

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA
TERRE ET DE L'UNIVERS
LABORATOIRE DE CONSERVATION DES ZONES HUMIDES
DEPARTEMENT D'ECOLOGIE ET GENIE 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

THEME :

**Ecologie de la reproduction du grèbe castagneux
Tachybaptus ruficollis en Algérie**

Présenté par :

ATHAMNIA Mohammed.

Devant le jury :

- | | | | |
|-------------------------|-----------------------------|------------|-----------------------|
| * Présidente : | SOUIKI Lynda | Professeur | Université de Guelma. |
| * Directrice de thèse : | CHENAFI Farrah | Professeur | Université de Guelma. |
| * Examinateur : | OUAKID M ^{ed} Laid | Professeur | Université d'Annaba. |
| * Examinatrice : | HABBACHI Wafa | M.C.A | Université d'Annaba. |
| * Examinatrice : | GRARA Noujoud | M.C.A | Université de Guelma |

Année universitaire: 2015/2016

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

Mes louanges à « الله » le tout puissant qui m'a aidé à réaliser ce travail.

REMERCIEMENTS

Mes vives reconnaissances et mes sentiments de sympathie à Madame Souiki Lynda, Professeur à l'université de Guelma, qui m'a honoré d'avoir accepté de présider le jury de ma soutenance de thèse.

Mes vifs remerciements vont également à Mr. Ouakid Med Laid, professeur à l'université d'Annaba. Dr Habbachi Wafa, Maître de conférences à l'université d'Annaba. Dr Grara Noujoud, Maître de conférences à l'université de Guelma, pour avoir accepté d'être rapporteurs de cette thèse, pour avoir jugé ce travail et pour leurs conseils importants et pertinents.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance et mes chaleureux remerciements à mes deux directeurs de thèse Dr "Chenafi Farrah" Professeur à l'université de Guelma et " Samraoui Boudjemaa " Professeur et directeur du laboratoire de Conservation des Zones Humides à l'université de Guelma, qui m'ont guidé et orienté en prodiguant leurs conseils précieux et leurs encouragements. Je les remercie pour la confiance qu'ils m'ont accordée en me proposant ce travail. Je les remercie pour leur disponibilité, patience, et tout ce qu'ils m'ont apporté durant la réalisation de ce travail, et surtout durant la période de formation doctorale.

Je tiens aussi à exprimer ma profonde gratitude va à tous ce qui de près au de loin ont contribué à la réalisation de ce travail, on cite particulièrement : Mr Riad Nedjah, Mr Touati Laid, l'équipe " Grèbes " : Sarra, Bilel, Ahlem, Atef, Hamza. A tous les collègues du laboratoire de recherche des zones humides, de Guelma.

Je tiens à présenter un hommage très particulier à une personne qui habite nos cœurs Mr Menai Rachid "rabi yarhmou".

Ce travail n'aurait jamais vu le jour sans la contribution des familles et les riverains du lac Tonga surtout " *Khelti Mahbouba*" et ses fils,

Je ne pourrais terminer sans exprimer ma profonde reconnaissance à ceux qui se sont montrés toujours disponibles pour ma famille, surtout mes parents et, mes frères et mes sœurs, lorsque j'en avais vraiment besoin. Ils se reconnaîtront certainement et je leur adresse en cette occasion mes sincères remerciements.

A tous ceux qui m'ont aidé dans la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail

A mes chers parents

A mes frères et sœurs

A tous mes amis

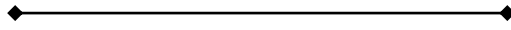
A tous ceux qui m'ont aidé

Mohammed.

- **Tab.5.16:** La variation de la grandeur de ponte de du grèbe castagneux durant la période d'étude.....83
- **Tab.5.17:** Matrice de corrélation entre la grandeur de ponte et les caractéristiques des nids du grèbe castagneux en 2011,2012..... 83
- **Tab.5.18:** Taux d'éclosion des œufs du grèbe castagneux dans le lac Tonga durant les deux saisons d'études.....88
- **Tab.5.19:** Taux d'éclosion des nids du grèbe castagneux dans le lac Tonga durant les deux saisons d'études.....91
- **Tab.5.20:** Les mesures des poussins du grèbe castagneux.....99

Liste des figures.

- **Fig.1.1:** Localisation des 26 sites Algériens. Liste exhaustive des 26 sites d'importance internationale classés par date d'inscription sur la liste Ramsar et par superficie.....03
- ◆—————◆
- **Fig.2.1:** Situation de la Numidie Algérienne.....09
- **Fig.2.2:** Carte représentant l'ensemble des plans d'eau les plus importants de la région de la Numidie orientale.....11
- **Fig.2.3:** Carte représentant l'ensemble des plans d'eau les plus importants de la région de la Numidie occidentale.....11
- **Fig.2.4:** Carte de délimitation du bassin versant du lac Tonga.....16
- **Fig.2.5:** Image satellite du Lac Tonga.....16
- **Fig.2.6:** Situation de la région d'El Kala dans le climagramme d'Emberger.....19
- **Fig.2.7:** Diagramme Ombro-thermique de la région d'El Kala.....19
- **Fig.2.8:** Vue du lac Tonga.....22
- ◆—————◆
- **Fig.3.1:** Liste des espèces des Podicipédidés de part le monde.....24
- **Fig.3.2:** Différentes silhouettes des grèbes.....25
- **Fig.3.3:** Distribution des Podicipédidés dans le monde.....27
- **Fig.3.4:** Planche présente les différents âges du grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis*).....29
- **Fig.3.5:** La forme générale et les dimensions des doigts de grèbe castagneux.....29
- **Fig.3.6:** Photographies des trois espèces des grèbes en plumage intermédiaire.....32
- **Fig.3.7:** Répartition géographique du grèbe castagneux.....32
- **Fig.3.8:** Photo du grèbe castagneux déglutissant une libellule.....35
- **Fig.3.9:** Mode de pêche à la plongée de grèbe castagneux.....35
- **Fig.3.10:** Différents comportements durant la saison de la reproduction.....36
- **Fig.3.11:** Grèbe castagneux avec son nid durant l'incubation.....36
- ◆—————◆
- **Fig.4.1:** Image satellite du Lac Tonga présente la zone d'étude.....42
- **Fig.4.2:** Un nid du grèbe castagneux dans les scirpes.....42
- **Fig.4.3:** Photo présente des œufs marqués et mesurés.....45



- **Fig.5.1:** Calendrier des pontes du grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis*) pendant les deux années par quinzaine.....49
- **Fig.5.2:** Pourcentage des nids du grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis*) dans les différentes strates de végétation durant la saison 2011.....50
- **Fig.5.3:** Pourcentage des nids du grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis*) dans les différentes strates de végétation durant la saison 2012.....50
- **Fig.5.4:** Box plot des dimensions des nids du grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis*) dans le lac pendant la saison de reproduction 2011.....54
- **Fig.5.5:** Box plot des dimensions des nids du grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis*) dans le lac pendant la saison de reproduction 2012.....54
- **Fig.5.6:** Droite de régression entre le diamètre interne et externe du nid du grèbe castagneux (cm) en 2011.....57
- **Fig.5.7:** Droite de régression entre la hauteur des nids par rapport au diamètre interne et externe du nid du grèbe castagneux (cm) en 2011.....57
- **Fig.5.8:** Droite de régression entre le diamètre interne et externe du nid du grèbe castagneux (cm) en 2012.....58
- **Fig.5.9:** Droite de régression entre la hauteur des nids par rapport au diamètre interne et externe du nid du grèbe castagneux (cm) en 2012.....58
- **Fig.5.10:** Nid de grèbe castagneux construit dans une strate de Scirpe.....59
- **Fig.5.11:** Distribution des nids selon la hauteur de végétation.....61
- **Fig.5.12:** Distribution des nids selon la densité de végétation.....61
- **Fig.5.13:** Droite de régression entre la hauteur (cm) et la densité (%) de végétation du nid du grèbe castagneux en 2011.....63
- **Fig.5.14:** Droite de régression entre la hauteur (cm) et la densité (%) de végétation du nid du grèbe castagneux en 2012.....63
- **Fig.5.15:** Distribution des nids du grèbe castagneux selon la profondeur de l'eau.....65
- **Fig.5.16:** Distribution des nids du grèbe castagneux selon la distance des nids à l'eau libre.....65
- **Fig.5.17:** Droite de régression entre la profondeur de l'eau et la distance (eau/nid) (cm) du nid du grèbe castagneux en 2011.....67
- **Fig.5.18:** Droite de régression entre la profondeur de l'eau et la distance (eau/nid) (cm) du nid du grèbe castagneux en 2012.....67

• Fig.5.19: Box plot des caractéristiques des nids du grèbe castagneux dans le lac pendant la saison de reproduction 2011.....	68
• Fig.5.20: Box plot des caractéristiques des nids du grèbe castagneux dans le lac pendant la saison de reproduction 2012.....	69
• Fig.5.21: Nid de grèbe castagneux (<i>Tachybaptus ruficollis</i>) contenant des œufs marqués et mesurés.....	72
• Fig.5.22 : Box plot de mesures des œufs chez le grèbe castagneux pendant la saison de 2011.....	73
• Fig.5.23: Box plot de mesures des œufs chez le grèbe castagneux pendant la saison de 2012.....	74
• Fig.5.24: Droite de régression entre la longueur (mm) et la largeur (mm) des œufs du grèbe castagneux en 2011.....	77
• Fig.5.25: Droite de régression entre la longueur (mm) et le volume (cm ³) des œufs du grèbe castagneux en 2011.....	77
• Fig.5.26: Droite de régression entre la largeur (mm) et le volume (cm ³) des œufs du grèbe castagneux en 2011.....	78
• Fig.5.27: Droite de régression entre la longueur (mm) et la largeur (mm) des œufs du grèbe castagneux en 2012.....	78
• Fig.5.28: Droite de régression entre la longueur (mm) et le volume (cm ³) des œufs du grèbe castagneux en 2012.....	79
• Fig.5.29: Droite de régression entre la largeur (mm) et le volume (cm ³) des œufs du grèbe castagneux en 2012.....	79
• Fig.5.30: Relation entre le volume des œufs et la date de ponte du grèbe castagneux dans le lac Tonga.....	80
• Fig.5.31: Fréquences des dates de ponte avec le nombre des œufs.....	80
• Fig.5.32: Evolution du nombre d'œufs.....	81
• Fig.5.33: la variation de la grandeur de ponte durant les deux saisons d'étude.....	84
• Fig.5.34: Grandeur de ponte 2011.....	84
• Fig.5.35: Grandeur de ponte 2012.....	85
• Fig.5.36: Relation entre la grandeur ponte et la date des pontes du grèbe castagneux dans le lac Tonga.....	85
• Fig.5.37: Chronologie des éclosions du greb castagneux durant les saisons 2011 et 2012 par quinzaine.....	86

- **Fig.5.38:** Nid avec 6 œufs du grèbe casragneux (*Tachybaptus ruficollis*) dans le Lac Tonga.....87
- **Fig.5.39:** Nid avec 7 œufs du grèbe casragneux (*Tachybaptus ruficollis*) dans le Lac Tonga.....87
- **Fig.5.40:** Taux des enclosions des œufs du grèbe castagneux dans le lac Tonga.....89
- **Fig.5.41:** Succès des éclosions des nids.....92
- **Fig.5.42:** Succès de la reproduction des nids du grèbe castagneux 2011.....93
- **Fig.5.43:** Succès de la reproduction des nids du grèbe castagneux 2012.....93
- **Fig.5.44:** Les causes de l'échec des éclosions 2011.....94
- **Fig.5.45:** Les causes de l'échec des éclosions 2012.....94
- **Fig.5.46:** Probabilité de succès de la reproduction en fonction de la profondeur de l'eau et de l'année.....95
- **Fig.5.47:** Probabilité de succès de la reproduction en fonction de la hauteur de nid et de l'année.....95
- **Fig.5.48:** Eclosion d'œufs du grèbe castagneux dans le lac Tonga.....96
- **Fig.5.49:** Nid et Poussin du grèbe castagneux dans le lac Tonga.....96
- **Fig.5.50:** une couleuvre vipérine (*Natrix maura*) sur un nid détruit dans le lac Tonga.....98
- **Fig.5.51:** Nid du grèbe huppé parasité par un œuf d'un grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis*).....98
- **Fig.5.52:** La longueur (mm) du tête-bec des poussins chez le grèbe casragneux *Tachybaptus ruficollis*.....99
- **Fig.5.53:** La longueur (mm) du tarse des poussins chez le grèbe casragneux *Tachybaptus ruficollis*.....100
- **Fig.5.54:** La longueur (mm) des ailes des poussins chez le grèbe casragneux *Tachybaptus ruficollis*.....100
- **Fig.5.55:** Formation d'une crèche des grèbions après la période des éclosions.....101

SOMMAIRE

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION

CHAPITRE 1: GENERALITES SUR LES ZONES HUMIDES

1.1. Définition des zones humides.....	01
1.2. Importance des zones humides en Algérie.....	02
1.3. Les zones humides, des milieux menacés.....	04
1.4. les oiseaux d'eau au service de la conservation des zones humides.....	05
1.5. Les oiseaux, modèles et indicateurs biologiques.....	06

CHAPITRE 2: DESCRIPTION DU SITE

2.1. Présentation de la région d'étude : Numidie.....	08
2.1.1. La Numidie Algérienne.....	08
2.1.2. Numidie orientale.....	10
2.1.3. Numidie occidentale.....	10
2.1.4. Les Principales zones humides de la Numidie Orientale.....	12
2.1.5. Les principales zones humides de la Numidie Occidental.....	12
2.2. Le parc national d'El-Kala (PNEK).....	12
2.2.1. Présentation du PNEK.....	13
2.2.2. Les objectifs du parc national d'El-Kala.....	14
2.3. Présentation du site étudié : Lac Tonga.....	15
2.3.1. Lac Tonga.....	15
2.3.2. Climatologie.....	17
2.3.2.1. Température.....	17
2.3.2.2. Pluviométrie.....	17
2.3.2.3. L'humidité.....	17
2.3.2.4. Le vent.....	17
2.3.2.5. Bioclimat.....	18
2.3.3. Caractéristiques écologiques.....	20
2.3.3.1. Floristique.....	20
2.3.3.2. Faunistique.....	21

2.3.4. Justification des critères Ramsar spécifiques aux oiseaux d'eau.....	21
---	----

CHAPITRE 3: BIOLOGIE DE L'ESPECE

3.1. Généralité.....	23
3.1.1. Description de la famille.....	22
3.1.2. Plumage et mue.....	26
3.1.3. Régime alimentaire.....	26
3.1.4. Nidification.....	26
3.1.5. Habitat et répartition.....	27
3.2. Description de l'espèce (<i>Tachybaptus ruficollis</i>).....	28
3.2.1. Caractères généraux.....	28
3.2.2. Nomenclature et systématique.....	30
3.2.3. Longévité.....	30
3.2.4. Difficultés d'identification.....	31
3.2.5. Répartition géographique.....	31
3.2.6. Habitat.....	31
3.2.7. Régime alimentaire.....	33
3.2.8. Reproduction.....	33
2.2.8.1. Site et Parade nuptiale.....	33
2.2.8.2. Nid.....	34
2.2.8.3. La ponte.....	34
2.2.8.4. Elevage des poussins.....	34
3.3. Etat et nidification en Algérie.....	37
3.4. Menaces potentielles.....	38

CHAPITRE 4 : MATERIEL ET METHODES

4.1. Le cycle biologique annuel des oiseaux d'eau.....	39
4.2. Matériel.....	40
4.3. Méthodologie de travail.....	40
4.3.1. Choix du site.....	40
4.3.2. Méthodologie.....	41
4.3.2.1. Recherches systématique des nids.....	41
4.3.2.2. Mesure des caractéristiques des nids et sites des nids.....	43
4.3.2.3. Mesure des œufs.....	43

4.3.2.4. Date de la première ponte et la période de ponte.....	43
4.3.2.5. Grandeur de ponte.....	43
4.3.2.6. Parasitisme spécifique et parasitisme inter spécifique.....	44
4.3.2.7. Analyses Statistiques.....	44

CHAPITRE 5 : RESULTATS ET DISCUSSION

5.1. Résultats.....	46
5.1.1. Date et période de ponte.....	46
5.1.2. Construction et caractéristiques des nids.....	47
5.1.2.1. Mode d'occupation spatial.....	47
5.1.2.2. Les mensurations des nids.....	51
5.1.2.3. Corrélation entre les caractéristiques des nids.....	55
5.1.2.4. Distribution des nids selon la hauteur de végétation.....	60
5.1.2.5. Distribution des nids selon la densité de végétation.....	60
5.1.2.6. Corrélation entre la hauteur et la densité de la végétation.....	62
5.1.2.7. Distribution des nids selon la profondeur d'eau.....	64
5.1.2.8. Distribution des nids selon la distance des nids à l'eau libre.....	63
5.1.2.9. Corrélation entre la profondeur et la distance eau/nid.....	66
5.1.3. La biométrie des œufs.....	70
5.1.3.1. Corrélation entre les mesures des œufs.....	75
5.1.4. Grandeur de Ponte.....	82
5.1.5. Chronologie des éclosions des nids.....	86
5.1.6. Le succès d'éclosions et de la reproduction.....	88
5.1.6.1. Le succès de l'éclosion.....	88
5.1.6.2. Le succès de la reproduction.....	90
5.1.7. Le Parasitisme interspécifique.....	97
5.1.8. Les mesure des poussins.....	97
5.1.9. Formation des crèches.....	101
5.2. Discussion générale.....	102
CONCLUSION.....	106
RESUMES.....	109
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE.....	112
ANNEXE	

Introduction :

La question de la biodiversité a pris place parmi les grands problèmes d'environnements globaux (Leveque & Mounolou, 2008). Elle reste jusqu'à présent l'un des vastes intérêts écologiques pris en compte dans le but de protéger et de restaurer la diversité du vivant dans les divers écosystèmes humides ou côtiers dans le long terme. La biodiversité, ou diversité biologique, peut se définir comme l'ensemble des êtres vivants, de leur matériel génétique, et des complexes écologiques dont ils font partie (Lévêque, 1997).

L'Algérie abrite une très grande diversité de reliefs, de sol et de type de végétation et de climats représente cinq étages bioclimatiques distinctes : humides, sub-humide, semi-aride, aride et saharien (Daget, 1977). Les zones humides acquièrent à travers toute la planète une importance de plus en plus grande. Ces milieux sont exceptionnellement riches en biodiversité et extrêmement productifs. En outre, ces zones humides présentent à travers tout le globe une source non négligeable de revenus pour une population croissante, et ont de ce fait une importance socio-économique significative pour les populations locales (Raachi, 2007).

L'Algérie possède de nombreux complexes des zones humides peu connus qui sont de véritables sanctuaires pour la faune et la flore (Samraoui & De Bélair, 1997;1998). Ces zones humides font partie d'un vaste éco-complexe méditerranéen exploité par des populations d'oiseaux d'eaux structurées en métapopulations (Samraoui *et al.*, 2006 ; Boulekhssaim *et al.*, 2006a). Parmi ceux-ci le complexe de la Numidie Algérienne au sud de la méditerranée est un important refuge pour la biodiversité faunistique et floristique (Samraoui & De Bélair, 1997; 1998) avec une richesse spécifique de l'avifaune aquatique (Samraoui & Samraoui, 2008).

L'écologie des oiseaux d'eau, leur migration, leur hivernage, et leur budget d'activité ont été largement étudiés dans plusieurs zones humides du sud de la méditerranée (Jacob et Corbet, 1980 ; Green & El Hamzaoui, 2000 ; Houhamdi & Samraoui, 2001, 2002, 2003 ; Qninba *et al.*, 2007) et leur reproduction, mais elles semblent dominées par les études portant sur la reproduction (Si Bachir *et al.*, 2000 ; Radi *et al.*, 2004 ; Saheb *et al.*, 2006) et par spécialisation en Numidie, les travaux sont dominés par l'équipe de Laboratoire de Recherche et des Zones Humides (L.R.Z.H), (Samraoui & Samraoui, 2007 ; Samraoui *et al.*, 2007 ; Bouchecker *et al.*, 2009 ; Samraoui Chenafi, 2009 ; Nedjah *et al.*, 2010 ; Samraoui *et al.*,

2012 ; Samraoui *et al.*, 2013 ; Nedjah *et al.*, 2014 ; Meniaia *et al.*, 2014 ; Samraoui *et al.*, 2014 ; Athamnia *et al.*, 2015 ; Cheriet *et al.*, 2015).

La reproduction des oiseaux d'eau comprend de manière générale : les phases de cantonnement et de formation des couples, de construction du nid, de ponte, d'incubation, d'éclosion, d'élevage, et d'envol des jeunes. Pour certaines espèces, il faut aussi ajouter après l'envol une période plus ou moins longue de dépendance des jeunes envers leurs parents (Tamisier & Dehoter, 1999).

Le grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* (Pallas, 1764), est une espèce polytypique, avec au moins neuf sous-espèces ayant été décrites (Cramp & Simmons, 1977). Parmi ceux-ci, seule la race nominale *T. r. ruficollis* se produit en Algérie avec une régularité, c'est l'un des espèces qui forment la famille des podicipidées en Algérie telle que le grèbe huppé (*Podiceps cristatus*) résident nicheur (Samraoui & Samraoui, 2008 ; Rouibi *et al.*, 2013), et le grèbe à cou noir (*Podiceps nigricollis*) hivernant et nicheur (Samraoui & Samraoui, 2008) . Il est le petit grèbe en Afrique du nord (Heinzel *et al.*, 2008) et le plus fréquent que les autres grèbes. Il est abondant et largement répandu à travers les zones humides Algériennes et présente un statut de sédentaire nicheur (Isenmann & Moali, 2000 ; Samraoui & Samraoui, 2008) et est un excellent modèle biologique pouvant être utilisé comme un très bon bioindicateur de la structure du fonctionnement des hydrosystèmes, car elle est sensible à la qualité d'eau et exige la présence d'une végétation et d'une petite faune aquatique relativement riche (Konter, 2001).

En Algérie, aucune étude n'est faite sur la reproduction de cette espèce qui niche en bon nombre important dans les lacs, étangs, mares ou marais Algériens (Samraoui & Samraoui, 2008). Et il a été moins étudié (coté de reproduction) par rapport les autres grèbes et il y a des études de reproduction nous pouvons citer (Bandrof, 1968 ; Broekhuysen, 1973 ; Vinicombe, 1982 ; Moss & Moss, 1993 ; Gutiérrez & Figuerola, 1997 ; Vogrin, 1999; Fazili *et al.*, 2008).

La Numidie Algérienne, située dans le Nord-est Algérien, est connue pour ses zones humides (lacs, marais, mares...) réparties en deux grands complexes séparés par Oued Seybouse : la Numidie orientale composé des complexes d'Annaba et d'El-Kala et la Numidie occidentale représentée par le complexe de (Guèbres-Senhadja) et Lac Fetzara (Samraoui & De Bélair, 1997). Elle représente un refuge essentiel pour nombreuses espèces estivantes de l'Afrique subsaharienne (Nedjah, 2011).

Le Lac Tonga est situé à l'extrême nord-est du parc national d'El-Kala et de l'Algérie, il couvre une superficie d'environ 2400 ha, Il a été inscrit à la liste Ramsar des zones humides d'importance internationale en 1982. Il joue un rôle important durant le cycle biologique annuel des oiseaux d'eau, c'est un site d'hivernage pour plus de 25000 Anatidés et Foulque (Chalabi & Van Dijk, 1988), et un site important de la reproduction de plusieurs espèces migrateurs comme (les hérons, l'Ibis falcinelle, les grèbes...),et sédentaire comme (le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*), l'Erismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) et la poule Sultane (*Porphyrio porphyrio*) (Samraoui & Samraoui, 2008).

Pour éclaircir le rôle écologique du lac Tonga et mieux comprendre la stratégie de la reproduction du grèbe castagneux et leurs paramètres (Caractéristiques des nids, Grandeur de ponte, Taux d'éclosion...etc.), Et mieux comprendre les exigences écologiques de cette espèce qui jusqu'à présent, n'a pas pratiquement été étudié en Afrique du nord. Nous avons suivi dans le lac Tonga durant les saisons 2011 et 2012 et en mettant l'accent sur certains paramètres qui nous semblent conditionner et contrôler la reproduction de cette espèce.

Sachant que les paramètres de la reproduction jouent un rôle clé dans la dynamique des populations et alors nous servirons à mieux comprendre la structure et le fonctionnement des zones humides.

Notre thèse est présentée comme suit :

- **Un premier** présente des généralités sur les zones humides.
- **Un deuxième** chapitre réservé à la description de la Numidie orientale et particulièrement le lac Tonga.
- **Un troisième** chapitre consacré à la biologie du grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis*.
- **Un quatrième** chapitre décrit le matériel et méthodes utilisés pour la réalisation de cette étude.
- **Un cinquième** chapitre présente les résultats obtenus suivis d'une discussion.

Enfin, une conclusion esquissée à partir des résultats et des analyses ponctue cette thèse.

Les zones humides, espaces de transition entre la terre et l'eau, constituent un patrimoine naturel exceptionnel en raison de leur richesse biologique et des fonctions naturelles qu'elles remplissent. Les zones humides sont parmi les milieux naturels les plus riches du monde, elles fournissent l'eau et les aliments à d'innombrables espèces de plantes et d'animaux. Ce sont des milieux de vie remarquables pour leur diversité biologique.

1.1. Définition des zones humides :

Interfaces écologiques et géographiques entre les milieux aquatiques et terrestres, les milieux humides sont difficiles à définir. Plus précisément, ces milieux chevauchent les limites de ceux qui sont couramment désignés aquatiques et terrestres. Plusieurs définitions écologiques des milieux humides, ou terres humides, ont été avancées par divers scientifiques.

Pour les besoins du présent rapport, nous retenons pour sa clarté la définition des milieux humides de Cowardin *et al.* (1979). Cette définition, en plus de comprendre les éléments véhiculés par Warner et Rubec (1997), est complétée d'une définition des sols hydriques et d'une classification des plantes selon leur caractère indicateur de milieu humide.

Elle s'énonce comme suit :

«Les milieux humides sont des terres de transition entre les systèmes terrestre et aquatique, où la nappe phréatique est habituellement au niveau ou près de la surface, ou dont le substrat est couvert d'eau peu profonde. Une terre humide se définit comme présentant au moins un des trois attributs suivants:

(1) Au moins périodiquement, des hydrophytes dominent la terre.

(2) Un sol hydrique non drainé domine le substrat.

(3) Le substrat est un non-sol et est saturé d'eau ou couvert par de l'eau peu profonde à quelque moment durant la saison de croissance de chaque année.» (Louis-Vincent, 2008).

- Selon le premier article de la convention de Ramsar du 2 février 1971 « les zones humides sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur ne dépasse pas six mètres. » (Fustec & Lefeuvre, 2000).

- Selon l'article 2 de la loi française sur l'eau « on entend par zone humide les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année. »

1.2. Importance des zones humides en Algérie :

Avec deux sites sur la liste des zones humides d'importance internationale : Le Lac Tonga et le Lac Oubeïra (tous deux dans le complexe des zones humides d'El-Kala –wilaya d'El Tarf-), L'Algérie a réalisé son adhésion à la convention de Ramsar en novembre 1983, avant de rejoindre la liste en mars 1999 par Le Lac des Oiseaux.

La position géographique de l'Algérie, sa configuration physique et la diversité de son climat lui confèrent une importante richesse de zones humides, Sa configuration physique s'est traduite globalement par une zonation latitudinale caractérisée par l'existence de plusieurs types de climats sur lesquels l'influence méditerranéenne s'atténue au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la mer. Cette diversité de climat a engendré une grande diversité d'écosystèmes de zones humides (Metallaoui, 2010) :

- La partie Nord-Est de l'Algérie, la plus arrosée, renferme un complexe lacustre particulièrement important, le complexe d'El-Kala.
- La partie Nord-Ouest, moins arrosée, se caractérise surtout par des plans d'eau salée tels que ; les marais de la Macta et la sebkha d'Oran.
- Dans les hautes plaines steppiques on rencontre principalement des chotts et des sebkhas. Ce sont des lacs continentaux salés de très faible profondeur qui se sont formés au Pléistocène et s'étendent sur de très grandes superficies en millions de km carrés, tel que Chott El Hodna, Chott chergui et Chott Melghir.
- Le Sahara renferme de nombreuses zones humides artificielles : les oasis.
- Les massifs montagneux de l'Ahaggar et du Tassili renferment dans leur réseau hydrographique de nombreuses zones humides permanentes appelées gueltats qui témoignent encore d'une période humide du sahara.

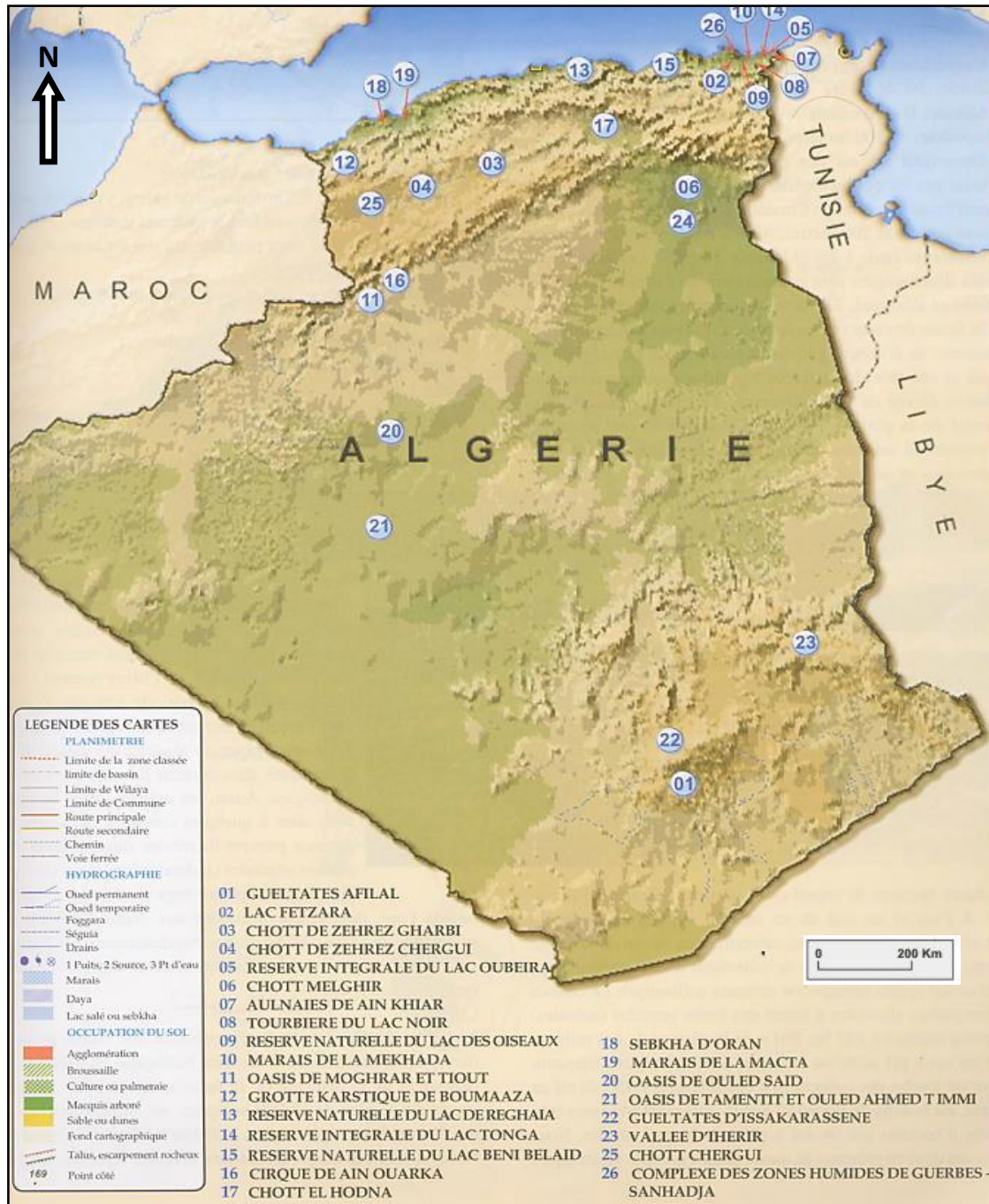


Fig. 1.1 : Localisation des 26 sites Algériens. Liste exhaustive des 26 sites d'importance internationale classés par date d'inscription sur la liste Ramsar et par superficie. [1]

1.3. Les zones humides, des milieux menacés :

Les zones humides, de par leur importante productivité, font partie des écosystèmes les plus anthropisés au monde. Depuis environ une cinquantaine d'années entre la moitié et les deux tiers des zones humides européennes ont disparu ou ont été fortement dégradées (Williams, 1990 ; Dugan, 1990). Ce déclin est principalement dû à l'intensification de l'agriculture, au drainage et à la pollution ainsi qu'au développement industriel, touristique et urbain. Aujourd'hui, ces écosystèmes représentent à peine plus de 6% de la surface du globe (Maltby & Turner, 1983). Sur le territoire métropolitain, elles couvrent une superficie grossièrement évaluée à 15500 km², soit à peine 2.7% de la France (Lefeuvre, 2000). Or, ces milieux constituent des écosystèmes de forte valeur pour la conservation et plus particulièrement pour le cycle biologique des oiseaux d'eau (Scott & Rose, 1996). De ce point de vue, ces espaces accueillent par exemple 50% des populations nicheuses européennes de limicoles dans les prairies humides (Hotcker, 1991). Sur le pourtour méditerranéen les salins hébergent 50 à 80% des effectifs de laridés nicheurs (Frochot & Roché, 2000).

Trente-sept pourcent des oiseaux cités au livre rouge des espèces menacées de France (de Beaufort, 1983) sont inféodés à ces milieux, 35% dans l'annexe I de la directive européenne 79/409 sur la conservation des oiseaux sauvages et 33% dans le statut de conservation des oiseaux d'Europe (Tucker *et al.*, 1994). Les facteurs susceptibles d'influencer la valeur des zones humides pour les oiseaux d'eau sont nombreux et concernent non seulement leur structure mais également leur fonctionnement (Frochot & Roché, 2000). Lorsque les zones humides offrent des formations de structure variée, l'avifaune s'enrichit. Pour les anatidés, l'attrait de ces zones augmente lorsque ces dernières présentent des milieux ouverts susceptibles d'assurer la quiétude des individus (Schricke *et al.*, 1992). Le maintien de zones ouvertes est, dans bien des cas, le résultat d'un contrôle actif de la végétation clonale qui, par sa forte faculté de croissance, la rend hautement compétitive et par conséquent majoritaire dans ces types de milieu (Kilmès *et al.*, 1997).

1.4. Les oiseaux d'eau au service de la conservation des zones humides :

Les recherches menées, depuis longtemps, sur les oiseaux d'eau contribuent directement à la sauvegarde des zones humides. Ainsi l'inventaire des zones humides, étape indispensable à toute politique de conservation, est-il fondé dans bien des pays, méditerranéens notamment, sur la liste des sites répertoriés dans le cadre de dénombrements d'oiseaux d'eau nicheurs et surtout hivernant (Hecker & Vives, 1995).

L'évaluation de la valeur faunistique des zones humides s'effectue à partir du degré de rareté, à l'échelle régionale, nationale ou internationale, des espèces qu'elles accueillent. Les informations acquises sur la distribution, l'abondance et l'évolution des populations d'oiseaux ont permis, en Europe notamment, de dresser des listes d'espèces rares, en danger ou plus ou moins menacées. Compte tenu de la régression et de l'altération généralisées des zones humides, les oiseaux d'eau occupent une place importante dans de tels inventaires: 37 % des oiseaux cités au Livre rouge des espèces menacées en France (de Beaufort, 1983) sont aquatiques, 35 % dans l'annexe I de la Directive européenne n° 79/409 sur la conservation des oiseaux sauvages et 33 % dans le statut de conservation des oiseaux d'Europe (Tucker *et al.*, 1994). La convention de Ramsar sur la conservation des zones humides d'intérêt international consacre elle même l'un de ses trois grands critères d'identification aux oiseaux d'eau. Ainsi : « Une zone humide devrait être considérée d'importance internationale si elle abrite habituellement :

- 20 000 oiseaux d'eau ou ;
- un nombre significatif d'individus appartenant à des groupes particuliers d'oiseaux d'eau et indicateurs des valeurs de la productivité ou de la diversité de la zone humide ou ;
- 1% des individus d'une population d'une espèce ou d'une sous-espèce d'oiseau d'eau ».

L'étude de l'exploitation des zones humides par les oiseaux d'eau au cours de leur cycle biologique montre, très clairement chez certaines espèces, la nécessité de prendre en compte la complémentarité des fonctions des zones humides à l'échelle mondiale (Fustec & Lefeuvre, 2000).

Très médiatiques, les oiseaux d'eau ont fait prendre conscience, dans bien des régions, des fonctions et de la valeur des zones humides. Tributaires d'espaces de plus en plus restreints assurant pour eux des rôles variés, ils sont aujourd'hui bien plus que de

simples indicateurs de la qualité des milieux humides et qu'un patrimoine à conserver en tant que tel. Leurs populations et leurs communautés apparaissent comme particulièrement aptes à révéler les déséquilibres écologiques de notre planète (Fustec & Lefeuvre, 2000).

1.5. Les Oiseaux, modèles et indicateurs biologiques :

Si l'étude des Oiseaux et des peuplements qu'ils constituent apporte des éléments d'appréciation précieux en vue de la connaissance et de la protection de l'avifaune, elle fournit de surcroît une information indirecte, mais précise et facile d'accès, sur le niveau de structuration et sur la qualité des milieux qu'ils habitent (Martin, 1982).

Le rôle de bioindicateur joué par les Oiseaux se situe à des échelles de perception différentes selon les familles ou le mode de répartition des espèces. (Hansen *et al.* 1992 ; Haila *et al.*, 1987 ; Blondel *et al.*, 1988 in Moali, 1999).

D'un point de vue écologique les Oiseaux terrestres se rangent en plusieurs catégories :

- Les Passeriformes et familles apparentées. Ce sont des espèces qui ont fait l'objet de nombreuses études, lesquelles ont montré l'étroite corrélation qui existe entre le niveau de structuration du milieu et les caractéristiques de son peuplement d'Oiseaux (Fuller & Handerson, 1992).
- Viennent ensuite les Oiseaux de colonies ou en couples isolés. Ce sont des groupes liés à des paramètres particuliers du milieu (zones humides, milieux rupestres...).
- Le troisième groupe est constitué des grandes espèces telles que les Rapaces, qui sont situées au sommet de nombreuses chaînes alimentaires. Ces prédateurs (espèces prédatrices et/ou nécrophages) sont de bons indicateurs de l'état de conservation de l'environnement dans lequel ils évoluent.

La relative facilité d'observation des oiseaux permet alors un diagnostic aisé et rapide des changements intervenus et de déceler les signes extérieurs de banalisation de l'avifaune (Karr *et al.*, 1971 ; Wood, 1993 in Moali, 1999).

Le but recherché à travers le diagnostic écologique appliqué aux oiseaux peut être d'apporter une importante contribution à la connaissance des écosystèmes, tant sur le plan de la recherche fondamentale que sur celui de l'évaluation de l'environnement. Les Oiseaux constituent à cet égard un excellent modèle de référence pour tester certaines hypothèses actuelles sur la structure, le fonctionnement et la dynamique des biocénoses (Blondel, 1975) :

1. Ils ne posent pas de problème d'ordre systématique sur le terrain, et un observateur averti peut les déterminer,
2. Leur mode de vie diurne et les manifestations visuelles et auditives de la plupart des espèces les rendent aisément accessibles à l'observateur,
3. Vertébrés homéothermes, ils ont occupé tous les niveaux trophiques, et de nombreuses espèces sont capables de moduler leur régime alimentaire en fonction des saisons.
4. Ils sont distribués dans les trois dimensions de l'espace, ce qui permet d'évaluer l'importance sur les communautés du développement de la dimension verticale des habitats,
5. On en trouve dans tous les milieux, même les plus artificialisés,
6. Leur sensibilité aux habitats et à leurs modifications est telle qu'ils sont de bons indicateurs écologiques,
7. Leur mobilité leur permet de réagir instantanément à toute modification des milieux.

2.1. Présentation de la région d'étude : Numidie.

2.1.1. La Numidie Algérienne :

La Numidie située dans le Nord-Est Algérien, est réputée pour ses zones humides qui sont réparties en deux grands complexes séparés par l'Oued Seybouse : la Numidie orientale composée des complexes d'Annaba et d'El-Kala et la Numidie occidentale représentée par le complexe des zones humides de Guerbes-Senhadja (Samraoui & de Bélair, 1997) (Fig.2.1).

La Numidie orientale a pour limite septentrionale la méditerranée et les frontières Algéro-tunisiennes la délimitent à l'Est. Cette région de l'Algérie renferme un grand nombre de sites humides exceptionnels de par leurs dimensions et leurs diversités et où plusieurs études scientifiques ont été menées (Ledant & Van Dijk, 1977; Van Dijk & Ledant, 1980 ; Morgan, 1982 ; Samraoui *et al.*, 1992 ; Boumezbeur, 1993 ; Samraoui & de Belair, 1998 ; Chalabi, 1998). Le complexe de Guerbes-Senhadja est une plaine homogène de 42 100 ha. Cependant il n'a bénéficié pratiquement d'aucune étude scientifique mis à part celle menée par Samraoui et de Bélair qui a signalé la valeur particulière de ce complexe pour le maintien de la biodiversité (Samraoui & de Belair, 1994). Par contre, dans les zones humides de la Numidie orientale qui occupent une superficie de 17 500 h, des comptages hivernaux réguliers ont souligné le rôle majeur joué par le complexe d'El Kala, pour l'hivernage des Anatidés avec une moyenne estimée de 90 000 – 100 000 individus (Ledant *et al.*, 1981 ; Isenmann & Moali, 2000).

Des travaux reposant sur les recensements et les inventaires des effectifs fréquentant nos écosystèmes aquatiques et sur l'étude de leur écologie « dynamique des populations, étude du comportement diurne et nocturne, écologie et biologie de la reproduction des espèces nicheuses. » ont également été effectués par Samraoui *et al* (1992), Samraoui & de Belair (1997, 1998) ; Rizi *et al* (1999) ; Houhamdi & Samraoui (2001, 2002, 2003, 2008), Samraoui & Houhamdi (2001), Samraoui *et al* (2006, 2007), Boulekhssaim *et al* (2006 b), Samraoui & Samraoui (2007), Bouchecker *et al* (2009), Samraoui Chenafi (2009) ,Nedjah *et al* (2009), Samraoui *et al* (2012), Samraoui *et al* (2013).

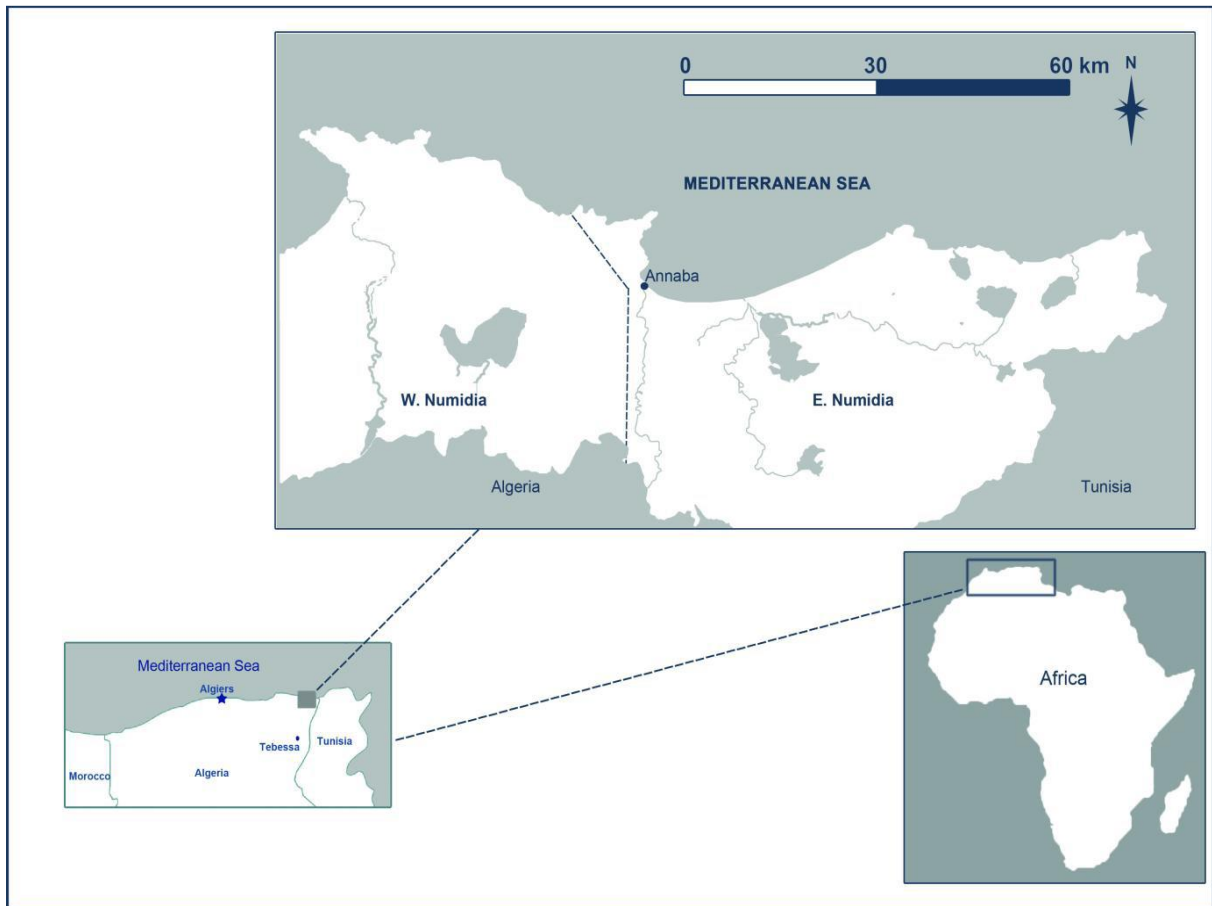


Fig.2.1: Situation de la Numidie Algérienne. (Djellab *et al.*, 2013).

2.1.2. Numidie orientale :

La Numidie orientale (Fig.2.2) correspond à l'unité morphologique, définie comme l'extrémité du Tell selon Marre (1992). Cette région, qui a pour limite septentrionale la Méditerranée et pour limite méridionale et orientale les collines de l'Atlas tellien, coïncidant à l'est avec la frontière Algéro-tunisienne (Samraoui & de Bélair, 1998), Elle renferme de nombreux sites humides d'une importance internationale protégé depuis 1983 et la majorité ont été groupés dans une aire protégée appelée le Parc National D'El-Kala (P.N.E.K) : 36°55-36°90° Nord et 8°16-8°43 Est. (Nedjah, 2011). Il est caractérisé par richesse biologique unique, en termes d'animaux et de plantes. Son climat méditerranéen, est situé à l'étage semi-humide Chaud. Contient une gamme de différentes dimensions de lacs et de l'eau salée (Lac El Melleh), ou saumâtre (El mefragh), ou douce (Tonga, Obeira, lac des oiseaux), tous constitue un composite des zones humides les plus importantes en Algérie et occupe le troisième rang parmi les zones humides de la Méditerranée après Delta de l'Ebre en Espagne et de la Camargue en France (Slimani *et al.*, 2008).

2.1.3. Numidie occidentale :

La Numidie occidentale (Fig.2.3), ou le complexe humide de Guerbès-Senhadja, s'étend entre les latitudes 36° 45' N et longitude 7° 30' E. Ce complexe se situe dans la partie Nord orientale de l'Algérie, à l'Ouest du massif de l'Edough symétriquement opposé aux zones humides d'El-Kala. Au Sud-Ouest on aperçoit Djebel Safia, au Sud-Est est localisé le bassin versant du lac Fetzara, à l'Est se trouve Djebel El-Fedj et au nord on rencontre la mer méditerranée (Samraoui & de Bélair, 1997).

Elle possède un ensemble de zones humides côtières et marines, et il renferme 31 sites humides d'importance internationale (Samraoui & de Bélair, 1997). Ce complexe est une grande plaine littorale, avec une altitude entre 0 et 200 m. Le massif continental de cette plaine est le réservoir hydrique d'environ 40 million de m³ qui génère une multitude de dépressions et de vallées qui forme lacs et Garâa (Marais) de quelques hectares de superficie à plusieurs dizaines de hectares. Le réseau hydrologique est essentiellement constitué deux grands oueds : Oued El Kebir et Oued El Megroune (Nedjah, 2011).

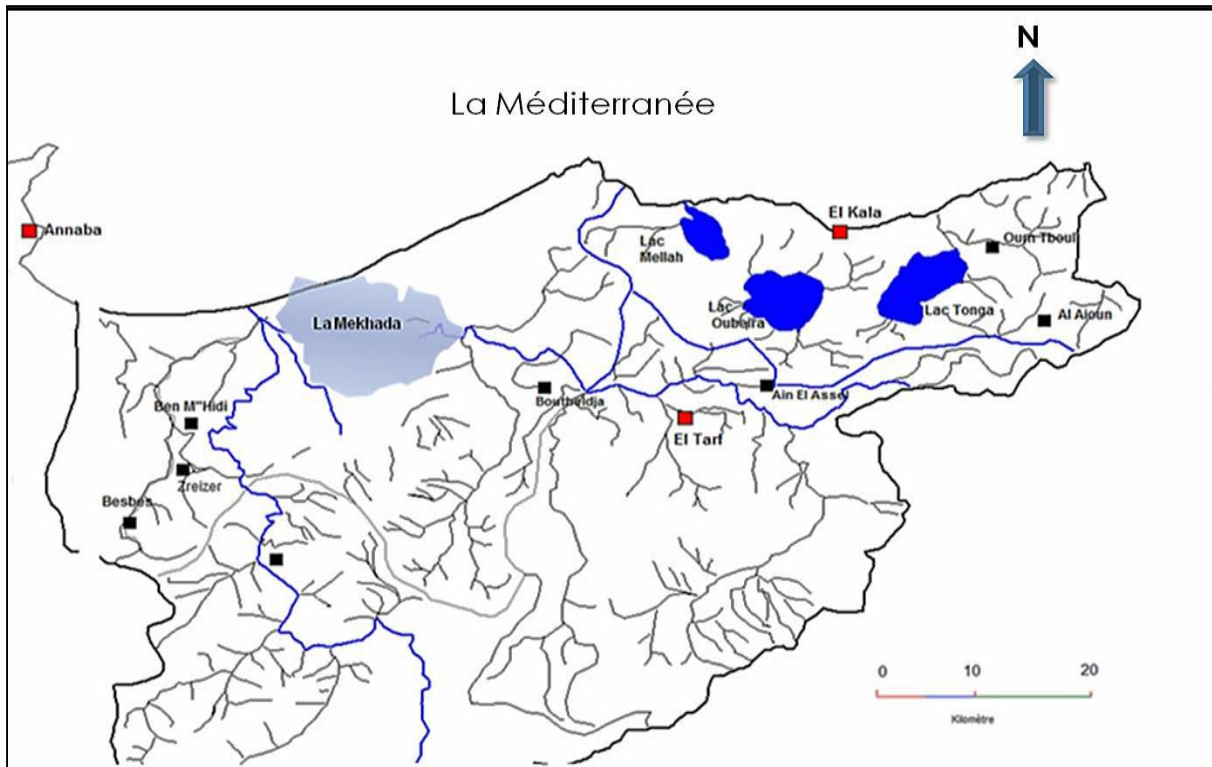


Fig.2.2: Carte représentant l'ensemble des plans d'eau les plus importants de la région de la Numidie orientale (Nedjah, 2011).

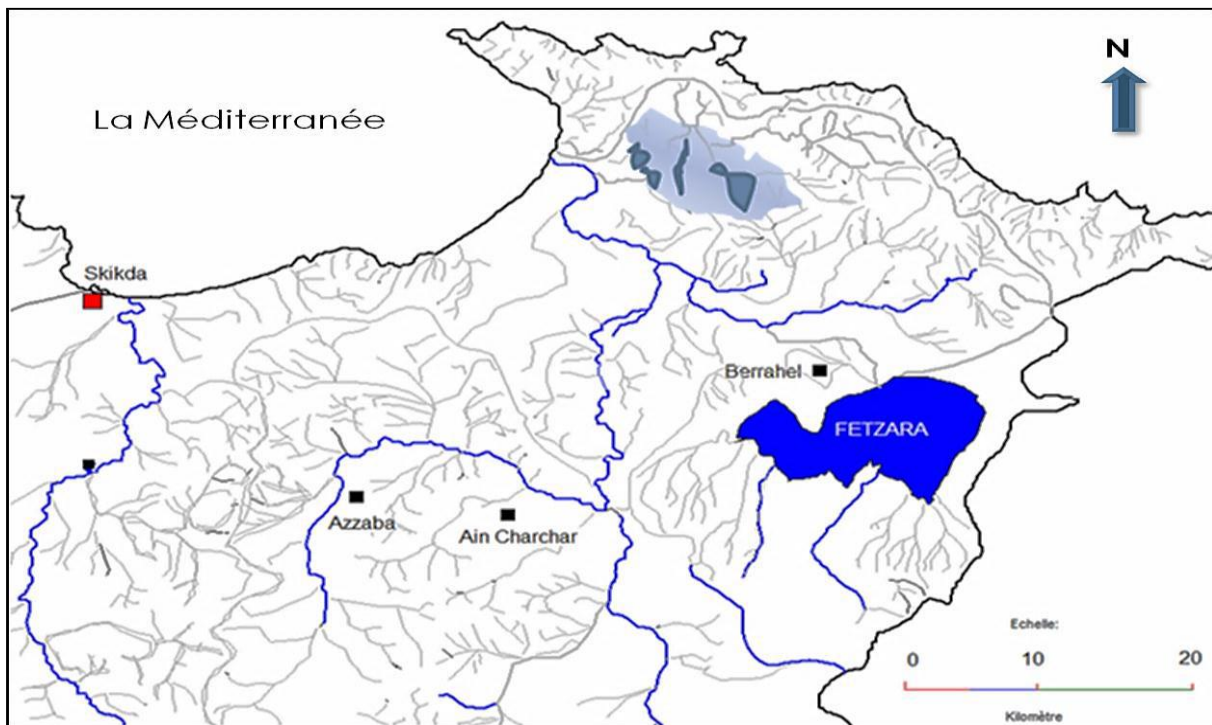


Fig.2.3: Carte représentant l'ensemble des plans d'eau les plus importants de la région de la Numidie occidentale (Nedjah, 2011).

2.1.4. Les Principales zones humides de la Numidie Orientale :

- Le marais de la Mékhada (Site Ramsar) (36° 48' N et 08° 00 E).
- Le lac Oubeira (site Ramsar) (36° 35' N, 08° 23' E).
- Le Lac Mellah (36° 53' N, 80° 20' E).
- Le Lac des Oiseaux (site Ramsar) (36° 47' N, 08° 7' E).
- Le Lac Bleu (site Ramsar) (36° 53' N, 08° 20' E).
- Le marais de Bourdime.
- Lac Tonga (site Ramsar) (36° 53' N, 08° 31' E).
- Le Lac Noir (36° 51' N, 08° 12' E).
- L'Aulnaie d'Ain Khia (36° 40' N, 08° 20' E)

2.1.5. Les principales zones humides de la Numidie Occidental :

- Garaet Hadj Tahar (36°51'50''N, 07°15'57'E).
- Garaet Boumaïza (36°49'155N, 7°18'975E).
- Garaet Ain-Magroune (36°50'225N, 7°16'943E).
- Garaet Sidi Lakhdar (36°54'780N, 7°12'055E).
- Garaet Beni M'hamed (36°57'N, 7°12'055E).
- Garaet El-Haouas (36°58'N, 7°18'E).
- Nechaa Demnat Ataoua (36°56'N, 7°14'780E).

2.2. Le parc national d'El-Kala (PNEK):

Un Parc national « *une zone de terre et/ou de mer particulièrement consacrée à la protection de la biodiversité et des ressources naturelles et culturelles qui lui sont associées, et gérées selon des lois ou d'autres moyens efficaces* » (UICN, 1994).

Les Parcs nationaux sont considérés comme des territoires qui présentent des formations, paysages, écosystèmes, espèces, animales et végétales de grand intérêt. La présence de l'homme dans ces territoires ne peut être niée, dans la mesure où il peut habiter ces espaces géographiques et exercer diverses activités.

2.2.1. Présentation du PNEK :

Le parc national d'El-Kala est considéré comme la région la plus humide d'Algérie. Ainsi, étant donné sa grande diversité et sa richesse biologique, déclarée le 23 juillet 1983 dans la wilaya d'Annaba comme un parc national par décret présidentiel, répandait à un besoin de conservation et de préservation des richesses naturelles que recèle le territoire de l'aire protégée. C'est l'un des plus grands parcs naturels d'Algérie, caractérisé par de nombreux écosystèmes et une importante richesse biologique et paysagère (Loukkas, 2006).

Le PNEK est localisée à l'extrême Nord-Est algérien, il est limité par la mer Méditerranée au nord, les monts de Medjerda au sud, la frontière Algéro-Tunisienne à l'est et les plaines d'Annaba à l'ouest (Figure 1). (Bousslama *et al.*, 2008), il s'étend sur une superficie de 76,438 ha (Sarri, 2002). Il présente un intérêt écologique remarquable pour trois raisons principales (Fig.2.4) :

- La grande diversité des ses milieux naturels
 - Sa position originale en méditerranée centrale (à la croise des grands biomes tempérés, tropicaux, atlantiques et orientaux)
 - Sa situation au sein d'un Maghreb isolé entre mer et désert (Roche & Yavercovski, 1990).
- Le Parc National d'El-Kala se trouve caractérisé par une grande variété d'écosystèmes qui sont :
 - a) **L'écosystème marin et littoral** : Il est composé essentiellement de formations à corail rouge, d'herbiers à Posidonies. Les dunes littorales sont occupées par les formations naturelles à Pin d'Alep, Pin maritime et maquis à Chêne kermès.
 - b) **L'écosystème lacustre** : Au niveau des lacs, se présente une flore très diversifiée avec prédominance de peuplier blanc et noir, l'aulne glutineux, le cyprès chauve ainsi que des Nénuphars à fleur jaune qui sont des espèces très rares.
 - c) **L'écosystème forestier** : Il est composé principalement de forêts de chênes tels que : le chêne liège, le chêne zeen, l'Olivier, la Bruyère, le Myrte, la Filaire, le Pistachier, l'Arbousier et le diss. A cela on peut rajouter les nombreux reboisements en Eucalyptus qui couvrent une bonne superficie du parc. La région d'El-Kala possède plusieurs végétaux endémiques tels que : Mille pertuis, *Laurentia bicolore*, *Campanule*, *Carex*. Le parc National d'El Kala abrite des mammifères représentés par : le Sanglier, le phoque moine dont la présence a été signalée, le Porc-épic, la Belette, la Mangouste, la Genette, la Loutre. Les oiseaux sont représentés par : les Oies cendrés, l'Erismature à tête

blanche, le Balbuzard pêcheur, la Spatule blanche. Les rapaces sont représentés par : la Bondrée apivore et la Buse variable. Plusieurs espèces de poissons vivent dans les lacs telles que: les Barbeaux mulets et anguilles. El Kala, terre sauvage baignée par les eaux et visitée par les oiseaux, présente par ses écosystèmes forestiers, lacustres et marins, un paysage unique en Algérie. Le parc englobe une zone humide unique en son genre et classée réserve de la biosphère en 1990 par le Programme sur l'homme et la biosphère (MAB) de l'Unesco [2].

2.2.2. Les objectifs du parc national d'El-Kala :

Il est connu que l'objectif premier d'un Parc National est la conservation et la protection des ressources naturelles. Dans le cas du PNEK, les objectifs sont multiples et clairement explicités par de Belair (1990) :

- ✓ protéger et conserver toutes les richesses du milieu naturel ;
- ✓ maintenir l'aspect naturel de tous les paysages : sites, monuments historiques et préhistoriques et les préserver de toute intervention artificielle incompatible avec le milieu ;
- ✓ assurer la reproduction et le développement des espèces forestières et animales ;
- ✓ veiller à ce que les exigences touristiques ne portent pas préjudice aux objectifs de conservation du Parc ;
- ✓ initier et développer toute activité de loisir et sportive en rapport avec la nature de l'implantation d'une infrastructure touristique dans la zone périphérique du parc ;
- ✓ promouvoir les activités traditionnelles des habitants de la région conformément à l'équilibre écologique ;
- ✓ associer l'université aux activités de recherches scientifiques dans le Parc.

2.3. Présentation du site étudié : Lac Tonga

2.3.1. Lac Tonga (36°53' N, 08°31' E) :

L'étude a été réalisée au niveau du Lac Tonga qui est situé à 36°51' N, 08°30' E à l'extrême nord-est du parc national d'El-Kala (wilaya El Taref) et de l'Algérie, et couvre une superficie d'environ 2400 ha. Il est situé à l'est de la ville d'El-Kala, à 5 Km du Lac Oubeira (Morgan, 1982).

C'est un lac de type palustre d'eau douce en communication avec la mer méditerranéenne par un canal artificiel, le Canal Messida. Barré au nord par un cordon de dune littorales, il est entouré par ailleurs de collines boisées ou couvertes de maquis et de pâturage (Van Dijk & Ledant, 1983).

Le centre du lac est couvert essentiellement d'un écran de nénuphar blanc *Nymphaea alba*, (le biotope préféré pour la nidification des guifettes moustacs *Chlidonias hybridus*) parsemé par des îlots flottantes de différentes tailles et formes, composé essentiellement de saules *Salix cinerea*, Iris jaune *Iris pseudacorus*, *Polygonum sp*, et les phragmites. Ces îlots forment le refuge d'un important paquet de l'avifaune aquatique nidificatrice (essentiellement pour les hérons, l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellis*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* et la poule Sultane *Porphyrio porphyrio* (Samraoui & Samraoui, 2008).

Entre le marais côté nord et la route d'El Kala - Oum Tboul, se trouve une forêt humide très importante constitué essentiellement d'une aulnaie (milieu relativement rare avec celle de Righia de Berrihane en Afrique du nord), des plantations de peupliers, des cyprès chauves et des broussailles de salix (Chalabi *et al.*, 1985).

Site d'hivernage, pour plus de 25000 anatidés et foulque (Chalabi & Van Dijk 1988). Le deuxième site le plus important en Algérie pour les oiseaux nicheurs (Samraoui & Samraoui, 2008). Il a une importance internationale grâce à non seulement aux oiseaux nicheurs mais aussi à la richesse de la flore et au nombre d'espèces d'invertébrés (Morgan, 1982).

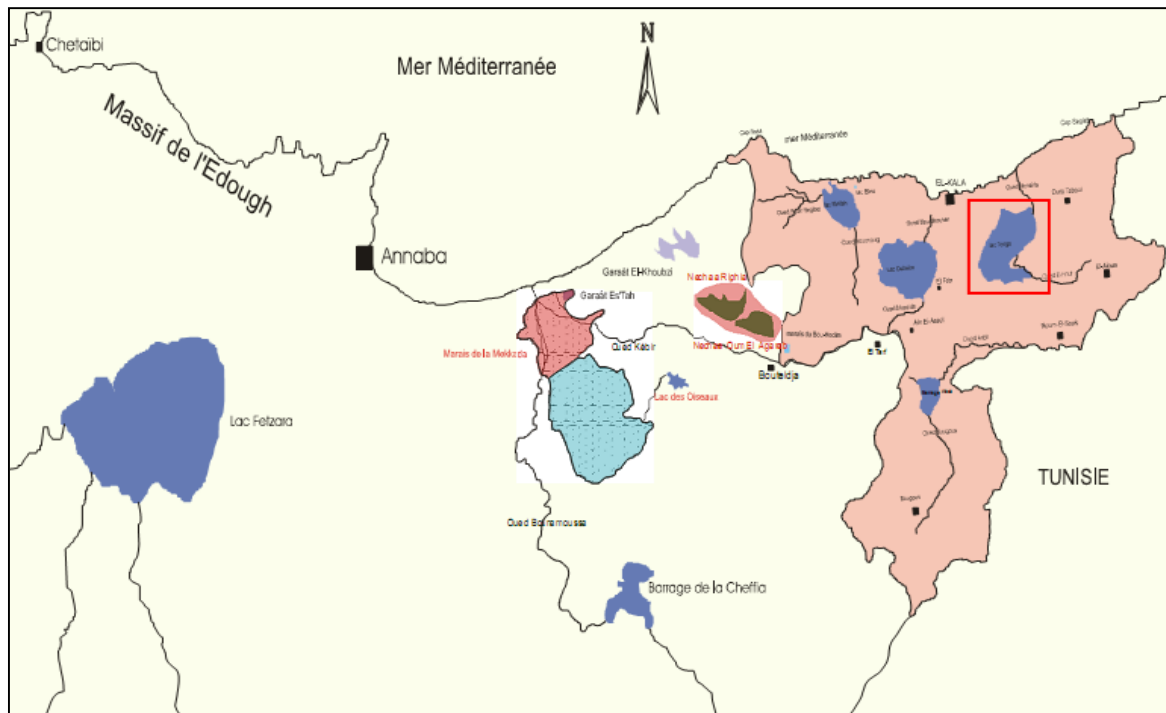


Fig.2.4: Carte de délimitation du bassin versant du lac Tonga (Landscape aménagement Co., 1998).

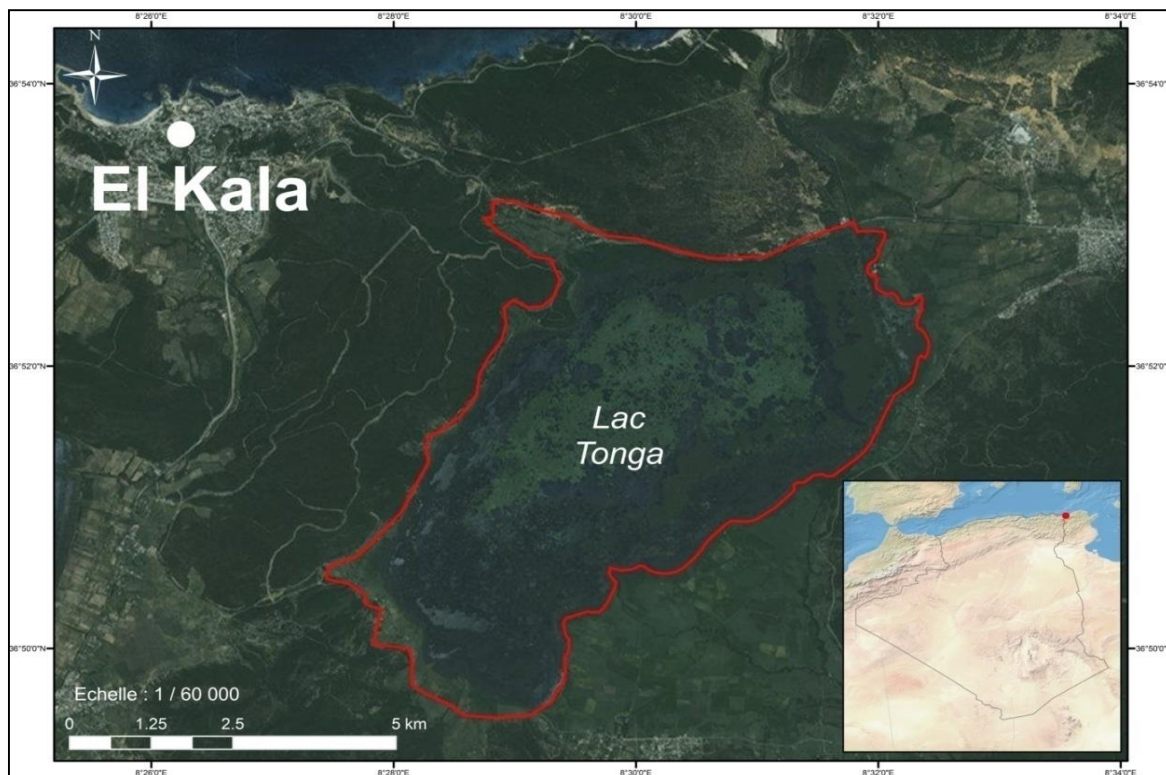


Fig.2.5: Image satellite du Lac Tonga [3].

2.3.2. Climatologie :

Le climat est certainement un facteur du milieu très important. Il a une influence directe sur la faune et la flore (Touati, 2008). Il est le résultat des différents paramètres suivants : température, pluviosité, vents et l'humidité de l'air. La région d'El-Kala est considérée comme la région la plus arrosée du pays, elle se caractérise par un climat méditerranéen avec une pluviométrie abondante pendant la saison humide et les mois froids et par une sécheresse pendant l'été (Ozenda, 1982 ; Samraoui & de Belair, 1998).

2.3.2.1. Température :

Selon Seltzer (1946) l'année est divisée en un semestre froid et en un semestre chaud. Concernant la région d'El Kala, Les mois les plus froids sont janvier et février alors que juillet et août constituent les mois les plus chauds (Menai, 2005) (Tab.2.1).

2.3.2.2 Pluviométrie :

Les précipitations sont régulées par trois autres facteurs : l'altitude, la longitude, elles augmentent de l'ouest vers l'est et la distance à la mer, (Seltzer, 1946). La Numidie appartient au Nord-Est algérien. Elle recueille (Tab.2.1), en effet, en 07 mois (d'Octobre jusqu'au Avril) 84 % des précipitations d'origine cyclonique, véhiculées par les vents du NW. On note que décembre est le mois le plus arrosés pour El-Kala.

2.3.2.3. L'humidité :

L'humidité est un facteur qui conditionne l'évaporation, il influe sur les conditions de développement de la végétation et par conséquent sur la nature d'écoulement de surface (Chaib, 2011). Les valeurs minimales sont observées respectivement les mois de juillet et août pour la région d'El Kala et les valeurs maximales sont observées au mois de janvier. (Tab.2.1).

2.3.2.4. Le vent :

Le vent est l'un des éléments les plus caractéristiques du climat, il a une influence indirecte en modifiant la température et l'humidité (Dajoz, 2006). En ce qui concerne le régime des vents, en période froide et cyclonique, dominant les vents du NW ; en période chaude le creux des fréquences des vents du NW relativement constants tout au long de

l'année est occupé par les vents du NE (Samraoui & de Bélair, 1998). Les premiers, sont généralement porteurs des chutes cycloniques hivernales; les seconds accompagnent les anticyclones de l'été (Samraoui & de Bélair, 1998).

2.3.2.5. Bioclimat :

a- Climogramme d'Emberger :

Selon Emberger (1955), la région méditerranéenne est subdivisée en cinq étages bioclimatiques (saharien, aride, semi-aride, sub-humide et humide) (Fig.2.6). Pour déterminer l'étage bioclimatique de la zone d'étude, il faut procéder au calcul du quotient pluviométrique Q_2 :

Le Q_2 de la région d'EL Kala pour la période de 1997-2012 est de **103,76**.

$$Q_2 = (2000 P)/(M^2 - m^2)$$

Q_2 :	quotient pluviométrique.
P :	pluviométrie annuelle en mm.
M :	température des maxima du mois le plus chaud en Kelvin.
m :	température des minima du mois le plus froid en Kelvin.

- Les températures sont exprimées en degrés absolus [$T^{\circ}K = T^{\circ}C + 273.2$].

b- Diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gaussen :

Le rythme climatique est défini graphiquement par la combinaison des températures et précipitations moyennes mensuelles en établissant un diagramme ombro-thermique.

Le diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gaussen (1957) est établi pour déterminer les périodes sèche et humide pour la région d'El Kala.

Ce graphe montrent que la saison sèche pour la région s'étend du mois de mai jusqu'à septembre. Alors que la saison humide s'étale entre les mois de octobre et avril. Un maximum de précipitations moyennes égales 112,65 mm a été enregistré au mois de janvier pour la région d'El Kala (Fig.2.7).

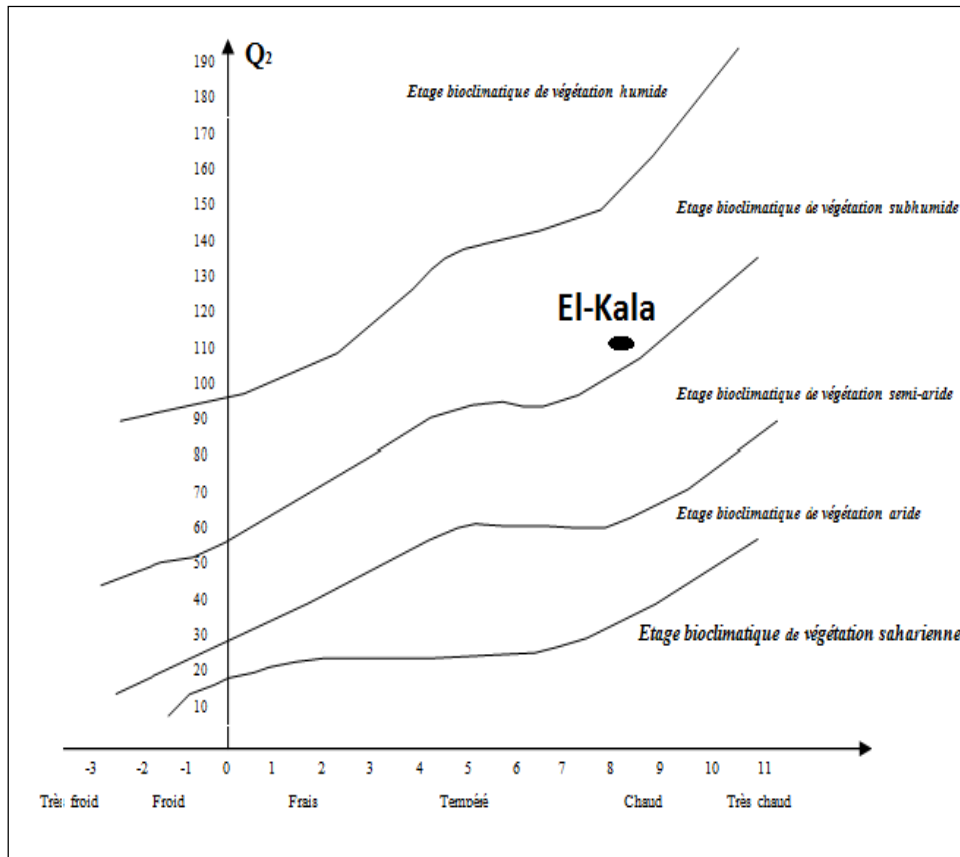


Fig.2.6: Situation de la région d'El Kala dans le climagramme d'Emberger.

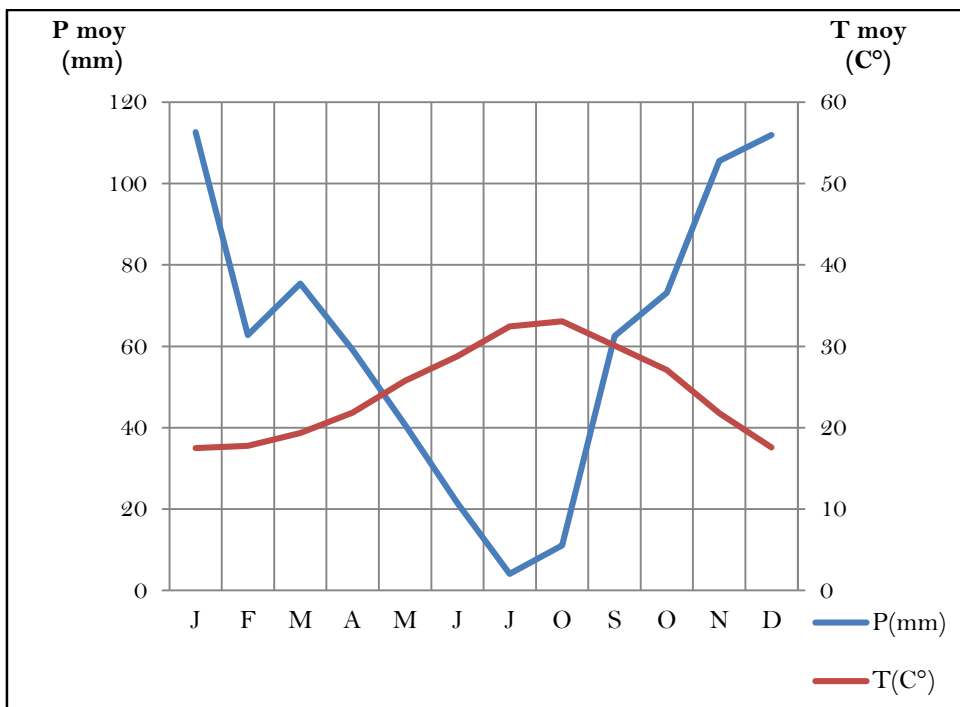


Fig.2.7: Diagramme ombro-thermique de la région d'El Kala (1997-2012).

Tab. 2.1 : Valeurs météorologique de la région d'El Kala (1997-2012).

Source : Station météorologique d'El Kala

<i>Mois</i>	<i>T Min(C°)</i>	<i>T Max(C°)</i>	<i>P (mm)</i>	<i>H (%)</i>
<i>J</i>	8,76	17,48	112,65	78,8
<i>F</i>	8,6	17,76	62,76	77,39
<i>M</i>	10,07	19,33	75,42	74,54
<i>A</i>	12,31	21,88	59,1	76,53
<i>M</i>	15,65	25,74	40,77	75,16
<i>J</i>	18,99	28,78	21,47	73,64
<i>J</i>	21,74	32,43	4,1	71,17
<i>A</i>	22,64	33,08	11,08	71,59
<i>S</i>	21	30,07	62,51	71,93
<i>O</i>	16,96	27,08	73,19	73
<i>N</i>	12,95	21,78	105,53	73,96
<i>D</i>	12,28	17,58	111,95	76,73
<i>(Moyenne)</i>	15,16	24,4	61,71	74,54

2.3.3. Caractéristiques écologiques :

C'est un site d'hivernage et de reproduction pour des dizaines de milliers d'oiseaux d'eau (Canards, Oies, Rallidés, Ardéidés, Limicoles et autres), et une zone de mue et d'escale. Ces fonctions sont assurées par la grande diversité des milieux au sein même du lac et la présence de grandes surfaces d'eau libre.

Le lac Tonga est un site qui abrite une faune très importante (anguille, reptiles et amphibiens, insectes au moins pendant leurs stades larvaires).

2.3.3.1. Floristique :

La végétation du lac Tonga est très diversifiée (De belair, 1990) .les colonies gréseuse sont recouverte de chaînes liège, qui dans certains endroits sont soit mélangé soi totalement supplantés par les pins martine avec quelque tache de chaîne zeen. Les dunes à l'ouest de la Messida 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 *Alnetum glutinosa* occupe le nord du lac (Abbaci, 1999) le climat quasitropical régnant sur cette aulnaie a

favorisée le développement de cyprès chauves, peupliers de virginie, aulnes glutineux, ormes champêtres et les acacias.

Dans le plan d'eau, (la partie occidentale et centrale du lac) se situe la zone des l'association immergée est essentiellement formée de Potamots : *Potamogeton mehoïdes* et *Potamogeton lucens* et ils sont associé par Myriophylles *Myriophyllum spicatum*, *Myriophyllum verticillatum*, nous constatons des formations émergentes de *Scirpus lacustris*, *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Iris pseudoacorus*, *Sparganium erectum*, *Lythrum salicaria*, *Lycopus europaeus*, *Oenanthe fistulosa*, *Ranunculus baudotii*. En printemps, nous assistons à l'émergence et la floraison d'une hydrophyte très envahissante des espaces d'eau libres *Nymphaea alba* (Kadid, 2007).

2.3.3.2. Faunistique :

La mosaïque d'écosystèmes du bassin versant du Tonga, constitue un habitat remarquable et un biotope favorable à l'installation ou la transition d'une faune riche et diversifiée à savoir :

- **Les mammifères :** Les mammifères du bassin versant du Tonga, est représentée par 37 espèces. Certaines de ces espèces sont rares comme, la loutre *Lutra lutra* espèce rare et menacée d'extinction, confinée au lac Tonga reste tributaire de l'intégrité de son biotope (Ghalmi, 1997). Le cerf de barbarie *Cervus elaphus barbarus*, seul grand mammifère endémique du Maghreb tellien. En Algérie il se trouve au Nord de la région frontalière Algéro-tunisienne et occupe donc toute la subéraie, la pineraie et la cocciferaie de bassin versant du Tonga et sa présence à l'intérieur des frontières algériennes est fortement liée à la présence d'eau dans le bassin versant.
- **Les oiseaux d'eau :** Le Tonga est un site d'hivernage et le stationnement d'un certain nombre d'Anatidae (les canards de surface surtout) et d'Ardeidae (Héron cendré, Grande aigrette, Héron garde bœuf,..). Aussi les limicole, mais en faible portion, et ainsi un site de reproduction pour les espèces: Podicepédidé: grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis*, grèbe huppé *Podiceps cristatus*, d'Ardeidea : Blongios nain *Ixobrychus minutus*, Bihoreau gris *Nycticorax nycticorax*, Crabier chevelu *Areola ralloides*, Héron garde-bœuf *Ardea ibis*, Aigrette garzette *Egretta garzetta*, Héron poupré *Ardea purpurea*, Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus*, et d'Anatidés : Canard colvert *Anas platyrhynchos*, Le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* et l'Erismature à tête

blanche *Oxyura leucocephala*, d'Aquila: Busard des roseaux *Circus aeruginosus*, et la famille de Rallidés: la Poule d'eau *Gallinula chloropus*, la Poule sultane *Porphyrio porphyrio*, la Foulque macroule *Fulica atra*, et aussi de Stérninés le Guifette moustac *Chlidonia hybridus* (Samraoui & Samraoui, 2008). Comme on observée la première fois le Cygnes tuberculés *Cygnus olor* en 2009 et qui n'a pas été vu dans les dernières décennies dans le lac Tonga (Rouibi *et al.*, 2009).

2.3.4. Justification des critères Ramsar spécifiques aux oiseaux d'eau :

Le lac Tonga est classé réserve intégrale du P.N.E.K. et site Ramsar depuis le 11 avril 1982. Du fait de la qualité de ses habitats, il abrite une diversité biologique remarquable dont son avifaune hivernante, avec habituellement plus de 20 000 oiseaux d'eau en période hivernale (*Critère Ramsar 5*) (Chalabi & Van Dijk, 1988). Et aussi le 1% de la population mondiale pour plusieurs espèces (*Critère Ramsar 6*), dont certaines est très rares ou en recul dans leurs habitats (*Critère Ramsar1*) comme l'érismaure à tête blanche *Oxyura leucocephala*, Sarcelle marbré *Marmaronetta angustirostris* (Samraoui & Samraoui, 2008). Le Canard colvert *Anas platyrhynchos*, la Sarcelle d'hiver *Anas crecca*, le Canard siffleur *Anas penelope*, le Canard souchet *Anas clypeata*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, et le Fuligule morillon *Aythya fuligula* (Samraoui *et al.*, 2011).



Fig.2.8: Vue du lac Tonga (Athamnia, 2012).

3.1. Généralités :

Le grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* (Pallas, 1764), est une espèce polytypique, avec au moins neuf sous-espèces ayant été décrites (Cramp & Simmons, 1977). Parmi ceux-ci, seule la race nominale *T. r. ruficollis*, se produit en Algérie avec une régularité (Samraoui & Samraoui, 2008), c'est l'un des espèces qui forment la famille des podicipédés. Et l'un des plus petits oiseaux aquatiques, (Heinzel *et al.*, 2008) et le plus fréquent que les autres Grèbes. Il est abondant et largement répandu à travers les zones humides Algériennes et présente un statut de sédentaire nicheur (Isenmann & Moali, 2000 ; Samraoui & Samraoui, 2008).

3.1.1. Description de la famille :

Les podicipédés sont une famille des oiseaux aquatiques nommée grèbes qui réunit selon le congrès ornithologique international 6 genres et 22 espèces. Les pattes très placées en arrière ont donné le nom des podicipédés ("pieds au derrière") [3].

Les grèbes sont classés une fois avec les plongeurs dans l'ordre de colymbiformes, mais maintenant ils sont classés séparément dans deux ordres de Podicipédiformes et Gaviiformes, respectivement [4].

Sont répartie à travers le monde (Fig.3.1), certaines étant très répandues. Tous ces représentants nichent en eau douce généralement dans un nid flottant de végétation en décomposition (Whitfield & Walker, 1998). Ils sont considérés comme le privilège des oiseaux aquatiques de posséder propriétés les rend adaptés à la vie en milieu aquatiques. Durant la période de reproduction ils existent sous la forme des couples et forment de petits groupes dans les milieux d'eau libre pendant toute l'année. Nagent au-dessus de l'eau et plongent sous manière séquentielle dans la recherche de nourriture ou de moyenne de décence (déplacer loin de danger), (Beaman & Madge, 2003 ; Grzimek & Fontaine, 1972 ; Mullarney *et al.*, 2004).

Ils marchent avec difficulté à terre. Leurs doigts sont lobés (Fig.3.2) (ils n'ont pas de palmure entre les doigts, contrairement aux plongeurs et aux canards).

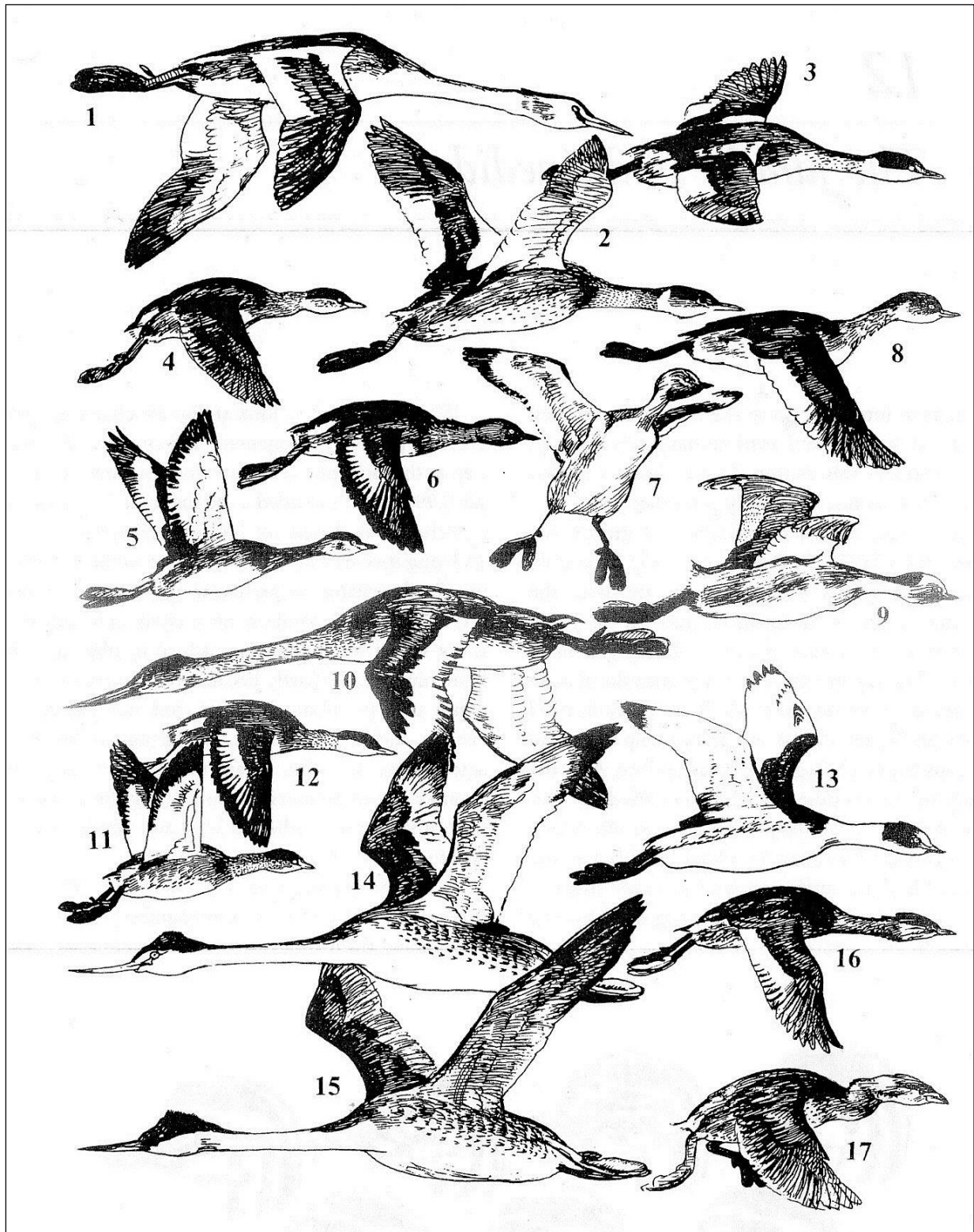


Fig.3.1: Liste des espèces des Podicipédidés de part le monde. (Fjeldsa, 2004)
(Voir Tab. 2.1)

Tab. 3.1: Les 17 espèces présentes dans la famille des Podicipédidés (Fjeldsa, 2004).

N°	Français	Latin	Anglais
1	Grèbe huppé	<i>Podiceps cristatus</i>	Great Crested Grèbe
2	Grèbe jougris	<i>Podiceps grisegena</i>	Red-necked Grèbe
3	Grèbe esclavon	<i>Podiceps auritus</i>	Horned Grèbe
4	Grèbe castagneux	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Little Grèbe
5	Grèbe australasien	<i>Tachybaptus novaehollandiae</i>	Australasian Grèbe
6	Grèbe de Nouvelle-Zélande	<i>Poliiocephalus rufopectus</i>	New Zealand Grèbe
7	Grèbe argenté	<i>Poliiocephalus poliocephalus</i>	Hoary-headed Grèbe
8	Grèbe à cou noir	<i>Podiceps nigricollis</i>	Black-necked Grèbe
9	Grèbe aux belles joues	<i>Podiceps occipitalis</i>	Silvery Grèbe
10	Grand Grèbe	<i>Podiceps major</i>	Great Grèbe
11	Grèbe minime	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Least Grèbe
12	Grèbe malgache	<i>Tachybaptus pelzelni</i>	Madagascan Grèbe
13	Grèbe mitré	<i>Podiceps gallardoi</i>	Hooded Grèbe
14	Grèbe à face blanche	<i>Aechmophorus clarkii</i>	Clark's Grèbe
15	Grèbe élégant	<i>Aechmophorus occidentalis</i>	Western Grèbe
16	Grèbe de Rolland	<i>Rollandia rolland</i>	White-tufted Grèbe
17	Grèbe à bec bigarré	<i>Podilymbus podiceps</i>	Pied-billed Grèbe

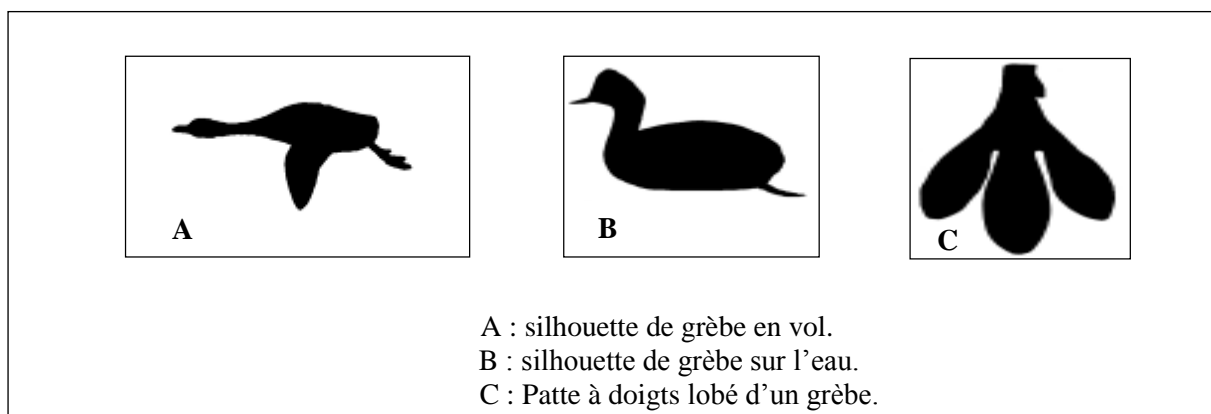


Fig.3.2: Différentes silhouettes des grèbes. [5].

Les grands grèbes ont une silhouette effilée, et ils poursuivent le poisson sous l'eau avant de le saisir dans leur bec fin et pointu. D'autres se nourrissent de mollusques de vase, et ont le corps plus petit et plus ramassé, ainsi que le bec épais et court. Les deux sexes sont identiques. Les jeunes ont la tête et le cou rayés (Whitfield & Walker, 1998).

3.1.2. Plumage et mue :

Le duvet des grèbes, épais, serré, soigneusement entretenu et graissé, ressemble à une fourrure imperméable qui assure une bonne isolation vis-à-vis de l'eau. Chez ces oiseaux, la queue n'existe pour ainsi dire pas, car les vestiges des rectrices sont complètement cachés par le plumage. Au duvet des poussins succède immédiatement le premier plumage, ils présentent deux plumages par an, les grèbes muent complètement en automne (plumage internuptial aux couleurs discrètes et plus ternes) et pendant une courte période, la chute simultanée des rémiges les prive de la faculté de voler. Au printemps, ils revêtent par une mue partielle le plumage nuptial ; aucune différence extérieure sensible ne permet de distinguer le mâle de la femelle (Géroudet, 1946).

Certains grèbes se réunissent en très grand nombre sur certains plans d'eau pour muer, pendant une période qui dure de 3 à 4 semaines (Darmangeat & Dupérat, 2004).

3.1.3. Régime alimentaire :

Les grèbes se nourrissent de poissons, de mollusques, de crustacés, de têtards et de grenouilles, ainsi que de fragments végétaux. La plupart sont plus insectivores que piscivores et ne sauraient causer grand dommage à la pêche. Seul le grèbe huppé, par sa voracité, pourrait justifier les persécutions incessantes des pêcheurs, ennemis de la concurrence (Géroudet, 1946).

3.1.4. Nidification :

Les parades nuptiales sont spectaculaires chez les grandes espèces, mais mâle et femelle ont la même coloration. Ils comprennent des manifestations vocales et gestuelles élaborées [6].

Les nids de ces oiseaux sont des amas flottants de végétaux palustres, les œufs (de 3 à 10) couvés par les adultes durant 20 à 30 jours selon les espèces sont blancs, couverts d'un dépôt crayeux, supportent bien l'humidité ambiante, mais peu à peu, au cours de l'incubation, ils

s'imprègnent d'une teinte jaunâtre toujours plus intense, allant jusqu'au brun et au roux, teinte imprimé par les débris végétaux en décomposition qui constituent le nid. En quittant ces œufs, le grèbe les recouvre toujours avec les matériaux qui les entourent, opération de camouflage parfaitement réussite. Les poussins nidifuges rayés de blanc et de noir éclosent à long intervalles, et séjournent longuement dans le chaud plumage de leur parent, (Géroutet, 1946).

3.1.5. Habitat et répartition :

Cosmopolites à l'exception de l'Antarctique, ils présentent la plus grande diversité dans le nouveau monde. Ils fréquentent des habitats d'eaux douces, surtout en régions tempérées, mais on les trouve souvent en mer en hiver [1].

Deux espèces de la famille vivants en Amérique du sud ont perdu la faculté de voler.les espèces des régions chaudes sont sédentaires et celles des régions nordiques migrent durant la nuit vers le sud ou vers les cotes pour l'hiver (Fig.3.3) [2].

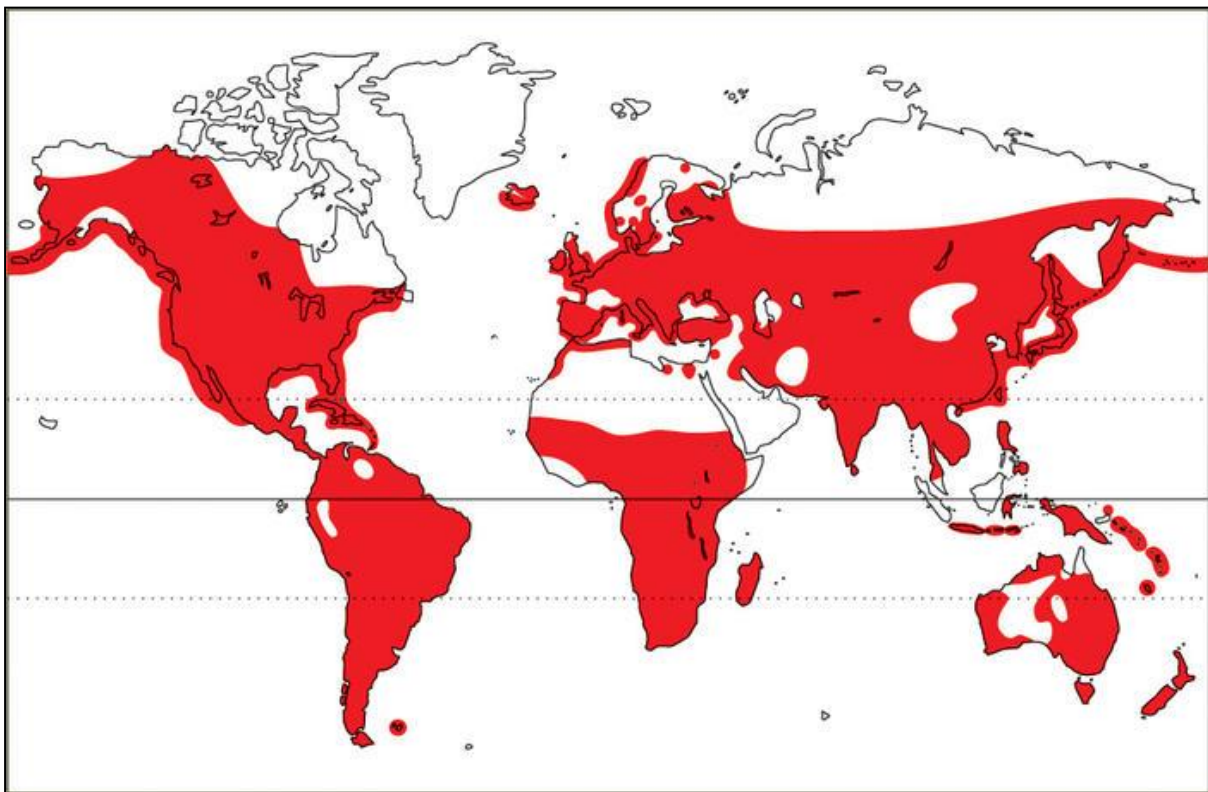


Fig.3.3: Distribution des Podicipédidés dans le monde [3].

3.2. Description de l'espèce :

3.2.1. Caractères généraux :

Longueur du corps 23 à 29 cm, envergure 40 à 45 cm. C'est l'un des plus petits oiseaux aquatiques, au corps trapu, à l'arrière paraissant arrondi en raison de la brièveté de la queue. Le dessus du crâne et le dos de l'adulte en plumage nuptial sont marron foncé. La gorge est rousse, le ventre beige à marron clair. Le bec est droit et présente une extrémité blanche. Les commissures du bec restent enflées et jaunes chez l'adulte, tout comme chez les juvéniles (Heinzel *et al.*, 2008).

Cette espèce ne présente pas de dimorphisme sexuel marqué. Le plumage inter nuptial est plus clair et plus terne. Le roux foncé de la gorge s'estompe et devient beige à marron clair, Les juvéniles se distinguent aisément des adultes par les rayures longitudinales claires et foncées qu'ils portent sur les côtés de la tête et du cou. Le plus souvent observé sur de courtes distances au ras de l'eau, le vol est direct. On note la brièveté de l'envergure, le dessus des ailes marron uniforme et la tête maintenue légèrement sous le niveau du corps. La mue des plumes de couverture intervient essentiellement en août et septembre, les rémiges en septembre-octobre, puis en février-mars.

Le grèbe castagneux se manifeste volontiers par la voix. Le chant consiste en un trille rapide en crescendo, suivi directement d'un decrescendo, produit souvent en duo. Les cris de contacts, notamment avec les poussins sont très aigus, parfois à peine audibles. Ils sont émis à des rythmes variables, surtout lorsque les parents sont accompagnés de leurs petits (Vlassis, 1990).

Les poussins sont couverts de duvet gris, leur bec est jaune et ils ont la tête, le cou et le dos présentant des rayures jaunâtres à rousses (Fig.3.6). Les jeunes ressemblent aux adultes en plumage internuptial mais les joues et les côtés du cou brun foncé sont rayés irrégulièrement de blanc. Leur mue partielle se déroule de juillet à décembre [7].



- 1. Adulte, Période de reproduction.
- 2. Adulte, Après période de reproduction.
- 3. Juvénile
- 4. Poussin.

Fig.3.4 : Planche présente les différents âges du grèbe castagneux [8]

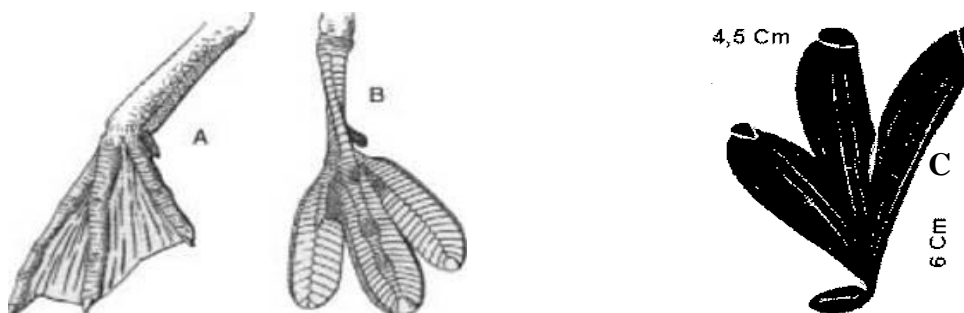


Fig.3.5: La forme générale et les dimensions des doigts de grèbe castagneux. [13]
A: patte palmé ; **B:** patte à doigts lobés ; **C:** patte de grèbe castagneux (Anonyme, 2008).

3.2.2. Nomenclature et systématique :

Tachybaptus vient du grec *tachus*, rapide et *baptizô*, plonger. Le mot *ruficollis* vient du latin *rufus*, roux et *collis*, le cou. LIUCN a classé ce grèbe dans la catégorie "préoccupation mineure" [7].

Nom usuel	Grèbe castagneux
Nom latin	<i>Tachybaptus ruficollis</i>
Nom anglais	Little Grèbe
Nom arabe	الغطاس الصغير

- **Classification :**

1. **Règne :** Animal.
2. **Embranchement :** Chordés.
3. **Classe :** Oiseaux /Aves.
4. **Ordre :** Podicipediformes.
5. **Famille :** Podicipididés.
6. **Genre :** *Tachybaptus*.
7. **Espèce :** *Tachybaptus ruficollis*.
8. **Sous-espèces :**
 - Tachybaptus ruficollis ruficollis* (Pallas. 1764).
 - Tachybaptus ruficollis albescens* (Blanford. 1877).
 - Tachybaptus ruficollis iraquensis* (Ticehurst. 1923).
 - Tachybaptus ruficollis capensis* (Salvadori. 1884).
 - Tachybaptus ruficollis poggei* (Reichenow. 1902).
 - Tachybaptus ruficollis philippensis* (Bonnaterre. 1791).
 - Tachybaptus ruficollis cotabato* (Rand. 1948).
 - Tachybaptus ruficollis collaris* (Mayr. 1945).
 - Tachybaptus ruficollis tricolor* (G.R. Gray. 1861).
9. **Nom vernaculaire :** Grèbe castagneux.
10. **Statut de conservation UICN :** LC ; Préoccupation mineure. [9]

3.2.3. Longévité :

Le grèbe castagneux atteint la maturité sexuelle vers l'âge d'un an. La longévité de cet oiseau est estimée à 10 ou 15 ans, le record actuel est détenu par un individu bagué en Suisse qui a été recapture, et son âge a ainsi été estimé à au moins 13 ans (Staav, 1998).

3.2.4. Difficultés d'identification.

Le grèbe castagneux peut être confondu avec les grèbes à cou noir (*Podiceps nigricollis*) et esclavon (*Podiceps auritus*) en plumage internuptial. Ces deux derniers sont cependant de taille supérieure, ils ont une silhouette moins « ramassée » et présentent un contraste plus marqué entre le dessus très foncé et le dessous gris clair à blanc. Le plumage clair du dessous remonte sur l'avant du cou et les joues chez ces deux espèces, alors que le castagneux a la gorge et les joues marron-roux en plumage nuptial, marron en plumage internuptial (Fig.3.6).

3.2.5. Répartition géographique :

Le grèbe castagneux a une large répartition mondiale, avec une aire de reproduction étendant à travers l'Europe, central / Asie du Sud et l'Afrique centrale / du Sud, au Japon et en Papouasie-Nouvelle-Guinée à l'est. En dehors de la saison de reproduction, l'espèce préfère ouvert, bien que les eaux abritées sur les côtes et les estuaires. Il se déplace dans ces régions à l'automne (Snow & Perrins, 1998) (Fig.3.7).

L'espèce est polytypique, avec au moins neuf sous-espèces ayant été décrites (Cramp & Simmons, 1977). Parmi ceux-ci, seul le nommer course *T. r. ruficollis* se produit en Algérie avec une régularité (Samraoui & Samraoui, 2008).

3.2.6. Habitat:

Les grébions habitent une grandes diversités des zones humides peu profondes (Del Hoyo *et al.*, 1992), moins de 1 m de profondeur, avec riche de végétation (flottante, inondée et émergente) (Fjeldsa, 2004), et forte densité d'invertébrés aquatiques, évitant les eaux avec les grands poissons prédateurs (Konter, 2001). Les habitats qui présentent sous forme des petits lacs, des étangs, des baies abritées et les rivages de végétation, réservoirs, des rivières lentes et des canaux (Konter, 2001), des lagunes côtières saumâtres, des zones inondées de façon saisonnière, des marécages des étangs d'eaux usées (Fjeldsa, 2004).

En dehors de la saison de la reproduction les Grébions sont plus fréquents dans les eaux ouvertes et parfois observés près de la cote dans les estuaires ou les baies abrites qui sont protégés de l'action des vagues fortes (del Hoyo *et al.*, 1992). Durant la période de mue les Grébions sont besoins de site d'alimentation riche (Fjeldsa, 2004).



Fig.3.6 : Photographies des trois espèces des grèbes en plumage internuptial.

- a- Grèbe esclavon.
- b- Grèbe castagneux.
- c- Grèbe a coux noir.

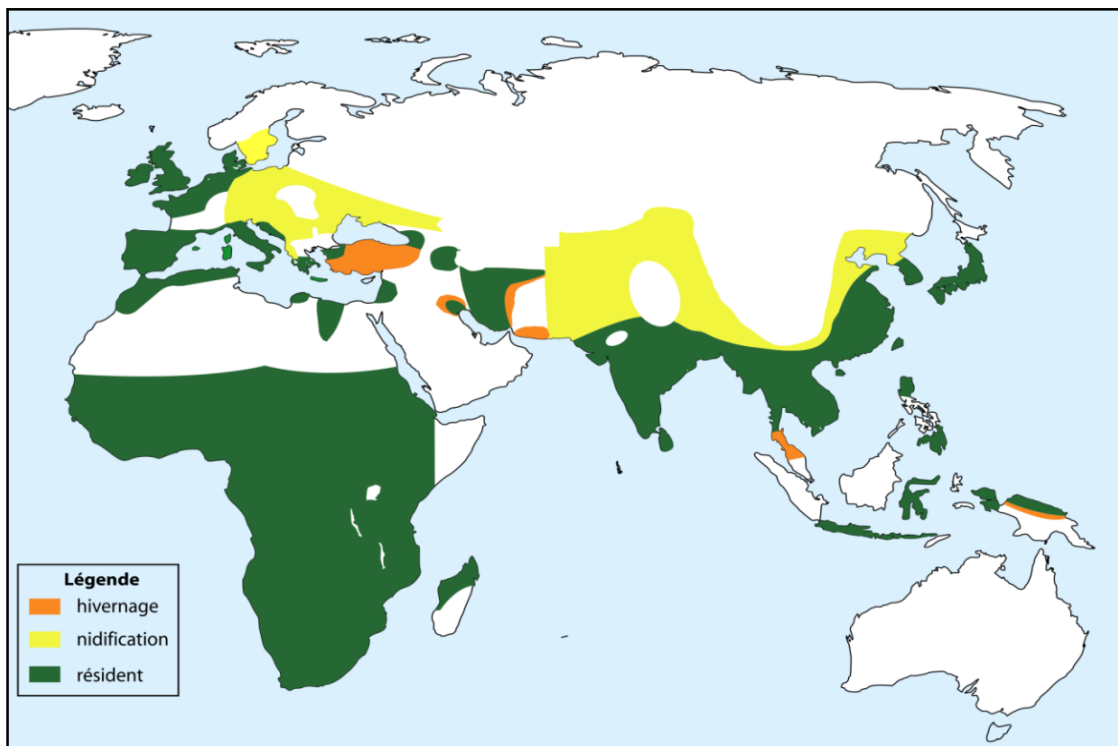


Fig.3.7: Répartition géographique du grèbe castagneux. [11]

3.2.7. Régime alimentaire:

Le régime alimentaire du grèbe castagneux se compose essentiellement d'insectes et leurs larves (Coléoptères aquatiques et terrestres, phryganes, punaises aquatiques, larves de libellules, éphémères et Diptères), de mollusques, de larves d'amphibiens, de petits poissons et de crustacés qu'il capture tant à la surface de l'eau qu'en profondeur (Cramp *et al.*, 1998).

L'estomac du grèbe castagneux contient parfois des végétaux, probablement ingérés par erreur. Il contient aussi généralement quelques plumes, mais n'a pas besoin d'en ingérer de grandes quantités comme les grèbes plus strictement piscivores (Géroutet, 1946).

Pour s'alimenter, le grèbe castagneux poursuit les petits poissons avec habileté, descendant jusqu'à 1 m de profondeur. Le temps de plongée est assez court, n'excédant pas une durée de 15 à 25 secondes. Il se nourrit également en surface, y attrapant les insectes (Fjeldsa, 2004) (Fig.3.8).

3.2.8. Reproduction :

3.2.8.1. Site et Parade nuptiale :

Le grèbe castagneux est très territorial en période de nidification, la taille du territoire n'excédant cependant pas 1600 m² (Bandhorf, 1970). Mais comme la densité des nicheurs peut atteindre jusqu'à 4 à 5 couples par hectare dans les zones les plus riches, cela offre localement l'impression d'installations en colonies (Bauer & Glutz von Blotzheim, 1966).

Le domaine du couple est bien délimité et aucun intrus n'y est toléré. Les voisins s'affrontent aux limites de leurs territoires en démonstrations plus bruyantes que sérieuses. Duos stridents, poursuites et batailles se succèdent dès la fin de Mars, et surtout en Avril. Sur les eaux sombres proches des roseaux, la cérémonie nuptiale se déroule : le male, gonflant son plumage, la tête rejetée sur le dos, parade devant sa compagne en piquant du bec dans l'eau, et de ses pattes fait jaillir les gouttelettes autour de lui. De temps en temps, il présente quelques brins de verdure en hommage à la femelle. Puis ils plongent et émergent côte à côte avec un trille retentissant ; jusque dans les roseaux leurs chants s'accordent et se répondent. Le passage pré-nuptial se produit de février à fin avril (Fig. 3.10) (Géroutet, 1946).

3.2.8.2. Nid :

Le nid, d'un diamètre de 20 à 25 cm, est flottant, amarré à la végétation hélophyte ou rivulaire, parfois à des branches d'arbres qui pendent dans l'eau, ou à de jeunes arbrisseaux qui poussent en eau peu profonde. Il consiste en un amas flottant de débris végétaux (feuilles, tiges de roseaux, carex,...) (Fjeldsa, 2004) (Fig.3.11).

3.2.8.3. La ponte :

Début dès fin mars, mais surtout début avril. Deux à trois couvées sont produites durant le printemps et l'été. Elles comportent habituellement 4 à 6 œufs (extrêmes : 2 à 7) blancs à la ponte. A mesure qu'avance l'incubation, la couleur des œufs tend à foncer au contact des matériaux du nid, virant de beige au marron, voire roux. Les matériaux du nid servent à recouvrir les œufs lors des périodes d'absence (Géroutet, 1946 ; Prokop & Trnka, 2011) (Fig.3.11).

Les œufs éclosent après 20 à 21 jours d'incubation par les deux parents. Comme l'incubation commence après la ponte du premier ou du deuxième œuf (Géroutet, 1946 ; Fjeldsa, 2004), les éclosions sont asynchrones (Bauer & Glutz von Blotzheim, 1966).

Le succès de la reproduction est assez mal connu, n'atteignant que 40 % de poussins qui parviennent à l'âge de l'envol selon (Ahlen, 1966 *in* Cramp *et al.*, 1998).

3.2.8.4. Elevage des poussins :

Les jeunes sont semi nidifuges. Ils sont nourris par les deux parents qui les portent sur le dos pendant une douzaine de jours. Ils deviennent indépendants à l'âge de 30 à 40 jours (Bandorf, 1970) et volent à 44 - 48 jours. Une seconde ponte peut déjà être produite quand les jeunes ont atteint l'âge de 15 jours. Le mâle s'occupe alors des jeunes issus de la première couvée. Il a aussi été observé des comportements d'aide à la reproduction de la part de grands jeunes, aidant leurs parents à nourrir les jeunes issus de la seconde ponte (Cramp *et al.*, 1998).

Les regroupements postnuptiaux ont lieu dès la fin juin et en juillet sur les sites de reproduction. Ils peuvent alors côtoyer sur certains sites des couples toujours affairés à nourrir leurs poussins issus de pontes tardives [14]. La maturité sexuelle est atteinte à l'âge d'une ou deux ans (Staav, 1998).



Fig.3.8: Photo du grèbe castagneux dégustant une libellule [12]



Fig.3.9: Mode de pêche a la plongé de grèbe castagneux [14].

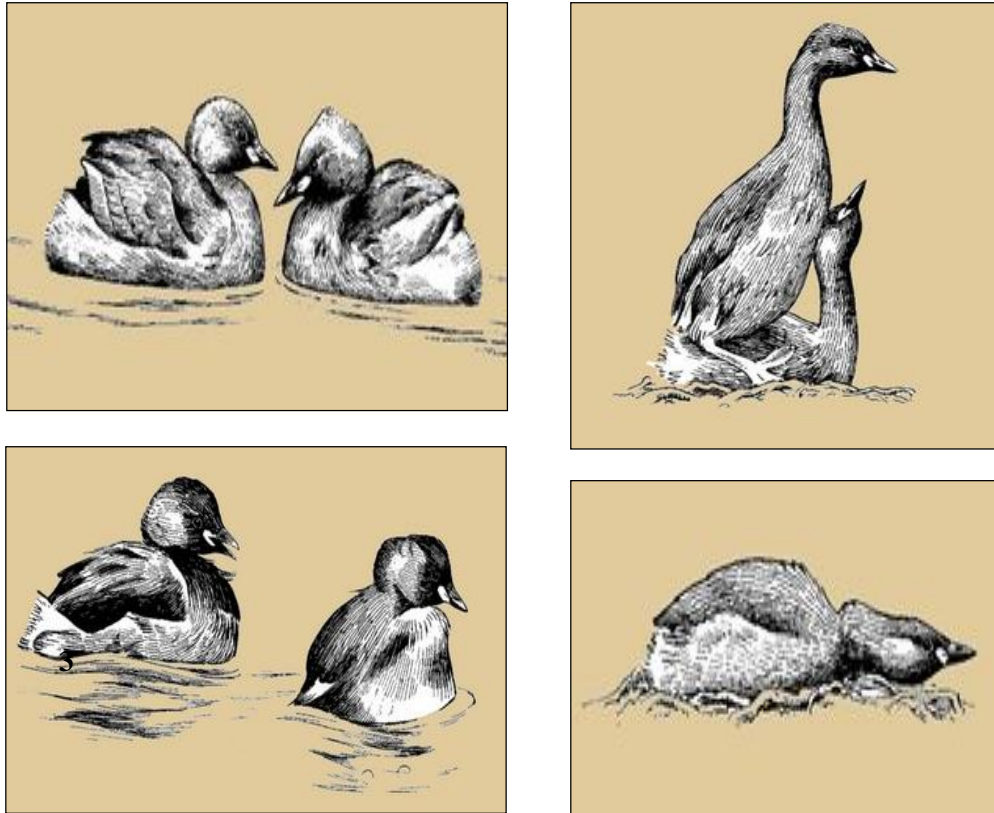


Fig.3.10: Différents comportements durant la saison de la reproduction (Cramps & Simmons, 1977).



Fig.3.11: Grèbe castagneux avec son nid durant l'incubation. [15]

3.3. Etat et nidification en Algérie :

En Algérie, le grèbe castagneux est considéré comme espèce répandue dans les zones humides Algériennes (Samraoui & Samraoui 2008), l'espèce est sédentaire mais une partie de la population est migratrice (Insemenn & Moali, 2000), C'est l'un des espèces protégées sous le type *Tachybaptus ruficollis* (Pallas, 1764). Insemenn & Moali (2000) décrivent son état en Algérie comme suit :

« Sa nidification a été signalée sur de nombreuses étendues d'eau du nord, d'Annaba à Oran (lacs Tonga, Oubeira, Melah et des Oiseaux, Mekhada, Réghaia, Boughzoul, juin 1976 étang supérieur du Djebel Ouasch/Constantine, 8 couple en juin 1993 Draa-El-Mizan/Kabylie, A. Moali) avec quelques débordement jusqu'au nord de la zone saharienne (étang de Djamaa/Touggourt, El Goléa, Oued Saoura) (Dupuy, 1969 ; Burnier, 1979 ; Le Fur, 1981 ; Chalabi *et al.*, 1985 ; Boumezbear, 1993).

Sur le lac des Oiseaux/El Kala, A. van den Berg a recensé un total de 500 oiseaux le 31 juillet 1973. A Boughzoul, plusieurs dizaines de couples reproducteurs en 1977 (Jacob & Jacob, 1980) et au moins 3 couples en 1977 et 1978 à Réghaia (Jacob *et al.*, 1979).

Entre octobre / novembre et février / mars, sa répartition est plus vaste notamment vers le sud (Touggourt, Ourgla, El Goléa). Jusqu'à 2300 individus ont été comptés lors de recensements hivernaux au lac Oubeira entre 1971 et 1979 (Van Dijk & Ledant, 1983). Des sujets européens atteignent-ils l'Afrique du Nord ; Schenk (1970) à observé le 6 avril 1967 des individus en migration active au large des cotes méridionales de la Sardaigne, qui n'auraient pu venir que d'Algérie ou Tunisie. L'espèce fréquente de petites pièces d'eau jusqu'à de grands marais pourvus d'une végétation émergée et immergée importante.

Reproduction : pontes de 2-6 œufs de mars à mai et plus tard, des secondes nichées étant possibles ».

3.4. Menaces potentielles :

La disparition des zones humides dues aux drainages et à l'agriculture intensive, la pollution des eaux, la chasse aléatoire sont les principales causes qui menacent la conservation de cette espèce.

Les menaces fréquemment citées sur les sites majeurs, sont les modifications d'habitat affectant les plans d'eau occupés lors de la saison de nidification, comme les transformations dans un but touristique ou cynégétique (Commecey, 1999), le faucardage estival et l'emploi d'herbicides qui suppriment la végétation aquatique (Trotignon & Williams, 1989).

L'assèchement des étangs (tels que lac Tonga dans la période colonial, et l'Etang de Bousedra en Algérie), l'urbanisation, le dérangement volontaire des couples nicheurs en raison notamment des loisirs nautiques et de la pêche constituent des menaces supplémentaires.

4.1. Le cycle biologique annuel des oiseaux d'eau :

L'apparition de certains oiseaux au printemps et leur disparition en automne sont connues depuis longtemps, donnant parfois lieu à des légendes, comme celle des hirondelles qui s'enfouiraient dans la vase des marais, simplement parce qu'elles se réunissent le soir dans les roselières pour s'envoler avant l'aube à l'insu des observateurs. C'est seulement au XIXe siècle que les hypothèses concernant des déplacements saisonniers entre les aires d'hivernage et de reproduction ont été avancées [16].

Le cycle biologique des oiseaux comprend deux phases principales : une phase de reproduction et une phase d'hivernage reliées entre elles par les périodes de migration et éventuellement la période de mue (Tamisier & Dehorter, 1999).

La reproduction des oiseaux d'eau comprend de manière générale : les phases de cantonnement et de formation des couples, de construction du nid, de ponte, d'incubation, d'éclosion, d'élevage, et d'envol des jeunes. Pour certaines espèces, il faut aussi ajouter après l'envol une période plus ou moins longue de dépendance des jeunes envers leurs parents (Tamisier & Dehoter, 1999). La période de reproduction est synchronisée avec la meilleure disponibilité alimentaire et d'habitat pour assurer la survie des jeunes (Perrins, 1970 ; Owen & Black, 1990 ; Lambrechets & Visser, 2004 ; Samraoui *et al.*, 2012b).

Le cycle annuel apparaît comme une succession de phases dont les durées cumulées semblent excéder largement les 12 mois de l'année (Tamisier & Dehorter, 1999).

Le Lac Tonga est un site de nidification utilisé par de nombreuses espèces telles que la Foulque macroule *Fulica atra*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* (Chalabi, 1990 ; Boumezbeur, 1993), la Poule sultane *Porphyrio porphyrio* (Samraoui *et al.*, 2014), la Poule d'eau *Gallinula chloropus* (Samraoui *et al.*, 2013 ; Menaia *et al.*, 2014), le Canard colvert *Anas platyrhynchos*, le grèbe castagneux *Tachybaptus rufficollis* (Athamnia *et al.*, 2015) (présente étude), le grèbe huppé *Podiceps cristatus* (Ledant *et al.*, 1981 ; Isenmann & Moali, 2000 ; Cheriet *et al.*, 2015), le Héron garde-bœuf *Bubulcus ibis*, le Héron pourpré *Ardea purpurea* (Nedjah *et al.*, 2010), le Héron crabier *Ardea ralloides*, le Héron bihoreau *Nycticorax nycticorax*, le Blongios nain *Ixobrychus minutus* (Samraoui *et al.*, 2012), l'Aigrette garzette *Egretta garzetta* et l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus* (Bouchecker *et al.*, 2009).

Les études de recherches portant sur la reproduction en Numidie est généralement dans le nord-est Algérien nous semblent dominées par l'équipe de Laboratoire de Recherche des Zones Humides (L.R.Z.H) (Samraoui *et al.*, 2006 ; Boulekhssaim *et al.*, 2006b ; Samraoui & Samraoui, 2007 ; Samraoui *et al.*, 2007 ; Bouchecker, 2009 ; Samraoui Chenafi, 2009 ; Nedjah *et al.*, 2010 ; Samraoui *et al.*, 2012a , Samraoui *et al.*, 2013 ; Nedjah *et al.*, 2014 ; Meniaia *et al.*, 2014 ; Samraoui *et al.*, 2014, Baaloudj *et al.*, 2014 ; Cheriet *et al.*, 2015).

Pour éclaircir le rôle écologique du lac Tonga et mieux comprendre la stratégie de la reproduction du grèbe castagneux, Nous avons le suivi dans le lac Tonga durant les saisons 2011 et 2012, et en mettant l'accent sur les paramètres qui nous semblent contrôler la reproduction de cette espèce, sachant que la date de ponte, la grandeur de la ponte et l'emplacement du nid sont des facteurs déterminants du succès de la reproduction.

4.2. Matériel :

Durant la période de notre étude, nous avons utilisé le matériel suivant :

- Canoë kayak.
- Appareil à photos numériques.
- Combinaison.
- Règle.
- Botte.
- Profondimètre.
- GPS (Geographic positioning system, Garmin).
- Carnet de notes.
- Marqueur permanent + Papier collant coloré.
- Pieds à coulisse (0,02 mm).

4.3. Méthodologie de travail :

4.3.1. Choix du site :

La qualité d'un habitat joue un rôle intégral dans la dynamique des populations, et impact sur les paramètres de la reproduction d'une espèce nicheur (Samraoui Chenafi, 2009).

Le site sélectionné est le Lac Tonga, est réputé d'être une zone humide d'importance internationale. Il est aussi un site classé RAMSAR ainsi qu'une zone d'importante pour la conservation des oiseaux (Important Bird Areas IBAs) (Samraoui *et al.*, 2011).

➤ **Le choix de site est basé sur les points essentiels suivants :**

- Sa situation en étage bioclimatique de végétation subhumide.
- La présence d'une avifaune riche et diversifiée comprenant plusieurs espèces rares comme, *Porphyrio porphyrio*, *Aythya nyroca*, *Oxyura leucocephala*, *Plegadis falcinellus*, et des espèces répandues comme, *Fulica atra*, *Gallinula chloropus*.
- L'originalité et la richesse biologique qui caractérisent ce lac (Samraoui & de Bélair, 1998).
- Une grande diversité de substrat de taille, de profondeur et sa richesse.
- Accès relativement aisé à ce site.
- La reproduction avérée des *Podicipedidae* dans ce site.

Lorsque le grèbe castagneux *Tachybaptus rufficollis* est une espèce circonspecte et très prudente, et sa reproduction est précoce par rapport à d'autres oiseaux d'eau, car il met son nids isolé construit entre les plantes (bien camouflé) et des fois en colonies clairsemés et couvre les œufs par des végétaux en décomposition (Stastny, 1989) qui constituent le nid, et pour la grande surface du lac Tonga, étant donnée cela, nous avons choisi le Nord-Ouest du lac (Fig.4.1).

4.3.2. Méthodologie:

Dès 2010, nous avons commencé à suivre l'écologie de la reproduction du grèbe castagneux *Tachybaptus rufficollis* durant trois saisons de reproduction successive (2011, 2012). À partir de la mi-mars le travail s'est déroulé comme suit :

Le travail commence dès: Le 24 mars jusqu'au 7 Aout (2011).

Le 19 mars jusqu'au 18 juillet (2012).

4.3.2.1. Recherche systématique des nids :

La recherche systématique des nids a toujours été menée sur les zones accessibles du lac que nous avons prospectées chaque année, à raison de deux fois par semaine, pour rechercher et contrôler les nids, le déplacement à l'intérieur du lac se faisait exclusivement à l'aide d'un kayak. Dès la fin de la construction du nid, nous collectons diverses données telles que biotique (les dates, période et grandeur ou taille de ponte ainsi que le taux d'éclosion) et abiotique (caractéristiques des nids et sites des nids) (Fig.4.1).



Fig.4.1: Image satellite du Lac Tonga ; en jaune : surface échantillonnée [2]



Fig.4.2 : un nid du grèbe castagneux dans les scipres (Athamnia, 2012)

4.3.2.2. Mesure des caractéristiques des nids et sites des nids:

Les nids détectés étaient numérotés par un code alpha numérique (Ex : GC1= nid du grèbe castagneux N° :1) par parqueur permanent à l'aide d'un papier collant coloré attaché à la végétation afin de les retrouver facilement , puis localisé à l'aide d'un GPS la position de chaque nid qui nous les avons inspectés dans la végétation au niveau de la berge et dans le large et collecté diverses données *telles que* : le nombre d'œufs, la végétation observée autour des nid (espèce, hauteur, recouvrement %), les mensurations de nid (diamètre interne et externe , la hauteur de nid par rapport à la surface de l'eau, profondeur d'eau, la distance du nid par rapport à l'eau libre).

4.3.2.3. Mesure des œufs:

Les œufs ont été marqués individuellement et la longueur (L) et la largeur (B) ont été mesurées en utilisant pieds à coulisse ayant une précision de centième de millimètre (0,02 mm). Le volume des œufs (V, mm³) à été calculé en utilisant la formule de **Hoyt** : $[V= 0.000509*L*B^2]$, (L représente la longueur et B le diamètre maximum) (Hoyt, 1979).

4.3.2.4. Date de la première ponte et la période de ponte :

La date de la première ponte représente la date à laquelle le premier œuf est pondu. Les données concernant la période de ponte ont été enregistrées et analysées en fonction de la date de la première ponte (Lack, 1950). La date de la première ponte a été calculée en supposant un intervalle de 21 jours entre la date de la première ponte et la date d'éclosion (Gadsby, 1978).

La période de ponte correspond à la durée entre la ponte du premier œuf du couple le plus précoce et la ponte du premier œuf du couple le plus tardif.

4.3.2.5. Grandeur de ponte:

La grandeur de ponte serait le reflet de la sélection naturelle qui permettraient aux adultes de pondre un nombre d'œufs correspondant au nombre de jeunes qu'ils pourraient réellement élevés, compte tenu des disponibilités alimentaires du lieu et du moment (Lack, 1966). La taille de ponte été considérée comme complète lorsque le nombre d'œufs n'a pas

changer entre les inspections successives du nid et que ce dernier arrive à l'éclosion, telle que :

- **Le succès moyen de reproduction** : Correspond au nombre de nids éclos sur le nombre total des nids.

- **Le succès moyen à l'éclosion** : Correspond au nombre d'œufs éclos sur le nombre total d'œufs pondus.

NB : 1- Un nid a été considéré comme prédaté si la totalité du contenu du nid a montré des signes de prédation. Le nid est considéré comme abandonné lorsque les œufs sont froids ou flottés sur l'eau et qu'ils le sont toujours quelques jours plus tard lors d'une nouvelle visite du nid. **2-** Un nid est jugé détruit par des gens de la région s'il a été vidé entre deux inspections consécutives.

4.3.2.6. Parasitisme spécifique et parasitisme inter spécifique :

Le parasitisme spécifique a été déterminé selon les critères établis : La règle de la ponte d'un œuf par jour et la présence d'œufs nouvellement ajoutés après l'achèvement de la ponte, (Cramp & Simmons 1977), et/ou l'absence de synchronisation pendant l'éclosion (Lyon, 1993 ; McRae, 1997 ; Jamieson *et al.*, 2000).

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

4.3.2.7. Analyses Statistiques

Nous avons calculé les moyennes et les écarts types pour les différents paramètres étudiés avec Microsoft Excel 2007.

- Les analyses statistiques suivantes ont été effectuées avec le logiciel *SPSS version 20* :

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

- Les caractéristiques des œufs (longueur, largeur, et volume) ;
- Le succès à l'éclosion ;
- Les paramètres de l'écologie de la reproduction ; la hauteur de végétation, le taux de recouvrement, la profondeur et la distance nid /eau libre.

- Les analyses statistiques suivantes ont été effectuées avec le logiciel *R version 2014* (R Development Core Team, 2014).

- Pour évaluer la présence d'une tendance saisonnière au niveau de la grandeur de ponte, nous avons utilisé un modèle linéaire généralisé (GLM) avec une fonction logit comme lien et une distribution de poisson pour les erreurs. Pour identifier les déterminants environnementaux (modélisé comme succès / échec), nous avons utilisés un GLM binomial avec un lien logit.

- Une sélection « Backward », basé sur le critérium 'Akaike'(AIC) a été réalisé pour sélectionner le modèle le plus parcimonieux (Burham & Anderson, 2002).

- Le test de Kruskal-Wallis a été utilisé pour comparer les dates de ponte.

- Le coefficient de corrélation de Pearson a été utilisé pour analyser les différentes relations entre les paramètres mesurés (paramétrique et non paramétrique respectivement).
- Les valeurs de $p < 0,05$ ont été considérés comme significatives.



Fig.4.3: photo présente des œufs marqués et mesurés (Athamnia, 2012).

5.1. Résultats :

Les résultats sont ceux d'un suivi des deux saisons successives de reproduction, 2011 et 2012 dans le Lac Tonga.

Pendant les deux saisons de reproduction, et durant une recherche régulière des nids de grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* dans la végétation émergente du lac Tonga, 255 nids ont été recensés et suivis dans les différentes strates de végétation.

La nidification du grèbe castagneux est essentiellement localisée au niveau de la berge aussi dans le large du lac et les nids sont généralement construits avec des tiges et des feuilles en décomposition.

Tab.5.1: Caractéristiques Générales de la reproduction.

<i>Paramètres</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>
Date d'installation	31/03/2011	27/03/2012
Étalement de la période de ponte	16-18 semaines	15-16 semaines
Début des éclosions	30/04/2011	28/04/2012
Fin des éclosions	31/07/2011	07/07/2012
Nids installés	129	126
Taille de ponte	4,28 ±1,1	5,17 ± 0,77

5.1.1. Date et période de ponte:

En 2011, les premiers nids ont été installés vers la deuxième quinzaine du mois de mars ou un maximum de trois nids a été enregistré, suivis par un nombre remarquable de quinze nids installés durant la première quinzaine de mois d'avril (Fig.5.1). Le nombre total des nids installés dans le site est 129 nids. Les premières pontes ont été observées le 31 mars 2011. La ponte des œufs s'est étalée jusqu'à la deuxième quinzaine de juillet 2011.

Les premiers nids ont été trouvés durant la saison de 2012 vers les deuxièmes quinzaines du mois de mars où deux nids ont été enregistrés. Les premières pontes ont été

observées le 27 mars 2012, et la période de ponte s'étale jusqu'à la première quinzaine du mois de juillet. Le nombre total des nids installés dans le site est de 126 nids (Fig.5.1).

En 2011 le pic de ponte a été observé durant la première quinzaine de mai (N = 34 ; 27%), par contre durant la saison de 2012 nous avons observé deux pics, le premier dans les deuxièmes quinzaines d'avril (N=30 ; 23,80%) et le deuxième pic dans les deuxièmes quinzaines de mai (N=30 ; 23,80%). (N.B : un nid actif contient au moins un œuf).

Les dates de début et de fin d'incubation et d'éclosion sont relativement similaires pour les saisons 2011 et 2012. Le début de la ponte dans les deux années a commencé à la mi-mars et a duré jusqu'à la fin de juillet en 2011 et jusqu'à la mi-juillet en 2012. (Fig.5.1).

Un pourcentage important de ponte a été observé durant la deuxième quinzaine d'avril (N = 61 ; 23.92 %) de la totalité des nids en fonction des deux saisons de reproduction 2011 et 2012.

Il existe une différence significative entre les dates de ponte des deux saisons (2011 et 2012) (Kruskal-Wallis test: $\chi^2 = 56.5$, $df = 2$, $p < 0.0001$).

La date moyenne de ponte en 2011 enregistrée est (65,0 jours), elle est plus précoce que la saison suivante (2012), la date moyenne de ponte enregistrée est (75,5 jours). Les distributions de ponte sont généralement bimodales.

5.1.2. Construction et caractéristiques des nids:

5.1.2.1. Mode d'occupation spatial :

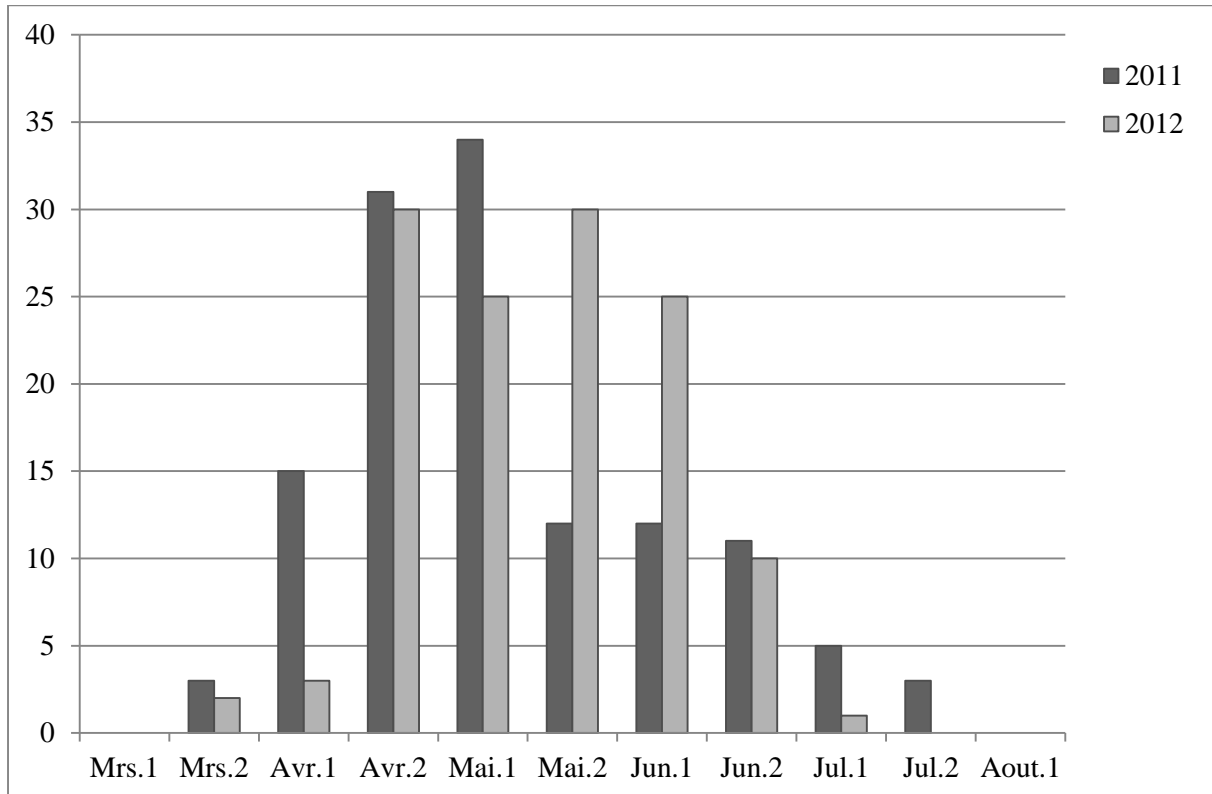
Les nids du grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* rencontrés, sont édifiés sur la végétation aquatique flottante qui est dominée par le *Myriophyllum spicatum*. Ils sont composés de végétaux aquatiques en décomposition tels que *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton lucens*, *Scirpus lacustris* et les feuilles de *salix*...etc.

Le plus grand nombre des nids du grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* se rencontrent préférentiellement dans la strate végétale formé principalement de *Scirpus lacustris* qui sont les plantes émergées dominantes sur les berges du lac Tonga, avec un pourcentage élevé de (49% pendant la saison 2011 et 55% pendant la saison 2012).

Nous rencontrons ce même hélophyte associé à d'autres végétations telles que de Typha, les phragmites et le nénuphar blanc et dans les mélanges d'autres espèces à un pourcentage très faible.

Durant la saison 2011, 49% des nids ont été construits dans les Scirpes, et 25% des nids ont été construits dans les Phragmites et 12% dans les strates de Typha. Nous notons aussi la présence d'un pourcentage de 6% des nids construits sous les arbres de salix (*Salix atrocinerea*), et le reste dans des strates mixtes tels que : (Scirpe et Typha ; Typha et Nénuphar ; Scirpe et Phragmite) (Fig.5.2).

Durant la dernière saison de travail 2012, 55% des nids ont été construits dans les strates des Scirpes, et 24% des nids ont été entourés par les Typhas, et 14% dans les Phragmites et le reste dans un mélange d'autres types de végétations. Nous avons répertorié la présence de l'iris à un pourcentage très faible affichant la valeur de 1% des nids (Fig.5.3).



Début des sorties → 24 Mar 2011
19 Mar 2012

N 2011 = 129
N 2012 = 126

Fig.5.1: Calendrier des pontes du grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis*) pendant les deux années par quinzaine

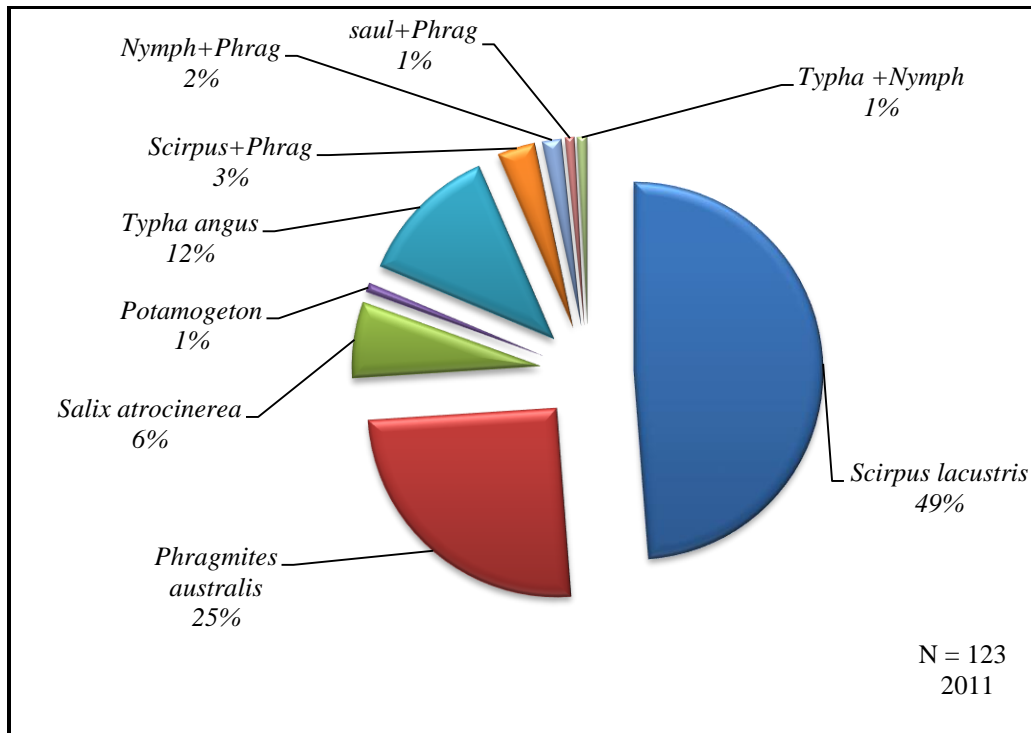


Fig.5.2 : Pourcentage des nids du grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis*) dans les différentes strates de végétation durant la saison 2011.

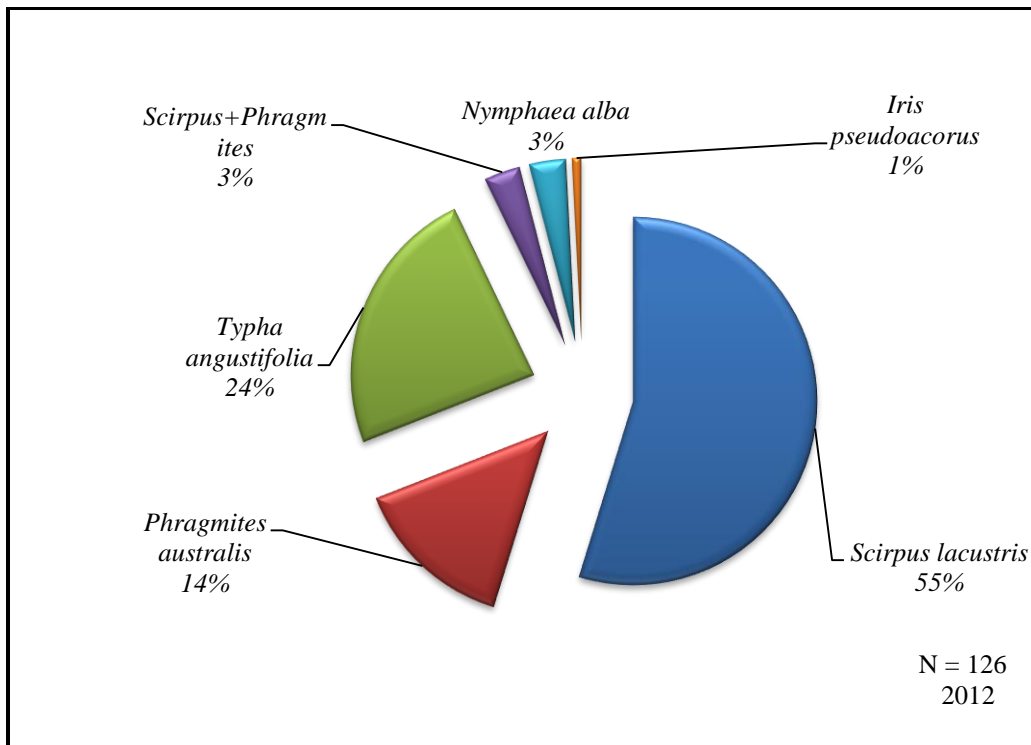


Fig.5.3 : Pourcentage des nids du grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis*) dans les différentes strates de végétation durant la saison 2012.

5.1.2.2. Les mensurations des nids :

Les dimensions des nids sont très variables; au début de la ponte, il est encore rudimentaire et les œufs reposent presque sur l'eau, mais chaque jour de nouveaux matériaux sont apportés et le nid s'agrandit et s'élève.

Durant les deux années de suivis, le diamètre externe moyen des nids a été $24,30 \pm 2,47$ cm [valeurs extrêmes : 32 - 18 cm] et leur diamètre interne moyen a été de $8,68 \pm 1,23$ cm [valeurs extrêmes : 13 - 6 cm]. La hauteur moyenne a été de $5,33 \pm 1,17$ cm [valeurs extrêmes : 10 - 3 cm] (Tab.5.2).

En 2011, les dimensions du diamètre externe des nids se retrouvaient dans une fourchette entre 32 et 18 cm, avec une moyenne de $24,7 \pm 2,92$ cm. Le diamètre interne a été compris entre 13 et 6 cm, avec une moyenne de $8,85 \pm 1,17$ cm. La hauteur des nids a varié entre 9 et 3 cm avec une moyenne de $5,13 \pm 1,17$ cm (Tab.5.3).

En 2012, le diamètre externe des nids a varié entre 29 et 18 cm, avec une moyenne de $23,91 \pm 2,02$ cm. En ce qui concerne le diamètre interne, il a varié entre 12 et 6 cm, avec une moyenne de $8,51 \pm 1,30$ cm. La hauteur des nids a été comprise entre 10 et 3 cm avec une moyenne de $5,54 \pm 1,18$ cm (Tab.5.3).

Tab.5.2 : Mesures générales (moyenne) des nids du grèbe castagneux de deux saisons

	Nid		
	Diamètre externe (cm)	Diamètre interne (cm)	Hauteur de nid (cm)
Moy	24,3	8,68	5,33
Max	32	13	10
Min	18	6	3
±SD	2,47	1,23	1,17
N	246	246	246

Tab.5.3 : Caractéristiques générales (moyenne) autour des nids du grèbe castagneux de deux saisons.

	Hauteur de la végétation (cm)	Densité (%)	Distance nid-eau (cm)	profondeur d'eau (cm)
Moy	167,34	18,76	9,1	103,21
Max	300	80	80	180
Min	40	0	0	35
±SD	46,5	15,5	15	36,2
N	246	246	246	246

Tab.5.4 : Mesures générales des nids du grèbe castagneux en 2011 et 2012.

		Nid		
		Diamètre externe (cm)	Diamètre interne (cm)	Hauteur de nid (cm)
2011	Moy	24,7	8,85	5,13
	Max	32	13	9
	Min	18	6	3
	±SD	2,92	1,17	1,17
	N	120	120	120
2012	Moy	23,91	8,51	5,54
	Max	29	12	10
	Min	18	6	3
	±SD	2,02	1,30	1,18
	N	126	126	126

Fig.5.5 : Caractéristiques générales autour des nids du grèbe castagneux de deux saisons 2011 et 2012.

		Hauteur de la végétation (cm)	Densité (%)	Distance nid-eau (cm)	Profondeur d'eau (cm)
2011	Moy	171,32	18,92	12,95	119,08
	Max	300	70	80	180
	Min	40	0	0	45
	±SD	43,51	17,15	18,84	39,65
	N	120	120	120	120
2012	Moy	163,37	18,61	5,24	87,34
	Max	260	80	50	150
	Min	50	5	0	35
	±SD	49,48	13,82	11,20	32,75
	N	126	126	126	126

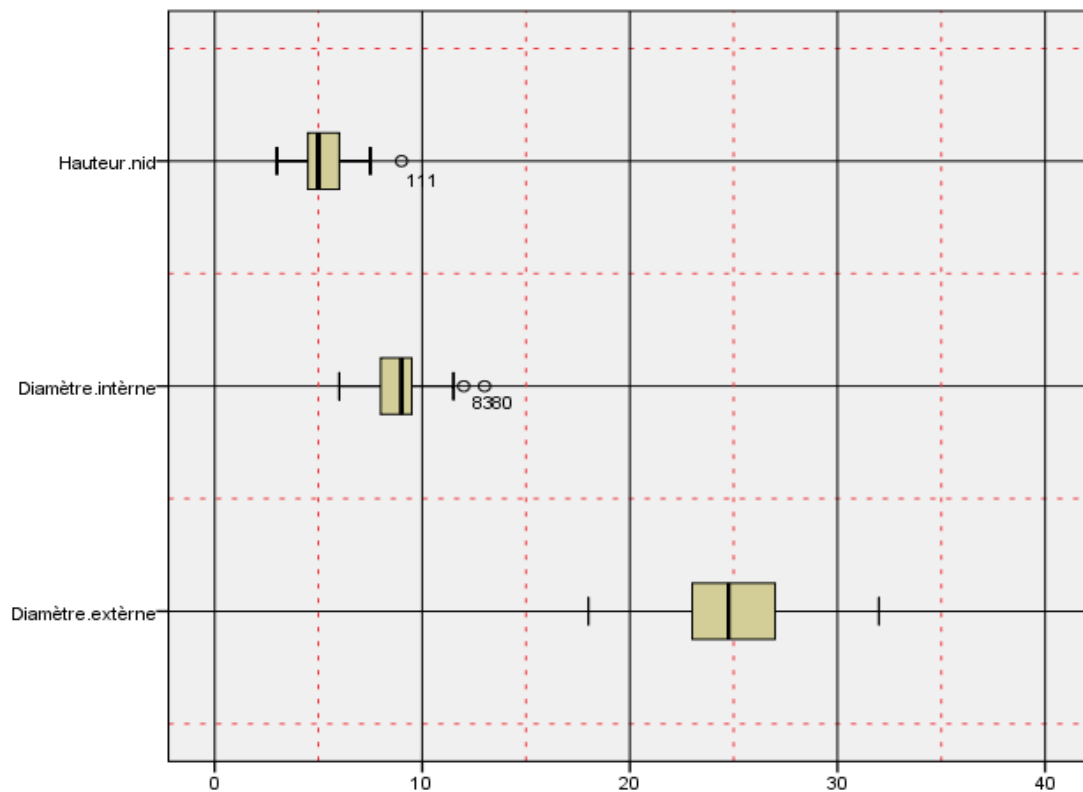


Fig.5.4: Box plot des dimensions des nids en (cm) du grèbe castagneux dans le lac pendant la saison de reproduction 2011.

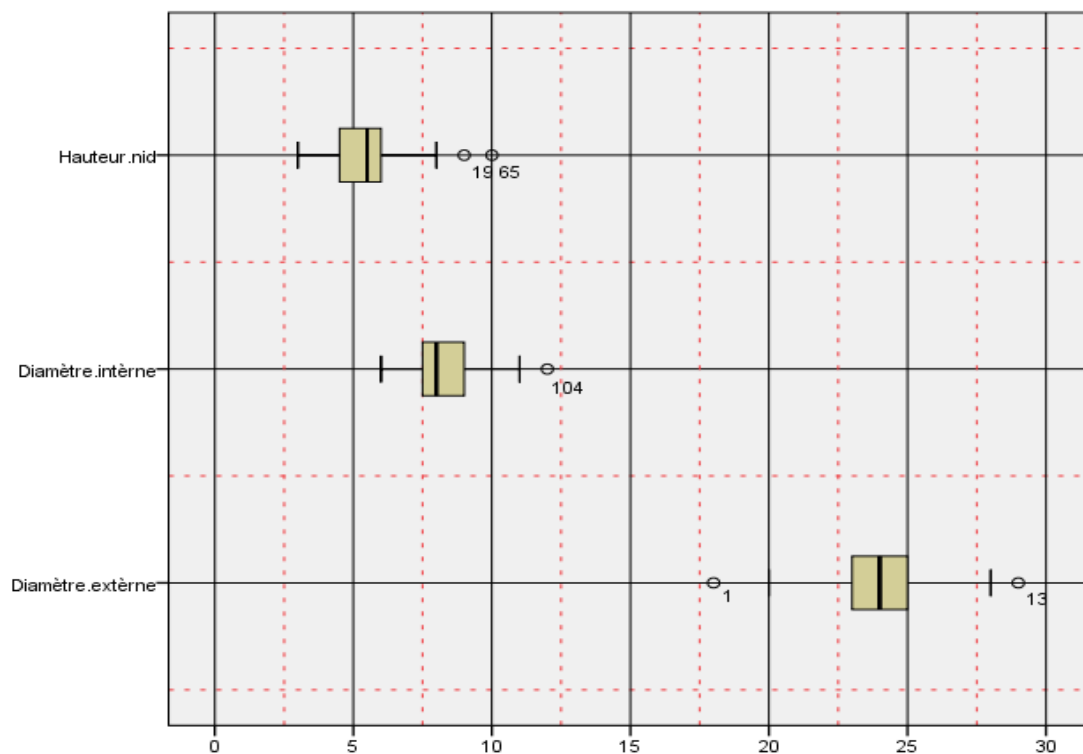


Fig.5.5 : Box plot des dimensions des nids en (cm) du grèbe castagneux dans le lac pendant la saison de reproduction 2012.

5.1.2.3. Corrélation entre les caractéristiques des nids :

La matrice du tableau (Tab.5.6) présente la corrélation entre les caractéristiques des nids de la saison 2011, elle ressort une corrélation positive significative entre le diamètre interne et le diamètre externe des nids ($r = 0,263$; $p = 0,004$) (Fig.5.7). Il existe aussi une corrélation positive significative entre la hauteur des nids par rapport au diamètre externe ($r = 0,355$; $p < 0,05$), et par rapport au diamètre interne ($r = 0,383$; $p < 0,05$) (Fig.5.8).

Le tableau (Tab.5.7) présente la matrice de corrélations entre les diamètres et les caractéristiques des nids du grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis*, il ressort que le diamètre externe des nids recensé pendant la saison de 2011 est significativement corrélé avec la profondeur de l'eau ($r = 0,425$; $p < 0,05$), et avec la distance du nid par rapport à l'eau libre ($r = -0,257$; $p = 0,005$), et avec la hauteur des végétations autour de nid ($r = -0,330$; $p < 0,05$), et avec le recouvrement des végétations ($r = -0,228$; $p = 0,012$).

Aucune corrélation significative observée entre les diamètres et les autres caractéristiques des nids.

La matrice du tableau (Tab.5.8) présente la corrélation entre les caractéristiques des nids de la saison 2012, elle ressort que le diamètre externe des nids recensés est positivement et significativement corrélé avec le diamètre interne ($r = 0,292$; $p = 0,001$) (Fig.5.9).

Il existe aussi une corrélation hautement positive entre la hauteur des nids par rapport au diamètre externe avec signification ($r = 0,539$; $p = 0,001$), et par rapport au diamètre interne ($r = 0,437$; $p = 0,001$) (Fig.5.9).

Le tableau (Tab.5.9) présente la matrice de corrélations entre les diamètres et les caractéristiques du nid du grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* pendant la saison 2012, aucune corrélation significative observée entre les diamètres et les autres caractéristiques des nids, sauf entre le diamètre interne avec la distance du nid par rapport à l'eau libre ($r = -0,234$; $p = 0,008$).

Tab.5.6: Matrice de corrélation entre les diamètres du nid du grèbe castagneux en 2011.

2011	Diamètre externe	Diamètre interne	Hauteur du nid
Diamètre externe	1	0,263	0,355
Diamètre interne	0,263	1	0,383
Hauteur du nid	0,355	0,383	1

Tab.5.7: Matrice de corrélation entre les diamètres et les caractéristiques du nid du grèbe castagneux en 2011, (n=120).

Saison	Paramètre	Corrélation	Profondeur	Nid/eau	Haut/Vgt	Recouvrement%
2011	Diamètre interne	<i>r</i>	0,129	-0,107	-0,124	0,077
		<i>p</i>	0,161	0,245	0,177	0,402
	Diamètre externe	<i>r</i>	0,425	-0,257	-0,330	-0,228
		<i>p</i>	0,000	0,005	0,000	0,012
	Hauteur du nid	<i>r</i>	0,082	-0,103	-0,109	0,083
		<i>p</i>	0,374	0,262	0,235	0,367

Tab.5.8: Matrice de corrélation entre les diamètres de nid du grèbe castagneux en 2012.

2012	Diamètre externe	Diamètre interne	Hauteur du nid
Diamètre externe	1	0,292	0,539
Diamètre interne	0,292	1	0,437
Hauteur du nid	0,539	0,437	1

Tab.5.9: Matrice de corrélation entre les diamètres et les caractéristiques du nid du grèbe castagneux en 2012, (n=126).

Saison	Paramètre	Corrélation	Profondeur	Nid/eau	Haut/Vgt	Recouvrement%
2012	Diamètre. Int	<i>r</i>	0,164	-0,234	0,022	-0,113
		<i>p</i>	0,066	0,008	0,803	0,207
	Diamètre.Ext	<i>r</i>	0,018	-0,128	-0,043	-0,074
		<i>p</i>	0,843	0,154	0,630	0,407
	Haut du nid	<i>r</i>	0,075	0,013	0,032	-0,016
		<i>p</i>	0,407	0,887	0,722	0,860

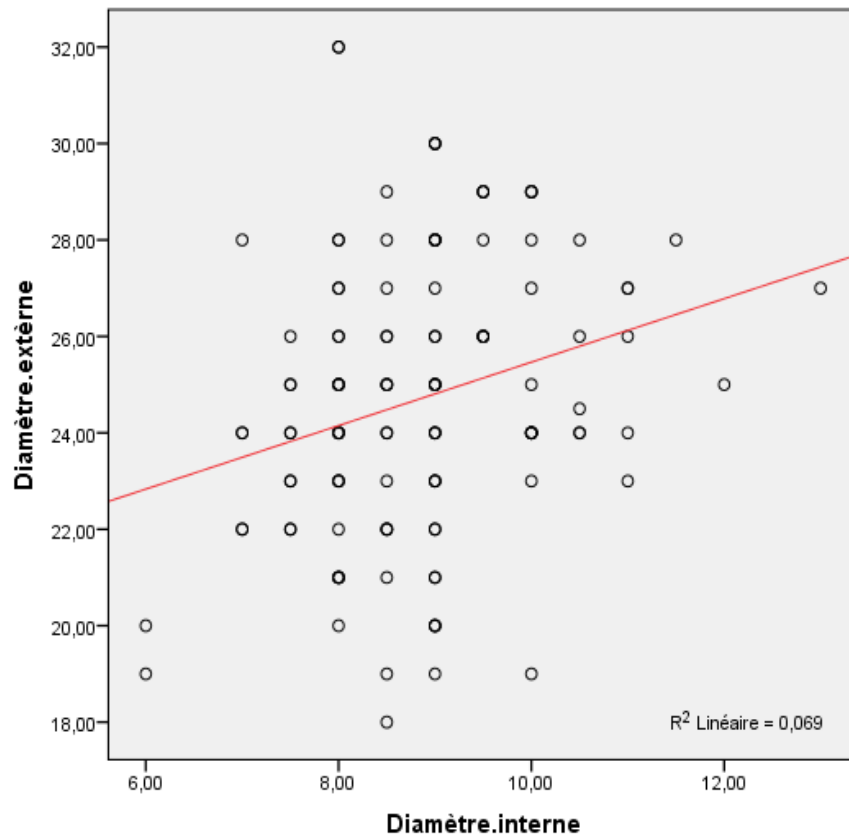


Fig.5.6 : Droite de régression entre le diamètre interne et externe du nid du grèbe castagneux (cm) en 2011.

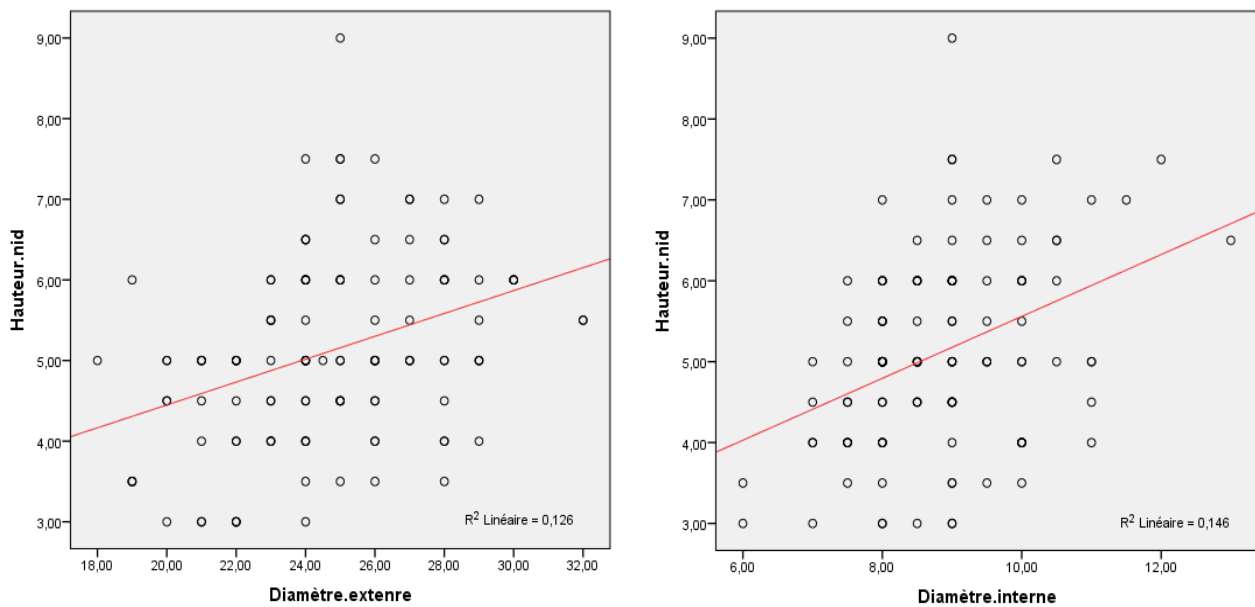


Fig.5.7: Droite de régression entre la hauteur des nids par rapport au diamètre interne et externe du nid du grèbe castagneux (cm) en 2011.

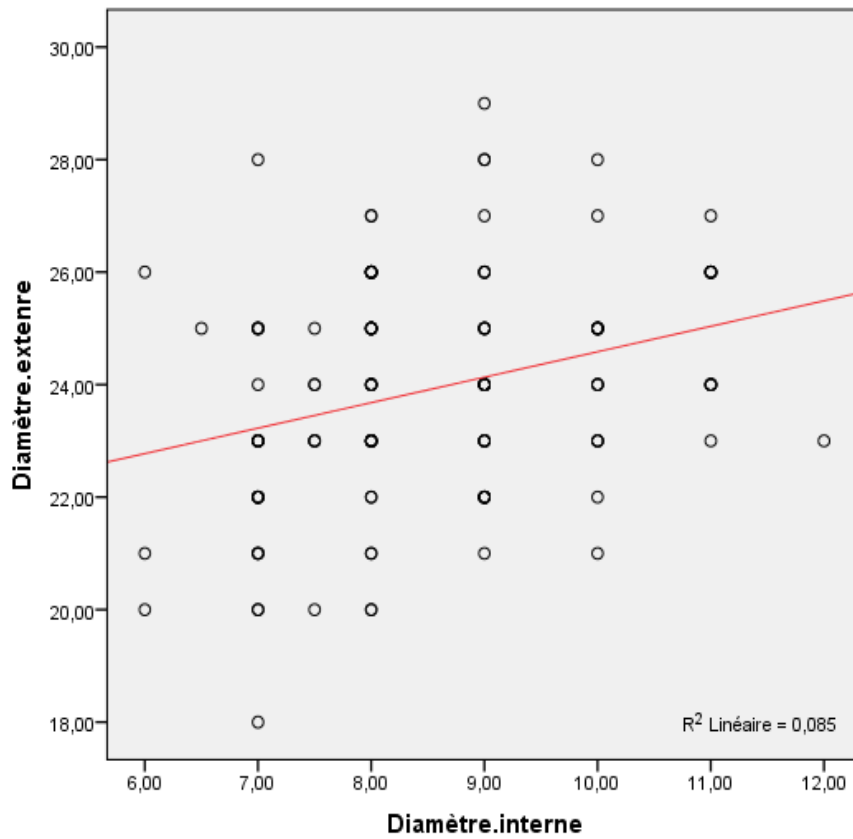


Fig.5.8: Droite de régression entre le diamètre interne et externe du nid du grèbe castagneux (cm) en 2012.

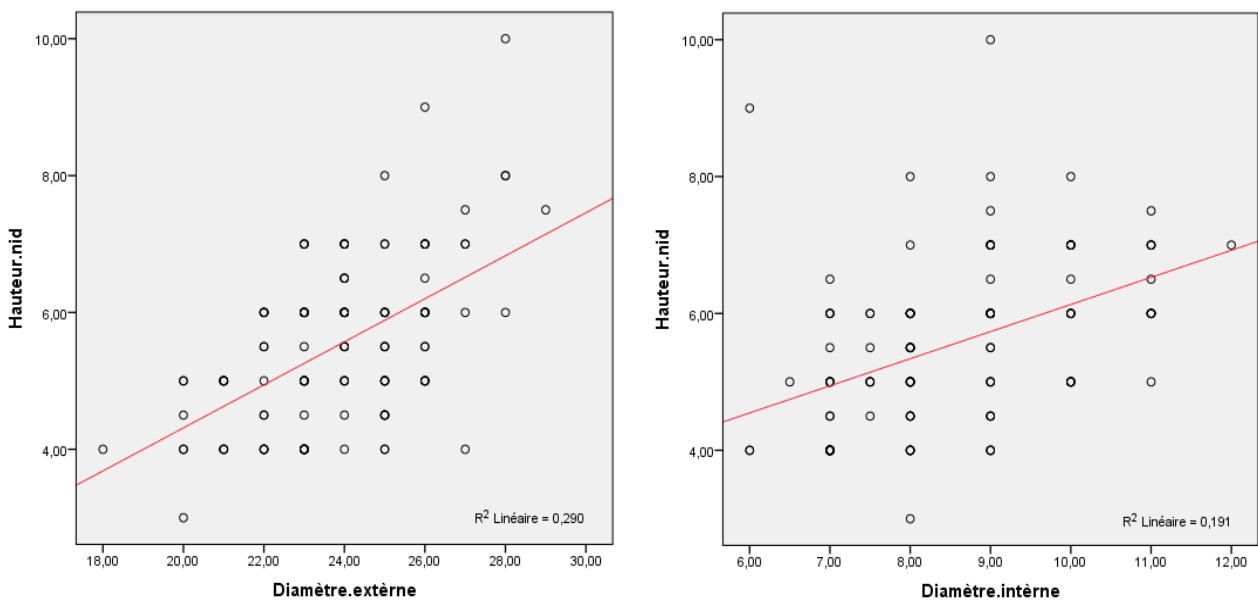


Fig.5.9: Droite de régression entre la hauteur des nids par rapport au diamètre interne et externe du nid du grèbe castagneux (cm) en 2012.



Fig.5.10 : Nid de grèbe castagneux construit dans une strate de Scirpe.

5.1.2.4. Distribution des nids selon la hauteur de végétation :

Quand nous faisons la découverte d'un nid en dessous d'une végétation nous mesurons la valeur à une grande hauteur. Et quand nous trouvons une mélanger à titre d'exemple *Scirpus lacustris* et *Typha angustifolia*, nous prenons en considération la valeur de la hauteur la plus élevée.

Durant les deux saisons d'études, La hauteur de la végétation aquatique autour des nids a varié considérablement en exhibant une moyenne de $173 \pm 46,50$ cm. La végétation la plus basse est d'une hauteur de 40 cm et la plus haute est égale à 300cm, et la plupart des nids ont été installés entre les végétations ou la hauteur est comprise entre [150-200]cm (n=139) (Fig.5.11).

La hauteur moyenne de la végétation autour des nids montre une différence non significative entre les deux saisons (2011/2012) (One way Anova : $F = 0,691$; $p = 0,827$).

5.1.2.5. Distribution des nids selon la densité de végétation :

Lors de la période d'étude (2011,2012), la densité de la végétation autour du nid à été noté quand le nid est installé. les résultats ont montré que la plupart des nids étaient installés entre les strates de la végétation qui a une valeur faible comprise entre [0 - 20 %], avec une moyenne de $18,76 \pm 15,50$ %, La densité la plus basse est d'une valeur de 0 % et la plus dense est égale à 80% (Fig.5.12).

NB : 0% quand le nid est installé en eau libre et 100% quand il est totalement recouvert par la végétation

Durant la première saison de reproduction, le recouvrement des végétations autour du nid a varié entre 0 et 70 %, avec une moyenne de $18,92 \pm 17,50$ % (n = 120). En 2012, elle a varié entre 0 et 80 %, avec une moyenne de $18,61 \pm 13,82$ % (n = 126). Généralement c'est la densité faible qui facilite le refuge et les plongés sous l'eau libre.

Le recouvrement moyenne de la végétation autour des nids montre une différence significative entre les deux saisons (2011/2012) (One way Anova : $F = 2,922$; $p = 0,003$).

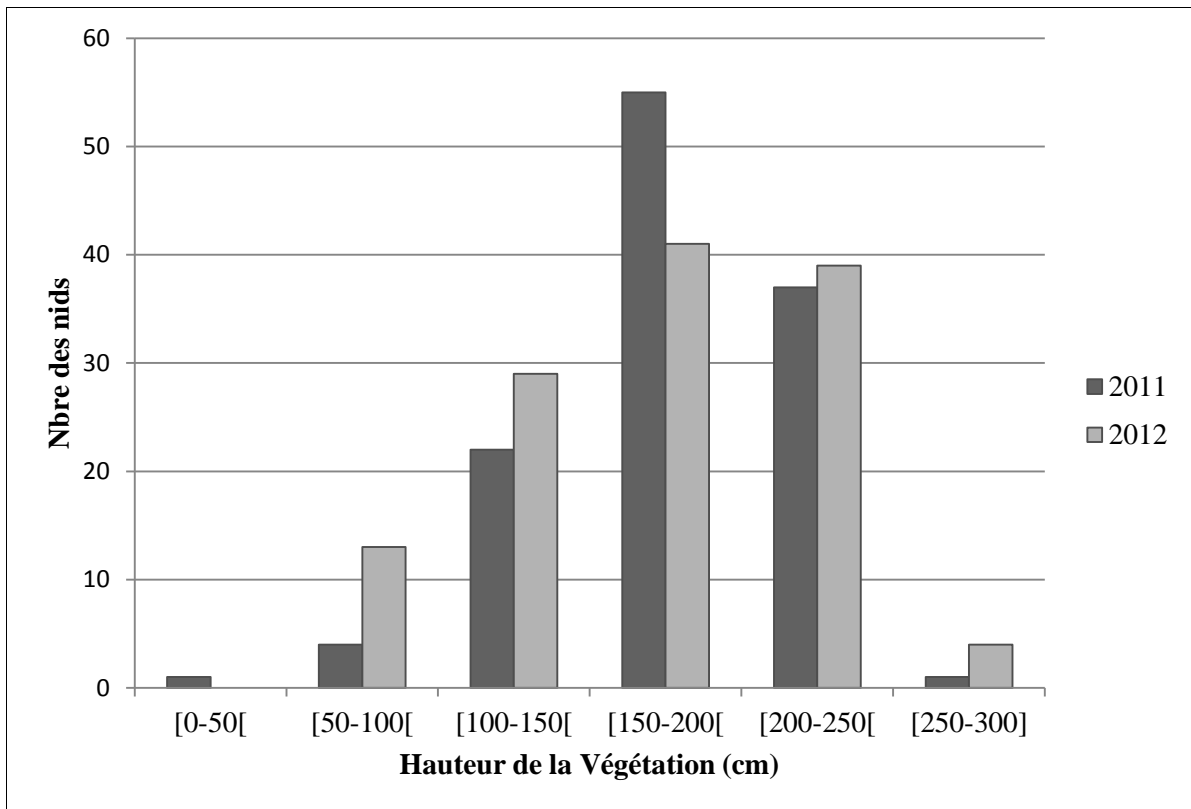


Fig.5.11: Distribution des nids selon la hauteur de la végétation.

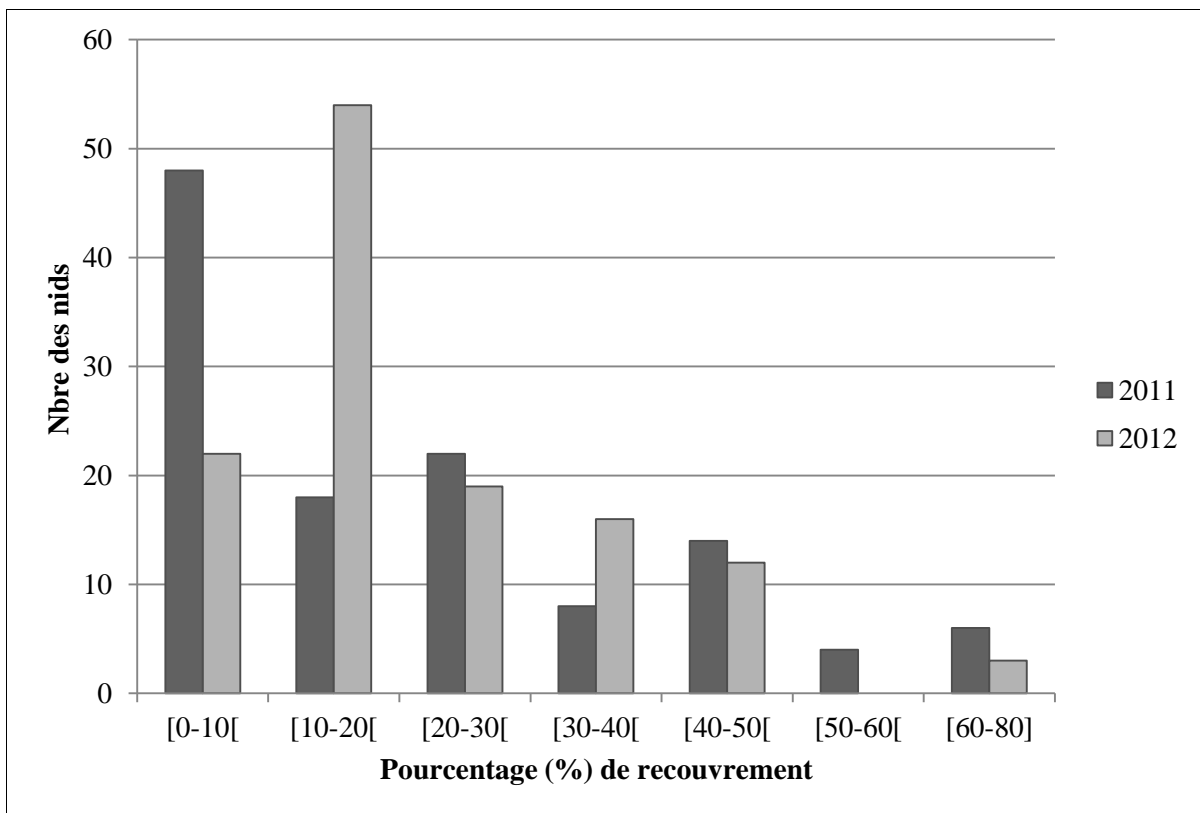


Fig.5.12 : Distribution des nids selon la densité de la végétation.

5.1.2.6. Corrélation entre la hauteur et la densité de la végétation autour du nid :

La matrice du tableau (Tab.5.10) présente la corrélation entre la hauteur et la densité de la végétation autour du nid du grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* des deux saisons de 2011 et 2012. En 2011, elle ressort que la hauteur de la végétation a été influencée par le recouvrement autour des nids significativement ($r = 0,245$; $p = 0,007$) (Fig.5.13).

En 2012, La hauteur de la végétation autour des nids est négativement et sans signification influencée par le recouvrement de la végétation ($r = -0,116$; $p = 0,194$) (Fig.5.14).

L'analyse de la variance montre une différence significative entre les valeurs de la hauteur de la végétation abritant les nids et le taux de recouvrement de la végétation protectrice, en 2011, (One way Anova : $F = 3,501$; $p < 0,05$). En 2012, l'analyse a montré aussi qu'il ya une différence significative de la hauteur de la végétation autour du nid et le taux de recouvrement (One way Anova : $F = 2,807$; $p = 0,004$).

Tab.5.10 : Matrice de corrélation entre la hauteur et la densité de la végétation autour du nid du grèbe castagneux.

	Année	Hauteur de la Végétation (cm)	Densité (%)
Hauteur de la Végétation (cm)	2011	1	0,245
	2012	1	- 0,116
Densité (%)	2011	0,245	1
	2012	-0,116	1

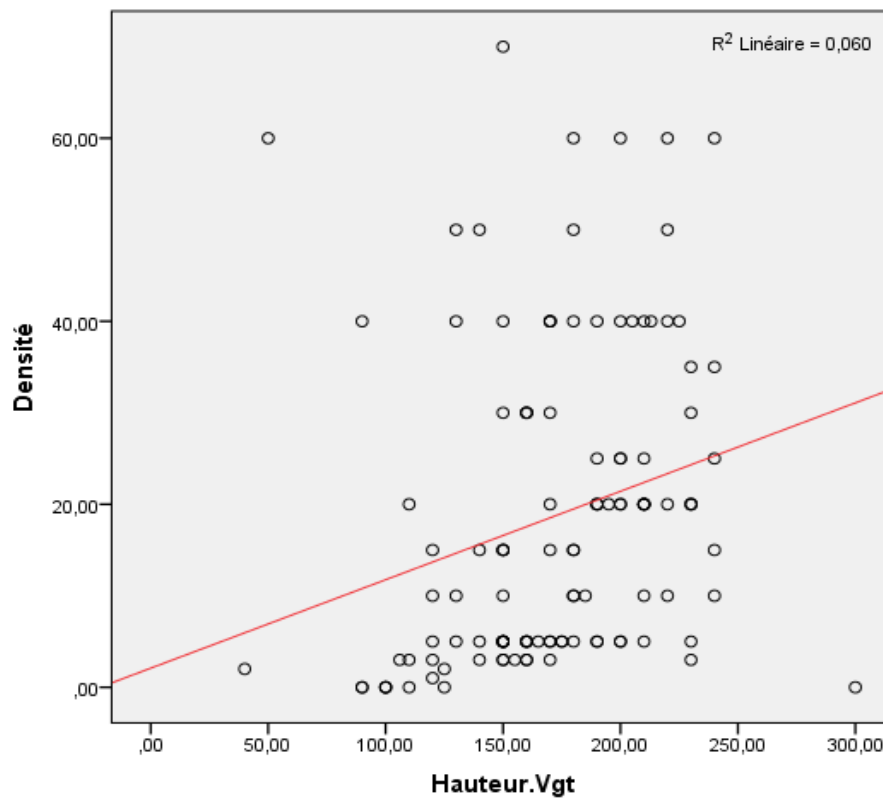


Fig.5.13 : Droite de régression entre la hauteur (cm) et la densité (%) de végétation du nid du grèbe castagneux en 2011.

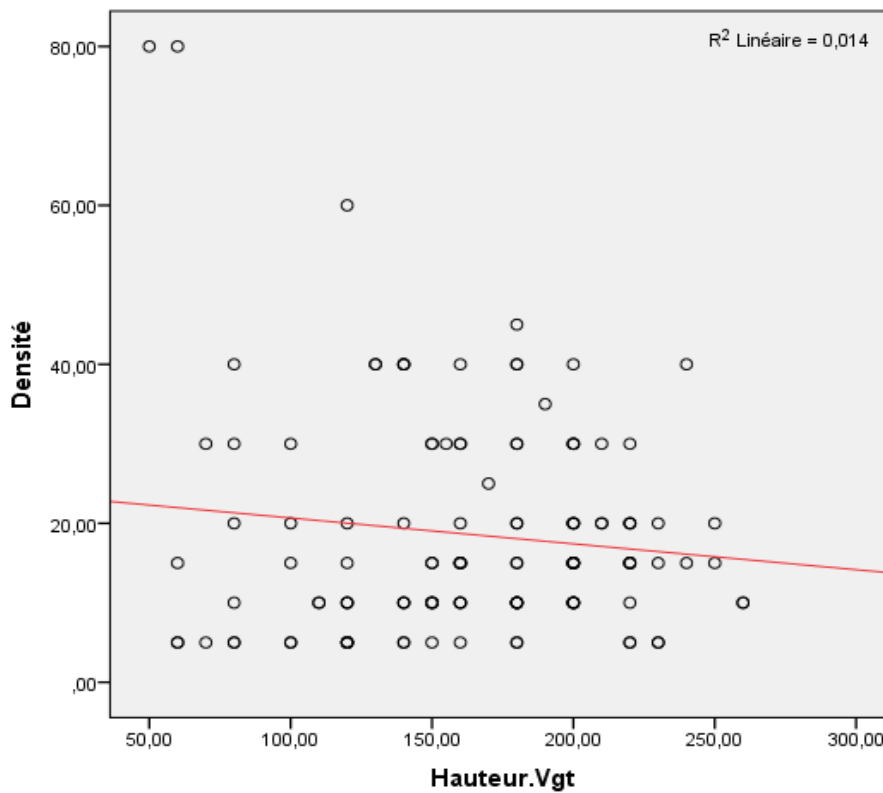


Fig.5.14 : Droite de régression entre la hauteur (cm) et la densité (%) de végétation du nid du grèbe castagneux en 2012.

5.1.2.7. Distribution des nids selon la profondeur d'eau:

En 2011, le grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* a niché dans les endroits qui présentent une valeur de profondeur d'eau autour du nid qui a varié entre 180 et 45 cm avec une moyenne de $119,08 \pm 39,65$ (N = 120). En 2012, elle a varié entre les valeurs de 150 et 35 cm, avec moyenne de $87,34 \pm 32,75$ cm (N = 126) (Fig.5.15).

Durant les deux saisons d'études 2011 et 2012, les mesures de la profondeur d'eau de 246 nids affichent une valeur moyenne de $103,21 \pm 36,2$ cm. La valeur maximale est de 180 cm et la minimale est de 35 cm.

La profondeur moyenne autour des nids montre une différence significative entre les deux saisons (2011/2012) (One way Anova : $F = 1,678$; $p = 0,023$).

5.1.2.8. Distribution des nids selon la distance des nids à l'eau libre:

En ce qui concerne les mesures des distances eau/nid (distance du nid par rapport à l'eau libre) durant les deux saisons de reproduction 2011 et 2012, la majorité des nids ont été installés à l'extrémité des patches des végétations où la distance est inférieure à 20 cm (80 nids de 120 en 2011 et 105 nids de 126 en 2012) pour faciliter le refuge et les plongées sous l'eau libre (Fig.5.17). C'est pourquoi en 2011 les valeurs ont varié entre 0 et 80 cm avec moyenne de $12,95 \pm 18,84$ (N = 120), et durant 2012, la distance eau/nid a varié entre 0 et 50 cm, avec moyenne de $5,25 \pm 11,20$ (N= 126) (Tab.4.2) (Fig.5.16).

La distance moyenne entre le nid jusqu'à l'eau libre montre une différence significative entre les deux saisons (2011/2012) (One way Anova : $F = 5,195$; $p < 0,05$).

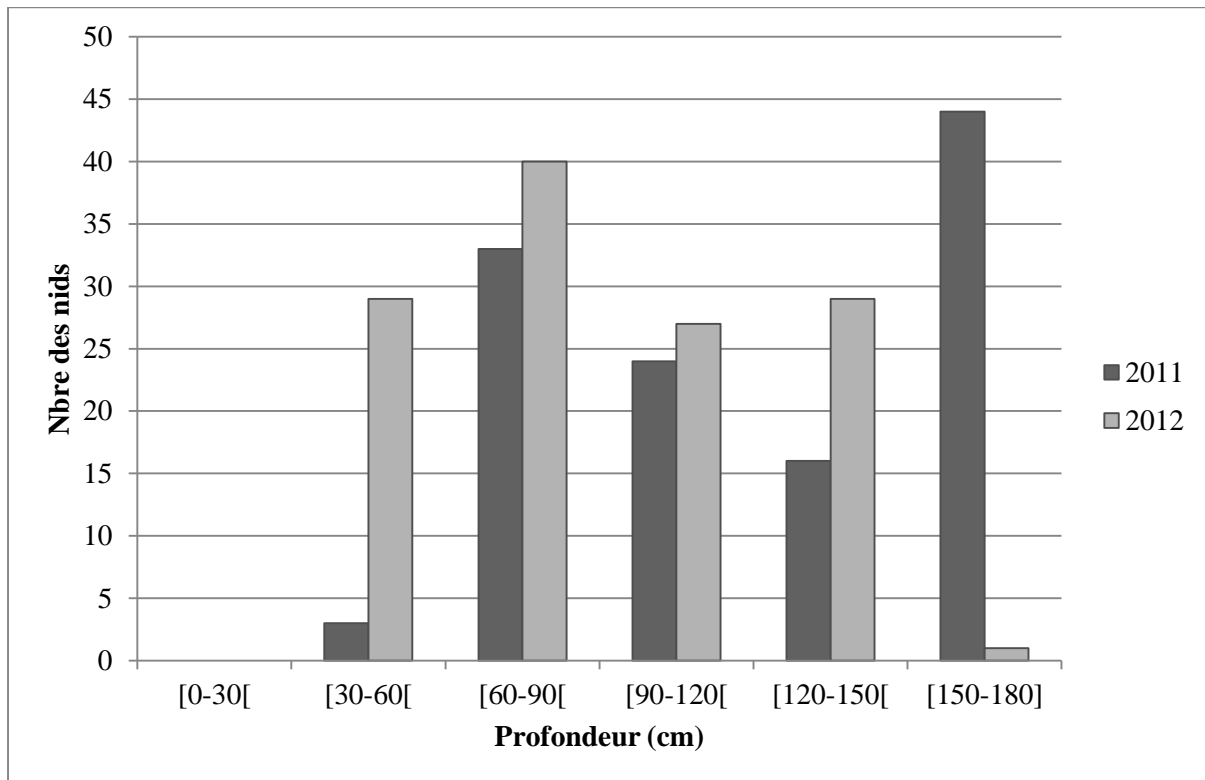


Fig.5.15 : Distribution des nids du grèbe castagneux selon la profondeur de l'eau.

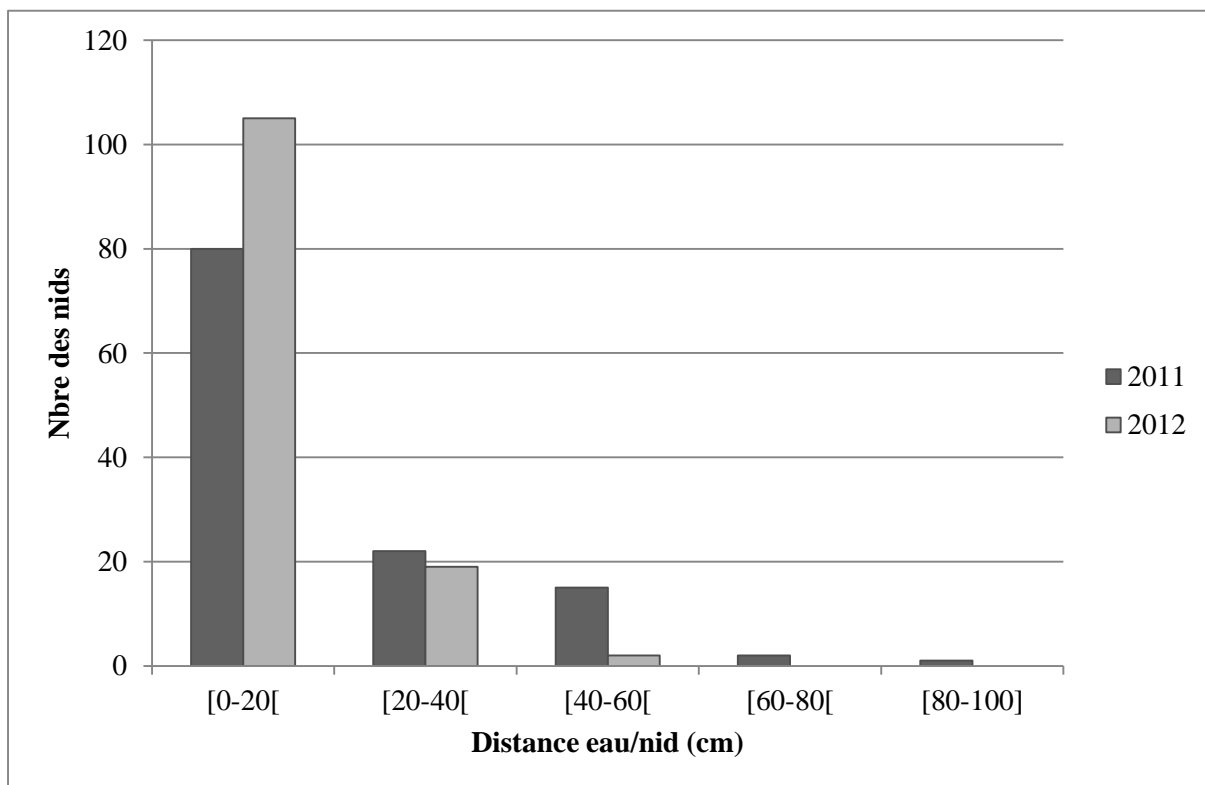


Fig.5.16 : Distribution des nids du grèbe castagneux selon la distance des nids à l'eau libre.

5.1.2.9. Corrélation entre la profondeur et la distance eau/nid :

De la matrice de corrélation et de la profondeur d'eau par rapport à la distance du nid à l'eau libre du grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis*, des deux saisons de 2011 et 2012, montrent qu'il y a une corrélation hautement négative et significative en 2011 ($r = - 0,617$; $p < 0,05$) (Fig.5.17).

En 2012 cette distance est aussi négativement corrélée par rapport à la profondeur avec signification ($r = - 0,293$; $p = 0,001$) (Fig.5.18).

L'analyse de la variance montre une différence significative entre les valeurs de la profondeur de l'eau sous le nid et la distance du nid par rapport à l'eau libre en 2011, (One way Anova : $F = 8,960$; $p < 0,05$).

En 2012, l'analyse a montré aussi qu'il ya une défférence moins significative que la saison de 2011, de la profondeur de l'eau et la distance du nid par rapport à l'eau libre (One way Anova : $F = 2,280$; $p = 0,026$).

Tab.5.11 : Matrice de corrélation entre la profondeur et la distance du nid à l'eau libre du grèbe castagneux.

	Année	Profondeur (cm)	Distance eau/nid (cm)
Profondeur (cm)	2011	1	- 0,617
	2012	1	- 0,293
Distance eau/nid (cm)	2011	- 0,617	1
	2012	- 0,293	1

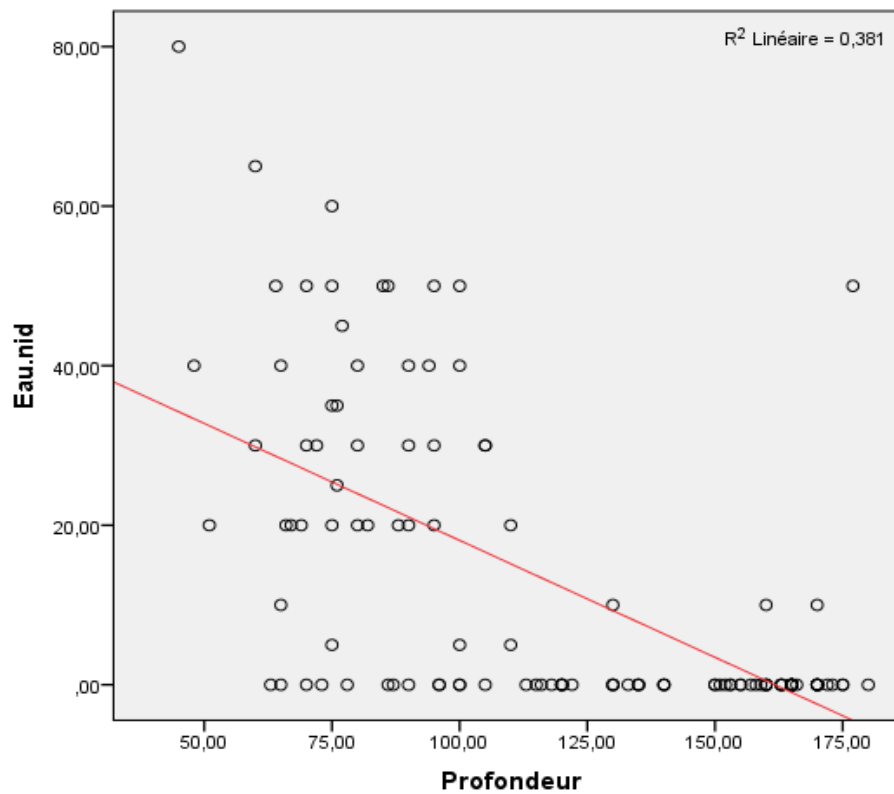


Fig.5.17 : Droite de régression entre la profondeur de l'eau et la distance (eau/nid) (cm) du nid du grèbe castagneux en 2011.

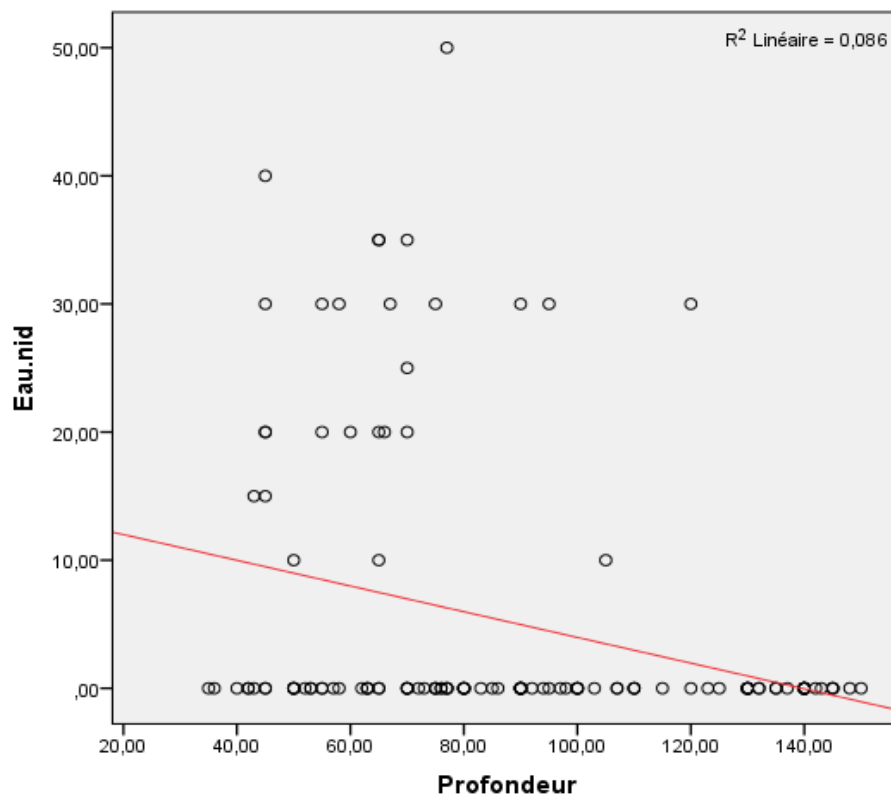


Fig.5.18: Droite de régression entre la profondeur de l'eau et la distance (eau/nid) (cm) du nid du grèbe castagneux en 2012.

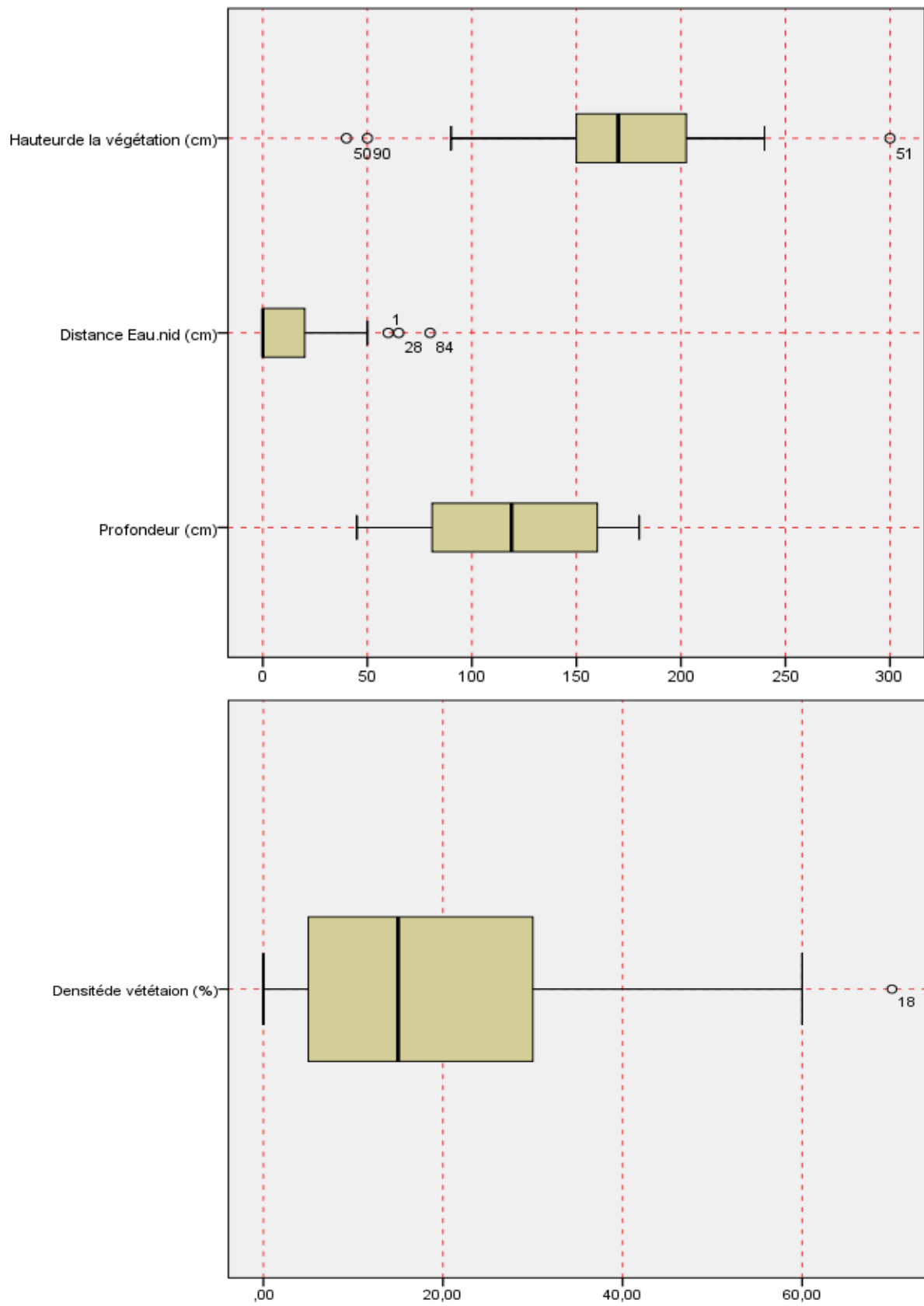


Fig.5.19: Box plot des caractéristiques des nids du grèbe castagneux dans le lac pendant la saison de reproduction 2011.

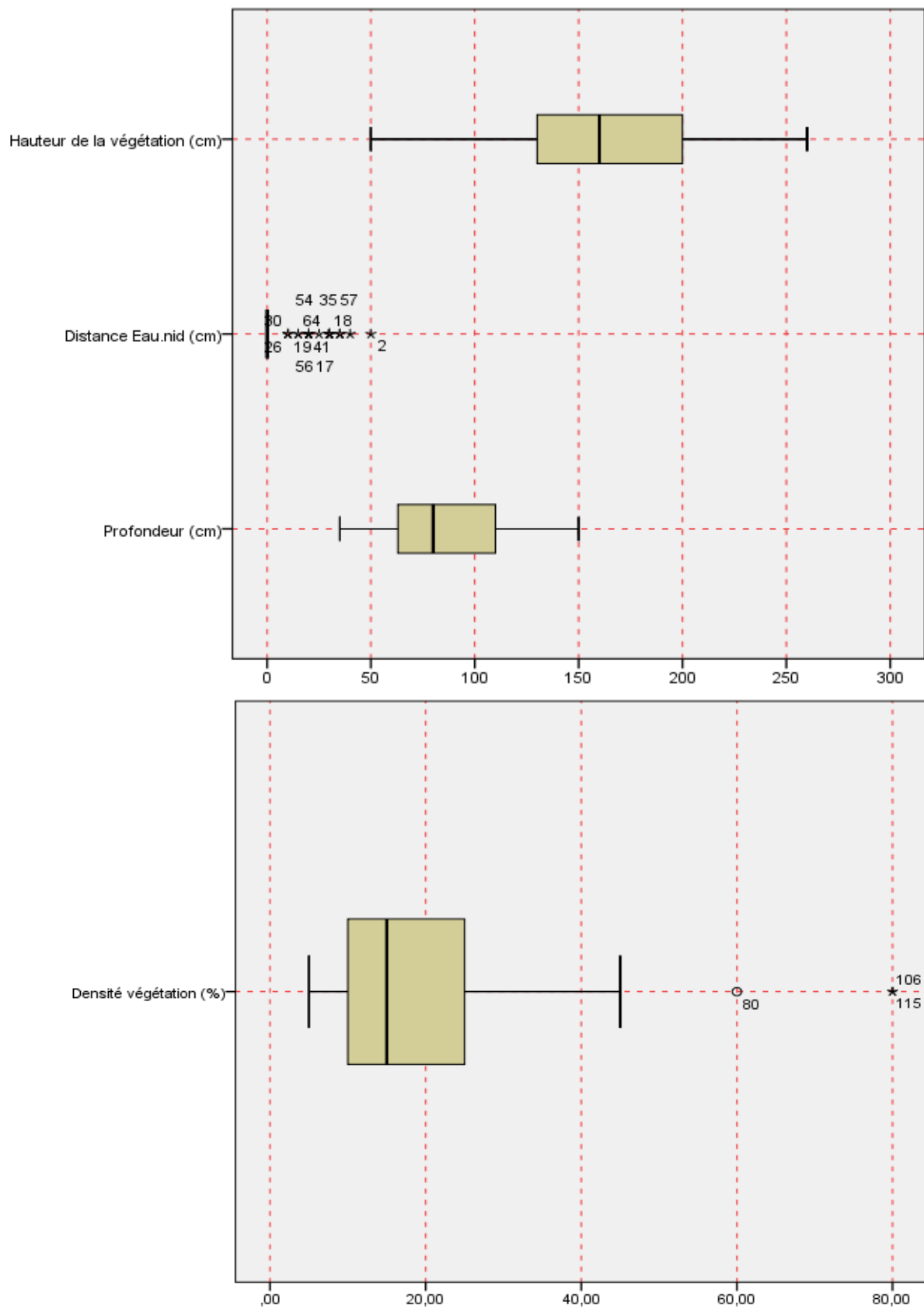


Fig.5.20: Box plot des caractéristiques des nids du grèbe castagneux dans le lac pendant la saison de reproduction 2012.

5.1.3. La biométrie des œufs:

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

Les œufs du grèbe castageux à l'origine de couleur blanchâtre assez brillante sont de type ovale court, qui bruniront au contact des plantes aquatiques en décomposition (Stastny. K, 1989), les dimensions et les volumes des œufs étudiés fluctuent d'un œuf à un autre. Les mesures d'un échantillon de 983 œufs : (446 de 2011), (537 de 2012), sont présentées dans le tableau de biométrie des œufs (Tab.5.12).

Sur les 446 œufs mesurés durant la saison de 2011, la longueur moyenne est de $36,5 \pm 1,35$ mm [valeurs extrêmes : 40,03 - 33,30 mm]. Et la largeur moyenne est de $25,84 \pm 0,75$ mm [valeurs extrêmes : 28,58 – 21,12 mm]. Le volume des œufs présente une valeur moyenne de $12,42 \pm 0,95$ cm³ [valeurs extrêmes : 15,44 – 7,56 cm³] (Fig.5.22).

Sur les 537 œufs mesurés durant la saison de 2012, la longueur moyenne est de $36,38 \pm 1,39$ mm [valeurs extrêmes : 40,44 - 31,82 mm]. Et la largeur moyenne est de $25,85 \pm 0,75$ mm [valeurs extrêmes : 28,18 – 21, 20 mm]. Le volume des œufs présente une valeur moyenne de $12,40 \pm 0,98$ cm³ [valeurs extrêmes : 15,53 – 7,60 cm³] (Fig.5.23).

Durant les deux saisons d'étude, sur un échantillon de 983 œufs, la longueur moyenne égale à $36,43 \pm 1,37$ mm, et varie entre (40,44 et 31,82 mm). La largeur moyenne est égale à $25,85 \pm 0,77$ mm, varie entre (28,58 et 21,12). Le volume varie entre (15,53 et 7,56 cm³) et présente une moyenne de $12,40 \pm 0,96$ cm³.

Les œufs mesurés pendant cette étude étaient légèrement plus petits que ceux mesurés en Kashmir par Fazili *et al.* (2009), en Espagne par Gutiérrez et Figuerola (1995), et en Italie par Calvario et Sarrocco (1988). La nourriture supplémentaire fournie dans certains habitats peut influencer sur les paramètres de la reproduction (Arnold, 1992).

Tab.5.12 : Biométrie des œufs mesurés du grèbe castagneux dans le lac Tonga.

Biométrie des œufs mesurés		Max	Min	Moy	±S.D	N
2011	Longueur (mm)	40,3	33,3	36,5	1,35	446
	Largeur (mm)	28,58	21,12	25,84	0,75	446
	Volume (cm ³)	15,44	7,56	12,42	0,95	446
2012	Longueur (mm)	40,44	31,82	36,38	1,39	537
	Largeur (mm)	28,18	21,2	25,85	0,75	537
	Volume (cm ³)	15,53	7,60	12,40	0,98	537

Tab.5.13 : Biométrie des œufs du grèbe castagneux dans les différents travaux.

Source	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Volume (cm ³)	N
<i>présente étude (2015)</i>	36,43 ± 1.37	25,85 ± 0.77	12,40 ± 0.96	983
<i>Fazili et al. (2009)</i>	36,5 ± 1,18	25,2 ± 0,47	11,80	115
<i>Gutiérrez & Figuerola (1995)</i>	37,4 ± 1,3	26,1 ± 0,8	13,0 ± 1,1	67
<i>Calvario & Sarrocco (1988)</i>	37,7 ± 1,6	26,2 ± 0,7	13,2 ± 1,0	38



Fig.5.21: Nid de grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis*) contenant des œufs marqués et mesurés.

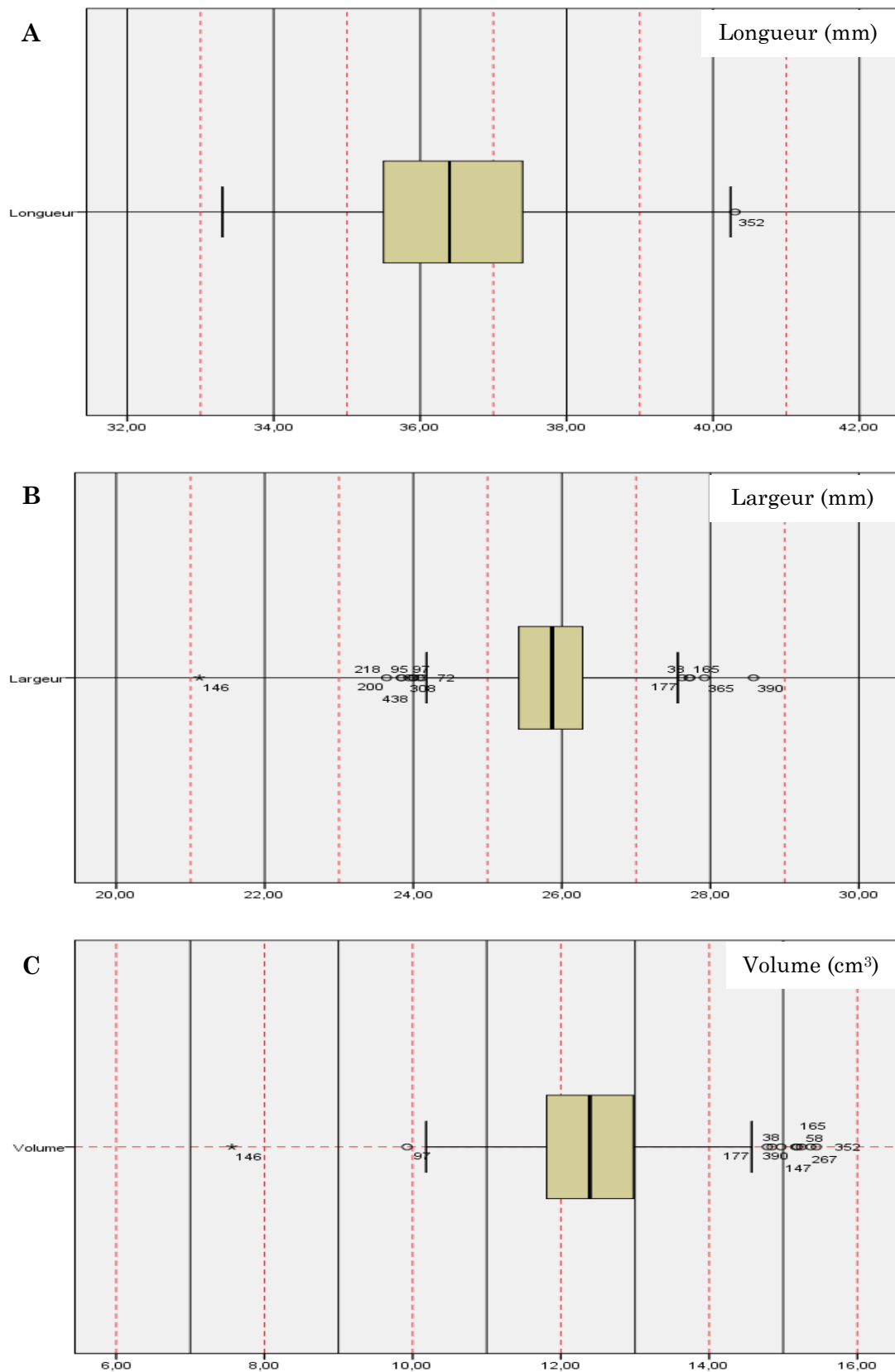


Fig.5.22: Box plot de mesures des œufs chez le grèbe castagneux pendant la saison de 2011 (A : Longueur ; B : Largeur ; C : Volume ; N = 446).

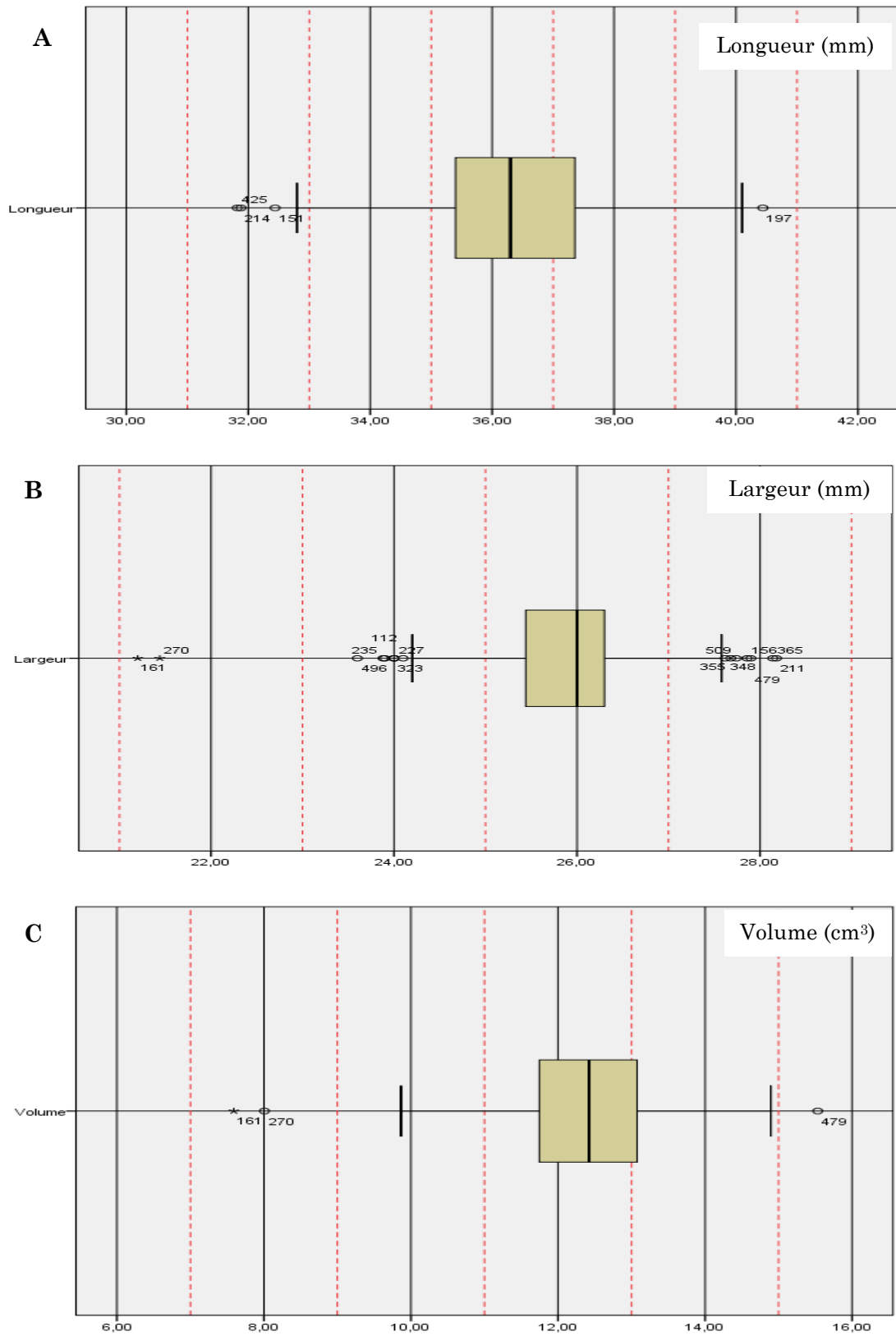


Fig.5.23: Box plot de mesures des œufs chez le grèbe castagneux pendant la saison de 2012 (A : Longueur ; B : Largeur ; C : Volume ; N = 537).

5.1.3.1. Corrélations entre les mesures des œufs :

Le tableau (Tab.5.14) présente la matrice de corrélation entre les dimensions et le volume des œufs du grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* pendant la saison 2011, Il y'a une corrélation positive et hautement significative entre les paramètres longueur et largeur (Fig.5.24) ($r = 0,249$; $p < 0,05$), et entre la longueur et le volume ($r = 0,679$; $p < 0,05$) (Fig.5.25), et entre la largeur et le volume ($r = 0,879$; $p < 0,05$) (Fig.5.26).

De la matrice de corrélation du volume des œufs par rapport à la longueur et la largeur des œufs du grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* (Tab.5.15), dans la saison de 2012. Il y'a une corrélation positive et hautement significative entre les paramètres longueur et largeur ($r = 0,290$; $p < 0,05$) (Fig.5.27), et entre la longueur et le volume ($r = 0,707$; $p < 0,05$) (Fig.5.28), et entre la largeur et le volume ($r = 0,880$; $p < 0,05$) (Fig.5.29). (Tab.5.15)

D'une manière générale, l'analyse de la variance montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les trois paramètres longueur, largeur et volume des œufs du grèbe castagneux entre les deux saisons (2011 et 2012). La longueur (One way Anova: $F = 0,958$; $p = 0,619$). La largeur (One way Anova: $F = 0,815$; $p = 0,903$). Le volume (One way Anova: $F = 1,012$; $p = 0,541$). Mais il y a une corrélation négative entre le volume des œufs et les dates des pontes, hautement significative (régression linéaire: volume des œufs = $-0,01$ date + $13,04$, $p < 0,001$) (fig.5.30).

Durant les saisons de 2011 et 2012, Les dates de pontes du grèbe castagneux s'étalent au cours de la période d'étude entre mi-mars jusqu'à fin juillet (Fig.5.31). On a observé que la période de ponte augmente en fonction du nombre des nids installés dans le site et aussi en fonction du nombre des œufs pondus, En effet les pontes sont asynchrones et la durée de ponte varie de 30 à 150 jours.

En 2011, Le nombre maximum enregistré des œufs dans la première quinzaine de mai est de 141 œufs, et durant la saison de 2012 dans la première quinzaine de juin est de 135 œufs.

Tab.5.14: Matrice de corrélation entre les diamètres et le volume des œufs du grèbe castagneux en 2011.

Saison	Paramètre	Corrélation	Longueur	Largeur	Volume
2011	<i>Longueur</i>	<i>r</i>	1	,249**	,679**
		<i>p</i>	/	,000	,000
	<i>Largeur</i>	<i>r</i>	,249**	1	,879**
		<i>p</i>	,000	/	,000
	<i>Volume</i>	<i>r</i>	,679**	,879**	1
		<i>p</i>	,000	,000	/
	<i>N</i>	446	446	446	446

Tab.5.15: Matrice de corrélation entre les diamètres et le volume des œufs du grèbe castagneux en 2012.

Saison	Paramètre	Corrélation	Longueur	Largeur	Volume
2012	<i>Longueur</i>	<i>r</i>	1	,290**	,707**
		<i>p</i>	/	,000	,000
	<i>Largeur</i>	<i>r</i>	,290**	1	,880**
		<i>p</i>	,000	/	,000
	<i>Volume</i>	<i>r</i>	,707**	,880**	1
		<i>p</i>	,000	,000	/
	<i>N</i>	537	537	537	53

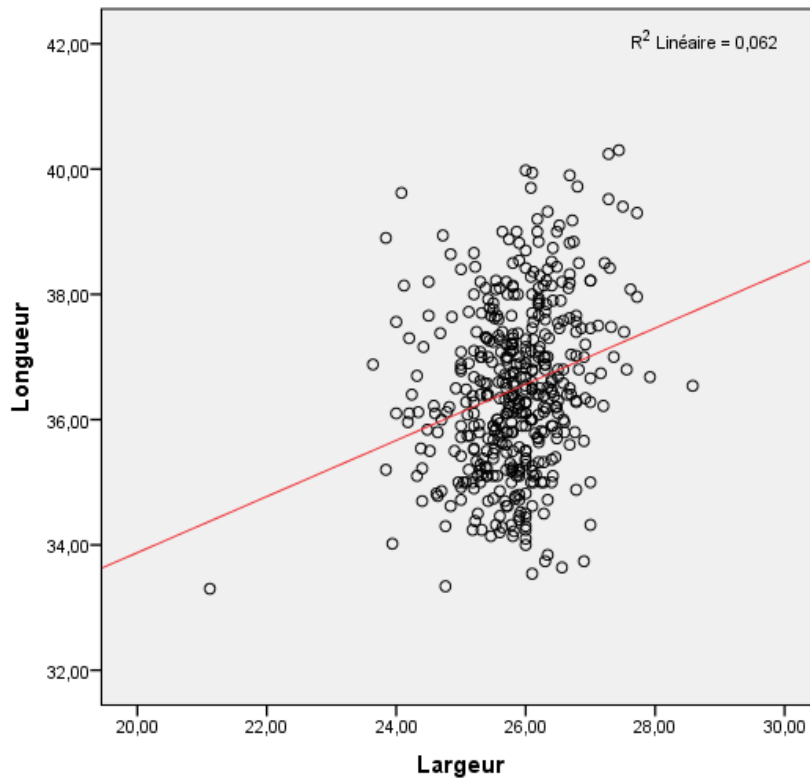


Fig.5.24: Droite de régression entre la longueur (mm) et la largeur (mm) des œufs du grèbe castagneux en 2011.

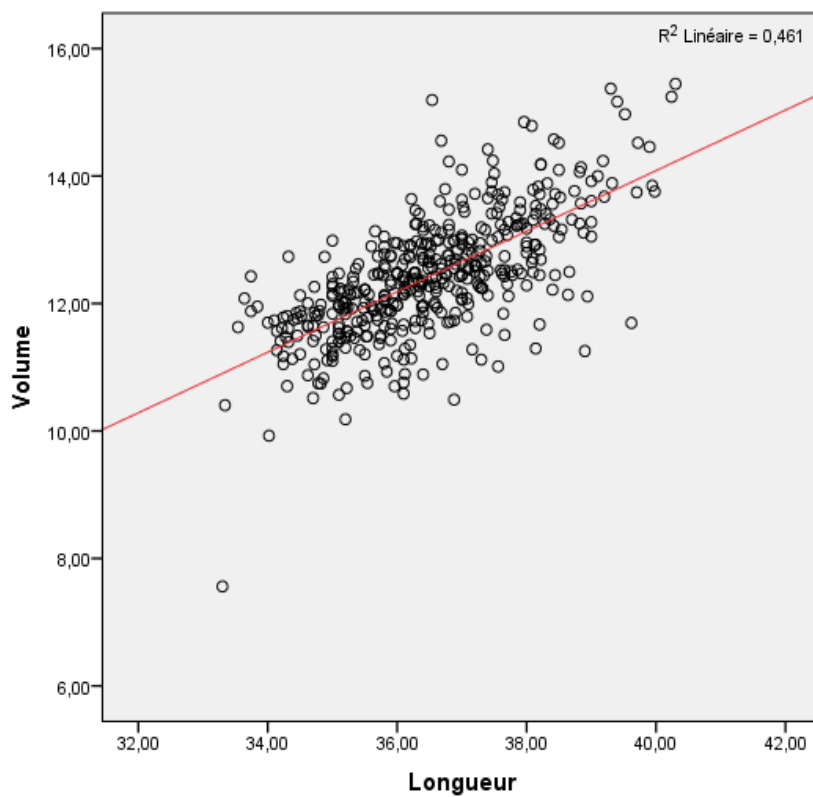


Fig.5.25: Droite de régression entre la longueur (mm) et le volume (cm³) des œufs du grèbe castagneux en 2011.

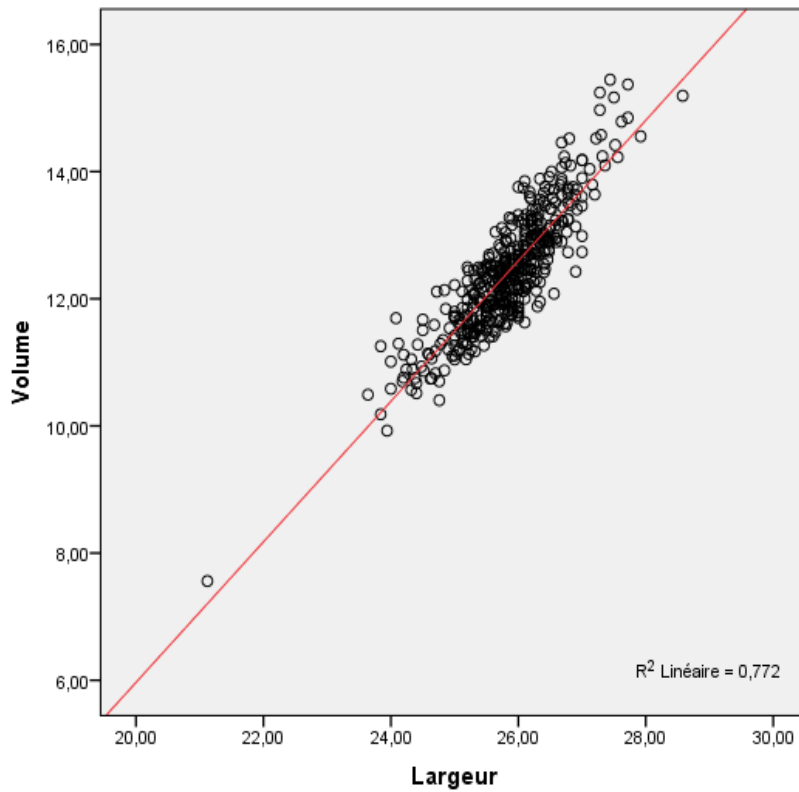


Fig.5.26: Droite de régression entre la largeur (mm) et le volume (cm³) des œufs du grèbe castagneux en 2011.

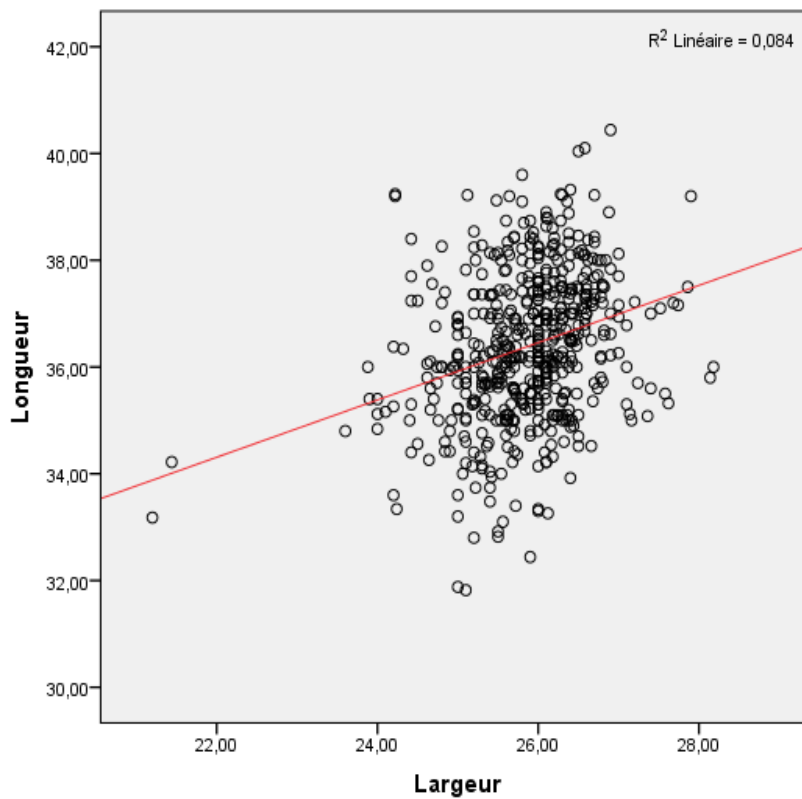


Fig.5.27: Droite de régression entre la longueur (mm) et la largeur (mm) des œufs du grèbe castagneux en 2012.

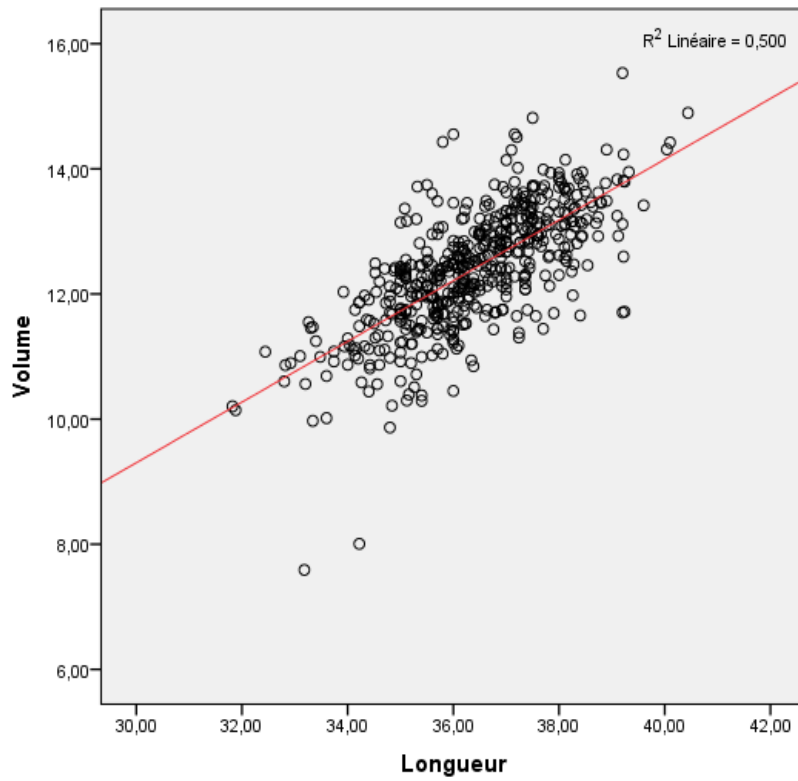


Fig.5.28: Droite de régression entre la longueur (mm) et le volume (cm³) des œufs du grèbe castagneux en 2012.

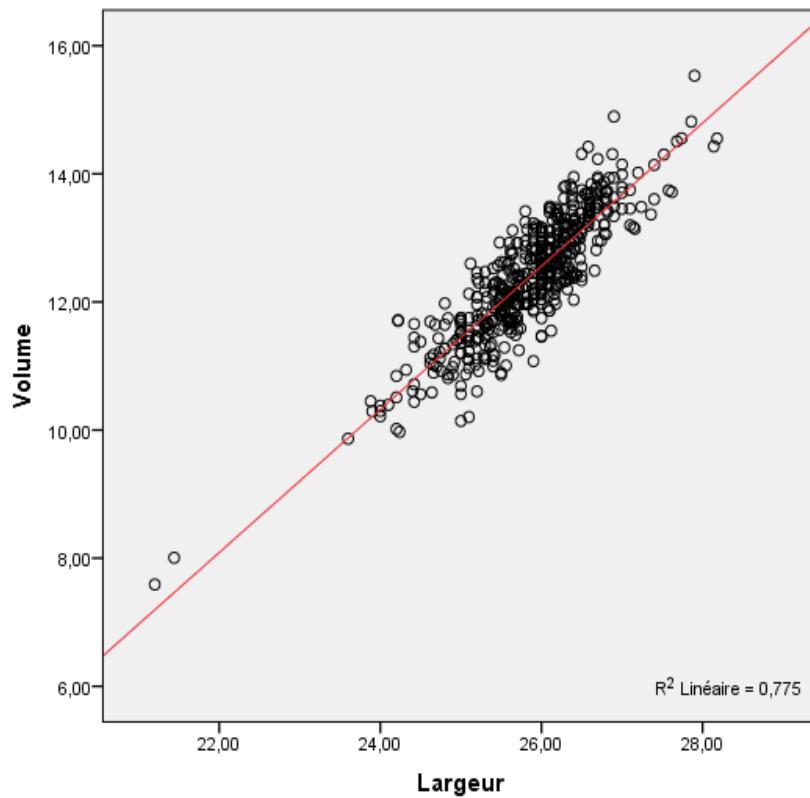


Fig.5.29: Droite de régression entre la largeur (mm) et le volume (cm³) des œufs du grèbe castagneux en 2012.

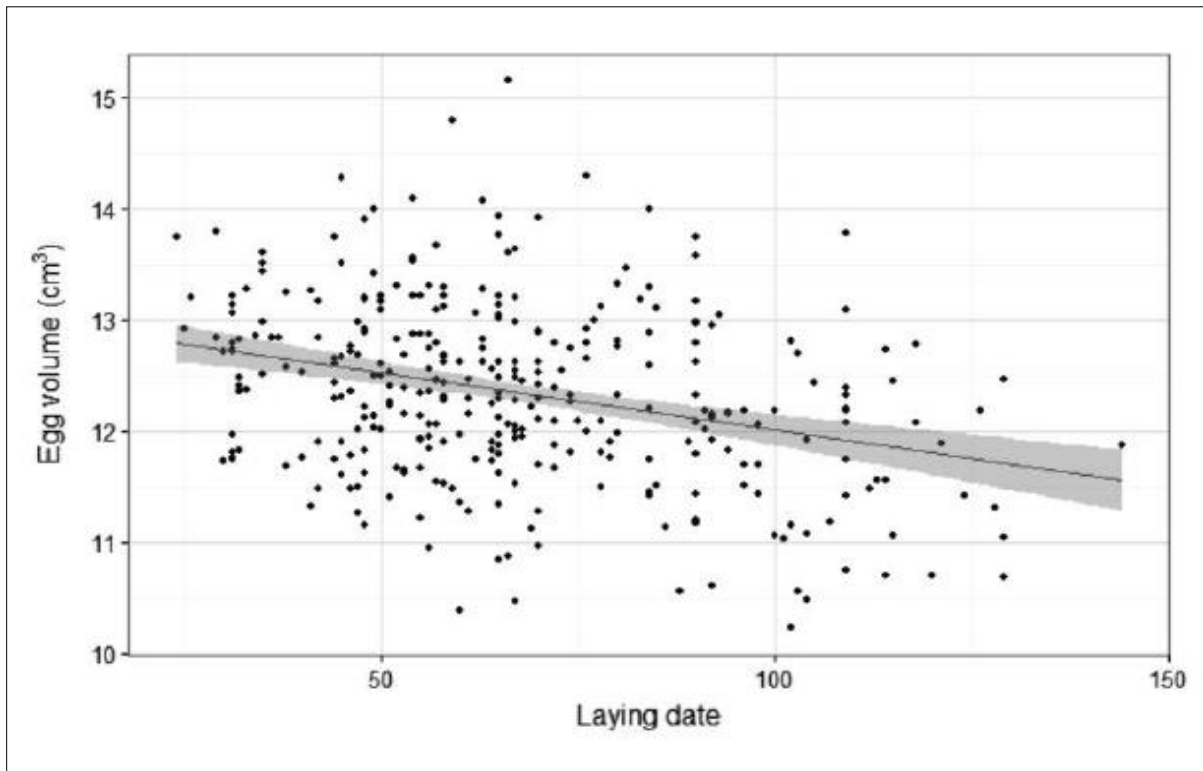


Fig.5.30: Relation entre le volume des œufs et la date de ponte du grèbe castagneux dans le lac Tonga. (La zone grise représente des intervalles de confiance à 95%).

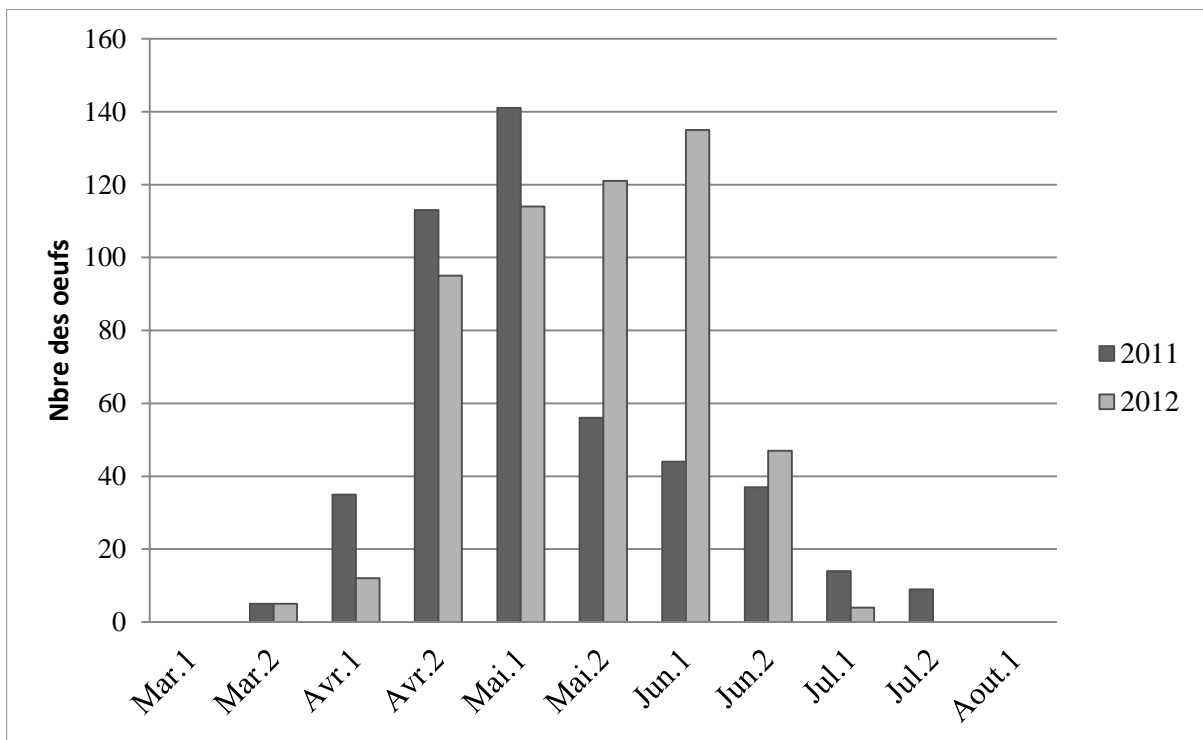
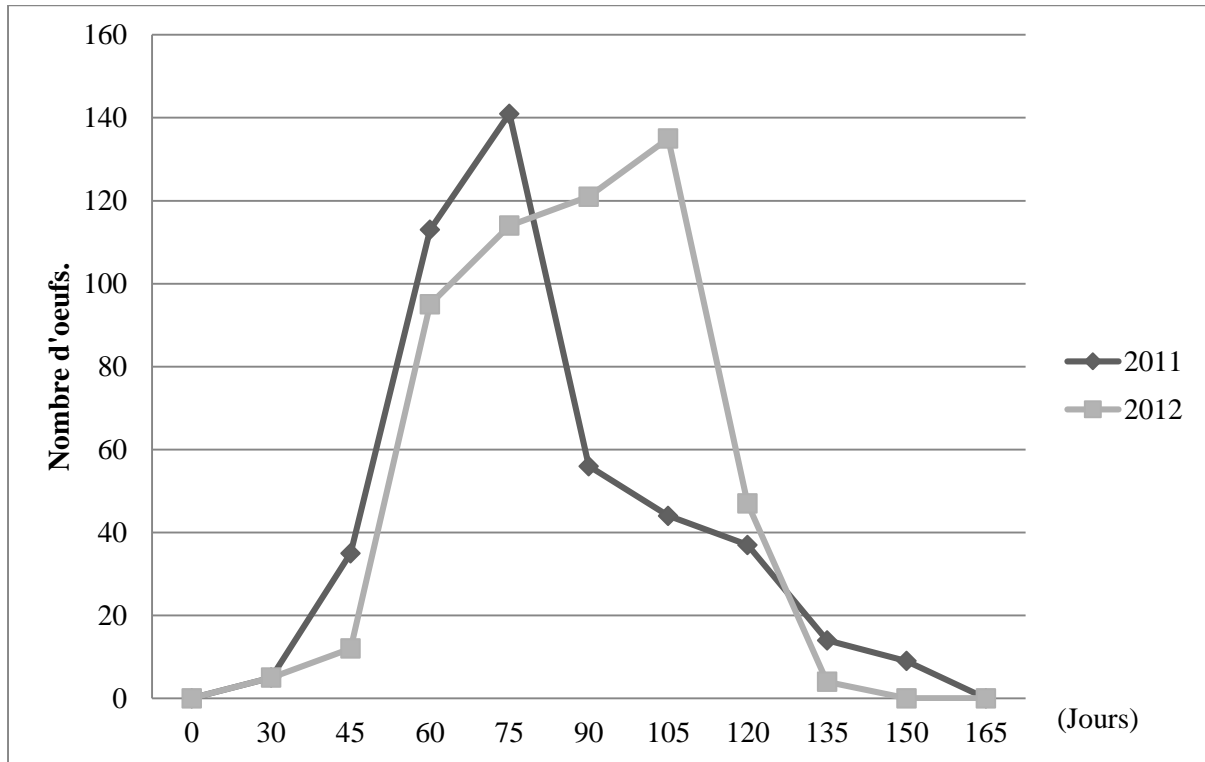


Fig.5.31: Fréquences des dates de ponte avec le nombre des œufs.



1 jour = 1Mars

Fig.5.32: Evolution du nombre d'œufs.

5.1.4. Grandeur de Ponte :

Durant les deux années, la moyenne de ponte enregistrée est $4,7 \pm 1,06$ œufs par nid, (N =122 ; pontes complètes), ont varié de 2 à 7 œufs par nids (Fig.5.33).

Les pontes du grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* enregistrées à Tonga durant la saison 2011, ont varié de 2 à 7 œufs par nids, avec une moyenne de $4,28 \pm 1,1$. On a enregistré deux nids contenant une grandeur de deux œufs par nids et quinze nids contenant une grandeur de trois œufs par nid, dix-neuf nids contenant une grandeur de quatre œufs par nid, et vingt un nids contenant une grandeur de cinq œufs par nid, et cinq nids contenant une grandeur de six œufs par nid. La grandeur de ponte de sept œufs n'a été observée que deux fois (Fig.5.34).

Durant la saison 2012, les pontes ont varié de 4 à 7 œufs par nids, avec une moyenne de $5,17 \pm 0,77$ ont a enregistré onze nids contenant une grandeur de quatre œufs par nids, et vingt-huit nids contenant une grandeur de cinq œufs par nid, dix-sept nids contenant une grandeur de six œufs par nid. La grandeur de ponte de sept œufs n'a été observée que deux fois (Fig.5.35).

Durant la saison 2011, La grandeur de ponte est négativement et hautement influencée par la densité de la végétation ($r = - 0,559$; $p < 0,05$), et par la distance du nid par rapport à l'eau libre ($r = - 0,570$; $p < 0,05$), et moins influencée par la hauteur de la végétation ($r = - 0,353$; $p = 0,004$). Par contre elle est positivement et significativement influencée par la profondeur de l'eau ($r = 0,606$; $p < 0,05$), elle n'a pas été influencée par le volume des œufs ($r = 0,117$; $p = 0,358$), (Tab.5.17).

Durant la saison 2012, La grandeur de ponte est négativement influencée par la densité de la végétation ($r = - 0,381$; $p = 0,003$), et par la distance du nid par rapport à l'eau libre ($r = - 0,335$; $p = 0,01$), et par le volume des œufs ($r = - 0,421$; $p = 0,001$). Par contre elle n'a pas été influencée significativement par la profondeur de l'eau ($r = - 0,242$; $p = 0,067$), et elle n'a pas été influencée par la hauteur de la végétation ($r = 0,06$; $p = 0,656$), (Tab.5.17). L'analyse de variance montre une différence significative entre les deux saisons de la reproduction 2011 et 2012 en ce qui concerne la grandeur de ponte (One way Anova, $F = 61,43$; $p < 0,05$).

Le modèle linéaire généralisé (GLM) a indiqué une petite augmentation saisonnière de la grandeur de ponte, mais significative ($p < 0,03$) (fig.5.36). Les Tests « t » ont indiqué que la grandeur de ponte enregistrée étaient plus grandes que les valeurs déclarées de l'Italie [moyenne 4.4: $t = 3,15$, $df = 151$, $p = 0,002$; (Calvario et Sarrocco ,1988)], mais plus petite que les valeurs publiées de la Suède [moyenne 5.0: $t = -3,83$, $df = 151$, $p < 0,001$; (Ahlen, 1966)].

Tab.5.16: la variation de la grandeur de ponte du grèbe castagneux durant la période d'étude.

	2011	2012
Moy	4,28	5,17
Max	7	7
Min	2	4
± SD	1,1	0,77
N	64	58

Tab.5.17: Matrice de corrélation entre la grandeur de ponte et les caractéristiques des nids du grèbe castagneux en 2011,2012.

Saison	Paramètre	Corrélation	Profondeur	Hauteur.Vgt	Eau.nid	Densité	Volume
2011	<i>Gp</i>	<i>r</i>	0,606	-0,353	-0,570	-0,559	0,117
		<i>p</i>	0,000	0,004	0,000	0,000	0,358
		<i>N</i>	64	64	64	64	64
2012	<i>Gp</i>	<i>r</i>	-0,242	0,060	-0,335	-0,381	-0,421
		<i>p</i>	0,067	0,656	0,010	0,003	0,001
		<i>N</i>	58	58	58	58	58

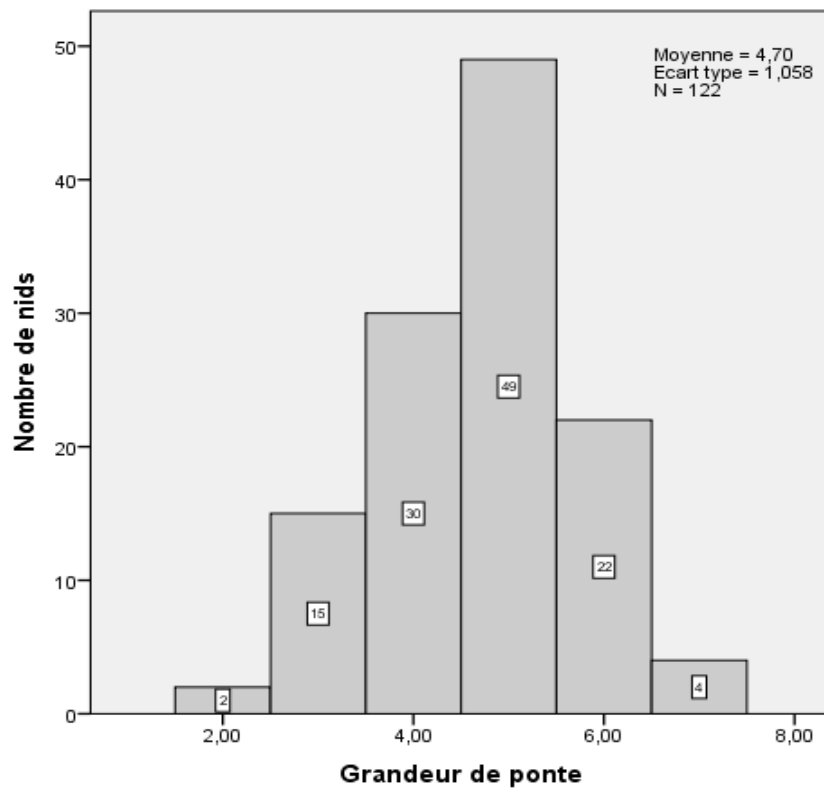


Fig.5.33: la variation de la grandeur de pont durant les deux saisons d'étude.

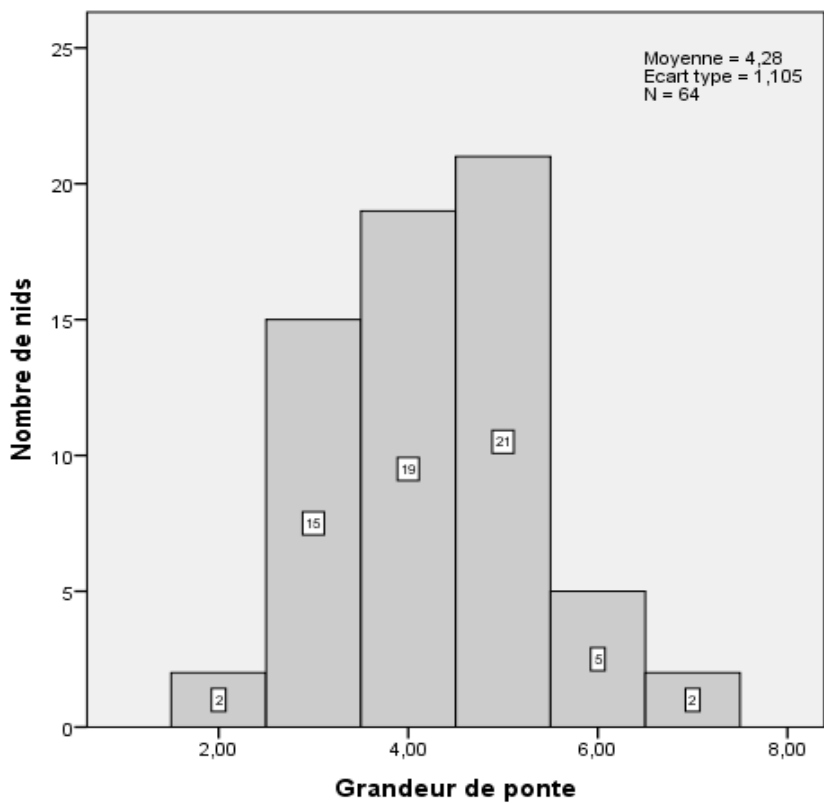


Fig.5.34: Grandeur de pont 2011.

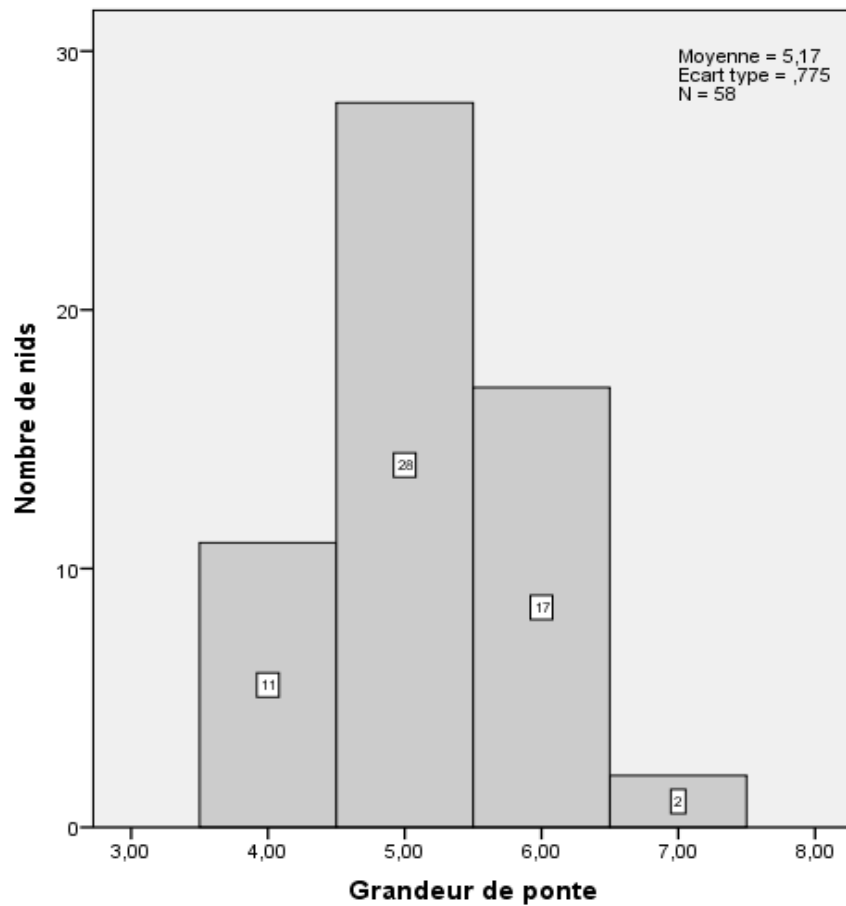


Fig.5.35: Grandeur de pont 2012.

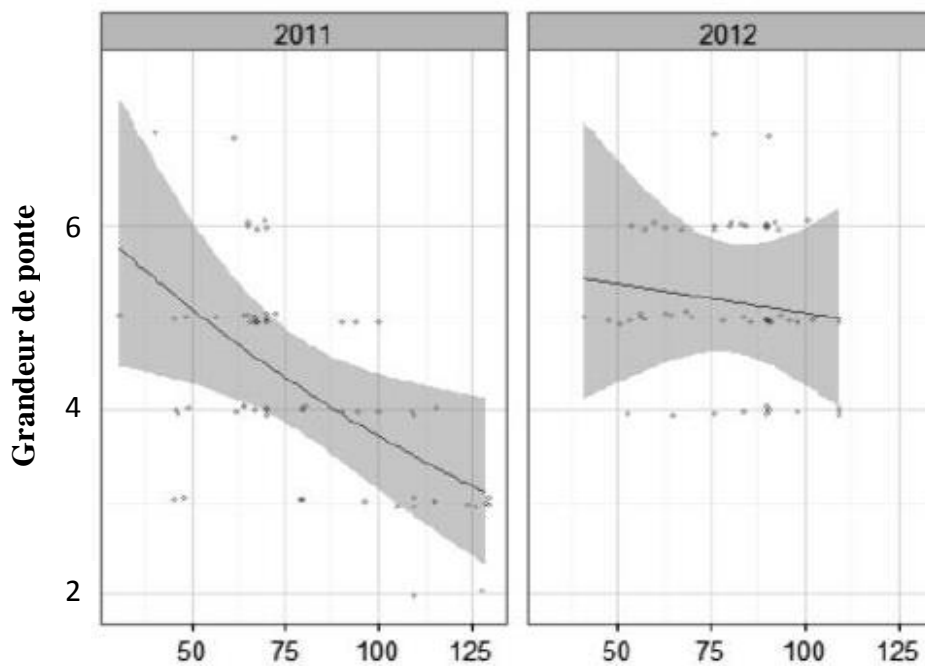


Fig.5.36: Relation entre la grandeur de pont et la date de pont du grèbe castagneux dans le lac Tonga.
(Les zones grises représentent 95% des intervalles de confiance).

5.1.5. Chronologie des éclosions des nids :

Les premières éclosions ont eu lieu à partir du 30 avril en 2011 et 28 avril en 2012, généralement sont similaires (durant la quatrième semaine d'avril). Puis le taux d'éclosion commence à augmenter tout au long du mois de mai, jusqu'à ce qu'il arrive à son niveau le plus élevé vers la fin du mois de juin, où il commence à diminuer pendant le mois de juillet, durant la quatrième semaine du moins de juillet en 2011(31/07/2011), et durant la première semaine du moins de juillet en 2012 (07/07/2012). La période des éclosions pendant les deux saisons 2011 et 2012, ont duré 3 mois depuis la deuxième quinzaine d'avril jusqu'à la deuxième quinzaine de juillet, et la durée d'incubation a varié entre 20 et 23 jours (Fig.5.37).

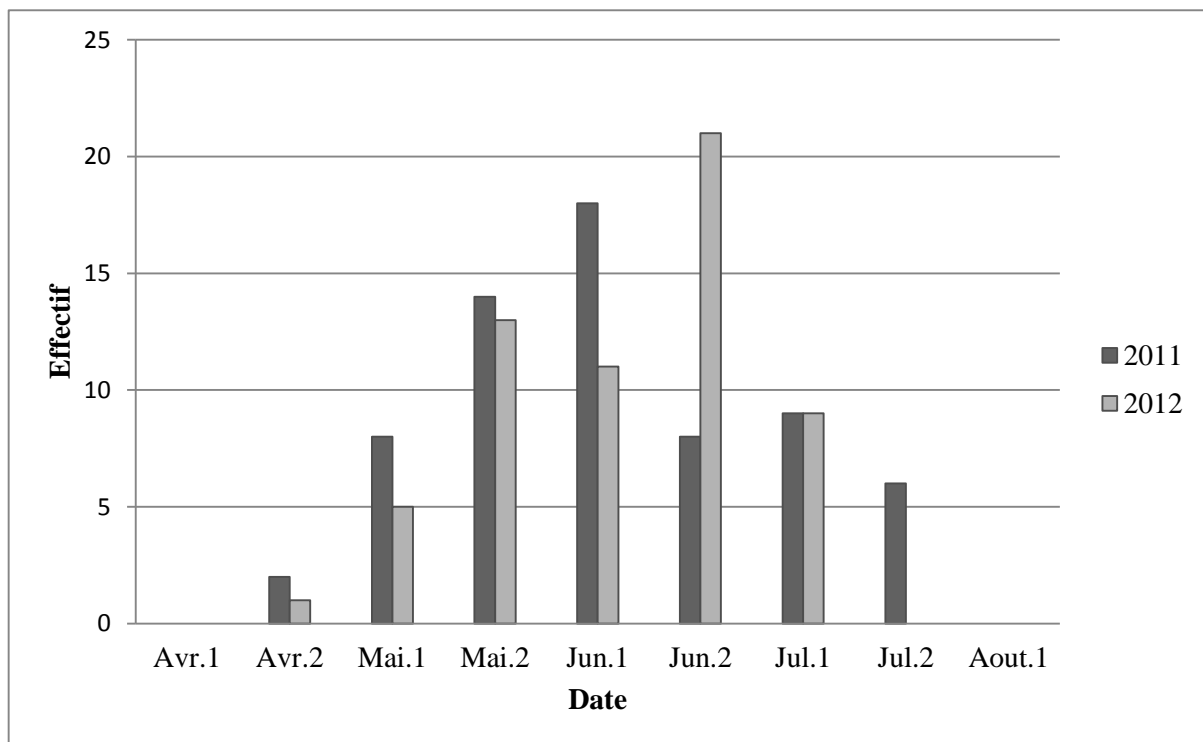


Fig.5.37: Chronologie des éclosions du grèbe castagneux durant les saisons 2011 et 2012 par quinzaine.



Fig.5.38: Nid avec 6 œufs du grèbe casrageux *Tachybaptus ruficollis* dans le Lac Tonga (Athamnia, 31/05/2012)



Fig.5.39: Nid avec 7 œufs du grèbe casrageux *Tachybaptus ruficollis* dans le Lac Tonga (Athamnia, 09/06/2012)

5.1.6. Le succès de l'éclosion et de la reproduction :

5.1.6.1. Le succès de l'éclosion :

Le succès de l'éclosion (SE%) est défini comme étant le rapport du nombre d'œufs qui éclosent avec succès (OE) au nombre total d'œufs pondus (OP) (Veen, J. *et al.*, 2006), calculé selon la formule suivante : $SE (\%) = (OE / OP) \times 100$.

Durant la saison 2011, 446 œufs ont été pondus parmi lesquels 276 ont réussi leur éclosion par 61,88 %, soit un taux d'échec de 38,12 %, donc, il ya une corrélation positif significative entre le succès de l'éclosion et la grandeur de ponte ($r = 0,318$; $p = 0,010$) (Tab.5.18).

Le taux d'éclosion a été légèrement moins élevé qu'en 2011, sont 57,17 % du nombre total des œufs pondus (537), avec un taux d'échec plus élevé soit 42,83 % en 2012, alors, il ya une corrélation hautement positive et significative entre le succès de l'éclosion et la grandeur de ponte ($r = 0,928$; $p < 0,05$) (Tab.5.18).

Durant les deux saisons d'étude le nombre d'œufs éclos par nid est en moyenne de $4,7 \pm 1,1$, il varie entre 2 à 7 et le succès de l'éclosion est en moyenne de 59,52%, il varie entre 0 et 100%. Il ne présente pas une variation interannuelle (One way Anova : $F = 1,420$; $p = 0,249$) (Fig.5.40).

Au cours de notre étude, nous avons constaté que le taux d'éclosion du grèbe castagneux nichant au lac Tonga pendant les deux saisons d'étude a atteint 61,88 % en 2011, c'est-à-dire un peu plus élevé en comparaison avec la saison de 2012 qui était de 57,17 %, (Fig.5.40).

Tab.5.18: Taux d'éclosion des œufs du grèbe castagneux dans le lac Tonga durant les deux saisons d'études.

	2011		2012		Moy %
	%	N	%	N	
Eclos	61,88	276	57,17	307	59,52
échec	38,12	170	42,83	230	39,70
Total	100	446	100	537	100

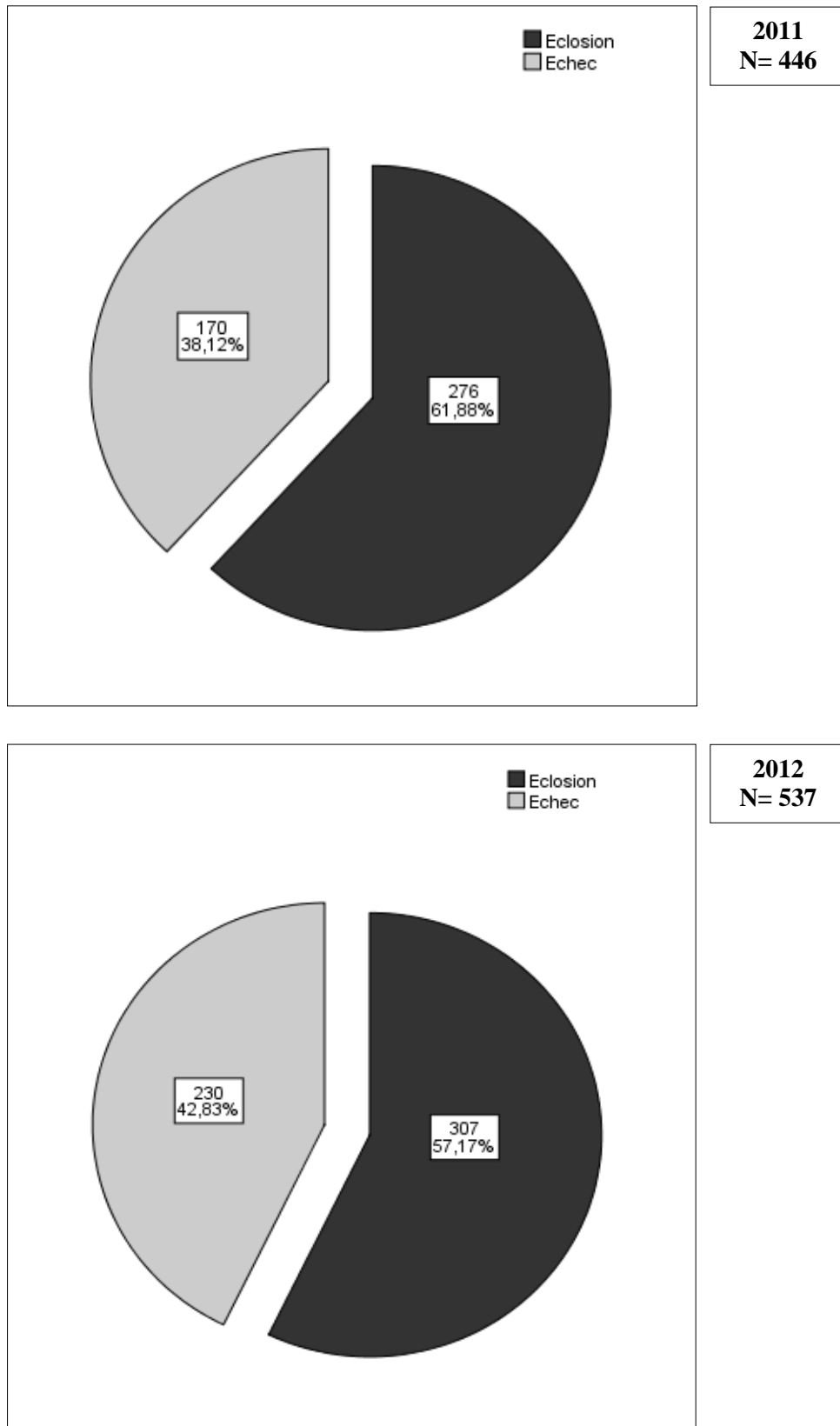


Fig.5.40 : Taux d'éclosions des œufs du grèbe castagneux dans le lac Tonga.

5.1.6.2. Le succès de la reproduction:

Le succès de la reproduction (SR%) est le rapport du nombre des nids éclos au nombre total des nids installés (Si on prend comme critère, au moins un œuf éclos par nid).

Les facteurs de perte ou de l'échec des œufs sont calculés suite aux observations faites sur le terrain par rapport à chaque nid suivi.

Durant la saison 2011, 129 nids ont été installés parmi lesquels 64 ont réussi leur éclosion par 50 %, soit un taux d'échec de 50 %, parmi lesquels, 34 ont été des nids vides pour un taux de 26 %, et 19 nids ont été inondés par les pluies torrentielles 15 %, et 9 %. La prédation durant cette saison a été moins destructive où on a observé que 12 nids ont été ravagés par la couleuvre vipérine (*Natrix maura*) principalement (Fig.5.42 ; Fig.5.50).

Le succès de la reproduction est positivement et significativement influencé par la profondeur de l'eau ($r = 0,583$; $p < 0,05$), et la taille des nids : diamètre externe ($r = 0,374$; $p < 0,05$), et négativement et significativement influencé par la hauteur de la végétation ($r = -0,440$; $p < 0,05$), et par la recouvrement de la végétation ($r = -0,439$; $p < 0,05$), et par la distance par rapport à l'eau libre ($r = -0,565$; $p < 0,05$).

En 2012, sur les 126 nids suivis 58 ont réussi à éclore soit un taux de 48 %, soit un taux plus bas que celui trouvé en 2011 (50 %) dans le même site. La cause principale est la prédation qui a affecté 33 nids, soit 24%. Ces nids ont été attaqués principalement par La Couleuvre vipérine (*Natrix maura*) (Fig.4.50). Les autres nids ont été vidés par des causes inconnues 23%, et les autres nids ont été inondés 5 % suite aux pluies torrentielles que connaît la région durant certaines périodes estivales (Fig.5.43).

Le succès de la reproduction est positivement et significativement influencé par la profondeur de l'eau ($r = 0,372$; $p < 0,05$), et la taille des nids : diamètre externe ($r = 0,115$; $p < 0,05$), et par la hauteur de la végétation ($r = 0,084$; $p < 0,05$), et négativement et significativement influencé par la recouvrement de la végétation ($r = -0,491$; $p < 0,05$), et par la distance par rapport à l'eau libre ($r = -0,520$; $p < 0,05$).

Lors de notre étude, sur les 255 nids installés, 122 ont réussi leur éclosion de moyenne 49 % au nombre total, et le reste était voué à l'échec de 51 %, parmi lesquels 16,5 % ont été détruits par des prédateurs, et 24,5 % ont été perdus par des causes inconnus, et on a remarqué que 10 % des nids ont été inondés. On a observé que le succès de la reproduction a été plus élevé grâce à la technique de camouflage des nids (Tab.5.19).

Deux modèles GLM équivalents ont indiqué que la probabilité d'une reproduction réussie dépendait des variables suivantes : profondeur de l'eau, hauteur du nid et l'année.

Le deuxième modèle différait (AIC = 328.2) du premier (AIC = 331.6) du fait d'une interaction entre la profondeur de l'eau et la hauteur du nid ($z = -2.27$, $p = 0,02$) (Fig.5.46 ; Fig.5.47).

Cependant, du fait que l'interaction est marginalement significative et que la différence AIC est petite, nous avons opté pour le premier modèle, le plus parcimonieux (Fig. 4.46 ; Fig.5.47).

Tab.5.19: Taux d'éclosion des nids du grèbe castagneux dans le lac Tonga durant les deux saisons d'étude.

	<i>2011</i>		<i>2012</i>		Moy %
	<i>N</i>	<i>%</i>	<i>N</i>	<i>%</i>	
Eclos	64	50	58	48	49
Prédation	12	9	33	24	16,50
inondation	19	15	6	5	10
vide	34	26	29	23	24,50
Total	129	100	126	100	100

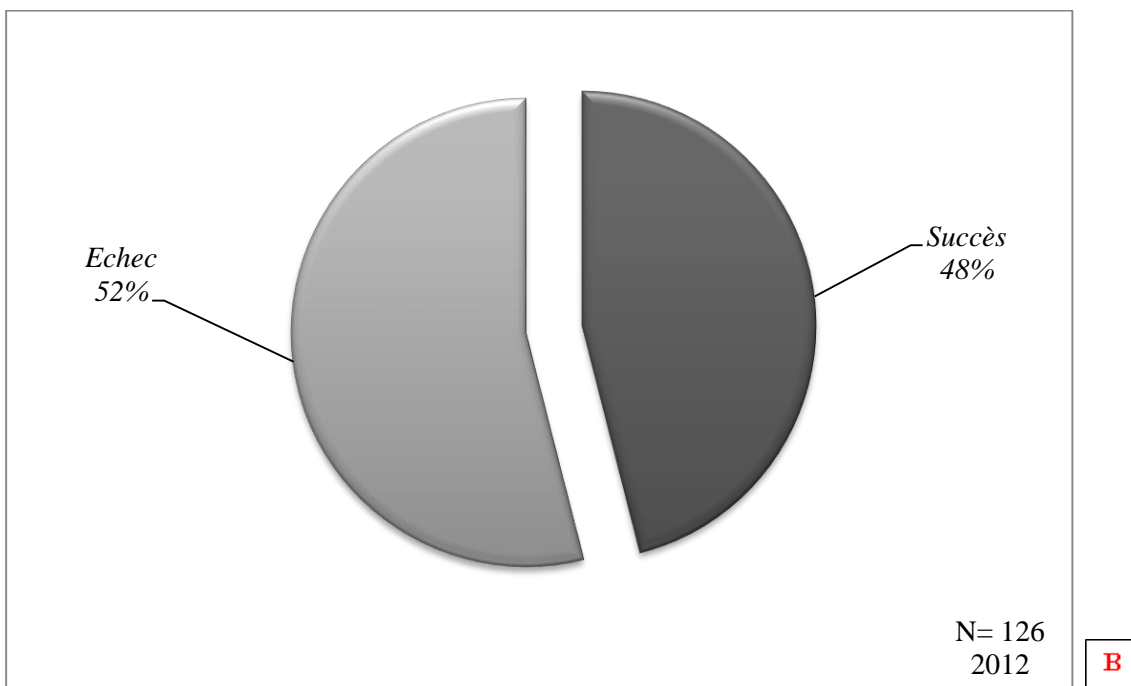
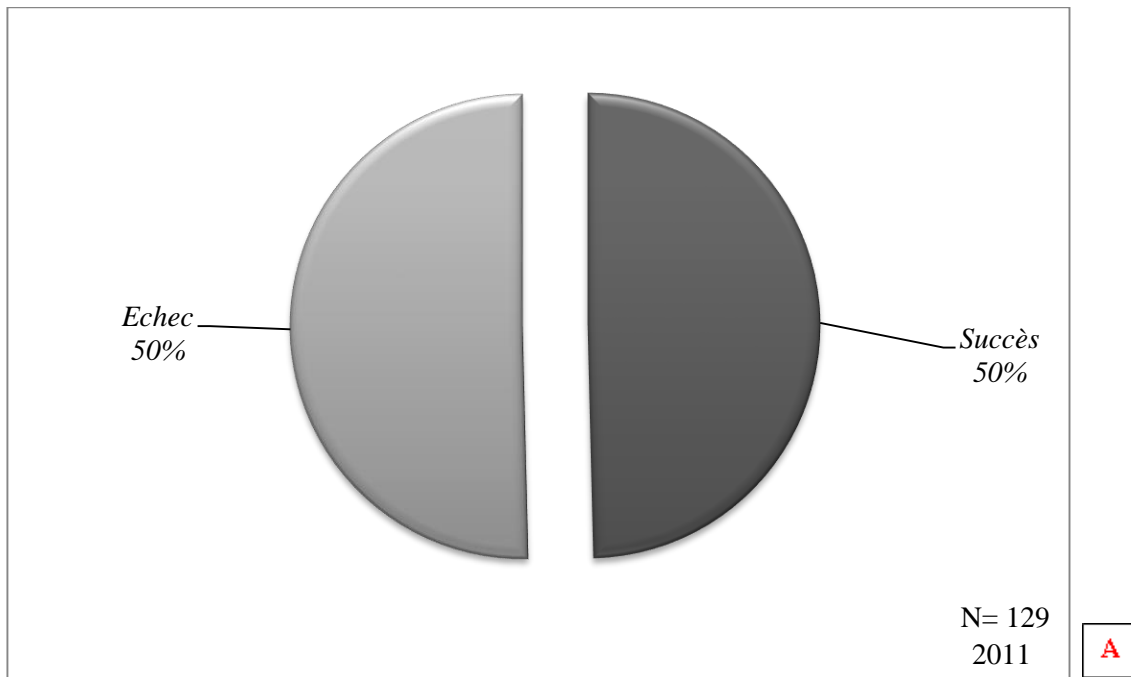


Fig.5.41: Succès des éclosions des nids. (A : 2011 ; B : 2012).

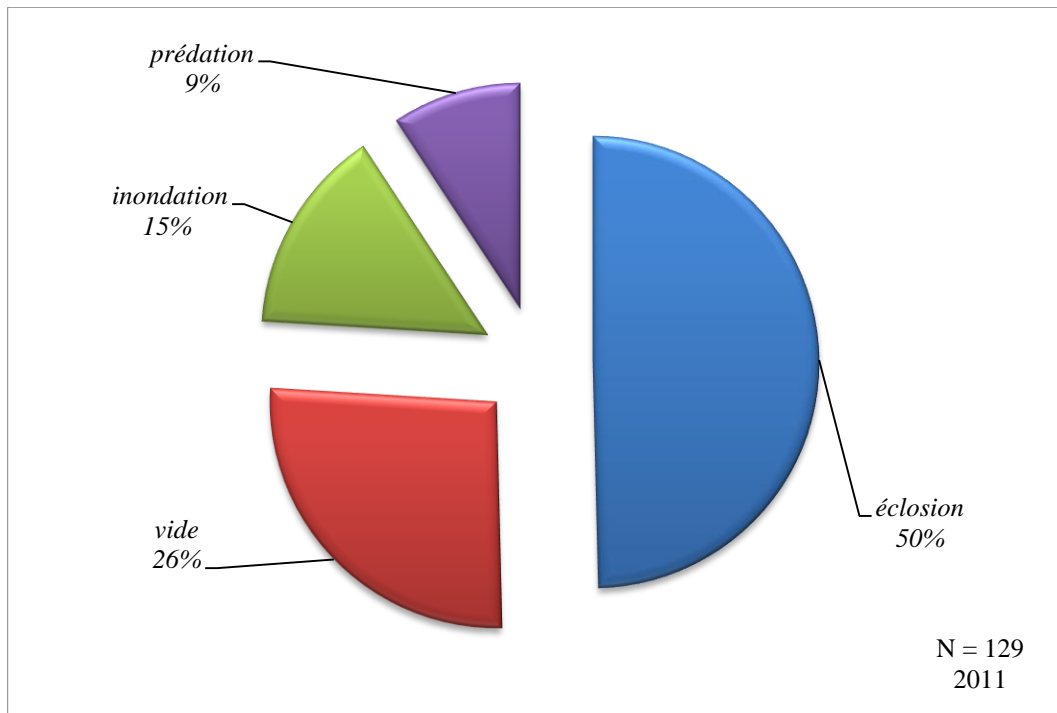


Fig.5.42: Succès de la reproduction des nids du grèbe castagneux 2011.

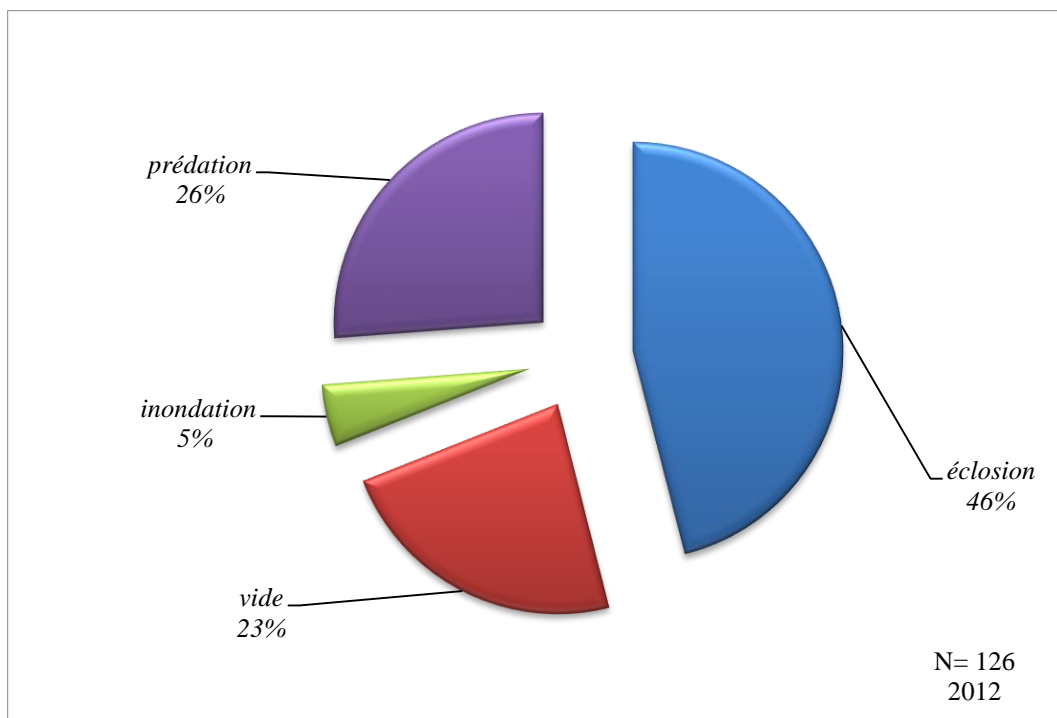


Fig.5.43: Succès de la reproduction des nids du grèbe castagneux 2012.

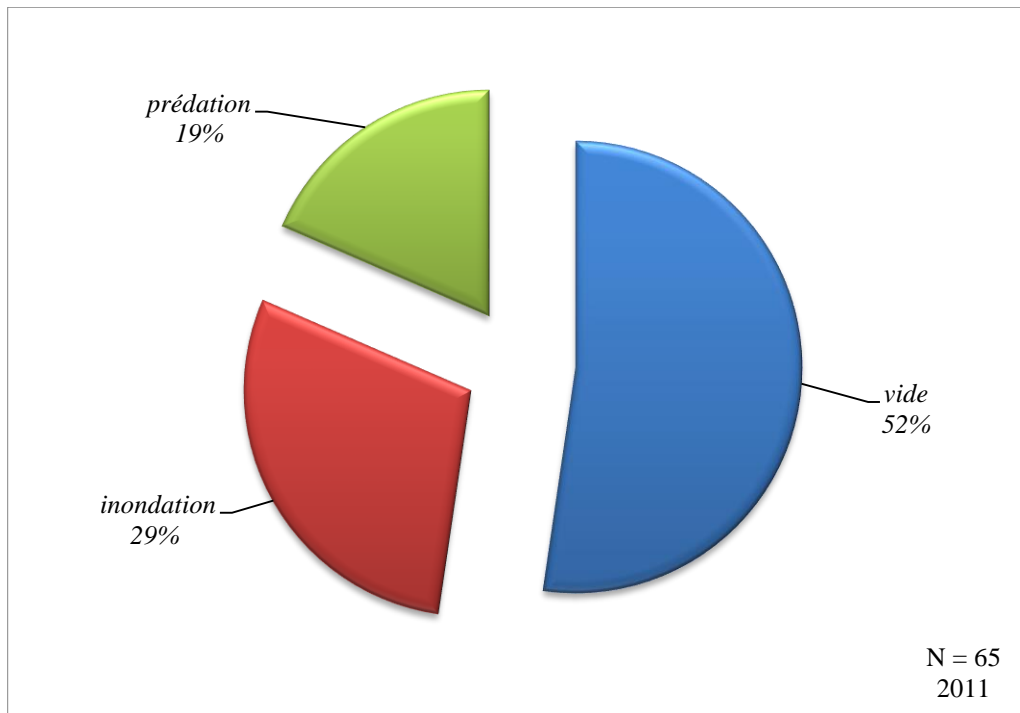


Fig.5.44: Les causes de l'échec des éclosions 2011.

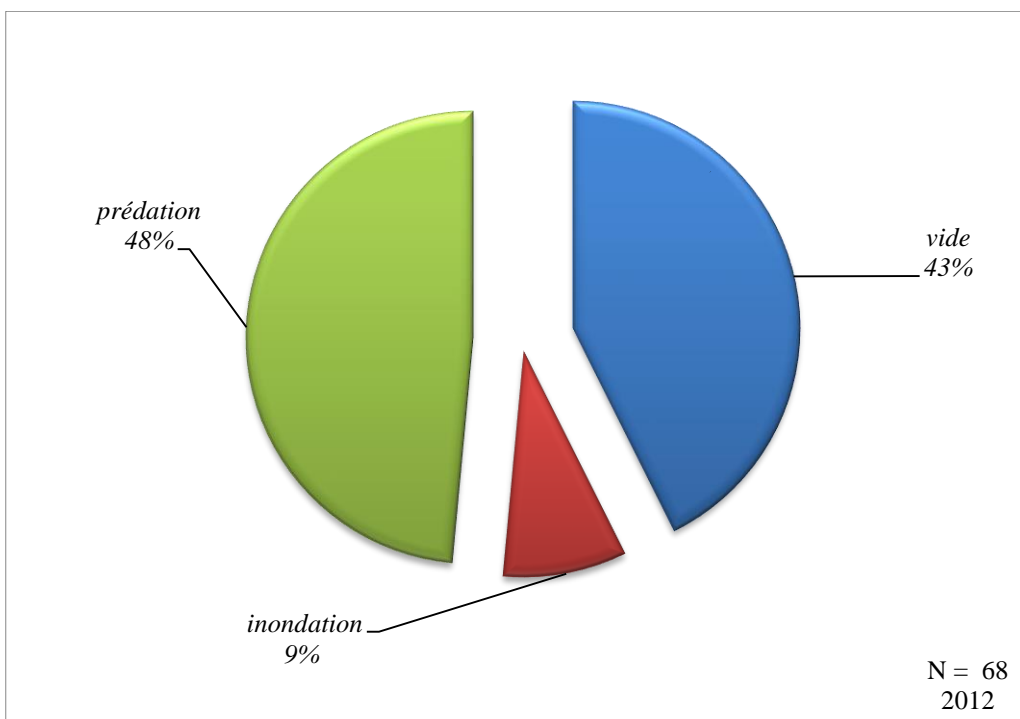


Fig.5.45: Les causes de l'échec des éclosions 2012.

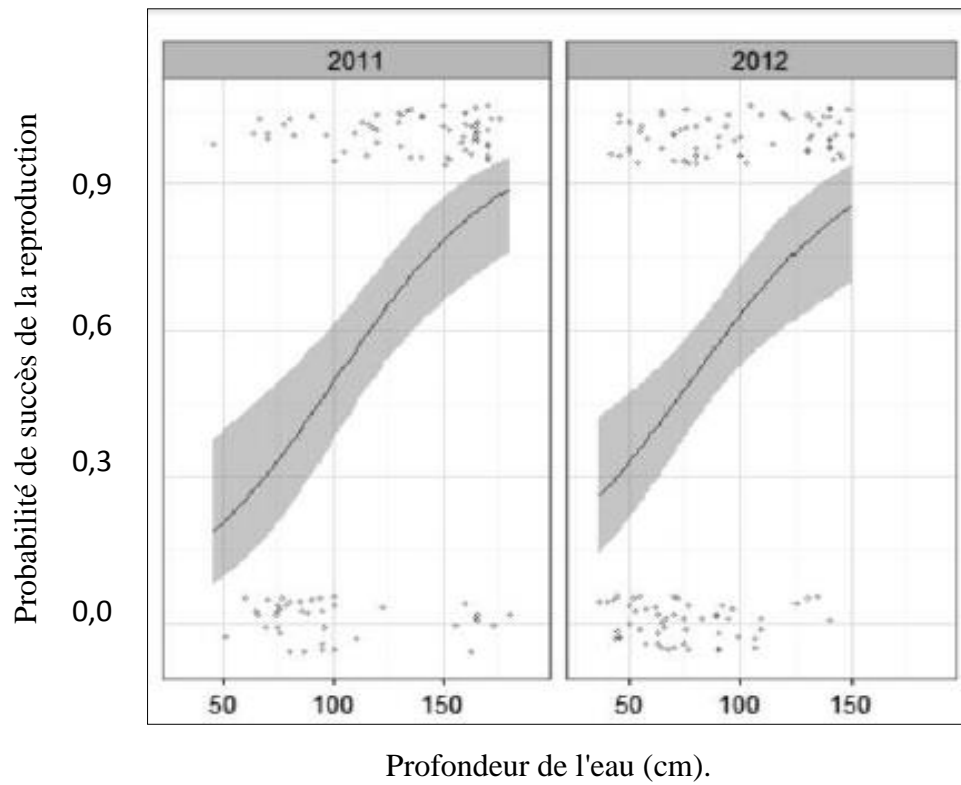


Fig.5.46: Probabilité de succès de la reproduction en fonction de la profondeur de l'eau et de l'année. (Les zones grises représentent 95% des intervalles de confiance).

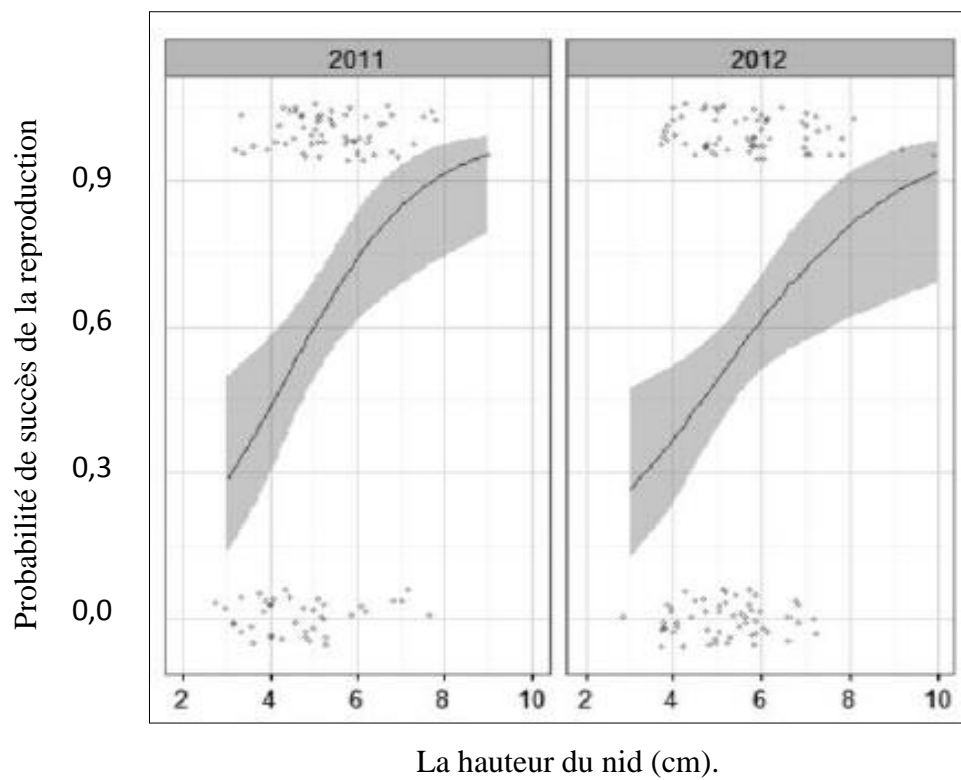


Fig.5.47: Probabilité de succès de la reproduction en fonction de la hauteur du nid et de l'année. (Les zones grises représentent 95% des intervalles de confiance).



Fig.5.48: Eclosion des œufs du grèbe castagneux dans le lac Tonga (Athamnia, 09/06/2012)



Fig.5.49: Nid et Poussin du grèbe castagneux dans le lac Tonga (Athamnia.M, 09/06/2012).

5.1.7. Le Parasitisme interspécifique :

Le parasitisme de ponte chez les oiseaux est une stratégie de reproduction qui consiste à pondre ses œufs dans le nid d'autres individus qui dispenseront les soins parentaux. Les hôtes peuvent être ou non de la même espèce (Robert.M, 2000 ; Poysa & Pesonen, 2007). On parle alors de parasitisme intra-spécifique ou interspécifique.

Le parasitisme interspécifique a été longtemps une source d'intérêt à plusieurs espèces d'oiseaux (Johnsgard, 1997), où les jeunes seront élevés par les hôtes, c'est en pondant des œufs dans plus d'un nid, pour faire augmenter la probabilité de survie aux poussins.

Durant les deux saisons d'étude au Lac Tonga, et pendant la recherche systématique des nids du grèbe castagneux, on a constaté la présence du parasitisme interspécifique, où le grèbe castagneux joue un rôle de parasite de couvés pour le grèbe huppé (Fig.5.51).

Le grèbe castagneux est considéré aussi comme parasite d'autres espèces en particulier la foulque macroule (*Fulica atra*) (Samraoui & Samraoui, 2007 ; Cheriet *et al.*, 2015).

5.1.8. Les mesures des poussins :

Lors des saisons de reproduction 2011 et 2012, nous avons pu capturer 26 poussins, malgré leurs caractères semi-nidifuges, dont 21 dans la saison de 2011 et 5 dans la saison de 2012.

La longueur moyenne du tête-bec affiche une valeur moyenne de $22,67 \pm 2,55$ mm. Le maximum est de 27,3 mm et le minimum est de 12 mm (Fig.5.52).

Sur un échantillon de 26 poussins, nous avons pu mesurer la longueur du tarse qui possède une valeur moyenne de $14,83 \pm 2,12$ mm. Le maximum est de 21 mm et le minimum est de 9.5 mm (Fig.5.53).

La mesure des ailes sur un échantillon de 26 poussins, nous a révélé une valeur moyenne de $11,13 \pm 1,05$ mm. Le maximum est de 14 mm et le minimum est de 9,5 mm (Fig.5.54).



Fig.5.50: Une couleuvre vipérine (*Natrix maura*) sur un nid détruit dans le lac Tonga (*Athamnia*, 09/06/2012).



Fig.5.51: Nid du grèbe huppé parasité par un œuf d'un grèbe castagneux (*Athamnia*, 2010).

Tab.5.20: les mesures des poussins du grèbe castagneux.

	Moy	Max	Min	±SD
Tête-Bec	22,67	27,3	12	2,55
Tarse	14,83	21	9,5	2,12
Aile	11,13	14	9,5	1,05

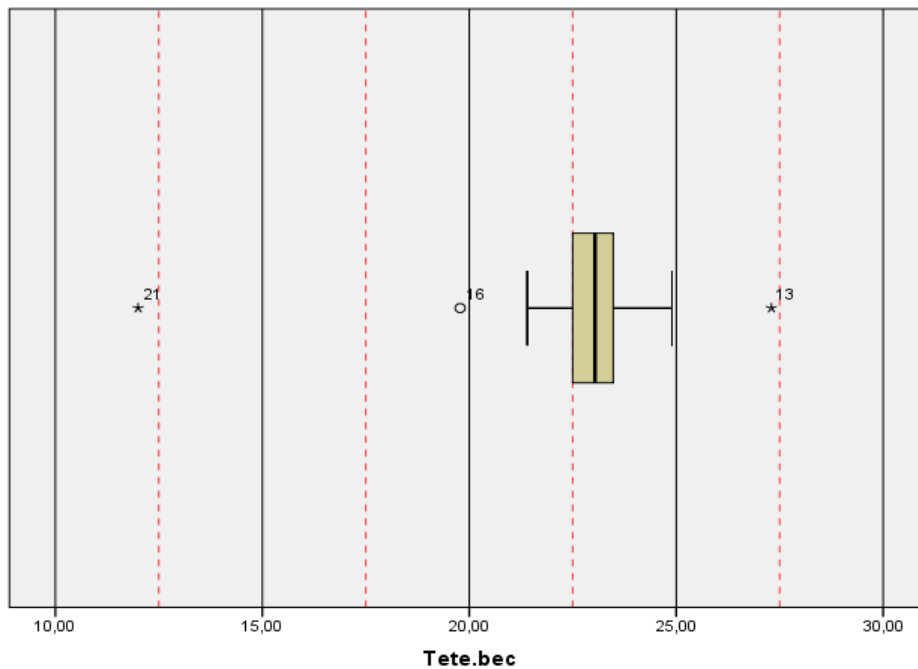


Fig.5.52: La longueur (mm) du tête-bec des poussins chez le grèbe casragneux *Tachybaptus ruficollis*.

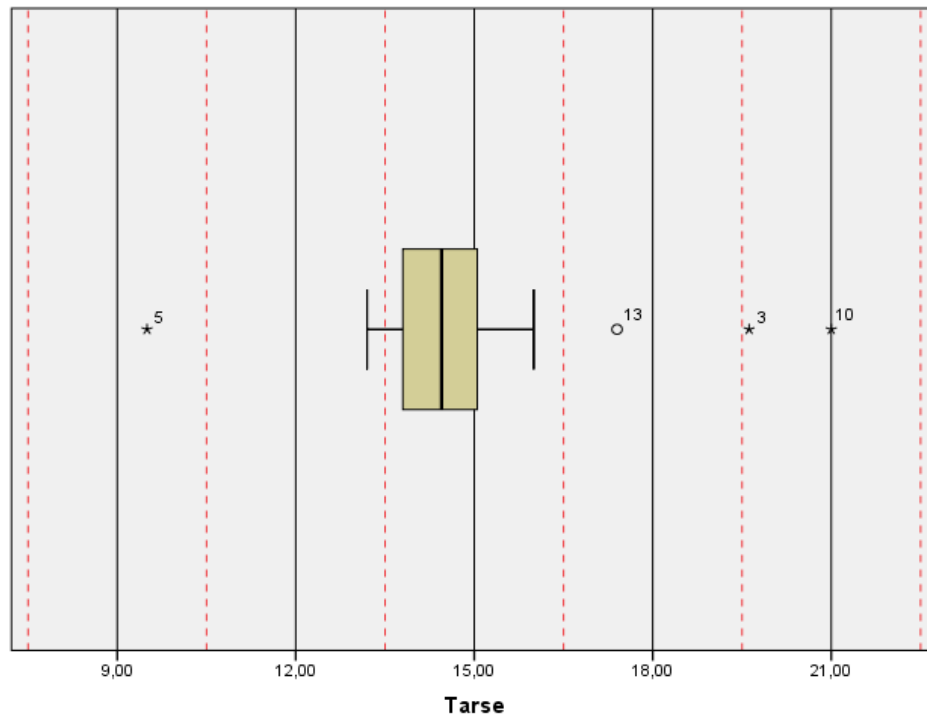


Fig.5.53: La longueur (mm) du tarse des poussins chez le grèbe casragneux *Tachybaptus ruficollis*.

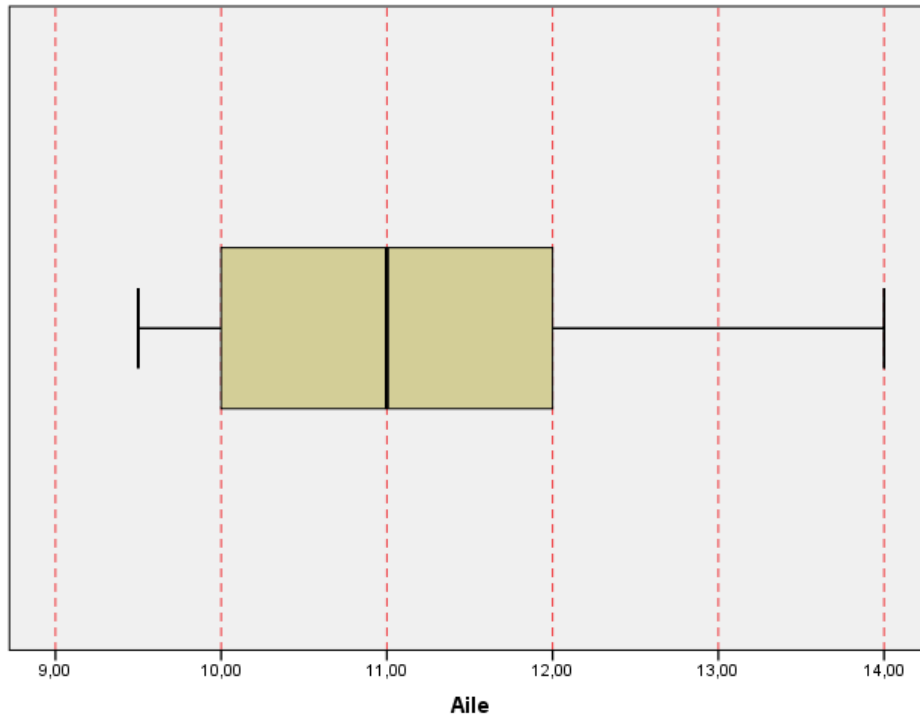


Fig.5.54: La longueur (mm) des ailes des poussins chez le grèbe casragneux *Tachybaptus ruficollis*

5.1.9. Formation des crèches :

Le terme crèche réfère aux rassemblements de jeunes oiseaux d'espèces nidifuges en dehors du lieu de nidification. Le groupe demeure sous la garde d'un ou plusieurs adultes. Ce comportement s'observe chez certaines espèces coloniales (manchots, goélands, sternes, cormorans, flamants, canards). Le crèchage aurait pour avantage de réduire la prédation et d'améliorer la thermorégulation chez les jeunes oiseaux (Dentressangle *et al.*, 2008 ; Besnard *et al.*, 2002 ; Terres & John. 1980).

Pendant notre travail systématique du suivi des nids du grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis*, et durant les deux saisons de 2011 et 2012, nous avons remarqué le phénomène de la formation des crèches, ce qui était inhabituel chez le castagneux, ou les grèbes adultes protègent les poussins, en 2011 on a recensé à peu près 120 à 150 poussins et 15 avec 20 adultes, et la deuxième crèche formée de 50 à 70 poussins avec 12 adultes (Fig.5.55).

En 2012 on aussi enregistré ce phénomène ou les grèbes forment les crèches à coté des patches des végétations pour l'élevage des poussins et les protègent contre les vagues de vent et contre les prédateurs aériens (les rapaces).



Fig.5.55: Formation d'une crèche des grèbes après la période des éclosions (Athamnia, 2012).

5.2. Discussion générale :

La biologie de la reproduction du grèbe castagneux au Lac Tonga semble relever largement dans les tendances générales enregistrées ailleurs (Moss & Moss, 1993), mais elle est caractérisée par un nombre de caractéristiques distinctes.

- **Caractéristiques des nids et la sélection du site de nidification :**

L'emplacement du nid et ses caractéristiques peuvent avoir une influence déterminante sur la performance de reproduction (Collias & Collias, 1984; Ulfvens, 1988).

Les sites de nidification doivent remplir un nombre important de fonctions (protection contre les prédateurs, un abri contre les intempéries, et la proximité des sites de recherche de la nourriture).

La distribution des sites de nidification des grèbes est connu pour être conditionnée par des microhabitats caractéristiques comme la taille des zones humides, patch de la végétation et la profondeur de l'eau (Burger, 1974; Faaborg, 1976; Nudds, 1982).

Les nids de grèbes castagneux au Lac Tonga se sont révélés être associés à des peuplements éparses de *Scirpus lacustris* et *Typha angustifolia*. Cette association est influencée par la profondeur de l'eau, ce qui permet de rendre la recherche de la nourriture efficace pour les espèces (Fox, 1994) et une relative sécurité des prédateurs terrestres.

- **La phénologie de reproduction :**

Comparativement à la période prolongée de ponte enregistrée ailleurs (Moss & Moss, 1993), la période de ponte du grèbe castagneux au lac Tonga est courte et ne dépasse pas la fin de l'été.

De fortes pluies peuvent entraîner l'inondation des nids et de grandes chutes des niveaux d'eau, induite par la forte évaporation pendant les vagues de chaleur, qui peut exposer les nids et les couvées à des prédateurs terrestres (Vinicombe, 1982). La distribution bimodale ou asymétrique peut refléter une certaine re-nidification des couples suite à l'échec des premières tentatives (Moss & Moss, 1993).

- **La taille des œufs :**

Les différences dans la taille des œufs peuvent se rapporter à un gradient latitudinal ou des variations géographiques entre les populations distinctes. Le grèbe castagneux est actuellement divisé en neuf sous-espèces, mais les révisions taxonomiques sont toujours en cours (Feldjså, 2004; Del Hoyo & collar, 2014).

Les œufs mesurés pendant cette étude étaient légèrement plus petits que ceux mesurés en Kashmir par Fazili *et al.* (2009), en Espagne par Gutiérrez et Figuerola (1995), et en Italie par Calvario et Sarrocco (1988).

La diminution du volume des œufs en fonction de la saison peut refléter une baisse des ressources alimentaires, mais la taille des œufs peut être influencée par une série de facteurs, y compris l'âge maternel, la qualité de la femelle et la taille de la grandeur de ponte (Fjeldså, 2004; Saether, 1990).

- **La grandeur de ponte :**

La variation apparente de la taille des couvées peut aussi être liée à la saisonnalité de l'approvisionnement alimentaire (Ricklefs, 1980). L'éclosion chez le grèbe castagneux est asynchrone, une éventuelle stratégie d'adaptation pour ajuster la taille des couvées à un environnement imprévisible (Amundsen & Slagvold, 1996) à travers les décès sélectifs des poussins les plus jeunes, peut-être par la famine, bien que le mécanisme exact est inconnu chez cette espèce.

- **Le succès de reproduction :**

Le succès de la nidification globale (49,0 %) au Lac Tonga est similaire à celui enregistré en Grande-Bretagne (53,0 %) par Moss et Moss (1993).

Cette dernière étude, 50 années, a rapporté 35 % des échecs de nidification en raison des inondations alors que la prédation et les " causes inconnues " représentaient 8 % et 37 %, respectivement. La prédation est connue pour constituer une cause majeure de l'échec des nids des oiseaux (Martin, 1993), alors que l'inondation peut également avoir un fort impact sur l'issue de l'élevage où les niveaux d'eau fluctuent (Ulfvens, 1988 ; Mudge & Talbot, 1993). Les nids du grèbe sont particulièrement sujettes à l'échec en raison des conditions

météorologiques défavorables et des changements dans le niveau de l'eau (Glover, 1953; Burger, 1974; Lindvall & Low, 1982; Vinicombe, 1982).

La probabilité d'un succès de la reproduction augmenterait avec la profondeur de l'eau qui est corrélée à une série de facteurs (date de ponte, la distance de la côte, hauteur de la végétation, etc...). Contrairement au grèbe huppé *Podiceps cristatus*, le grèbe castagneux est une espèce d'eau fréquentant les eaux peu profondes (Ceccobelli & Battisti, 2010). Les eaux peu profondes peuvent bénéficier le grèbe castagneux par l'amélioration de l'efficacité de la recherche de la nourriture (Fox, 1994), mais les nids situés près de la rive peuvent entraîner des taux de prédation plus élevés.

Une plus grande profondeur de l'eau peut être associée à moindre risque à la prédation, surtout en fin de saison de reproduction, mais peut entraîner un plus grand coût énergétique pour les oiseaux (Fox, 1994). Etant un petit oiseau, le grèbe castagneux peut avoir un taux métabolique élevé par rapport à sa masse. Ainsi l'accès à de bons sites d'alimentation est essentiel pour maintenir l'état du corps pendant la saison d'élevage et de minimiser la prédation des nids en raison de l'absence momentanée des parents (Chaurand & Weimerskirch, 1994; Shoji *et al.*, 2011).

La probabilité d'un élevage réussi augmente également avec la hauteur du nid. Les nids de grande taille peuvent refléter l'âge et l'expérience des parents (Møller, 1990) ou alors la résistance des nids aux intempéries (Ulfvens, 1988; Fjeldså, 2004). Les nids de grande taille influence positivement sur le succès de la nidification du grèbe huppé au Lac Tonga (Cheriet *et al.*, 2015).

La variation dans le succès de nidification entre les années reflète des changements dans les conditions climatiques ainsi que dans la fréquence des inondations des nids.

La pression de la prédation varie aussi considérablement entre les années mais la raison de ces changements est inconnue.

La dissimulation des nids en raison de la couverture végétale n'a pas été liés au résultat de l'élevage car les peuplements denses de la végétation peuvent protéger contre les prédateurs notamment les oiseaux, mais peuvent être inefficaces contre les serpents et mammifères (Clark & Nudds, 1991). La végétation dense qui peut ancrer les nids flottants

et fournir de meilleurs abris contre les intempéries, peut être évitée en raison de la prédation accrue par la couleuvre vipérine *Natrix maura*, qui est fréquemment enregistré dans la végétation dense.

Le régime alimentaire de la couleuvre vipérine a été étudié à travers son aire de répartition géographique (Santos *et al.*, 2000; Metzger *et al.*, 2009), mais la prédation des œufs d'oiseaux par la couleuvre comme des proies potentielles semble avoir été négligé (Chabreck, 1963).

Au lac Tonga ainsi que dans d'autres zones humides algériennes, les œufs de foulques (Samraoui & Samraoui, 2007), poules d'eau (Samraoui *et al.*, 2013; Meniaia *et al.*, 2014), grèbe huppé (Cheriet *et al.*, 2015), et le grèbes castagneux (cette étude) sont souvent détruits par la couleuvre vipérine *Natrix maura*.

Les différentes exigences du grèbe castagneux peuvent donner lieu à des pressions opposées de sélection affectant à la fois le comportement, l'emplacement du nid et les caractéristiques des nids (Lawton & Lawton, 1980; Komdeur & Kats, 1999), mais ces aspects méritent des investigations futures.

Conclusion :

En Algérie, le grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* est présent en tant que nicheur et hivernant sur les zones humides littoral ainsi que dans le complexe des zones humides d'EL-kala (Isenmann & Moali, 2000 ; Samraoui & Samraoui, 2008).

Les zones humide de la Numidie, constitue des endroits importants du nord africain et du bassin méditerranéen pour plusieurs espèces d'oiseaux d'eaux (Samraoui et Samraoui, 2008 ; Samraoui, *et al.*, 2011). Le grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* comme oiseau sédentaire nicheur constitue l'un des populations biotiques actif de ces milieux humides.

Le lac Tonga peut être considéré comme le site de reproduction type pour cette espèce en Algérie. Nous avons recensé 255 nids et la plus part sont installés dans des touffes de *Scirpus lacustris*, *Typha angustifolia*, *Phragmites australis*, et sous les arbres de *Salix atrocinerea*. L'espace vital du couple nicheur est très petit. Les Foulques macroules *Fulica atra* et le grèbe huppé *Podiceps crustatis* sont les deux espèces qui nichent au voisinage de cet oiseau.

Avant la présente étude, l'écologie de reproduction du grèbe castagneux dans le Nord-est Algérien (l'étage bioclimatique subhumide) a été très peu connue ; seul des nidifications anciennes ont été signalées par Isenmann et Moali (2000). La présente étude a indiqué que la population du grèbe castagneux dans le complexe des zones humides d'EL-Kala (Lac Tonga) parmi les populations dominantes des espèces nicheurs sédentaire. Notre travail indique l'importance du complexe des zones humides d'El Kala, comme étant le site principales de reproduction pour le grebe castagneux et la Foulque macroule et de nombreux oiseaux aquatiques (Rizi *et al.*, 1999; Lazli *et al.*, 2011; Samraoui, *et al.*, 2013), nous nous sommes intéressés de suivre la biologie de la reproduction du grèbe castagneux. Nous exposerons les facteurs Ecologiques qui peuvent influencer considérablement sur cette fonction primordiale.

Notre contribution de suivi de ce paramètre au cours des les deux saisons de reproduction 2011 et 2012 à le lac Tonga.

Dans la présente étude, la majorité des nids du grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* ont été construit dans les strates végétales formées principalement de *Scirpus lacustris* qui sont les plantes émergée dominante sur les berges du lac Tonga, avec un pourcentage élevé de (49% pendant la saison 2011 et 55% pendant la saison 2012).

Le nid du grèbe castagneux présentait un diamètre externe moyen de $24,30 \pm 2,47$ cm et un diamètre interne moyen de $8,68 \pm 1,23$ cm. La hauteur moyenne des nids a été de $5,33 \pm 1,17$ cm. Il existe une corrélation positive entre la hauteur des nids par rapport à le diamètre externe avec signification, et par rapport au diamètre interne pendant les deux saisons.

Durant les deux saisons d'études, La hauteur de la végétation aquatique autour des nids est varié entre 40 et 300 cm, avec moyenne de $173 \pm 46,50$ cm, et la pluparts des nids sont été installés entre les végétations ou le hauteur compris entre [150-200]cm. et la densité moyenne de végétation autour le nid est de $18,76 \pm 15,50$ % varie entre 0% et 80%. L'analyse de variance montre qu'il ya une différence significative de la hauteur de végétation autour le nid et le taux de recouvrement.

Le grèbe castagneux a niché dans des endroits qui présentaient une profondeur d'eau qui varie entre 180 et 35 cm avec moyenne de $103,21 \pm 36,2$ cm. L'analyse de variance montre une différence significative entre les deux saisons. La majorité des nids sont été installés à l'extrémité des patches des végétations où la distance de nid par rapport à l'eau libre à inférieur de 20 cm (80 nids de 120 en 2011 et 105 nids de 126 en 2012) pour facilité le refuge et les plongé sous l'eau libre. L'analyse de la variance montre une différence significative entre les valeurs de la profondeur de l'eau sous le nid et la distance de nid par rapport à l'eau libre.

Durant les deux saisons d'études, sur un échantillon de 983 œufs, la longueur moyenne égale à $36,43 \pm 1,37$ mm, et varié entre (40,44 et 31,82 mm). La largeur moyenne est égale à $25,85 \pm 0,77$ mm, varié entre (28,58 et 21,12). Le volume varié entre (15,53 et 7,56 cm^3) et présente une moyenne de $12,40 \pm 0,96$ cm^3 . Les œufs mesurés pendant cette étude étaient légèrement plus petits que ceux mesurés dans autres études.

La grandeur de ponte moyenne enregistrée durant les deux saisons est de $4,7 \pm 1,06$ œufs par nid, (N =122 ; pontes complètes), ont varié de 2 à 7 œufs par nids.

Au cour de notre étude le taux d'éclosion du grèbe castagneux nichant au lac Tonga pendant les deux saisons d'étude est à l'ordre de 61,88 % en 2011, qui sont peu élevés en comparant celles de la saison de 2012 est 57,17 %. Il ne présente pas une variation interannuelle.

Lors de notre étude, sur 255 nids installés, 122 ont réussis leur éclosion de moyenne 49 % au nombre total, et le reste ont été à l'échec de 51 %, parmi lesquels 16,5 % ont été détruits par des prédateurs, et 24,5 % ont été perdue par des causes inconnu, et on a observé un taux de 10 % des nids inondés. On observé que le succès de reproduction a été plus élevé due à technique de camouflage des nids.

La biologie de la reproduction du grèbe castagneux au Lac Tonga semble relever largement dans les tendances générales enregistrées ailleurs (Moss & Moss, 1993), mais est caractérisée par un nombre de caractéristiques distinctes.

Le présent travail est une modeste contribution qui s'inscrit dans l'étude de l'écologie de la reproduction du grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* dans l'un des sites les plus importants de l'Afrique du Nord (Samraoui & Samraoui, 2008) qui offre le privilège d'accueillir encore une population importante. Notre ambition à la fin ce travail après avoir apporté quelques éclaircissements sur le statut et les paramètres biotiques et abiotiques qui agissent sur la reproduction de l'espèce dans le lac Tonga et dans la région.

Le complexe de zones humides du parc national d'EL-Kala est très important pour la survie du grèbe castagneux comme plusieurs autres espèces animale et végétale. Nous espérons que nos résultats serviront à mieux protéger ces milieux riches qu'ils ouvriront la voie à une étude approfondie de la biodiversité et de l'écologie des zones humides algériennes.

Résumé :

Nous avons étudié la phénologie, la sélection de l'habitat, et les changements interannuels et saisonniers des performances de reproduction du grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* par rapport à la structure spatiale d'un lac peu profond au cours de deux saisons de reproduction (2011 et 2012).

Les nids sont installés principalement dans les endroits qui présentaient une profondeur d'eau de moyenne ($103 \pm 36,2$ cm), et entre les strates de végétation dominée par *Scirpus lacustris*. La période de ponte a commencé à la fin de Mars et s'est étalée de quatre mois jusqu'à la fin de Juillet. Généralement, la moyenne de la grandeur de ponte était de $4,7 \pm 1,06$ ($N = 122$) avec un modal de 5. Le succès de la nidification globale était 49% et les principales causes de l'échec de la nidification étaient la prédation (32,35%) et des conditions météorologiques défavorables (19,60%). Le succès de reproduction a été influencé par la profondeur de l'eau, la taille du nid et la saison de reproduction. Le taux de la prédation et l'inondation des nids ont été variés entre les saisons, et les nids qu'ils ont des largeurs élevées ont eu un succès de nidification plus élevé que les plus petits. Également, les nids installés dans les endroits plus profonds de l'eau (plus loin de la berge) ont réussi mieux que ceux installés dans les endroits peu profonds.

Comme le grèbe castagneux installé préférentiellement dans les eaux peu profondes, ces résultats suggèrent que les sites de nidification optimaux peuvent être le résultat d'un compromis entre les pressions de sélection contradictoires telles que la recherche de l'efficacité de nourriture (mieux dans les eaux peu profondes) et le risque du nid à la prédation (plus grande dans les eaux peu profondes).

Mots clés : Ecologie de la reproduction, la grandeur de ponte, le Lac Tonga, le succès de reproduction, Afrique du Nord, les oiseaux d'eau, les zones humides.

Summary:

We studied the phenology, habitat selection, and interannual and seasonal changes in breeding performance of the little grebe *Tachybaptus ruficollis* in relation to the spatial structure of a shallow lake during two breeding seasons (2011 and 2012).

Nests were mostly located in shallow waters, close to the shore ($103 \pm 36,2$ cm), in vegetation dominated by *Scirpus lacustris*. The egg-laying period started at the end of March and extended for four months until the end of July. Overall, the mean clutch size was $4,7 \pm 1.06$ (N = 122) with a modal clutch of 5. There was a seasonal decline in both egg volume and clutch size. The overall nesting success was 49.0% and the chief causes of nest failure were predation (32,35%) and adverse weather (19.60%). Breeding outcome was influenced by water depth, nest size and year of breeding. Predation and nest flooding markedly varied between years. Larger nests had a higher nesting success than smaller ones. Likewise, nests located at greater water depth (further from the shore) succeeded better than ones located in shallower water.

As the little grebe forages preferentially in shallow waters, these results suggest that optimal nesting locations may be the result of a trade-off between conflicting selection pressures such as foraging efficiency (better in shallow waters) and nest predation risk (greater in shallow waters).

Key words: breeding ecology, clutch size, Lake Tonga, nesting success, North Africa, waterbirds, wetlands.

الملخص:

لقد قمنا بدراسة بيولوجيا التكاثر عند الغطاس الصغير *Tachybaptus ruficollis* في بحيرة تونقة واحدة من المسطحات المائية المتواجدة في مركب القالة و هذا خلال الموسمين 2011 و 2012.

أظهرت نتائج الدراسة أن معظم الأعشاش تبنى في الأماكن التي يكون فيها متوسط عمق الماء 108 ± 32.6 سم و في الأوساط العشبية المكونة أساسا من الديس *Scirpus lacustris*.

تبدأ فترة وضع البيض من أواخر شهر مارس إلى غاية نهاية شهر جويلية و تمتد على أربعة أشهر, معدل حجم الوضع قدر ب $1,06 \pm 4,7$ بتقدير 5 بيضات في كل عش . نسبة نجاح عملية التكاثر قدرت ب 49 % و العوامل الأساسية المؤثرة في نجاح عملية التكاثر هي الافتراس بنسبة تقدر ب 32.35 % يليها عامل غرق العش بنسبة 19.6 % , وقد لاحظنا أن نسبة النجاح ترتبط أساسا مع عمق الماء و حجم العش, حيث كلما كان عمق الماء كبير كانت نسبة النجاح أكبر من التي تبنى في الأماكن ذات العمق الصغير , وكذلك كلما كان حجم العش كبير كانت النسبة مرتفعة أيضا.

وتشير هذه النتائج إلى أن اختيار مواقع التعشيش المثلى للغطاس الصغير راجع لنتيجة تأثير المفاضلة بين هذه المواقع , حيث تكون الأماكن الغنية بالموارد الغذائية قليلة العمق, لكن نسبة تعرضها لخطر الافتراس كبيرة, و يقل هذا الخطر في المواقع ذات العمق الكبير, كما تقل معها الموارد الغذائية.

الكلمات المفتاحية: بيئة التكاثر, مقدار الوضع, بحيرة تونقة, نجاح التكاثر, شمال افريقيا, الطيور المائية, المناطق الرطبة.

Références bibliographiques

- Abbaci, H. (1999). Ecologie du Lac Tonga: Cartographie de la végétation, Palynothèque et utilisation de l'espèce lacustre par l'avifaune. Mémoire de Magister, Université Badji Mokhtar, Annaba.
- Amundsen, T. & Slagsvold, T. (1996). Lack's brood reduction hypothesis and avian hatching asynchrony: what's next? *Oikos*, 76: 613-620.
- Anonyme (2008). 40 années de concentrations de mues du Grèbe huppé *Podiceps cristatus* sur le lac néerlandais Ijssel. *Regulus Wissenschaftliche Berichte* n°23.
- Arnold, T. W. (1992). Variation in laying date, clutch size, egg size, and egg composition of yellow-headed blackbirds *Xanthocephalus xanthocephalus*: a supplemental feeding experiment. *Canadian Journal of Zoology*, 70: 1904-1911.
- Athamnia, M., Samraoui, F., Kelailia, B., Roubah, A., Alfarhan, A.H. & Samraoui, B. (2015). Nest-site selection and reproductive success of the little grebe *Tachybaptus ruficollis* in northeast Algeria. *Ardeola*, 62: 113-124.
- Baaloudj, A., Samraoui, F., Alfarhan, A. H. & 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: 213-221.
- Bagnouls, S. & Gaussen, H. (1957). Les climats biologiques et leurs classifications. *Ann. Géogr.* 355: 193-220.
- Bandhorf, H. (1970). *Der Zwergtaucher*. Wittenberg, Lutherstadt.
- Bandrof, H. (1968). Beitrage zum Verhalten des Zwergtauchers *Podiceps ruficollis* *Vogelwelt*, 7: 61.
- Bauer, K. M., & Glutz von Blotzheim, U. N. (1966). *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*. Akademische Verlagsgesellschaft, frankfurt-am-Main.
- Beaman, M., & Madge, S. (2003). Guide encyclopédique des oiseaux du Paléarctique occidental. *Nathan*. Paris.
- Besnard, A., Olivier, G. & Jean-Dominique, L. (2002). A model for the evolution of crèching behaviour in gulls, *Evolutionary Ecology*, *Deutsche Ornithologen-Gesellschaft*, 16: 489-503.
- Blondel, J. (1975). L'analyse des peuplements d'Oiseaux – éléments d'un diagnostic écologique: la méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs. *Revu d'Ecologie (Terre et Vie)*, 29: 533 – 589.

- Boucheker, A. (2009). Écologie de l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus* en Numidie (Nord - Est algérien). Thèse de Doctorat. Université de Badji Mokhtar Annaba.
- Boucheker, A., Nedjah, R., Samraoui, F., Menai, R. & Samraoui, B. (2009). Aspects of the breeding ecology and conservation of the Glossy Ibis in Algeria. *Waterbirds*, 32: 345-351.
- Boulekhssaim M., Houhamdi M., Saheb M., Samraoui-Chenafi F. & Samraoui B., (2006 b). Breeding and banding of Greater flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algeria, August 2006. *Flamingo*, 14: 21-24.
- Boulekhssaim, M., Houhamdi, M. & Samraoui, B. (2006 a). Status and diurnal behaviour of the Shelduck *Tadorna tadorna* in the Hauts Plateaux, Northeast Algeria. *Wildfowl*, 56: 65-78.
- Boumezbeur, A. (1993). Ecologie et biologie de la reproduction de l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* et du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* sur le Lac Tonga et le Lac des Oiseaux (Nord-est algérien). Thèse de doctorat, USTL. Montpellier.
- Bouslama, Z., Soualah-Alila, H., Belabed, A. & Ouali, K. (2008). Etude du système tiques-lézards dans le Parc national d'El Kala (Nord-est Algérie). *Mésogée*, 64: 71-81.
- Broekhuysen, G. J. (1973). Behavioural responses of Dabchicks *Podiceps ruficollis* to disturbance while incubating. *Ostrich*, 44: 111-117.
- Burger, J. (1974). Determinants of colony and nest-site selection in the silver grebe (*Podiceps occipitalis*) and Rolland's Grebe (*Rollandia rolland*). *Condor*, 76: 301-306.
- Burger, J. (1974). Determinants of colony and nest-site selection in the silver grebe (*Podiceps occipitalis*) and Rolland's Grebe (*Rollandia rolland*). *Condor*, 76: 301-306.
- Burnham, K. P. & Anderson, D. R. (2002). *Model Selection and Multimodel Inference: a Practical Information-theoretic Approach*. Springer-Verlag. New York.
- Calvario, E. & Sarrocco, S. (1988). Biologia riproduttiva del Tuffetto *Tachybaptus ruficollis* in una località dell'Italia centrale, Fiume Peschiera Lazio. *Avocetta*, 12: 1-11.
- Ceccobelli, S. & Battisti, C. (2010). On the water depth in diving sampling sites of *Tachybaptus ruficollis*. *Rendiconti Accademia dei Lincei*, 21: 359-364.
- Chabi, Y., Benyacoub, S. & Banbura, J. (2000). Egg-size variation in populations of the blue tit *Parus caeruleus ultramarinus* Effects of altitude and habitat. *Revue d'Ecologie (Terre Vie)*, 55: 183-192.

- Chabreck, R. H. (1963). Breeding habits of the pied-billed grebe in an impounded coastal marsh in Louisiana. *Auk*, 30: 447-452.
- Chaib, N. (2011). Cartographie de la qualité des eaux de surface du bassin hydrographique de l'oued kebir-est (Nord-est d'Algérie). Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba.
- Chalabi, B. & van Dijk, G. (1988). Les zones humides dans la région d'Annaba et El Kala en mai 1987. *WIWO*, N°23.
- Chalabi, B. (1998). Contribution à l'étude de l'importance des zones humides algériennes pour la protection de l'avifaune : cas du Lac Tonga (P.N.E.K). Mémoire de magister. INA, Alger.
- Chalabi, B., Skinner, J., Harrison, J. & Van Duk, G. (1985). Les zones humides du Nord-est Algérien en 1984. *WIWO*, N°8.
- Chaurand, T. & Weimerskirch, H. (1994). Incubation routine, body mass regulation and egg neglect in the blue petrel *Halobaena caerulea*. *Ibis*, 136: 285-290.
- Cheriet, S., Samraoui, F., Alfarhan, A.H. & Samraoui, B. (2015). Factors affecting nesting success in the great-crested grebe *Podiceps cristatus* at Lake Tonga, northeast Algeria. *Ostrich*, 86: in press.
- Clark, R. G. & Nudds, T. D. (1991). Habitat patch size and duck nesting success: the crucial experiments have not been performed. *Wildlife Society Bulletin*, 19: 534-543.
- Collias, N. E. & Collias, E. C. (1984). *Nest Building and Bird Behavior*. Princeton University press. Princeton.
- Combecy, X. (1999). Grèbe castagneux. in Rocamora, G., & Yeatman-berthelot, D.. Oiseaux menacés et à surveiller en France. Liste Rouge et priorités. Populations. Tendances. Menaces. Conservation. SEOF-LPO. Paris .
- Cowardin, L. M., Carter, V., Golet, F.C. & LaRoe, E. T. (1979). Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service.
- Cramp, S. & Simmons, K. E. L. (1977). *The birds of the western palearctic*. Vol. 1. Oxford University Press, Oxford.
- Cramp, S. L., Simmons, K. E. L., Snow, D. W. & Perrins, C. M. (1998). The Complete Birds of the Western Palearctic on CD-ROM. Version 1.0 for PC. Oxford University Press. London, UK.

- Daget, P. (1977). Le bioclimat méditerranéen: caractères généraux, modes de caractérisation. *Vegetatio*, 34: 1-20.
- Dajoz, R. (2006). Précis d'écologie. Cours et question de réflexion. Dunod. Paris.
- Darmangeat, P. & Dupérat, M. (2004). Encyclopédie des oiseaux d'Europe. Edition Artémis. Chamalières.
- De Beaufort, F. (1983). Livre rouge des espèces menaces en France. Tome 1, Muséum national d'Histoire naturelle, Secrétariat Faune Flore.
- De Belair, G. (1990). Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre écosystèmes lacustre et marécageux (El-Kala Est Algérien). Thèse de doctorat. Université Montpellier 2.
- Del Hoyo, J., Collar, N. J. (2014). *HBW and BirdLife International Illustrated Checklist of the Birds of the World*. Volume 1. Lynx Edicions and BirdLife International. Barcelona, Spain and Cambridge, U. K.
- Del Hoyo, J., Elliot, A. & Sargatal, J. (1992). *Handbook of the Birds of the World*, vol. 1: *Ostrich to Ducks*. Lynx Edicions, Barcelona.
- Dentressangle, F., Poizat, G. & Crivelli, A. J. (2008). Feeding frequency influences creching age in the Dalmatian pelican, *Pelecanus crispus*. *Journal of Ornithology*, 149: 431-437.
- Djellab, S., van Eck, A. & Samraoui, B. (2013). A survey of the hoverflies of northeastern Algeria (Diptera: Syrphidae). *Egyptian Journal of Biology*, 15: 1-12.
- Dugan, P. J. (1990). Wetland conservation: A review of current issues and required action. IUCN. Gland.
- Emberger, L. (1955). Une classification biogéographique des climats. *Trac. Bot.géo. Zool. Fasc. Scie* : Montpellier, série botanique, 7: 3-43.
- Faaborg, J. (1976). Habitat selection and territorial behavior of the small grebes of North Dakota. *Wilson Bulletin*, 88: 390-399.
- Fazili, M. F., Shah, G. M., Jan, U. & Bhat, B. A. (2009). Some aspects of the nesting biology of Little Grebe *Tachybaptus ruficollis* at Wular Lake, Kashmir. *Indian Birds*, 4: 127-129.
- Fjeldsa, J. (2004). *The grebes*. Oxford University Press, Oxford.
- Fox, A. D. (1994). Estuarine winter feeding patterns of little grebes *Tachybaptus ruficollis* in Central Wales. *Bird Study*, 41: 15-24.

- Frochot, B., Roché, J. (2000). Les fonctions des zones humides pour les oiseaux. in: Fustec, E., Lefeuvre, J.C. Fonctions et valeurs des zones humides. Dunod. Paris.
- Fuller, R. J. & Handerson, A. C. B. (1992). Distribution of breeding Sangi in Bradfield woods, suffots, in relation to vegetation and coppice management. *Bird study*, 39: 73 – 88.
- Fustec E. & J.-C. Lefeuvre (2000). Fonctions et valeurs des zones humides. Dunod. Paris.
- Gadsby, A. B. (1978). Territoriality and breeding biology of the coot *Fulica atra* at Attenborough. These de Doctorat. Université de Durham.
- Géroudet, P. (1946). Les palmipèdes. Edition: Delachaux & Niestlé, Neuchâtel.
- Ghalmi, R. (1997). Etude préliminaires du régime alimentaire de la loutre *Lutra lutra* dans le nord-est algérien (Parc National d'El Kala). Mémoire D.E.S, Université de Liège.
- Glover, F. A. (1953). Nesting ecology of the piedbilled grebe in north-eastern Iowa. *Wilson Bulletin*, 65: 32-39.
- Green, A. J. & Hamzaoui, M. E. (2000). Diurnal behaviour and habitat use of non breeding Marbled Teal, *Marmaronetta angustirostris*. *Canadian Journal of Zoology*, 78: 2112-2118.
- Grzimek, B. & Fontaine, M. (1972). Le monde animal. Tome 7. *Stauffacher S.A., Zurich*.
- Gutiérrez, R. & Figuerola, J. (1997). Estimating the size of Little Grebe *Tachybaptus ruficollis* breeding populations. *Ardeola*, 44: 157-161.
- Hecker, N. & Tomàs Vives, P. (1995). The status of wetland inventories in the Mediterranean region. Vol. 38, *International Waterfowl and Wetlands Research Bureau*. Portugal.
- Heinzel, H., Fitter, R. S. R., Parslow, J. L. F. & Cuisin, M. (2008). *Guide Heinzel des oiseaux d'Europe d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient*. Delachaux et Niestlé. Paris.
- Hotcker, H. (1991). Grassland waders in the countries of the European Community: a brief summary and knowledge on population sizes and population trends. *Water Study*, 61: 50-55.
- Houhamdi, M. & Samraoui, B. (2002). Occupation spatio-temporelle par l'avifaune aquatique du Lac des Oiseaux Algérie. *Alauda*, 70: 301-310.

- Houhamdi, M. & Samraoui, B. (2003). Diurnal behaviour of wintering Wigeon *Anas penelope* at Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Wildfowl*, 54: 51-62.
- Houhamdi, M. & Samraoui, B. (2008). Diurnal and nocturnal behaviour of ferruginous duck *Aythya nyroca* at Lac Des Oiseaux, Northern Algeria. *Ardeola*, 55: 59-69.
- Houhamdi, M. & Samraoui, B. (2001). Diurnal time budget of wintering Teal *Anas crecca* at Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Wildfowl*, 52: 87-96.
- Hoyt, D. F. (1979). Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs. *Auk*, 96: 73-77.
- Isenmann, P. & Moali, A. (2000). Oiseaux d'Algérie. Paris: Société d'Etudes Ornithologiques de France, Muséum National d'Histoire Naturelle.
- Jacob, J. P. & Courbet, B. (1980). Oiseaux de mer nicheurs sur la Cote Algérienne. *Gerfaut*, 70: 385-401.
- Jamieson, I. G. & McRae, S.B., Simmons, R.E., & Trewby, M. (2000). High rates of conspecific brood parasitism and egg rejection in Coots and Moorhens in ephemeral wetlands in Namibia. *Auk*, 117: 250-255.
- Johnsgard, P. A. (1997). The Avian Brood Parasites: Deception at the Nest. Oxford University Press. Oxford.
- Kadid, Y., Thébaud, G., Pétel, G. & Abdelkrim, H. (2007). Les communautés végétales aquatiques de la classe des Potametea du lac Tonga, El-Kala, Algérie. *Acta Botanica Gallica*, 154: 597-618.
- Klimès, L., Kimesova, J., Hendricks, R. & Van Groenendael, J. (1997). Clonal plant architecture: a comparative analysis of form and function *in*: De Kroon, H., & Van Groenendael, J. The ecology and evolution of clonal plants. Leiden, The Netherlands: *Backuys Publishers*.
- Komdeur, J. & Kats, R. K. H. (1999). Predation risk affects trade-off between nest guarding and foraging in Seychelles warblers. *Behavioral Ecology*, 10: 648-658.
- Konter, A. (2001). *Grebes of our world*. Lynx Edicions, Barcelona.
- Lack, D. (1950). The breeding season of European birds. *Ibis*. 92: 288-316.
- Lack, D. (1966). Population studies of birds. Clarendon press, Oxford.
- Landscape Amenagement Co. (1998). Plan directeur de gestion du Parc National d'El Kala et du complexe des zones humides + 16 cartes au 1/25 000. Agence nationale pour la conservation de la nature. Algérie.

- Lawton, M. F. & Lawton, R. O. (1980). Nest-site selection in the brown jay. *Auk*, 97: 631-633.
- Lazli, A., Boumezbeur, A., Perennou, C. & Moali, A. (2011). Biologie de la reproduction de L'érismaure à tête blanche *Oxyura leucocephala* au lac Tonga Algérie. *Revue d'écologie*, 66: 255-265.
- Ledant, J.P. & Van Dijk, G. (1977). Situation des zones humides Algériennes et leur avifaune. *Aves*, 14: 49-53.
- Ledant, J.P., Jacob, P., Jacobs, F., Malher, B., Ochando J. & Roché, J. (1981). Mise à jour de l'avifaune algérienne. *Le Gerfaut*, 71: 295-398.
- Lefeuvre, J.C. (2000). Structure des habitats et biodiversité. in: Fustec, E., & Lefeuvre, J.C. Fonctions et valeurs des zones humides. Dunod. Paris.
- Lévêque, C. & Mounolou, J-C. (2008). Biodiversité, Dynamique biologique et conservation 2^{ème} édition, Dunod. Paris.
- Lévêque, C. (1997). *la biodiversité. Que sais-je?* n° 3166. Presses Universitaires de France, Paris.
- Lévêque, C. (1998). Biodiversité et gestion des systèmes aquatiques continentaux. *Journal of Water Science*, 11: 211-22
- Lindvall, M. L. & Low, J. B. (1982). Nesting ecology and production of western grebes at Bear River Migratory Bird Refuge, Utah. *Condor*, 84: 66-70.
- Louis-Vincent, L. (2008). Les milieux humides du parc national du Canada de la Mauricie: cartographie en vue d'une surveillance de l'intégrité écologique. Québec.
- Loukkas, A. (2006). Atlas des parcs nationaux algériens. Ed-diwan. Direction générale des forêts.
- Lyon, B.E. (1993). Conspecific brood parasitism as a flexible reproductive tactic in American Coots. *Animal Behaviour*, 46: 911-928.
- Maltby, E. & Turner, R.E. (1983). Wetlands of the world. *Geographical Magazine* 55:12-17.
- Marre, A. (1992). Le tell oriental algérien de Collo à la frontière tunisienne : Etude géomorphologique. OPU, Alger.
- Martin, J. L. (1982). Mise en place d'un réseau de collecte et d'analyse des données ornithologiques dans les Parcs et les réserves. *C.N.R.S. Montpellier*.
- Martin, T. E. (1993). Nest predation and nest sites. *BioScience*, 43: 523-532.

- McRae, S. B. (1997). Identifying eggs of conspecific brood parasites in the field: a cautionary note. *Ibis*, 139: 701-704.
- Menai, R. (2005). Contribution à l'étude des macro-invertébrés des eaux continentales de l'Algérie : inventaire, écologie et biogéographie des Odonates. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar. Annaba.
- Meniaia, Z., Samraoui, F., Alfarhan, A. H. & Samraoui, B. (2014). Nest-site selection, breeding success and brood parasitism in the common moorhen *Gallinula chloropus* in Algeria. *Zoology and Ecology*, 24: 305-313.
- Metallaoui, S. (2010). Ecologie de l'avifaune aquatique hivernante dans Garaet Hadj-Tahar (Numidie occidentale, Nord-Est de l'Algérie). Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar. Annaba.
- Metzger, C., Ursenbacher, S. & Christe, P. (2009). Testing the competitive exclusion principle using various niche parameters in a native (*Natrix maura*) and an introduced (*N. tessellata*) colubrid. *Amphibia-Reptilia*, 30: 523-531.
- Moali, A. (1999). Déterminisme écologique de la distribution biologique des populations des Oiseaux nicheurs en Kabylie. Thèse de Doctorat d'Etat en Biologie. Institut Science de la Nature, Université Mouloud Mammeri. Tizi Ouzou.
- Møller, A. P. (1990). Nest predation selects for small nest size in the blackbird. *Oikos*, 57: 237-240.
- Morgan, N. C. (1982). An ecological survey of standing waters in North West Africa: II. Site descriptions for Tunisia and Algeria. *Biological conservation*, 24: 83-113.
- Moss, D. & Moss, G. M. (1993). Breeding biology of the Little Grebe *Tachybaptus ruficollis* in Britain and Ireland. *Bird Study*, 40: 107-114.
- Moss, D. & Moss, G. M. (1993). Breeding biology of the little grebe *Tachybaptus ruficollis* in Britain and Ireland. *Bird Study*, 40: 107-114.
- Mudge, G. p. & Talbot, T. R. (1993). The breeding biology and causes of nest failure of Scottish black-throated diver *Gavia arctica*. *Ibis*, 135: 113-120.
- Mullarney, K., Svensson, L., Zetterstrom, D. & Grant, P.J. (2004). Le guide ornitho. Delachaux et Niestlé, Paris.
- Nedjah, R. (2011). Ecologie de l'Héron pourpré *Ardea purpurea* en Numidie (Nord - est Algérien). Thèse de Doctorat. Université de Babdji Mokhtar. Annaba.

- Nedjah, R., Bouchecker, A., Samraoui, F., Menai, R., Alfarhan, A., Al-Rasheid, K. A. & Samraoui, B. (2010). Breeding ecology of the Purple Heron *Ardea purpurea* in Numidia, north-eastern Algeria. *Ostrich*, 81: 189-196.
- Nedjah, R., Samraoui, F., Bouchecker, A., Alfarhan, A. H. & Samraoui, B. (2014). On the breeding of the Grey Heron *Ardea cinerea* in Algeria. *Zoology and Ecology*, 24: 208-214.
- Nudds, T. D. (1982). Ecological separation of grebes and coots: interference competition or microhabitat selection? *Wilson Bulletin*, 94: 505-514.
- Owen, M. & Black, J. M. (1990). *Waterfowl ecology*, Blackie, Glasgow.
- Ozenda, P. (1982). *Les végétaux dans la biosphère*. Doin. Paris.
- Pöysä, H. & Pesonen, M. (2007). Nest predation and the evolution of conspecific brood parasitism: from risk spreading to risk assessment. *American Naturalist*, 169: 94-104.
- Qninba, A., Dakki, M., Benhoussa, A. & El Agbani, M. A. (2007). Rôle de la côte Atlantique marocaine dans l'hivernage des limicoles (Aves, Charadrii). *Ostrich*, 78: 489-493.
- Raachi, M. L. (2007). Etude préalable pour une gestion intégrée des ressources du bassin versant du lac Tonga au Nord-est Algérien. Exigence partielle de la maîtrise en géographie. Université du Québec. Montréal.
- Radi, M., Qninba, A., Rguibi, I.H. & Dakki, M. (2004). Reproduction de la Sterne hansel *Sterna nilotica* à la Sebkhha Zima (Région de Marrakech-Maroc). *Alauda*, 72: 201-209.
- Ricklefs, R. E. (1980). Geographical variation in clutch size among passerine birds: Ashmole's hypothesis. *Auk*, 97: 38-49.
- Rizi, H., Benyacoub, S., Chabi, Y. & Banbura, J. (1999). Nesting and reproduction characteristics of coots *Fulica atra* breeding on two lakes in Algeria. *Ardeola*, 46: 179-186.
- Robert, M. (2000). Le parasitisme de ponte chez les oiseaux: origine et évolution hôtes-parasites. Thèse de Doctorat. Université de Paris 06, Paris.
- Roche, J. & Yavercovski, N. (1990). EL Kala, richesse du Maghreb. *Courier de la nature*, 125: 18-24.
- Rokop, P. & Trnka, A. (2011). Why do grebes cover their nests? Laboratory and field tests of two alternative hypotheses. *Journal of Ethology*, 29: 17-22.

- Rouibi, A., Merzoug, A. & Zitouni, A. (2009). Observation de Cygnes tuberculés *Cygnus olor* dans le nord-est Algérien. *Alauda*, 77(4) 2009.
- Rouibi, A., Zitouni, A., Tahar, A. & Houhamdi, M. (2013). Breeding Ecology of the Great Crested Grebe *Podiceps Cristatus* in Tonga Lake (Northeast Algeria). *European Journal of Scientific Research*, 77: 534-541.
- Sæther, B. E. (1990). Age-specific variation in reproductive performance of birds. *Current Ornithology*, 7: 251-283.
- Samraoui Chenafi, F. (2009). Contribution à l'étude de l'écologie de la reproduction des ardéidés (Héron Garde-boeufs *Ardea ibis*, Héron Crabier *Ardeola ralloides*, Aigrette garzette *Egretta garzetta* et Héron bihoreau *Nycticorax nycticorax* en Numidie (Nord-est Algérien., Thèse Doctorat. Université d'USTHB.
- Samraoui, B., De Belair, G. & Benyacoub, S. (1992). A much threatened lake: Lac des Oiseaux (North-east Algeria). *Environmental Conservation*, 19: 264-267.
- Samraoui, B., Ouldjaoui, A., Boulakhssaim, M., Houhamdi, M., Saheb, M. & Bechet, A. (2006). The first recorded reproduction of the Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algeria: behavioural and ecological aspects. *Ostrich*, 77: 153-159.
- Samraoui, B. & De Belair, G. (1994). Death of a lake: Lac noir in Northeastern Algeria. *Environmental Conservation*, 21: 169-172.
- Samraoui, B. & De Belair, G. (1997). The Guerbes-Senhadja wetlands: Part I, Overview. *Ecology*, 28: 233-250.
- Samraoui, B. & De Belair, G. (1998). Les zones humides de la Numidie orientale: Bilan des connaissances et perspectives de gestion. Synthèse (*Numéro spécial*), 4: 90.
- Samraoui, B. & Houhamdi, M. (2001). Première observation de l'Erismature rousse *Oxyura jamaicensis* en Algérie. *Alauda*, 63: 396.
- Samraoui, B. & Samraoui, F. (2008). An ornithological survey of Algerian Wetlands: Important Bird areas, Ramsar sites and threatened species. *Wildfowl*, 58: 71-98.
- Samraoui, F. & Samraoui, B. (2007). The Reproductive Ecology of the Common coot *Fulica atra* in the Hauts Plateaux; Northeast Algeria. *Waterbirds*, 30: 133-139.
- Samraoui, F., Alfarhan, A. H. & Samraoui, B. (2013). Status and breeding ecology of the Common Moorhen *Gallinula chloropus* in Algeria. *Ostrich*, 84: 137-144.

- Samraoui, F., Alfarhan, A.H., Al-Rasheid, K.A.S. & Samraoui, B. (2011). An appraisal of the status and distribution of waterbirds of Algeria: indicators of global changes? *Ardeola*, 58: 137–163.
- Samraoui, F., Menai, R. & Samraoui, B. (2007). Reproductive ecology of the Cattle Egret *Bubulcus ibis* at Sidi Achour, North-eastern Algeria. *Ostrich*, 78: 481-487.
- Samraoui, F., Nedjah, R., Alfarhan, A. H. & Samraoui, B. (2015). An overview of the Rallidae of Algeria with particular reference to the breeding ecology of the Purple Swamp-Hen *Porphyrio porphyrio*. *Wetlands Ecology and Management*, 23: 505-517.
- Samraoui, F., Nedjah, R., Bouchecker, A., Alfarhan, A. H. & Samraoui, B. (2012 a). Breeding ecology of the Little Bittern *Ixobrychus minutus* in northeast Algeria. *Bird Study*, 59: 496-503.
- Santos, X., González-Solís, J. & Llorente, G. A. (2000). Variation in the diet of the viperine snake *Natrix maura* in relation to prey availability. *Ecography*, 23: 185-192.
- Sarri. (2002). Etude de la végétation du PNEK foret domanial du djebel El Ghorra (Algérie). Mémoire de Magister. Université Sétif.
- Schricke, V., Blet, J.N. & Brochier, J.J. (1992). Les canards. Hatier. Paris.
- Scott, D. A. & Rose, P. M. (1996). Atlas of Anatidae populations in Africa and western Eurasia. *Wetlands International*. Wageningen.
- Seltzer, P., Lasserre, A., Grandjean, A., Auberty, R. & Fourey, A. (1946). Le climat de l'Algérie. Impr. " La Typo-litho" et J. Carbonel. Alger.
- Shoji, A., Elliott, K. H., Aris-Brosou, S., Crump, D. & Gaston, A. J. (2011). Incubation patterns in a central-place forager affect lifetime reproductive success: scaling of patterns from a foraging bout to a lifetime. *PLoS ONE*, 6: e17760.
- Si Bachir, A., Hafner, H., Tourenq, J. N. & Doumandji, S. (2000). Structure de l'habitat et biologie de reproduction du héron garde-bœuf, *Bubulcus ibis*, dans une colonie de la vallée de la Soummam (Petite Kabylie, Algérie). *Revue d'Ecologie*, 55: 33-43.
- Slimani, A., Plantureux, S., Brinis, L. & Soltane, M. (2008). Dynamics of the functional groups of the meadow spontaneous species around the lakes of the Area of El-Tarf (Algeria). *European Journal of Scientific Research*, 21:328-345.
- Snow D.W. & Perrins, C.M. (1998) *The Birds of the Western Palearctic Concise Edition Volume 1*. Oxford University Press, Oxford, New York.
- Staav, R. (1998). Longevity of birds ringed in Europe. *Euring Newsletter*, 2: 9-18.

- Stastny, K. (1989). *Oiseaux aquatiques*. Gründ, Paris.
- Tamisier, A. & Dehorter, O. (1999). *Camargue, Canards et foulques. Fonctionnement et devenir d'un prestigieux quartier d'hivernage*. Centre Ornithologique du Gard, Nîmes.
- Terres, John K. (1980). *The Audubon Society encyclopedia of North American birds*, New York.
- Touati, L. (2008). Distribution spatio-temporelle de genres *Daphnia* et *Simocephalus* dans les mares temporaires de la Numidie. Mémoire de Magistère. Université 8 Mai 1945. Guelma.
- Trotignon, J. & Williams, T. (1989). *Oiseaux nicheurs menacés de la Brenne*. Secrétariat d'état à l'environnement. Indre.
- Tucker, G.M., Heath, M.F., Tomialojc, L. & Grimmett, R.F.A. (1994). *Birds in Europe. Their conservation status*, Birdlife International. Cambridge.
- UICN. (1994). *Liste nation-unis et des aires protégées 1993*, UICN. Cambridge.
- Ulfvens, J. (1988). Nest characteristics and nest survival in the horned grebe *Podiceps auritus* and great crested grebe *Podiceps cristatus* in a Finnish archipelago. *Annales Zoologici Fennici*, 25: 293-298.
- Van Dijk, G. & Ledant, J. P. (1983). La Valeur ornithologique des zones humides de l'est Algérien. *Biological Conservation*, 26: 215-226.
- Van Dijk, G. & Ledant, J.P. (1980). Rapport d'observation sur les oiseaux dans la région d'Annaba. Rapport dactylographie.
- Van Dijk, G., & Ledant, J. P. (1987). Rapport d'observation sur les oiseaux dans la région d'Annaba. Rapport dactylographie.
- Veen, J., Peeters, J., Mullié, W.C., Diagana, C. H. & Hoedemakers, K. (2006). Manuel pour le suivi des colonies de nidification d'oiseaux marins en Afrique de l'Ouest. Suivi de : Synopsis iconographique des otolithes de quelques espèces de poissons des côtes ouest africaines. *Wetlands International*. Dakar.
- Vinicombe, K. (1982). Breeding and population fluctuations of the little grebe *Tachybaptus ruficollis*. *British Birds*, 75: 204-218.
- Vinicombe, K.E. (1982). Breeding and population fluctuations of the Little Grebe. *British Birds*, 75: 204-218.
- Visser, M. E., Both, C. & Lambrechts, M. M. (2004). Global climate change leads to mistimed avian reproduction. *Advances in ecological research*, 35: 89-110.

- Vlassis, G. (1990). *Oiseaux en Camargue*. Edisud. La Calade.
- Vogrin, M. (1999). Breeding ecology of the Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* in northeastern Slovenia. *Ornis Hungarica*, 8: 27-32.
- Warner, B. G. & Rubec, C. D. A. (1997). *The Canadian Wetland Classification System*. Wetlands Research Centre, University of Waterloo, Waterloo, Ontario.
- Whitfield, P. & Walker, R. (1998). *Le grand livre des animaux*. Solar. Paris.
- Williams, M. (1990). Agricultural impacts in temperate wetlands. *in*: Williams, M. *Wetlands: a threatened landscape*. Blackwell. Oxford.

- Références Sites web :

[1]: http://vinc.s.free.fr/article.php3?id_article=29

[2]: <http://www.asal.dz/files/atlas/Parcs%20nationaux2.pdf>

[3]: <http://fr.wikipedia.org/wiki/Podicipediformes>

[4]: <http://en.wikipedia.org/wiki/Grebe>

[5]: <http://www.dbeaudoin.fr/florefaunefrance/faune/oiseaux/podicipediformes.html>.

[6]: <http://www.thecanadianencyclopedia.com>

[7]: http://fr.wikipedia.org/wiki/grèbe_castagneux

[8]: <http://www.oiseaux-europe.com/Oiseau-2/Grebe-castagneux.html>

[9]: http://fr.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%A8be_castagneux

[10]: <http://www.jyrousseau.com/oiseaux.shtml>

[11]: http://fr.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%A8be_castagneux

[12]: <http://www.perron.be/livre.aspx?id=33dee763-eba0-4c38-a0d9-b2492ebba355>

[13]: <http://www.jyrousseau.com/grebcast.shtml>

[14]: <http://www.faune-nature.com/2014/04/113-une-cohabitation-parfois-difficile-12-04-2014.html>

[15]: <http://www.oiseaux.creationsnature.com/31.html>

[16]: http://www.arehn.asso.fr/dossiers/oiseauxmigr/oiseaux_migrateurs.html

NEST-SITE SELECTION AND REPRODUCTIVE SUCCESS OF THE LITTLE GREBE *TACHYBAPTUS RUFICOLLIS* IN NORTHEAST ALGERIA

SELECCIÓN DE SITIOS DE NIDIFICACIÓN Y ÉXITO DE LA REPRODUCCIÓN DEL ZAMPULLÍN COMÚN *TACHYBAPTUS RUFICOLLIS* EN EL NORESTE DE ARGELIA

Mohammed ATHAMNIA^{1, 2}, Farrah SAMRAOUI^{1, 2},
Bilal KELAILIA¹, Ahlem ROUBAH¹, Ahmed H. ALFARHAN³
and Boudjéma SAMRAOUI^{1, 2, 3 *}

SUMMARY.— We studied the phenology, habitat selection, and interannual and seasonal changes in breeding performance of the little grebe *Tachybaptus ruficollis* in relation to the spatial structure of a shallow lake during three breeding seasons (2010-2012). Nests were mostly located in shallow waters, close to the shore (98.3 ± 37.9 cm), in vegetation dominated by *Scirpus lacustris*. The egg-laying period started at the end of March and extended for four months until the end of July. Overall, the mean clutch size was 4.7 ± 1.1 ($N = 154$) with a modal clutch of 5. There was a seasonal decline in both egg volume and clutch size. The overall nesting success was 60% and the chief causes of nest failure were predation (52%) and adverse weather (20%). Breeding outcome was influenced by water depth, nest size and year of breeding. Predation and nest flooding markedly varied between years. Larger nests had a higher nesting success than smaller ones. Likewise, nests located at greater water depth (further from the shore) succeeded better than ones located in shallower water. As the little grebe forages preferentially in shallow waters, these results suggest that optimal nesting locations may be the result of a trade-off between conflicting selection pressures such as foraging efficiency (better in shallow waters) and nest predation risk (greater in shallow waters).

Key words: breeding ecology, clutch size, Lake Tonga, nesting success, North Africa, waterbirds, wetlands.

RESUMEN.— Hemos estudiado la fenología, selección de hábitat y cambios interanuales y estacionales en el resultado de la reproducción en el zampullín común *Tachybaptus ruficollis*, en relación con la estructura espacial de un lago somero durante tres temporadas (2010-2012). Los nidos se localizaron

¹ Department of Ecology, FSNV-STU, University of Guelma, Guelma, Algeria.

² Laboratoire de Conservation des Zones Humides, Department of Ecology, University of Guelma, Guelma, Algeria.

³ Center of Excellence for Research in Biodiversity, King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia.

* Corresponding author: bsamraoui@yahoo.fr

principalmente en aguas someras (98.3 ± 37.9 cm) y dominadas por *Scirpus lacustris*. El período de puesta abarcó desde el fin de marzo al final de julio. El tamaño medio de puesta fue de 4.7 ± 1.1 ($N = 154$) y el modal de 5 huevos. El éxito de nidificación general fue del 60%, siendo las principales causas de fracaso de nidos la predación (52%) y la climatología adversa (20%). El resultado de la nidificación estuvo afectado por la profundidad del agua, tamaño del nido y el año. Hubo cambios notables entre años en la predación e inundación de los nidos. Los nidos mayores tuvieron mayor éxito que los menores. Además, los nidos situados en aguas más profundas (más alejados de la orilla) fueron más exitosos que los situados en aguas más someras. Dado que el zampullín común se alimenta principalmente en aguas someras, los resultados sugieren que los sitios óptimos de nidificación pueden ser el resultado de un compromiso entre presiones selectivas en conflicto, como la eficiencia alimenticia (mejor en aguas someras) y el riesgo de predación de nidos (mayor en aguas someras).

Palabras clave: aves acuáticas, ecología de la reproducción, éxito de nidificación, humedales, lago Tonga, norte de África, tamaño de puesta.

INTRODUCTION

An understanding of the habitat features that affect a species' productivity and survival is a prerequisite to conservation action (Martin, 1992). Habitat choice often has a determining influence on bird breeding performances because of the patchy nature of habitats and their quality (Högstedt, 1980; Burger and Gochfeld, 1986, 1988; Newton, 1988). Habitat selection may involve a behavioural conflict expressed as a trade-off between foraging rates and nest predation (Abrams, 2000; Verdolin, 2006). Thus, studies of habitat selection are complex (Parejo *et al.*, 2006) and need to be carried out at several scales (Orians and Wittenberger, 1991; Boves *et al.*, 2013). They are, however, essential tools for effective species-management.

For waterbirds, which often breed in unstable environments that undergo unpredictable or seasonal fluctuations of resources or predation intensity, stringent selective forces may rapidly lead to fitness-enhancing habitat selection processes (Ens *et al.*, 1992). Most North African wetlands are seasonally astatic, thus providing transient breeding habitats constrained by varying hydroperiods. In Algeria, the little grebe *Tachybaptus ruficollis* is both resident and migratory, with

an influx of wintering birds occupying a wide spectrum of habitats across its range (Cramp and Simmons, 1977).

Although the little grebe is not threatened (Samraoui *et al.*, 2011), its breeding ecology in the region is poorly documented and thus much is to be gained in understanding how the species copes with natural and anthropic pressures at the southern edge of its Palearctic distributional range. We studied the breeding ecology of the little grebe over a three-year period to (1) document the factors influencing habitat choice and breeding success, and (2) investigate the temporal changes in nesting outcome.

METHODS

The study was carried out on the western part of Lake Tonga, in the El Kala National Park (PNEK), northeast Algeria ($36^{\circ} 52' N$, $08^{\circ} 31' E$), during three breeding seasons (2010-2012). Lake Tonga is a shallow, freshwater marsh of 2,400 ha with vegetation dominated by *Nymphaea alba*, *Scirpus lacustris*, *Typha angustifolia*, *Phragmites australis* and *Salix atrocinerea* scattered on floating islets. The PNEK is a Man and Biosphere Reserve, part of an extensive wetland complex spread across northeast

Algeria and housing a wide range of Important Bird Areas (IBA) and Ramsar sites (Samraoui and Samraoui, 2008).

Once recorded, nests were individually tagged, had their GPS coordinates noted, and were visited at least twice a week to determine egg-laying date, clutch size and breeding outcome. The laying date of a clutch is defined as the date in which the first egg was laid. For nests first recorded during incubation, the date was backdated from hatching date, using an incubation period of 21 days (Cramp and Simmons, 1977). Egg measurements (length: L and breadth: B) were carried out using sliding Vernier calipers having an accuracy of 0.1 mm. Egg volume was calculated according to Hoyt's formula (Hoyt, 1979): $V = 0.000509 \times L \times B^2$.

Comparisons among groups were tested using One-way ANOVA and Kruskal-Wallis

tests. In order to assess the presence of a temporal trend in clutch size, we used a generalized linear model (GLM) with a logit link function and Poisson error distribution. To identify environmental determinants of nesting success (modelled as success/failure), we used a binomial GLM with a logit link. Backward selection, based on the Akaike information criterion (AIC), was performed to select the most parsimonious model (Burham and Anderson, 2002). All statistical analyses were performed using R (R Development Core Team, 2014).

RESULTS

In total, 343 active nests (containing at least one egg) were recorded during the study period.

TABLE 1

Characteristics of nesting sites, and nest and egg measurements of little grebes breeding at Lake Tonga, Algeria.

[*Características de sitios de nidificación y medidas de nidos y huevos de zampullín común en el lago Tonga, Argelia.*]

	Mean ± sd	Min	Max	N
Characteristics of nesting sites:				Nests
Water/nest distance (cm)	8.0 ± 13.9	0.0	80.0	323
Water depth (cm)	98.3 ± 37.9	30.0	210.0	333
Vegetation height (cm)	171.6 ± 45.4	40.0	300.0	333
Nest measurements:				Nests
External diameter (cm)	24.7 ± 2.7	18.0	40.0	328
Internal diameter (cm)	8.9 ± 1.3	6.0	14.0	328
Height (cm)	5.1 ± 1.3	2.0	10.0	328
Egg measurements:				Clutches
Length (mm)	36.3 ± 1.2	30.4	39.6	329
Breadth (mm)	25.8 ± 0.7	23.5	29.8	329
Volume (cm ³)	12.4 ± 0.8	10.2	15.2	329

Nest-site characteristics

The water level of Lake Tonga, as expected under the arid North African climate, exhibited a marked seasonal drop during the breeding season (linear regression: Water depth (cm) = $-0.55 \text{ Date} + 78.2$, $P < 0.001$). Little grebe nests were more frequently located on stands of *Scirpus lacustris* (62.5%), followed by stands of *Typha angustifolia* (17.6%) and *Phragmites australis* (15.5%). *Salix atrocinerea* and other vegetation strata accounted for fewer than 5%. Nest and egg measurements are summarised in table 1.

Phenology

Egg laying was spread over four months with the onset of egg laying recorded on 24

March and extending until 22 July (fig. 1). The overall peak of egg-laying initiation was 6 May. Median egg laying dates varied between years (Kruskal-Wallis test: $\chi^2 = 56.5$, $df = 2$, $P < 0.0001$). The median egg laying date in 2010 (50.5) occurred earlier than during the following two years (65.0 and 75.5 in 2011 and 2012, respectively). The laying distributions were generally bimodal or skewed with a trailing tail (fig. 1).

Egg dimensions

In total, 1,263 eggs, representing 329 clutches, were measured. As indicated by one-sample t-tests for egg length and egg breadth: $t = -25.01$, $df = 328$, $P < 0.0001$ and $t = -9.92$, $df = 328$, $P < 0.001$, respectively, mean egg size of the local population was

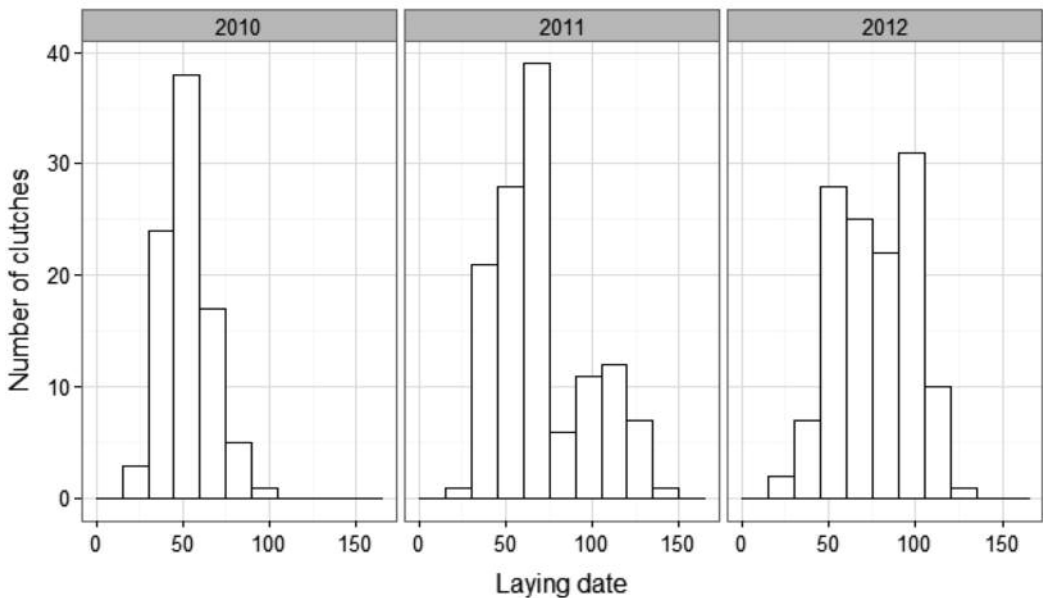


FIG. 1.—Temporal distribution of egg-laying dates (day 1 = 1 March) of little grebes in northeastern Algeria during 2010-2012.

[Distribución temporal de las fechas de puesta (día 1 = 1 de marzo) del zampullín común en el noreste de Argelia durante 2010-2012.]

found to be significantly smaller than that reported from Europe (Cramp and Simmons, 1977; Fjeldså, 2004). Egg volume did not vary between years (one-way ANOVA: $F_{2,326} = 0.12$, $P = 0.89$) but displayed a steady and significant seasonal decline (linear regression: egg volume = -0.01 date + 13.04, $P < 0.001$) (fig. 2).

Clutch size

The overall mean clutch size was 4.7 ± 1.1 ($N = 154$ clutches) and it ranged from 2 to 7 eggs with nests holding 4 eggs (2010) or 5 eggs (2011 and 2012) being most prevalent (fig. 3). A GLM indicated a small but significant seasonal decrease of the overall clutch size ($z = 2.17$, $P < 0.03$) and a likewise small but significant increase in 2012

in relation to baseline year (2010) ($z = 2.18$, $P < 0.03$) (fig. 4). One sample t-tests indicated that recorded clutch sizes were larger than values reported from Italy [mean 4.4: $t = 3.15$, $df = 151$, $P = 0.002$; Calvario and Sarroco (1988)] but smaller than values published from Sweden (mean 5.0: $t = -3.83$, $df = 151$, $P < 0.001$; Ahlen, 1966).

Nesting success

The overall nesting success was 60.0% and it decreased from 71.0% in 2010 to 55.0% in 2012 (table 2). Predation was a major selecting force (51.7%) ranging from 26.1% in 2011 to 95.0% in 2012. Many failed nests recorded as “unknown cause” are most probably due to predators (rats?) emptying nests but leaving no detectable

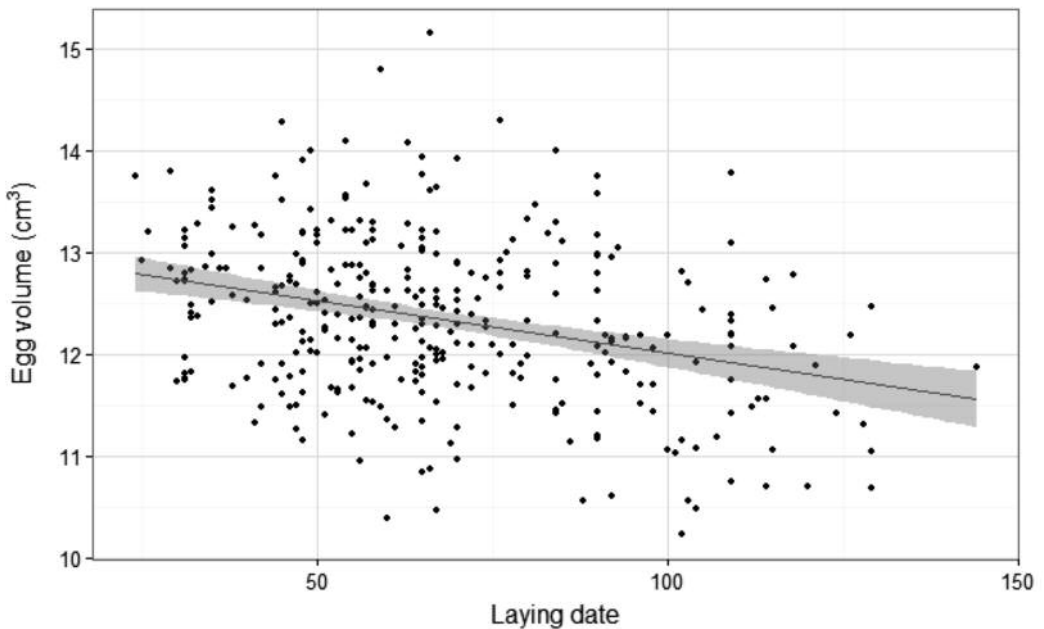


FIG. 2.—Frequency distribution of clutch sizes of the little grebe at Lake Tonga, northeast Algeria. [*Distribución de frecuencias de los tamaños de puesta del zampullín común en el lago Tonga, noreste de Argelia.*]

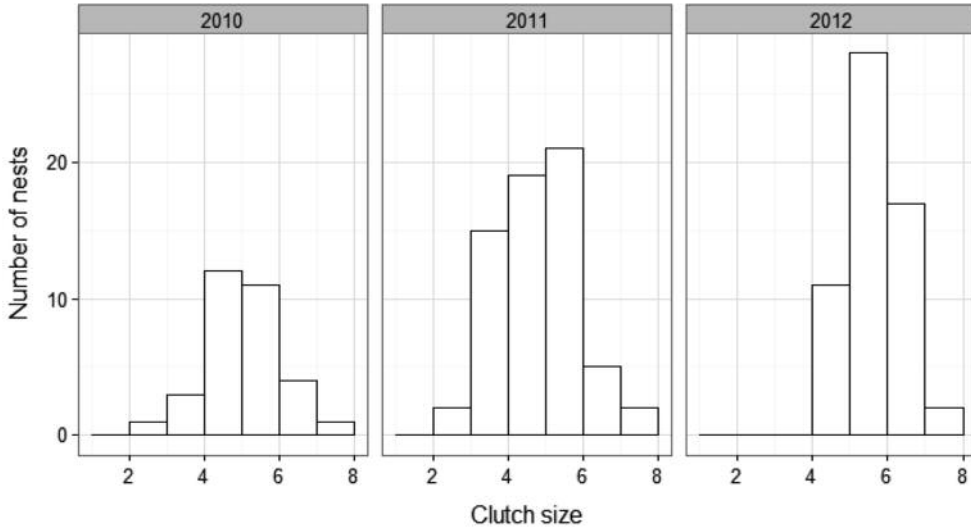


FIG. 3.—Relationship between egg volume and laying date in the little grebe at Lake Tonga, northeast Algeria. The grey area represents 95% confidence intervals.

[Relación entre el volumen del huevo y la fecha de puesta en el zampullín común en el lago Tonga, noreste de Argelia. El área gris incluye los intervalos de confianza al 95%.]

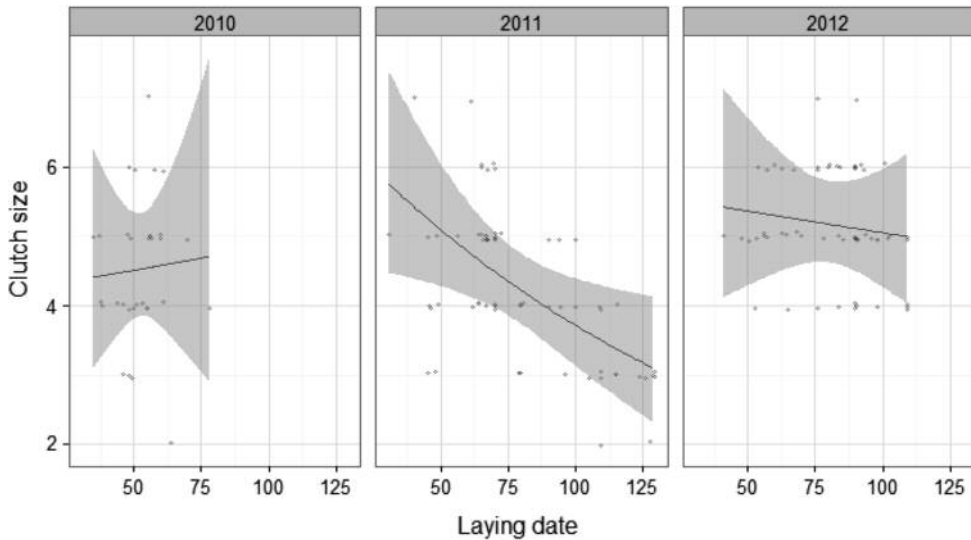


FIG. 4.—Relationship between clutch size and laying date in the little grebe at Lake Tonga, northeast Algeria. The grey areas represent 95% confidence intervals.

[Relación entre tamaños y fechas de puesta en el zampullín común en el lago Tonga, noreste de Argelia. Algunos puntos se separaron ligeramente para facilitar la representación. Las áreas grises incluyen los intervalos de confianza al 95%.]

traces behind them. Flooding was the second most important cause of nest failure (20.0%) and its impact differed from year to year, from 0% in 2010 to 39.1% in 2012. Two

competing GLM models indicated that the probability of a successful outcome was best explained by the following covariates: nest water depth, nest height and year. The

TABLE 2

Fates of nests of little grebes monitored at Lake Tonga, northeast Algeria, 2010-2012. The sample sizes are shown as well as the percentage of nests that were not monitored. For nests that were successfully monitored, the percentages of successful and failed nests are indicated, as well as the percentages of failed nests that were attributed to various or unknown causes.

[Destino de los nidos de zampullín común a los que se les efectuó un seguimiento en el lago Tonga, noreste de Argelia, 2010-2012. Se indican los tamaños muestrales así como el porcentaje de nidos a los que no se les efectuó seguimiento. Para los nidos a los que se les hizo seguimiento se indican los porcentajes de nidos exitosos y fracasados, así como los porcentajes de nidos fracasados de acuerdo a las causas que determinaron el fracaso.]

Year	N	Fate unknown	Successful	Failed	Predated	Flooded	Unknown causes
2010	88	21.6	71.0	29.0	95.0	0.0	5.0
2011	129	14.0	58.6	41.4	26.1	39.1	34.8
2012	126	4.8	55.0	45.0	57.4	11.1	31.5
All years	343	12.5	60.0	40.0	51.7	20.0	28.3

TABLE 3

Parameter estimates for the binomial GLM analysis of nesting success of little grebes at Lake Tonga, northeast Algeria.

[Estimas de parámetros de un análisis del éxito de nidificación del zampullín común en el lago Tonga, noreste de Argelia, mediante un modelo lineal generalizado binomial.]

Nesting success				
Effect	Odds ratio	Confidence limit (2.5%-97.5%)	z value	P
Intercept	0.031	0.007-0.121	-4.9	0.0001
Water depth	1.025	1.016-1.034	5.5	0.0001
Nest height	1.821	1.428-2.363	4.7	0.0001
Year 2011	0.128	0.053-0.293	-4.7	0.0001
Year 2012	0.174	0.078-0.372	-4.4	0.0001

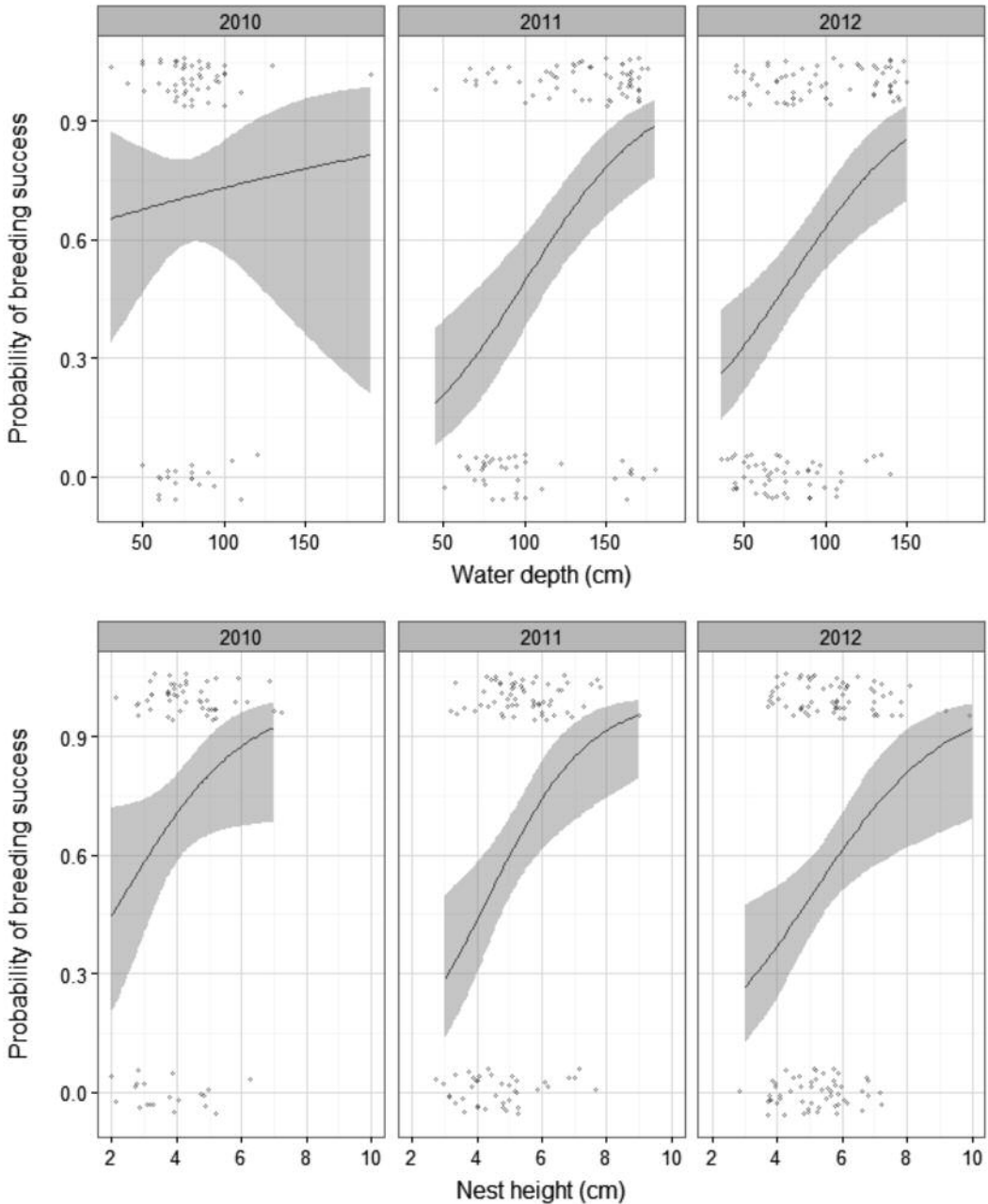


FIG. 5.—Fitted values from a binomial GLM for clutch size as a function of water depth and year (a), and probability of nesting success as a function of nest height and year (b). The grey areas represent 95% confidence intervals.

[Valores ajustados de un modelo lineal generalizado binomial para los tamaños de puesta en función de la profundidad del agua y año (a), y probabilidad de éxito de nidificación en función de la altura del nido y año (b). Las áreas grises incluyen los intervalos de confianza al 95%.]

second model (AIC = 328.2) differed from the first one (AIC = 331.6) in including an interaction between water depth and nest height ($z = -2.27$, $P = 0.02$). However, because the interaction was only marginally significant and the difference in AIC small, we opted for the first, most parsimonious, model (table 3, fig. 5).

DISCUSSION

The breeding biology of the little grebe at Lake Tonga appears to fall broadly into the general pattern recorded elsewhere (Moss and Moss, 1993) but is characterised by a number of distinct features.

Nest-site selection and nest characteristics

Nest location and characteristics can have a determining influence on breeding performance (Collias and Collias, 1984; Ulfvens, 1988). Nest-sites should fulfill many important functions (protection from predators, shelter from adverse weather, and proximity to foraging sites). Nesting distribution in grebes is known to be driven by microhabitat features as wetland size, vegetation patchiness and water depth (Burger, 1974; Faaborg, 1976; Nudds, 1982). Little grebe nests at Lake Tonga were found to be associated with sparse stands of *Scirpus lacustris* and *Typha angustifolia*. This association is driven by water depth, which affords effective foraging for the species (Fox, 1994) and relative safety from terrestrial predators.

Breeding phenology

Compared to the relatively longer laying period recorded elsewhere (Moss and Moss, 1993), the laying period of the little grebe at Lake Tonga is short and does not extend far

into the summer. Heavy rain may result in nest flooding and large falls in water levels, induced by strong evaporation during heat-waves, may expose nests and broods to terrestrial predators (Vinicombe, 1982). The bimodal or skewed laying distributions may reflect some re-nesting by pairs following failed initial attempts (Moss and Moss, 1993).

Egg size

Differences in egg size may relate to a latitudinal cline or geographical variations between distinct populations. The little grebe is currently divided into nine subspecies but taxonomic revisions are still ongoing (Feldjså, 2004; Del Hoyo and Collar, 2014). The seasonal decrease in egg volume may reflect declining food supply but egg size may be influenced by a range of factors including maternal age, maternal quality and clutch size, and whether a clutch is a replacement (Fjeldså, 2004; Saether, 1990).

Clutch size

The apparent variation of clutch size may also be linked to the seasonality of food supply (Ricklefs, 1980). Hatching in the little grebe is asynchronous, a possible adaptive strategy to adjust brood size to an unpredictable environment (Amundsen and Slagvold, 1996) through the selective deaths of the youngest chicks, possibly by starvation, although the exact mechanism is unknown in this species.

Nesting success

The overall nesting success (60.0%) at Lake Tonga is similar to that recorded in Britain (53.0%) by Moss and Moss (1993). This latter study, spanning 50 years, reported

35% of nest failure due to flooding whereas predation and “unknown cause” accounted for 8% and 37%, respectively. Predation is known to constitute a major cause of nest failure in birds (Martin, 1993) whereas flooding may also have a strong impact on breeding outcome where water levels fluctuate (Ulfvens, 1988; Mudge and Talbot, 1993). Grebe nests are particularly prone to failure due to adverse weather and changes in water level (Glover, 1953; Burger, 1974; Lindvall and Low, 1982; Vinicombe, 1982).

The probability of a successful breeding outcome increased with water depth which is correlated to a range of factors (date of egg-laying, distance from shore, vegetation height, etc.). In contrast to the great-crested grebe *Podiceps cristatus*, the little grebe is a shallow water species (Ceccobelli and Battisti, 2010). Shallow waters may benefit the little grebe through improved foraging efficiency (Fox, 1994) but nests located close to the shore may incur higher predation rates. Greater water depth may be associated with lower risk of predation, especially late in the breeding season, but may entail greater energetic costs to foraging birds (Fox, 1994). As a small bird, the little grebe may have a high metabolic rate relative to its mass. Thus access to good foraging sites is essential to maintain body condition during the breeding season and minimise nest predation due to egg neglect (Chaurand and Weimerskirch, 1994; Shoji *et al.*, 2011).

The probability of a positive breeding outcome also increased with nest height. Bigger nests may reflect the owner’s age and experience (Møller, 1990) or the nest’s greater resilience to adverse weather (Ulfvens, 1988; Fjeldså, 2004). Larger nests influenced positively the nesting success of the great-crested grebe at Lake Tonga (Cheriet *et al.*, 2015).

Variation in nesting success between years reflected changes in climatic conditions and thus the frequency of nest flooding. Predation pressure varied also greatly between years

but the reason for these changes is unknown. Nest concealment due to vegetation cover was not linked to breeding outcome since dense stands may protect against predatory birds but may be ineffective against snakes and mammalian predators (Clark and Nudds, 1991). Dense stands of vegetation, which may anchor the floating nests and provide better shelters against inclement weather, may be avoided because of increased predation by the viperine snake *Natrix maura*, which is frequently recorded in dense vegetation. The diet of the viperine snake has been investigated across its geographical range (Santos *et al.*, 2000; Metzger *et al.*, 2009) but the occurrence of bird eggs as prey items seem to have been overlooked (Chabreck, 1963). At Lake Tonga as well as in other Algerian wetlands, eggs of coots (Samraoui and Samraoui, 2007), moorhens (Samraoui *et al.*, 2013; Meniaia *et al.*, 2014), great-crested grebes (Cheriet *et al.*, 2015), and little grebes (this study) are often preyed by the viperine snake. Different requirements of the little grebe may give rise to opposing selection pressures affecting behaviour, nest location and nest characteristics (Lawton and Lawton, 1980; Komdeur and Kats, 1999) but these aspects warrant future investigation.

ACKNOWLEDGEMENTS.—We are most grateful to C. Sanpera and an anonymous referee for comments and helpful suggestions. The work was supported by the Algerian Ministère de l’Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique (DGRSDT/M.E.S.R.S.) and Distinguished Scientist Fellowship Program (DSFP), King Saud University, Saudi Arabia.

BIBLIOGRAPHY

- ABRAMS, P. A. 2000. The evolution of predator-prey interactions: theory and evidence. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31: 79-105.

- AHLEN, J. 1966. Studies on the distribution and ecology of the little grebe, *Podiceps ruficollis* (Pall.) in Sweden. *Var Fagelvard*, suppl., 4: 1-45.
- AMUNDSEN, T. and SLAGSVOLD, T. 1996. Lack's brood reduction hypothesis and avian hatching asynchrony: what's next? *Oikos*, 76: 613-620.
- BOVES, T. J., BUEHLER, D. A., SHEEHAN, J., BOHAL WOOD, P., RODEWALD, A. D., LARKIN, J. L., KEYSER, P. D., NEWELL, F. L., EVANS, A., GEORGE, G. A. and WIGLEY, T. 2013. Spatial variation in breeding habitat selection by cerulean warblers (*Setophaga cerulea*) throughout the Appalachian Mountains. *Auk*, 130: 46-59.
- BURGER, J. 1974. Determinants of colony and nest-site selection in the silver grebe (*Podiceps occipitalis*) and Rolland's Grebe (*Rollandia rolland*). *Condor*, 76: 301-306.
- BURGER, J. and GOCHFELD, M. 1986. Nest-site selection in sooty tern in Puerto Rico and Hawaii. *Colonial Waterbirds*, 9: 31-45.
- BURGER, J. and GOCHFELD, M. 1988. Habitat selection in mew gulls: small colonies and site plasticity. *Wilson Bulletin*, 100: 395-410.
- BURHAM, K. P. and ANDERSON, D. R. 2002. *Model Selection and Multimodel Inference: a Practical Information-theoretic Approach*. Springer-Verlag. New York.
- CALVARIO, E. and SARROCCO, S. 1988. Biologia riproduttiva del tuffetto *Tachybaptus ruficollis* in una località dell'Italia centrale, Fiume Peschiera (Lazio). *Avocetta*, 12: 1-11.
- CECCOBELLI, S. and BATTISTI, C. 2010. On the water depth in diving sampling sites of *Tachybaptus ruficollis*. *Rendiconti Accademia dei Lincei*, 21: 359-364.
- CHABRECK, R. H. 1963. Breeding habits of the pied-billed grebe in an impounded coastal marsh in Louisiana. *Auk*, 30: 447-452.
- CHAURAND, T. and WEIMERSKIRCH, H. 1994. Incubation routine, body mass regulation and egg neglect in the blue petrel *Halobaena caerulea*. *Ibis*, 136: 285-290.
- CHERIET, S., SAMRAOUI, F., ALFARHAN, A. H. and SAMRAOUI, B. 2015. Factors affecting nesting success in the great-crested grebe *Podiceps cristatus* at Lake Tonga, northeast Algeria. *Ostrich*, 86: in press.
- CLARK, R. G. and NUDDS, T. D. 1991. Habitat patch size and duck nesting success: the crucial experiments have not been performed. *Wildlife Society Bulletin*, 19: 534-543.
- COLLIAS, N. E. and COLLIAS, E. C. 1984. *Nest Building and Bird Behavior*. Princeton University Press. Princeton.
- CRAMP, S. and SIMMONS, K. E. L. 1977. *The Birds of the Western Palearctic*, Vol. 1. Oxford University Press. Oxford.
- DEL HOYO, J., COLLAR, N. J. 2014. *HBW and BirdLife International Illustrated Checklist of the Birds of the World*. Volume 1. Lynx Edicions and BirdLife International. Barcelona, Spain and Cambridge, U. K.
- ENS, B. J., KERSTEN, M., BRENNINKMEIJER, A. and HULSCHER, J. B. 1992. Territory quality, parental effort and reproductive success of oystercatchers (*Haematopus ostralegus*). *Journal of Animal Ecology*, 61: 703-715.
- FAABORG, J. 1976. Habitat selection and territorial behavior of the small grebes of North Dakota. *Wilson Bulletin*, 88: 390-399.
- FJELDSÅ, J. 2004. *The Grebes*. Oxford University Press. Oxford.
- FOX, A. D. 1994. Estuarine winter feeding patterns of little grebes *Tachybaptus ruficollis* in Central Wales. *Bird Study*, 41: 15-24.
- GLOVER, F. A. 1953. Nesting ecology of the pied-billed grebe in north-eastern Iowa. *Wilson Bulletin*, 65: 32-39.
- HÖGSTEDT, G. 1980. Evolution of clutch size in birds: adaptive variation in relation to territory quality. *Science*, 210: 1148-1150.
- HOYT, D. F. 1979. Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs. *Auk*, 96: 73-77.
- KOMDEUR, J. and KATS, R. K. H. 1999. Predation risk affects trade-off between nest guarding and foraging in Seychelles warblers. *Behavioral Ecology*, 10: 648-658.
- LAWTON, M. F. and LAWTON, R. O. 1980. Nest-site selection in the brown jay. *Auk*, 97: 631-633.
- LINDVALL, M. L. and LOW, J. B. 1982. Nesting ecology and production of western grebes at Bear River Migratory Bird Refuge, Utah. *Condor*, 84: 66-70.
- MARTIN, T. E. 1992. Interaction of nest predation and food limitation in reproductive strategies. *Current Ornithology*, 9: 163-197.

- MARTIN, T. E. 1993. Nest predation and nest sites. *BioScience*, 43: 523-532.
- MENIAIA, Z., SAMRAOUI, F., ALFARHAN, A. H. and SAMRAOUI, B. 2014. Nest-site selection, breeding success and brood parasitism in the Common Moorhen *Gallinula chloropus* in Algeria. *Zoology and Ecology*, 24: 305-313.
- METZGER, C., URSENBACHER, S. and CHRISTE, P. 2009. Testing the competitive exclusion principle using various niche parameters in a native (*Natrix maura*) and an introduced (*N. tessellata*) colubrid. *Amphibia-Reptilia*, 30: 523-531.
- MØLLER, A. P. 1990. Nest predation selects for small nest size in the blackbird. *Oikos*, 57: 237-240.
- MOSS, D. and MOSS, G. M. 1993. Breeding biology of the little grebe *Tachybaptus ruficollis* in Britain and Ireland. *Bird Study*, 40: 107-114.
- MUDGE, G. P. and TALBOT, T. R. 1993. The breeding biology and causes of nest failure of Scottish black-throated diver *Gavia arctica*. *Ibis*, 135: 113-120.
- NEWTON, I. 1988. *Population Limitation in Birds*. Academic Press. London.
- NUDDS, T. D. 1982. Ecological separation of grebes and coots: interference competition or microhabitat selection? *Wilson Bulletin*, 94: 505-514.
- ORIAN, G. H. and WITTENBERGER, J. F. 1991. Spatial and temporal scales in habitat selection. *American Naturalist*, 137: S29-S49.
- PAREJO, D., ORO, D. and DANCHIN, E. 2006. Testing habitat copying in breeding habitat selection in a species adapted to variable environments. *Ibis*, 148: 146-154.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2014. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna. Austria.
- RICKLEFS, R. E. 1980. Geographical variation in clutch size among passerine birds: Ashmole's hypothesis. *Auk*, 97: 38-49.
- SÆTHER, B. E. 1990. Age-specific variation in reproductive performance of birds. *Current Ornithology*, 7: 251-283.
- SAMRAOUI, B. and SAMRAOUI, F. 2008. An ornithological survey of the wetlands of Algeria: Important Bird Areas, Ramsar sites and threatened species. *Wildfowl*, 58: 71-98.
- SAMRAOUI, F., ALFARHAN, A. H., AL-RASHEID, K. A. S. and 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. and SAMRAOUI, B. 2013. Status and breeding ecology of the Common Moorhen *Gallinula chloropus* in Algeria. *Ostrich*, 84: 137-144.
- SAMRAOUI, F. and SAMRAOUI, B. 2007. The reproductive ecology of the common coot (*Fulica atra*) in the Hauts Plateaux, northeast Algeria. *Waterbirds*, 30: 133-139.
- SANTOS, X., GONZÁLEZ-SOLÍS, J. and LLORENTE, G. A. 2000. Variation in the diet of the viperine snake *Natrix maura* in relation to prey availability. *Ecography*, 23: 185-192.
- SHOJI, A., ELLIOTT, K. H., ARIS-BROSOU, S., CRUMP, D. and GASTON, A. J. 2011. Incubation patterns in a central-place forager affect lifetime reproductive success: scaling of patterns from a foraging bout to a lifetime. *PLoS ONE*, 6: e17760.
- ULFVENS, J. 1988. Nest characteristics and nest survival in the horned grebe *Podiceps auritus* and great crested grebe *Podiceps cristatus* in a Finnish archipelago. *Annales Zoologici Fennici*, 25: 293-298.
- VERDOLIN, J. L. 2006. Meta-analysis of foraging and predation risk trade-offs in terrestrial systems. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 60: 457-464.
- VINICOMBE, K. 1982. Breeding and population fluctuations of the little grebe *Tachybaptus ruficollis*. *British Birds*, 75: 204-218.

Received: 30 July 2014
Accepted: 27 January 2015

Editor: Carola Sanpera