en Croatie, le golfe d'Amvrakikos en Grèce, les lacs de Burullus et de Bardawil en Egypte, le lac Ichkeul en Tunisie et les lacs d'El Kala en Algérie. **(PAS – BIO, 2003)**.

De part la position géographique et stratégique de l'Algérie et part sa configuration physique et la diversité de son climat, on y compte plus 254 zones humides **(DGF, 1989)**. Ces zones humides constituent un territoire d'accueil privilégié pour de nombreuses espèces d'oiseau d'eau. En période de nidification les zones humides jouent un rôle très important pour *les limicoles nicheurs* : *Bécassine des marais* ..., etc. Ainsi, en période de migration et d'hivernage les oiseaux herbivores comme le canard siffleur exploitent directement la végétation des zones humides. Les canards granivores comme les colverts et les Sarcelles d'hiver prélèvent les graines qui s'accumulent après de fortes inondations. La richesse en lombrics des zones humides pâturées par rapport aux zones de culture en fait le territoire privilégié d'alimentation pour les Bécassines et les vanneaux dont région la plus importante pour l'hivernage est celle du Nord – Est du pays qui englobe le complexe de zone humides de Annaba et El- Kala. Cette région à elle seule, accueille 57% de l'effectif national moyen des oiseaux d'eau **(Chalabi, 1990)**.

Particulièrement, la région d'El-tarf (Algérie) composée en grande partie par la zone des lacs du Parc National d'El- Kala, (P.N.E.K) qui constitue des milieux remarquables, et exceptionnels, tant par les fonctions écologiques qu'ils remplissent que, pour la biodiversité qu'ils abritent **(Gehu et al, 1993)**. Ce sont ces derniers milieux qui s'avèrent être les plus fragilisés. Cette région, qui fait partie des zones humides du bassin méditerranéen sont connues pour leurs multiples valeurs pour l'homme et la nature **(Skinner et Zalewski, 1995)**. Une de ces valeurs est de constituer une source d'alimentation inestimable pour des animaux

Introduction générale

de ferme et aussi la faune sauvage, zone avec une table d'eau dans le sol assez élevée qui permet la croissance des plantes herbacées à travers la plupart des saisons (**Tziella et al, 2006**).

Le lac le plus important dans le P.N.E.K est celle de Tonga dont leur bassin versant se trouve dans l'étage bioclimatique de végétation méditerranéen subhumide tempéré au Nord, dans l'humide doux et l'humide chaud au Nord-est, dans l'humide tempéré au Sud et à l'Est; ses collines occidentales sont communes avec celles du lac Oubeira (**de Belair, 1990**).

La qualité des habitats au sein de ce lac lui a valu son classement en étant le plus important site de nidification en Afrique du Nord pour une multitude d'espèces. Il est le siège de reproduction d'une colonie plurispécifique d'Ardéidés qui construisent leurs nids dans la saulaie à l'intérieur du lac. Cette héronnière comprend l'aigrette garzette, le héron pourpré, le héron bihoreau, le héron crabier (**Boumezbeur, 1993**).

Il est également le site de nidification pour le busard des roseaux *Circus aeruginosus*, la poule d'eau *Galinula chloropus*, le râle d'eau *Rallus aquaticus*, les grèbes castagneux et huppé, l'erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, la poule sultane *Porphyrio porphyrio*, le blongios nain *Ixobrychus minimus*, la guifette moustac *Chlidonias hybridus*, l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus* et bien d'autres espèces. On y rencontre également la sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* et la sarcelle d'été *Anas querquedula*.

Le lac Tonga abrite habituellement plus de 20.000 oiseaux d'eau. Il abrite également 1% de la population mondiale pour plusieurs espèces comme l'Erismature à tête blanche *Oxuyura leucocephala* (64, 108, 64 individus en 1990, 1991, 1992) et le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* (724, 1424, 650 individus en 1990, 1991, 1992) (**Boumezbeur, 1993**). En Algérie, la nidification du colvert a été confirmée sur le lac Tonga en 1984 où 14 couples sont observés (**Boumezbeur, 1990**). La modèle biologique, farouche et discret, a été peut étudié dans notre région et même à l'échelle continentale. Dans le lac Tonga, le canard colvert présente une population en couples bien marquée et lorsqu'il se cantonne chaque couple s'attache alors et se fixe à un lieu donné de la zone humide. La distribution des couples se révèle généralement assez homogène et il est rare de trouver deux couples nichant de façon contiguë. Après l'éclosion, les nichées se maintiennent le plus souvent dans la végétation et sont donc difficilement repérables.

En plus, ce canard est un porteur sain du virus dont le plus connu est celui de la grippe aviaire, aussi les hôtes définitifs des quelques parasites les plus communs sont le canard colvert (*Anas platyrhynchos*) et le cygne tuberculé (*Cygnus olor*) (**Bayssade-Dufour et al, 2002**).

En population naturelle, l'action des parasites sur leur hôte n'est bien connue que pour quelques parasites et quelques hôtes. Si l'action des parasites est parfois spectaculaire (**Hudson et al, 1998 ; Gregory et Hudson, 2000 ; Bouslama et al, 2001 et 2002**), elle ne concerne qu'un nombre très limité d'espèces. Ceci a longtemps conduit les écologues à considérer que les parasites sont en général bénins pour les populations (**Lack, 1954 ; Hudson et al, 2002**). Les espèces de canards sauvages migrateurs, dont le canard colvert, sont exposées à une diversité de parasite, essentiellement les parasites sanguins (*haemoparasites*) (**Gordon F. et al, 1991**). De nombreuses études récentes ont mis l'accent sur les parasites du sang aviaires comme modèle de système pour les interactions hôte-parasite dans un contexte évolutif et écologique (**Laurance et al., 2013; Radfar et al., 2012; Bensch et al., 2004; Hellgren et al., 2004; Ricklefs et al., 2005**).

La pénétration non seulement des parasites mais aussi de tous corps étranger (bactéries, virus, composant chimiques, ...) à l'intérieur du corps de notre modèle biologique stimule leur système immunitaire par la production d'une variété des cellules immunitaire responsable de détruire cette corps étranger, et alors garantie une protection optimale et une contrôle continue de l'état sanitaire de notre espèce.

Ces dernières années, plusieurs études sont confirmés une relation inversement proportionnelle entre l'effort reproducteur et l'immunocompétence (**Moreno 1993 ; Gustafsson et al, 1994 ; Råberg et al, 1998 ; Sheldon et Verhulst 1996 ; Moreno et al, 1999**).

Cette thèse qui est dédiée entièrement à l'écologie et santé du canard colvert *Anas platyrhynchos* dans le lac Tonga est structurée en quatre parties :

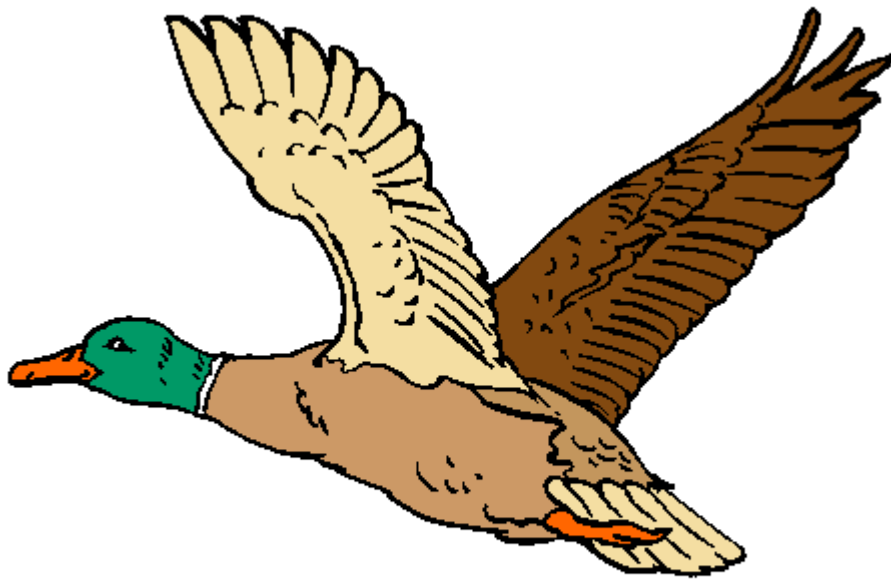
- ✚ Le premier partie est une introduction générale dans laquelle nous avons déterminés la problématiques de notre travaille et soulignés les grands idées qui nous avons détaillés ensuite dans les autre parties, en ajoute aussi à cette parties une étude bibliographiques sur le contexte générale de la problématique qui est caractérisé précédemment.

- ✚ La deuxième partie appelé : « Matériel et méthodes » englobe la présentation de notre modèle biologique : le canard colvert (*Anas platyhyrnchos*), la description de notre site d'étude (Lac Tonga) et décrit la méthodologie de travail dans le but est d'exposé l'ensemble des matériels et les différents techniques utilisées pour bien réalisé ce travail.
- ✚ Ensuite une troisième partie comporte l'ensemble de notre résultats obtenues tous le long de notre période d'étude avec tous les discussions et les interprétations nécessaires. Cette partie et le plus important pour cela nous avons partagé sur quatre (04) chapitres qui sont :
 - ✓ Le premier chapitre expose la reproduction des canard colvert en détaille : la morphologie des nids et des œufs ainsi que la distribution spatiale des différent nichées étudiées, la morphologie des adultes et des poussins (taille et poids) et les différents paramètres de la reproduction (date de ponte, taille de ponte, durée d'incubation et taux de reproduction) dans le but de ce chapitre est la déterminations d'une fiche technique de cet espèce au niveau du lac Tonga dans la quel est étudiée d'une façon préliminaire par ce présent travail et la récolte des différents données de reproduction de notre modèle biologique.
 - ✓ Le deuxième chapitre traite l'évolution des effectifs de la population du colvert au niveau du lac Tonga et les différents facteurs qui influence cette évolution pour donner une vision réelle sur l'état d'existence de cette espèce dans notre zone humides et les différents menaces qui peut fait une danger sur cette existence qui est conditionné surtout par des facteurs climatiques qui nous avons caractérisés dans cette chapitre.
 - ✓ Une troisième chapitre intéressé par les paramètres physico-chimique de l'eau du lac Tonga et les degrés de la pollution des différent sites de la nidification du colvert dans le but est d'évalué le degré de la pollution remarquable dans les dernière années au niveau de notre site de travail qui influence sur la biologie de la avifaune aquatique en générale et sur notre modèle biologique d'une façon spéciale.
 - ✓ Le quatrième chapitre est consacré à l'étude de la variation de l'état d'immunité chez le canard colvert au niveau du lac Tonga toute au long de leur période de reproduction en utilisant la méthode de numération sanguin

dont le nombre des globules blancs et leur variété donne une vision générale sur l'état sanitaire de notre modèle biologique au cour de cette période.

- ✚ La dernière partie (quatrième) est une conclusion qui termine cette thèse et résume les différents résultats obtenues qui donne une vision scientifique sur la vie de canard colvert *Anas platyhrychos* au niveau du lac Tonga avec les perspectives qui nous avons espéré sur la lumière de nos résultats.

Généralités



Généralités

I. Généralités sur les zones humides

I.1. Définition d'une zone humide

Les zones humides sont des terres de transition entre les systèmes terrestres et aquatiques, la nappe phréatique étant habituellement soit à la surface, soit à proximité ou alors le terrain étant couvert d'une couche d'eau peu profonde (**Cowardin et al., 1979**).

Au sens de la Convention Ramsar «les zones humides sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres » (**Anonyme, 2003**).

I.2. Fonctions et valeurs des zones humides

I.2.1. Fonctions des zones humides

Du point de vue fonctionnel, les zones humides participent à l'équilibre physique et écologique de l'ensemble de cet écosystème.

❖ Fonctions hydrologiques

Les zones humides fonctionnent comme un filtre épurateur, (filtre physique et biologique) ; elles favorisent le dépôt des sédiments y compris le piégeage d'éléments toxiques (les métaux lourds) et l'absorption de substances indésirables ou polluantes par les végétaux (nitrates et phosphates) ; contribuant ainsi à améliorer la qualité de l'eau (**Fustec et Frochot, 1996**).

Elles ont aussi un rôle déterminant dans la régulation des régimes hydrologiques. Le comportement des zones humides à l'échelle d'un bassin versant peut être assimilé à celui d'une éponge. Lorsqu'elles ne sont pas saturées en eau, les zones humides retardent globalement le ruissellement des eaux de pluies et le transfert immédiat des eaux superficielles vers les fleuves et les rivières situés en aval. Elles « absorbent » momentanément l'excès d'eau puis le restituent progressivement lors des périodes de sécheresse (**Fustec et Frochot, 1996**).

❖ Fonctions biologiques

Les zones humides constituent un réservoir de biodiversité et une source de nourriture pour divers organismes. Ces fonctions biologiques confèrent aux zones humides une extraordinaire capacité à produire de la matière vivante, elles se caractérisent par une productivité biologique

nettement plus élevée que les autres milieux (**Fustec et Frochot, 1996**). Parmi les fonctions biologiques nous citons les plus utiles à la vie des oiseaux d'eau :

❖ Fonction d'alimentation

La richesse et la concentration en éléments nutritifs dans les zones humides, assurent les disponibilités de ressources alimentaires pour de nombreuses espèces animales telles que : les poissons, les crustacées, les mollusques et les oiseaux d'eau (**Fustec et Frochot, 1996**).

❖ Fonction de reproduction

La présence de ressources alimentaires variées et la diversité des habitats constituent des éléments essentiels conditionnant la reproduction des organismes vivants (**Fustec et Frochot, 1996**).

❖ Fonction d'abri, de repos et de refuge

Les zones humides qui s'échelonnent des régions arctiques à l'Afrique sont des haltes potentielles pour les migrateurs en transit par l'Europe de l'Ouest, Ceux-ci vont alors s'y reposer et prendre des forces. Elles jouent aussi le rôle de refuge climatique lors des grands froids. Cette fonction s'exerce en deux temps. Le premier est le repli des oiseaux vers des milieux non gelés. Le deuxième quand toutes les zones humides sont gelées, la fuite vers des régions méridionales s'impose (**Fustec et al, 2000**).

❖ Fonctions climatiques

Les zones humides participent à la régulation des microclimats. Les précipitations et la température peuvent être influencées localement par les phénomènes d'évaporation intense d'eau, et de la végétation par le phénomène d'évapotranspiration. Elles peuvent ainsi tamponner les effets de sécheresse au bénéfice de certaines activités agricoles, donc elles jouent un rôle dans la stabilité du climat (**Skinner et Zalewski, 1995**).

I.2.2. Valeurs des zones humides

❖ Valeurs culturelles et sociales

Ces écosystèmes participent à l'image de marque des régions où se trouve la zone humide. Leurs paysages de qualités et leurs richesses font d'elles un pôle d'attraction où se développent diverses activités récréatives et pédagogiques susceptibles de favoriser le développement local. Elles représentent un fantastique à tout touristique (**Fustec et al, 2000**).

❖ Valeurs économiques.

Outre leur aspect patrimonial et écologique, les zones humides sont également des zones très productives ayant permis le développement de nombreuses activités professionnelles : saliculture, la pêche, la conchyliculture,...et une importante production agricole : herbage, pâturage, élevage, rizières ... (**Fustec et al, 2000**).

I.3. Diversités des zones humides Algériennes d'importance internationale

L'adhésion de l'Algérie à la convention de Ramsar a été effective en novembre 1982 avec l'inscription de deux sites sur la liste des zones humides d'importance internationale : Le Lac Tonga et le Lac Oubeïra situés tous deux dans le complexe des zones humides d'El –Kala (wilaya d'El Tarf) (**Anonyme, 2001**).

L'autorité de la Convention de Ramsar en Algérie, la Direction Générale des Forêts, a procédé au classement de 47 sites au total sur la liste de la Convention de Ramsar des zones humides d'importance internationale, Le classement de ces sites est intervenu entre 1982 et 2011., les derniers à être classées sur la liste sont : Garaet Timerganine (Oum El Bouaghi), Sebket Ezzmoul (Oum El Bouaghi), Lac Boulhilet (Oum El Bouaghi), Vallée de l'Oued Soummam (Kabylie) (**Anonyme, 2010**). Ile de Rachgoun (Ain Timouchente) (**Anonyme, 2011**).

La position géographique de l'Algérie, sa configuration physique et la diversité de son climat lui confèrent une importante richesse de zones humides. Sa configuration physique s'est traduite par l'existence de plusieurs types de climats sur lesquels l'influence méditerranéenne s'atténue au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la mer. Cette diversité de climat a engendré une grande diversité d'écosystèmes ; de zones humides (**Anonyme, 2004**).

Ainsi dans la partie Nord-est de l'Algérie, la plus arrosée, renferme un complexe lacustre particulièrement important, le complexe d'El –Kala.

La frange Nord-ouest soumise à un régime pluviométrique moins important se caractérise surtout par des plans d'eau salée tels que les marais de la Macta et la sebkha d'Oran (**Anonyme, 2001**).

Dans les hautes plaines steppiques on rencontre principalement des chotts et des sebkhas. Ce sont des lacs continentaux salés de très faible profondeur qui se sont formés au Pléistocène et s'étendent sur de très grandes superficies en millions de km carrés, tel que Chott El Hodna, Chott Chergui et Chott Melghir (**Anonyme, 2004**).

Le Sahara renferme de nombreuses zones humides (les oasis). Les massifs montagneux de l'Ahaggar et du Tassili renferment dans leur réseau hydrographique de nombreuses zones humides permanentes appelées gueltats qui témoignent encore d'une période humide du Sahara (**Anonyme, 2001**).

I.3.1. Les zones humides continentales

Selon la quatrième édition (2004) de l'Atlas des sites algériens inscrits sur la liste Ramsar, les zones humides algériennes sont groupées en trois catégories :

-Les zones humides marines et côtières.

-Les zones humides continentales.

-Les zones humides artificielles.

I.3.2. Présentation d'une zone humide algérienne (Parc National d'El Kala : P.N.E.K)

Le Parc National d'El-Kala (PNEK) (36°52 N, 8°27 E) situé à l'extrême Nord-Est algérien au niveau de la wilaya d'El-Taref, a été créé en 1983 par le décret n° 83-458, classé réserve de biosphère en 1990, regroupe neuf commune entièrement contenus dans la wilaya d'El-Taref (wilaya issue du découpage administratif de l'année 1985). Cette réserve intégrale s'étend sur une superficie de 76 438 ha, soit 26% de l'espace de la wilaya (*Figure 01*). Le Parc représente un réservoir de la biodiversité méditerranéenne (**Stevenson, 1988**) ; on y trouve 1264 espèces végétales, soit 32% de la flore algérienne et 878 espèces animales, dont les plus emblématiques sont le cerf de barbarie, le lynx caracal, la hyène rayée, le renard roux ou doré et la mangouste. Il renferme de nombreuses espèces rares ou menacées selon les listes IUCN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature).

Fortement boisé (plus de 69% de sa superficie), Le PNEK s'étend sur une bande côtière de 40 km et longe la frontière tunisienne sur 98 km. Plus de 120 000 habitants vivent sur ce territoire. Cette pression humaine sur les espèces faunistiques et floristiques les rend très vulnérables.

Les ressources économiques présentes sur l'espace du PNEK montrent que l'agriculture, le tourisme et la pêche demeurent les principales activités. Cependant, leur organisation dans l'espace et dans le temps laisse apparaître des incohérences défavorables à la conservation de ce milieu naturel : surpâturage, pêche non contrôlée, tourisme balnéaire non régulé et beaucoup d'activités illicites (**Bouazouni, 2004**).

Le climat de la région est du type méditerranéen, avec alternance d'une saison pluvieuse et d'une saison sèche, due à l'action combinée de différents facteurs climatiques. D'une manière générale, le PNEK est située dans le méditerranéen sub-humide caractériser par un hiver doux. En effet les températures les plus basses sont naturellement enregistrées en altitude durant l'hiver au Djebel Ghorra, avec environ 5 à 6 mois de gelée blanche par an.

Le bilan annuelle de la température montre que ; les mois les plus froids sont Janvier et Février ou la température peut descendre à 8°C, alors que Juillet et Août sont les mois les plus chauds (température pouvant atteindre 35°C).

Concernant la pluviosité de la région elle est conditionnée par deux phénomènes météorologiques. Il s'agit des perturbations cycloniques d'origine atlantique de l'Ouest et du Nord-Ouest, dont les dépressions prennent naissance en méditerranée occidentale. En effet, le bilan annuel de la pluviométrie de la région est de 740,52mm pour 115 jours de pluies.

Généralités

La nébulosité est un facteur quasiment permanent au printemps jusqu'au début de l'été. La mer joue un rôle de condensateur des masses d'air tropical, tandis que l'évaporation intense provoquée par l'ensoleillement des zones humides crée une humidité atmosphérique élevée avec un taux annuel moyen de 74,54%. Cette humidité se transforme notamment au début du printemps en brume qui couvre une partie de la plaine permettant, durant la saison sèche, le maintien de la végétation éprouvée par le déficit hydrique.

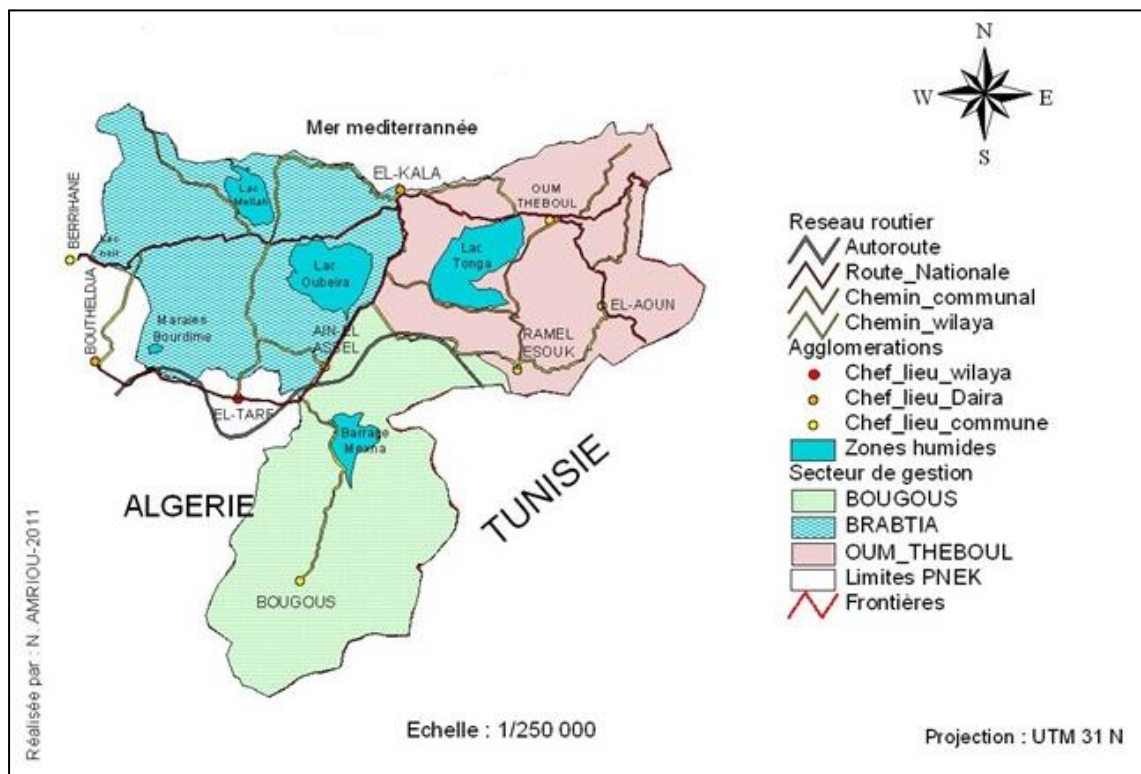


Figure 01. Carte de diversité de parc national d'EL-Kalla (PNEK) (Amriou, 2011)

❖ Ecosystème forestier

Les milieux forestiers de la région d'Annaba - El-Kala au sens large représentent 70 % du total. Ils peuvent être décomposés en pelouses et terres agricoles (27 %), en milieu de type matorral (25 %) et en milieux arborés (18,6 %). L'écosystème forestier du PNEK (Figure 02), couvre une superficie de 54000 hectares. Cette forêt est principalement composée de chêne liège (43000 ha), chêne zéen (2716 ha), aulnaie (3000 ha), peupliers et ormes (621 ha), pin maritime (5153 ha) et pin d'alep (20 ha). Les maquis sont répandus (10649 ha). Les peuplements artificiels sont représentés par le pin maritime (500 ha), l'Acacia sp. (1000 ha) et les eucalyptus (8508 ha) (Bentouili, 2007).

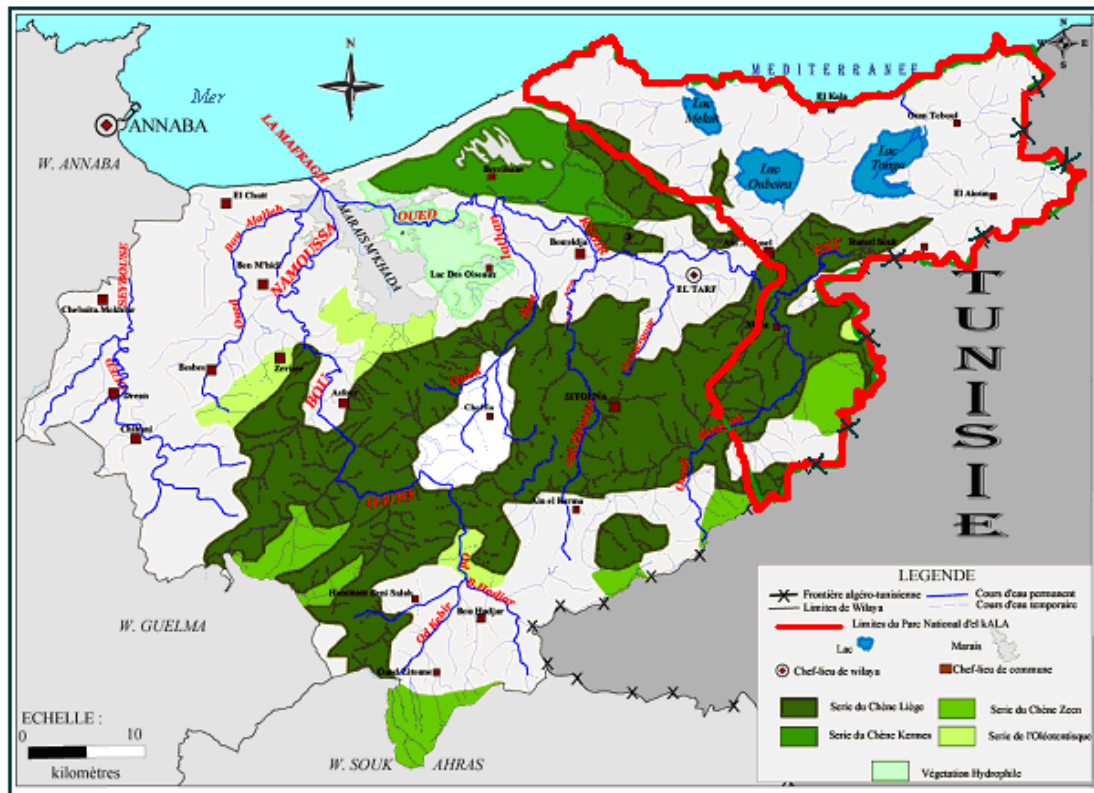


Figure 02. Carte de la couverture végétale de la wilaya d'El-Tarf (Bentouili, 2007)

❖ Ecosystème marin et dunaire

Le littoral d'El-Kala s'étend sur environ 50 Km entre le Cap Segleb (ou Cap Roux) et le Cap Rosa. Il est composé de formation corallienne abritant plusieurs espèces de poissons. Cette formation prend des proportions alarmantes en Algérie vue la pêche exhaustive du corail. Les autorités algériennes avaient en effet interdit de pêcher "l'or rouge" pendant dix ans pour lui laisser le temps de se régénérer.

Les fonds marins sont infiltrés par les courants d'eau douce riche en nutriments provenant des lacs côtiers et qui, au fil du temps, ont façonné un monde sous-marin d'une incomparable beauté où foisonne une vie aquatique qui singularise les rivages de la réserve d'El Kala. Le littoral est formé également de plages, de dunes, de falaises de grès et de grottes qui sont des lieux de nidification de nombreuses espèces d'oiseaux. La fixation des dunes littorales, d'une altitude variant entre 20 et 120 m, est tributaire d'une végétation abondante et diversifiée.

❖ Ecosystème lacustre

Les milieux aquatiques terrestres représentent 7% de la superficie de la région d'Annaba - El-Kala. Ce chiffre englobe les lacs, les marais, les lagunes, les scirpaies et les ripisylves. En effet trois grands lacs d'importance internationale, sont disposés en arc de cercle autour d'El Kala. Le lac Mellah (eau salé), réserve intégrale de 860 ha (lagune unique en Algérie), est en

Généralités

contact avec la méditerranée par un chenal. C'est un écosystème d'une richesse considérable, car il dispose en plus des apports aquatiques marins (poissons, crustacés), des sources de montagne. Le lac Tonga (eau saumâtre) et le lac Oubeïra (eau douce) sont des lacs poissonneux, plus ou moins profonds et d'une superficie respective d'environ 2600 ha et 2200 ha. Ces zones humides sont situées sur la voie de migration de dizaines de milliers d'oiseaux venant d'Europe et d'Asie pour hiverner, ou pour se reproduire, et certains faire une halte après l'épreuve de la traversée de la Méditerranée avant d'entamer la suivante, la traversée du Sahara. C'est en hiver que la région d'El-Kala prend son importance internationale de centre de biodiversité avec ses lacs considérés comme le plus important site d'hivernage ornithologique du bassin méditerranéen. Cet écosystème lacustre constitue le dernier sanctuaire pour la survie de certaines espèces rares et endémiques. A ce titre le lac Tonga et le lac Oubeïra ont été inscrit, en 1982 sur la liste Ramsar, En novembre 2002, deux autres sites ont fait l'objet d'inscription sur la liste ; la tourbière du lac noir et les aulnaies de Ain-Khiar, en l'occurrence. En 2004, c'est au tour de la lagune d'El-Mellah et du Lac Bleu de figurer sur Ladite liste (*Figure 03*).

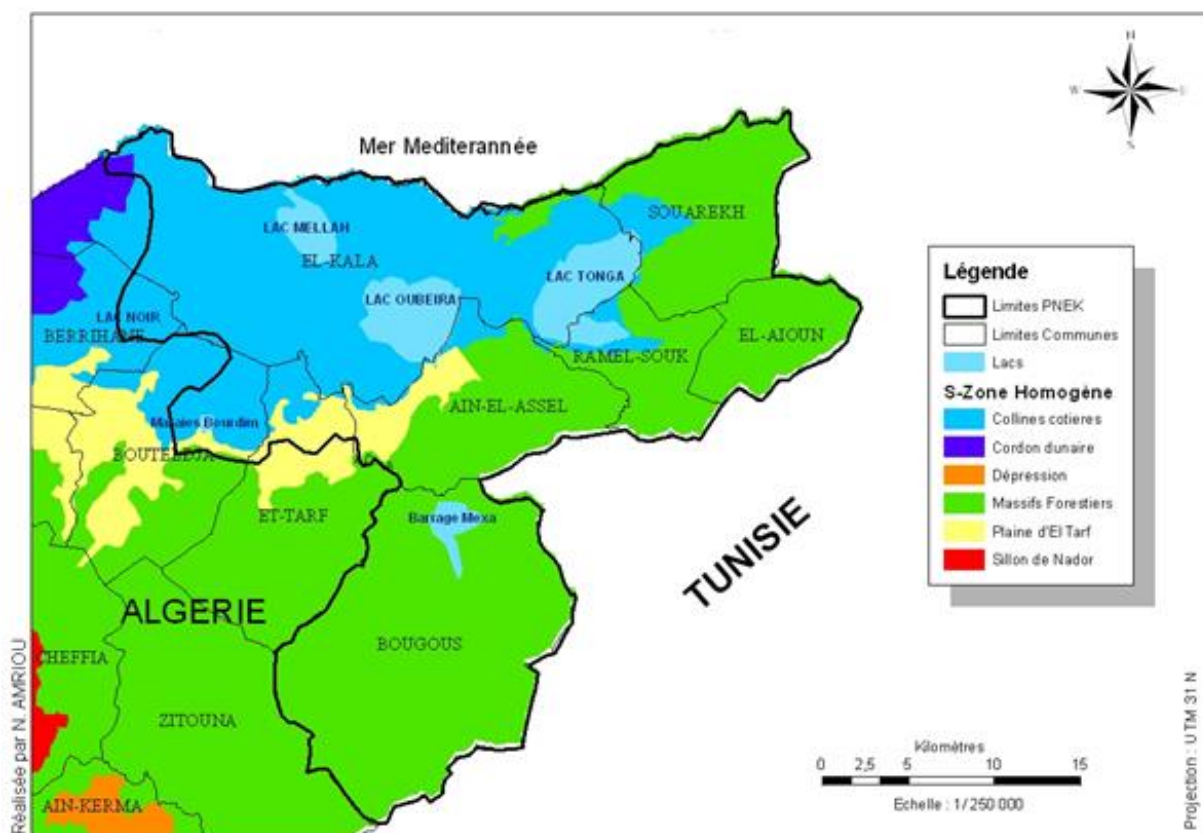


Figure 03. Carte des sous zones homogènes du PNEK (Amriou, 2011)

Généralités

❖ Les principaux habitats de la région.

Le caractère physio-graphiquement diversifié de la région et la structure en mosaïque des Milieux. La compilation a permis de distinguer 21 types de faciès paysagers, assimilables à autant de biotopes (*Figure 04*) (Benyacoub et al, 2007).

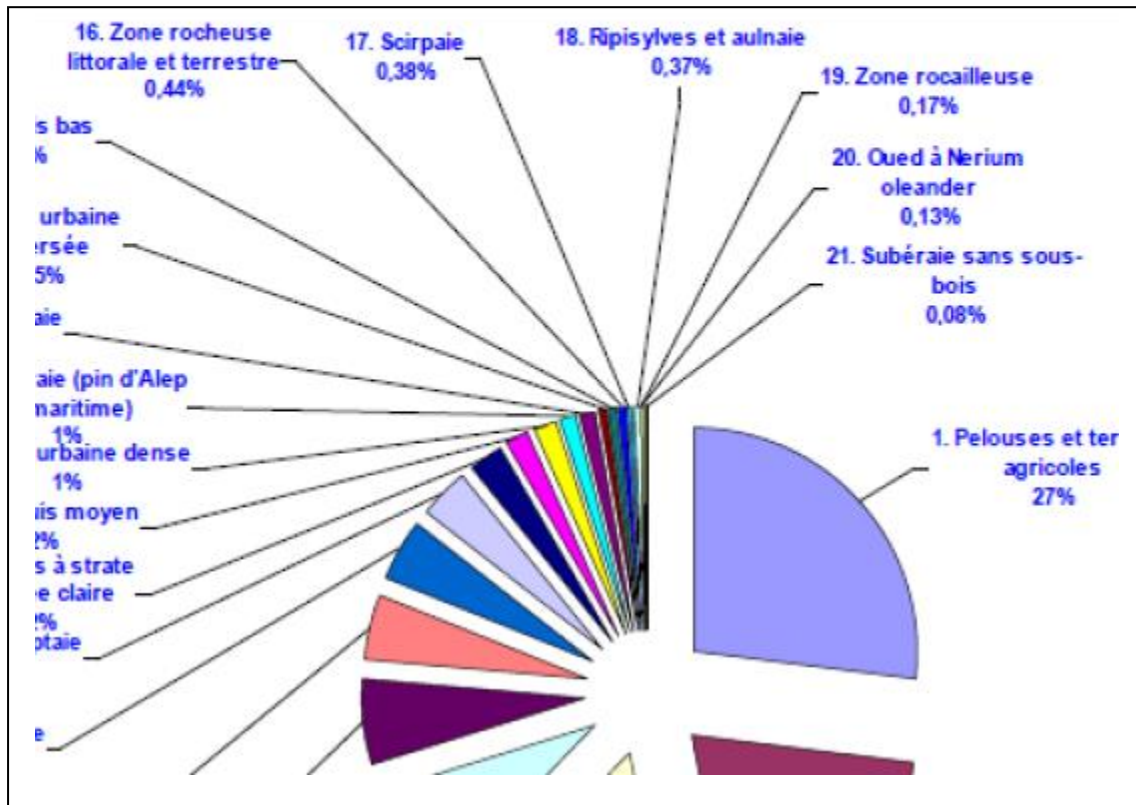


Figure 04. Proportion des différents types d'habitat dans la région (Benyacoub et al., 2007).

❖ Les pelouses et terrains agricoles

Les terres agricoles provenant généralement par le défrichage et incendie des forêts, recouvrent les milieux ouverts herbacés de la région. Les raisons de l'abandon de ces terres résident généralement dans l'appauvrissement progressif du sol en matière organique, ou encore dans la remontée de la nappe phréatique qui asphyxie alors les cultures.

En ce qui concerne la végétation, ces milieux se caractérisent par la présence dominante d'*Asphodelus microcarpus*, *Urginea maritima*, *Ormenis mixta*, *Inula squarrosa*... parmi les herbacées on retrouve une strate buissonnante basse et très clairsemée composée essentiellement d'épineux. Pelouse à *Asphodelus microcarpus*. Les terres agricoles sont constituées de l'ensemble des superficies cultivées et/ou en jachère. Elles comprennent les zones complantées en arbres fruitiers ou vigne et les cultures industrielles (tomates, céréales, tabac, coton...) ou vivrières.

❖ Le milieu marin

C'est la zone néritique au sens strict. Elle ne comprend pas le littoral rocheux ou sableux. C'est le domaine pélagique où l'on peut observer une avifaune inféodée à la pleine mer, du moins une partie de l'année. Il s'agit d'une avifaune qui niche ailleurs mais qui patrouille sans cesse les zones marines à la recherche permanente de proies.

❖ Le maquis à strate arborée dense

Ce milieu important, est le plus répandu avec une moyenne de 35 %. Leur répartition spatiale est localement hétérogène, il occupe une grande partie des collines basses de la région, il constitue un des premiers stades de dégradation de la subéraie mûre. La strate arborée, monospécifique, est caractérisée par *Quercus suber*. D'une manière générale les arbres sont de petite taille, 4 à 7 m, de fait des incendies dont ils ont subi les passages répétés. Leur recouvrement cependant, est relativement mais avec des motifs répétitifs, ce qui confère globalement à ce milieu une certaine homogénéité.

La composition de la strate buissonnante et sa physionomie d'ensemble confèrent à ce biotope, en dépit de l'importance relative de la strate arborée, le caractère de maquis. En effet, la présence du cortège typique des groupements xérophytes *Calycotome*, *Genista*, *Cistus*, *Arbutus*, *Erica* et *Nerium oleander* dans les talwegs, indique clairement que nous sommes dans un stade de dégradation de la forêt mûre originelle avec remplacement des espèces de sous-bois par des xérophytes généralement épineuses. La strate herbacée est caractérisée par le même cortège d'indicatrices de milieu dégradé : *Chamaerops humilis*, *Ampelodesma mauritanicum*, *Asphodelus microcarpus*... par ses caractéristiques physionomiques, ce type de milieu constitue un exemple de superposition de deux milieux de nature différente : une strate buissonnante de type maquis et une strate arborée qui présente, par son recouvrement, une structure pré-forestière.

❖ La subéraie avec sous-bois

Ce type de milieu correspond à la forêt au sens strict avec la présence de trois strates fondamentales : la strate arborée, la strate buissonnante du sous-bois et la strate herbacée et muscinale. La strate arborée, monospécifique, est composée de *Quercus suber* dont les sujet peuvent atteindre 8 m. Leur recouvrement moyen est de 60 % environ.

Le sous-bois est haut et dense. Il est caractérisé par la présence de *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Rubus ulmifolius*, *Crataegus monogyna*, *Erica arborea*, *Erica scoparia*.... La strate herbacée est relativement rare du fait de la densité du sous-bois ; elle est composée de quelques graminées et de pieds épars d'Asphodèles de Doum et de Scilles. Autrefois très

étendu, ce type de milieu est de plus en plus morcelé. Il se maintient à basse et moyenne altitude, à proximité des lacs et dans les talwegs.

❖ L'habitat aquatique terrestre

Ce type de milieu désigne essentiellement les zones lacustres pourvues ou non de végétation émergée caractérisée par la présence, entre autres, des hélophytes suivantes : *Phragmites communis*, *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris*, *Scirpus maritimus* (De belair, 1990 ; Miri, 1996).

❖ Le maquis haut

Ce type de milieu constitue un stade de dégradation de la subéraie, où cependant, les conditions d'humidité entretenues par la proximité d'une nappe phréatique, permettent le développement d'une strate buissonnante luxuriante.

Ce développement important (2,5m à 3m en moyenne) des buissons, a tendance à compromettre celui des arbres qui trouvent ici un environnement très concurrentiel. Dans la région, le maquis haut est surtout localisé au niveau des formations dunaires. Il est composé de *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Erica arborea*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea* qui peuvent atteindre localement 4 m et qui entretiennent une ambiance forestière fermée.

❖ Le bocage

Le bocage se présente comme un milieu mixte marqué par la main de l'homme. Il s'agit soit d'anciennes zones agricoles dans lesquelles sont conservés quelques éléments de la végétation originelle : arbres, bosquets relictuels de maquis, haies..., soit des terres agricoles partiellement abandonnées et sur lesquelles se sont secondairement implantés des éléments de la flore arborée et buissonnante locale

❖ L'eucalyptaie

L'eucalyptus occupe d'importantes superficies dans la zone considérée. C'est un projet d'implantation d'une usine de pâte à papier qui a initialement motivé ce reboisement. Les forêts d'eucalyptus sont denses et broussailleuses. Plantées dans des maquis ou des subéraies dégradées, elles en ont gardé la structure et la composition du sous-bois. Celui-ci est caractérisé par la présence de *Calycotome villosa*, *Genista ferox*, *Pistacia lentiscus*, *Mirtus communis*, *Rubus ulmifolius*... Cependant, ce sous-bois s'est progressivement clairsemé à mesure que les conditions édaphiques et d'ensoleillement se sont modifiées avec la croissance des arbres.

❖ Le maquis à strate arborée claire

Ce type de milieu assez répandu dans la région, constitue le premier stade forestier où la strate arborée n'est pas réduite à l'état vestigial comme dans les maquis purs. Trois strates fondamentales sont encore observables, la strate herbacée, la strate buissonnante et la strate arborée. Cette dernière est essentiellement constituée de *Quercus suber*. Les arbres sont de taille modeste, 4 à 6 m de haut, répartis de manière très hétérogène. Le recouvrement moyen de la strate arborée ne dépasse pas 15 %. La strate buissonnante est un maquis caractérisé par le cortège typique de ce genre de formation : *Pistacia lentiscus*, *Mirtus communis*, *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Genista ferox*, *Calycotome villosa*.... sa hauteur moyenne est de 1,50 m avec un recouvrement relativement important de 70 %.

❖ Le maquis moyen

Bien représentée dans la région, cette formation ligneuse occupe les piémonts des collines et constitue un stade de dégradation de la subéraie dans laquelle la strate arborée a presque totalement disparue. La présence de quelques pieds de Chêne liège isolés constitue cependant le témoignage d'un passé plus forestier à ces endroits. La végétation de ce milieu forme une couverture homogène quasiment monostrate, caractérisée par la présence de *Pistacia lentiscus*, *Halimium halimifolium*, *Calycotome villosa*, *Cistus salvifolius*, *Cistus monspeliensis*, *Erica arborea*, *Phillyrea angustifolia*... La hauteur moyenne de ce type de milieu est de 1,40m pour un recouvrement moyen de 60 %.

❖ Les zones urbaines denses

Ce type de milieu se caractérise par son caractère entièrement artificiel. Il est exploité par une avifaune riche et adaptée à une existence en milieu totalement anthropisé. Cette avifaune y trouve sites de nidification et ressources trophiques abondante. Elle subit même une pression de prédation exercée par des rapaces attirés par sa relative abondance.

❖ La Pineraie à Pin d'Alep et Pin maritime

Deux essences différentes constituent ce type de milieu. Le Pin d'Alep forme un peuplement naturel mûr et se localise à l'ouest du lac El-Mellah. Le Pin maritime forme des peuplements artificiels de plus grande superficie que le précédent, dont les principaux sont localisés au nord du lac Tonga, à la frontière Algéro-tunisienne. Sur les versant nord de l'Edough, sur les dunes entre l'oued Mafragh et le djebel Koursi, sur les contreforts ouest du massif de l'Edough. Les reboisements du lac Tonga ont été réalisés au sein du *Cocciferetum* et leur vigoureuse régénération par semis naturel témoigne de leur bonne acclimatation. Les arbres atteignent une hauteur maximale de 10 m et un recouvrement moyen de 60 %. Le sous-bois qui était à l'origine un maquis haut, est composé de *Quercus coccifera*, *Mirtus communis*,

Généralités

Pistacia lentiscus, *Halimium halimifolium* ...Sa hauteur, importante, est de 2,50 m en moyenne pour un recouvrement moyen de 60 %. Nous sommes donc en présence d'un milieu forestier à haute densité de végétation qui plus est, non entretenu et d'accessibilité difficile.

❖ La Zeenaie

Le Chêne zen est la seule essence caducifoliée qui est constituée en peuplement homogène sur une superficie relativement importante du PNEK. La strate arborée est généralement monospécifique, à la présence près de manière localisée, de quelques Chênes liège dans les stations défavorables ainsi que de quelques Saules ou Lauriers dans les stations humides. De grande taille, les arbres peuvent atteindre une hauteur de 30m pour une moyenne de 18m. Leur importante densité conduit à un recouvrement de près de 70 %. Il se caractérise par un aspect primitif, accentué par la présence de nombreux arbres morts à terre ou sur pied, recouverts de mousses, de lichens et de ptéridophytes. Le sous-bois est peu développé et se caractérise par la présence de : *Cytisus triflorus*, *Rubus ulmifolius*, *Rosa canina*, *Crataegus monogyna*, *Lorus nobilis*, *Viburnum tinus*, *Ilex aquifolium*, *Ruscus hypophyllum* et quelques transgressives des groupements thermophiles telles que *Mirtus communis*, *Calycotome villosa*. Les Liliales très présents, sont représentés par *Hedera helix* et *Smilax aspera*. La hauteur du sous-bois est en moyenne de 1 m pour un recouvrement moyen, par ailleurs très hétérogène, de 20 % environ.

La strate herbacée est représentée par des espèces sciaphiles telles que *Pteridium aquilinum* et *Osmunda regalis* ; des graminées *Hyparrhenia hirta*, *Bromus sp* ; des Composées et quelques pieds d'Asphodèles. Son développement printanier est important et s'effectue juste avant le débourrement des arbres.

❖ Les zones à urbanisations dispersée

Ce type de milieu est constitué par l'habitat rural présent dans la région sous forme de hameaux ou de mechtas. Le tissu urbain y est relativement dispersé, mais tend à s'agréger dans des proportions alarmantes. Il risque à terme de constituer un sérieux problème d'environnement par ses effets secondaires (collecte et évacuation des déchets ménagers, évacuation et traitement des eaux usées...). L'habitat dispersé est souvent inséré à la jonction des zones agricoles et des zones forestières.

❖ Le maquis bas

Ce milieu constitue le type de formation ligneuse la plus dégradée, occupant les sols maigres où la roche mère a depuis longtemps été mise à nu. La dominance des espèces ligneuses indiquent les conditions très défavorables. En effet les principaux représentants de ce milieu sont : *Cistus monspeliensis*, *Cistus salvifolius*, *Ampelodesma mauritanicum*, *Chamaerops*

humilis, *Erica arborea*, *Lavandula stoechas*, elles sont accompagnées de *Pistacia lentiscus*, *Calycotome villosa*, *Genista ferox* et de quelques pieds rabougris de *Quercus coccifera*. Physionomiquement, la formation se présente comme une nappe buissonnante homogène dont le toit ne dépasse pas, en moyenne, 0,70m de haut pour un recouvrement moyen de 65%. La strate herbacée, composée de graminées et d'Asphodèles est relativement pauvre et ne recouvre que 4% du sol. Le support édaphique est fortement dégradé, peu épais et la roche mère y est largement affleurante.

❖ Les zones rocheuses littorales et terrestres

Le PNEK possède un littoral long d'une quarantaine de kilomètres constitué surtout d'importants escarpements rocheux. La nature parfois inaccessible de certains sites a permis à une avifaune rare de s'y installer et de nicher. Ce compartiment paysager marin du PNEK moins important en superficie, mais tout aussi intéressant sur le plan avifaunistique dans la mesure où il se distingue par l'existence d'une avifaune adaptée.

❖ Les scirpaies

Se localise généralement dans leurs périphéries immédiates. D'une manière générale c'est un milieu faiblement mais périodiquement inondé ; relativement contraignant par ses caractéristiques édaphiques et hydrologiques. Les espèces végétales dominantes sont peu nombreuses et représentées essentiellement par *Juncus sp.*, *Scirpus sp.* On peut observer lorsque les sols sont halomorphes des espèces halophytes telles que *Salicornia arabica*, *Tamarix gallica* Scirpaie du marais du Mellah.

❖ Les ripisylves et aulnaies

Les ripisylves et les aulnaies ont été groupées dans un même type de milieu, en effet les deux formations se ressemblent sur le plan botanique mais surtout du point de vue structure de la végétation. Leur composition végétale est caractérisée par la présence de *Fraxinus sp.*, *Alnus glutinosa*, *Populus sp.* *Salix sp.* Pour une strate arborée dont le caractère principal est son exigence en humidité. Les arbres des aulnaies et ripisylves sont essentiellement des feuillus caducifoliés, d'une hauteur pouvant atteindre 20 m en moyenne. Leur recouvrement au sol, très important, peut atteindre 100 % en certains endroits, avec une valeur moyenne de 80 %. Ce type de milieu caractérise les milieux forestiers caducifoliés de plaine.

❖ Les zones rocailleuses

Constitué par les affleurements de la roche mère, ce type de milieu apparaît là où des conditions de dégradation sévère de la couverture végétale et du sol se sont produites. D'une manière générale, la couverture végétale, arborée ou buissonnante, n'y subsiste que de

manière faible. Seule la strate herbacée s'y maintient à la faveur de conditions microstationnelles favorables.

❖ Les oueds

Ce sont les milieux où se créent à la faveur des conditions microclimatiques des talwegs, un type de végétation relativement différents de ceux des versants de collines. La présence de l'eau durant une partie de l'année permet d'une part un développement en hauteur des végétaux communs : Lentisque, Myrthe, Philaire ... mais elle permet également l'installation d'une végétation plus exigeante en humidité telle le Laurier rose et parfois le Tamaris. Ces milieux jouent un important rôle de corridor pour la faune. Ils permettent d'assurer la connectivité nécessaire entre habitats forestiers pour assurer le maintien de plusieurs populations de mammifères (Loutres, Lynx caracal, Renard roux...) et d'oiseaux.

❖ La subéraie sans sous-bois

Ce type de milieu bi-strate se caractérise par l'absence totale de sous-bois. La strate arborée est composée essentiellement de *Quercus suber*, qui peut atteindre 18m de haut pour une moyenne de 10,5m. L'importante densité des arbres conduit à un recouvrement de 65% en moyenne, avec une répartition très homogène. L'absence du sous-bois, qui semble d'ailleurs assez ancienne, est due à l'action combinée du défrichage pour l'installation d'un habitat sous le couvert des arbres et du pacage du bétail. La strate herbacée est moyennement développée. Elle est composée de quelques espèces opportunistes *Asphodelus microcarpus* et *Urginea maritima*, et de quelques graminées.

❖ La flore du PNEK

De par sa situation en zones humides et son caractère méditerranéen, la flore du PNEK est riche et diversifiée. Elle se caractérise par un taux particulièrement élevé d'espèces endémiques, rares et très rares, environ 15% de la flore rare à l'échelle nationale. En effet, le PNEK abrite le tiers de l'ensemble de la flore d'Algérie soit environ 850 espèces inventoriées (**De belair, 1990**), dont : 840 espèces de plantes, dont 27% sont des espèces rares et très rares et dont 26 sont protégées par décret; 114 espèces de lichens dont 53 protégées; 165 espèces de champignons. Cette flore constitue un véritable carrefour biogéographique avec, d'une part, l'élément méditerranéen dominant (50% : chêne liège, chêne kermès, oléastre, bruyère arborescente, myrte, arbousier...) et, d'autre part, des espèces à affinité européenne (20 % : aulne, saules, houx...), cosmopolite (20%) et tropicale (10%). La richesse floristique est ainsi composée de 550 Spermaphytes et 300 Cryptophytes. Sur le plan botanique, ce sont incontestablement les Angiospermes qui dominent suivi par les Gymnospermes représentés par deux familles taxonomiques, les Cupressacées et les Pinacées. Pour les Cryptophytes, sont

dénombrées 30 fougères, 110 champignons, 40 mousses, 70 algues et 50 lichens. En effet plus de 100 familles représentées dans la région d'El Kala. Sont recensées parmi les 135 familles de la flore de Quezel et Santa (**Chabi et Benyacoub, 2000**).

Les Poacées, Brassicacées, Fabacées, Astéracées, sont des familles cosmopolites se retrouvent aussi bien représentées dans les milieux forestiers que dans les milieux humides. Les Scrofulariacées, Lamiacées et Apiacées représentent bien la flore méditerranéenne, il se développe le plus souvent dans les formations arbustives (matorales, maquis et pelouses). Plutôt européenne, dans les secteurs humides on trouve généralement les Renonculacées et Cypéracées. En effet, le climat particulièrement humide et la grande diversité de milieux, joue un rôle essentielle dans la conservation d'espèces, aussi bien tropicales, particulièrement au niveau des zones humides (*Marsilea diffusa*, *Utricularia exoleta*, *Dryopteris gongyloides*, *Naja pectinata*, *Jussieua repens*, *Rhynchospora glauca*, *Cyperus corymbosus*), qu'européennes représenté par l'aulne, le frêne, le saule, l'orme et le houx. Les espèces typiquement méditerranéennes (Chêne liège, chêne kermes, olivier sauvage, bruyère arborée, calycotome, myrte, arbousier) constituent la trame de fond de la flore de la région calloise. (**Chabi et Benyacoub, 2000**)

❖ La faune du PNEK

La mosaïque d'écosystèmes a traduit sur le territoire du Parc une hétérogénéité des habitats impliquant une grande diversité biologique, notamment au niveau de la faune et particulièrement l'avifaune.

• Le groupes des Mammifères

Dans le groupe des mammifères 37 espèces ont été recensées, dont les plus omniprésentes et très abondantes sur le plant effectif sont le Sanglier, le Chacal, la Mangouste, le Hérisson, le Chat forestier. Le Cerf de Barbarie qui est une espèce endémique de la région. Le Caracal et l'Hyène sont représentés en faibles nombres et même sont menacés de disparition. En effet les mammifères marins évoqués une seule espèce, le Phoque moine dont les observations deviennent de plus en plus rarissimes (in Aissaoui ryadh). Le territoire du Parc National d'El-Kala fournit, avec sa diversité de milieux, des conditions favorables à l'installation de nombreuses espèces de mammifères. En plus, la présence d'importantes zones humides offre des conditions écologiques favorables à son installation et sa prolifération de la loutre. Entre autre la limpidité des eaux, l'absence de tous types de pollutions et enfin la disponibilité trophique des poissons qui sont très abondants dans la région riche en

refuges et loin de tous dérangement. Les différents habitats constituées de ripisylves ainsi que les diverses zones humides offrent d'excellents abris de cette espèce.

Le Parc National d'El Kala par sa disponibilité trophique en proies, est également connu pour son accueil du Caracal et la présence d'autres carnivores qui sont très répandus et familiers dans cette aire protégée qui offre une mosaïque d'habitats très diversifiés (in Aissaoui ryadh).

- **Diversité aviaire de la région**

La région d'Annaba – El-Kala compte 214 espèces d'oiseaux distribuées au sein de 53 familles. Ne figurent pas dans cette liste les oiseaux exotiques échappés de captivité et dont certains ont pu même survivre plusieurs années en liberté : *Perroquets*, *Perruches*, *mandarins*, *Canaris*... N'y figurent pas également des espèces de passage aperçues de manière sporadique : Pélican, certaines Fauvettes et dont la région constitue une aire de répartition improbable. Dans le tableau ne figurent donc que les espèces aperçues plus d'une fois et dont la région fait partie de l'aire de répartition naturelle. (Benyacoub et al, 2007).

I.4. Caractéristiques Généraux Des Lacs

L'étude des lacs constitue une science appelée limnologie. Par rapport au milieu marin, les lacs n'occupent que des zones très réduites et peu profondes. Le volume réduit n'entraîne pas une diminution proportionnelle de la biomasse, car ces milieux sont très favorables à la vie, les lacs ont des limites spatiales bien nettes favorisant l'isolement génétique. La répartition des propriétés physiques (lumière, chaleur, densité, turbulence) et chimiques (concentration en solutés) impose aux lacs une structure physique fortement liée à leur morphologie qui dépendent de l'organisation de chaque communautés biologiques. Celles-ci se répartissent en zones définies par un ensemble de caractères qui déterminent leur mode de fonctionnement. Cette notion de zonations est largement employée en limnologie. Toutefois, les différentes zones définies par leur nature (énergétique, chimique ou écologique) se recoupent sans se superposer strictement, tant sur le plan horizontal que vertical.

Horizontalement, on distingue une zone littorale où proliféreront des végétaux (ceinture à macrophytes), une zone centrale ou pélagique (zone de pleine eau) et une zone benthique (fond du lac). C'est la profondeur qui est l'agent principal de zonation horizontale (André, 1997).

II. La pollution des eaux de surface

II.1. La pollution

Le terme de pollution peut être défini comme « une modification défavorable du milieu naturel qui résulte en totalité ou en partie de l'action humaine, au travers d'effets directs ou indirects, altérant les critères de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la composition physique-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes » (**Barbaut, 2003**).

II. 2. La pollution des eaux

La pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation dangereuse et (ou) perturbe l'écosystème aquatique. Elle peut concerner les eaux superficielles (rivières, plans d'eau) et/ou les eaux souterraines. La pollution des eaux est le fait de divers types de rejets ponctuels ou diffus, qui apportent au milieu soit des calories, des substances minérales ou organique ou des microorganismes pathogènes. Elles ont comme principales origines : l'activité humaine, les industries, et l'agriculture (**Dégrément, 1998**).

II.3. Différents types ou forme de pollution des eaux

II. 3.1. Pollution physique

Une pollution de nature physique peut être mécanique, thermique ou radioactive. Elle est liée aux facteurs influents sur l'état physique de l'eau. La pollution physique mécanique est due à une charge importante des eaux en éléments en suspension qui se subdivisent en plusieurs catégories selon leur nature et leur dimension. La pollution thermique elle est causée par les rejets d'eaux chaudes (centrales électrique, source thermale...etc.) (**Tuffery, 1980**).

II.3.2. Pollution chimique

L'immense majorité des nuisances sont causées par l'entrée de ce type d'élément (ou plusieurs) indésirable dans la composition chimique de l'eau initialement destinée à un usage bien précis (**Tuffery, 1980**). Parmi lesquels, on distingue selon la nature de la pollution chimique :

Les éléments chimiques minéraux : est le fait d'éléments tels les phosphores, les nitrates, les nitrites, les sulfates, l'ammoniaque...etc.

Les éléments chimiques organiques : ont des origines multiples. Les sources principales sont les rejets des eaux usées domestique, les industries agro-alimentaires (laiteries, conserveries). Elle se traduit par plusieurs formes et d'origine différentes : matières organiques, les hydrocarbures, les huiles et graisses, les pesticides, les phénols, les détergents.

Les éléments chimiques toxiques : substances qui sont généralement peu abondantes, mais avec le temps, elles s'accumulent à tous niveaux dans l'eau (flore, faune...). Les plus

importants sont les métaux lourds (le plomb, mercure, cadmium, l'arsenic...) (**Bouziane, 2000**).

II.3.3. Pollution biologique

Un grand nombre de microorganismes peuvent proliférer dans les eaux, dans les aliments et dans les milieux naturels grâce aux conditions favorables que leur crée l'homme. L'importance de la pollution de l'eau dépend également des conditions d'hygiène des populations, mais aussi des caractéristiques écologiques et épidémiologiques. Les principaux organismes pathogènes qui se multiplient ou qui sont transportés dans l'eau sont : les bactéries, les virus, les parasites, les champignons et les algues. On parle ainsi de pollution : bactérienne, virale, ou parasitaire. Les eaux polluées peuvent contenir de très nombreuses colonies des bactéries pathogènes qui transmettent plusieurs types d'affections dites maladies à transmission hydrique (MTH). La plupart de ces germes pathogènes ont une origine fécale et leur transmission est dite oro-fécale. Parmi les germes pathogènes les plus répandus dans une eau polluée, on distingue : Les germes banals : les Bacilles *coliformes*, et les *streptocoques* responsables de gastro-entérites. Les bacilles les *shigella*, les *salmonelles*, les *vibrions cholera* provoquent des foyers épidémiques surtout dans les localités ne disposant pas de réseau d'assainissement. Il y a aussi les *mycobactéries* responsables de plusieurs types d'infection comme la tuberculose...etc. Parmi les virus responsables de maladies hydriques, on distingue : les poliovirus sauvages, les virus des hépatites, virus responsable des gastro-entérites...etc. Parmi les parasites pathogènes les plus fréquents dans l'eau on distingue : l'amibe *Entamoeba histolytica* qui est responsable de la dysenterie, les helminthes sous forme de kyste il provoque de graves anémies. On trouve aussi les vers parasites de l'homme et les insectes dont les larves sont aquatiques (**Bouziane, 2000**).

II.4. Sources des polluants d'eaux de surface

La pollution des ressources en eau peut avoir de multiples origines. Il y a, bien sûr, toutes les formes de pollution consécutives aux activités humaines, qu'il s'agisse des pollutions domestiques et urbaines, industrielles ou agricoles. Mais, il existe aussi des pollutions « naturelles » de l'eau (**Addad, 2007**). Les polluants sont majoritairement apportés dans les réseaux hydrographiques par les engrais, les élevages, les stations d'épuration, l'assainissement, les ruissellements urbains à l'échelle de bassin versant (**Dorioz et Aurousseau, 2007**). En Algérie, on peut définir deux principales sources :

- Les sources ponctuelles qui présentent l'avantage d'être quantifiables et qui concernent les effluents domestiques et industriels ;

- Les sources diffuses difficilement estimables et concernent essentiellement les activités agricoles, les déchets solides... etc. (Addad, 2007).

II.4.1. Effluents urbains (eaux usées)

❖ Eau de ruissellement ou pluviales

Elles peuvent, constituer une cause de pollutions importantes des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds...).

❖ Eaux domestiques

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en ;

Eaux ménagères : qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines, et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques, etc.

Eaux "vannes" : chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux, constituant un substrat équilibré pour le développement des bactéries.

❖ Eaux industrielles

Les eaux résiduaires industrielles sont les déchets liquides résultant, selon les activités exercées, de l'extraction ou de la transformation de matières premières en produits industriels (produits primaires), de la transformation éventuelle de ces produits primaires (produits dérivés), ainsi que de l'utilisation des produits primaires ou dérivés pour la fabrication de biens de consommation. Tant au point de vue de leur volume qu'à celui de leur composition, et contrairement aux eaux résiduaires domestiques, les caractéristiques des eaux résiduaires industrielles sont variables pour chaque branche industrielle, voire pour chaque établissement d'une même branche. L'industrie rejette bon nombre de substances qui vont polluer les rivières, parfois même d'une manière d'autant plus pernicieuse que l'on n'en connaît pas les effets à long terme. On distingue selon leur caractère :

Eaux à caractère minéral dominant : ce sont les eaux provenant des carrières, des mines et de toute activité d'extraction de minerais « industrie chimique minérale » ;

Eaux à caractère organique dominant : ce sont les eaux provenant des usines, a résidus industriels alimentaires telles que les laiteries, qui contiennent des graisses, des protéines, des glucides ;

Eaux à caractère mixte : contiennent un ou plusieurs constituants biodégradables, mais aussi d'autres constituants provenant des raffineries, des usines pétrochimiques, des papeteries. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des

produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micro-polluants organiques, des hydrocarbures dissous émulsionnés ou sous forme de films superficiels, des tensioactifs, des phénols.

II.4.2. Effluents agricoles

L'agriculture intensive tire la meilleure partie de l'eau en irriguant quand l'apport d'eau a un effet positif, mais aussi quand l'eau n'est plus un facteur limitant, en augmentant les rendements par d'autres moyens : fertilisation, destruction des mauvaises herbes, lutte contre les insectes... Cela est le plus souvent obtenu par l'emploi de produits chimiques : engrais de synthèse, herbicides, insecticides, fongicides. Dans ces pratiques, et de façon quasi inévitable, une partie des produits utilisés diffuse vers l'atmosphère, les plans d'eau ou les nappes. C'est ainsi que des produits nécessaires aux cultures, comme les nitrates ou le phosphore, sont aujourd'hui considérés comme potentiellement dangereux lorsqu'ils sont en excès dans l'eau. Le rôle de l'agriculture dans la pollution des milieux aquatiques a été souvent sous-estimé en comparaison aux sources ponctuelles qui sont plus répandues et plus contrôlables. Le fonctionnement des bassins versants et les agro systèmes induit plus ou moins inéluctablement un accroissement des pertes de sols (**Dorioz et al, 1998**).

II.5. Les principaux polluants des eaux

II.5.1. Classification alternative (la concentration)

On peut classer et parler de polluants primaires ou secondaires, en fonction de leur concentration habituelle dans l'eau.

Polluants primaires : dont la concentration dans l'eau dépasse souvent les 5 ppm.

Polluants secondaires : ceux dont la concentration dépasse souvent 0.1 ppm.

Polluants tertiaires : la concentration dépasse souvent 0.01 ppm.

Les traces : ces polluants dont la concentration est généralement inférieure à 0.01ppm.

Composants non permanents : la concentration de nombreux composants de l'eau est soumise à des changements dus au contact avec l'air, avec les matériaux de récipients et conduites, ou à l'activité biologique. Il s'agit en particulier de :

- Acidité et alcalinité
- Produits de cycles biologiques (cycle du carbone, cycle de l'oxygène, cycle de l'azote, réactions redox qui donne des Oxydants, Réducteurs).
- Radionucléides : essentiellement le Radon, qui est un problème réel pour la santé humaine.

II.5.2. Les nitrates et phosphores

Ces dernières années, l'utilisation massive d'engrais a engendré une pollution des eaux de ruissellement, de rivières, de lacs, et des eaux de mers. Or, l'azote et le phosphore jouent un

rôle très important dans le cycle de l'azote du phytoplancton et des micro-algues marines et contribue donc à l'eutrophisation des eaux.

II.6. Conséquences générales de la pollution des eaux

En fonction d'un degré croissant de pollution, les pertes d'usage concernent en premier lieu la potabilité, puis l'aptitude des eaux de rivières à permettre le développement normal de la faune, en suite, on note l'impossibilité d'utilisation pour la baignade, la perte d'usage agricole relative tant à l'utilisation des eaux pour abreuver les animaux que pour l'irrigation. Enfin, il en résulte une perte d'usage industriel (**Ramade, 2000**).

II.6.1. Atteintes chimiques

Les atteintes chimiques s'étendent aux polluants inorganiques, métalliques et organiques. Elles proviennent des eaux usées domestiques et des eaux résiduaires industrielles ainsi que des sédiments et du biofilm accumulés par temps sec dans les canalisations. En outre, les précipitations lessivent les polluants de l'atmosphère, provoquent un effet de dissolution sur certaines surfaces et lessivent des substances polluantes accumulées par temps sec sur des surfaces comme les toitures et les voies de communication.

Les contaminations chimiques modifient la composition des cours d'eau et peuvent ainsi produire des effets négatifs sur les organismes vivant dans l'eau.

II.6.2. Atteintes physiques

Les atteintes physiques comme les atteintes chimiques représentent une modification de l'espace vital des cours d'eau. Aussi, la communauté biologique des cours d'eau subit un stress pouvant conduire, selon l'ampleur, jusqu'à la disparition de certaines espèces. L'atteinte physique est de deux types : atteintes mécaniques-hydrauliques et thermiques (**Devidal, 2007**).

II.6.3. L'eutrophisation

❖ Définition de l'eutrophisation

L'eutrophisation est définie, comme l'enrichissement des eaux en nutriments qui vont favoriser la croissance des végétaux pour finalement induire des micro-algues, des algues flottantes à la surface des eaux et des macrophytes notamment des algues sur les rivages ou sur les fonds (Lacaze, 1996). Les principaux nutriments à l'origine de l'eutrophisation sont le phosphore (Principalement sous forme de phosphates) et l'azote (sous forme d'ammonium, de nitrates ou organique). La matière organique joue également un rôle important. Les paramètres physiques du milieu comme l'ensoleillement ou la température de l'eau, peuvent eux aussi favoriser le processus d'eutrophisation (**Devidal, 2007**).

❖ Causes de l'eutrophisation

Nous pouvons différencier deux types de causes de l'eutrophisation, les causes naturelles et les causes artificielles (dont l'homme est responsable).

Les causes naturelles : L'eutrophisation naturelle est donc un enrichissement naturel des eaux en sels dissous nutritifs, ce qui a normalement pour conséquence une augmentation des végétaux aussi bien les microphytes que les macrophytes. Ces éléments sont soit apportés à l'état de sels minéraux soit inclus dans les matières organiques biodégradables.

Dans les plans d'eau qui ont subi une eutrophisation, les algues prolifèrent puis sédimentent, leurs dégradations entraînent une perte d'oxygène et le milieu devient alors réducteur et certains éléments comme le phosphore peuvent être largués et le phénomène d'eutrophisation s'accélère de lui-même puisque le libéré favorise la croissance des algues.

Les causes artificielles : Lorsqu'on examine les causes de cette eutrophisation artificielle on peut distinguer, les sources diffuses et ponctuelles.

- **Les sources ponctuelles :**

Eaux ménagères qui contiennent du savon graisse, détergents riches en phosphores, traitement des rejets industriels par les stations municipales augmenter la teneur en éléments nutritifs, certaines sources de pollutions urbaines et rurales atteignent parfois le plan d'eau sous une forme concentrée.

- **Les sources diffuses (non ponctuelles) :**

Les apports nutritifs par ruissellement à partir des zones agricoles est l'utilisation de diverses substances dans les bassins versant, notamment l'épandage d'engrais d'origines organique et minérale (Ryding et Rast, 1993). Il y a deux types de sels qui ont une influence prépondérante : les nitrates et les phosphates.

L'azote est lessivé du sol sous forme de nitrate principalement et parvient aux rivières par les eaux de drainage, de ruissellement. Le lessivage du phosphore sous forme de phosphate à partir des terres agricoles et des prairies est à peu près négligeable. Par contre, l'érosion des terres peut apporter aux eaux de surface des charges phosphoriques beaucoup plus considérables ; les phosphates des engrais chimiques se perdent peu car ils se fixent bien dans le sol (Mellanby et Vincent, 1976).

❖ Conséquences de l'eutrophisation

- **Asphyxie du milieu :**

Lorsque les quantités de matières organiques sont importantes, en voie de décomposition brutale, les quantités d'oxygène prélevées dans le milieu sont elles aussi importantes et ne sont plus compensées par les apports normaux qui proviennent

de l'aération à l'inter-surface air-eau. Ceci peut provoquer la diminution des teneurs en oxygène de l'eau pouvant aller jusqu'à l'asphyxie des espèces animales dont les poissons, les plus sensibles d'abord et les plus résistantes ensuite.

- **Déséquilibre écologique :**

Modification dans la flore : dans les rivières eutrophes, les fortes concentrations en nutriments favorisent des biomasses élevées. Leur développement peut devenir excessif, ce qui va favoriser les envasements organiques.

Modification dans la faune : il peut y avoir certaines modifications dans l'un ou l'autre échelon de la chaîne alimentaire, ce qui peut provoquer des altérations du comportement alimentaire de certaines espèces de poissons et une modification de l'équilibre interspécifique ou même intra-spécifique.

- **Apparition des composés toxiques :**

La décomposition de matières azotées produit de l'ammoniac celui-ci est ensuite oxydé sous l'action des bactéries en nitrites puis en nitrates. Les deux premiers sont toxiques pour beaucoup d'animaux aquatiques alors que le troisième ne l'est pas. Normalement, ces transformations sont rapides et les teneurs en ammoniac et en nitrites restent faibles. Ils ne sont pas ainsi si il y a de fortes quantités de matières organiques ce qui produit de plus grandes quantités d'ammoniac et de nitrites, ou lorsque les teneurs en oxygène dissous sont faibles.

- **Potabilisation difficile :**

L'utilisation des eaux qui ont subi une eutrophisation pour la production d'eau potable pose de sérieux problèmes d'exploitation sur les installations de potabilisation (Ryding et Rast, 1993).

II.7. Les Principaux paramètres physico- chimiques et chimiques mesurables pour l'évaluation de la qualité des eaux

II.7.1. Température

La température de l'eau joue un rôle important par exemple en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz dont, entre autres, l'oxygène nécessaire à l'équilibre de la vie aquatique. Par ailleurs, la température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques d'un facteur 2 à 3 pour une augmentation de température de 10 degrés Celsius (°C). L'activité métabolique des organismes aquatiques est donc également accélérée lorsque la température de l'eau s'accroît. La valeur de ce paramètre est influencée par la température ambiante et mais également par d'éventuels rejets d'eaux résiduelles chaudes. Des changements brusques de température de plus de 3° C s'avèrent souvent néfastes (IBGE, 2005).

II.7.2. Le pH

Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniaque, toxique pour les poissons (**IBGE, 2005**).

II.7.3. Conductivité électrique (EC)

La conductivité électrique (EC) est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. La plupart des sels minéraux en solution sont de bons conducteurs. Par contre, les composés organiques sont de mauvais conducteurs. La conductivité électrique standard s'exprime généralement en milli siemens paramètre (mS/m) à 20 °C. La conductivité d'une eau naturelle est comprise entre 50 et 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (**IBGE, 2005**).

L'estimation de la quantité totale de matières dissoutes peut être obtenue par la multiplication de la valeur de la conductivité par un facteur empirique dépendant de la nature des sels dissous et de la température de l'eau. La connaissance du contenu en sels dissous est importante dans la mesure où chaque organisme aquatique a des exigences propres en ce qui concerne ce paramètre. Les espèces aquatiques ne supportent généralement pas des variations importantes en sels dissous qui peuvent être observées par exemple en cas de déversements d'eaux usées (**IBGE, 2005**).

II.7.4. Potentiel redox (Eh)

Dans les systèmes aqueux, le potentiel redox (ou disponibilité en électrons) affecte les états d'oxydation des éléments (H, C, N, O, S, Fe...). Dans une eau bien oxygénée, les conditions d'oxydation dominent. Quand les concentrations d'oxygène diminuent, le milieu devient plus réducteur ce qui se traduit par une réduction du potentiel redox. Dans les eaux naturelles, des comparaisons relatives de l'évolution du potentiel redox peuvent être utiles pour suivre les degrés de changement du système aquatique. Le potentiel redox se mesure en mV (**IBGE, 2005**).

II.7.5. Matières en suspension (MES)

Les matières en suspension comprennent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau. Elles incluent les argiles, les sables, les limons, les matières organiques et minérales de faible dimension, le plancton et autres micro-organismes de l'eau. La quantité de matières en suspension varie notamment selon les saisons et le régime d'écoulement des eaux. Ces matières affectent la transparence de l'eau et diminuent la

pénétration de la lumière et, par suite, la photosynthèse. Elles peuvent également gêner la respiration des poissons. Par ailleurs, les matières en suspension peuvent accumuler des quantités élevées de matières toxiques (métaux, pesticides, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques...). Les matières en suspensions sont exprimées en mg/l (**IBGE, 2005**).

II.7.6. Hydrocarbures

Ce terme fait la plupart du temps référence aux huiles minérales qui comportent des substances telles que les alcanes, les alcènes, etc. Outre leur toxicité, ces substances peuvent limiter l'apport d'oxygène dans les eaux de surface lorsqu'elles sont présentes en concentrations élevées. Ces polluants s'incluent également les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ainsi que les hydrocarbures aromatiques monocycliques (HAM) (**IBGE, 2005**).

II.7.7. Eléments en solution

Les chlorures (Cl^-) et les sulfates (SO_4^{--}) font généralement l'objet d'un suivi particulier. Une forte teneur en chlorures peut indiquer une pollution par des eaux usées domestiques (sels régénérats utilisés dans les lave-vaisselle) ou par certaines eaux usées industrielles. D'autres ions tels que le calcium (Ca^{++}), magnésium (Mg^{++}), potassium (K^+), fluor (F^-) peuvent être également mesurés. Les éléments en solution sont exprimés en mg/l (**IBGE, 2005**).

II.7.8. Dureté de l'eau (ou titre hydrométrique)

La dureté d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques, excepté celles des métaux alcalins (Na^+ , K^+) et H^+ . Elle est souvent due aux ions Ca^{++} et Mg^{++} . La présence de ces deux cations dans l'eau tend souvent à réduire la toxicité des métaux. La dureté se mesure en mg de CaCO_3 par litre (**IBGE, 2005**).

II.7.9. Oxygène dissous (OD) et % de saturation en oxygène

Les concentrations en oxygène dissous constituent, avec les valeurs de pH, l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique. L'oxygène dissous dans les eaux de surface provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques. Globalement, plus la concentration en oxygène dissous (OD) est proche de la saturation, plus l'aptitude de la rivière à absorber la pollution est grande : une valeur inférieure à 1 mg d' O_2 par litre indique un état proche de l'anaérobie. Cet état se produit lorsque les processus d'oxydation des déchets minéraux, de la matière organique et des nutriments consomment plus d'oxygène que celui disponible. Une faible teneur en oxygène dissous provoque une augmentation de la solubilité des éléments toxiques qui se libèrent des sédiments. une valeur de 1 à 2 mg d' O_2 par litre indique une rivière fortement

polluée mais de manière réversible ; une teneur de 4 à 6 mg d'O₂ par litre caractérise une eau de bonne qualité ; des teneurs supérieures à la teneur naturelle de saturation en oxygène indiquent une eutrophisation du milieu se traduisant par une activité photosynthétique intense (IBGE, 2005).

II.7.10. Charge en matières organiques

Demande biochimique en oxygène (DBO) et demande chimique en oxygène (DCO) Deux méthodes permettant d'évaluer la quantité en matière organique présente dans l'eau. Ces deux méthodes se basent sur la différence entre la teneur en oxygène dissous initiale et la teneur en oxygène dissous finale après oxydation de la matière organique présente dans un échantillon d'eau. La demande biochimique en oxygène (DBO) représente la quantité d'oxygène utilisée par les bactéries pour décomposer partiellement ou pour oxyder totalement les matières biochimiques oxydables présentes dans l'eau et qui constituent leur source de carbone (graisses, hydrates de carbone, tensioactifs, etc...) (IBGE, 2005).

La demande chimique en oxygène (DCO) correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique, effectuée à l'aide d'un oxydant puissant, des composés organiques présents dans l'eau. Elle permet de mesurer la teneur en matières organiques totales (exceptés quelques composés qui ne sont pas dégradés), y compris celles qui ne sont pas dégradables par les bactéries. Il s'agit donc d'un paramètre important permettant de caractériser la pollution globale d'une eau par des composés organiques (IBGE, 2005).

II.7.11. Substances eutrophisantes

Différentes formes d'azote et de phosphore (nutriments) constituent des éléments nutritifs indispensables aux végétaux. Les composés qui en contiennent comme les phosphates et les nitrates constituent dès lors des matières nutritives de choix pour les végétaux. Des concentrations de nitrates et de phosphates trop importantes induisent le phénomène d'eutrophisation (étouffement de la vie aquatique). Ces substances sont normalement générées par la minéralisation de la matière organique. Toutefois, présentes en trop grande quantité suite à des rejets intempestifs, elles favorisent la prolifération d'algues et de micro-organismes photosynthétiques qui réduisent la pénétration de la lumière dans les couches d'eaux profondes. Si ces algues et microorganismes photosynthétiques produisent de l'oxygène le jour, ils en consomment la nuit et ces variations en concentration d'oxygène peuvent être fatales aux poissons. Par ailleurs, la décomposition des algues mortes induit également une consommation d'oxygène. Lorsque l'eau est trop peu oxygénée, les conditions d'anaérobiose risquent également de se traduire par une accumulation de composés ammoniacés et de nitrites susceptibles d'intoxiquer la faune et la flore (IBGE, 2005).

II.7.12. Chlorophylle

Le contenu en chlorophylle constitue une mesure sensible de la quantité d'organismes photosynthétiques et d'algues et, en ce sens, du degré d'eutrophisation de l'eau (IBGE, 2005).

II.7.13. Chlore libre

Le risque de trouver du chlore libre dans les eaux de surface est très limité dans la mesure où cette molécule est très réactive. Le chlore libre peut se combiner à des substances organiques pour former des formes halogénées (chloroforme, ...) (IBGE, 2005).

II.7.14. Bore

Le bore ne constitue pas en lui-même un élément toxique mais révèle la présence de détergents (IBGE, 2005).

II.2.15. Métaux lourds

Le suivi des concentrations en métaux lourds (densité > à 5 g/ cm³) est particulièrement important vu leur toxicité et leur capacité de bioaccumulation le long des chaînes alimentaires. Contrairement aux polluants organiques, les métaux ne peuvent pas être dégradés biologiquement ou chimiquement (IBGE, 2005).

Les concentrations en cuivre, nickel, chrome, plomb, zinc, cadmium, arsenic sont régulièrement mesurées. Les métaux lourds caractérisent certains types de pollution, comme par exemple : la présence de cuivre et de nickel signe des rejets provenant d'industries de traitement de surface des métaux ; le chrome dénonce la présence d'une tannerie ; le plomb est lié à des pollutions diffuses (apports dus aux transports routiers et à l'existence de sites industriels désaffectés) ; le zinc est évacué par des industries qui pratiquent la galvanisation ou la préparation d'alliages tels que le lait on et le bronze, il est également libéré lors du contact entre les eaux de ruissellement et les matériaux galvanisés (toitures métalliques, gouttières) ; le cadmium peut notamment être rejeté par des usines de galvanoplastie et des industries chimiques de textiles et de teintures (IBGE, 2005).

II.7.16. Substances tensioactives

Les substances tensioactives sont constituées de molécules possédant une partie hydrophobe et une partie hydrophile. La configuration chimique des tensioactifs leur confère des propriétés de nettoyage importantes (dégraissage). Ces substances interviennent donc dans la composition des détergents, savons, etc. Si les tensioactifs sont en eux-mêmes relativement peu toxiques, leur impact environnemental est lié au fait qu'ils peuvent rendre les membranes des cellules perméables à certaines substances qui habituellement les traversent peut ou ne les traversent pas (IBGE, 2005).

III. Présentation générale des Anatidés

La famille des Anatidés consiste en plus de 150 espèces dispersées dans le monde entier (**Bull et Farrand, 1994**), dont le parc nationale d'EL Kala (nord-est algérien) accueille plus de 2/3 des populations d'Anatidés qui hivernent en Algérie, ces sites hébergent des espèces nicheuses dont certaines ont un statut précaire (**PNEK, 2011**). Cette famille comprend les cygnes, les oies et les canards. Toutes les espèces possèdent des pattes palmées et la plupart sont des oiseaux aquatiques. La majorité des espèces de cette famille possède un dimorphisme sexuel marqué, le mâle ayant un plumage plus coloré que celui de la femelle (**Choinière, 1995**).

III.1. Présentation du Canard Colvert (*Anas platyrhynchos*)

Le mâle est généralement plus gros que la femelle (**Whyte et Bolen, 1984; Delnicki et Reinecke, 1986**). Durant les périodes de disette et de reproduction, les graisses sont métabolisées. La femelle peut perdre jusqu'à 25 % de son poids, principalement des réserves de graisse, lors de la ponte et de l'incubation (**Krapu, 1981**) tandis que le mâle perd du poids lors de son arrivée au site de nidification jusqu'à ce qu'il quitte sa partenaire (**Lokemoen et al, 1990**). Un gain de poids chez le mâle est observé lors de la période d'incubation par la femelle.

III.1.1. Taux de contact

❖ Comportements et activités

Le cycle des activités de base consiste à se nourrir, se baigner, se nettoyer et dormir (**Drilling et al, 2002**). Dans le Dakota du Nord, les couples, lors de la période de pré-incubation, passaient 65 % du temps à se reposer, 15 % à se nourrir, 5 % à se baigner et se toiletter, et 8 % à se déplacer. Les femelles se nourrissent 18 % du temps en période de pré-incubation, 55 % du temps lors de la ponte et 38 % du temps lors des intervalles hors du nid durant l'incubation (**Dwyer et al, 1979**).

Le Canard colvert passe plusieurs heures par jour à nettoyer ses plumes (observation personnelle). À l'aide de son bec ou de sa tête, il lisse ses plumes d'un enduit huileux et cireux sécrété par la glande uropygienne, située à la base de la queue. Cet exercice s'effectue entre 4 à 5 fois par jour (environ 5 minutes chaque fois) (**Choinière, 1995; Drilling et al, 2002**).

❖ Habitudes et régime alimentaires

Le Canard colvert se nourrit principalement de graines et d'invertébrés associés aux marais, aux champs agricoles et à la matière en décomposition (**Allen, 1987**). Au printemps, la femelle passe d'un régime herbivore à un régime contenant une grande proportion de matières animales. Ce changement est associé à une demande protéinique accrue pour la mue, la reproduction et l'incubation des œufs (**Swanson et Meyer, 1973; Swanson et al., 1979; Swanson et al., 1985; Heitmeyer, 1988**). Les jeunes se nourrissent également d'invertébrés aquatiques en grande quantité, particulièrement lors de leur croissance rapide (Chura, 1961). Dans les marais, les insectes nocturnes émergents constituent également une source importante de nourriture (**Swanson et Meyer, 1973**).

Une caractéristique importante du Canard colvert est son habileté à se nourrir autant en milieu agricole et forestier qu'en milieu aquatique. Il cherche une partie de sa nourriture à l'intérieur des terres, principalement dans les champs de céréales. Très friand de grains (maïs, blé, sorgho, orge et son) (**Johnsgard, 1975**), il peut aussi être aperçu cherchant de petits insectes et des racines dans l'humus aux lisières des forêts. En milieu aquatique, il bascule le haut de son corps dans l'eau à la recherche de matières végétales submergées et d'insectes. À l'occasion, il peut même plonger pour obtenir sa nourriture (**Johnsgard, 1975**). Dans les lieux d'hivernage, le Canard colvert utilise habituellement des aires de nourriture et des aires de repos dissociées.

❖ Dynamique des populations

• Habitat

Le Canard colvert est un barboteur polyvalent, s'accommodant d'habitats très variés allant des régions boisées aux prés à plantes herbacées (**Johnsgard, 1975; Godfrey, 1986**). Godin et Joyner (1981) ont observé que les femelles colverts du sud de l'Ontario choisissent des étangs de plus de un hectare de diamètre avec une forte émergence de végétation. Les étangs artificiels utilisés pour le traitement des eaux usées dont la surface est couverte à plus de 30 % de végétation sont également privilégiés pour l'élevage des canetons (**Bélangier et Couture, 1988**).

Le Canard colvert niche à même le sol à proximité d'un plan d'eau. Cependant, il arrive que la femelle établisse son nid à plusieurs kilomètres d'un point d'eau si elle n'a pas d'autre choix (**Duebbert et Lokemoen, 1976**). Elle dissimule son nid dans de la végétation haute (au moins un demi-mètre de hauteur) tels des graminées, des orties,

des chardons et des framboisiers (**Bellrose, 1976**) bien à l'abri des regards des prédateurs. Des nids peuvent aussi être trouvés derrière ou à l'intérieur de troncs d'arbres tombés et dans des souches (**Johnsgard, 1975; Cowardin et al, 1967**).

Après l'éclosion, la femelle recherche des zones de plantes émergentes à feuilles étroites ainsi que des bandes de végétation flottante pour élever ses rejetons (**Carrière et Titman, 1999**). Les aires d'hivernage sont constituées principalement de marais et de plaines inondables (**Heitmeyer et Vohs, 1984**) de profondeur variant de 20 à 40 cm (profondeurs optimales pour l'alimentation) (**Heitmeyer, 1985; Allen, 1987**).

- **Domaine vital**

Le domaine vital du Canard colvert est estimé à 240 hectares pour le mâle et à 210 hectares pour la femelle dans un milieu forestier du Minnesota (**Gilmer et al, 1975**). Pendant la période d'incubation, le domaine vital est d'environ 70 hectares. Il n'est pas rare de voir une compétition interspécifique pour l'obtention des femelles et la défense du territoire l'entourant (**Brodsky et Weatherhead, 1984**). Les femelles qui se sont reproduites avec succès l'année précédente reviennent habituellement au même site de nidification (**Lokemoen et al, 1990**). Le taux de retour global des femelles varie entre 5 et 58 % (**Anderson et al, 1992**) tandis que le pourcentage des mâles retournant au même site de reproduction est négligeable (**Drilling et al, 2002**).

- **Densité de population**

La densité durant la saison de reproduction est positivement corrélée avec la disponibilité du couvert végétal pour l'élaboration du nid et avec la disponibilité des terres humides et des plans d'eau pour l'alimentation du Canard colvert (**Pospahala et al, 1974**).

- ❖ **Organisation sociale et reproduction**

Le Canard colvert est une espèce monogame pour une saison, mais il n'est pas rare que le mâle force des copulations extra couple (**Drilling et al, 2002**). Le couple se forme lors de la migration automnale et dans les lieux d'hivernage, dont les femelles sont les plus âgées arrivent aux aires de reproduction en premier, ce qui augmente probablement leur chance de succès en s'appropriant les meilleurs emplacements pour la nidification (**Lokemoen et al, 1990**). La première couvaison se termine habituellement au mois de mai (**Palmer, 1976**) mais, en raison d'un haut taux de prédation, plusieurs autres pontes peuvent avoir lieu avant qu'il y ait succès de reproduction (**Swanson et al, 1985**). La moyenne d'œufs par couvée diminue au fur et à mesure qu'il y a augmentation du nombre de couvées successives

(Eldridge et Krapu, 1988; Lokemoen et al, 1990). Le mâle quitte le nid dès le début de l'incubation. La femelle incube les œufs et élève seule sa progéniture. Durant l'incubation, la femelle quitte rarement plus de deux fois par jour (approximativement 1 heure à la fois) le nid pour s'alimenter (Johnsgard, 1975). Une fois les œufs éclos, les canetons ne passent pas plus de 24 heures dans le nid avant de se rendre à un plan d'eau.

La femelle veillera sur sa couvée pour une période d'approximativement 8 semaines, avant l'âge d'envol des canetons. De leur côté, les mâles se rassemblent pour la mue des ailes. Ils se font très discrets et ne sont aperçus que très rarement pendant 24 à 26 jours, période durant laquelle ils ne peuvent voler (Bellrose, 1976).

❖ Démographie et causes de mortalité

La prédation par les mammifères est la cause principale de la destruction des nids, suivie par les perturbations humaines (activités agricoles) et les conditions météorologiques défavorables (Klett et al, 1988; Lokemoen et al, 1988). Le Renard, la Mouffette, le Blaireau et la Corneille sont des prédateurs importants des œufs (Johnson et al, 1988). Le Vison d'Amérique et le Raton laveur sont responsables de la destruction de 42,5 % des nids dans une zone marécageuse du sud du Québec (Masse et Raymond, 1988). La femelle colvert va pondre une deuxième, voire une troisième fois, si le nid est détruit (Palmer, 1976). La survie des juvéniles dépend de l'abondance de la nourriture et de la qualité de l'habitat (ce dernier étant régi par des facteurs environnementaux telle la pluviométrie).

❖ Activités périodiques

• Mue

La femelle mue à la fin de l'hiver ou au début du printemps, à l'exception de la mue des ailes, qui s'effectue lorsque les jeunes sont prêts pour leur premier envol. Chez le mâle, la mue de la tête, du corps et de la queue commence tôt à l'été et se poursuit ou se chevauche avec la mue des ailes. Le Canard colvert ne peut voler pendant environ 25 jours, lors de la mue des ailes (Palmer, 1976).

• Migration

Le Canard colvert migre en empruntant l'un des quatre principaux couloirs aériens (Pacifique, Central, Mississippi et Atlantique). Le couloir du Mississippi, regroupant la vallée du Missouri jusqu'au golfe du Mexique, est le plus achalandé (Bellrose, 1976). En Amérique du Nord, le Canard colvert a tendance à hiverner de plus en plus

vers le nord en raison de la création et de l'altération de plusieurs cours d'eau par l'être humain (**Jorde et al, 1983**).

IV. présentation des parasites les plus connues chez des oiseaux

Combes (1995) définit les parasites comme des organismes présents durant un temps significatif dans ou sur un autre organisme vivant « l'hôte » dont ils obtiennent tout ou partie des nutriments qui leur sont nécessaires sur lesquels ils ont un potentiel de nuisance. D'après Gosling (2005), le Parasitisme est une relation intime entre deux organismes dont le premier (parasite) tire profit de l'autre (l'hôte), généralement pour obtenir des nutriments ou l'utiliser comme un support physique. Le parasitisme peut avoir des effets mineurs ou majeurs sur la survie de l'hôte. Il s'établit entre les deux organismes étroitement associés un équilibre dynamique (**Combes, 1995 ; 2001**) où le parasite se nourrit des substances, cet équilibre peut être rompu en faveur du parasite quand l'organisme ne parvient plus à réparer ses pertes ou à s'opposer aux toxines parasitaires ; il est rompu en faveur de l'hôte lorsque la présence du parasite déclenche une réaction cellulaire ou humorale qui inhibe le développement de ce dernier (**Cassier et al, 1998**). On peut classer les parasites selon leur emplacement au sein de leurs hôtes (ectoparasites, mésoparasites ou endoparasites).

IV.1. Les ectoparasites

Accrochés ou collés aux téguments ou aux phanères de leurs hôtes, doivent résister aux forces d'arrachement et frottements de leurs hôtes. Ils consomment les excoriations et productions tégumentaires (Mallophages, Kérotinophages) ou, après effraction tégumentaire (piqûres, incision, usure, succion), le sang de leur hôtes (**Cassier et al, 1998**). Chez les oiseaux les ectoparasites sont :

IV.1.1. Des insectes

Aptérygotes permanents (Anoploures, Mallophages) ou ptérygotes (Hémiptères) temporaires (Siphonaptères, Diptères, Coléoptères). Ils atteignent leurs hôtes activement ou passivement au vol ou à la course (Diptères, Hémiptères) ou même pendant la reproduction (matériaux de construction des nids). Les *Mallophages*, les *Platypyllus*, les *Leptinus*, les *Dermaptères* et les *Hemimerus*, pourvus de pièces buccales broyeuses, consomment les productions épidermiques, les squames, peut-être les sécrétions sébacées, les plumes et les poils qu'ils

décortiquent occasionnellement, ils lèchent le sang que leurs morsures ont fait couler ou dévorent d'autres ectoparasites.

Les Anoploures, les Puces, les Punaises et les Diptères pupipares, armés d'une trompe vulnérante, piquent pour sucer le sang. Les uns et les autres ne boivent jamais d'eau, les parasites empruntent encore à l'hôte l'humidité nécessaire à la vie (**Séguy, 1944**).

IV.1.2. Des Arachnides

Les arachnides infestant des oiseaux comportent les tiques dures (Ixodidae), les tiques molles (Argasidae), et certaines mites qui sont des Acariens Matériel et méthodes Parasitiformes (Boyd, 1951). Les tiques sont toutes regroupées dans le sous-ordre des Ixodida, leur taille est plus importante que les mites pouvant aller jusqu'à 20 mm lorsqu'elles sont engorgées de sang. Elles sont toutes hématophages, elles constituent des vecteurs biologiques de grande importance (protozoaires, bactéries, virus), de part leur prolificité, elles peuvent survivre trois à quatre ans sans repas de sang, elles attaquent deux, trois, ou plusieurs hôtes dans toute leur histoire de vie, la majorité sont des tiques à trois hôtes (**Boyd, 1951**). Les mites sont regroupées dans le sous-ordre des Mésostigmata, leur taille varie entre 0,2 et 2,5 mm (Loiselle, 1999). Comme les Ixodida, les stades immatures sont actifs, elles sont hématophages ou elles perforent les plumes.

IV.2. Les méso-parasites

Occupent les cavités naturelles, reliées au milieu extérieur, de leurs hôtes : voies et cavité pulmonaires, tubes digestif et ces dépendances, vessie urinaire, voies génitales. Ils consomment le contenu, les sécrétions (phagotrophie, microphagie, osmotrophie) ou comme les précédents, aspirent le sang après effraction des parois (**Cassier et al, 1998**).

IV.3. Les endoparasites

Envahissent le milieu intérieur (appareil circulatoire sanguin ou lymphatique), les espaces intercellulaires et mêmes des cellules pour certains protozoaires parasites (*Plasmodium*, *Leishmania*, *Toxoplasma*) : Appelés aussi hémoparasites selon Greiner et Ritchie (1994), ils distinguent chez les oiseaux :

IV.3.1. Microfilaire

C'est un parasite interérythrocytaire d'un embryon de filaires, de la superfamille des Filaridae. Elles sont produites par des filaires adultes résidant dans le courant sanguin, les tissus et les cavités corporelles (**Bourée, 1989**). Les microfilaires de l'ensemble des espèces sont nocturnes, elles ne sont donc aptes pour la transmission que la nuit (**Gosling, 2005**) par un diptère hématophage de la famille des Ceratopogonidae (**Raharimanga et al, 2002**). L'affection par une filariose se caractérise par la présence de microfilaires au stade larvaire dans la circulation sanguine (**Bourée, 1989 ; Raharimanga et al, 2002**).

IV.3.2. Trypanosoma

Genre des protozoaires le plus représenté en espèces de la famille des Trypanosomidae, parasite interérythrocytaire du sang de la lymphe et des tissus des invertébrés et vertébrés. Les trypanosomes sont des protozoaires flagellés fusiformes, de 10 à 40 µm de long avec une membrane ondulante et un flagelle partant d'un petit blépharoplaste (**Bourée, 1983**). La plupart des espèces passent une partie de leur cycle dans les intestins des insectes et d'autres invertébrés. Les stades flagellés s'achèvent uniquement dans l'hôte vertébré (**Gosling, 2005**). Parasite commun en Afrique à côté du genre *Leishmania* transmis par les phlébotomes, très abondantes dans les régions de l'Atlas tellien et saharien et propre aux mammifères (**Dadet, 1984**).

IV.3.3. Haemoproteus

Genre d'un hémospore intra-érythrocytaire de la famille des Haemoproteidae. L'infection par ce parasite chez les oiseaux se caractérise par une schizogonie uniquement dans les cellules endothéliales viscérales et par la présence de gamétocytes dans le sang circulant (**Geiner et Ritchie, 1994 ; Moulinier, 2003 ; Valkiūnas, 2005**). D'après Campbell (1994) et **Valkiūnas et Iezhova (2000)**, il se distingue par un cytoplasme bleu avec la coloration Giemsa, des granules bleus à marron brillantes, le gamétocyte englobe le noyau érythrocytaire, ainsi que le noyau du micro-gamétocyte est plus large que celui du macro-gamétocyte, ces derniers présentent une coloration basophile par MGG, c'est le témoignage de l'intensité des organites (**Valkiūnas, 2005**). Il est l'agent causal de la malaria aviaire. Il se transmet par divers diptères de la famille des *Hippoboscidae*, *Ceratopogonidae* (**Valkiūnas, 2005**) ou *Chironomidae* du genre *Culicoides* (**Geiner et Ritchie, 1994 ; Gosling, 2005**).

IV.3.4. Plasmodium

Genre d'un hémospore intra-érythrocytaire de la famille des Plasmodiidae. L'infection à Plasmodium chez les oiseaux se caractérise par la présence de pigments dans le parasite intra-érythrocytaire, par une schizogonie exo et endo-érythrocytaire et par une gamétogonie endo-érythrocytaire. Le sang périphérique contient à la fois des schizontes et des gamétocytes contrairement aux genres *Haemoproteus* et *Leucocytozoon* qui ne présentent que des gamétocytes (Valkiūnas, 2005). Ces derniers occupent généralement, moins de 50 % du cytoplasme érythrocytaire et ils déplacent le noyau pour la majorité des espèces (Campbell, 1994). La couleur des gamétocytes varie entre le rouge, bleu et violet clair (Chavatte et al, 2007) les macro-gamétocytes sont plus foncées que les micro-gamétocytes. La transmission des parasites du genre Plasmodium se fait par les femelles des moustiques (diptères) du genre *Culex*, *Aedes*, *Culiseta* et *Anopheles* pour quelques espèces (Valkiūnas, 2005).

IV.3.5. Leucocytozoon

Genre d'un hémospore intra-érythrocytaire de la famille des Leucocytozoidae. La mérogonie érythrocytaire s'effectue dans les cellules du foie, dans les macrophages et autres cellules réticuloendothéliales (capillaires). Le gaméocyte non pigmenté et de grande taille, se développe dans les érythroblastes, érythrocytes et les leucocytes mononucléaires (Valkiūnas, 2005). L'infection à Leucocytozoon se caractérise par une déformation caractéristique (Campbell, 1994). La transmission se fait par des mouches noires Simuliidae du genre *Simulium*, un *Ceratopogonidae* (Fallis et al, 1976 ; Valkiūnas, 2005; Gosling, 2005) ou *Chironomidae* du genre *Culicoïdes* (Geiner et Ritchie, 1994).

Partie II : Matériels et Méthode



Matériels et Méthode

I. Présentation de la zone d'étude

L'étude a été réalisée au niveau du Parc National d'El-Kala (P.N.E.K) (Wilaya d'El-Tarf) qui abrite le complexe des zones humides le plus important du pays qui sont exceptionnels de par leurs dimensions et leurs diversités et où plusieurs études scientifiques ont été menées (**Ledant et Van Dijk, 1977; Van Dijk et Ledant, 1980; Morgan, 1982; Samraoui et al, 1992; Boumezbeur, 1993; Samraoui et De Belair, 1998; Chalabi, 1998**).

Cette région, qui fait partie des zones humides du bassin méditerranéen sont connues pour leurs multiples valeurs pour l'homme et la nature (**Skinner et Zalewski, 1995**). Une de ces valeurs est de constituer une source d'alimentation inestimable pour des animaux de ferme et aussi la faune sauvage. zone avec une table d'eau dans le sol assez élevée qui permet la croissance des plantes herbacées à travers la plupart des saisons (**Tziella et al, 2006**). Ses lacs présentent une grande diversité sur plan floristique, et faunistique (**De Belair, 1990**).

Cette richesse a été bien mise en évidence par Benyacoub et al (1998). En effet, on y compte au moins 37 espèces de Mammifères dont 7 rares, 214 espèces d'Oiseaux dont 75 hivernantes et 139 nicheuses. 17 espèces de Reptiles ont été recensées dont 6 peu abondantes et 2 rares. En ce qui concerne les Insectes, 40 espèces d'Odonates, 50 espèces de Syrphidés, 45 espèces de Carabidés et 31 espèces de Lépidoptères ont été jusqu'à ce jour identifiées (**Benyacoub et al. 2007**).

De nombreux lacs de taille variable s'inscrivent dans un contexte géomorphologique sublittoral et possèdent des eaux lagunaires salées (Mellah), saumâtres (Mafragh) ou d'eau douce à tendance plus au moins mésoeutrophe comme le lac Tonga, qui font l'objet de notre étude (**Slimani et al, 2008**). (*Figure 05*)

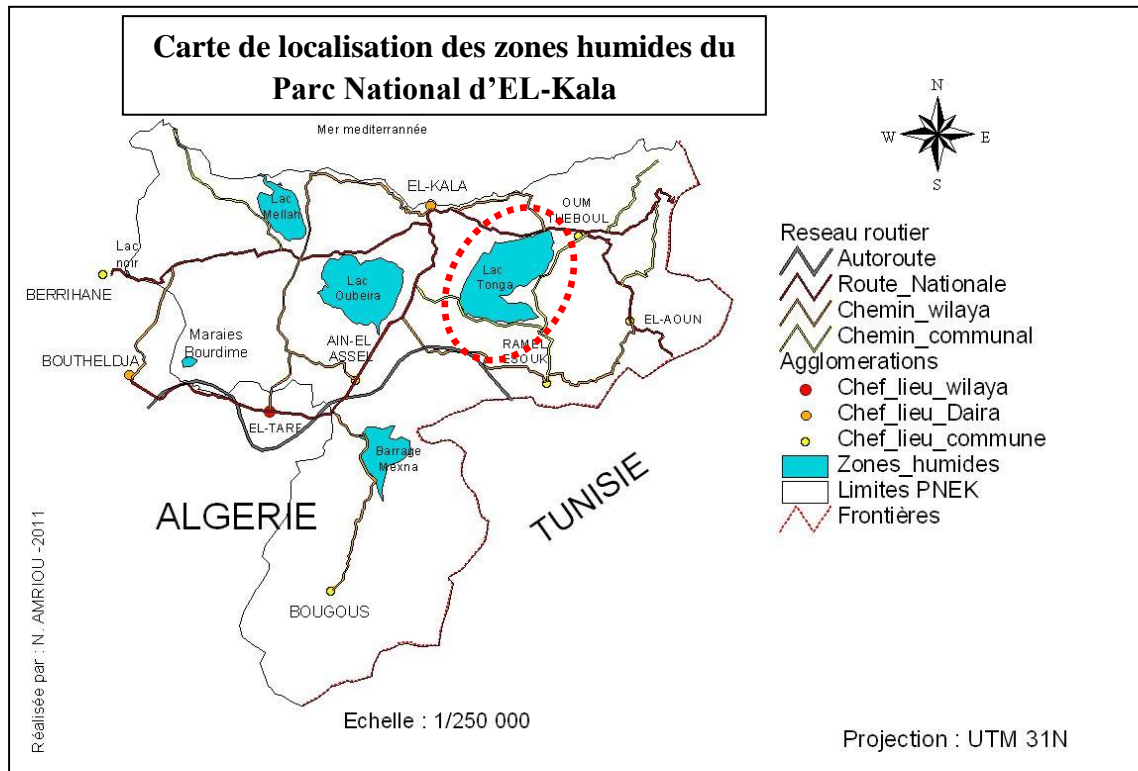


Figure 05. Carte de situation géographique des zones humides du PNEK (Amriou, 2011).

I.1. Site d'étude

I.1.1. Description et localisation

Le Lac Tonga ($36^{\circ}53$ N, $08^{\circ}31$ E) s'étendant sur une superficie de 2500 ha (Belhadj et al, 2007) est l'un des sites Ramsar le plus important des zones humides d'Afrique du Nord (Boumezbeur, 1993 ; Samraoui et De Belair, 1998). Il est situé à l'extrême Nord-est de l'Algérie et fait partie du parc national d'El-Kala classé parmi les aires protégées de la région méditerranéenne ayant la nomenclature de réserve de la biosphère. (Figure 06)

La végétation aquatique abondante de ce lac joue un rôle prépondérant dans la répartition des espèces d'oiseaux d'eau en offrant à la fois l'abri et l'aliment. Elle est principalement composée par des ilots de *Typha angustifolia*, *Iris pseudoacorus*, *Scirpus lacustris*, *S. maritimus* *Phragmites australis*, *Salix pedicellat* et *Sparganium erectum*. En printemps, nous assistons à l'émergence et la floraison d'une hydrophyte très envahissante des espaces d'eau libres *Nymphaea alba* (Abbaci 1999).

Matériels et Méthode

Quelques dizaines de milliers d'oiseaux d'eau (canards, oies, rallidés, ardéidés, limicoles et autres), hivernent au Tonga, site de nidification d'un nombre important d'espèces aviaires. (Leveque, 2009).

Parmi elles nous avons le canard Colvert (*Anas platyrhynchos*) qui représente notre modèle biologique dans cette étude.

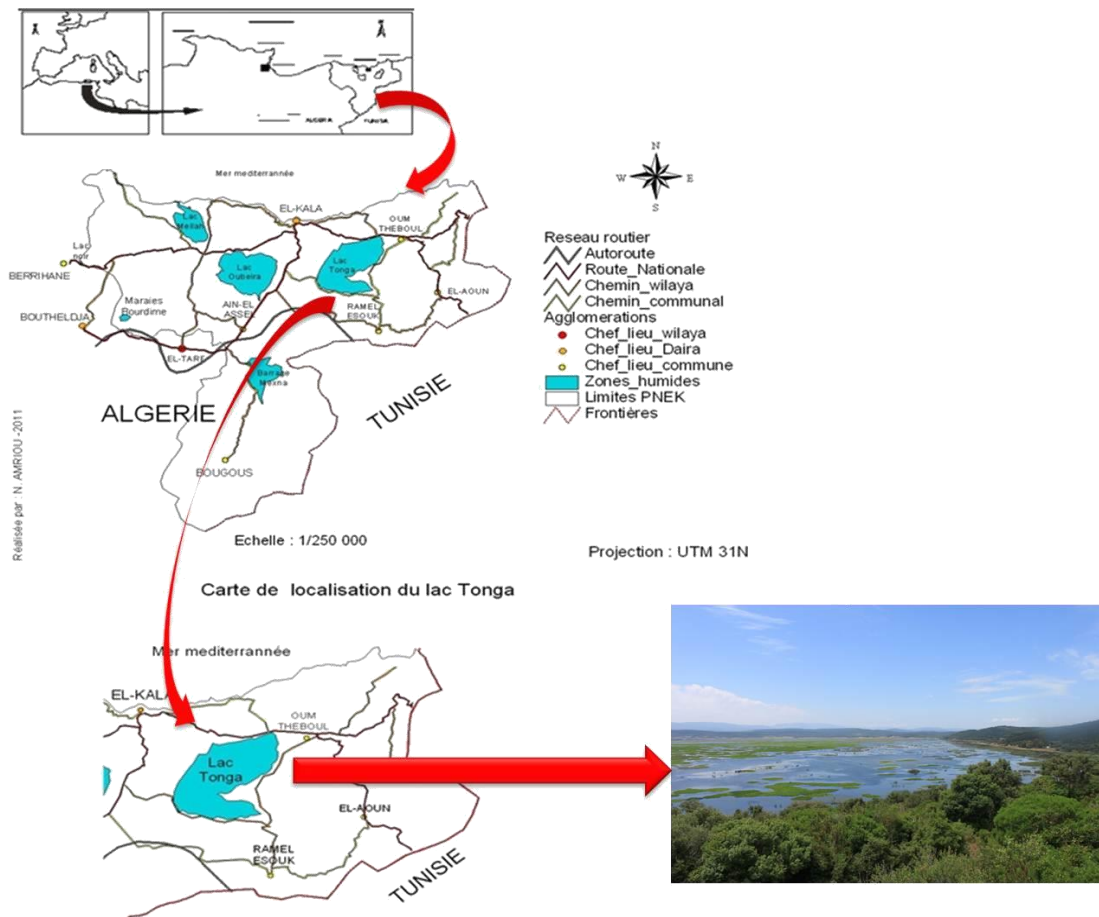


Figure 06. Carte de situation géographique du lac Tonga (Amriou, 2011).

I.1.3. Caractéristiques physiques :

❖ Hydrologie

Le Tonga est alimenté d'une part par de nombreux affluents (petits ravins) secs en été tout au long des rives Ouest et sud et d'autre part par à l'Est et au Nord Est par des oueds et de 02 sous bassins versants, celui d'oued EL Hout au sud et d'oued El Eurg au Nord ; L'exutoire du Tonga étant l'oued Messida (DGF, 2003). (Figure 07)

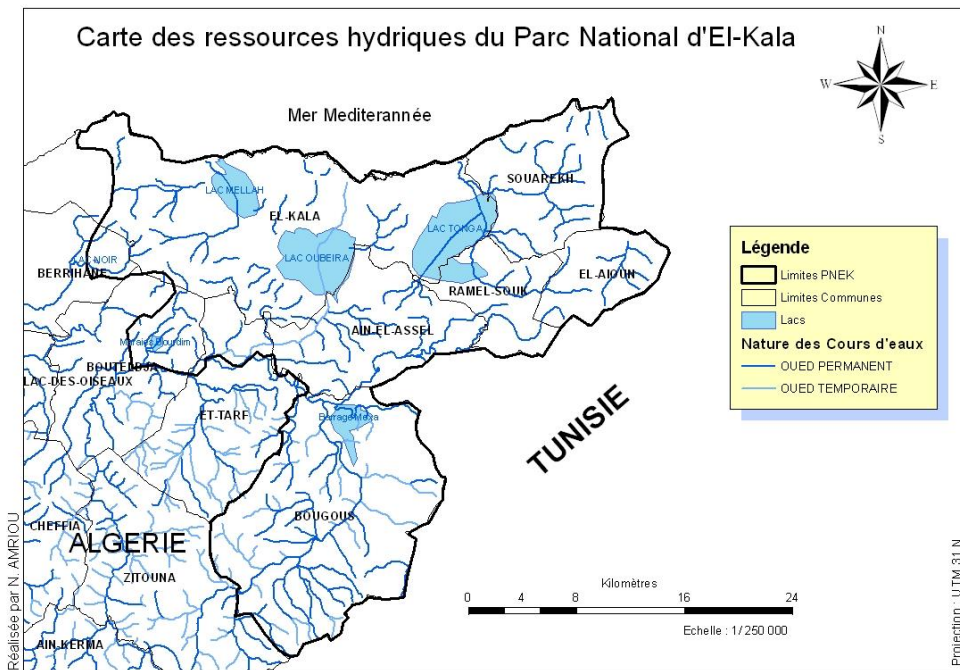


Figure 07. Carte des ressources hydriques de la Willaya d'EL-Tarf et de Lac Tonga (Amriou, 2011).

❖ Géologie

L'origine du Tonga date du Quaternaire, les mouvements tectoniques ont permis le creusement de sa cuvette. Au fond du lac se développent les argiles de numidie qui assurent l'imperméabilité de cette dépression laguno-marine qui s'est transformée en lac d'eau douce par l'envasement du fond à la suite de dépôts importants de limons arrachés aux collines. Le bassin versant du Tonga de 150 km² est constitué de diverses formations géologiques: Sols de marécages, formés de limons de bas-fonds, alluvions limoneuses formées de sable et limons récents, formations du Pontien, formées de conglomérats à ciments argileux, grès de numidie qui sont quartzeux, blanchâtres, formant des reliefs abrupts, argiles de numidie, formées de marnes argilo-schisteuses, argiles, grès et calcaires noirs de l'Eocène moyen qui constituent les contreforts entourant le lac (DGF, 2003).

❖ Pédologie

on y distingue 4 types de sols, les sols des marais dans la partie centrale du lac, les sols tourbeux au niveau de l'aulnaie au Nord du Tonga, les dépôts alluvionnaires d'oued El Hout et oued El Eurg et autour du lac et les sols de prairies marécageuses qui s'assèchent en été (DGF, 2003). (Figure 08)

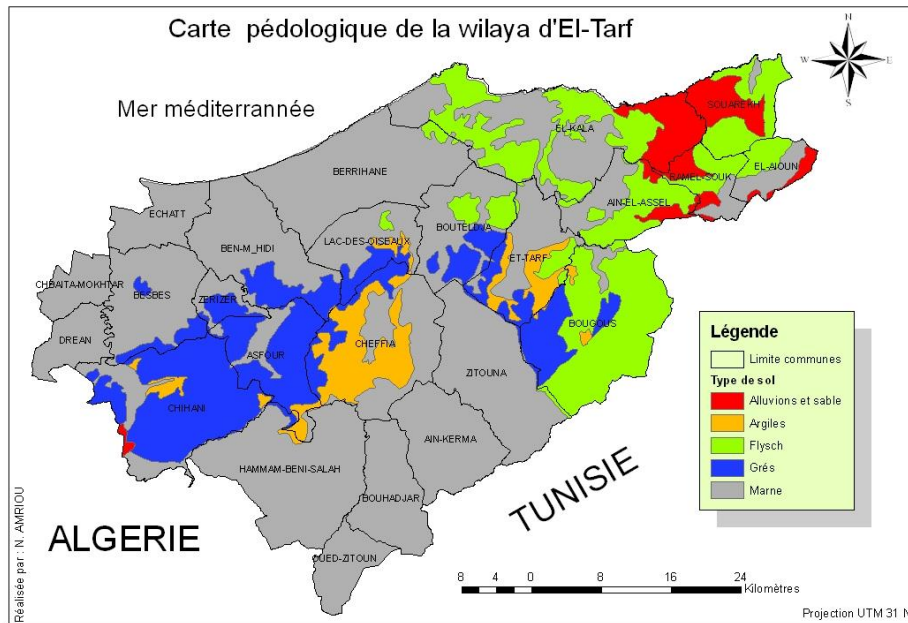


Figure 08. Carte pédologique de la Wilaya d'EL-Tarf et des Lac de Tonga (Amriou, 2011).

❖ Occupation actuelle des sols

- **Site** : Marais, lacs d'eau douce, aulnaie, îlots, Etc
- **Région voisine** : Terrains agricoles sur la périphérie des berges, pâturages, forêts de chênes liège et vert, petites agglomérations. (Figure 09)

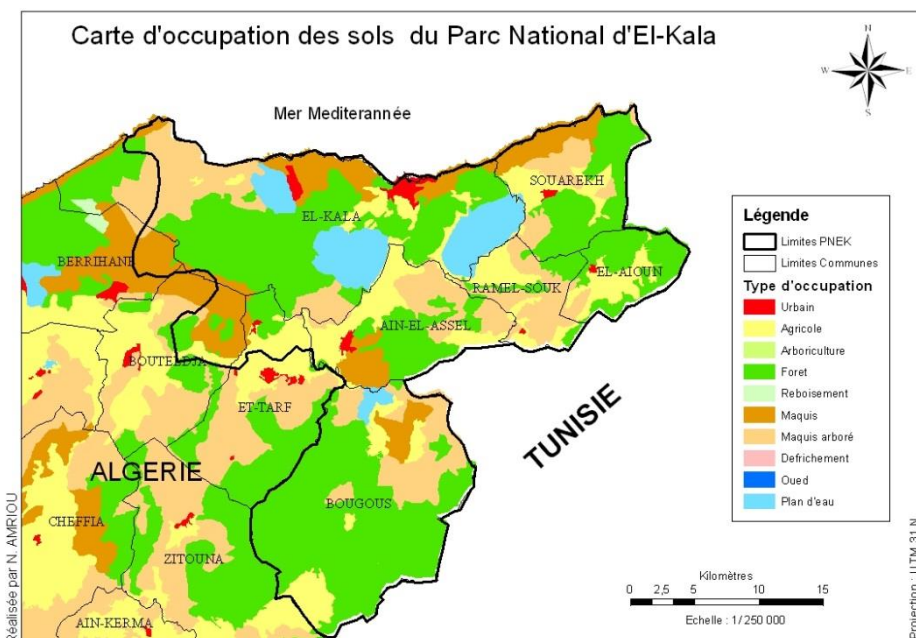


Figure 09. Carte d'occupation des sols de la Wilaya d'EL-Tarf et de Lac de Tonga (Amriou, 2011).

❖ Climat

Si le mésoclimat reste connu dans ses grands traits, il reste bien des faits, tels que la nature et la répartition de la végétation par exemple, qui ne peuvent s'expliquer que par la présence d'un climat plus localisé dont nous ne connaissons aucune caractéristique (**Benyacoub, 2000**). En effet au niveau du bassin versant du Lac Tonga où les reliefs jouent selon leur position, le rôle d'ombre ou d'aimant pluviométrique, où les zones humides en tamponnant localement l'atmosphère, réduisent le caractère xérique de la période estivale et où généralement, la plus petite variation du facteur limitant que constitue l'humidité se répercute immédiatement sur la végétation (**Benyacoub. S et Chabbi. Y, 2000**). Le bassin versant du lac Tonga se trouve dans l'étage bioclimatique de végétation méditerranéen subhumide tempéré au Nord, dans l'humide doux et l'humide chaud au Nord-est, dans l'humide tempéré au Sud et à l'Est; ses collines occidentales sont communes avec celles du lac Oubeïra (**de Belair, 1990**). (Figure 10)

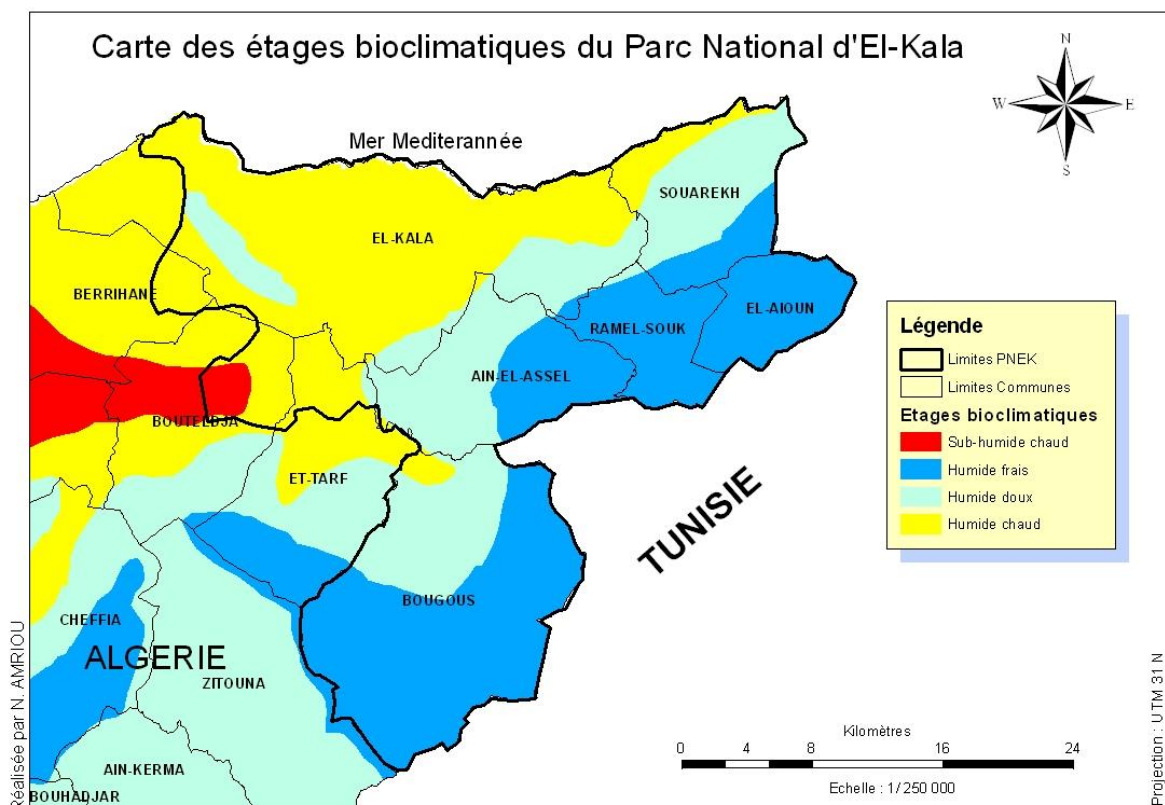


Figure 10. Carte des étages bioclimatiques de la Willaya d'EL-Tarf et du Lac de Tonga (Amriou, 2011).

I.1.4. Caractéristiques écologiques :

❖ Les oiseaux d'eau

C'est un site d'hivernage pour des dizaines de milliers d'oiseaux d'eau (canards, oies, rallidés, ardéidés, limicoles et autres), un site de nidification d'un nombre important d'espèces aviaires et une zone de mue et d'escale. Ces fonctions sont assurées par la grande diversité des milieux au sein même du lac et la présence de grandes surfaces d'eau libre, d'une végétation en mosaïques et d'îlots de forêts flottantes de Saule pédicellé.

❖ La flore

Une flore remarquable et une banque de gènes très importante. Le Tonga est un site qui abrite une faune très importante (anguille, reptiles et amphibiens, insectes au moins pendant leur stades larvaires).

❖ Faune remarquable

• Les mammifères

La loutre *Lutra lutra* et le Cerf de Barbarie *Cervus elaphus barbarus*, espèce endémique de l'Algérie et de la Tunisie.

• Les oiseaux d'eau

Quelques dizaines de milliers d'oiseaux d'eau (canards, oies, rallidés, ardéidés, limicoles et autres), hivernent au Tonga, site de nidification d'un nombre important d'espèces aviaires. Parmi elles, nous avons une colonie d'Ardéidés représentée par des Hérons et des Aigrettes. Le Busard des roseaux *Circus aeruginosus*, la Poule d'eau *Gallinula chloropus*, le Râle d'eau *Rallus aquaticus*, l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, la Talève sultane *Porphyrio porphyrio*, le Blongios nain *Ixobrychus minimus*, la Guifette moustac *Chlidonias hybridus*, l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus*. On y rencontre également la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* (estivante) et la sarcelle d'été *Anas querquedula* (de passage), le Flamant rose, la spatule blanche et d'autres espèces.

II. Modèle biologique

Le Canard colvert (*Anas platyrhynchos*) est une espèce abondant dont l'effectif total entre l'Europe et l'Afrique oscille autour de 09 millions. C'est une espèce de grande taille (de 50 à 65 cm et d'envergure de 80 à 95 cm), ayant un poids de 700 à 1300 g pour la femelle et de 800 à 1400 g pour le mâle.

II.1. Description

II.1.1. Le Mâle en plumage nuptial

Il a le cou vert métallique avec un fin collier blanc à la base et une poitrine marron plus ou moins rouge vineux ; le ventre est blanc grisâtre avec le dos gris cendré. Les ailes sont grises avec un miroir bleu violacé ; la région anale est noire avec une queue blanche. Les pattes sont orange et le bec est vert olive. (*Photo 01*)

II.1.2. la Femelle

Les plumes sont de couleur noisette et cernées de brun, le miroir est bleu violacé, le bec et les pattes sont orange avec des taches brunes (**Potiez, 2002**). (*Photo 01*)



Photo 01. Couple de colvert au niveau du lac Tonga (copyright Labbaci, 2015).

II.2. Intérêts du modèle

- Le colvert est un des canards les plus étudiés dans le monde. Ils sont en quelque sorte les rats de laboratoire de la sauvagine, car ils sont utilisés dans de nombreuses expériences, tant en captivité qu'en liberté, pour étudier la nutrition, l'effet des pesticides et, pour les gestionnaires de la sauvagine, les pratiques qui pourraient améliorer leur conservation, malheureusement c'est le contraire dans l'Algérie dont les études de cette espèce reste étroite et très limitée malgré leur importance scientifique.

- Bien que sont parmi les premiers canards à arriver dans les aires de reproduction au printemps, habituellement à l'avant-garde avec les canards pilets et les bernaches du Canada pour maximiser leurs chances de réussir à élever une belle couvée de canetons.
- Le colvert est un porteur sain du virus dont le plus connu est celui de la grippe aviaire, aussi les hôtes définitifs des quelques parasites les plus communs sont le canard colvert (*Anas platyrhynchos platyrhynchos*) et le cygne tuberculé (*Cygnus olor*) (Bayssade-Dufour et al, 2002).

III. Méthodologie générale

III.1. Etude des paramètres de la reproduction

Nous avons travaillé pendant cinq (05) années successives depuis l'année 2011 jusqu' à l'année 2015, au niveau du complexe des zones humides du P.N.E.K et exactement dans lac Tonga. La période d'étude s'est étalée sur cinq (05) sessions de reproduction dans la quels nous avons effectué des sorties régulières au rythme d'un (01) sortie chaque trois(03) jours.

Notre travail consiste à la recherche systématique des nids à partir de « 8:00 » du matin, sur les berges du lac et en son intérieur. Soit à l'aide d'une embarcation sans moteur à l'intérieur ou à pieds sur les bords du lac on utilisant des cuissards (*Photo 02*). La détection des signes de présence des individus et surtout les signes de mise en couple, nous ont permis de trouver les nids, et suivre la reproduction de l'espèce cible.



Photo 02. Méthodologie de la recherche des nids (copyright Labbaci, 2014).

III.1.1. Le suivi morphologique des nids

Les sites ont été fouillés systématiquement à la recherche de nids en construction d'une façon plus au moins précoce par rapport aux dates de début de la ponte citées aux différents références bibliographiques à partir du mois de Janvier pour assurer la détermination de la date exacte de début de la ponte (la reproduction). Lorsqu'un nid est localisé nous avons marqués en première lieu vos cordonnés géographiques par l'utilisation d'un GPS, en deuxième lieu on prend ses caractéristiques morphologique, dont les paramètres mesurés à l'aide d'un mètre ruban sont les suivants :

- ✓ Diamètre externe (cm).
- ✓ Diamètre interne (cm).
- ✓ La profondeur de l'eau (cm).
- ✓ Hauteur du nid (cm).(*Photo 06*)

Une carte avec la localisation des nids a été réalisée afin d'étudier la répartition des individus nicheurs dans le lac (*Photo 03*).



Photo 03. Méthodologie de la mensuration des paramètres des nids du colvert (copyright Labbaci, 2012).

III.1.2. Paramètres de la reproduction

Quatre paramètres démographiques ont été pris en considération :

- Date de ponte (DP) : qui désigne la date de ponte du premier œuf.
- Grandeur de ponte (GP) : correspondant au nombre des œufs pondus.
- Période d'incubation : la durée en jours à partir de la ponte du premier œuf jusqu'à l'éclosion des œufs.
- Le taux d'éclosion : correspondant au pourcentage des œufs éclos.

Parallèlement les œufs ont été mesurés (longueur, largeur) à l'aide d'un pied à coulisse et pesés avec un pesant. Le volume est calculé selon l'équation de Harris (1964) :

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

Où **L** : longueur de l'œuf (mm), **B** : Largeur de l'œuf (mm), **V** : volume de l'œuf (cm³).
(Photo 04).



Photo 04. Méthodologie de la mensuration des paramètres des œufs du colvert (copyright Labbaci, 2012).

III.2. Caractéristiques morphologiques des femelles au cours d'incubation

Les femelles de colvert au cours d'incubation sont très résistantes au différent dérangement externe et ne quittent pas leur nids facilement et ne s'abandonnent pas qu'à l'exception d'un cas

de dérangement dangereux et continue pour cela leur capture sont plus accessible dans ce moment, alors nous avons réussi de faire quelques mensurations sur un nombre important des femelles. (*Photo 05*).



Photo 05. Morphologie de la femelle de colvert au cours de l'incubation (copyright Labbaci, 2013).

III.3. Les Poussins

Les poussins du colvert sont des nidifuge, elles sont donc quitte leur nid juste quelques heures après l'éclosion (au maximum après 24 H) donc c'est difficile de détectés au milieu des végétations dense de lac Tonga, alors nous avons donnés le maximum des efforts pour faire quelques mensurations morphologiques (poids et taille) (*Photo 06*).



Photo 06. Morphologie du poussin de colvert (copyright Labbaci, 2015).

IV. Paramètres physico-chimique de l'eau du lac Tonga

Les différentes analyses physico-chimiques (température, pH, conductivité électriques, TDS, salinité, turbidité,). Elles sont réalisées par l'utilisation d'un Appareil multi paramètres numérique directement sur terrain (*Photo 07*).



Photo 07. Multi-paramètres de terrain (copyright Labbaci, 2015).

Notamment nous avons déterminé 04 stations différentes sur lesquelles nous avons calculés les différents paramètres physico-chimiques de l'eau du lac Tonga (*Figure 11*) :

- Deux (02) Stations de végétation dense au niveau du Nord du lac :
 - Aulnaie 01 (*Photo 08*)
 - Aulnaie 02 (*Photo 09*)

Cette zone présente le territoire de la nidification de notre modèle biologique.

- Stations de végétation plus au moins dense au niveau du Nord-est du lac :
 - Maizila (*Photo 10*)
- Une quatrième station au niveau du sud du lac dépourvue des végétations :
 - Oued-ELHout (*Photo 11*)



Figure 11. Image satellite de différentes stations d'échantillonnage.



Photo 08. Station d'échantillonnage Aulnaie 01 (copyright Labbaci, 2015).



Photo 09. Station d'échantillonnage Aulnaie 02 (copyright Labbaci, 2015).



Photo 10. Station d'échantillonnage Maizila (copyright Labbaci, 2015).



Photo 11. Station d'échantillonnage Oued-EL Hout (copyright Labbaci, 2015).

Matériels et Méthode

En plus, les paramètres physico-chimiques sont calculés une seul fois chaque mois et par l'utilisation du logiciel *Microsoft Excel 2010* nous avons déterminés les moyennes de chaque paramètre de chaque stations à part et on présenté par un Histogramme qui contient les moyennes des trois (03) périodes suivant :

- **Période pré-reproduction** : présente la moyenne des résultats des mois : Novembre, Décembre, Janvier et Février.
- **Période de la reproduction** : qui présente la moyenne des résultats des mois : Mars, Avril, Mai et Juin.
- **Période post-reproduction** : elle présente la moyenne des résultats des mois : Juillet, Aout, Septembre et Octobre.

V. Le dénombrement

Le dénombrement a été réalisé pendant la période d'hivernage à partir du moins décembre – janvier selon les condition climatiques qui influence sur la date du migration des oiseaux d'eau en collaboration avec les gens du parc nationale d'EL-Kala dans la plus parts des cas. Les observations au sol ont été réalisées à partir des différents miradors (postes d'observations principales) : Mirador du Tonga, Mirador de Maizila, Mirador de Oued-EL Hout et des pistes (points d'observations auxiliaires) : piste de Maizila , Chemin Willaya de Oued EL Hout, en utilisant du matériel optique (jumelles, télescope) (*Photo 13*).



Photo 13. Dénombrement au niveau de site de Oued-EL Hout (copyright Labbaci, 2015).

VI. Etude de la variation de l'immunité du canard colvert au cour de leur période d'étude au niveau du lac Tonga

Les échantillons sanguins sont prélevés sur des oiseaux adultes, au niveau de la veine jugulaire ou de la veine alaire à l'aide d'une aiguille stérile (**Hoysak et Weatherhead, 1991 ; Campbell, 1994**). Les frottis sanguins sont réalisés sur terrain en étalant une goutte de sang sur une lame à 45°, laissée sécher par la suite à l'air libre. Les lames sont identifiées à l'aide d'un marqueur permanent ou d'un stylo graveur (diamant).

Au niveau du laboratoire, les frottis sanguins sont colorés, avant de procéder à l'étude, par une double coloration MGG (May-Grunwald-Giemsa). Les lames séchées sont placées horizontalement sur des supports puis recouvertes pendant trois minutes avec May Grunwald (bleu de méthylène éosine) suivi d'un rinçage à l'eau distillée, cette coloration doit être suivi par la coloration de Giemsa dilué à 1/10 pendant 20 min puis rincer et sécher (**Hawkey et Dennett, 1989 ; Campbell, 1994**). Cette technique permet la fixation du tissu sanguin et la mise en évidence des hémoparasites (**Bennett et Campbell, 1972**). L'examen des lames au microscope optique au niveau de laboratoires d'écologie des écosystèmes aquatiques et terrestres est réalisé sous l'objectif x 40, puis avec l'objectif x100 pour faire la numération des cellules sanguines (globules rouges et globules blancs) qui va donner une vision sur l'état de la santé de notre modèle biologique (*Photo 14*).

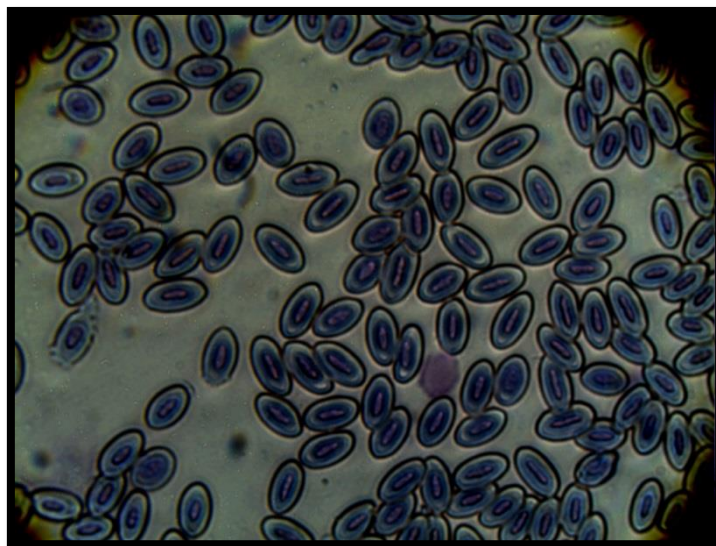


Photo 14. Frotti sanguin d'une femelle de colvert sous microscope optique : Objectif x100 (copyright Labbaci, 2014).

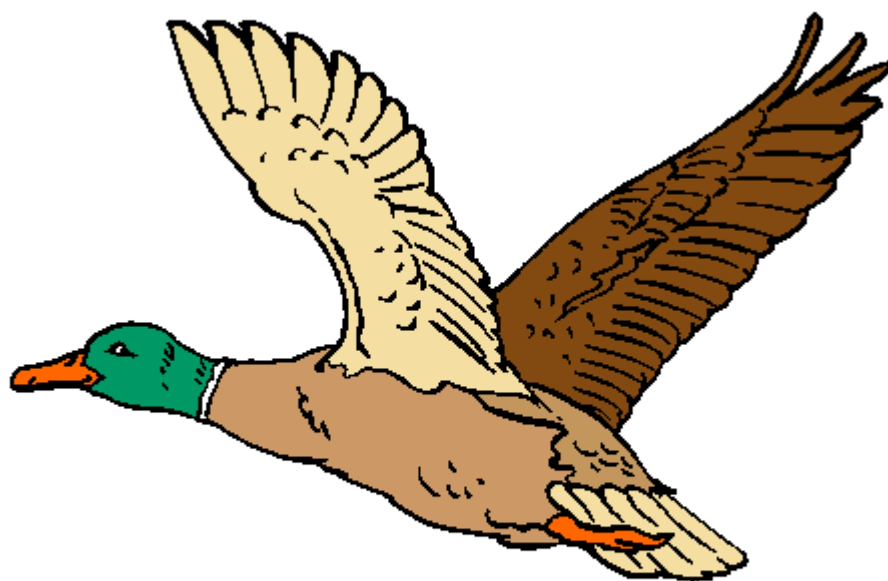
VII. Analyses statistiques

Le *Microsoft Excel 2010* nous a permis de faire les statistiques élémentaires (la moyenne, les valeurs maximales et minimales), ainsi que les différents graphes (histogrammes, secteurs, lignes). Ainsi toutes nos données ont été traitées par le logiciel *Statistica* (version 8, 2008) pour déterminer les corrélations existantes entre les différents paramètres.

Partie III : Résultats et Discussion



Chapitre I : La reproduction du canard colvert



Chapitre I

I. Introduction

Les oiseaux d'eau ont en commun d'avoir développé une anatomie, une morphologie et une physiologie adaptées à l'eau ou d'avoir élaboré des stratégies (de reproduction, d'hivernage, de recherche de nourriture) favorisant leur existence dans ce type d'environnement (**Tamisier et Dehorter, 1999**). Le système de classification, mis au point par Linné au XVIII^{ème} siècle, et qui est toujours utilisé, divise la classe des Oiseaux en sous-classe des Ratites (oiseaux qui ne volent pas) et sous-classe des Carinates qui comprend l'immense majorité des oiseaux actuels. On découpe cette sous-classe en 20 ordres, dont l'ordre des Ansériformes regroupe des oiseaux palmipèdes caractérisés par une palmure des pattes qui est une adaptation fonctionnelle à la vie aquatique et par un bec arrondi à l'extrémité (**Géroudet, 1988**). L'ordre des Ansériformes comprend deux familles, celle des Phenicopteridae et celle des Anatidae, différant surtout par la longueur de leur tarse et la forme de leur bec. Le bec des Anatidés suffit à les distinguer, arrondi à l'extrémité, souvent aplati. Il est recouvert d'une peau molle et se termine par un ongle corné. Sur les bords des deux mandibules, des rangées de lamelles régulièrement disposées, et plus ou moins développées, ont pour fonction de filtrer l'eau (**Géroudet, 1988**).

L'identification des Anatinaes souvent appelé Canard repose sur plusieurs critères. Ainsi, on peut diviser les Canards en deux groupes défini non seulement par leur façon de se nourrir, mais encore par les modifications que celle-ci a imposées à leur anatomie et à leurs allures. Ce sont les Canards de surfaces et les Canards plongeurs.

Les Canards de surface sont ainsi appelés parce qu'ils fréquentent essentiellement les eaux peu profondes, de la vase et des formations végétales palustres, c'est le cas de notre modèle biologique : Canard Colvert qui est un nicheur très commun largement distribué dans le Paléarctique (**Dubois et al, 2008 ; Yesou et al, 1983**). Il fréquente tous les types de milieux humides (cours d'eau, marais, étangs). Son statut de conservation est favorable en Europe.

Ce canard vit dans les zones humides d'eau douce, que ce soit dans les marais, les étangs et les lacs ou les rivières calmes, dans toutes les régions tempérées et subtropicales d'Amérique du Nord, d'Europe, d'Asie, de la Nouvelle-Zélande, et d'Australie, du niveau de la mer jusqu'à

2000 mètres d'altitude. Il vit sur l'eau, et ne va sur la terre ferme que pour la nidification et le repos. Cette espèce est migratrice au nord de son aire de répartition. Par exemple, les spécimens d'Amérique du Nord hivernent au sud du Mexique, et pour quelques-uns d'entre eux en Amérique Centrale et aux Caraïbes de septembre à mai.

Le colvert est monogame mais change de partenaire à chaque période de reproduction. Plusieurs mâles courtisent une femelle, certains pouvant même s'accoupler sans effectuer de parade nuptiale, plus ou moins de force. La parade a lieu sur l'eau durant tout l'hiver, longtemps avant la saison de la reproduction.

Généralement, la femelle arrive la première sur le lieu de nidification, et bâtit son nid au sol, dans un endroit caché, près d'un plan d'eau. Il est composé d'herbe, de jonc et de feuilles, et garni de duvet que la cane arrache à son propre plumage. Pendant la période de reproduction, le mâle protège énergiquement sa femelle. Il la quitte ensuite dès l'incubation.

II. Période d'étude et Méthodologie

Notre période d'étude s'est étalée sur cinq (05) ans successifs depuis l'Année 2011 jusqu' à l'Année 2015, dont le travail est réalisé au niveau du complexe des zones humides du P.N.E.K (Park Nationale D'EL-Kala) et exactement dans lac Tonga. Notre travail est basé essentiellement sur la recherche des nids dans toute la surface du lac, dont les niches détectées sont marquées géographiquement par un GPS puis sont soumises à différentes études citées dans la partie « Matériels et Méthodes » de cette présente thèse.

III. Répartition spatial du Canard Colvert durant la période de reproduction

Tout au long de la période de notre étude on peut dire que les zones préférables pour l'observation du Colvert au niveau de notre site d'étude (au moins pendant la période de la reproduction) sont celles de « Maizila » (au niveau du Nord du lac) et de « Oued-ELHout » (au niveau du Sud du lac). Par-contre cette observation est très difficile dans la zone de végétation dense (Aulnaie et l'arborétum au niveau du Nord-est du lac)(*Figure 12*).



Figure 12. Carte de répartition spatiale de colvert au niveau du lac Tonga durant la période de reproduction (Amriou, 2011).

IV. Caractéristiques des nids

IV.1. Nombre de nids

Selon Boumezbeur (1990), il n'y a aucun nid de notre modèle au niveau du lac Tonga malgré leurs recherches très poussées. Selon cet auteur, ceci serait certainement dû à plusieurs raisons plus particulièrement au fait qu'il peut nicher dans un très grand nombre de milieux différents et assez loin du plan d'eau concerné, situé au centre du lac où l'eau est extrêmement pure et la végétation palustre bien développée, sans beaucoup se mélanger aux autres espèces.

Contrairement à l'étude citée précédemment, au cours de notre période d'étude étendue sur 05 Années successives à partir de l'Année 2011 jusqu'à 2015 nous avons trouvé 141 nids, localisés généralement sur les bords du Lac dans un milieu de végétation très dense composé essentiellement d'arbres d' « Aulnaie du Tonga ». D'autre part par fois le canard colvert peut se mélanger avec d'autres espèces dans son propre milieu, cela est bien déterminé par nos résultats dont quelques nids de colvert sont « parasité » par une autre Anatidé : le *nyroca* qui partage avec lui les mêmes nids par deux œufs.

Chapitre I : La reproduction du Canard Colvert

Ceci pouvant être expliqué selon un rapport préparé par « British Trust for Ornithology (BTO) » en 2008 par un phénomène de déplacement des zones de reproduction des oiseaux d'eau sous l'influence des changements climatiques qui devient intensifs. Depuis l'année 1990, les zones de reproduction tout comme les zones d'hivernage des espèces d'oiseaux d'eau se déplacent vers les pôles ou vers des zones géographiquement plus élevées. Dans le nord-ouest de l'Europe, certaines espèces d'oiseaux d'eau du littoral ont déplacé leurs zones d'hivernage de plus de 100 km au cours des vingt dernières années. Le déplacement vers les pôles des zones de reproduction est moins spectaculaire, mais néanmoins bien documenté. Les déplacements de ce genre devraient être plus fréquents dans l'avenir (BTO, 2008).

Durant la période d'étude 141 nids du Canard Colvert (*Anas platyrhynchos*) ont été recensés dans la zone d'étude : 11 nids le mois de Mars, 63 nids le mois d'Avril, 31 nids le mois de Mai et 36 nids le mois de Juin. Cette différence de nombre mensuelle de nids est influencée généralement par les facteurs climatiques qui jouent un rôle principal dans le processus de reproduction d'une façon générale. (Figure 13)

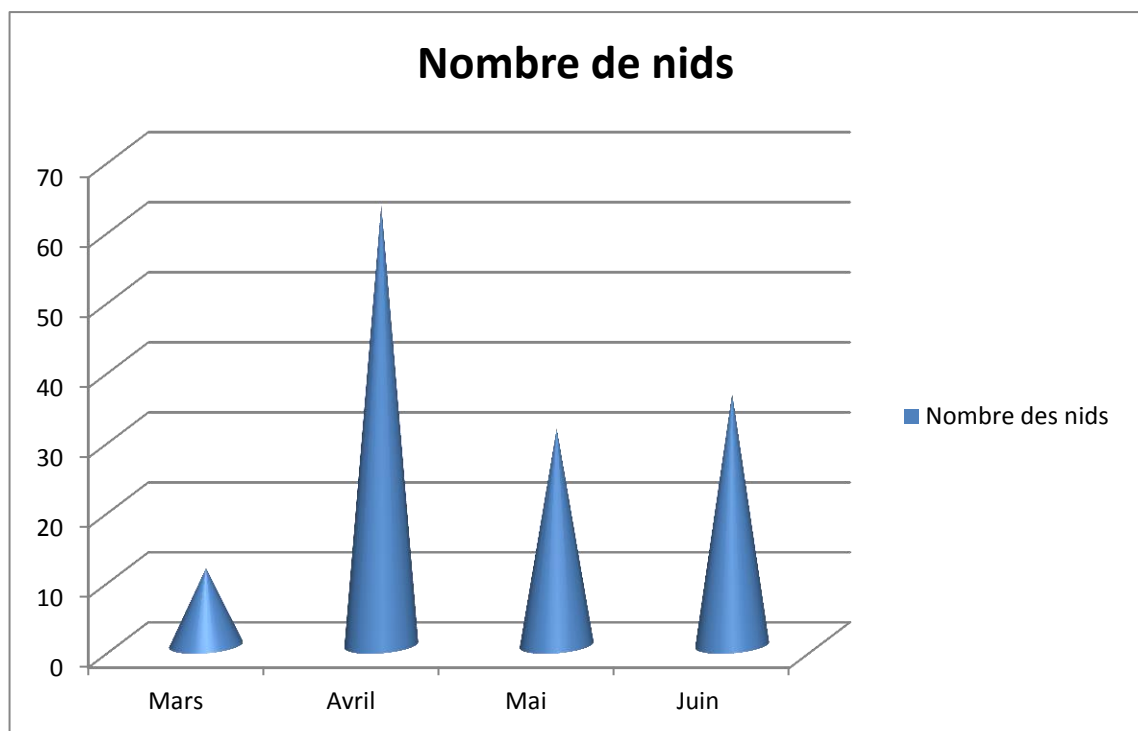


Figure 13. Histogramme de nombre mensuel de nids au cours de la période d'étude (n = 141).

IV.2. Distribution géographique des nids

La sélection d'habitat est le choix d'un site particulier parmi les sites disponibles ayant des caractéristiques biotiques et abiotiques spéciale. Ce choix particulier est fait par des individus d'une espèce dans un site où ils passent leur temps (**Patridge, 1978**).

Au cours de notre période d'étude nous avons remarqués que La quasi-totalité des nids du Colvert est localisé sur les bords-Nord du Lac Tonga (dans la zone de *l'Aulnaie de Tonga* de « Maizila » et celle de « l'Arboretum ») dont la distance entre elles varie entre 03 et 15 Mètres. Elle est rarement partagé leur nid avec d'autres espèces constituant Ainsi un territoire indépendant et spécifique. Par ailleurs, certains nids se trouvent beaucoup plus en profondeur vers l'intérieur (*Figure 14*).

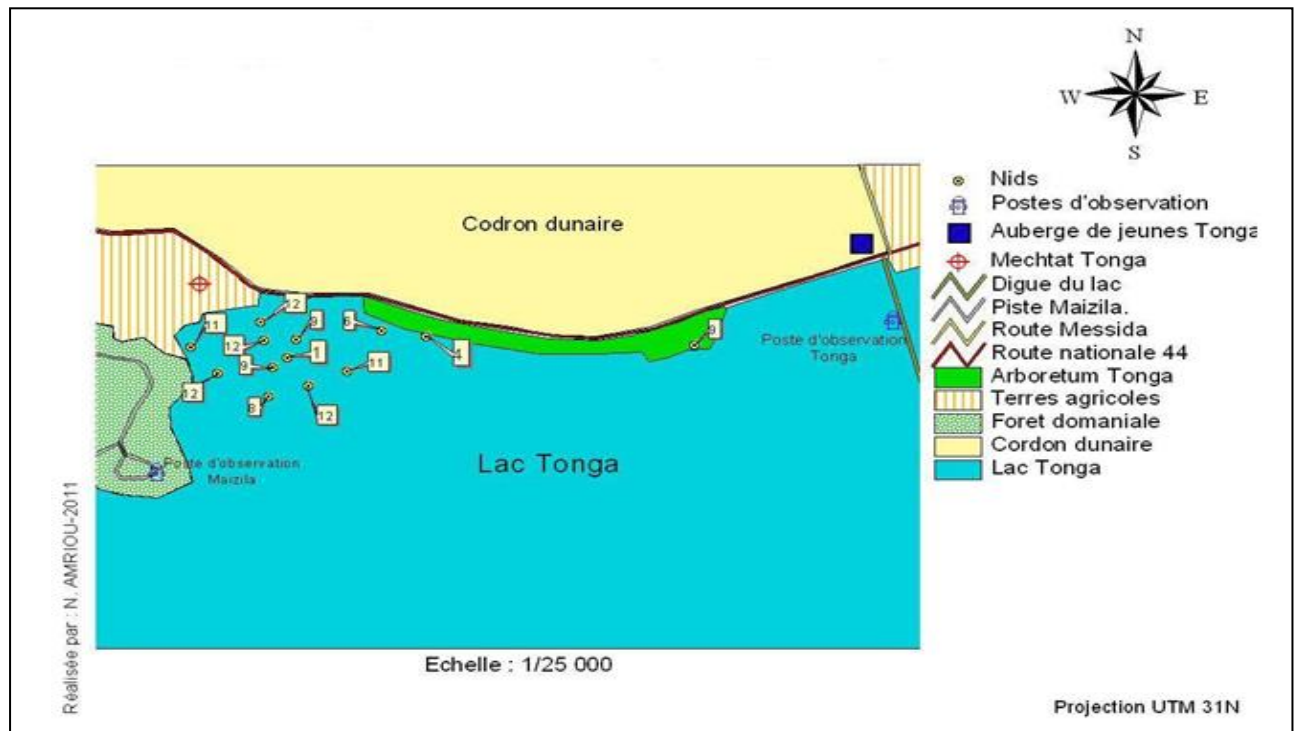


Figure 14. Carte de la répartition de nids de colvert sur la surface du lac Tonga avec le nombre des œufs de chaque nid (Amriou, 2011).

IV.3. Matériaux de construction et localisation

La sélection d'un site de nidifications est l'étape finale dans la sélection de l'habitat et suivant l'acquisition du territoire (**Donehower et Brid, 2009**). Cette sélection doit maximiser le potentiel pour trouver une couverture et une protection contre le soleil, l'inondation, les prédateurs....etc. (**Burger, 1985 ; Clark et Shutler, 1999**) ; car le choix du site de nidification peut influencer sur la survie de la femelle pendant la période de la reproduction que sur la survie de ses œufs et de ses canetons.

Chapitre I : La reproduction du Canard Colvert

Tous les nids étudiés sont construits au-dessus de la surface de l'eau au milieu d'une végétation dense composée essentiellement d'arbres d' « *Aulnaie du Tonga* », ce qui rend leur repérage très difficile, ils étaient établis généralement à l'intérieure des troncs dans des trous plus au moins profonds varie de quelques centimètres à plus d'un mètre de long et parfois entre les branches de ce dernier. Les femelles du colvert utilisent ses propres plumes dans la réalisation de nids et aussi les tiges et les feuilles de la végétation (*photo15*).

IV.4. Le support végétal des nids

Au niveau du lac Tonga le canard colvert choisit des types de végétation spécifique pour la construction de son nids dont le plus commun c'est l'*Alnusglutinosa L. Gaertn* et la ronce des bois ou ronce des haies (*Rubusfruticosus*).

D'une façon secondaire notre modèle biologique peut construire son nid sur la base d'autres types de végétations parmi-elles on peut citer(*photo 15*). :

- *Scirpuslacustris*
- *Typha angustifolia*
- *iris pseudacorus*
- *Alnusglutinosa L. Gaertn*
- *Acorus calamus*



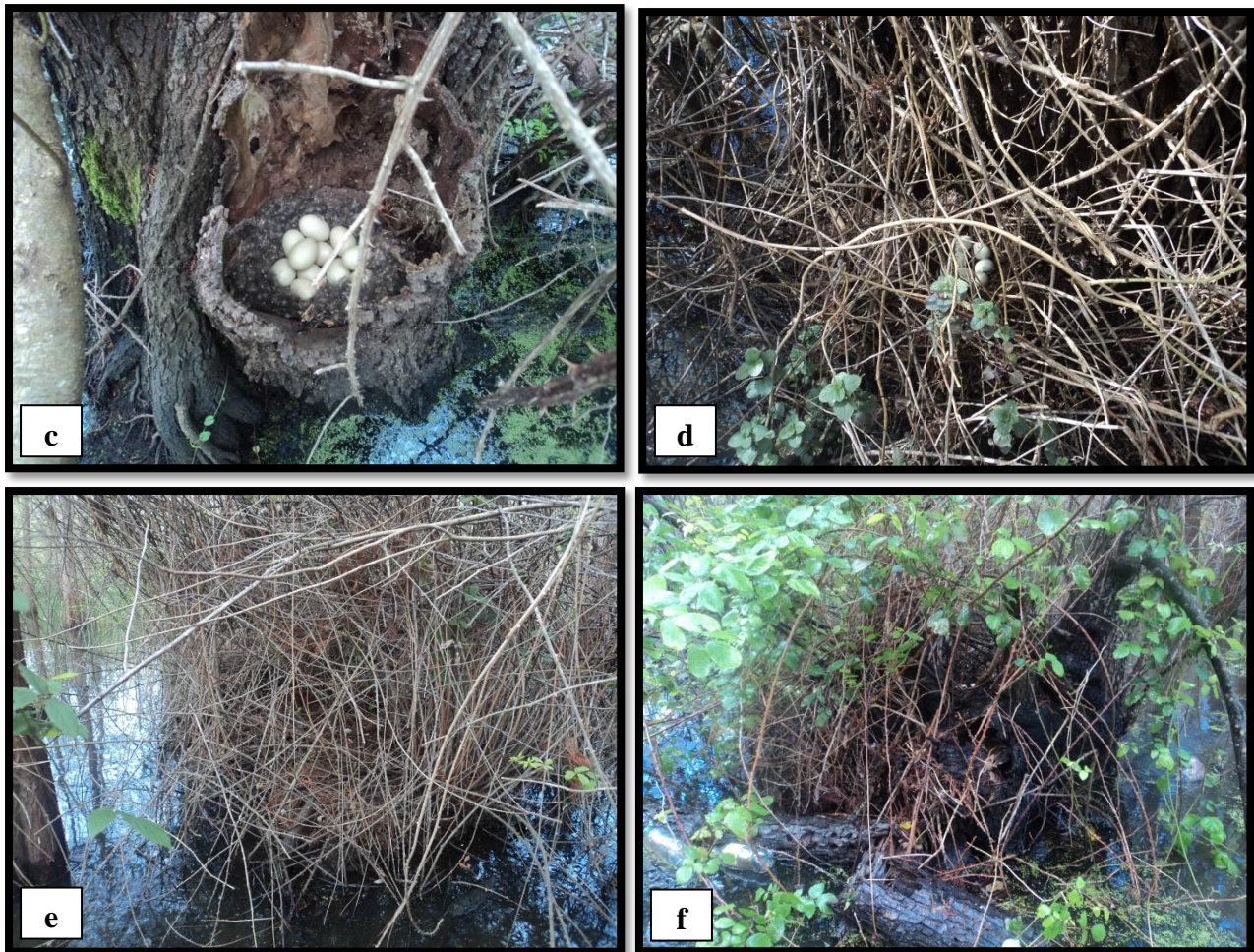


Photo 15. Support végétale des nids du canard colvert au niveau du lac Tonga (« a, b et c » : l'Alnusglutinosa L. Gaertn ; « d, e et f » :Rubusfruticosus (copyright Labbaci, 2014).

IV.5. Biométrie des nids

Les nids du Canard colvert présentent un diamètre externe moyen de $31,231 \pm 09,456$ cm, variant de 19,000 à 36,000 cm. Un diamètre interne moyen de $19,000 \pm 1,985$ cm variant de 17,000 cm à 23,000 cm. La hauteur du nid moyenne est de $10,923 \pm 5,346$ cm, elle varie de 4,000 à 25,000 cm. La profondeur de l'eau où le nid est construit est en moyenne de $93,762 \pm 27,472$ cm, elle varie de 63,000 cm à 150,000 cm et l'élévation du nid par rapport à la surface d'eau du lac est en moyenne de $48,807 \pm 18,754$ cm, varie entre 21,000 cm et 77,000 cm. (Tableau 01).

Chapitre I : La reproduction du Canard Colvert

Tableau 01. Mensurations des nids du Canard colvert(n=116).

Désignation	Moyenne	Minimum	Maximum
Diamètre externe (cm)	31,231± 09,456	19,000	36,000
Diamètre interne (cm)	19,000±1,985	17,000	23,000
Hauteur du nid (cm)	10,923±5,346	4,000	25,000
Profondeur de l'eau (cm)	93,762±27,472	63,000	150,000
Élévation du nid (cm)	48,807± 18,754	21,000	77,000

L'analyse statistique montre seulement une corrélation positive et significative entre le diamètre externe et le diamètre interne ($r=0,59335$; significative à $p<0,05$) (Figure 07), Aucune autre corrélation n'a été détectée pour les autres paramètres.

Ceci nous mènerait à dire que plus le diamètre externe des nids du Colvert augmente, plus que son diamètre interne aussi augmente parallèlement ; et l'inverse chaque diminution du diamètre externe est accompagnée toujours par une diminution du diamètre interne, créant ainsi une relation proportionnelle entre les diamètres externes et internes des nids (Figure 15).

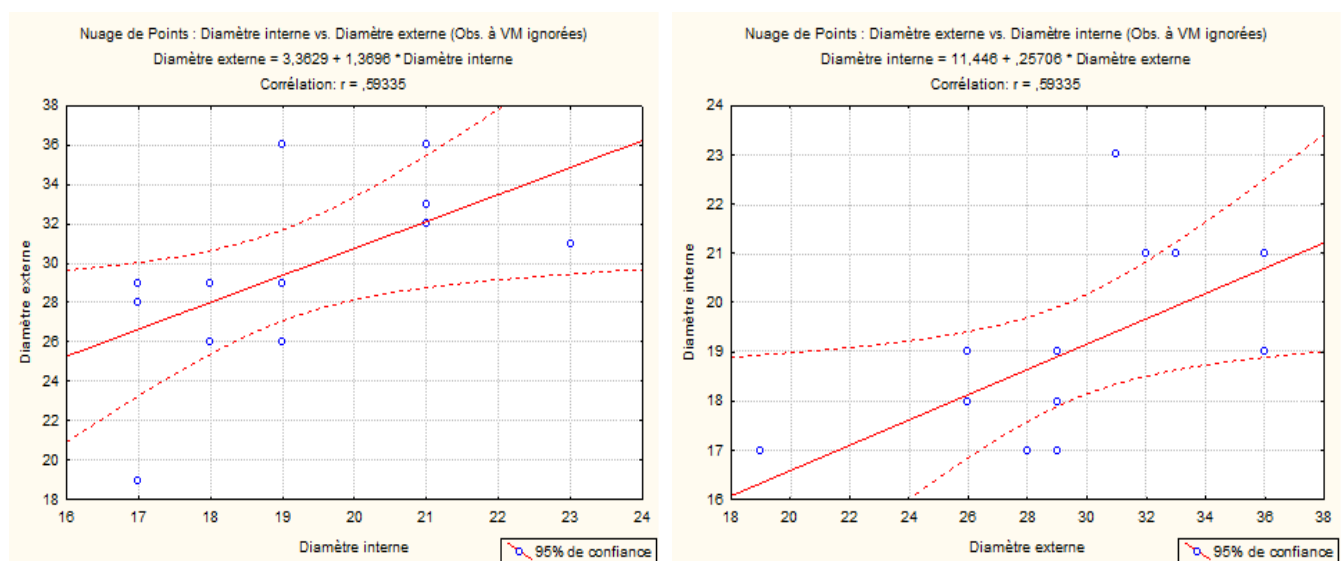


Figure 15. Nuage de points montre la corrélation positive et significative existant entre le diamètre externe et le diamètre interne des nids du Colvert.

V. Caractéristiques des œufs

Les œufs du colvert du lac Tonga sont de couleur vert claire (photo 16), leurs volume est plus au moins grand par rapport aux autres Anatidés avec un poids moyen de $56,807 \pm 2,446$ g et un diamètre de $38,765 \pm 2,380$. $53,152 \pm 4,539$ Cm en moyenne (Tableau 02).

Tableau 02. Mensurations des œufs du canard colvert (n=116).

Œufs	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Poids (g)	Volume (mm ³)
Moyenne	56,807 ±2,446	38,765±2,380	53,152 ±4,539	40.633



Photo 16. Morphologie des œufs de colvert (copyright Labbaci, 2014).

L'analyse statistique montre des corrélations positives et significatives entre les différentes mensurations des œufs

- ✓ entre la longueur et la largeur ($r = 57488$ et $p < 0,05$).
- ✓ entre la longueur et le poids ($r = 30889$ et $p < 0,05$).
- ✓ entre la largeur et le poids ($r = 37408$ et $p < 0,05$). (*Figure 15*)

Ceci nous mènerait à dire que plus la longueur des œufs du Colvert augmente, plus que leur largeur et leurs poids aussi augmentent parallèlement ; et l'inverse chaque diminution de longueur est accompagnée toujours par une diminution de largeur et de poids des œufs, créant ainsi une relation proportionnelle entre la longueur, la largeur et le poids des œufs (*Figure 16*).

Les mesures biométriques des œufs de notre Canard se sont révélées être plus faibles que celles enregistrées en Amérique du Nord. En effet, le volume moyen de nos œufs est de 40.633 mm³ contre 47.612 mm³ pour l'Amérique du Nord (**Eldridge et Krapu, 1988**).

Chapitre I : La reproduction du Canard Colvert

Au Québec, les graines et les pousses de carex, de scirpe et de végétation aquatique constituent des aliments de choix pour le Canard colvert. De plus, les graines des cultures céréalières et les glands font partie de son régime alimentaire (**Bellrose, 1976; Ehrlich et al, 1988**). Une caractéristique importante du Canard colvert est son habileté à se nourrir autant en milieu agricole et forestier qu'en milieu aquatique. Il cherche une partie de sa nourriture à l'intérieur des terres, principalement dans les champs de céréales (maïs, blé, sorgho, orge et son) (**Johnsgard, 1975**). Contrairement au lac Tonga dans lequel nous avons jamais observés cette caractéristique en notant ici l'absence des espaces agricole à l'entour du lac au moins dans notre période d'étude pour l'année 2011.

Ces différences de mensuration pouvant être influencées non seulement par le régime alimentaire mais aussi par la température et la qualité de la femelle durant la ponte (**Wiggins, 1990**).

Chapitre I : La reproduction du Canard Colvert

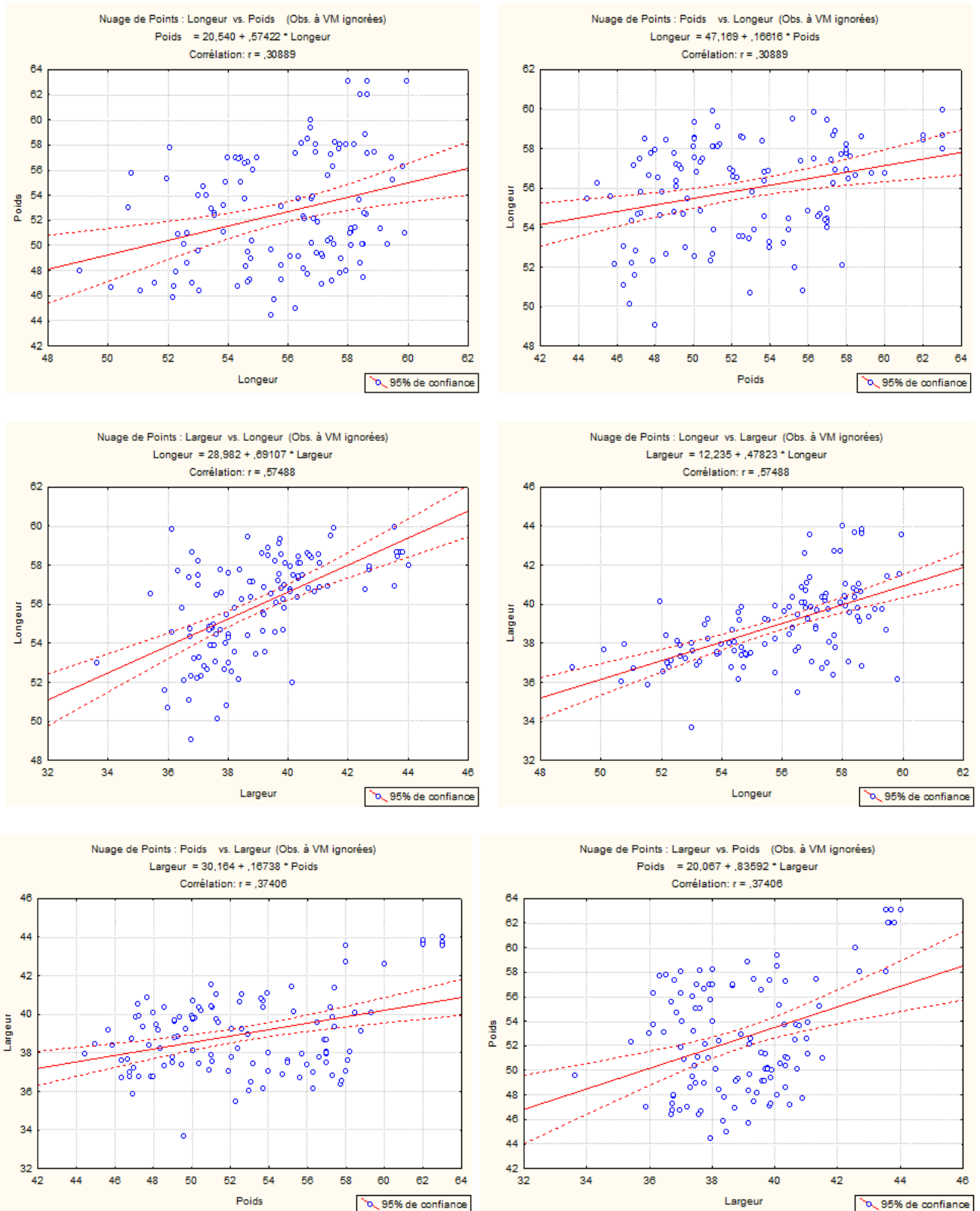


Figure 16. Nuage de points montre les différentes corrélations positives et significatives existantes entre les différentes mensurations des œufs (Longueur, Largeur et Poids) du Colvert.

VI. Caractéristiques morphologiques des femelles au cours d'incubation

Les femelles de colvert au cours d'incubation sont très résistantes aux différents dérangements externes et ne quittent pas leurs nids facilement et ne l'abandonnent pas qu'à l'exception d'un cas de dérangement dangereux et continu pour cela leur capture est plus accessible dans ce moment, alors nous avons réussi de faire quelques mensurations sur un nombre important de femelles dont les moyennes sont présentées dans tableau ci-dessous (*tableau 03*)

Tableau 03. Mensurations du femelle du Canard colvert (n= 32).

poids (g)	741.22
Longueur totale (Cm)	49.30
Longueur de la queue (Cm)	8.80
Culmen (Cm)	3.85
Longueur du bec (Cm)	5.40
Largeur du bec (Cm)	1.90
Hauteur du bec (Cm)	1.30
Tarse (Cm)	5.20
Longueur du pied (Cm)	4.60
Largeur d'aile plie (Cm)	4.50
Longueur aileplie (Cm)	25.30
Aile tendue (Cm)	28.20
Les deux ailestendues (Cm)	70.12

VII. Les Poussins

Les poussins du colvert sont des nidifuges, ils quittent leur nid juste quelques heures après l'éclosion (au maximum après 24 H) donc c'est difficile de détecter au milieu des végétations denses du lac Tonga, leurs poids moyen les premiers jours de l'éclosion est estimé de 29.32 g.

Ces résultats ne sont pas très loin à ceux enregistrés au niveau de l'Amérique du Nord et Canada par plusieurs travaux parmi lesquelles on peut citer : **Bellrose, 1976 ; Delnicki et Reinecke, 1986 ; Lokemoen et al, 1990 ; Krapu et Doty, 1979 ; Godfrey, 1986 ; Eldridge et Krapu, 1988 ; Harrison, 1975 ; Palmer, 1976.** Par exception le poids de la femelle du colvert de l'Amérique du Nord (1107 g) est supérieur à celle que nous avons déterminé au niveau de notre site d'étude (741,22 g). Cette différence due essentiellement à

l'alimentation et aux conditions de l'environnement (climat, effectif et la concurrence sur l'alimentation, ...). En n'oubliant pas ici que notre mesure est faite sur des femelles en incubation dans laquelle peut perdre du poids sous l'influence des efforts métaboliques fournie par la femelle dans cette étape. Aussi le facteur d'âge y joue un rôle essentiel dans ces mensurations.

VIII. Paramètre de reproduction

VIII.1. Date et période de ponte

Au cours de notre période d'étude la ponte la plus précoce a eu lieu le 02 Mars en 2013 et la dernière peut aller jusqu'à la fin Juin, alors que la date de ponte moyenne se situe vers le 04 Mai.

Selon les observations qui sont faites à ce sujet sur le même plan d'eau par Chalabi en 1990 la première nichée a été enregistrée le 12 Avril et la dernière le 28 Juin. D'ailleurs, le suivit n'ayant pas été régulier sur plusieurs années (**Bomezbeur, 1990**).

En effet les dates de pontes sont génétiquement déterminées (**VouNoordwijk et al, 1981 ; Perret et al, 1989 ; Blondel et al, 1990**), mais influencées dans une certaine mesure par les facteurs de l'environnement. D'autres facteurs interviennent, tels que le développement des ressources alimentaires et la température du milieu (**Luck, 1954 ; 1968**). Cette dernière agirait directement sur la physiologie du oiseau et indirectement sur le développement des ressources alimentaires (**Bellot et al, 1991**).

VIII.2. La grandeur de ponte

Pour le Canard colvert, la grandeur de ponte moyenne est de $8,923 \pm 3,451$ œufs par femelle. La couvée la plus petite contient 04 œufs et la plus grande est de 12œufs.

Notre résultats nous permet de dire que la taille de ponte du colvert de Tonga est plus au moins inférieur à celles enregistrées au niveau de l'Amérique du Nord dans laquelle la taille de ponte est variée entre 06 et 15 œufs par nid. Cette différence peut être expliquée par l'hypothèse de Ricklefs (1996) dans laquelle il suppose que la taille de ponte est moins importante dans un environnement où il y a peu de variations saisonnières de la température car un environnement très saisonnier peut causer la mortalité des adultes sous l'influence de la température très basse et l'alimentation réduite (**Jetz et al, 2008**). Alors ces conditions ont

Chapitre I : La reproduction du Canard Colvert

favorisé une taille de ponte plus importante dans les environnements saisonniers que celle des environnements non saisonniers!, Tous simplement parce que une couvée plus importante produit plus de jeunes à l'envole (**Clifford et Anderson, 2001**) : c'est l'instinct de survivre et de la continuité de l'existence.

Nous avons aussi remarqué dans certains nids une deuxième couvée mais avec une diminution de nombre d'œufs pondus surtout dans le cas où la première couvée n'a pas réussi. Ces résultats sont bien confirmés par les travaux de Bellrose (1976) dans l'Amérique du Nord.

VIII.3. Durée de l'incubation

La durée d'incubation du canard colvert de Tonga est de 26 jours. Il est important de noter que la femelle commence à incuber dès la ponte de son premier œuf. Ceci est en accord avec les travaux de Palmer (1976) mais dans laquelle l'intervalle d'incubation est plus large : de 24 à 31 jours de moyenne de 28 jours(*Figure 17*).

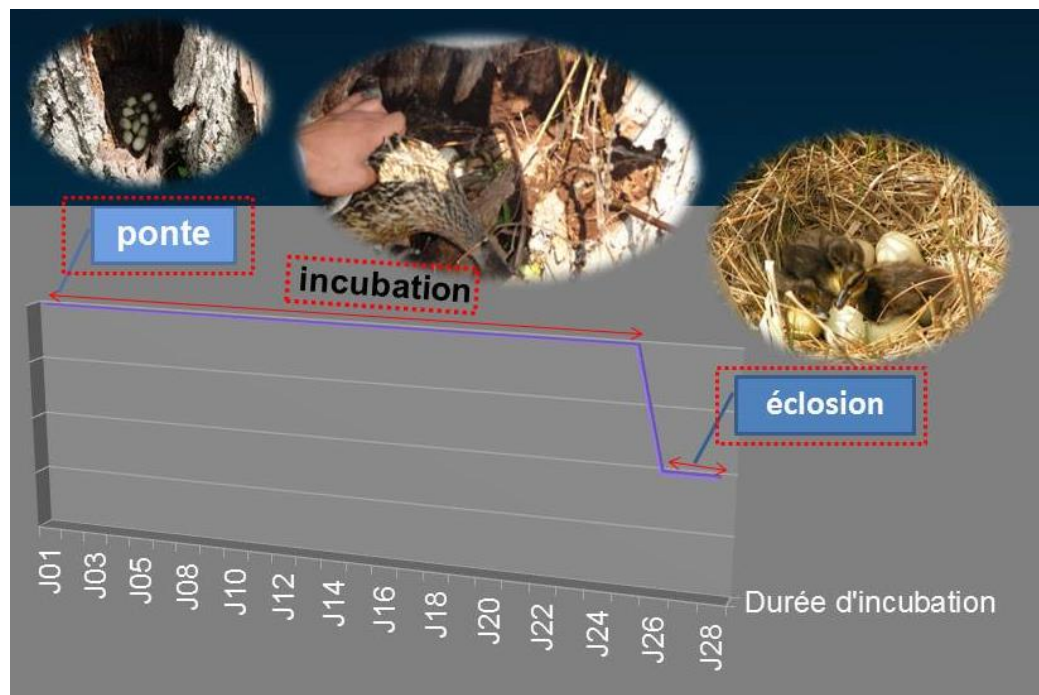


Figure 17. Durée d'incubation du Canard Colvert au niveau du lac Tonga.

VIII. Taux d'éclosion

Un plus grand taux d'éclosion est observé chez le Canard colvert nichant sur l'eau ou à travers la végétation submergée (> 55 %) que sur la terre ferme (**Duebbert et al, 1983**). Une diminution de la prédation expliquerait ce phénomène (**Krapu et al, 1979; Arnold et al, 1993; Solberg et Higgins, 1993**), La prédation par les mammifères est la cause principale de

Chapitre I : La reproduction du Canard Colvert

la destruction des nids, suivie par les perturbations humaines (activités agricoles) et les conditions météorologiques défavorables (Klett et al,1988; Lokemoen et al., 1988). Dont l'intensité de la prédation dépendrait de plusieurs facteurs. Parmi ceux qui sont les plus souvent cités, on note la densité et la hauteur de la végétation, le camouflage qu'offre la végétation adjacente au nid et l'emplacement du nid (Jobin et Picman, 1997).

Le taux moyen d'éclosion basé sur 9 études est de 47 % (de 13 à 85 %) (Johnsgard, 1975). Dans la vallée du Saint-Laurent dans l'État de New York, le taux d'éclosion le plus élevé a été observé dans les champs de foin (18 %) suivi des marais (14 %), des pâturages (8 %) et des zones arbustives (3 %) (Losito et al, 1995).

Le taux d'éclosion du canard colvert est très élevé dans le lac Tonga, est estimé en moyenne de $87,723 \pm 23,712\%$, varie entre 100% et 00%. Les taux enregistrés sont très élevés en les comparant à ceux de l'Amérique, on peut expliquer cela par la physionomie végétale du lac Tonga caractérisé par sa densité très élevée qui présente un milieu favorable et préférable de nidification du canard colvert selon nos résultats qui servent à protéger nos espèces contre tout dérangement particulièrement contre la prédation (Figure 18).

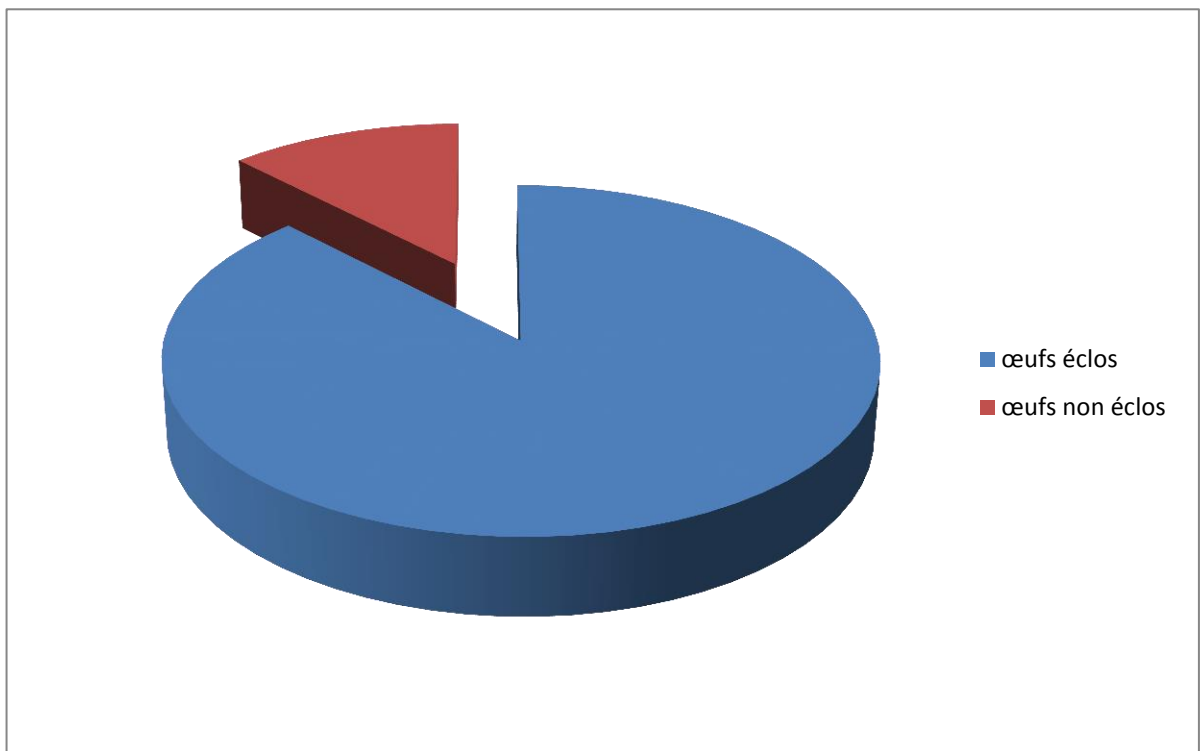


Figure 18. Cercle de pourcentage de taux d'éclosion du Colvert au niveau du lac Tonga.

IX. Les Facteurs défavorables pour la nidification de colvert détectés sur terrain

IX.1. La prédation

L'impact de la prédation est sûrement un des plus importants facteurs qui peuvent influencer le succès de reproduction (**Ricklefs, 1969**). Selon Loman (1982) le taux de prédation augmente vers la fin de la saison de reproduction.

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

Au niveau du lac Tonga, pas mal de fois nous avons trouvé sur terrain des traces de prédation de colvert surtout de femelles au moment de leur période d'incubation dont le prédateur le plus remarqué sont les reptiles (*photo 17*).



Photo 17. Traces de prédation de colvert dans leur territoire de nidification au niveau du lac Tonga (copyright Labbaci, 2014).

IX.2. La chasse

Malheureusement, nous avons confirmé que les chasseurs continuent leur activité (hors la lois) même pendant la période de la reproduction. En effet, entre l'Année 1984 et 1991, 1596 individus du Canard Colvert sont chassés (Belhamera, 2005) (*photo 18*).

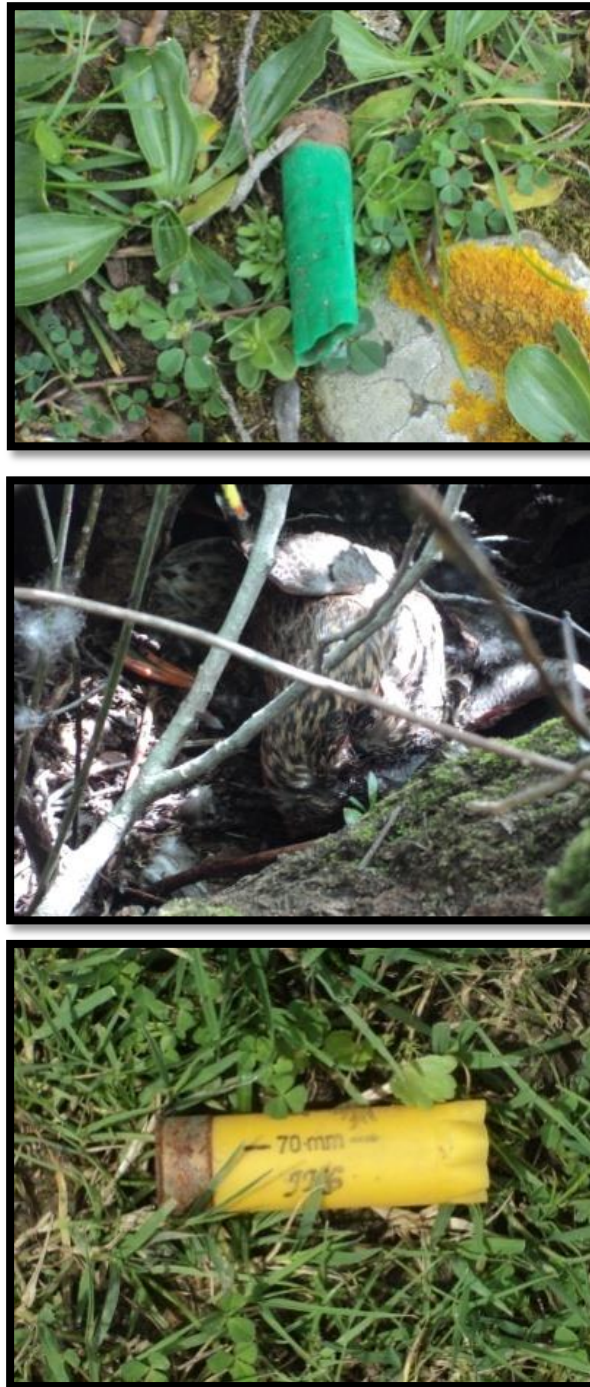


Photo18. Traces de chasse de colvert au niveau du lac Tonga (copyright Labbaci, 2014).

IX.3. La pollution

Malgré qu'elle est une réserve naturelle d'importance internationale, le lac de Tonga souffre d'un cas de pollution très dangereux sur l'avifaune dont la source principale est celle de l'amplification des décharges publiques dans le lac par les habitants Ainsi que les visiteurs d'une façon indispensable (*photo 19*).

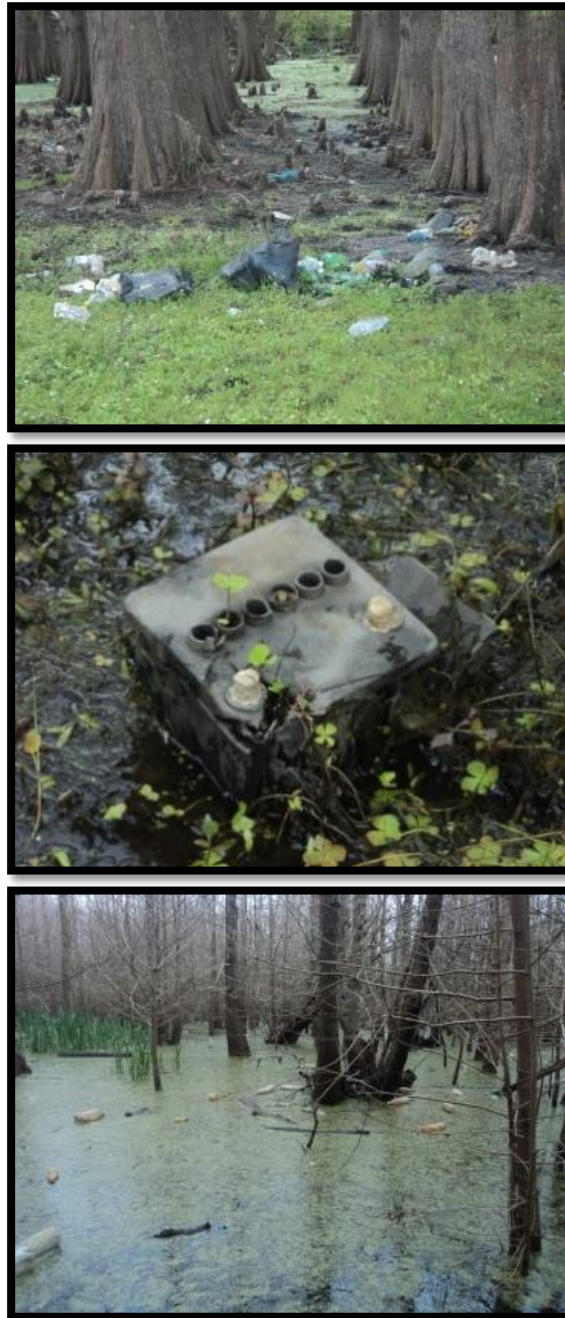


Photo 19. Traces de pollution de colvert au niveau du lac Tonga (copyright Labbaci, 2014).

IX.4. Les facteurs anthropiques

Plus de la pollution, les êtres humains influencent négativement sur la reproduction du colvert au niveau du lac Tonga par le dérangement continu des femelles au niveau de leur territoire de nidification en période d'incubation (les barques de pêche, bruits des visiteurs, ...) ce qui oblige la femelle à abandonner son nid. En plus les habitants locaux récoltent les œufs du colvert pour les consommer ce qui menace réellement les effectifs de ces espèces.

En plus, il ya plusieurs autres processus expliquant les différences spatiales et temporels existants entre les différents paramètres de la reproduction du Canard Colvert parmi lesquels on peut citer :

- Les niveaux d'eau qui ne sont presque jamais le principal facteur limitant la reproduction de la sauvagine en période de nidification. Il n'empêche, qu'à l'occasion, les pertes relatives aux fluctuations de niveaux d'eau peuvent être marquées, pouvant affecter jusqu'à 50% de la production locale de certaines espèces d'oiseaux aquatiques comme le Canard colvert (**Wolf, 1955**).
- Selon une étude récente effectuée en 2011, l'impact de la démoustication sur la reproduction serait davantage dû au dérangement en lui-même, plutôt que la perturbation du réseau trophique consécutif à la diminution de la population de moustiques. Le dérangement agirait soit en empêchant l'installation des couples car ces derniers trouvent le site trop dérangé pour être accueillant, soit en diminuant les conditions corporelles des individus par des envols et des stress plus nombreux. La diminution du nombre de nichées observées depuis 2006 pourrait être due à la démoustication, une étude à plus long terme devrait confirmer ou rejeter cette hypothèse (**Tetrel et al, 2011**).

X. Conclusion

En Algérie, comme partout ailleurs, il devient impératif de gérer l'avifaune nicheuse et hivernante et les milieux dans lesquels elle évolue.

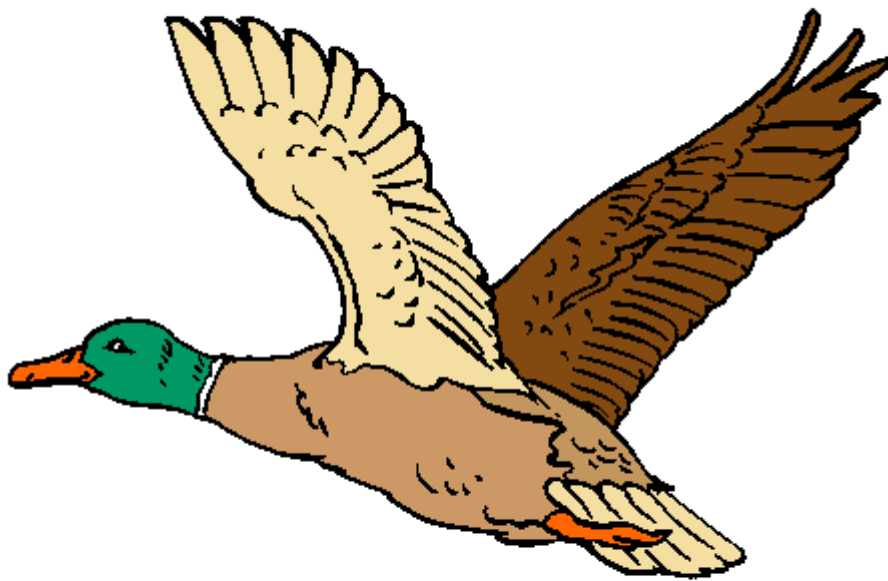
La reproduction des Anatidés et notamment celle du Canard Colvert a été confirmée sur le lac Tonga et le lac Fetzara respectivement en 1984 et en 1987. Contrairement à l'hivernage des Anatidés qui est bien pris en charge (surtout pour ce qui est des zones humides du Nord), le

Chapitre I : La reproduction du Canard Colvert

bilan des observations concernant la nidification des Anatidés en Algérie est comme toute assez maigre. (Boumezbeur, 1990). Le choix de notre sujet d'étude répond au besoin de mettre en place une étude préliminaire de la reproduction du canard Colvert en Algérie et notamment dans le lac Tonga.

Notre étude visait donc à déterminer les différents paramètres de la reproduction du Canard Colvert (*Anas platyrhynchos*). Dans cette présente étude on a confirmé que le Canard Colvert est un Canard nicheur dans le lac Tonga mais en même temps on déclare un effectif très bas de cette espèce par rapport à l'effectif mondial qui est très élevé.

Chapitre II : évolution des effectifs de la population du colvert de Tonga



Chapitre II

I. Introduction

Les oiseaux d'eau constituent une composante importante des zones humides. Leur beauté, leur grande diversité, leur abondance et leurs migrations sont étroitement liées à un nombre de nos valeurs culturelles et de nos pratiques sociales. Leur tendance à se regrouper, souvent en rassemblements spectaculaires, en on a fait un objet privilégié de recherche et de suivi, ce qui nous offre ainsi un excellent indicateur de la valeur et de la santé des écosystèmes de zones humides.

Les réseaux d'experts et de passionnés des oiseaux d'eau sur chaque continent contribuent à coordonner des programmes de suivi de ces espèces, faisant ainsi des oiseaux d'eau le groupe animal le plus attentivement étudié dans le monde. Les informations collectées par de tels programmes constituent une base pour le développement de modèles de gestion durable, en particulier lorsque les oiseaux sont prélevés dans le cadre d'activités traditionnelles ou de pratiques de chasse sportives, ou lorsque leurs habitats en zones humides sont menacés.

La conservation des oiseaux d'eau et de leurs habitats en zones humides a été promue au niveau mondial par la Convention de Ramsar sur les zones humides, la Convention sur la conservation des espèces migratrices (CMS) et la Convention sur la diversité biologique (CDB). Au niveau régional ou au niveau de la voie de migration, divers mécanismes multilatéraux et bilatéraux, formels et informels, ont également été utilisés pour promouvoir leur gestion.

Les principaux objectifs des Estimations des populations d'oiseaux d'eau sont de fournir une vue d'ensemble de l'état des populations d'oiseaux d'eau, et de :

1. Contribuer à l'identification des zones humides d'importance internationale en utilisant les oiseaux d'eau comme bio-indicateurs, et notamment fournir le fondement du critère de 1 % (critère 6 de la Convention de Ramsar), selon lequel tout site abritant régulièrement 1 % ou plus d'individus d'une population d'oiseaux d'eau peut être considéré comme ayant une importance internationale au titre de la Convention de Ramsar sur les zones humides.

Chapitre II : évolution des effectifs de la population du colvert de Tonga (dénombrement)

2. Identifier les priorités de conservation et de recherche pour le maintien de la diversité mondiale de l'avifaune aquatique.
3. Identifier les lacunes dans les connaissances sur les populations d'oiseaux d'eau du monde.
4. Soutenir le développement de trois conventions mondiales – la Convention de Ramsar sur les zones humides, la Convention sur la conservation des espèces migratrices et la Convention sur la diversité biologique.
5. Soutenir le développement des initiatives régionales et/ou sur les voies de migrations, notamment l'Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie (AEWA) au titre de la CMS, la Convention relative à la conservation de la flore et de la faune européenne (Convention de Berne), le Partenariat pour la voie de migration Est de l'Asie – Australasie (EAAFP - East Asian - Australasian Flyway Partnership), et le Réseau de réserves pour les limicoles de l'hémisphère occidental (WHSRN - Western Hemisphere Shorebird Reserve Network).

II. Définition des oiseaux d'eau

Les oiseaux d'eau ont été définis comme "les espèces d'oiseaux écologiquement dépendantes des zones humides". C'est la définition utilisée par la Convention de Ramsar sur les Zones Humides. Pour les Dénombrements Internationaux d'Oiseaux d'Eau (DIOE, IWC en anglais, International Waterbird Census), toutes les espèces des familles suivantes sont considérées par Wetlands International comme des oiseaux d'eau: Gaviidae (Plongeurs/Huards), Podicipedidae (Grèbes), Pelecanidae (Pélicans), Phalacrocoracidae (Cormorans), Anhingidae (Anhingas), Ardeidae (Hérons), Scopidae (Ombrette africaine), Ciconiidae (Cigognes), Balaenicipitidae (Bec-en-sabot du Nil), Threskiornithidae (Ibis et spatules), Phoenicopteridae (Flamants), Anhimidae (Kamichis), Anatidae (Canards, Oies et Cygnes), Gruidae (Grues), Aramidae (Courlan brun), Rallidae (Râles, Gallinules et Foulques), Heliornithidae (Grébifoulques), Eurypygidae (Caurale soleil), Jacanidae (Jacanas), Rostratulidae (Rhynchées), Dromadidae (Pluvier crabier), Haematopodidae (Huîtriers), Ibdorhynchidae (Bec-d'ibis tibétain), Recurvirostridae (Échasses et Avocettes), Burhinidae (Oedicnèmes), Glareolidae (Courvites et Glaréoles), Charadriidae (Vanneaux, Pluviers, Gravelots), Scolopacidae (Bécasses, Bécassines, Bécassins, Barges, Courlis, Chevaliers, Tournepierres, Bécasseaux, Phalaropes), Pedionomidae (Pedionome errant), Thinocoridae (Attagis,

Thinocores), Laridae (Mouettes, Goélands, Sternes) et Rynchopidae (Bec-en-ciseaux). Seuls quelques oiseaux d'eau sont exclus en considérant ainsi les familles complètes. En revanche, quelques espèces telles que certains courvites et oedicnèmes sont incluses bien qu'elles ne soient pas typiquement liées aux zones humides. Ces anomalies mineures sont compensées par la commodité d'une approche par familles pour définir le terme "oiseaux d'eau". Appliquer une définition stricte pour chaque espèce serait inutilement compliqué. La Convention Ramsar sur les Zones Humides a élargi son champ d'application à d'autres familles traditionnellement considérées comme des oiseaux marins, ainsi qu'à certains rapaces et passereaux. En 2008, l'Accord sur la Conservation des Oiseaux d'Eau Migrateurs d'Afrique-Eurasie a également inclus certains oiseaux marins migrateurs. Quelques additions pourront donc être faites dans les années à venir pour compléter la liste des familles et espèces incluses dans les programmes de comptage.

III. Définition de Dénombrement International d'Oiseaux d'Eau

Le Dénombrement International d'Oiseaux d'Eau (DIOE) est un programme de suivi sur site des effectifs d'oiseaux d'eau, coordonné depuis 1967 par Wetlands International, initialement connu sous le nom de Bureau International de Recherche pour les Oiseaux d'Eau et les Zones Humides (BIROE, IWRB en anglais, International Waterfowl and Wetlands Research Bureau). Le Dénombrement est effectué au niveau global, et l'ancienne division en quatre suivis continentaux a été remplacée en 2003 par une nouvelle stratégie de coordination globale. La coordination au niveau continental se fait comme suit: La coordination globale et les comptages pour l'Afrique, le Paléarctique Occidental et l'Asie du Sud-est (collectivement comptage Africain-Eurasien des oiseaux d'eau) sont organisés depuis le siège de Wetlands International, à Wageningen, Pays-Bas. Le Dénombrement d'Oiseaux d'Eau en Asie, qui inclut l'Océanie, est coordonné depuis une antenne à Delhi, Inde. En Amérique, le Dénombrement d'Oiseaux d'Eau pour le Néotropique est coordonné depuis l'antenne Amérique de Wetlands International à Buenos Aires, Argentine.

Les objectifs des dénombrements sont les suivants :

- Évaluer la taille des populations d'oiseaux d'eau.
- Décrire l'évolution de l'effectif et de la distribution de ces populations.
- Identifier les zones humides d'importance internationale pour les oiseaux d'eau, quelle que soit la saison.

Chapitre II : évolution des effectifs de la population du colvert de Tonga (dénombrement)

- Fournir les informations nécessaires à la gestion et à la protection des populations d'oiseaux d'eau grâce à des conventions internationales, à la législation nationale et à autres moyens.

Le dénombrement a lieu chaque année dans près de 100 pays, avec la participation d'environ 15 000 compteurs, dont la plupart sont bénévoles. Plus de la moitié des efforts est concentrée en Europe, mais l'implication dans d'autres parties du monde a nettement augmenté depuis 1990. Entre 30 et 40 millions d'oiseaux d'eau sont comptés chaque année autour du monde. Le détail des comptages et des sites couverts est hébergé dans une base de données à la pointe de la technologie. Les DIOE représentent donc l'un des programmes de suivi de la biodiversité les plus vastes et anciens au monde.

IV. Importance de comptage des oiseaux d'eau

Le suivi à long terme des oiseaux d'eau à l'échelle continentale fournit des données cruciales pour la conservation des oiseaux d'eau, de leurs habitats et des zones humides. La principale raison pour réaliser un suivi des oiseaux d'eau a été fort bien résumée par Matthews (1967), au début de la coordination internationale des comptages d'oiseaux d'eau : "Alors que l'homme agresse chaque jour un peu plus son environnement, un suivi de base des populations est essentiel pour détecter les menaces dès leur apparition, avant qu'elles ne deviennent des catastrophes évidentes pour tous". Les oiseaux d'eau sont reconnus comme des indicateurs de la qualité des zones humides. Le "critère 1%" est un instrument important qui utilise cette caractéristique d'indicateur. Tout site qui accueille régulièrement 1% ou plus d'une population d'oiseaux d'eau est considéré comme une zone humide d'importance internationale selon les termes de la Convention de Ramsar. Le critère 1% a été adopté par l'Union Européenne pour identifier les Zones de Protection Spéciales dans la Directive Oiseaux. Il est également utilisé par BirdLife International pour identifier les Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO, IBA en anglais, Important Bird Area) dans les zones humides à travers le monde. Au vu des changements climatiques induits par les activités humaines, le suivi standardisé des espèces nichant en Arctique et des espèces dépendantes des habitats intertidaux est désormais encore plus crucial. Le réchauffement global devrait avoir des effets particulièrement prononcés sur les environnements arctiques et, à travers de la montée du niveau des mers, sur les habitats intertidaux. Le suivi des oiseaux d'eau joue un rôle essentiel pour évaluer et prédire les effets de ces changements sur les millions d'oiseaux d'eau qui

dépendent de ces habitats. (Bibby. C et al, 2000 ; Gilbert. G et al, 1998 ; Hill. D et al., 2005 ; Komdeur. J et al, 1992).

V. Méthode d'étude

Les méthodes d'observation des oiseaux sont nombreuses et dépendent des espèces étudiées et du but recherché. Deux méthodes ont été utilisées, à savoir : le dénombrement au sol (la méthode appliquée dans ce travail) et le dénombrement en avion. (Tamisier et Dehorter, 1999). Le dénombrement des oiseaux d'eau fait beaucoup plus appel à la méthode absolue. Elle présente différentes variantes et le choix de l'une ou de l'autre dépend de :

- la taille du site.
- la taille de la population des oiseaux à dénombrer.
- l'homogénéité de la population (Schrick, 1985).

Pour toute méthode utilisée, les dénombrements se basent sur un comptage individuel lui-même basé sur le principe de l'estimation. C'est le principe adopté dans nos dénombrements, quand le groupe d'oiseaux dont la taille ne dépasse pas les deux cent individus (200) et se trouve à une distance inférieure à deux cent mètres (200 m), donc proche de notre point d'observation. Dans le cas contraire, lorsque la taille du peuplement avien est supérieure à deux cent individus (200), ou si le groupe se trouve à une distance éloignée nous procédons à une estimation visuelle (Blondel, 1975).

VI. Répartition et population du canard colvert

VI.1. Répartition à l'échelle mondiale

C'est la plus répandue des espèces de canards sauvages et la plus nombreuse en population (9 millions d'individus estimés en Europe de l'Ouest). C'est le canard sauvage le plus présent au Royaume-Uni. Les populations de races de cette espèce sont bien plus répandues et nombreuses encore, plus nombreuses aussi que les races de canard de Barbarie.

Sur la période 1974 à 1996, les populations de Canard colvert en Europe croissent partout excepté en Europe centrale où on observe même un déclin. Les chiffres sont inconnus ou incertains dans la région méditerranéenne de France et d'Italie, les pays du Sud de la Baltique (Estonie, Lettonie, Lituanie, Pologne, Fédération de Russie, et le Maghreb (Algérie et Maroc). Cependant, de 1987 à 1996, cette croissance s'est fortement réduite en Europe de

Chapitre II : évolution des effectifs de la population du colvert de Tonga (dénombrement)

l'Ouest et dans la péninsule Ibérique et le déclin s'est accentué en Europe centrale. Seules les populations du Danemark, des régions méditerranéennes françaises et italiennes augmentent.

La population sédentaire de ces canards doit atteindre en Europe du nord-ouest et dans le bassin méditerranéen environ 9 millions d'individus dans les années 2000. En France, il existe entre 35 000 et 60 000 couples relativement sédentaires. Les individus sédentaires, en général plus gros que les individus migrants, sont vraisemblablement issus d'hybridations et des lâchers cynégétiques. En Europe, les mâles sont en général plus nombreux que les femelles. En fait, les femelles hivernent souvent plus au sud que les mâles, si bien qu'elles ne retournent que plus tard sur les sites de nidification. En outre, ce fait est aggravé par la mortalité élevée des femelles durant la couvaison. Les effectifs des populations en France sont en légère augmentation, comme ceux du Royaume-Uni depuis les années 1960.

Alors que ce canard n'a jamais été observé avant le début du ^{xx}^{ème} siècle au Canada, il était même rarement observé dans les années 1930 et 1950, les comptages de population dans les années 2000 suggèrent la présence de plus d'un million d'entre eux. Ils proviennent des provinces de l'Ouest du Canada et des Grands Lacs où il y a des lâchers depuis 1935. Courant des années 2000, les effectifs des populations canadiennes sont en augmentation, malgré de fortes disparités annuelles.

Les variétés sauvages ont également été introduites aux îles Malouines, en Australie et en Nouvelle-Zélande pour la chasse.

Les populations sauvages européennes migrent du nord vers le sud de l'Europe. Elles traversent la France de novembre à décembre. En France, de 30 000 et 60 000 couples restent sédentaires tandis qu'habituellement 180 000 à 200 000 oiseaux y hivernent. Les zones les plus fréquentées sont la Camargue, les marais de la Dombes, le cours du Rhin, les étangs de Moselle, les étangs de la Brenne et les zones humides du littoral atlantique. Les populations hivernantes repartent vers leurs zones de reproduction du nord entre fin février et mi-mai.

Aujourd'hui, la population mondiale de canard colvert est d'environ 38 millions d'individus.([www. Wikipédia. com](http://www.Wikipédia.com))(*Figure 19*).

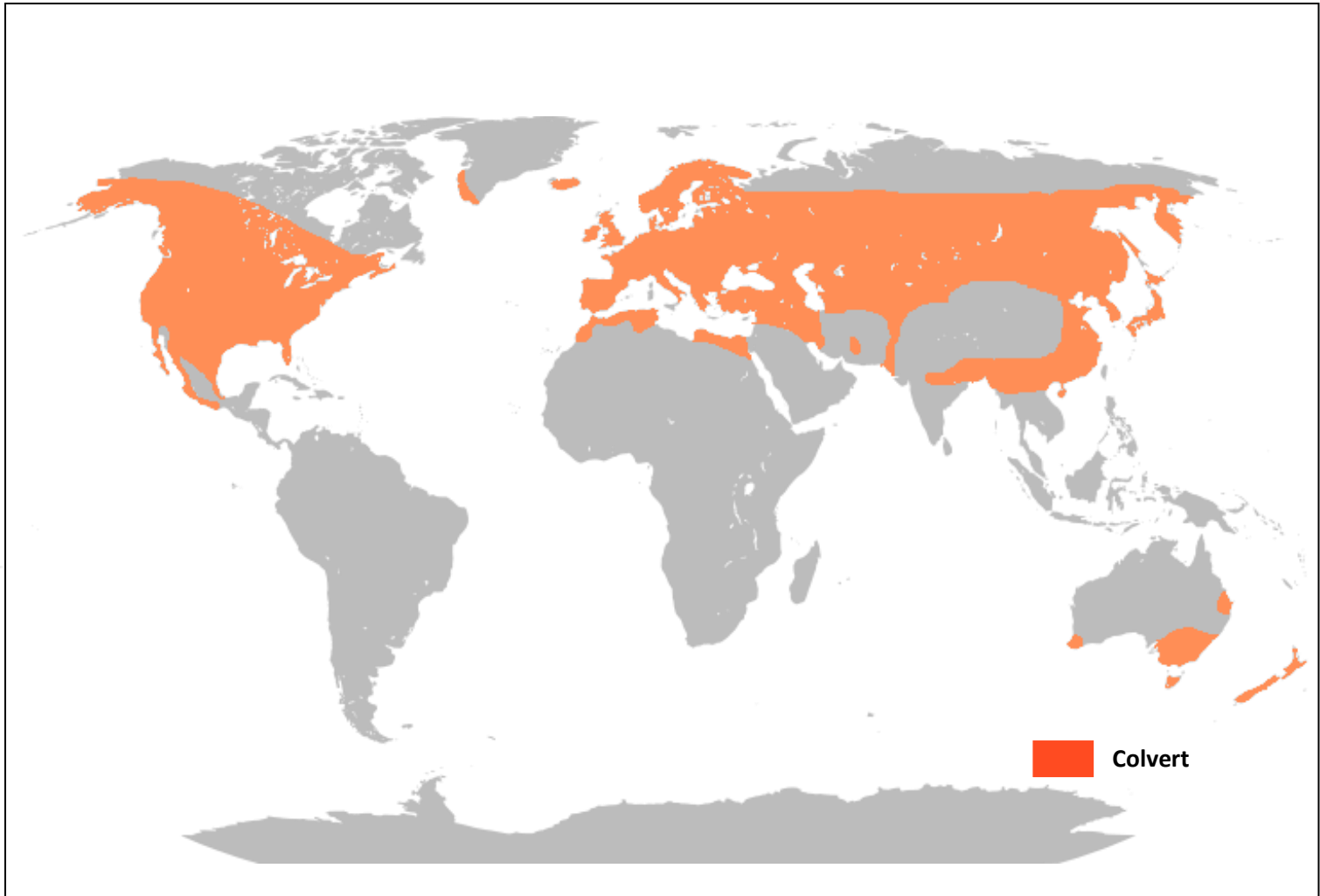


Figure 19. Carte géographique de répartition mondiale du canard Colvert (source : [www.Wikipédia. Com/ Linnaeus, 1758](http://www.Wikipédia.Com/Linnaeus,1758))

VI.2. Observation et dénombrement du canard colvert de lac Tonga au cours de la période de la reproduction

Les zones favorables pour observer le colvert (au moins pendant la période de la reproduction) sont plus au moins loin des sites de leur nidification, situées généralement dans la région West du lac appelé : « Maizila » et au niveau du sud du lac dite : « Oued-ELHout ».(Figure 20)

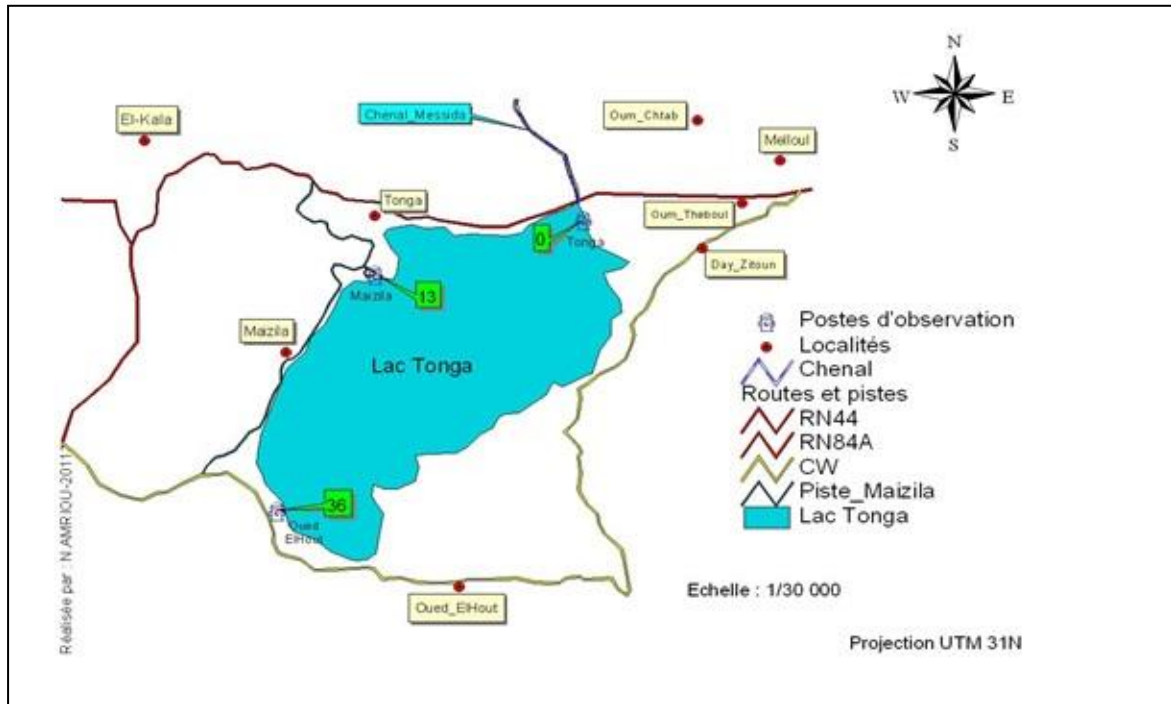


Figure 20. Carte des sites d'observation et du dénombrement du canard colvert de lac Tonga pendant la période de la reproduction (Amriou, 2011).

VI.3. Effectif du canard colvert au niveau du lac Tonga pendant la période de la reproduction

Au cours de notre période d'étude nous avons remarqué que l'effectif moyen de notre modèle biologique est très maigre si en prend en considération que cette espèce est abondante à l'échelle mondiale :

- une absence totale de notre espèce dans la zone de TONGA (DIGUE DE TONGA) (Nord-est du lac) dans la quasi-totalité des sorties et rarement une présence de faible effectifs.
- une présence moyenne dans la zone de MAIZILA (West du lac).
- une concentration bien précise dans la zone de OUED-ELHOUT (Sud du lac).

Alors que les moyennes des effectifs des individus du colvert par sortie sont calculés de: 0.30 individu pour TONGA, 2,60 individus pour MAIZILA et 7,20 pour OUED-ELHOUT.(Figure 21)

Chapitre II : évolution des effectifs de la population du colvert de Tonga (dénombrement)

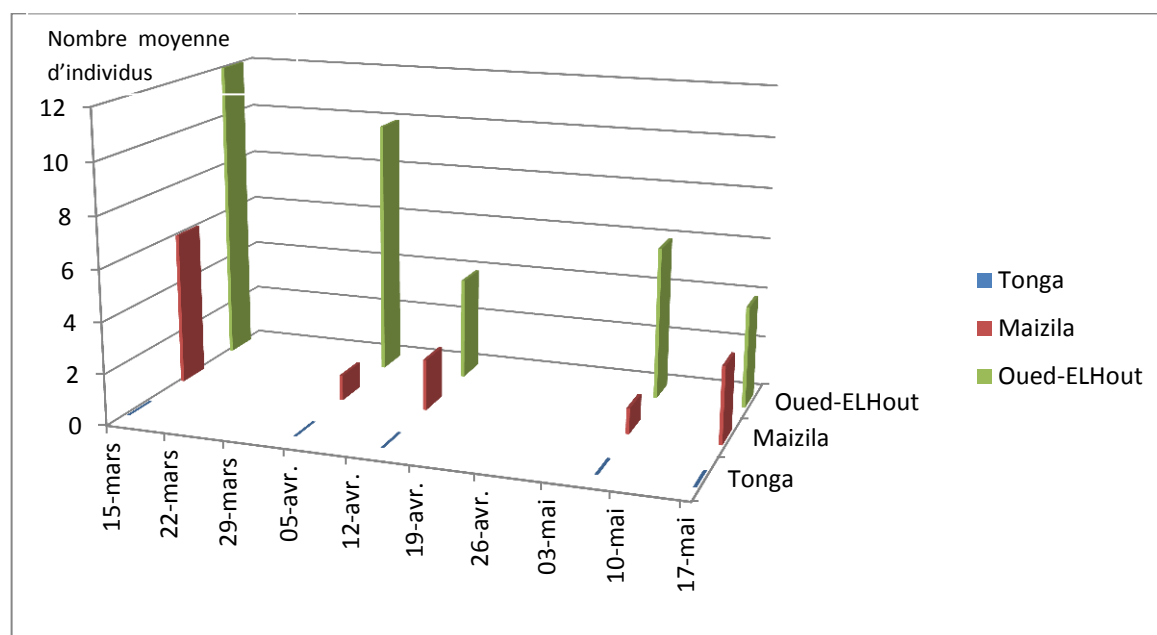


Figure 21. Histogramme des Résultats d'effectif moyenne du canard colvert à la période de reproduction.

La population européenne reproductrice du canard colvert est évaluée entre 3,3 et 5,1 millions de couples, largement repartis sur l'ensemble du continent européen (**Birdlife international, 2004**). En France il n'a pas beaucoup évolué depuis Mayaud (1936) qui le considérait nicheur commun sur l'ensemble du territoire national. L'imprécision successive des estimations ne permet pas de dresser un historique fiable des tendances de la population nicheuse (**Yesou et al, 1983**). L'estimation actuelle de 30 000 à 60 000 couples correspond à celle avancée dès les années 1960 et régulièrement reprises (**Dubois et al, 2008**). En Algérie, selon le PNEK (2011) ce canard est une espèce commune.

Dans notre région, il se voyait régulièrement sur le lac Fetzara en Mai et en Juin. Il est observé sur la Marais de la Macta du 07 au 12 Mai 1956 (**Heim de Balsac et Mayaud, 1962**) et selon une première estimation établie en 1990 dans le lac Tonga, les effectifs des couples sont respectivement de 14 couples. Notre étude conforte ces résultats, en effet le dénombrement des individus réalisé pendant la période de la reproduction de l'année 2011 est de 49 individus effectués en 05 sorties (9,8 individus par sortie). Le nombre de Colvert au lac Tonga reste très loin et très inférieur à l'effectif mondial qui classe le canard Colvert comme étant le plus abondant des Anatidés (**Boumezbeur, 1990**). Cette faible abondance peut être expliquée par la pratique accrue de braconnage et de chasse au niveau de la Wilaya d'EL-Tarf. En effet, entre l'année 1984 et 1991, 1596 individus du Canard Colvert sont chassés (**Belhamra, 2005**).

Chapitre II : évolution des effectifs de la population du colvert de Tonga (dénombrement)

Par ailleurs, le lac Tonga subi lors ces dernières années un phénomène d'eutrophisation intense (la comparaison des images satellite des différents années passés par « *googleearth* » montre un développement remarquable de la végétation du lac) au moment de la période de la reproduction. Ainsi la quasi-totalité de la surface du lac est recouvert par une hydrophyte très envahissante des espaces d'eau libres *Nymphaea alba* (Abbaci, 1999) dans laquelle notre espèce peut se cacher aux observateurs, ce qui délimiterait le rendement des observations sur la surface du lac et le dénombrement des Anatidés en général deviendrait plus difficile et pouvant être erroné.

Ceci pouvant être expliqué aussi selon un rapport préparé par « British Trust for Ornithology (BTO) » en 2008 par un phénomène de déplacement des zones de reproduction des oiseaux d'eau sous l'influence des changements climatiques qui devient intensif. Depuis l'année 1990, les zones de reproduction tout comme les zones d'hivernage des espèces d'oiseaux d'eau se déplacent vers les pôles ou vers des zones géographiquement plus élevées. Dans le nord-ouest de l'Europe, certaines espèces d'oiseaux d'eau du littoral ont déplacés leurs zones d'hivernage de plus de 100 km au cours des vingt dernières années. Le déplacement vers les pôles des zones de reproduction est moins spectaculaire, mais néanmoins bien documenté. Les déplacements de ce genre devraient être plus fréquents dans l'avenir (BTO, 2008).

VI.4. Effectif du canard colvert au niveau du lac Tonga pendant la période d'hivernage

En collaboration avec les gens du parc national d'EL-Kala (P.N.E.K) et suivant la méthode de dénombrement par équipe citée par Schricke en 1990 nous avons calculé le nombre du canard colvert au début du mois de Janvier (période d'hivernage) de chaque année de notre période d'étude (Figure 22) dont les résultats sont en dessous (Tableau 04) :

Tableau 04. Nombre d'hivernage annuel du canard colvert au niveau du lac Tonga pendant notre période d'étude (n = 245).

Année	2011	2012	2013	2014	2015	TOTAL
Nombre	46	15	35	18	131	245

Chapitre II : évolution des effectifs de la population du colvert de Tonga (dénombrement)

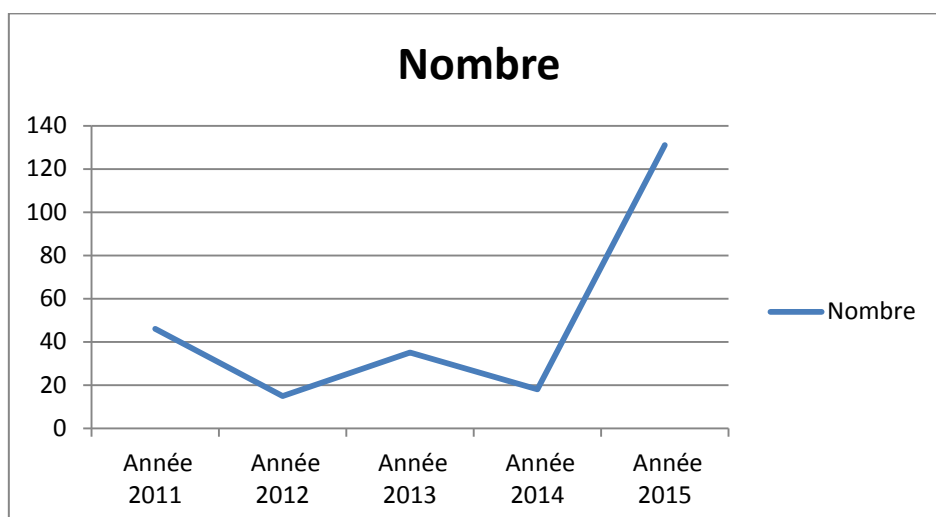


Figure 22. Variation du nombre annuel du canard colvert dans la période d'hivernage au niveau du lac Tonga pendant la période d'étude.

Pour donner une vision plus profond sur l'évolution de l'effectif de canard colvert au niveau du lac Tonga et en se basant sur le dénombrement du P.N.E.K depuis l'année 2000 (Figure 23) nous avons les résultats suivants (Tableau 05) :

Tableau 05. Nombre d'hivernage annuel du canard colvert au niveau du lac Tonga pendant les derniers quinze (15) ans ($n = 730$).

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	TOTAL
Nombre	44	150	142	10	42	40	6	28	0	23	/	46	15	35	18	131	730

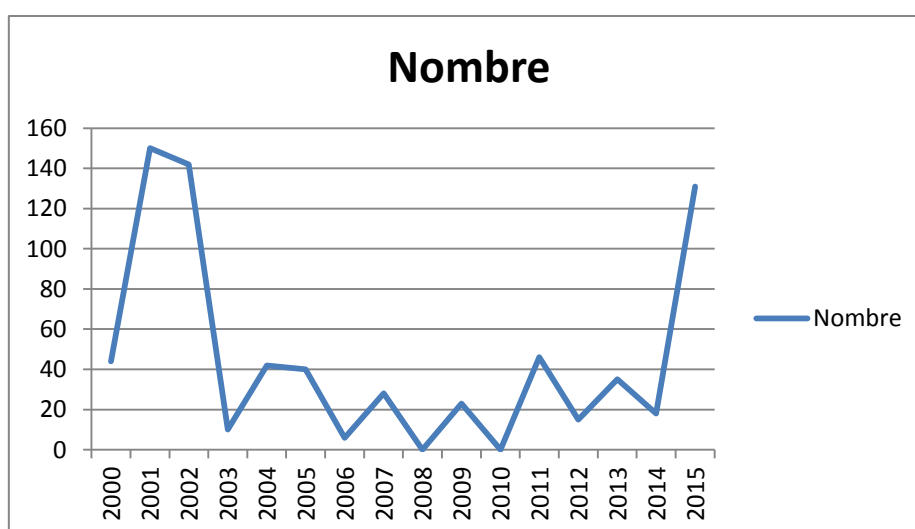


Figure 23. Variation du nombre annuel du canard colvert dans la période d'hivernage au niveau du lac Tonga pendant 15 ans ($n = 730$).

Chapitre II : évolution des effectifs de la population du colvert de Tonga (dénombrement)

D'une façon générale il y a une instabilité très remarquable de l'effectif du canard colvert au niveau du lac Tonga.

A l'échelle internationale il y a une légère diminution pour la population hivernante dans la région mer Noire-Méditerranée. En revanche, la population qui hiverne dans le nord-ouest de l'Europe est définie comme stable. L'avenir de cette espèce passe par la bonne conservation des zones humides et l'arrêt des lâchers de Canards colverts d'origine génétique douteuse, qui ont tendance, en se croisant avec les "vrais sauvages" à entraîner une domestication de l'espèce : un contrôle de la qualité génétique et phénotypique des Canards colverts d'élevage, voués à la chasse ou au repeuplement, devrait peut-être s'imposer (Potiez, D, 2002).

VII. Relation entre la précipitation et l'effectif

Les paramètres pluviométriques de notre période d'étude sont collectés à partir de données climatologiques de station météo-logique de la commune du lac des Oiseaux willaya d'EL Tarf et sont assemblés dans le tableau ci-dessus (Tableau 06) :

Tableau 06. Taux de la précipitation annuelle de la willaya d'EL-Tarf pendant la période hivernale.

Année	Précipitation (mois de Janvier) (mm)
Année 2011	66,5
Année 2012	67,2
Année 2013	63,1
Année 2014	33,4
Année 2015	161,2

Pour bien lire la relation entre le taux de précipitation dans la période d'hivernage (mois de Janvier) du canard colvert au niveau du lac Tonga et l'évolution de leur effectif hivernale nous avons tracé la courbe ci-dessous dans laquelle nous avons bien remarqué dans la majorité des années de notre période d'étude une relation proportionnelle entre le taux de précipitation et l'effectif de colvert en période hivernale au niveau du lac Tonga.

Les mouvements associés à la pluviosité ne sont pas toujours clairs et faciles à interpréter; Dodman & Diagana (2006) décrivent plusieurs facteurs déterminants les migrations associées à la pluviosité en Afrique parmi elles la montée des eaux ou l'inondation, dont de nombreux

Chapitre II : évolution des effectifs de la population du colvert de Tonga (dénombrement)

oiseaux d'eau en générale et notamment le colvert sont attirés par les plaines inondées, ils se dirigent vers ces zones en même temps que le niveau des eaux monte.

Donc les facteurs climatologiques en générale et notamment la précipitation jouent un rôle principal dans le déclenchement du phénomène de migration et alors influence la répartition temporel des espèces migrateurs et parmi eux notre modèle biologique : le canard colvert (*Figure 24*).

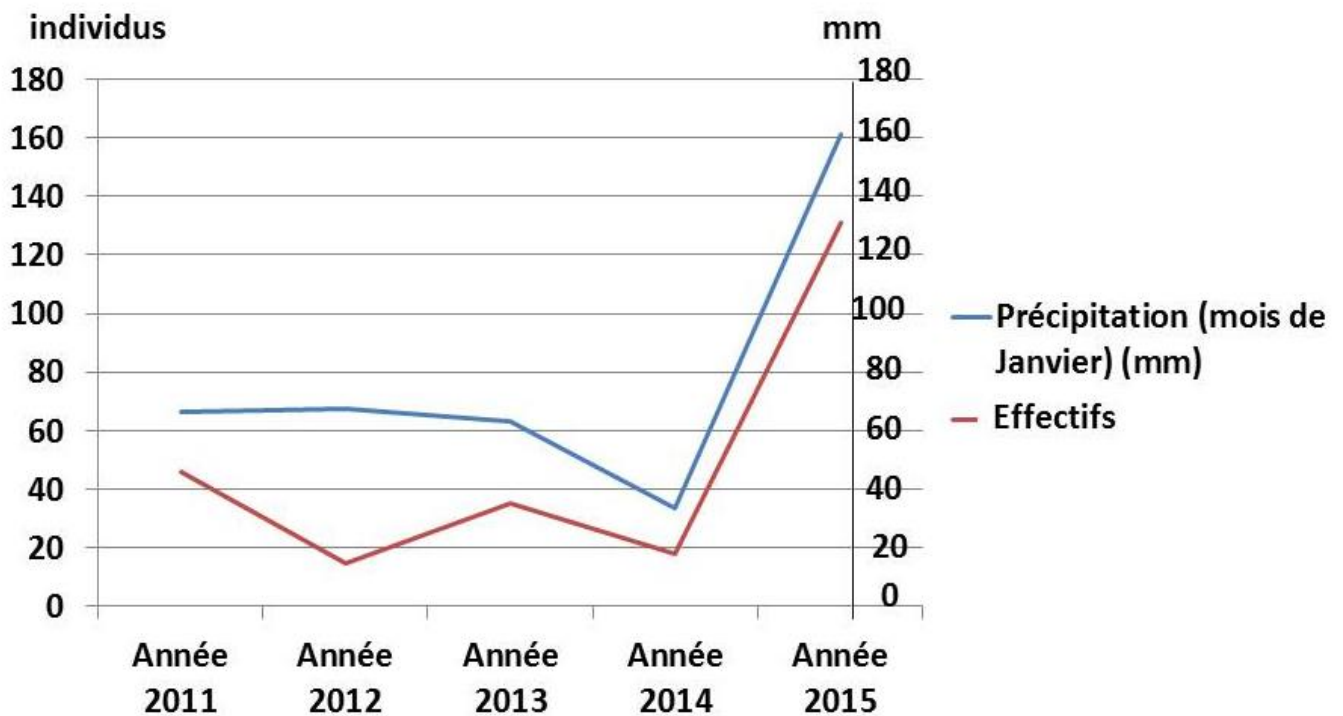


Figure 24. Variation parallèle de la précipitation de la zone d'étude et le nombre de colvert.

VIII. Conclusion

Selon Ramade (2008), la phénologie est l'étude de l'influence du temps et des conditions écologiques, entre autre climatiques, sur la succession des diverses phases du cycle vital d'une espèce.

Dans notre étude nous cherchons à démontrer la manière d'évolution temporelle d'effectif hivernale du canard colvert au niveau du lac Tonga, Ainsi que l'influence des facteurs climatiques sur cette évolution.

Chapitre II : évolution des effectifs de la population du colvert de Tonga (dénombrement)

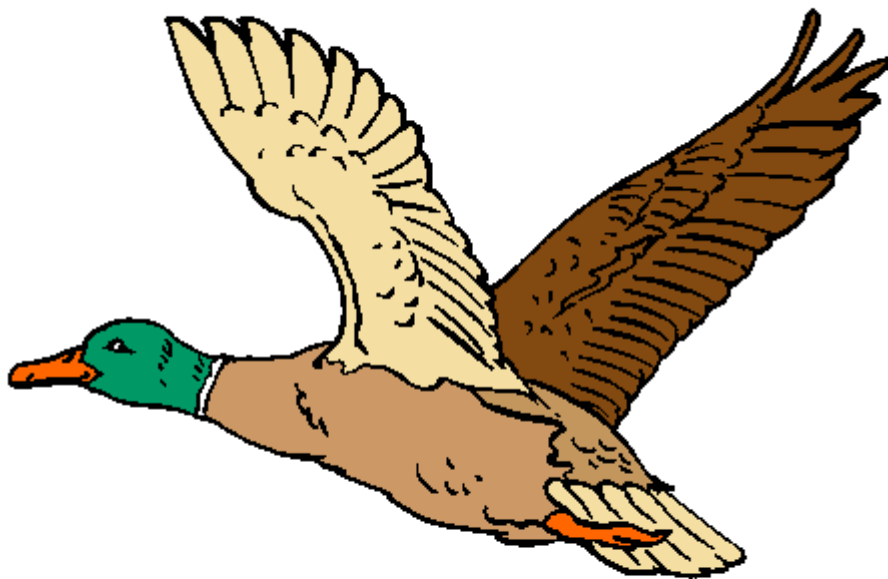
Dans ce présent travail nous avons trouvé que le nombre annuel moyen du canard colvert au niveau du lac Tonga possède une perturbation et instabilité remarquables, alors que ce phénomène est essentiellement (au moins selon cette étude) aux facteurs climatiques surtout celle de la précipitation.

Aussi le nombre total de cette espèce dans notre site d'étude reste toujours faible et très loin à ceux enregistrés dans les autres zones humides hors de l'Algérie. Cette faible abondance peut être expliquée par la pratique accrue de braconnage et de chasse au niveau de la Wilaya d'EL-Tarf. En effet, entre l'année 1984 et 1991, 1596 individus du Canard Colvert sont chassés (Belhamra, 2005).

Par ailleurs, le lac Tonga subit lors de ces dernières années un phénomène d'eutrophisation intense (la comparaison des images satellites des différentes années passées par « *googleearth* » montre un développement remarquable de la végétation du lac). Ainsi la quasi-totalité de la surface du lac est recouverte d'une hydrophyte très envahissante des espaces d'eau libres *Nymphaea alba* (Abbaci, 1999) dans laquelle notre espèce peut se cacher aux observateurs, ce qui délimiterait le rendement des observations sur la surface du lac et le dénombrement des Anatidés en général deviendrait plus difficile et pouvant être erroné.

Concernant la distribution des espèces dans leurs habitats, elle répond aux exigences écologiques de ces derniers. Le canard colvert fréquente régulièrement la zone Nord-est du lac au niveau de l'Aulnaie. Cette région est caractérisée par la présence de la végétation très diversifiée qui garantit à notre modèle biologique une quantité de nourriture suffisante et idéale et une protection contre les dérangements humains et les menaces des différents prédateurs.

**Chapitre III : Paramètres physico-chimiques de
l'eau du lac Tonga et degré de la pollution des
différents sites de nidification de colvert**



Chapitre III

I. Introduction

Les transformations des paysages, la destruction des habitats et les apports anthropiques excessifs contribuent à l'altération de tous les compartiments de l'environnement et particulièrement les ressources naturelles en eau.

L'eau est un élément vital et indispensable pour une vie normale, elle couvre 70% de la planète, c'est une molécule simple aux propriétés complexes qui existe dans la nature sous les trois formes « gaz, liquide et solide » et joue un rôle important dans tous les cycles biogéochimiques des éléments. Son importance pour l'économie et le progrès socioéconomique des sociétés ne cesse de croître, Sa demande et son approvisionnement Deviennent de plus en plus difficile à acquérir.

Chacun sait que les besoins, en eau douce des populations du globe vont croître avec les progrès industriels et agricoles, le confort, et l'hygiène des habitants dont les effectifs ne cessent eux-mêmes de s'accroître. Malgré tout l'eau douce reste globalement, mal gérée, gaspillée et polluée. Une grande partie de la population mondiale risque de se trouver en « stress hydrique » dans les prochaines années.

La pollution de cette ressource représente un problème majeur. En effet les ressources en eau contiennent souvent des excès de nitrates, de phosphore, de matières organiques, d'hydrocarbures, de produits phytosanitaires et de métaux lourds qui doivent être mieux contrôlés car ils peuvent avoir des conséquences néfastes sur la qualité de vie des milieux aquatiques. Elles contiennent aussi des charges microbiennes élevées qui peuvent être pathogènes engendrant des problèmes graves pour l'environnement et pour la santé publique. L'une des pollutions les plus redoutables qui menace les eaux de surface et plus particulièrement les eaux de rivières est celle liées aux eaux usées issues de différentes activités humaines, que ce soit domestiques et/ou industrielles, demeurent un problème de santé publique. Le contrôle biologique et physico-chimique de ces eaux est cependant devenu impératif car il peut dans certains cas éviter de grandes catastrophes.

Ce contrôle est basé principalement sur des paramètres physico-chimiques et microbiologiques. Donc, le problème a été sérieusement signalé ces dernières années et demande des solutions immédiates et efficaces.

II. Période d'étude et méthodologie

Par l'utilisation d'un multi-paramètre de terrain nous avons déterminé les différents paramètres physico-chimiques de l'eau du lac Tonga dans quatre stations différents citées en détail dans la partie « Matériels et Méthodes » de cette présente thèse d'un rythme mensuel durant les années 2014-2015.

Dont le but est de collecter des informations sur la localisation et l'évaluation d'un niveau de pollution au niveau de notre site d'étude, en fonction d'un ensemble de paramètre:

- **Qualité physique** : matière en suspension, turbidité, température, conductivité et salinité.
- **Qualité chimique** : pH.

Ces paramètres permettent d'acquérir des connaissances de base, de développer une surveillance pour détecter des perturbations et de mettre en place un suivi pour rétroagir sur la gestion.

III. Paramètres physicochimiques de l'eau du lac Tonga

La qualité des eaux dépend essentiellement de la composition des milieux traversés et du temps de séjour dans chacun d'eux. Elle est également soumise à l'influence de l'environnement, et aux activités anthropiques comme : la nature des sols, la végétation et les Cultures, épandages des engrais, rejets d'eaux urbaines et industrielles et a l'activité bactériologique.

La connaissance des caractéristiques physico-chimiques des eaux est primordiale pour définir les possibilités d'exploitation d'une eau tant pour la potabilité que pour l'irrigation et l'industrie (**AmorAbda, 2009**).

Les substances présentes dans l'eau peuvent être classées selon deux modes différents:

- suivant leur nature chimique : organique ou minérale;
- suivant leur état physique : matières dissoutes, colloïdales ou en suspension.

Ces distinctions sont arbitraires dans la mesure où, d'une part une substance peut se trouver soit à l'état dissous, soit en suspension selon les conditions du milieu, et d'autre part, l'eau est le siège de phénomènes de dégradation biologique qui peuvent transformer des substances organiques en substances minérales (**Rejsek, 2002**).

III.1. La température

La température est une mesure momentanée, qui dépend de la saison, l'heure et le lieu de prélèvement. Elle est aussi un facteur écologique important du milieu .Elle influe sur la

Chapitre III : Paramètres physico-chimiques de l'eau du lac Tonga et degré de la pollution des différents sites de nidification de colvert

densité de l'eau et joue donc un rôle primordial de stratification des lacs et des mers... (Guiraud, 1998).

La température est un facteur écologique très important qui a une grande influence sur les propriétés physico-chimiques des écosystèmes aquatiques (Ramade, 1993). Elle conditionne les possibilités de développement et la durée du cycle biologique des espèces aquatiques (Angelier, 2003).

Il est très important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissout donc sur la conductivité électrique et dans la détermination de pH. D'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et de leur origine (Leclerc, 1996).

Cette mesure est importante pour diverses raisons : la température des eaux affecte les organismes qui y vivent de plusieurs manières et elle influence plusieurs processus biologiques et chimiques. En effet, chaque espèce est adaptée à une gamme de température dans laquelle elle peut se développer et poursuivre son cycle de vie. Par exemple, chez les poissons et reptiles, dits ectothermes, la température de l'eau contrôle leur température interne influant ainsi sur les différents processus physiologiques tels la digestion, la reproduction et la locomotion. Dès lors que surviennent des changements de température, ces organismes doivent s'adapter en trouvant une source de chaleur ou de fraîcheur à défaut de réduire leur métabolisme, les rendant de ce fait davantage susceptibles à la prédation, aux maladies et au manque de nourriture. Les changements de température sont aussi responsables du déclenchement de certains phénomènes physiologiques tels que la métamorphose et la ponte des œufs. Au point de vue de la physique de l'eau, la température affecte le taux d'oxygène dissous dans l'eau ; en effet une eau chaude aura un taux d'oxygène dissous plus faible qu'une eau froide. (Tableau 07)

Tableau 07. Variation de température du Lac Tonga.

Température (C°)	Oued.EL-Hout	Aulanie 01	Aulanie 02	Maizila
période pré-Reproduction	8,75	10,05	10,6	11,15
période de Reproduction	17,83	16,56	20,16	21,26
période post-Reproduction	27,43	25,54	26,23	29,41

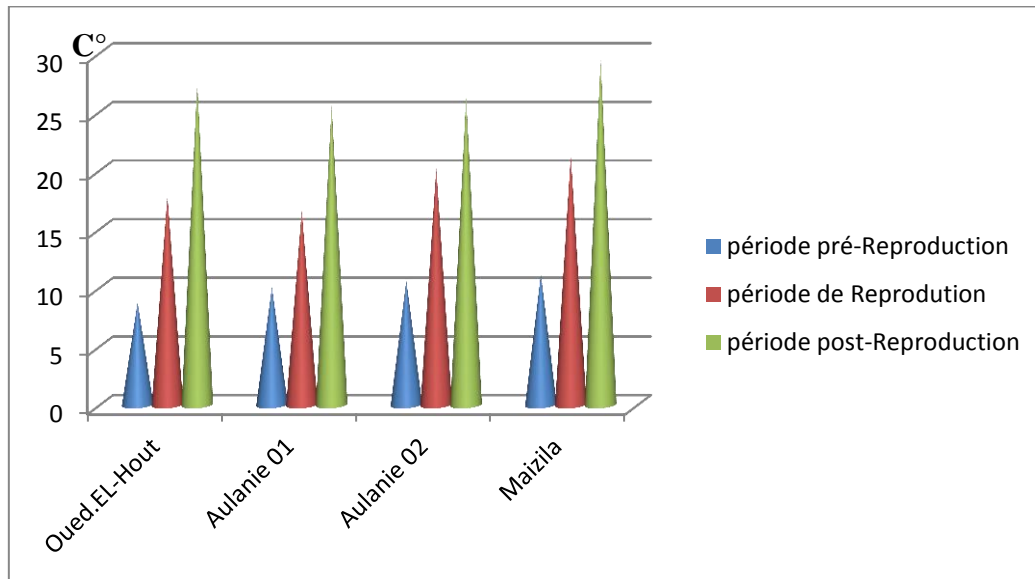


Figure 25. Histogramme de variation de la température au niveau du Lac Tonga.

D'après nos résultats (Figure 25), la température favorable pour la nidification du canard colvert au niveau du lac Tonga est variée en moyenne entre 16.56 et 20.16 °c.

Pour l'ensemble des stations, la température fluctue en fonction des saisons. D'autre part, la situation géographique (altitude) des stations influence aussi mais légèrement sur ce paramètre. Une légère hausse peut favoriser la croissance des micro-organismes, la perte accentuée du goût, de l'odeur et de la couleur (OMS, 2004).

III.2. Le pH

Le pH est une grandeur mesurant la concentration des ions hydrogènes dans une solution. Dans un milieu aquatique il indique l'équilibre entre les acides et bases de l'eau (Morsli, 2007). Le pH d'une solution aqueuse varie de 0 à 14, un pH de 7 signifie que la solution est neutre. Un pH inférieur à 7 indique que la solution est acide et un pH supérieur à 7 indique que la solution est basique (Rodier, 1996).

Le pH agit indirectement sur la santé dans la mesure même où il influe sur les différents procédés du traitement destiné à éliminer les virus, les bactéries et autres organismes nocifs. L'O.M.S préconise pour l'eau destinée à la consommation humaine un pH compris entre 6,5 et 8,5 (Samake, 2002). Alors qu'un pH compris entre 7 et 10 permet une croissance et un développement de la faune et de la flore aquatique (Merzoug, 2009). (Tableau 08)

Tableau 08. Variation de PH du Lac Tonga.

pH	Oued.EL-Hout	Aulanie 01	Aulanie 02	Maizila
période pré-Reproduction	11,25	9,37	10,3	10,25
période de Reproduction	10,3	9,91	10,17	11,22
période post-Reproduction	9,29	9,65	10,04	10,87

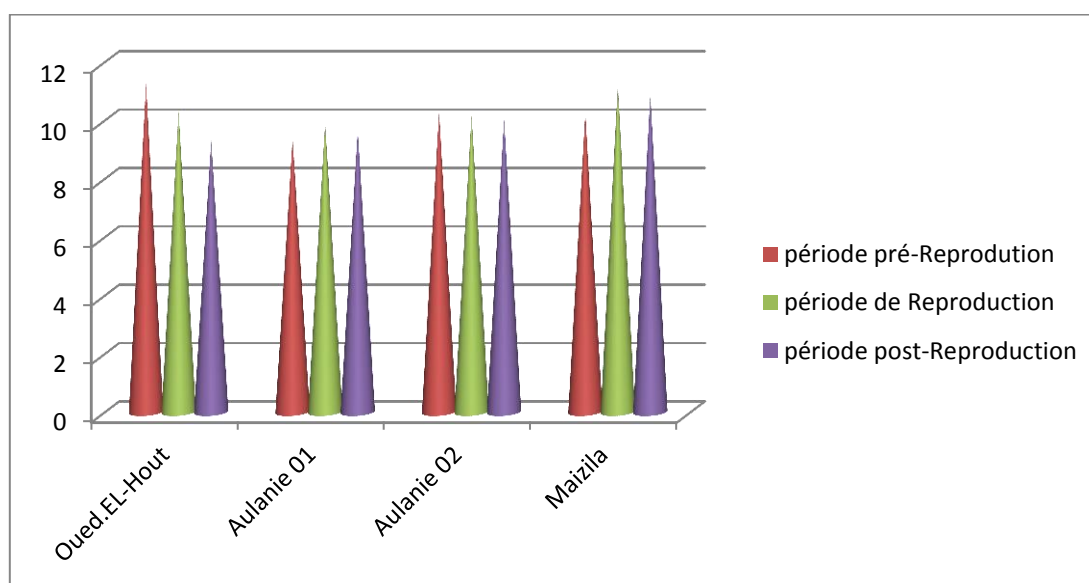


Figure 26. Histogramme de variation de pH au niveau du Lac Tonga.

L'histogramme ci-dessus (*Figure 26*) illustre que notre modèle biologique favorise un pH alcalin dans notre période de reproduction compris entre 9.91 et 10.17, ceci peut être expliqué par la nature alcaline des sols tourbeux au niveau de l'aulnaie au Nord du lac.

Aussi le pH conditionne l'équilibre physico-chimique de l'eau et dépend de multiples facteurs, tels que l'origine de l'eau et les apports des rejets des agglomérations, des industries et de l'agriculture (**Khelif, 2010**).

III.3. Potentiel redox

Dans les systèmes aqueux, le potentiel redox (ou disponibilité en électrons) affecte les états d'oxydation des éléments (H, C, N, O, S, Fe...). Dans une eau bien oxygénée, les conditions d'oxydation dominent. Quand les concentrations d'oxygène diminuent, le milieu devient plus réducteur ce qui se traduit par une réduction du potentiel redox. (*Tableau 09*)

Tableau09. Variation du Potentiel redox du Lac Tonga.

potentiel redox (mV)	Oued.EL-Hout	Aulanie 01	Aulanie 02	Maizila
période pré-Reproduction	44,3	-135,25	28,45	30,12
période de Reproduction	89,65	52,23	167,23	155,98
période post-Reproduction	94	76	132	164

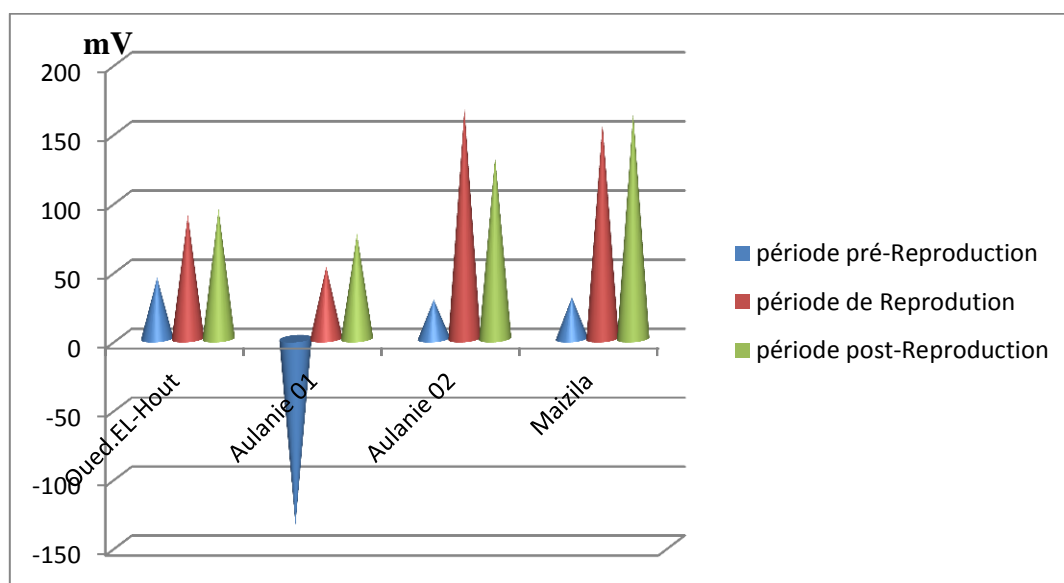


Figure 27. Histogramme de variation de Potentiel redox au niveau du Lac Tonga.

Le canard colvert du lac Tonga fait sa nidification sous condition d'un potentiel redox positif de 52.23 à 167.23 en moyenne (Figure 27).

III.4. Conductivité électrique

L'eau pure est peu conductrice du courant électrique car elle ne contient que très peu de particules chargées électriquement (ions), susceptibles de se déplacer dans un champ électrique. La conductivité traduit la minéralisation totale de l'eau. Sa valeur varie en fonction de la température (Rodier, 1996). La conductivité est liée à la présence d'ions en solution. Elle augmente avec la température et la concentration en sels dissous.

La conductivité électrique d'une eau est généralement mesurée par un appareil multi paramètre et elle s'exprime en micro Siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (Rodier, 2009). Une conductivité électrique de l'eau supérieure à 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ fait considérer une eau comme inutilisable dans les zones irriguées (Samake, 2002).

Elle constitue une bonne appréciation de la minéralisation d'une eau. Une conductivité élevée traduit une quantité de sels solubles et ionisables très importante (Benamaret al, 2002).(Tableau 10)

Chapitre III : Paramètres physico-chimiques de l'eau du lac Tonga et degré de la pollution des différents sites de nidification de colvert

Tableau10. Variation de conductivité électrique du Lac Tonga.

conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Oued.EL-Hout	Aulanie 01	Aulanie 02	Maizila
période pré-Reproduction	0,391	0,938	0,39	0,355
période de Reproduction	0,275	0,295	0,272	0,223
période post-Reproduction	0,321	0,376	0,294	0,276

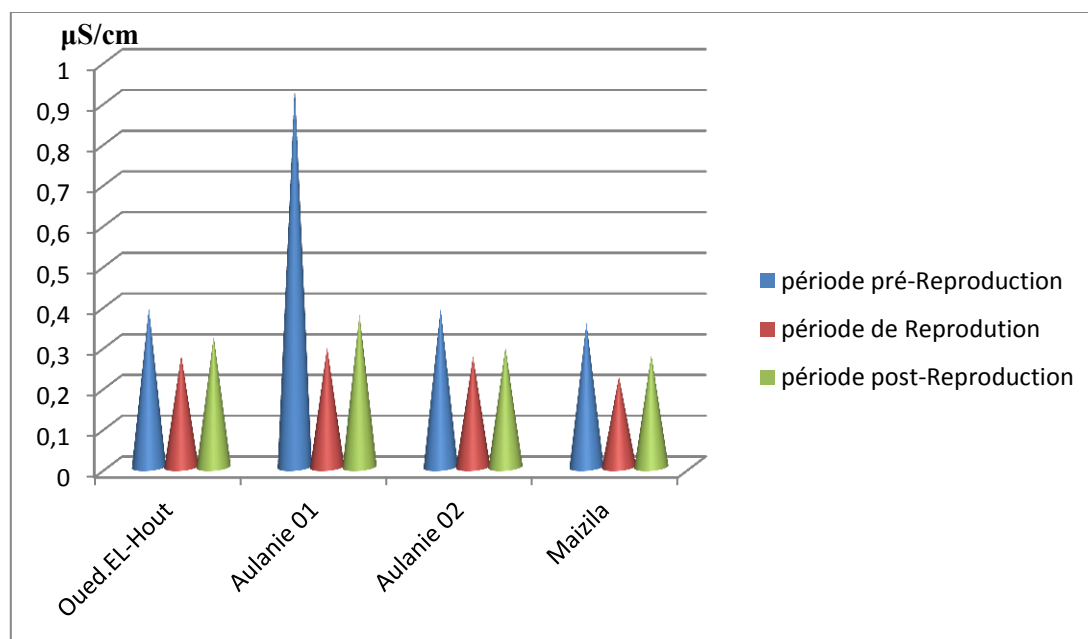


Figure 28. Histogramme de variation de conductivité électrique au niveau du Lac Tonga.

D'après les résultats on peut dire que la conductivité électrique approprié pour la reproduction du colvert au niveau du lac Tonga est variée entre 0.295 et 0.272 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Figure 28).

III.5. Turbidité (NTU)

La turbidité est un facteur écologique important. Elle est causée dans une eau naturelle par des sédiments et autres matières en suspension (Ramade, 2000).

Aussi, la turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble, c'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoute. Un liquide trouble s'éclaire vivement lorsqu'il est traversé par un faisceau lumineux, c'est le phénomène dit de Tyndall due aux particules insolubles en suspension diffusant latéralement une partie des rayons lumineux. (Lacroix, 1991) (Tableau 11).

Chapitre III : Paramètres physico-chimiques de l'eau du lac Tonga et degré de la pollution des différents sites de nidification de colvert

Tableau 11. Variation de la Turbidité du Lac Tonga.

Turbidité (NTU)	Oued.EL-Hout	Aulanie 01	Aulanie 02	Maizila
période pré-Reproduction	207	36,4	57,5	109
période de Reproduction	137	52,1	57,9	38,9
période post-Reproduction	96,34	27,32	43,76	31,65

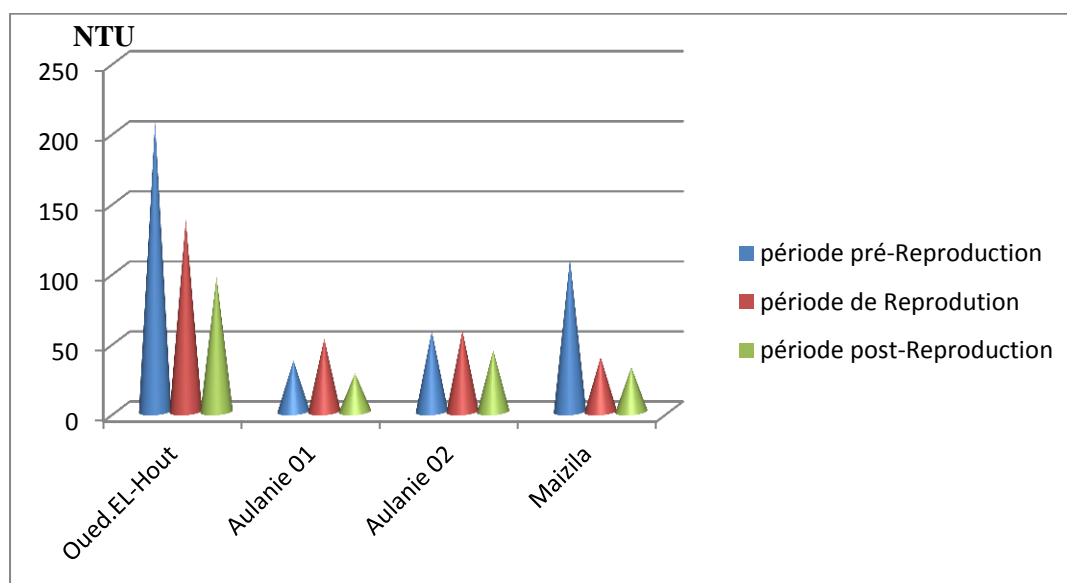


Figure 29. Histogramme de variation de la Turbidité au niveau du Lac Tonga.

Notre modèle biologique au niveau du lac Tonga choisit des sites de nidification dans lesquelles le taux de turbidité est plus au moins faible calculé entre 52.1 et 57.9 NTU en moyenne (Figure 29).

La turbidité est un facteur écologique important, qui peut traduire :

- une teneur importante (normale ou non) en matières en suspension (consécutives par exemple à l'érosion, au lessivage de sols fragiles, dégradés ou agricoles labourés)
- une teneur élevée en plancton
- une pollution ou eutrophisation de l'eau, cause éventuelle d'asphyxie (par anoxie) du milieu ou de colmatage des branchies des poissons.

Cette dernière est remarquable dans les dernières années surtout au niveau des sites de nidification de colvert (Aulnaie du Tonga).

III.6. Totale en solide dissous (TDS)

Les teneurs en sels dissout de l'eau peuvent être mesurées et exprimées de différentes manières selon la période de prélèvement (Rodier, 1996). Elle est aussi étudiée en tant que « matrice » capable d'adsorber divers polluants, qui peuvent s'y transformer et être

Chapitre III : Paramètres physico-chimiques de l'eau du lac Tonga et degré de la pollution des différents sites de nidification de colvert

transportés par le courant, ou qui peuvent passer dans le réseau trophique et l'alimentation (via les organismes filtreurs notamment).

Selon N'gaossan, (2008) les cations et anions des cours d'eau sont, en moyenne, dominés par les bicarbonates (HCO_3^-) et le calcium (Ca^{2+}). Les concentrations de ces deux éléments représentent un peu plus de 70% du total des sels dissous (TDS) (N'gaossan, 2008) (Tableau 12).

Tableau 12. Variation de la TDS du Lac Tonga.

TDS (g/l)	Oued.EL-Hout	Aulanie 01	Aulanie 02	Maizila
période pré-Reproduction	0,262	0,619	0,262	0,242
période de Reproduction	0,186	0,201	0,186	0,152
période post-Reproduction	0,186	0,201	0,186	0,152

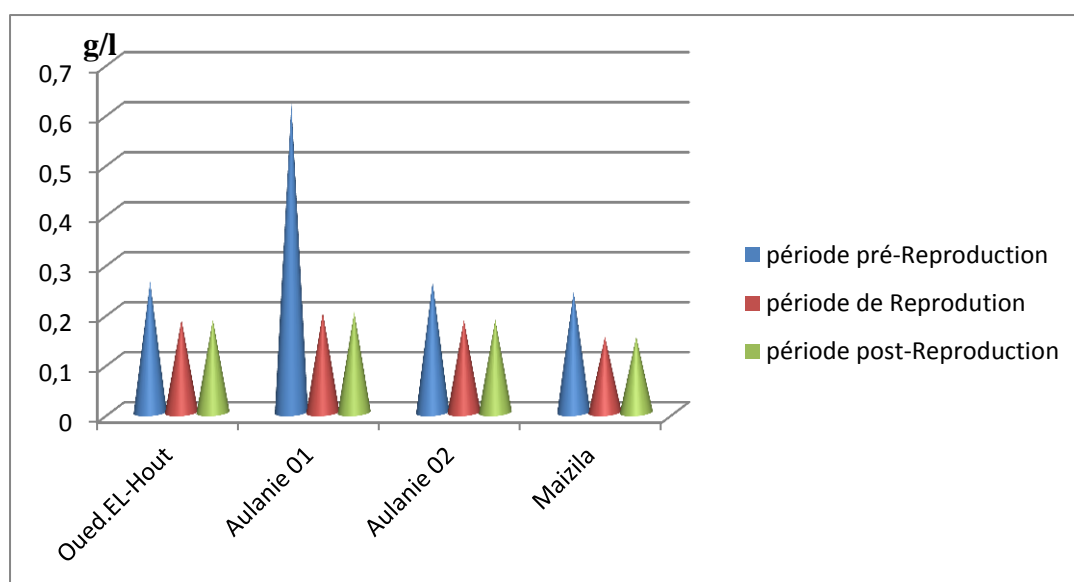


Figure 30. Histogramme de variation de la TDS au niveau du Lac Tonga.

D'une manière générale, les teneurs en sels dissout varient en fonction des saisons de la même manière que la conductivité électrique (Figure 30).

III.7. Salinité

La salinité est la quantité totale des résidus solides (en grammes) contenus dans 1 kg d'eau de mer, quand tous les carbonates ont été transformés en oxydes, et que toute la matière organique a été oxydée (Reynard, 1996).

L'origine des sels responsables de la salinité est diverse elle peut être naturelle (marine actuelle ou ancienne, pétrographique, volcanique, hydrothermale, éolienne...etc.) elle est aussi très souvent anthropique (hydro-agricole, engrais, effluents urbains...etc.).

Chapitre III : Paramètres physico-chimiques de l'eau du lac Tonga et degré de la pollution des différents sites de nidification de colvert

Quand on parle de la salinité il s'agit donc de sels chlorurés, sulfatés, bicarbonatés ou nitrates, de sels simples ou complexes plus ou moins hydratés. La présence de sel dans l'eau modifie certaines propriétés (densité, compressibilité, point de congélation, température du maximum de densité). D'autres (viscosité, absorption de la lumière) ne sont pas influencées de manière significative. Enfin certaines sont essentiellement déterminées par la quantité de sel dans l'eau (conductivité, pression osmotique) (Mermoud, 2005)(Tableau 13).

Tableau13. Variation de la salinité du Lac Tonga.

Salinité (%)	Oued.EL-Hout	Aulanie 01	Aulanie 02	Maizila
période pré-Reproduction	0,02	0,05	0,02	0,02
période de Reproduction	0,01	0,01	0,02	0,01
période post-Reproduction	0,01	0,01	0,01	0,01

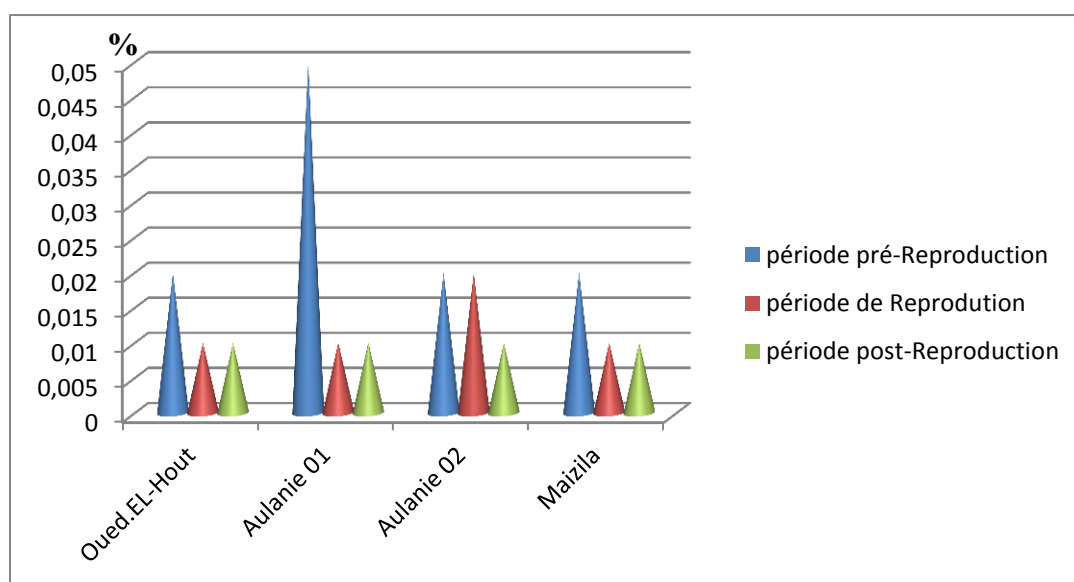


Figure 31. Histogramme de variation de conductivité électrique au niveau du Lac Tonga.

A la lumière de notre présent résultats on peut dire qu'il ya une stabilité remarquable de taux de salinité entre les différents sites en respectant les différences entre les périodes d'échantillonnages. Ces dernières peut-être dues à une élévation importante de la température qui provoque une évaporation intense des eaux, ou aux teneurs élevées en sels liées à la nature des terrains drainés, et aux effets de la pollution (épandage d'engrais utilisé, rejets des eaux usées) (Benamar et al, 2002).

Chapitre III : Paramètres physico-chimiques de l'eau du lac Tonga et degré de la pollution des différents sites de nidification de colvert

Selon une étude qui était faite sur la qualité physico-chimique des eaux de l'exutoire du Lac Tonga (Oued Messida) en 2009 par KHEDIMALLAH Rania La salinité est nulle dans cette zone.

Sur la base de données précédente on peut dire que le taux de salinité calculé par notre étude malgré qu'il est faible mais il indique une pollution dont l'origine est essentiellement les déchets publiques qui contamine la qualité d'eau du lac Tonga ; cette contamination est diminuée successivement si nous avons éloigné à leur source (les habitans) et elle devient nulle vers l'exutoire du Lac Tonga (Oued Messida).

VI. Conclusion

Pour qu'un écosystème aquatique puisse se développer de façon équilibrée, il faut que la qualité de l'eau soit bonne. Soumise au développement industriel et urbain et à l'utilisation massive de produits chimiques comme les pesticides, les engrais ou les détergents, les qualités naturelles de l'eau sont dégradées et l'écosystème aquatique perturbé, on parle alors de pollution de l'eau.

Il existe plusieurs sortes de pollutions, très différentes les unes des autres par leurs origines et par leurs conséquences. Une pollution organique a été historiquement la plus grave et la plus fréquente c'est une pollution due au rejet d'eau d'égouts ou d'eaux riches en déchets provenant des industries. Ces matières organiques sont décomposées par des bactéries présentes dans l'eau et pour cela consomment beaucoup d'oxygène. Cela peut entraîner la mort de nombreux animaux par asphyxie. De plus, les eaux d'égouts sont riches en microbes susceptibles de provoquer des maladies (pollution microbienne).

Ce chapitre a été réalisé dans le but d'évaluer la qualité physico-chimique d'eau du Lac Tonga (wilaya d'El. Tarf). Les analyses physico-chimiques sont souvent utilisées pour étudier et vérifier l'état de santé de l'écosystème aquatique d'importance internationale.

Au cours de notre étude, nos résultats ont montrés que le lac Tonga à un pH dans la plupart des cas alcalins permettent le développement et la croissance de l'avifaune aquatique selon Merzoug en 2009 ; ces conditions et autres (Température, précipitation,) contribuent à la composition d'une zone humides classée dans la liste de Ramsar comme étant le premier site de nidification dans Afrique du Nord.

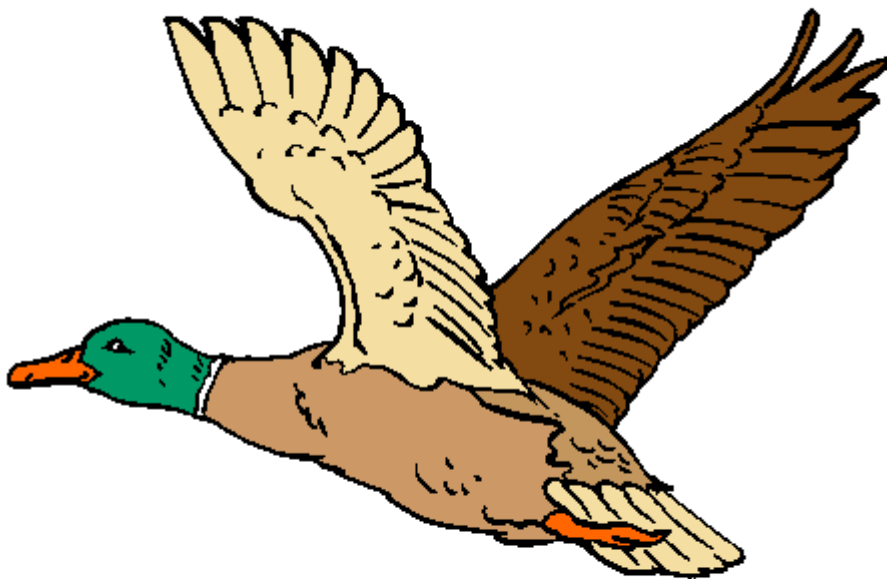
Par ailleurs, cette zone humide soumise dans les dernières Années à une menace de pollution due aux effluents urbains situés à proximité de certaines stations (Aulnaie 01 et 02), au lessivage des terres agricoles (Oued EL-Hout), l'élevage intensif ainsi, la présence d'un

Chapitre III : Paramètres physico-chimiques de l'eau du lac Tonga et degré de la pollution des différents sites de nidification de colvert

nombre important d'oiseaux qui utilisent ces écosystèmes (nos paramètres physico-chimiques signale cet état de pollution mais il faut dans une prochaine étude plus approfondie renforcer ces résultats par des analyses microbiologiques pour confirmer cette contamination et leur origine).

il faut signaler alors que notre site d'étude souffre d'un cas de pollution alarmant et exige des décisions strictes pour restaurer puis conserver son intégrité écologique.

**Chapitre IV : Variation de l'état de l'immunité
chez la canard colvert au niveau du lac Tonga
au cour de leur période de reproduction**



Chapitre IV

I. Introduction

L'étude des oiseaux présente plusieurs aspects en particulier biogéographiques et évolutifs (**MacArthur, 1972 ; Blondel, 1995; Brown et al, 1996 ; Holt, 2003**). L'Afrique du Nord de part la diversité de ses habitats (zones humides, forêts, maquis et les oasis) offre un bon cadre pour comprendre le fonctionnement des populations à travers leur reproduction. Les oiseaux d'eau nichent là où leurs habitats sont disponibles.

De ce fait, plusieurs hypothèses traitent la répartition des espèces en relation avec les conditions abiotiques comme la dégradation du climat. D'autres plaident que la répartition des espèces est sous l'influence des facteurs biotiques comme la qualité de l'habitat et la formation végétale (concept source-puits), l'abondance de l'alimentation (hypothèse d'Ashmole) et des parasites (**MacArthur, 1972**) en relation avec l'hypothèse de l'allocation d'énergie. De nombreuses études récentes ont mis l'accent sur les parasites du sang aviaires (**Laurance et al, 2013; Radfar et al, 2012; Bensch et al, 2004; Hellgren et al, 2004; Ricklefs et al, 2005**). En Algérie les études des interactions hôte-parasite dans un contexte évolutif et écologique reste toujours maigre.

Il y a un intérêt considérable pour les relations écologiques et évolutives entre les parasites et leurs hôtes. Des études sur des oiseaux comme modèle animal ont montré un compromis entre la reproduction sexuelle et l'infection par des parasites. L'augmentation de l'investissement dans la reproduction augmente souvent la prévalence ou l'intensité des infections parasitaires (**Clayton DH et al, 1997**).

Autre que les parasites, les virus, les bactéries et les champignons ayant pénétré dans l'organisme des vertébrés peuvent être reconnus par le système immunitaire afin de maximiser la fitness des individus (**Norris K et al, 2000**).

Alors, le système immunitaire joue un rôle essentiel dans la défense d'un animal contre une attaque par des pathogènes et des parasites. L'immunocompétence est la capacité d'un hôte à prévenir ou à contrôler l'infection par des pathogènes et des parasites.

Une réduction de l'immunocompétence (c'est-à-dire la capacité d'un animal à monter une défense immunitaire efficace) est susceptible de réduire la condition physique, de sorte que

les compromis impliquant la défense immunitaire pourraient être cruciaux pour déterminer les meilleures décisions de l'histoire de la vie de cet animal (Sheldon BC *et al*, 1996).

Dans ce présent travail nous sommes orienté vers une évaluation de l'état de l'immunité du colvert de lac Tonga pendant la période de reproduction en se basant sur les résultats de numération des globules blancs qui peuvent traduire l'état de l'immunité de notre modèle biologique et alors leur santé d'une façon générale.

II. Intérêt de l'étude d'état sanitaire des oiseaux

L'état sanitaire des oiseaux sauvages est important à connaître pour plusieurs raisons :

- En premier lieu, il y a un intérêt fondamental à inventorier les différents parasites (au sens anglo-saxon, c'est-à-dire englobant les bactéries et les virus) présents chez les espèces de la faune sauvage. Toujours en termes de recherche, il apparaît clairement que la relation hôtes-parasites est un facteur d'équilibre des populations et ce même si la prévalence apparente de ces parasites est faible (Tompkins *et al*, 2002).
- En termes plus appliqués, une des premières raisons de suivre l'état sanitaire de la faune sauvage, et plus particulièrement des oiseaux, est de considérer la faune sauvage comme sentinelle de l'environnement, des pollutions ou des risques d'épizooties (Moutou, 2000). En effet, des animaux de la faune sauvage peuvent être plus sensibles à des maladies et permettre donc le déclenchement d'une alerte précoce. Mais les agents pathogènes véhiculés par les oiseaux sauvages peuvent aussi se transmettre à la faune domestique et poser des problèmes d'ordre économique (un exemple peut être la peste aviaire). Certains peuvent également se transmettre à l'homme et poser des problèmes de santé publique (un exemple, pour les oiseaux est le virus West Nile). Enfin, les maladies de la faune sauvage peuvent avoir des conséquences sur les populations animales en affectant les populations : certaines intoxications peuvent compromettre la reproduction et donc limiter les populations d'espèces menacées.
- D'autre part, tout comme la faune domestique peut être contaminée par la faune sauvage, celle-ci peut être contaminée par celle-là ou par l'homme, si des espèces sauvages « naïves » se retrouvent en contact d'organismes contaminés « sains » : c'est ce qui a été montré, par exemple, avec une contamination de Manchot empereur *Aptenodytes forsteri* en Antarctique par des salmonelles (Olsen *et al*, 1996).
- Dans la prévision du danger de maladies émergentes, Artois (2003) insiste également sur la nécessité d'étudier la faune sauvage comme facteur de risque (dans le cas de la

faune sauvage en tant que réservoir naturel), et particulièrement la faune sauvage affectée par les changements globaux (changements climatiques, déforestation...). Selon cet auteur, la prévention de ces risques passe par une meilleure connaissance de la prévalence des maladies de la faune sauvage et par une analyse spatiale de cette prévalence : il est nécessaire d'utiliser comme indicateurs de risques des espèces faciles à échantillonner, présentant des marqueurs d'infection identiques à ceux utilisés en routine pour la faune domestique ou l'homme, et exposés à la source d'infection de manière régulière. Si les espèces sont non sensibles à la maladie étudiée, ce sont des traceurs de l'infection ; s'ils sont sensibles ce sont des sentinelles.

- Une dernière raison justifiant l'étude de l'état sanitaire se rapproche de l'intérêt de la recherche fondamentale. Lors de grandes catastrophes écologiques comme les déversements accidentels d'hydrocarbures ou des épizooties de la faune sauvage, les vétérinaires impliqués dans la réhabilitation de la faune sauvage sont confrontés aux problèmes du manque de normes médicales des espèces sauvages : l'acquisition de données concernant les parasites, bactéries, virus, habituellement présents chez les espèces sauvages permet de prévoir des mesures appropriées, à la fois pour protéger les personnes s'occupant des animaux en détresse et les élevages d'animaux domestiques voisins, mais également de mieux adapter les traitements (certains virus ou bactéries peuvent être non pathogènes pour les animaux de la faune sauvage mais fortement pathogènes pour des animaux de la faune domestique et vice versa).

III. Méthodologie de travail

III.1. Analyse du sang de canard colvert de Lac Tonga

Pour examiner les compromis entre l'évolution de la vie et la défense immunitaire, les écologistes doivent pouvoir quantifier la façon dont l'immunocompétence change au fur et à mesure que l'investissement dans une composante du cycle de vie évolue. Ces techniques de surveillance fournissent une mesure de la santé d'un individu et de l'état de son système immunitaire au moment de l'échantillonnage. En conséquence, ces techniques fournissent quelques informations sur l'immunocompétence de l'individu, mais reflètent également la réponse immunitaire aux infections actuelles.

Une des techniques de surveillance utilisées implique à compter les différents types de leucocytes présents dans les échantillons sanguins : les hétérophiles (cellules phagocytantes du

Chapitre IV : variation de l'état d'immunité chez le canard colvert au niveau du lac Tonga au cour de leur période de reproduction

système immunitaire inné) et les lymphocytes (principalement les cellules T et B du système immunitaire acquis) (Zuk M *et al*, 1998).

Lors de l'interprétation des résultats de la numération sanguine, les individus ayant par exemple une proportion élevée de lymphocytes B peuvent nous pousser à supposer une interaction avec un agent pathogène induisant la production des anticorps. Ces individus seront ainsi sujets à une exploration de leur réponse immunitaire à médiation par anticorps en recherchant l'agent pathogène en cause (Swails, W *et al*, 1994)

III.2. Réalisation des frottis sanguins, numération et formule sanguine

Les canards colvert ont été choisis au hasard pendant leur période de reproduction et prélevés sur différents points d'eau de la région d'El Kala, wilaya d'El Taref. Des frottis sanguins ont été réalisés sur 32 femelles du canard colvert.

Le frottis sanguin est un étalement d'une goutte de sang uniformément sur une lame de verre, de manière à obtenir une seule couche de cellules. Après coloration par le May GrünwaldGiemsa (également appelée coloration de Pappenheim), la lecture des lames se fait au microscope optique afin d'effectuer une étude morphologique des éléments figurés du sang et déterminer s'il y a présence de parasites du sang.

III.3. Principe de la coloration May GrünwaldGiemsa

Il repose sur l'action complémentaire de deux colorants neutres : le May Grünwald (éosine – bleu de méthylène) et le Giemsa (éosine – azur de méthylène). Cette coloration consiste à recouvrir le frottis de la solution de May Grunwald et laisser agir 5 minutes. Laver ensuite rapidement à l'eau tamponnée puis recouvrir d'une solution de Giemsa diluée à 3 % dans du tampon phosphate à pH 7,2. Laisser agir 20 minutes. Laver à l'eau du robinet et sécher.

III.4. Résultat de la coloration

La lecture des lames se fait sur plusieurs champs microscopiques au grossissement x20 et x40 d'abord, ensuite au grossissement x100 en utilisant l'huile à immersion si une forme suspecte est retrouvée.

Les hématies circulantes chez le canard colvert sont de forme ovale possédant un noyau de couleur bleue à violet foncé (*Photo 20*). Les globules blancs sont également repérables mais

Chapitre IV : variation de l'état d'immunité chez le canard colvert au niveau du lac Tonga au cour de leur période de reproduction

difficiles à identifier avec certitude. Il pourrait s'agir de lymphocytes, de monocytes, d'hétérophiles, de basophiles et de thrombocytes (*Photo 20*).

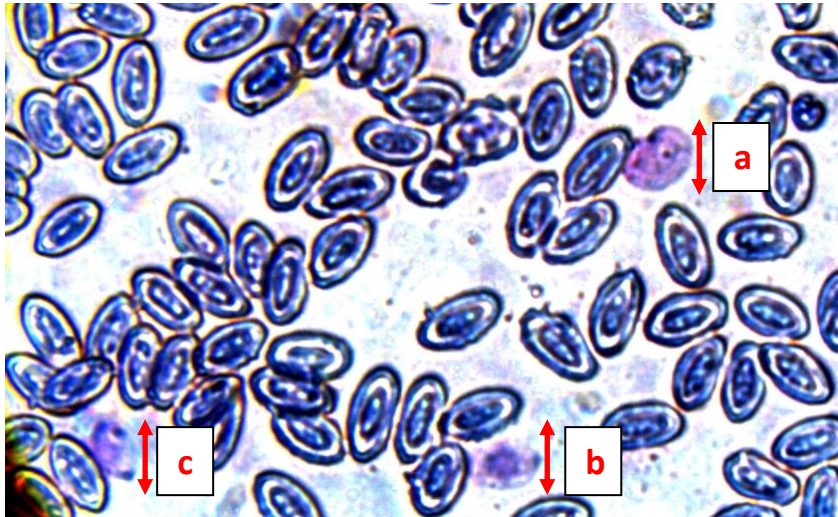


Photo 21. Morphologie des globules blancs (a,b et c) entourés par des hématies du canard colvert de lac Tonga sous microscopie optique (grossissement x100) (copirythe Labbaci, 2015).

Les noyaux des globules blancs sont violet clair, les granulations des granulocytes sont violet-lilas et les granulations des lymphocytes sont pourpres (*Photo21 et Photo22*).

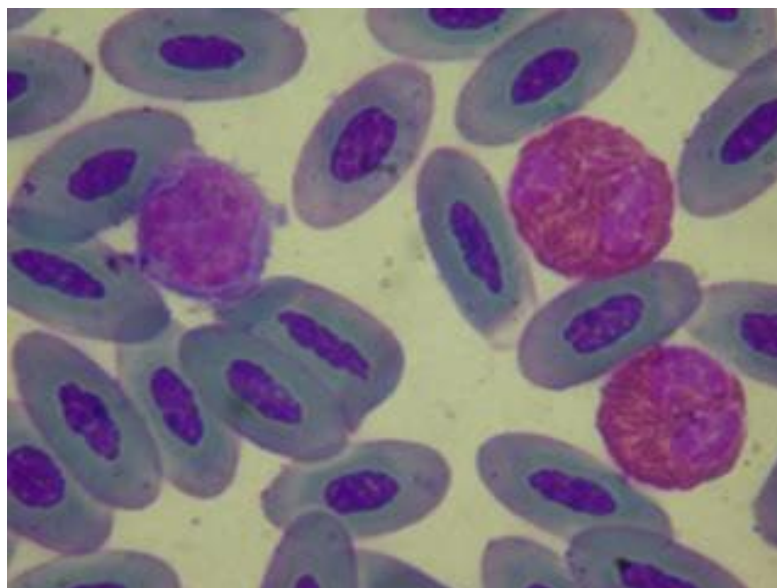
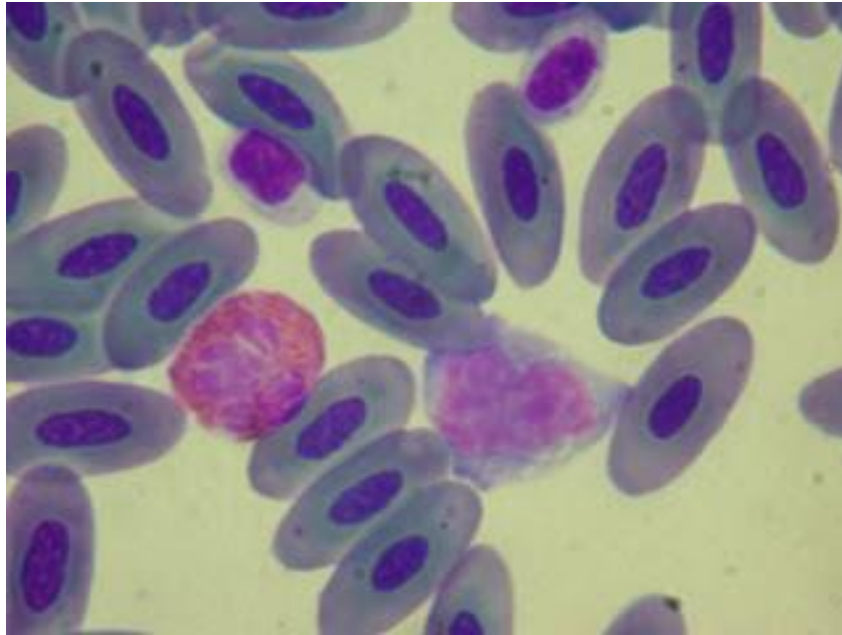


Photo 21. Un lymphocyte, et deux hétérophiles entourés de globules rouges typiques (Source : <http://www.ulb.ac.be/sciences/>)



*Photo22. Deux thrombocytes, un hétérophile et un monocyte. Formes typiques
(Source : <http://www.ulb.ac.be/sciences/>).*

III.5. La numération sanguine

La numération sanguine a été réalisée en observant les lames au grossissement x100 en utilisant l'huile à immersion. Trente-deux (32) lames représentant chacune un canard ont été examinées sur un minimum de 70 champs par lames par un mouvement de zigzag balayant la lame. Le nombre de Globules Blancs (GB) a été évalué sur un total de 10.000 Globules Rouges (GR) par échantillon.

IV. Résultat de la numération sanguine

IV.1. Nombre totale des globules blancs

Les frottis sanguin sont préparés à partir du sang des femelle de colvert pendant leur période de reproduction ; dont notre échantillons comprend 32 femelle sur lesquelles et après l'application de la méthode de numération sanguine (cité précédemment) on trouve les résultats suivants :

Le nombre moyen des globules blancs d'une seule femelle de colvert est calculé de 75.59 par 10000 globules rouges varie entre 45 (valeur minimale) et 98 (valeur maximale).

Chapitre IV : variation de l'état d'immunité chez le canard colvert au niveau du lac Tonga au cour de leur période de reproduction

Après identification des différents types de ces leucocytes soit comme des lymphocytes, des monocytes, des hétérophiles ou des basophiles le taux moyen pour chaque type a été calculé et présenté dans le tableau ci-dessus (*Tableau 14*).

Tableau 14. Taux moyen des différents types des leucocytes chez les femelles de colvert du lac Tonga (n=32).

Types du Leucocyte	Taux (%)
Lymphocytes	36,21
Hétérophiles	28,36
Monocytes	27,41
Basophiles	8,43

Ce présent tableau montre un taux très élevé des lymphocytes par rapport aux autres types cellulaires, aussi un pourcentage intéressé des hétérophiles et des monocytes, alors que le taux des basophiles c'est le plus moindre.

Le système immunitaire met en jeu deux processus qui sont étroitement intriqués chez les vertébrés : l'immunité innée et l'immunité acquise (**Roitt et al. 1998**). L'immunocompétence reflète la capacité d'un organisme à produire une réponse immunitaire.

Concernant les hétérophiles, monocytes et les basophiles sont des cellules immunitaires de la réponse non spécifique, qui constitue l'immunité innée, agit en ne tenant pas compte du type de maladie qu'elle combat. Elle constitue la première ligne de défense face à une infection.

Alors que le taux élevé des lymphocytes remarquable de cette étude est le plus important car les lymphocytes sont des cellules immunitaire de la réponse spécifiques qu'est une réaction de défense développée à la suite de la guérison d'une infection vis-à-vis d'un agent (ou groupe d'agents) infectieux spécifique.

Il existe des lymphocytes T et B dits à mémoire. Ces derniers gardent le souvenir d'un agent pathogène. Si cet agent infecte une nouvelle fois l'organisme, la réponse engendrée sera beaucoup plus rapide.

Donc l'augmentation de taux des lymphocytes de notre espèce au niveau du lac Tonga traduit une réponse immunitaire spécifique. Ça peut être expliqué par le choix du même site de nidification par les mêmes individus adultes chaque Année donc les agents néfastes sont précédemment connus par notre modèle biologique.

Chapitre IV : variation de l'état d'immunité chez le canard colvert au niveau du lac Tonga au cour de leur période de reproduction

Enfin, dans ce présent travail l'existence de compromis entre l'effort reproducteur et l'immunocompétence de femelles d'aider a duvet étant établie, il apparaît indispensable de mesurer leurs effets à long-terme sur la fitness des individus c'est-à-dire leur survie et leur succès reproducteur futur. En effet, documenter les effets à court-terme d'un effort reproducteur sur l'immunocompétence reste une étape indispensable mais non suffisante pour définir la dépression immunitaire comme un coût potentiel de la reproduction.

Partie IV : Conclusion générale et Perspectives



Conclusion générale et Perspectives

A l'échelle mondiale, le canard colvert (*Anas platyrhynchos*) a fait l'objet de plusieurs travaux scientifiques, notamment dans les domaines de l'éthologie, du régime alimentaire, de la stratégie d'hivernage, de la reproduction, de la prédation, de la génétique et du statut de l'espèce (Eileen Elizabeth et Quinlan, 1982 ; Jorde et al., 1984 ; Clark et al., 2005 ; Hornung, 2005 ; Kulikova et al., 2005 ; Delany et Scott, 2006 ; Zimmerling et al., 2006 ; Frisch et Green, 2007 ; Shah et al., 2008 ; Kenow et al., 2009 ; Liker et Nagy, 2009 ; Miller et al., 2009 ; Cunningham, 2011 ; Lu, 2011 ; Olsen et al., 2011 ; Cizkova et al., 2012 ; Champagnon et al., 2013 ; Dalby et al., 2013).

En Algérie, la majorité des études ont été faites sur le comportement d'hivernage et sur l'écologie de la reproduction de plusieurs espèces d'oiseaux d'eaux dont les plus importants sont : le fuligule nyroca (*Aythya Nyroca*), le flamant rose (*Phoenicopterus roseus*), l'avocette élégante (*Recurvirostra Avosetta*), l'échasse blanche (*Himantopus himantopus*), l'érismature à tête blanche (*Oxyuraleucocephala*), les grues cendrées (*Grus grus*), la sarcelle d'hiver (*Anas crecca crecca*), le tadorne de belon (*Tadornatadorna*), la foulque macroule (*Fulica atra*) et le canard Souchet (*Anas clypeata*) (Boukhssaim et al., 2006 ; Baaziz et Samraoui, 2008 ; Houhamdi et al., 2008 ; Mayache et al., 2008 ; Aissaoui et al., 2009 ; Metallaoui et al., 2009 ; Saheb et al., 2009 ; Maazi et al., 2010 ; Metallaoui et al., 2014). Le canard colvert est une espèce nicheuse dans tous les plans d'eau continentaux (Isenmann et Moali, 2000 ; Isenmann et al., 2005). Il est noté dans différents éco-complexes de zones humides côtières et dans le centre du pays (Maazi, 2009 ; Metallaoui et Houhamdi, 2010 ; Baaziz et al., 2011). Il a fait l'objet de quelques études sur son éco-éthologie parmi les peuplements aviens dans le lac des oiseaux (Numidie orientale) et au niveau de la gara et Timerganine (Wilaya de Oum El-Bouaghi) (Houhamdi, 2002 ; Maazi, 2009).

En Afrique du Nord, les changements climatiques ont eu un impact significatif sur le paysage, durant plusieurs périodes le Sahara était plus humide qu'il ne l'est aujourd'hui. La longueur des routes migratoires et le nombre d'oiseaux utilisant cette région ont dû être profondément modifiés.

Conclusion générale et Perspectives

Les effets du changement climatique sur les migrations sont de plus en plus évidents pour de nombreuses espèces. La migration, sous toutes ses formes, a des avantages écologiques pour les oiseaux tant au niveau individuel que pour les populations entières. C'est une façon, par exemple, d'utiliser au mieux les abris de nidification, de mues et des ressources alimentaires le long des voies de migration (sites de nidification, mue, repos et escale). Les migrations protègent aussi des mauvaises conditions météorologiques, de la sécheresse, des prédateurs, des parasites et d'autres contraintes sur une vaste zone géographique et, dans certains cas elles permettent de réduire la compétition pour les ressources comme la nourriture et les sites de nidification.

La principale motivation des oiseaux migrateurs en Afrique est la pluviométrie. En effet, pour de nombreux oiseaux migrateurs de l'Afro-Paléarctique, les conditions de sécheresse et de compétition en Afrique ont été très probablement la principale motivation qui a encouragé les oiseaux à se déplacer vers le nord afin d'y trouver d'autres zones de nidification.

Aussi, depuis le début des années 1990, notre environnement quotidien présente une tendance marquée à se réchauffer. Il est donc tentant de relier ce fait avec l'évolution mondiale des effectifs de colvert. Ce dernier a été intensément étudié, y compris au niveau du rôle des facteurs abiotiques sur sa reproduction. Beaucoup d'études portent sur des suivis réalisés à des latitudes plus septentrionales, en des lieux où la saison de nidification du colvert ne peut débuter qu'à partir de la fonte des glaces (**Oja&Pöysä 2007**). Ailleurs, la variabilité temporelle a été corrélée à différents facteurs climatiques comme les précipitations et la température des mois précédents les couvaisons, et en particulier le mois d'avril (**Hammond & Johnson 1984**).

En Algérie, comme partout ailleurs, il devient impératif de gérer l'avifaune nicheuse et hivernante et les milieux dans lesquels elle évolue. C'est en fait une question qui dans la mouvance de la politique de protection et de préservation des ressources naturelles en générale et des zones humides en particulier, est menée dans le cadre plus vaste de la protection de l'environnement par les plus hautes instances internationales, que s'inscrit le programme d'aménagement et de gestion du patrimoine naturel entamé ces dernières années en Algérie.

Le lac Tonga est actuellement le site le plus important pour la nidification en Algérie, tant par le nombre d'espèces nicheuses qui s'y reproduisent que par leur effectifs.

Conclusion générale et Perspectives

La reproduction des Anatidés et notamment celle du Canard Colvert est établie sur Boulhilet et Sidi Chami en 1976. Elle serait probable sur d'autres sites Oranais et orientaux. Quelques individus furent observés le 24 Mai à Zana (site aujourd'hui disparu), et à Boughzoul. Leur nidification a été confirmée sur le lac Tonga et le lac Fetzara respectivement en 1984 et en 1987.

Contrairement à l'hivernage des Anatidés qui est bien pris en charge (surtout pour ce qui est des zones humides du Nord), le bilan des observations concernant la nidification des Anatidés en Algérie est en somme tout assez maigre. Il dévoile en particulier le manque flagrant d'études relatives à la biologie de reproduction des espèces nicheuses (**Boumezbeur, 1990**).

Le choix de notre sujet d'étude répond au besoin de mettre en place une étude préliminaire de la reproduction du canard colvert (*Anas platyrhynchos*) en Algérie et notamment dans le lac Tonga et de déterminer les différents facteurs biotiques et abiotiques (climatiques et physico-chimiques) qui conditionnent le déroulement de ce phénomène.

Dans cette présente étude on a confirmé que le Canard Colvert est un Canard nicheur dans le lac Tonga et son territoire de nidification est bien précis dont la quasi-totalité des nids se trouvent sur les bords Nord-est de ce lac. La femelle du colvert pond ses premier œuf des fois d'une façon précoce pendant le début du mois de Mars et d'autre fois d'une façon retardée vers le mois de Juin dont ce décalage temporel est influencé essentiellement par des facteurs climatiques (température, précipitation,...) ; elle incube leur couvée qui comporte entre 04 et 12 œufs pendant 26 jours à partir de la ponte de son premier œuf. Après l'éclosion de ces œufs, les cannetons sont dispersés rapidement dans l'eau après 24 heures de leurs éclosions en notant que le taux d'éclosion est très élevé au niveau du lac Tonga (plus de 87%).

Concernant l'effectif totale de notre espèce au niveau du lac Tonga soit pendant la période d'hivernage ou celle de la reproduction on déclare toujours un effectif très bas de cette espèce par rapport à l'effectif mondial qui est très élevé dont l'évolution temporelle de cet effectif est lié principalement au facteurs climatiques et plus précisément à celui de pluviométrie.

Aussi certains paramètres physico-chimiques (salinité) d'eau douce de lac Tonga traduisent l'apparition d'un processus de pollution hydrique qui peut montrer des effets néfastes sur la dynamique de population de colvert de Tonga et sur leur nidification.

Concernant l'état du système immunitaire du canard colvert pendant la période de la reproduction, les femelles présentent un système immunitaire fort au début de la période de

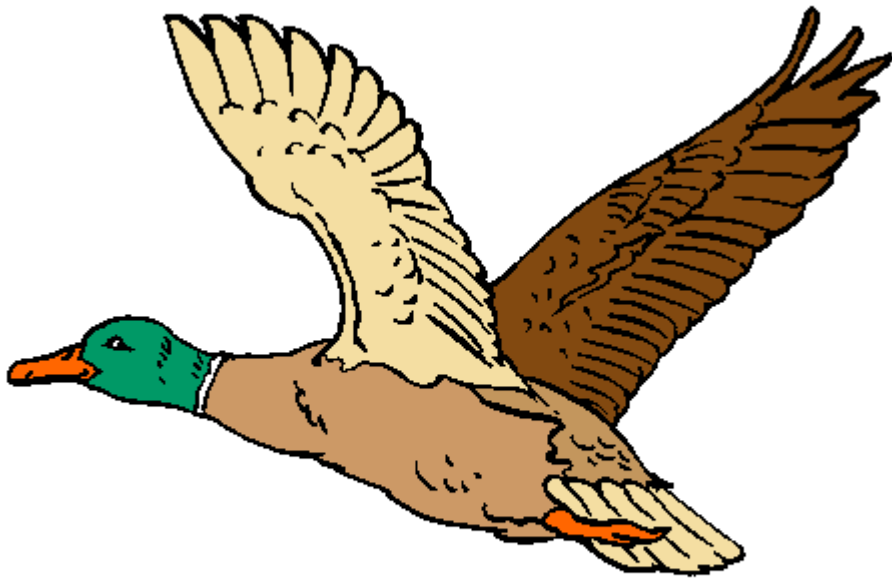
Conclusion générale et Perspectives

reproduction ; cette immunité est diminuée progressivement tout au long de la période de reproduction.

Sur la lumière de ce travail et pour bien utiliser nos résultats dans le bon sens nous avons concentré et délimité notre perspective dans les points suivants :

- ✓ D'après nos résultats et les données archéologiques, le colvert fait partie des espèces aviaires les plus Chassées et les plus consommées par les différentes sociétés humaines à l'échelle mondiale et nationale pour cela nous sommes obligés de faire respecter les lois qui interdisent ces activités (au moins pendant la période de reproduction et dans les zones humides d'importance internationale et parmi elles lac Tonga) et les rendre plus strictes et dissuasives.
- ✓ Pendant les dernières années les statuts de classification des espèces aviaires au niveau du lac Tonga ne traduisent pas l'effectif réelle de ces espèces sur terrain ; le colvert est classé selon la P.N.E.K espèce commune mais dans notre période d'étude son effectif est très maigre si on compare avec d'autre pays dont nous avons besoins de réviser et actualiser ces statuts et de bien compter les facteurs qui influencent l'évolution temporelle et spatiale des espèces aviaires en générale et notamment notre modèle biologique.
- ✓ Nous sommes obligés de faire une évaluation des risques de la pollution sur la vie de la avifaune aquatique (migration, reproduction, alimentation,...) avec le maintien de la propreté de l'eau du lac Tonga et de sensibiliser la population humaine qui habite autour du lac des dangers des déchets publiques sur l'équilibre écologique de la zone.
- ✓ En fin, nous sommes dirigés vers la recommandation de la valorisation des potentiels naturels de cette zone humide d'importance internationale et nous nous efforçons de mener de manière scientifique pour préserver ce gain et augmenter sa biodiversité.

Références bibliographiques



Références bibliographiques

-A-

- **Abbaci H. (1999).** Ecologie du Lac Tonga: Cartographie de la végétation, Palynothèque et utilisation de l'espèce lacustre par l'avifaune. Thèse de magister, Université Badji Mokhtar, Annaba, 143 p.
- **Adamou, A. E., (2006).** Contribution à l'étude de l'avifaune de la région de Ouargla : phénologie de la reproduction de l'Echasse blanche (*Himantopus himantopus* Linné, 1758) dans le Chott Ain El Beida. Mémoire. Mag. Univ. Kasdi Merbah, Ouargla, 97p.
- **Adamou, A. E., Kouidri, M., Chabi, Y., Skwarska, J. et Bańbura, J., (2009).** Egg size variation and breeding characteristics of the Black-winged Stilt *Himantopus himantopus* in a Saharan oasis. *Acta Ornithol* 44: 1–7.
- **Added D. (2007).** Qualité d'eau du barrage de Foum El Khanga sur Oued Cherf et sources de la pollution. Mémoire de magister. Centre universitaire Larbi Ben m'Hidi, Oum El Bouaghi. 60 p.
- **Allen, A.W. (1987).** Habitat suitability index models: Mallard (winter habitat, lower Mississippi Valley). U.S. Fish Wildl. Serv. Biol. Rep. No. 82.
- **André G. (1997).** Cours d'hydrobiologie (DESS Eaux continentales, pollutions et aménagements).
- **Amor Abda W. (2009).** Etude physico-chimique et bactériologique des eaux d'un lac artificiel: cas du barrage de zit-emba (wilaya de Skikda). Mémoire de magister. Université 8 mai 1945 Guelma. 83 p.

Références bibliographiques

- **Anderson RM, May RM. (1979).** Population biology of infectious disease: Part I. Nature 280:361-367.
- **Anderson RM, May RM. (1982).** Coevolution of hosts and parasites. Parasitology 85:411-426.
- **Anderson, M.G., J.M. Rhymer, and F.C. Rohwer. (1992).** “Philopatry, dispersal, and the genetic structure of waterfowl populations.” In Ecology and management of breeding waterfowl. University of Minnesota Press, Minneapolis, p. 365-395.
- **Angelier E. (2001).** Ecologie des eaux courantes. Tec & Doc. Paris. P 11
- **Anonyme, (2003, 2000, 2001, 2010, 2011).** Direction générale des forêts, Rapport sur les zones humides Ramsar Algériennes, Algérie.
- **Aissaoui, R., Houhamdi, M. & Samraoui, B. (2009).** Eco-Éthologie des Fuligules Nyroca Aythya Nyroca dans le Lac Tonga (Site Ramsar, Parc National d’El-Kala, Nord-Est de l’Algérie). European Journal of Scientific Research, Vol.28, No.1:47-59.
- **Arnold, T.W., M.D. Sorenson, and J.J. Rotella. (1993).** Relative success of overwater and upland mallard nests in southwestern Manitoba. J. Wildl. Manage. 57: 578-581.
- **Artois M. (2003).** La faune sauvage, indicateur possible du risque de maladie émergente ? Communication aux journées scientifiques de l’AESA et de l’AEEMA, 22-23 mai 2003.

-B-

- **Barbaut R. (2003).** Écologie Générale : Structure et Fonctionnement de la Biosphère. Dunod. P 237.

Références bibliographiques

- **Barbosa, A. et Morino, E., (1999).** Evolution of foraging strategies in shorebirds : an ecomorphological approach. *The Auk* 116(3): 712-725.
- **Baaziz, B. & Samraoui, B. (2008).** The Status and Diurnal Behaviour of Wintering Common Coot *Fulica Atrata* L in the Hauts Plateaux, Northeast Algeria. *European Journal of Scientific*, Vol.23 No.3: 495-512.
- **Baaziz, N., Mayache, B., Saheb, M., Bensaci, E., Ounissi, M., Metallaoui, S. & Houhamdi, M. (2011).** Statut phénologique et reproduction des peuplements d'oiseaux dans l'éco-complexe de zones humides de Sétif (Haut plateau, Est de l'Algérie). *Bull. Inst. Scien. Rabat. Sect. Scien. Vie.* 33 (2) : 77-87.
- **Byssade-Dufour C., Vuong P.N., Rene M., Martin-Loehr C., Martins C., 2002.** Lésions viscérales de mammifères et oiseaux, exposés aux agents de la dermatite cercarienne humaine. *Bull. Soc. Pathol. Exot.*, 95 (4), 229-237.
- **Bélangier, L. and R. Couture. (1988).** Use of man-made ponds by dabbling duck broods. *J. Wildl. Manage.* 52: 718-723.
- **Belhadj G., Chalabi B., Chabi Y., Kayser Y. et Gauthier-Clerc M. (2007).** Le retour de l'Ibis falcinelle (*Plegadis falcinellus*) nicheur en Algérie. *Aves* 44(1): 29-36.
- **Belhamra M. (2005).** Building capacity for sustainable hunting of migratory birds in Mediterranean third countries (Country: Democratic and Popular Republic of Algeria). *National Report on Hunting*, 17 p.
- **Bellot, M. D., Dervieux, A., Isenmann, P. (1991).** Relationship between temperature and the timing of breeding of the Blue : Tit *Parus caeruleus* in two Mediterranean oak woods. *J. Ornithol.* (132): 297-301.
- **Bellrose, F.C. (1976).** Ducks, geese and swans of North America. 2nd ed. Stackpole Books, Harrisburg, Pennsylvania, 534 p.

Références bibliographiques

- **Benamar D, Fatiha H, Farouk A (2002).** Traitement des eaux du bassin hydrographique de la Tafina(N-W Algeria). *Desalination* 152 : 113-124.
- **Bennett, G.F., Campbell, A.G., (1972).** Avian Haemoproteidae, description of, *Haemoproteus fallisi* n. sp. and a review of haemoproteids of the family Turdidae. *Can. J. Zool.* 50: 1269–1275.
- **Benyacoub et al. (1998).** Plan directeur de gestion du Parc National d'El Kala et du complexe de zones humides (wilaya d'El Tarf), projet banque mondiale 200p + 28 cartes.
- **Benyacoub S., Brahmia Z., Boulahbal R. (2007).** *Inventaire de l'avifaune, de l'héropétofaune de la région d'annaba-Elkala*. Tome 1: les oiseaux. M.A.T.E. Projet 30507- « axe 5 » biodiversité.367 p.
- **Benyacoub, S, Brahmia, Z, Boulahbal, R, Rouag, R & Rouag-Ziane, N (2007).** Inventaire de l'avifaune, de la héropétofaune et des chiroptères de la région d'AnnabaEl-Kala. Statut et répartition par type d'habitat. Laboratoire d'Ecologie des Systèmes Terrestres et Aquatiques UBM. Unpublished report. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.
- **Bibby C.J., N.D. Burgess, and D.A. Hill. (2000).** Bird Census Techniques. Academic Press, London, 2nd edition.
- **Birdlife International. (2004).** Birds in Europe : population estimates, trends and conservation status. BirdLife Conservation Series n°12. 374 p.
- **Bentouili Med Y. (2007).** Inventaire et qualité des sources du P.N.E.K Nord est algérien. Mémoire de Magistère Dprt de Géologie, Univ Annab. 150p.
- **Blondel, J. (1975).** Analyse des peuplements d'oiseaux d'eau. Elément d'un diagnostic écologique. *Rev. Ecol. Terre et Vie*, Vol.(29): 533-589.

Références bibliographiques

- **Blondel J. (1995).** Biogéographie, Approche écologique et évolutive. In *Ecologie*, p. 297. Edited by Masson. Paris.
- **Blondel J., Ferry C., Frochot B. (1973).** Avifaune et végétation essai d'analyse de la diversité. *Alauda*, 41 :63-84.
- **Blondel, J., Perret, P. & Maistre, M. (1990).** On genetical basis of the laying date in an island population of Blue Tit. *J. Evol. Biol.* 3. P 469-475.
- **Bouazouni O. (2004).** *Etude socio-économique du PNEK*, Parc National d'El KALA, 50 p.
- **Boukhalfa, D., (1999).** Reproduction de l'Avocette élégante *Recurvirostra avosetta* en Algérie. *Nos Oiseaux* 46: 455-458.
- **Boulkhssaim, M., Houhamdi M. & Samraoui, B. (2006).** Status and diurnal behaviour of the Shelduck *Tadorna tadorna* in the Hauts Plateaux, northeast Algeria. *Wildfowl*, (56): 65-78.
- **Boumezebeur, A., Moali, A. et Isenmann, P., (2005).** Nidification du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* et de l'Echasse blanche *Himantopus himantopus* en zone saharienne (El Goléa, Algérie). *Alauda* 73 : 143-144.
- **Boumezebeur A. (1990).** Contribution à la connaissances des Anatidés nicheurs en Algérie (cas du lac Tonga et du lac Des Oiseaux). Diplôme d'étude approfondies, Université Montpellier, 254 p.
- **Boumezebeur 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. Thèse de doctorat, Université Montpellier, 254 p.
- **Bourée, P., (1989).** Dictionnaire de parasitologie. Ed. Ellipses, Paris, 126p.

Références bibliographiques

- **Bouslama, Z., Lambrechts, M.M., Ziane N., Djenidi, R. et Chabi, Y., (2002).** The effect of nests ectoparasites on parentale provisioning in a north african population of bleue tits, *Ibis* 144 : 73-78.
- **Bouslama, Z., Chabi, Y. et Lambrechts M.M., (2001).** Chicks resist high parasite intensitives in algerien population of blue tits. *Ecoscience* 8(3): 320-324.
- **Bouzian M. (2000).** L'eau de la pénurie aux maladies. T.B.N – Khaldoun. 247 p.
- **Boyd, E., (1951).** The external parasites of birds: a reviw. *The Wilson Bulletin* 63(4) : 363 – 369.
- **British Trust for Ornithology (BTO). (2008).** l'action sur les voies migratoires des oiseaux d'eau – revue du passé, vision d'avenir (cas du lac Tonga et du lac Des Oiseaux). Rapport sur les effets du changement climatique sur les oiseaux d'eau migrants de la voie de migration D'AFRIQUE-EURASIE, Antananarivo, Madagascar, 2 p.
- **Brochet J. (2002).** la chasse aux canards . le gerfaut -191p.
- **Brodsky, L.M., and P.J. Weatherhead. (1984).** Behavioral and ecological factors contributing to American black duck-mallard hybridization. *J. Wildl. Manage.* 48: 846-852.
- **Brown, J.H., Stevens, G.C. et Kaufman, D.M., (1996).** The geographic range: size, shape, boundaries, and internal structure. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 27: 597–623.
- **Bull, J., and J. Farrand, Jr. (1994).** National Audubon Society field guide to North American birds, eastern region. Revised edition, Alfred A. Knopf, New York, 796.
- **Burger J. (1985).** Habitat selection in temperate marsh nesting birds. In: M.L. Cody (ed). "Habitat Selection in Birds", Academic press, Toronto 253-281.

-C-

- **Campbell, W. T., (1994).** Hematology. In: Branson, W.R., Harrison, J.G. et Harrison, R.L.: Avian Medicine: principles and application. Ed. Wingers, Lake Worth Florida, 176-198.
- **Carrière, S., and R.D. Titman. (1999).** Habitat use by sympatric mallard and American black duck broods in a forested area of Quebec, Canada. *Wildfowl* 49: 150-156.
- **Cassier P, Brugerolle G, Combes C, Grain J, Raibaut A. (1998).** Le parasitisme, un équilibre dynamique. Paris: Masson.
- **Chabi, Y. Bonyacoub S. et Banbura, J., (2000).** Egg-size variation in algerian population of bleue tit (*Parus caeruleus ultramarinus*): effects of altitude and habitat. *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 55 : 183-192.
- **Chalabi B., (1998).** Contribution à l'étude de l'importance des zones humides algériennes pour la protection de l'avifaune: cas du Lac Tonga(P.N.E.K.).Thèse de magister.INA,Alger,133pp.
- **Chalabi, B. (1990).** « Contribution à l'étude de l'importance des zones humides algériennes pour la protection de l'avifaune : Cas du lac Tonga Parc National d'El Kala « Thèse de magister », Alger, INA, 192 p.
- **Champagnon, J., Guathier-Clerc, M., Lebreton, J. D., Mouronval, J. P. et Guillemain, M. (2013).** Les canards colverts lâchés pour la chasse interagissent-ils avec les populations sauvages ? *Faune sauvage, connaissance et gestion des espèces.* N° 298, 1er trimestre : 4-9.

Références bibliographiques

- **Chauvet M., Olivier L., (1993).** La biodiversité enjeu planétaire. Préserver notre patrimoine génétique. Paris : Sang de la terre. 413 p.
- **Chavatte, J.M., Chiron, F., Chabaud, A. et Landau I., (2007).** Fidélisation du couple hôte-vecteur facteur probable de spéciation : 14 espèces de plasmodium de la pie. *Parasite* 14 : 21-37.
- **Choinière, L. (1995).** « Anatidés », dans *Les oiseaux nicheurs du Québec : atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional*. Sous la direction de J. Gauthier et Y. Aubry. Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de protection des oiseaux et Service canadien de la faune, Environnement Canada, région du Québec, Montréal, p. 105-114.
- **Clark W.R. & Shutler D. (1999).** Avian habitat selection: pattern from process in nest-site use by ducks? *Ecology* 80:272-287.
- **Clark, R.G., Leach, S.W., Dufour, K.W. and Gendron, M. (2005).** Wetland fidelity of female Mallard *Anas platyrhynchos* and Gadwall *Anas strepera* during brood rearing. *Wildfowl*, 55: 17-30.
- **Clayton DH, Moore J, (1997).** Host-parasite evolution: general principles and avian models. Oxford: Oxford University Press.
- **Clifford L.D. & Anderson D.J. (2001).** Food limitation explains most clutch size variation in the Nazca booby. *J Anim Ecol* 70:539–545.
- **Combes, C., (1995).** Interactions durables. Ecologie et évolution du parasitisme. Ed. Masson, Paris.
- **Combes C. (1996).** *Parasites, biodiversity and ecosystem stability*. *Biodiversity and Conservation*, 5: 953-962.
- **Combes, C., (2001).** L'Art d'être un parasite, Les interactions du vivant. Ed. Flammarion, Paris, 362p.

- **Cowardin, L.M., G.E. Cummings, and P.E. Reed, Jr. (1967).** Stump and tree nesting by mallards and black ducks. *J. Wildl. Manage.* 31: 229-235.
- **Cizkova, D., Javurkova, V., Champagnon, J. and Kreisinger, J. (2012).** Duck's not dead: Does restocking with captive bred individuals affect the genetic integrity of wild mallard (*Anas platyrhynchos*) population? *Biological Conservation* 152: 231–240.
- **Cunningham, Z.J. (2011).** Breeding fidelity and landscape effects on distribution of mallards and duck broods in the Nebraska sandhills. Thesis Master of Science, Natural Resource Sciences. Univ. Nebraska. 94p.
- **Cramp, S. et Simmons, K.E.L., (1983).** The birds of the Western Palearctic. Vol. III. Waders to Gulls. Oxford University Press, Oxford.

-D-

- **Dadet, J.P., Addadi, K. et Belazzoug, S., (1984).** Les Phlébotomes (Diptera, Psychodidae) d'Algérie. *Cah. O.R.S.T.O.M, sér. Ent.. méd. et Paradol.* 21(2) : 99-127.
- **Dalby, L., Söderquist, P., Christensen, T.K., Clausen, P., Einarsson, Á., Elmberg, J., Fox, A.D., Holmqvist, N., Langendoen, T., Lehikoinen, A., Lindström, Å., Lorentsen, S.H., Nilsson, L., Pöysä, H., Rintala, J., Sigfússon A.P. and Svenning, J.C. (2013).** The status of the Nordic populations of the Mallard (*Anas platyrhynchos*) in a changing world. *Ornis Fennica* 90: 2–15.
- **De Belair, G. (1990).** Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre écosystèmes lacustres et marécageux (El-Kala, Est Algérien). Manuscrit, 193P., 36tab., 38fig., 8 cartes. Thèse Uni. Montpellier.
- **Dégrément. (1998).** Mémento technique de l'eau. 8ème. édition Tec & Doc. Paris 986 p.

- **Delany, S.N. and Scott, D.A. (2006).** Wetlands International's Flyway Atlas series: establishing the geographical limits of waterbird populations. Waterbirds around the world. Eds. G.C. Boere, C.A. Galbraith & D.A. Stroud. The Stationery Office, Edinburgh, UK. pp. 574-581.
- **Delnicki, D., and K.J. Reinecke. (1986).** Mid-winter food use and body weights of mallards and wood ducks in Mississippi. *J. Wildl. Manage.* 50: 43-51.
- **Devidal S. (2007).** Solutions curatives pour la restauration de lacs présentant des signes d'eutrophisation. Thèse Master en écologie et environnement de l'université de Rouen (France). 4-6, 8-10 P.
- **DGF. (1989).** Rapport sur les zones humides Ramsar Algériennes, Algérie.
- **DGF. (2003).** Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar (La Réserve Naturelle du Lac des Oiseaux, Wilaya d'El Tarf), Algérie.
- **Donehower E.C. & Bird D.M. (2009).** Nesting habitat use by common eiders on Stratton Island, Maine. *The Wilson J. Ornithology.* 121:493-497.
- **Dorioz J.-M., (1998).** Variations des propriétés physico-chimiques et de la biodisponibilité potentielle du phosphore particulaire selon l'origine des sédiments dans un bassin versant. *Water Research,* 32 (2), pp 275-286.
- **Dorioz J.M et Arousseau P. (2007).** Le Phosphore dans l'environnement : bilan des connaissances sur les impacts, les transferts et la gestion environnementale. *Océanis* 33, n°1/2, 331p.
- **Drilling, N., R.D. Titman, and F. McKinney. (2002).** "Mallard." In *The birds of North America.* A. Poole and F. Gill (eds), The Academy of Natural Sciences,

Références bibliographiques

Philadelphia, and The American Ornithologists' Union, Washington, D.C., No. 658, 44 p.

- **Dubois P.-J., Le Marechal P., Oliosio G. & Tesou P. (2008).** Nouvel Inventaire des Oiseaux de France. Delachaux & Niestle, 560 pages.
- **Duebbert, H.F., and J.T. Lokemoen. (1976).** Duck nesting in fields of undisturbed grass-legume cover. J. Wildl. Manage. 40: 39-49.
- **Duebbert, H.F., J.T. Lokemoen, and D.E. Sharp. (1983).** Concentrated nesting of mallards and gadwalls on Miller Lake Island, North Dakota. J. Wildl. Manage. 47: 729-740.
- **Dwyer, T.J., G.L. Krapu, and D.M. Janke. (1979).** Use of Prairie pothole habitat by breeding mallards. J. Wildl. Manage. 43: 526-531.

-E-

- **Ehrlich, P.R., D.S. Dobkin, and D. Wheye. (1988).** The birder's handbook: A field guide to the natural history of North American birds. Fireside Book, Simon and Shuster, New York, 785 p.
- **Eldridge, J.L., and G.L. Krapu. (1988).** The influence of diet quality on clutch size and laying pattern in mallards. Auk 105: 102-110.
- **Eileen Elizabeth Quinlan, B.S.(1982).** A time budget study of green-winged teal wintering on the Texas high plains. Thesis Master of Science, Texas Tech University. 32p.

-F-

Références bibliographiques

- **Fallis, A.M., Bisset, S.A. et Allison, F.R., (1976).** Leucocytozoon tawaki n.sp. (Eucoccida: Leucocytozoidae) from the penguin Eudyptes pachyrhynchus, and preliminary observations on its development in Austrosimulium spp. New Zealand Journal of Zoology 3: 11–16.
- **Fustec, E. et Frochot, B. (1996).** Les fonctions et valeurs des zones humides, Laboratoire de géologie appl. Paris VI, Lab. Ecologie de Dijon, agence de l'eau Seine-Normandie. Rapport inédit. 134 p.
- **Fustec E., Lefeuvre J. C., (2000).** Fonctions et valeurs des zones humides, Paris : Dunod, 426 p.
- **Frisch, D., Green, A.J. and Figuerola, J. (2007).** High dispersal capacity of a broad spectrum of aquatic invertebrates via waterbirds. Aquat. Sci. 69: 568 – 574.

-G-

- **Gehu, J.M., Kaabache, M., et Gharzouli, R., (1993).** Phytosociologie et typologie des rives des lacs de la région de El-kala (Algérie). Colloques phytosociologiques XXII Syntaxonomie typologique des habitats Bailleul (France) 298-309p.
- **Geiner, E. C., Ritchie, B. W., (1994).** Parasites. In: Branson, W.R., Harrison, J.G., Harrison, R.L.: Avian Medicine: principles and application. Ed. Wingers, Lake Worth Florida, 1007-1029.
- **Gilbert G., D.W. Gibbons, and J. Evans. (1998).** Bird Monitoring Methods - a manual of techniques for key UK species. RSPB, Sandy.
- **Gilmer, D.S., I.J. Ball, L.M. Cowardin, J.H. Riechmann, and J.R. Tester. (1975).** Habitat use and home range of mallards breeding in Minnesota. J. Wildl. Manage. 39: 781-789.

Références bibliographiques

- **Godfrey, W.E. (1986).** Les oiseaux du Canada. Édition révisée. Musée national des sciences naturelles, Musées nationaux du Canada, Ottawa, 650 p.
- **Gordon F. Bennett, Vernon D. Stotts, Myrtle C. Bateman. N, (1991).** Blood parasites of black ducks and other anatids from Labrador and insular Newfoundland. *Revue canadienne de zoologie*, 69(5): 1405-1407, 10.1139/z91-198.
- **Gosling, P. J., (2005).** Dictionary of parasitology. Ed Taylor & Francis, London, 394p.
- **Guiraud J. P. (1998).** Microbiologie alimentaire. Dunod. France. 652 p.
- **Gustafsson, L., Nordling, D., Andersson, M.S., Sheldon, B.C., Quarnstrøm, A. (1994).** Infectious disease, reproductive effort and the cost of reproduction in birds. *Philosophical transactions of the Royal Society of London*, 346, 323-331.
- **Géroutet, P. (1988).** Les Palmipèdes. Delachaux et Niestlé, Lausanne.

-*H*-

- **Hammond M.C. et Johnson D.H. (1984).** Effects of weather on breeding ducks in North Dakota. U.S. Fish Wildl. Serv., Fish Wildl. Tech. Rep. N° 1, 17 p.
- **Hawkey, C. M. et Dennett, T. B., (1989).** A colour atlas of comparative veterinary haematology. Ed. Wolfe publishing limited, London, 192p.
- **Heim de blasac H. et Mayaud N. (1962).** Les oiseaux du nord-ouest de l'Afrique. Lechevalier, Paris, 430 p.
- **Heitmeyer, M.E., and P.A. Vohs. (1984).** Distribution and habitat use of waterfowl wintering in Oklahoma. *J. Wildl. Manage.* 48: 51-62.

Références bibliographiques

- **Holt, R.D., (2003).** On the evolutionary ecology of species' ranges. *Evolutionary Ecology Research* 5: 159–178.
- **Houhamdi, M., (2002).** Ecologie des peuplements aviens du lac des oiseaux : Numidie orientale. Thèse de Doctorat. Univ. Badji Mokhtar, Annaba. 146 p.
- **Houhamdi, M., Hafid, H., Seddik, S., Bouzegag, A., Nouidjem, Y., Bensaci, T., Maazi, M.C. & Saheb, M. (2008).** Hivernage des Grues cendrées (*Grus grus*) dans le complexe de zones humides des hautes plaines de l'est de l'Algérie. *Aves* 45/2 : 93-103.
- **Hornung, J.P. (2005).** Invertebrate Community Structure in Relation to the Foraging Ecology of Mallard and Bufflehead Ducklings in Western Canada. These doctorate, Univ. Alberta. 77p.
- **Hoysak, D.J. et Weatherhead, P.J., (1991).** Sampling blood from birds: a technique and an assessment of its effect. *Condor* 93: 746 – 752.
- **Hill, D., M. Fasham, G. Tucker, M. Shewry, and P. Shaw. (2005).** Handbook of Biodiversity Methods, Survey, Evaluation and Monitoring. Cambridge University Press.
- **Hudson PJ, Newborn D, Dobson AP, (1992).** Regulation and stability of a free-living host-parasite system: *Trichostrongylus tenuis* in red grouse. I. Monitoring and parasite reduction experiments. *Journal of Animal Ecology* 61:477-486.
- **Hudson PJ, Dobson AP, Newborn D, (1998).** Prevention of population cycles by parasite removal. *Science* 282:2256-2258.
- **Hudson PJ, Dobson PA, (1995).** Macroparasites observed patterns. In: *Ecology of infectious diseases in natural populations* (Grenfell BT, Dobson AP, eds). Cambridge: Cambridge University Press; 144-176.

Références bibliographiques

- **Hudson PJ, Rizzoli A, Grenfell BT, Heesterbeek H, Dobson AP, (2002).** The ecology of wildlife diseases. Oxford: Oxford University Press.

-J-

- **IBGE : "L'eau à Bruxelles". (2005).** QUALITÉ PHYSICO- CHIMIQUE ET CHIMIQUE DES EAUX DE SURFACE: CADRE GÉNÉRAL.
- **Iseemann, P., Dubray, D., Baouab, R. et Thévenot, M., (1982).** First results on clutch size and breeding time of Blue Tit (*Parus caeruleus*) in Morocco. *Vogelwarte*, 31 : 461-463.
- **Iseman, P. et Moali, A. (2000).** L'Oiseaux d'Algérie. SEOF. Paris. 336p.
- **Iseman, P., Gautier, T., El Hili, A., Azafzaf, H., Dlensi, H. & Smart, M. (2005).** Oiseaux de Tunisie. SEOF. Paris. 432p.

-J-

- **Jamieson I. G., McRae S.B., Simmons R.E. & Trewby M. (2000).** High rates of conspecific brood parasitism and egg rejection in Coots and Moorhens in ephemeral wetlands in Namibia. *Auk* 117: 250-255.
- **Jetz W., Sekercioglu C.H. & Böhnig-Gaese K. (2008).** The Worldwide Variation in Avian Clutch Size across Species and Space. *PLoS Biol* 6(12): e303. doi:10.1371/journal.pbio.
- **Jobin, B. et J. Picman, (1997).** Factors affecting predation on artificial nests in marshes. *Journal of wildlife mngt* 61(3) : 792-800.
- **Johnsgard, P.A. (1975).** Waterfowl of North America. Indiana Univ. Press, Bloomington, 575 p.

- **Johnson, M.A., T.C. Hinz., and T.L. Kuck. (1988).** “Duck nest success and predators in North Dakota, South Dakota, and Montana: The central flyway study.” In Eight Great Plains wildlife damage control workshop proceedings: April 28-30, 1987. D.W. Uresk, G.L. Schenbeck and R. Cefkin (tech. coord.), Rapid City, South Dakota, U.S. Forest Service General Technical Report RM-154, p. 125-133.
- **Jorde, D.G., G.L. Krapu, and R.D. Crawford. (1983).** Feeding ecology of mallards wintering in Nebraska. *J. Wildl. Manage.* 47: 1044-1053.

-K-

- **Khelif S. (2010).** Etude de l'effet des effluents urbains sur le sol cultivé en zone semi-aride. Mémoire de magister. Université Hadj Lakhdar, Batna. 67 p.
- **Klett, A.T., T.L. Shaffer, and D.H. Johnson. (1988).** Duck nest success in the prairie pothole region. *J. Wildl. Manage.* 52: 431-440.
- **Komdeur, J., J. Bertelsen, and G. Cracknell (eds.) (1992).** Manual for aeroplane and ship surveys of waterfowl and seabirds. IWRB Special Publication No.19. IWRB, Slimbridge, U.K.
- **Kenow, K.P., Kapfer, J.M. and Korschgen, C.E. (2009).** Predation of Radio-Marked Mallard (*Anas platyrhynchos*) Ducklings by Eastern Snapping Turtles (*Chelydra serpentina serpentina*) and Western Fox Snakes (*Pantherophis vulpinus*) on the Upper Mississippi River. *Journal of Herpetology*, Vol. 43, No. 1: 154–158.
- **Kulikova, I., Drovetski, S.V., Gibson, D.D., Harrigan, R.J., Rohwer, S., Sorenson, M.D., Winker, K., Zhuravlev, Y.N. and McCracken, K.G. (2005).** Phylogeography of the mallard (*Anas platyrhynchos*): hybridization, dispersal, and lineage sorting contribute to complex geographic structure. *The Auk*, 122 (3): 949-965.

Références bibliographiques

- **Krapu, G.L. (1981).** The role of nutrient reserves in mallard reproduction. *Auk* 98: 29-38.

-ℒ-

- **Leclerc. (1996).** Microbiologie générale. Doin. 368 p.
- **Ledant J.P. & Van Dijk G., (1977).** Situation des zones humides algériennes et leur avifaune. *Aves*14:49-53.
- **Leveque N. (2009).** Fiches signalétiques des principaux complexes lagunaires du bassin méditerranéen. Master Gestion des Littoraux et des Mers, Université Paul Valéry Montpellier III, 33P.
- **Lokemoen, J.T., R.W. Schnaderbeck, and R.O. Woodward. (1988).** “Increasing waterfowl production on points and islands by reducing mammalian predation.” In Eight Great Plains wildlife damage control workshop proceedings: April 28-30, 1987. D.W. Uresk, G.L. Schenbeck and R. Cefkin (tech. coord.), Rapid City, South Dakota, U.S. Forest Service General Technical Report RM-154, p. 146-148.
- **Lokemoen, J.T., H.F. Duebbert, and D.E. Sharp. (1990).** Homing and reproductive habits of mallards, gadwalls, and blue-winged teal. *Wildl. Monogr.* 106: 1-28.
- **Losito, M.P., G.A. Baldassarre, and J.H. Smith. (1995).** Reproduction and survival of female mallards in the St. Lawrence River Valley, New York. *J. Wildl. Manage.* 59: 23-30.
- **Luck, D. (1954).** The natural regulation of animal numbers clarendon Press. Oxford.
- **Luck, D. (1968).** Ecological adaptations for breeding in birds. Methuen. London.
- **Lu, X., (2011).** Reproductive Ecology of Three Tibetan Waterbird Species, with Special Reference to Life-History Alterations along Elevational Gradients. *Zoological Studies* 50(2): 192-202.

- **Liker, A. and Nagy, L. (2009).** Migration of Mallards *Anas platyrhynchos* in Hungary: migration phenology, the origin of migrants, and long-term changes. *Ringling & Migration*, (24): 259–265.
- **Lyon B.E. (1993).** Conspecific brood parasitism as a flexible reproductive tactic in American Coots. *Animal Behaviour* 46: 911-928.

-M-

- **Maazi, M. (2009).** Eco éthologie des anatidés hivernant au niveau de Garaet Timerganine Wilaya d'Oum El Bouaghi. Thèse de doctorat. Univ. Badji Mokhtar, Annaba : 118p.
- **Maazi, M.C., Saheb, M., Bouzegag, A., Seddik, S., Nouidjem, Y., Bensaci, E., Mayache, B., Chefrou, A. & Houhamdi, M. (2010).** Ecologie de la reproduction de l'Echasse blanche *Himantopus himantopus* dans la Garaet de Guellif (Hauts plateaux de l'Est algérien). *Bull. Inst. Scien. Rabat, Sciences de la Vie*, n°32 (2) : 101-109.
- **MacArthur, R., (1972).** *Geographical ecology: patterns in the distribution of species.* Ed. Harper & Row, New York, USA.
- **Mallanby K et Vincent F. (1976).** *Biologie de la pollution.* Vuibert Paris. P 34.
- **Masse, D., et M. Raymond. (1988).** La nidification de la sauvagine dans le marécage de la Rivière-du-Sud et la zone agricole environnante. *Can. J. Zool.* 66: 1160-1167.
- **Mayache, B., Houhamdi, M. & Samraoui, B. (2008).** Ecologie des Sarcelles d'hiver *Anas crecca crecca L.* hivernants dans l'éco-complexe de zones humides de Jijel (Nord-Est de l'Algérie). *Eur. J. Sci. Res.*, (21) : 104-119.

Références bibliographiques

- **Mc Neely, J.A., Miller, K.R., Ried, W.V., Mittermeier, R.A., Werner, T.B., (1990).** Conserving the world's biological diversity. Union for the Conservation of Nature, Gland, Switzerland.
- **McRae S. B. (1997).** Identifying eggs of conspecific brood parasites in the field: a cautionary note. *Ibis* 139: 701-704.
- **Mermaude A. (2005).** Cours de physique du sol. EPFL. Lausanne.
- **Merzoug S.D. (2009).** Etude de la qualité microbiologique et physico-chimique de l'eau de l'écosystème lacustre Garaet Hadj-Taher (Benazzouz, wilaya de Skikda).Mémoire magister. Université 08 mai 1945 de Guelma. 115 p.
- **Metallaoui, S., Atoussi, S., Merzoug, A. & Houhamdi, M. (2009).** Hivernage de l'Érismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) dans Garaet Hadj-Tahar (Skikda, Nord-Est de l'Algérie). *Aves*, 46/3 : 136-140.
- **Metallaoui, S. & Houhamdi, M. (2010).** Biodiversité et écologie de l'avifaune aquatique hivernante dans Garaet Hadj Tahar (Skikda, Nord-Est de l'Algérie). *Hydroécol. Appl.* Tome 17: 1-16.
- **Metallaoui, S., Maazi, M.Ch., Saheb, M., Houhamdi, M. and Barbraud, C. (2014).** Comparative study of the diurnal behaviour of the Northern Shoveller (*Anas clypeata*) during the wintering season at Garaet Hadj-Tahar (North-East Algeria) and Garaet Timerganine (Algerian highlands). *Turkish Journal of Zoology* (38): 1-10.
- **Millennium Ecosystem Assessment (2005).** Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, D.C.
- **Miller, M.R., Burns, E.G., Wickland, B.E. and Eadie, J.M. (2009).** Diet and Body Mass of Wintering Ducks in Adjacent Brackish and Freshwater Habitats. *Waterbirds*, 32(3):374-38.

Références bibliographiques

- **Misof, K., (2005).** Eurasian Blackbirds (*Turdus merula*) and their gastrointestinal parasites: A role for parasites in life-history decisions? Thèse Doctorat, Bonn Allemagne, 115p.
- **Miri, Y., (1996).** Etude la Végétation aquatique du Lac Oubeira. Magister INA El-Harrach, Alger.
- **Morgan N.C., (1982).** An ecological survey of standing waters in North-West Africa : II Site descriptions for Tunisia and Algeria. *Biol. Cons*24: 83-113.
- **Moulinier, C., (2003).** Parasitologie et mycologie médicales. Ed. Lavoisier, Paris, 796 p.
- **Moutou F. (2000).** Dissémination des agents pathogènes chez les oiseaux d'eau et marins. In Colloque « Gestion et pathologie des oiseaux d'eau et marins, 15 ans du centre de soins de l'École nationale vétérinaire de Nantes ». Nantes, Merial : 19-21.
- **Moreno, J. (1993).** Physiological mechanisms underlying reproductive trade-offs. *Etologia*, 3, 41-56.
- **Moreno, J., Sanz, J.J., Arriero, E. (1999).** Reproductive effort and T-lymphocyte cell-mediated immunocompetence in female pied flycatchers *Ficedula hypoleuca*. *Proceedings of the Royal Society of London*, 266, 1105-1109.
- **Morsli, A., (2007).** Etude des paramètres physico-chimiques de la lagune d'el Mellah. Mémoire de fin d'étude.DES en océanologie. Université d'Annaba.
- **Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G. et al. (2000).** Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853/858.

-N-

- **Norris K. and Evans M.R. (2000).** Ecological immunology: life history trade-offs and immune defense in birds. *Behavioral Ecology* 11 (1): 19-26).
- **N'guessan Y.M. (2008).** Dynamique des éléments traces dans les eaux de surface des Bassins versants agricoles de Gascogne. Thèse de Doctorat. Université de Toulouse l'institut national polytechnique. 149 p.

-O-

- **Oja H. et Pöysä H. (2007).** Spring phenology, latitude, and the timing of breeding in two migratory ducks : implications of climate change impacts. *Ann. Zool. Fennici* 44 : 475-485.
- **Olsen B., Bergstrom S., MC Cafferty D. J., Sellin M. & Wistrom J. (1996).** Salmonella Enteritidis in Antarctica: zoonosis in Man or humanosis in Penguins. *The Lancet*, 348: 1319-1320.
- **Organisation mondiale de la santé (OMS). (2004).** Guidelines for drinking-water quality. Vol.1. Recommendations, 3rd Ed. World Health Organization. Geneva.

-P-

- **Patridge, L. (1978).** Habitat selection. In: J.R. Krebs and N.B. Davies (eds) *Behavioural Ecology and Evolutionary Approach*, Sunderland. P.351-376.
- **Palmer, R.S. (1976).** Handbook of North American birds: Waterfowl (parts 1 and 2). Yale University Press, New Haven, 560 p.
- **Patrick Blandin. (2010).** Biodiversité, l'avenir du vivant.

- **Patridge, L. (1978).** Habitat selection. In: J.R. Krebs and N.B. Davies (eds) Behavioural Ecology and Evolutionary Approach, Sunderland. P.351-376.
- **PAS - BIO. (2003)** . La Biodiversité des zones humides en. Projet pour la préparation d'un Plan d'Action Stratégique pour la Conservation de la Biodiversité dans la Région Méditerranéenne. CAR/ASP – Tunis, 07 p.
- **Pospahala, R.S., D.R. Anderson, and C.J. Henny. (1974).** Breeding habitat conditions, size of the breeding populations, and production indices in population ecology of the mallard. Bureau of Sport Fish. and Wildl., Res. Publ. 115. U.S. GPO, Stock No. 2410-00387.
- **POTIEZ .D. (2002)** : La chasse des anatinsés dans la baie de Somme. Thèse Méd. Vét, Nantes, 385 p

-Q-

- **Quézel, P. Médail F., (2003).** Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Ed. Lavoisier, Paris, 571p.

-R-

- **Råberg, L., Grahn, M., Hasselquist, D., Svensson, E. (1998).** On the adaptive significance of stress-induced immunosuppression. Proceedings Royal Society of London, 265, 1637-1641.
- **Raharimanga, V., Saula F., Raherialalao, M. J., Coodman, S. M., Sadonès, H., Tall A., Randrianariveojosia, M., Raharimalala, L., duchemin, J B., Arieu F. et Robert V., (2002).** Hémoparasites des oiseaux sauvages à Madagascar. Arch. Inst. Pasteur de Madagascar 68 (12) : 90-99.
- **Ramade F. (1993).** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Science Internationale. Paris, p 61- 822 p.

Références bibliographiques

- **Ramade F. (1998).** Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau, biochimie et écologie des eaux continentales et littorales. Science international, Paris. p 179.
- **Ramade F. (2002).** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. 2eme édition .Dunod. Paris. p 240.
- **Ramade, F. (2000).** Dictionnaire encyclopédique des pollutions – les polluants de l'environnement à l'homme. Ediscience, Paris. p 127-129-144.
- **Reid, WV. & KR. Miller. (1989).** Keeping Options Alive-The Scientific Basis for Conserving Biodiversity, WRI.
- **Rejsek F. (2002).** Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Scérén TEC & DOC. CRDP Aquitaine. 358 p.
- **Reynard. R, (1996).** Géomorphologie générale. Dunod. 71-083 p.
- **Ricklefs R.E. (1969).** An analysis of nesting mortality in birds. Smithsonian Contributions to Zoology 9: 1-48.
- **Ricklefs R.E. (1996).** Avian energetics, ecology and evolution. Avian energetics and nutritional ecology, ed. C. Carey, Chapman et Hall 1 -31.
- **Rodier J. (1996).** Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires. 8ème édition, Dunod, Paris 1130p.
- **Rodier J., Bernard L., Nicole M., et coll. (2009).** L'analyse de l'eau. Eaux naturelles. Résiduaires. Eau de mer. 9ème édition. Dunod. Paris, 1383p.
- **Roitt, I.M., Brostoff, J., Male, D.K. (1998).** Immunology. London, Mosby.
- **Ryding S-O et Rast W. (1993).** Le contrôle de l'eutrophisation des lacs et des réservoirs. Edition Française (UNESCO). P 33, 34, 46-51.

-S-

- **Shah, G. M., Jan, U., Ahanger, F.A., Bhat, B.A. and Fazili, M. F. (2008).** Egg laying, egg parameters and clutch size in Mallard *Anas platyrhynchos*. *Indian Birds* 4 (3): 106–108.
- **Saheb, M., (2009).** Ecologie de la reproduction de l'Echasse blanche *Himantopus himantopus* et de l'Avocette élégante *Recurvirostra avosetta* dans les hautes plaines de l'Est-algérien. Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar-Annaba, 147p.
- **Saheb, M., Nouidjem Y., Bouzgag A., Bensaci E., Samraoui B. et Houhamdi M., (2009).** Ecologie de la Reproduction de l'Avocette Élégante *Recurvirostra Avosetta* dans la Garaet de Guellif (Hautes Plaines de l'Est Algérien). *European Journal of Scientific Research* 25 : 513-525.
- **Samake H. (2002).** Analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S. des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000 et 2001. Thèse de docteur en pharmacie. Université de Bamako. 77 p.
- **Samraoui B., De Belair G. & Benyacoub S., (1992).** A much threatened lake : Lac des Oiseaux (North-east Algeria). *Environmental Conservation* 19 : 264–267 et 276.
- **Samraoui et De Belair G. (1998).** Les zones humides de la Numidie orientale: bilan des connaissances et perspectives de gestion. *Synthèse (Numéro spécial 4)*: 1-90.
- **Schnack, S., (1991).** The breeding ecology and nestling diet of Blackbird *Turdus merula* L. and Song Thrush *Turdus philomelos* C.L. Brehm in Vienna and adjacent wood. *Acta Ornithol.* 26: 85–106.
- **Schricke, V. ; Triplet, P. ; Treca, B.; Sytla, S.A. et Perrot, M. (1990).** Dénombrement des Anatidés dans le bassin du Sénégal (janvier 1989). *BUII. O.N.C.*, no 144: 15-26.
- **Sheldon BC, Verhulst S, (1996).** Ecological immunology: costly parasite defences and trade-offs in evolutionary ecology. *Trends Ecol Evol* 11:317-321.

Références bibliographiques

- **Séguy, E., (1944).** Insectes ectoparasites (Mallophages, Anoploures, Siphonaptère) : Faune de France. Ed. O.C.F. Paris, 681p.
- **Skinner, J., Zalewski, S., (1995).** Functions and values of Mediterranean wetland, station biologique de la Tour du Valet, Arles. A Med-Wet Publication, France.
- **Slimani, A., Plantureux, S., Brinis, L., Soltane, M., (2008).** Composition floristique des pâturages naturels et Dynamique des Groupes Fonctionnels sur les Berges des Lacs de la Région d'El-Tarf (Algérie). Institut des Sciences Agronomiques Centre Universitaire 36000 El-Tarf Algérie, ENSAIA-INPL, Agronomie et Environnement, 2 avenue de la Forêt de Haye, 54505 Vandoeuvre-lès-Nancy France & Département de Biologie Faculté des sciences Université Badji Mokhtar 23000 Annaba Algérie. 4P.
- **Solberg, K.L., and K.F. Higgings. (1993).** Overwater nesting by ducks in northeastern South Dakota. *Prairie Nat.* 25: 19-22.
- **Stevenson, J.C. (1988).** Comparative ecology of submersed grass beds in freshwater, estuarine and environments. *Limnol. Oceanogr.* 33 (4 part 2): 867-893.
- **Swanson, G.A., and M.I. Meyer. (1973).** "The role of invertebrates in the feeding ecology of Anatinæ during the breeding season." In *The waterfowl habitat management symposium at Moncton, July 30-August 1, 1973.* Atlantic Waterfowl Council, Moncton, NB, Canada, p. 143-180.
- **Swanson, G.A., G.L. Krapu, and J.R. Serie. (1979).** "Foods of laying female dabbling ducks on the breeding grounds." In *Waterfowl and wetlands – An integrated review. Proceedings of 1977 symposium.* T.A. Bookhout (ed.), The Wildlife Society, NC section, Madison, WI, p. 47-57.
- **Swanson, G.A., M.I. Meyer, and V.A. Adomaitis. (1985).** Foods consumed by breeding mallards on wetlands of south-central North Dakota. *J. Wildl. Manage.* 49:197-203.

Références bibliographiques

- **Swails, W. S. & Bell, S. J. (1994).** Assessment of nutritional status using conventional techniques (anthropometric/biochemical) and newer immune tests. In Diet, nutrition, and immunity (ed. R. Armour Forse), pp. 23-38. Boca Raton, FL: CRC Press.

-T-

- **Tamisier, A., & Dehorter, O. (1999).** Camargue, Canards et Foulques. Fonctionnement et devenir d'un prestigieux quartier d'hiver. Centre Ornithologique du Gard, Nîmes. 369p.
- **Tetrel C., Bonnet X., Cheiron A., Grapin V., Vialet E. et Lafage D. (2011).** Bilan des suivis sur le dérangement mis en place sur le domaine de Palissade en parallèle des opérations du démostication. BP5, 13129 Salin de Giraud, 23 p.
- **Tompkins D. M., Dobson A. P., Arneberg P., Begon M. E., Cattadori I. M., Greenman J. V., Heesterbeek J. A. P., Hudson P. J., Newborn D., Puglies A., Rizzoli A. P., Rosa R., Rosso F. et Wilson K. (2002).** Parasites and host population dynamics. In Hudson P.J., Rizzoli A., Grenfell B.T., Heesterbeek H. et DOBSON A.P. (ed.) The ecology of wildlife diseases., Oxford University Press, Oxford: 45-62.
- **Tuffery G. (1980).** Incidences écologiques de la pollution des eaux courantes, révélateurs biologiques de pollution des eaux continentales. Pesson. Paris.
- **Tzialla, C.E., Veresoglou, D.S., Papakosta, D., Mamolos, A.P., (2006) .** Changes in soil characteristics and plant species composition along a moisture gradient in a Mediterranean pasture.

-V-

- **Valkiūnas, G. et Iezhova, T. A., (2000).** New data on the morphology of bird haemoproteids *haemoproteus bucerotis* and *h. burhini* (Haemosporida: Haemoproteidae) with remarks on the status of *h. Mcleani*. Acta Zoologica Lituanica 10 (3): 48 – 54.

Références bibliographiques

- **Valkiūnas, G., (2005).** Avian malaria parasites and other Haemosporidae. New York: CRC press, 923p.
- **Van Dijk G. & Ledant J.P., (1980).** Rapport d'observation sur les oiseaux dans la région d'Annaba. Rapport dactylographié, 8 pp.
- **Visser, M. E., Adriaensen, F., Balen, J. H. Van, Blondel, J., Dhondt, A. A., Van Dongen, S., Du Feu, C., Ivankina, E. V., Kerimov, A. B., De Laet, J., Matthysen, E., McCleery, R., Orell, M. et Thomson, D. L., (2003).** Variable responses to large-scale climate change in European Parus populations. Proceedings of the Royal Society of London B, 270: 367-372.
- **Vou Noordwijk, A. T., Van Balen, J. H., Scharloo, W. (1981).** Genetic variation in Timing of Reproduction in the Great Tit. Oecologia (Berl) (40): 158-166.

-W-

- **Wilson EO, Peter FM (eds) (1988).** Biodiversity. Washington, DC, USA: National Academic Press.
- **Wolf, K., (1955).** Some effects of fluctuating and falling water levels on waterfowl production. Journal of wildlife mngt, 19(1) :13-23.
- **Whyte, R.J., and E.G. Bolen. (1984).** Impact of winter on mallard body composition. Condor. 86: 477-482.
- **Wiggins, D.A. (1990).** Sources of variation in egg mass of Tree Swallows Tachycineta bicolor. Omis Scandinavica 21, 157-160.

-Y-

- **Yesou P., Trollie B. et South M. (1983).** Anatides et zones humides de France métropolitaine. Bulletin mensuel de l'Office National de la Chasse. N° sp Scient. et Techn., 315 p. Decembre 1983.

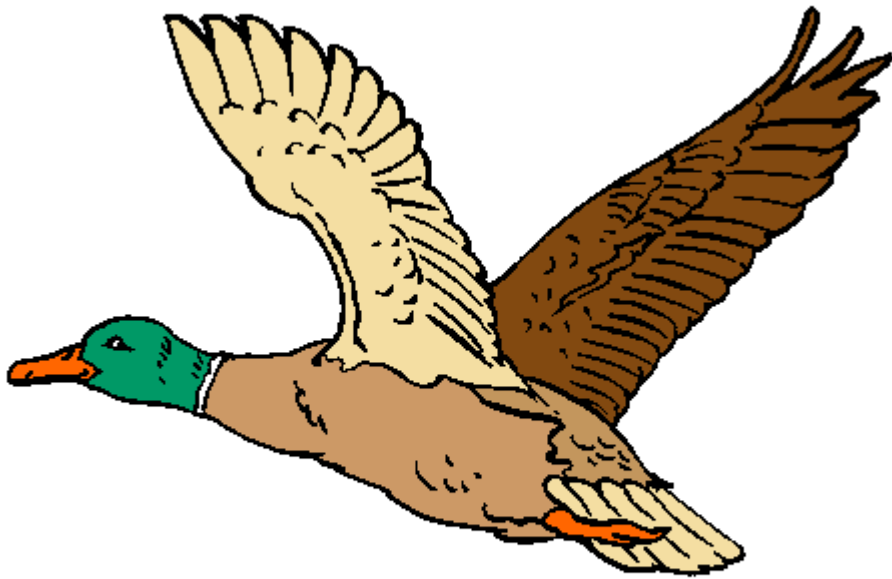
-Z-

- **Zuk M, Johnsen TS, (1998).** Seasonal changes in the relationship between ornamentation and immune response in red jungle fowl. Proc R Soc Ser B 265:1631-1635.
- **Zimmerling, J. R., Fisher, Jr. R., Ankney, C. D. and Debruyne. C. A., (2006).** Mallard use of hen houses in eastern Ontario. Avian Conservation and Ecology, 1(2): 6.

Références-Web

- **www. Wikipédia. Com.**
- **www. Wikipédia. Com/ Linnaeus, 1758).**
- **http://www.ulb.ac.be/sciences/**

Article





Scholars Research Library

Annals of Biological Research, 2014, 5 (2):72-78
(<http://scholarsresearchlibrary.com/archive.html>)



Reproductive ecology of mallard duck (*Anas platyrhynchos*) at TONGA lake (North-East of Algeria)

LABBACI Ridha¹, BOURBIA Said¹, BOUSLAMA Zihad¹

¹Laboratoire Ecologie des systèmes terrestres et aquatiques, Université BADJI Mokhtar,
Annaba, Algeria

ABSTRACT

In Algeria, nesting mallard were observed by Boumezbeur (1990). The present work is a preliminary contribution to the knowledge of the reproduction of Mallard (*Anas platyrhynchos*) at Lake Tonga (North- eastern Algeria), why regular trips were made during the breeding season 2011. From March until the end of April, several nests were identified in the study area where the first spawning was noticed on March 27th and the last on June 17th. Most nests are built on the banks of the lake to the inner holes of tree trunks of alder Tonga, above the water surface about 48.807 ± 18.754 cm, surrounded by dense vegetation. The morphological parameters of nests studied showed: mean outside diameter is 29.385 ± 4.519 cm, average internal diameter is 19.000 ± 1.985 cm, the height of the average nest is 10.923 ± 5.346 cm; Thus statistical analysis shows a positive and significant correlation between internal diameters and outer diameters nests. The measure Duks Mallard eggs is average length is 56.203 ± 2.446 mm, an average width is 38.976 ± 2.031 mm and an average weight is 52.648 ± 4.539 which positive and significant correlations were noted between the different measurements of eggs (length, width and weight). The study of reproductive parameters showed a mean clutch size of $8,923 \pm 3,451$ eggs for female, an incubation period ranging from 26 to 28 days and a high hatching rate of 92.307 ± 27.735 %.

Keys words: Mallard duck-*Anas platyrhynchos*, Reproduction, Tonga Lake, PNEK, Algeria

INTRODUCTION

Geographical and strategic position of Algeria, its physical configuration and diversity of its climate, there are over 254 wetlands [1]. These wetlands are a preferred host territory for many water bird species. The most important area for wintering is the North - East of the country which includes the wetland complex area Annaba and El -Kala. Habitat quality of Lake Tonga (El Kala National park.) has earned its ranking as the most important nesting site in North Africa for a variety of species [2].

The Anatidae family is very diverse; the most common one at Lake Tonga is the Mallard duck population (*Anas platyrhynchos*). The distribution of couples generally proves quite homogeneous and it is rare to find two pairs nesting contiguously. After hatching, the broods are often maintained in vegetation and are therefore difficult to detect.

The goals we have pursued in this work are: Counting and distribution of the *Anas platyrhynchos* during the breeding season; the spatial distribution and biometric measure of nests on the Tonga Lake. Measurement and biometric parameters of eggs.

MATERIALS AND METHODS

Study area

Our study was conducted at ElKala National Park (PNEK) (Wilaya of Eltarf) which houses the complex of wetlands the largest in the country that are exceptional by their size and diversity and where several scientific studies have been conducted [3]. These Lake has wide variety of floristic and faunal From [4], the most important is the Tonga Lake, which are the subject of our study (Figure 01).

Lake Tonga ($36^{\circ} 53' N$, $08^{\circ} 31' E$) extending over an area of 2500 ha [5]. It is located in the extreme north-eastern Algeria .The watershed of the lake is in the sub humid bioclimatic with Mediterranean vegetation in northern temperate [4].

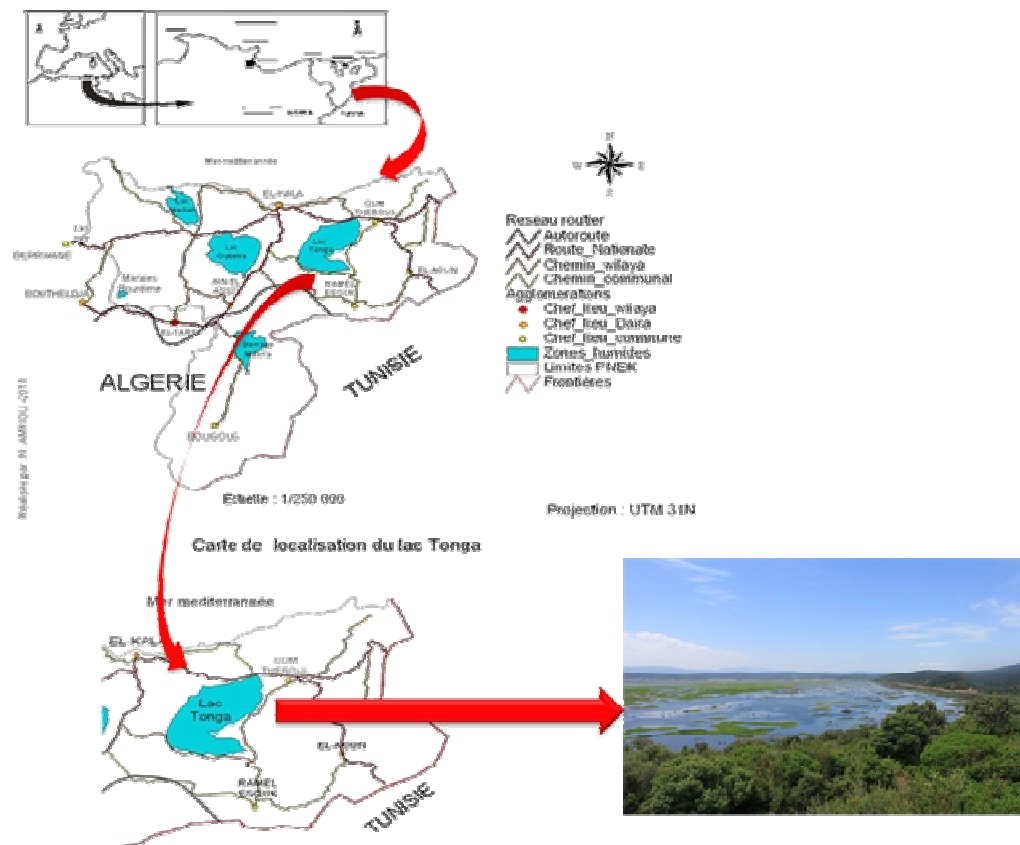


Figure 1. Location Tonga lake (Amriou, 2011).

Biological Model

The Mallard duck (*Anas platyrhynchos*) is an abundant species the workforce between Europe and Africa is around 09 million. It is a large species (50 to 65 cm and wingspan 80-95 cm), with a weight of 700 to 1300 g for females and 800 to 1400 g for the mal.

It has metallic green neck collar with a thin white at the base and one or less wine red brown chest and the belly is grayish white with ash-gray back. The wings are gray with a purplish blue mirror; the anal area is black with a white tail. The legs are orange and the bill is olive green. The female has feathers nutty brown color and identified, the mirror is purplish blue, beak and legs are orange with brown spots [6].

General Methodology

We have worked during the year 2011, including the study period spanned 83 days from March 27 to June 17 on which made regular trips to a rhythm (01) each output three (03) days.

Our work is about the systematic search for nests on borders of the Lake using inner thigh and boat without motor. The counts were made during the three months of reproduction: March- April - May. The observations have been made from different viewpoints (positions main observations) : Tonga Mirador , Mirador of Maizila , Mirador of

Oued El - Hout and tracks (points auxiliary observations) : track Maizila , Chemin Wilaya Oued El Hout , using optical equipment (binoculars, telescope) with two separate teams, each performing a circuit at the same time [7].

Characteristics of nests

When the nest is located, it takes its characteristics, the parameters measured by means of a tape are: Outer diameter (cm), Internal Diameter (cm), The water depth (cm) and the Height of nest (cm)

A map with the location of nests was conducted to study the distribution of breeding individuals in the lake.

Reproductive parameters

Four demographic parameters were put into consideration:

- Date of spawning : which means the date of the first egg
- Size of spawning corresponding to the number of eggs laid
- Incubation period
- The hatching rate: corresponding to the percentage of eggs hatched.

Meanwhile the eggs were measured (length, width) using a caliper and weighed with a weighing.

Statistical Analyses

Microsoft Excel 2010 for our license to do basic statistics (mean, maximum and minimum values), as well as different graphs (histograms, areas, lines). All data were processed by the Statistica software (version 8, 2008) to determine the correlations between those in existing settings.

RESULTS AND DISCUSSION

Counting

During our study period we noticed the complete absence of species in our area TONGA(DAM TONGA) and presence of 13 individuals in the area and a concentration MAIZILA specify in area OUED-ELHOUT 36 individuals. While the averages are: 00 for individual TONGA, 2.6 MAIZILA for individuals and 7.2 OUED-ELHOUT (Figure 02).

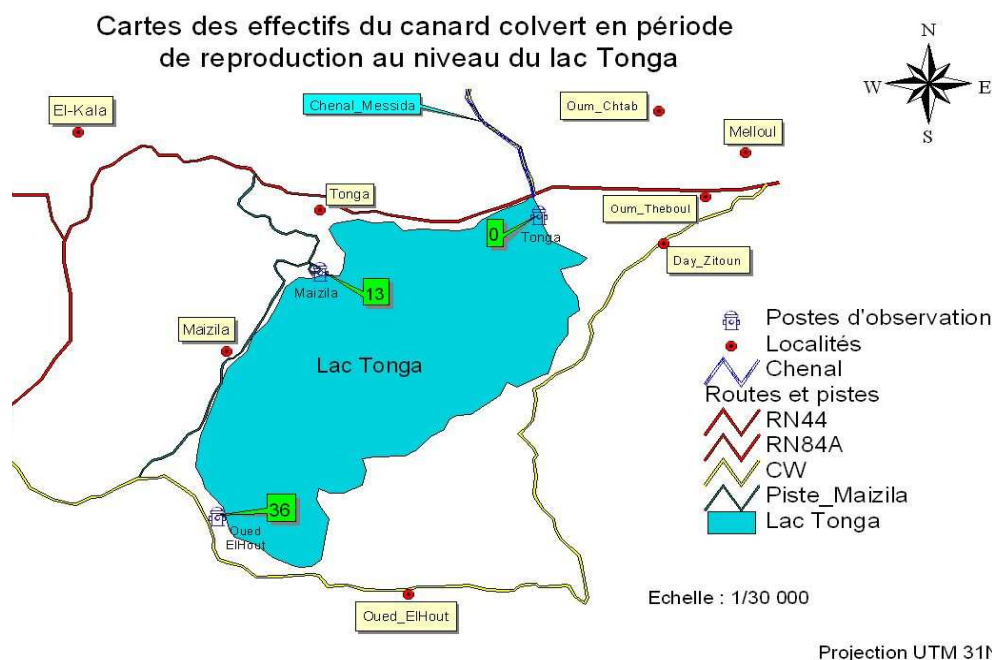


Figure 2. Abundance distribution of Mallard duck at Tonga Lake (breeding season) (Amriou, 2011)

This low abundance can be explained by the increased practice of poaching and hunting at the Wilaya of El-Tarf. Indeed, between 1984 and 1991, 1,596 individuals of Mallard duck were hunted [8]. In addition, Lake Tonga during these last years sustained of an intense eutrophication (comparing satellite images of different years past with "Google Earth" shows a remarkable development of the vegetation of the lake) at the time of reproduction. Thus almost all of the lake's surface is covered by a highly invasive hydrophyte of open water areas *Nymphaea alba* [9].

In which our species can hidden observers, which delimit the performance of observations on the lake surface and enumeration of Anatidae in general become more difficult and can be wrong.

Nests Characteristics

Construction materials and location

Almost all are located on the banks of the lake and some nests are much deeper inward (Figure 03). Although all nests studied are built above the water surface in the middle of dense vegetation composed mainly by trees of "Aulnaie Tonga", making them very difficult to identify, or 'were generally established at the inner trunks of trees in holes Aulnaie more deep and at least once between the branch of the latter. Female mallard use your own feathers in making nests along the stems and leaves of alder (photo 01).



Photo 1. Nest of Mallard duck (Ridha, 2011).

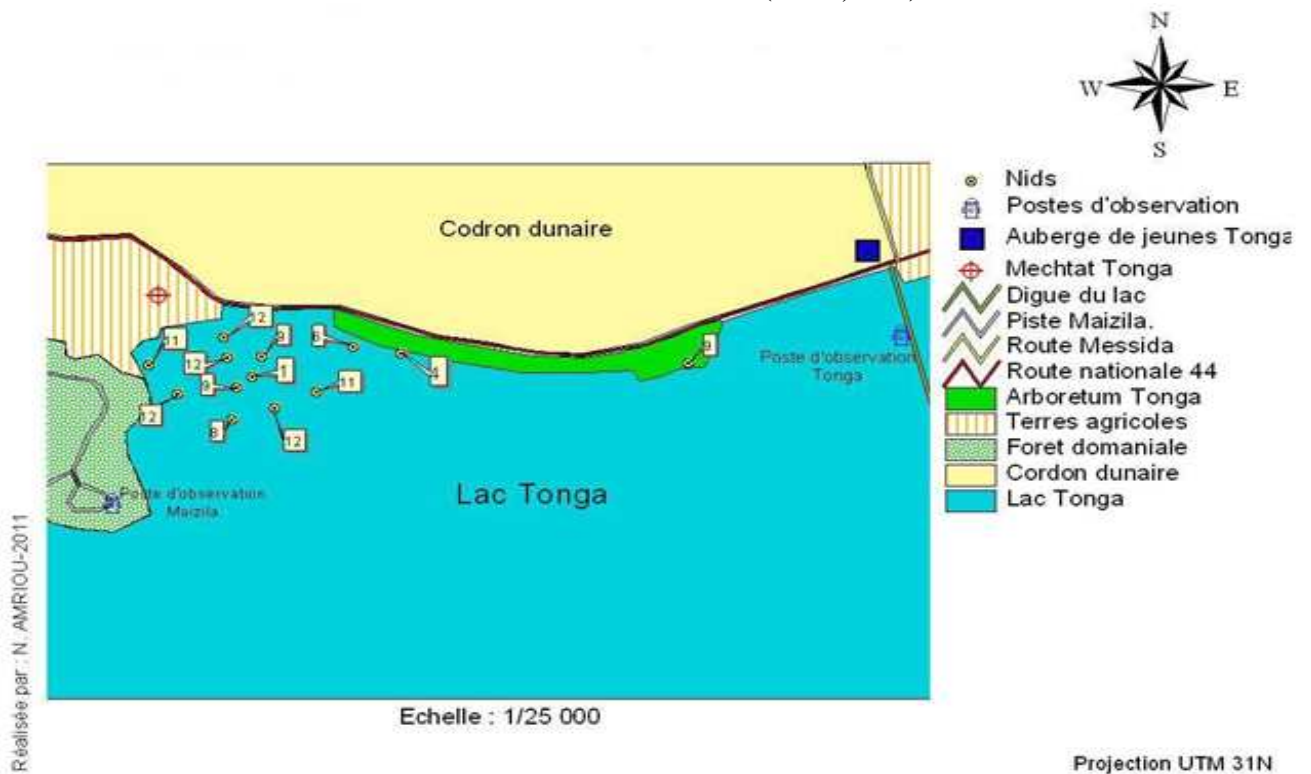


Figure 3. Abundance distribution of Mallard duck at Tonga Lake (Eggs number) (Amriou, 2011).

According to Boumezbeur (1990), our model is not nest at Lake Tonga despite extensive research due to several reasons more particularly the fact that it can nest in a great many different backgrounds and far enough of the water body, located in the center of the lake or 'extremely pure water and wetland vegetation and well developed without much mixing with other species.

This can be explained according to a report prepared by "British Trust for Ornithology (BTO)" in 2008 by a displacement phenomenon of breeding water birds under the influence of climate change becomes intensive Since1990,includingthebreedingas well as wintering species of water birds move towards the poles or to higher areas geographically [10].

Nets mesures

Table 1: Nets mesures (n=13)

Description	Minimum	Maximum	Average
Outer diameter (cm)	29,385±4,519	19,000	36,000
Internal diameter (cm)	19,000±1,985	17,000	23,000
Nest Height (cm)	10,923±5,346	4,000	25,000
Water depth (cm)	93,762±27,472	63,000	150,000
Elevation of nest (cm)	48,807± 18,754	21,000	77,000

Statistical analysis showed a positive and significant only between the outer diameter and the inner diameter correlation($r = 0.59335$, significant at $p < 0.05$), no other correlation was detected for the other parameters.

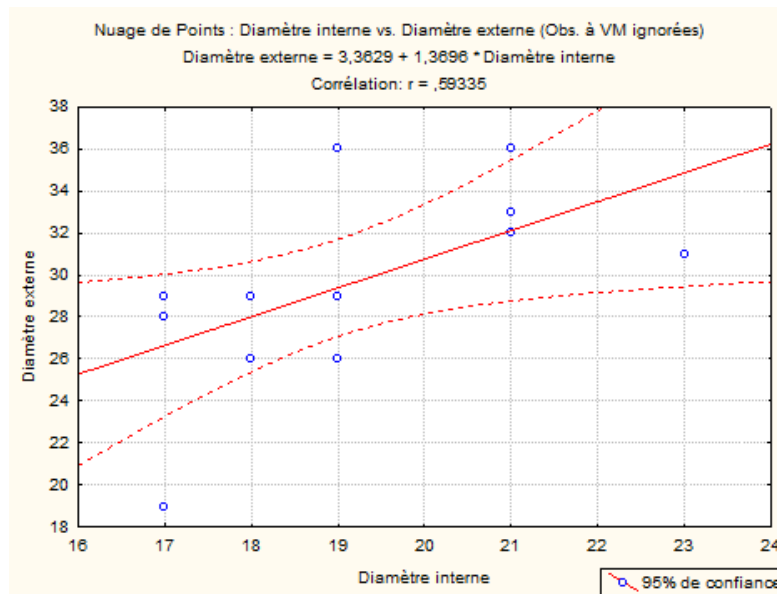


Figure 4. Significant Correlation of different nest measures (N=13).

Egg mesures

Table 2: Egg mesures (n=116)

Œufs	length (mm)	width (mm)	weigh (g)
Moyenne	56,203±2,446	39,134±2,380	52,648±4,539

The statistical analysis showed significant positive correlations between the different measurements of eggs:

- Between the length and the width ($r = 57\ 488$ and $p < 0.05$).
- Between the length and the weight ($r = 30889$ and $p < 0.05$).
- Between the width and the weight ($r = 37408$ and $p < 0.05$).

These measures were found to be lower than those recorded in North America [11].

The difference of measurement can be influenced not only by the food system but also by the temperature and the quality of the female during spawning.

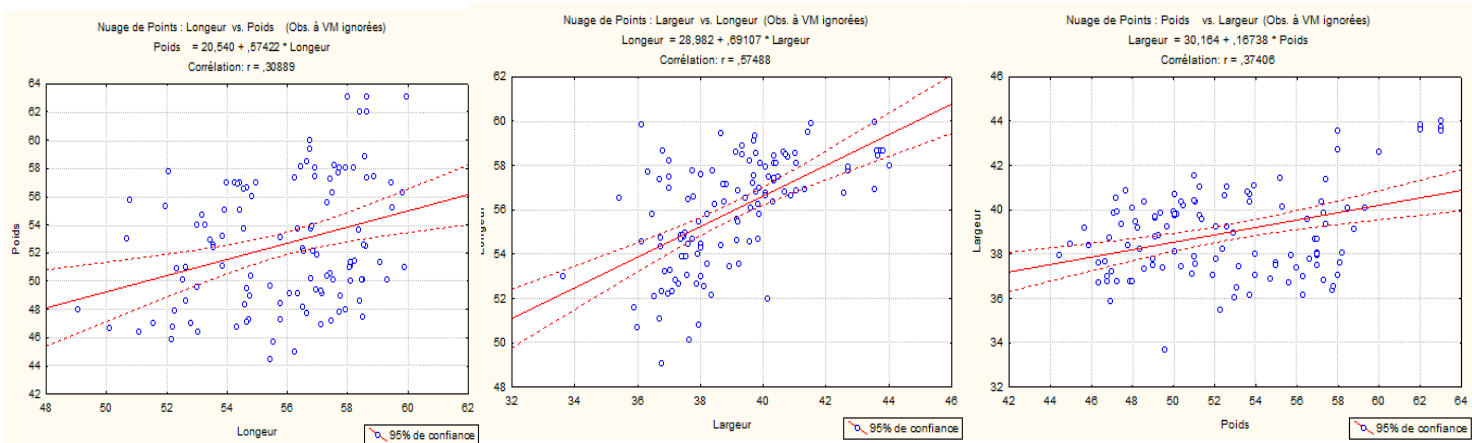


Figure 5. Significant Correlation of different Egg measures(Length, width and weigh) (N=116)

Reproduction parameter

The average of egg-laying date is around May 7. First spawning took place on March 27 and the last on June 17. According to the observations that are made about it on the same body of water by Chalabi in 1990 the first brood has been recorded on April 12 and the last on June 28. Moreover, monitoring was not regular over several years [12]. Indeed, dates of spawning are genetically determined [13], but influenced to some extent by environmental factors. Other factors are involved, such as the development of food resources and temperature of the medium (Lack 1954; 1968). It acts directly on the physiology of the bird and indirectly on the development of food resources [14].

The magnitude of spawning for the Mallard, the mean clutch size is $8,923 \pm 3,451$ eggs per female. The smallest clutch contains 04 eggs and the largest is 12 eggs.

We have noticed in a single nest with a second clutch but reduced number of eggs produced, which in the first 08 eggs hatched and is calculated in the second only 04 are found in eggs in the same nest.

The incubation period varies from mallard 26-28 days. It is important to note that the female begins to incubate laying since the first egg.

Hatchability of mallard is very high in Lake Tonga, and estimate average of 92.307 ± 27.735 %, between 100 % and 00 %. The rates are very high in comparison with those of America, can be explained by plant physiognomy. Lake Tonga is characterized by its very high density which has a favorable and preferred nesting mallard medium according to our results, which is used to protect our species against all faults particularly predation.

CONCLUSION

In Algeria, as elsewhere, it becomes imperative to manage the breeding and wintering birds and the environments in which it operates. This is actually an issue in the wake of the policy of protection and preservation of natural resources in general and wetlands in particular, is conducted in the broader context of environmental protection by the highest authorities international, that is part of the planning and management of natural heritage began in Algeria in recent years program.

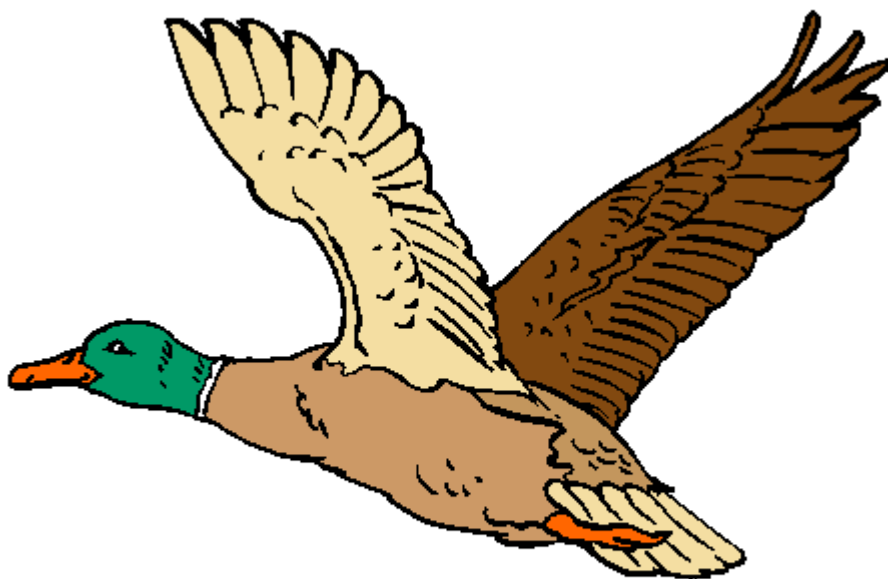
Reproduction of Anatidae and especially that of Mallard Duck was confirmed on Tonga Lake and Fetzara Lake respectively in 1984 and 1987. Unlike wintering Anatidae which is well supported (especially in terms of wetlands in the North), the results of observations on nesting Anatidae in Algeria is actually quite thin. It reveals in particular the apparent lack of studies on the reproductive biology of breeding species [12].

Our study aimed to identify different morphological parameters nests and reproductive parameters of the Mallard Duck (*Anas platyrhynchos*). In this present study confirmed that the Mallard Duck is a duck nesting in Tonga Lake but at the same time a very low number of this species in relation to the global workforce which is very high it says.

REFERENCES

- [1] DGF. **1989**. Rapport sur les zones humides Ramsar Algeriennes. Algerie.
- [2] A. Boumezebeur, **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, Thèse de doctorat, Université Montpellier, 254.
- [3] M. Houhamdi, **1998**. Ecologie du Lac des Oiseaux : cartographie, palynothèque et utilisation de l'espace par l'avifaune aquatique, Thèse de magister, Univ. Annaba, 198.
- [4] G. De Belair, **1990**. Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre éco-complexes lacustres et marécageux (El-Kala, Est Algérien), Thèse Uni. Montpellier, 193.
- [5] G. Belhadj, B. Chalabi, Y. Chabi, Y. Kayser, M. Gauthier-Clerc, **2007**. Le retour de l'Ibis falcinelle (*Plegadis falcinellus*) nicheur en Algérie, *Aves*, 44(1): 29-36.
- [4] D. Potiez, **2002**. La chasse des anatidés dans la baie de Somme, Thèse Méd. Vét, Nantes, 385 p.
- [7] V. Schricke, P. Triplet, B. Trace, S.A. Sylla, M. Perrot, **1990**. Dénombrement des Anatidés dans le bassin du Sénégal (janvier 1989), *BUII. O.N.C.*, 144 : 15-26.
- [8] M. Belhamra, **2005**. Building capacity for sustainable hunting of migratory birds in Mediterranean third countries (Country: Democratic and Popular Republic of Algeria), National Report on Hunting, 17.
- [9] H. Abbaci, **1999**. Ecologie du Lac Tonga: Cartographie de la végétation, Palynothèque et utilisation de l'espace lacustre par l'avifaune, Thèse de magister, Université Badji Mokhtar, Annaba, 143.
- [10] British Trust for Ornithology (BTO), **2008**. l'action sur les voies migratoires des oiseaux d'eau – revue du passé, vision d'avenir (cas du lac Tonga et du lac Des Oiseaux), Rapport sur les effets du changement climatique sur les oiseaux d'eau migrants de la voie de migration D'AFRIQUE-EURASIE, Antananarivo, Madagascar, 2.
- [11] J.L. Eldridge, G.L. Krapu, **1988**. The influence of diet quality on clutch size and laying pattern in mallards, *Auk* 105: 102-110.
- [12] A. Boumezebeur, **1990**. Contribution à la connaissance des Anatidés nicheurs en Algérie (cas du lac Tonga et du lac Des Oiseaux). Diplôme d'étude approfondies, Université Montpellier, 254 p.
- [13] J. Blondel, P. Perret, M. Maistre, **1990**. *J. Evol. Biol.*, 3 : 469-475.
- [14] M. D. Bellot, A. Dervieux, P. Isenmann, **1991**. *J. Ornithol.*, 132 : 297-301.

Annexes





Canard Colvert femelle domestique (Labbaci, 2011).



Canard Colvert mâle domestique (Labbaci, 2011).



Canard Colvert sauvage (Labbaci, 2011).



Tronc des arbres d'Aulnaie du Tonga (lieu de nidification des Colvert). (Labbaci, 2011).



Nid du Canard Colvert (Labbaci, 2011).



Œufs du Colvert non éclos (Labbaci, 2011).



Œufs du Colvert éclos (Labbaci, 2011).



«Nymphaea alba» du Tonga (Labbaci, 2011).



La recherche des nids par l'embarcation sans moteur (Labbaci, 2011).



La recherche des nids dans les îles de Tonga (Labbaci, 2011).