

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 08 MAI 1945 DE GUELMA

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

Département d'écologie et génie de l'environnement



Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magister

Option : Biodiversité et conservation des zones humides

## Thème

Budget d'activités hivernal de la Foulque macroule  
*Fulica atra* en Numidie.

Présenté par : M<sup>elle</sup> Hadjadj Sana

Directeur de mémoire : Mr Baaziz Nasser

M.C. A. Université Mentouri Constantine

Devant le jury :

Président : Samraoui Boudjéma

Pr. Université de Guelma

Examineur : Boukhssaim Mouloud

M.C.A. Université d'Oum El Bouaghi

Examinatrice : Samraoui Farah

M.C.A. Université de Guelma

Année universitaire : 2010 /2011

## *Dédicace*

*Malgré toutes les distances qui nous  
séparent. Nous ne pourrons jamais  
oublier ta générosité, ta loyauté et le frère  
exemplaire que tu es, des qualités font de  
toi un être exceptionnel connu par tous  
ceux qui t'ont côtoyé.*

*Je dédis ce travail à mon grand frère  
Facine.*

# Remerciement

Nous remercions Dieu, tout puissant qui nous a donné la patience, la foi, le courage et la santé pour faire ce modeste travail.

Je remercie mon directeur de mémoire M. Baaziz Nasser, Maître de conférence à l'université de Constantine Qui m'a fait l'honneur d'accepter De diriger ce modeste travail avec professionnalisme, et pour ces conseils précieux, son soutien continu et sa patience en cours de la réalisation pratique et théorique de ce travail.

Je remercie les membres du jury

M. Samraoui Boudjéma professeur à l'université de Guelma d'avoir bien accepté de présider le jury. Je veux aussi lui rendre hommage qui il m'a aidé à faire mes premiers pas,

Dr. Boukhssaim Mouloud d'avoir accepté de faire part du membre du jury.

Dr. Madame Samraoui Chenafi Farah d'avoir accepté de faire part du membre du jury.

Mes sincères remerciements vont également à tous ceux qui ont énormément contribué à la réalisation de ce travail :

La Famille de Tonton Chouaib d'Annaba et surtout sa femme Leila pour leur accompagnement au terrain et leur soutien illimité.

Hadj Nouar et les siens riverain au lac Tonga.

Exceptionnellement Racim Khelifa et Souad Feddaoui pour leur présence tout le long de ce travail, et pour toutes les suggestions qui mon permet d'améliorer ce manuscrit merci mille fois.

Mes collègues , Nouara, Saïda, Nadia, Zeinouba, Amina , Abd El Djalil Amine et Nedjwa.



## Sommaire

Introduction.....	01
Chapitre 01: Description de site d'étude.....	04
1.1. Généralités sur la Numidie .....	05
1.2. Les zones humides d'El Kala. ....	06
1.3. Site d'étude lac Tonga.....	09
1.3.1. Géologie. ....	11
1.3.2. Bassin versant.....	11
1.3.3. Le cadre climatique.....	14
1.3.4. Bioclimatologie.....	15
1.3.5. Le cadre floristique.....	18
1.3.6. Le cadre faunistique.....	21
1.3.7. Aspect socioéconomique du lac.....	21
Chapitre 02 : Biologie de la Foulque macroule.....	24
2.1. Morphologie et description.....	24
2.2. Systématique de la Foulque macroule.....	25
2.3. Habitat.....	25
2.4. Distribution.....	26
2.5. L'alimentation.....	27
2.6. L'écologie de l'espèce.....	27
2.7. La saison de la reproduction.....	27
2.8. Le parasitisme conspécifique des pontes.....	28
2.9. La stratégie d'hivernage .....	28
2.10. Etymologie.....	31
Chapitre 03 : Matériel et méthodes.....	32
3.1. Matériel.....	33
3.2. Méthodes du travail.....	33

3.2.1. Dénombrement des adultes.....	33
3.2.2. Rythme d'activité.....	34
3.2.3. Analyses statistiques. ....	35
Chapitre 04 : Résultats et discussion .....	38
4.1. Résultats.....	39
4.2. Discussion.....	47
Conclusion .....	53
Résumés .....	55
Références bibliographiques .....	59

## Liste des figures

Figure 01: Carte présentant le parc national d'El Kala.....	07
Figure 02 : Image satellite du lac Tonga.....	10
Figure 03: Photos du lac Tonga.....	10
Figure 04 : Carte présente les réseaux hydriques du parc national d'El Kala.....	13
Figure 05 : Carte du réseau hydrographique de la région d'étude .....	13
Figure 06 : Situation de la région d'El Kala dans le climagramme d'Emberger .....	16
Figure 07 : Diagramme ombro-thermique de la région de la Numidie .....	17
Figure 08 : Différentes strates de végétation au lac Tonga:.....	19
Figure 09 : Carte de répartition de végétation du lac Tonga.....	20
Figure 10 : Photographie d'une Foulque macroule ( <i>Fulica atra</i> )......	24
Figure 11 : La répartition de la Foulque macroule à travers le monde.....	26
Figure 12 : Quelques comportements de la Foulque macroule.....	29
Figure 13 : Point d'observation Oued El Hout au sud du lac Tonga .....	36
Figure 14 : Dénombrement des foulques macroules adultes au cours de la période d'étude...38	
Figure 15: Le pourcentage moyen du temps alloué par les foulques aux différentes activités diurnes au lac Tonga durant l'hiver 2010-2011.....	39
Figure 16: Evolution saisonnière de différents types d'activité au lac Tonga durant la saison d'hivernage 2010-2011 .....	41
Figure 17: Le pourcentage moyen alloué aux différents types d'activités exprimé en heure..43	
Figure 18 : Pourcentage du temps alloué aux différents types d'alimentation durant la saison d'hivernage 2010 /2011.....	44
Figure.19 : Evolution saisonnière de différents types d'alimentation au lac Tonga durant la saison d'hivernage 2010-2011.....	45
Figure 20 : Le pourcentage moyen alloué aux différents types d'alimentation exprimé en heure.....	46

**Liste des tableaux.**

Tableau N°01 : Valeurs météorologiques de la région d'El Kala.....15

Les zones humides acquièrent à travers toute la planète une importance de plus en plus grande. Ces milieux sont non seulement exceptionnellement riches en biodiversité et extrêmement productifs, mais ils jouent également un rôle capital dans la conservation et la gestion des eaux douces. 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.

Ces zones humides sont des écosystèmes très complexes, vulnérables, et dont le fonctionnement n'est cependant ni bien connu ni bien compris. Notamment dans les zones subhumides de la méditerranée méridionale (Raachi, 2007).

La biodiversité de la méditerranée occidentale en générale et partiellement de l'Algérie est très variée du fait de sa situation géographique, de son potentiel en zones humides de grandes valeurs écologiques, culturelles et économiques et de la grande variété de ces habitats (Quezel et Medail, 2003 in Boukhssaim, 2008).

La connaissance des zones humides ne peut être envisagée qu'après des études du fonctionnement global de ces dernières et leur utilisation par les oiseaux d'eau qui sont des véritables descripteurs du fonctionnement d'un milieu (Maazi, 2005).

Durant le cycle annuel, la période hivernale est d'importance vitale pour les oiseaux d'eau. Leur migration vers des pays plus chauds a pour raison principale la diminution des taux de mortalité qu'induiraient le froid et les faibles disponibilités alimentaires dans leur aire de reproduction, ainsi l'abondance et la facilité d'accès aux ressources alimentaires sont déterminants en cette période pour la survie des populations d'oiseaux migrateurs. (Tamisier et Dehorter, 1999).

Bien que les oiseaux d'eau ont fait l'objet de nombreuses études en Europe et en Amérique du nord, peu de travaux ont été consacrés en Afrique du nord, et cela malgré la richesse de ses zones humides en espèces aviaires qui leurs sont inféodées (Maazi, 2005).

Au lac Tonga, comme au niveau des autres sites voisins (lac Oubeira, le marais de la Mékhada) et de la planète entière, le scénario d'arrivés, de reproduction et de départ des différentes espèces (qu'elles soient de passage, hivernantes, nicheuses) n'est jamais toujours tout à fait le même. Ces variations sont toujours dues à des facteurs divers trophiques, climatiques et anthropiques. (Abbaci, 1998).

La Foulque Macroule *Fulica atra* abondante et largement répandue à travers les zones humides Algériennes, est un excellent modèle biologique pouvant être utilisé comme un très bon bioindicateur de la structure et du fonctionnement des hydrosystèmes (Haouam et al., 2005).



L'objectif de notre étude est d'éclaircir le rôle écologique du Lac Tonga et mieux comprendre la stratégie d'hivernage de l'une de ces espèces qui est la Foulque macroule .Nous avons suivi le rythme d'activité diurne de la Foulque macroule (*Fulica atra*) et également défini son statut au lac Tonga.

Le présent travail est structuré en quatre chapitres :

Le premier chapitre : consacré à la présentation de différents caractères du site d'étude, cadre climatique, physique et biologique.

Le deuxième chapitre : une partie purement théorique aborde la biologie de la Foulque macroule, décrivant l'espèce, sa systématique, sa répartition et enfin son écologie.

Le troisième chapitre : concerne le matériel et les méthodes utilisées durant notre étude.

Le quatrième chapitre qui dresse le bilan des résultats obtenus, celui -ci fait l'objet d'une discussion générale.



### **1.1 . Généralités sur la Numidie**

L'immense superficie de 2 381 741 km<sup>2</sup> et la situation stratégique (entre la Méditerranée et le Sahel), ont donné à l'Algérie une très grande richesse paysagère qui se traduit par une grande diversité de climats, de reliefs, de sols et bien sûr de divers types de végétation. Du nord au sud, on distingue des rivages, des garrigues, des forêts méditerranéennes, des steppes arides des hautes plaines et des oasis dans le grand désert.

La Numidie, défini comme l'extrémité du Tell (Marre, 1992 in Nedjah, 2010), et la partie la plus arrosée du pays (dans certaines parties plus de 1000mm de précipitations annuelles) se classe entre l'étage bioclimatique subhumide et l'étage humide d'où la présence de plusieurs types de surfaces aquatiques surtout d'eau douce. Elle se situe dans la bande côtière de la méditerranée. Elle forme l'une des 10 régions regroupant les zones humides les plus importantes de l'Algérie (Samraoui & Samraoui, 2008)

Oued Seybouse devise cette partie géographique en deux grands secteurs : Numidie orientale, comprend les complexes d'Annaba et d'El Kala, et Numidie occidentale, représentée par le complexe de Guerbès-Senhadja et lac Fezara (Samraoui et De Bélair, 1997). Chacun de ces sites, présente des particularités de profondeur, de salinité et de couverture végétale très distinctes et très caractéristiques (Samraoui et De Bélair, 1998). Ce complexe de zones humides est une partie intégrante d'une vaste région de grand intérêt biologique, avec les milieux marins (Bougzellit et *al*, 1977 in Nedjah, 2010) et terrestre (forêt) (Thomas, 1975 in Nedjah 2010).

Le complexe de la région d'Annaba/El-Kala s'étend sur une superficie de 500 Km<sup>2</sup> entre ces deux villes .On compte six zones humides classées sites Ramsar (statut d'importance international accordé aux sites répondant a certains critères écologiques), dont cinq réparties dans la Wilaya d'El Tarf : lac Tonga, lac Oubeira, lac Mellah, Marais de la Mekhada, lac des oiseaux et une dans la Wilaya d'Annaba, lac Fetzara. On compte aussi de nombreux plans d'eau non classés Ramsar mais qui font partie intégrante du complexe humide (parmi lesquels le marais de Bourdim, le Barrage de Chefia, et le lac Bleu).

Dans sa position géographique, il est limité au nord par la mer Méditerranée, à l'est par la frontière algero-tunisienne, à l'ouest par les plaines d'Annaba, et au sud par les monts de la

Medjerda. La mosaïque d'habitats de type forestier, lacustre, et marin qui en résulte, caractéristique remarquable dans la région méditerranéenne, a justifié la création du Parc National d'El-Kala (P.N.E.K) le 23 juillet 1983(décret N°83-462). Territoire de 80 000 hectares érigé dans la Wilaya d'El Tarf, et classé le 17 décembre 1990 Reserve de la Biosphère par l'UNESCO (dans le cadre du programme « Man and Biosphere». Il est le plus grand parc côtier à l'échelle nationale, et le troisième après celui du Tassili dans la Wilaya d'Illizi (100 000 ha), et celui de l'Agghar dans la Wilaya de Tamanrasset (380 000 ha) (Djellali, 2008)

La diversité en milieux naturels, la position originale en méditerranée centrale, et la position au sein d'un Maghreb isolé entre mer et désert en font que c'est aussi l'une des seules plaines de la région méditerranéenne qui reste encore à l'état relique (Djellali, 2008). (Figure.01)

## **1.2. Les zones humides d'El Kala**

Le P.N.E.K présente une diversité peu marquée par la dégradation anthropique. Son originalité faunistiques et floristiques est de plus en plus soulignée par les différentes études qui se sont succédées (De Bélair, 1990).

- **Marécage du Mellah** : le lac Mellah est une lagune de 800h alimentée principalement par trois oueds, oued Bouarroug, O. Mellah, O. Reguibet. Le delta d'O. Bouarroug forme un marécage dont la végétation est dominée par *Juncus maritimus* et *Runuculus haudotii*. (Menai, 2004).
- **Lac Oubeira** : Le Lac Oubeira (36°50'N, 08°23'E) s'étale sur une superficie de 2 600 ha avec une profondeur maximale de 2 m. Le lac est entouré par une ceinture de végétation très diversifiée; sur le bassin versant du plan d'eau nous observons principalement le chêne liège, le peuplier noir, le saule et le frêne ainsi que de petits peuplements de phragmites. Nous observons également une végétation submergée dominée par les potamots *Potamogeton lucens*, *P. pectinatus*, les rubaniers *Sparganium erectum*, les callitriches, la glycérie d'eau, la menthe, les renoncules, les renouées amphibies *Polygonum amphibium* et les scirpes. Cependant, le plan d'eau est réputé pour sa châtaigne d'eau *Trapa natans* qui donne une couleur rouge caractéristique. Ce lac constitue un site d'importance unique en Afrique du Nord pour le Fuligule Morillon et le Canard Chipeau. Il est le siège de nidification pour les

Foulques macroules, Grèbes huppés, grèbes castagneux, et les Canards Colvert. (Kahli 1996).

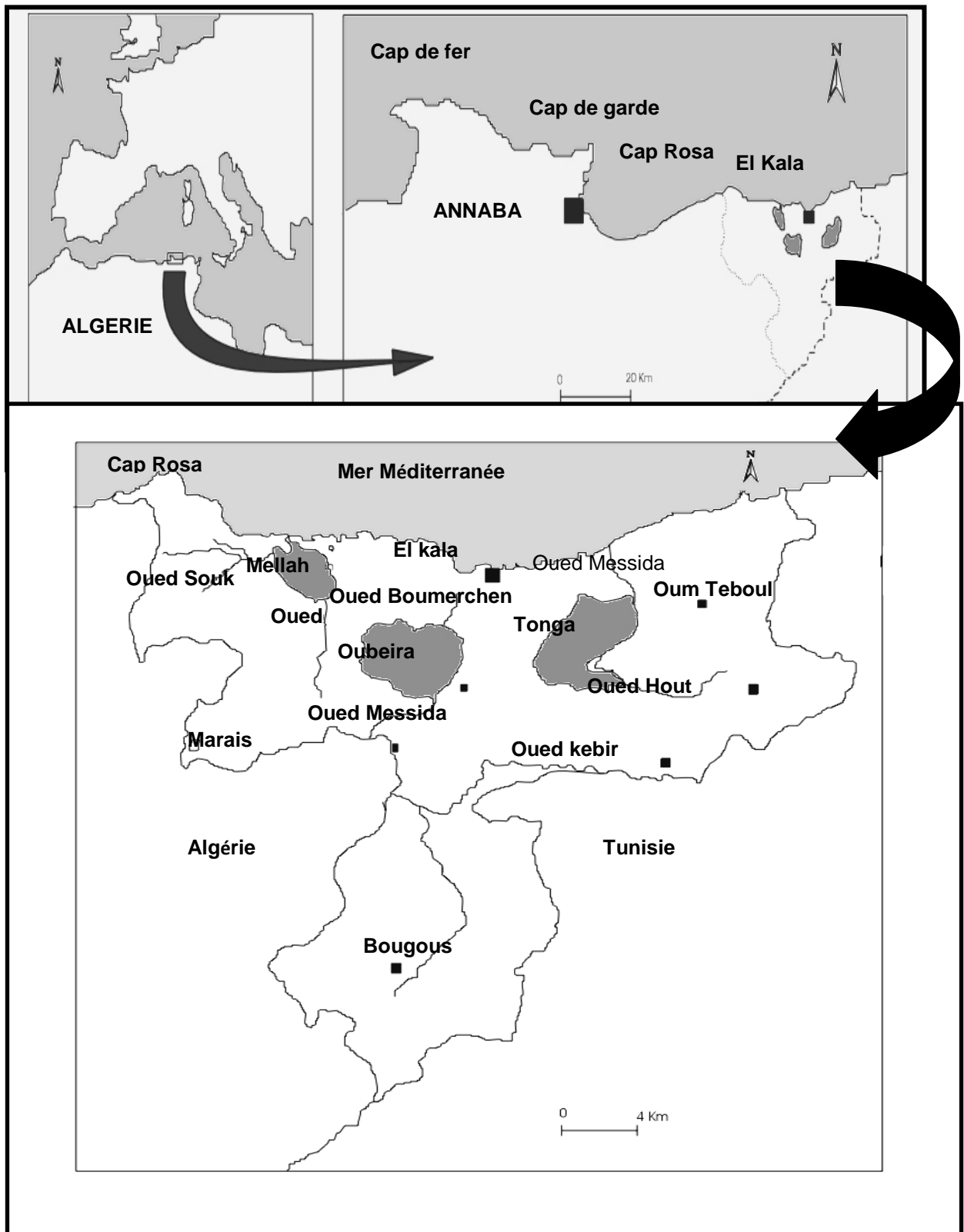


Figure. 01 : Carte présentant le parc national d'El Kala (Djebbari et al, 2009)

Dix espèces de poissons à intérêt économique et écologique ont été répertoriées dans le lac, six allochtones *Ctenopharyngodon idella*, *Hypophthalmichthys molitix*, *Aristichthys nobilis*, *Cyprinus carpio*, *Carassius auratus* et *Gambusia affinis* et quatre autochtones *Barbus callensis*, *Anguilla anguilla*, *Mugil ramada* et *Pseudophoxinus callensis* (Kahli, 1996).

- **Le marais de la Mékhada :** Avec ses 10000 ha, le marais de la Mékhada constitue après le Lac Fetzara (15 000 ha) le deuxième site humide de l'Algérie. Il présente une salinité voisine de 4.6g/l et une profondeur moyenne de 1 m. Cette étendue d'eau caractérisée par ses assèchements annuels entre le mois de juin et le mois de novembre, présente une végétation très diversifiée recouvrant plus de 90% du marais. Le cortège floristique du site est constitué principalement de scirpes (*Scirpus lacustris* et *S. maritimus*), phragmites (*Phragmites australis*), typhas (*Typha angustifolia*), glycéries, myriophylles (*Myriophyllum spicatum*), *Nitella sp*, *Alisma plantago aquatica*, *Zanichellia sp*, *Lemna minor*, *Ranunculus baudotii*. Autour du marais *Cynodon dactylon*, *Paspalum distichum*, *Bellis annua* et *B. repens*. 5000 canards ont été recensés durant l'année 1977 et 8000 durant l'année 1978. (Boumezbeur, 1993).
- **Le marais de Bourdim :** cette étendue d'eau est entièrement encerclée d'une frênaie mélangée avec des aulnes et des saules. Elle s'étale sur une superficie de 25 ha dont la partie centrale est dominée par des nénuphars blancs *Numphaea alba*, de franges de renouées d'eau avec des touradons de laïches. Ce marais est surtout réputé pour sa héronnière à Héron garde bœuf sur les aulnes et les saules (Darmelleh, 1989).
- **Lac bleu :** (36 °54,701N, 8°20E) c'est un étang dunaire d'eau douce de quelques hectares et d'une profondeur de 02 m, il est entouré d'une ceinture de *Phragmites australis* et sa surface est occupée en grande partie de *Nymphaea alba* (Menai, 2004).
- **Lac des oiseaux :** C'est un lac d'eau douce d'une superficie de 120 hectares en période hivernale et 70 en période sèche. Malgré sa taille réduite, il abrite la nidification de nombreuses espèces rares comme l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* et la Talève sultane *Porphyrio porphyrio* et plusieurs odonates. Sa flore est également très riche, pour certaines espèces végétales c'est l'unique station. Le lac des Oiseaux est, de par sa localisation au nord de la route nationale 44, un centre naturel privilégié pour l'éducation Environnementale. (Menai, 2004).

- **Les mares Gauthier** : (36°50,243N.8°20 E) entre le lac Oubeira et le lac Tonga s'étalent un chapelet de mares temporaires avec une diversité mésologique qui se traduit par une richesse floristique et faunistique remarquable (Menai, 2004).

### 1.3. Site d'étude lac Tonga : (36°53'N, 08°31'E).

Le lac Tonga est une importante unité indispensable d'un complexe humide et unique du genre dans le bassin méditerranéen (Bakaria, 2001).

Le Lac Tonga s'étale sur une superficie de 2 700 h. le site a été inscrit à la liste Ramsar des zones humides d'importance internationale en 1982. (Figure .02 et 03)



**Figure. 02 : Image satellite du lac Tonga (Google earth)**





**Figure.03 : Photos du lac Tonga prise le 07/03/2011 par Hadjadji Sana.**

### **1.3.1. Géologie :**

La structure géologique de la région remonte essentiellement au tertiaire, période d'intense activité tectonique les mouvements tectoniques ont engendré des plissements résultants de la fraction des plaques africaines et eurasiennes et ont constitué la chaîne de l'Atlas tellien dont le prolongement final constitue la Kroumirie allant jusqu'à Tunisie (Bakaria, 2001).

Selon Joleaud, l'origine du lac Tonga résulte des mouvements tectoniques du quaternaire. C'est alors une lagune marine. Depuis, un apport terrigène a rehaussé son fond à la cote 5.75 mètre, de sorte que les eaux du lac ne recevant plus d'apport marin perdirent totalement leur salure et devinrent douces (Boumezbeur, 1993).

### **2.3.2. Bassin versant :**

La région du lac Tonga fait partie de l'ensemble structural inférieur. On y trouve une alternance d'ondulations de direction sud-ouest, Nord-est. C'est dans un val que le lac Tonga est installé, ce val est limité au Nord par un flanc d'anticlinal en pendage très fort (Othmani, 2000).

Le réseau hydrographique du bassin versant inclut l'ensemble des cours d'eau drainant le territoire du bassin versant. Il comprend tous les canaux et les ruisseaux pour aboutir au cours d'eau principal appelé dans notre cas Oued.

Le bassin versant du lac Tonga présente deux cours d'eau majeurs qui coulent toute l'année (Oued El Hout, long de 14 km, et Oued El Eurg qui fait 10 km de longueur), donc deux sous bassins versants.

-Celui d'Oued El Eurg qui naît en amont de l'amorce de l'ouverture de la plaine d'Oum Teboul à partir du point de confluence entre Chaabet Dridir et Oued Dridra au pied de Djebel Djibil (97 m). Les branches amont des deux cours d'eau s'étalent en un réseau réparti sur toute la paroi du versant. Les extrémités de ces deux branches coulent en parallèle, jusqu'au point 130 m à partir duquel elles contournent, chacun de son côté le petit massif de Djebel Djibil qui termine la ligne de crête avant de converger à son pied pour former Oued El Eurg qui a pu construire le cône de déjection qui est la plaine d'Oum Teboul.

-Celui d'Oued El Hout qui naît en amont de la plaine d'El Aïoun, au niveau du col qui le sépare d'Oued Djenane qui coule en sens inverse vers la Tunisie.



À l'inverse d'Oued El Eurg, qui naît de la confluence de deux importantes branches en amont, le cours d'eau principal d'Oued El Hout trace son lit dès son départ du col qui se sépare d'Oued Djenane; le lit d'Oued El Hout coule dans la zone comprise entre la terminaison Nord du Djebel Oum Skek et la ligne de crête formée par la limite Nord de son sous bassin versant. Son point de départ atteint la vallée formée par Djebel Kourima et le versant Nord de Djebel Oum Skek.

L'alimentation d'Oued El Hout, tout au long de son parcours, s'effectue par des talwegs sur ses rives Sud et Nord. Mais les talwegs de sa rive Nord sont les plus longs en raison de sa position excentrée vers le Sud qui se traduit par des versants plus longs, contrairement aux versants de sa rive Sud.

Néanmoins, le réseau hydrographique amont d'Oued El Hout, qui occupe le tiers restant du versant de Djebel Addeda (Djebel Edmen à Djebel Kourima), le versant de son point de départ et la terminaison des versants Nord de Djebel Oum Skek, est assez suffisant pour qu'il puisse édifier en aval le cône de déjection qui forme la plaine d'Oued El Hout par un dépôt de 23 d'alluvions important. Avant son entrée dans la plaine, Oued El Hout a un cours excentré : son lit est plus proche de la limite Sud de son bassin versant, ce qui explique la densité de ses affluents sur la rive nord.

La régularité de l'allure d'Oued El Hout est illustrée par l'allure de son bassin versant, qui, légèrement évasé en amont, prend une allure rectangulaire.

Les deux oueds ont eu la capacité d'édifier des deltas grâce à un écoulement torrentiel en amont dû au développement de leurs sous bassins versants. Tandis que le reste du pourtour du lac Tonga est raviné par un réseau non hiérarchisé.

Les zones situées au Nord et au Sud du lac présentent des talwegs qui ravinent les versants de faibles ampleurs et débouchent séparément sur le lac. Il n'y a pas de construction de deltas.

Le caractère fermé du lac Tonga lui confère un fonctionnement à écoulement exoréique en présence du chenal artificiel de la Messida. (Raachi, 2007) Figure.04, Figure.05.

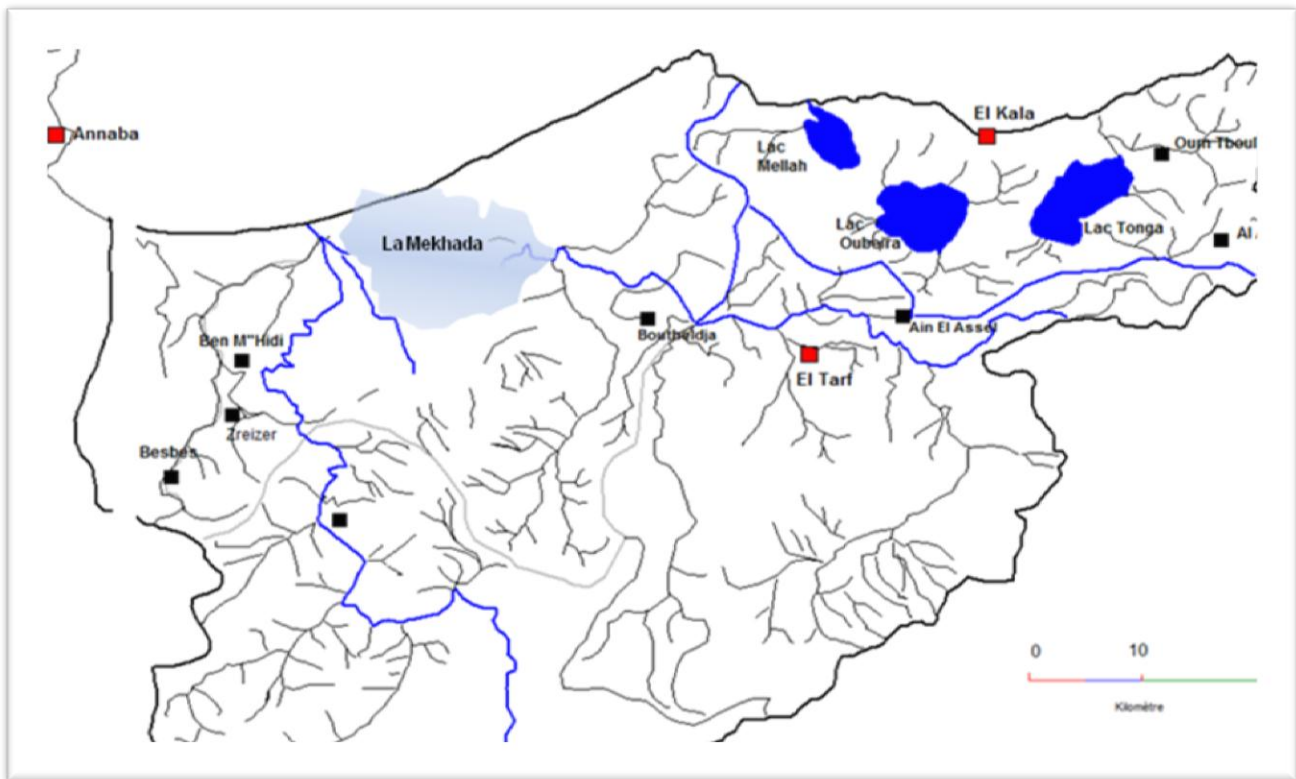


Figure. 04: Carte présente les réseaux hydriques du parc national d'El Kala (Nedjah, 2010)

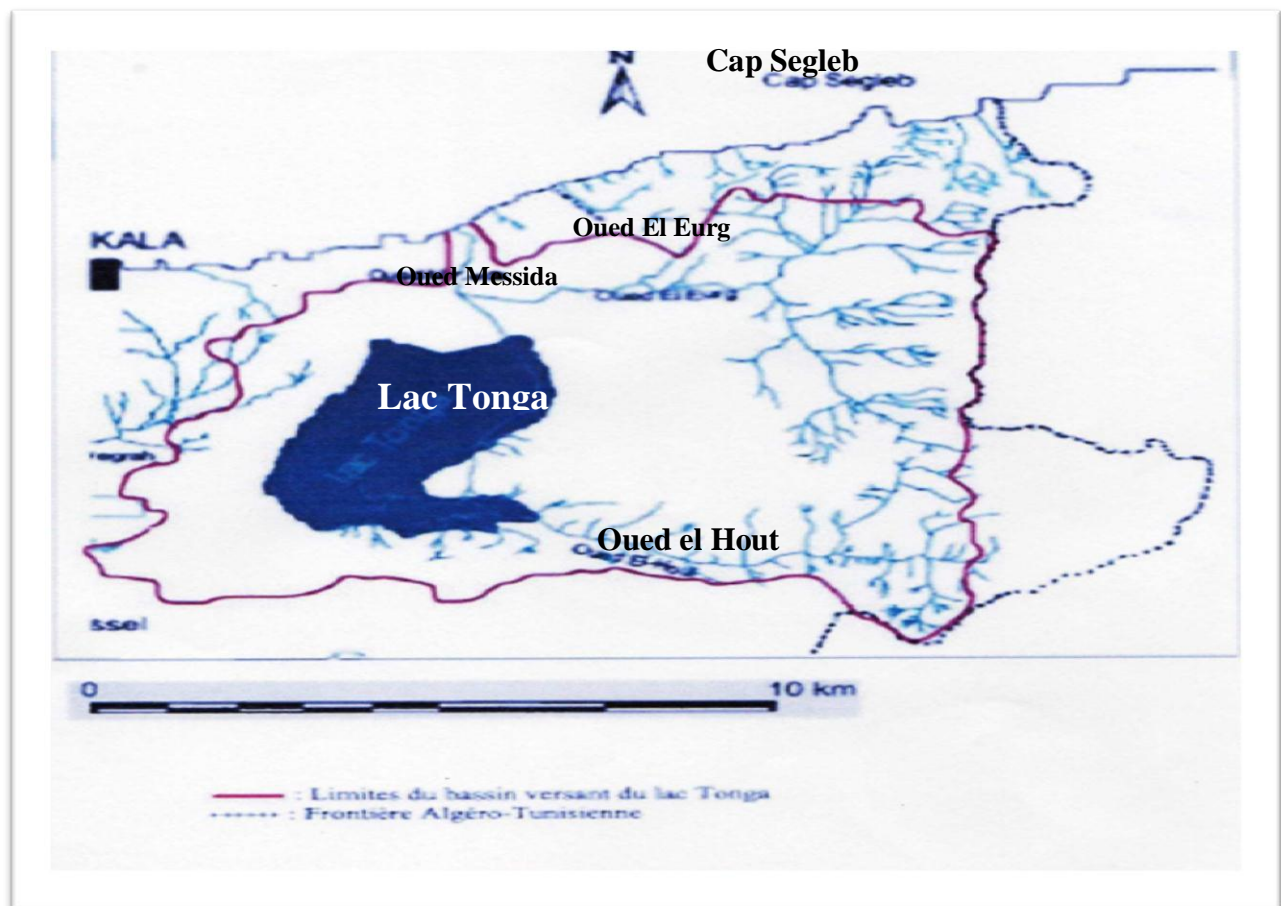


Figure. 05 : Carte du réseau hydrographique de la région d'étude Source : LANDSCAP AMENAGEMENT, 1998 in Raachi 2007.

### **1.3.3. Le cadre climatique :**

Le climat est certainement un facteur du milieu très important. Il a une influence directe sur la faune et la flore. Un climat méditerranéen de la région caractérisé par une pluviométrie abondante pendant la saison humide et les mois froids et par une sécheresse pendant l'été (Samraoui et De Belair, 1998).

#### **La température**

La température dépend de l'altitude, de la distance du littoral et de la topographie (Touati, 2008). Les mois les plus froids sont janvier et février pour la région d'El Kala alors que septembre et octobre constituent les mois les plus chauds durant la période d'étude.

#### **La pluviométrie**

Les précipitations sont régulées par trois autres facteurs : l'altitude, la longitude et la distance à la mer (Touati, 2008).

Le mois d'octobre est le mois le plus arrosé pour El Kala durant la période d'étude.

#### **L'humidité**

La forte humidité de la région est causée par la forte évaporation de nombreuses zones humides et la proximité de la mer (Touati, 2008). La valeur minimale est observée le mois de mars pour la région d'EL Kala. La valeur maximale est observée au mois d'octobre durant la période d'étude.

#### **Les vents**

Les vents du Nord-ouest sont prédominants, surtout en hiver, et leur stabilité depuis le quaternaire est attestée par l'orientation des dunes dans toute la Numidie (Samraoui et De Bélair, 1998).

**Tableau. N°01 : Valeurs météorologiques de la région d'El Kala. (mai 2010, avril.2011)**

	Précipitations moyennes (mm)	Température (°C)			Humidité moyenne (%)	Fréquence moyenne de vents (km/h)
		Moy	Max	Min		
Septembre	40.13	24	28.3	18	78.8	19.1
Octobre	141.73	21.5	25.1	15.1	81	26.8
Novembre	98.56	16.6	20.5	10.9	79.5	22.3
Décembre	52.33	14.6	18.6	9.2	77.6	18.8
Janvier	82.56	12.7	16.3	7.3	79.3	16.9
Fevrier	104.92	12.6	15.9	6.7	79.3	24.1
Mars	73.65	14.5	18.2	8.5	75.9	14.8

Source. Station météorologique d'El Kala.2011.

### 3.4 Bioclimatologie :

#### Climagramme d'Emberger :

En 1955, Emberger a classé les climats méditerranéens en faisant intervenir deux facteurs essentiels : les précipitations et la température.

$$Q = \frac{p \ 1000}{[M+m] \ 1/2 \times [M-m]}$$

Q = quotient pluviométrique

P = précipitations moyennes annuelles

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

m = température des minima du mois le plus froid.

Le quotient pluviométrique de la région d'El Kala Q= 81.68.

La Numidie est localisée dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver chaud (Figure.06).

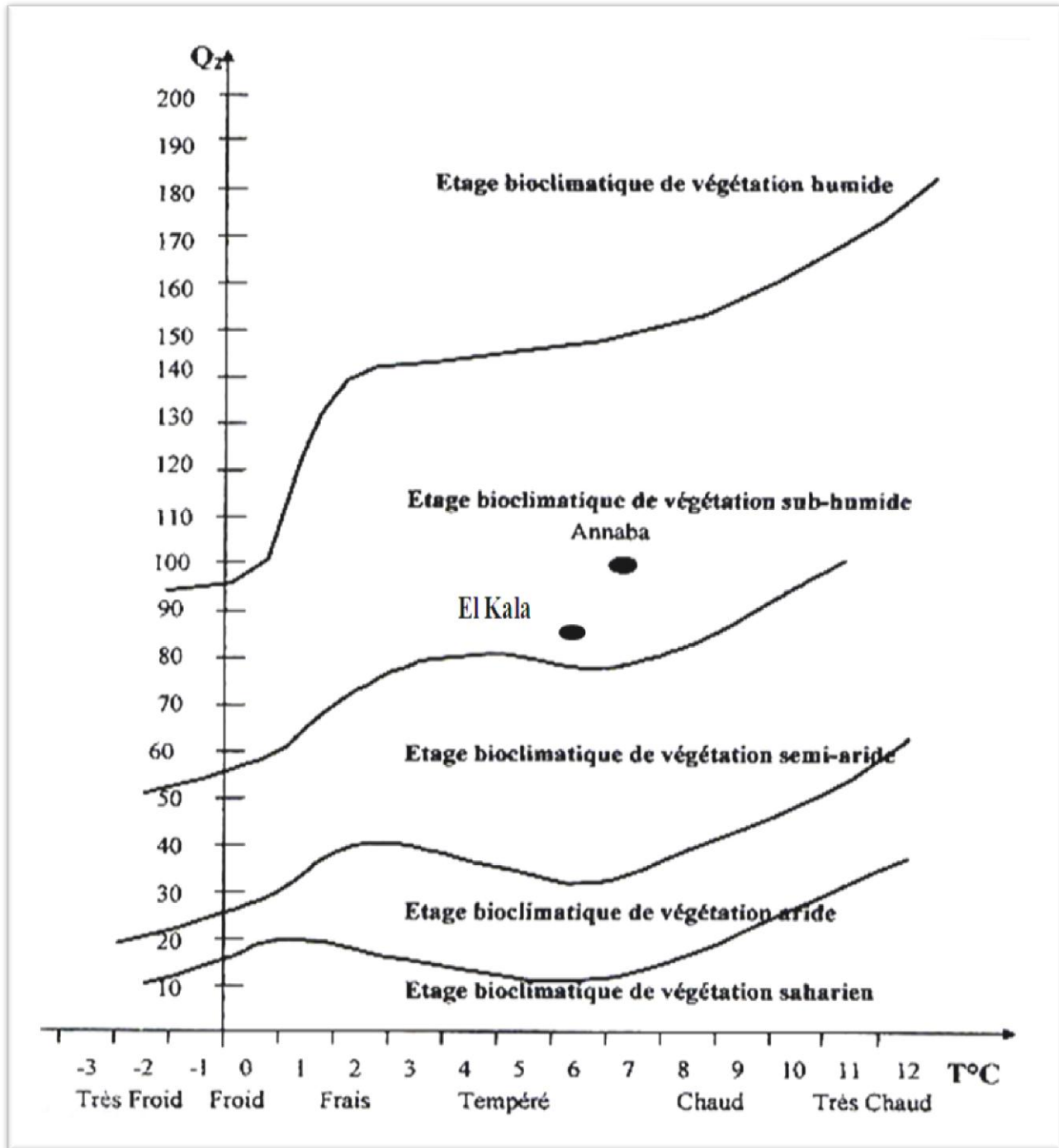


Figure. 06: Situation de la région d'El Kala dans le climagramme d'Emberger (Touati, 2008)

### Diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gaussen :

Pour l'élaboration du diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gaussen (1957), nous avons tenu compte des données climatiques bien précises qui sont les précipitations annuelles et les températures moyennes étalées sur plusieurs années. Le but est de déterminer la période sèche et la période humide. Les courbes ombro-thermiques (Figure.07) ainsi établies, nous ont permis de visualiser deux saisons distinctes :

Une saison sèche de mai à septembre

Une saison humide d'octobre à avril (Figure.07).

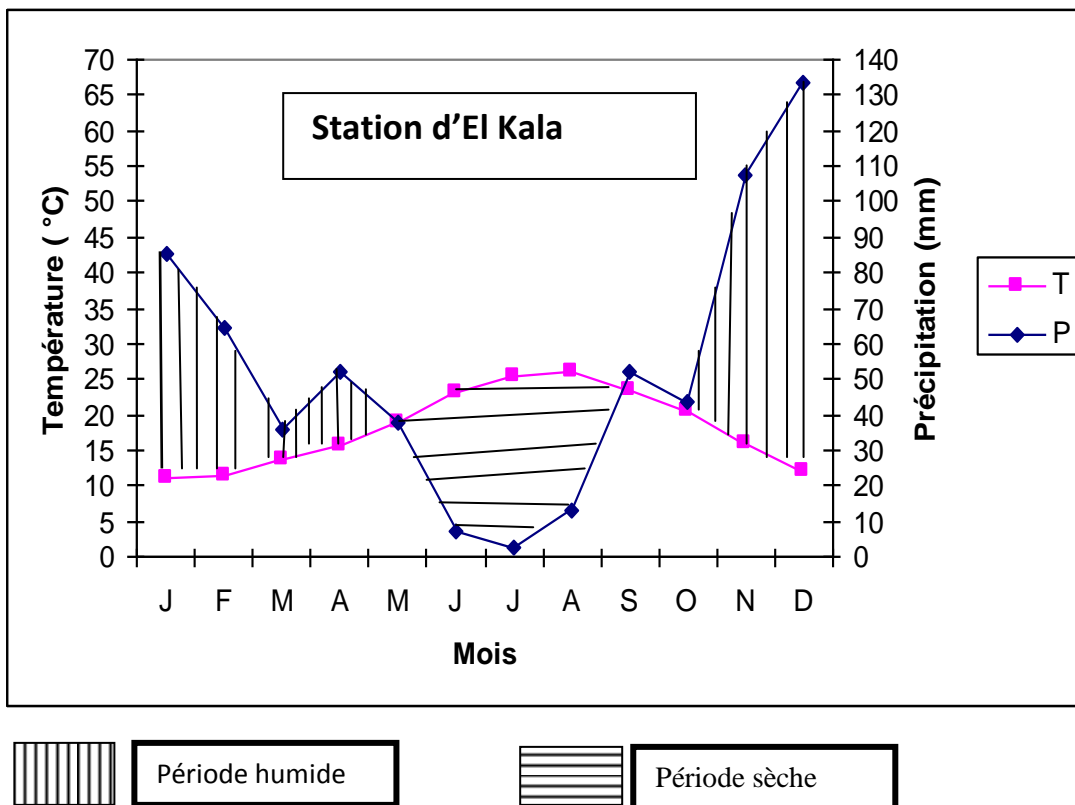


Figure.07 : Diagramme ombro-thermique de la région de la Numidie (Touati, 2008)

### **3.5. Le cadre floristique :**

La surface du lac est recouverte 90% d'une végétation émergente, on y recense 82 espèces dont 32 sont classées d'assez rares à très rares. Néanmoins cette végétation tend à démontrer son état d'eutrophie avancée favorisé sans doute par un atterrissement optimum. Au nord du lac se trouve une Aulnaie de 57 hectares dont le climat quasi tropical est particulièrement favorable au Cyprès chauve *Taxodium distichum*, à l'Aulne glutineux *Alnus glutinosa*, à l'Orme champêtre *Ulmus minor*, et à l'Acacia à bois noir *Acacia melanoxylon*. Les terres alluviales sont presque totalement utilisées pour l'agriculture, particulièrement au niveau des estuaires d'Oued El Hout et l'Oued El Eurg (Kadid 1989 in Boumezbeur 1993)

Il existe 6 unités de végétation au niveau du lac Tonga. En premier lieu, la zone des associations flottantes et immergées, ou Potamais, assez uniformément répartie sur le lac et constitue certainement la formation végétale la plus abondante du lac Tonga. C'est le milieu fréquenté par des espèces centrales : le canard colvert *Anas platyrhynchos*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, l'Erismaure à tête blanche *Oxyura leucocephala*, la Foulque macroule *Fulica atra*, la Poule d'eau *Gallinula chloropus*, la Talève sultane *Porphyrio porphyrio*, le Grèbe huppé *Podiceps cristatus* et le Grèbe castagneux *Tachybaptus reficollis*. En deuxième lieu l'immense phragmite, pauvre en espèces végétales elle tient le rôle d'abri pour des espèces plus spécialisées, est riche en espèces nidificatrices et d'importance limitée en tant que milieu nourricier. Dans les parties les plus denses, seules la Poule d'eau et le Rale d'eau semblent parfaitement adaptés à ce milieu. Les prairies constituent la troisième association végétale occupée principalement par la Filiaire à feuilles étroites *Paspalum distichum*, plante régulièrement broutée par le bétail. Enfin il y a la saulaie humide constituée d'énormes îlots flottants, et les cultures, qui occupent les rives de la berge occidentales en se prolongeant jusqu'au sud pour rejoindre le Delta de Oued El Hout. La chênaie recouvre les parties orientales et sud du bassin versant, elle joue un rôle important contre l'érosion et détermine en partie la vitesse d'atterrissement du lac Tonga (Leberton 1964 ; 1979 et Tournier 1979 in Djellali, 2008).

Dans le plan d'eau, (la partie occidentale et centrale du lac) se situe la zone des associations immergées qui est essentiellement formée de Potamots : *Potamogeton mehoideis* et *Potamogeton lucens* et ils sont associés par Myriophylles *Myriophyllum spicatum*, *Myriophyllum verticillatum*, nous constatons des formations émergentes de *Scirpus lacustris* (Figure.08, b), *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Iris pseudoacorus*, (Figure.08.c) *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* (Figure.08, a). (Abbaci 1998). (Figure.09)



**Figure.08 : Différentes strates de végétation au lac Tonga**

**A) Strate de *Nymphaea alba* B) Strate d'*Iris pseudoacorus* C) Strate de *Scirpus lacustris*.  
Photos prises le 15/04/2010 par Hadjadji Sana**



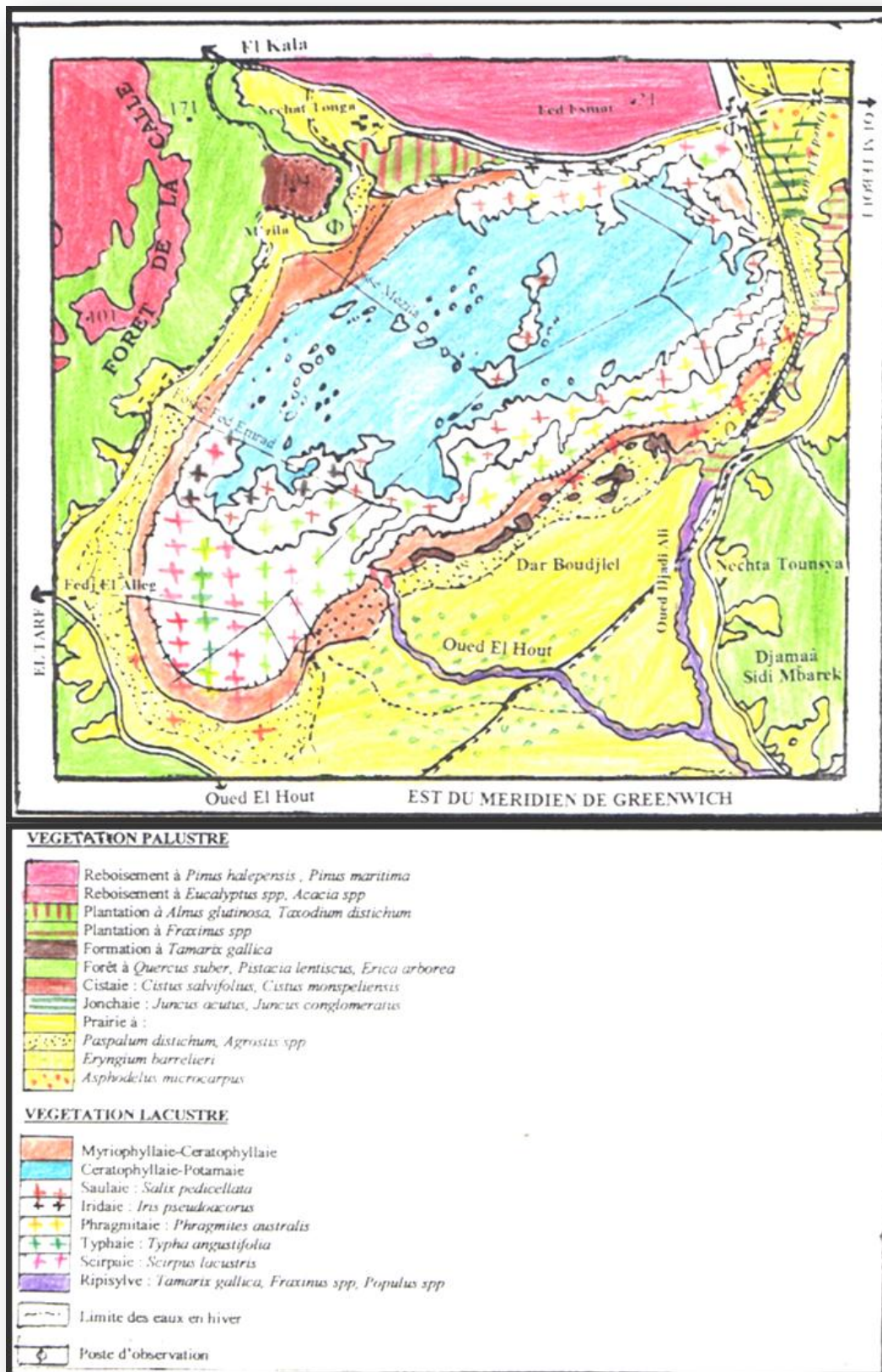


Figure.09 : Carte de répartition de végétation du lac Tonga (Abbaci, 1998).

### **3.6. Cadre faunistique :**

Le lac Tonga, par sa superficie de 2500 ha est le lieu propice pour de nombreuses espèces d'oiseaux. Particulièrement, c'est un site d'hivernage et de stationnement d'un certain nombre d'Anatidae (les canards de surface surtout) et d'Ardeidae (Héron cendré, grande aigrette, Héron garde bœuf,...), aussi des limicole, mais avec des faible abondance, et ainsi un site de reproduction pour les espèces de Podicipédidés : Grèbe castagneux *Podiceps ruficollis*, Grèbe huppé *Podiceps cristatus*, d'Ardeidés : Blongios nain *Ixobrychus minutus*, Bihoreau gris *Nycticorax nycticorax*, Crabier chevelu *Areola ralloides*, Aigrette garzette *Egretta garzetta*, Héron pourpré *Ardea purpurea* et d'anatidés : Canard colvert *Anas platyrhynchos*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* et l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, de rapaces : Busard des roseaux *Circus aeruginosus*, et de la famille des Rallidés : la Poule d'eau *Gallinula chloropus*, la Poule sultane *Porphyrio porphyri*, la Foulque macroule *Fulica atra*, et aussi de Stérninés la guifette moustac *Chlidonia hybridus* (Samraoui & Samraoui, 2008).

### **3.7. Aspect socioéconomique du lac :**

Les activités des habitants de cette région sont peu diversifiées, ils pratiquent l'agriculture, l'élevage de bétails et le pâturage.

On trouve aussi des activités en relation directe avec le plan d'eau notamment chasse (observation personnelle), le braconnage et la pêche.

Dans le cas de l'agriculture, elle est traditionnelle et familiale, les rendements sont faibles.

Les prairies et le forêt entourant le lac sont des zones de pâturage appréciées par les bovins.

Parmi les gibiers d'eau les plus recherchés, on trouve les oies et les canards dont la chair est considérée comme la plus savoureuse. (Abbaci, 1998)

Les foulques sont des bons bioindicateurs : le concept de bioindicateurs est basé sur l'hypothèse selon laquelle un organisme peut seulement par sa présence ou absence fournir des informations sur l'état d'altération d'un milieu.

Les oiseaux sont très sensibles et réagissent aux différentes modifications de l'environnement. Ils sont qualifiés en tant que bio indicateurs pour les raisons suivantes : L'homéothermie, le métabolisme très élevé et la complexité de leur comportement impliquent une forte dépendance de la population d'oiseaux de certains facteurs de l'environnement.

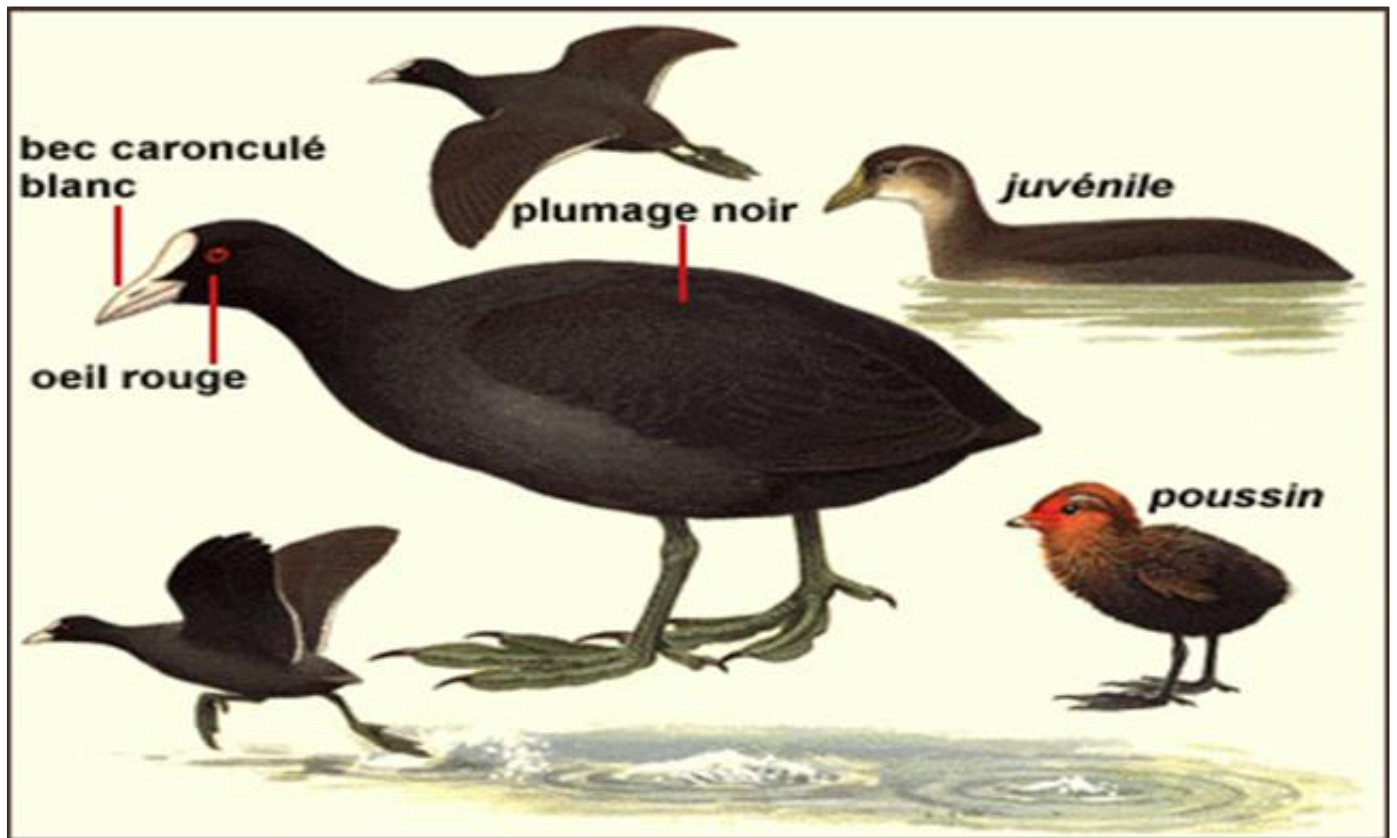
Aux différents écosystèmes, la position de la plupart des oiseaux est bien définie, par conséquent, les variations du nombre des oiseaux ou de leur diversité permettent de tirer des conclusions sur l'état de l'environnement.

Il est relativement facile de trouver, identifier et compter les oiseaux ainsi le changement de la taille et la diversité des populations peut être utilisée pour analyser l'état du milieu.

L'avifaune aquatique telle que les foulques sont particulièrement utiles comme bio indicateur en raison de leur large distribution, l'identification et le comptage relativement facile à l'automne et en hiver, leur importance comme une partie principale à la structure des écosystèmes aquatiques. (Rutschke, 1987)

### **2.1. Description et morphologie:**

La longueur de la Foulque macroule est de 36-38 cm (Cramp et Simmons, 1980), son poids atteint 600g chez le mâle et 800g chez les femelles (Samraoui, 2005). Elle ressemble à un canard ardoisé avec une tête et cou noirâtre et une queue courte. Le bec court s'étend vers le front par un ovale plaque osseuse appelé « bouclier frontal ». Les yeux sont rouges chez les adultes et bruns chez les juvéniles (Perrins, 2003). Une fine bande blanche, visible en vol, orne les ailes (Sterry, 2004). L'envergure des ailes est d'environ 70-80 cm (Cramp et Simmons, 1980). Les pattes sont recouvertes d'écailles vert jaunâtres (Schifferli, 1970). Les pattes possèdent de longs doigts sombres, verdâtres et lobés ce qui lui permet de mieux nager (Gill, 1995) et/ou fuir un prédateur potentiel (Samraoui, 2005). Les deux sexes sont semblables, sans variation saisonnière (Cramp et Simmons, 1980 ; Peterson, 1980). (Figure.10).



**Fig. 10: Photographie d'une Foulque macroule (*Fulica atra*).**

[1]

## 2.2. Systématique de la Foulque macroule :

Les Gruiformes impliquent des oiseaux à la fois terrestres et aquatiques ; cet ordre regroupe 11 familles parmi lesquelles on trouve les Rallidés (Del Hoyo et al., 1996). Celle-ci est la plus grande famille comprenant 147 espèces et c'est une famille cosmopolite de râles, gallinules et Foulques (Samraoui, 2005).

	Name
Règne	Animalia
Sous règne	Eumetazoa
dé vision	Chordata
Sous dé vision	Vertebrata
Super classe	Gnathostomata
Classe	Aves
Sous-classe	Passerae
Superordre	Ciconiimorphae
Ordre	Gruiformes
Sous-ordre	Ralli
Super famille	Ralloidea
Famille	Rallidae
Genre	<i>Fulica</i>
<b>Espèce</b>	<b><i>atra</i></b>

## 2.3. Habitat :

La Foulque macroule fréquente largement les grands plans d'eau, les rivières, les réservoirs, les barrages, les bassins, les canaux, les canaux de drainage, terres inondées et les lacs du parc urbain et même les eaux côtières paisibles de la mer. Elle évite les petits réservoirs, les étangs et les ruisseaux mais n'hésite pas de pâturer loin de l'eau surtout en grands troupeaux (Cramp et Simmons, 1980 ; Sterry, 2004).

Elle préfère également les eaux douces d'une profondeur suffisante à la plongée pour atteindre la végétation submergée, ou celles qui sont riches en roseaux épais ou la végétation des rives (Harisson, 1982).



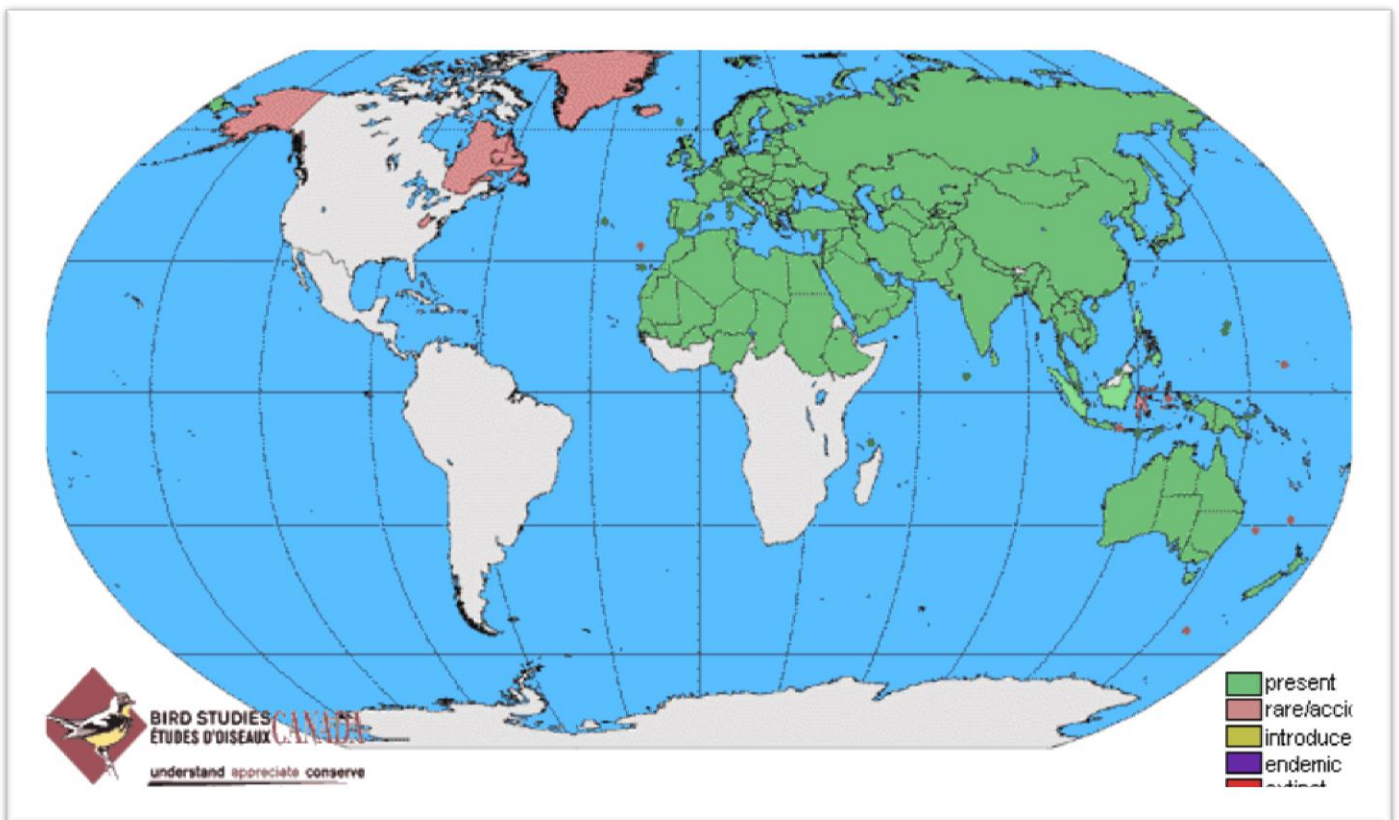
#### 2.4. Distribution :

Les espèces les plus abondantes des Rallidées à l'ouest de la Paléarctique sont le Râle d'eau (*Rallus aquaticus*), la Poule d'eau (*Gallinula chloropus*), la Poule sultane (*Porphyrio porphyrio*) et la Foulque macroule (*Fulica atra*) (Haouem, 2003).

La Foulque macroule vit dans des zones plus étranges que l'Europe, tel que le sud de l'Asie, l'Australie et la Nouvelle-Zélande et en Afrique du nord (Harrison, 1982 ; Sterry, 2004) (Fig. 11).

Au contraire de la Foulque macroule qui a une large distribution à travers le monde, la Foulque à crête (*Fulica cristata*) ne pouvait être observée que au sud de l'Espagne, le nord-ouest du Maroc et en Afrique du sud (Cramp et Simmons, 1980 ; Harisson, 1982) et au ouest de l'Algérie (Samraoui et al 2011). Cette espèce peut être une forme qui n'a pas pu coloniser l'Europe occidentale après la glaciation où la Foulque macroule la remplacée dans la plupart des régions (Delany et Scott, 2006).

En Algérie, la famille des Rallidées comprend le Râle d'eau (*Rallus aquaticus*), le Râle des genets (*Crex crex*), la Poule d'eau (*Gallinula chloropus*), la Poule sultane (*Porphyrio porphyrio*) et la Foulque macroule (*Fulica atra*) (Ledant, 1981 ; Isenmann et Moali, 2000). Et la Foulque à crête *Fulica cristata* (Samraoui, et al 2011)



**Figure.11 : La répartition de la Foulque macroule à travers le monde.**

### **2.5. L'alimentation :**

On peut diviser les oiseaux en trois catégories (zoophages, herbivores, granivores).

Les herbivores, parmi lesquels la Foulque macroule se nourrissent principalement d'algues et de parties végétatives (tiges, feuilles), et de plantes aquatiques flottantes ou immergées.

Les granivores se nourrissent de grains tombés dans l'eau profonde, les zoophages se nourrissent d'invertébrés et de plancton (Tamisier et Dehorter, 1999).

Les foulques sont des espèces diurnes, s'alimentent principalement le jour et dorment la nuit sur le même site (Allouche, 1988 ; Tamisier et Dehorter, 1999). Elles sont essentiellement herbivores, leur régime alimentaire peut comporter des insectes et des mollusques par conséquent les foulques peuvent être considérés comme omnivores (Allouche, 1988).

### **2.6. L'écologie de la Foulque macroule :**

La Foulque macroule est une espèce commune en Numidie (Samraoui et de Belair, 1997) grégaire en hiver, formant des radeaux. Ce caractère sociale n'est pas observé pendant la période de reproduction où les délimitations des territoires donnent lieu à des combats acharnés, auxquels se mêlent également les femelles (Fjeldsa, 1977). Une fois le couple formé et le territoire acquis, commence la construction du nid. En générale, c'est le male qui collecte le matériel nécessaire et c'est aussi lui qui le construit. Le matériel utilisé est collecté autour du nid qui est constitué de feuilles de roseaux ou des phragmites.

Les nids flottent sur l'eau ou sont amarrés aux plantes, pour qu'ils ne soient pas emportés lors des tempêtes. En plus des nids, les foulques construisent des plateformes d'environ 1 mètre de long qui permettent à l'un des parents de se reposer lorsqu'il n'incube pas et servira plus tard aux jeunes.

La ponte débute au mois de mars mais la majorité des pontes se fait au mois d'avril. En général, chaque ponte comporte de 7-8 œufs, exceptionnellement, elle peut atteindre 15 œufs (Cramp et Simmons, 1980).

### **2.7. La saison de la reproduction :**

Le début de la saison reproductive de la Foulque macroule varie d'une région à une autre. En Europe centrale, le premier œuf était signalé en premier mars (Havlin, 1970). En Grande-Bretagne, Sage (1969) a montré que les œufs ont été trouvés en deuxième semaine de mars. D'autres chercheurs (Bezzel, 1970 ; Havlin, 1970 ; Blum, 1973 ; Gasby, 1978 et Jortay, 2002) ont montré que la Foulque macroule commence à pondre au début d'avril en Europe. En Algérie, Etchecopar et Hue (1964) et Rizi et *al.*, (1999) ont avancé que le début de la ponte à la fin d'avril et au mois de mai était typique des foulques nord-africaines qui

se reproduisaient ainsi après leurs congénères européens. Les données de Samraoui, et Samraoui, 2007 contredisent ces affirmations (qui montrent de larges fluctuations et qui semblent basées sur des données peu représentatives) et indiquent un début des pontes initié au début du mois de mars dans les zones humides côtières (Samraoui comm pers) et variable selon les années et s'étend de mi-mars au mi-mai dans les Hautes plaines du Constantinois (Baaziz, 2008).

Les premières foulques qui se reproduisent sont avantageuses, parce qu'elles occupent les meilleurs territoires et ceux qui sont arrivées en retard probablement risquent d'une faible contribution à la nouvelle génération. Par conséquent, le comportement territorial pourrait accentuer les différences individuelles en aptitude à la reproduction, d'ailleurs le taux de ponte est corrélé avec l'augmentation de température (Fjeldsa, 1973).

### **2.8. Le parasitisme conspécifique des pontes (C.B.P) :**

Le C.B.P. est largement répandu au sein des populations d'oiseaux d'eau et le phénomène a été étudié chez la Foulque américaine *Fulica americana* et chez la Foulque à crête *Fulica cristata* .et qualifié et confirmé en Algérie dans les hauts plateaux sur la Foulque macroule *Fulica atra* (Samraoui et Samraoui, 2007 ; Baaziz, 2008))

Les études théoriques prédisent que la densité de nids est un facteur écologique potentiellement important qui module l'opportunité de C.B.P. car les probabilités de localisation des nids augmentent à mesure que la densité de nids s'élève. Une autre hypothèse non exclusive qui minimise l'investissement parental considère le parasitisme conspécifique comme orienté contre une forte prédation en diluant le risque pour les œufs et les poussins. La réponse de l'hôte peut se décliner sous différentes tactiques pour minimiser le coût de fitness dû au C.B.P. (Samraoui, 2005)

### **2.9. La stratégie d'hivernage :**

L'étude de la distribution et l'évolution des différents comportements manifestés par les oiseaux d'eau durant l'hiver, a mis en services plusieurs méthodes d'observation (Tamisier, 1972 ; Altmann, 1974 ; Baldassare et al., 1988). Des observations continues ont été réalisées sur des groupes des oiseaux. Les données numériques ont été converties en données temporelles pour obtenir le temps moyen alloué aux différentes activités ce qu'on appelle un budget de temps. (Figure. 12). L'analyse de ces budgets de temps en Camargue (France) a montré l'existence d'un « *species effect* » qui caractérise chaque groupe. Les espèces granivores s'alimentent surtout la nuit alors que les herbivores se nourrissent toute la nuit et une partie de la journée probablement en raison de la faible valeur énergétique d'alimentation (Campredon, 1982 ; Allouche, 1988)





**Figure. 12 : Quelques comportements de la Foulque macroule.**

**A : Vol**

**B : Comportement antagoniste**

**C : Toilette**

**D : Marche**

**E : Repos**

Les espèces zoophages qui ont un régime alimentaire riche en protéine passent moins de temps en alimentation.

Les études menées en Camargue sur la sarcelle d'hiver (*Anas crecca*) (Tamisier, 1974), le canard siffleur (*Anas penelope*) (Campredon, 1982), et le canard chipeau (*Anas strepera*) (Allouche, 1988) ont montré l'existence d'un «*Month effect*» au sein de l'hiver. Ce dernier permis d'identifier trois phases d'hiver pour les canards qui sont :

- **Phase récupération et de croissance** : au cours de cette première phase, les oiseux arrivent en leurs sites d'hivernages. Ils sont constitués d'une majorité de jeunes individus, nés quelques mois plus tôt et tous viennent d'effectuer une longue migration de plusieurs milliers de Km, surtout pour les sarcelles d'hiver et les siffleurs. Le vol migratoire a occasionné une dépense énergétique très importante et les oiseaux sont affaiblis (peu de réserves). Leur masse corporelle est faible, à plus forte raison chez les jeunes oiseaux qui sont en pleine croissance. Face à ces contraintes, la réponse des oiseux est de s'alimenter beaucoup pour récupérer l'énergie dépensée et pour assurer leur croissance. Les durées quotidiennes d'alimentation sont très longues. A cette période du cycle hivernal, les ressources alimentaires sont les plus abondantes et les niveaux d'eau relativement bas, ceci facilite l'accès à l'alimentation ( Tamisier et Dehorter, 1999).
  
- **Phase de formation de couple** : Au bout de 2 à 3 mois, les oiseaux ont récupéré l'énergie perdue et les jeunes ont pratiquement atteint la taille et la masse des adultes. Les températures sont encore modérées bien qu'inférieures au seuil critique de neutralité thermique pour toutes les espèces. L'absence de glace garantit un accès continu aux ressources alimentaires. La durée de l'alimentation des canards est réduite chaque jour de plusieurs heures par rapport à la période précédente, les durées de sommeil et de toilette sont identiques ou plus faibles. Le temps libre ainsi dégagé est occupé par des activités de nage et par les parades nuptiales qui peuvent durer jusqu'à plus de 4 heures. Ces activités sont coûteuses en énergie mais les conditions extérieures sont favorables. Les durées d'alimentation, bien que réduites, sont assez longues pour permettre la poursuite du stockage de réserves énergétiques (augmentation progressive des masses corporelles). A la fin de cette période qui se situe vers la fin de décembre, 70 à 90% des oiseaux sont appariés (Tamisier et Dehorter, 1999).

- **Phase de stockage des réserves énergétiques :** les canards doivent faire face à des contraintes nouvelles. Les conditions climatiques sont les plus dures (janvier, février) avec la formation fréquente de glace la nuit sur les gagnages, d'où des difficultés d'alimentation importantes et une forte probabilité de vague de froid.

Les oiseaux doivent stocker des réserves pour le vol migratoire et la production de jeunes.

La réponse donnée par les oiseaux à ces contraintes est une augmentation considérable de leur métabolisme qui se traduit par un rallongement de la durée quotidienne d'alimentation. Cette situation intervient alors que les ressources alimentaires sont moins abondantes qu'à tout autre moment de l'hiver et plutôt moins accessibles à cause du rehaussement des niveaux d'eau jusqu'en février. (Tamisier, 1985 ; Tamisier et Dehorter, 1999).

#### **2.10. Etymologie :**

Le nom de la Foulque macroule *Fulica atra* a pour origine le grec phalaris et le latin *Fulica* (Foulque), oiseau de mer (Pline) qui a donné le terme Folago et l'espagnol Focha. Foulque et Focha signifiaient plonger en allant au fond, ce qui est une caractéristique de la Foulque macroule. *Fulica* a peut être un lien de parenté avec *fuligo* (suie), le noir de la suie. *Phalos* dont dérive phalaris veut dire blanc, une allusion probable à la tache blanche au front. Il est intéressant de noter que le nom de la Foulque macroule « Ghor » (calotte blanche) dans l'Est Algérien, fait également référence à la tache blanche du front. *Atra* provient du latin *ater, atra* (sombre, noir) allusion à la couleur du plumage de la Foulque macroule. (Samraoui, 2005)

**Matériel :**

Télescope Optolyth (20×60).

Carnet de notes.

Camera digital Canon A700.

Profondimètre.

Guide des oiseaux (Heinzel).

Marqueur permanent.

Des fiches techniques.

Des bottes.

**3.2. Méthodes du travail :**

**3.2.1. Dénombrement des adultes :**

Le biologiste doit parvenir à une estimation quantitative des populations qu'il étudie et pour répondre à cette demande, des techniques d'approche quantitatives des populations animales ont donné lieu à de très nombreuses recherches théoriques et pratiques (Tamisier et Dehorter, 1999).

Le choix d'une méthode de dénombrement dépend essentiellement de la taille du site et de la population à dénombrer.

Nous avons deux grandes approches pour le dénombrement des oiseaux.

Dans le premier cas, la population est estimée grâce à un échantillonnage : seulement une partie de la population fait l'objet de l'estimation. Cet échantillon, sélectionné en fonction de règle statistique précise, et dit représentatif de l'ensemble de la population.

Dans le second cas, le dénombrement est dit exhaustif car on considère que la population est estimée directement dans sa valeur absolue (tous les individus sont comptés). C'est la solution que l'on retiendra quand le dénombrement porte sur des espèces diurnes facilement détectables, quand il s'applique à un espace géographique relativement limité et que tous les sites utilisés par la ou les espèces à dénombrer sont visités (Tamisier et Dehorter, 1999).

### **3.2.2. Rythme d'activité :**

Le suivi de budget d'activité au lac Tonga en 2010/2011 a commencé au début de mois du septembre jusqu' à la fin de Mars, à raison d'une sortie par semaine. Tous les scans ont duré 8 heures où chaque scan dure une demi-heure entre 8 :00h 16 :00h. L'étude de comportement est basée sur huit activités : Alimentation, Nage, Repos, Toilette, Treading (marche rapide sur l'eau), Comportement antagoniste, Marche et Vol.

L'alimentation est également divisée en cinq catégories : Alimentation en surface, Cou et tête submergés, Plongée, Basculement, et Alimentation au bord.

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

**Méthode FOCUS:** L'échantillonnage focalisé implique l'observation d'un individu pendant une période prédéterminée, où nous enregistrons continuellement les activités manifestées. Les résultats obtenus sont par la suite proportionnés afin de déterminer le pourcentage de temps de chaque comportement (Altman, 1974). Cette observation continue permet d'enregistrer certains comportements qui ne sont pas toujours fréquents, tel que l'exhibition sociale et l'agression, mais signale certains inconvénients que nous pouvons résumer dans la fatigue de l'observateur, la sélection aléatoire des individus spécialement à partir d'un grand groupe et surtout la perte de vue d'oiseaux focalisés soit dans la végétation dense ou dans un groupe nombreux (Baldassare et *al*, 1988). Cette méthode est de ce fait appropriée à l'étude du comportement de petits groupes d'oiseaux et dans des surfaces peu spacieuses. Bien qu'elle étudie un échantillon restreint des populations aviennes d'un site, cette technique permet d'avoir un meilleur suivi, définit et valorise mieux les différentes activités manifestées. Les pertes "continuelles" de vue ont été signalées à plusieurs reprises et jusqu'à présent le seul remède est prescrit dans la méthode Focal-switch sampling ou *SWITCH* (Losito et *al*, 1989) où chaque perte de vue est automatiquement remplacée par un autre individu du même groupe manifestant la même activité.

**Méthode SCAN:** Cette méthode se basant sur l'observation d'un groupe permet d'enregistrer les activités instantanées de chaque individu puis grâce à des transformations

mathématiques fait ressortir le pourcentage temporel de chacune d'elle (Altman, 1974). Elle présente l'avantage d'être la seule méthode appliquée dans des sites à végétations denses où les oiseaux d'eau (surtout les Anatidés) ne sont pas toujours observés durant de longues périodes (limite de l'échantillonnage focalisé). Elle élimine aussi le choix d'individus (Baldassare et *al.*, 1988) mais comme il s'agit d'un échantillonnage instantané, il est pratiquement impossible de déterminer le statut social (par paires ou séparés) des oiseaux observés (Paulus, 1988). C'est pour ces raisons que nous avons choisi cette méthode.

**Point d'observation :** nous avons choisi le point d'observation d'Oued El Hout qui nous offre une vue globale sur la superficie principale du lac. (Figure.13).

### **3.2.3. Analyses statistiques :**

L'ensemble des données a été analysé en deux façons. Premièrement nous avons déterminé le pourcentage moyen du temps alloué à chaque activité par les foulques pendant toute la période d'hivernage. Deuxièmement, les données sont analysées pour déterminer le pourcentage moyen du temps attribué aux différentes activités durant les huit heures d'observation de la journée.

L'écartype est illustré comme  $\pm$  SE.





**Figure.13 : Point d'observation Oued El Hout au sud du lac Tonga (photos prise le 07.03.2011 par Hadjadji sana)**

**4.1. Le dénombrement des adultes :**

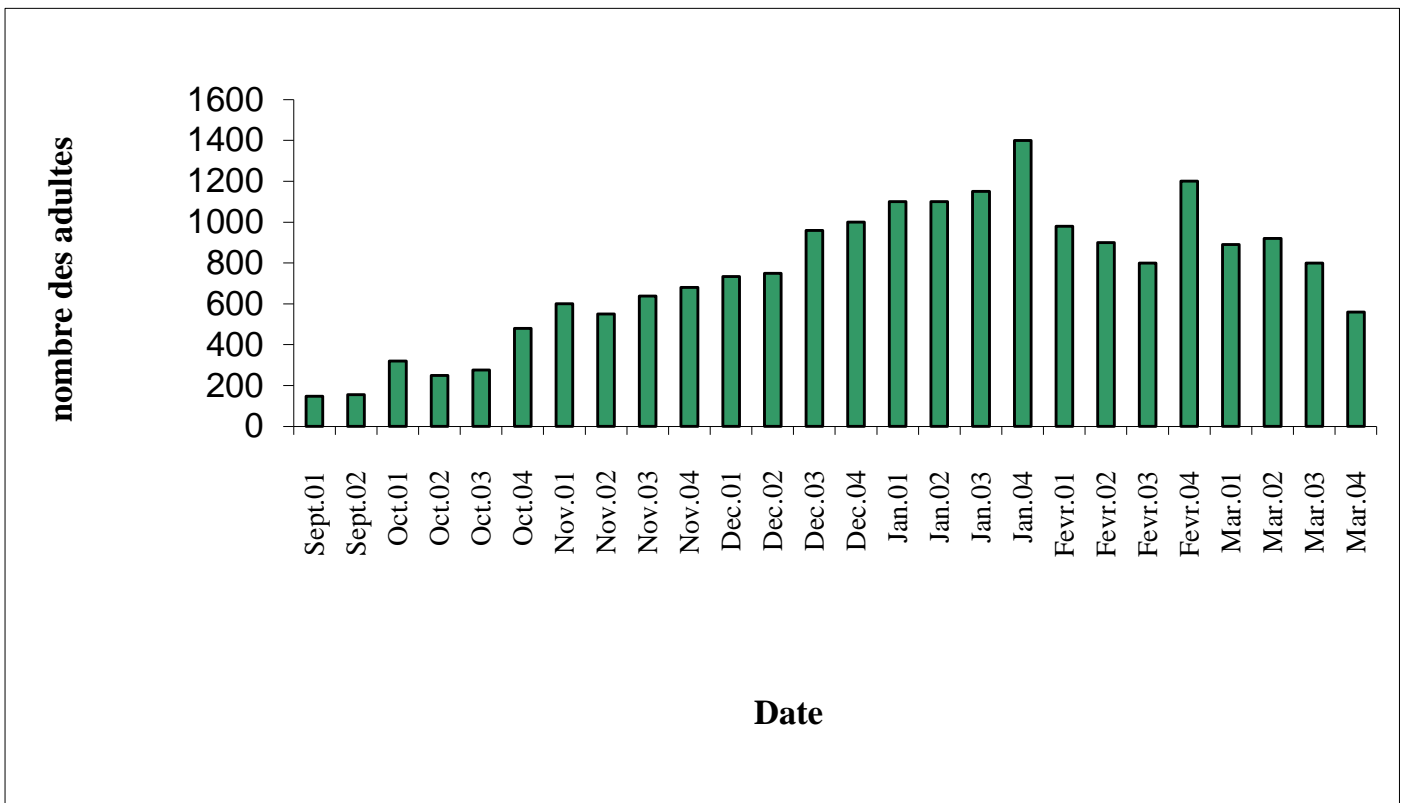
La population hivernante de Foulque macroule au lac Tonga pendant l'année 2010/2011 a été estimée à plus de 1400 oiseaux. Le suivi nous a montré que les foulques occupent le site dès le début du mois de septembre.

La population a fluctué entre 147 en septembre jusqu' à 560 individus au mois de mars.

L'effectif des adultes s'accroît ou il atteint les 600 individus au début du mois de novembre (le 06/11/2010), la date de la première arrivée des foulques.

Durant les trois mois (novembre, décembre et janvier), le nombre a progressivement augmenté signalant qu'à la fin du mois de janvier les foulques marquent un pic de 1400 individus.

Les mois suivants (février, mars) sont caractérisés par une chute de l'effectif de la population et exceptionnellement à la fin du mois de février nous avons recensé 1200 individus (Figure.14)



**Figure.14: Dénombrement des foulques macroules adultes au cours de la période d'étude.**



#### 4.2. Le budget d'activité :

L'alimentation de la Foulque macroule domine presque la totalité du budget de temps diurne de cette espèce avec un pourcentage moyen de 64% et cela durant toute la période d'étude.

La nage constitue la seconde activité avec un pourcentage moyen de 28%, elle survient généralement après un changement de place pour la nourriture.

La toilette régulière du plumage se classe dans le troisième rang dans le bilan des activités diurnes des foulques avec un pourcentage moyen de 4%. Le vol, le comportement antagoniste, le treading et le repos occupent une part minimale dans le rythme d'activité diurne et ne dépasse pas le 1% de moyen Figure.15.

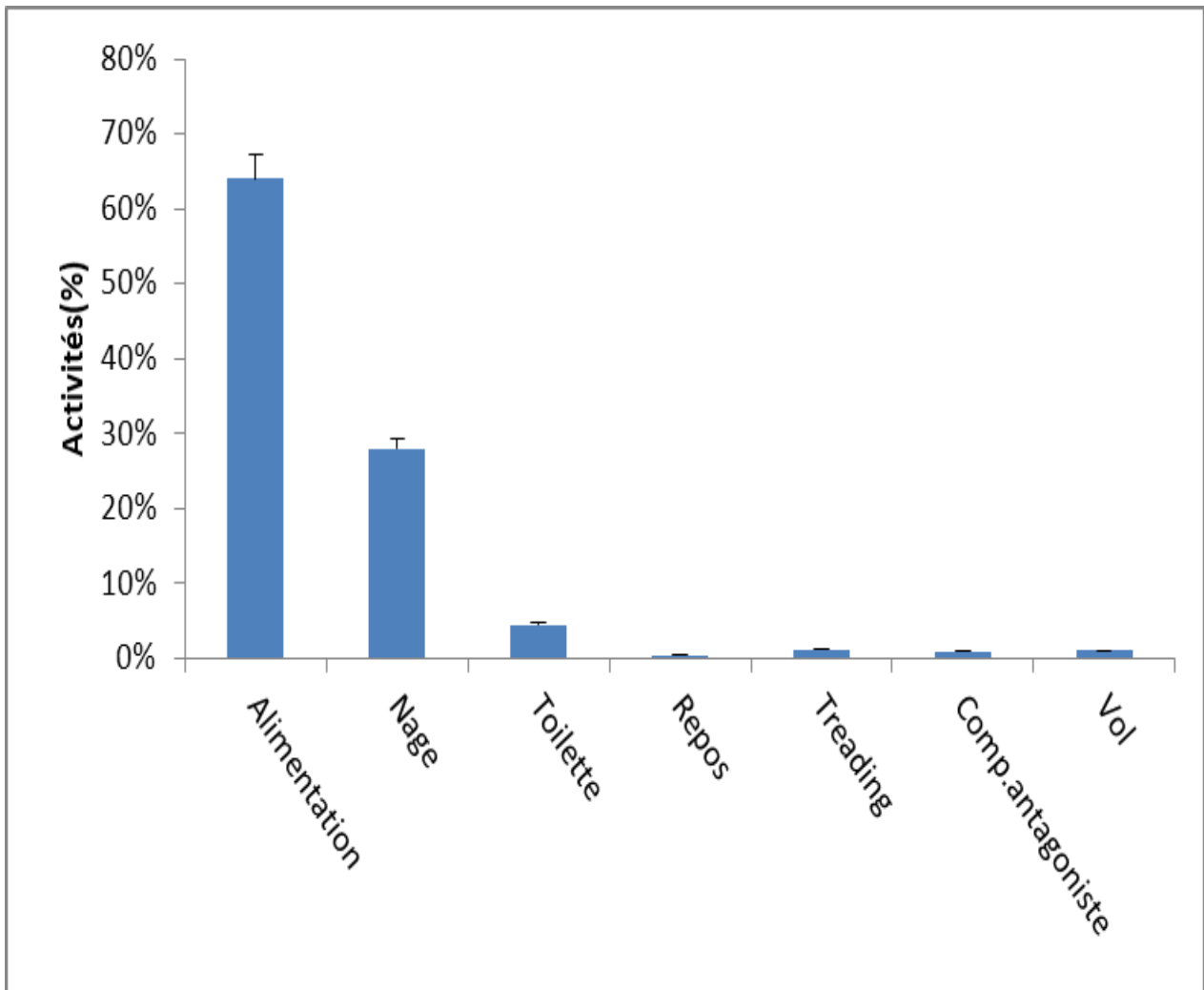


Figure.15 : Le pourcentage moyen du temps alloué par les foulques macroule aux différentes activités diurnes au lac Tonga durant l'hiver 2010-2011.

#### **4.3. L'évolution saisonnière des activités diurnes chez la Foulque macroule :**

L'alimentation qui détient plus de la moitié du budget de temps est souvent enregistrée à des taux variant entre 40% et 88% durant toute la période d'étude. Cependant des valeurs largement élevées (dépassants les 60%) ont été enregistrées au delà des mois de septembre, octobre et novembre. Une chute brutale est observée dans le graphique de l'alimentation la ramenant à 38% à la fin du mois de novembre. Cette valeur minimale enregistrée coïncide avec une augmentation en activité de la nage.

Les mois suivants caractérisés par une diminution progressive du comportement d'alimentation. (Figure.16)

La nage qui vient en deuxième lieu manifeste une augmentation progressive. Au début de la saison les foulques passent moins de temps à la nage ou nous avons remarqué une valeur minimale de 5% à la première semaine d'octobre. La moyenne de la saison se particularise par une valeur très élevée qui dépasse les 50% en fin de novembre qui coïncide avec une journée de vent. A la fin de la saison la nage reste stable ou les valeurs sont très proches. (Figure.16)

La toilette est une activité de confort chez la Foulque observée pendant toute la saison d'hivernage. Son graphique expose une valeur maximale avoisinant le 9% notée à la dernière semaine de janvier, et également une valeur minimale de 2% observée à la fin du mois de novembre. (Figure.16)

Le treading tient une part minime dans le bilan d'activité, son graphique montre que les valeurs les plus élevées sont observées au mois de Novembre avec un taux de 6%. (Figure.16)

Le comportement antagoniste est une activité qui marque exclusivement le début de formation des couples et la saison de reproduction. Il n'est cependant observé qu'à la fin de décembre et les mois qui suivent avec une valeur maximale de 4% enregistrée à la fin du mois de février. (Figure.16)

Le vol est présent pendant toute la période d'étude, mais il est bien observé au début de la saison d'hivernage marquant une valeur maximale de 6% à la troisième semaine de mois d'octobre (Figure.16).

Le repos et la marche sont moins présentés, souvent ne dépassant pas le 1%. (Figure.16)

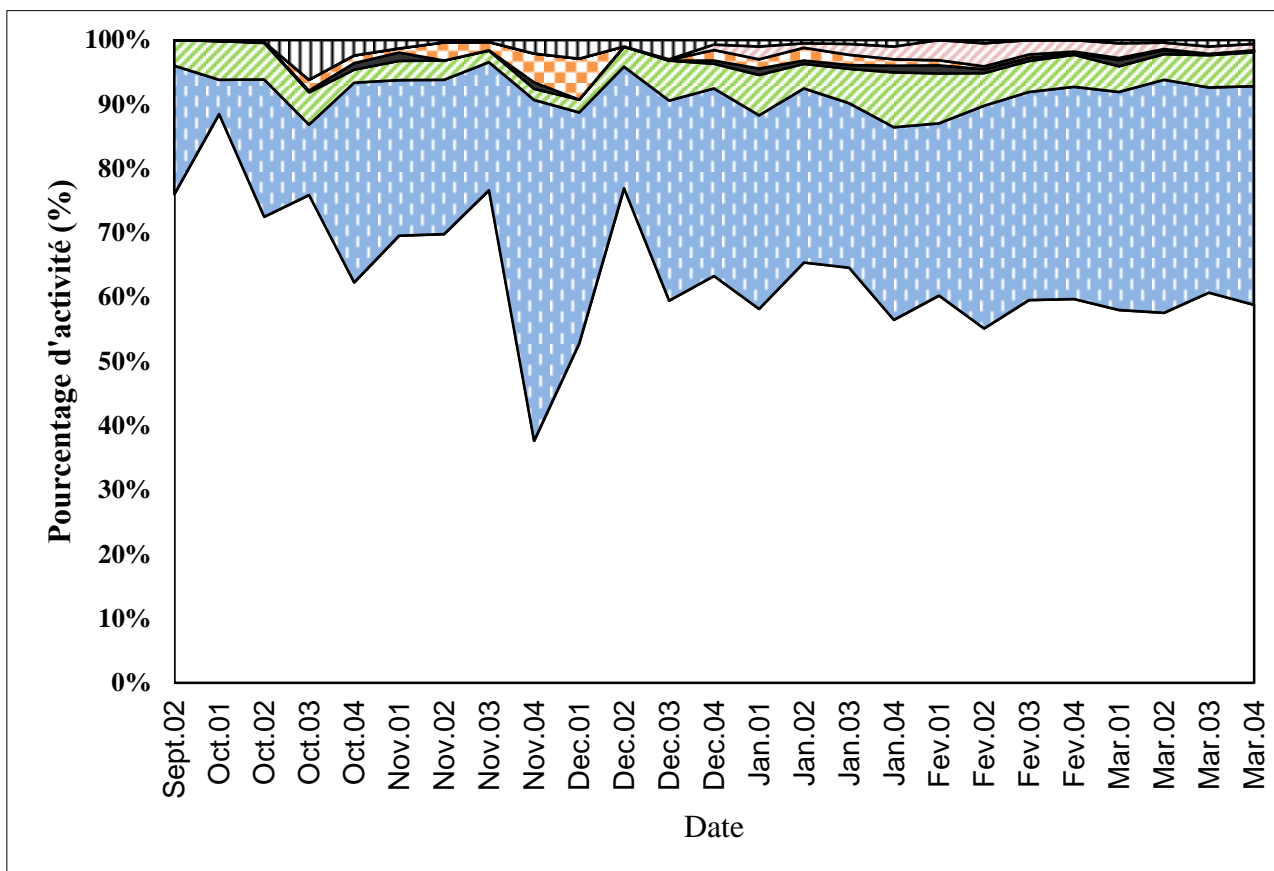
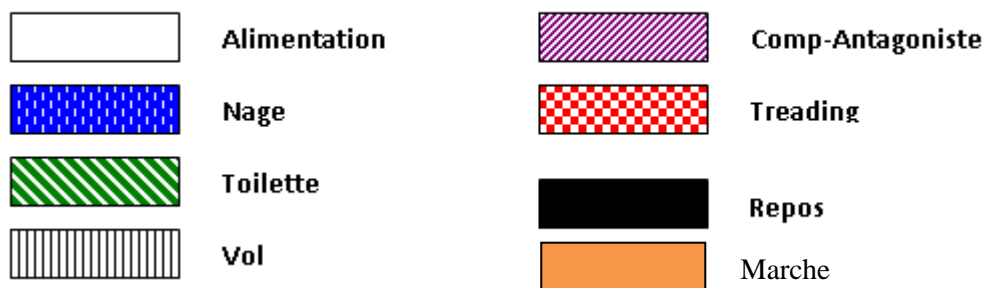


Figure.16 : Evolution saisonnière de différents types d'activité de la Foulque macroule au lac Tonga durant la saison d'hivernage 2010-2011.



L'analyse de 8 heures d'observation de comportement des foulques hivernants au lac Tonga nous a permis de mieux comprendre la distribution des différentes activités à travers toute la journée.

L'alimentation n'a pas pratiquement changé, elle a enregistré un pourcentage moyen de 63% à 8 : 00 h.

Au cours des heures suivantes, cette valeur s'accroît légèrement et atteint les 66%. (Figure .17)

Le reste des heures le changement de ce comportement est plus stable fluctua entre 61% et 63%.

L'activité de la nage a montré un model assez stable durant les huit heures d'observation. Elle a fluctué entre 25% et 31% de temps moyen. (Figure .17)

L'activité de toilette était présente pendant toute les huit heures d'observation avec une légère augmentation en premier heure de la journée avec un pourcentage moyen de 5% et également à l'après midi avec un pourcentage moyen de 6%. (Figure .17)

Le vol était généralement observé de 10 :00h le matin jusqu'a 15 :00h mais avec des valeurs moyen qui ne dépassent les 2% du temps alloué. (Figure .17)

Le treading comme comportement résultant d'un facteur de dérangement a été enregistré à la première heure d'observation mais avec des pourcentages moyennes qui ne dépassent pas le 2% de temps alloué. (Figure .17)

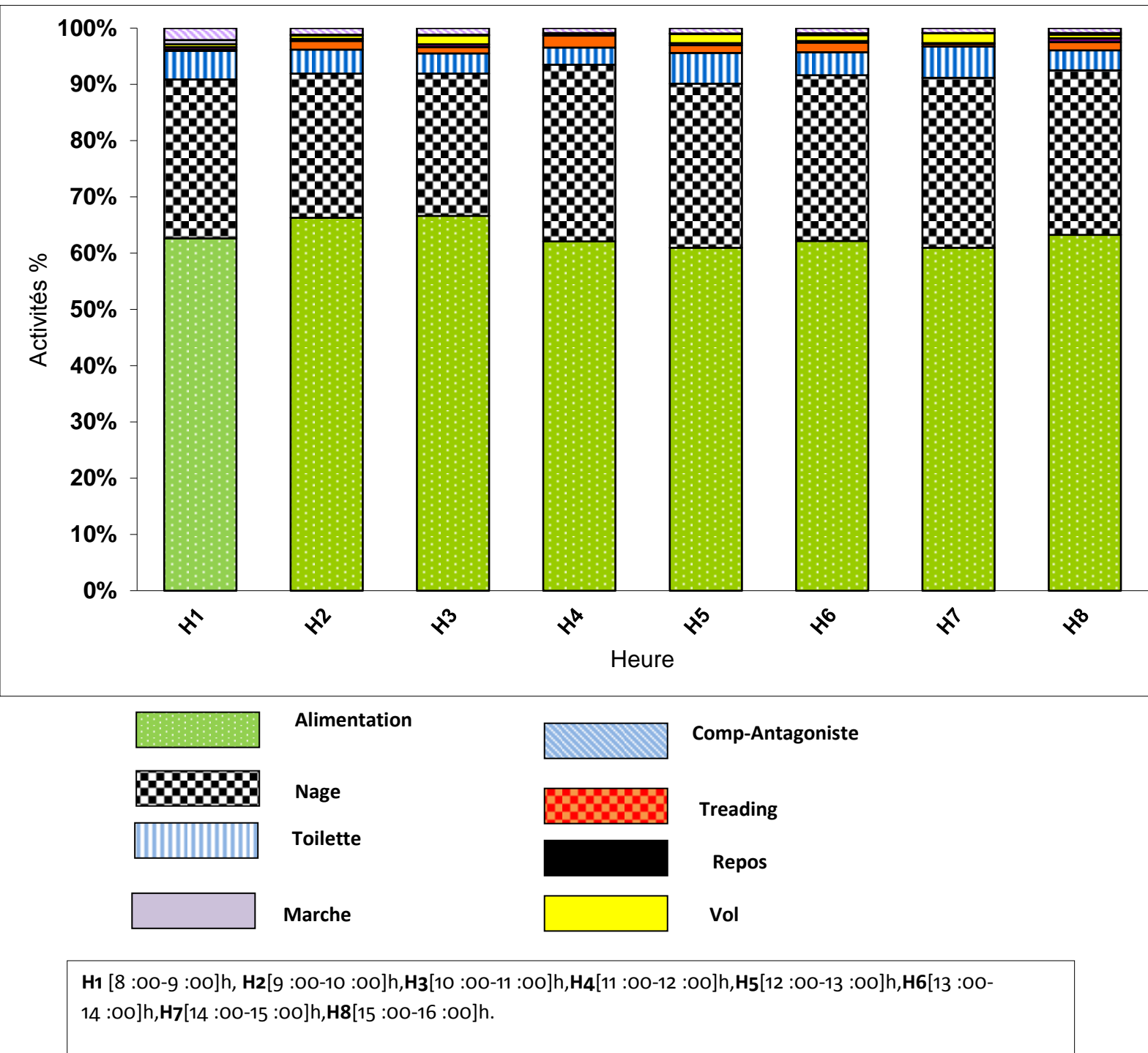
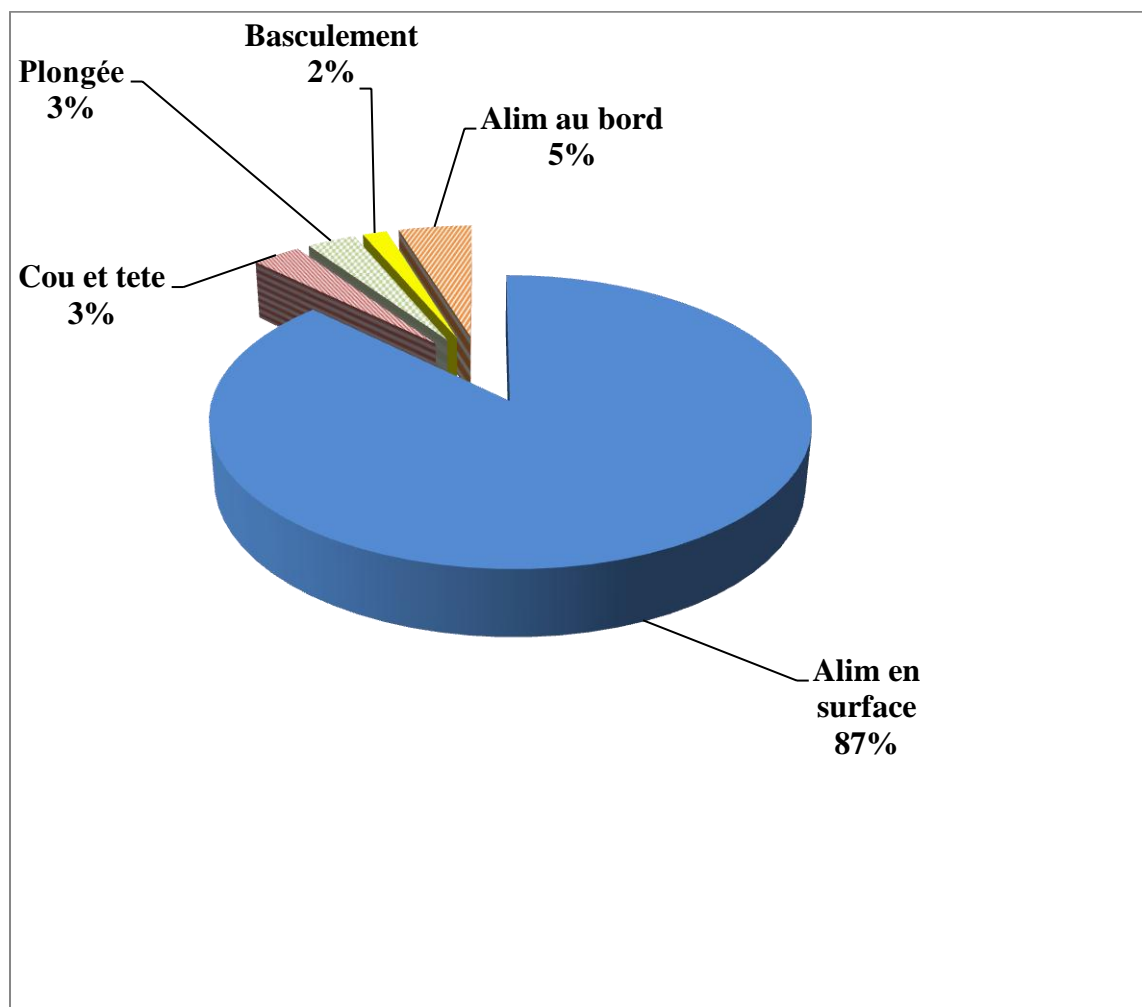


Figure.17 : Le pourcentage moyen alloué aux différents types d'activités diurne exprimé en heure par la Foulque macroule au lac Tonga durant la saison d'hivernage 2010/2011.

#### 4.4. Les différents types d'alimentation :

Les foulques au lac Tonga ont montré une variété de stratégies d'alimentation. L'ensemble des 05 types constitue cette diversité. L'alimentation en surface domine comme une méthode principale (87%), Suivi par l'alimentation au bord qui a contribué de 5%. En troisième rang vient la plongée et le cou et tête submergés (3%) et finalement le basculement qui ne dépasse pas le 2%. (Figure. 18.)



**Figure. 18: Pourcentage du temps alloué aux différents types d'alimentation de la Foulque macroule durant la saison d'hivernage 2010 /2011.**

#### 4.5. L'évolution saisonnière des différents types d'alimentation :

Les 5 types d'alimentation sont présentés pendant toute l'étude mais avec des fluctuations différentes. L'alimentation en surface présente des grandes valeurs au début et au milieu de la saison (70% comme valeur maximale), puis on remarque un léger abaissement qui commence à la fin du mois de décembre. Celle-ci s'associe avec une augmentation aux trois modèles d'alimentation qui sont la plongée, le basculement et le cou et tête submergés, on note qu'elles sont caractéristiques des mois d'hiver (décembre, janvier et février).

L'alimentation au bord expose deux pics ; un premier noté durant les trois premiers mois de l'étude (septembre, octobre et novembre) où elle marque une valeur maximale qui dépasse les 20% enregistrée à la première semaine d'octobre. Un second constitué des mois de février et mars où le taux manifesté fluctue entre 4% et 6% (Figure. 19.)

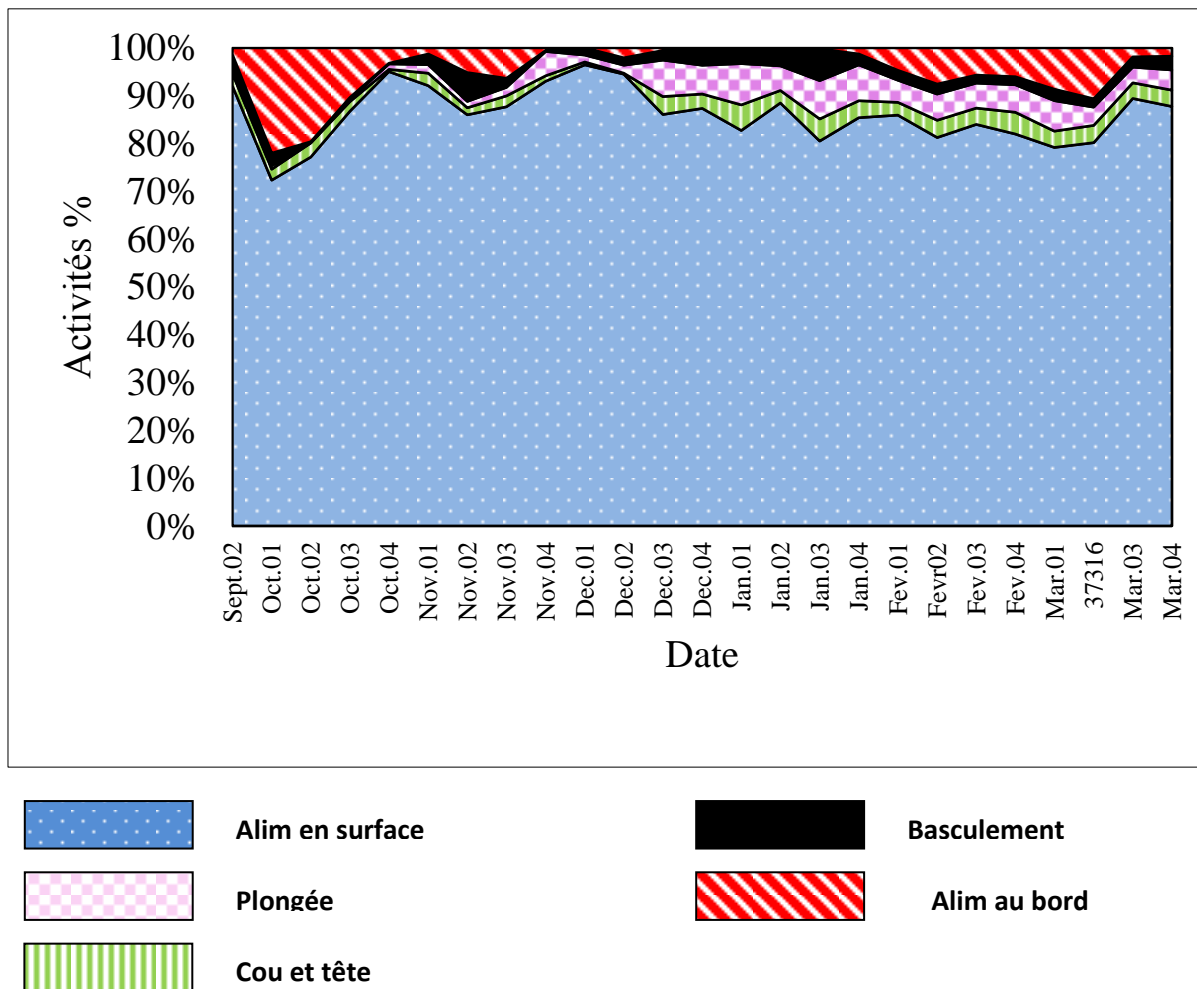
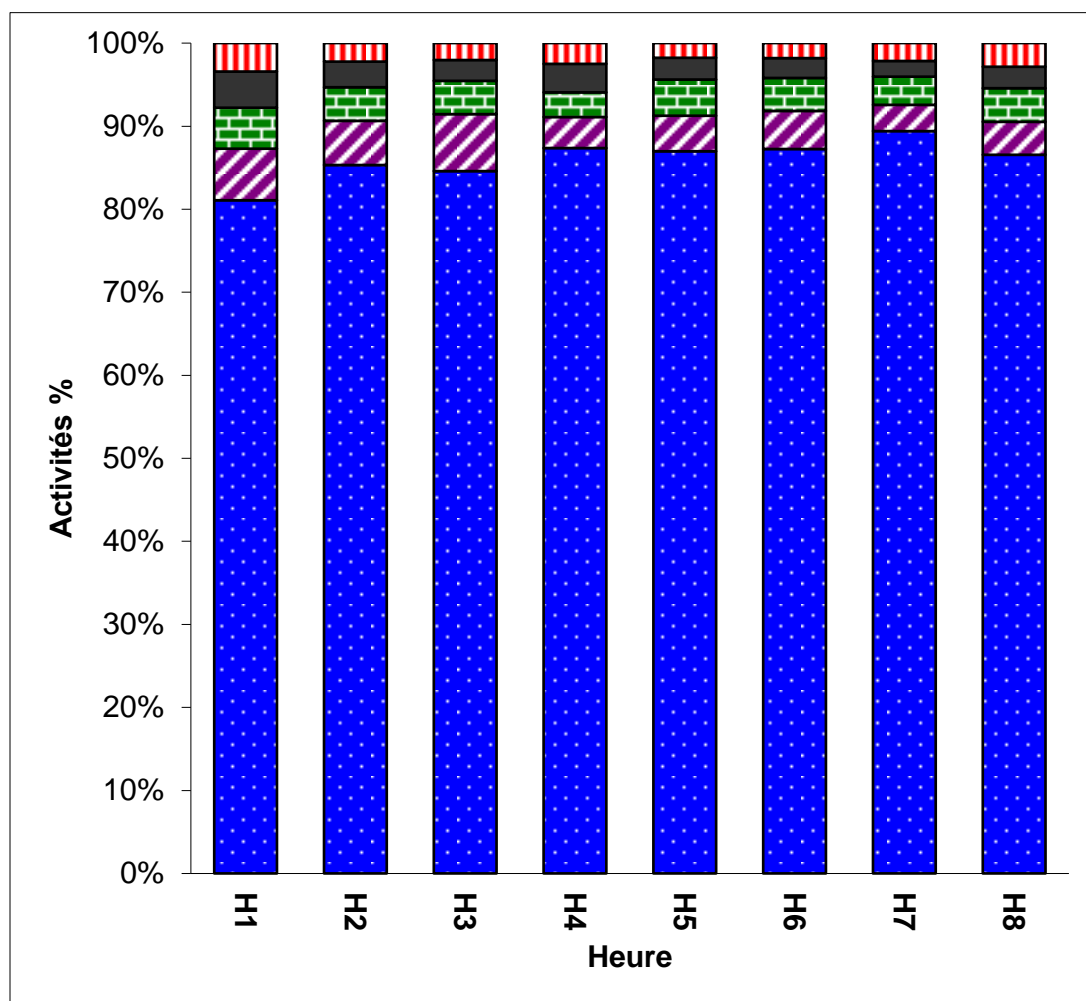
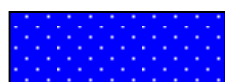


Figure.19 : Evolution saisonnière de différents types d'alimentation de la Foulque macroule au lac Tonga durant la saison d'hivernage 2010-2011.

Bien que les cinq stratégies d'alimentation aient été présentées pendant toute la journée, leurs pourcentages n'ont pas pratiquement changés (Figure. 20).



H1 [8 :00-9 :00]h, H2[9 :00-10 :00]h, H3[10 :00-11 :00]h, H4[11 :00-12 :00]h, H5[12 :00-13 :00]h, H6[13 :00-14 :00]h, H7[14 :00-15 :00]h, H8[15 :00-16 :00]h.



Alimentation en surface



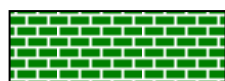
Cou et tête



Alimentation au bord



Basculement



Plongée

Figure. 20 : Le pourcentage moyen alloué aux différents types d'alimentation de La Foulque macroule exprimé en heure.



#### **4.6. La Discussion :**

L'importance du lac Tonga à l'échelle du nord-est algérien pour l'hivernage de la Foulque macroule *Fulica atra* comme beaucoup d'autres espèces à été mise en évidence (Samraoui et Samraoui, 2008 ;Samraoui et *al*, 2011).En plus notre étude est une contribution et confirmation de l'intérêt du lac Tonga comme site important d'hivernage de la Foulque macroule où un comptage et un budget d'activité diurne de l'espèce a été effectué hebdomadairement dans la saison d'hivernage 2010/2011.

Les moyens matériels disponibles ne permettent pas d'envisager des comptages aériens qui pourraient donner de meilleures estimations des populations des oiseaux d'eau en hivernage, mais il serait possible d'augmenter le nombre de stations d'observation autour du plan d'eau qui est très vaste, ne serait ce qu'au niveau du lac Tonga, les trois principales stations d'observation (la digue, Oued El-Hout, Maazila), ne permettent pas de voir toute la partie nord –est, dont on ignore réellement l'importance en terme de populations des foulques à l'échelle du site.

Nous sommes certains que la population de la Foulque macroule dépasse 1400 individus observés dans notre étude en raison du comptage réalisé sur une seule station d'observation.

Bien que des études précoces aient signalé l'abondance de la Foulque macroule en Afrique du nord (Etchecopar et Hue, 1964), aucun comptage régulier de l'espèce n'a été réalisé pendant la saison d'hivernage en Numidie. Une étude précédente menée sur quelques sites au nord-ouest de l'Afrique a recensé 131470 foulques au mi janvier 1986 (Monval et *al*, 1987) où 7000 foulques compté à la région d'El-Kala. Un autre rapport sur le marais de la Mekhada au mois de mars a montré une variation en effectifs des foulques entre les années 1989/1998 dont le nombre maximum enregistré était plus de 12300. (Anonymous, 2002 in Baaziz, 2008).

Pendant les années 1971/1979, plus de 3500 foulques ont été observées au lac Mellah (Van Dijk et Ledant, 1983).Dans une étude précédente effectué en Hauts plateaux nord est de l'Algérie Baaziz (2008) à rapporté le nombre maximal de 20 000 individus à Tazougert le 05 novembre 2004. L'espèce a été également observée au Sahara (lac El-Goléa, Chott Sidi Sliman) le nombre varie entre 4-2370 individus. À la région ouest, elle

peut être considéré comme hivernante à Télamine et Dayet El Ferd (7300 individus en 2004). (Anonymous, 2002 in Baaziz, 2008).

Le nombre important de foulques observé au lac Tonga peut être dû à deux raisons possibles, premièrement une profondeur d'eau suffisante et de qualité, (Allouche, 1988) et également la disponibilité d'un type d'alimentation qui répond aux exigences de l'espèce (Verhoeven, 1980 ; Britton et Podlejski 1981 ; Del Hoyo et al, 1992).

En Camargue, Allouche (1988) a proposé l'existence de deux types de populations, l'une Allochtone (migratrice) et l'autre Autochtone (locale reproductrice). Dans notre étude nous n'avons pas pu vérifier cette hypothèse.

Le budget d'activité de la Foulque macroule est largement étudié en Europe (Tamisier et Dehorter, 1999).

Dans notre étude, le pourcentage moyen du temps élevé enregistré pour l'alimentation (64%) est relativement moins de celui trouvé par Baaziz et al 2008 (76% ,71%) à Boulhilate et au réservoir de Touzeline respectivement Hauts plateaux. Il est également proche de celui enregistré en Camargue (62.8%, 71.6%) par Allouche 1988. En Europe du nord (Irlande) les valeurs notées par Irwin et O'Halloran (1997) étaient très basses (36%).

Cette valeur très élevée peut être expliquée par la faible efficacité d'alimentation ou une grande dépense d'énergie, ainsi que la constitution d'une réserve lipidique importante, qui sert à affronter les contraintes d'occupation du territoire sur les sites de reproduction et répond aux exigences énergétiques pendant la saison de nidification. (Allouche, 1988).

Le comportement des foulques peut varier entre les différents étangs (Draulans et Vanherck, 1987). De plus la variation géographique affecte le rythme d'activité, cela est observé pour la population hivernante en Ichkeul en Tunisie (Bredin et al, 1986).

Le froid, le vent et la perturbation peuvent diminuer l'activité d'alimentation, une étude précédente a montré qu'une forte précipitation et un vent puissant abaissent l'alimentation chez les anatidés hivernants (Paulus, 1988). Dans notre étude nous n'avons pas étudié l'influence de la météo, cependant les jours qui se caractérisent par un vent puissant ont

conduit les foulques à augmenter la nage ce que nous avons remarqué à la dernière semaine du mois de décembre.

Concernant le modèle saisonnier d'alimentation présenté par les foulques qui se caractérise par un pic de cette activité en automne suivi d'un abaissement au mois d'hiver et finalement une augmentation de celle-ci au début de printemps. (Paulus, 1988 ; Tamisier et Dehorter, 1999), nos données sont différentes de celles d'Allouche (1988) et partiellement ressemblent à celles de Pelsy-Mozimann(1999) à la Camargue. Les raisons de cette différence ne sont pas claires. L'une des raisons possibles est que le modèle d'alimentation présenté est étroitement lié à la qualité et la disponibilité d'alimentation et également aux besoins énergétiques individuels (Miller, 1985). En outre, le comportement alimentaire d'une espèce donnée varie au même site au cours du temps en raison de changement à la disponibilité des ressources en fonction du mois ; et aussi la variation entre sites connaissant que les ressources disponibles n'ont pas la même valeur énergétique (Tamisier et Dehorter, 1999, Draulans et Vanherck, 1987). La Foulque macroule consomme la végétation aquatique qui est riche en fibre et possède une faible valeur énergétique passe plus de temps en alimentation (Tamisier et Dehorter, 1999, Paulus, 1988, Allouche ,1988). Deuxièmement, La concurrence possible pour l'occupation du territoire et pour les ressources trophiques entre les foulques et d'autres oiseaux herbivores tels que le canard siffleur *Anas penelope* dont l'activité alimentaire observée en partie diurne en Numidie (Algérie) (Houhamdi et Samraoui, 2003). Troisièmement, les foulques soumises à des perturbations répétées sur le site ont développé une réponse physiologique adaptative qui a conduit à une augmentation de l'alimentation (Hafner et al, 2004).

Au lac Tonga, le léger abaissement en activité d'alimentation à la fin d'hiver et au début du printemps ; est peut être expliqué par l'accumulation des réserves énergétiques au cours des mois précédents sur le même site ou sur des sites voisins (Allouche, 1988, King et Murphy, 1985). Et également, la faible dépense d'énergie déclare l'approche de la saison de nidification qui exige une très grande valeur énergétique (Irwin et O'halloran, 1997). Cependant notre étude montre que le lac Tonga est un site d'hivernage différent de ceux de l'Europe pour la Foulque macroule.

Les stratégies d'alimentation présentées par les foulques dans notre étude sont très diversifiées, l'alimentation en surface domine comme une méthode principale, Suivi par l'alimentation au bord. En troisième rang vient la plongée et le cou et tête submergés, et finalement le basculement.

Le pourcentage très élevé de l'alimentation en surface (87%) diffère de celui noté par Baaziz, et *al* 2008 (50%) dans les Hautes Plaines en Algérie et aussi de celui de Pelsy-Moziann (1999) qui a noté un interval de 15%-30% en Belgique.

Ces résultats suggèrent que la Foulque macroule est la seule espèce diurne dont la sélection d'alimentation est probablement visuelle (Tamisier et Dehorter, 1999). Elle a choisi la stratégie la moins exigeante en énergie qui est l'alimentation en surface (Draulans et Vanherck, 1987 ; Allouche, 1988). L'alimentation au bord est la seconde stratégie utilisée, en raison de son caractère opportuniste en alimentation (Cramp et Simmons, 1980). À la fin de l'hiver et au début du printemps, la Foulque macroule a modifié sa stratégie et pâture profitant de la végétation émergente fraîche apparue sur les rives (Draulans et Vanherck, 1987 ; Tamisier et Dehorter, 1999). La plongée était la troisième voie d'alimentation présentée par des pourcentages faibles, sachant que les foulques ne sont pas physiquement adaptées à la submersion ; qui a un coût énergétique très élevé (Fjeldsa, 1977).

Plusieurs facteurs peuvent influencer la recherche de l'alimentation tel que le site, la profondeur de l'eau, la disponibilité de l'alimentation, la prédation et la compétition (Draulans, 1982 ; Draulans et Vanherck, 1987 ; Tamisier et Dehorter, 1999).

Chez les canards et les foulques, la nage est l'un des comportements les plus coûteux (Wooly et Owen, 1978). Nos données ressemblent à ceux trouvées en Europe par Draulans et Vanherck, 1987 et Irwin et O'halloran, 1997 où ils ont rapporté des valeurs de 30% et 38% respectivement. Mais plus élevé que celles cité par Baaziz et *al.*, 2008 qui est de 14% et 18% .cette différence peut être due au site, aux ressources trophiques ou bien d'autres facteurs inconnus.

Nous avons trouvé une similarité entre nos données concernant la toilette et le repos et ceux de Asensio et *al.*, 1986 et de Baaziz et *al.*, 2008 qui ont trouvé 4% et 0% en moyenne. Ces faibles valeurs obtenues sont probablement dues à la perturbation humaine, aux caractères physiologiques, à la prédation et d'autres facteurs inconnus (Tamisier et Dehorter, 1999 ; Jorde et Owen, 1988 ; Paulus, 1988).

Nous avons remarqué que le treading est lié au risque de la prédation par le balbuzard de roseaux.

Au cours de cette étude la chasse était toujours présente, nous avons remarqué qu'elle a un effet négatif sur le budget de temps en favorisant le vol, et treading (Tamisier et Dehorter, 1999).

Le changement des comportements au cours de la journée n'a pas été considérable à cause des raisons non connus.

Malgré les biais enregistrés dans notre travail, nous espérons que cette modeste étude contribuera à mieux connaître l'écologie de la Foulque macroule et à conserver cette espèce et ses milieux.

Le présent travail est une contribution à l'étude de l'écologie de la Foulque macroule *Fulica atra* dans le lac Tonga qui a permis de constater que celle-ci joue le rôle de site d'hivernage pour les foulques : la population hivernante estimée à plus de 1400 individus.

L'étude de budget d'activité montre que les foulques passent plus de la moitié de leur temps en alimentation.

Le modèle saisonnier d'alimentation présenté par les foulques au lac Tonga, se diffère de celui trouvé par Allouche (1988) et partiellement ressemble à celui de Pelsy-Mozimann (1999) en Camargue..

La stratégie d'alimentation présentée par les foulques dans notre étude est très diversifiée, L'alimentation en surface domine comme une méthode principale, suivie par l'alimentation au bord. En troisième rang vient la plongée et le cou et tête submergés et finalement le basculement.

Le changement des comportements au cours de la journée n'a pas été considérable à cause des raisons non connus.

Ces résultats suggèrent que la Foulque macroule est la seule espèce diurne dont sa sélection d'alimentation est probablement visuelle (Tamisier et Dehorter, 1999).

Elle a choisi la stratégie la moins exigeante en énergie qui est l'alimentation en surface (Draulans et Vanherck, 1987 ; Allouche, 1988).

Une bonne connaissance de la structure et du fonctionnement des zones humides est nécessaire à l'élaboration d'une gestion permettant leurs protections efficaces et durables (Tamisier et Dehorter, 1999).

Notre étude pose indirectement le problème de la gestion des zones humides et de la préservation des ressources naturelles.

Le lac Tonga est une zone humide incontournable à l'échelle régionale et méditerranéenne pour la Foulque macroule (*Fulica atra*) et pour d'autres rallidés. Mais la nécessité de sa

préservation est plus que jamais d'actualité en raison de l'intensité et de l'importance des dégradations qu'elle subit.



## Résumé

Le présent travail a l'objectif d'éclaircir le rôle écologique du lac Tonga et mieux comprendre la stratégie d'hivernage de la Foulque macroule *Fulica atra* en étudiant son budget d'activité

Nos données montrent que le lac Tonga est un site d'hivernage qui abrite une population hivernante qui dépasse le 1400.

L'étude de budget d'activité montre que les foulques passent plus que la moitié de leur temps en alimentation.

Le modèle saisonnier d'alimentation présenté par les foulques se diffère de celui cité en Europe.

La stratégie d'alimentation est très diversifiée, l'alimentation à la surface domine comme une méthode principale.

ملخص

هذه الدراسة تهدف إلى توضيح مكانة بحيرة طونقة و كذلك فهم استراتيجية التشتية لدى طائر الغر الاوراسي المعطيات المتحصل عليها تبين ان بحيرة الطونقة تستقبل أكثر من 1400 طائر غر خلال فترة التشتية. إن دراسة مجموع النشاطات لدى هذه الطيور يبين أنها تقضي أكثر من نصف وقتها في التغذية. النموذج الفصلي للتغذية لديها يختلف عن النموذج الموجود في دراسات أوروبية اما عن استراتيجية التغذية فقد أظهرت أنها جد متنوعة يغلب عليها التغذية على السطح.

**Abstract**

**The purpose of this study is to highlight the ecological role of Tonga Lake and to better understand the wintering strategy of the Common Coot *Fulica atra* using the study of activity budget.**

**Our data shows that Tonga Lake is a wintering site that supports a wintering population exceeding 1400 individuals.**

**The study of activity budget shows that coots spend more than half of their time to feed.**

**Seasonal model of feeding presented by coots is not consistent with that recorded in Europe.**

**Feeding strategy is diversified; surface feeding dominated as a principal method.**

## **Site web**

[1] [www.oiseux.europe.com](http://www.oiseux.europe.com).

[2] <http://danhobylisite.e-monsite.com>.

[3] [www.chassepassion.net](http://www.chassepassion.net).

[4] <http://denis.attinault.over-blog.com>.

[5] <http://www.oiseau-libre.net>.

[6] <http://www.oiseau-libre.net>.

[7] [www.ville-geneve.ch](http://www.ville-geneve.ch).

Abbaci, H. 1998. Cartographie de la végétation, Palynothèque et utilisation de l'espace lacustre par l'avifaune. Thèse de Magister. Univ. Badji Mokhtar. Annaba.

Allouche, L. Roux, P. et Tamisier, A. 1988. Position trophique de nettes rousses *Netta rufina*, Pallas, Anatidé hivernant en Camargue. Rev. Ecol. (Terre et Vie) 43 : 167-175.

Allouche, L. 1988. Stratégie d'hivernage comparé du canard chipeau et de la Foulque macroule pour un partage spatio-temporel des milieux humides de Camargue. Thèse de Doctorat. Montpellier. France.

Altmann, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. Behaviour 49: 227-267.

Asensio, B., Calatrava, M., Cantos, F. J., and Carrascal, L.M. 1986. Patrones de actividad y uso del Espacio por la focha (*Fulica atra*) en un embalse del centro de España durante el otoño : Variaciones circadianas y especiales Ardeola 33: 35-46.

Baaziz, N. 2008. Contribution to the study of wintering and reproductive strategies of Common coot *Fulica atra* and anatidae across the hauts plateau of northeast Algeria. Thèse de doctorat. Univ. Costantine.

Baaziz, N. et Samraoui, B. 2008. The Status and Diurnal Behaviour of Wintering Common Coot *Fulica Atra* L in the Hauts Plateaux, Northeast Algeria. European Journal of Scientific Research. Vol.23 No., pp.495-512

Bakaria, F. 2001. Contribution à l'étude de la biologie de la reproduction de Guifette moustac dans les zones humides du Nord-Est algérien cas du lac Tonga. Thèse de Magister. Univ. Badji Mokhtar. Annaba.

Baldassarre, G. A., Paulus, S. L. Tamisier, A., and Titman, R. D. 1988. Workshop summary: techniques for timing activities of wintering waterfowl. In: M W Weller(ed), waterfowl in winter. Minneapolis: Univ. Minnesota Press; pp. 181-188.

Bezzel, E. 1970. Passage and wintering of the Coot *Fulica atra* in Bavaria. Anz. Orn. Ges. Bayern 9 (3): 202-207.

Blúms, P.N. 1973. The Coot (*Fulica atra*) in Latvia. Acad. of Sci Latvian SSR. Inst. Biol. Riga: 146- 153.

Boulkhssaim, M. 2008. Ecologie des tadornes dans les zones humides des hautes plaines de l'Est Algérien .Thèse de Doctorat. Univ. Badji Mokhtar. Annaba.

Boumezbeur A. 1993. Ecologie et biologie de reproduction de l'Erismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) et du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) sur le lac Tonga et le lac des oiseaux, est algérien. Univ. Montpellier, France.

Boumezbeur, A. 2002. Atlas des 26 zones humides Algérienne d'importance internationale. Direction générale des forêts.

Bredin, D., Skinner, J., et Tamisier, A. 1986. Distribution spatio-temporelle et activité des anatidés et des foulques sue l'Ichkeul, grand quartier d'hiver tunisien. Etude préliminaire. Acta Oecol. Oecol. Gen. 7: 55-73.

Britton, R. H., Podlejski, V. D. 1981. Inventory and classification of wetlands of the Camargue ( France). Aquatic Botany 10: 159-228.

Campredon, P. 1982. Démographie et écologie du Canard Siffleur *Anas Penelope L.* pendant son hivernage en France. Thèse de Magister. Univ. Montpellier. France.

Cheurfa, L. 2006. Importance du lac Tonga (Nord Est algérien) pour l'hivernage et la reproduction du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) et de l'Eris mature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*). Thèse de Magister. Univ. Badji Mokhtar. Annaba.

Cramp, S. et Simmons, K.E.L. 1980. The birds of the Western Palaearctic . Vol 2. Oxford university press. London.

Darmellah, H. 1989. Contribution à l'étude de la reproduction du heron garde-bœufs (*Bubulcus ibis*) au niveau du marais de Bourdim . Thèse Ingénieur agronome INA. Alger: 67p.

De Bélair, G. 1990. Structure, fonctionnement et perspective de gestion de quartes éco-complexes lacustres et marécageux (El Kala, Est algérien). Thèse de magister. Univ. Badji Mokhtar. Annaba.

Del Hoyo, J. Elliott, A. et Sargatal, J, Eds. 1996. Handbook of the birds of the World Vol.3 Hoatzin to Auks. Lynx Editions, Barcelona. pp108-141.

Delany, S et Scott, D. 2006. Waterbird population Estimate. Fourth Edition. Chris Hassel. United King dom.

Djebbari, N. Boudjadi, Z. et Bensoualeh, M. 2009 .L'infestation de l'anguille *Anguilla anguilla* L., 1758 par le parasite *Anguillicola crassus* Kuwahara, Niimi & Itagaki, 1974 dans le complexe de zones humides d'El Kala (Nord-Est algérien) Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, n°31 (1), 45-50.

Djellali, H. 2007. Importance du lac Tonga (Nord-Est algérien) pour l'hivernage et ou la reproduction de 03 espèces de Rallidés (Rallidae), la Foulque macroule, la Poule d'eau, et la Talève sultane. Thèse de Magister. Univ. Badji Mokhtar. Annaba



Draulans, D. et Vanherck, L. 1987. Food and foraging of Coot *Fulica atra* on fish ponds during autumn migration. *Wildfowl* 38: 63-69.

Draulans, D. 1982. Foraging and size selection of mussels by tufted duck *Aythya fuligula*. *J. Anim. Ecol* 51 : 943-956.

Etchecopar, R.D et Hüe. F. 1964. Les oiseaux du Nord de l'Afrique. Boubée & Co, Paris.

Fjeldsa, J. 1973. Territorial regulation of the progress of breeding in population of Coots *Fulica atra*. *Dansk orn. Foren. Tidsskr* 67:115-127.

Fjeldsa, J. 1977. The Coot and the Moorhen. *Biol. Monographs*, av-media, Copenhagen.

Gadsby, A. B. 1978. Territoriality and breeding biology of the Coot (*Fulica atra* (L.) at Attenborough. Thèse de Magister, Univ. de Durham. Durham

Gill, F B. 1995. *Ornithology*. Second edition. pp 3-20. W.H Freeman and Company New York. USA.

Hafner, H., Johnson, A., Kayser, Y., Lefebvre, G., Mathevet, R., Pineau, O., Poulin, B., Sadoul, N., Barbraud, C., Tamisier, A., et Ismann, P. 2004. Les oiseaux de Camargue et leur habitat Une histoire de cinquante ans 1954-2004. Paris : Buchet/Chastel, dpt Meta-Édition.

Haou, M. 1997. Contribution à l'étude de la chronologie d'hivernage des anatidés, et de rythmes d'activité du canard siffleur *Anas penelope*, et de l'oie cendré *Anser anser* dans les zones humides du Nord Est algérien les lacs, Tonga, Oubeira, et des oiseaux. Thèse de Magister. Univ. Badji Mokhtar. Annaba.

Haouam, L .2003. Ecologie et reproduction des Rallidés de la Numidie. Mémoire d'ingénieur. Univ. Annaba.

Haouam, L. Samraoui, F. et Samraoui, B. 2005. Influence des ressources trophiques sur la reproduction de la foulque macroule (*Fulica atra*) dans l'eco-complexe de zones humides de la Numidie, Algérie. Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer. Numéro Spécial (10) : Actes du Sixième Congrès Magrébin des Sciences de la Mer. Mounastir. Tunisie (18-22 Décembre 2005).

Harrison, C. 1982. An atlas of the birds of the Western Palaearctic William Collins Sons & Co Ltd. Glasgow. Great Britain.

Havlin, J. Breeding season and success in the Coot. Zool. Listy 19: 35-53.

Houhamdi, M. et Samraoui, B. 2003. Diurnal behaviour of wintering wigeon *Anas Penelope* at lac des oiseaux, northeast Algéria. Wildfowl. 54: 51-62.

Irwin, S. and O'Halloran, J. 1997. The wintering behaviour of the Coot *Fulica atra* L. at Cork lough, South-west Ireland. Biology and environment . Proceedings of the royal Irish academy 97: 157-162.

Isenmann, P., and Moali, A. 2000. Birds of Algeria.. Société d'Etudes Ornithologiques de France, Paris.

Jorde, D., Owen, R. B Jr. 1988. The need for nocturnal activity and energy budgets of waterfowl. In: M.W. Weller (ed), Waterfowl in winter. Minneapolis : The University of Minnesota Pres ; pp 169-180.

Jortay, A. 2002. Nidification et hivernage de la foulque macroule (*Fulica atra*) dans les bassins de décantation de Hesbaye liégeoise . Aves 39(2): 65-84.

Kahli.1996. Contribution à l'étude de l'écologie des Cyprinidés du Lac Oubeira. Thèse Ingénieur en aquaculture. Univ. Badji Mokhtar, Annaba

King, J. R. , et Murphy, M.E. 1985. Periods of nutritional stress in the annual cycle of endotherms: fact or fiction? Amer. Zool 25: 955-964.

Ledant, J.P. Jacobs, J.P. Jacobs, P. Malher, F. Ochando, B. et Roché, J. 1981. Mise à jour de l'avifaune algérienne. Gerfaul, 71: 295-398.

Losito M.P., Mirarchi E et Baldassare G.A.1989. New techniques for time activity studies of avian flocks in view-restricted habitats. J. Field. Ornithol. 60: 388-396.

Maazi, M. 2005. Eco éthologie des anatidés hivernants au niveau de Garaet Timerganine Wilaya de Oum El Bouaghi. Thèse de Magister. Univ. Badji Mokhtar. Annaba.

Menai, R. 2004. Contribution à l'étude des macros invertébrées des eaux continentales de l'Afrique, inventaire, écologie et biogéographie des odonates. Thèse de Doctorat. Univ. Badji Mokhtar. Annaba.

Metallaoui, S. 1999. Etude écologique des mares endoréiques et temporaires. Thèse de Magister. Univ. Badji Mokhtar. Annaba.

Miller, M.R. 1985. Time budget of northern pintails wintering in Sacramento Valley, California. Wildfowl 36: 53-64.

Monval, J. V., Pirot, J.Y., et Smart, M. 1987 . Recensements d'anatidés et foulques hivernant en Afrique du nord et de l'ouest. Bureau international de recherches sur les oiseaux d'eau, Biroe Slimbidge, Gloucester GL 27Bx. Royaume-Uni.

Nedjah , R. 2010.

Othmani, S. 2001. Typologie et cartographie des zones humides de la Numidie orientale. Thèse de Magister. Univ. Badji Mokhtar. Annaba.

Paulus, S. L. 1988. Time-activity budgets of non-breeding Anatidae a review. In: M.W. Weller (ed), Waterfowl in Winter. Minneapolis: University of Minnesota Press; pp. 135-152.

Pelsy-Mozimann, F. 1999. Condition corporelle et strategies d'hivernage des foulques macroules hivernant en Camargue : Isolement de deux populations .Thèse de Doctorat. Univ. Lyon.

Perrins, C. 2003. eds. The new Encyclopedia of birds. Oxford University press. Pp206-211.

Peterson, R.T. 1980. A field guide to the birds. Houghton Mifflin Company. New York.

Raachi. M. A. 2007. Etude préalable pour une gestion intégrée des ressources du bassin versant du lac Tonga au nord est Algérien. Mémoire de la maîtrise en géographie. Univ De Québec à Manterial.

Rizi, H. Benyacoub, S. Chabi, Y. et Bañbura, J. 1999. Nesting and reproductive characteristics of Coots *Fulica atra* breeding on two lakes in Algeria. Ardeola 46: 179-186.

Rutschke, E. 1987. Waterfowl as Bio-indicators. ICBP Technical publication. N°6: pp167-172.

Sage, B.L. 1969. Breeding biology of Coot. British Birds 62: 134-143.

Samraoui, B et De Bélair, G. 1997. The Gerbes-Senhadja wetlands, N.E. Algeria. Part I: An overview.

Samraoui, B et de Bélair, G. 1998. Les Zones humides de la Numidie orientale, Bilan des connaissances et perspectives de gestion. Synthèse, 4 (Numéro spécial).

Samraoui Chenafi, F. 2005. Ecologie de la reproduction de la Foulque macroule *Fulica atra* dans l'étang de G.Timerganine (Oum El Bouaghi, Algérie). Thèse de Magister, Univ d'Oum El Bouaghi.

Samraoui, F. et Samraoui, B. 2007. The reproductive ecology of the common Coot (*Fulica atra*) in the Hauts Plateaux, Northeast Algeria. *Water birds* 30(1): 133-139.

Samraoui B. et Samraoui F. 2008. An ornithological survey of Algerian wetlands: Important Bird Areas, Ramsar sites, and threatened species. *Wildfowl*, 58.

Samraoui, F. Alfarhahan, A. Alrasheid, K. et Samraoui, B. 2011. An appraisal of the status and distribution of water birds of Algeria, indicators of global changes. *Ardeola* 58(1), 137-163.

Schifferli, A. 1970. La vie de la Foulque Rapport de la station ornithologique Suisse de Sempach. pp 1-15.

Sterry, P. 2004 .eds. *Birds of the Mediterranean*. p .66.Chistopher Helm publishers Ltd.London

Tamisier, A. 1972. Etho-écologie des Sarcelles d'hiver *Anas C. Crecca* L. pendant leur hivernage en Camargue. Thèse de doctorat, Université des Sciences et Techniques du Languedoc.

Tamisier, A. 1974. Etho-ecological studies of Teal wintering in the Camargue (Rhône delta, France). *Wildfowl* 25: 122-133.

Tamisier, A. 1985. Some considerations on the social requirements of the ducks in winter. *Wildfowl* 36: 104-108.

Tamisier, A. et Dehorter, O. 1999. Camargue, canards et foulques. Centre Ornithologique du Gard, Nimes.

Touati, L. 2008. Distribution spatio-temporelle des Genre *Daphnia* et *Simocephalus* dans les mares temporaires de la Numidie. Thèse de Magistère. Univ. 08 Mai 1945. Guelma.

Van Dijk, G., J-P. 1983. La valeur Ornithologique des zones humides de l'est Algérien. *Biological Conservation* 26 : 215-225.

Verhoeven, J. 1980. The ecology of *Ruppia* dominated communities in Western Europe.III. Aspects of production, consumption and decomposition. *Aquatic Botany*8: 209-253

Visser, J. 1978. Fat and protein metabolism and mortality in the Coot *Fulica atra*. *Ardea* 66:173-183.

Wooley, J. B., et Owen, R.B Jr. 1978. Energy costs of activity and daily energy expenditure in Black Duck. *J. Wild. Manage* 42: 739-745.

Ziane, N. 1999. Le peuplement d'anatidés hivernants dans la région d'El Kala chronologie d'hivernage et rythmes d'activités. Thèse de Magister. Univ. Badji Mokhtar. Annaba.

<b>Nom:</b> Hadjadji	Date de Soutenance:
<b>Prénom:</b> Sana	
<b>Titre:</b> Budget d'activité hivernal de la Foulque macroule <i>Fulica atra</i> en Numidie	
<b>Nature du Diplôme:</b> Magister en Ecologie	Option : Biodiversité et conservation des zones humides
<p>Résumé</p> <p>Le présent travail a l'objectif d'éclaircir le rôle écologique du lac Tonga et mieux comprendre la stratégie d'hivernage de la Foulque macroule <i>Fulica atra</i> en étudiant son budget d'activité</p> <p>Nos données montrent que le lac Tonga est un site d'hivernage qui abrite une population hivernante qui dépasse le 1400.</p> <p>L'étude de budget d'activité montre que les foulques passent plus que la moitié de leur temps en alimentation.</p> <p>Le modèle saisonnier d'alimentation présenté par les foulques se diffère de celui cité en Europe.</p> <p>La stratégie d'alimentation est très diversifiée, l'alimentation en surface domine comme une méthode principale.</p>	
<p>Mots clés : Budget d'activité, la Foulque macroule, lac Tonga, zone humide, hivernage, Algérie,</p>	
<p>FACULTÉ DES SCIENCES DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS.</p>	