

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ 8 MAI 1945-GUELMA

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la
Terre et l'Univers Laboratoire de Conservation des Zones
Humides Département d'Ecologie et Génie de l'Environnement



THESE

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de
Doctorat 3^{ème} cycle en Sciences Biologiques

Option : Ecologie et conservation des zones humides

Ecologie de la reproduction de la Poule d'eau (*Gallinula chloropus*) en Numidie

Présentée par : MENAIA Zeyneb

Devant le jury :

Présidente :	L. Souiki	MCA	Univ-Guelma
Directeur de thèse :	F. Chenafi	MCA	Univ-Guelma
Examineur :	A. Si Bachir	Prof	Univ-Batna
Examineur :	A. Ouldjaoui	MCA	Univ-O.E.B
Examineur :	F. Bounaceur	MCA	Univ-Tiaret

Année Universitaire : 2014/2015

REMERCIEMENTS

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Au terme de ce travail, je remercie M. Boudjéma SAMRAOUI Professeur à l'université de Guelma et directeur du Laboratoire de Conservation des Zones Humides (L.C.Z.H).

Et ma directrice de thèse Dr. Farrah SAMRAOUI CHENAFI, MCA à l'université de Guelma, de m'avoir donné la chance de travailler sur un thème aussi intéressant que captivant.

Qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance en souhaitant avoir été à la hauteur de ses espérances et de sa confiance.

Mes remerciements vont au Dr. Lynda SOUIKI, MCA à l'université de Guelma d'avoir bien voulu présider le jury.

Ainsi qu'au Dr. Farid BOUNACEUR, MCA à l'université de Tiaret, Dr. Abdallah OULDJAOUI, MCA à l'université d'Oum-El-Bouaghi, Dr. Abdelkarim SI BACHIR, Professeur à l'université de Batna d'avoir bien voulu examiner ce travail.

Cette modeste dédicace s'adresse aussi à M. Riad NEDJAH, Docteur à l'université de Guelma, pour son aide concernant l'analyse statistique des données et pour ses conseils et ses encouragements durant cette étude.

A M. Abdenour BOUCHEKER, Docteur à l'université d'El Tarf, d'avoir bien voulu nous aider à faire la carte de localisation des nids.

A M.Laid TOUATI, Docteur à l'université de Constantine, pour sa disponibilité et son soutien durant la période de travail et son aide concernant les références bibliographiques.

En fin, je remercie Hichem AMMARI, Akram BELHOUT, Asma SOUDANI et Hadjer BOURDJIBA pour leur assistance durant la phase de terrain, combien importante.

Sommaire :

Titres	Pages
Introduction	1
Chapitre 01 : Modèle biologique (La Poule d'eau)	
1. Historique des études effectuées sur la Poule d'eau dans le monde et en Algérie	4
1-1. Dans le monde	4
1-2. En Algérie	4
2. La famille des Rallidae	5
3. Les Rallidae du lac Tonga	5
4. La Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i>	5
4-1. Définition de l'espèce	5
4-2. Position systématique de la Poule d'eau:	5
4-3. Identification de l'espèce	6
4-4. Description de l'espèce	6
4-4-1. La taille et le poids du corps	6
4-4-2. Morphologie de l'adulte, du juvénile et du poussin de ce modèle biologique	6
a-Adulte	6
b-Juvénile	7
c-Poussin	7
4-5. Statut et répartition géographique et abondance de ce Rallidae dans le monde:	7
4-5-1. Statut de conservation IUCN de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i>	7

4-5-2. Répartition géographique de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i>	8
4-6. Quelques caractères spécifiques	8
4-6-1. Parasitisme intra et interspécifique	9
4-6-2. Population et démographie	9
4-6-3. Age de maturité et durée de vie	10
4-6-4. Mortalité	10
4-6-5. Ennemies	10
4-7. .Besoins biologiques de l'espèce	10
4-7-1. Habitat	10
4-7-2. Régime alimentaire	11
4-8. Caractères écologiques de l'espèce	12
4-8-1. Comportement de l'espèce	12
4-8-2. Voix de la Poule d'eau	12
4-8-3. Saison de reproduction	12
4-8-4. Parade nuptiale	13
4-8-5. Nidification : Description et construction du nid de la Poule d'eau	13

4-8-6. L'aire habitée et la territorialité	14
4-8-7. La ponte	14
4-8-8. L'incubation	15
4-8-9. Les œufs	15
4-8-10. L'éclosion	15
4-8-11. Les poussins	16
4-8-12. Les juvéniles	16
4-8-13. Croissance et développement	16
4-8-14. La mue	17
4-9. Les activités principales de la Poule d'eau	17
4-9-1. La marche	17
4-9-2. La course	17
4-9-3. Le saut	17
4-9-4. Le vol	17
a. Le vol long (>10 m)	17
b. Le vol court (<10 m)	17
4-9-5. La nage	17
a. La nage lente	17
b. La nage rapide	18
4-9-6. La toilette	18
4-9-7. Tremblement des plumes après la toilette	18

4-9-8. Alimentation	18
4-9-9. Reproduction: Parade nuptiale et copulation	18
4-9-10. Les interactions sociales	19
4-10. La migration de la Poule d'eau	19
Chapitre 02 : le site d'étude : Présentation et description	
1. Les zones humides de l'Algérie	20
1-1. Les catégories des zones humides importantes en Algérie	22
2. La Numidie Algérienne	22
3. La Numidie orientale	22
4. El Kala	24
4-1. Topographie	24
4-1-1. La Messida et Tonga	24
4-1-2. Le bassin du Melleh	24
4-1-3. Le lac Oubeira	24
4-2. Climatologie de la Calle	25
4-2-1. La température	25
4-2-2. Le vent	25
4-3. Impacte du climat sur la végétation d'El Kala	25
4-3-1. Topographie botanique	25
a. Bassin de la Messida et du Tonga	25
b. Bassin du Mellah	26
c. Bassin de l'Oubeira et les prairies de l'Oued El Kebir	26
5. Le Complexe des zones humides d'El Kala (P.N.E.K)	27

5-1. Importance et mesure de protection du P.N.E.K	28
6. Le lac Tonga	29
6-1. Présentation	29
6-2. Situation géographique	30
6-3. Description	34
6-4. Situation socio-économique	35
6-5. Les paramètres physiques descriptifs du lac	35
6-5-1. Caractère géologique	35
a. Origine du lac	35
b. Types de sols	35
c. Les formations géologiques du lac	36
6-5-2.. Caractère pédologique	37
6-5-3. Caractère hydrologique, hydrographique, bathymétrique	37
6-5-6. Le cadre climatique: Climatologie du site d'étude	38
a. La température	38
b. Les précipitations (pluviométrie)	38
c. L'humidité régionale de l'air	38
d. Les vents	39
6-6. Bioclimat	39
6-6-1. Climagramme d'Emberger	39
6-6-2. Diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gausson 1957	42
6-7. Diversité biologique du site d'étude	49
6-7-1. Le cadre floristique	49

a. Végétation du lac Tonga	49
a-1. Végétation émergée	49
a-2. Végétation immergée	50
6-7-2. Le cadre faunistique	52
a. Richesse ornithologique	52
a-1. Valeur ornithologique	55
a-2. Conservation du site	55
b. Les zooplanctons du lac Tonga	56
c. Poissons	57
d. Reptiles et Amphibiens	57
6-8. Les paramètres écologiques qui font que le lac Tonga soit le site le plus important du complexe des zones humides d'El Kala (P.N.E.K) et de toute l'Afrique du nord pour la nidification de plusieurs espèces d'oiseaux d'eau	57
6-8-1. Zone des associations flottantes et immergées, ou Potamaie	57
6-8-2. l'immense Phragmitaie du Tonga	58
6-8-3. Les prairies	59
6-8-4. La saulaie humide	59
6-8-5. Les cultures (Arachides généralement)	59
6-8-6. Les Bois	59
Chapitre 03 : Matériel et méthodes	
Matériel et méthodes	60
1. Période d'étude	60

2. Méthodologie de travail	60
2-1. Délimitation de la station d'étude	60
2-2. Recherche et localisation des nids	60
2-3. Caractéristiques des nids	60
2-3-1. Variables biotiques (paramètres de la reproduction)	61
a-Phénologie de ponte	61
b-La grandeur de ponte	61
c-Les mensurations des œufs de chaque couvée	61
d-La durée d'incubation	61
e-Le succès moyen de reproduction	62
f-Le succès moyen de l'éclosion	62
2-4. Analyse statistique des données	62
Chapitre 04 : Résultats et discussion	
Résultats	63
1. Présentation de l'aire d'échantillonnage	63
2. Localisation des nids de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> dans la zone d'étude	64
3. Résultats de la première saison 2011	66
3-1. La végétation	66
3-1-1. Types de végétation	66
3-1-2. Hauteur de végétation	66
3-2. Caractéristiques des nids	68

3-3. Date et période de ponte	72
3-4. Caractéristiques des œufs	72
3-5. Paramètres de la reproduction	77
3-5-1. La durée d'incubation	77
3-5-2. La grandeur de ponte	77
3-5-3. Le succès de la reproduction	77
3-5-4. Le succès moyen de l'éclosion	77
4. Résultats de la deuxième saison 2012	81
4-1. La végétation	81
4-1-1. Types de végétation	81
4-1-2. Hauteur de végétation	81
4-2. Caractéristiques des nids	83
4-3. Date et période de ponte	87
4-4. Caractéristiques des œufs	87
4-6. Paramètres de la reproduction	94
4-6-1. La durée d'incubation	94
4-6-2. La grandeur de ponte	94
4-6-3. Le succès de la reproduction	94
4-6-4. Le succès moyen de l'éclosion	94
5. Parasitisme intra et interspécifique chez la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> au lac Tonga en 2011, 2012	98

6. Comparaison entre les résultats des deux saisons de reproduction de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> (2011, 2012) au lac Tonga	103
6-1. La répartition des nids de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> dans les différentes strates de végétation	103
6-2. Les caractéristiques des nids de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> au lac Tonga en 2011 et 2012	103
6-3. Les caractéristiques des œufs de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> au lac Tonga en 2011 et 2012	103
6-4. La phénologie de ponte de l'espèce durant deux saisons de reproduction 2011, 2012	106
6-5. La grandeur de ponte de l'espèce durant deux saisons de reproduction 2011, 2012	106
6-6. Le succès de la reproduction de l'espèce durant deux saisons 2011 et 2012	106
6-7. Le destin des nids de la Poule d'eau au lac Tonga entre 2011 et 2012	108
7. Comparaison entre les résultats de la présente étude et ceux d'une autre étude de la reproduction de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> en Algérie l'étude de Samraoui & al (2013)	114
7-1. La répartition des nids de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> dans les différentes strates de végétation	114
7-2. Les caractéristiques des nids de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i>	114
7-3. Les caractéristiques des œufs de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i>	114
7-4. Comparaison de la phénologie de la ponte de l'espèce	118
7-5. Comparaison de la grandeur de ponte de l'espèce	118
7-6. Comparaison du succès de la reproduction de l'espèce	118
8. Discussion des résultats	121

8-1. Phénologie	121
8-2. Selection du site de nidification et le succès de reproduction	121
8-3. Le parasitisme	122
8-3-1. Le parasitisme intraspécifique	122
8-3-2. Le parasitisme interspécifique	123
9. Implication pour la conservation	123
Conclusion	125
Références bibliographiques	128
Résumés	

Liste de tableaux :

Tableaux	Titres	pages
Tableau 1	Les sites Ramsar d'importance ornithologique du Nord-est Algérien (Samraoui & Samraoui, 2008).	21
Tableau 2	Valeurs météorologiques de la région d'El Kala.	41
Tableau 3	Indice de diversité spécifique de quelques zones humides méditerranéennes (Chalabi ; 1990).	53
Tableau 4	Caractéristiques des nids de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> au lac Tonga en 2011. N : nombre de nids.	69
Tableau 5	Caractéristique des œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2011. N : Nombre des œufs.	73
Tableau 6	Succès de la reproduction de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> au lac Tonga en 2011. N: nombre de nids éclos.	78
Tableau 7	Facteurs de l'échec de la reproduction de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> au lac Tonga en 2011. N : nombre de nids non éclos.	79
Tableau 8	Succès moyen de l'éclosion des œufs de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> au lac Tonga en 2011. N : nombre des œufs éclos.	80
Tableau 9	Caractéristiques des nids de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> au lac Tonga en 2012. N : nombre de nids.	84
Tableau 10	Caractéristique des œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012. N : Nombre des œufs.	88
Tableau 11	Succès de la reproduction de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> au lac Tonga en 2012. N: nombre de nids éclos.	95
Tableau 12	Facteurs de l'échec de la reproduction de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> au lac Tonga en 2012. N : nombre de nids non éclos.	96

Tableau 13	Succès moyen de l'éclosion des œufs de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> au lac Tonga en 2012. N : nombre des œufs éclos.	96
Tableau 14	Carte représentative du nombre et du pourcentage du parasitisme intra et interspécifique enregistré chez la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> au lacTonga en 2011 et 2012.	99
Tableau 15	Tableau représentant le parasitisme interspécifique enregistré chez la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> au lacTonga en 2011 et 2012.	99
Tableau 16	Résumé des cas du parasitisme interspécifique enregistrés en impliquant la Poule d'eau comme (1) l'espèce parasitaire, (2) l'espèce hôte (Meniaia <i>et al</i> , 2014).	100
Tableau 17	Comparaison entre la répartition des nids de la Poule d'eau dans les différentes strates de végétation (Types) au lac Tonga en 2011,2012 (présente étude). N: nombre de nids.	104
Tableau 18	Comparaison des caractéristiques des nids de la Poule d'eau au lac Tonga en 2011, 2012 (présente étude). N : Nombre de nids.	105
Tableau 19	Comparaison du volume/poids et de la taille des œufs de la Poule d'eau. Présente étude (2011 : Long et Large N=421, Volume N=421 ; 2012 : Long et Large N=340, Volume N=322, Poids N=340). N: nombre des œufs.	105
Tableau 20	Comparaison de la phénologie de ponte de l'espèce durant deux saisons de reproduction de la présente étude Lac Tonga 2011 et Lac Tonga 2012. N : Nombre de nids.	107
Tableau 21	Comparaison de la grandeur de ponte de la Poule d'eau au lac Tonga .N : nombre de nids.	107
Tableau 22	Comparaison du succès de la reproduction de la Poule d'eau au lac Tonga .N : nombre de nids.	107
Tableau 23	Destin (%) des nids suivis de la Poule d'eau au lac Tonga, nord-est Algérien. La profondeur du niveau moyen de l'eau est aussi prévue.	108

Tableau 24	Comparaison entre la répartition des nids de la Poule d'eau dans les différentes strates de végétation (Types) au lac Tonga en 2011, 2012 (présente étude) et au lac Tonga en 2009 et à l'étang de Bousedra entre 2005 et 2008 (étude de Samraoui & al (2013)). N: nombre de nids.	115
Tableau 25	Comparaison des caractéristiques des nids de la Poule d'eau au lac Tonga en 2011, 2012 (présente étude) et au lac Tonga en 2009 et à l'étang de Bousedra entre 2005 et 2008 (étude de Samraoui & al (2013)). N: nombre de nids.	116
Tableau 26	Comparaison du volume/poids et de la taille des œufs de la Poule d'eau. Présente étude (2011 : Long et Large N=421, Volume N=421 ; 2012 : Long et Large N=340, Poids N=340) et l'étude de Samraoui & al (2013) (Lac Tonga, 2009 : Long et Large N=475, Volume N=475, Poids N=475 ; Etang de Bousedra, 2005-2008 : Long et Large N=197, Volume N=197, et Poids N=82). N: nombre des œufs.	117
Tableau 27	Comparaison de la phénologie de ponte de l'espèce durant quatre saisons de reproduction : Présente étude (Lac Tonga 2011, Lac Tonga 2012) ; L'étude de Samraoui & al (2013) (Lac Tonga 2009, Etang de Bousedra 2005-2008). N : Nombre de nids.	119
Tableau 28	Comparaison de la grandeur de ponte de l'espèce. (Lac Tonga 2011, Lac Tonga 2012) ; L'étude de Samraoui & al (2013) (Lac Tonga 2009, Etang de Bousedra 2005-2008). N : Nombre de nids.	119
Tableau 29	Comparaison du succès de la reproduction de l'espèce. (Lac Tonga 2011, Lac Tonga 2012) ; L'étude de Samraoui & al (2013) (Lac Tonga 2009, Etang de Bousedra 2005-2008). N : Nombre de nids.	120

Liste des figures :

Figures	Titres	Pages
Figure. 01	Le complexe des zones humides de la Numidie orientale (Samraoui & de Bélair, 1998).	23
Figure. 02	Situation du lac Tonga et limitation de parc national d'El Kala (Abbaci, 1999)	31
Figure. 03	Carte de délimitation du bassin versant du lac Tonga (Raachi, 2007)	32
Figure. 04	Image satellite du lac Tonga via Google earth (2014 – Google).	33
Figure. 05	Graphe d'Emberger pour la région d'El Kala (Touati, 2008).	40
Figure. 06	Diagramme ombro-thermique de la région d'El Kala (Touati, 2008).	43
Figure. 07	Carte du réseau hydrographique de la région d'étude(Source: LANDSCAP AMENAGEMENT, 1998 in Raachi, 2007).	44
Figure. 08	Carte de répartition de végétation du lac Tonga (Abbaci, 1999).	45
Figure. 09	Photo du Nénuphar blanc <i>Nymphaea alba</i> au lac Tonga (prise le 20/06/2012 par Meniaia Zeyneb).	46
Figure. 10	Photo du <i>Typha angustifolia</i> au lac Tonga (prise le 23/06/2012 par Meniaia Zeyneb).	46
Figure. 11	Photo du Scirpe lacustre <i>Scirpus lacustris</i> au lac Tonga (prise le 29/05/2012 par Meniaia Zeyneb).	47
Figure. 12	Photo du Rubanier émergé <i>Sparganium erectum</i> au lac Tonga (prise le 17/06/2012 par Meniaia Zeyneb).	47
Figure. 13	Nid typique de la poule d'eau dans une strate de <i>Scirpus lacustris</i> et <i>Sparganium erectum</i> (prise le 20/06/2012 par Meniaia Zeyneb).	48
Figure. 14	Location de l'aire d'échantillonnage au lac Tonga à la limite de l'Est avec une carte d'Algérie (inset). L'image satellite du lac Tonga était obtenue de Google Earth (2014 – Google).	63
Figure. 15	Carte des nids de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> au lac Tonga en 2011 et 2012.	65
Figure. 16	Répartition des nids de la Poule d'eau dans les différentes strates de végétation au lac Tonga en 2011. N: nombre de nids.	67

Figure. 17	Distribution des nids de la Poule d'eau selon la hauteur de la végétation au lac Tonga en 2011. N: nombre de nids.	67
Figure. 18	Box plot représentant le diamètre externe des nids de la Poule d'eau au lac Tonga en 2011. N=60.	69
Figure. 19	Box plot représentant le diamètre interne des nids de la Poule d'eau au lac Tonga en 2011. N=60.	70
Figure. 20	Box plot représentant la hauteur des nids de la Poule d'eau au lac Tonga en 2011. N=60.	70
Figure. 21	Box plot représentant la profondeur de l'eau où les nids de la Poule d'eau sont construits au lac Tonga en 2011. N=60.	70
Figure. 22	Box plot représentant la distance entre l'eau et les nids de la Poule d'eau au lac Tonga en 2011. N=60.	71
Figure. 23	Box plot représentant la densité de végétation où les nids de la Poule d'eau sont construits au lac Tonga en 2011. N=60.	71
Figure. 24	Box plot représentant la hauteur de végétation où les nids de la Poule d'eau sont construits au lac Tonga en 2011. N=60.	71
Figure. 25	Evolution des nids de la Poule d'eau au lac Tonga en 2011 (1=le 28 Avril). N: nombre de nids.	73
Figure. 26	Box plot représentant la longueur d'œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2011.	74
Figure. 27	Box plot représentant la largeur d'œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2011.	74
Figure. 28	Box plot représentant le volume d'œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2011.	74
Figure. 29	Graphe de corrélation entre la longueur et la largeur des œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2011.	75
Figure. 30	Graphe de corrélation entre la longueur et le volume des œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2011.	75
Figure. 31	Graphe de corrélation entre la largeur et le volume des œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2011.	76
Figure. 32	Succès de la reproduction de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> au lac Tonga en 2011. N: nombre total de nids.	78
Figure. 33	Facteurs de l'échec de la reproduction de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> au lac Tonga en 2011. N: nombre de nids non éclos.	79
Figure. 34	Succès moyen de l'éclosion des œufs de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> au lac Tonga en 2011. N: nombre total des œufs.	80

Figure. 35	Répartition des nids de la Poule d'eau dans les différentes strates de végétation au lac Tonga en 2012. N: nombre de nids.	82
Figure. 36	Distribution des nids de la Poule d'eau selon la hauteur de la végétation au lac Tonga en 2012. N: nombre de nids.	82
Figure. 37	Box plot représentant le diamètre externe des nids de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012. N=71.	84
Figure. 38	Box plot représentant le diamètre interne des nids de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012. N=71.	85
Figure. 39	Box plot représentant la hauteur des nids de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012. N=70.	85
Figure. 40	Box plot représentant la profondeur de l'eau où les nids de la Poule d'eausont construits au lac Tonga en 2012. N=71.	85
Figure. 41	Box plot représentant la distance entre l'eau et les nidsde la Poule d'eau au lac Tonga en 2012. N=71.	86
Figure. 42	Box plot représentant la densité de végétation où les nids de la Poule d'eausont construits au lac Tonga en 2012. N=71.	86
Figure. 43	Box plot représentant la hauteur de végétation où les nids de la Poule d'eausont construits au lac Tonga en 2012. N=69.	86
Figure. 44	Evolution des nids de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012 (1=le 13Avril). N: nombre de nids.	88
Figure. 45	Box plot représentant la longueur d'œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012.	89
Figure. 46	Box plot représentant la largeur d'œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012.	89
Figure. 47	Box plot représentant le volume d'œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012.	89
Figure. 48	Box plot représentant le poids d'œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012.	90
Figure. 49	Graphe de corrélation entre la longueur et la largeur des œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012.	90
Figure. 50	Gaphe de rcorrélation entre la largeur et le volume des œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012.	91
Figure. 51	Graphe de corrélation entre la longueur et le volume des œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012.	91

Figure. 52	Graphe de corrélation entre le poids et le volume des œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012.	92
Figure. 53	Graphe de corrélation entre la longueur et le poids des œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012.	92
Figure. 54	Graphe de corrélation entre le volume et le poids des œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012.	93
Figure. 55	Succès de la reproduction de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> au lac Tonga en 2012. N: nombre total de nids.	95
Figure. 56	Facteurs de l'échec de la reproduction de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> au lac Tonga en 2012. N: nombre de nids non éclos.	96
Figure. 57	Succès moyen de l'éclosion des œufs de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> au lac Tonga en 2012. N: nombre total des œufs.	97
Figure. 58	Nid typique de la poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> composé des œufs de plusieurs femelles (parasitisme intraspécifique) dans une strate de <i>Typha angustifolia</i> (prise le 19/05/2012 par Meniaia Zeyneb).	101
Figure. 59	Nid typique de la poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> parasité par l'Erismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> dans une strate de <i>Sparganium emersum</i> (prise le 20/06/2012 par Meniaia Zeyneb).	101
Figure. 60	Nid typique de la poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> parasité par le Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> dans une strate de <i>Sparganium emersum</i> et <i>Scirpus lacustris</i> (prise le 04/05/2012 par Meniaia Zeyneb).	102
Figure. 61	Nid typique du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> parasité par la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> et l'Erismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> dans une strate de <i>Scirpus lacustris</i> et de <i>Sparganium emersum</i> (prise le 24/05/2011 par Belhout Akram).	102
Figure. 62	Nid pré-éclos de la poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> (prise le 06/07/2012 par Meniaia Zeyneb). .	108
Figure. 63	Nid réussi de la poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> avec deux œufs, un poussin éclos et deux pré-éclos (prise le 20/06/2012 par Meniaia Zeyneb).	109
Figure. 64	Nid de la poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> prédaté par la Couleuvre d'eau <i>Natrix maura</i> (prise le 29/05/2012 par Meniaia Zeyneb)..	109
Figure. 65	Nid prédaté de la poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> (prise le 27/06/2012 par Meniaia Zeyneb). .	110

Figure. 66	Nid vandalisé de la poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> (prise le 08/05/2012 par Meniaia Zeyneb).	110
Figure. 67	Nid inondé de la poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> (prise le 08/05/2012 par Meniaia Zeyneb).	111
Figure. 68	Probabilité du succès reproductif (haut), prédation des nids (au milieu) et l'inondation des nids (en bas) de la Poule d'eau au lac Tonga, nord-est Algérien, avec des valeurs ajustées obtenues par GLM.	112
Figure. 69	Les probabilités estimées du succès reproductifs (haut), prédation des nids (au milieu) et l'inondation des nids (en bas) de la Poule d'eau au lac Tonga, nord-est Algérien.	113

Introduction

Introduction :

Les zones humides sont écologiquement de grande valeur en raison de leur diversité biologique et de leur importante productivité (Whittaker et Likens, 1973; Gibbs, 1993; Casado et Montes, 1995), avec aussi globalement des espèces aviaires menacées (avec risque d'extinction) qui sont dépendantes de ces écosystèmes (Green, 1996), ainsi que leur valeur économique, sociologique qui est aujourd'hui largement admise (Skinner et Zalewski, 1995). En effet, elles représentent des habitats d'hivernage et de reproduction qui se caractérisent par une grande diversité d'oiseaux, constituant également des escales indispensables à leur migration (Mohamed *et al*, 2008). Mais ces biotopes sont naturellement inégaux au sein du paysage terrestre, effet aggravé par la fragmentation de l'habitat et la perte due à l'action humaine (Mariano, 2006).

Sur les décennies récentes, les changements environnementaux considérables ont affecté les zones humides Méditerranéennes, en impactant négativement plusieurs oiseaux d'eau ; qui les utilisent comme des terrains d'hivernage, escales ou des sites de reproduction (de Bélair et Samraoui, 1994 ; Hoffmann *et al*, 1996 ; Battisti *et al*, 2008 ; Paracuellos, 2008). Bien que quelques espèces apparaissent à avoir réalisé une récupération remarquable sur les dernières décennies (Barbraud *et al*, 2004 ; Frochot *et al*, 2008 ; Fuller et Ausden, 2008) ; le déclin mondial des oiseaux d'eau a été bien documenté (Norris *et al*, 2004 ; Thomas *et al*, 2006 ; Ma *et al*, 2009).

Malgré plusieurs mesures de protection régulières, les zones humides utilisées par les espèces avifaunistiques comme ailleurs ont suivi la même tendance à la baisse (Hollis, 1992 ; de Bélair et Samraoui, 1994) mettant en péril plusieurs espèces, y compris quelques unes endémiques (Samraoui *et al*, 2011 ; 2012b).

Le complexe des zones humides de la Numidie Algérienne qui fait partie de la Méditerranée est un important refuge pour la biodiversité (Samraoui et de Bélair, 1997 ; 1998). C'est l'un des complexes Algériens qui contiennent des régions humides intéressantes et des aires importantes des oiseaux (IBAs) à désignation comme zones humides d'importance internationale selon la convention Ramsar. De plus, la Numidie offre une mosaïque d'habitats d'une grande variété, couverture végétale et salinité fournissant d'importants sites de reproduction ou d'hivernage pour les oiseaux de la région (Samraoui et Samraoui, 2008).

Malgré que le nord-est Algérien accueille des habitats divers dans le bassin Méditerranéen et que le Parc National d'El Kala et ses environs sont connus comme un des plus importants quartiers d'hivernage pour les oiseaux d'eau dans la région (Samraoui et Samraoui, 2008), encore moins est connu concernant ces zones humides comme fournisseurs des habitats de reproduction importants pour une large gamme des oiseaux d'eau (Samraoui *et al*, 2007 ; 2011 ; Bouchecker *et al*, 2009 ; Nedjah *et al*, 2010).

Les études écologiques qui décrivent la reproduction des oiseaux d'eau sont très intéressantes et très importantes pour mieux comprendre la stratégie écologique adoptée par l'espèce étudiée et pour déterminer ses besoins biologiques durant cette phase en se basant sur les différents descripteurs écologiques (biotiques et/ou abiotiques) d'une part ; et pour avoir une idée sur la phénologie, la dynamique de sa population d'une autre part. Ce type de recherche a donc pour but d'arriver à mettre des stratégies pour la conservation et la restauration des espèces aviaires (Green, 1996).

De nombreuses études consacrées à l'étude de la reproduction des oiseaux d'eau en Algérie ont été enregistrés ; telles que celles de Samraoui et Samraoui (2007) sur la Foulque macroule *Fulica atra*, et celle de Samraoui *et al* (2007) sur le Héron garde-bœufs *Ardea ibis*, et celle de Bouchecker *et al* (2009) sur l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus*, et celle de Nedjah *et al* (2010) sur le Héron pourpré *Ardea purpurea*, et celle de Boulekhssaim *et al* (2013) sur le Tadorne Casarca ; Samraoui *et al* (2006) ; Samraoui *et al* (2010) ; Mesbah *et al* (2011) sur le Flamant rose *Phoenicopterus roseus*, et celle de Samraoui *et al* (2012b) sur le Blongios nain *Ixobrychus minutus*, Samraoui *et al* (2013) sur la Poule d'eau *Gallinula chloropus* ; de Baaloudj *et al* (2014) sur le Goéland leucophée *Larus michahellis*.

Plusieurs espèces d'oiseaux d'eau nichent et se reproduisent dans les zones humides du nord Algérien dont la Numidie (le Grèbe castagneux *Podiceps ruficollis*, le Grèbe huppé *Podiceps cristatus*, la Foulque macroule *Fulica atra*, la Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, l'Echasse blanche *Himantopus himantopus*, la Poule sultane *Porphyrio porphyrio*, la Poule d'eau *Gallinula chloropus*) (Samraoui et Samraoui, 2008).

La Poule d'eau *Gallinula chloropus*, cet oiseau qui fait partie de la famille des Rallidae (Cramp et Simmons, 1980 ; Gabriel *et al*, 2010), et qui est très répandu en occupant une large gamme des habitats allant des canaux et fossés des étangs/mares d'eau douce et marais saumâtres (Cramp et Simmons, 1980), représente le statut de l'espèce sédentaire nicheuse dans toute l'Algérie dont la Numidie (Samraoui et de Bélair, 1998).

Elle est considérée comme un bioindicateur très intéressant qui joue un rôle très important dans les écosystèmes des zones humides où elle est répartie car la Poule d'eau répond rapidement à chaque changement dans la composition de la végétation et dans la fluctuation du niveau d'eau (Siriwardena *et al*, 1998 ; Krebs *et al*, 1999).

En Afrique du nord ; dont les zones humides sont probablement utilisées par des populations distinctes de la Poule d'eau soit pour la reproduction, l'hivernage, ou l'escale (Ledant *et al*, 1981). Le statut de l'espèce est pauvrement documenté et les aspects de son histoire de vie sont peu connus à l'exception du travail de Samraoui *et al* (2013).

La Poule d'eau est signalée comme répandue dans les endroits dispersés à travers l'Algérie, y compris l'aire côtière, les hauts plateaux, et le Sahara (Heim de Balsac et Mayaud, 1962 ; Ledant *et al*, 1981 ; Isenmann et Moali, 2000), Mais nous ne disposons d'aucune information sur la phénologie de reproduction ou la grandeur de ponte (Samraoui *et al*, 2013).

La biologie de la reproduction de cette espèce en Algérie a été peu étudiée. Mais, la plupart de la littérature qui concerne cette espèce présente des études effectuées dans d'autres parties de l'Ancien Monde et aux Etats Unis (Stevenson et Anderson, 1994).

La plupart de nos connaissances sur l'écologie de la reproduction de l'espèce viennent des zones tempérées de l'Europe (Relton, 1972 ; Wood, 1974 ; Huxly et Wood, 1976 ; Gibbons, 1986) avec des habitats généralement différents des zones humides temporaires de l'Afrique du nord.

Selon Gabriel *et al* (2010); des études anciennes sur les comportements reproductifs de la Poule d'eau avaient pour but de décrire et d'expliquer un peu des aspects comme le succès de la reproduction (Bannor , 1997 ; Fenoglio *et al*, 2002 ; Forman, 2005 ; Forman et Brain, 2004 ; Gibbons, 1986 ; Gibbons, 1987a,b ; Jamieson *et al*, 2000 ; MacRae, 1995 ; 1996a,b ; 1997 ; 1998 ; MacRae et Burke, 1996 ; Post et Seals, 2000 ; Siegfried et Frost, 1975).

En outre, la Poule d'eau est un modèle biologique plus approprié pour étudier les hypothèses écologiques comme la sélection des sites de nidification ou le parasitisme.

La présente étude effectuée au niveau du lac Tonga, dans la Numidie orientale ; qui s'est étalée sur deux saisons successives de reproduction (2011 et 2012) a pour but de

(1) fournir des connaissances supplémentaires sur la variation dans la sélection des sites de nidification, du succès de reproduction de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* en Afrique du nord,

(2) Et de se documenter sur des cas du parasitisme intra et inter- spécifique pour des études futures concernant ce sujet.

La thèse comprend:

Un premier chapitre réservé à la présentation du modèle biologique.

Le deuxième décrit le site d'étude.

Le troisième expose le matériel et les méthodes.

Le quatrième présente les résultats et la discussion.

Enfin, une conclusion qui synthétise les résultats obtenus.

Chapitre 01 : Modèle biologique (la Poule d'eau)

1. Historique des études effectuées sur la Poule d'eau dans le monde et en Algérie:

Comparées à celles effectuées dans d'autres pays du monde, les études généralement écologiques et celles précisément de la reproduction des oiseaux d'eau en Algérie sont peu nombreuses.

1-1. Dans le monde :

L'écologie, la biologie ainsi que les stratégies et les comportements de la reproduction de la Poule d'eau et de son hivernage ont été décrits par plusieurs auteurs dans des anciens travaux publiés, réalisés au niveau de diverses zones humides des différents pays du monde:

L'étude de Relton (1972) et de Wood (1974) qui s'intéressaient à la biologie et au comportement de la reproduction de la Poule d'eau.

L'étude de Siegfried et Frost (1975) qui était axée sur la reproduction et le comportement associé chez la Poule d'eau *Gallinula chloropus* dont les résultats d'une année ont montré une reproduction réussie.

Les aspects, la biologie et les stratégies de la reproduction des mâles et des femelles et le succès reproductif saisonnier et la densité des paires reproductives et la coopération, conflits ; et manipulation chez la Poule d'eau ont été successivement mentionnés dans les études de Huxley et Wood (1976); Liu *et al* (1985); Petrie (1986) ; Gibbons (1987b) ; Bannor (1997) ; Gibbons (1985).

MacRae (1996b) a étudié les coûts et les bénéfices de la nidification coopérative chez la Poule d'eau.

Une étude de Petrie (1982) qui porte sur l'hivernage chez la Poule d'eau et Forman et Brain (2004), cette étude révèle comment les dynamiques de la reproduction de cet oiseau opportuniste influencent sa colonisation réussie d'un nouvel habitat.

En 1986 ; Gibbons a consacré deux années pour l'étude du parasitisme intraspécifique et la nidification coopérative de la Poule d'eau *Gallinula chloropus*, dont il a annoncé qu'un quart des nids trouvés avaient deux femelles ou plus qui pondent dedans.

1-2. En Algérie :

La démarche dans ce domaine écologique a été enregistrée en 1993 par Boumezbeur qui a effectué une étude de l'écologie et la biologie de la reproduction de l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* et de la Fuligule Nyroca *Aythya nyroca* au niveau des deux sites qui sont le lac Tonga et celui des Oiseaux.

Le travail de Samraoui *et al* (2013) ; Statut et écologie de la reproduction de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* en Algérie a été dernièrement enregistré.

Dans le présent document, on va essayer, à travers l'étude pratique-théorique, de suivre l'évolution saisonnière de l'écologie de cette espèce durant la reproduction, d'enregistrer des

données et d'extraire des résultats qui vont être une démarche écologique à travers laquelle on comprend mieux cet aspect biologique chez l'espèce étudiée. De ce fait on informe les écologistes qui sont des spécialistes dans ce vaste domaine scientifique de l'importance de ce type d'étude pour arriver à déterminer les différents mécanismes de la distribution et de l'abondance des espèces vivant au niveau intra et inter écosystèmes (biotopes).

2. La famille des Rallidae :

Les Rallidae, ces oiseaux d'eau qui constitue la plus grande famille dans l'ordre des Gruiformes comptent 45 genres et environ 120 espèces. On y trouve beaucoup d'oiseaux qui mènent une existence discrète dans la végétation palustre et qui sont rarement visibles. Ces particularités expliquent l'insuffisance des connaissances sur maintes espèces, et la répartition de plusieurs d'entre elles reste mal connue (Djellali, 2008).

3. Les Rallidae du lac Tonga :

Le peuplement de Rallidae de la région d'étude est composé de cinq espèces nicheuses connues : la Foulque macroule (*Fulica atra*, Linné, 1758), la Poule d'eau (*Gallinula chloropus*, Linnaeus, 1758), la Talève sultane (*Porphyrio porphyrio*, Linné, 1758), le Râle d'eau (*Rallus aquaticus*, Linné, 1758), et la Marouette ponctuée (*Porzana porzana*, Linné, 1766) (Samraoui et Samraoui, 2008).

4. La Poule d'eau *Gallinula chloropus* :

4-1. Définition de l'espèce :

La Poule d'eau (*Gallinula chloropus*, Linnaeus, 1758) est un oiseau aquatique de l'ordre de Gruiformes. Il appartient à la famille des Rallidae (Gabriel *et al*, 2010).

4-2. Position systématique de la Poule d'eau:

Règne :Animalia

Embranchement : Chordatae

Sous-embranchement : Vertebrata

Classe : Aves

Ordre : Gruiformes

Famille : Rallidae

Genre : *Gallinula*

Espèce : *chloropus*

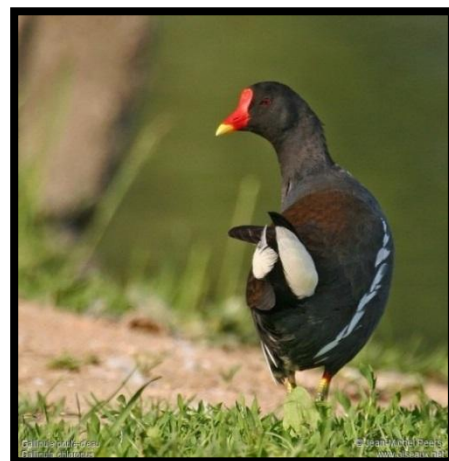


Photo : (www.oiseaux.net)

4-3. Identification de l'espèce :

La Poule d'eau est une espèce d'oiseau possédant une taille moyenne (d'environ 27-31 cm de longueur), comme elle peut avoir une longueur de (32-35 cm) et une envergure de (50-55 cm) (Cramp, 1994).

Légèrement plus petite que la Foulque noire, elle est reconnaissable à son bec rouge dont la pointe seule est jaunâtre, et à une plaque frontale cornée qui est également rouge, elle est encore caractérisée par une longue ligne irrégulière blanche qui traverse les flancs et par une région sous-caudale blanche. On la considère comme le plus beau représentant de la famille après la Poule sultane *Porphyrio porphyrio* (Cesare, 1971).

Cette espèce est uniformément grise, comme un canard avec un bec rouge court à une pointe jaunâtre. Une ligne de plumes blanche sur les flancs et le bec rouge sont ceux qui font distinguer la Gallinule des Rallidaes similaires ; comme la Foulque macroule. De plus la Poule d'eau pompe sa tête aplatie pendant sa nage (Massachusetts Division of Fisheries and Wildlife, 2000).

Pendant la saison de reproduction, la Poule d'eau est peut être identifiée par son bec rouge à la pointe jaunâtre et une tache frontale rouge. En dehors de cette période, le bec et la tache frontale sont de couleur brunâtre (National Geographic Society, 1999).

4-4. Description de l'espèce:

4-4-1. La taille et le poids du corps :

La longueur moyenne du corps chez la Poule d'eau est comprise entre 12 et 14 inches (30.48-35.56 cm) celle des mâles est plus large que celle des femelles (Forbush, 1925 ; National Geographic Society, 1999 ; Massachusetts Division of Fisheries and Wildlife, 2000 ; Connecticut Department of Environmental Protection, 2000). Le poids du corps est approximativement de 14 oz (1kg) (Forbush, 1925).

4-4-2. Morphologie de l'adulte, du juvénile et du poussin de ce modèle biologique:

a-Adulte :

Avec un corps trapu, aplati latéralement, l'adulte est reconnaissable par son plumage sombre (gris à noir), pattes et pieds verts. Le bec et la tache frontale sont plus au moins larges. Ceux du mâle sont larges de 5-10% par rapport à ceux de la femelle (Cramp, 1994).

Bien que les femelles soient souvent plus petites que les mâles, ces deux sont sexuellement monomorphiques en plumage (Petrie, 1983; Efe *et al*, 2001).

Le bec a une pointe jaunâtre et une base rouge, qui se lit avec la couronne de la même couleur. Les pattes sont jaunes à vertes, avec un revêtement rouge devant le corps. L'animal possède un troupon cutané composé en partie blanche infra-caudale des plumes qui peut être observée pendant la nage (Gabriel *et al*, 2010).

Selon Cesare (1971) ; lorsqu'on voit l'adulte, on constate que :

- La tête, le cou, et la gorge sont d'un noir d'ardoise.
- Les régions supérieures et scapulaires sont vert-brun, et les régions inférieures sont gris ardoise.
- Les pieds et les tarses sont verdâtres, et la partie du tibia dépourvue de plumes est rouge.

b-Juvénile :

Il apparaît gris-brun avec menton et gorge blanc sale ; également reconnaissable à sa forme, à ses mouvements à la ligne pale sur le flanc et aux sous-caudales latérales blanches (Djellali, 2008).

c- Poussin :

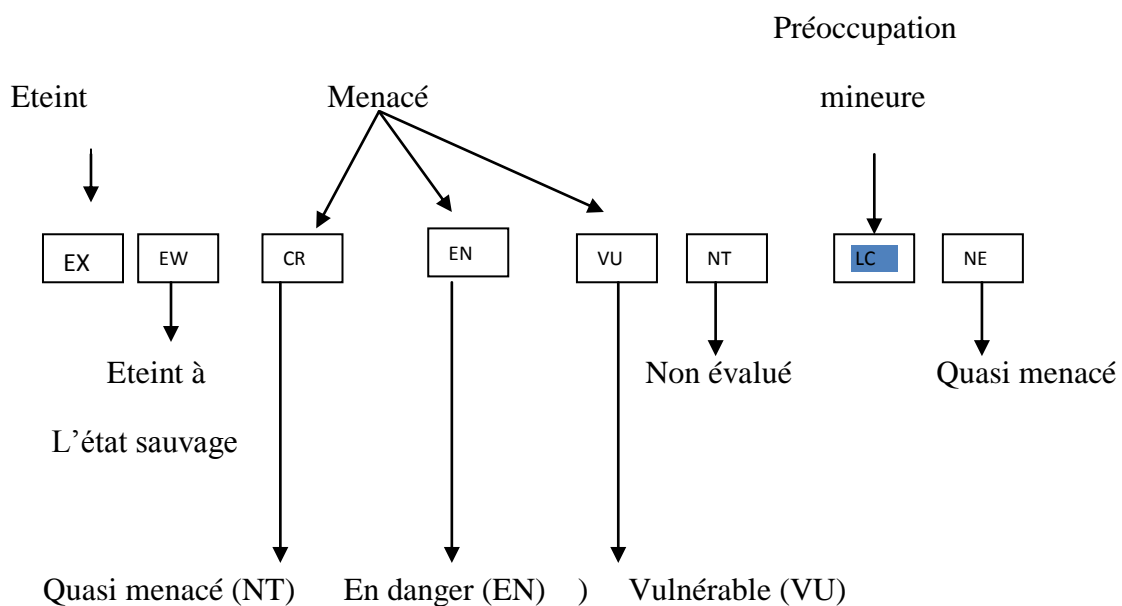
Comme celui de la Foulque macroule, le poussin de la Poule d'eau a une couleur noire et un bec rouge ; mais son collerette est jaune brunâtre (Killian *et al*, 1999). Mais selon Efe *et al* (2001) ; les petits sont de couleur olive terne, avec une gorge blanchâtre et un bec noirâtre.

Sauer et Witt (1998) décrivaient les jeunes comme des oisillons ayant une coloration discrète allant du gris sombre, et leur bec n'est pas encore rouge ; mais leur région sous-caudale est déjà blanche et ils portent un semblant de lignes sur les flancs.

4-5. Statut et répartition géographique et abondance de ce Rallidae dans le monde:

4-5-1. Statut de conservation IUCN de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* :

Selon l'UICN union internationale pour la conservation de la nature ; la Poule d'eau *Gallinula chloropus* est une espèce à préoccupation mineure en France.



(www.iucn.org/fr/)

4-5-2. Répartition géographique de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* :

En Amérique du nord; le nord est la limite de son aire de reproduction et la limite de sa tolérance climatique (Kibbe, 1985).

En Vermont ; cet oiseau a été considéré comme une espèce rare et locale dès les années 1800s ; mais en Connecticut elle a été considérée comme une résidente estivale commune à la fin des années 1800s et au début des années 1900s ; mais actuellement ; seulement une visitatrice estivale rare (Allen, 1909 in Kibbe, 1985, Connecticut Department of Environmental Protection, 2000).

Les déclinés en Massachusetts, Connecticut, et d'autres parties de son aire ont été causés par la perte ou la dégradation des habitats des zones humides émergentes (Connecticut Department of Environmental Protection, 2000 ; Massachusetts Division of Fisheries and Wildlife, 2000 ; De Graaf et Yamasaki, 2001). Dans l'aire d'étude primaire ; les couples reproductifs de la Poule d'eau ont été confirmés dans l'aire de Pittsfield (Gulo, 2001).

Cette espèce se caractérise par une distribution mondiale et elle est retrouvée dans le nord et le sud de l'Amérique, et de l'Afrique tropicale, et dans les zones froides et tempérées de l'Asie et de l'Europe (Sauer, 1984).

La Poule d'eau *Gallinula chloropus* a une distribution cosmopolite couvrant cinq continents en s'étendant des latitudes de 50°N à 40°S de l'équateur. Cette Gallinule est trouvée sur tous les continents, à l'exception de l'Australie et de l'Antarctique où il y a des habitats favorables. Dans l'est des Etats unis, la nouvelle Angleterre représente l'extrême nord de l'aire de nidification de l'espèce. Les populations du sud de l'Etat Atlantique hivernent au sud de l'Amérique (Taylor et van Perlo, 1998).

La Poule d'eau *Gallinula chloropus* et d'autres espèces comme le Canard colvert *Anas platyrhynchos*, et la Foulque macroule *Fulica atra* nidifient dans une variété des zones humides à faibles altitudes aux dessus de l'Eurasie et de l'Amérique du nord (Palmer, 1976 ; Cramp, 1977 ; 1980).

4-6. Quelques caractères spécifiques :

Cet oiseau ne présente pas de dimorphisme sexuel (Brichettiet et Dicapi, 2001).

La Poule d'eau *Gallinula chloropus* est une espèce adaptable ; elle est capable de réaliser rapidement une extension et de coloniser une grande variété des habitats. En plus, cette espèce est localement migratrice, capable de voler durant la nuit d'une location à une autre (Sigrist, 2006).

Les adultes Gallinules peuvent produire trois pontes dans une seule saison (Eden, 1987).

Les parents peuvent attaquer leurs petits poussins (Gibbons, 1985).

La sélection de l'hôte chez cette espèce est spatialement limitée à l'enceinte de deux ou trois territoires de reproduction (McRae, 1994).

La monogamie est généralement le système reproductif dominant utilisé par cette espèce dans le site de reproduction, dont quelques individus se reproduisent annuellement en groupes communs et coopératifs. La majorité de ces individus ont des liens de parenté du premier ordre (Forman et Brain, 2004).

4-6-1. Parasitisme intra et interspécifique :

Cette espèce est parmi un nombre d'espèces qui exposent un parasitisme, et ce comportement a été étudié en détail pour les populations tempérées (Gibbons, 1986; Ueda *et al*, 1993; McRae, 1995 ; 1997 ; Post et Seals, 2000).

Des études détaillées sur les tactiques des femelles Gallinules parasitiques et non parasitiques ont montré que les femelles utilisent les deux types de parasitisme pour l'assurance de l'augmentation ainsi que de l'amélioration de leur succès reproductif saisonnier quand elles ont des ressources abondantes, et alternativement comme une stratégie de survie ou lorsque les occasions de nidifications sont compromises (McRae, 1998).

La Gallinule Poule d'eau en Bretagne est très connue par l'utilisation du parasitisme intraspécifique (Wood, 1974; Huxley et Wood, 1976; Gibbons, 1986; Møller et Petrie, 1990).

L'occurrence du parasitisme après la ponte a été documentée pour la Foulque d'Amérique *Fulica americana* qui est une espèce liée à la Poule d'eau (Lyon, 1993a).

Les territoires de la Poule d'eau se caractérisent par des groupes polygames.

Ces femelles reproductrices pondent leurs œufs d'une manière synchrone, et les femelles non reproductrices qui aident sont habituellement des sœurs du couple reproductif (McRae, 1994).

Selon l'étude expérimentale de McRae (1995) et de Wang *et al* (2013); les Gallinules sont capables de reconnaître qu'elles ont été parasitées au début de la période de ponte.

Les nids de la Poule d'eau reçoivent d'un à quatre œufs parasites pour les nids précoces, et d'un à six œufs parasites plus tard (McRae, 1995).

Les cas du parasitisme interspécifique impliquant les Poules comme une hôte ou un parasite d'autres espèces aviaires sont relativement rares (Post et Seals, 1989).

4-6-2. Population et démographie:

La Poule d'eau a un succès de nidification, d'éclosion, et d'envol élevé (Byrd et Zeillemaker, 1981 in Kibbe, 1985).

Selon Post et Seals (2000) ; elle réalise environ 68% comme succès de réussite dans la production des poussins dans l'eau douce au sud du Californie. Mais ; il est enregistré que son succès de nidification est inférieur dans d'autres sites (Kibbe, 1985).

4-6-3. Age de maturité et durée de vie:

L'information sur l'âge de cette espèce et sur sa maturité sexuelle n'était pas trouvée dans la littérature disponible, mais supposée être entre 1 – 2 années étant donné que le plumage de l'adulte est atteint l'été après celui de l'éclosion. En se basant sur des données disponibles ; la durée de vie de la Poule d'eau est approximativement de 5 – 6 années de l'âge (Connecticut Department of Environmental Protection, 2000).

4-6-4. Mortalité:

Dans quelques parties de son aire, la Poule d'eau est légalement traquée, mais dans d'autres aires, comprises de la nouvelle Angleterre, les saisons de la chasse ont été fermées car les populations locales de cette espèce sont considérées assez petites pour résister aux pressions de la chasse (Kibbe, 1985 ; Connecticut Department of Environmental Protection, 2000).

4-6-5. Ennemies:

Les Poules d'eau sont la plupart susceptibles à une variété de prédateurs comprenant les mammifères, particulièrement le vison (*Mustela vison*), le raton (*Procyon lotor*), les rapaces et les reptiles, particulièrement durant la saison de nidification. La littérature est disponible, et a documenté les serpents (comme le serpent jaune *Elaphe obsoleta*) (Post et Seals, 2000).

4-7. Besoins biologiques de l'espèce :

4-7-1. Habitat :

Cet oiseau habite les zones humides, lacs, petites lagunes, et réservoirs (Belton, 1994). Aussi les étangs, rivières, marécages à condition qu'il y ait de la végétation où elle puisse se cacher.

Cette espèce préfère coloniser les habitats où la végétation est clairsemée palustre (Sigrist, 2006).

La Poule d'eau vit en petits groupes familiaux et peut communiquer avec d'autres oiseaux qui habitent le même environnement (Moraes et Krul, 1995).

Elle préfère construire ses nids dans le Jonc *Juncus*, et également dans les arbres (Forman et Brain, 2004).

Des résultats indiquent que le nombre élevé de plusieurs espèces d'oiseaux d'eau et leur distribution influencent les Gallinules directement ou indirectement par le niveau de l'eau. De plus, ce dernier affecte aussi la composition dynamique de la végétation aquatique émergente et submergée où les femelles construisent leurs nids (Muhammad et Mohamed, 2011 ; Wolcox et Meeker, 1992).

La Poule d'eau est associée avec la végétation émergente (Muhammad et Mohamed, 2011), surtout dans l'eau douce des marais et des marécages et aussi dans les bords de l'eau libre.

Au nord des Etats Unies, les Gallinules ont besoin en permanence de l'eau douce inondable ou d'étangs saumâtres peu profonds ou des marais. La Poule d'eau fréquente les Typha des marais (Bannor et Kiviat, 2002).

Contrairement aux Rallidae qui fréquentent normalement les zones humides inondés peu profondes, la Poule d'eau préfère les zones humides inondées à profondeurs très élevées (Brackney et Bookhout, 1982).

Cette espèce habite les marais d'eau douce ou saumâtre qui contiennent la végétation émergente dense entrecoupée par les aires de l'eau libre (Post et Seals, 2000).

Les habitats utilisés par la Poule d'eau comprennent les berges des lacs, étangs, rivières, ruisseaux et lagunes des eaux usées. En nouvelle Angleterre ; la Poule d'eau utilise préférentiellement les marais peu profonds d'eau douce ou saumâtre, mais elle peut habiter aussi les lacs et les estuaires à eau plus profonde (De Graaf et Yamasaki, 2001).

Les habitats typiquement utilisés par la poule d'eau sont des supports de végétation émergente comme *Typha* spp, joncs, Cypéracées (Cyperaceae), roseaux (*Phragmites* sp.), et *Sparganium* spp (Kibbe, 1985).

La Poule d'eau tend à se reproduire dans les aires où la proportion de l'eau libre douce, est approximativement égale à celle de la végétation émergente (Taylor, 1998), dans les habitats comme les étangs, lacs, retenues d'eau saumâtres (Fussell, 1994), canaux, et réservoirs (Harrison, 1975).

Les eaux douces peu profondes avec des hauteurs variées de végétation émergente sont également utilisées dans les aires urbaines (Stevenson et Anderson, 1994).

L'espèce évite les habitats saumâtres ou salés (Hamel, 1992). Elle a besoin de plus de végétation que la Foulque d'Amérique *Fulica americana* (Kaufman, 1996) et utilise un peu plus d'habitats ouverts que la Talève sultane *Porphyrio porphyrio* (Hamel, 1992).

4-7-2. Régime alimentaire :

La végétation aquatique, graines, gazon, escargots, vers et insectes sont les composants principaux du régime alimentaire de la Poule d'eau (Massachusetts Division of Fisheries and Wildlife, 2000).

Selon De Graaf et Yamasaki (2001) ; les Gallinules mangent les restes et les tiges des plantes aquatiques, comme les plus petites particules végétales, d'herbes, graines et baies, et quelques animaux comme les escargots, les insectes, et les vers.

Les petites Gallinules mangent parfois les Libellules et les nymphes d'Ephémères (Hebert et Elkins, 1994).

La Poule d'eau mange une variété de plantes et d'animaux y compris les restes , les racines, et les tiges des plantes vivantes sous l'eau, lentille d'eau (*Lemna* spp), Les restes des herbes terrestres et Graminées, graines, baies, fruits, mollusques (e.g., escargots), insectes

(e.g., sauterelles, locustes), et vers (Bent, 1962 ; Forbush, 1925 ; Ehrlich *et al*, 1988 ; De Graaf et Yamasaki, 2001).

Beltzer *et al* (1991) ont décrit aussi bien la Poule d'eau comme possédant une alimentation omnivore et qu'elle s'alimente essentiellement de restes et des tiges de *Polygonum repens* et des graines de *Polygonum acuminatum*, que, de crustacés, de mollusques, et d'insectes. Similairement, dans l'étude de Gabriel *etal* (2010) ; l'oiseau a été observé s'alimentant sur des macrophytes aquatiques (essentiellement *E. crassipes* et *P. stratiotes*).

Ils ont aussi observé que la Poule d'eau mange les petits poissons. Dans l'Etat de Pernambouc, Brazil ; Telino-Júnior *et al* (2003) ont rapporté que la Poule d'eau s'alimente de petits insectes trouvés essentiellement dans les fleurs de Nénuphar *Nymphaea rudgeana* et *Nymphaea coerulea*, en plus des bourgeons de ces fleurs.

4-8. Caractères écologiques de l'espèce :

4-8-1. Comportement de l'espèce :

La Poule d'eau est un bon nageur et plongeur. Ses pattes sont longues et palmées. Ces grosses pattes comme celles des poules, incapables de marcher sur la végétation flottante grimpent à travers les patches denses de la végétation émergente. La Gallinule divague quelques fois pour s'alimenter ou pour s'échapper aux ennemis. Elle vole rarement, mais quand forcée à le faire, elle bat à l'extérieur, à peine l'écumage de l'eau, elle court et vole un peu le long de la surface, puis elle se lâche soudainement dans le marais. D'un étang à un autre, le vol est fort, puissant et direct (Massachusetts Division of Fisheries and Wildlife, 2000).

4-8-2. Voix de la Poule d'eau :

Le cri le plus caractéristique est un (Kyourrrl) bref perçant et gargouillant qui révèle l'oiseau dans les roseaux. Cri (Ki-Kèk) perçant (irritation), (Krèk-Krèk-Krèk), trisyllabique, rapide et haché, pouvant être répété durant de longues heures et même pendant la nuit durant le vol (Killian *etal*, 1999).

4-8-3. Saison de reproduction :

Dès le mois de Mars et jusqu'au Septembre, des paires ou des groupes défendent mutuellement des territoires exclusifs de reproduction (Gibbons, 1986).

La saison de ponte des œufs de la Poule d'eau s'étale généralement entre la mi-Mars et la mi-Août (Relton, 1972; Wood, 1974; Huxley et Wood, 1976; Gibbons, 1985).

4-8-4. Parade nuptiale :

Entre Avril et la fin du mois de Mai, la Poule d'eau arrive sur la partie nord de son aire de reproduction. Le comportement reproductif des individus matures dont celui de la parade

nuptiale de cet oiseau se manifeste dans la période qui s'étale entre Mars et Aout (McRae, 1995).

4-8-5. Nidification : Description et construction du nid de la Poule d'eau :

Après l'accouplement ; la Poule d'eau commence à construire des nids et pond des œufs au début du mois de Mai avec la participation des deux sexes (Bannor, 1997 ; Brackney et Bookhout, 1982).

Le nid est construit de végétation morte (Bent, 1962 ; Forbush, 1925 ; Kibbe, 1985 ; Ehrlich *etal*, 1988 ; Post et Seals, 2000). Il est habituellement localisé au-dessus de l'eau et ancré aux tiges.

Les nids de la Poule d'eau sont plus petits et plus difficiles à trouver que d'autres construits par d'autres espèces d'oiseaux d'eau. Elle nidifie parfois dans des petites colonies (McRae, 1995).

Les nids de cette espèce sont normalement cachés dans la végétation dense habituellement à environ 20 pieds de l'eau libre. Ces nids sont des plateformes épaisses composées de végétation morte avec peut-être des plantes flottantes (Brackney et Bookhout, 1982).

Le territoire préférentiel de nidification de la Poule d'eau est la zone de végétation du roseau (Lu, 2011).

La majorité des nids de la Poule d'eau sont localisés dans l'enceinte d'un mètre du bord de l'eau (Gibbons, 1986).

Les Gallinules souvent construisent plus qu'un seul nid dans leur territoire avant que la ponte commence (McRae, 1995).

Les femelles pondent des œufs dans des nids situés près du bord de l'eau ou dans la végétation émergente dans l'eau. Si une couvée disparaît, une nouvelle nidification va être produite. Jusqu'à cinq nouvelles nichées par une femelle peuvent être enregistrées dans une seule saison. En plus, elles produisent environ deux pontes par saison (Gibbons, 1986).

Leurs sites de nidification préférés sont au-dessus de l'eau où il y a moins de risque de prédation (Brackney et Bookhout, 1982).

Les nids sont typiquement construits près ou sur l'eau qui est de 1 à 3 mètres de profondeur (Bent, 1962 ; Connecticut Department of Environmental Protection, 2000, De Graaf et Yamasaki, 2001).

Occasionnellement, les Gallinules construisent leurs nids dans les arbustes comme le Saule (*Salix* spp) ou les Aulnes (*Alnus* spp) (Bent, 1962 ; De Graaf et Yamasaki, 2001).

4-8-6. L'aire habitée et la territorialité :

Très peu d'informations sont disponibles sur la territorialité de cette espèce. La littérature indique que les deux sexes (mâle et femelle), et les derniers jeunes, participent à la défense du territoire, mais des références spécifiques à la taille du territoire n'étaient pas rapportées (Kibbe, 1985 ; Ehrlich *et al*, 1988). D'autres sources indiquent aussi que la Poule d'eau va quelquefois nidifier dans de petites colonies (Connecticut Department of Environmental Protection, 2000).

4-8-7. La ponte :

La date de la première ponte de la Poule d'eau diffère d'une région à une autre par exemple : la Gallinule de Lhassa (la Chine) commence la ponte plus tard (au début du mois de Mai ou vers la mi-Mai) par rapport à celle de la Chine Orientale (au début du mois d'Avril) et à celle du sud de l'Angleterre (vers la fin Mars) (Huxley et Wood, 1976). En Amérique du nord, elle s'étale entre la fin Avril et la fin Mai (Bannor et Erik, 2010).

Généralement ; cette espèce pond de cinq à sept œufs, pour chaque femelle productrice d'une seule couvée par saison d'accouplement (Sigrist, 2006).

Mais ; il y a des populations qui ont deux couvées ou plus par saison d'accouplement, comme en Miami, en Amérique du nord (Bannor, 1997) et Cambridgeshire (Angleterre), Royaume Uni (Eden, 1987; Gibbons, 1987b).

Les œufs sont pondus pendant la nuit (Siegfried et Frost, 1975), et d'une manière asynchrone (Gibbons, 1986).

Une caractéristique distinctive de la biologie reproductive de la Gallinule est extrêmement la longue période de ponte des œufs de 160 jours (Gibbons, 1985).

Il y a un grand degré de variabilité concernant la taille de ponte entre les femelles de *Gallinula chloropus* (McRae, 1995).

En particulier, le dernier œuf pondu apparait souvent très différent concernant la taille et la forme par rapport aux anciens œufs de la couvée (McRae, 1994).

Comme toutes les espèces d'oiseaux d'eau, la saison et la qualité du territoire occupé pendant la nidification ont des effets sur le succès reproductif de *Gallinula chloropus* (Gibbons, 1986).

La plupart des couvées sont pondues entre le 17 et le 31 Mai, avec quelques tentatives de renidification approximativement après le 1^{er} Juin (Brooks, 1959a in Peterjohn et Rice, 1991).

Les femelles pondent entre 6 et 17 œufs par couvée, avec plus de jeunes oiseaux nidifiant en dernier lieu et pondent des plus petites couvées (Forbush, 1925 ; Bent, 1962 ; Ehrlich *et al*, 1988 ; Massachusetts Division of Fisheries and Wildlife, 2000).

La taille de la couvée reportée est largement variable et va de 7 à 12 œufs (Bent, 1962 ; Ehrlich *et al*, 1988 ; Post et Seals, 2000 ; De Graaf et Yamasaki, 2001).

Les grandes couvées peuvent être le résultat du parasitisme interspécifique, qui illustre approximativement 18 % des nids dans une seule étude au sud de Carolina (Post et Seals, 2000).

4-8-8. L'incubation :

L'incubation commence dès la ponte du premier œuf et se termine vers le 18^{ème} ou le 21^{ème} jour, mais quelques fois ; elle commence le temps de la ponte du 5^{ème} œuf (Bent, 1962 ; Kibbe, 1985 ; Ehrlich *et al*, 1988 ; Massachusetts Division of Fisheries and Wildlife, 2000).

La période d'incubation s'étale de 18 à 22 jours avec environ 21 jours (Bent, 1962 ; Kibbe, 1985 ; Massachusetts Division of Fisheries and Wildlife, 2000 ; De Graaf et Yamasaki, 2001).

Selon McRae (1995) ; les Foulques et les Gallinules consacrent approximativement 25 et 18 jours respectivement pour incuber leurs œufs.

Les mâles incubent le plus (Gibbons, 1986) pendant la nuit (Siegfried et Frost, 1975).

Les Gallinules peuvent détecter la similarité et la différence des œufs observés dans les deux premiers jours successifs de la ponte (McRae, 1995).

4-8-9. Les œufs :

Il y a une variation significative concernant la taille, le poids, la largeur, la longueur, et le volume des œufs produits annuellement par les femelles de la Poule d'eau, mais la variation interne dans la taille des œufs de la couvée elle-même est plus prévisible (Forman, 2001).

Les 8 à 10 œufs sont de couleur cannelle à olive-chamois et tachetés avec différentes taches en marron (Massachusetts Division of Fisheries and Wildlife, 2000).

4-8-10. L'éclosion :

Les œufs éclosent d'une façon asynchrone et la femelle continue à incuber les œufs restants, pendant que le mâle s'occupe des poussins (Gibbons, 1986).

66% des nids produisent des jeunes. La majorité des petits Gallinules éclos pendant Juin, deviennent indépendants au début du mois d'Aout (Brooks, 1959a in Peterjohn et Rice, 1991).

4-8-11. Les poussins :

Les Gallinules sont parmi le peu d'espèces précoces parmi lesquelles les poussins nidifuges avec une période de dépendance prolongée (Gibbons, 1985) sont initialement dépendants de la nourriture parentale (Ricklefs, 1983).

Les poussins de la Poule d'eau dépendent de leurs parents durant trois semaines (Wood, 1974).

Après quelques jours ; ils quittent la plateforme, et commencent à suivre leurs parents autour du territoire en cherchant de la nourriture (Gibbons, 1986).

Un poussin est destiné à être indépendant s'il survit jusqu'à 70 jours (Wood, 1974).

Chez quelques espèces comme la Poule d'eau il y a une hiérarchie de la taille entre les poussins (Horsfall, 1984; Gibbons, 1985).

Chez la Gallinule, les poussins de grande taille entrent en compétition avec ceux de petite taille pour la nourriture parentale (Leonard *et al*, 1988).

4-8-12. Les juvéniles :

La première couvée des juvéniles a lieu environ 18 jours après l'éclosion de la deuxième couvée (Eden, 1987), pour assister les parents à la protection du territoire et pour l'obtention de la nourriture (Eden, 1987; Skutch, 1935; Skutch, 1961 ; Ehrlich *et al*, 1988 ; Bannor, 1998 in Post et Seals, 2000 ; De Graaf et Yamasaki, 2001). Donc ; les individus de la première ponte aident leurs parents pour nourrir les poussins des pontes suivantes (Eden, 1987).

Cette aide résulte ainsi à une augmentation significative du nombre des individus dans la deuxième nichée (Gibbons, 1987b).

Durant l'immaturation sexuelle ; les juvéniles ne peuvent pas se reproduire, donc ; ils restent dans leur territoire natal, pour faire face à un simple choix celui d'aider les parents (Eden, 1987).

4-8-13. Croissance et développement :

Les jeunes de la Poule d'eau sont précoces et capables de quitter le nid presque immédiatement après l'éclosion. Les deux adultes continuent à se reproduire après que les poussins quittent le nid (Forbush, 1925 ; Kibbe, 1985).

Les jeunes sont capables de s'alimenter indépendamment après trois semaines d'âge et sont capables de voler à l'âge de 6 à 7 semaines, mais restent dépendants des parents pour plusieurs autres semaines (Massachusetts Division of Fisheries and Wildlife, 2000).

La croissance complète est atteinte à peu près à 10 semaines d'âge (Strohmeyer, 1977 in Kibbe, 1985).

4-8-14. La mue :

Les adultes de la Poule d'eau subissent une mue postnuptiale complète vers la fin d'été et une mue pré-nuptiale très limitée au printemps (Bent, 1962).

4-9. Les activités principales de la Poule d'eau :

D'après l'étude de Gabriel *etal* (2010) qui est consacrée à la détermination des différents comportements adoptés par cette espèce :

4-9-1. La marche :

La Poule d'eau marche sur les plantes submergées (comme la Jacinthe d'eau *Eichhornia crassipes* et la laitue d'eau *Pistia stratiotes*)

Pendant la marche ; *Gallinula chloropus* garde sa nuque élevée, et bouge sa tête vers l'arrière.

4-9-2. La course :

L'oiseau incline son corps et élargit sa nuque en avant, en prenant des pas rapides dans la direction désirée.

4-9-3. Le saut :

L'oiseau généralement performe cet acte comportemental quand il est sur une certaine branche ou végétation aquatique submergente. Quand il saute dans la direction désirée, il plie ses jambes et occasionnellement bat ses ailes.

4-9-4. Le vol :

a. Le vol long (>10 m):

Durant une battue initiale des ailes, l'oiseau plie ses jambes et ses pattes jusqu'à ce qu'il prend du vol, il cache ses jambes au-dessus des longues plumes, étend sa nuque en avant, et bat ses ailes constamment.

b. Le vol court (<10 m):

L'oiseau plie ses jambes et prolonge sa nuque à l'extérieur, volant près de la surface de l'eau (trempe occasionnellement ses pattes dans l'eau). A l'atterrissage, il rétracte ses jambes et ses pattes.

4-9-5. La nage :

a. La nage lente:

L'individu bat ses pattes dans l'eau et bouge sa tête de l'avant vers l'arrière.

b. La nage rapide:

L'individu bat ses pattes plus rapidement dans l'eau, en élargissant ses ailes en arrière et la nuque en avant, en labourant à travers l'eau.

4-9-6. La toilette :

En prenant la position, l'oiseau trempe la portion du devant de son corps dix à vingt fois, rendant l'eau descendant en bas du dos puis il plonge la portion postérieure du corps (la queue) trois ou cinq fois.

4-9-7. Tremblement des plumes après la toilette:

L'oiseau perché dans la végétation (La Renouée pointillée *Polygonum punctatum* et *Mimosa bimucronata*) et secoue ses ailes pour enlever l'eau de son corps.

4-9-8. Alimentation :

Cette espèce d'oiseau d'eau utilise trois méthodes pour obtenir de la nourriture :

Premièrement ; soit pendant le stationnement ou la marche, il choisit aux portions de la végétation, enlevant et ingérant les pièces des macrophytes aquatiques (essentiellement *E. crassipes* et *P. stratiotes*).

Deuxièmement ; l'oiseau utilise son bec comme appât, en bougeant la tête d'un seul côté à un autre avec le bec partiellement immergé dans l'eau, afin d'attirer les petites proies.

Troisièmement ; l'oiseau sélectionne les pièces des plantes avec son bec dans l'ordre de capture de petits invertébrés qui vivent en association avec les macrophytes.

La Poule d'eau peut s'alimenter seule ou en groupe de plus de six individus, y compris la progéniture.

Pour boire, l'oiseau enfonce son bec dans l'eau puis il lève la nuque en la pointant vers le haut dans l'eau peu profonde. Ces mouvements sont performés de deux à six fois dans la séquence pendant que l'individu est en train de nager lentement ou quand il est stationné.

4-9-9. Reproduction: Parade nuptiale et copulation :

Durant la période nuptiale, un individu A marche dans des cercles, soit vers la gauche ou vers la droite, sur le substrat (végétation aquatique ou champ de végétation). La tête est positionnée au niveau du substrat, et la queue est dressée vers le haut, en montrant le bouclier anal. L'individu B, en observant ce comportement, bouge rapidement vers le haut en se croisant avec l'individu A.

En se copulant ; un individu A reste dans la même position initiale que lors de la parade, où la tête est placée sur le substrat et la queue est dressée vers le haut, l'individu B monte sur A, la copulation est effectuée et dure de dix à trente secondes.

4-9-10. Les interactions sociales :

Les coups de la queue est un autre comportement présentant les interactions interspécifiques. Selon Sick (1997), la Poule d'eau paraît nerveuse par des coups de queue presque constants. Ce comportement a été mentionné par Teixeira (1981) et décrit par Alvarez

etal (2006) comme un mécanisme de défense possible adopté par la Poule d'eau (des signaux aux prédateurs probables) ; les individus montrent leur niveau de conscience et de vigilance, ainsi pour réduire son risque individuel de prédation. Cette idée a été confirmée par Randler (2007).

Sigrist (2006) et Wood (1974) ont mentionné que le couple de la Poule d'eau défend son territoire contre les envahisseurs intra-spécifiques, en sortant subtilement le corps légèrement à l'extérieur de l'eau par un mouvement rapide des pattes et des ailes en bougeant sur l'eau.

McRae (1998) a décrit le soin parental de la Poule d'eau comme une stratégie importante de survie. Leonard *etal* (1988) ont noté aussi que ce genre de comportement présente les agressions parentales qui réduisent la compétition entre les frères/sœurs et encourage l'indépendance des poussins.

4-10. La migration de la Poule d'eau:

Cette espèce est localement migratrice, capable de voler pendant la nuit d'une location à une autre (Sigrist, 2006).

La migration du sud de la Poule d'eau se produit entre Septembre et Octobre, et la migration de reproduction du nord se présente entre Avril et Mai (Forbush, 1925 ; Bent, 1962 ; Kibbe, 1985 ; Connecticut Department of Environmental Protection, 2000).

La Poule d'eau revient à la Nouvelle Angleterre pour se reproduire pendant Avril et Mai. La formation des couples et la parade nuptiale chez cette espèce commencent durant la migration et avant d'arriver sur les sites de reproduction (Kibbe, 1985).

Chapitre 02 : Le site d'étude (présentation et description)

1. Les zones humides de l'Algérie :

L'Algérie abrite une grande diversité des zones humides qui sont des stations importantes pour les oiseaux migrateurs paléarctiques nicheurs et hivernants (Stevenson *et al*, 1988; Coulthard, 2001; Boukhssaim *et al*, 2006).

Le nombre total des sites qualifiant comme IBAs en Algérie est de cinquante trois dont vingt et un ne sont pas actuellement listés comme faisant partie du réseau d'IBA. Quatorze des IBAs Algériens actuelles sont qualifiées comme des sites Ramsar, et tous les vingt et un des IBAs potentielles aussi qualifiés pour désignation comme zones humides d'importance internationale sous la convention Ramsar. La majorité de ces sites sont importants pour les oiseaux d'eau reproducteurs et migrateurs.

Plusieurs sites d'importance internationale et les hot-spots ornithologiques sont sous une grande pression (Samraoui et Samraoui, 2008).

Le pays abrite aussi des sites de reproduction importants pour plusieurs différentes espèces rares, menacées ou à biome-limité à savoir le Goéland d'Audouiom *Larus audouinii*, l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, la Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, la Marmaronette marbrée *Marmaronetta angustirostris* et le Faucon d'Eléonore *Falco eleonorae* (Spaans *et al*, 1976; Jacob et Jacob, 1980).

Actuellement, l'Algérie abrite quarante deux sites Ramsar dont trente trois sont ou étaient d'intérêt ornithologique avec dix-neuf qualifiés comme IBAs. Les sites de reproduction les plus importants, en termes de richesse spécifique, sont le lac Fetzara, lac Tonga, le marais de Mekhada, Boussedra et Tinsilt (Samraoui et Samraoui, 2008) (tableau 1).

Tableau. 01: Les sites Ramsar d'importance ornithologique du Nord-est Algérien (Samraoui et Samraoui, 2008).

Sites	Code du site Ramsar	Région	Années de qualification	Qualifié ou pas
				Cause
Lac Tonga	R01	EN	1982	IBA
Lac Oubeïra	R02	EN	1982	IBA
Lac des Oiseaux	R03	EN	1999	IBA
Mekhada	R19	EN	2003	IBA
Lac Noir	R22	EN	2003	Dégradé (de Bélair et Samraoui, 1994)
Lac Mellah	R38	EN	2004	Dégradé due au changement hydrologique

1-1. Les catégories des zones humides importantes en Algérie :

Entre les cent zones humides étudiées par Samraoui et Samraoui (2008) ; quarante et un sont qualifiées comme IBAs (zones importantes pour la conservation des oiseaux) ZICO, et plusieurs d'entre elles (78%) étaient groupées en cinq catégories majeurs: la Numidie (contenant les deux parties orientale avec neuf IBAs et occidentale), Les Hauts Plateaux de l'est avec douze IBAs (contenant le complexe des lacs salés d'Oum El Bouaghi et le complexe des zones humides d'El Eulma), le complexe des zones humides d'Oran avec cinq IBAs (s'étendant à travers les régions d'Oran, Aïn Temouchent, Mostaganem et Tlemcen), les Hauts Plateaux de l'ouest et le Sahara avec six IBAs (la vallée d'Oued Righ et El Goléa).

2. La Numidie Algérienne :

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

3. La Numidie orientale :

La Numidie orientale qui est délimitée à l'ouest par l'Oued Seybouse, a pour limite septentrionale la Méditerranée et pour limite méridionale les collines de l'Atlas tellien, tandis que les frontières Algéro-Tunisiennes la délimitent à l'est (Samraoui et de Bélair, 1998).

Ce cordon dunaire occupant le littoral, renferme un grand nombre des zones humides exceptionnelles au Maghreb qui diffèrent par leur profondeur et salinité (Vandijk et Ledant, 1980 in Touati, 2008). Avec une superficie de 156000 hectares; les zones de la Numidie orientale forment le complexe humide le plus diversifié en Algérie (complexe des zones humides d'Annaba/El Kala). Elles renferment:

- Les deux marais : celui de la Mékhada (10 000 hectares) et le marais de Bourdim (25 hectares).

- Le lac Oubeïra (endoréique ouvert) : 2600 hectares.

- Le lac Tonga (exoréique assimilable à écosystème palustre) : 2400 hectares.

- Le lac Mellah (lagune) : 873 hectares.

- Les trois petits lacs : le lac des Oiseaux : 70 hectares, le lac Noir (complètement disparu), et le lac bleu avec seulement 2 hectares de superficie (Samraoui et de Bélair, 1998).

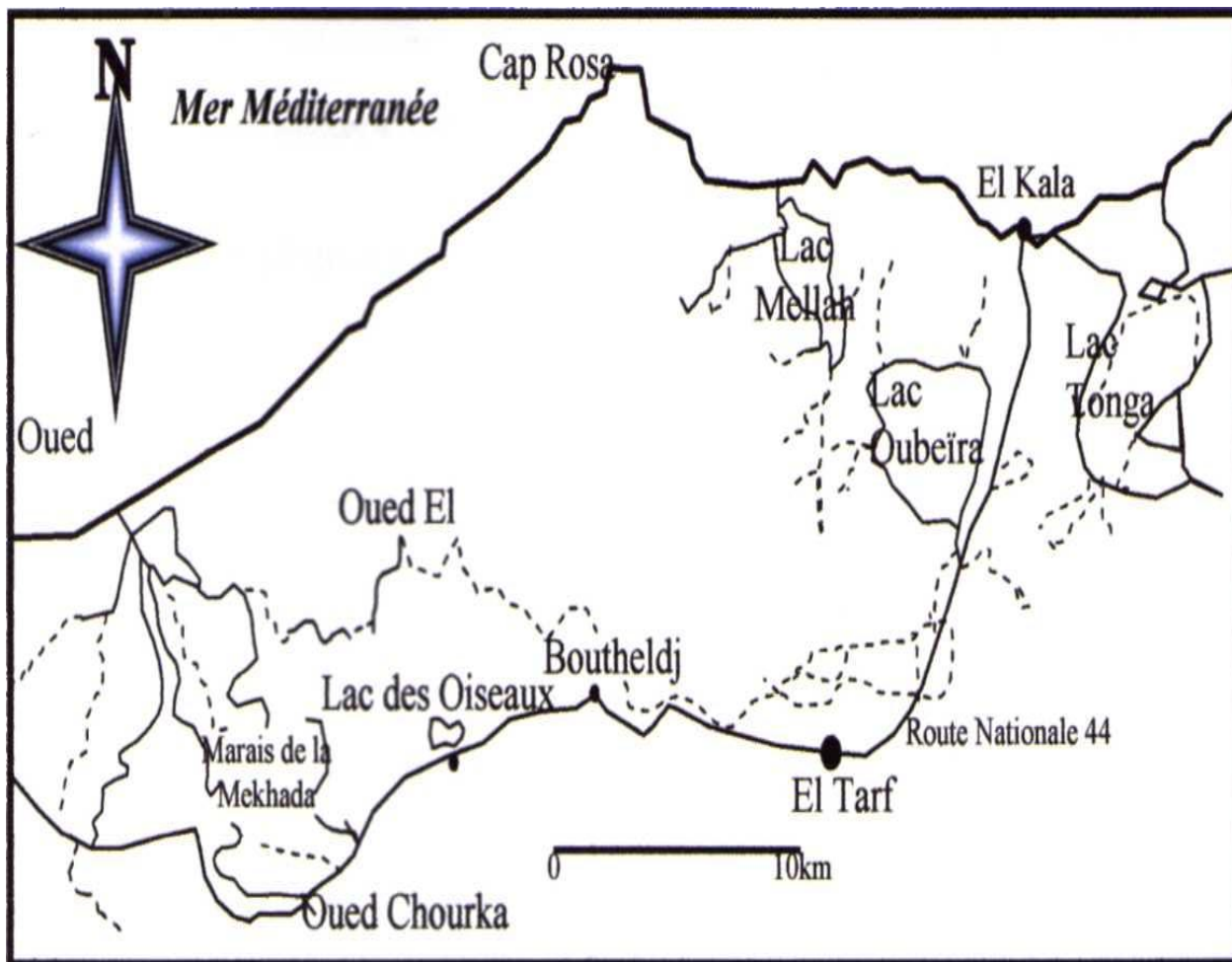


Figure. 01: Le complexe des zones humides de la Numidie orientale (Samraoui et de Bélair, 1998).

4. El Kala:

Le pays de la Calle offre au point de vue botanique un intérêt tout particulier en Algérie. Là, en effet, on trouve réunis, sur un espace étroit nettement délimité, des montagnes forestières, des plaines basses occupées par des lacs et par des prairies coupées de marécages, de bois et de broussailles, des sables, des rochers maritimes et des dunes ; or ces éléments topographiques constituent autant de stations botaniques à caractère tranché, dont l'ensemble est très propre à prêter à une flore locale, une physionomie distincte et d'aspects variées (Edmond, 1865).

4-1. Topographie :

4-1-1. La Messida et Tonga :

Comprennent de vastes prairies coupées de marécages, de bois fangeux et de broussailles à peu près impraticables, et un lac d'eau douce.

Là peut-être dans les premiers âges de la côte était un golfe sinueux et profond. Des dunes en obstruèrent l'entrée et des atterrissements en ont élevé le niveau au point où nous le voyons aujourd'hui, c'est-à-dire à quelques mètres au-dessus de la mer. Le lac Tonga est à 5.75 m de la côte.

4-1-2. Le bassin du Melleh :

Réunit aussi des prairies, des bois marécageux et un lac. Ce lac qui est à 0 m de la côte, communique avec la mer par un chenal étroit coupé de rochers.

Entre ce bassin et celui de Tonga ; se situe un 3^{ème} lac celui de l'Oubeïra.

4-1-3. Le lac Oubeïra :

Ce lac est à 28 m de la côte. Son plan se continue au loin, dans la direction du sud-ouest, vers les coteaux du Tarf, sur d'immenses prairies entrecoupées de bois ou de hautes broussailles à fond marécageux.

La superficie de cette région comprend 4800 hectares de lacs ; 5000-6000 hectares de forêts ; 4600 hectares de prairies.

Le tout est ainsi réparti :

Eaux : lac Tonga : 1800 hectares ; lac Oubeïra : 2200 hectares ; total : 4000 hectares d'eaux douces ; lac Melleh : 800 hectares d'eaux salées.

Forêts ou terrains forestiers (forêts et broussailles) : compris entre l'Oued El Kebir, et la mer : 5000 à 6000 hectares.

Prairies : prairie du Tonga : 1200 hectares ; prairies de l'Oubeïra et de l'Oued El Kebir : 3400 hectares (Edmond, 1865).

4-2. Climatologie de la Calle :

4-2-1. La température :

De Juin à Novembre : entre 20° et 35°

De Novembre à Juin : entre 25° et 50°

Un climat à humidité alternativement tiède ou froide (Edmond, 1865).

4-2-2. Le vent :

Le vent sec et brûlant de l'est ou du sud-est, et le vent comparativement humide et froid du nord-ouest se partagent, dans le pays de la Calle, l'empire des saisons ; celui-là est le vent régnant de la saison sèche et celui-ci de la saison humide ne contribuent peu chacun pour sa part à donner au climat de la Calle un climat caractéristique.

Le vent sec et chaud de l'est et du sud-est, malgré les forêts et les broussailles qui couvrent cette région, en dépit de la quantité d'eau qui est répandue sur une grande surface de lacs et de marécages, n'y perd rien pendant son passage de sa dévorante aridité. Sa violence et sa durée sont telles (Edmond, 1865).

4-3. Impacte du climat sur la végétation d'El Kala:

La végétation de la Calle donne la mesure des influences qu'y exercent la sécheresse et l'humidité excessives. C'est en Avril et en Mai que le tapis végétal revêt tout son éclat ; presque tous les arbrisseaux (le Myrte, les Genêts, et les Cistes) fleurissent dans le mois d'Avril mais les essences forestières à feuilles caduques ne donnent guère leurs feuilles avant mai ; l'été n'a pas une végétation herbacée, si ce n'est sous le couvert des bois et dans ou sur les bords des eaux ; à l'automne, des pluies souvent hâtives renouvellent la verdure et favorisent le développement de quelques plantes qui (pour la Calle) n'appartiennent qu'à cette saison.

Les plantes qui ne se montrent que lorsque ces pluies sont suivies d'un retour de la température chaude et sèche sont : le Souchet comestible *Cyperus esculentus* (Linnaeus, 1753) et le *Dactyloctenium aegyptiacum* (Edmond, 1865).

4-3-1. Topographie botanique :

La Calle ne subit pas, dans toutes ces parties, les influences dominantes des vents, de la sécheresse et de l'humidité (Edmond, 1865).

a. Bassin de la Messida et du Tonga :

Ce bassin n'était probablement qu'un golfe des vieux âges de la côte, dont un colmatage naturellement opéré sous la protection d'une puissante digue de dunes aurait élevé le fond au-dessus du niveau de la mer. Des dunes étendues, des marais, des prairies, des bois marécageux, un lac à bords tourbeux ou sablonneux.

Le bassin de la Messida et du Tonga se trouve défendu des influences directes des vents de la mer. Il n'en est pas de même vis-à-vis du Siroco : que celui-ci souffle du sud-est ou du sud, il embrase de ses feux l'atmosphère de ce bassin.

Ce bassin peut être regardé comme un marécage sur lequel régnerait une atmosphère constamment tiède ou chaude.

L'Aulne glutineux *Alnus glutinosa*, la Bourdaine *Rhamnus frangula*, le Saule pédicellé *Salix Pedicellata*, du bois des bords marécageux du lac Tonga, s'enveloppant de cette atmosphère contre les ardeurs du Siroco.

C'est ainsi que le Nénuphar blanc *Nymphaea alba*, le Cératophylle *Ceratophyllum demersum*, le Nasturce *Nasturtium amphibium* et la Renoncule aquatique *Ranunculus aquatilis* peuvent habiter les eaux de ce lac dont les bords tourbeux sont couverts d'un épais tapis d'*Alternanthera denticulata* (Edmond, 1865).

b. Bassin du Mellah :

L'évaporation considérable que l'été opère nécessairement sur cette nappe de 800 hectares doit y déterminer un appel abondant d'eau salée. Il ne serait pas impossible que la salure du lac Melleh fut plus forte que celle des eaux de la mer.

Les eaux de l'hiver et celles des sources que donnent les hautes collines boisées environnantes, n'arrivent que difficilement jusqu'à ce lac.

Aux influences marines mitigées qui règnent dans le bassin du Mellah s'ajoutent celles d'une chaleur excessive. Dans cet entonnoir de collines boisées ou broussailleuses, arides et de dunes, l'action du soleil se fait vigoureusement sentir.

Le Massette *Typha angustifolia*, le Scirpe lacustre *Scirpus lacustris*, l'Osmonde royale *Osmunda regalis* et le Roseau commun *Phragmite australis* des marais de la France fréquentent le bassin dont la Cresse de crête *Cressa cretica* se tient dans les plages sablonneuses du lac (Edmond, 1865).

c. Bassin de l'Oubeira et prairies de l'Oued El Kebir :

Le bassin de l'Oubeira est élevé d'environ 30 m au-dessus du niveau de la mer ; il est largement ouvert de l'ouest au sud : les vents secs ou chauds comme les vents humides, frais ou froids, y trouvent un facile accès.

Il est composé des forêts de lièges qui occupent toutes les hauteurs et toutes les pentes des collines environnantes, les marécages des prairies, les bois d'Aulnes, et des grandes broussailles de Bruyère arborescente *Erica arborea* couvrants de vastes terrains spongieux.

Les broussailles principales de l'Oubeira sont : la Bruyère arborescente *Erica arborea* (couvrant d'immenses terrains marécageux, submergés pendant la plus grande partie de l'année, et encombre les grands bois humides de taillis impénétrables) ; la Ciste

jaune *Cistus halimifolius* ; le Chêne des garrigues *Quercus pseudococcifera* ; l'Alavert intermédiaire *Phillyrea media* (Edmond, 1865).

5. Le complexe des zones humides d'El Kala (P.N.E.K) :

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

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

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

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

- **Lac Tonga (36°52'N, 8°31'E)**: de 2400 hectares avec le Scirpe lacustre *Scirpus lacustris*, le Roseau commun *Phragmites australis*, le Massette *Typha angustifolia*, l'Iris jaune *Iris pseudacorus* et le Nénuphar blanc *Nymphaea alba*.

- **Lac Oubeïra (36°50'N, 8°23'E)**: un lac d'eau douce peu profond de 2200 hectares dominé par la Châtaigne d'eau *Trapa natans*, le Myriophylle épis *Myriophyllum spicatum*, le Scirpe lacustre *Scirpus lacustris*, le Massette *Typha angustifolia*. Il est connu aussi que l'eau douce où il y a la Châtaigne d'eau *Trapa natans* caractérise ce site (Miri, 1996 ; Samar, 1999).

- **Lac Bleu (36°54.701'N, 8°20'E)**: un étang dunaire permanent de 2 hectares avec le Nénuphar blanc *Nymphaea alba*, le Roseau commun *Phragmites australis*, l'Osmende royale *Osmunda regalis* et la laiche élevée *Carex elata*. Les envahissements (gagnage du terrain) humains menacent sérieusement la relique de cette zone humide unique (Samraoui *et al*, 1993).

- **Lac des Oiseaux (36°46'N, 8°07'E)**: un lac endoréique (Samraoui *et al*, 1992) peu profond avec du Massette *Typha angustifolia*, Scirpe lacustre *Scirpus lacustris*, Scirpe maritime *Scirpus maritimus*, la Renouée du Sénégal *Polygonum senegalense* et le Nénuphar blanc *Nymphaea alba*.

Selon les rapports enregistrés par (Boumezbeur, 1992 ; Chalabi *et al*, 1985 ; Chown et Linsley, 1994 ; Heredia *et al*, 1996 ; Morgan, 1982 ; Skinner et Smart, 1984 ; Stevenson *et al*, 1988 ; van Dijk et Ledant, 1983) ; cette zone humide est spécialement connue comme un site d'hivernage régulier pour la Foulque macroule *Fulica atra* et les Anatidae (Houhamdi et Samraoui, 2002).

- **Mekhada (36°48'N, 8°00'E):** Ce site non protégé qui se trouve à El Kala (de Bélair et Bencheikh, 1987) est une marre saumâtre de 14 000 hectares dominée par le Scirpe maritime *Scirpus maritimus*, le Massette *Typha angustifolia*, le Scirpe triquètre *Scirpus triqueter* et le Roseau commun *Phragmites australis*.

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

5-1. Importance et mesure de protection du P.N.E.K :

En plus du lac connu de Fetzara, ceux connus sous le nom du grand Complexe des Zones Humides du nord-est Algérien, situés dans la région d'El Kala, sont les plus diversifiés. La majorité d'entre eux a reçu en moins une classification internationale, appartenant au Park National d'El Kala (P.N.E.K) couvrant une surface totale de 76,438 hectares.

La structure du Park National d'El Kala, ses objectifs, son plan pour la conservation et le développement, et les limites ; sont décrites (Stevenson *et al*, 1988).

Le lac Oubeira (un lac d'eau douce vivace : un site Ramsar important pour l'hivernage des oiseaux d'eau et pour la reproduction d'autres selon Ledant *et al* (1981) ; Morgan (1982) ; Ramsar (2000).

Le lac Tonga (lac d'eau douce semi-vivace avec marais environnants avec un nombre significatif des oiseaux d'eau reproducteurs), et le marais de Bou Redim (eau douce maintenue avec l'eau ouverte et une colonie reproductrice des hérons) sont placés dans la plus haute catégorie de protection pour le Park National. Quatre zones humides du Park National, le marais de Mekhada (8,900 hectares, un marais d'eau douce saisonnièrement inondé), le lac Fetzara (15,000 hectares, lac d'eau douce rempli d'eau en hiver), le lac des Oiseaux (40 hectares, lac d'eau douce perpétuelle), et le Réservoir Cheffia (3,000 ha) sont considérés comme importants et conséquemment méritants d'une protection législative.

Les lacs du complexe sont remplis en hiver quand l'eau de l'Oued El Kebir coule à travers un terrain marécageux via un canal dans la région sud-est dont l'eau est retenue dans les lacs quand les niveaux de l'inondation baissent (Jones, 1993).

Les oiseaux peuvent aussi se déplacer du site quand l'inondation prend place, au lac des Oiseaux dont quelques-uns se réfugent dans la mer (comme l'Oie cendrée *Anser anser*). Cette dernière espèce peut aussi se déplacer au lac Fetzara à cause du dérangement de la chasse (Heim de Balsac et Mayaud, 1962).

Le lac Fetzara est le lac le plus important pour les oiseaux reproducteurs (Samraoui et Samraoui, 2008).

Dans le lac Mellah plus de 9000 individus dont le Fuligule milouin *Aythya ferina*, et plus de 12000 individus de Fuligule morillon *Aythya fuligula*, et plus de 35000 individus de Foulques ont été observés.

La Mekhada renferme plus de 25000 individus de Canard siffleur *Anas penelope*, et plus de 5000 individus de Foulques et plus de 8000 individus d'Oie cendrée *Anser anser* ont été observés (Van Dijk et Ledant, 1983).

Toutes les grandes zones humides mentionnées ont une valeur écologique actuelle ou potentielle élevée. Chacune d'elles mérite une protection, et du point de vue écologique ; la protection doit être visée à la préservation du caractère spécial de chacune des zones humides et de leur relation mutuelle avec les oiseaux.

La région est la plus importante en Algérie pour les Canards et les Foulques hivernants (environ 93000 individus entre 1974 et 1978) et probablement aussi pour les oiseaux d'eau reproducteurs (Van Dijk et Ledant, 1983).

Pour la préservation de cette diversité, plusieurs facteurs sont essentiels, comme le niveau d'eau, la qualité de l'eau, l'absence des éléments exotiques dans la faune de l'eau.

Ce complexe des zones humides est d'une part une aire extensive d'un intérêt biologique élevé, duquel les habitats marins et les forêts semi-naturels sont aussi remarquables (Van Dijk et Ledant, 1983).

6. Le lac Tonga:

6-1. Présentation :

Le lac Tonga est une importante unité indissociable d'un complexe humide et unique en son genre dans le bassin Méditerranéen, il est par conséquent inscrit depuis 1982 sur la liste Ramsar comme site d'importance internationale spécialement comme habitat à la Sauvagine (Harbi, 2006).

Avec une surface totale de 2500 hectares (Belhadj *et al*, 2007), le lac Tonga (36°53'N; 8°31'E) représente une des plus importants sites Ramsar de l'Algérie aussi bien que de l'Afrique du nord (Boumezbeur, 1993 ; Samraoui et de Belair, 1998).

Le lac Tonga fait partie du grand Complexe des Zones Humides du nord-est Algérien enregistré dans le Parc National d'El Kala. Il a une profondeur moyenne de 1.5 m et il est relié à la mer par un canal de plus d'un kilomètre de longueur (Belhadj *et al*, 2007).

C'est un plan d'eau douce couvert par le Nénuphar blanc *Nymphaea alba*, le Roseau commun *Phragmites australis*, l'Iris jaune *Iris pseudacorus*, le Typha *Typha angustifolia*, le Scirpe lacustre *Scirpus lacustris*, le Saule *Salix* sp. Ce lac se vidange dans la mer par l'intermédiaire du canal de Messida (Djebbari *et al*, 2009).

6-2. Situation géographique:

Comparé à d'autres zones du complexe ; le lac Tonga occupe une situation géographique plus importante.

Situé à 36° 51'N- 8°30'E, le lac Tonga couvre une superficie d'environ 2500 hectares et se trouve à 5 km est du lac Oubeira (Boumezbeur, 1993).

Il est situé à l'extrême nord-est de l'Algérie (36°51'N et 08°30'E). Il s'étend sur une superficie de 2200 hectares avec 7.5 Kilomètres de longueur et environ 4 Kilomètres de largeur.

Au nord, des crêtes dunaires dont l'altitude varie entre 75 et 100 mètres séparent le lac de la mer. Les limites est et sud sont bordées par les montagnes de la Kroumirie.

A l'ouest, il est limité par le bassin versant du lac Oubeira dont les collines oscillent entre 50 et 170 mètres (Belhadj *et al*, 2007).

Dans la région d'El Tarf se situe ce lac (Site Ramsar, réserve) de 0 à 5 m d'altitude. Le site se trouve à environ 70 km à l'est de la région nord d'Annaba, 5 km à l'ouest de la frontière Tunisienne et 10 km à l'est du lac Oubeira (Djebbari *et al*, 2009).



Figure. 02: Situation du lac Tonga et limitation de parc national d'El Kala (Abbaci, 1999)

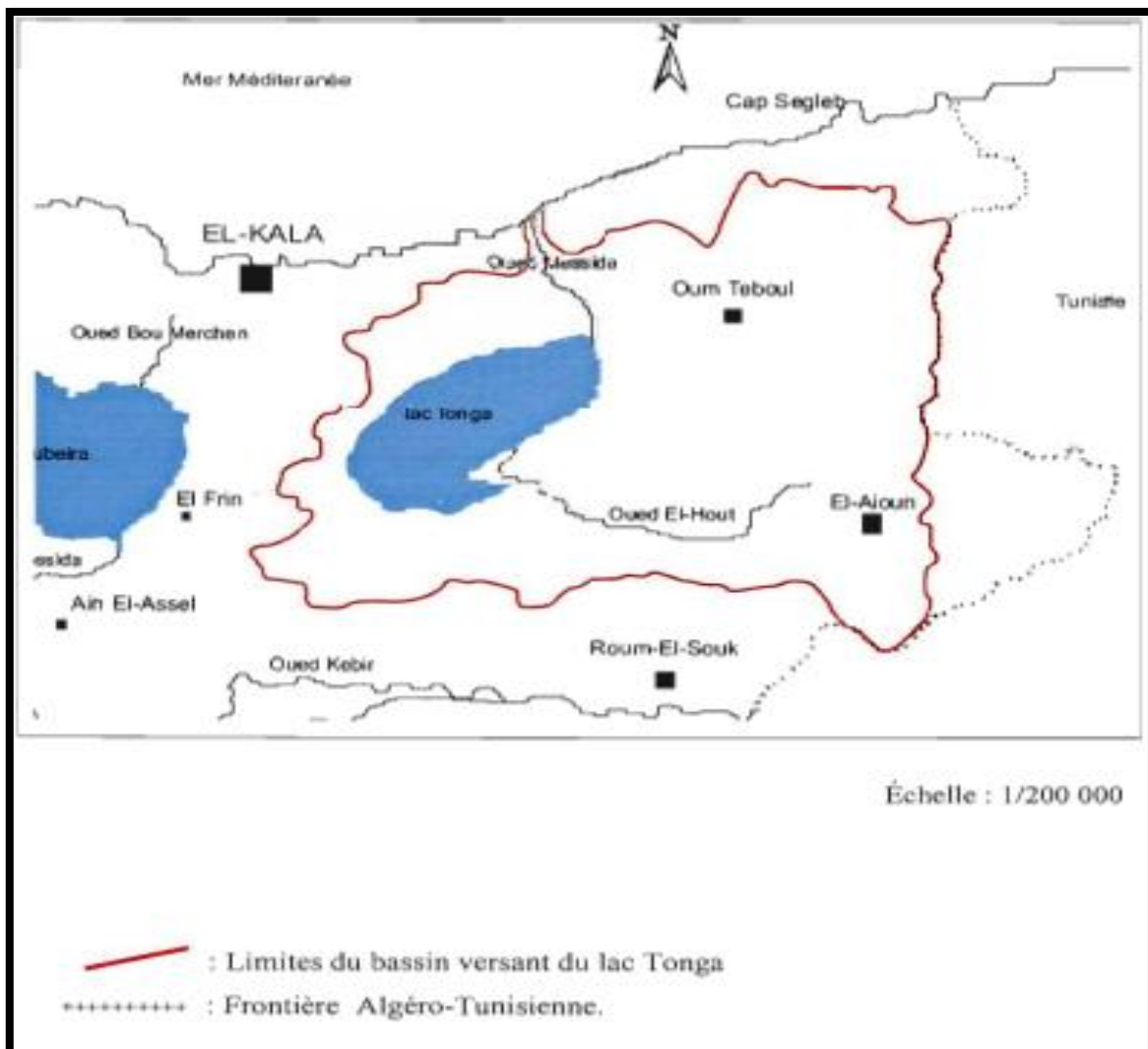


Figure. 03: Carte de délimitation du bassin versant du lac Tonga (Raachi, 2007).

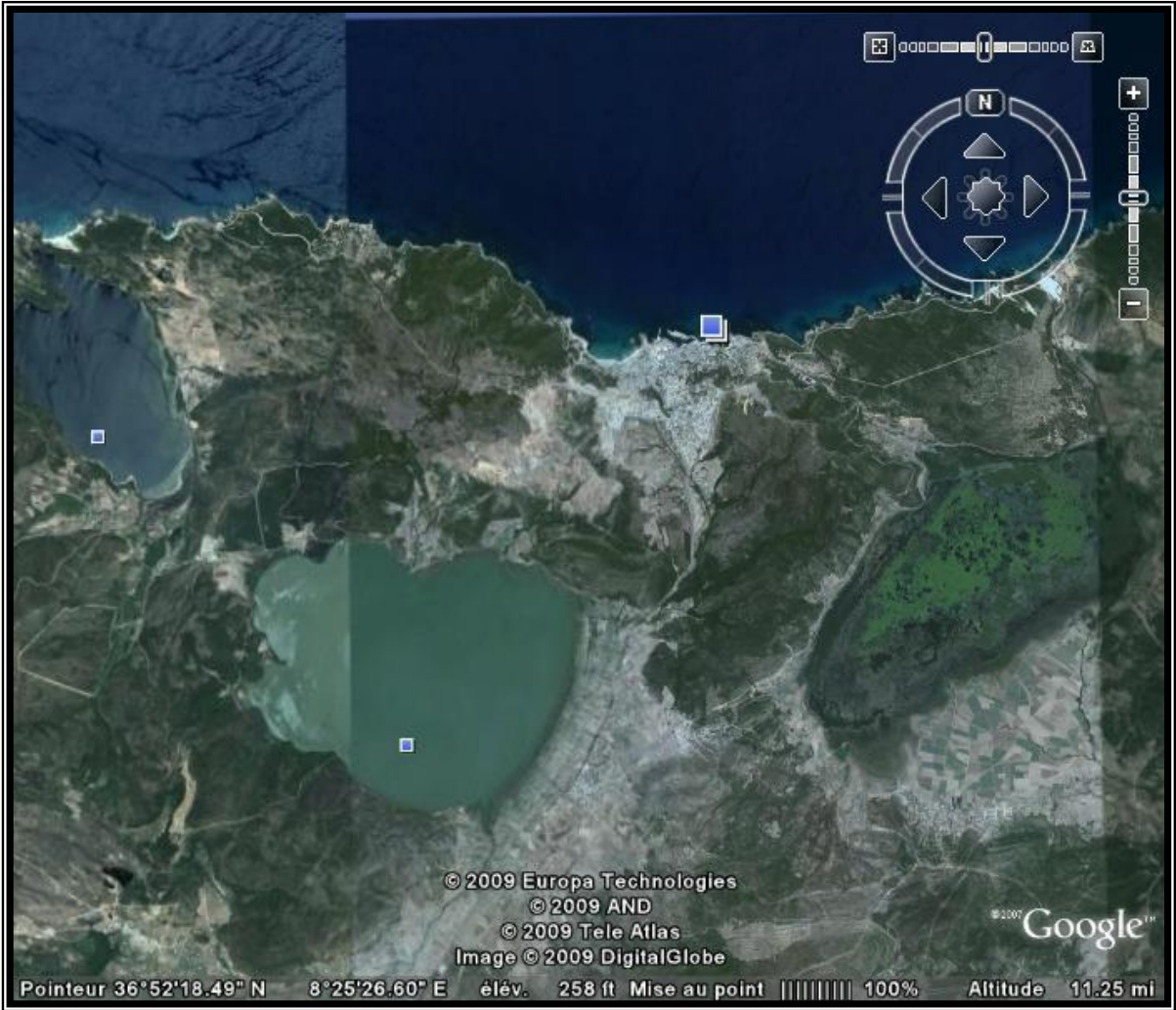


Figure. 04: Image satellite du lac Tonga via Google earth (2014 – Google).

6-3. Description :

Le site consiste en un bassin marécageux et une eau saisonnière douce à saumâtre peu profonde (profondeur maximale de 6 m), lac eutrophe, limité en nord par un système extensif de dune de sable, à travers lequel le lac connecte avec la mer Méditerranéenne via un canal artificiel, l'Oued Messida.

Le bassin est entouré par des pentes de bois, des terres de pâturage, avec des marécages de bois contenant le Cyprès chauve *Taxodium distichum*, l'Aulne glutineux *Alnus glutinosa*, le Saule pédicillé *Salix pedicellata*, le Peuplier bleu *Populus alba* et le Frêne élevé *Fraxinus oxypyla*.

Il y a une richesse spécifique d'Aulne tout au long la rive nord du lac, qui est considérée comme une des plus importantes en Afrique du nord.

La plupart du lac est à végétation émergente dense, avec une bande d'eau libre et végétation submergée dense autour de la berge.

Une partie de l'aire du marais apparaît sèche pour une période de plus de trois mois entre Aout et Novembre.

Il y a des touffes isolées de Tamaris d'été *Tamarix* sp et de végétation émergente contenant des lits extensifs de Scirpe lacustre *Scirpus lacustris*, Scirpe maritime *Scirpus maritimus*, Roseau commun *Phragmites australis*, Rubanier d'eau *Sparganium erectum*, l'Iris jaune *Iris pseudacoras* et de Massette à feuilles étroites *Typha angustifolia*.

Les plantes aquatiques submergées ou flottantes rassemblent des lits de Cératophylle *Ceratophyllum* sp, de Renoncule aquatique *Ranunculus aquaticus* et d'une Jacinthe d'eau *Eichhornia crassipes* exotique invasive. L'eau libre et les canaux de drainage contiennent aussi du Cératophylle *Ceratophyllum*, du Myriophylle *Myriophyllum*, du Rubanier d'eau *Sparganium erectum*, du Potamot *Potamogeton*, du Nénuphar *Nymphaea* (présentant une rareté en Algérie, *Nymphaea alba*, découverte en 1984) et du Châtaigne d'eau *Trapanatans* (aussi nationalement rare) (Coulthard, 2001).

La Messida et Tonga abrite les espèces botaniques suivantes : la Clématite *Clematis cirrosa* ; la Renoncule *Ranunculus (trilobus, muricatus, buliatus)* ; le Nénuphar blanc *Nymphaea alba* ; la Guiroflée des dunes *Matthiola sinuata* ; le Cresson de fontaine *Nasturtium amphibium* ; *Malcolmia parviflora* ; l'Epilobe hérissé *Epilobium hirsutum* ; Rosier grimpant *Carlina sulfurea* ; le Myosotis des marais *Myosotis palustris* ; *Alternanthera denticulata* ; *Urginea fugax* ; la Laiche écartée *Carex divulsa* ; le Polypode commun *Polypodium vulgare* (Edmond, 1865).

Les tentatives de drainage du marais, commençant à la fin du dix-neuvième siècle, apparaissent à être largement non infructueuse, due en partie à l'effet que le fond du marais est un peu au-dessous du niveau de l'eau.

Le lac est l'un des plus importants dans la région due à son productivité. Les activités humaines à savoir la pêche de l'Anguille d'Europe (*Anguilla anguilla*) et des oiseaux d'eau, sont plus intensives aujourd'hui (Djebbari *et al*, 2009). L'implantation des poissons et du poisson exotique sont des menaces graves qui peuvent saper l'intégrité écologique du lac Tonga (Samraoui, 2002).

6-4. Situation socio-économique :

Les activités humaines dans cette région sont consacrées essentiellement à des travaux de :

- 1 - L'agriculture : d'une façon traditionnelle, et avec de faibles rendements.
- 2- Le pâturage et l'élevage : réalisés principalement dans les forêts qui entourent le lac.
- 3-Le tourisme : effectué généralement en périodes de vacances.
- 4-La chasse, braconnage et la pêche : se fait directement dans le plan d'eau.

6-5. Les paramètres physiques descriptifs du lac :

Le lac Tonga date du Quaternaire, conséquence des mouvements tectoniques de cette ère géologique. Ces derniers ont permis son creusement jusqu'au niveau de la mer. Il formait alors une lagune marine. Le relèvement dû aux apports terrigènes entraînés par les oueds le long des pentes de montagnes voisines a rehaussé son fond jusqu'à la côte maximale de 5.75m. Au fond du lac, se développent les argiles de la 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 (Harbi, 2006).

6-5-1. Caractère géologique :

a. Origine du lac :

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

b. Types de sols :

L'étude des sols (Durand, 1954) a déterminé deux types de sols, l'un zonal dépendant du climat et l'autre azonale.

Le premier type comprend cinq catégories : les Podzols ferrugineux considérés actuellement comme étant des pseudo-podzols, les sols oxyhumiques formés sur grés de Numidie, les sols insaturés acides, les sols insaturés formés sur grés calcaire.

Le deuxième type de sols comprend six catégories : les sols de marais que nous trouvons dans la partie centrale de la cuvette du lac, les sols marécageux de prairies

déroulants des travaux d'assainissement, les sols tourbeux non inondés, les solods formés sur les cônes de déjection des deux oueds, les sols alluviaux le long des oueds et enfin les sols dunaires.

Ce bassin versant se compose de trois types de sols (d'après l'Atlas des 26 zones humides Algériennes).

Dans sa partie centrale : des sols de marais.

Au niveau de l'Aulnaie : des sols de tourbeux.

Au tour du lac : des sols de prairies marécageuses.

Il renferme aussi des dépôts alluvionnaires des oueds.

Les formations géologiques illustrées dans le site (de l'extérieur vers l'intérieur) (d'après la carte géologique de Bouteldja /El Kala établie par Joleaud en 1936 sont:

1-Les sols marécageux inondés.

2-Sables et limons datant du Néopleistocene.

3-Deltas des tributaires du Tonga.

4-Dunes récentes datant du Néopleistocene.

5-Argile de la Numidie et de Kroumirie datant de l'Eocène.

6-Grès de la Numidie et de Kroumirie datant du Lattonfienien.

7- Alluvions limoneuses datant du Néopleistocene (Abbaci, 1999).

c. Les formations géologiques du lac:

Le lac Tonga comprend les formations géologiques suivantes :

-Sols de marécages inondés, dont le fond est constitué de limons et d'argiles de Numidie.

-Alluvions limoneuses de fond de vallée datant du Néo-pléistocène que nous trouvons sur la périphérie du lac sous forme de sables et limons récents.

-Formation présentant un faciès de conglomérats à ciments argileux.

-Grès de Numidie quartzeux blanchâtres parfois assez friables.

-Marnes argilo-schisteuses avec intercalation de petits bancs de grès quartzeux qui se développent sur les pentes de vallées.

-Argiles, grès et calcaires noirs datant de l'Eocène moyen qui constituent le contrefort entourant le lac (Durand, 1954).

6-5-2. Caractère pédologique :

Selon la Société d'Etudes Hydrologiques de Constantine (SETHYCO) (1983); 10 types de sols existent dans la région d'étude :

1- Sol dunaire	6 -Pedzol
2- Sol de marais	7 -Sol acide
3- Sol tourbeux non inondé	8- Solod
4- Sol oxyhumique	9 -Sol alluvial
5- Sol de prairie	10- Sol saturé

6-5-3. Caractère hydrologique, hydrographique, bathymétrique :

L'importance saisonnière des pluies, leur irrégularité annuelle et interannuelle, leur forte intensité pendant la période automnale et la structure géologique expliquent les principales caractéristiques du réseau hydrographique et des débits hydrologiques (Benslama, 2002 in Touil, 2005).

Les sources d'alimentation du lac Tonga sont des affluents secs qui ont été tout au long des rives ouest et sud, et d'autres part à l'est et au nord des oueds et deux 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 (Joleaud, 1936).

La configuration du paysage de la région d'El Kala détermine trois systèmes d'organisation hydrographique. La partie sud- est drainée par trois oueds (Bougous, Mellila, et Oued El Kebir), La partie orientale se caractérise par plusieurs oueds à faible débit, et la partie ouest-est également parcourue par de nombreux oueds (Bouaroug, Melleh, Boumerchen,...). Par ailleurs; la région se caractérise par la présence de nombreuses sources (Bourdim, Bougle, et Oum El Bheim), et barrages (Cheffia, Mesca) (Benyacoub *etal*, 1998).

Les mesures de bathymétrie font ressortir que le lac Tonga est un plan d'eau peu profond. La profondeur maximale mesurée en période estivale est de 1.80 m; la profondeur moyenne est de 1.20 m. Les mesures effectuées dans le périmètre des trois hectares font ressortir une profondeur maximale de 1.20 m au niveau du canal et 0.65 m de part et d'autre de ce même canal (Source M.P.R.H, 2004 in Bekkouche, 2006).

Les principaux cours d'eau qui se déversent dans le lac sont Oued El Hout au sud-est et Oued El Eurg au nord-est.

Ces oueds ont édifié de véritables deltas dont les apports ont progressivement réduit la surface du lac au profit des prairies humides d'Oued El Hout et d'Oum Teboul (Joleaud, 1936).

Le lac Tonga présente un système d'écoulement naturellement endoréique, devenu artificiellement exoréique, relié à la mer par le canal de la Messida, après les travaux d'assèchement subis au début du siècle passé.

Hydrologiquement d'une part à l'ouest et au sud, là où les affluents ne sont que des petits ravins secs en été, et d'autre part à l'est et au nord-est où les affluents sont de véritables oueds qui ne s'assèchent que lors des grands déficits hydriques. Nous distinguons aussi deux sous bassins versants, celui d'Oued El Hout au sud et celui, beaucoup plus important d'Oued El Eurg au nord. La route d'Oum Teboul-El Aioum qui délimite la ligne de partage des eaux entre ces deux bassins versants (Boumezbeur, 1993).

6-5-6. Le cadre climatique: Climatologie du site d'étude :

Selon Emberger, 1955 : le lac Tonga (la région d'El Kala) est classé dans le quatrième étage bioclimatique avec une végétation sub-humide.

Le lac a un climat méditerranéen qui se caractérise par une pluviométrie abondante durant la saison humide et les mois froids et par une sécheresse pendant l'été (Samraoui et de Bélair, 1998 ; Ozenda, 1982 in Touati, 2008).

a. La température :

Dans le lac Tonga comme dans d'autres zones de la Numidie orientale; la température diffère d'un mois à un autre (le froid caractérise surtout Janvier et Février alors que la chaleur maximale est généralement enregistrée durant Juillet et Aout) d'une part; comme elle dépend aussi selon Seltzer (1946) de l'altitude, de la distance du littoral et de la topographie.

b. Les précipitations (pluviométrie) :

Les précipitations sont régulées par trois autres facteurs: l'altitude, la longitude (qui augmente de l'ouest vers l'est) et la distance à la mer (Seltzer, 1946). Dans la région d'El Kala; les valeurs maximales de la précipitation sont habituellement enregistrées au mois de Décembre.

Cette zone (zone d'étude) reçoit le maximum de précipitation de 900 mm/an à El Kala jusqu'à 1500 mm/an à Ain Drahem, avec une moyenne annuelle de 978 mm/an au niveau du lac Tonga (Touil, 2005).

c. L'humidité régionale de l'air :

La région d'El Kala généralement, et le lac Tonga spécialement se situe à la proximité de la mer et s'entoure d'une très vaste gamme de zones humides (évaporation), cela cause une très forte humidité régionale.

L'humidité de l'air atteint les valeurs les plus fortes au lever et au coucher de soleil, et habituellement durant les mois les plus froids (Janvier et Décembre). L'humidité moyenne annuelle est de 72% (Marre, 1987). Ce taux d'humidité due en premier lieu à la proximité du

littoral et aussi à la présence d'une surface considérable des forêts et de zones humides (Samraoui et de Bélair, 1998).

d. Les vents :

Ils jouent un très grand rôle dans la région, et sont relativement stables depuis le Quaternaire récent. Ils ont en effet créé pour les plus violents (ceux de nord-ouest) les rides de direction nord-ouest sud-est du cordon dunaire. Ils sont souvent liés aux pluies d'équinoxe, qui apportent les précipitations les plus importantes venues de l'Atlantique. À l'opposé, le Sirocco qui souffle du sud-est principalement en été assèche l'atmosphère, et favorise, avec les températures élevées les incendies de forêts (de Bélair, 1990).

Les vents du nord-est sont prédominants, surtout en hiver, et leur stabilité depuis le Quaternaire est attestée par l'orientation dans toute la Numidie (Samraoui et de Bélair, 1998).

6-6. Bioclimat :

6-6-1. Climagramme d'Emberger :

En se basant sur les deux facteurs du climat (précipitations et température) le climat méditerranéen est divisé en 5 étages climatiques selon Emberger (1955):

$$Q = P1000 / (M+m) \cdot 1/2 \times (M-m)$$

Dont :

Q= quotidien pluviométrique.

P= précipitations moyennes annuelles.

M= température de maxima du mois le plus chaud (°K).

m= température du minima du mois le plus froid (°K).

La région d'El Kala a un quotidien pluviométrique :

$$Q=103.71$$

Notre site d'étude spécialement et la Numidie généralement se localise dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver chaud.

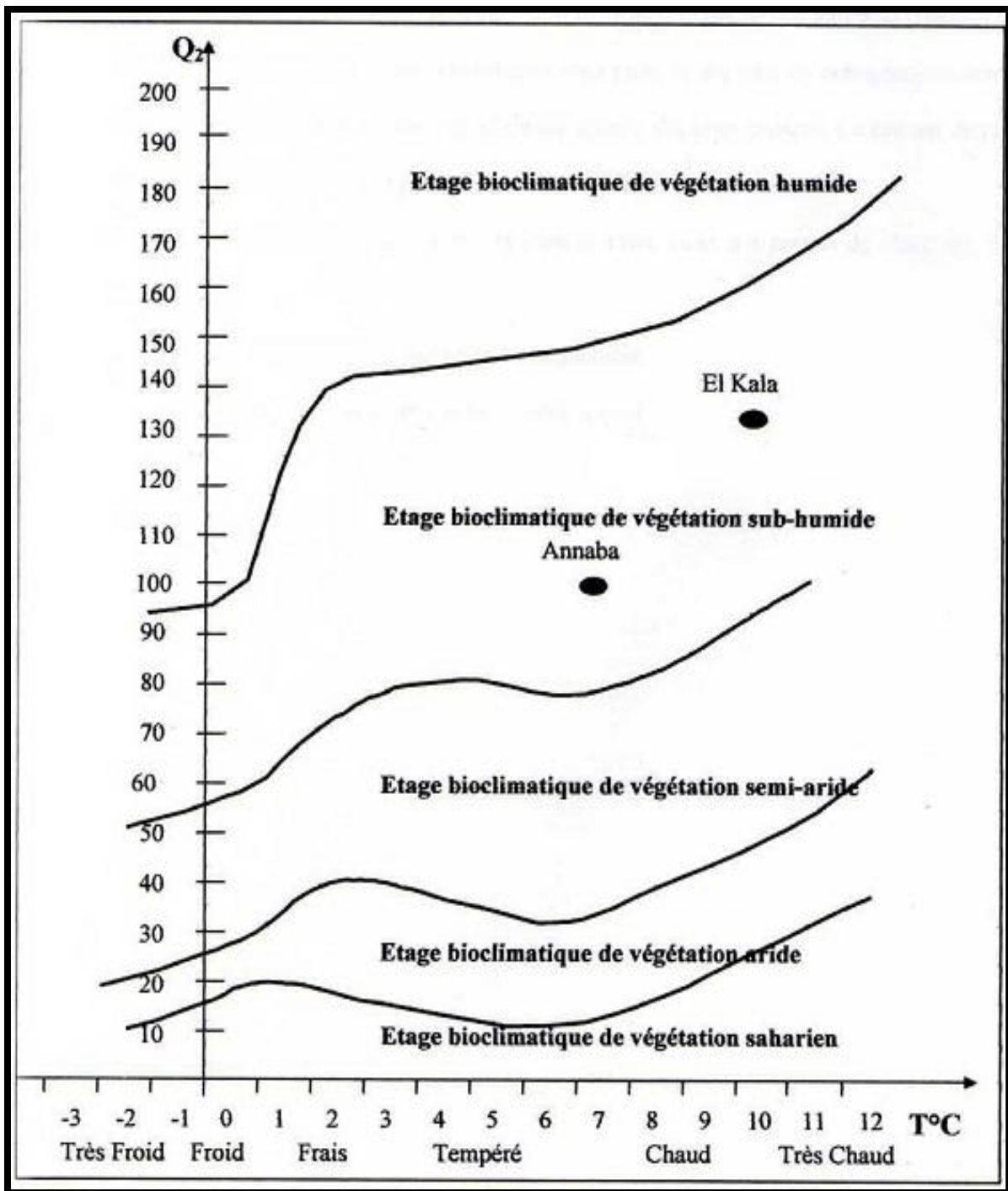


Figure. 05: Graphe d'Emberger pour la région d'El Kala (Touati, 2008).

Tableau. 02: Valeurs météorologiques de la région d'El Kala.

Mois	Précipitations moyennes (mm)	Température (°C)			Humidité moyenne (%)	Fréquence moyenne de vents (km/h)
		Moyenne	Max	Min		
Janvier	85.19	10.96	16.15	6.66	77.36	13.86
Février	64.16	11.27	16.60	6.49	76.94	14.26
Mars	35.77	13.63	19.41	8.11	73.82	13.73
Avril	52.09	15.64	21.50	9.86	72.99	13.94
Mai	38.00	19.02	24.62	13.28	74.00	13.13
Juin	7.14	23.00	28.99	16.78	69.48	13.77
Juillet	2.46	25.39	31.20	19.26	68.86	14.58
Août	13.29	26.02	31.84	20.14	69.01	14.01
Septembre	52.15	23.38	29.07	18.07	72.42	13.36
Octobre	43.69	20.63	27.08	15.08	72.18	12.40
Novembre	107.47	15.89	21.57	11.22	75.94	13.69
Décembre	133.42	12.17	17.39	7.84	77.49	14.66

Source : Station météorologique d'El Kala (1997-2006) (Touati, 2008).

6-6-2. Diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gausсен (1957) :

Dans le but de déterminer la période sèche et la période humide, il faut utiliser les précipitations annuelles et les températures moyennes des deux stations durant plusieurs années à fin d'élaborer le diagramme Ombro-thermique de Bagnoul et Gausсен.

On distingue deux saisons :

- Une saison humide** : (d'Octobre à Septembre).
- Une saison sèche** :(de Mai à Septembre).

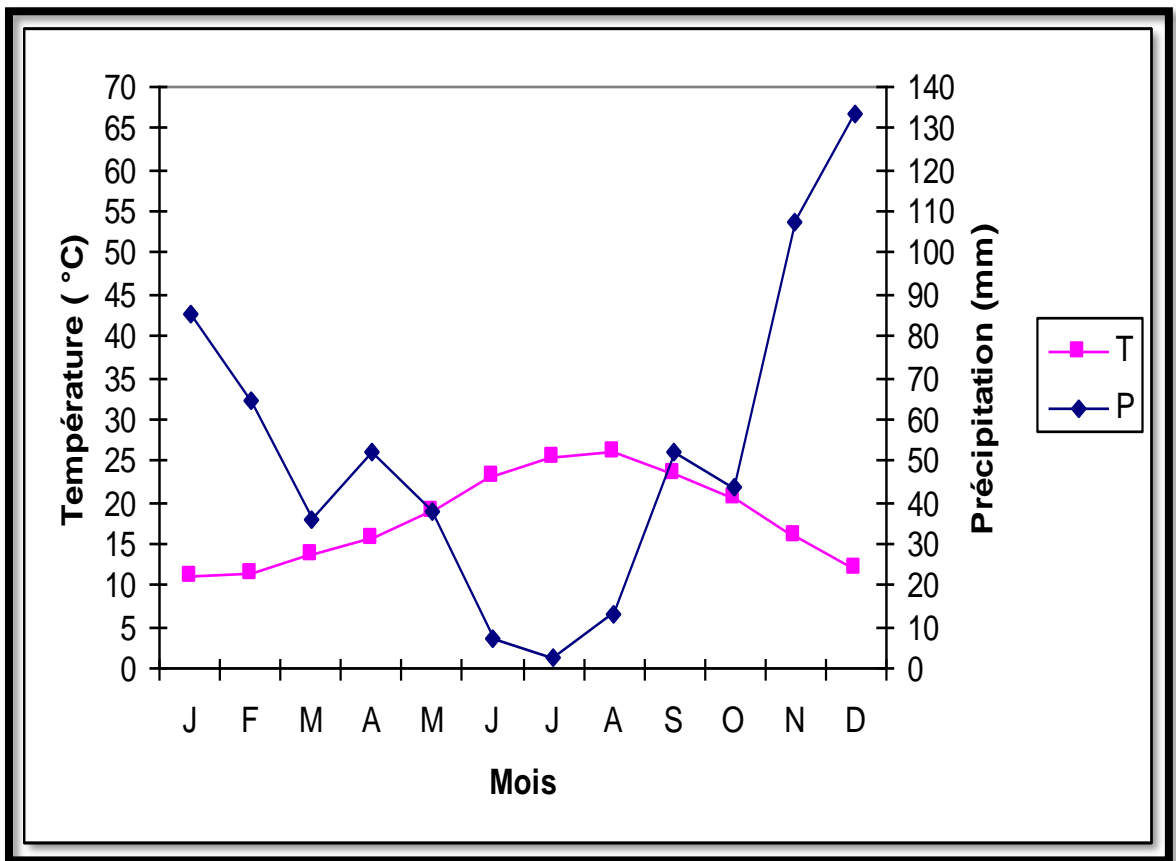


Figure. 06: Diagramme ombro-thermique de la région d'El Kala (Touati, 2008).

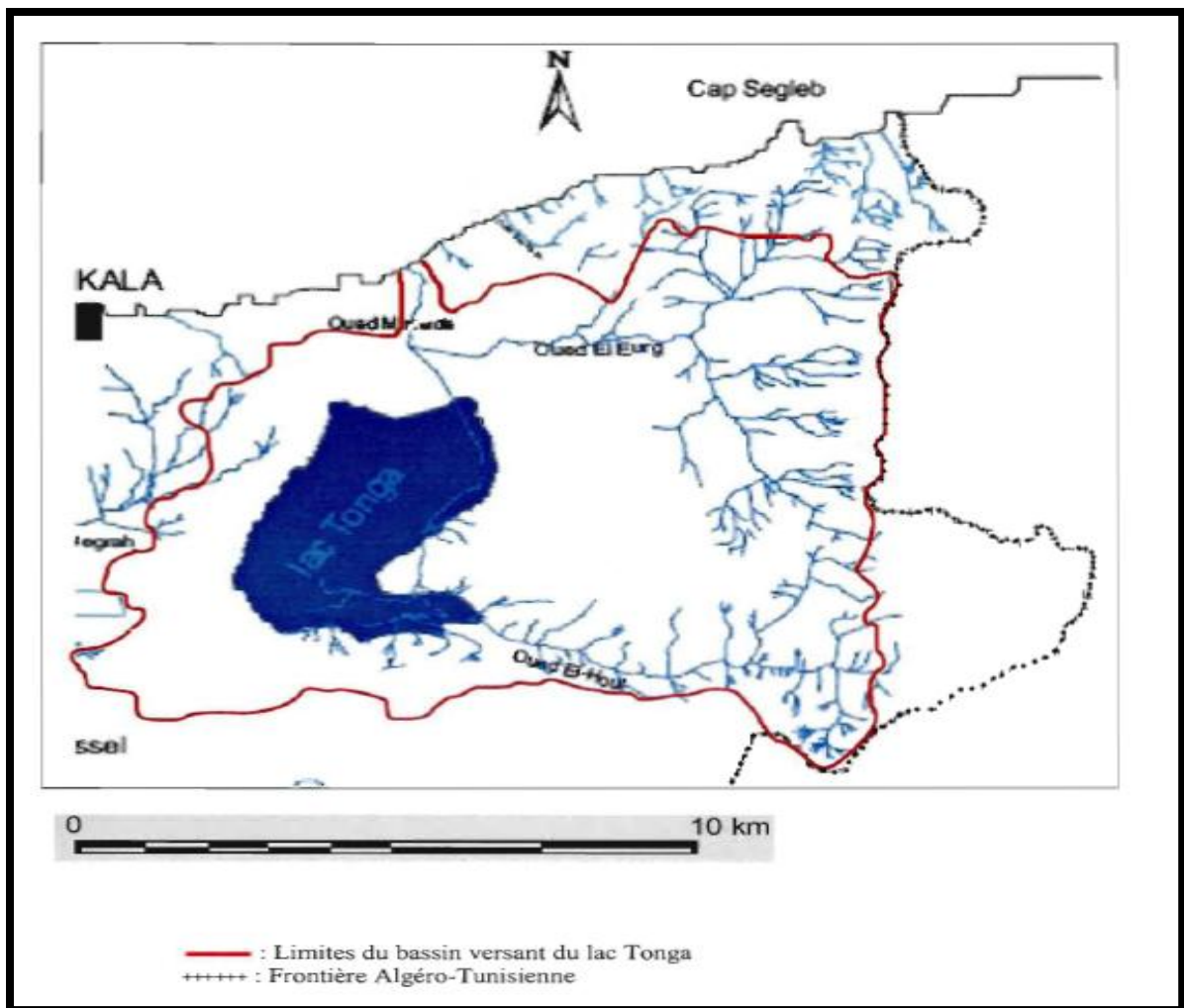


Figure. 07: Carte du réseau hydrographique de la région d'étude (Source: LANDSCAP AMENAGEMENT, 1998 ; in Raachi, 2007).

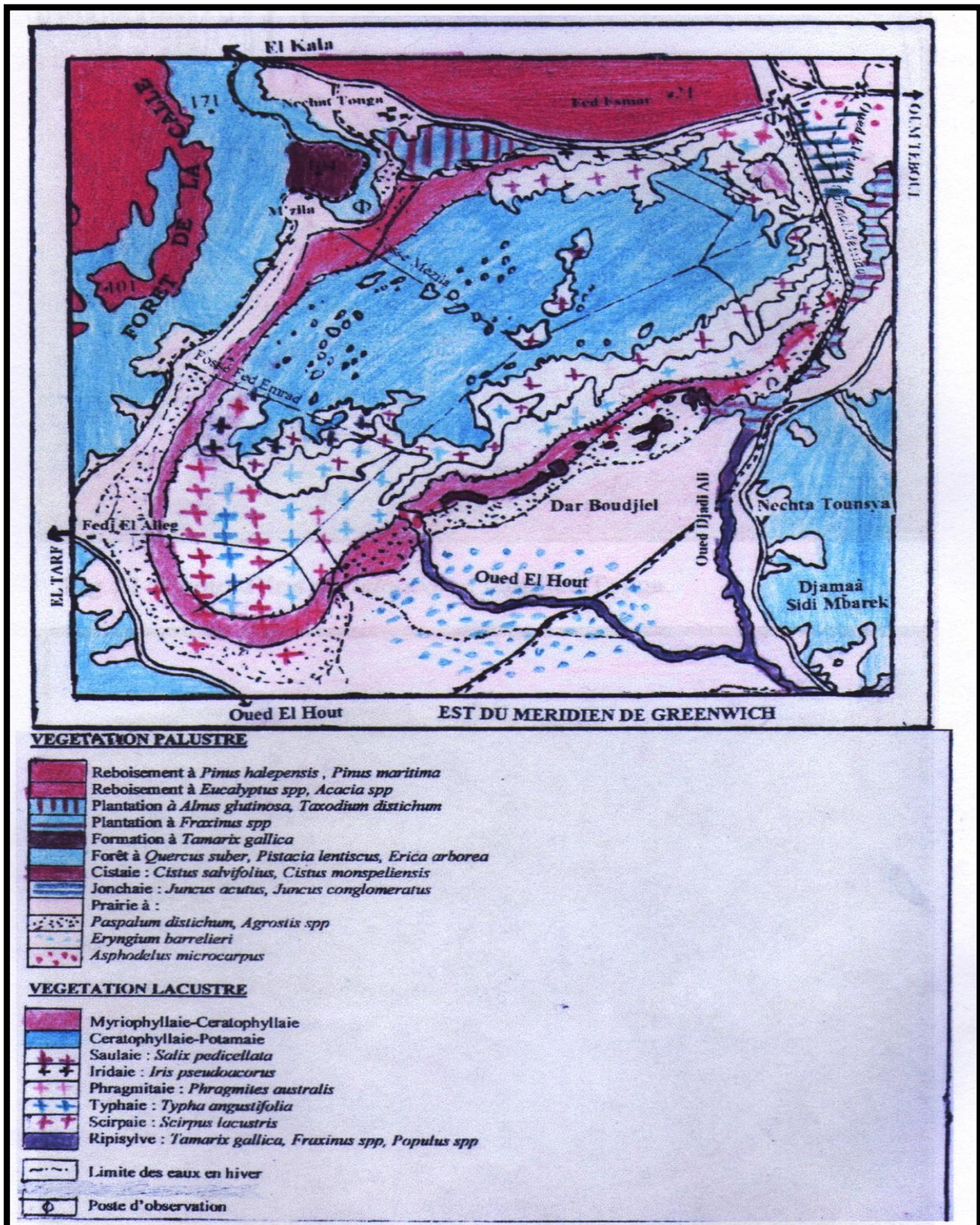


Figure. 08: Carte de répartition de végétation du lac Tonga (Abbaci, 1999).



Figure. 09: Photo du Nénuphar blanc *Nymphaea alba* au lac Tonga (prise le 20/06/2012 par Meniaia Zeyneb).



Figure. 10: Photo du *Typha angustifolia* au lac Tonga (prise le 23/06/2012 par Meniaia Zeyneb).



Figure. 11: Photo du Scirpe lacustre *Scirpus lacustris* au lac Tonga (prise le 29/05/2012 par Meniaia Zeyneb).



Figure. 12: Photo du Rubanier émergé *Sparganium erectum* au lac Tonga (prise le 17/06/2012 par Meniaia Zeyneb).



Figure. 13: Nid typique de la poule d'eau dans une strate de *Scirpus lacustris* et *Sparganium erectum* (prise le 20/06/2012 par Meniaia Zeyneb).

6-7. Diversité biologique du site d'étude :

On peut facilement argumenter la richesse spécifique du lac Tonga, cela est très nettement clair à tout observateur. Il possède une diversité végétale et animale très remarquable.

6-7-1. Le cadre floristique :

a. Végétation du lac Tonga :

La plupart des collines gréseuses sont recouvertes de chêne liège *Quercus suber*. Cependant, exceptionnellement, le chêne liège *Quercus suber* est par endroit soit en mélange soit totalement supplanté par le pin maritime *Pinus pinaster*. Parfois, sporadiquement, nous trouvons des micro-peuplements purs de chêne zeen *Quercus fagine* (de Belair, 1990). Les dunes, à l'ouest de la Messida, sont occupées en totalité par une plantation de Pin maritime *Pinus pinaster*. Au nord du lac se trouve une des plus belles aulnaies de la région qui s'étend sur environ 57 hectares ; elle est décrite par Maire et Stephenson (1930) comme étant une association d'Aulne glutineux *Alnus glutinosa*. Célèbre, cette belle futaie a été remarquée par un grand nombre de botanistes et de forestiers (Thomas, 1975) et semble résulter d'une mise en défense ancienne. Le climat quasi tropical de cette aulnaie (Joleaud, 1936) est particulièrement favorable au Cyprès chauve *Taxodium distichum*, au peuplier de Virginie, à l'Aulne glutineux *Alnus glutinosa*.

a-1. Végétation émergée :

Le Scirpe lacustre *Scirpus lacustris* est présent notamment à partir du centre du lac et s'étend toujours plus nombreux jusqu'à l'extrémité sud du plan d'eau où il forme en été une grande étendue rougeoyante. De l'avis de plusieurs chercheurs, il s'agirait de l'espèce végétale dominante. Le Scirpe se mélange dans la partie sud du lac avec le Phragmite qui est, curieusement, lui également plus dense qu'au centre où il est très localisé et beaucoup plus dispersé.

Le Typha, que l'on rencontre partout, bien que son taux de recouvrement soit relativement faible.

L'Iris jaune *Iris pseudacorus* qui s'étend des limites de la partie inondée de l'aulnaie et remonte à l'est tout le long de la digue, occupant ainsi une sorte de triangle dont le plus grand axe serait l'est-ouest. Cette partie du lac correspond grossièrement à celle qui s'assèche chaque année en été et se remet en eau en hiver.

L'Iris est complètement absente de la partie sud, où il est remplacé par le Rubanier *Sparganium erectum* particulièrement envahissant en plein été. Pourtant, ces deux espèces se disputent à l'est, notamment sur toute la longueur de la digue, le moindre petit bout de terrain. Un cortège de plantes émergées accompagne ces plantes dominantes : la Glycérie aquatique panachée *Glyceria maxima*, le Carex Laiche raide *Carex elata*, la Salicaire commune *Lithrum salicaria*, et une espèce de graminéesle *Paspalum disticum*, les renouées (la Renouée amphibie *Polygonum amphibium* et la Renouée du Sénégal *Polygonum senegalense*), etc...

Enfin ; les saules sont présents à partir de l'Aulnaie et s'étendent de plus en plus importants vers le centre du lac où ils sont supplantés par la Scirpaie-phragmitaie.

Selon Kadid (1989), toutes ces espèces forment deux groupements (ceux du Massette *Typha angustifolia* et de l'espèce de graminées *Paspalum disticum*), et quatre associations (celles du Scirpe lacustre *Scirpus lacustris*, de l'*Iridetum pseudacori*, du *Sparganium erectum* et du roseau commun *Phragmites australis*).

a-2. Végétation immergée :

Les plans d'eau libres sont généralement tapissés d'une végétation immergée dense et diversifiée dont le premier représentant est certainement le Potamot (*Potamogeton lucens*, *P. trichoides*, *P. pectinatus*).

Nous avons ensuite le Nénuphar blanc *Nymphaea alba* restreint presque exclusivement aux parties nord-est et nord-ouest dont il constitue la végétation dominante.

Sous les Nénuphars se développent le Myriophylle *Myriophyllum verticillatum* et le Ceratophylle Cornifle d'eau *Ceratophyllum demersum* dont le recouvrement, parfois, monospécifique, atteint très souvent un maximum de 100%.

Selon Kadid (1989) ; ces espèces forment deux groupements, (ceux de Ceratophylle dont le Cornifle d'eau *Ceratophyllum demersum* et du Nénuphar blanc *Nymphaea alba*). Riches et diverses, ces communautés végétales montrent la valeur floristique incontestable du lac Tonga.

Kadid (1989) a conclu que la végétation de ce lac tend à démontrer son état eutrophe avancé favorisé sans doute par un atterrissement optimum.

Le lac Tonga compte quatre-vingt-deux espèces végétales qui appartiennent à 31 familles botaniques, parmi lesquelles 32 espèces (39% de l'ensemble) sont classées d'assez rares à rarissimes (Kadid, 1989). Parmi les espèces rares nous citons : *Marsilea diffusa*, le Nénuphar blanc *Nymphaea alba*, *Utricularia exoleta* (Harbi, 2006).

A l'ouest de la Messida, les dunes sont occupées par le pin maritime et le pin pignon. Cependant une aulnaie de 57 ha décrite par Maire et Stephenson (1930) comme étant une association d'*Alnetum glutinosa* occupe le nord du lac (Abbaci, 1999).

Grace au climat quasi-tropical; le développement des Cyprès chauves; Peupliers de virginie, Aulnes glutineux, Ormes champêtres et les Acacias est très favorisé.

Dans le plan d'eau (la partie occidentale et centrale du lac) se situe la zone des associations immergées; elle est essentiellement formée de : Potamots : *Potamogeton lucens* et *ilis* sont associés au Myriophylles *Myriophyllum spicatum*, *Myriophyllum verticillatum*. On constate des formations émergentes de Scirpe lacustre *Scirpus lacustris*, du Roseau commun *Phragmites australis*, du Massette *Typha angustifolia*, d'Iris jaune *Iris pseudacorus*, du Rubanier d'eau *Sparganium erectum*, du Salicaire commune *Lythrum salicaria*, du Lycopé d'Europe *Lycopus europaeus*, du Renoncule de Baudot *Ranunculus baudotii*.

En printemps, on assiste à l'émergence et la floraison d'une hydrophyte très envahissante des espaces d'eau libres *Nymphaea alba* (Abbaci, 1999).

La végétation du lac Tonga se présente sous forme d'une mosaïque. On distingue les formations végétales suivantes: les Ripisylves dominées par l'Aulne glutineux *Alnus glutinosa* et Le Frêne à feuilles étroites *Fraxinus angustifolia*, la Roselière polyspécifique à Massette *Typha angustifolia*, et le Massette à larges feuilles *Typha latifolia* et le Roseau commun *Phragmites australis*, les bouquets de saules *Salix pedicellata*, la Scirpaie à Scirpe lacustre *Scirpus lacustris* et l'Iridaie à Iris jaune *Iris pseudacorus* (Kadid, 1989).

La végétation aquatique est représentée par 62 espèces dont une algue Charophyte *Chara delicatula*, deux Bryophytes dont Riccie des flots *Riccia fluitans* et une Ptéridophyte *Marsilea diffusa* (Kadid, 1989). Elle se divise en deux groupes principaux, les Hélophytes et les Hydrophytes.

Les Hélophytes sont dominés par le Scirpe lacustre *Scirpus lacustris*, les Typhae *Typha angustifolia*, le Roseau commun *Phragmites australis*, l'Iris des marais *Iris pseudacorus* et le Rubanier *Sparganium erectum*.

Les Hydrophytes sont représentés par le Nénuphar blanc *Nymphaea alba*, le Cornifle d'eau *Ceratophyllum demersum* et les myriophylles ; le Myriophylle à feuilles alternes *Myriophyllum alterniflorum*, le Myriophylle en épis *Myriophyllum spicatum*, et le Myriophylle verticillé *M. verticillatum*.

Les lentilles d'eau *Lemna minor* et *Wolffia arrhiza* et les Utriculaires ; l'Utriculaire *Utricularia exoleta* et l'Utriculaire commune *U. vulgari* représentent les plantes flottantes.

Les groupements végétaux aquatiques dénotent de la grande richesse floristique du lac dont la structure en mosaïque multiplie les sites de nidification et d'alimentation pour les oiseaux d'eau et rend l'accès à l'intérieur du lac difficile, offrant ainsi une quiétude qui favorise la nidification des oiseaux.

Au printemps et en été, le lac est envahi aux trois quarts par une végétation émergente et flottante composée essentiellement de Massette *Typha angustifolia*, et de l'Iris jaune *Iris pseudacorus*, Saule pédicellé *Salix pedicellata*, Scirpe lacustre ou Jonc des chaisiers *Scirpus lacustris*, Nénuphar blanc *Nymphaea alba* (Belhadj *et al*, 2007).

L'étude phytoécologique des aulnaies du nord-est Algérien montre que ces habitats d'affinité septentrionale présentent une très grande richesse spécifique (plus de 400 espèces) et une structure complexe qui plaident pour leur origine ancien (Belouahem-Abedet *al*, 2011).

6-7-2. Le cadre faunistique:

La couverture végétale en mosaïque, la variété des groupements végétaux et la présence des plans d'eau libres ont permis l'installation d'une faune riche et diversifiée.

a. Richesse ornithologique:

Classé dans la convention Ramsar comme site d'importance internationale pour sa richesse de son avifaune importante, le lac Tonga est également le site de nidification le plus important d'Algérie et d'Afrique du nord pour les oiseaux d'eau.

Chalabi (1990) a établi une classification par indices (tableau. 3) au mois de Mars, dont il a positionné la diversité spécifique de l'avifaune hivernante du Tonga (2.4) qui est équivalente à celle des Marismas de Guadalquivir en Espagne (2.4) et moins de celle de la Camargue en France (2.9). L'auteur établit que le plan d'eau est un site d'importance internationale pour sept espèces d'oiseaux d'eau dont quatre hivernantes (le Canard siffleur, le Canard chipeau, le Canard Pilet et l'Oie cendrée) et trois nicheuses (l'Erismature à tête blanche, le Fuligule nyroca, et la Poule sultane) (tableau 3).

Tableau. 03: Indice de diversité spécifique de quelques zones humides méditerranéennes (Chalabi, 1990).

Sites	Camargue	Delta de l'Ebre	Marismas de Guadalquivir	Lac Tonga
Indice	2.901	2.880	2.424	2.421

Le lac Tonga est un site d'hivernage et de stationnement d'un certain nombre d'Anatidae (surtout les canards de surface) et d'Ardeidae (Héron cendré *Ardea cinerea*, Grande aigrette *Ardea alba*, Héron garde bœufs *Bubulcus ibis*,...) Aussi les Limicoles, mais en faible portion et ainsi un site de reproduction pour les espèces: Podicipédidae : Grèbe castagneux *Tachibaptus ruficollis*, Grèbe huppé *Podiceps cristatus*, d'Ardeidae: Blongios nain *Ixobrychus minutus*, Bihoreau gris *Nycticorax nycticorax*, Crabier chevelu *Ardeola ralloides*, Aigrette garzette *Egretta garzetta*, Héron pourpré *Ardea purpurea*, Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus*, et d'Anatidae: Canard colvert *Anas platyrhynchos*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* et l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, d'Aquila: Busard des roseaux *Circus aeruginosus*, et la famille des Rallidae: la Poule d'eau *Gallinula chloropus*, la poule sultane *Porphyrio porphyrio*, la Foulque macroule *Fulica atra*, et aussi de Stérnidés : le Guifette moustac *Chlidonias hybrida* (Samraoui et Samraoui, 2008).

D'une manière générale, 170 espèces d'oiseaux d'eau sont comptées au niveau du lac Tonga (12 sont des rapaces, 69 espèces protégées par le décret présidentiel du 20/08/83 complété le 17/01/95; certaines d'entre ces espèces protégées sont des migratrices strictes à savoir : l'Oie cendrée *Anser anser*, le Grue cendré *Grus grus*, la Tadorne de belon *Tadorna tadorna*, la Grande aigrette *Egretta alba*, et l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus*; certaines d'autres sont considérées comme très rares dans le bassin méditerranéen (Raachi, 2007).

Il est d'importance internationale pour de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau dont des espèces hivernantes telles que le Canard siffleur *Anas penelope*, le Canard chipeau *Anas strepera*, le Canard pilet *Anas acuta* et l'Oie cendrée *Anser anser*, et des espèces nicheuses telles que l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, la Poule sultane *Porphyrio porphyrio*, la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris*, l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus*, le Héron pourpré *Ardea purpurea*, le Crabier chevelu *Ardeola ralloides*, la Guifette moustac *Chlidonias hybrida*, etc.

Il abrite aussi d'importantes populations d'espèces migratrices, dépassant largement les seuils fixés par la Convention Ramsar.

La zone humide la plus riche en terme ornithologique est le lac Tonga qui marque la présence de 46 espèces (Samraoui et Samraoui, 2008).

La colonie mixte des hérons du lac Tonga est la plus importante et la plus ancienne en Afrique du nord. En 2000, la colonie était composée de quatre noyaux correspondant à de grands bouquets de buissons de saules, bordés de ceintures de Massette et de Phragmites, localisés dans la partie centrale du lac. Au niveau de chaque noyau, six espèces nicheuses ont été notées, il s'agit : du Héron garde bœuf *Bubulcus ibis*, de l'Aigrette garzette *Egretta garzetta*, du Crabier chevelu *Ardeola ralloides*, du Bihoreau gris *Nycticorax nycticorax*, de l'Héron pourpré *Ardea purpurea* et de l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus* (Belhadj et al, 2007).

a-1. Valeur ornithologique :

Plusieurs espèces des oiseaux d'eau étaient observées dans la deuxième moitié du mois de Mai, 1976. D'après ces observations et d'autres la reproduction probable peut être provenue dans plusieurs cas. Les espèces importantes dans la région sont : Crabier chevelu *Ardeola ralloides* (environ 100 observations), Héron garde bœufs *Bubulcus ibis* (environ 2000 observations), Aigrette garzette *Egretta garzetta* (environ 65 observations), Héron cendré *Ardea cinerea* (rare), Héron pourpré *Ardea purpurea* (environ 60 observations.), Blongios nain *Ixobrychus minutus*, Butor étoilé *Butaurus stellaris* et Bihoreau gris *Nycticorax nycticora*.

D'autres espèces d'oiseaux que l'héron, étaient observées: Fuligule nyroca *Aythya nyroca* (environ 100 observations), Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* (50 observations.), Marmaronette marbrée *Anas angustirostris*, Talève sultane *Porphyrio porphyrio* (commune à Tonga).

Les oiseaux de chasse/ proies intéressants dans la région étaient le Vautour fauve *Gyps fulvus* (plus de 30 observatins), le Busard des roseaux *Circus aeruginosus* (plutôt nombreuse à Tonga), l'Aigle ravisseur *Aquila rapax* (reproduction probable dans une seule place) et le Faucon d'Eléonore *Falco eleonorae* (plus de 5 observations) (Van Dijk et Ledant, 1983). La colonie mixte du lac Tonga est la plus importante et la plus ancienne en Afrique du nord. La nidification de certaines espèces d'Ardéidés a été signalée dès le 19^{ème} siècle avec les premières Commissions d'Exploration de l'Algérie mises en place dès 1839 par l'armée française (Belhadj *et al*, 2007).

a-2. Conservation du site:

Le site était désigné comme un site Ramsar en 1983 et il est compris dans le Parc National d'El Kala, désigné à la même année, et dans la Réserve du Biosphère d'El Kala.

Le lac a un microclimat propre qui permet à quelques espèces de végétation tropicale à persister, bien que plusieurs de ces espèces peuvent être disparus comme le résultat des travaux de drainage à travers les siècles.

Le drainage, comprend la diversion derrière une digue d'une rivière qui anciennement alimentait le lac, conduisait à un remplacement d'une grande partie de l'eau libre par la végétation émergente dense.

En 1937, les tentatives de drainage du lac cessaient, mais en 1980s la sortie du canal était fermée en été pour conserver l'eau pour l'irrigation et pour améliorer le pâturage autour des bords du lac. Les niveaux élevés de l'eau résultants de cela peuvent avoir tué près de 90% de la forêt d'Aulne et peu des lits de *Scirpus lacustris* dans la partie nord du lac.

Un autre danger potentiel pour l'hydrologie et les niveaux d'eau peut prévenir des plantations des populations exotiques, qui a prouvé une population dans d'autres aires, mais

qui doit baisser le niveau de l'eau sur les rives du lac. Malgré son statut Ramsar il est reporté à être sous pression élevée de la chasse, spécialement en weekends.

Le rapport National Algérien de la Convention Ramsar en 1990 a listé le braconnage, la pêche d'Anguille et l'abstraction de l'eau pour l'irrigation et réserve domestique comme menace potentielle au caractère écologique du site.

En été 1990 le lac s'assèche complètement suite à la sécheresse et à l'abstraction de l'eau. Le rapport de mission de procédure menaçant en 1990 a repris également les recommandations pour le lac Tonga.

Ces choses incluent que la considération peut être donnée à restaurer les fonctions hydrologiques naturelles du lac et que le lac lui-même doit être établis comme une zone de protection stricte dans le Parc National d'El Kala, sans chasse et sans pêche permette d'Anguille.

Il est reporté que plusieurs oiseaux et loutres ont été tuées dans les filets de pêche des anguilles.

Le rapport recommande que dorénavant l'extraction de l'eau du lac doit être strictement contrôlée et que le management de conservation du site doit être réalisé comme partie du plan régional pour l'utilisation rationnelle et la conservation des continents et des ressources d'eau.

Le site était ajouté dans le rapport du Montreux en 1993 suite à la diminution de la réserve de l'eau du lac et de la propagation de la végétation aquatique émergente couvrant les aires de l'eau libre (Coulthard, 2001).

b. Les zooplanctons du lac Tonga:

Concernant le Zooplancton ; Morgan (1982) rapporte la présence de *Metacyclops minutus*. Dans le riche benthos du Tonga, il note l'existence de Sangsue médicinale *Hirudo medicinalis* et divers Ephéméroptères, Odonates, Hémiptères, Coléoptères, Chironomidae, et Ceratopogonidae. Avec la présence de planorbes *Planorbis sp* et Bithynies *Bithynia sp*. Il révèle aussi que la richesse de ce site en Gastéropodes est plus importante que celle de la plupart des marais qu'il a visités.

D'après Saouche (1993) ; les insectes les plus étudiés au niveau du lac Tonga sont: les Odonates représentés par 22 espèces, appartenant à quatre familles: Lestidae, Coenagrionidae, Aeshnidae, et Libellulidae.

c. Poissons :

Bien que Bougazelli *et al* (1977) rapportent à avoir trouvé des Terrapins, il est probable que le Tonga renferme d'autres espèces de poissons.

d. Reptiles et Amphibiens :

Plusieurs espèces de Reptiles et d'Amphibiens vivent dans le lac Tonga : L'Émyde lepreuse *Mauremys leprosa*, la Grenouille verte *Rana saharica*, le Discoglosse peint *Discoglossus pictus*, le Crapaud de Mauritanie *Bufo mauritanicus*, le Triton de poiret *Pleurodeles poireti*, le Psammodrome algire *Psammodromus algirus*, le Seps ocellé *Chalcides ocellatus*, le Lézard ocellé *Lacerta pater* et la Couleuvre vipérine *Natrix maura* (Rouag, 1999).

6-8. Les paramètres écologiques qui font que le lac Tonga soit le site le plus important du complexe des zones humides d'El Kala (P.N.E.K) et de toute l'Afrique du nord pour la nidification de plusieurs espèces d'oiseaux d'eau.

C'est la mosaïque de milieux, riche et diversifiée (en terme de végétation), l'enchevêtrement de nombreuses formations végétales qui font que le Tonga, au stade actuel de nos connaissances, abrite une richesse totale s'élevant de 23 espèces d'oiseaux d'eau nicheurs (notamment Passereaux, Marouettes, et Rapaces), avec une richesse totale qui dépasserait 35 espèces.

Le Tonga abrite des espèces ubiquistes (Nyroca, Colvert, Poule d'eau, Foulque, etc.) et des espèces très spécialisées (Erismature, Guifette moustac, et Poule sultane), confinées davantage aux parties centrales du plan d'eau.

Le Tonga révèle des caractéristiques telles que d'un point de vue écologique, il se rapproche davantage d'un étang que d'un véritable lac.

La végétation aquatique abondante de ce lac joue un rôle majeur dans la distribution des espèces d'oiseaux d'eau en offrant des aires à la fois de refuge et d'alimentation. Il est essentiellement composé des îlots flottants de *Typha angustifolia*, *Iris pseudacorus*, *Scirpus lacustris*, *S. maritimus*, *Phragmites australis*, *Salix pedicellata*, *Sparganium erectum* et *Nymphaea alba* (Abbaci, 1999).

Cette richesse floristique maintient la réception et la fréquentation d'une population significative d'oiseaux d'eau.

On regroupe ces unités de végétation en six zones :

6-8-1. Zone des associations flottantes et immergées, ou Potamaie :

Également assez répartie, de plus elle est sans doute la formation végétale la plus abondante du Tonga. Les Potamots, les Myriophylles et les Cératophylles sont plus fréquents au centre. Le Nénuphar blanc est surtout présent et de manière assez homogène dans les parties centrales. Plus localisé ailleurs, il ne colonise que des petites étendues formant souvent de petites (loupes). Les Lemnas et les Wolfias se trouvent plus fréquemment vers les extrémités (caractère surtout marqué chez les Wolfias), avec comme espèce compagne l'Utriculaire.

Quant aux plantes non immergées, distribuées assez uniformément sur l'ensemble du lac on trouve également des plantes généralement ubiquistes (*Salicaria*, *Iris faux-acore*, *Lycopus*).

Enfin d'autres plantes sont trop peu représentées pour être retenues.

La Potamaie est le milieu fréquenté par les espèces centrales : le Colvert, le Nyroca, l'Erismature, la Foulque, la Poule d'eau, la Poule sultane, le Grèbe huppé, le Grèbe castagneux, la Guifette moustac *Chlidonias hybrida* et le Busard des roseaux *Circus aerogenosus*. Ainsi, si la plupart d'entre elles sont connues comme ubiquistes, on ne peut écarter l'existence de spécialistes des conditions moyennes, ou pour parler techniquement d'espèces mésophiles sténiques, comme l'Erismature et la Guifette moustac. Cette dernière est l'une des espèces sténiques rares exclusives du Tonga, elle installe son nid flottant fait de fragments de Scirpe lacustre sur les larges feuilles du Nénuphar blanc. La Potamaie joue également un rôle important comme milieu de nourriture notamment par sa végétation immergée riche et diversifiée. C'est dans ce milieu qu'évoluent de nombreux poussins de Grèbes, d'Erismature, de Nyroca, et de Colvert ; cette zone centrale abrite également le regroupement post-nuptial des Nyrocas et des Erismatures.

6-8-2. l'immense Phragmitaie du Tonga :

Située essentiellement dans la partie centrale, elle confirme le rôle d'abri d'espèces spécialisées. Riche en espèces nidificatrices et pauvres en espèces végétales (Lebreton, 1964), la Phragmitaie est par contre un milieu nourricier d'importance plus limitée. C'est principalement ici dans les Typhas, que Nyroca, Erismature, Colvert et Poule d'eau, le Blongios nain et le Butor étoilé *Botaurus stellaris* abritent leur nid ; à l'exclusion de la Poule sultane qui, elle opte plutôt pour le Scirpe.

La Phragmitaie *Sensu lato* est peuplée par les espèces végétales du Scirpeto-Phragmitetum se présentant sous plusieurs aspects conditionnés par la nature et la densité de la végétation. Dans la partie fermée de la Phragmitaie, peut être en raison de la densité de sa végétation gênant les possibilités de déplacement rapides, seuls la Poule d'eau et le Râle d'eau se montrent parfaitement adaptés à ce milieu, du couvert duquel ils s'écartent rarement.

En prolongement au Phragmiton, une association à Glycérie, Rubanier et Iris s'implantent en eau peu profonde (mais sur sol constamment immergé). Elle se caractérise par une végétation basse et généralement lâche contrastant avec le milieu précédent. Ceci lui confère, par contre, une physionomie plus proche de la Potamaie où nous retrouvons les trois caractéristiques suivantes : richesse en espèces de la flore phanérogamique, pauvreté en espèces aviennes nicheuses et importance comme zone trophique. En effet ; seuls la Foulque, le Grèbe huppé et le Grèbe castagneux ; se reproduisent couramment dans ce milieu. De profondeur moyenne (30 à 50 centimètres), cette zone est également le lieu de pêche des six Hérons qui nichent sur le Tonga (Boumezeur, 1993).

En partie à sec, en partie immergée, vient ensuite, d'un haut intérêt ornithologique quantitatif la Caricaie dont la Lysimaque. Cet ensemble est peuplé par le Râle d'eau, l'Aigrette garzette, les Hérons et enfin par d'autres passereaux paludicoles.

6-8-3. Les prairies :

Forment un milieu, sec ou humide, très divers, occupé principalement par une graminée omniprésente sur le Tonga, *Paspalum distichum*. Tendre et appétente, cette plante est régulièrement broutée (assez loin des berges) par le bétail.

C'est donc le pâturage qui en enrichissant et en étendant ces prairies, donne cet aspect bien dégagé caractéristique de la rive sud du Tonga. Ce milieu est celui de l'Etourneau unicolore *Sturnus unicolor* et de la Pie grièche à tête rousse *Lanius senator* (Boumezbeur, 1993).

6-8-4. La saulaie humide :

Présente de façon intermittente, elle constitue par-ci et par là d'énormes îlots parfaitement flottants. Lorsqu'ils réunissent les Scirpes, Typhaes et Phragmites, ces îlots abritent souvent des nids de Nyroca et d'Erismature.

L'un de ces îlots de saule, sans doute le plus spacieux, abrite une colonie stable de Héron bicolore *Nycticorax nycticorax*, Héron cendré *Ardea cinerea*, Héron pourpré *A. purpurea*, Héron garde-bœuf *Bubulcus ibis* et d'Héron crabier *Ardeola ralloides* (Boumezbeur, 1993).

6-8-5. Les cultures (Arachides généralement) :

Occupent les rives de la berge occidentale, elles se prolongent jusqu'au sud rejoignant le grand Delta de l'Oued el Hout. C'est sur ces milieux que se manifeste directement l'influence humaine (Boumezbeur, 1993).

6-8-6. Les Bois :

Représentés par la Chênaie (*Quercus suber*), ils sont le milieu boisé naturel, plus ou moins dégradé, qui recouvre les parties orientales et sud du bassin versant du Tonga. C'est cette Chênaie et son cortège floristique dense qui protège efficacement les terres situées en aval. En conséquence ; les bois jouent un rôle important contre l'érosion et déterminent la vitesse d'atterrissement du Tonga (Boumezbeur, 1993).

Chapitre 03 : Matériel et méthodes

Matériel et méthodes

1. Période d'étude :

Notre étude s'est étalée sur deux saisons de reproduction 2011(28 Avril-15 Juillet) et 2012 (13 Avril-11 Juillet).

2. Méthodologie de travail :

Afin de réaliser notre objectif qui est l'étude de l'écologie reproductive de la Poule d'eau *Gallinula chloropus*, suivre sa phénologie et avoir une idée sur la dynamique de la population à travers la reproduction de ce modèle biologique et à travers les résultats obtenus durant deux saisons successives ; la méthode de travail utilisée durant les deux années et pour chaque sortie est la suivante :

2-1. Délimitation de la station d'étude :

Dans le but de préciser la zone du lac ou de déterminer le secteur de notre étude ; quelques visites (2 à 4 visites) ont été réalisées sur le terrain durant la période de nidification, et avant la ponte des œufs.

2-2. Recherche et localisation des nids :

Pour une recherche active et systématique des nids de la poule d'eau dans la station d'étude on a effectué un balayage en marchant dans la végétation émergente de la berge du lac. Cette opération est réalisée en portant une combinaison imperméable qui facilitera notre recherche des nids.

Les positions géographiques des nids détectés, ont été prises avec un GPS (Garmin 72) ; ceci, nous permettra de les retrouver plus facilement.

Lors de chaque sortie ; les données collectées sur terrain ont été notées sur un carnet de terrain.

2-3. Caractéristiques des nids :

Pour chaque nid localisé, différents descripteurs écologiques (biotiques/abiotiques) ont été pris en compte :

Concernant les variables abiotiques (mesures des nids) ; on a mesuré les diamètres internes et externes ainsi que les hauteurs des nids à l'aide d'un mètre (3 mètres de longueur).

Les profondeurs de l'eau (par un profondimètre), les distances nids-eau (mètre), la nature et les hauteurs de végétation, les densités de la végétation ont été estimées aux endroits où les nids sont construits (ces dernières étaient visuellement estimées dans un carré de 4 × 4 m centré sur le nid). Et enfin, le type de végétation qui compose le nid.

2-3-1. Variables biotiques (paramètres de la reproduction):

On a calculé les paramètres suivants :

a-Phénologie de ponte :

La date de ponte représente la date du premier œuf pour chaque nid. Pour les dates de la première saison (2011); le 28 Avril correspond au 1^{er} jour (première ponte enregistrée); et pour celle de la deuxième saison (2012) c'est le 1^{er} Mai.

Afin de réduire l'incertitude dans la détermination des dates de ponte des œufs, les mois étaient divisés en trois périodes de 10 (11) jours et les dates de ponte du premier œuf étaient regroupées dans chacune de ces deux périodes débutant au 1^{er} Avril.

b-La grandeur de ponte :

Elle représente le nombre d'œufs qu'une femelle peut pondre dans un nid.

La détermination du parasitisme intra-spécifique s'est faite sur la base des pontes qui avaient plus qu'un œuf pondu par jour. De plus, les œufs exposant une discontinuité dans la texture et la coloration en les comparant avec les œufs de l'hôte (McRae et Burke, 1996).

c- Les mensurations des œufs de chaque couvée :

Le poids de chaque œuf est déterminé à l'aide d'une balance électrique portable (précision 0.1 g). La longueur (L) et la largeur (B) ont été mesurées pour chaque œuf à l'aide d'un pied à coulisse digital (précision 0.01 cm).

Le volume des œufs (V en cm^3) était calculé en utilisant la formule de Hoyt ($V = 0.000509 L*B^2$) (Hoyt, 1979).

En marquant les œufs avec un marqueur permanent ; on obtient une chronologie des pontes, aussi on arrive à distinguer les œufs parasites pondus par une autre femelle. Nous n'avons pas mis de protocole spécifique pour suivre le parasitisme, nous nous sommes basés sur la phénologie de ponte, texture des œufs. Les œufs éclos, abandonnés ou prédatés sont notés.

d- La durée d'incubation :

Qui représente la période allant de la ponte d'un œuf jusqu'à son éclosion. Quand les nids sont trouvés après que la ponte soit complète, la date du premier œuf était inférée à la date de ponte en assumant que la période d'incubation est de 22 jours (Huxley et Wood, 1976).

e- Le succès moyen de reproduction :

Représente le nombre des nids éclos sur le nombre total des nids suivis. Un nid avec au moins un poussin éclos était considéré comme réussi. Quand le contenu entier du nid a disparu avec aucun signe de prédation entre deux visites consécutives, le nid était noté comme vandalisé.

f- Le succès moyen de l'éclosion :

Qui représente le nombre d'œufs éclos sur le nombre d'œufs pondus.

2-4. Analyse statistique des données :

L'Excel a été utilisé afin d'établir les graphes et les camemberts.

Les variables ayant répondu à l'hypothèse de normalité étaient analysées en utilisant les tests paramétriques. Les tests de Tukey's post hoc étaient utilisés pour toutes les comparaisons deux à deux parmi les groupes distincts significativement au cours de l'analyse de la variance. Les valeurs moyennes sont données avec un écart type (SD) de ± 1 .

La régression logistique a été mise en œuvre par modéliser le succès reproductif comme un résultat binaire (succes ou échec). La même approche a été adoptée pour la prédation et l'inondation des nids.

Les nids vides (vandalisés) étaient considérés "prédatés". On a modelé le résultat en fonction de la date de ponte des œufs et de la profondeur d'eau. Toutes les analyses statistiques ont été réalisées en utilisant le logiciel R (R Development Core Team, 2014).

Chapitre 04 : Résultats et discussion

Résultats :

1. Présentation de l'aire d'échantillonnage :

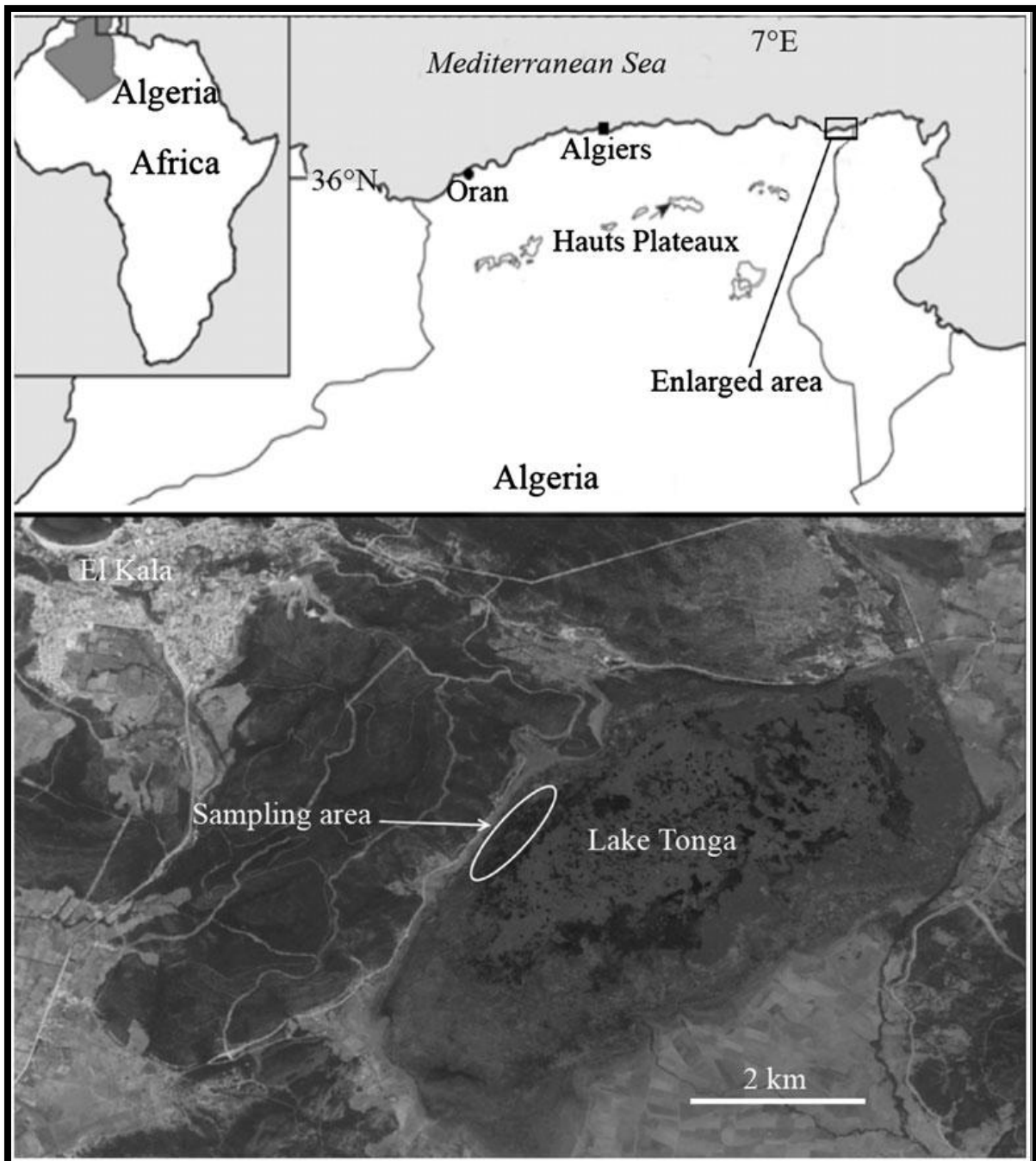


Figure. 14: Location de l'aire d'échantillonnage au lac Tonga à la limite de l'est avec une carte d'Algérie (inset). L'image satellite du lac Tonga était obtenue de Google Earth (2014 – Google).

2. Localisation des nids de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* dans la zone d'étude :

Pour les deux saisons (2011, 2012) ; l'étude a été effectuée dans la partie sud-est du lac Tonga qui se caractérise par une végétation dense où le Scirpe lacustre *Scirpus lacustris* est l'espèce floristique la plus abondante.

La figure 15, représente les positions GPS des nids étudiés de la Poule d'eau dont les points gris représentent les positions des nids de la première année 2011, alors que les points noirs sont les nids de la deuxième année 2012.

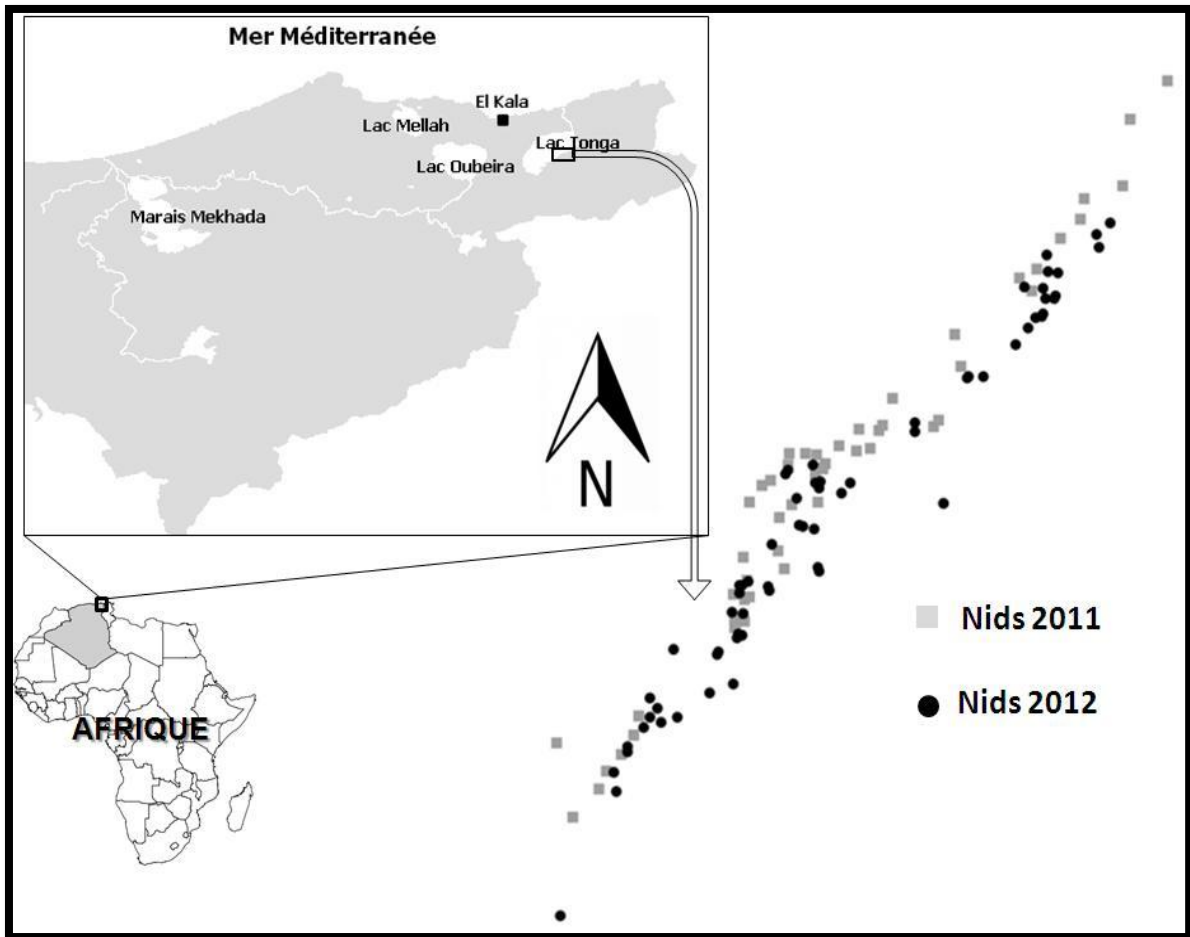


Figure. 15: Carte des nids de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* au lac Tonga en 2011 et 2012.

3. Résultats de la première saison 2011 :

Pendant la première saison de reproduction de l'année 2011, après une recherche active des nids de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* dans la végétation émergente du lac Tonga, 60 nids ont été recensés dans ses différentes strates de végétation, il est probable que le nombre est supérieur.

Généralement, l'échantillonnage préliminaire a montré que les nids de la poule d'eau sont rarement localisés au centre du lac, où il y a la strate de *Nymphaea alba*.

3-1. La végétation:

La nidification de la Poule d'eau est essentiellement localisée sur les bords du lac, et les nids sont généralement construits avec des tiges et des feuilles de Scirpe lacustre *Scirpus lacustris* tressées.

3-1-1. Types de végétation :

Nos résultats indiquent que le Scirpe lacustre *Scirpus lacustris* est la strate dominante comme habitat de reproduction préféré par la Poule d'eau dont 72% des nids ont été construits au milieu de ses touffes. La strate composée de *Scirpus lacustris* et *Typha angustifolia* montre 10% de l'ensemble végétale utilisé par l'espèce, dont les deux types floristiques de *Scirpus lacustris* et *Sparganium erectum* occupent ensemble 5%, et l'habitat composé de *Scirpus lacustris* et *Scirpus maritimus* compte 3% des nids, alors que le reste est composé de six types de strates, *Scirpus lacustris* et *Phragmites australis*, *Scirpus maritimus* et *Typha angustifolia*, *Scirpus maritimus*, *Typha angustifolia*, *Nymphaea alba* et *Typha angustifolia*, *Iris pseudacorus* et *Phragmites australis* ; dont chacun occupe seulement 1.66 % des nids de *Gallinula chloropus* (figure 16).

3-1-2. Hauteur de végétation :

Après mesure des strates de végétation (composées de différentes hauteurs), on a constaté que la strate]2.5-3 m] est la plus abondante en nombre important de nids (26/60) ; ensuite vient la strate de végétation de]2-2.5m] avec un nombre aussi considérable de nids (19/60) ; alors que les autres strates ;]1.5-2m],]3-3.5m],]1-1.5m] et [0.5-1m] ne présentent que de petits nombres de nids (8/60, 4/60, 2/60, 1/60) (figure 17).

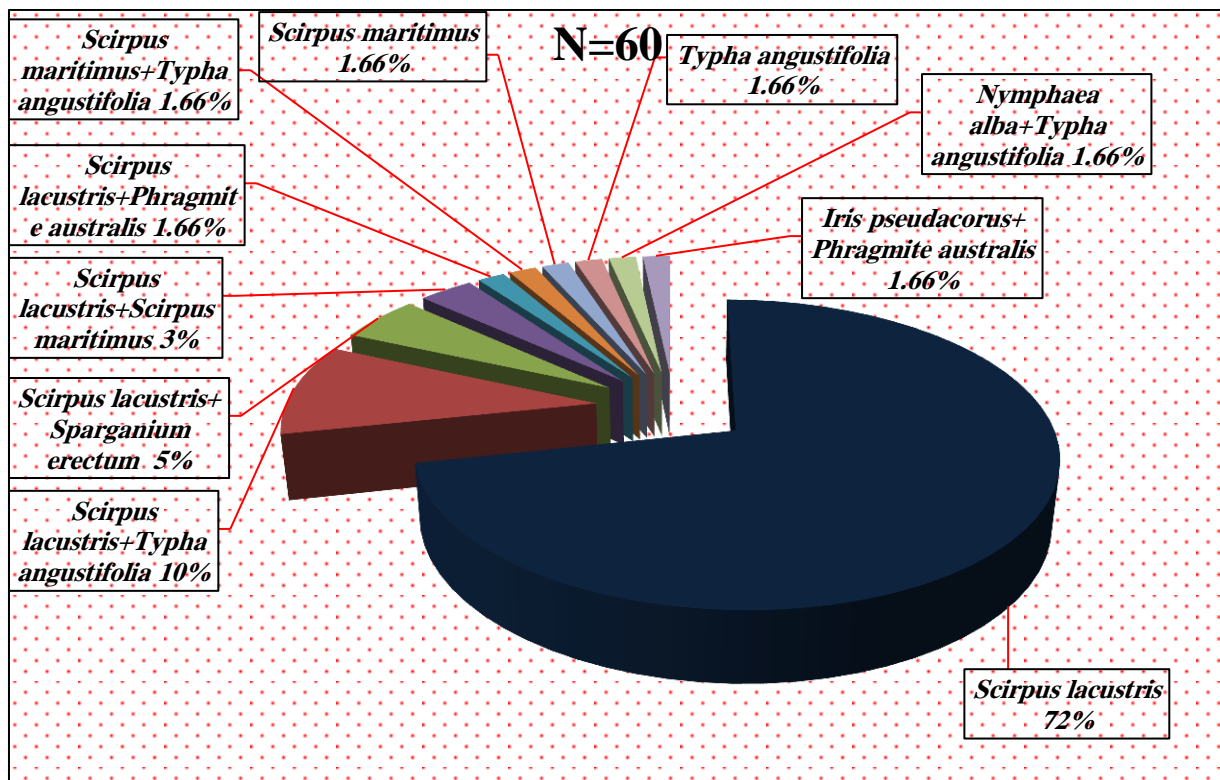


Figure. 16: Répartition des nids de la Poule d'eau dans les différentes strates de végétation au lac Tonga en 2011. N: nombre de nids.

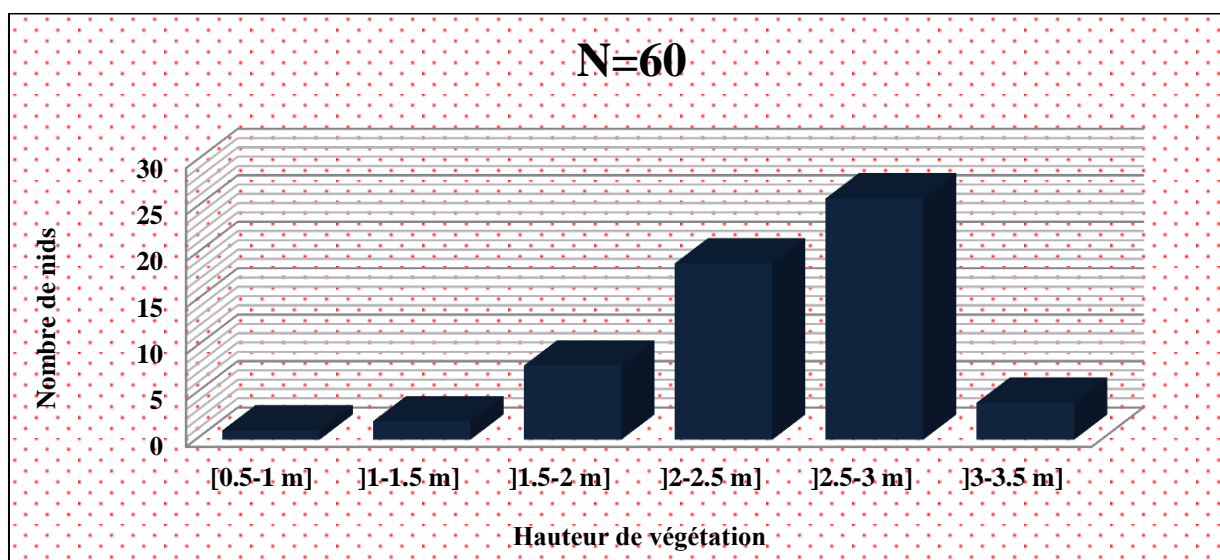


Figure. 17: Distribution des nids de la Poule d'eau selon la hauteur de la végétation au lac Tonga en 2011. N: nombre de nids.

3-2. Caractéristiques des nids :

En 2011 ; les nids de la Poule d'eau présentent un diamètre externe moyen de 21.29 cm \pm 2.42, variant de 16 à 28 cm, et un diamètre interne moyen de 13.03 cm \pm 2.23 variant de 7 à 17 cm.

La hauteur moyenne des nids est de 14.98 cm \pm 6.67, elle varie de 7 à 55 cm.

La profondeur moyenne de l'eau où les nids ont été construits est de 0.59 m \pm 0.19 variant de (0.30-1.50 m).

La distance eau-nid est de 1.06 m \pm 0.49 et (0-2.24 m) en moyenne.

La végétation est caractérisée par une densité moyenne de 75% \pm 0.17 et (30-98%).

La hauteur moyenne de la végétation est de 2.47 m \pm 0.48 et (0.98-3.30 m) (tableau 4).

Les résultats de la première saison 2011 au lac Tonga ; montrent que 50% des nids sur un total de 60 nids de la Poule d'eau se caractérisent par un diamètre externe de 20 à 23 cm, avec la présence d'une valeur extrême de 28 cm.

Pour le diamètre interne ; 50% sur un total de 60 nids de la Poule d'eau mesurent en 2011 entre 12 et 14 cm, avec la présence de deux valeurs extrêmes (7 et 8 cm).

Concernant la hauteur des nids de la Poule d'eau en 2011 ; 50% sur un total de 59 nids ont une hauteur de 12 à 17 cm ; avec une valeur extrême de 28 cm.

La profondeur de l'eau où 50% des nids de la Poule d'eau sont construits en 2011 est comprise entre 48 et 65 cm, avec une valeur extrême de 110 cm, dont le nombre total des nids est 59.

50% sur un total de 60 nids de la Poule d'eau sont loin de 70 à 140 cm de l'eau libre en 2011, avec aucune valeur extrême.

La densité de végétation où 50% sur un total de 60 nids de la Poule d'eau sont construits en 2011 est comprise entre 68 et 88%, avec deux valeurs extrêmes de 30 et 35%.

50% sur un total de 60 nids de la Poule d'eau sont construits dans la végétation dont la hauteur est comprise entre 2.25 et 2.90 m en 2011, avec une valeur extrême de 1m.

Tableau. 04: Caractéristiques des nids de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* au lac Tonga en 2011. N : nombre de nids.

Désignation	Moy	S.D	Min	Max	N
Diamètre ext (cm)	21.29	2.42	16	28	60
Diamètre int (cm)	13.03	2.23	7	17	60
Hauteur de nid (cm)	14.98	6.67	7	55	60
Profondeur d'eau (m)	0.59	0.19	0.30	1.50	60
Distance eau-nid (m)	1.06	0.49	0	2.24	60
Densité de végétation (%)	75	0.17	30	98	60
Hauteur de vég (m)	2.47	0.48	0.98	3.30	60

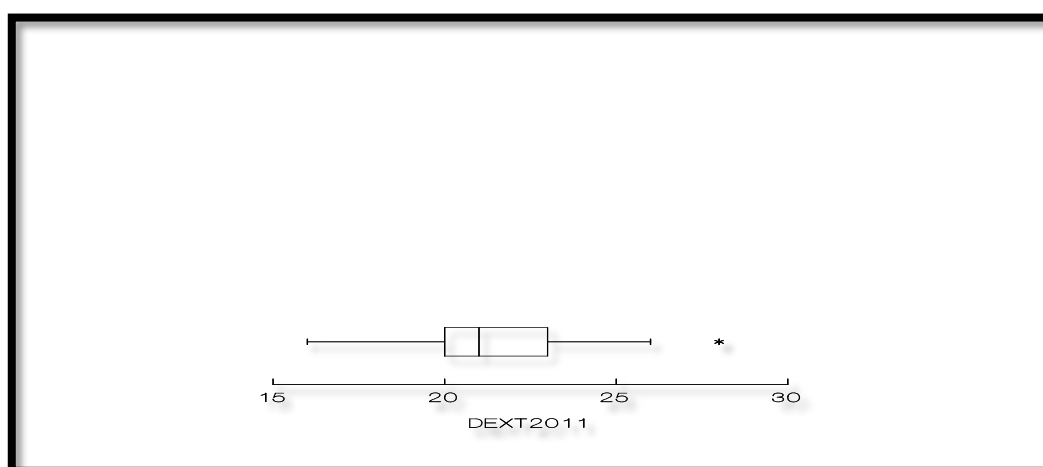


Figure. 18: Box plot représentant le diamètre externe des nids de la Poule d'eau au lac Tonga en 2011. N=60.

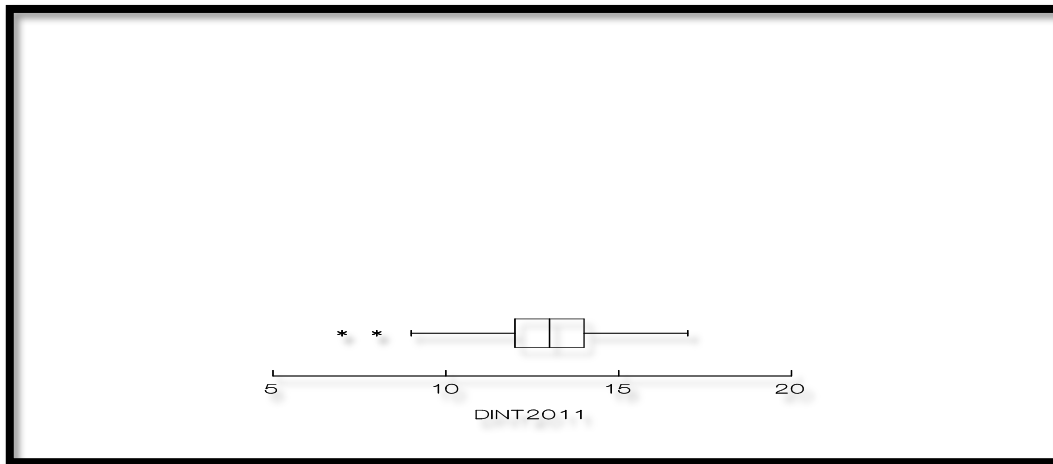


Figure. 19: Box plot représentant le diamètre interne des nids de la Poule d’eau au lac Tonga en 2011. N=60.

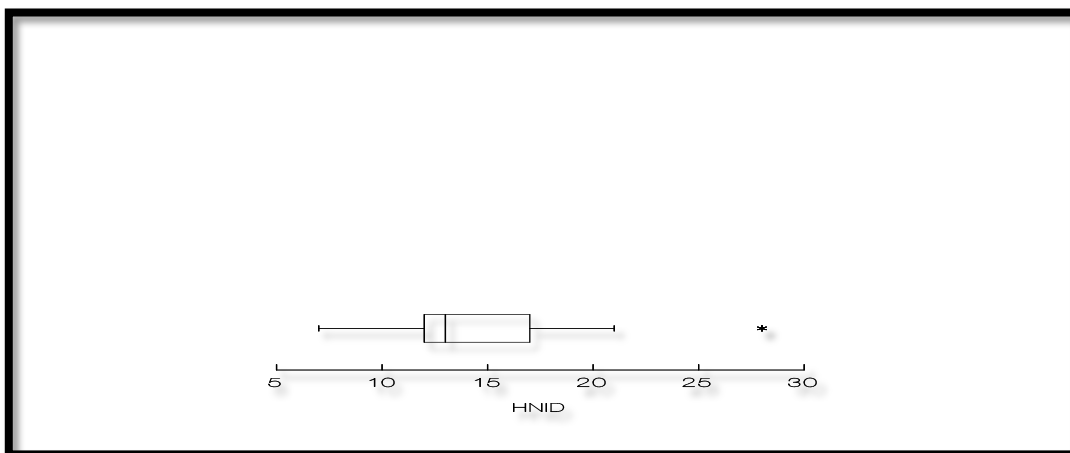


Figure. 20: Box plot représentant la hauteur des nids de la Poule d’eau au lac Tonga en 2011. N=59.

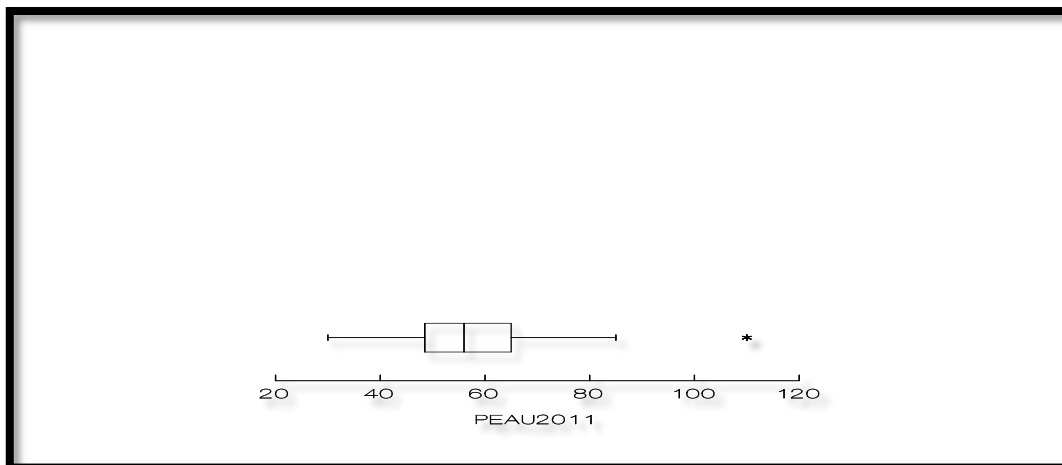


Figure. 21: Box plot représentant la profondeur de l’eau où les nids de la Poule d’eausont construits au lac Tonga en 2011. N=59.

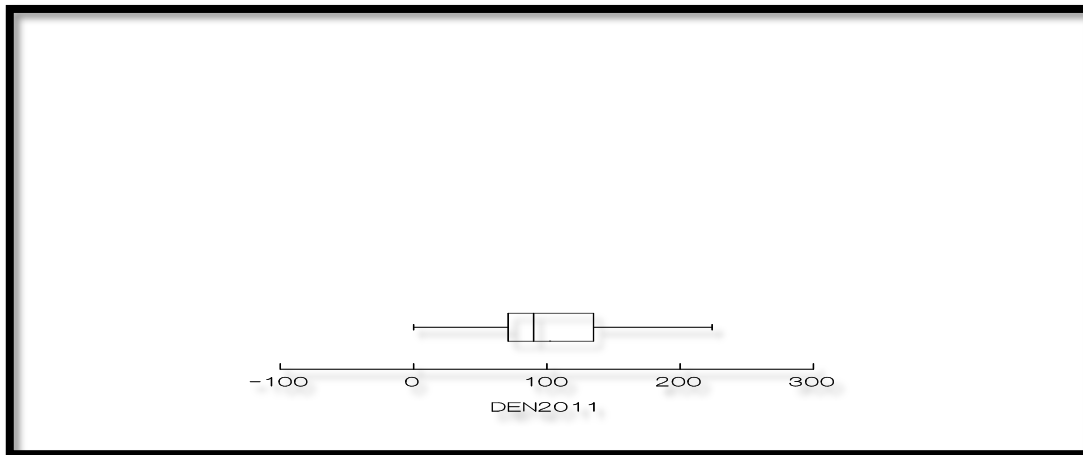


Figure. 22: Box plot représentant la distance entre l'eau et les nids de la Poule d'eau au lac Tonga en 2011. N=60.

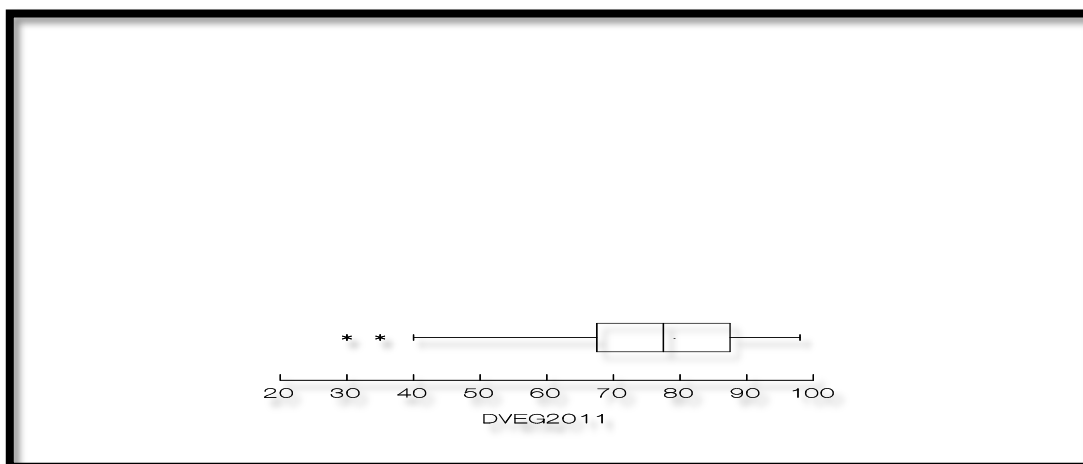


Figure. 23: Box plot représentant la densité de végétation où les nids de la Poule d'eau sont construits au lac Tonga en 2011. N=60.

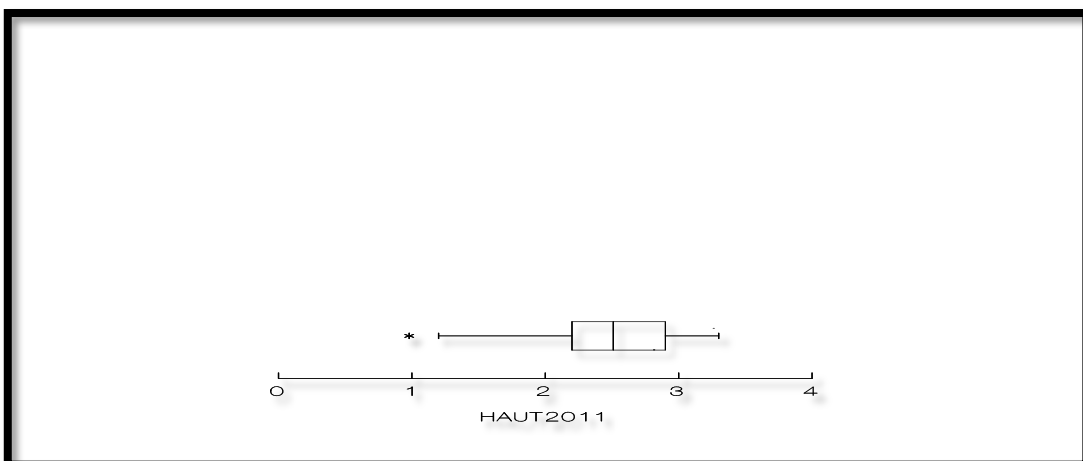


Figure. 24: Box plot représentant la hauteur de végétation où les nids de la Poule d'eau sont construits au lac Tonga en 2011. N=60.

3-3. Date et période de ponte :

En 2011 ; la première ponte de la Poule d'eau a eu lieu le 28 Avril au lac Tonga et l'opération s'est terminée vers la fin Juin. Un pic du nombre de nids a été observé au niveau de la première dizaine de cette période (les trois derniers jours du mois d'avril et la première semaine du mois de mai) (figure 25).

3-4. Caractéristiques des œufs :

En 2011, les œufs de la Poule d'eau montrent une longueur moyenne de $42.95 \text{ mm} \pm 2.33$ variant de 24.75 à 48.04 mm, et une largeur moyenne de $29.93 \text{ mm} \pm 1.32$ qui varie de 18.05 à 31.86 mm. Leur volume moyen est de $19.60 \text{ mm}^3 \pm 2.23$ et varie de 4.08 à 23.96 mm^3 (tableau 5).

Concernant la taille des œufs de la Poule d'eau au lac Tonga ; nos résultats indiquent que 50% sur un total de 421 œufs ont présenté une longueur de 42 à 44.50 mm en 2011, avec trois valeurs extrêmes (34, 34.50 et 36 mm).

50% sur un total de 421 œufs de la Poule d'eau ont présenté une largeur de 29.50 à 30.75, avec la présence de trois valeurs extrêmes qui sont 26.30, 26.80 et 27.50 mm.

Le volume de 50% sur un total de 421 œufs de la Poule d'eau en 2011 est compris entre 18.75 et 21 mm^3 , dont deux valeurs extrêmes apparaissent (15 et 15.2 mm^3).

Une corrélation positive moyennement significative est enregistrée entre la longueur et la largeur des œufs en 2011 dont ($r=0.53$)(Figure 29).

Une corrélation positive très significative est enregistrée entre la longueur et le volume des œufs en 2011, dont ($r=0.76$)(Figure 30).

Concernant la largeur et le volume des œufs en 2011 ; une corrélation positive hautement significative est signalée avec ($r=0.93$)(Figure 31).

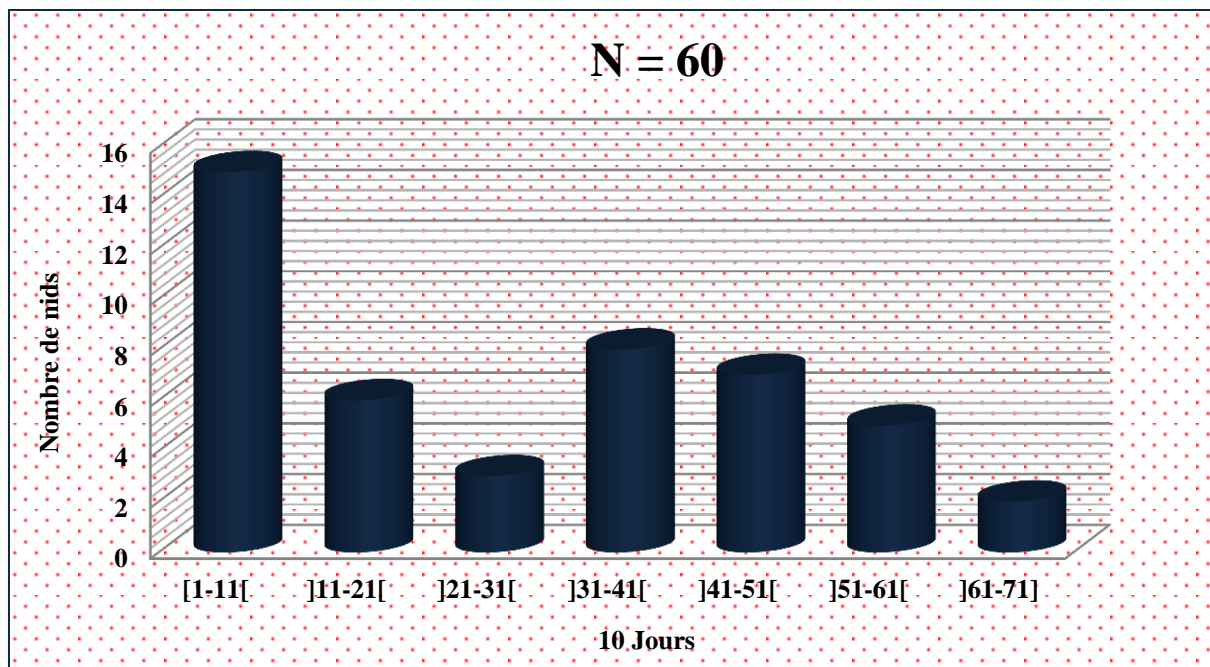


Figure. 25: Evolution des nids de la Poule d'eau au lac Tonga en 2011 (1= le 28 Avril). N: nombre de nids.

Tableau. 05: Caractéristique des œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2011. N : Nombre des œufs.

Désignation	Moy	S.D	Min	Max	N
Longueur (mm)	42.95	2.33	24.75	48.04	421
Largeur (mm)	29.93	1.32	18.05	31.86	421
Volume (mm ³)	19.60	2.23	4.08	23.96	421

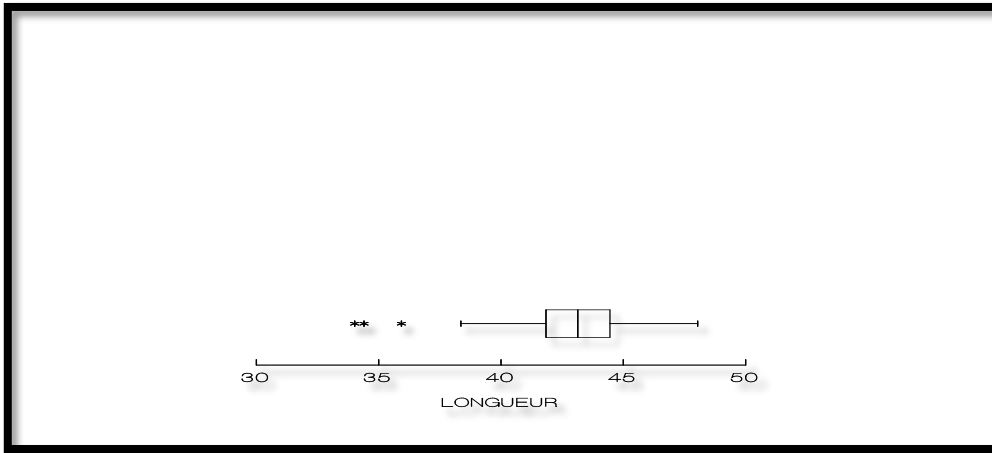


Figure. 26: Box plot représentant la longueur d’œufs de la Poule d’eau au lac Tonga en 2011.
N=421.

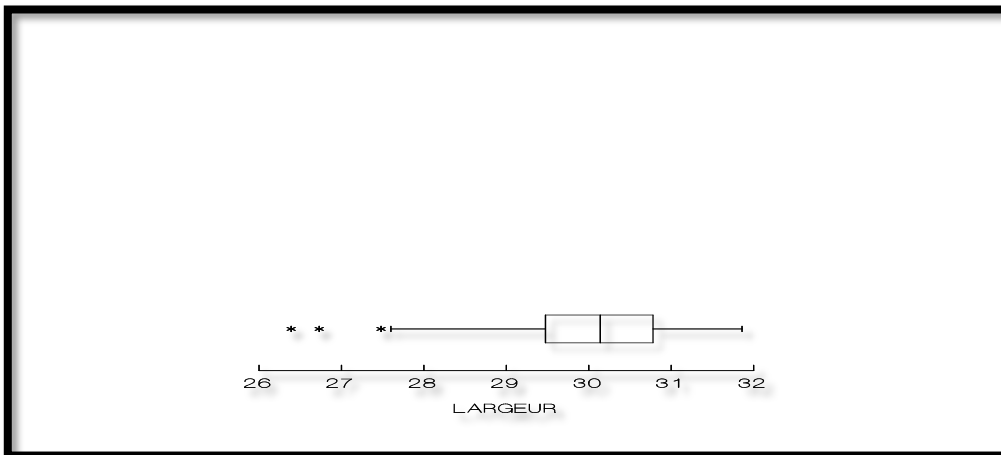


Figure. 27: Box plot représentant la largeur d’œufs de la Poule d’eau au lac Tonga en 2011.
N=421.

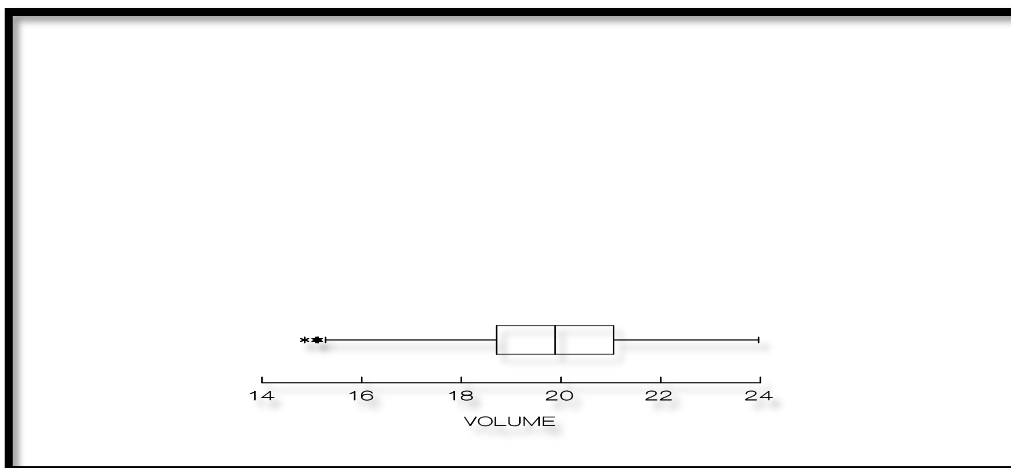


Figure. 28: Box plot représentant le volume d’œufs de la Poule d’eau au lac Tonga en 2011.
N=421.

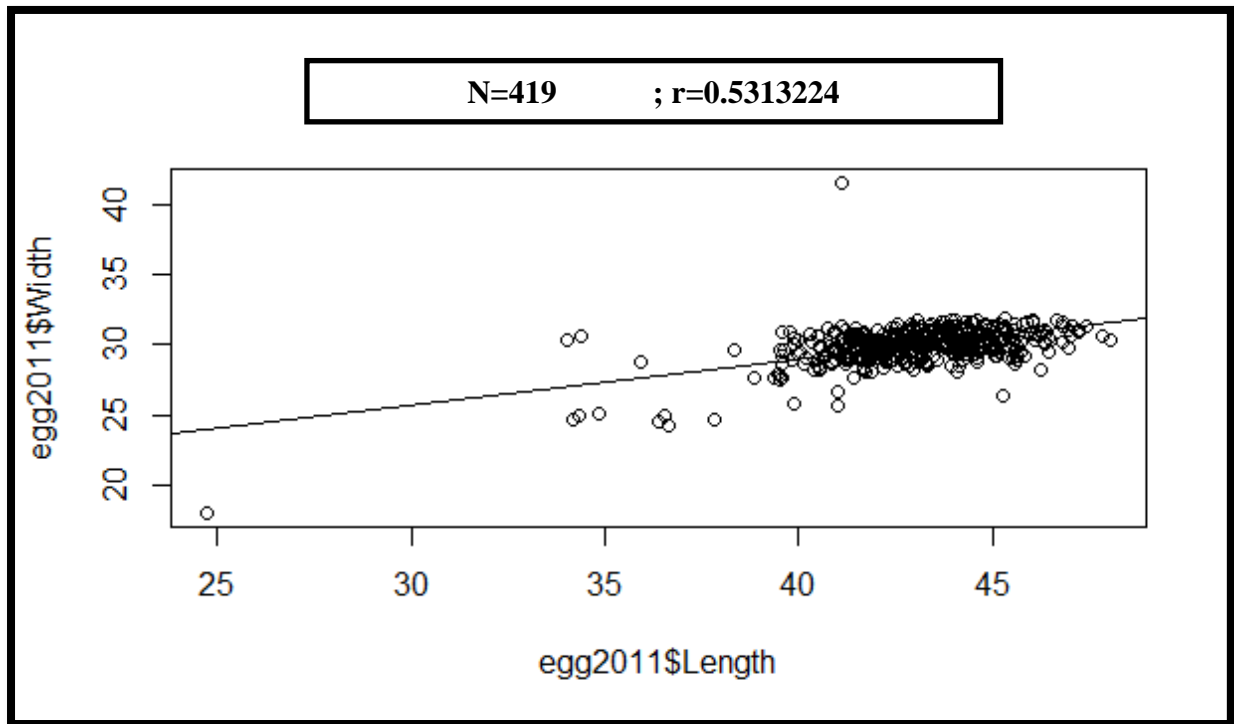


Figure. 29: Graphe de corrélation entre la longueur et la largeur des œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2011.

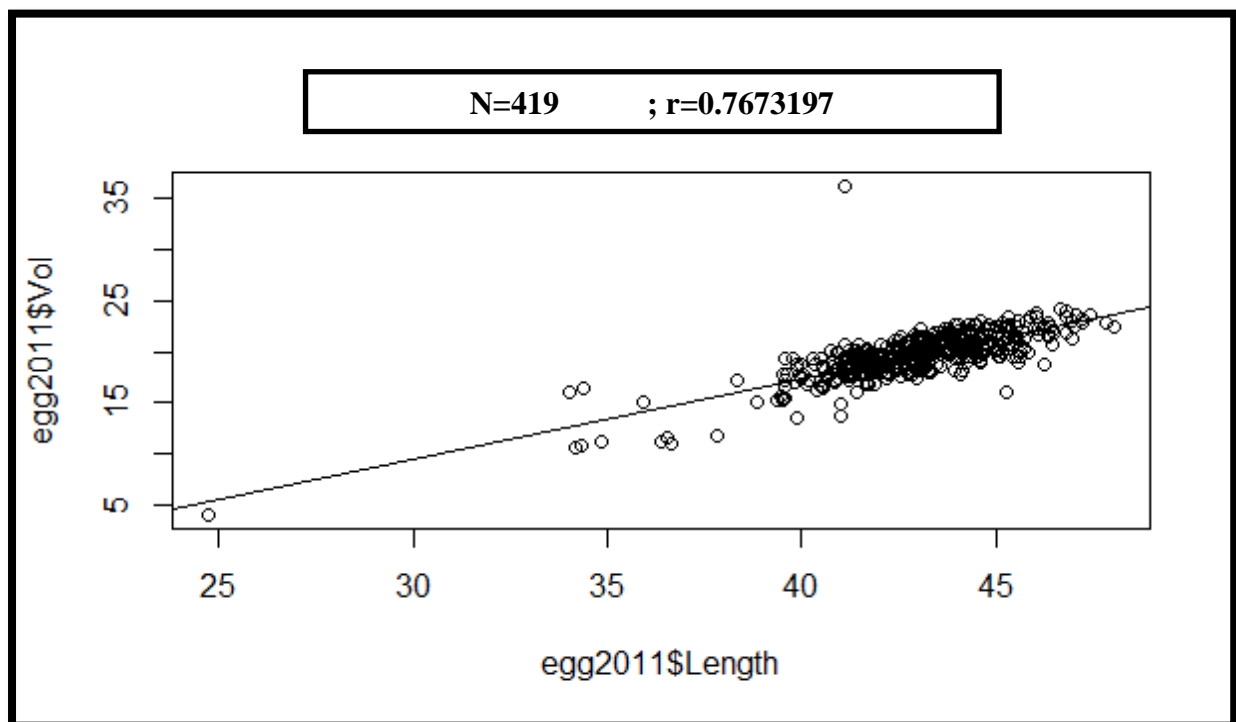


Figure. 30: Graphe de corrélation entre la longueur et le volume des œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2011.

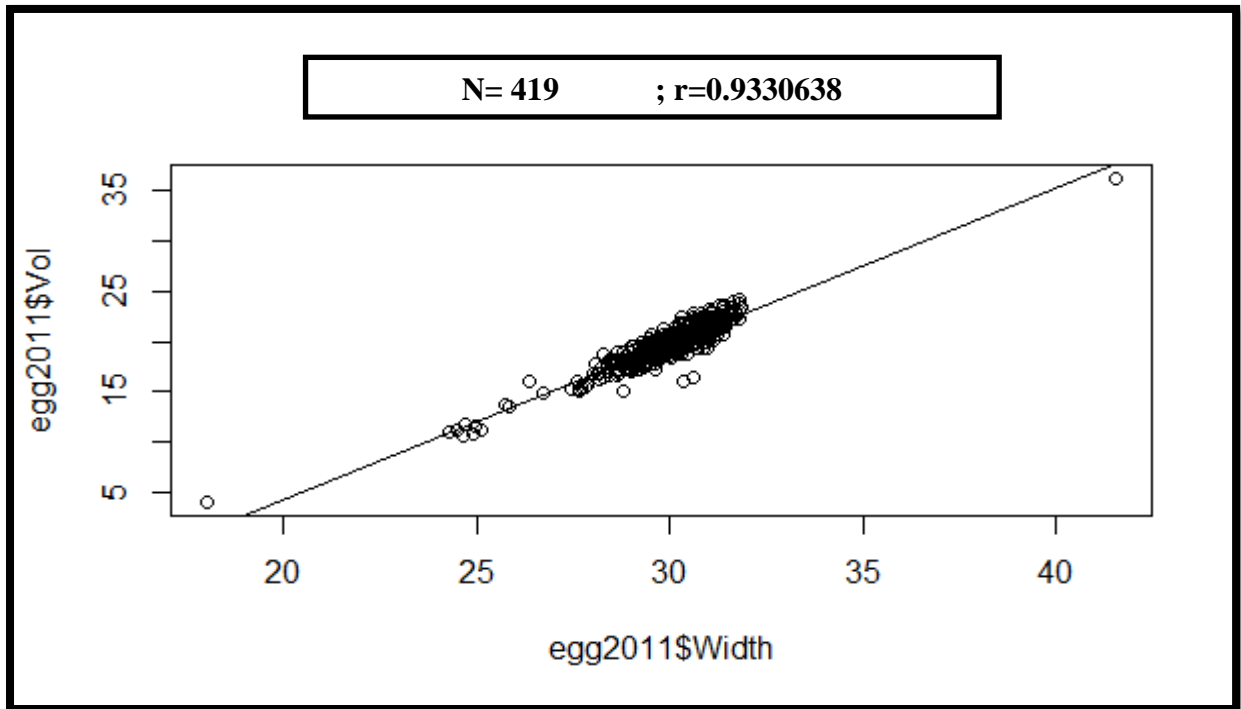


Figure. 31: Graphe de corrélation entre la largeur et le volume des œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2011.

3-5. Paramètres de la reproduction :

3-5-1. La durée d'incubation :

En 2011, la durée de l'incubation des œufs était de 21 jours.

3-5-2. La grandeur de ponte :

D'après notre étude et pour la première saison de reproduction 2011, la grandeur de ponte moyenne est de 7.67 ± 3.34 et (1-17) avec N=28 nids.

3-5-3. Le succès de la reproduction :

En 2011, au lac Tonga, la Poule d'eau a présenté un succès de reproduction de 70%, et le reste des nids a subi un échec à cause de facteurs biotiques (prédation, abandon, ...), et d'autres qui sont abiotiques (vandalisme, et inondation), et d'autres inconnus (tableau 6, figure 32).

La cause principale de l'échec de la reproduction en 2011 est la prédation avec 39% des nids puis le vandalisme et l'inondation avec 22% (pour chaque cause), puis l'abandon avec 6 % et les 11% des nids restant ont subi un échec dont les causes sont inconnus (tableau 7, figure 33).

3-5-4. Le succès moyen de l'éclosion :

Selon nos données, 72 % des œufs de la Poule d'eau ont présenté une éclosion complète, et 28 % ont subi un échec d'éclosion (tableau 8, figure 34).

Tableau. 06: Succès de la reproduction de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* au lac Tonga en 2011. N: nombre de nids éclos.

Réussite (éclosion) /Echec)	%	N
Nids éclos	70	42
Nids non éclos	30	42

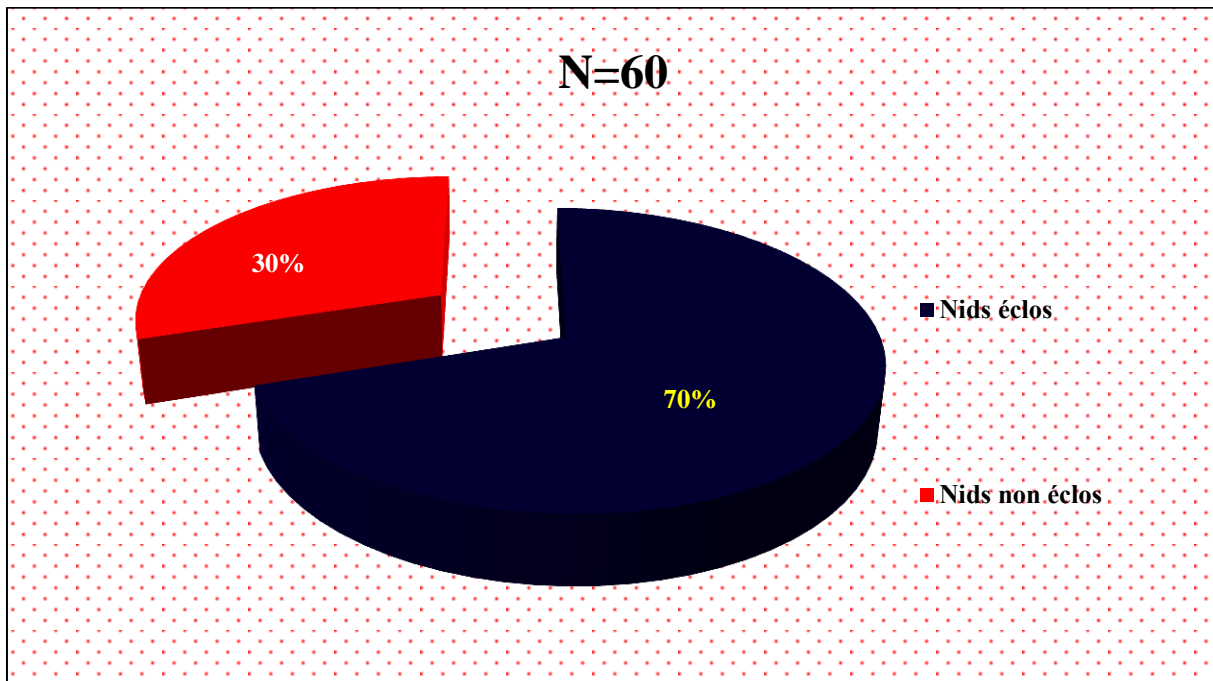


Figure. 32: Succès de la reproduction de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* au lac Tonga en 2011. N: nombre total de nids.

Tableau. 07: Facteurs de l'échec de la reproduction de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* au lac Tonga en 2011. N : nombre de nids non éclos.

Causes de l'échec	%	N
Prédation	39	18
Inondation	22	18
Vandalisme	22	18
Abandon	6	18
Inconnu	11	18

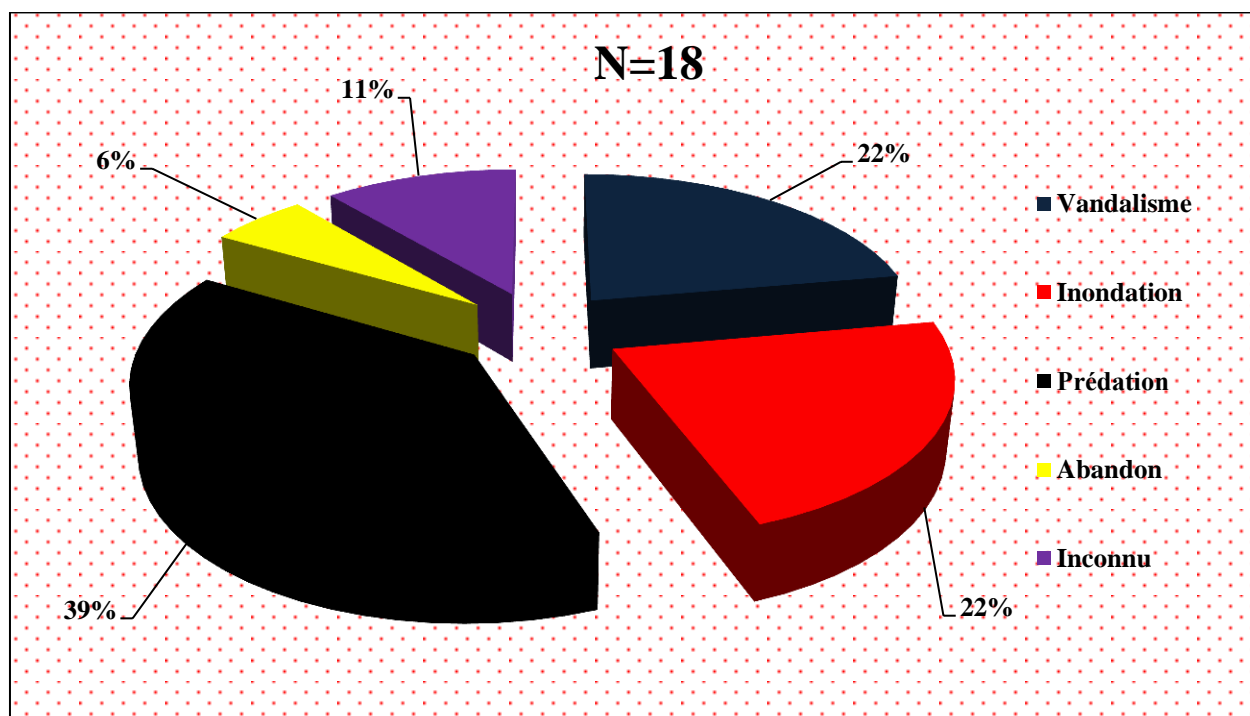


Figure. 33: Facteurs de l'échec de la reproduction de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* au lac Tonga en 2011. N: nombre de nids non éclos.

Tableau. 08: Succès moyen de l'éclosion des œufs de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* au lac Tonga en 2011. N : nombre des œufs éclos.

Eclosion/Echec	%	N
Œufs éclos	72	301
Œufs non éclos	28	301

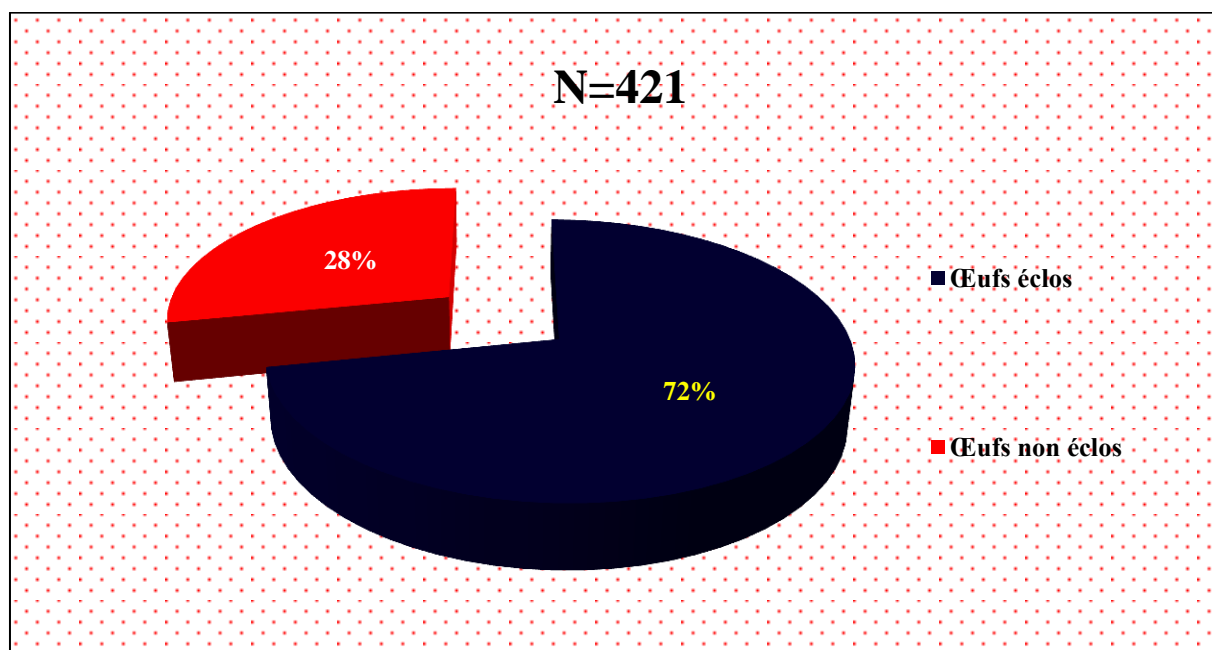


Figure. 34: Succès moyen de l'éclosion des œufs de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* au lac Tonga en 2011. N: nombre total des œufs.

4. Résultats de la deuxième saison 2012:

Pendant la deuxième saison de reproduction de l'année 2012, 71 nids ont été recensés dans ses différentes strates de végétation.

4-1. La végétation:

La nidification de la Poule d'eau est essentiellement localisée sur les bords du lac, et les nids sont généralement construits avec des tiges et des feuilles de Scirpe lacustre *Scirpus lacustris* tressées, mais aussi avec un mélange des feuilles de *Sparganium erectum*.

4-1-1. Types de végétation :

Nos résultats indiquent que le Scirpe lacustre *Scirpus lacustris* est la strate dominante comme habitat de reproduction préféré par la Poule d'eau dont 85% des nids ont été construits au milieu de ses touffes. La strate composée de *Scirpus lacustris* et *Typha angustifolia* ainsi que celle composée de *Scirpus lacustris* et *Sparganium erectum* montrent un pourcentage de 7% de l'ensemble végétale utilisé par l'espèce, dont les deux types floristiques de *Scirpus lacustris* et *Phragmites australis* occupent ensemble seulement 1% des habitats utilisés par cet oiseau d'eau (figure 35).

4-1-2. Hauteur de végétation :

Les mesures de la hauteur de végétation, on montré que la strate]2.5-3 m] est la plus abondante en nombre important de nids (32/71) ; ensuite vient la strate de végétation comprise entre]2-2.5m] avec un nombre aussi considérable de nids (19/71) ; alors que les autres strates]3-3.5m] ,]1.5-2m],]1-1.5m], [0.5-1m] et]3.5-4m] ne contiennent que de petits nombres de nids (7/71, 6/71, 3/71, 2/71, 2/71) (figure 36).

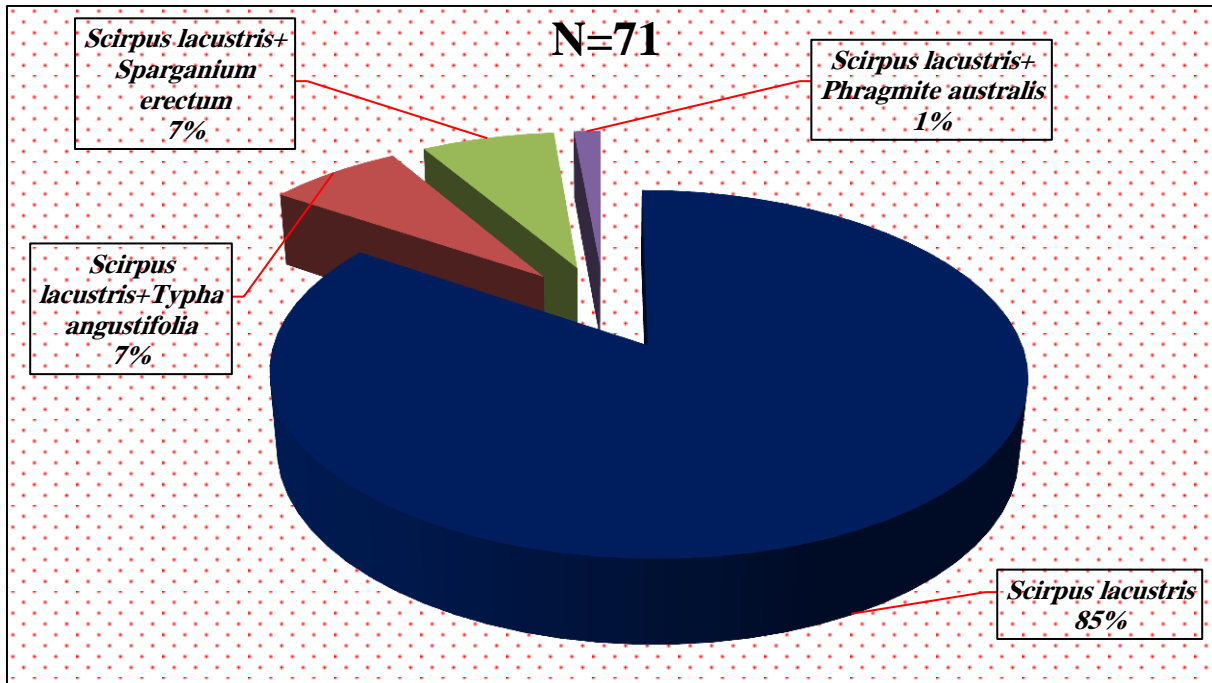


Figure. 35: Répartition des nids de la Poule d'eau dans les différentes strates de végétation au lac Tonga en 2012. N: nombre de nids.

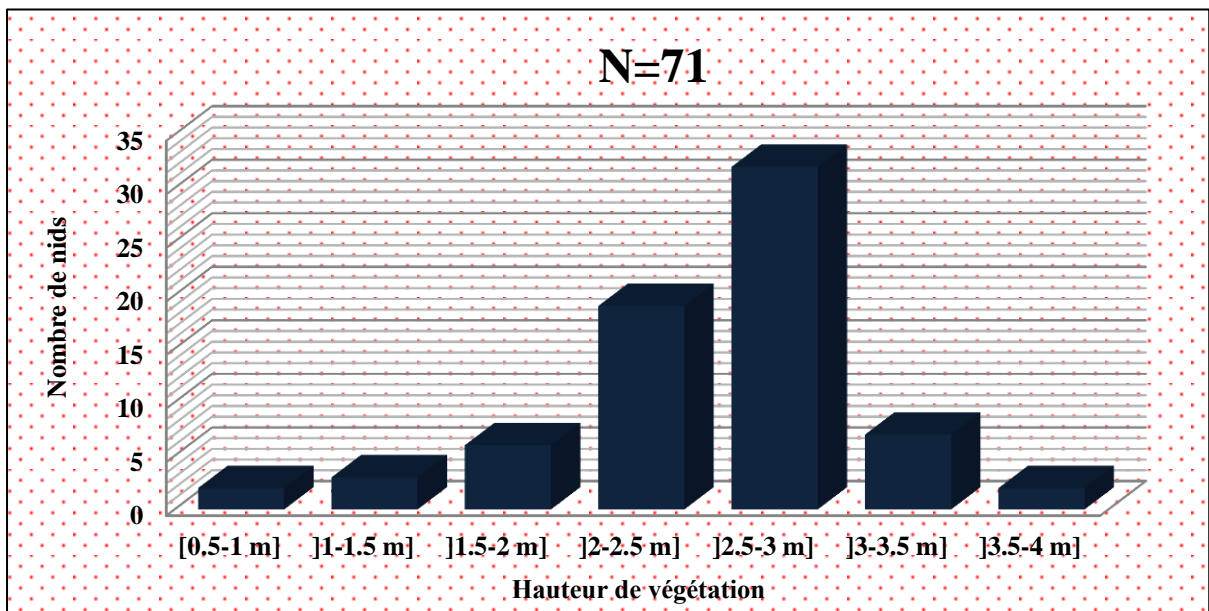


Figure. 36: Distribution des nids de la Poule d'eau selon la hauteur de la végétation au lac Tonga en 2012. N: nombre de nids.

4-2. Caractéristiques des nids :

En 2012, les nids de la Poule d'eau présentent un diamètre externe moyen de 20.22 cm \pm 2.40, variant de 16 à 30 cm, et un diamètre interne moyen de 11.73 cm \pm 2.31 variant de 7 à 18 cm.

La hauteur moyenne du nid est de 13.57 cm \pm 5.34, elle varie de 7 à 40 cm.

La profondeur moyenne de l'eau où les nids ont été construits est de 0.42 m \pm 0.11 ; de (0.18-0.70 m).

La distance eau-nid est en moyenne de 1.28 m \pm 0.59 et (0.57-3.20 m).

La végétation était caractérisée par une densité moyenne de 66% \pm 0.18 et (20-100%).

La hauteur moyenne de la végétation est de 2.54m \pm 0.56 et (0.81-3.80 m) (tableau 9).

Les résultats de la deuxième saison 2012 au lac Tonga ; montrent que 50% des nids de la Poule d'eau sur un total de 71 nids se caractérisent par un diamètre externe de 18 à 21 cm, avec la présence de trois valeurs extrêmes (26, 27 et 30 cm).

Pour le diamètre interne ; 50% des nids de la Poule d'eau sur un total de 71 nids mesurent en 2012 entre 10 et 13 cm, avec la présence d'une valeur extrême de 18 cm.

Concernant la hauteur des nids de la Poule d'eau en 2012 ; 50% sur un total de 70 nids ont une hauteur de 10 à 15 cm ; avec deux valeurs extrêmes (24 et 30 cm).

La profondeur de l'eau où 50% des nids de la Poule d'eau sont construits en 2012 est comprise entre 35 et 50 cm, avec aucune valeur extrême, dont le nombre total des nids est 71.

50% sur un total de 71 nids de la Poule d'eau sont loin de 88 à 155 cm de l'eau libre en 2012, avec la présence de trois valeurs extrêmes (290, 310 et 320 cm).

La densité de végétation où 50% sur un total de 71 nids de la Poule d'eau sont construits en 2012 est comprise entre 50 et 80%, avec aucune valeur extrême.

50% des nids sur un total de 69 nids de la Poule d'eau sont construits dans la végétation dont la hauteur est comprise entre 2.40 et 2.85 m en 2012, avec cinq valeurs extrêmes (1.10, 1.40, 1.60, 3.70 et 3.80 m).

Tableau. 09: Caractéristiques des nids de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* au lac Tonga en 2012. N : nombre de nids.

Désignation	Moy	S.D	Min	Max	N
Diamètre ext (cm)	20.22	2.40	16	30	71
Diamètre int (cm)	11.73	2.31	7	18	71
Hauteur de nid (cm)	13.57	5.34	7	40	71
Profondeur d'eau (m)	0.42	0.11	0.18	0.70	71
Distance eau-nid (m)	1.28	0.59	0.57	3.20	71
Densité de végétation (%)	66	0.18	20	100	71
Hauteur de vég (m)	2.54	0.56	0.81	3.80	71

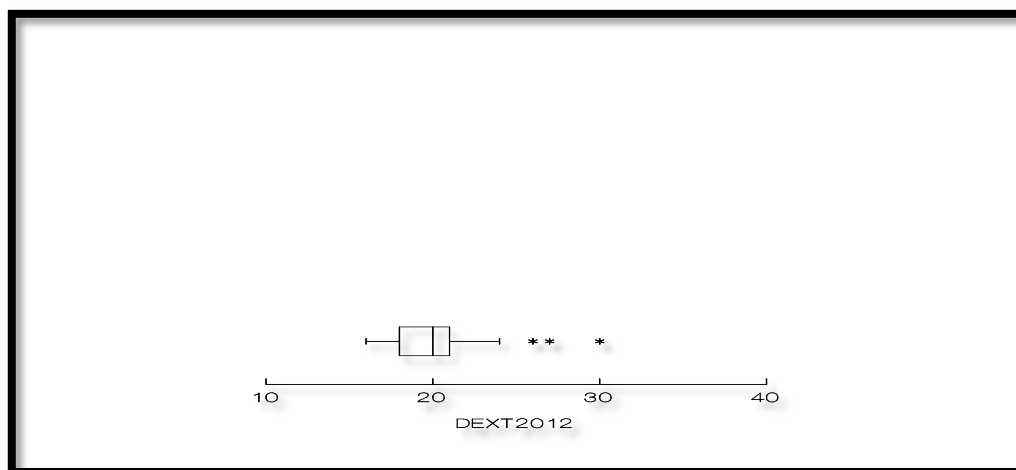


Figure. 37: Box plot représentant le diamètre externe des nids de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012. N=71.

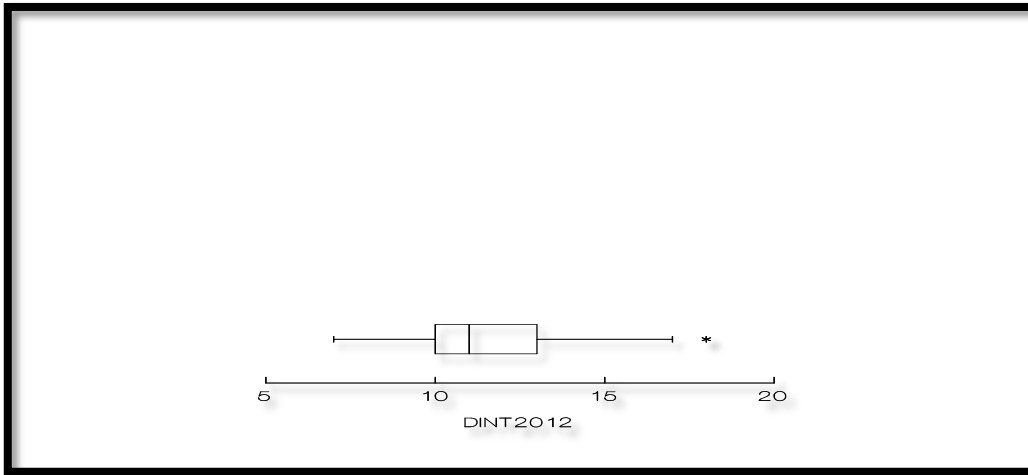


Figure. 38: Box plot représentant le diamètre interne des nids de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012. N=71.

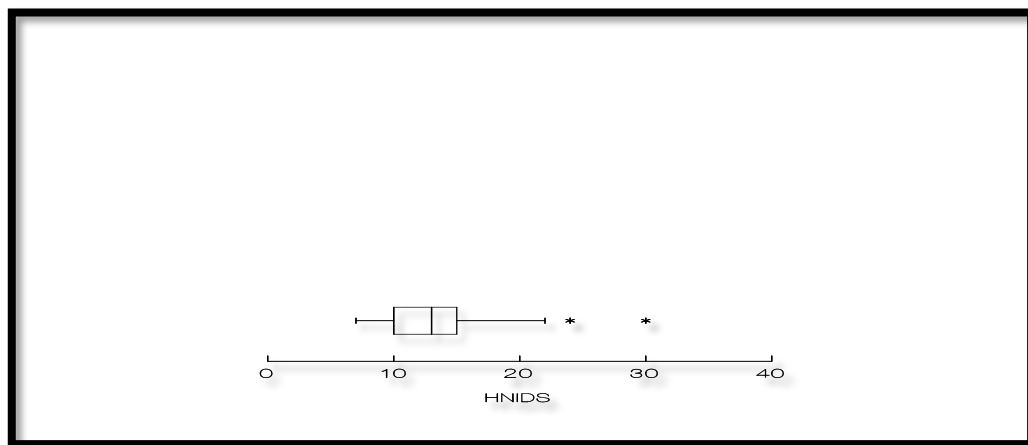


Figure. 39: Box plot représentant la hauteur des nids de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012. N=70.

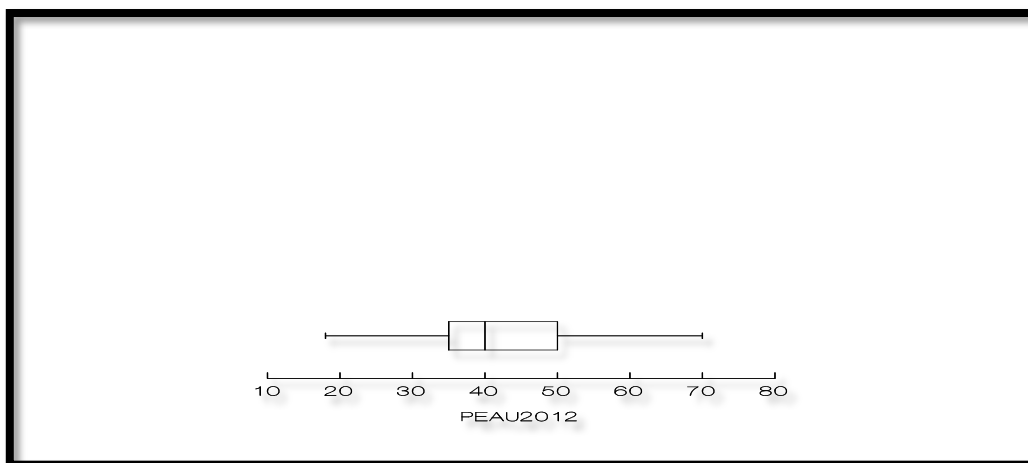


Figure. 40: Box plot représentant la profondeur de l'eau où les nids de la Poule d'eau sont construits au lac Tonga en 2012. N=71.

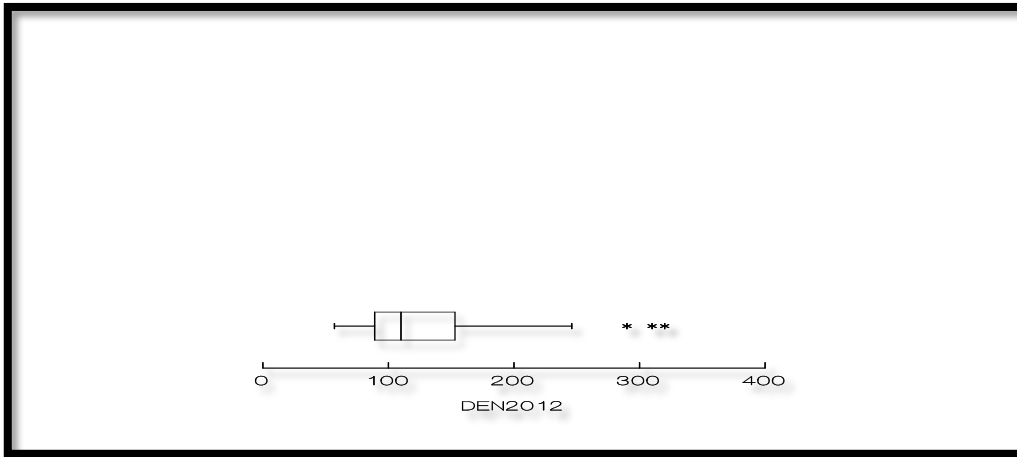


Figure. 41: Box plot représentant la distance entre l'eau et les nids de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012. N=71.

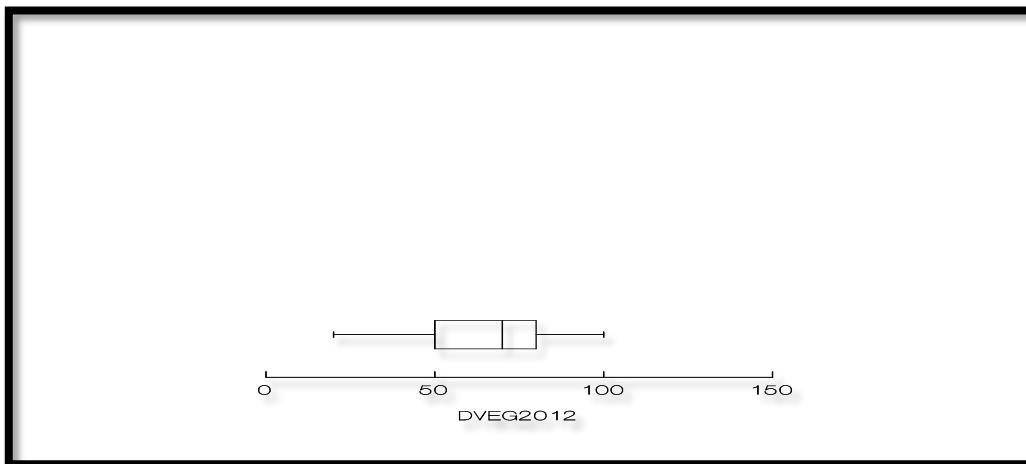


Figure. 42: Box plot représentant la densité de végétation où les nids de la Poule d'eau sont construits au lac Tonga en 2012. N=71.

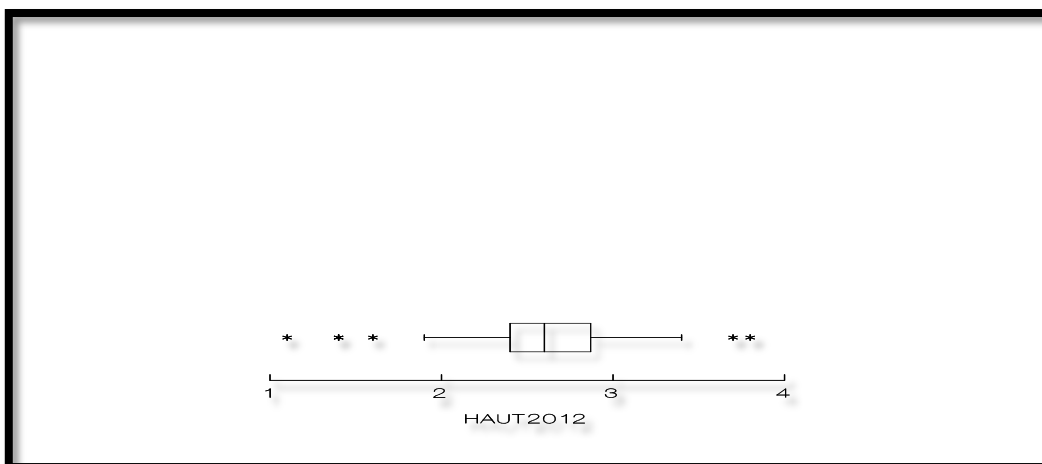


Figure. 43: Box plot représentant la hauteur de végétation où les nids de la Poule d'eau sont construits au lac Tonga en 2012. N=69.

4-3. Date et période de ponte :

En 2012 ; la première ponte a eu lieu le 1^{er} Mai et s'est terminée vers le début du mois de Juillet. Un pic du nombre de nids a été observé au niveau de la première dizaine du mois de Mai (figure 44).

4-4. Caractéristiques des œufs :

Les œufs de la Poule d'eau montrent en 2012 une longueur moyenne de $42.23 \text{ mm} \pm 2.24$ qui varie de 29.82 à 50.62 mm, et une largeur moyenne de $29.66 \text{ mm} \pm 1.71$ variant de 21.15 à 39.91 mm et un volume moyen de $19.32 \text{ mm}^3 \pm 1.98$ et varie de 12.37 à 28.79 mm^3 . Leur poids moyen est de $20.53 \text{ g} \pm 1.89$ et varie de 13 à 30 g (tableau 10).

Concernant la taille des œufs de la Poule d'eau au lac Tonga ; nos résultats indiquent que 50% sur un total de 321 œufs ont une longueur de 41 à 43.50 mm en 2012, avec cinq valeurs extrêmes (34.50, 35 et 35.10 mm).

50% sur un total de 321 œufs de la Poule d'eau ont présenté une largeur de 29.20 à 30.60 en 2012, avec la présence de quatre valeurs extrêmes qui sont 26.20, 26.90, 32.70 et 33.40 mm.

Le volume de 50% sur un total de 321 œufs de la Poule d'eau en 2012 est compris entre 18 et 21 mm^3 , dont deux valeurs extrêmes apparaissent (12 et 14 mm^3).

En cas de leurs poids, 50% sur un total de 321 œufs de la Poule d'eau ont présenté une largeur de 19 à 21.50 g en 2012, avec la présence de quatre valeurs extrêmes qui sont 13, 14.50, 15.50 et 16 g.

Une corrélation positive moyennement significative est enregistrée entre la longueur et la largeur des œufs en 2012 dont ($r=0.51$) (Figure 49).

Une corrélation positive hautement significative est aussi retenue entre la largeur et le volume des œufs en 2012 dont ($r=0.95$) (Figure 50).

Une corrélation positive très significative est enregistrée entre la longueur et le volume des œufs en 2012, dont ($r=0.72$) (Figure 51).

En cas du poids d'œufs et leur volume en 2012 ; une faible corrélation est signalée dont ($r=0.44$) (Figure 52).

Le même résultat est obtenu en cas de la longueur d'œufs et leur poids en 2012, dont ($r=0.42$) (Figure 53).

Concernant le volume d'œufs et leur poids en 2012 ; une faible corrélation a été signalée entre ces deux variables avec ($r=0.44$) (Figure 54).

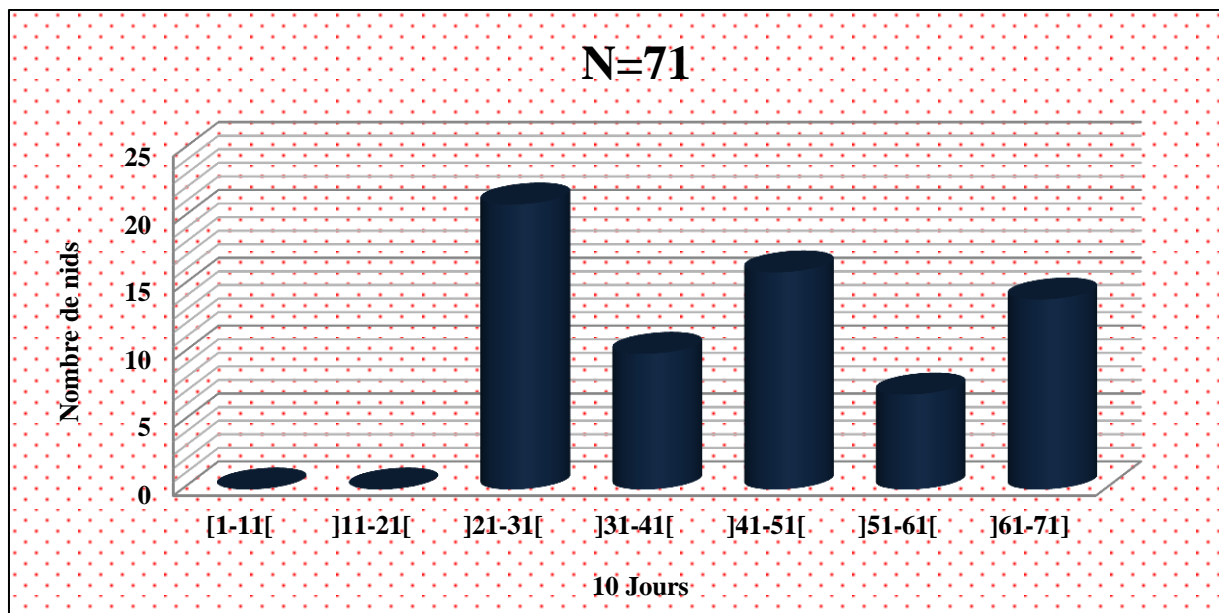


Figure. 44: Evolution des nids de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012 (1=le 13 Avril). N: nombre de nids.

Tableau. 10: Caractéristique des œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012. N : Nombre des œufs.

Désignation	Moy	S-D	Min	Max	N
Longueur (mm)	42.23	2.24	29.82	50.62	340
Largeur (mm)	29.66	1.71	21.15	39.91	340
Volume (mm ³)	19.32	1.98	12.37	28.79	322
Poids (g)	20.53	1.87	13.00	30.00	340

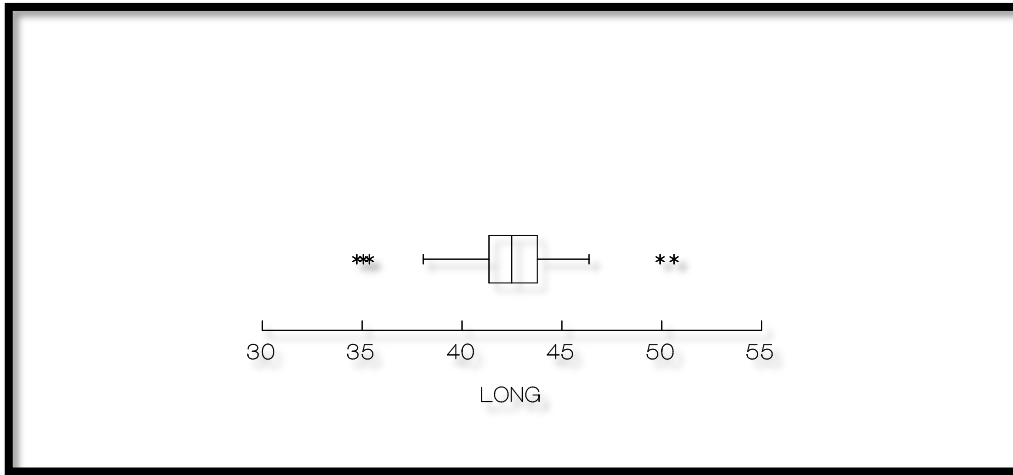


Figure. 45: Box plot représentant la longueur d’œufs de la Poule d’eau au lac Tonga en 2012.
N=321.

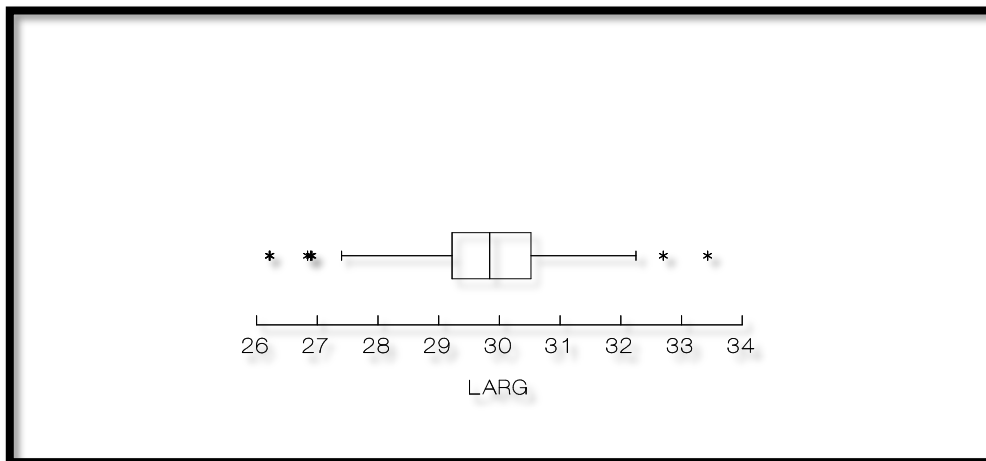


Figure. 46: Box plot représentant la largeur d’œufs de la Poule d’eau au lac Tonga en 2012.
N=321.

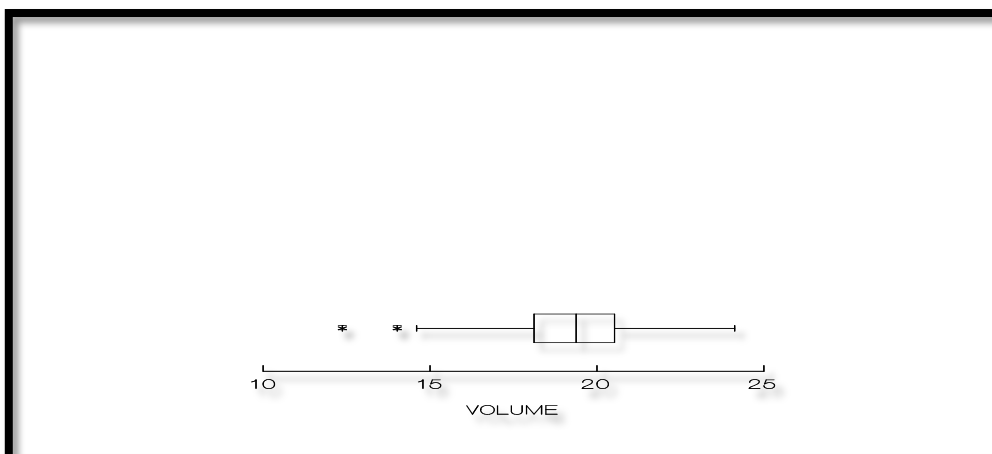


Figure. 47: Box plot représentant le volume d’œufs de la Poule d’eau au lac Tonga en 2012.
N=321.

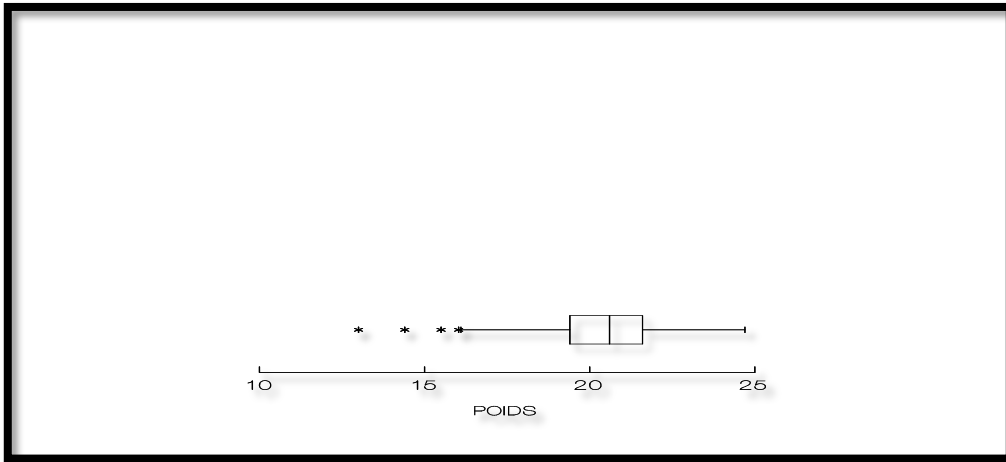


Figure. 48: Box plot représentant le poids d’œufs de la Poule d’eau au lac Tonga en 2012. N=321.

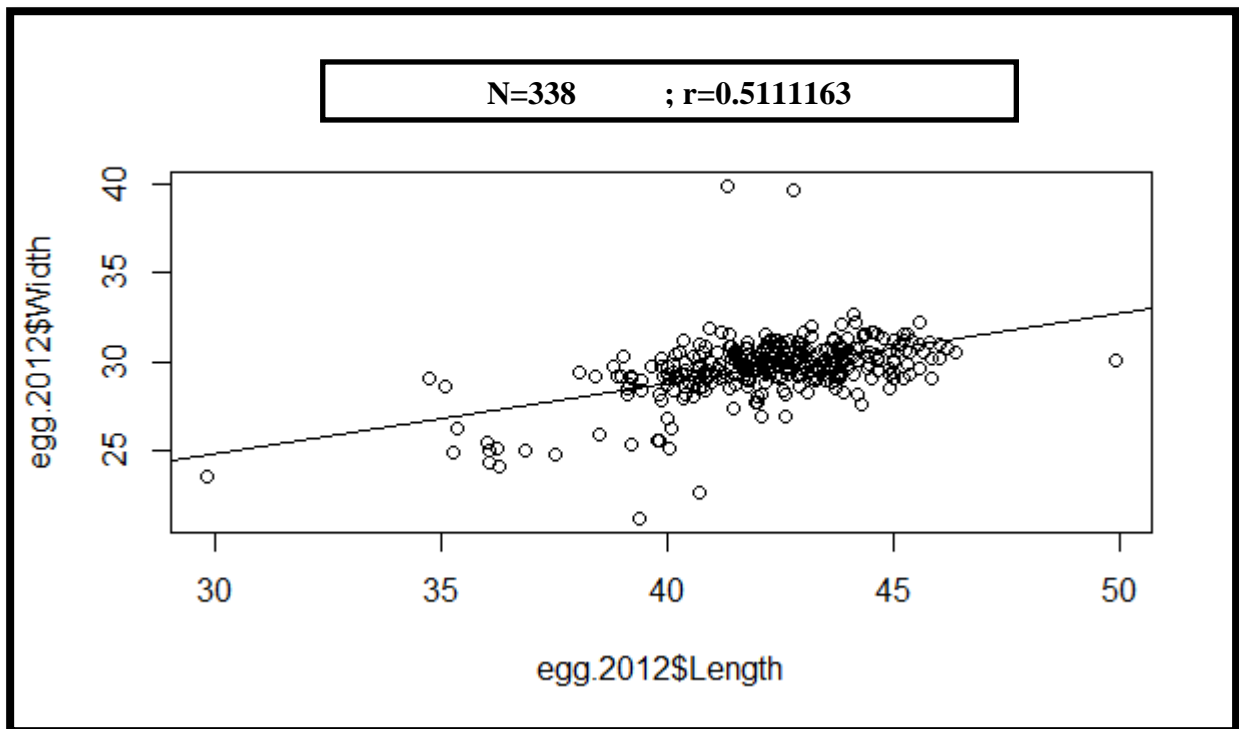


Figure. 49: Graphe de corrélation entre la longueur et la largeur des œufs de la Poule d’eau au lac Tonga en 2012.

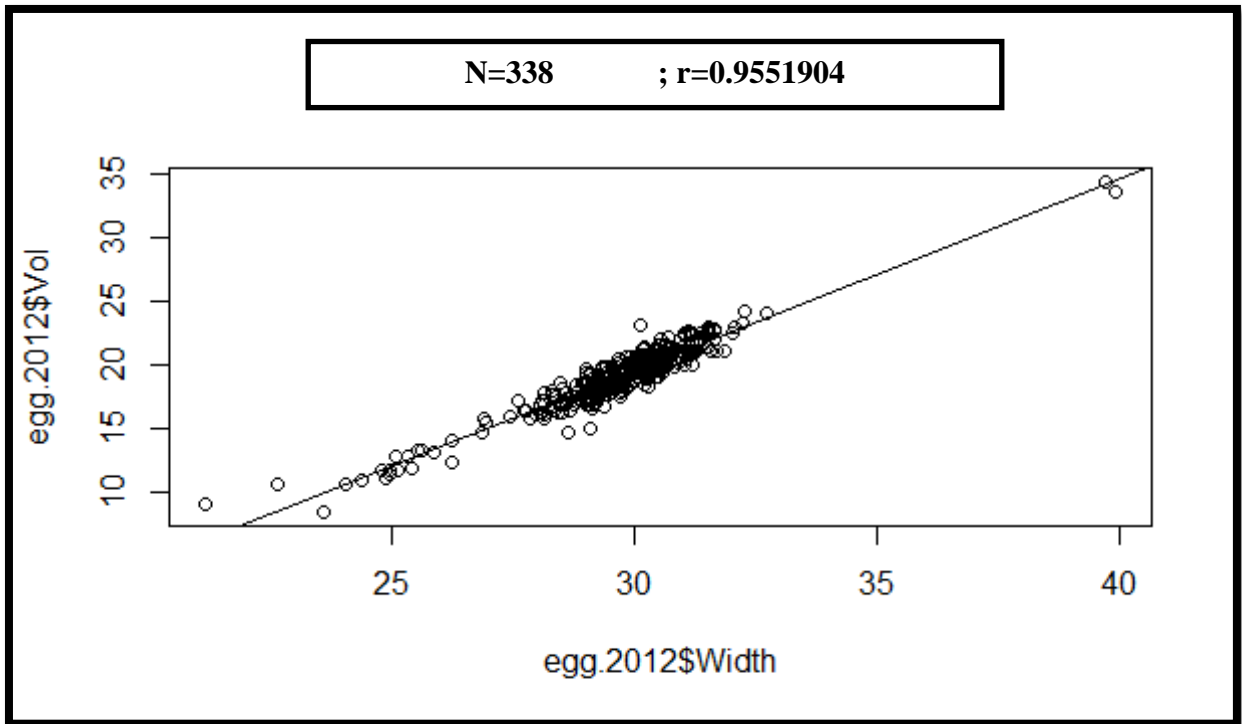


Figure. 50: Graphique de corrélation entre la largeur et le volume des œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012.

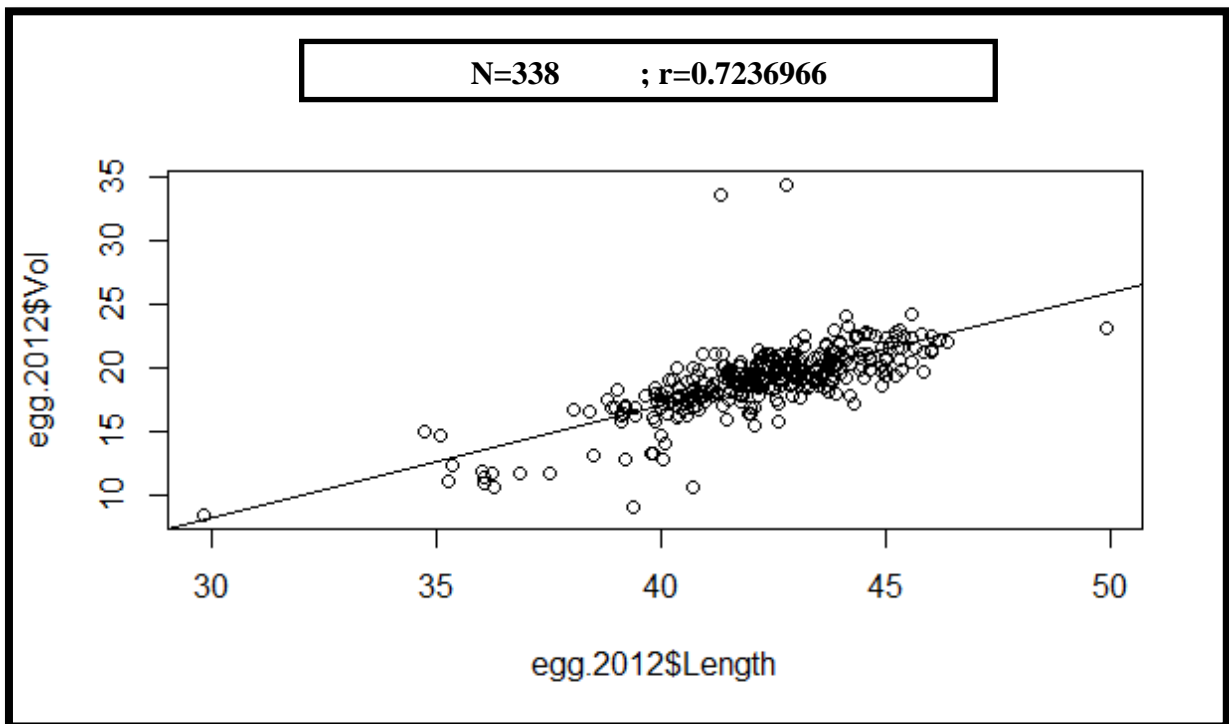


Figure. 51: Graphique de corrélation entre la longueur et le volume des œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012.

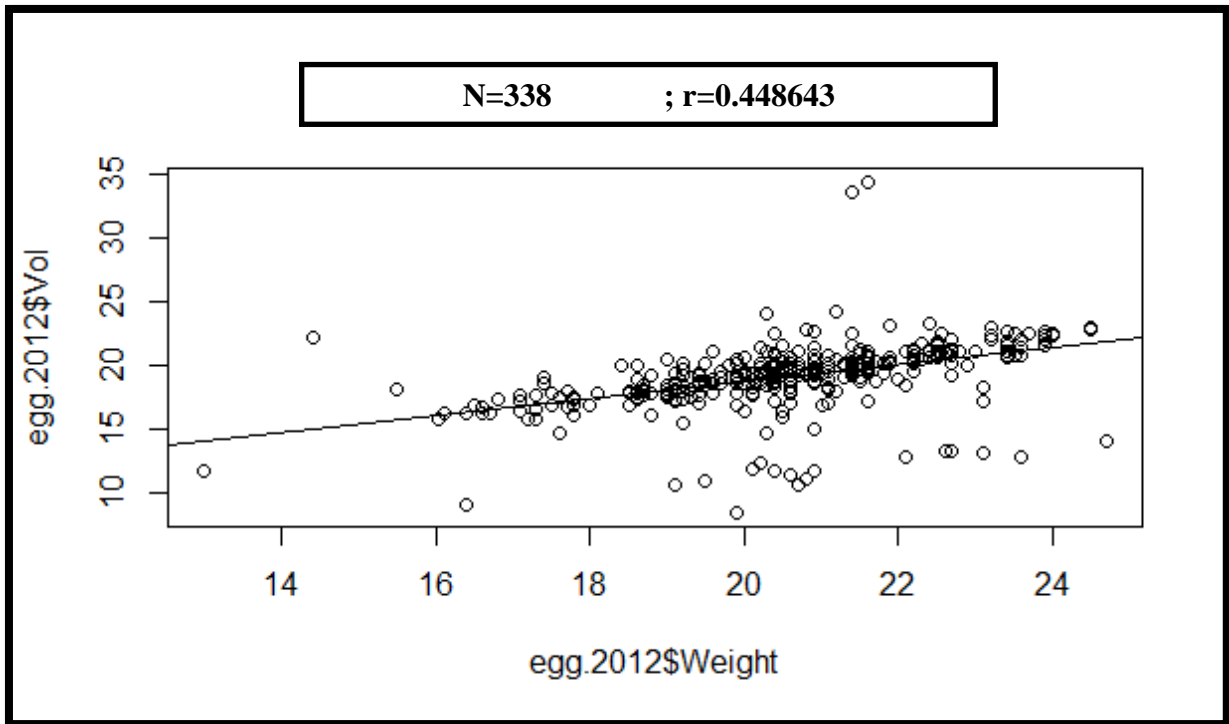


Figure. 52: Graphe de corrélation entre le poids et le volume des œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012.

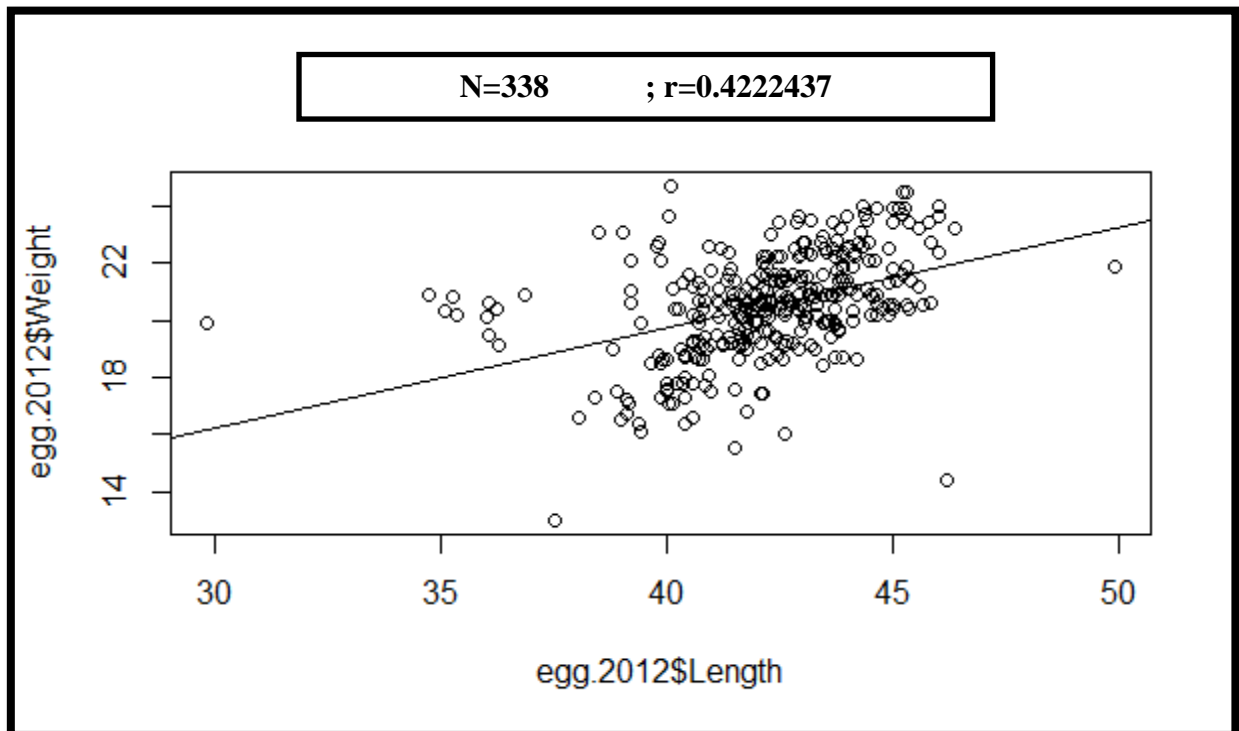


Figure. 53: Graphe de corrélation entre la longueur et le poids des œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012.

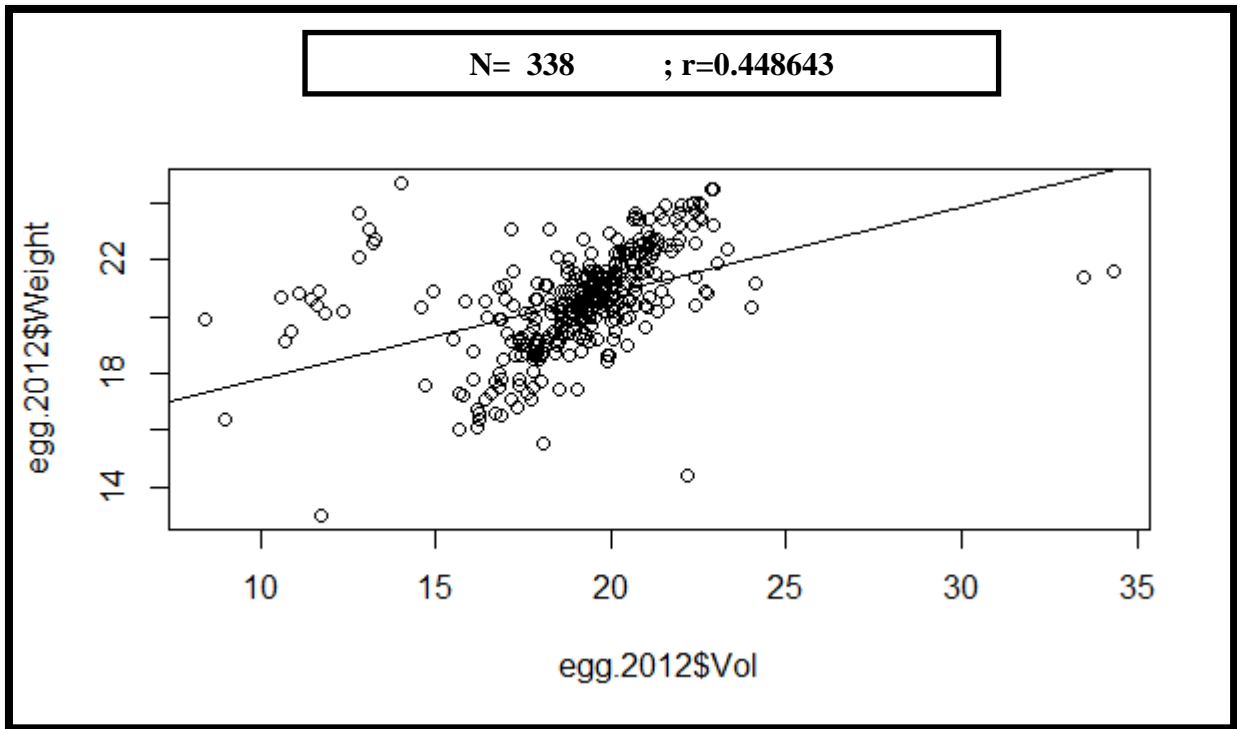


Figure. 54: Graphe de corrélation entre le volume et le poids des œufs de la Poule d'eau au lac Tonga en 2012.

4-5. Paramètres de la reproduction :

4-5-1. La durée d'incubation :

En 2012, comme en 2011 la même durée d'incubation des œufs est enregistrée (21 jours).

4-5-2. La grandeur de ponte :

La grandeur de ponte moyenne était de 6.37 ± 1.82 et (2-10) avec N= 27 nids.

4-5-3. Succès de la reproduction :

En 2012, au lac Tonga, un succès de reproduction de 51% est enregistré par la Poule d'eau, dont le reste des nids ont subi un échec à cause des facteurs biotiques (prédation), et d'autres qui sont abiotiques (vandalisme, et inondation) (tableau 11, figure 55).

La cause la plus importante de l'échec de la reproduction en 2012 est la prédation avec 66% des nids suivie du vandalisme avec 31% des nids, puis de l'inondation avec seulement 3% des nids (tableau 12, figure 56).

4-5-4. Le succès moyen de l'éclosion :

Selon nos données, 59% des œufs de la Poule d'eau ont subi une éclosion complète, dont les 41% qui restent ont été caractérisés par un échec (tableau 13, figure 57).

Tableau. 11: Succès de la reproduction de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* au lac Tonga en 2012. N: nombre de nids éclos.

Réussite (éclosion) /Echec	%	N
Nids éclos	51	36
Nids non éclos	49	36

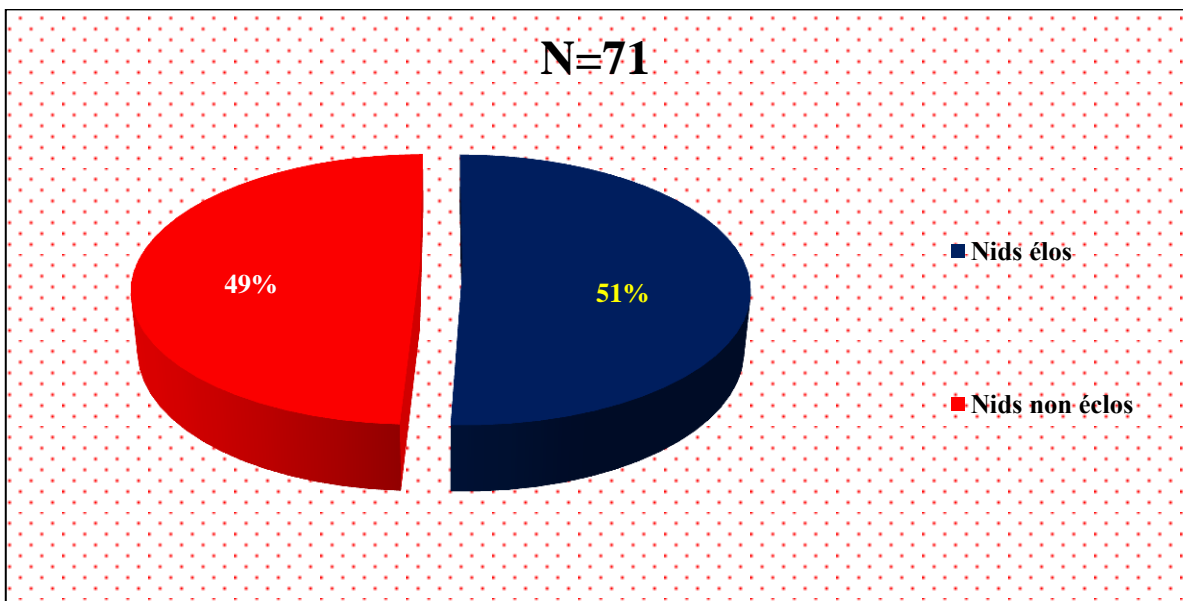


Figure. 55: Succès de la reproduction de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* au lac Tonga en 2012. N: nombre total de nids.

Tableau. 12: Facteurs de l'échec de la reproduction de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* au lac Tonga en 2012. N : nombre de nids non éclos.

Causes de l'échec	%	N
Prédation	66	35
Inondation	6	35
Vandalisme	31	35

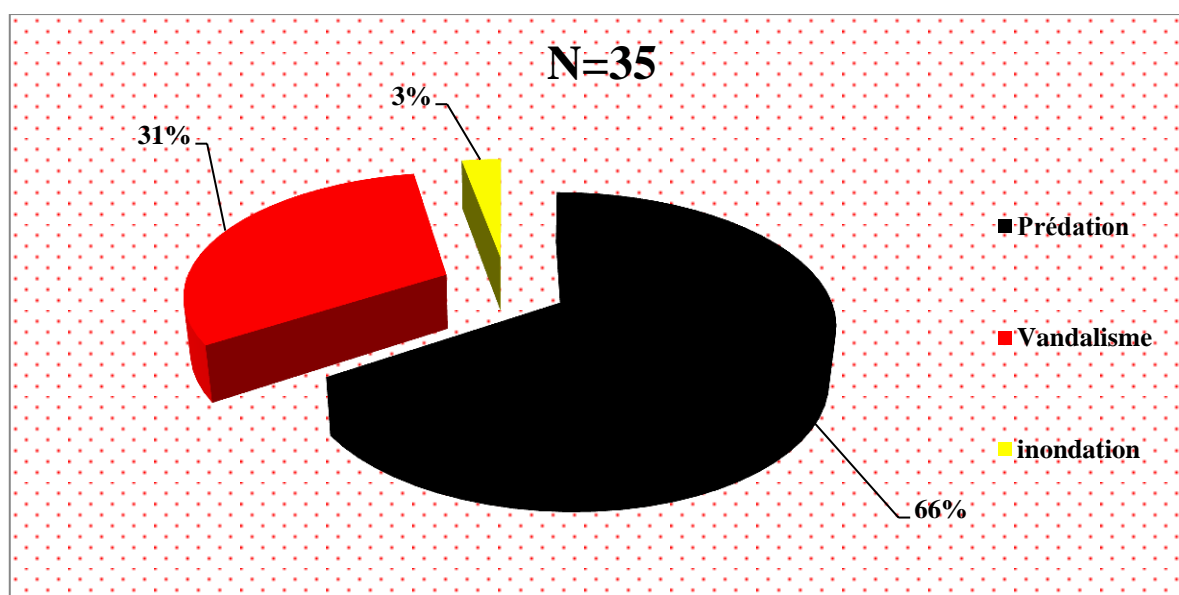


Figure. 56: Facteurs de l'échec de la reproduction de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* au lac Tonga en 2012. N: nombre de nids non éclos.

Tableau. 13: Succès moyen de l'éclosion des œufs de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* au lac Tonga en 2012. N : nombre des œufs éclos.

Éclosion/Echec	%	N
Œufs éclos	59	199
Œufs non éclos	41	199

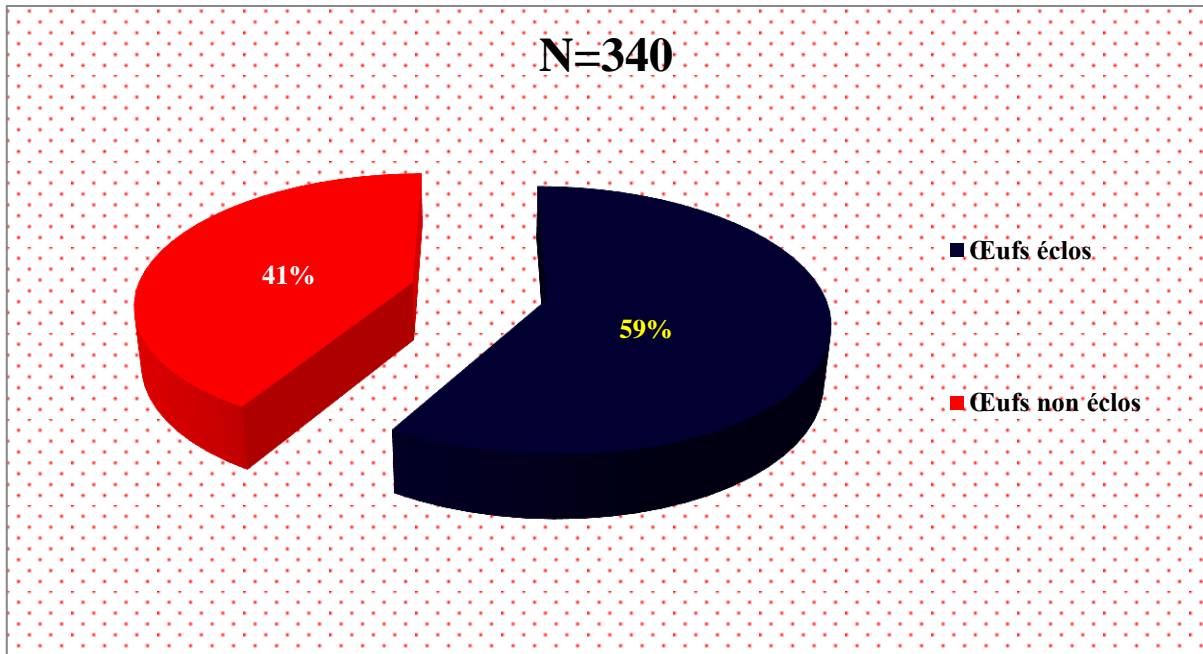


Figure. 57: Succès moyen de l'éclosion des œufs de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* au lac Tonga en 2012. N: nombre total des œufs.

5. Parasitisme intra et interspécifique chez la Poule d'eau *Gallinula chloropus* au lac Tonga en 2011, 2012:

La Poule d'eau *Gallinula chloropus* a présenté des cas du parasitisme intraspécifique (6 nids en 2011 et 4 nids en 2012) et interspécifique (1 nid en 2011 et 4 nids en 2012). Les pourcentages des nids qui ont présenté un parasitisme intra et interspécifique sont successivement 11.7% en 2011 et 11.3% en 2012 (tableau 14).

Le parasitisme interspécifique a été enregistré en impliquant la Poule d'eau comme espèce hôte parasitée par le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, et la Poule sultane *Porphyrio porphyrio* en 2012 ou espèce parasite d'autres espèces comme le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* en 2011 et la Poule sultane *Porphyrio porphyrio* en 2012 (tableau 15).

Tableau. 14: Carte représentative du nombre et du pourcentage du parasitisme intra et interspécifique enregistré chez la Poule d'eau *Gallinula chloropus* au lac Tonga en 2011 et 2012.

Année	parasitisme intraspécifique	parasitisme interspécifique	Pourcentage du parasitisme %	N
2011	6	1	11.7	60
2012	4	4	11.3	71

Tableau. 15: Tableau représentant le parasitisme interspécifique enregistré chez la Poule d'eau *Gallinula chloropus* au lac Tonga en 2011 et 2012.

Année	Hôte	NH	Parasite Primaire	NP1	Parasite secondaire	NP2	Devenir
2011	<i>Aythya nyroca</i>	5	<i>Gallinula chloropus</i>	1	<i>Oxyura leucocephala</i>	1	Vandalisé
2012	<i>Gallinula chloropus</i>	2	<i>Aythya nyroca</i>	1	Aucun	/	Prédaté
2012	<i>Gallinula chloropus</i>	6	<i>Oxyura leucocephala</i>	1	Aucun	/	Inconnu
2012	<i>Gallinula chloropus</i>	1	<i>Porphyrio porphyrio</i>	1	Aucun	/	Inconnu
2012	<i>Porphyrio porphyrio</i>	0	<i>Gallinula chloropus</i>	7	Aucun	/	Prédaté

Tableau. 16: Résumé des cas du parasitisme interspécifique enregistrés en impliquant la Poule d'eau comme (1) l'espèce parasite, (2) l'espèce hôte.

Espèces parasites	Espèces hôtes	Référence	Observation
(1)			
<i>Gallinula galeata</i>	<i>Quiscalus major</i>	Post et Seals (1989)	Poussin parasite éclos
<i>Gallinula chloropus</i>	<i>Ixobrychus sinensis</i>	Ueda (1993)	Poussin parasite éclos
<i>Gallinula chloropus</i>	<i>Fulica atra</i>	Forman (2003)	
<i>Gallinula chloropus</i>	<i>Ixobrychus sinensis</i>	Ueda et Narui (2004)	Poussin parasite éclos
<i>Gallinula chloropus</i>	<i>Fulica atra</i>	Wall (2004)	
<i>Gallinula chloropus</i>	<i>Ixobrychus minutus</i>	David, Vass, et Coroiu (2005)	
<i>Gallinula chloropus</i>	<i>Ixobrychus minutus</i>	Pardo-Cervera <i>etal.</i> (2010)	Poussin parasite éclos
<i>Gallinula chloropus</i>	<i>Ixobrychus minutus</i>	Samraoui <i>et al</i> (2012b)	
<i>Gallinula chloropus</i>	<i>Aythya nyroca</i>	Présente étude	
<i>Gallinula chloropus</i>	<i>Porphyrio porphyrio</i>	Présente étude	Nid vide
(2)			
Espèces hôtes	Espèces parasites	Etude	Observation
<i>Gallinula galeata</i>	<i>Oxyura jamaicensis</i>	Fredrickson (1971)	Poussin parasite éclos
<i>Gallinula chloropus</i>	<i>Aythya nyroca</i>	Présente étude	
<i>Gallinula chloropus</i>	<i>Oxyura leucocephala</i>	Présente étude	
<i>Gallinula chloropus</i>	<i>Porphyrio porphyrio</i>	Présente étude	



Figure. 58: Nid typique de la poule d'eau *Gallinula chloropus* composé des œufs de plusieurs femelles (parasitisme intraspécifique) dans une strate de *Typha angustifolia* (prise le 19/05/2012 par Meniaia Zeyneb).



Figure. 59: Nid typique de la poule d'eau *Gallinula chloropus* parasité par l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* dans une strate de *Sparganium emersum* (prise le 20/06/2012 par Meniaia Zeyneb).



Figure. 60: Nid typique de la poule d'eau *Gallinula chloropus* parasité par le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* dans une strate de *Sparganium emersum* et *Scirpus lacustris* (prise le 04/05/2012 par Meniaia Zeyneb).



Figure. 61: Nid typique du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* parasité par la Poule d'eau *Gallinula chloropus* et l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* dans une strate de *Scirpus lacustris* et de *Sparganium emersum* (prise le 24/05/2011 par Belhout Akram).

6. Comparaison entre les résultats des deux saisons de reproduction de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* (2011, 2012) au lac Tonga:

6-1. La répartition des nids de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* dans les différentes strates de végétation :

En comparant entre les deux saisons de reproduction au lac Tonga concernant les types de végétation occupée par la Poule d'eau *Gallinula chloropus* on remarque que les résultats montrent une différence dont quelques strates de végétation sont présentes dans la première année et absentes dans la deuxième (*Scirpus lacustris* et *Scirpus maritimus* ; *Scirpus maritimus* et *Typha angustifolia* ; *Scirpus maritimus* ; *Typha angustifolia* ; *Nymphaea alba* et *Typha angustifolia* ; *Iris pseudacorus* et *Phragmites australis*). Mais, généralement pas de différence enregistrée entre les pourcentages *Gallinula chloropus* au lac Tonga donnés, et le Scirpe lacustre *Scirpus lacustris* est toujours la strate la plus utilisée par l'espèce durant ces deux saisons (tableau 17).

6-2. Les caractéristiques des nids de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* au lac Tonga en 2011 et 2012:

Cette étude révèle qu'il n'y a pas de différence significative entre les résultats de deux saisons concernant les caractéristiques des nids de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* (tableau 18).

6-3. Les caractéristiques des œufs de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* au lac Tonga en 2011 et 2012:

Cette étude révèle qu'il n'y a pas de différence significative entre les résultats de deux saisons concernant les caractéristiques (longueur, largeur, poids, volume) des œufs de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* (tableau 19).

Tableau. 17: Comparaison entre la répartition des nids de la Poule d'eau dans les différentes strates de végétation (Types) au lac Tonga en 2011, 2012 (présente étude). N: nombre de nids.

Espèces végétales \ Etudes	Lac Tonga 2011 (N=60)	Lac Tonga 2012 (N=71)
<i>Scirpus lacustris</i> (%)	72	85
<i>Scirpus lacustris</i> et <i>Typha angustifolia</i> (%)	10	7
<i>Scirpus lacustris</i> et <i>Sparganium erectum</i> (%)	5	7
<i>Scirpus lacustris</i> et <i>Scirpus maritimus</i> (%)	3	/
<i>Scirpus lacustris</i> et <i>Phragmites australis</i> (%)	1.66	1
<i>Scirpus maritimus</i> et <i>Typha angustifolia</i> (%)	1.66	/
<i>Scirpus maritimus</i> (%)	1.66	/
<i>Typha angustifolia</i> (%)	1.66	/
<i>Nymphaea alba</i> et <i>Typha angustifolia</i> (%)	1.66	/
<i>Iris pseudacorus</i> et <i>Phragmites australis</i> (%)	1.66	/

Tableau. 18: Comparaison des caractéristiques des nids de la Poule d'eau au lac Tonga en 2011, 2012 (présente étude). N : Nombre de nids.

Désignation Etudes	Diam ext (cm) Moy	Diam int (cm) Moy	Haut du nid (cm) Moy	Haut de vég (m) Moy	Dens de vég (%) Moy	Profond d'eau (m) Moy	Dist eau-nid (m) Moy	N
Lac Tonga 2011 (présente étude)	21.29	13.03	14.98	2.47	75	0.59	1.06	60
Lac Tonga 2012 (présente étude)	20.22	11.73	13.57	2.54	66	0.42	1.28	71

Tableau. 19: Comparaison du volume/poids et de la taille des œufs de la Poule d'eau. Présente étude (2011 : Long et Large N=421, Volume N=421 ; 2012 : Long et Large N=340, Volume N=322, Poids N=340). N: nombre des œufs.

Désignation Etudes	Longueur (mm) Moy ± SD	Largeur (mm) Moy ± SD	Volume (mm³) Moy ± SD	Poids (g) Moy ± SD	N
Lac Tonga 2011 (Présente étude)	42.95±2.33	29.93±1.32	19.60±2.23	/	421
Lac Tonga 2012 (Présente étude)	42.23±2.24	29.66±1.71	19.32±1.98	20.53±1.89	322(v)/340(p)

6-4. La phénologie de ponte de l'espèce durant deux saisons de reproduction 2011, 2012 :

D'après cette étude ; la première ponte enregistrée de la Poule d'eau a eu lieu au lac Tonga le 28 Avril en 2011, alors qu'elle débutait le 1^{er} Mai en 2012.

En 2011 ; la ponte des œufs s'est terminée vers la fin Juin, et en 2012 au début du mois de Juillet (tableau 20).

Les pics sont enregistrés respectivement en 2011 et 2012 au niveau de la première dizaine de cette période pour la première saison (les trois derniers jours du mois d'Avril et la première semaine du mois de Mai), et au niveau de la première dizaine du mois de Mai pour la deuxième (Figures 25,44).

6-5. La grandeur de ponte de l'espèce durant deux saisons de reproduction 2011, 2012 :

Selon nos résultats ; aucune différence a été enregistrée concernant la grandeur de ponte entre les deux saisons (tableau 21).

6-6. Le succès de la reproduction de l'espèce durant deux saisons 2011 et 2012 :

On remarque qu'il y a une différence entre le succès de reproduction de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* en 2011 (70%) et celui de 2012 (51%). Cela peut être expliqué par la pression de la prédation des œufs qui a été exercée par la couleuvre d'eau *Natrix maura* au début de la deuxième saison (tableau 22).

Tableau. 20: Comparaison de la phénologie de ponte de l'espèce durant deux saisons de reproduction de la présente étude (Lac Tonga 2011 et Lac Tonga 2012). N : Nombre de nids.

Etude	Phénologie de ponte	N
Lac Tonga 2011 (présente étude)	28 Avril-1 ^{er} Juillet	60
Lac Tonga 2012 (présente étude)	1 ^{er} Mai- 6 Juillet	71

Tableau. 21: Comparaison de la grandeur de ponte de la Poule d'eau au lac Tonga. N : nombre de nids.

Etude	Grandeur de ponte	S-D	Min-Max	N
Lac Tonga 2011 (présente étude)	7.67	3.34	(1-17)	28
Lac Tonga 2012 (présente étude)	6.37	1.82	(2-10)	27

Tableau. 22: Comparaison du succès de la reproduction de la Poule d'eau au lac Tonga. N : nombre de nids.

Etude	Succès de la reproduction	N
Lac Tonga 2011 (présente étude)	70%	60
Lac Tonga 2012 (présente étude)	51%	71

6-7. Le destin des nids de la Poule d'eau au lac Tonga entre 2011 et 2012 :

Tableau. 23: Destin (%) des nids suivis de la Poule d'eau au lac Tonga, nord-est Algérien. La profondeur du niveau moyen de l'eau est aussi prévue.

Déstin	2011	2012
Réussi (%)	70	51
Prédaté (%)	12	32
Vandalisé (%)	3	15
inondé (%)	7	1
Inconnu	7	0
Profondeur moyenne de l'eau (cm)	60 ± 19	42 ± 12
N	60	69



Figure. 62: Nid pré-éclos de la poule d'eau *Gallinula chloropus* (prise le 06/07/2012 par Meniaia Zeyneb).



Figure. 63: Nid réussi de la poule d'eau *Gallinula chloropus* avec deux œufs, un poussin éclos et deux pré-éclos (prise le 20/06/2012 par Meniaia Zeyneb).



Figure. 64: Nid de la poule d'eau *Gallinula chloropus* prédaté par la Couleuvre d'eau *Natrix maura* (prise le 29/05/2012 par Meniaia Zeyneb).



Figure. 65: Nid prédaté de la poule d'eau *Gallinula chloropus* (prise le 27/06/2012 par Meniaia Zeyneb).



Figure. 66: Nid vandalisé de la poule d'eau *Gallinula chloropus*(prise le 08/05/2012 par Meniaia Zeyneb). .



Figure. 67: Nid inondé de la poule d'eau *Gallinula chloropus*(prise le 08/05/2012 par Meniaia Zeyneb).

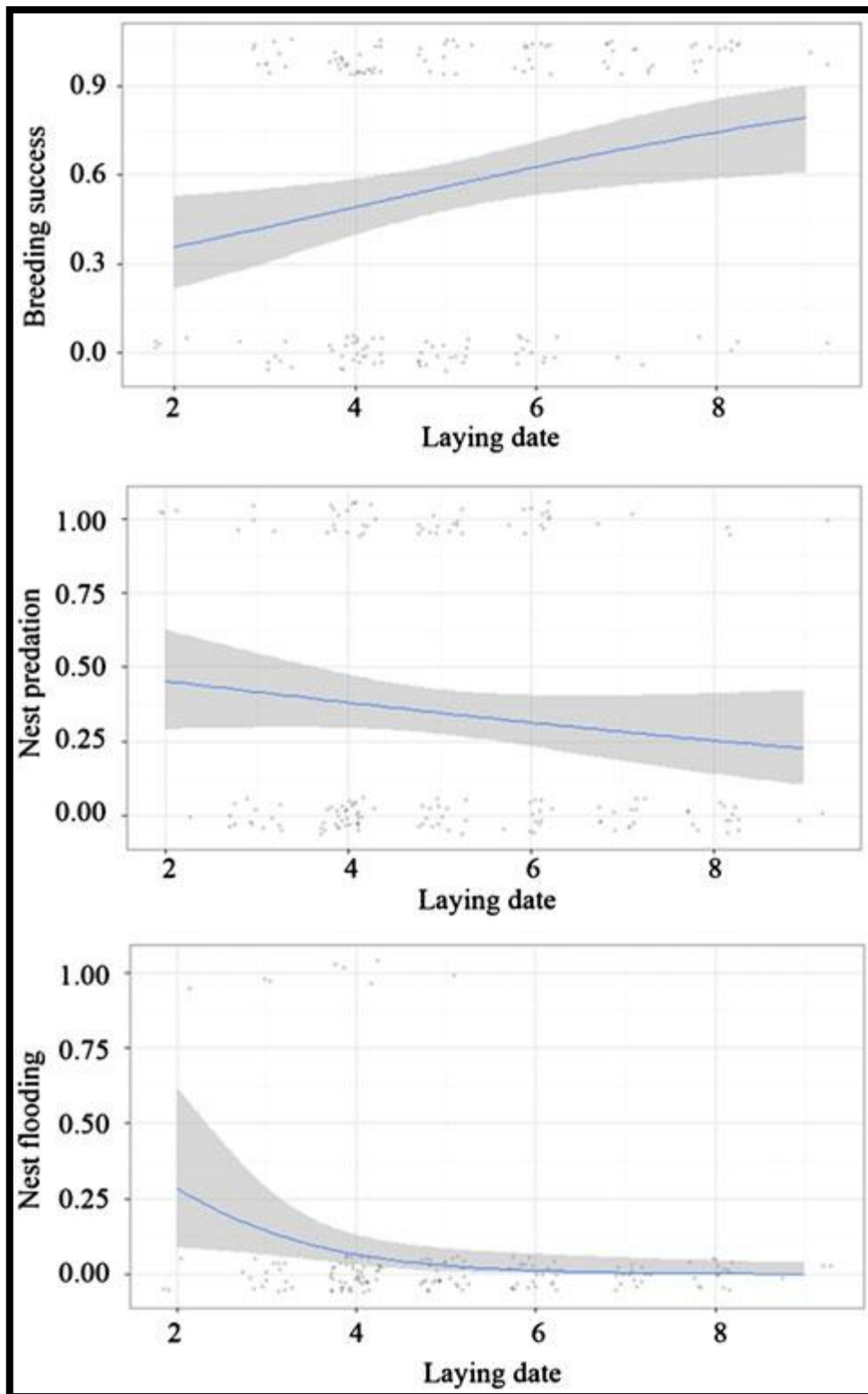


Figure. 68: Probabilité du succès reproductif (haut), prédation des nids (au milieu) et l'inondation des nids (en bas) de la Poule d'eau au lac Tonga, nord-est Algérien, avec des valeurs ajustées obtenues par GLM.

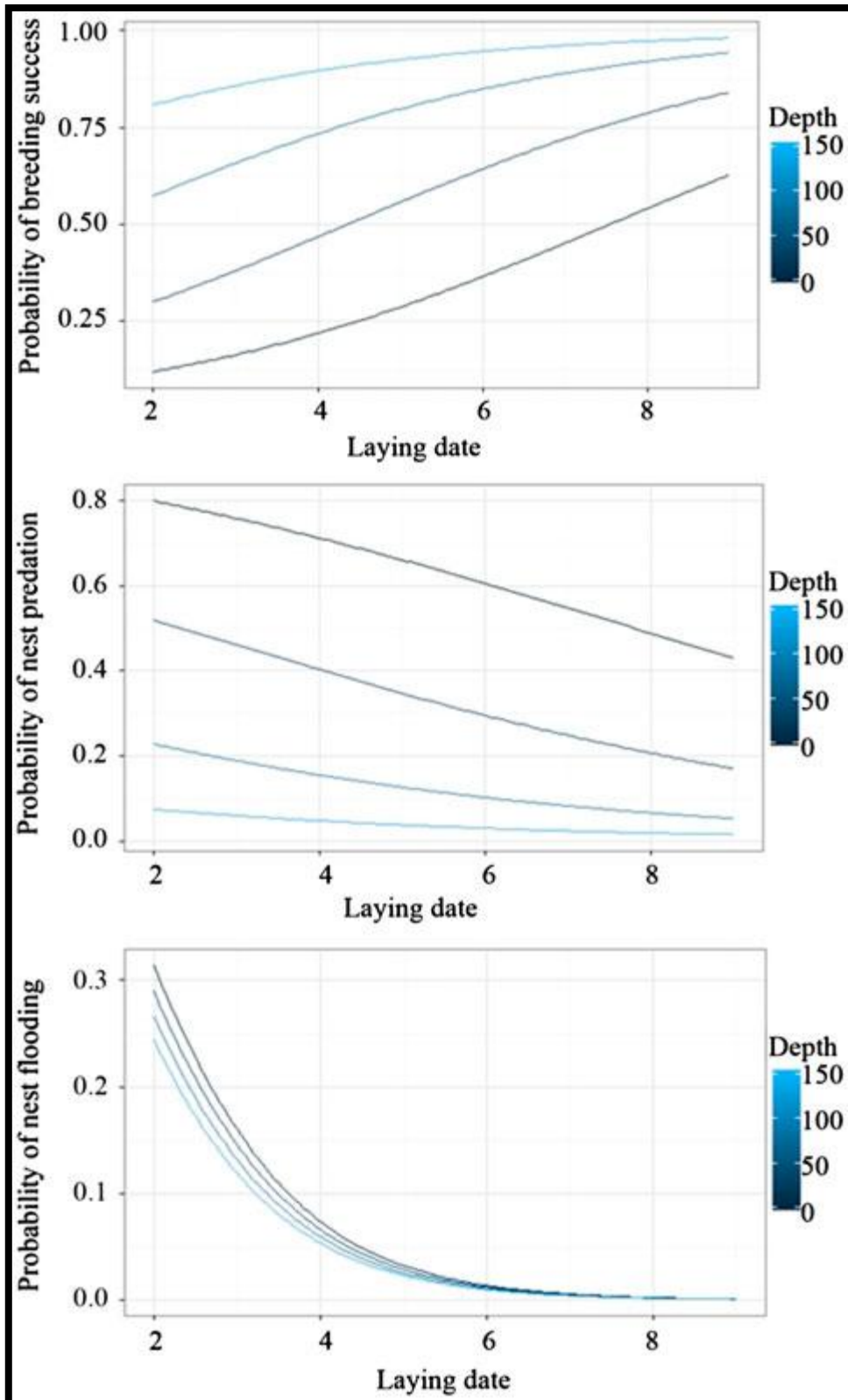


Figure. 69: Les probabilités estimées du succès reproductifs (haut), prédation des nids (au milieu) et l'inondation des nids (en bas) de la Poule d'eau au lac Tonga, nord-est Algérien.

La proportion des nids réussis a varié annuellement entre 51 et 70% (Tableau 29). Les causes de l'échec comprenant la prédation, l'inondation, le vandalisme et l'abandonnement du nid (Tableau 7, 12). Pendant l'exploration des données et la sélection du modèle, on a retenu deux variables indépendantes (la date de ponte et la profondeur d'eau) comme des prédicteurs importants du succès reproductif, de la prédation et de l'inondation des nids. La probabilité du succès reproductif était positivement corrélée à la date de ponte des œufs et la profondeur de l'eau (Figures 68 et 69). Contrairement, la probabilité de prédation et d'inondation des nids diminuait avec la date de ponte. La prédation était aussi négativement corrélée à la profondeur d'eau, alors que l'influence de ce dernier facteur sur l'inondation du nid n'était pas significative (Figure 69).

7. Comparaison entre les résultats de la présente étude et ceux d'une autre étude de la reproduction de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* en Algérie (l'étude de Samraoui *et al* (2013)):

7-1. La répartition des nids de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* dans les différentes strates de végétation :

En comparant entre les deux études concernant les types de végétation occupée par la Poule d'eau *Gallinula chloropus* on remarque que les résultats ne paraissent pas similaires dont quelques strates de végétation sont présentes dans une étude et absentes dans une autre par exemple (*Scirpus lacustris* et *Scirpus maritimus* ; *Scirpus maritimus* et *Typha angustifolia* ; *Scirpus maritimus* ; *Typha angustifolia* ; *Nymphaea alba* et *Typha angustifolia* ; *Iris pseudacorus* et *Phragmites australis*) sont présents durant la saison 2011 de la présente étude et absents durant la deuxième saison de la même étude et durant l'étude de Samraoui *et al* (2013) (Lac Tonga 2009). Mais, généralement pas de différence entre les pourcentages donnés, et le Scirpe lacustre *Scirpus lacustris* est toujours la strate la plus utilisée par l'espèce durant les trois premières saisons sauf que durant la quatrième saison (entre 2005 et 2009) à Bussedra ; le *Typha angustifolia* contient 90% des nids de la Poule d'eau (tableau 24).

7-2. Les caractéristiques des nids de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* :

En comparant entre les résultats des deux études, on constate qu'il y a une similarité entre les deux soit concernant les diamètres internes et externes des nids, soit concernant la hauteur et la densité de végétation, profondeur de l'eau ou distance eau-nid (tableau 25).

7-3. Les caractéristiques des œufs de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* :

Les résultats des quatre saisons de reproduction de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* apparaissent similaires pour les deux études et dans les deux sites (lac Tonga ; étang de Bussedra) (tableau 26).

Tableau. 24: Comparaison entre la répartition des nids de la Poule d'eau dans les différentes strates de végétation (Types) au lac Tonga en 2011, 2012 (présente étude) et au lac Tonga en 2009 et à l'étang de Bousedra entre 2005 et 2008 (étude de Samraoui *et al* (2013)). N: nombre de nids.

Etudes Espèces végétales	Lac Tonga 2011 (présente étude : N=60)	Lac Tonga 2012 (présente étude : N=71)	Lac Tonga 2009 (Samraoui <i>et al</i> , 2013 : N=74)	Etang de Bousedra 2005-2008 (Samraoui <i>et al</i> , 2013 : N=52)
<i>Scirpus lacustris</i> (%)	72	85	41	/
<i>Scirpus lacustris</i> et <i>Typha angustifolia</i> (%)	10	7	/	/
<i>Scirpus lacustris</i> et <i>Sparganium emersum</i>	5	7	/	/
<i>Scirpus lacustris</i> et <i>Scirpus maritimus</i> (%)	3	/	/	/
<i>Scirpus lacustris</i> et <i>Phragmites australis</i> (%)	1.66	1	/	/
<i>Scirpus maritimus</i> et <i>Typha angustifolia</i> (%)	1.66	/	/	/
<i>Scirpus maritimus</i> (%)	1.66	/	/	/
<i>Typha angustifolia</i> (%)	1.66	/	/	90
<i>Nymphaea alba</i> et <i>Typha angustifolia</i> (%)	1.66	/	/	/
<i>Iris pseudoacorus</i> et <i>Phragmites australis</i> (%)	1.66	/	/	/
<i>Typha angustifolia</i> , <i>Tamarix gallica</i> (%)	/	/	/	2
<i>Tamarix gallica</i> (%)	/	/	/	8
<i>Alnus glutinosus</i> , végétation mixée (%)	/	/	20	/
<i>Alnus glutinosus</i> (%)	/	/	12	/
<i>Rubus ulmifolius</i> (%)	/	/	14	/
<i>Iris pseudoacorus</i> (%)	/	/	9	/
<i>Rubus</i> , végétation mixée (%)	/	/	3	/
<i>Urtica dioica</i> (%)	/	/	1	/

Tableau. 25: Comparaison des caractéristiques des nids de la Poule d'eau au lac Tonga en 2011, 2012 (présente étude) et au lac Tonga en 2009 et à l'étang de Bussedra entre 2005 et 2008 (étude de Samraoui *et al* (2013)). N: nombre de nids.

Études désignation	Dia ext (cm) Moy	Dia int (cm) Moy	Haut du nid (cm) Moy	Haut de vég (m) Moy	Densité de vég (%) Moy	Prof de l'eau (m) Moy	Dist eau-nid (m) Moy	N
Lac Tonga 2011 (présente étude)	21.29	13.03	14.98	2.47	75	0.59	1.06	60
Lac Tonga 2012 (présente étude)	20.22	11.73	13.57	2.54	66	0.42	1.28	71
Lac Tonga 2009 (Samraoui <i>et al</i> , 2013)	20.20	12.60	11.10	2.90	58.5	0.78	0.64	74
Étang de Bussedra 2005-2008 (Samraoui <i>et al</i> , 2013)	22.10	14.70	15.20	2.39	78.30	0.66	0.85	52

Tableau. 26: Comparaison du volume/poids et de la taille des œufs de la Poule d'eau. Présente étude (2011 : Long et Large N=421, Volume N=421 ; 2012 : Long et Large N=340, Poids N=340) et l'étude de Samraoui *et al* (2013) (Lac Tonga, 2009 : Long et Large N=475, Volume N=475, et Poids N=475 ; Etang de Bousshedra, 2005-2008 : Long et Large N=197, Volume N=197, et Poids N=82). N: nombre des œufs.

Désignation Etudes	Longueur (mm) Moy ± SD	Largeur (mm) Moy ± SD	Volume (mm³) Moy ± SD	Poids (g) Moy ± SD	N
Lac Tonga 2011 (Présente étude)	42.95±2.33	29.93±1.32	19.60±2.23	/	421
Lac Tonga 2012 (Présente étude)	42.23±2.24	29.66±1.71	/	20.53±1.89	340
Lac Tonga 2009 (Samraoui <i>et al</i>, 2013)	42.90±1.30	30.20±0.80	19.90±1.40	20.70±1.60	475
Etang de Bousshedra 2005-2008 (Samraoui <i>et al</i>, 2013)	43.5±1.60	30.1±1.20	20.20±1.80	21.50±1.80	197/ 82

7-4. Comparaison de la phénologie de la ponte de l'espèce :

Pour la présente étude : lac Tonga (2011, 2012) :

la première ponte de la Poule d'eau a eu lieu respectivement au lac Tonga le 28 avril et le 1^{er} mai en 2011 et 2012 et l'opération s'est terminée vers la fin Juin et au début du mois de juillet (2011 et 2012) avec un pic du nombre de nids qui a été enregistré au niveau de la première dizaine de cette période pour la première saison (les trois derniers jours du mois d'avril et la première semaine du mois de mai), et au niveau de la première dizaine du mois de mai pour la deuxième.

Pour l'étude de Samraoui *et al* (2013) : lac Tonga (2009) ; étang de Bousedra (2005-2008) :

Dans l'aire d'étude ; la période de ponte a été enregistrée entre le début du mois d'Avril et la fin du mois de Juin. Avec un pic à la mi-mai. Il n'y a aucun changement entre les études/saisons ; mais la ponte précoce des œufs (première moitié d'avril) apparaît seulement à Bousedra (tableau 27).

7-5. Comparaison de la grandeur de ponte de l'espèce :

D'après le tableau 28 ; qui expose les résultats de la présente étude et ceux de l'étude de Samraoui *et al* (2013) la grandeur de ponte de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* qui est au lac Tonga comprise entre 1 et 17 en 2011 et entre 2 et 10 en 2012 et entre 1 et 14 en 2009 et à l'étang de Bousedra entre 4 et 10 est en général en moyenne de 6.37 et 7.80.

7-6. Comparaison du succès de la reproduction de l'espèce:

Le succès de la reproduction de cet oiseau est presque le même pour les deux saisons : lac Tonga 2011 (présente étude) 70% et étang de Bousedra 2005-2008 (Samraoui *et al*, 2013) 72%. Alors qu'au lac Tonga 2012 (présente étude) et en 2009 (Samraoui *et al*, 2013) ; les valeurs étaient moins élevées que les premières avec respectivement 51% et 66.8% (tableau 29).

Tableau. 27: Comparaison de la phénologie de ponte de l'espèce durant quatre saisons de reproduction : Présente étude (Lac Tonga 2011, Lac Tonga 2012) ; L'étude de Samraoui *et al* (2013) (Lac Tonga 2009, Etang de Bousedra 2005-2008). N : Nombre de nids.

Etude	Phénologie de ponte	N
Lac Tonga 2011 (présente étude)	28 Avril-1 ^{er} Juillet	60
Lac Tonga 2012 (présente étude)	1 ^{er} Mai- 6 Juillet	71
Lac Tonga 2009 (Samraoui <i>et al</i>, 2013)	Début d'Avril - Fin Juin	74
Etang de Bousedra 2005-2008 (Samraoui <i>et al</i>, 2013)	Début d'Avril - Fin Juin	52

Tableau. 28: Comparaison de la grandeur de ponte de l'espèce. (Lac Tonga 2011, Lac Tonga 2012) ; L'étude de Samraoui *et al* (2013) (Lac Tonga 2009, Etang de Bousedra 2005-2008). N : Nombre de nids.

Etude	Grandeur de ponte	S-D	(Min-Max)	N
Lac Tonga 2011 (présente étude)	7.67	3.34	(1-17)	28
Lac Tonga 2012 (présente étude)	6.37	1.82	(2-10)	27
Lac Tonga 2009 (Samraoui <i>et al</i>, 2013)	7.80	2.90	(1-14)	23
Etang de Bousedra 2005-2008 (Samraoui <i>et al</i>, 2013)	6.70	2.10	(4-10)	14

Tableau. 29 : Comparaison du succès de la reproduction de l'espèce. (Lac Tonga 2011, Lac Tonga 2012) ; L'étude de Samraoui & al (2013) (Lac Tonga 2009, Etang de Bousedra 2005-2008). N : Nombre de nids.

Etude	Succès de la reproduction	N
Lac Tonga 2011 (présente étude)	70%	60
Lac Tonga 2012 (présente étude)	51%	71
Lac Tonga 2009 (Samraoui <i>et al</i>, 2013)	66.8%	74
Etang de Bousedra 2005-2008 (Samraoui <i>et al</i>, 2013)	72%	52

8. Discussion des résultats:

Dans la présente étude, couvrant deux saisons consécutives de reproduction de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* au lac Tonga, l'information sur la sélection du site de nidification, succès de reproduction et sa variation a fourni des idées sur la plasticité phénotypique et génotypique exposée par l'espèce à travers sa gamme (Mayr, 1970). Cette étude tente aussi à combler les lacunes de l'étude précédente (Samraoui *et al*, 2013), qui a été basée sur une taille d'échantillonnage plus faible.

8-1. Phénologie :

La saison de reproduction était relativement courte (3 mois) et elle a un peu varié entre les années, confirmant les résultats précédents (Samraoui *et al*, 2013) suggérant que la période de reproduction en Afrique du nord est limitée au printemps.

La reproduction peut être contrainte par la croissance de la végétation qui fournit la couverture de nidification et les ressources trophiques. D'autre part dans les zones tempérées, la Poule d'eau a été montrée à se reproduire tout au long de l'été et même au-delà (Siegfried et Frost, 1975; Huxley et Wood, 1976; Gibbons, 1986). En revanche, les hautes altitudes et les faibles latitudes son associées à une courte période de ponte des œufs (Lu, 2011; McRae, 2011).

8-2. Sélection du site de nidification et le succès de reproduction:

La Poule d'eau opportuniste construit des nids dans des microhabitats différents (Cempulik, 1993; Samraoui *et al*, 2013). Dans des zones humides différentes ou dans des parties distinctes du même lac comme au lac Tonga, la Poule d'eau peut utiliser les arbres ou la végétation alternative émergente (Samraoui *et al*, 2013).

Ainsi, la Poule d'eau peut utiliser *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris* et *Alnus glutinosa* alternativement dépendant sur la disponibilité mais peut, à l'occasion, éviter peu de ses espèces de plantes si d'autres facteurs (profondeur d'eau, densité et longueur de plantes, etc.) sont inadéquats. Les supports des hélophytes denses et longues peuvent fournir la couverture et la sécurité contre la prédation, une force sélective puissante conduit la sélection des sites de nidification (Martin, 1995 ; Samraoui et Samraoui, 2007 ; Angelici *et al*, 2012).

La végétation dense peut aussi fournir une protection contre les prédateurs visuels et l'inondation, une cause récurrente de la perte des nids par les poules qui se reproduisent auprès du niveau d'eau (Cempulik, 1993 ; McRae, 2011). On peut spéculer qu'un niveau d'eau élevé le rend plus difficile pour les mammifères et les serpents (le prédateur principal des œufs) de causer une menace aux nids (McRae, 1997 ; Angelici *et al*, 2012).

Nos résultats supportent ce rôle hypothétique pour la profondeur d'eau mais la végétation dense n'apparaît pas masquer la prédation et l'inondation des nids. La végétation dense peut différemment masquer les prédateurs distincts offrant probablement un obstacle à *Natrix maura*, un serpent prédateur commun au lac Tonga. Egalement, la profondeur d'eau et

la densité de la végétation peuvent seulement influencer dans les conditions défavorables extrêmes et ainsi leur impact sur l'inondation des nids était inaperçu durant notre étude.

Dans les zones humides temporaires, il peut être un compromis entre la reproduction précoce, qui a un fitness meilleur mais peut être associé à la perte des nids à travers l'inondation et les taux élevés de prédation (la Prédation compte en moyenne de 80% de la perte des nids chez les oiseaux (Martin, 1993)). Mais, pour les Poules d'eau dans l'aire de Lhasa, les taux de prédation des nids (40%-43%) étaient relativement moindres (Lu, 2011). Cela peut-être expliqué par l'absence des mouettes, corneilles, et des serpents (les prédateurs essentiels des oiseaux d'eau reproducteurs (Hill, 1984 ; Samraoui et Samraoui, 2007 ; Bannor et Erik, 2010, Nancy *et al*, 2002).

Les reproducteurs tardifs font face à des taux inférieurs de prédation et d'inondation mais peuvent subir les risques de sécheresse ou des conditions de détériorité. En général, les paramètres de reproduction enregistrés sont similaires à ceux trouvés en Europe mais la période de reproduction de la Poule d'eau en Afrique du nord est plus courte. La grandeur de ponte enregistrée dans cette étude (7.02 ± 2.58) est dans les limites de la gamme enregistrée précédemment au lac Tonga (7.8 ± 2.9) et Bussedra (6.7 ± 2.1) (Samraoui *et al*, 2013).

Le succès à l'éclosion est aussi similaire aux valeurs enregistrées en Tibet (69%), UK (65%), et en Algérie (51-70%) (Huxley et Wood, 1976 ; Lu, 2011 ; Samraoui *et al*, 2013).

8-3. Le parasitisme :

La Poule d'eau fournit un large éventail fascinant des stratégies de reproduction, comme il est connu à s'engager en polyandrie, polygynie et poly-gynandrie (Petrie, 1983 ; Gibbons, 1986 ; McRae, 1995 ; 1997 ; Forman et Brain, 2004 ; Forman, 2005). Les grandeurs de ponte de 16-18 œufs enregistrées dans cette étude étaient probablement le résultat de la reproduction coopérative. Un nid contenant 26 œufs (trois femelles coopératives ou plus?) était précédemment enregistré au lac Tonga en 2005 (Samraoui *et al*, 2013). En outre, l'espèce peut recourir au parasitisme dans des nids congénères (Wood, 1974) ou nids d'autres espèces (Ueda, 1993). Le parasitisme étant connu comme un enfouissement des œufs, est défini donc comme la ponte des œufs par une femelle dans un nid d'une autre femelle dans l'ordre d'exploiter le soin parental de l'hôte, et il a été documenté/ pour plusieurs espèces d'oiseaux (Yom-Tov, 2001 ; Lyon et Eadie, 2008), poissons (Taborsky, 1994) et insectes (Field, 1992).

8-3-1. Le parasitisme intraspécifique :

Peu d'attention a été dévouée à l'étude du parasitisme intraspécifique comparé au parasitisme interspécifique, en particulier concernant les facteurs qui sont à la base de la stratégie reproductive probablement stimulés par une variété de conditions environnementales (manque des sites de nidification, risque élevé de prédation).

Une évidence était trouvée pour une relation systématique entre le risque de prédation de nid et le parasitisme intraspécifique (McRae, 1997 ; Poysa, 1999 ; Jamieson *et al*, 2000). Le parasitisme conspécifique entraîne moins d'adaptation à réussir à parasiter les congénères, malgré les coûts associés au soin parental infligé sur les parents élevant des

poussins peuvent paver le chemin pour une course évolutionnaire aux armements (McRae, 1995 ; Lyon, 2003 ; Samraoui et Samraoui, 2007 ; Shizuka et Lyon, 2010). Les résultats de la présente étude étaient similaires au taux enregistrés du parasitisme congénère en Angleterre (McRae, 1995) et Tibet (Lu, 2011) qui étaient 15 % et 11 %, respectivement.

Trois types d'évidence étaient utilisés pour déterminer si plus d'une femelle a pondu dans un nid (Yom-Tov, 1980a)- (1) plus d'un œuf pondu dans un seul nid chaque jour (2) Les œufs pondus dans un nid après que la femelle hôte ait complété sa propre ponte. (3) un type d'œuf diffère de ceux pondus dans le nid de l'hôte femelle. Les œufs des différentes femelles pourraient être discutés à part par la taille, le poids, la forme, la couleur de fond et la disposition des taches (Wood, 1974; Gibbons, 1985).

Une question reste encore à répondre ; Pourquoi les hôtes acceptent-ils d'être parasités ?

1-L'hôte mâle peut avoir copulé avec la femelle parasite

2-Le couple hôte ignore qu'il a été parasité.

3-Le parasite peut avoir un lien de parenté à un des membres du couple hôte.

4-Le couple hôte peut être bénéficiaire de cet aspect (Petrie, 1986).

8-3-2. Le Parasitisme interspécifique :

Le parasitisme interspécifique a été depuis longtemps d'un grand intérêt (Johnsgard, 1997 ; Davies, 2000 ; Payne, 2005) mais si les rapports sur le parasitisme intraspécifique de la poule d'eau existent dans la littérature (Gibbons, 1986 ; McRae, 1995 ; Forman, 2005), les cas du parasitisme interspécifique impliquant les poules d'eau comme un hôte ou un parasite d'autres espèces aviaires sont relativement rares. Il y a une nécessité pour expliquer les causes évolutives et écologiques de cette stratégie reproductive alternative (Amat, 1998 ; Oliveira *et al.*, 2008).

8-4. Implication pour la conservation :

La Poule d'eau semble résiliente aux changements anthropiques, et capable de se reproduire dans les habitats dégradés ou sévèrement fragmentés où les espèces sensibles disparaissent (Samraoui *et al.*, 2012b ; 2013), mais son impact potentiel sur d'autres espèces aviaires méritent plus d'investigation.

Il est maintenant, établi que le parasitisme a des implications pour la conservation aviaire (Davies, 2000 ; McRae, 2011).

Les deux espèces parasitées par la Poule d'eau sont globalement en déclin la région biogéographique: le Fuligule nyroca est une espèce quasi menacée (Birdlife international, 2013) et le Blongios nain, présente un sérieux déclin dans la Méditerranée occidentale (Marion, 1994).

Le parasitisme intraspécifique élevé peut donc affecter négativement la dynamique de sa population. Les coûts du parasitisme des Gallinules sont probablement faibles, comme les poussins sont précoces et quittent le nid après l'éclosion, les soins parentaux peuvent être fournis par les parents nichant tout près (Ueda et Narui, 2004).

Conclusion

Conclusion :

Cette étude effectuée au lac Tonga entre 2011 et 2012 a eu lieu dans le but de déterminer d'une part la biologie de la poule d'eau *Gallinula chloropus* en Afrique du nord et afin de mieux comprendre la stratégie écologique qu'elle adopte pendant une phase très importante de son cycle vital qui est l'étape de la reproduction et d'autre part, elle va fournir des connaissances supplémentaires de la variation dans la sélection des sites de nidification, le succès de reproduction de la poule d'eau en Afrique du nord et fournir une documentation sur des cas du parasitisme intra et interspécifique pour des études futures.

En se basant sur les différents descripteurs écologiques à la fois biotiques (effet de la prédation, du parasitisme intra et interspécifique,...), et abiotiques (diamètres externe et interne, hauteur du nid, profondeur de l'eau, nature, hauteur et densité de la végétation) ; on a pu obtenir des données sur les paramètres de la reproduction de l'espèce étudiée (la durée d'incubation, la date, la grandeur, et la phénologie de ponte , le succès moyen de la reproduction et de l'éclosion caractérisant le modèle biologique, ...) d'une part et sur les comportements écologiques qu'elle adopte durant sa nidification telle que la sélection de la végétation où elle construit ses nids, et l'adaptation du parasitisme intra et interspécifique (utilisation des nids d'autres femelles Gallinules ou des nids des femelles d'autres espèces dans le site de reproduction) d'autre part.

Les résultats obtenus montrent que la Poule d'eau *Gallinula chloropus* préfère fréquenter la végétation qui est presque dense où elle peut cacher ses nids, et que la strate la plus utilisée pendant les deux saisons de nidification 2011, 2012 est le *Scirpus lacustris* (78.5%), les nids étant construits à faible altitude (moy = 14.27 cm).

La première ponte de l'espèce a été signalée vers la mi-Avril, et s'est étalée avec une grandeur de ponte comprise entre 1 et 14 ; les œufs seront incubés durant une période de 19 à 21 jours.

La période de ponte des œufs était relativement courte, entre la mi-avril et la fin du mois de Juin, avec un pic enregistré dans la première moitié du mois de mai. La grandeur de ponte moyenne globale était de 7.02 avec N = 55 pontes. Elle est caractérisée durant les deux saisons par une légère tendance saisonnière à la baisse.

Les œufs ont été pondus d'une manière synchrone en moyenne d'un œuf par jour, mais l'éclosion était enregistrée d'une façon asynchrone durant les deux saisons comme il est illustré dans la littérature (Gibbons, 1986 ; McRae et Burke, 1996 ; Lyon, 1993a).

Les poussins de l'espèce sont nidifuges (Gibbons, 1985), ils quittent le nid dès l'éclosion et partent plus loin, et après deux à trois jours, ces oisillons ne peuvent être observés que de loin, aux alentours du nid.

Le succès moyen de la reproduction était successivement de 70 % et 51 % sur l'ensemble des nids suivis en 2011 (N=60) et en 2012 (N=71), dont le succès moyen de l'éclosion spécifique était de 72 % sur 421 œufs en 2011 et de 59 % sur 340 œufs en 2012.

Les taux des pontes réussies augmentaient avec la date de ponte des œufs et la profondeur d'eau principalement due à la diminution saisonnière de la prédation et de l'inondation des nids. La prédation des nids, contrairement à l'inondation des nids, était aussi négativement associée à la profondeur d'eau.

Bien que quelques études détaillées sur les tactiques des femelles parasites et non parasites de la poule d'eau ont été signalées dans la littérature par exemple celle de McRae (1998) et malgré que le problème de reconnaissance des œufs chez les oiseaux ait reçu beaucoup d'attention, plusieurs questions restent encore en suspend concernant le mécanisme de reconnaissance et de l'expérience sur ce processus (Rothstein, 1975; Lotem *et al*, 1995; Lyon, 2007 ; Shizuka et Lyon, 2010).

Bien qu'il puisse être facile à déterminer la nature des œufs parasites (Yom-Tov, 1980a), il est plus difficile à déterminer quelles sont les femelles responsables du parasitisme.

Les observations directes des femelles parasites (Brown, 1984; Emlen et Demong, 1984; Emlen et Wrege, 1986), ou leur piégeage durant l'acte du parasitisme (Heusmann *et al*, 1980), sont difficiles.

Le baguage des poussins s'avère la méthode la plus convenable afin de suivre la croissance des oisillons nidifuges de la poule d'eau. Pour connaître la femelle parasite du nid étudié de la femelle hôte, il faut réaliser des opérations de baguage des adultes.

Pourquoi les hôtes acceptent-ils d'être parasitées ? C'est une problématique qui reste encore à étudier malgré que Petrie (1986) ait exposé les hypothèses explicatives de ce processus.

L'impact environnemental le plus sérieux causé par l'homme dans les zones humides est la perte et la fragmentation de l'habitat. Causant ainsi l'instabilité, la réduction, et la disparition de plusieurs étangs importants dans le monde (Finlayson *et al*, 1992; Casado et Montes, 1995; Larson, 1995; Van Vessen *et al*, 1997; Bernert *et al*, 1999).

L'intérêt de la conservation des zones humides de l'Afrique du nord est multiple, car ces milieux représentent des sites cruciaux pour des milliers d'oiseaux résidents ou migrateurs (Green *et al*, 2002 ; Samraoui et Samraoui, 2008).

Les efforts de conservation sont déployés dans le but de protéger l'espèce reproductrice et la connectivité des zones humides clés en Afrique du nord (Samraoui et Samraoui, 2008).

Dans le but d'effectuer la conservation biologique des environnements instables, il est très important d'adopter une politique de gestion pour augmenter l'hétérogénéité de l'habitat dans des petites zones humides afin d'aider à minimiser les impacts causés par la perte des zones humides où les oiseaux d'eau sont menacés et dépendant de ces aires (Owen et Black, 1990; Finlayson *et al*, 1992; Montes *et al*, 1995; Parsons *et al*, 2002).

Des recommandations sont signalées pour obtenir l'information prioritaire nécessaire afin d'améliorer l'habitat et pour rassembler les décisions de gestion pour les populations migratrices de la Poule d'eau en concentrant sur la valorisation et l'amélioration des efforts de contrôle des taux démographiques (survie, reproduction, et recrutement) et des besoins en matière d'habitat durant le cycle de vie annuel de cet oiseau (Case et Associates, 2010).

Références bibliographiques

Références bibliographiques:

- Abbaci, H. (1999). Ecologie du lac Tonga: Cartographie de la végétation, palynothèque et utilisation spatio-temporelle de l'espace lacustre par l'avifaune aquatique. Thèse de magister. Univ Badji Mokhtar. Annaba.
- Alvarez, F., Sánchez, C. et Angulo, S. (2006). Relationships between tailflicking, morphology, and body condition in Moorhens. *J Field Ornithol* 77:1–6.
- Amat, J.A. (1998). “Mixed Clutches in Shorebirds Nests: Why Are They So Uncommon?” *Wader Study Group Bulletin* 85: 55–59.
- Angelici, C., Marini, F., Battisti, C.S., Bertolino, D., Capizzi, et Monaco, A. (2012). “Cumulative Impact of Rats and Coypu on Nesting Waterbirds: First Evidences from a Small Mediterranean Wetland (Central Italy).” *Vie et Milieu* 62: 137–141.
- Baaloudj, A., Samraoui, F., Alfarhan, A. H. et Samraoui, B. (2014). Phenology, nest-site selection and breeding success of a North African colony of the yellow-legged gull, *Larus michahellis*. *African Zoology*. 49 N 2 : 213-221.
- Bagnouls, F. et Gaussen, H. (1957). Les climats biologiques et leurs classifications. *Ann.Géogr. Fr.* 335: 193-220.
- Bannor, B.K. (1997). High breeding density of Common Moorhens at a zoological park. *Fla Sci* 60:236–238.
- Bannor, B.K. et Kiviat, E. (2002). Common moorhen (*Gallinula chloropus*). In The birds of North America, no. 685, A. Poole and F. Gill, editors. The Birds of North America, Inc., Philadelphia, Pennsylvania, USA.
- Barbraud, C., Sadoul, N., Kayser, Y., Pineau, O. et Isenmann, P. (2004). Evolution du peuplement des oiseaux reproducteurs en Camargue dans les temps récents. In: Isenmann P (ed.), *les Oiseaux de Camargue et leurs habitats, une histoire de 50 ans 1954–2004*. Paris: Ecologie, Buchet-Chastel, Méta-Editions. pp 235–259.
- Battisti, C., Luiselli, L., Pantano, D. et Teofili, C. (2008). On threats analysis approach applied to a Mediterranean remnant wetland: is the assessment of human-induced threats related to different level of expertise of respondents? *Biodiversity and Conservation* 17: 1529–1542.
- Bekkouche, I. (2006). Le parasitisme par *Anguillicola crassus* chez *Anguilla anguilla* peuplant le complexe des zones humides P.N.E.K. Mémoire d'ingénieur. Univ Badji Mokhtar. Annaba.

- Belhadj, G., Chalabi, B., Chabi, Y., Kayser, Y. et Gauthier-Clerc, M. (2007). Le retour de l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus* nicheur en Algérie. *Aves44* : 29-36.
- Belouahem-Abed, D., Belouahem, F., Benslama, M., de Bélair, G. et Muller, S.D. (2011). Les aulnaies de Numidie (NE algérien): biodiversité floristique, vulnérabilité et conservation. *Comptes Rendus Biologies*, 334: 61-73.
- Belton, W. (1994). Aves do Rio Grande do Sul: distribuição e biologia. Unissinos, São Leopoldo. Editora UNISINOS.
- Beltzer, A.H., Sabattini, R.A. et Marta, M.C. (1991). Ecología alimentaria de la polla de agua negra *Gallinula chloropus* galeata (Aves: Rallidae) en un ambiente lenítico del río Paraná medio, Argentina. *Ornitol Neotrop* 2: 29–36.
- Bent, A.C. (1962). Life Histories of North American Shore Birds. Dover Publications, New York, 1962.
- Benyacoub, S., Louanchi, M., Baba Ahmed, R., Benhouhou, S., Boulahbal, R., Chalabi, B., Haou, F., Rouag, R. et Ziane, N. (1998). Plan directeur de gestion du Parc National d'El-Kala et du complexe de zones humides (Wilaya d'El-Taref).
- Bernert, J.A., Eilers, J.M., Eilers, B.J., Blok, E., Daggett, S.G. et Bierly, K.F. (1999). Recent wetlands trends (1981/82–1994) in the Willamette Valley, Oregon, USA. *Wetlands* 19: 545–559.
- Boucheker, A., Nedjah, R., Samraoui, F., Menai, R. et Samraoui, B. (2009). Aspects of the breeding ecology and conservation of the Glossy Ibis *Plegadis falcinellus* in Algeria. *Waterbirds* 32: 345–351.
- Bougazelli, N., Djender, M. et Thomas, J.P. (1977). Projet Parc National marin, lacustre et Terrestre d'El Kala (Algérie). rapport présenté à la consultation d'experts sur les parcs marins et zones humides de la méditerranée du PNUE, Tunis (cité dans www.unepwcinc.org/sites/pa/0714P.htm), 64p.
- Boulekhsaim, M., Houhamdi, M., Saheb, M., Samraoui-Chenafi, F. et Samraoui, B. (2006). Breeding and banding of Greater flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algeria, August 2006. *Childress, B., Arengo, F., Bechet, A. et Jarrett, N. (eds.)*, 21-23.
- Boumezbeur, A. (1992). Le statut de l'Erismature à tête blanche et du Fuligule nyroca dans le complexe d'El Kala, Algérie de 1990 a 1992. *IWRB Threatened Waterfowl Research Group Newsletter* 2: 4–5.

- Boumezbeur, A. (1993). Ecologie et biologie de la reproduction de l'Erismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) et du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) dans le lac Tonga et le lac des Oiseaux. Nord-est Algérien. Thèse de Doctorat. USTI. Montpellier.
- Brackney, A.W. et Bookhout, T.A. (1982). Population ecology of common Gallinules in southwestern Lake Erie marshes. *Ohio j. Sci.* 82:229-237.
- Brichetiel, P. et Dicapi, C. (2001). Guide pour reconnaître les oiseaux, les identifier, les localiser, leur territoire de nidification, leur habitat. Edt de Vecchi.
- Brown, C. (1984). Laying eggs in a neighbour's nest; benefit and cost of colonial nesting swallows. *Science* 224: 518 519.
- Casado, S. et Montes, C. (1995). Gui'a de los Lagos y Humedales de Espan~ a. J. M. Reyero Editor, Madrid.
- Case, D.J. et Associates (editor). (2010). Priority Information Needs for American Coots, Purple Gallinules and Common Moorhens: A Funding Strategy. Developed for the Association of Fish and Wildlife Agencies by the Migratory Shore and Upland Game Bird Support Task Force.
- Cempulik, P. (1993). "Breeding Ecology of the Moorhen *Gallinula chloropus* in Upper Silesia (Poland)." *Acta Ornithologica* 28: 75–89.
- Cesare, C. (1971). Encyclopédie du monde animal. Oiseaux-Reptiles-Amphibiens. Tome 2. Libraire Aristide Quillet. 278 Boulevard Saint-Germain. Paris (V2). Direction Francesco Vallardi. Conseillers scientifiques.
- 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, INA, Alger.
- Chalabi, B., Skinner, J., Harrison, J. et Van Dijk, G. (1985). *Les zones humides du nord-est algérien en 1984*. Zeist, The Netherlands WIWO(Report No. 8).
- Chown, D. et Linsley, M. (1994). Wetlands in northern Algeria and coastal Tunisia: an RSPB waterfowl survey, December 1991 to March 1992. Sandy, UK: Royal Society for the Protection of Birds. (Unpubl. report.).
- Coulthard, N.D. (2001). Algeria. In L.D.C. Fishpool et M.I. Evans (eds.), *Important Birdareas in Africa and associated islands: priority sites for conservation*, pp. 51–70. BirdLife Conservation Series No. 11, Pisces Publications and BirdLife International, Newsbury and Cambridge, UK.

- Cramp, S. (1977). The birds of the western Palearctic. Vol. 1: Ostrich to ducks. Oxford, UK: Oxford Univ. Press.
- Cramp, S. (1980). Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa, Vol. 2, Hawks to bustards. Oxford, UK: Oxford Univ. Press.
- Cramp, S. (1994). Handbook of Europe, the Middle East and North Africa. Vol 2. Oxford universities press.
- Cramp, S. et Simmons, K.E.L. (1980). *The birds of the western Palearctic*, vol. 2. Oxford: Oxford University Press.
- David, A., Vass, C. et Coroiu, I. (2005). "A New Case of Interspecific Brood Parasitism in the Common Moorhen *Gallinula chloropus*." *Avocetta* 29: 33–39.
- Davies, N.B. (2000). Cuckoos, Cowbirds and Other Cheats. London: T. and A. D. Poyser. London.
- de Bélair, G. (1990). Structure, fonctionnement, et perspective de gestion de quatre éco-complexes lacustres et marécageux (El Kala, Est Algérien). Thèse de doctorat. Univ de Montpellier.
- de Bélair, G. et Bencheikh, Le. Hocine.M. (1987). Composition et déterminisme de la végétation d'une plaine côtière marécageuse: La Mafragh (Annaba, Algérie). *Bull. Ecol.*, 18, 393-407.
- de Bélair, G. et Samraoui, B. (1994). Death of a lake: Lac Noir in northeastern Algeria. *Environmental Conservation* 21: 169–172.
- De Graaf, R.M. et Yamasaki, M. (2001). New England wildlife: habitat, natural history, and distribution. University Press of New England.
- Djebbari, N., Boudjadi, Z. et Bensouilah, M. (2009). L'infestation de l'anguille *Anguilla anguilla* L., 1758 par le parasite *Anguillicola crassus* Kuwahara, Niimi et Itagaki, 1974 dans le complexe de zones humides d'El Kala (Nord-Est algérien). *Bull Inst Sci Rabat Sci Vie* 31:45–50.
- Djellali, H. (2008). Importance du lac Tonga (Nord-est Algérien) pour l'hivernage et/ou la reproduction de trois espèces de Rallidés (Rallidae) : La Foulque macroule (*Fulica atra*), La Poule d'eau (*Gallinula chloropus*), et La Talève sultane (*Porphyrio porphyrio*). Thèse de magister. Univ Badji Mokhtar. Annaba.

- Durand, J.H. (1954). Les sols de l'Algérie. Direction du service de la colonisation et de l'Hydraulique. Gouvernement Général de l'Algérie.
- Eden, S.F. (1987). When do helpers help? Food availability and helping in the Moorhen, *Gallinula chloropus*. *Behav Ecol Sociobiol* 21:191–195.
- Edmond, L.M. Pharmacien militaire. (1865). La Calle : Topographie, Botanique ET Climatologie : Extrait du bulletin de la société botanique de France (Séance du 22 décembre 1865).
- Efe, M.A., Mohr, L.V. et Bugoni, L. (2001). Guia Ilustrado das Aves dos Parques de Porto Alegre. Proaves, Smam, Copesul, Cemave, Porto Alegre.
- Ehrlich, P.R., Dobkin, D.S. et Wheye, D. (1988). The Birder's Handbook: A Field Guide to the Natural History of North American Birds. Simon and Schuster, New York, NY, USA.
- Emberger, L. (1955). Une classification biogéographique des climats. Rec.Tr. Lab. Bot. Géo. Zoo. Fac. Sci. Montpellier. Ser. Bot. 7: 3-43.
- Emlen, S.T., Demong, N.J. (1984). Bee-eaters of Beharini. *Natural History* 10/84:50-58.
- Emlen, S.T. et Wrege, P.H. (1986). Forced Copulations and Intra-specific Parasitism: Two Costs of Social Living in the White-fronted Bee-eater. *Ethology* 71: 2-29.
- Fenoglio, S., Cucco, M. et Malacarne, G. (2002). Bill colour and body condition in the Moorhen *Gallinula chloropus*. *Bird Study* 49: 89–92.
- Field, J. (1992). “Intraspecific Parasitism as an Alternative Reproductive Tactic in Nest-building Wasps and Bees.” *Biological Review* 67: 79–126.
- Finlayson, C.M., Hollis, G.E. et Davis, T.J (eds). (1992). Managing Mediterranean Wetlands and Their Birds. IWRB Special Publication No. 20, Slimbridge, UK.
- Forbush, E.H. (1925). Birds of Massachusetts and Other New England States. Vol. 1. Massachusetts Department of Agriculture, Commonwealth of Massachusetts, MA, USA.
- Forman, D.W. (2001). The breeding ecology of the moorhen, *Gallinula chloropus*, in an artificially created wetland environment at WWT Llanelli, South Wales, Ph.D. dissertation, University of Wales Swansea, Swansea, United Kingdom. i0004-8038-122-2-566-Forman1.

- Forman, D.W. (2003). "Moorhen Interspecific Brood Parasitism." *British Birds* 96: 43–44.
- Forman, D.W. (2005). Laying plasticity in an avian brood parasite. *Auk* 122:566–570.
- Forman, D.W. et Brain, P.F. (2004). Reproductive strategies used by Moorhens (*Gallinula chloropus*) colonizing an artificial wetland habitat in south Wales. *J Nat Hist* 38: 389–401.
- Fredrickson, L.H. (1971). "Common Gallinule Breeding Biology and Development." *The Auk* 88: 914–919.
- Frochot, B., Godreau, V. et Roché, J. (2008). L'expansion récente des oiseaux d'eau. *Alauda* 76: 279–286.
- Fuller, R. et Ausden, M. (2008). Birds and habitat change in Britain. Part I: a review of losses and gains in the twentieth century. *British Birds* 101: 644–675.
- Fussell, J.O. III. (1994). A birder's guide to coastal North Carolina. Chapel Hill and London: The University of North Carolina Press.
- Gabriel, L.W., Franchesco, D.F., Anderson, S.B., Josmael, C., Mauro, F.O. et Nilton, C.C. (2010). Behaviour of the Common Moorhen in Rio Grande do Sul, Brazil. *acta ethologica* 13, 127-135.
- Gibbons, D.W. (1985). Cooperation, conflict and manipulation in the Moorhen, *Gallinula chloropus*. Unpubl PhD thesis, University of Cambridge, Cambridge.
- Gibbons, D.W. (1986). Brood parasitism and cooperative nesting in the Moorhen, *Gallinula chloropus*. *Behav Ecol and Sociobiol* 19: 211–232.
- Gibbons, D.W. (1987a). Juvenile helping in the Moorhen, *Gallinula chloropus*. *Anim Behav* 35: 170–181.
- Gibbons, D.W. (1987b). Seasonal reproductive success of the Moorhen *Gallinula chloropus*: the importance of male weight. *Ibis* 131: 57–68.
- Gibbs, J.P. (1993). The importance of small wetlands for the persistence of local populations of wetland-associated animals. *Wetlands* 13: 25–31.
- Green, A.J. (1996). Analyses of globally threatened Anatidae in relation to threats, distribution, migration patterns and habitat use. *Conserv. Biol.* 10: 1435–1445.
- Green, A.J., EL Hamzaoui, M., El Agbani, M.A. et Franchimont, J. (2002). The conservation status of Moroccan wetlands with particular reference to waterbirds and to changes since 1978. *Biological Conservation*, 104 : 71-82.

- Gulo, T. (2001). Massachusetts Division of Fisheries and Wildlife. Personal Communication to Woodlot Alternatives, Inc.
- Hamel, P.B. (1992). The land manager's guide to the birds of the south. The Nature Conservancy, Chapel Hill, North Carolina.
- Harbi, S. (2006). Etude de la biologie de reproduction de deux populations de Rallidae : La Poule d'eau *Gallinula chloropus* et la Talève sultane *Porphyrio porphyrio* dans le Nord-est Algérien. Mémoire d'ingénieur. Univ Badji Mokhtar. Annaba.
- Harrison, H.H. (1975). A field guide to bird's nests in the U.S. east of the Mississippi River. Houghton Mifflin Company, Boston, Massachusetts.
- Hebert, V.L. et Elkins, K.C. (1994). Common moorhen. in Atlas of breeding birds in New Hampshire, C.S. Foss, editor. Arcadia, Dover, New Hampshire, USA. Pages 76-77.
- Heim de Balsac, H. et Mayaud, N. (1962). *Les oiseaux du Nord-Ouest de l'Afrique* (the birds of the North-West Africa). Paris: Paul Lechevalier.
- Heredia, B., Rose, L., Painter, M. et E.D.S. (1996). *Globally threatened birds in Europe: action plans*. Strasbourg, France: Council of Europe.
- Heusmann, H.W., Belville, R. et Burrell, R.G. (1980). Further observations on dump nesting by wood ducks. *J Wildl Manage* 44: 908-915.
- Hill, D.A. (1984). Factors affecting nest success in the Mallard and Tufted Duck. *Ornis Scand.* 15: 115-122.
- Hoffmann, L., Hafner, H. et Salathé, T. (1996). The contribution of colonial waterbird research to wetland conservation in the Mediterranean region. *Colonial Waterbirds* 19 (Special Publication 1): 12-30.
- Hollis, G.E. (1992). The causes of wetland loss and degradation in the Mediterranean. In *Managing Mediterranean Wetlands and their Birds*, ed. C.M. Finlayson, and T.J. Davis ; 83-90. Slimbridge: IWRB.
- Horsfall, J.A. (1984). Brood reduction and brood division in coots. *Anim Behav* 32: 216-225.
- Houhamdi, M. et Samraoui, B. (2002). Occupation spatio-temporelle par l'avifaune aquatique du Lac des oiseaux (Algérie). *Alauda* 70: 301-310.
- Hoyt, D.F. (1979). Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs. *Auk* 96: 73-77.

- Huxley, C.R. et Wood, N.A. (1976). Aspects of the breeding of the Moorhen in Britain. *Bird Study* 23: 1-10.
- Isenmann, P. et Moali, A. (2000). *Birds of Algeria*. Paris: Société d'Etudes Ornithologiques de France.
- Jacob, J.P. et Jacob, A. (1980). Nouvelles données sur l'avifaune du lac de Boughzoul (Algérie). *Alauda* 48: 209–220.
- Jamieson, I.G., MacRae, S.B., Simmons, R.E. et Trewby, M. (2000). High rates of conspecific brood parasitism and egg rejection in coots and Moorhens in ephemeral wetlands in Namibia. *Auk* 117: 250–255.
- Johnsgard, P.A. (1997). *The Avian Brood Parasites: Deception at the Nest*. Oxford: Oxford University Press.
- Joleaud, L. (1936). Etude géologique de la région de Bône et de la Calle. *Bul. Serv. Carte géologique de l'Algérie*. 2ème série stratigraphique. Description régionale. Série n° 12.
- Jones, T. A. (compiler). (1993). *A Directory of Wetlands of International Importance, Volumes I-IV*. Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland.
- Kadid, Y. (1989). Contribution à l'étude de la végétation aquatique du lac Tonga. Park National d'El Kala. Thèse ingénieur Etat en agronomie. INA. Alger.
- Kaufman, K. (1996). *Lives of North American birds*. Peterson Natural History Companions, Houghton Mifflin Company, Boston, MA.
- Kibbe, D.P. (1985). Common Moorhen (*Gallinula chloropus*). p. 100-101. In S.B. Laughlin and D.P. Kibbe (ed.) *The Atlas of Breeding Birds of Vermont*. University Press of New England, Hanover, USA.
- Killian, M., Lars, S., Dan, Z. et Peter, J.G. (1999). Le guide ornitho. Les 848 espèces d'Europe en 4000 dessins. 1^{ère} édition.
- Krebs, J.R., Wilson, J.D., Bradbury, R.B. et Siriwardena, G.M. (1999). The second silent spring? *Nature* 400: 611–612.
- Larson, V.L. (1995). Fragmentation of the land-water margin within the northern and central Indian River Lagoon watershed. *Bull. Mar. Sci.* 57: 267–277.

- Lebreton, P. (1964). Introduction à l'écologie ornithologique de la Dombes. *Terre et la vie* P. 20-53.
- Ledant, J.P., Jacobs, J.P., Jacobs, P., Malher, F., Ochando, B. et Roché, J. (1981). Mise à jour de l'avifaune algérienne (Update of the avifauna of Algeria). *Gerfault* 71: 295–398.
- Leonard, M.L., Horn, A.G. et Eden, S.F. (1988). Parent-offspring aggression in moorhens. *Behav Ecol Sociobiol* 23: 265–270.
- Liu, H.J., Feng, J.Y., Su, H.L., Chen, L.N., Lu, X. et Guo, D.L. (1985). Breeding biology of the Common Moorhens *Gallinulachloropus* in Taiyuan, northern China. *Zool. Res.* 6:174-175.
- Lotem, A., Nakamura, H. et Zahavi, A. (1995). Constraints on egg discrimination and cuckoo-host co-evolution. *Animal Behaviour*, 49: 1185-1209.
- Lu, Xin. (2011). Reproductive Ecology of Three Tibetan Waterbird Species, with Special Reference to Life-History Alterations along Elevational Gradients. *Zoological Studies* 50: 192–202.
- Lyon, B.E. (1993a). A conspecific brood parasitism as a flexible reproductif tactic in American coots. *Animal behaviour*: 46: 991-928; Cross Ref.CSA.
- Lyon, B.E. (2003). Egg recognition and counting reduce costs of avian conspecific brood parasitism. *Nature* 422: 495–499.
- Lyon, B.E. (2007). Mechanism of egg recognition in defenses against conspecific brood parasitism: American coots (*Fulica americana*) know their own eggs. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 61: 455-463
- Lyon, B. E. et Eadie, J.McA. (2008). “Conspecific Brood Parasitism in Birds: A Life-History Perspective.” *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 39: 343–363.
- Ma, Z., Wang, Y., Gan, X., Li, B., Caj, Y. et Chen, J. (2009). Waterbird population changes in the wetlands at Chongming Dongtan in the Yangtze River estuary, China. *Environmental Management* 43: 1187–1200.
- Maire, R. et Stephenson, T.S. (1930). Sur quelques plantes nouvelles ou peu connues de l'Algérie orientale. *Bull. Soc. Hist. Natur. Af. du Nord* 21: 48-50.
- Mariano, P. (2006). How can habitat selection affect the use of a wetland complex by waterbirds? *Biodiversity and Conservation* (2006) 15:4569–4582.
- Marion, L. (1994). “The Little Bittern.” In *Birds in Europe: Their Conservation Status*, edited by M.G. Tucker and M. F. Heath, 90–91. Cambridge: BirdLife International.

- Marre, A. (1987). Etude géomorphologique du Tell Oriental Algérien du Collo à la frontière Tunisienne. Université. Aix. Marseille 2. UER de Géographie.
- Martin, T.E. (1993). Nest predation and nest sites: new perspectives on old patterns. *BioScience* 43: 523-532.
- Martin, T.E. (1995). "Avian Life History Evolution in Relation to Nest Sites, Nest Predation, and Food." *Ecological Monographs* 65: 101–127.
- Mayr, E. (1970). Populations, Species and Evolution. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- McRae, S.B. (1994). An ecological and genetic analysis of breeding strategies in the moorhen, *Gallinula chloropus*. PhD thesis, University of Cambridge.
- McRae, S.B. (1995). Temporal variation in responses to intraspecific brood parasitism in the Moorhen. *Anim Behav* 49:1073–1088.
- McRae, S.B. (1996a). Brood parasitism in the Moorhen: brief encounters between parasites and host and the significance of an evening laying hour. *J Avian Biol* 27:311–320.
- McRae, S.B. (1996b). Family values: cost and benefits of communal nesting in the Moorhen. *Anim Behav* 52:225–245.
- McRae, S.B. (1997). A rise in nest predation enhances the frequency of intraspecific brood parasitism in a Moorhen population. *J Anim Ecol* 66:143–153.
- McRae, S.B. (1998). Relative reproductive success of female Moorhens using conditional strategies of brood parasitism and parental care. *Behav Ecol* 9:93–100.
- McRae, S.B. (2011). "Conspecific Brood Parasitism in the Tropics: An Experimental Investigation of Host Responses in Common Moorhens and American Purple Gallinules." *Ecology and Evolution* 1: 317–329.
- McRae, S.B. et Burke, T. (1996). Intraspecific brood parasitism in the Moorhen: parentage and a parasite-host relationships determined by DNA fingerprinting. *Behav Ecol Sociobiol* 38:115–129.
- Mesbah, A., Samraoui, F., Bouzid, A., Ouldjaoui, A., Baaziz, N., Samraoui, B. et Bouchecker, A. (2011). 4029: Safioun: Un nouveau site de reproduction du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* au sahara Algérien. *Alauda* 79 : 321-324.
- Miri, Y. (1996). Contribution à la connaissance des ceintures de végétation du lac Oubeïra (P.N.E.K), Approche phytoécologique et analyse de l'organisation spatiale. Thèse de magister, INA, Alger.

- Mohamed, A.C., Nicolas, S., Khaled, M. et Arnaud, B. (2008). Analyse comparative de la richesse avifaunistique du salin de Sfax dans le contexte Tunisien et Méditerranéen. *Revue d'écologie*, vol. 63, n°4, pp. 351-369.
- Møller, A.P. et Petrie, M. (1990). Evolution of intraspecific variability in birds' eggs: is intraspecific nest parasitism the selective agent? *Acta XX Congr. int. Ornithol.*, II: 1041–1048.
- Montes, C., Oliver, G., Molina, F. et Cobos, J. (eds). (1995). Bases Ecológicas para la Restauración de Humedales en la Cuenca Mediterránea. Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía), Sevilla. 19–21.
- Moraes, V.S. et Krul, R. (1995). Aspectos do comportamento do frangod'água- comum, *Gallinula chloropus* (Lichtenstein) 1818 (Aves, Rallidae). *Acta Biol Leopold* 17:161–166.
- 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.
- Muhammad, N. R. et Mohamed, Z. (2011). Effects of Water Level Fluctuation on Waterbirds Distribution and Aquatic Vegetation Composition at Natural Wetland Reserve, Peninsular Malaysia. International Scholarly Research Network ISRN Ecology. Volume 2011 (2011), Article ID 324038, 13 pages.
- National Geographic Society.(1999). Field Guide to the Birds of North America.3rd ed. National Geographic Society, Washington, DC, USA.
- Nedjah, R., Boucheker, A., Samraoui, F., Menai , R., Alfarhan, A.H., El-Rasheid, K. et Samraoui, B. (2010). Breeding ecology of the Purple Heron *Ardea purpurea* in Numidia, north-eastern Algeria. *Ostrich* 81: 189-196.
- Norris, K., Atkinson, P.W. et Gill, J.A. (2004). Climate change and coastal waterbird populations – past declines and future impacts. *Ibis*. 149. 82-89.
- Oliveira, R.F., Taborsky, M. et Brockmann, H.J. (2008). Alternative Reproductive Tactics. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Owen, M. et Black, J.M. (1990). Waterfowl Ecology. Blackie and Son Ltd., Glasgow, London. i1524-4695-27-4-446.
- Palmer, R.S. (1976). Handbook of North American birds. Vol. 2. New Haven, CT: Yale Univ. Press.
- Paracuellos, M. (2008). Effects of long-term habitat fragmentation on a wetland bird community. *Revue d'Ecologie (Terre Vie)* 63: 1–12.

- Pardo-Cervera, F., Sørensen, I.H., Jensen, C., Ruiz, X. et Sanchez-Alonso, C. (2010). “Breeding Biology of the Little Bittern *Ixobrychus Minutus* in the Ebro Delta (NE Spain).” *Ardeola* 57: 407–416.
- Parsons, K.C., Brown, S.C., Erwin, R.M., Czech, H.A. et Coulson, J.C. (eds). (2002). Managing Wetlands for Waterbirds: Integrated Approaches. *Waterbirds* 25 (Special Publication 2): 1–127.
- Payne, R.B. (2005). *The Cuckoos*. Oxford: Oxford University Press.
- Peterjohn, B.G. et Rice, L.D. (1991). *The Ohio breeding birds Atlas*. Ohio Department of Natural Resources, Columbus, 10004-8038-118-2-422.
- Petrie, M. (1982). Winter flocking in moorhens. Unpubl Phd thesis, Univ East Anglia.
- Petrie, M. (1983). Female Moorhens compete for small fat males. *Science* 220: 413–415.
- Petrie, M. (1986). Reproductive strategies of male and female moorhens (*Gallinula chloropus*). In: Rubenstein DI, Wrangham RW (eds) *Ecological aspects of social evolution*. Princeton University Press, Princeton (in press).
- Post, W. et Seals, C.A. (1989). “Common Moorhen Parasitizes a Boat-Tailed Grackle Nest.” *Wilson Bulletin* 10: 508–509.
- Post, W. et Seals, C.A. (2000). Breeding biology of the Common Moorhen in an impounded cattail marsh. *J Field Ornithol* 71: 437–442.
- Poysa, H. (1999). “Conspecific Nest Parasitism is Associated with Inequality in Nest Predation Risk in the Common Goldeneye (*Bucephala Clangula*).” *Behavioral Ecology* 10: 533–540.
- R, Development. Core.Team. (2014). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna.
- Raachi, M.L. (2007). Etude préalable pour une gestion intégrée des ressources du bassin versant du lac Tonga au nord-est algérien. Mémoire .Montréal (Québec, Canada). Université du Québec à Montréal. Maitrise en géographie.
- Ramsar. (2000). Extracts from Ramsar database; summary of Ramsar Monitoring Procedure Report (No. 21) on Lac Oubeïra and Lac Tonga, Algeria. Wageningen, The Netherlands: Ramsar Bureau.
- Randler, R. (2007). Observational and experimental evidence for the function of tail-flicking in Eurasian Moorhen *Gallinula chloropus*. *Ethology* 113: 629–639.

- Relton, J. (1972). Breeding biology of the Moorhen on Huntingdonshire farm ponds. *Br Birds* 65: 258-256.
- Ricklefs, R.E. (1983). Avian postnatal development. In: Farner DS, King JR, Parker KC (eds) *Avian Biology* vol III. Academic Press, New York, pp 1-82.
- Rothstein, S.I. (1975). Evolutionary rates and host defenses against avian brood parasitism. *American Naturalist*: 161-176.
- Rouag, R. (1999). Contribution à l'étude de l'herpétofaune de Park National d'El Kala. Thèse de Magister. Univ d'Annaba.
- Samar, M.F. (1999). Ecologie du Lac Oubeira: Cartographie de la végétation, *palynothèque* et utilisation spatio-temporelle du lac par l'avifaune aquatique. Thèse de Magister. Univ. Badji Mokhtar, Annaba.
- Samraoui, B. (2002). Branchiopoda (Ctenopoda and Anomopoda) and Copepoda from Eastern Algeria. *Hydrobiologia* 470: 173–179.
- Samraoui, B., Benyacoub, S., Mecibah, S. et Dumont, H.J. (1993). Afrotropical libellulids (Insecta: Odonata) in the lake district of el Kala, North-East Algeria, with a rediscovery of *Urothemis e. edwardsi* (Selys) and *Acisoma panorpoides ascalaphoides* (Rambur). *Odonatologica* 22: 365–372.
- Samraoui, B. et de Bélair, G. (1997). The Guerbes-Senhadja wetlands (NE Algeria). Part I: an overview. *Ecologie*, 28 : 233-250.
- Samraoui, B. et de Bélair, G. (1998). Les zones humides de la Numidie orientale : Bilan des connaissances et perspectives de gestion. *Synthèse* 4 : 1-90.
- Samraoui, B., de Belair, G. et Benyacoub, S. (1992). A much threatened lake: Lac des Oiseaux (North-East Algeria). *Environ. Conserv.* 19 : 264-267.
- Samraoui, B., Ouldjaoui, A., Boulkhssaïm, M., Houhamdi, M., Saheb, M. et Béchet, A. (2006). The first recorded reproduction of the Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algeria: behavioural and ecological aspects. *Ostrich* 77: 153-159.
- Samraoui, B. et Samraoui, F. (2008). “An Ornithological Survey of the Wetlands of Algeria: Important Bird Areas, Ramsar Sites and Threatened Species.” *Wildfowl* 58: 71–98.
- Samraoui, B., Samraoui, F., Benslimane, N., Alfarhan, A. et Khaled, A.S. Al-Rasheid. (2012a). A precipitous decline of the Algerian newt *Pleurodeles poireti* Gervais, 1835 and other changes in the status of amphibians of Numidia, North-Eastern Algeria. *Rev. Écol. (Terre Vie)* 67 : 2012 :71-81.

- Samraoui, F., Alfarhan, A.H., Al-Rasheid, K.A.S. et Samraoui, B. (2011). “An Appraisal of the Status and Distribution of Waterbirds of Algeria: Indicators of Global Changes?” *Ardeola* 58: 137–163.
- Samraoui, F., Alfarhan, A.H. et Samraoui, B. (2013). Status and breeding ecology of the Common Moorhen *Gallinula chloropus* in Algeria. *Ostrich* 84: 137-144.
- Samraoui, F., Boukhssaim, M., Bouzid, A., Baaziz, N., Ouldjaoui, A. et Samraoui, B. (2010). La reproduction du flamant rose: *Phoenicopterus roseus* en Algérie (2003-2009). *Alauda* 78 :2010: 15-25.
- Samraoui, F., Menai, R. et Samraoui, B. (2007). Reproductive ecology of the Cattle Egret (*Bubulcus ibis*) at Sidi Achour, north-eastern Algeria. *Ostrich* 78 : 481-487.
- Samraoui, F., Nédjah, R., Bouchecker, A., Alfarhan, A.H. et Samraoui, B. (2012b). Breeding ecology of the Little Bittern *Ixobrychus minutus* in northeast Algeria. *Bird Study* 59: 496-503.
- Samraoui, F. et Samraoui, B. (2007). The Reproductive Ecology of the Common Coot (*Fulica atra*) in the Hauts Plateaux, Northeast Algeria. *Waterbirds* 30: 133–139.
- Saouèche, Y. (1993). Etude de la reproduction et le développement larvaire des Odonates du lac Tonga. Thèse de Magister. Univ de Constantine.
- Sauer, F. (1984). Aves acuáticas. Blume, Barcelona.
- Sauer, F. et Witt, R. (1998). Encyclopédies. Bordas. Nature-Volume 2. Europe : Oiseaux.
- Seltzer, P. (1946). Le climat de l'Algérie. Trav. Inst. Météo et pyhs. Du Globe. La Typo-Litho-Carbonel. Alger.
- SETHYCO. (1983). Etude agropédologique des berges du lac Tonga. Ser. Min. Hydr. Annaba.
- Shizuka, D. et Lyon, B.E. (2010). Coots Use Hatch Order to Learn to Recognize and Reject Conspecific Brood Parasitic Chicks. *Nature* 463: 223–226.
- Sick, H. (1997). Ornitologia Brasileira. Nova Fronteira, Rio de Janeiro.
- Siegfried, W.R. et Frost, P.G.H. (1975). Continuous breeding and associated behaviour in the Moorhen *Gallinula chloropus*. *Ibis* 117:102–109.
- Sigrist, T. (2006). Aves do Brasil: uma visão artística. Avis Brasilis, Vinhedo.
- Siriwardena, G.M., Baillie, S.R., Buckland, S.T., Fewster, R.M., Marchant, J.H. et Wilson, J.D. (1998). Trends in the abundance of farmland birds: a quantitative comparison of

- smoothed Common birds census indices,” *Journal of Applied Ecology*, vol. 35, no. 1, pp. 24–43.
- Skinner, J. et Smart, M. (1984). The El Kala wetlands of Algeria and their use by waterfowl. *Wildfowl* 35: 106-118.
- Skinner, J. et Zalewski, S. (1995). Fonctions et valeurs des zones humides Méditerranéennes. 78 pages. In J, Skinner et A.J, Crivelli (eds), Conservation des zones humides Méditerranéennes .Vol. 2. Publication Med Wet/tour du Valat.
- Skutch, A.F. (1935). Helpers at the nest. *Auk* 52: 257–273.
- Skutch, A.F. (1961). Helpers among birds. *Condor* 63: 198–226.
- Spaans, B., van. Dijk, G., van. Der. Kamp, J. et Treep, F. (1976). Les oiseaux nidificateurs des zones humides de l’est de l’Algérie, printemps 1976. Wageningen, polycopié.
- Stevenson, H.M. et Anderson, B.H. (1994). The birdlife of Florida. University Press of Florida, Gainesville.
- Stevenson, A.C., Skinner, J., Hollis, G.E. et Smart, M. (1988). The El Kala National Park and environs, Algeria: an ecological evaluation. *Environmental Conservation* 15: 335–348.
- Taborsky, M. (1994). “Sneakers, Satellites, and Helpers: Parasitic and Cooperative Behavior in Fish Reproduction.” *Advances in the Study of Behavior* 23: 1–100.
- Taylor, B. (1998). Rails. A guide to the rails, crakes, Gallinules, and coots of the world. New Haven and London: Yale University Press.
- Taylor, B. et van. Perlo, B. (1998). Rails: A Guide to the Rails, Crakes, Gallinules and Coots of the World. Roberts bridge: Pica Press.
- Teixeira, D.M. (1981). Notas sobre a saracura trêz-potes, *Aramides cajanea* (Muller, 1776): a ocorrência do ninho-criadeira. *Bol Mus Para Emílio Goeldi Zool* 110: 1–24.
- Telino-Júnior, W.R., Azevedo-Júnior, S.M. et Neves, R.M.L. (2003). Biologia ecenso de *Porphyrula martinica*, *Gallinula chloropus* e *Jacana jacana* em Dois Irmãos, Pernambuco, Brasil. *Lundiana* 4:43–49.
- Thomas, G.H., Lanctot, R.B. et Székely, T. (2006). Population declines in North American shorebirds: ecology, life-history and sexual selection. In: Boere GC, Galbraith CA, Stroud DA (eds), *Waterbirds around the world*. Edinburgh: The Stationery Office. pp 207–208. 146 (Suppl. 1): 82–89.

- Thomas, J.P. (1975). Ecologie et dynamisme de la végétation des dunes littorales et des terrasses sableuses quaternaires de Jijel Est-algérien Thèse Doctorat Université des Sciences et Techniques du Langedoc.
- Touati, L. (2008). Distribution spatio-temporelle de Genres *Daphnia* et *Simocephalus* dans les mares temporaires de la Numidie. Thèse de Magister. Univ 8 Mai 1945. Guelma
- Touil, W. (2005). Contribution à l'analyse pollinique d'une séquence tourbeuse du complexe humide d'El Kala (Cas du lac Tonga). Mémoire d'ingénieur. Univ Badji Mokhtar. Annaba.
- Ueda, K. (1993). "A Case of Inter-Specific Brood Parasitism in the Moorhen *Gallinula Chloropus*." *Strix* 12: 224–226 (in Japanese).
- Ueda, K. et Narui, Y. (2004). A New Breeding Tactic of the Common Moorhen: Interspecific Brood Parasitism of Bittern Nests. *Ornithological Science* 3: 163–166.
- Ueda, K., Uchida, H. et Matsuda, T. (1993). Egg-dumping by the Moorhen, *Gallinula chloropus*, in Japan. *Jpn. J. Ornithol.* 42: 21–25.
- Van Dijk, G. et Ledant, J-P. (1983). La Valeur Ornithologique des Zones Humides de l'Est Algérien. *Biological Conservation* 26: 215–226.
- Van Vessen, J., Hecker, N. et Tucker, G.M. (1997). Inland wetlands. In: Tucker G.M. and Evans M.I. (eds), Habitats for Birds in Europe: a Conservation Strategy for the Wider Environment. BirdLife Conservation Series 6. BirdLife International, Cambridge, pp. 125–158.
- Wall, T. (2004). Moorhen Interspecific Brood Parasitism. *British Birds* 97: 192.
- Wang, L., Yang, C., Hsu, Y-C., Antonov, A., Moksnes, A., Røskoft, E., Liang, W. et Stokke, B.G. (2013). Increase of clutch size triggers clutch destruction behaviour in common moorhens (*Gallinula chloropus*) during the incubation period. *Behaviour* 150; 215–223.
- Whittaker, R.H. et Likens, G.E. (1973). Primary production: the biosphere and man. *Hum. Ecol.* 1: 357–369.
- Wolcox, D.A. et Meeker, J.E. (1992). "Implications for faunal habitat related to altered macrophyte structure in regulated lakes in Northern Minnesota," *Wetlands* 12: 192–203.
- Wood, N.A. (1974). The breeding behaviour and biology of the Moorhen. *Br Birds* 67: 104-158: 137-158.

Yom-Tov, Y. (1980a). Intraspecific nest parasitism in birds. *Biol Rev* 55: 93-108.

Yom-Tov, Y. (2001). "An Updated List and Some Comments on the Occurrence of Intraspecific Nest Parasitism in Birds." *Ibis* 143: 133-143.

Webographie :

Bannor, B.K. et Erik, K. (2010). The birds of North America online. [<http://bna.birds.cornell.edu/bna/species> Accessed 26 Jan. 2015].

Bird Life International. (2013). "Species Factsheet: *Aythya Nyroca*." Accessed janvier 2015 <http://www.birdlife.org>

Connecticut Department of Environmental Protection. (2000). Wildlife in Connecticut: Endangered and Threatened Species Series, Common Moorhen (*Gallinula chloropus*). URL <http://dep.state.ct.us/burnatr/wildlife/factshts/cmoorhen.htm>.

Google earth 2014 visité le 16 Septembre 2014.

Massachusetts Division of Fisheries and Wildlife.(2000). Natural Heritage and Endangered Species Program. Westborough, MA. URL <http://www.state.ma.us/dfwele/dfw/nhesp/>.

Nancy, D., Titman, R. et McKinney, F. (2002). Mallard (*Anas platyrhynchos*). The birds of North America online. (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; Retrieved from the Birds of North America Online: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/658doi:10.2173/bna.658>

[www.F International living water Programme](http://www.fishbase.org/) Visité le 13 Aout 2013.

www.iucn.org/fr/ Visité le 15 octobre 2014.

www.oiseaux.net Visité le 16 Septembre 2014.

Résumés

Résumé :

Entre 2011 et 2012, on a étudié l'écologie de reproduction de de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* au lac Tonga, nord-est Algérien. Les nids étaient construits à faible altitude (moy \pm SD = 14.27 \pm 5.00 cm), situés dans des supports hauts et denses de *Scirpus lacustris* (78.5%). La période de ponte des œufs était relativement courte, entre mi-Avril et la fin du mois de Juillet, avec un pic enregistré dans la première moitié du mois de Mai. La taille de la couvée moyenne globale \pm SD était de 7.02 \pm 2.58 (N = 55 pontes) avec une légère tendance saisonnière à la baisse. Les taux des pontes réussies augmentaient avec la date de ponte des œufs et la profondeur d'eau principalement due à la diminution saisonnière de la prédation et de l'inondation des nids. La prédation des nids, contrairement à l'inondation des nids, était aussi négativement associée à la profondeur d'eau. L'étude qui documentait relativement des cas fréquents du parasitisme congénère aussi bien que rarement rapportait des évènements du parasitisme interspécifique impliquant la Poule d'eau comme une hôte et un parasite d'autre espèces aviaires.

Mots clés: écologie de reproduction, parasitisme, régression logistique, Afrique du Nord, prédation, Rallidae, oiseaux d'eau,

Sammary:

Between 2011 and 2012, we studied the breeding ecology of the Common Moorhen *Gallinula chloropus* at Lake Tonga, north-east Algeria. Nests were low lying (mean \pm SD = 14.27 \pm 5.00 cm) and located in tall, dense stands of *Scirpus lacustris* (78.5%). The egg-laying period was relatively short, between mid-April and the end of June, peaking in the first half of May. The mean overall clutch size \pm SD was 7.02 \pm 2.58 (N = 55 clutches) with a slight seasonal downward trend. Rates of successful clutches increased with egg-laying date and water depth mainly due to the seasonal decrease in nest predation and nest flooding. Nest predation, in contrast to nest flooding, was also negatively associated with water depth. The study documented relatively frequent cases of conspecific brood parasitism as well as rarely reported events of interspecific brood parasitism involving the Common Moorhen both as a host and as a parasite of other avian species.

Key words: breeding ecology, brood parasitism, logistic regression, North Africa, predation, Rallidae, waterbirds:

الملخص:

بين 2011 و2012 قمنا بدراسة بيئة التكاثر لدى دجاجة الماء *Gallinula chloropus* في بحيرة تونقا شمال شرق الجزائر. كانت الاعشاش منخفضة التموضع (المعدل \pm الانحراف المعياري = 27.14 ± 5.00 سم) و تقع في مجموعة اشجار *Scirpus lacustris* الطويلة والكثيفة 78% كانت مدة البيض قصيرة نسبيا بين منتصف افريل و اخر جويلية و تبلغ ذروتها في النصف الاول من شهر ماي. المعدل الاجمالي (العام) لحجم الاباضة \pm الانحراف المعياري كان 7.02 ± 2.52 (م = 58 حضنة) مع ميل طفيف نحو الانخفاض الموسمي. تزداد معدلات الاعشاش الناجحة مع تاريخ الاباضة وعمق الماء اساسا بسبب التناقص الفصلي لافتراس و غرق الاعشاش. افتراس الاعشاش، وعلى عكس غرقها، كانت ايضا مرتبطة سلبيا مع عمق الماء. وثقت الدراسة نسبيا حالات متنوعة للتطفل المناوع. فضلا عن هذا قد ذكرت احداثا نادرة للتطفل بين الانواع باعتبار دجاجة الماء كمستقبل و متطفل على انواع الطيور الاخرى.

الكلمات الدالة: بيئة التكاثر، التطفل، تناقص لوجستي، شمال افريقيا، افتراس، Rallidae، الطيور المائية.