



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة باجي مختار - عنابة
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
LABORATOIRE écologie des systèmes terrestres et aquatiques (*EcoSTAQ*)

THESE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT TROISIEME CYCLE

Spécialité: Biodiversité, Evolution et Ecologie de la santé

Intitulé

Structure et écologie des Rallidés dans les zones humides de Guerbes-Sanhadja (wilaya de Skikda)

Presentée par: M. BARA Mouslim

Membre de Jury:

| | | |
|------------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| OUAKID Mohamed el aid (Professeur) | Président | Université de Annaba |
| HOUHAMDI Moussa (Professeur) | Directeur de thèse | Université de Guelma |
| BOUSLAMA Zihad (Professeur) | Co-directeur de thèse | Université de Annaba |
| BAIRI Abdelmadjid (Professeur) | Examineur | Université de Annaba |
| MAAZI Mohamed cherif (M.C.A) | Examineur | Université de Souk Ahras |
| ZOUGGACHE Fatah (M.C.A) | Examineur | Université de Bouira |

Année universitaire: 2014/2015

Remerciements

Dieu le Grand tout Puissant, le tout Miséricordieux, le très Miséricordieux, Merci de m'avoir aidé a dépassé toutes les étapes, passe tous les obstacles pour enfin terminer ce travail !

Merci professeur Mohamed El Aid OUAKID, de bien vouloir acceptez de juger ce modeste travail et d'en présider le jury, monsieur je vous suis très reconnaissant.

Mon respect va à mon directeur de thèse le professeur Houhamdi Moussa qui ma dirigé et encourager afin de finir ce travail et le professeur Bouslama Zihad qui ma Co-dirigé et encourage dans ma thèse.

Mes agréables salutation vont au professeur Bairi Abdelmadjid, aux docteurs Maazi Mohamed-Chérif et Zouggache Fatah d'avoir acceptez d'être des examinateurs afin de juger se modeste travail.

Ma profonde admiration est adressée a mes cher amis du laboratoire Ecostaq et mes cher amis du laboratoire L'BEE.

Mes dernier remerciement sont destinés à ma grande et petite famille et à mes amis que je connais et ceux qui mon soutenus et aidé même avec un simple sourire.

BARA Mouslim

Liste des tableaux :

| | pages |
|--|--------------|
| Situation géographique et statut des principales zones humides de l'éco-complexe de Guerbes-Sanhadja. | 14 |
| Débit des bassins versants de la plaine de Guerbes-Sanhadja. | 16 |
| Analyse microbiologique de la qualité des eaux de quelques sites du complexe de zones humides de Guerbes-Sanhadja. | 16 |
| Données météorologiques de la région de Skikda (2010-2013). | 18 |
| Check-list des espèces du Genre <i>Fulica</i> d'après le congrès ornithologique international (2013) | 24 |
| Sous-espèces de <i>Porphyrio porphyrio</i> et leur localisation biogéographique. (Lok et Subaraj, 2008) | 28 |
| Paramètres environnementale des nids de la Poule sultane à Garaet Hadj Tahar. | 50 |
| Caractéristique biométriques des œufs de la Poule sultane à Garaet Hadj Tahar. | 51 |
| Corrélation entre le taux d'éclosion et les paramètres des nids installés à Garaet Hadj Tahar (2012 et 2013). | 53 |
| Paramètres environnementale des nids de la Poule sultane à Garaet Messaoussa. | 54 |
| Caractéristique biométriques des œufs de la Poule sultane à Garaet Messaoussa. | 55 |
| Corrélation entre le taux d'éclosion et les paramètres des nids installés à Garaet Hadj Tahar (2012 et 2013). | 56 |

Liste des figures :

| | pages |
|---|--------------|
| Principales zones humides du complexe de Guerbes-Sanhadja. | 5 |
| Les sous-bassins versants de la région de Skikda. (ABH-CSM, 2012) | 17 |
| Diagramme pluviothermique de Bagnouls et Gaussen | 19 |
| Climagramme d'Emberger de la région de Skikda (Emberger, 1952) | 20 |
| Description morphologique de la Foulque macroule <i>Fulica atra</i> | 25 |
| Description morphologique de la Poule sultane <i>Porphyrio porphyrio</i> . (Illustration Tillo Stéphane) | 27 |
| Evolution des effectifs de la Foulque macroule <i>Fulica atra</i> (a): Garaet Hadj-Tahar, (b): Garaet Messaoussa, (c): Garaet Chichaya et (d): Garaet Ain Magroun. | 34 |
| Evolution des effectifs de la Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> (a): Garaet Hadj-Tahar, (b): Garaet Messaoussa, (c): Garaet Chichaya et (d): Garaet Ain Magroun. | 37 |
| Evolution des effectifs de la Poule sultane <i>Porphyrio porphyrio</i> (a): Garaet Hadj-Tahar, (b): Garaet Messaoussa, (c): Garaet Chichaya. | 39 |
| Modalité de distribution spatiale des Rallidés au niveau de la Garaet Hadj-Tahar. | 41 |
| Modalité de distribution spatiale des Rallidés au niveau de la Garaet Messaoussa. | 41 |
| Modalité de distribution spatiale des Rallidés au niveau de la Garaet Chichaya. | 42 |
| Modalité de distribution spatiale des Rallidés au niveau de la Garaet Ain Magroun. | 42 |
| Bilan des rythmes d'activités diurnes de la Foulque macroule <i>Fulica atra</i> (saison d'hivernage 2011/2012). | 43 |

| | |
|--|----|
| Evolution temporelle du rythme d'activité diurne du Foulque macroule durant la saison d'hivernage 2011/2012. | 45 |
| Plan factoriel 1x2 de l'Analyse factorielle des correspondances (AFC) du bilan des rythmes d'activités diurnes de la Foulque macroule au niveau de Garaet Hadj Tahar (saison 2011/2012) Axes d'inertie : 74.26, 14.34, 7.75, 3.63. | 46 |
| Bilan des rythmes d'activités diurnes de la Foulque macroule <i>Fulica atra</i> (saison d'hivernage 2012/2013). | 47 |
| Evolution temporelle du rythme d'activité diurne du Foulque macroule durant la saison d'hivernage 2012/2013. | 48 |
| Plan factoriel 1x2 de l'Analyse factorielle des correspondances (AFC) du bilan des rythmes d'activités diurnes de la Foulque macroule au niveau de Garaet Hadj Tahar (saison 2012/2013) Axes d'inertie : 83.79, 10.59, 3.77, 1.67. | 49 |
| Grandeur de ponte chez la Poule sultane à Garaet Hadj Tahar. | 51 |
| Evolution temporelle du taux d'éclosion des œufs de la Poule sultane à Garaet Hadj Tahar. | 52 |
| Grandeur de ponte chez la Poule sultane à Garaet Messaoussa. | 55 |
| Evolution temporelle du taux d'éclosion des œufs de la Poule sultane à Garaet Messaoussa. | 56 |

Table des matières

| | Pages |
|---|--------------|
| Introduction | 1 |
| Chapitre I : Description du site | |
| 1. Généralités sur le complexe de Guerbes-Sanhadja. | 4 |
| 2. Les zones humides du complexe de Guerbes-Sanhadja. | 5 |
| 2.1. Garaet Beni M'Hamed. | 5 |
| 2.2. Garaet Haouas. | 6 |
| 2.3. Garaet Hadj Tahar. | 6 |
| 2.4. Garaet Boumaiza. | 6 |
| 2.5. Garaet Ain Magroun. | 7 |
| 2.6. Garaet Sidi Lakhdar. | 7 |
| 2.7. Garaet Messaoussa. | 7 |
| 2.8. Nechaa Khellaba. | 8 |
| 2.9. Lac Sidi Fritis. | 8 |
| 2.10. Garaet Chichaya. | 9 |
| 2.11. Garaet Sidi Makhlof. | 9 |
| 2.12. Garaet El Loughat. | 10 |
| 2.13. Garaet Bouina. | 10 |
| 2.14. Garaet Ain Nechma. | 10 |
| 2.15. Garaet El Guelb. | 10 |
| 2.16. Garaet Ouajaa. | 10 |
| 2.17. Garaet Nouar Ezzouaoua. | 11 |
| 2.18. Garaet La Marsadelle. | 11 |
| 2.19. Garaet Dissia. | 11 |
| 2.20. Oued Maboun. | 11 |
| 2.21. Garaet Bordj du Contonnier. | 12 |
| 2.22. Garaet Tacha. | 12 |
| 2.23. Garaet Bechna. | 12 |
| 2.24. Garaet aux Liniaires. | 12 |
| 2.25. Garaet aux Oliviers. | 13 |
| 2.26. Lagune d'Oued El Kebir. | 13 |
| 2.27. Les rives d'Oued El Kebir. | 13 |
| 2.28. Le Canal de Sidi Makhlof. | 13 |
| 2.29. Garaet El Azla. | 13 |
| 2.30. Garaet Emiflor. | 14 |

| | |
|---|----|
| 3. Caractéristiques géographiques. | 14 |
| 4. Caractéristiques géologiques. | 15 |
| 5. Caractéristiques hydrologiques. | 15 |
| 6. Caractéristiques climatiques de la région. | 18 |
| 6.1. Synthèse climatique. | 18 |
| 7. Caractéristiques biologiques. | 20 |

Chapitre II : Matériel et Méthodes

| | |
|---|----|
| 1. Structure des Rallidés. | 22 |
| 1.1. Dénombrement des Rallidés. | 22 |
| 1.1.1. Fréquence d'observation. | 22 |
| 1.1.2. Méthodes d'échantillonnage. | 22 |
| 2. Ecologie des Rallidés. | 23 |
| 2.1. Rythme d'activité diurne de la Foulque macroule <i>Fulica atra</i> . | 23 |
| 2.1.1. Généralité sur la Foulque macroule <i>Fulica atra</i> | 23 |
| ▪ Classification | 23 |
| ▪ Description de l'espèce | 24 |
| ▪ Régime alimentaire | 24 |
| 2.1.2. Fréquence d'observation. | 25 |
| 2.1.3. Méthodologie d'échantillonnage. | 25 |
| 2.2. Ecologie de la reproduction de la Poule sultane <i>Porphyrio porphyrio</i> . | 26 |
| 2.2.1. Généralité sur la Poule sultane <i>Porphyrio porphyrio</i> . | 26 |
| ▪ Taxonomie et nomenclature. | 26 |
| ▪ Description de l'espèce. | 26 |
| ▪ Habitat et aire de répartition | 28 |
| ▪ Statu actuel. | 28 |
| 2.2.2. Méthodologie d'échantillonnage. | 29 |
| 2.2.3. Paramètres du suivie de la reproduction. | 29 |
| 3. Matériel Sur terrain. | 30 |
| 4. Traitement des données. | 30 |

Chapitre III : Résultats et Discussion

| | |
|--|----|
| 1. Structure et dynamique des Rallidés dans le complexe de Guerbes-Sanhadja. | 32 |
| 1.1. Dénombrements des effectifs. | 32 |
| 1.1.1. La Foulque macroule <i>Fulica atra</i> . | 32 |
| 1.1.2. La Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> . | 35 |
| 1.1.3. La Poule sultane <i>Porphyrio porphyrio</i> . | 38 |
| 1.2. Distribution et occupation spatiale des zones humides du complexe de Guerbes-Sanhadja par les Rallidés. | 40 |
| 2. Ecologie des Rallidés dans le complexe de Guerbes-Sanhadja. | 43 |
| 2.1. Rythme d'activité diurne du Foulque macroule <i>Fulica atra</i> (2011/2012) | 43 |
| 2.1.1. Bilan total. | 43 |
| 2.1.2. Analyse statistique multi-variée. | 45 |
| 2.2. Rythme d'activité diurne du Foulque macroule <i>Fulica atra</i> (2012/2013) | 47 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2.1. Bilan total. | 47 |
| 2.2.2. Analyse statistique multi-variée. | 49 |
| 2.3. Ecologie de la reproduction de la Poule sultane <i>Porphyrio porphyrio</i> à Garaet Hadj Tahar. | 50 |
| 2.3.1. Caractéristiques des nids. | 50 |
| 2.3.2. Biométries des œufs. | 50 |
| 2.3.3. Grandeur de ponte. | 51 |
| 2.3.4. Taux d'éclosion. | 52 |
| 2.4. Ecologie de la reproduction de la Poule sultane à <i>Porphyrio porphyrio</i> Garaet Messaoussa. | 54 |
| 2.4.1. Caractéristiques des nids. | 54 |
| 2.4.2. Biométries des œufs. | 54 |
| 2.4.3. Grandeur de ponte. | 55 |
| 2.4.4. Taux d'éclosion. | 55 |
| 3. Discussion. | 57 |
| Conclusion | 60 |
| Références bibliographiques | |
| Annexes | |

Introduction



Introduction

L'Algérie appartient au Paléarctique occidental réputé par sa biodiversité biologique, écologique et génétique. Il abrite presque tous les habitats écologiques et recèle un patrimoine très varié en zones humides (Bensaci 2011).

Elle couvre une très grande superficie (2741381 Km²), une diversité variable de climats (subtropical, méditerranéen, semi-aride et aride) et une côte de 1350 kilomètres qui lui permettent de jouir d'une large gamme de biotopes favorisant une faune et une flore remarquable (Samraoui et De Belair 1997).

Elle est riche en zones humides qui font partie des ressources les plus précieuses sur les plans de la diversité biologique et de la productivité naturelle. Ces zones humides jouent un rôle important dans les processus vitaux, entretenant des cycles hydrologiques et accueillant une flore importante, des poissons, des insectes et bien sur des oiseaux migrateurs (Metallaoui 2010).

La Convention de Ramsar (1971) définit le terme «zone humide» dans ses articles comme suit :

Article 1.1:

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

Article 2.1: il précise que les zones humides peuvent

«Inclure des zones de rives ou de côtes adjacentes à la zone humide et des îles ou des étendues d'eau marine d'une profondeur supérieure à six mètres à marée basse, entourées par la zone humide».

Les zones humides et leur services éco-systémique sont extrêmement précieux pour tous les peuplements faunistiques et floristiques du monde: c'est la conclusion majeure apportée par le groupe d'évaluation scientifique et technique de la convention de Ramsar (Ecosystems and human Well-being: Wetland and water 2005).

Les oiseaux d'eau constituent l'une des plus remarquable composantes faunistiques des zones humides, par ailleurs, la grande majorité des espèces de ce groupe représente une

Introduction

faustique illustration du phénomène de migration: chaque année, ces oiseaux procèdent à des déplacements périodiques plus au moins long (jusqu'à plusieurs milliers de kilomètre) entre leur quartiers de nidification et ceux de l'hivernage, a la recherche de conditions climatiques et trophiques meilleurs. Dans ce contexte, l'Algérie occupe parmi les pays du Paléarctique occidental une place très privilégiée pour un grand nombre d'espèce d'oiseau migrateurs qui empruntent la voie de migration occidentale de l'ancien monde (Metallaoui 2010).

L'Algérie représente à la fois par sa situation sur cette voie et par la grande diversité et surface de ces zones humides, un passage de choix pour les individus avien qui atteignent le Sahara pour un éventuel hivernage. De plus cet espace est favori pour certaines espèces car elles trouvent leur limite méridionale de distribution (Bensaci 2011, Bensaci *et al.* 2013).

Dernièrement un grand nombre d'étude sont réalisés afin de cibler l'écologie, la migration, l'hivernage et le budget temps des oiseaux d'eau entre les rives nord et sud de la Méditerranée citons comme exemple (Piro *et al.* 1984, Allouche *et al.* 1989, Goss-Custard *et al.* 1969, Almarez et Amat 2004). Actuellement les projets réalisés ciblent beaucoup plus l'étude de la reproduction (Si Bachir *et al.* 2000, Radi *et al.* 2006, Saheb *et al.* 2006, Samraoui *et al.* 2007) et l'étude du régime alimentaire de ces oiseaux d'eau (Si Bachir *et al.* 2001, Boukhemza *et al.* 2004).

Ce travail de recherche se penche d'une part sur la détermination de la structure (dénombrement, distribution et occupation spatiotemporelle) d'un groupe d'oiseaux d'eau (Rallidae) très répondu dans les écosystèmes lacustres de Guerbes-Sanhadja, et d'autre part étudier l'écologie de deux espèces au niveau de ce complexe de zone humides : l'éco-éthologie de la Foulque macroule *Fulica atra* au niveau de Garaet Hadj Tahar et la reproduction de la Poule sultane *Porphyrio porphyrio* dans deux sites naturels de ce complexe de zone humide de Guerbes-Sanhadja (Garaet Hadj Tahar et Garaet Messaoussa).

Les Rallidés du latin *Rallidea*, est un groupe d'oiseaux qui appartient à l'ordre des Gruiformes. Cette famille se caractérise par des ailes courtes et arrondies et d'un corps trapus et aplati latéralement. C'est une famille qui fréquente généralement les marais et les étangs et dont les membres se nourrissent de végétaux et d'invertébrés aquatiques.

Les genres qui appartiennent à la famille des Rallidés en Algérie sont : *Fulica* (*Fulica atra*, Foulque macroule), *Porphyrio* (*Porphyrio porphyrio*, Talève sultane), *Rallus* (*Rallus*

Introduction

aquaticus, Râle d'eau), *Guallinula* (*Guallinula chloropus*, poule d'eau) (Ledant et Van Dijk 1981, Isenman et Moali 2000, Encyclopédie des oiseaux d'Europe 2004).

Cette thèse s'articule autour de trois chapitres.

- Le premier, purement bibliographique, décrit la zone d'étude sur le plan géographique, hydrologique, climatique et biologique.
- Le deuxième est consacré à la méthodologie suivie (dénombrement des oiseaux, occupation spatiale, budget temps et étude de la reproduction) et le matériel utilisé pour la réalisation de cette étude.
- Le dernier rassemble l'ensemble des données récoltées au cours de notre étude présentés sous forme de carte, de graphe et d'histogramme.

Description du Site



Description du site

1. Généralités sur le complexe de Guerbes-Sanhadja

Les zones humides de la Numidie algérienne sont d'une grande valeur pour la biodiversité (Samraoui et De Belair 1998, Metallaoui et Houhamdi 2008). La Numidie située dans le Nord-Est algérien est divisée 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 représenté par le complexe de zone humides de la plaine de Guerbes-Sanhadja (Houhamdi et Samraoui 2001).

Le complexe Guerbes-Sanhadja est une grande plaine littorale bordée à l'Ouest par les collines côtières de Skikda et à l'Est par le massif forestier côtier de Chetaibi. Les altitudes de la zone se situent entre 0 et 200 mètre. 48,5 % des terres ont une pente inférieure ou égale à 3 % et le reste a 12,5 %. Les principales unités lithologiques sont essentiellement formées de dépôts éoliens et alluviaux (Joleaud 1936 *in* Atoussi 2008).

Le massif dunaire continental de la plaine de Guerbes-Sanhadja est le réservoir hydrique d'environ 40 hectomètres cubes qui génère une multitude de dépressions et de vallées formant lacs et marais (Garaets) de quelques hectares de superficie à plusieurs dizaines d'hectares. (Joleaud 1936 *in* Atoussi 2008)

A l'Est et au sud de ce massif, l'Oued El Kébir et ses affluents, aux nombreux méandres (en raison de la faible pente), alimentent une série de collection d'eaux naturelles ou artificielles (petits barrages ou retenus collinaires). Le contact dunes-plaines alluviales a formé des forêts humides (aulnaies) pouvant atteindre 180 hectares (Boumezbeur 2001).

Le caractère remarquable de la flore et de la faune de cette région a pour origine : la diversité géomorphologique et son emplacement en un carrefour bioclimatique, entraînant une richesse élevée de la biodiversité (Atoussi 2008).

Le complexe de zones humides de la plaine de Guerbes Sanhadja est un lieu de migration et d'hivernage pour les oiseaux d'eau, en plus il représente un lieu important pour l'alimentation de certain poisson comme l'anguille et les poissons marins comme le barbeau et le mulot (DGF 2001).

La région de Guerbes-Sanhadja est la seule au niveau national, avec le Lac Tonga (wilaya d'El-Tarf), à avoir répondu à cinq des huit critères fixés par la convention de Ramsar. La plaine de Guerbes renferment des sites d'importance internationale qui fournissent des exemples

Description du site

représentatifs, rares et ou uniques de type de zone humide naturelle que ce soit pour le Maghreb, l'Afrique du Nord et la région méditerranéenne (Metallaoui 2010).

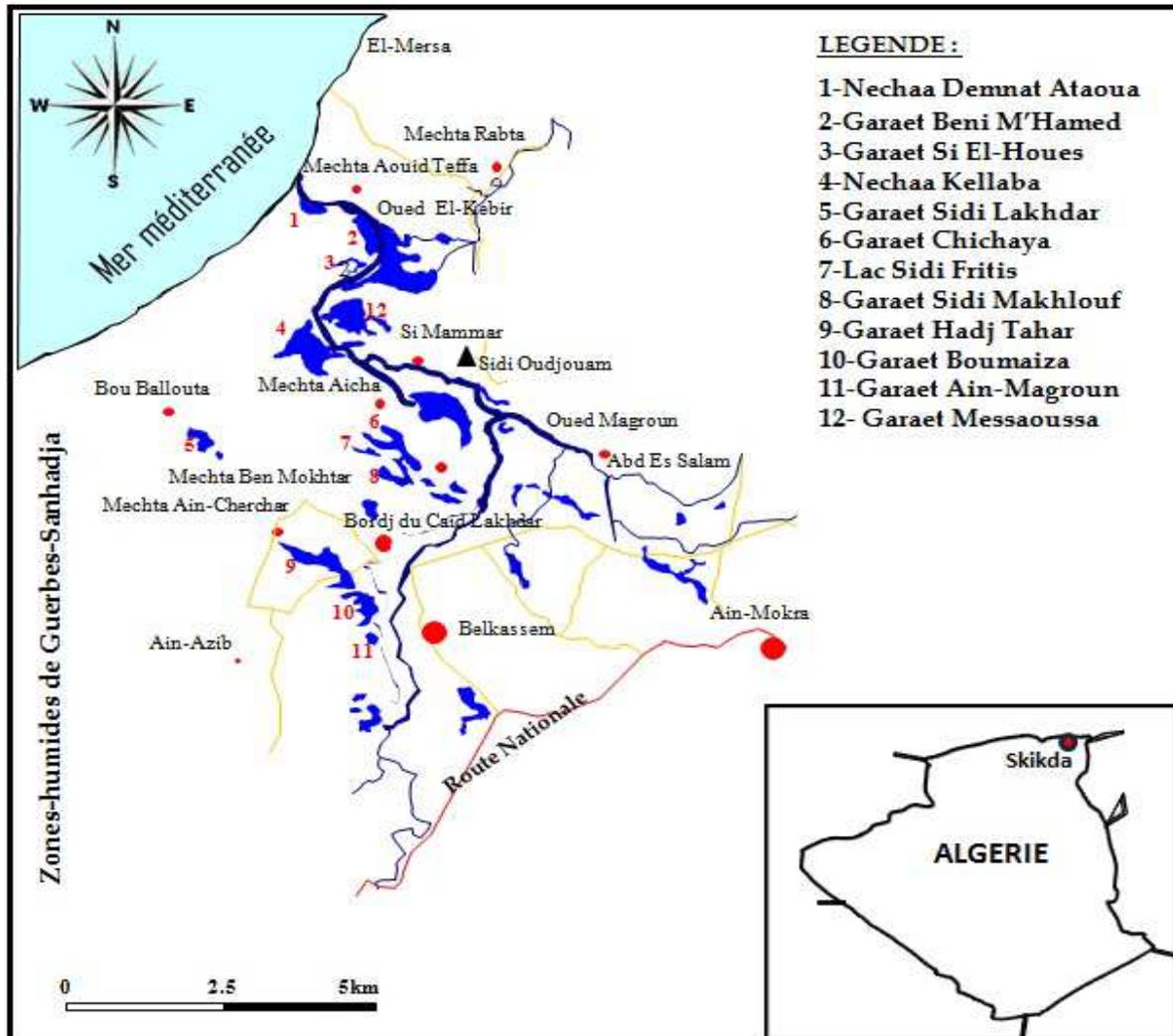


Figure 1. Principales zones humides du complexe de Guerbes-Sanhadja (Metallaoui 2010).

2. Les zones humides du complexe de Guerbes-Sanhadja

2.1. Garaet Beni M'Hamed

Un marais situé du côté droit de Oued El Khebir est alimenté principalement par ce dernier (par inondation). Sa structure pédologique à prédominance argileuse (alluvions), son eau est salée et il est recouvert d'une végétation peu diversifiée: les formations végétales émergentes sont des *Chamaemelum praecox*, *Juncus acutus* et *Oenanthe fistulosa* et la végétation du contour

Description du site

est *Tamarix gallica* et des forêts de Frêne (*Fraxinus angustifolia*) (Samraoui et De Belair 1997).

L'avifaune aquatique est dominée par les Anatidés et les Laridés (Metallaoui 2010)

2.2. Garaet Haouas

À gauche de l'Oued El Khebir on peut voir cette garaet qui se caractérise par un substratum composé de sable dunaire et de sédiments (alluvion). Sa couverture végétale est la suivante: végétaux submergé (*Callitriche stagnalis*, *Potamogeton trichoides*), Alismacées (*Alisma plantago-aquatica*), Amphiphytes (*Carex divisa*, *Iris pseudoacorus*, *Cyperus longus*, *Juncus tenageia*, *Juncus bulbosus*), Scirpes (*Scirpus lacustris*, *Scirpus maritimus*) Typha (*Typha angustifolia*).

2.3. Garaet Hadj Tahar

Un lac d'eau douce (112 ha) inondé toute l'année (même en période d'évaporation). A une vingtaine de kilomètre de la Méditerranée. Il est entouré par des collines d'argile et de grès de Numidie au Nord-Ouest est d'une plaine alluviale de Oued El Khebir au Sud-est. Cette garaet a une forme ovale et se caractérise par des ressources trophiques très abondantes (particulièrement des gastéropodes) (Haouam 2003).

La couverture végétale est dominée à 70% par *Nymphaea alba* en plus de *Lemna gibba*, *Lemna minor*, *Potamogeton lucens*, *Callitriche stagnalis*, *Ceratophyllum demersum*, *Hanumenbus bandotii*, *Wolffia arrhiza* et un ptérédophyte rare *Salvinia natans* (Metallaoui 2010).

2.4. Garaet Boumaiza

C'est un marais d'eau salé impropre à l'agriculture et destiné au pâturage principalement bovins et ovin qui se trouve dans une plaine à dépression Sud-Est/Nord-Ouest. Cette dépression forme probablement un affluent (lit de Oued El Khebir). Cette garaet (présente une profondeur de 2 m) est alimentée principalement par les précipitations, les cours d'eau et les infiltrations des montagnes de Boumaiza. Le marais présente une végétation diversifiée. Les hydrophytes recouvrant 50% du plan d'eau sont représentées par *Callitriche stagnalis*, *Ceratophyllum demersum*, *Lemna minor*, des Renonculacées (*Ranunculus baudotii*, *Ranunculus trichophyllus*) par des potamogeton (*Potamogeton nodosus* *potamogeton pectinatus*). Les amphiphytes sont principalement représentées par *Alisma plantago aquatica* dont le recouvrement est de 50%, des juncacées (*Juncus subnodulosus*, *Juncus subulatus*), des Cypéracées (*Cyperus longus*), des Scirpes (*Scirpus lacustris*, *Scirpus maritimus*) des Typhacées (*Typha angustifolia*). Les oiseaux d'eau qui fréquentent le marais sont *Bubulcus ibis*, *Ciconia ciconia* (Samraoui et De Belair 1997).

Description du site

2.5. Garaet Ain Magroun

Ce marais de 9 ha occupe une dépression au sud d'un petit mont (21 mètre d'altitude), couvert d'une plantation d'olivier (Samraoui et De Belair, 1997). Ce marais compte une végétation submergée représentée par *Ranunculus baundotii*. Parmi les amphiphytes, nous trouvons les Alismacées (*Alisma plantago aquatica*, *Alopecurus bulbosus*), les Cypréacées (*Cyperus longus*, *Oenanthe fistulosa*, *Polygonum lapathifolium*, *Rumex algeriensis*, *Rumex conglomeratus*) et les Typhacées (*Typha augustifolia*) (Metallaoui 2010).

2.6. Garaet Sidi Lakhdar

C'est un site qui coule directement vers la mer, il est dominé au Sud-ouest par Djebel El Foul et à l'Ouest par Djebel Felifla et au Nord-Ouest par des dunes de 50 mètres d'altitude (Merzoug, 2008). Parmi la végétation, nous rencontrons des hydrophytes comme *Callitriche stagnalis*, *Ceratophyllum demersum*, *Lemna minor*, *Lemna gibba*, *Potamogeton crispus*. Autour de la Garaet, nous observons des Alismacées (*Alisma plantago aquatica*, *Carex muricata*, *Cyperus longus*). Les juncacées sont représentées par *Juncus conglomeratus* et *Juncus heterophyllus* dont le recouvrement peut aller jusqu'à 60% (Metallaoui 2010).

2.7. Garaet Messaoussa

Ce marais de 280 ha est remarquable pour ses aulnes localisé à l'Ouest du mont de l'Edough, dans le côté gauche d'Oued El Kebir, adoptant la direction Nord-Ouest - sud est. Le sol est sablonné dans le Nord-Ouest en raison des dépôts dunaires, et devient graduellement argileux dans le sud est à cause des dépôts alluviaux de Oued El Kebir (Atoussi 2008). Ce marais est alimenté par deux oueds (Oued Ras El-Ma et Oued El-Kebir) (Samraoui et De Belair 1997).

Cinq espèces d'hydrophytes recouvrent le plan d'eau dont les plus importants du point de vue recouvrement nous notons *Callitriche stagnatilis*, *Lemna minor*, *Potamogeton trichoides*, 38 espèces d'hydrophytes dominées par la famille des Juncacées, nous notons *Juncus acutus*, *Juncus anceps*, *Juncus bufonius*, *Juncus bulbosus*, *Juncus conglomeratus*, *Juncus heterophyllus*, *Juncus maritimus*, *Juncus pygmaeus*, *Juncus subnodulosus* et *Juncus tenageia*, des Typhas (*Typha angustifolia*) et des Scirpes (*Scirpus maritimus*). La végétation qui entoure la Nechaa est diversifiée, D'après Metallaoui *Rubus ulmifolius*, *Alnus glutinosa* sont présents à pratiquement 100% (Metallaoui 2010).

2.8. Nechaa Khellaba

Description du site

Le site est composé principalement d'aulnaie (75 ha). Il est alimenté par des courants d'eau d'Oued El-Kebir. Le substratum de ces aulnaies est exclusivement composé de la tourbe et du sable à cause de la matière organique laissée par les forêts humides (Samraoui et De Belair, 1997). Ce plan d'eau est pauvre en végétations aquatiques qui est limitée à *Callitriche stagnalis* dont le recouvrement varie d'un endroit à un autre et peut aller de 0% jusqu'à 60%. Par contre les Amphiphytes sont mieux représentés seize espèces ont été recensées parmi lesquelles, nous notons le *lycopus europaeus*, *Lythrum junceum*, *Nasturium officinale*, *Polygonum lapathifolium*, *Ranunculus sceleratus*, *Rumex conglomeratus* et *Veronica anagallis aquatica*. Le climat et le substratum tourbeux de la plaine ont favorisés la formation de forêts d'Aulne glutineux (*Alnus glutinosa*). Le cortège floristique entourant ce site est formé également d'*Arum italicum*, *Rubia peregrina*, *Rubus ulmifolius* et de *Mentha suaveolens*. Trois espèces d'Ostracodes sont présents dans ce plan d'eau à savoir *Cypria ophthalmica* et *Cypris bispinosa* (Samraoui et De Belair 1997)

2.9. Lac Sidi Fritis

C'est un lac bordé à l'Est par une prairie sèche et à l'Ouest par des dunes, alimentées par des nappes phréatiques. Divisé en deux, 26 hectares représentent un étang marécageux et 13 hectares représentent un petit lac d'eau libre. A cause du pompage de l'eau il est souvent à sec pendant la période estivale. Ce site est éloignée de la route nationale ce qui a favorisé sa richesse floristique constituée principalement de *Callitriche stagnalis*, *Callitriche truncata*, *Ceratophyllum submersum*, *Chara sp*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Nymphaea alba*, *Ranunculus baudotii* et *Ranunculus hederaceus*. Dans le plan d'eau, nous constatons des formations émergentes de *Cyperus flavescens*, *Cyperus fuscus*, *Cyperus longus*, *Iris pseudo-acorus*, des Juncacées comme *Juncus anceps*, *Juncus bufonius*, *Juncus bulbosus*, *Juncus heterophyllus*, *Juncus maritimus*, *Juncus subnodulosus*, *Juncus subulatus* et *Juncus tenageia*, des phragmites *Phragmites australis* des Renonculacées *Ranunculus flammula* et *Ranunculus ophioglossifolius*, des Scirpes représentées par *Scirpus cernuus*. La ceinture végétale qui entoure le lac est formée principalement d'*Alnus glutinosa*, *Fraxinus angustifolia*, *Rubus ulmifolius*, *Salix alba*, et *Salix pedicillata* (Samraoui et De Belair 1997).

2.10. Garaet Chichaya

Ce marais (50 ha) est alimenté par des eaux souterraines près de la plaine alluviale de Oued El Kebir, son substrat est constitué de sable dunaire mélangé à la tourbe (Nord-Ouest) et par une boue argileuse (Sud-Est). Plus de 50 espèces végétales ont été recensées, parmi lesquelles

Description du site

nous trouvons des hydrophytes comme *Ceratophyllum demersum*, *Lemna gibba*, *Myriophyllum spicatum*, *Polygonum senegalense*, *Potamogeton lucens* occupant plus de 75% du plan d'eau, une ptéridophyte rare, *Salvinia natans*, *Utricularia vulgaris* et *Wolffia arrhiza*. Parmi les hygrophytes, nous avons des Cyperacées *Cyperus longus* des Juncacées, *Juncus acutus* et *Juncus subulatus*. Nous constatons d'autres formations émergentes de *Galium palustre*, *Glyceria fluitans*, *Iris pseudoacorus*, de phragmites *Phragmites australis*, des Scirpes *Scirpus lacustris* et *Scirpus maritimus* et des Typhas *Typha angustifolia*. Des forêts d'Aulnes glutineux recouvrent le sol à 50%, nous rencontrons aussi des *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba*, *Rubus ulmifolius*, et du *Tamarix gallica* (Samraoui et De Belair 1997)

2.11. Garaet Sidi Makhlouf

Semblable à Garaet Chichaya sur le plan géomorphologique tous les deux constituent aussi une unité simple orientée Nord-Ouest au Sud-Est. D'une superficie de 50 ha, ce site est colonisé par une diversité avienne très remarquable (le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*), la Poule sultane (*Porphyrio porphyrio*), le Fuligule milouin (*Aythya ferina*), la Poule d'eau (*Gallinula chloropus*), la Cigogne Blanche *Ciconia ciconia*, la Foulque macroule *Fulica atra*, l'Aigrette garzette (*Egretta garzetta*), le Héron garde-bœuf *Ardea ibis*, le Héron cendré (*Ardea cinerea*), le Héron crabier (*Ardeola ralloides*), Grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis*), le Busard des roseaux) (Metallaoui 2010).

Concernant la végétation nous citons certains Amphiphytes comme les *Callitriches stagnalis*, *Lemna gibba*, *Lemna minor*, *Nymphaea alba* recouvrant 25% de la superficie du plan d'eau, des Renonculacées (*Ranunculus baudotii*, *Ranunculus tricophyllus*), *Salvinia natans*, *Utricularia vulgaris*, *Wolffia arrhiza*. Le cortège floristique du site est constitué principalement d'*Alisma plantago-aquatica*, *Apium nodiflorum*, *Iris pseudo-acorus*, de Juncacées, *Juncus capitatus*, *Juncus heterophyllus*, de Scirpes *Scirpus cernuus* et *Scirpus lacustris*. Une espèce rare de Neuroptera *Lertha barbara* à été trouvée uniquement dans ce plan d'eau (Samraoui et De Belair 1997).

2.12. Garaet El Loughat

C'est une garaet alimentée par le ruissèlement. Elle est située dans une dépression, au pied d'une colline de schiste argileux. La végétation retrouvée dans ce plan d'eau est la suivante : *Callitriche stagnalis*, *Lythrum hydropiper*, *Ranunculus baudotii*, *Agrostis semi-verticillata*, *Alopecurus bulbosus*, *Apium nodiflorum*, *Carex divisa*, *Glyceria fluitans*, *Juncus bufonius*, *Rumex*

Description du site

conglomeratus, *Scirpus lacustris*, *Bellis annua*, *Bellis repens*, *Cotula coronopifolia*, *Medicago littoralis* et *Plantago coronopus* (Metallaoui 2010).

2.13. Garaet Bouina

Situé dans une dépression dunaire, elle a été probablement au contact avec la plaque alluviale. Sa sous-strate est formée de sable et de tourbes au Sud-Est et d'argile au Nord-Ouest. La couverture végétale est représentée par : *Nymphaea alba*, *Alisma plantago-aquatica*, *Apium crassipes*, *Carex divisa*, *Carex muricata*, *Juncus acutus*, *Juncus bufonius*, *Juncus Juncus effusus*, *Juncus maritimus*, *Juncus tenageia*, *Scirpus lacustris*, *Typha angustifolia*, *Fraxinus angustifolia*, *Pistacia lentiscus* et *Rubus ulmifolius* (Metallaoui 2010).

2.14. Garaet Ain Nechma

C'est un cours d'eau formé d'un ensemble de mares et de marais, alimentés par des ruissèlements et par des débordements de l'Oued. Les espèces végétales décrites dans cette garaet sont les suivantes : *Callitriche stagnalis*, *Alisma plantago aquatica*, *Alopercus bulbosus*, *Carex divisa*, *Cyperus longus*, *Eleocharis palustris*, *Glyceria fluitans*, *Juncus acuta*, *Scirpus lacustris*, *Scirpus maritimus*, *Pistacia lentiscus*, *Populus alba* et *Tamarix gallica* (Samraoui et De Belair 1997).

2.15. Garaet El Guelb :

Cette garaet est situé dans une dépression marécageuse dans la vallée d'Oued Esseghir, Metallaoui a décrit en 2010 la présence des espèces végétales suivantes : *Callitriche stagnalis*, *Alisma plantago aquatica*, *Alopercus bulbosus*, *Anagallis crassifolia* et *Cyperus longus* mais dominé par le *Scirpus lacustris* (Metallaoui 2010).

2.16. Garaet Ouajaa

Une autre dépression marécageuse située dans le Nord-Ouest de Oued Esseghir. Dans le plan d'eau, nous notons le recouvrement de *Callitriche stagnalis*, *Potamogeton lucens*, *Salvinia natans*, et *Nymphaea alba*. Pour l'avifaune aquatique, nous citons la présence du Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis*, le Héron cendré *Ardea cinera*, le Héron garde-bœuf *Ardea ibis*. C'est un site de reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* et de la Poule sultane *Porphyrio porphyrio* (Samraoui et De Belair 1997).

2.17. Garaet Nouar Ezzouaoua

Situé au Sud-Est de Garaet Sidi Lakhdar dans la même dépression Numidienne, ce marais est réduit en trois mares artificielles utilisées pour l'irrigation. Ces mares hébergent en totalité 21

Description du site

espèces végétales dont *Callitriche stagnalis*, *Ranunculus baudotii*, *Alisma plantago aquatica*, *Alopecurus bulbosus*, *Carex divisa*, *Juncus maritimus*, *Oenanthe fistulosa*, *Crataegus oxyacantha* *Pistacia lentiscus* dont le recouvrement peut atteindre les 75% et *Mentha pulegium* (Samraoui et De Belair 1997)

2.18. Garaet la Marsadelle

C'est une dépression inter-dunaire qui s'ouvre vers la mer par l'intermédiaire d'un exutoire formé par des dépôts éoliens. Elle est alimentée par des eaux souterraines. Vingt-deux espèces végétales ont été recensées dans l'eau et dans les prairies humides : *Ceratophyllum demersum*, *Lemna minor*, *Nymphaea alba*, *Ranunculus baudotii*, *Cyperus longus*, *Scirpus lacustris* et *Juncus maritimus* (Samraoui et De Belair 1997).

2.19. Garaet Dissia

Actuellement, ce marais est situé près de quelques étangs dispersés et utilisés pour l'irrigation. Ces mares se trouvaient à la base de l'ancienne dépression inter dunaire et formaient un marais de plusieurs hectares dispersés. Les restes de ce marais sont caractérisés par des bosquets de Saules et des prairies de Bruyères. Le substratum est exclusivement sablonneux. Les dunes humides entourant l'eau sont composées de nombreuses Papillonacées et Graminées (38 espèces). Ce marais est utilisé par plusieurs espèces de Libellules *Orthetrum cancellatum* et *Orthetrum trinacria* qui fuient les habitats à végétation dense (Menai 1993). La végétation caractéristique de ce marais est *Callitriche stagnalis*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Nitella sp.*, *Ranunculus baudotii*, *Cyperus longus*, *Juncus tenageia*, *Scirpus cernuus* et *Scirpus lacustris* (Samraoui et De Belair 1997).

2.20. Oued Maboun

Ce cours d'eau intermittent s'assèche de juillet jusqu'aux pluies automnales de septembre. De petits barrages utilisés pour l'irrigation ont conduit à la formation de mares temporaires durant l'hiver. Cet Oued est orienté Nord-Sud et coule dans Oued El Kébir au Nord-Est de Ben Azzouz. Le sol est par conséquent alluvial et héberge au total 57 espèces végétales dont nous citons *Callitriche stagnalis*, *Chara sp.*, *Ranunculus baudotii*, *Alisma plantago aquatica*, *Carex divisa* et *Cyperus longus*, 6 espèces de Libellules sont présentes parmi lesquelles nous citons *Ischnura graellsii*, *Orthetrum cancellatum* et *Crocothemis erythraea* (Samraoui et De Belair 1997).

2.21. Garaet Bordj du Cantonier

Description du site

Bien que l'eau ouverte couvre le site durant l'hiver, le pompage d'eau a actuellement réduit son extension. Nous rencontrons quelques hygrophytes et la richesse spécifique se limite à 21 espèces dont *Callitriche stagnalis*, *Myriophyllum verticillatum*, *potamogeton nodosus*, *Ranunculus baudotii*, *Alisma plantago aquatica*, *Alopecurus bulbosus*, *Carex divisa*, *Cyperus longus*, *Glyceria fluitans*, *Juncus acutus*, *Juncus bufonius*, *Oenanthe fustilosa*, *Rumex conglomeratus*, *Scirpus lacustris*, *Bellis repens* et *Cotula coronopifolia* (Samraoui et De Belair 1997)

2.22. Garaet Tacha

C'est un marais étroit situé dans une petite vallée alimenté par les ruissèlements qui s'ouvrent par intermittence vers Oued El Aneb. La sous-strate est constituée de schiste argileux comme les collines du Sud-Est. La Garaet est orientée Sud-Est-Nord-Ouest. Malgré sa petite superficie, le nombre d'espèces végétales recensées est de 33 espèces, tel que *Callitriche stagnalis*, *Ranunculus baudotii*, *Alisma plantago aquatica*, *Cyperus longus*, *Eleocharis palustris*, *Glyceria fluitans*, *Juncus anceps*, *Juncus tenageia*, *Scirpus lacustris* et *Scirpus maritimus* (Samraoui et De Belair 1997).

2.23. Garaet Bechna

Ce marais dont le substratum est argilo-sablonneux, s'étend vers le Nord de Garaet Sidi Makhoulf dans une dépression dunaire. Sa végétation est dominée par *Isoetes velata* en plus de 20 autres espèces végétales comme *Eryngium barrelieri*, *Mentha pulegium*, *Panicum repens*, *Ranunculus sardous*, *Trifolium filiforme* et *Sherardia arvensis* (Samraoui et De Belair 1997).

2.24. Garaet aux Linaires

C'est un marais localisé au Nord-Est à la base des dunes qui entourent Garaet Sidi Makhoulf. Ce site subit un pompage d'eau par les agriculteurs et il est également dominé par *Isoetes velata* ainsi que d'autres espèces telles que *Chara sp.* et *Echinodorus ranunculoides* (Samraoui et De Belair 1997).

2.25. Garaet aux Oliviers

A l'Est de Garaet Hadj Tahar, ce plan d'eau en faisait partie de cette garaet avant la construction de la route qui relie Ben Azzouz à Azzaba. Le substratum est formé d'alluvions. Il a été recensé 23 espèces végétales telles que : *Ricciocarpus natans*, *Alisma plantago aquatica*, *Alopecurus bulbosus*, *Apium nodiflorum*, *Carex flacca*, *Cyperus longus*, *Glyceria fluitans*,

Description du site

Ranunculus ophiglossifolius, *Rumex conglomeratus*, *Ranunculus macrophyllus* et *Ranunculus sardous* (Samraoui et De Belair 1997).

2.26. Lagune d'Oued El Kébir

Cette lagune occupe le site d'un ancien méandre d'Oued El-Kébir. L'alcalinité du sol limite le nombre d'espèces végétales à 10, les principales sont *Juncus acutus*, *Juncus maritimus*, *Phragmites australis* et *Paspalum distichum* (Samraoui et De Belair 1997).

2.27. Les rives d'Oued El Kébir

Oued El Kébir s'étend dans de nombreux méandres. Il coule sur plus de 20 kilomètres pour couvrir une distance réelle de 12 kilomètre dans la direction Sud-est, Nord-Ouest entre Ben Azzouz et la mer Méditerranée. Cela permet le développement de forêts riveraines qui peuvent être denses. Il a été recensé 52 espèces végétales : *Myriophyllum verticillatum*, *Nitella sp*, *Potamogeton lucens*, *Ranunculus baudotii*, *Alisma plantago aquatica*, *Carex divisa*, *Cyperus longus*, *Eleocharis palustris*, *Juncus acutus*, *Juncus bufonius*, *Lycopus europaeus* et *Rumex conglomeratus*. Parmi l'avifaune aquatique qui fréquente ce site, nous citons le Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis* et l'Aigrette garzette *Egretta garzetta* (Samraoui et De Belair 1997).

2.28. Le Canal de Sidi Makhoul

C'est un canal construit par les agriculteurs. Il est dominé par *Glyceria fluitans* et *Rorripia amphibia*. Il héberge une espèce rare et locale de Phyllopode *Chirocephalus diaphanus* (Samraoui et De Belair 1997).

2.29. Garaet El Azla

C'est une mare temporaire située dans le lac de la Marsadelle, remarquable par la présence d'une espèce endémique de poisson *Phoxinellus punicus* (Metallaoui 2010). Le couvert végétale amphiphyte est dominé par *Callitriche stagnalis*, *Lemna gibba* et *Ranunculus baudotii*. Les oiseaux d'eau qui fréquentent ce site sont le Grèbe castagneux et le Héron garde boeuf (Samraoui et De Belair 1997).

2.30. Garaet Emiflor

C'est une mare artificielle qui a progressivement été colonisée par une végétation aquatique. Nous notons la présence de *Glyceria fluitans*, *Schoenus nigricans*, *Carex vulpina* et *Poa trivialis* (Samraoui et De Belair 1997).

Description du site

Tableau 1. Situation géographique et statut des principales zones humides de l'éco-complexe de Guerbes-Sanhadja.

| Nom de la Garaet | GPS | Description |
|------------------|--------------------|---------------------------------------|
| Beni M'Hamed | 36° 57' N 7° 16' E | |
| Si El Houes | 36° 58' N 7° 18' E | |
| Nechaa Kellaba | 36° 5' N 7° 17' E | |
| Sidi Lakhdar | 36° 54' N 7° 12' E | |
| Chichaya | 36° 53' N 7° 18' E | |
| Lac Sidi Fritis | 36° 53' N 7° 17' E | Site Ramsar, 2001 (Voire Figure 1) |
| Sidi Makhlouf | 36° 53' N 7° 18' E | |
| Hadj Tahar | 36° 51' N 7° 15' E | |
| Boumaiza | 36° 49' N 7° 18' E | |
| Ain Magroun | 36° 50' N 7° 16' E | |
| Messaoussa | 36° 56' N 7° 14' E | |
| Ain Nechma | 36° 48' N 7° 16' E | |
| El Guelb | 36° 53' N 7° 18' E | |

3. Caractéristiques géographiques

Le complexe de zones humides de la plaine de Guerbese-Sanhadja (longitude : de 7° 8' E à 7° 25' E et latitude : de 36° 46' N a 37° N) est un site Ramsar qui se situe au Nord-Est de l'Algérie, avec une superficie de 42100 hectares il est délimité par le massif forestier côtier de Chetaibi à l'Est et par les collines côtières de la ville de Skikda à l'Ouest. Cette éco-complexe est formé d'une plaine qui se situe entre la wilaya d'Annaba et de Skikda (Ferrat 2004).

Sur le plan administratif et juridique, ce complexe est sous l'autorité de la wilaya de Skikda, la Daïra de Ben-Azzouz et la commune de Ben-Azzouz. Concernant l'organisme de gestion le complexe et gérer par la direction de conservation des forêts de la wilaya de Skikda (Boumezbeur 2001).

4. Caractéristiques géologiques

De point de vue pédologique et géomorphologique, le sol du complexe de Guerbes-Sanhadja est :

Description du site

- **Sableux** : du côté Nord et Nord-est qui prend une teinte rougeâtre, distinguée par des dépôts de bas en haut superpose sur une couche d'argile qui permet la remontée de l'eau empêchant son infiltration.
- **Argileux** : de nature peu évolués et d'apport alluvial (sauf à Ain-Nechma où nous rencontrons des basses terrasses rharbiennes). Ce type de sol est rencontré du Sud-est jusqu'au Sud-ouest de la plaine

5. Caractéristiques hydrologiques

Le réseau hydrologique de la plaine de Guerbes-Sanhadja représente un système dont l'importance n'est pas à négliger (Tableau 2) ; de plus cet écosystème joue un rôle primordial dans la région:

- Alimentation de la population régionale riveraine en eau.
- Recharge des nappes phréatiques et souterraines.
- Maîtrise de crues provoquées lors des grandes périodes de précipitation.
- Captage des sédiments et stabilisation des rives (Boumezbeur 2001).

Les nappes souterraines qui constituent ce système sont alimentées principalement par les précipitations (infiltrations) ; la première est localisée sur les localités sous des structures sableuses et la seconde est profonde et observée sous les strates d'alluvions (Metallaoui 2010).

Tableau 2. Débit des bassins versants de la plaine de Guerbes-Sanhadja.

| Bassin versant | Superficie (hectare) | Débit (million de mètre cube) | Retenue (million de mètre cube) | Ressources en eaux souterraines |
|---------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Est de Skikda | 4927 | 16.5 | 202.5 | 19 |
| Oued El Kebir Ouest | 23046 | 27.5 | 181 | 10 |
| Ouest d'Annaba | 704 | 38 | 360 | 84.5 |

Description du site

| | | | | |
|-------|-------|-----|-------|-------|
| Total | 28677 | 820 | 734.5 | 113.5 |
|-------|-------|-----|-------|-------|

Il existe plusieurs oueds dans la région de Guerbes-Sanhadja, les plus importants sont l'Oued El-Kebir et l'Oued Magroune. Le premier est le plus important avec une largeur qui varie entre 20 et 50 mètre et il débouche sur la mer Méditerranée du côté de la plage de la Marsa, huit autres oueds moins importants sont à enregistrer dans cette plaine.

Des analyses microbiologiques réalisés au cours de notre études ont montré que l'eau de ces zones humides sont peu polluées (Tableau 3).

Tableau 3. Analyse microbiologique de la qualité des eaux de quelques sites du complexe de zones humides de Guerbes-Sanhadja (Resultats personnels).

| | | Hadj Tahar | Beni Mhamed | Messaoussa | Chichaya | El Guelbe | Ain Magroun |
|---|----------------|-----------------------|------------------------|-------------------|-----------------|------------------|------------------------|
| Coliformes totaux (CT/ml) | Période froide | 10 | 305 | 105 | 55 | 205 | 10 |
| | Période chaude | 1100 | Sec | Sec | 1400 | Sec | 750 |
| Coliformes fécaux (CF/ml) | Période froide | 5 | 300 | 105 | 50 | 127 | 5 |
| | Période chaude | 400 | Sec | Sec | 300 | Sec | 300 |
| Streptocoques fécaux (SF/ml) | Période froide | 10 | 425 | 30 | 100 | 400 | 400 |
| | Période chaude | 3000 | Sec | Sec | 4500 | Sec | 9500 |
| ASR | Période froide | ABS | ABS | ABS | ABS | ABS | ABS |
| | Période chaude | ABS | Sec | Sec | ABS | Sec | ABS |

Description du site

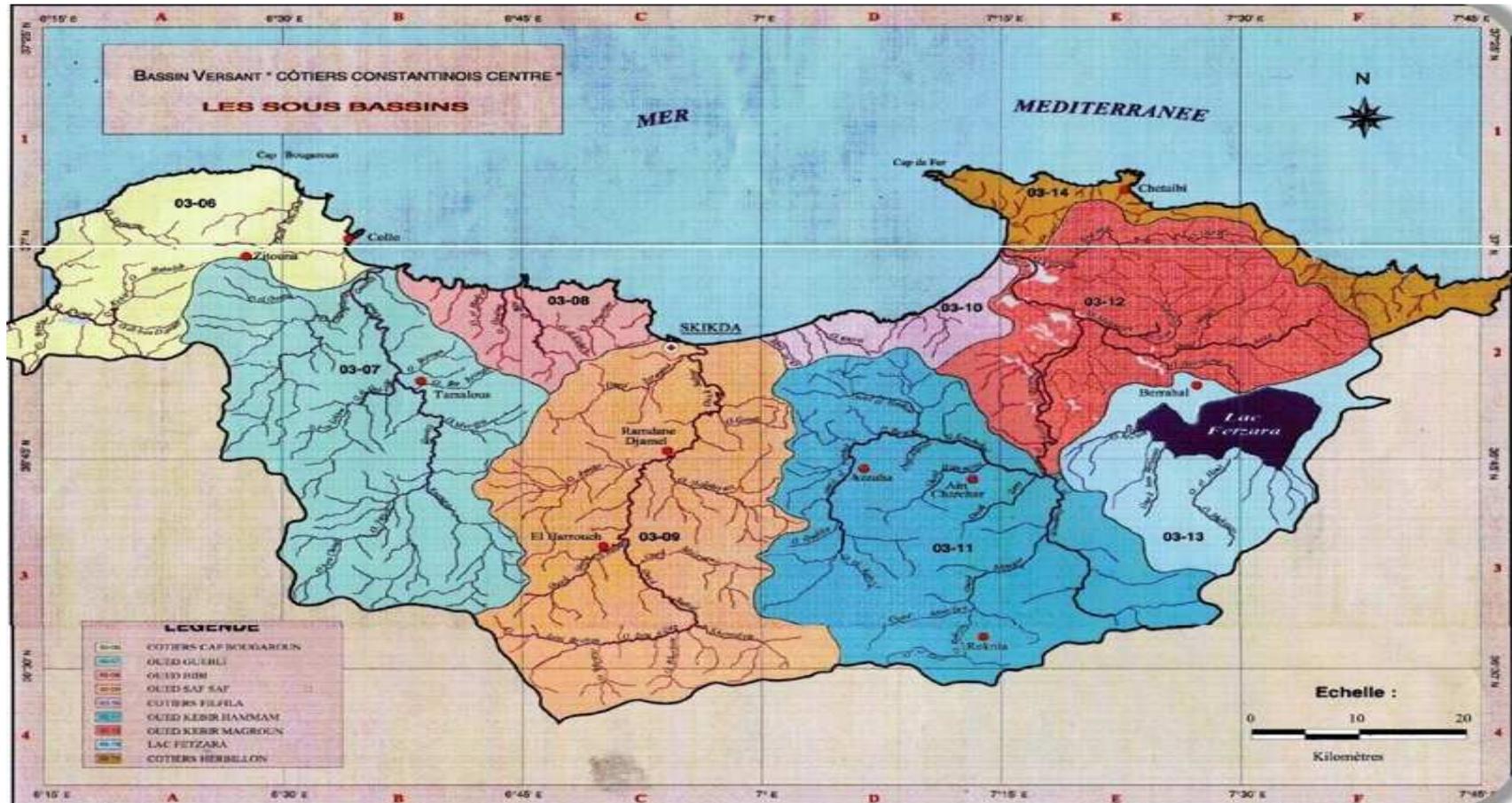


Figure 2. Les sous-bassins versants de la région de Skikda. (ABH-CSM 2012 in Bougouzi 2014)

Description du site

6. Caractéristiques climatiques de la région

Le climat est sans doute le facteur du milieu le plus important qui influe d'une manière directe sur les populations animales (Thomas 1976).

Tableau 4. Données météorologiques de la région de Skikda (2010-2013).

| | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|-----------------------|---------|---------|------|-------|-----|------|---------|------|-----------|---------|----------|----------|
| Température max (° C) | 14 | 11 | 17 | 19 | 22 | 28 | 32 | 34 | 28 | 25 | 21 | 18 |
| Température min (° C) | 8 | 6 | 9 | 12 | 14 | 19 | 22 | 23 | 21 | 19 | 15 | 11 |
| Pluviométrie (mm) | 165 | 136 | 135 | 94 | 2 | 0,5 | 0,01 | 2 | 118 | 36 | 10 | 56 |
| Vent (Km/h) | 23 | 16 | 20 | 14 | 14 | 15 | 15 | 17 | 15 | 14 | 13 | 17 |

Source : Station météorologique de Skikda (2013)

6.1. Synthèse climatique

En se basant sur les données météorologiques récoltées sur quatre années consécutives (2010-2013) synthétisée dans le Tableau 4 a permis de tracer le diagramme pluvio-thermique selon la méthode de Bagnouls et Gaussen qui nous permet de calculer la durée de la saison sèche en portant la pluviométrie moyenne annuelle et la température sur deux axes où le premier est pris à une échelle double du second. La saison sèche apparaît lorsque la courbe des précipitations rencontre et passe sous celle des températures (Bagnouls et Gaussen 1957, Fustec et Lefeuvre 2000 *in* Seddik 2011). Ceci fait ressortir une période sèche qui s'étale sur six mois (d'Avril à Septembre) (Figure 2).

Description du site

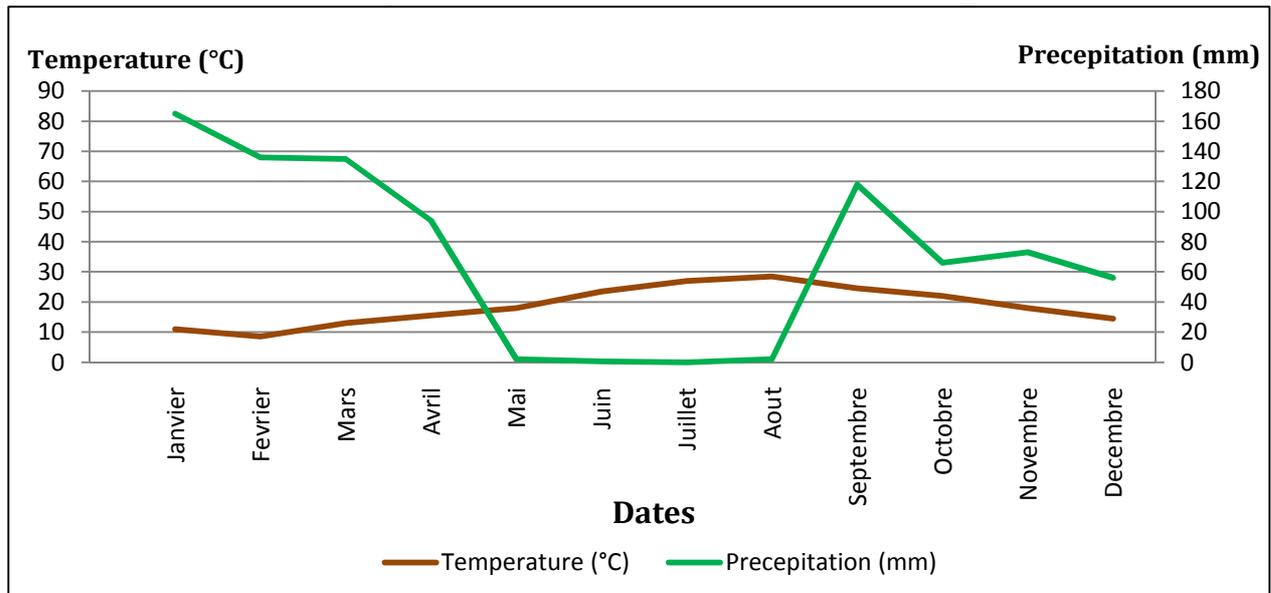


Figure 3. Courbe pluvio-thermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Skikda (2010-2013).

Sous un autre angle et d'après les mêmes données météorologiques, nous constatons que la température la plus élevée est enregistrée pendant le mois d'aout ($M= 34^{\circ} \text{C}$) et que la température la plus basse est notée durant le mois de février ($m= 6^{\circ} \text{C}$). Nous constatons aussi que la précipitation annuelle est de $62,87 \text{ mm}$, ce qui donne d'après la méthode d'Emberger (Emberger 1955 *in* Seddik 2011) un quotient pluviométrique équivalent à $Q_2= 112,27$ et de ce fait la région de Skikda prend une place dans le climagramme d'Emberger dans l'étage bioclimatique de végétation subhumide (Figure 3).

$$Q_2 = \frac{1000 \cdot P}{\left[\frac{M + m}{2} \right] (M - m)}$$

- Q_2 : quotient pluviométrique d'Emberger.
- P = Précipitation annuelle moyenne (mm)
- M = Températures des maxima du mois le plus chaud ($^{\circ}\text{K}$).
- m = Températures des minima du mois le plus froid ($^{\circ}\text{K}$).

Description du site

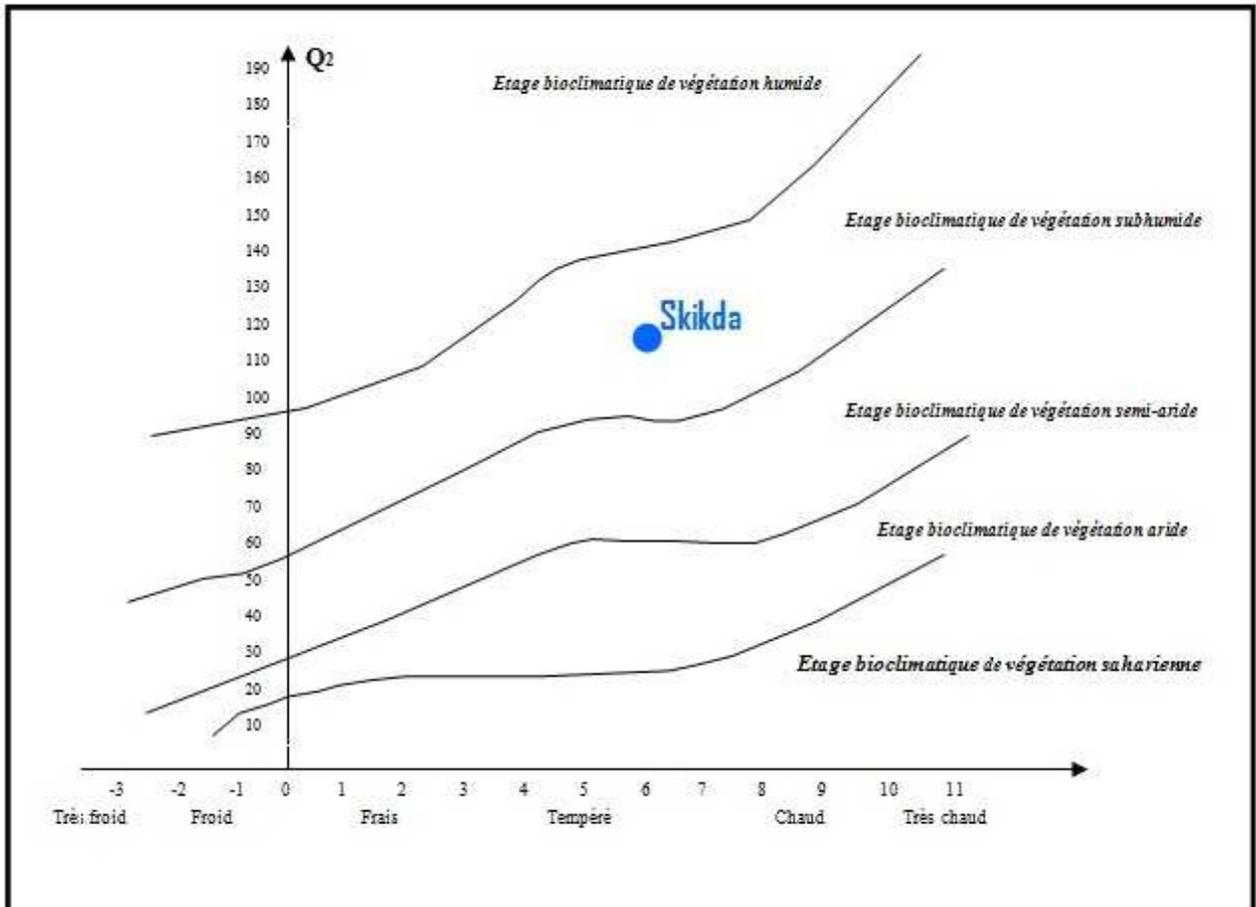


Figure 4. Climagramme d'Emberger de la région de Skikda (Emberger 1952).

7. Caractéristiques biologiques

Le complexe de Guerbes-Sanhadja est une région très diversifiée de point de vue biologique et écologique. Cette zone représente un patrimoine riche en faune et en flore qui font sa diversité et sa complexité.

Actuellement, il existe peu d'études réalisées sur ce complexe afin d'inventorier l'ensemble des espèces végétales et animales qui se développent et fréquentent ces lieux (sauf les travaux réalisés par Samraoui et De Belair en 1997, Metallaoui et Houhamdi en 2008, 2010 et Metallaoui *et al.* en 2009 et 2014).

D'une manière générale, la végétation inventoriée dans la région est représentée par 62 familles végétales (Metallaoui et Houhamdi 2010) et 334 espèces (Samraoui et De Belair 1997) dont les plus importantes sont : les Nymphaeaceae (*Nymphaea alba*), les Cyperaceae (*Cyperus longus*), les Poacées (*Lolium rigidum*) et d'autres familles (voir l'annexe).

De point de vue richesse avifaunistique 47 espèces appartenant à 15 familles ont été signalées par Metallaoui et Houhamdi en 2010, nous pouvons citer : les Rallidés, les Anatidés, les Rucurvirostridés, les Phalacrocoracidés.

Description du site

D'après Samraoui et De Belair en 1997, l'entomofaune inventorié dans le complexe est représentée par plusieurs espèces comme : *Gerris gibbifer*, *Lestes viridis*, *Erythromma viridulum*, etc. (voir Annexes).

Les poissons aussi sont observés dans le complexe : le barbeau *Barbus barbuis*, le mulot *Mugil cephalus* et l'anguille *Anguilla anguilla* (Boumezbeur 2001). D'autre part nous signalons la présence du sanglier (*Sus scrofa*), des amphibiens (*Rana ridibunda*), des tortues terrestres (*Emys orbicularis*) et des tortues d'eau douce (*Mauremys leprosa*).

Matériel & Méthodes



Materiel et methodes

1. Structure des Rallidés

A l'échelle internationale et suite aux grandes concentrations des oiseaux dans certains sites privilégiés, des dénombrements sont réalisés chaque année afin de mieux évaluer la taille totale des populations aviennes et d'obtenir des indices sur leur évolution temporelle afin de déterminer des renseignements sur ses milieux. Ces oiseaux que ce soit sous les tropiques ou dans les toundras, poussés par le manque de nourriture, émigrent périodiquement pour trouver ailleurs une alimentation qui fait défaut dans leurs régions (Lack 1954 *in* Nilson 1970).

1.1. Dénombrement des Rallidés

Afin de connaître la dynamique et la structure des Rallidés dans ce complexe de zones humides de Guerbes-Sanhadja, on est obligé de réaliser des dénombrements réguliers et des suivis de ces oiseaux d'eau pour tirer des renseignements sur leur modalités de distribution spatio-temporelle, leur phénologie et sur leur stratégie d'hivernage.

1.1.1. Fréquence d'observation

Notre travail a été réalisé sur une période de deux saisons d'hivernage (2011/12 et 2012/13) à raison d'une sortie par semaine. L'étude concernée une seule famille assez réponsus dans le complexe de Guerbes-Sanhadja.

1.1.2. Méthodes d'échantillonnage

Pour évaluer le nombre des Rallidés (la Foulque macroule *Fulica atra*, la Poule d'eau *Gallinula chloropus* et la Poule sultane *Porphyrio porphyrio*), nous avons opté pour la méthode absolue à l'aide d'un télescope *Konus* 20 × 60. Cette méthode de dénombrement présente différentes variables qui dépendant essentiellement de la taille du site et de la taille et l'homogénéité de la population avienne (Schricke 1982). L'effectif est ainsi calculé un par un dans le cas où le nombre d'individus ne dépasse pas les 200 individus et lorsqu'on est à une distance inférieure ou égal à 200 mètres, dans le cas contraire, une estimation visuelle de l'effectif est préconisée pour déterminer le nombre d'individus dans le site observé (Tamisier et Dehorter 1999).

Il est à noter qu'il existe toujours une différence entre le nombre détecté par un observateur et le nombre d'oiseau réel existant dans le site. Cette différence présente une marge d'erreur variant entre 5 et 10 % chez les professionnelles (Blondel 1975, Lamotte et Bourlière 1969 *in* Houhamdi 2002).

2. Ecologie des Rallidés

Nous envisageons à étudier deux aspects différents de l'écologie des Rallidés dans le complexe de zones humides de Guerbes-Sanhadja :

- Détermination du rythme d'activité diurne (budget-temps), de la Foulque macroule *Fulica atra* durant deux saisons d'hivernage (2011/2012 et 2012/2013) au niveau de Garaet Hadj Tahar.
- Etude de la biologie et de l'écologie de la reproduction de la Poule sultane *Porphyrio porphyrio* durant deux saisons consécutives (2011/2012 et 2012/2013) au niveau de Garaet Hadj Tahar et Garaet Messaoussa.

2.1. Rythmes d'activités diurnes de la Foulque macroule *Fulica atra*

L'étude du rythme d'activité diurne des Rallidés reste le meilleur moyen de connaître le comportement de ces oiseaux d'eau. L'éthologie et l'étude du comportement sont des données majeurs à ne pas négliger pour un ornithologue afin d'évaluer des risques éventuelles menaçons cette population d'oiseau et lui permettre de mieux préserver l'intégralité de ce peuplement.

2.1.1. Généralités sur la Foulque macroule *Fulica atra*

▪ Classification

La Foulque macroule *Fulica atra* est un oiseau d'eau de la classe des Aves, il appartient à la famille des Rallidae et à l'ordre des Gruiformes. *Fulica atra* est une espèce parmi plusieurs d'autres espèces du genre *Fulica*, d'après la classification du Congrès Ornithologique Internationale (version 2013), onze espèces ont été décrites (Tableau 5) et une seule espèce considérée comme éteinte : la Foulque des Mascareignes *Fulica newtonii* (C.O.I version 2013).

Materiel et methodes

Tableau 5. Check-list des espèces du Genre *Fulica* d'après le congrès ornithologique international (2013).

| Nom commun | Nom scientifique |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Foulque macroule | <i>Fulica atra</i> |
| Foulque à crête (caronculée) | <i>Fulica cristata</i> |
| Foulque d'Amérique | <i>Fulica americana</i> |
| Foulque de Hawaï | <i>Fulica alai</i> |
| Foulque géante | <i>Fulica gigantea</i> |
| Foulque à cachet blanc | <i>Fulica caribaea</i> |
| Foulque leucoptère | <i>Fulica leucoptera</i> |
| Foulque ardoisée | <i>Fulica ardesiaca</i> |
| Foulque à jarretières | <i>Fulica armillata</i> |
| Foulque à front rouge | <i>Fulica rufifrons</i> |
| Foulque cornue | <i>Fulica cornuta</i> |

▪ Description de l'espèce

La Foulque macroule est un gros oiseau qui mesure entre 36 cm et 38 cm de long et entre 70 cm et 80 cm de large pour un poids compris entre 650 g et 900 g chez le male et entre 575 g et 800 g chez la femelle (Heinzel *et al.* 2004) (Figure 5).

La coloration du plumage est noire pour un bec et une plaque frontale blanche, les doigts sont grands et lobés et les yeux ronds de couleur rougeâtre.

Le dimorphisme est déterminé soit par le cri en période de reproduction (parade nuptiale) qui caractérise le male ou bien par la dimension du corps (Salathe et Boy 1987).

▪ Régime alimentaire

La Foulque macroule est une espèce omnivore. Dans la plus part des cas son alimentation est essentiellement végétale, surtout les Characées, les Myriophylles, les zostères, les Typhacées et les Scirpes. Les mollusques, les poissons et les insectes (larves) entre aussi dans le régime alimentaire de la Foulque macroule mais avec des proportions faibles par rapport aux végétaux.

Materiel et methodes

L'activité alimentation est dominante chez la Foulque macroule dans le bilan journalier (période diurne), contrairement au sommeil qui domine la période nocturne de ce Rallidés (Alisanskas et Ankney 1985, Salathe et Boy 1987).

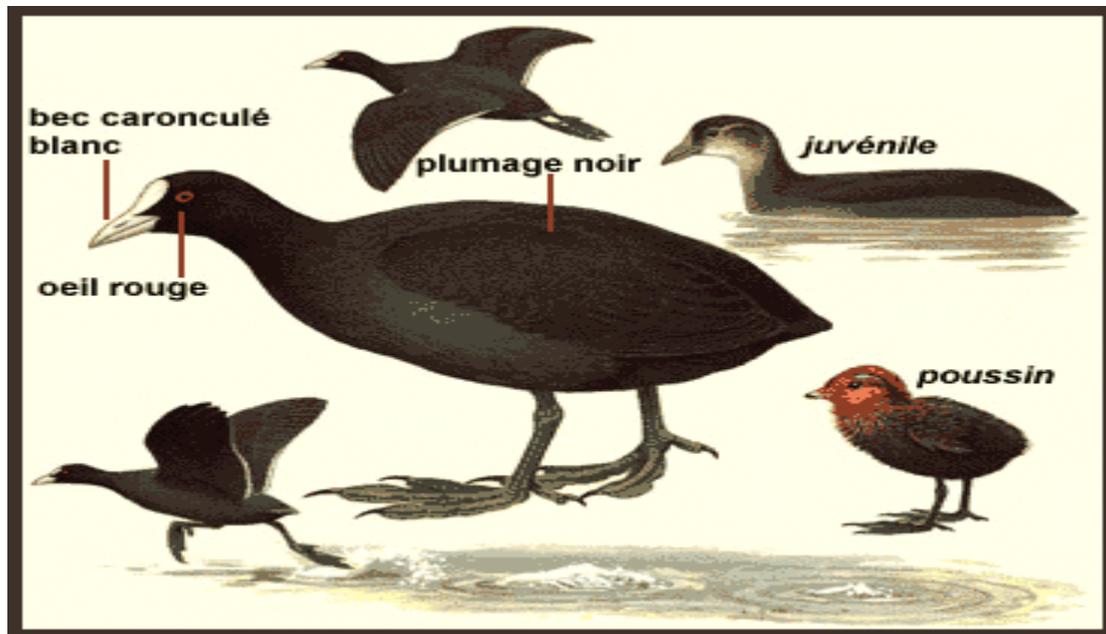


Figure 5. Description morphologique de la Foulque macroule *Fulica atra*.

2.1.2. Fréquence d'observation

Afin de déterminer le comportement d'un Rallidés (Foulque macroule, *Fulica atra*) nous avons réalisés des sorties hebdomadaires pendant toute la période d'hivernage, dans le but majeur consiste à déterminer le pourcentage de chaque activité diurne de huit heure à seize heure a raison d'une sortie par semaine soit 448 heures de suivies durant les deux saisons d'hivernage.

2.1.3. Méthodologie d'échantillonnage

Il existe deux méthodes pour l'étude du comportement des oiseaux d'eau, la méthode *SCAN* et la méthode *FOCUS*. Nous avons opté d'utiliser utilisé la méthode *SCAN* (Instantaneous scan sampling) qui représente la méthode adéquate en fonction de la topographie du paysage et des caractéristiques végétale du plan d'eau.

Cette méthode consiste a observé un groupe d'oiseau ensuite notés les activités instantanées de chaque individus et grâce a des transformations mathématiques on calcule le pourcentage temporel attribué pour chaque activité (Althmann 1974).

Materiel et methodes

Six activités ont été mesurées : le sommeil, l'alimentation, la nage, le vol, le toilettage et l'antagonisme.

2.2. Ecologie de la reproduction de la Poule sultane *Porphyrio porphyrio*

Parmi les espèces de Rallidés, la Talève sultane *Porphyrio porphyrio*, est une espèce citée comme nicheuse en Algérie d'après plusieurs études scientifiques précédentes (Le Fur 1981, Chalabi *et al.* 1985, Boumezbeur 1993, Samraoui et De Belair 1997, Isenman et Moali 2000), toutefois aucun suivi systématique de sa biologie de reproduction n'a été fait, et les données récoltées sont incomplètes, surtout que l'Afrique du nord représente un lieu propice pour la reproduction de cette espèce classé sur la liste rouge de l'IUCN.

2.2.1. Généralités sur la Poule sultane *Porphyrio porphyrio*

▪ Taxonomie et nomenclature

Le model biologique ciblé par cette présente étude est la Talève sultane (ou Poule sultane), *Porphyrio porphyrio* (Linnaeus 1758), qui appartient à la classe des Oiseaux, l'ordre des Gruiformes et la famille des Rallidés. En Algérie, la sous-espèce *Porphyrio porphyrio porphyrio* est la seule représentée (Lok et Subaraj 2008).

▪ Description de l'espèce

Taille : de 45 à 50 cm et **Envergure :** de 90 à 100 cm. La Talève sultane *Porphyrio porphyrio* est un oiseau de la taille d'une poule domestique, qui se caractérise par un plumage de coloration bleu a violacé, d'une queue courte avec le dessus blanc, un bec épais et court remontant sur le front et de couleur rouge et ces pattes sont hautes de couleur rose avec de longues doigts (Figure 6). Cet oiseau d'eau privilégie les étangs peu profonds bordés d'une végétation luxuriante (*Typha*, *Phragmites*, ... etc.).

Son régime alimentaire est basé principalement sur la végétation aquatique trouvée sur places, tel que les tiges de *Typha*, les bulbes de *Scirpus* et les roseaux verts (*Phragmites*), par contre elle peut aussi manger les verres de terres, les insectes, les rongeurs et quelques invertébrés aquatiques.

Materiel et methodes

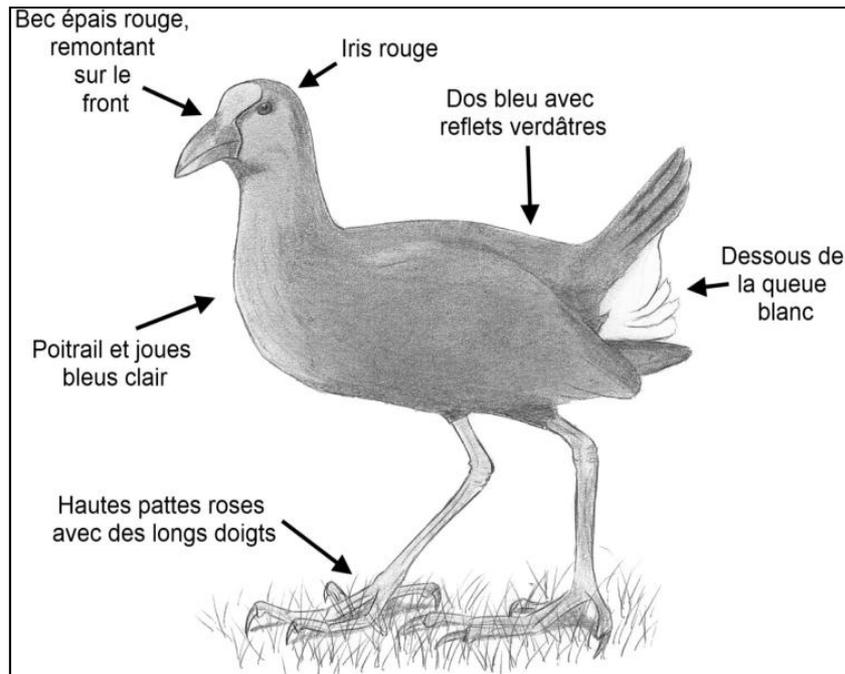


Figure 6. Description morphologique de la Poule sultane *Porphyrio porphyrio*. (Illustration Tillo Stéphane)

La période de reproduction chez cette espèce est précoce et commence généralement pendant le mois de mars et peut s'étaler jusqu'au mois de juin avec un pic de ponte enregistré pendant la mi-avril. Le nid, caché dans la végétation, est une plateforme de végétaux trouvés sur place. Généralement la femelle pond entre 3 et 5 œufs et l'incubation dure entre 23 et 25 jours. Les poussins de cette espèce sont nidifuges et naissent avec un long duvet (Craig 1977).

▪ Habitat et aire de répartition

Originaires des zones tropicales, la Talève sultane *Porphyrio porphyrio* est présente du Sud de l'Espagne, la Sardaigne, l'Afrique, l'Égypte et jusqu'en Asie. Il existe actuellement plusieurs sous-espèces de Poule sultane dans le monde. Le tableau suivant décrit le cadre biogéographique et l'aire de répartition de chaque sous-espèce (Lok et Subaraj 2008).

Materiel et methodes

Tableau 6. Les sous-espèces de *Porphyrio porphyrio* et leurs localisations biogéographiques (Lok et Subaraj 2008).

| Sous-espèce | Aire de repartition |
|---|--|
| <i>Porphyrio porphyrio bellus</i> | Sud-ouest de l'Australie |
| <i>Porphyrio porphyrio caspius</i> | Mer caspienne, Nord-ouest de l'Iran et la Turquie |
| <i>Porphyrio porphyrio indicus</i> | Du Grand Sandas à Bali, Sulawesi |
| <i>Porphyrio porphyrio madagascariensis</i> | Egypte, Afrique sub-saharienne, et le Madagascar |
| <i>Porphyrio porphyrio melanopterus</i> | Moluccas et de la Sundas à la nouvelle Guinée |
| <i>Porphyrio porphyrio melonotus</i> | Nord et Est de l'Australie et de la Tasmanie, nouvelle Zélande, l'île de Kermadec, l'île de Chantham et la nouvelle Guinée |
| <i>Porphyrio porphyrio pelewensis</i> | L'île de Palau |
| <i>Porphyrio porphyrio poliocephalus</i> | L'inde, le Sri Lanka, Bangladesh, du Nord de Myanmar jusqu'au Sud-centrale de la Chine et le Nord de la Thaïlande |
| <i>Porphyrio porphyrio porphyrio</i> | L'Est et le Sud de l'Espagne, Sud de la France et de la Sardaigne et au Maroc, en Algérie et en Tunisie |
| <i>Porphyrio porphyrio pulverulentus</i> | Philippines |
| <i>Porphyrio porphyrio samoensis</i> | De l'île Admiralty à la nouvelle Calédonie, à l'Est du Samoa |
| <i>Porphyrio porphyrio seistanicus</i> | Iraq, du Sud de l'Iran jusqu'en Afghanistan, au Pakistan et au Nord-ouest de l'inde |
| <i>Porphyrio porphyrio viridis</i> | Sud de Myanmar, Sud de la Thaïlande, péninsule de Malaisie, de l'Indochine au Sud de la Chine |

▪ Statut de l'espèce

La Talève sultane *Porphyrio porphyrio*, est une espèce considérée comme une (**Préoccupation mineur**) dans le monde selon la liste rouge des animaux en danger réalisée chaque année par l'IUCN (IUCN 2013).

En Afrique du nord, cette espèce se porte très bien sur le plan biologique et écologique. En effet, la Poule sultane est un nicheur des régions Nord-africaines (principalement en Algérie et au Maroc). Par contre en Europe, l'espèce souffre d'une dégradation de son habitat qui à engendré un déclin dans son effectif (Cramp et Simmons 1980, Sánchez-Lafuente *et al.* 1992, del Hoyo *et al.* 1996, Pacheco et Mc Gregor 2004).

En Australie et en nouvelle Zélande, la Talève sultane connaît une amélioration dans son statut suite à des plans de gestion (construction de lacs artificiels, mesure de régulation du nombre de lapins principale prédateur des poussins de la Poule sultane) appliquées pour la

Materiel et methodes

sauvegarde de cette espèce, surtout qu'au passé elle à été considérée comme une espèce en régression a cause de la perte de son habitat (Haselmayer et Jamieson 2001).

2.2.2. Méthodologie d'échantillonnage

Entre le mois de février et le mois de juin (lors des saisons de reproduction 2011/2012 et 2012/2013), nous avons suivi le déroulement de la reproduction chez la Talève sultane *Porphyrio porphyrio*. Les nids installés sont marqués par GPS afin de les revisiter ultérieurement.

2.2.3. Paramètres du suivie de la reproduction

Pour étudier la reproduction chez une espèces d'oiseaux un certain nombre de paramètres décrites par la littérature scientifique (Schömwetter 1967 *in* Cramp et Simmons 1977, Goriup 1982, Geroudet 1988, Khorkov 1982, Seriot 1987 *in* Maazi *et al.* 2010) sont mesurés *in situ*, tel, le suivi des effectifs nicheurs dès leur apparition dans le site jusqu'à la fin de la reproduction, le début de la ponte des œufs, la grandeur de ponte, l'éclosion des œufs, les caractéristiques du nids (nombre de nid, composition végétale, diamètre externe et interne, profondeur de l'eau sous le nid) et la biométrie des œufs (longueur, largeur, poids et volume).

Après la détermination des paramètres biométriques des nids et des œufs de la Talève sultane *porphyrio porphyrio*, d'autres paramètres relatifs au succès de la reproduction sont relevés. Ces paramètres décrites par Hafner (1977) et Franchimont (1985) *in* Si Bachir (2006) ; Aissaoui (2010) :

- Taille des pontes (fertilité) : correspond au nombre total d'œufs pondus par les femelles lors de la période de reproduction.
- grandeur des pontes : correspond au nombre d'œufs issus des nids éclos sur le nombre des nids éclos.
- Œufs non éclos : correspond aux œufs dénaturés qui restent au nid après l'éclosion des autres œufs.
- Taux d'éclosion : c'est le rapport du nombre total d'œufs éclos sur le nombre total d'œufs incubés.
- Nombre d'envols par nid (succès à l'envol ou succès d'élevage): le nombre de jeunes émancipés (de 20 à 25 jours) par nid ou par couple nicheur.

Materiel et methodes

- Succès de reproduction (fécondité) : le succès de reproduction, est exprimé par le rapport au nombre total de poussins émancipés (de 20 à 25 jours) sur le nombre total d'œufs incubés. Il peut également être exprimé en pourcentage.

3. Matériel Sur terrain

- Télescope model *Konus* 20 × 60.
- Paires de jumelle de model *Yun Ying* (16 × 40).
- Kayac.
- Combinaison imperméable.
- GPS de marque **Garmin** *etrex 30*.
- Appareil photo numérique (**SONY** Cyber-shot × 10).
- Carnet de notes.
- Profondmètre.
- Pied à coulis
- pesant.

4. Traitement des données

Ces dernières années, les chercheuses utilisent d'avantages des méthodes statistiques dans le but de mieux interprétée leurs résultats. Les données récoltées sur terrain ont été rangé en matrice (Dervin 1988) et exploité par les logiciels statistiques suivants : Excel 2009, ADE-4 et XLSTAT 2009.

Résultats & Discussion



Structure et Dynamique des Rallidés

Résultats et discussion

1. Structure et dynamique des Rallidés dans le complexe de Guerbes-Sanhadja

1.1. Dénombrements des effectifs

Le complexe de zones humides de Guerbes-Sanhadja est formé de plusieurs plans d'eau qui abritent une large diversité faunistique et floristique. Notre étude sur la structure (dénombrement et occupation spatio-temporelle) des Rallidés (Foulque macroule *Fulica atra*, Poule d'eau *Gallinula chloropus* et Poule sultane *Porphyrio porphyrio*) à été menée dans quatre site de ce complexe : Garaet Hadj-Tahar, Garaet Messaoussa, Garaet Chichaya et Garaet Ain Magroun.

1.1.1. La Foulque macroule *Fulica atra*

La Foulque macroule *Fulica atra* est une espèce observée durant toutes nos sorties au niveau de Garaet Hadj-Tahar. C'est un espèce sédentaire nicheuse dans la majorité des zones humides algériennes (Ledant *et al.* 1981, Nouidjem 2008, Rizi *et al.* 1999, Samraoui et Samraoui 2007, Isenmann et Moali 2000) et dans tous le bassin méditerranéen (Allouche et Tamisier 1984, 1988, Allouche *et al.* 1988)

Les effectifs minimaux de cette espèce ont été enregistrés pendant de la période estivale, soit 420 individus en 2012 et 410 individus en 2013 (Figure 7). Les effectifs maximaux ont alors été enregistrés pendant la saison d'hivernage, soit 1519 individus observés pendant le mois d'octobre de l'année 2012 et 1500 individus pendant la première semaine du mois de novembre l'année 2013 (Figure 7a).

D'une manière générale, nous pouvons déduire que le peuplement de Foulque macroule est composé de deux populations. La première estimée à quelques 200-300 couples est sédentaire nicheuse dans la garaet et la seconde ne fréquente le plan d'eau que durant la saison d'hivernage et peu être évaluée à 1500 individus (Figure 7a). Durant la saison d'hivernage les foulques peuvent résider pendant toute la période et seront considérés comme des hivernantes ou transitent par le site pendant les périodes de migrations post et prénuptiales et de ce fait présentent le statut d'espèce de transit.

Au niveau de la Garaet Messaoussa, la Foulque macroule n'a été observée que pendant une seule sortie, où 3 individus ont été notés pendant le début du mois d'août de l'année 2013 (Figure 7b). Cette zone humide palustre dominée par une aulnaie à *Alnus glutinosa* qui occupe une grande partie du plan d'eau ne constitue pas de ce fait un lieu propice pour l'installation de ce Rallidés peu exigeant (Metallaoui 2010).

Résultats et discussion

Au niveau de la Garaet Chichaya, la Foulque macroule *Fulica atra* affiche un statut d'espèce sédentaire nicheuse du fait qu'elle a été observée durant toutes nos sorties (Figure 7c). Vu la petite superficie de ce plan d'eau, les effectifs enregistrés durant les deux années sont plus ou moins similaires. L'abondance totale fluctue souvent entre 20 et 80 individus. *Idem* que pour la Garaet Hadj-Tahar, nous pouvons observer deux populations ; une sédentaire nicheuse réduite à une quinzaine de couples et une hivernante exhibant souvent le caractère de grégarisme habituel chez ce palmipède (Tamiser et Dehorter 1999).

Globalement, l'effectif maximal pour le site avoisine 86 individus enregistrés durant le mois de mars 2012. En 2013, seulement 77 oiseaux ont été enregistrés dans ce plan d'eau pendant le mois de d'août (Figure 7c).

Au niveau de la Garaet Ain Magroun, l'espèce a fréquenté le plan d'eau pendant dix mois de l'année (Figure 7d). Ainsi, la colonisation de cette zone humide peu spacieuse débute dès le début du mois d'août avec l'arrivée des premiers hivernants et perdure jusqu'au mois de mai avec des effectifs fluctuant entre 10 et 40 individus. Les hélophytes permettant l'installation des nids sont souvent occupés par les Hérons garde-bœuf *Ardea ibis* (Ardéidés) qui les utilisent comme lieu de regroupement nocturne (dortoir). De ce fait, l'espèce n'a pas tenté de nicher dans ce plan d'eau, du moins pendant les deux années de l'étude. L'évolution des effectifs est plus ou moins semblable durant les deux années de suivi avec de légères hausses pendant la première année (Figure 7d).

Globalement, nous pouvons déduire que la garaet Hadj-Tahar, vue sa superficie et la permanence de l'eau pendant tout le cycle annuel constitue le site préférentiel de l'installation de ce Rallidés très commun en Algérie et en Afrique du nord. L'espèce est cependant composée de deux sous populations qui fréquentent cet éco-complexe. La première est sédentaire nicheuse composée d'au moins 300 couples qui utilisent souvent la Garaet hadj-Tahar et la deuxième est hivernante. Elle fréquente dès le mois d'août, toutes les zones humides de cet éco-complexe avec une préférence pour Garaet Hadj-Tahar qui constitue le meilleur plan d'eau de la région de Skikda, confirmant les données de Metallaoui (2010), Metallaoui et Houhamdi (2008, 2010), Metallaoui *et al.* (2009), Atoussi *et al.* (2013).

Résultats et discussion

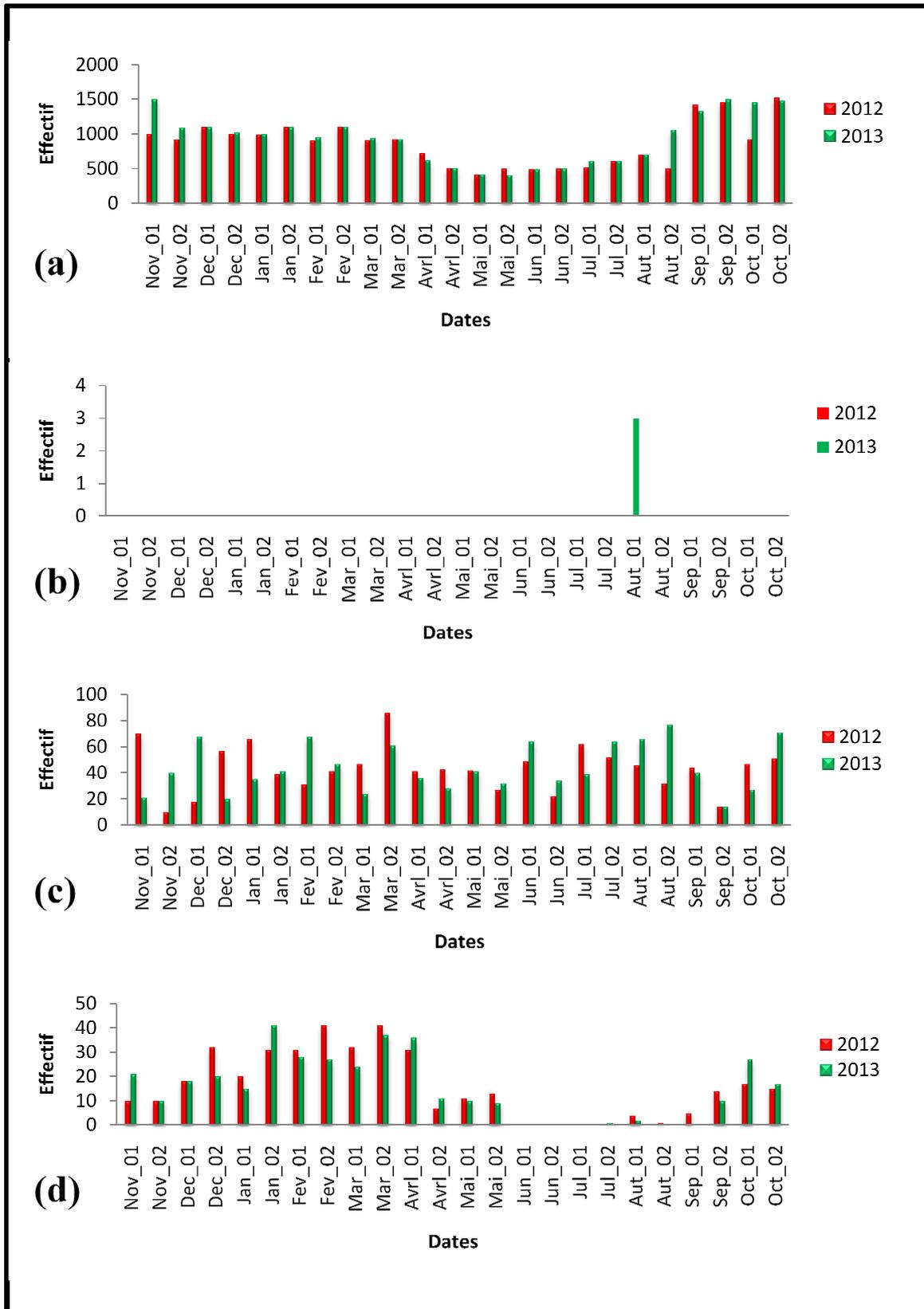


Figure 7. Evolution des effectifs de la Foulque macroule *Fulica atra* (a): Garaet Hadj-Tahar, (b): Garaet Messaoussa, (c): Garaet Chichaya et (d): Garaet Ain Magroun.

Résultats et discussion

1.1.2. La Poule d'eau *Gallinula chloropus*

La Poule d'eau *Gallinula chloropus* est une espèce nicheuse en Algérie (Ledant *et al.* 1981, Samraoui et De Belair 1997, Isenmann et Moali 2000). C'est un oiseau d'eau cosmopolite et discret qui fréquente pratiquement tous les plans d'eau douce (lotique et lentic) riche en hélophytes (scirpes, typha et phragmites) (Taylor et Rose 1994, Ritter et Savidge 1999). Elle est caractérisée par un comportement craintif qui au moindre dérangement fuit et se cache dans les touffes de *Typha angustifolia* et de *Phragmites australis* (Ritter et Savidge 1999). Elle ne sort que pour s'alimenter. La Gallinule d'eau est rarement observée dans les zones humides à eau saumâtre (Taylor et Rose 1994, Ritter et Sweet 1993, Metallaoui 2010).

La Poule d'eau est une espèce omnivore qui se nourrit principalement de mollusques, d'insectes, d'araignées et de feuilles tendres d'hélophytes ramassées sur place (Felix 1975 in Metallaoui 2010). Au niveau de la Garaet Hadj-Tahar, nous avons remarqué qu'elle se nourrit principalement d'herbier aquatique (*Scirpus lacustris*, *S. maritimus*, *Typha angustifolia* et *Carex divisa*).

En Algérie, ce Rallidés fréquente toutes les zones humides du littoral jusqu'au Sahara en passant par les hauts plateaux. Les effectifs les plus importants sont souvent observés dans les plans d'eau du littoral (Houhamdi 2002, Mayache 2008, Maazi 2009, Metallaoui 2010, Rouibi 2013, Zitouni 2014, Atoussi 2014, Zediri *et al.* 2014). Généralement, les effectifs ne dépassent pas les 60-80 individus par site. Dans les pays limitrophes (la Tunisie et le Maroc), les mêmes constatations ont été rapportés par la littérature scientifique (Isenmann *et al.* 2005, Thevenot *et al.* 2003) qui rapportent aussi que ce Rallidés préfère nicher dans les cours d'eau bordés d'une ceinture de végétation composée d scirpes, de phragmites de typha et de joncs (*Juncus autus* et *J. maritimus*), non pollués et peu affecté par la pollution chimique.

Au niveau de Garaet Hadj-Tahar, le suivi de l'abondance de ce Rallidés discret et farouche a montré que la Poule d'eau a été notée dans tous nos relevés pendant les deux années de l'étude et que le graphique exhibe une allure en dents de scies affichant plusieurs pics (Figure 8a). Durant la première année (2012), l'effectif maximal a été enregistré pendant la deuxième quinzaine du mois de mai (de 22 individus) et durant la deuxième année (2013), le pic a été de 25 oiseaux observés pendant le mois de décembre (Figure 8a).

Au niveau de la Garaet Messaoussa, la Poule d'eau *Gallinula chloropus* affichant le statut de sédentaire nicheur. Son abondance fluctue entre 2 et 15 individus notés pendant le

Résultats et discussion

début du mois de décembre 2013 (Figure 8b). L'évolution des effectifs est plus ou moins similaire pendant les deux années de suivi avec une légère diminution notée durant le mois de mai où la poule d'eau a été peu représentée durant la première année de l'étude.

Au niveau de la Garaet Chichaya, l'abondance totale avoisine celle enregistrée au niveau de la Garaet Messaoussa, où les effectifs fluctuent entre 2 et 12 individus (Figure 8c). L'espèce a été observée pendant toutes les sorties avec des pics notés pendant les périodes de transit et de passage migratoire, soit les mois de novembre et d'août des deux années de l'étude.

Au niveau de la Garaet de Ain Magroun, la Gallinule d'eau est présente pendant toute l'année mais une préférence pendant la saison de nidification (Figure 8d). Ainsi malgré la petite superficie de cette zone humide, la Poule d'eau y niche régulièrement avec un nombre de couple estimé à 7. Vu que l'espèce peut avoir une à deux nichées par année, une dizaine de nids ont été trouvés dans les touffes de *Scirpus lacustris* et de *Typha angustifolia* durant les deux années de l'étude.

D'une manière générale, au niveau de l'éco-complexe de Guerbes-Sanhadja, la Poule d'eau est peu représentée par rapport à la Foulque macroule qui constitue le Rallidés le plus abondant en Algérie et en Afrique du nord. Bien que nicheuse dans la majorité des zones humides de la Numidie orientale, principalement dans les zones humides du parc national d'El-Kala, la Poule d'eau niche uniquement dans deux plans d'eau de cet éco-complexe (Garaet Hadj-Tahar et Garaet Ain Magroun) avec une légère préférence pour la première zone humide. Cette espèce demeure peu étudiée et peu documentée en Algérie.

Ainsi, la Poule d'eau, malgré le statut de sédentaire nicheur qui lui est affilié reste peu représentée dans notre région d'étude.

Résultats et discussion

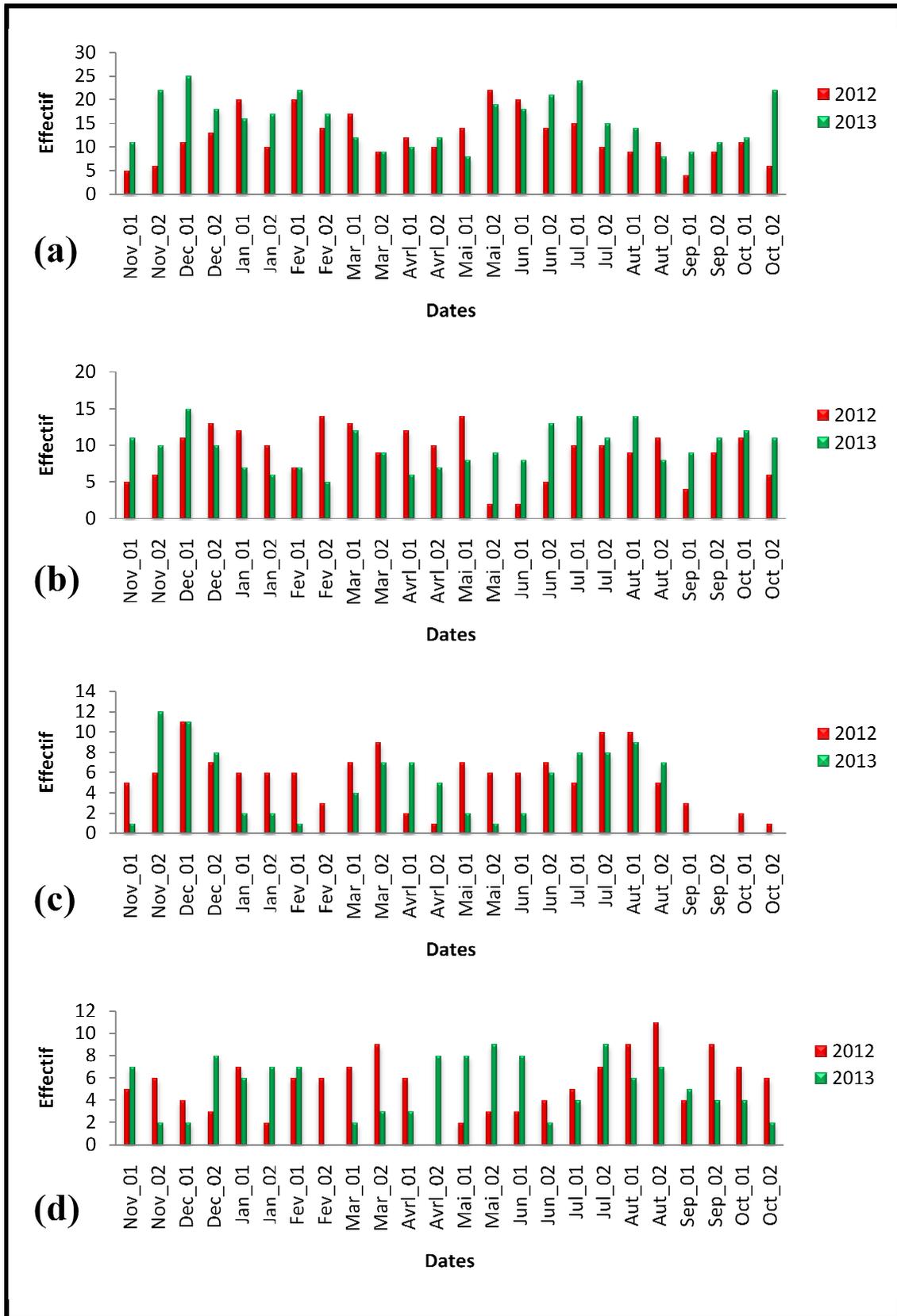


Figure 8. Evolution des effectifs de la Poule d'eau *Gallinula chloropus* (a): Garaet Hadj-Tahar, (b): Garaet Messaoussa, (c): Garaet Chichaya et (d): Garaet Ain Magroun.

Résultats et discussion

1.1.3. La Poule sultane *Porphyrio porphyrio*

La Gallinule sultane *Porphyrio porphyrio* est un oiseau d'eau très farouche et très craintif (Aleman 1996). Son activité est quasi crépusculaire et elle passe généralement ses journées à se cacher rendant ainsi son observation très difficile (Mocci 1972, Mathevet 1997 *in* Houhamdi 2002).

Au niveau de la Garaet Hadj-Tahar, l'espèce est notée dans tous nos relevés (espèce sédentaire nicheuse) avec des effectifs fluctuant entre 2 et 10 individus qui sont généralement observés durant le mois de novembre, décembre, janvier et février (Figure 9a). Cependant pendant l'année 2013, une élévation des effectifs a été enregistrée juste après la période de nidification (entre avril et juin) ramenant ainsi l'abondance totale à 23 individus. Il s'agit de l'observation des oisillons juvéniles issus de la reproduction réussie au cours de cette année (Figure 9a).

Généralement, il est admis chez cette espèce que les regroupements d'oiseaux sont très fréquents surtout quand les plans d'eau ne sont pas très éloignés l'un de l'autre (Bara *et al.* *in press*). Les élévations des effectifs pendant la saison d'hivernage sont souvent synonyme de réunion d'oiseaux d'autres plans d'eau du complexe de Guerbes-Sanhadja (Garaet Messaoussa et Garaet Chichaya) dont la quantité d'eau est encore insuffisante pour permettre l'installation de ce Rallidés.

Contrairement à la Foulque macroule, l'aulnaie entourée de végétation hélophytes de Garaet Messaoussa a favorisé l'installation de cette espèce, dont la présence a été signalée pendant toute l'année (statut d'espèce sédentaire nicheuse). Le pic des effectifs a été cependant enregistré pendant la deuxième décennie du mois de mai pour l'année 2012 (52 individus) et pendant la première décennie du mois de juin de l'année 2013 (36 individus) (Figure 9b).

Idem pour la Garaet Chichaya qui est très proche de la route communale, la Poule sultane est aussi importante et affiche aussi le même statut d'espèce sédentaire nicheuse (Figure 9c). Un effectif de 12 individus a été noté pendant le mois de juin 2013. La profondeur de l'eau due la garaet nous a été un frein pour son exploration mais le site est riche en hélophytes (*Typha* et *Phragmites*) qui constituent un lieu propice pour l'accueil et la nidification de ce Rallidés.

Résultats et discussion

A noter que l'espèce n'a jamais été observée (du moins pendant les deux années de l'étude : 2012 et 2013) dans la Garaet de Ain Magroun.

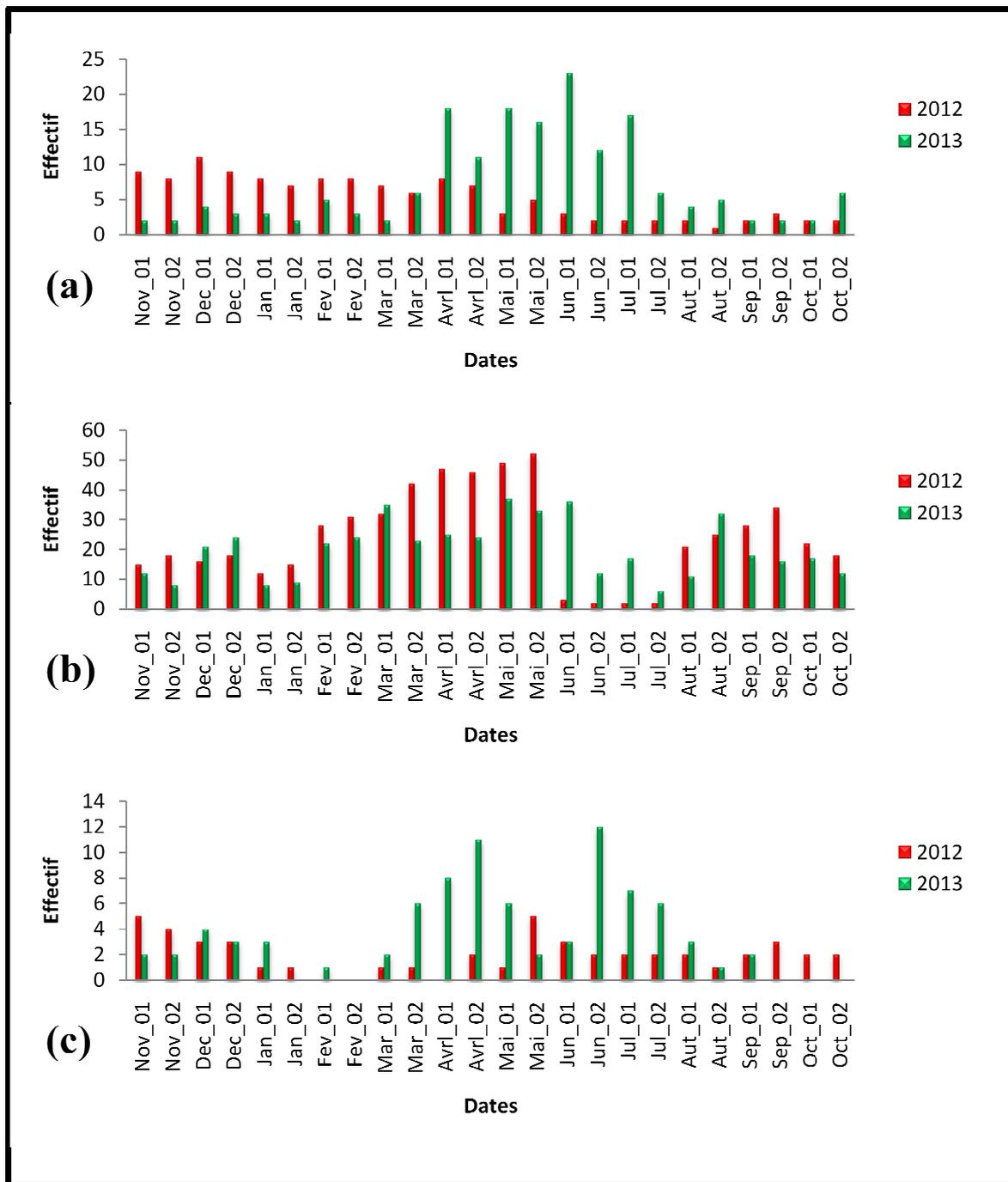


Figure 9. Evolution des effectifs de la Poule sultane *Porphyrio porphyrio* (a): Garaet Hadj-Tahar, (b): Garaet Messaoussa, (c): Garaet Chichaya.

1.2. Distribution et occupation spatiale des zones humides du complexe de Guerbes-Sanhadja par les Rallidés

Résultats et discussion

La distribution spatio-temporelle des oiseaux d'eau au niveau des zones humides est souvent gérée par de nombreux facteurs écologiques très déterminants (Pirot *et al.* 1984, Houhamdi et Samraoui 2001, 2003). Les principaux sont la quiétude, le dérangement, la densité de la couverture végétale, la qualité de l'eau du milieu, la recherche de la nourriture et la présence d'une autre espèce présentant la même niche trophique et écologique (Tamisier 1971, 1972, Tamisier et Tamisier 1981, Pirot 1981, Tamisier et Dehorter 1999, Houhamdi et Samraoui 2003, 2008). Les oiseaux s'opèrent souvent à un partage spatio-temporel du site et du plan d'eau afin de ne pas gaspiller leur énergie : dépense, accumulation et utilisation (Tamisier et Tamisier 1981, Tamisier et Dehorter 1999)

Les Foulques macroules connues par leur grégarisme très caractéristique pendant la période hivernale (Tamisier et Dehorter 1999, Zitouni 2014) se dispersent dans les grands hélrophytes pendant la saison de reproduction (Rizi *et al.*, 1999, Zitouni 2014). Le même schéma a été observé pour les foulques hivernantes et nicheuses dans les zones humides du complexe de Guerbes-Sanhadja (2012-2013). Ainsi, pendant la saison hivernale, dans les trois sites où l'espèce a été observée, nous avons noté ces oiseaux dans le centre du plan d'eau et dans les endroits dégagés et loin de toutes formes de dérangements ainsi que dans les secteurs à eau libre (Figures 10, 12 et 13). En période de reproduction, elles se dispersent souvent dans les touffes de Nénuphar blanc *Nymphaea alba* et de Scirpes lacustre et maritime *Scirpus maritimus* et *S. acutus* en quête de nourriture.

Les deux autres espèces, la Poule d'eau et la Poule sultane, à cause de leurs comportements craintifs se distribuent près des hélrophytes (*Phragmites australis*, *Scirpus lacustris*, *S. maritimus* et *Typha angustifolia*) qu'elles utilisent comme abris contre les prédateurs aquatiques et aériens (Houhamdi 2002, Bara *et al.*, in press). Cette végétation pousse souvent sur les berges et constitue la principale ceinture de végétation de nos zones humides et de ce fait la distribution de ces oiseaux est souvent limitée à la périphérie des sites. Ces végétaux constituent aussi un lieu de nidification propice et luxuriant pour ces oiseaux. De ce fait, l'utilisation de l'espace lacustre par la Poule d'eau et par la Poule sultane est pratiquement la même en période de reproduction qu'en période d'hivernage. Ces quatre espèces végétales entrent aussi dans le régime alimentaire de ces oiseaux.

Résultats et discussion

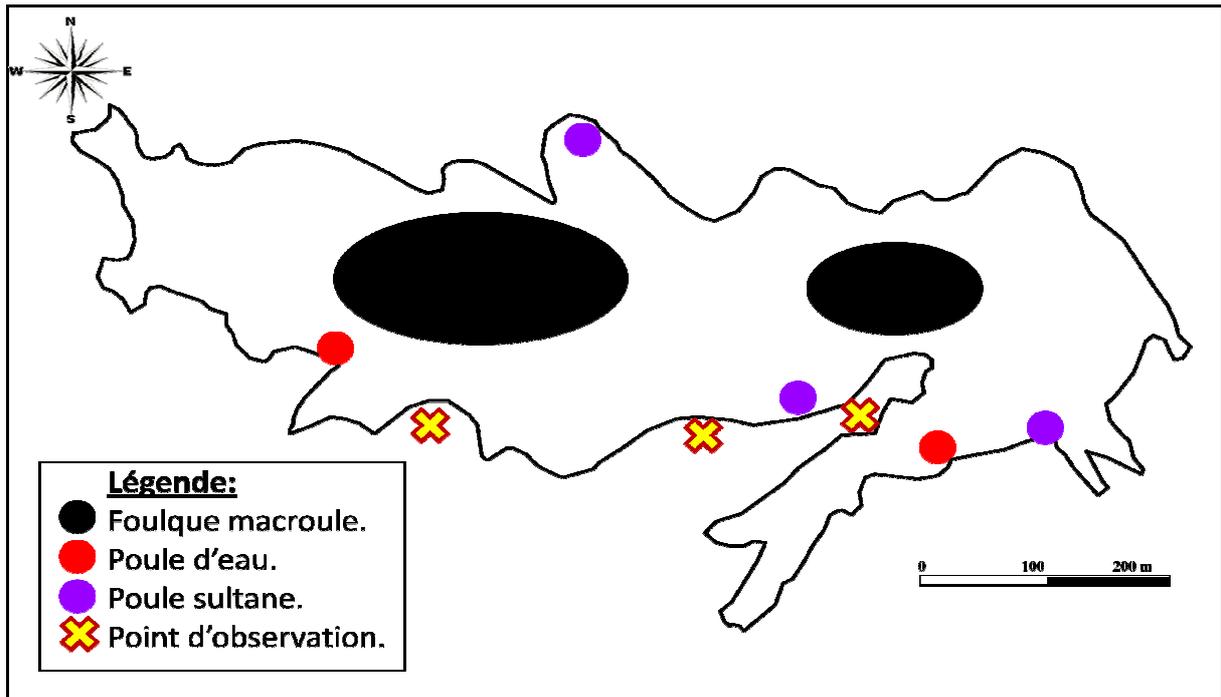


Figure 10. Modalité de distribution spatiale des Rallidés au niveau de la Garaet Hadj-Tahar.

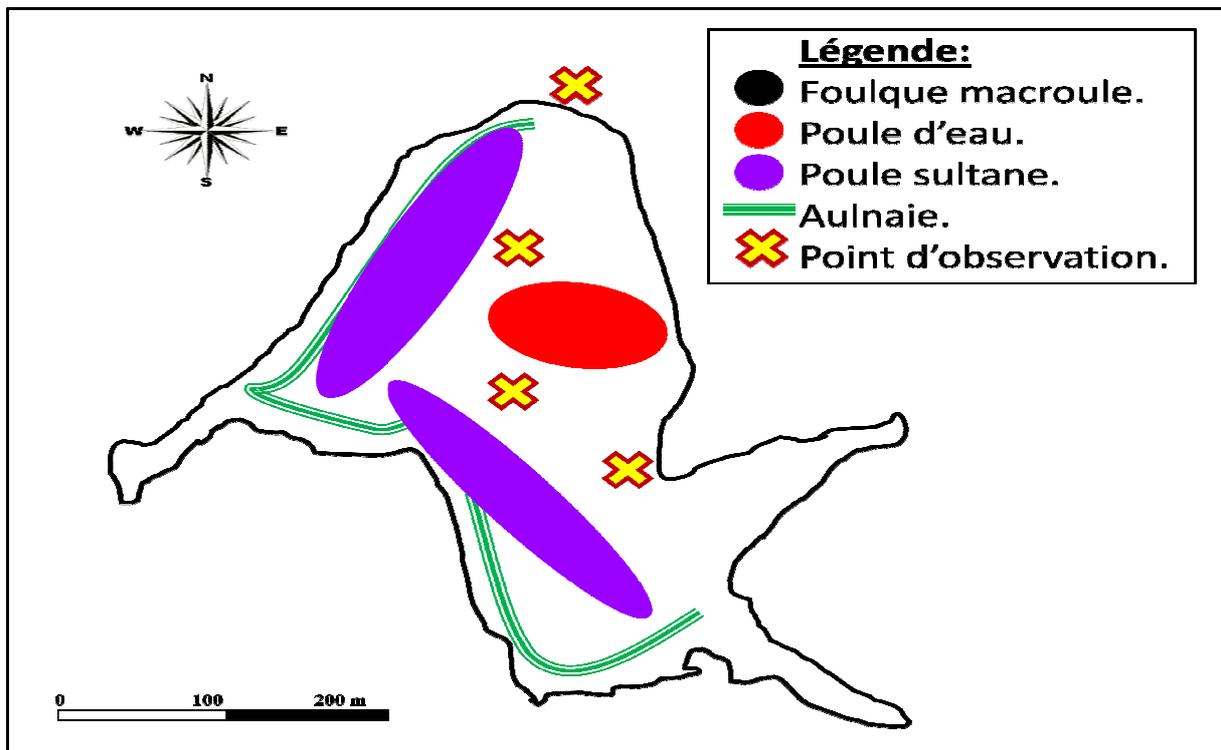


Figure 11. Modalité de distribution spatiale des Rallidés au niveau de la Garaet Messaoussa.

Résultats et discussion

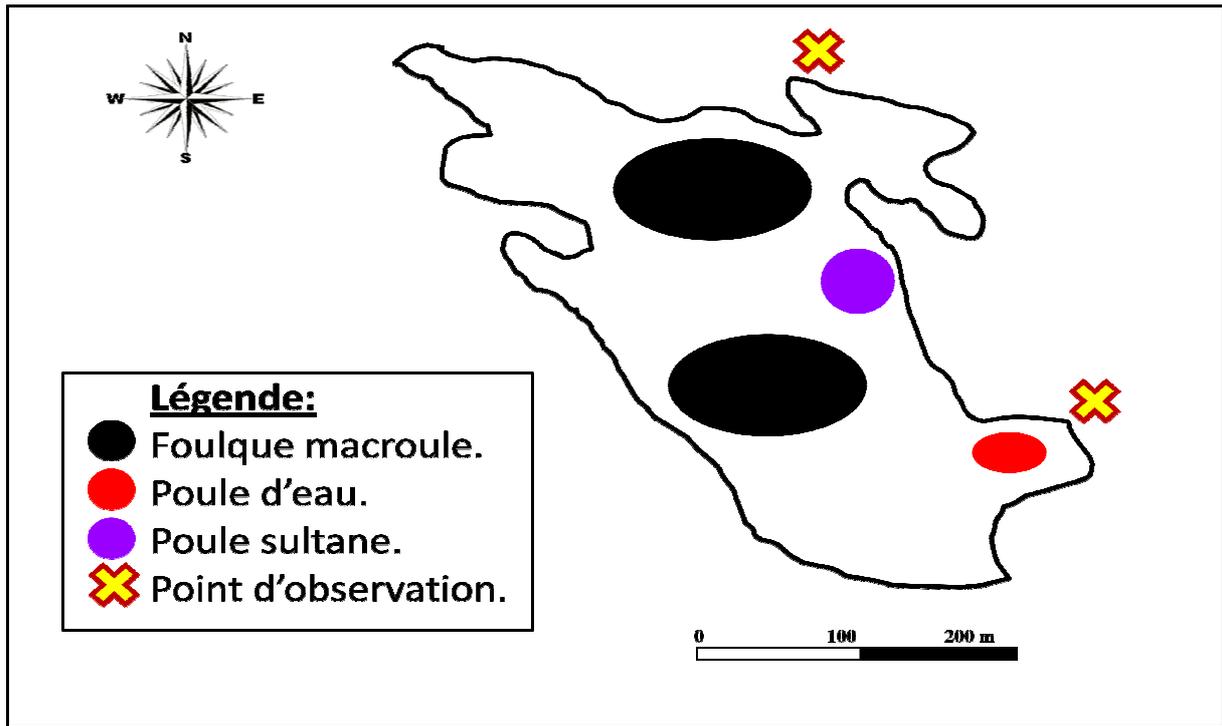


Figure 12. Modalité de distribution spatiale des Rallidés au niveau de la Garaet Chichaya.

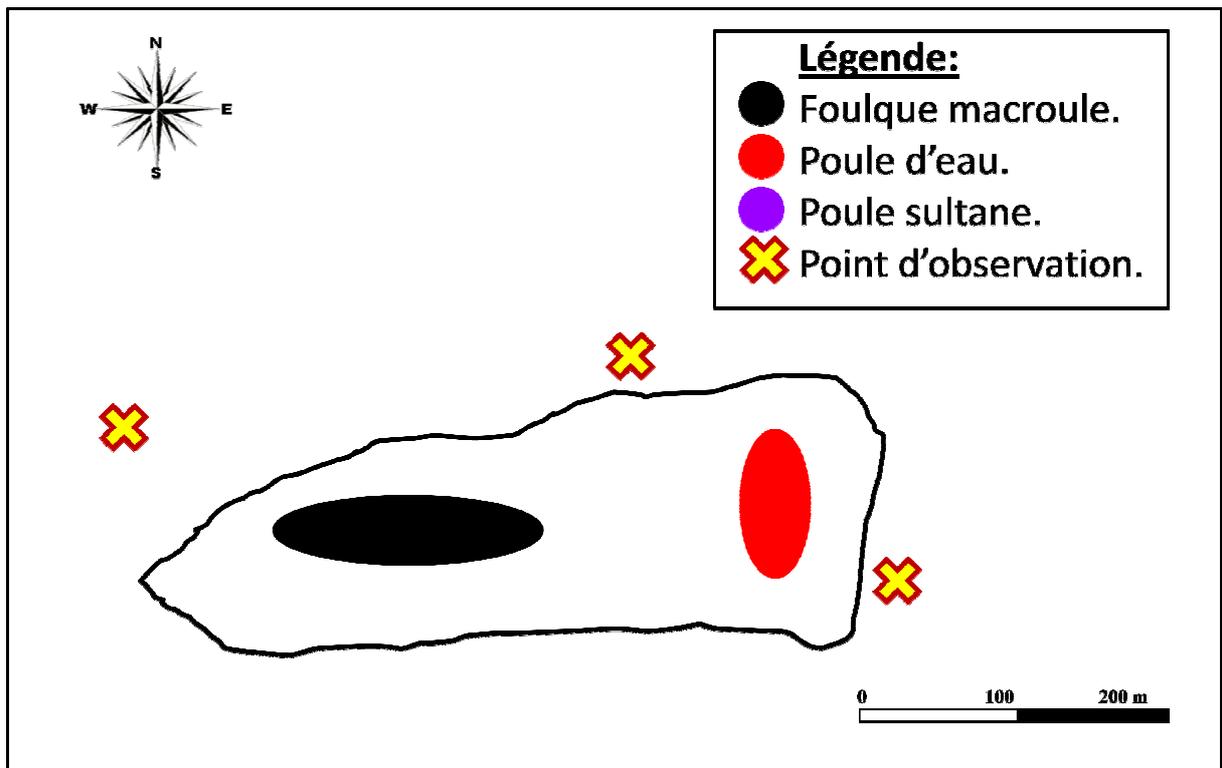


Figure 13. Modalité de distribution spatiale des Rallidés au niveau de la Garaet Ain Magroun.

Ecologie des Rallidés

Résultats et discussion

2. Ecologie des Rallidés dans le complexe de Guerbes-Sanhadja

2.1. Rythme d'activité diurne de la Foulque macroule *Fulica atra* au niveau de Garaet Hadj-Tahar (saison 2011/2012)

2.1.1. Bilan total

Le bilan des rythmes d'activités diurnes de la Foulque macroule *Fulica atra* réalisé pendant la première saison d'hivernage (2011/2012) est dominé par l'activité alimentaire enregistrée avec 71% du temps total allouée. Elle est suivie de la nage (10%), du sommeil (7%), du toilettage ou entretien du plumage et de l'antagonisme avec seulement 6%. Le vol n'a pas été observé pendant cette première année (Figure 14).

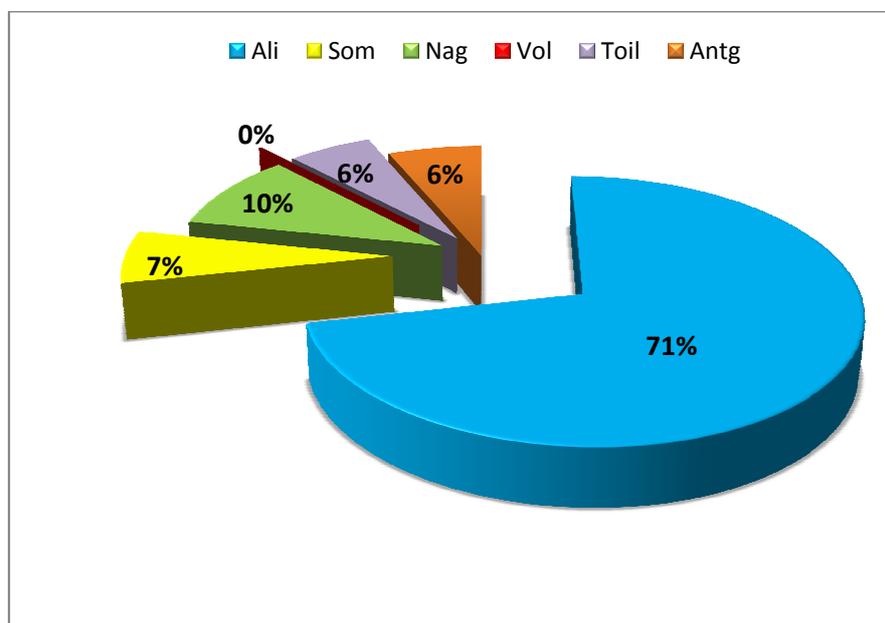


Figure 14. Bilan des rythmes d'activités diurnes de la Foulque macroule *Fulica atra* (saison d'hivernage 2011/2012).

L'alimentation est une activité qui domine toute la période d'hivernage (du mois de septembre jusqu'au mois de mars). La valeur maximale a été notée durant le début du mois d'octobre (80,31 %). Cette activité est essentielle pour l'organisme des oiseaux. Elle permet d'augmenter le stock lipidique (engraissement lipidique) ce qui permet d'offrir l'énergie utile pour les longs trajets de migration (Tamisier et Dehorter 1999, Merzoug 2008). De plus cette activité permet à la Foulque macroule de garder une température corporelle stable pour se protéger contre l'hiver rude et froid (Aissaoui 2010).

L'activité de la nage prend une proportion faible dans le bilan des activités, elle est souvent associée à l'activité d'alimentaire puisque les Foulques macroules préfèrent

Résultats et discussion

s'alimenter en surface ce qui nécessite des déplacements très fréquents. Elle est aussi notée chez les groupes d'oiseaux voulant changer de secteurs dans le site, soit en quête de nourriture ou suite à un dérangement (Figure 15).

L'activité du sommeil est une activité primordiale pour les oiseaux d'eaux (Houhamdi et Samraoui 2001, 2003, 2008). Contrairement aux Anatidés, la Foulque macroule est connue par son activité diurne et ne se repose que peu durant la journée (Allouche 1988, Allouche et Tamisier 1988, Allouche *et al.*, 1988). Cette activité est peu observée chez les foulques au niveau de Garaet Hadj-Tahar. Elle est principalement notée en début de la saison d'hivernage (Figure 15).

L'entretien du plumage est considéré comme une activité de confort chez les oiseaux d'eau (Tamiser et Dehorter 1999, Houhamdi 2002, Maazi 2009, Zitouni 2014). Chez les Foulques macroules hivernant au niveau de la Garaet Hadj-Tahar, le toilettage ne dépasse jamais les 10 % (Figure 15). Il permet à l'oiseau de bien nettoyer et déparasiter son plumage et il est observé pendant toute la période d'hivernage.

Les déplacements des foulques se résument à l'activité de nage (soit associée à l'alimentation ou considérée comme activité de confort). Le vol de changement de place n'a jamais été observée chez cette population de foulque. Il a été signalé dans le même site aux coups de fusils des braconniers et des chasseurs (Merzoug 2008, Atoussi 2008, Atoussi 2014, Metallaoui 2010, Metallaoui et Houhamdi 2010, Atoussi *et al.*, 2013, Metallaoui *et al.*, 2014).

Le temps consacré à l'activité agonistique (entre deux individus : mâle-mâle et mâle-femelle) est très faible. Cette activité n'a été observée qu'à partir du mois de janvier et augmente progressivement jusqu'à la fin de l'étude (Figure 15). Pendant les mois de février et de mars, cette activité tient plus du cinquième du bilan total, soit 22,19 % et 22,97 %. D'une manière générale, elle caractérise le déclenchement de la période de reproduction (Figure 24).

Résultats et discussion

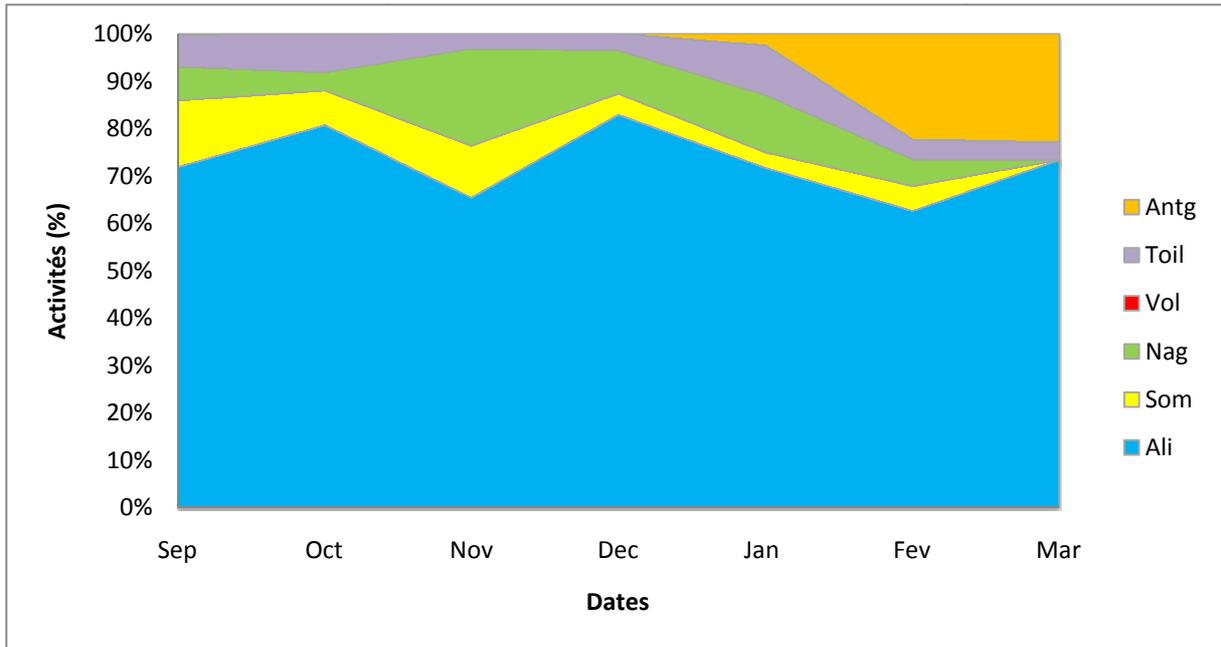


Figure 15. Evolution temporelle du rythme d'activité diurne du Foulque macroule durant la saison d'hivernage 2011/2012.

2.1.2. Analyse statistique multi-variée

L'analyse statistique multi-variée par le biais de l'AFC (Analyse factorielle des correspondances) dans son plan factoriel 1x2 réalisée sur ce bilan des rythmes d'activités diurnes de l'année 2011/2012 par le logiciel XLSTAT (2009) nous expose une information cumulée équivalente à 88,62%. Ce plan factoriel nous permet d'observer une succession temporelle des activités mesurées (Figure 16). L'axe des abscisses lie les activités primordiales (alimentation et sommeil) aux activités dites de confort (toilette et nage) et les oppose à l'activité agonistique. Les premiers caractérisent le début de la saison d'hivernage (de septembre à janvier) et les chamailles caractérisent la fin de la saison soit les mois de février et de mars (Figure 16).

L'alimentation, le toilettage caractérise les mois de septembre, octobre, décembre et janvier. Le sommeil et la nage le mois de novembre. L'antagonisme caractérise la fin de la saison d'hivernage, soit les mois de mars et d'avril (Figure 16).

Résultats et discussion

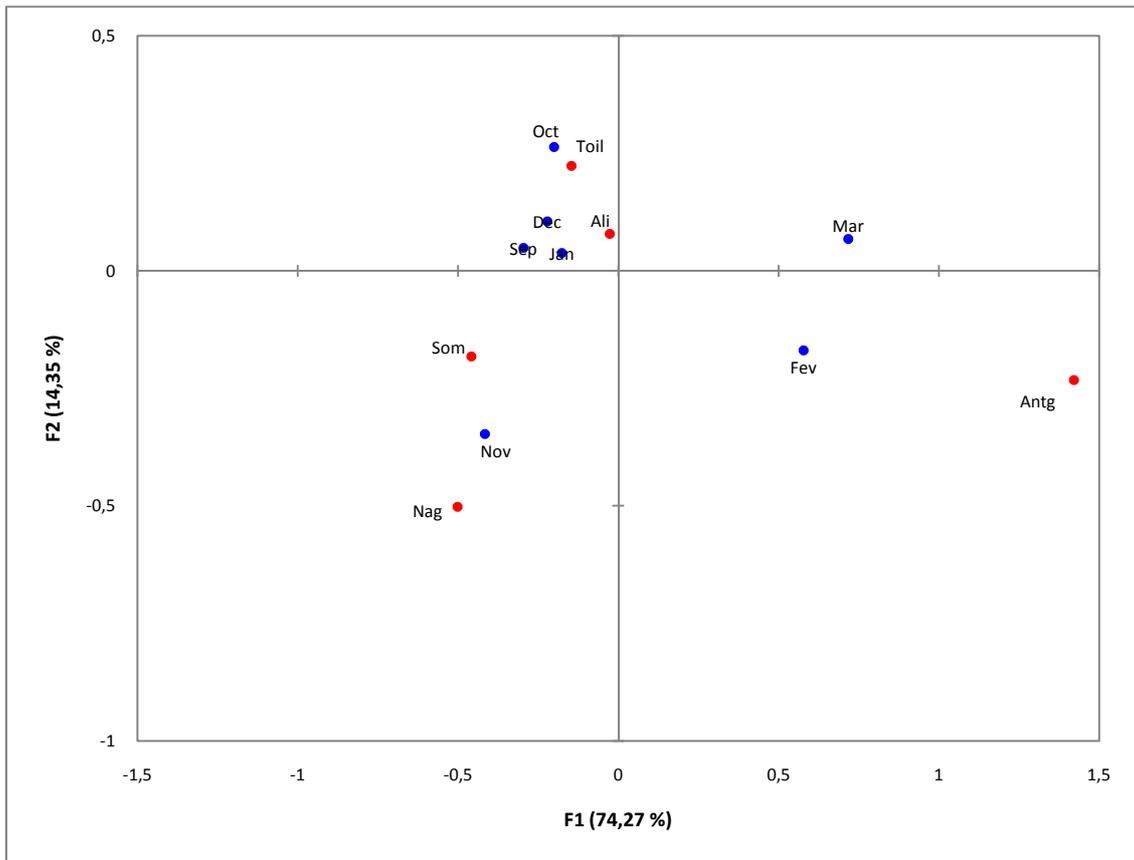


Figure 16. Plan factoriel 1x2 de l'Analyse factorielle des correspondances (AFC) du bilan des rythmes d'activités diurnes de la Foulque macroule au niveau de Garaet Hadj Tahar (saison 2011/2012). Axes d'inertie : 74.26, 14.34, 7.75, 3.63.

Résultats et discussion

2.2. Rythme d'activité diurne de la Foulque macroule *Fulica atra* au niveau de Garaet Hadj-Tahar (saison 2012/2013)

2.2.1. Bilan total

Idem que pour la première année, le bilan total des activités diurnes de la Foulque pendant la saison d'hivernage 2012/2013 a été dominé par l'alimentation qui a occupé 76 % du bilan. Les autres activités tiennent une part minime ne dépassant guère les 10% (Figure 17). L'activité alimentaire est suivie de l'activité agonistique (10%), du sommeil (7 %), du toilettage (5 %) et enfin de la nage avec seulement 2 % du bilan total. Comme pour la saison précédente, l'activité du vol n'a pas été enregistrée.

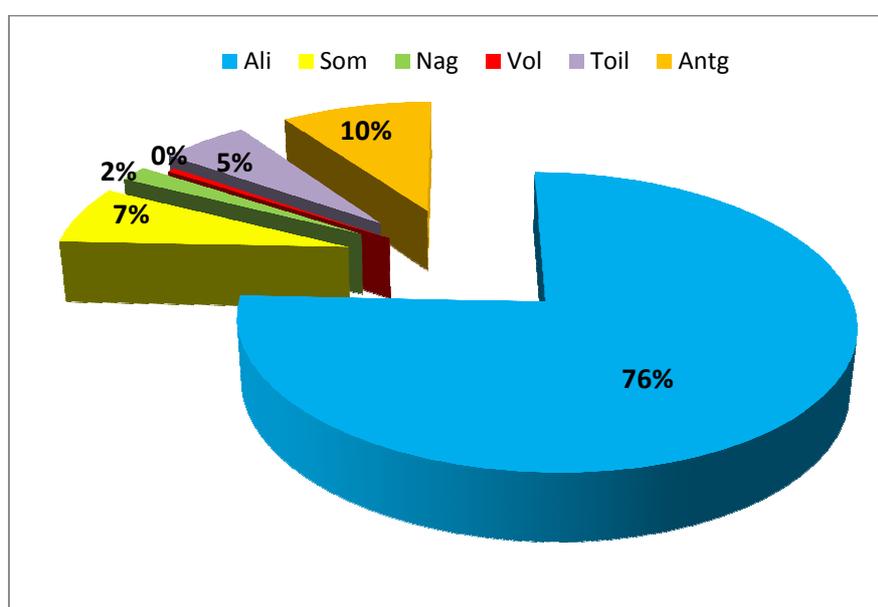


Figure 17. Bilan des rythmes d'activités diurnes de la Foulque macroule *Fulica atra* (saison d'hivernage 2012/2013).

D'une manière générale, l'activité alimentaire est beaucoup plus observée a débuté de la saison d'hivernage. Elle constitue chez les oiseaux ayant effectués une migration postnuptiale un bon moyen de restructuration des réserves énergétiques, principalement lipidique chez les oiseaux (Allouche *et al.*, 1988, Tamisier et Dehorter 1999, Houhamdi et Samraoui 2001, 2003, 2008). Le maximum enregistré est de 88, 98% noté pendant le mois de décembre, le mois le plus froid de l'année. La valeur minimale a été observée pendant le mois de Février (63,75%), mais elle dépasse les 50% du bilan (Figure 18).

Les activités de sommeil et de toilettage évoluent d'une manière similaire (Figure 18). Elles affichent les taux les plus élevés durant le début de la saison d'hivernage, soit pendant le

Résultats et discussion

mois d'octobre avec respectivement (10,90 % et 8,49 %). Elles tiennent une part minime vers la fin de la saison.

La nage a été faiblement représentée dans ce bilan diurne de la Foulque macroule pendant son hivernage dans la Garaet de Hadj-Tahar. Le maximum enregistré pendant cette saison avoisine les 4,68 % et d'ailleurs peu de fluctuations ont été observées tout au long de la saison. Une seule fois, nous avons assisté à un vol d'un petit groupe qui n'a duré que quelques secondes. C'était en février 2013, suite à un dérangement anthropique. Nous l'avons supprimé de l'analyse du bilan total car il n'a représenté que 0,48 %.

L'antagonisme ou chamaillades intraspécifiques n'a été enregistré qu'à partir d mois de décembre. La littérature scientifique rapporte sa liaison avec la période pré-nuptiale chez la population sédentaire nicheuse (Fjeldsa 1973, Merzoug 2008, Metallaoui 2010). Cette activité augmente considérablement et ce depuis le mois de janvier jusqu'à la fin de la saison d'hivernage. Elle a occupé des taux avoisinants les 25% (Figure 18).

D'une manière générale, nous pouvons déduire que suite à la dominance du bilan diurne par l'activité alimentaire, la Garaet Hadj-Tahar joue le rôle de terrain de gagnage diurne pour la population hivernante de ce Rallidés qu'elle accueille avec des effectifs élevés.

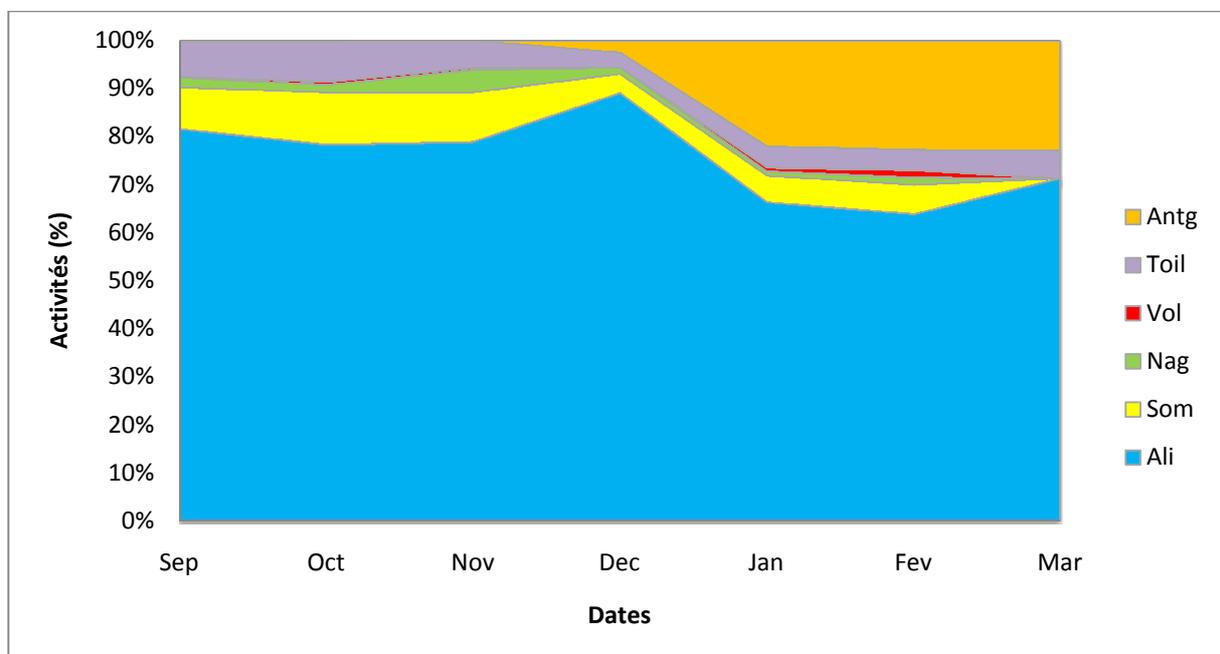


Figure 18. Evolution temporelle du rythme d'activité diurne du Foulque macroule durant la saison d'hivernage 2012/2013.

Résultats et discussion

2.2.2. Analyse statistique multi-variée

Le plan factoriel 1x2 de l'analyse multi-variée exprimée par l'AFC (Analyse Factorielle des Correspondances) réalisée sur le bilan total du comportement diurne de la Foulque macroule au niveau de Garaet Hadj Tahar (saison d'hivernage 2012/2013) et qui rassemble 94,40% de l'inertie (Figure 19) nous expose aussi une opposition de l'activité agonistique par rapport aux autres activités (l'alimentation, le sommeil, le toilettage et la nage).

Une succession temporelle de ces activités a été aussi observée : L'alimentation caractérise les mois de septembre et de décembre, le sommeil, la nage et le toilettage sont souvent observés durant les mois d'octobre et de novembre et l'activité agonistique caractérise toujours la fin de la saison d'hivernage et indique le déclenchement de la saison de reproduction qui débute tôt chez cette espèce (Figure 19) (Skinner et Smart 1948, Metallaoui et Houhamdi 2008, Aissaoui *et al.* 2009, Maazi 2009, Metallaoui 2010).

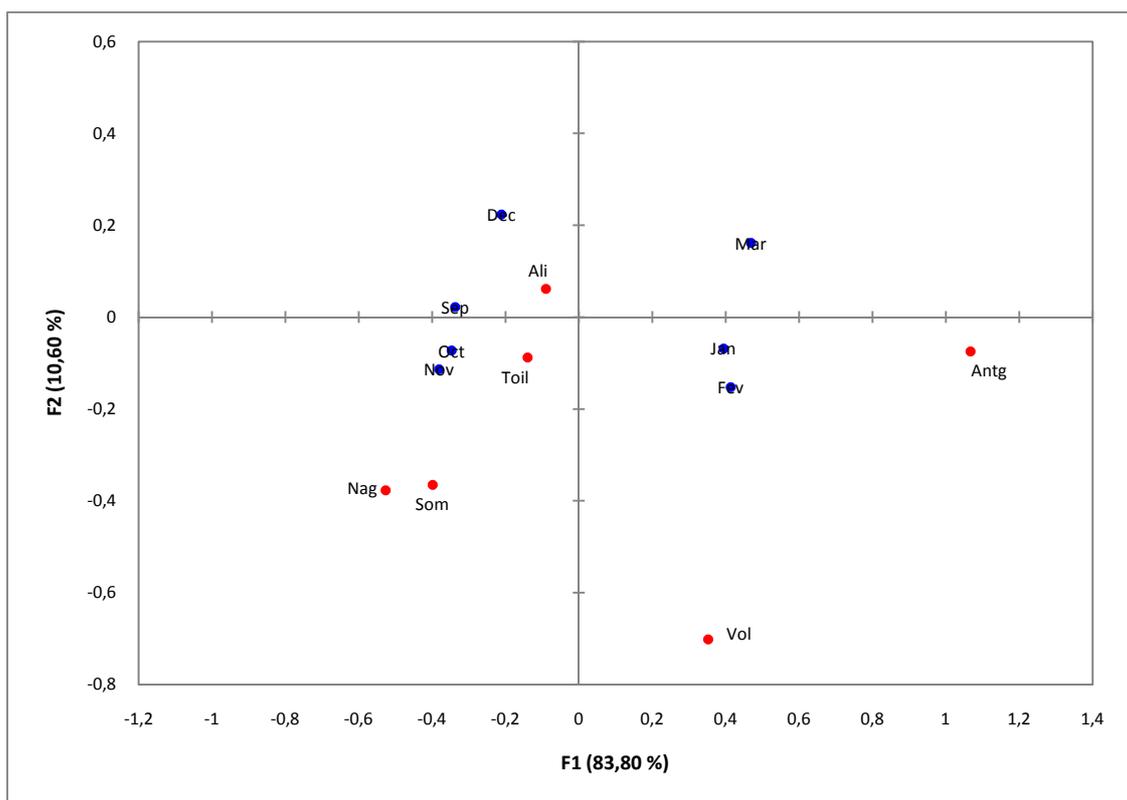


Figure 19. Plan factoriel 1x2 de l'Analyse factorielle des correspondances (AFC) du bilan des rythmes d'activités diurnes de la Foulque macroule au niveau de Garaet Hadj Tahar (saison 2012/2013). Axes d'inertie : 83.79, 10.59, 3.77, 1.67.

Résultats et discussion

2.3. Ecologie de la reproduction de la Poule sultane *Porphyrio porphyrio* à Garaet Hadj Tahar

Les parades nuptiales entre mâles et femelles de la Poule sultane ont commencés des les premières semaines du mois de mars au niveau de Garaet Hadj Tahar. Quand à la ponte des œufs, elle s'est étalée de la mi-mars (11 mars/2012 et 6 mars/2013) jusqu'à la fin du mois de mai.

2.3.1. Caractéristiques des nids

Sur un total de 20 nids suivis au niveau de la Garaet Hadj Tahar (9 nids durant l'année 2012 et 11 nids durant l'année 2013), les paramètres mesurés sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 7. Paramètres environnementales des nids de la Poule sultane à Garaet Hadj Tahar.

| Années | Profondeur de l'eau (cm) | Hauteur du nid (cm) | Profondeur du nid (cm) | Diamètre externe (cm) | Diamètre interne (cm) |
|--------|--------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 2012 | 93,88 ± 5,13 | 24,44 ± 3,28 | 12,22 ± 2,43 | 41,66 ± 3,39 | 31,11 ± 4,13 |
| 2013 | 100,45 ± 13,98 | 24,54 ± 3,20 | 14,29 ± 4,58 | 44,36 ± 5,24 | 28,09 ± 4,63 |

Au niveau de la Garaet Hadj Tahar, la Poule sultane a installée ces nids dans les touffes de *Typha angustifolia*, de *Phragmites australis* et de *Scirpus maritimus*, avec des proportions différentes d'une année à une autre. Durant la saison de reproduction 2011/2012, 45% des nids ont été construits dans les groupements végétales de *Typha angustifolia* pour seulement 33% dans *Phragmites australis* et 22% dans *Scirpus maritimus*. Durant la saison 2012/2013, la majorité des nids de la Poule sultane ont été édifiés dans les touffes de *Typha angustifolia* (46%). Le reste des nids ont été observés dans les touffes de *Phragmites australis* (36%) et *Scirpus maritimus* (18,2%) (Voir Annexes).

2.3.2. Biométrie des œufs

Pendant la période de l'étude, 27 œufs ont été mesurés en 2012 et 32 œufs en 2013. Les données obtenus ont révélées que les œufs de la saison 2012, ont une longueur moyenne de 53,14 ± 4,56 mm [59,36 mm – 47,75 mm], une largeur moyenne de 35,06 ± 0,83 [36,6 mm - 34,09 mm], un poids variant entre 47 g et 34 g avec une moyenne de 38,55 ± 4,22g et un volume calculé d'après la formule de Hoyte (1979) qui varie entre 39,83 mm³ et 28,61 mm³ d'ou une moyenne de 33,24 ± 2,83 mm³.

Résultats et discussion

La biométrie des œufs explorés durant la saison 2013 a révélé que ces œufs ont une longueur qui varie entre 55,22 mm et 46,21 mm ($50,13 \pm 5,03$ mm), une largeur qui varie entre 35,67 mm et 32,31 mm ($34,34 \pm 0,84$ mm). De plus, la valeur maximale du poids des œufs enregistrée est de 50 g et la valeur minimale enregistrée est de 32 g. Le volume varie entre $34,68 \text{ mm}^3$ et $25,75 \text{ mm}^3$ pour une moyenne de $30,14 \pm 2,33 \text{ mm}^3$.

Tableau 8. Caractéristiques biométriques des œufs de la Poule sultane à Garaet Hadj Tahar.

| Années | Longueur (cm) | Largeur (cm) | Poids (g) | Volume (cm^3) |
|--------|------------------|------------------|------------------|--------------------------|
| 2012 | $53,14 \pm 4,56$ | $35,06 \pm 0,83$ | $38,55 \pm 4,22$ | $33,24 \pm 2,83$ |
| 2013 | $50,13 \pm 5,03$ | $34,34 \pm 0,84$ | $40,31 \pm 5,07$ | $30,14 \pm 2,33$ |

2.3.3. Grandeur de ponte

Sur la totalité des nids étudiés durant notre période d'étude au niveau de Garaet Hadj Tahar, nous avons constaté que la Poule sultane pond généralement entre 2 et 4 œufs/nid (Figure 20). En effet, nous avons noté 2 nids en 2012 et 4 nids en 2013 contenant 2 œufs, 5 nids en 2012 et 4 nids en 2013 contenant 3 œufs, 2 nids en 2012 et 3 nids en 2013 contenant 4 œufs (Figure 20).

La grandeur de ponte moyenne enregistrée au niveau de Garaet Hadj Tahar en 2012 est de 3 œufs avec un écart type de 0,71 œufs. Durant l'année 2013 la grandeur de ponte moyenne est de $2,91 \pm 0,83$ œufs.

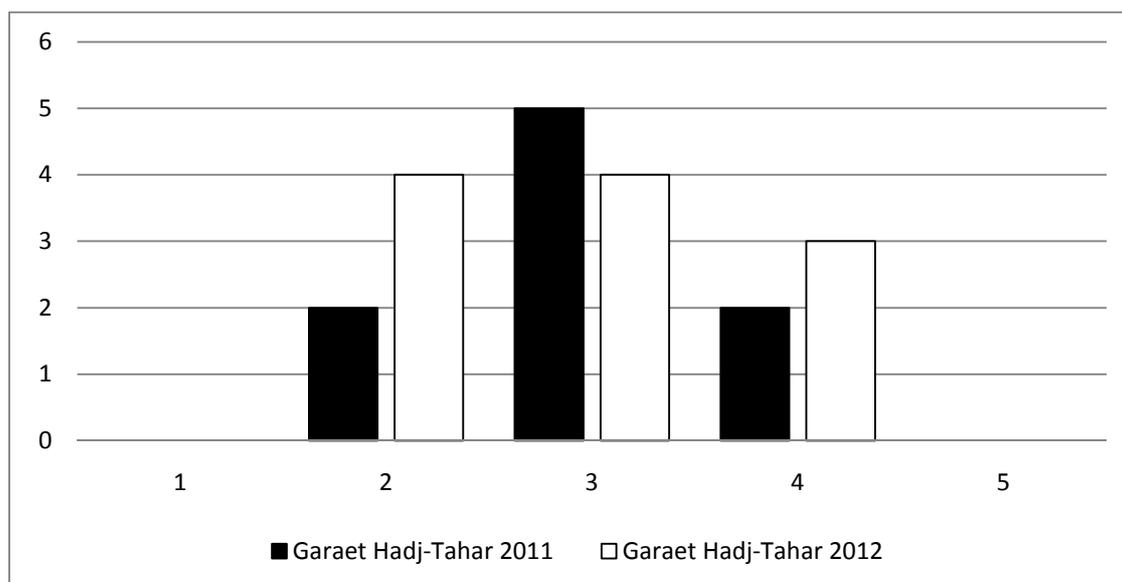


Figure 20. Grandeur de ponte chez la Poule sultane à Garaet Hadj Tahar.

Résultats et discussion

2.3.4. Taux d'éclosion

Le taux d'éclosion enregistré au niveau de la Garaet Hadj Tahar est de 44,4 % pour l'année 2012 et 56,25 % pour l'année 2013. Ces valeurs confirment une faible amélioration dans le taux d'éclosion d'une année à une autre.

Le maximum de taux d'éclosion enregistré durant les saisons de reproduction 2012 et 2013 au niveau de Garaet Hadj Tahar, représente 52,5 % dans les nids qui contiennent 2 œufs. Dans les nids à 3 œufs, nous avons notés un taux d'éclosion moyen de 51,5 % et un taux d'éclosion moyen de 49,5 % dans les nids à 4 œuf (Figure 21).

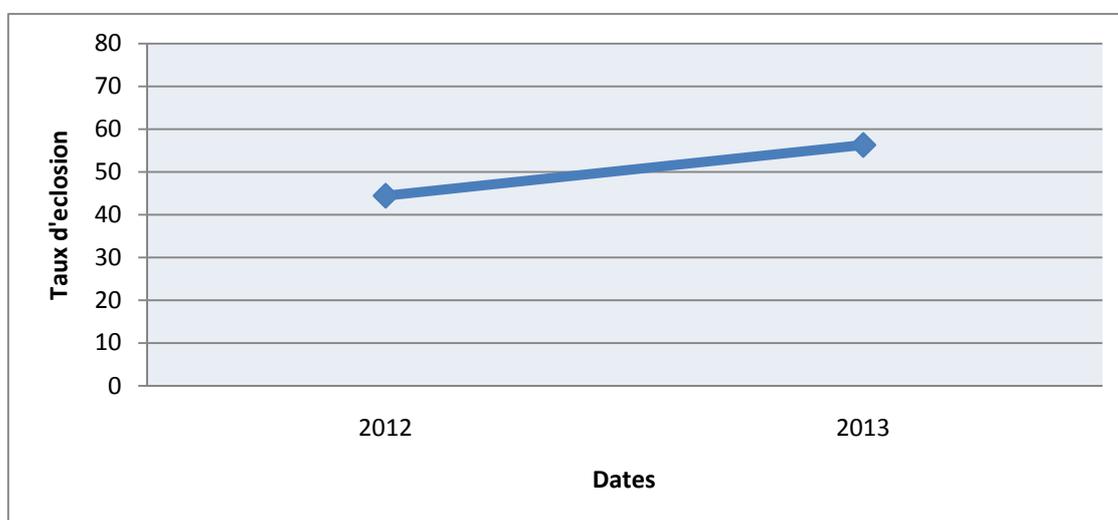


Figure 21. Taux d'éclosion des œufs de la Poule sultane à Garaet Hadj Tahar.

Des corrélations non significatives ont été enregistrées entre le taux d'éclosion et les paramètres biométriques des nids (Hauteur du nid, Profondeur du nid, Diamètre externe, Diamètre interne) installées à Garaet Hadj Tahar durant 2011/12 et 2012/13. Sauf pour le paramètre profondeur du nid ou nous avons constaté une corrélation positive avec le taux d'éclosion durant l'année 2013 ($r= 0.66$, $P= 0.02$) (Tableau 9).

Résultats et discussion

Tableau 9. Corrélations entre le taux d'éclosion et les paramètres des nids installés à Garaet Hadj Tahar (2012 et 2013).

| Année | Corrélation | Hauteur du nid | Profondeur du nid | Diamètre externe | Diamètre interne |
|-------|-------------|----------------|-------------------|------------------|------------------|
| 2012 | <i>r</i> | 0.45 | 0.08 | 0.10 | -0.52 |
| | <i>p</i> | 0.21 | 0.83 | 0.78 | 0.14 |
| 2013 | <i>r</i> | -0.02 | 0.66 | 0.26 | -0.27 |
| | <i>p</i> | 0.95 | 0.02 | 0.42 | 0.41 |

Résultats et discussion

2.4. Ecologie de la reproduction de la Poule sultane *Porphyrio porphyrio* à Garaet Messaoussa

La Garaet Messaoussa est un écosystème caractérisé par une aulnaie marécageuse favorable à la reproduction de la Poule sultane *Porphyrio porphyrio* qui réside dans ce site durant toute l'année. Elle a commencé à se reproduire dès la fin du mois de février.

La ponte du premier œuf a été notée le 6 mars en 2012 et le 7 mars en 2013. Le pic de ponte a été enregistré dans Garaet Messaoussa durant la première semaine du mois d'avril. La dernière ponte a été notée durant la fin avril début mai pour les saisons 2012 et 2013.

2.4.1. Caractéristiques des nids

Dix-huit nids ont été trouvés dans Garaet Messaoussa pendant la première année (2012) et 22 nids pendant la deuxième année (2013). Les paramètres biométriques de ces nids sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 10. Paramètres environnementales des nids de la Poule sultane à Garaet Messaoussa.

| Années | Profondeur de l'eau (cm) | Hauteur du nid (cm) | Profondeur du nid (cm) | Diamètre externe (cm) | Diamètre interne (cm) |
|--------|--------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 2012 | 114 ± 10,04 | 24,77 ± 1,86 | 12,55 ± 1,5 | 43,11 ± 4,88 | 30,16 ± 5,92 |
| 2013 | 112 ± 9,38 | 25,27 ± 3,23 | 13,54 ± 2,75 | 44,04 ± 4,18 | 29 3,76 |

Une dominance des nids installés dans *Typha angustifolia*, qui représente 89,9 % dans Garaet Messaoussa durant les deux saisons de reproduction (2011/2012 et 2012/2013). En revanche une faible proportion de nids a été installée dans les touffes de *Phragmites australis* (59,51 %) et de *Scirpus maritimus* (50,42 %) (Voir Annexes).

2.4.2. Biométrie des œufs

La détermination de la longueur, la largeur, le poids et le volume des 47 œufs durant la saison 2012 et 59 œufs durant la saison 2013 à permis d'enregistrer des valeurs qui varient d'une saison à une autre. La longueur moyenne observée représente 49,29 cm en 2012 et 51,5 cm en 2013, pour une largeur moyenne de 35,3 cm en 2012 et de 35,38 cm en 2013.

De plus, le poids moyen noté en 2012 représente $41,7 \pm 4,86$ g en 2012 et $43,79 \pm 4,26$ g en 2013 pour un volume moyen de $31,38 \pm 2,79$ cm³ en 2012 et $32,83 \pm 6,78$ cm³ en 2013.

Résultats et discussion

Tableau 11. Caractéristiques biométriques des œufs de la Poule sultane à Garaet Messaoussa.

| Années | Longueur (cm) | Largeur (cm) | Poids (g) | Volume (cm ³) |
|--------|---------------|--------------|--------------|---------------------------|
| 2012 | 49,24 ± 3,19 | 35,3 ± 0,89 | 41,7 ± 4,86 | 31,38 ± 2,79 |
| 2013 | 51,5 ± 3,37 | 35,38 ± 0,77 | 43,79 ± 4,26 | 32,83 ± 6,78 |

2.4.3. Grandeur de ponte

La majorité des nids de la Poule sultane *Porphyrio porphyrio* édifiés dans Garaet Messaoussa renferment 3 œufs (7 nids en 2012) et (11 nids en 2013). Les autres nids contiennent soit 2 œufs (9 nids en 2012 et 9 nids en 2013) ou 4 œufs (2 nids en 2012 et 2 nids en 2013). La grandeur de ponte moyenne calculée représente $2,61 \pm 0,70$ œufs en 2012 et $2,68 \pm 0,65$ œufs en 2013 (Figure 22).

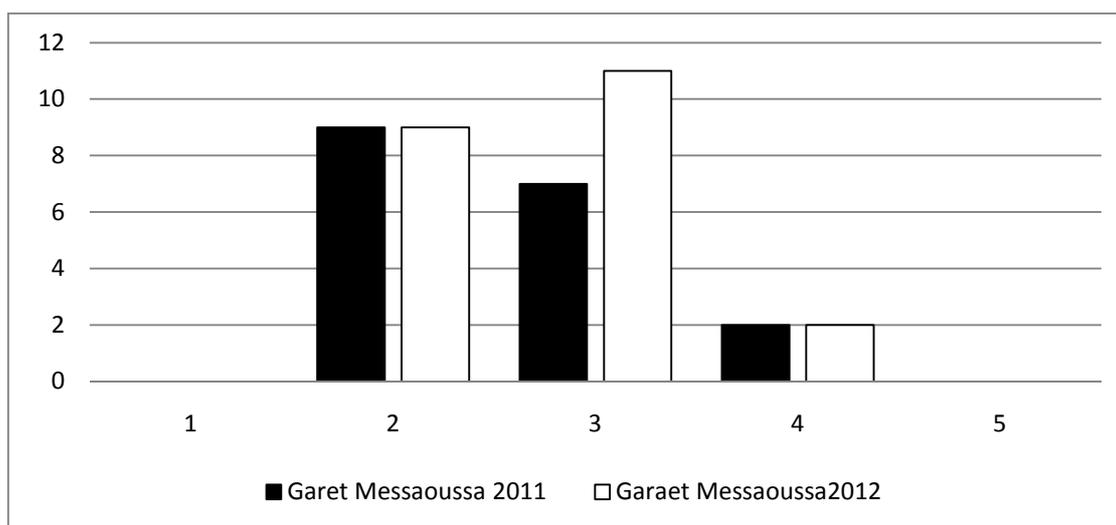


Figure 22. Grandeur de ponte chez la Poule sultane à Garaet Messaoussa.

2.4.4. Taux d'éclosion

Le taux d'éclosion des œufs de la Poule sultane au niveau de Garaet Messaoussa varie d'une année à une autre. Il a atteint 46,8 % pendant l'année 2012 et 55,93 % pendant l'année 2013, pour une un moyenne de 51,36 %. De plus, le taux d'éclosion dans les nids à 4 œufs représente 62,5 % pour seulement 52 % et 39 % dans les nids à 2 et à 3 œufs (Figure 23).

Résultats et discussion

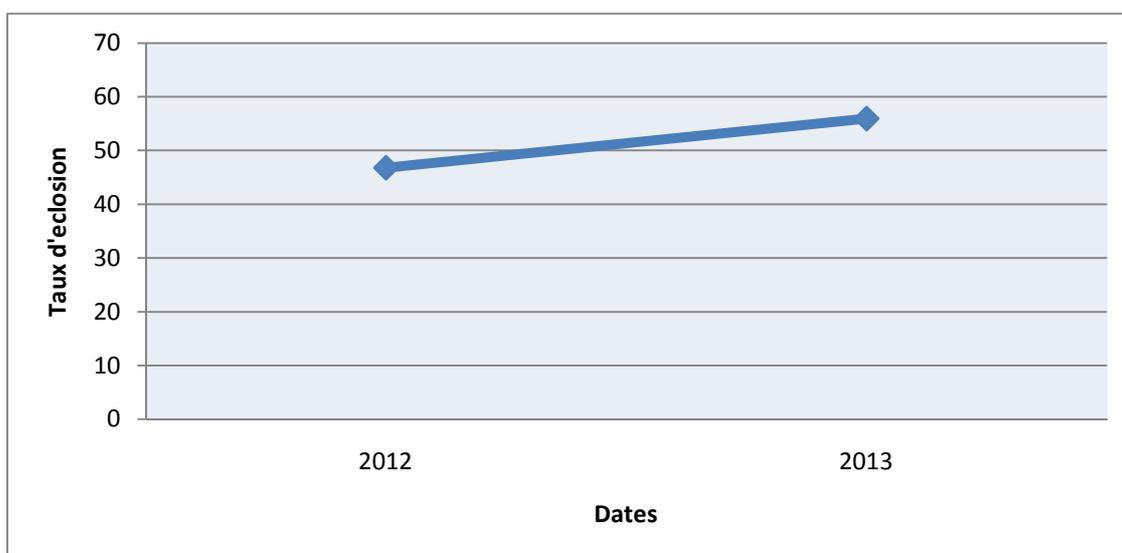


Figure 23. Evolution temporelle du taux d'éclosion des œufs de la Poule sultane à Garaet Messaoussa.

Des corrélations négatives (corrélation non significative) sont enregistrées entre le taux d'éclosion calculé au niveau de Garaet Messaoussa et les paramètres biométriques des nids de la Poule sultane mesurés *in situ* durant les deux saisons 2012 et 2013 (Tableau 12).

Tableau 12. Corrélation entre le taux d'éclosion et les paramètres des nids installés à Garaet Messaoussa (2012 et 2013).

| Année | Corrélation | Hauteur du nid | Profondeur du nid | Diamètre externe | Diamètre interne |
|-------|-------------|----------------|-------------------|------------------|------------------|
| 2012 | r | 0.25 | 0.32 | 0.17 | -0.08 |
| | p | 0.30 | 0.18 | 0.48 | 0.73 |
| 2013 | r | -0.14 | -0.34 | 0.24 | 0.01 |
| | p | 0.52 | 0.12 | 0.27 | 0.94 |

3. Discussion

Cette présente étude a été menée durant deux années successives (2011/2012 et 2012/2013) en vue d'étudier l'écologie (structure, dynamique des populations, rythmes d'activités diurnes et biologie de la reproduction) d'une famille d'oiseaux d'eau très peu documentée dans notre pays (les Rallidés) au niveau du complexe de zones humides de Guerbes-Sanhadja, situé dans la Numidie occidentale, Nord-est de l'Algérie.

Résultats et discussion

La distribution du peuplement avien au sein d'un site aquatique pendant la période d'hivernage n'est pas le fruit du hasard mais elle est gérée par de nombreux facteurs biologiques (biotiques et abiotiques) (Tamisier 1976, Tamisier 1985, Owen et Black 1990). Ces oiseaux partagent et sélectionnent leurs sites en fonction des exigences écologiques, biologiques et trophiques de l'espèce et de la population (disponibilité des ressources trophiques) (Pöysä 1983, Pirot *et al.* 1984).

Du point de vue richesse spécifique, trois espèces de Rallidés fréquentent régulièrement le complexe de Guerbes-Sanhadja, La Foulque macroule *Fulica atra*, la Poule d'eau *Gallinula chloropus* et la Poule sultane *Porphyrio porphyrio*.

L'abondance et l'évolution des effectifs de ces Rallidés diffèrent d'une espèce à une autre. La Foulques macroule est la plus représentée dans toutes les zones humides étudiées. Elle est suivie par la Poule d'eau et enfin par la Poule sultane ce qui corrobore avec les données rapportées dans des études précédentes (Houhamdi 2002, Mayache 2008, Maazi 2009, Metallaoui 2010).

Les modalités de distribution spatiale de ces oiseaux d'eau se fait en fonction de nombreux paramètres dont les plus importants sont la structure et la composition des groupements végétaux du site (Pirot *et al.* 1984, Titman 1981). Nous avons noté que la Foulque macroule *Fulica atra* passe la totalité de la journée à s'alimenter dans l'eau et non pas sur les berges au niveau des sites (Garaet Hadj-Tahar, Garaet Messaoussa, Garaet Chichaya et Garaet Ain Magroun) alors que la majorité des individus de la Poule d'eau et de la Poule sultane préfèrent se regrouper sur les berges pour s'alimenter. Ceci a été rapporté par Houhamdi (2002).

Pendant les deux saisons d'hivernage (2011/2012 et 2012/2013), nous avons noté que l'activité d'alimentaire domine le bilan des rythmes d'activités diurnes de la Foulque macroule. Cette activité est essentielle pour les oiseaux d'eau sur le plan biologique (réserves nutritives et stockage lipidique) ce qui permet de résister aux vagues de froid de l'hiver et aux situations de non disponibilité alimentaire. Elle permet aussi aux oiseaux de satisfaire les exigences énergétiques nécessaires au parcours de longs trajets migratoires effectués chaque année et que l'on nomme souvent : la migration. Les activités de confort (le sommeil et le toilettage) et les activités de la nage et de l'antagonisme sont observées durant la journée mais avec des proportions très faibles, contrairement à l'alimentation. Les chamaillades entre

Résultats et discussion

congénères sont observés dès la fin de la saison d'hivernage et augmentent souvent pendant toute la période de reproduction.

Il est à signaler que peu de variations interannuelles sont à noter durant le suivi de l'évolution des taux de ces activités, d'où nous n'avons pas noté de différences significatives entre les deux saisons.

L'étude du déroulement de la reproduction chez deux populations de Poules sultanes *Porphyrio porphyrio* au niveau de cet éco-complexe du Nord-est de l'Algérie, nous a aussi permis de déterminer les caractéristiques biotiques et abiotiques gérant l'installation des colonies. Le choix du site de reproduction, la grandeur de ponte et le taux d'éclosion ont été étudiés pendant deux saisons successives (2011/2012 et 2012/2013).

La phénologie et la chronologie du déroulement de la reproduction chez la Poule sultane a exposé des similitudes plus ou moins logiques entre les sites pendant les deux saisons de l'étude. Il a été démontré que le niveau d'eau, la structure de la végétation et la pluviométrie d'une région biogéographique ainsi que le dérangement jouent un rôle prépondérant dans la gestion de la reproduction (Del Hoyo *et al.* 1996, Bara *et al.* in press.)

A noter aussi que la ponte des œufs de la population des Poules sultanes nicheuses dans le Nord-est de l'Algérie est similaire à celle du Portugal (Ramos 1994) mais présente des différences potentielles avec les populations hispaniques (Grussu 1999) et les populations du Sud de l'Inde (Paramanatha Swami *et al.* 2009).

Les paramètres biométriques des œufs sont pratiquement les mêmes d'un site à un autre par contre ces œufs sont moins volumineux par rapport aux valeurs décrites pour la Poule sultane du Sud de l'Inde *Porphyrio porphyrio poliocephalus* : 32,3 cm³ (Paramanatha Swami *et al.* 2009).

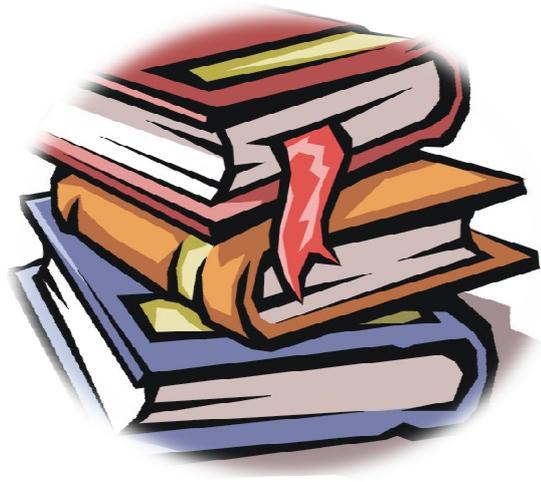
Les nids édifiés par la Poule sultane au niveau de la Garaet Hadj Tahar et au niveau de la Garaet Messaoussa sont principalement installées dans des touffes de *Typha angustifolia* et de *Phragmites australis*. Une faible proportion de nids a été construite dans les touffes de *Scirpus maritimus*. Nous supposons que le choix de l'emplacement du nid permet une bonne protection des œufs contre les prédateurs d'autant plus que le *Phragmites australis* et le *Typha angustifolia* sont des espèces végétales longues par rapport au *Scirpus maritimus* et *S. lacustris*. En Chine, la Poule sultane choisie beaucoup plus une autre espèce de scirpe *Scirpus tabernaemontani* pour installer et édifier ces nids (Hu *et al.* 2010).

Résultats et discussion

Il est aussi à noter qu'une déférence entre la grandeur de ponte chez cet oiseau d'eau selon la localisation biogéographique de la population étudiée. En effet, la grandeur de ponte de la Poule sultane est de 3-6 œufs dans la Péninsule Ibérique (Sánchez-Lafuente 2004). Elle est supérieure à 8 œufs en Espagne (Hidalgo 1973). Elle varie entre 3 et 7 œufs dans le Sud de l'Inde (Paramanatha Swami *et al.*, 2009). Elle est de 1 à 3 œufs en Nouvelle-Zélande (Hegg *et al.* 2011) et elle est de 2 à 4 œufs dans le Nord-est de l'Algérie (Bara *et al.* in press). Selon Sánchez-Lafuente et Alonso (2004), la grandeur de ponte dépend essentiellement de la disponibilité de la nourriture et des ressources trophiques autour des nids.

Le taux d'éclosion des œufs enregistré au niveau des deux sites est plus élevé durant l'année 2013 par rapport à l'année 2012. Il a atteint des taux plus élevés au niveau de Garaet Messaoussa par rapport à Garaet Hadj-Tahar. Ceci peut être probablement expliqué par la présence d'une aulnaie à *Alnus glutinosa* au niveau de la Garaet Messaoussa favorable à l'installation et à la reproduction de la Poule sultane. Le nombre de nids installés et le nombre d'œufs pondus sont plus élevés dans la Garaet Messaoussa que dans la Garaet Hadj-Tahar (18 et 22 nids dans la Garaet Messaoussa pour seulement 9 et 11 nids dans la Garaet Hadj-Tahar en 2012 et 2013 respectivement), soit 47 en 2012 et 59 en 2013 au niveau de la Garaet Messaoussa et 27 en 2012 et 32 en 2013 au niveau de la Garaet Hadj-Tahar. Le taux d'éclosion moyen obtenus durant cette étude est équivalents à 51%. Il est inférieur au taux d'éclosion moyen constaté par Paramanatha Swami *et al.* (2009) et qui représente 61%. Cette réduction est probablement synonyme d'une prédation par les reptiles aquatiques (la couleuvre vipérine *Natrix maura*) et à l'intrusion des plans d'eau par le cheptel bovin (*Bos taurus*) qui fréquentent régulièrement ces milieux, d'autant plus que ces régions connaissent un élevage intensif de bovidés.

Conclusion



Conclusion

La famille des Rallidés est représentée par trois espèces dans le complexe de zones humides de Guerbes-Sanhadja : la Foulque macroule *Fulica atra*, la Poule sultane *Porphyrio porphyrio* et la Poule d'eau *Gallinula chloropus*. Le suivi de la phénologie, l'abondance ainsi que les modalités de distribution et d'occupation spatiale de ces trois espèces au niveau de quatre plans d'eau (Garaet Hadj Tahar, Garaet Messaoussa, Garaet Chichaya et Garaet Ain Magroun) nous a affiché des différences assez importantes liées à la nature de la zone humide elle-même. L'étude des rythmes d'activités diurnes a été réalisée pendant deux saisons d'hivernage (2010/2011 et 2011/2012) sur une seule espèce (la plus abondante) : la Foulque macroule *Fulica atra* dans son site préférentiel (Garaet Hadj-Tahar) et le suivi du déroulement des épisodes de la reproduction a aussi été réalisée sur une seule espèce, la plus importante, la Poule sultane *Porphyrio porphyrio*. Le but est d'essayer d'explorer certains éléments liés aux traits de son histoire de vie à travers la caractérisation des principaux paramètres de nidification : la période de ponte, la grandeur de ponte et le taux d'éclosion, la détermination du support végétal utilisé ainsi que les mensurations des nids et des œufs.

Il en ressort que la Garaet Hadj-Tahar est un réservoir important pour la conservation de la biodiversité (animale et végétale). Elle abrite une richesse biologique et écologique très diversifiée. Elle est aussi le site de nidification potentiel d'une avifaune très diversifiée et abrite des espèces menacées à l'échelle internationale et citées sur la liste rouge de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) telles l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* et le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* et la Poule sultane *Porphyrio porphyrio*.

Du point de vue dispersion des Rallidés au niveau des zones humides de ce complexe, de nombreuses contraintes ont été énumérées. Elles sont principalement d'ordre trophique (abondance des ressources alimentaires) et elles sont aussi liées à la typologie des plans d'eau telle la présence et l'absence des prédateurs, les conditions climatiques du milieu, l'abondance et la structure de la végétation et la superficie du plan d'eau ...etc.).

Le suivi du comportement diurne de la Foulque macroule *Fulica atra* au niveau de la Garaet Hadj-Tahar a révélé que cette zone humide joue le rôle de terrain de gagnage diurne pour ce Rallidés très abondant dans la région. Cette activité domine de loin le bilan diurne et elle est observée principalement dans l'eau. Cette activité permet d'une part à l'espèce de restaurer son stockage énergétique et d'autre part bien préparer la saison de reproduction qui se fait généralement sur place, du fait que l'espèce est connue pour son statut de sédentaire

Conclusion

nicheur dans la majorité des écosystèmes aquatiques de l'Algérie. Le sommeil, malgré qu'il survienne principalement pendant la nuit, tient le second rang dans ce bilan diurne. Il aide les Foulques macroules à réduire le gaspillage d'énergie. Les activités de la nage, du vol et de toilettage tiennent une part minime dans ce bilan. Les activités agonistiques (chamaillades, compétitions sexuelles, parades nuptiales ...etc.) sont notées dès le mois de janvier et indiquent le débit de la saison de reproduction.

La reproduction de la Poule sultane *Porphyrio porphyrio* se déroule principalement dans deux plans d'eau majeure de ce complexe (Garaet Hadj Tahar et Garaet Messaoussa). Par opposition aux autres espèces d'oiseaux d'eau qui nichent régulièrement dans ces deux sites, la nidification de la Poule sultane est très précoce et débute généralement dès la fin du mois de février et se déroule sur à peu près quatre mois, soit jusqu'au mois de juin. Sa chronologie est parfaitement liée aux conditions climatiques de la région (taux de précipitation avant la saison de reproduction) et au niveau d'eau dans les Garaets.

Les mensurations des nids et des œufs effectuées pendant les deux années de l'étude nous a exhibé des similitudes entre les deux populations (population de la Garaet Hadj Tahar et population de la Garaet Messaoussa). La Poule sultane pond généralement de deux à quatre œufs par nid, ce qui demeure faible par rapport à ce qui est cité dans les autres zones humides du monde. Les taux d'éclosion des œufs restent aussi très faibles (51% en moyenne). Ces constatations exposent les contraintes que subissent ces hydrosystèmes malgré le statut de protection de site Ramsar attribué au complexe depuis février 2001. A noté principalement le dérangement, la destruction des habitats et des nids, l'élevage intensif du bétail, la chasse des oiseaux d'eau, le pillage des œufs ...etc.).

En perspective, il serait préférable pour mieux comprendre le fonctionnement et la structure des zones humides de cet éco-complexe et leur rôle dans le maintien de l'avifaune aquatique hivernante et nicheuse de :

- Lister toutes les espèces nicheuses dans le complexe et déterminer leurs statuts phénologiques.
- Enumérer les différentes menaces exercées sur les plans d'eau et sur le maintien de ces espèces.
- Explorer les autres zones humides du complexe, souvent très difficile d'accès.

Conclusion

- Etudier les éventuels échanges entre le complexe et le Lac Fezzara situé à l'Est du complexe, soit entre la Numidie orientale et la Numidie occidentale.
- Suivre la nidification de la Poule sultane *Porphyrio porphyrio* et des autres espèces phares du complexe sur plusieurs années pour mieux gérer la restauration et la conservation de ces écosystèmes aquatiques.
- Réaliser des études moléculaires sur l'espèce clé de ce complexe (la Poule sultane *Porphyrio porphyrio*) afin de mieux caractériser sa biologie et ses exigences écologiques.

Références

Bibliographique

References bibliographique

A

Aissaoui R., Houhamdi M. et Samraoui B. (2009). Eco-éthologie des Fuligules Nyroca *Aythya nyroca* dans le Lac Tonga (Site Ramsar, Parc National d'El Kala, Nord-est de l'Algérie), *European journal of scientific research* 28 (01) : 47-59.

Aissaoui R. (2010). Eco-éthologie des Anatidés dans la Numidie orientale : Cas de la Fuligule Nyroca *Aythya nyroca* dans le Lac Tonga, Thèse de doctorat, Univ de Annaba. 166 p.

Aleman Y. (1996). La Talève sultane *Porphyrio porphyrio*. Une nouvelle espèce nicheuse pour la France. *Ornithos* 3: 176-177.

Alisanskas R.T. and Ankney C.D. (1985). Nutrient reserves and the energetics of reproduction in american coots. *The Auk*. 102: 133-144.

Allouche L. et Tamisier A. (1984). Feeding convergence of Gadwall, Coots and the other herbivorous waterfowl wintering in the Camargue. *Wildfowl* 35: 135-142.

Allouche L. (1988). Stratégie d'hivernage comparée du Canard Chipeau et de la Foulque macroule pour un partage spatio-temporele des milieux humides de Camargue. Thèse de doctorat. Univ. Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier. 179p.

Allouche L. et Tamisier A. (1988). Diurnal activities of coots wintering in the Camargue (France): 2 wintering strategies according to 2 geographical origins. *Ardea* (sous press)

Allouche L., Dervieux A., Lespinasse P. et Tamisier A. (1988). Sélection de l'habitat diurne par 3 espèces d'oiseaux d'eau herbivores hivernant en Camargue (sous presse)

Allouche L., Dervieux A., Lespinasse P. & Tamisier A. (1989). Sélection d'habitat diurne par trois espèces d'oiseaux d'eau herbivores hivernant en Camargue (France). *Acta Oecologica*. 10, 3, 197- 212p.

Althmann J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods, *Behaviour* 4: 227-267.

Atoussi S., (2008). Ecologie des canards plongeurs dans la Garaet Hadj Tahar (Ben Azzouz, Skikda), mémoire de magister. Univ de Guelma. 56p.

References bibliographique

Atoussi, S., M. Bara, and M. Houhamdi, (2013). Phenology and Diurnal Behavior of the Tufted Duck, *Aythya Fuligula*, In Garaet Hadj Tahar (Occidental Numidia, Northeast of Algeria). *Journal Academica* 3 (2): 117-126.

Atoussi S. (2014). Etude des rythmes d'activités diurnes des Fuligules hivernants à la Garaet de Hadj-Tahar (Skikda, Nord-Est algérien). Thèse de doctorat, Université 8 Mai 1945 de Guelma. 123p.

B

Bagnouls A. et Gaussen H. (1957). Les climats biologiques et leurs classifications. *Ann. Géogr. Fr.* 355: 193-220.

Bara M., Merzoug S., Khelifa R., Bouslama Z. and Houhamdi M., (2014). Aspects of the breeding ecology of the Purple Swamphen (*Porphyrio porphyrio*) in the wetland complex of Guerbes-Sanhadja, Northeast Algeria, in press.

Bensaci T. (2010). Structure et Ecologie du flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans la vallée d'Oued Righ (wilaya d'Oued Souf), Thèse de Doctorat, Univ de Guelma, p1-3.

Bensaci T., Saheb M., Nouidjem Y., Bouzegag A. et Houhamdi M. (2013). Biodiversité de l'avifaune aquatique des zones humides saharienne : cas de la dépression d'Oued Righ (Algérie). *Physio-Géo* 7 : 211-222.

Blondel J. (1975). Analyse des peuplements d'oiseaux d'eau. Elément d'un diagnostic écologique. I: La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P). *Terre et Vie* 29: 533-589.

Bougouizi M.L. (2014). Analyse microbiologique et physico-chimique des eaux d'oued El Kebir (wilaya de Skikda), Thèse de magister, Univ de Skikda, p 32.

Boukhemza M., Doumandji S., Voisin C. et Voisin J.F. (2004). Comparative utilization pattern of trophic resources by White Storks *Ciconia ciconia* and Cattle egrets *Bubulcus ibis* in Kabylia (Algeria). *Revue d'écologie (Terre et Vie)*. 59: 559- 580.

Boumezbeur A. (1993). Ecologie et biologie de la reproduction de l'Erismature à tête blanche (*Oxyra leucocephala*) et du fuligule nyroca (*Fuligula nyroca*) sur le Lac Tonga et le Lac des Oiseaux) Est algérien. Thèse doctorat USTL. Montpellier. 250p.

References bibliographique

Boumezbeur A. (2001). Fiche Descriptive sur les zones humides Ramsar, DGF, 6 p.

Boumezbeur A. (2004). ATLAS des zones humides algériennes d'importance internationale, DGF. 107p.

C

Chalabi B., Skinner J., Harrison J. et Van Dijk G. (1985). Les zones humides du Nord-Est Algérien en 1984. *wiwo* 8: 45p.

Chessel D. et Doledec S. (1992). ADE software multivariate analysis and graphical display for environmental data (version 4). Université de Lyon.

Cramp S. et Simmons K.E.L. (eds.) (1977). The Birds of the Western Palearctic. Vol I. Ostrich to Ducks. Oxford University Press, Oxford, London, New-York, 722 pp.

D

Darmangeat P., Cuisin M., Dupérat M. (2004). Encyclopédie des oiseaux d'Europe, Edition Artémis, 383 p.

Del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J. (Eds.) (1996). Handbook to the Birds of the World. vol. III – Hoatzin to Auks. Lynx Editions, Barcelona, Spain.

Dervin C. (1988). Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des correspondances, SESI, ITCF, 1988 : 75p.

E

Emberger L. (1952). Sur le quotient pluviothermique. C. R. Acad. Sci., 234 : 2508-2510.

Emberger L. (1955). Une classification biogéographique des climats. Rev. Trac. Bot.Géol. Zool. Scien. Montpellier (France), 343p.

F

Ferrat A. (2004). Parcs Nationaux : Point de situation sur le système de protection *in situ* des ressources et des écosystèmes en Algérie, 5p.

References bibliographique

Fjeldså J. (1973). Feeding and habitat selection of the horned grebe, *Podiceps auritus* (Aves), in the breeding season, *Vidensk. Meddr Dansk Naturh Foren* 136: 57–95.

Fustec E. et Lefeuvre J.C. (2000). *Fonction et valeur des zones humides*. Duniod Paris. 426p.

G

Geroudet P. (1988). *Les palmipèdes*. Delachaux et Niestlé Neuchâtel – Paris. Troisième édition, Delachaux et Niestlé. 288p.

Goss-Custard J.D. Durell S.E.A., LE V. DIT et ENS B.J. (1969). The density of migratory and overwintering Redshank, *Tringa totanus* (L.) and curlew, *Numenius arquata* (L.) in relation to the density of their prey in South -east England. *Estuarine and coastal Marine Science* 5: 497-928.

Grussu M. (1999). Status and breeding ecology of the purple swamphen in Italy. *British Birds* 92, 183–192.

H

Haselmayer J., and Jamieson I.G. (2001). Increased predation on pukeko eggs after the application of the rabbit control measures. *New Zealand journal of Ecology* 25 (1): 89-93.

Hegg D., Greaves G., Maxwell J.M., MacKenzie D.I et Jamieson I.G. (2011). Demography of takahe (*Porphyrio hochstetteri*) in Fiordland: environmental factors and management affect survival and breeding success. *New Zealand Journal of Ecology* 36: 75-89.

Heinzel H., Fitter R. et Parslow J. (2004). *Guide Heinzel des oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen – Orient*. Delachaux et Niestlé. 384p.

Hidalgo J, (1973). El calamón común. *Vida Silvestre*, 5: 44-48.

Houhamdi M. et Samraoui B. (2001). Diurnal time budget of wintering Teal *Anas crecca* at Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Wildfowl* 52: 87-96.

Houhamdi M. (2002). *Ecologie des peuplements aviens du Lac des Oiseaux: Numidie orientale*. Thèse de doctorat d'état en Ecologie et environnement. Univ. Badji Mokhtar, Annaba. p146.

References bibliographique

Houhamdi M. et Samraoui B. (2003). Diurnal behaviour of wintering wegeon *Anas penelope* in lac des oiseaux, northeast Algeria. *Wildfowl*, 54: 51-62.

Houhamdi M. et Samraoui B. (2008). Diurnal and nocturnal behaviour of ferruginous duck *Aythya nyroca* at lac des oiseaux, northeast Algérie. *Ardeola* 55(1):59-69.

Hoyt D.F. (1979). Practical methods of estimating volume and fresh weights of bird eggs. *Auk* 96:73-77.

Hu J., Jiang Z., Yang D. et Hu H. (2010). Nest-site selection by Purple Swamphen in Haifeng, China. *Chinese Birds* 2010, 1: 230–235.

I

Isenmann P. et Moali A. (2000). Les oiseaux d'Algérie. Société d'Etude Ornithologique de France (SEOF). 336p.

Isenman P., Gaultier T., El Hili A., Azafzaf H., Dlensi H. et Smart M. (2005). Oiseaux de Tunisie, Société d'Etude Ornithologique de France. Paris.

IUCN. (2012). Liste rouge des espèces menacées. Version 2012.2. <<http://www.iucnredlist.org>>, Télécharger le 10 Janvier 2014.

J

Joleaud L. (1936). Etude géographique de la région de Bône et la Calle. Bull. Serv. Carte Géol de l'Algérie. 2^{ème} serie stratigraphique. Description générale. 185p.

L

Ledant J.P. et Van Dijk G. (1977). Situation des zones humides algériennes et leur avifaune. *Aves* 14: 217-232.

Ledant J.P., Jacob J.P., Jacob P., Malher F., Ochando B., et Roche J. (1981). Mise à jour de l'avifaune Algérienne. *Le Gerfaut* 71 ; 295 – 398.

Le Fur R. (1981). Notes sur l'avifaune algérienne II. *Alauda* 49: 295-299.

References bibliographique

M

Maazi M.C., Menouar S., Bouzegag A., Seddik S., Nouidjem Y., Bensaci E., Mayache B., Chefrou A. et Houhamdi M. (2010). Ecologie de la reproduction de l'Echasse blanche *Himantopus himantopus* dans la Garaet de Guellif (Hauts plateaux de l'Est algérien), Bulletin de l'institut scientifique de Rabat, section Science de la vie 32 (2) : 101-109.

Maazi M.C. (2009). Eco-éthologie des anatidés hivernant au niveau de Garaet Timerganine Wilaya d'Oum el bouaghi, Thèse de Doctorat, Univ de Annaba, 104p.

Mayache B. (2008). Inventaire et étude écologique de l'avifaune aquatique de l'éco-complexe de zones humides de Jijel. Thèse de Doctorat d'état. 162p.

Merzoug A. (2008). Comportement diurne du Canard chipeau *Anas strepera* et de la Foulque macroule *Fulica atra* hivernant à Garaet Hadj Tahar (Wilaya de Skikda), mémoire de magister, Univ de Guelma. 69p.

Metallaoui S. et Houhamdi M. (2008). Données préliminaires sur l'avifaune aquatique de la Garaet Hadj-Tahar (Skikda, nord-est algérien). ABC Bull Vol 15 (1) : 71-76.

Metallaoui S., Atoussi S., Merzoug A. et Houhamdi M. (2009). Hivernage de l'Erismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) dans Garaet Hadj-Tahar (Skikda, Nord-est de l'Algérie). Aves 46 (3) : 136-140.

Metallaoui S. et Houhamdi M. (2010). Biodiversité et écologie de l'avifaune aquatique hivernante dans Garaet Hadj-Tahar (Skikda, Nord-Est de l'Algérie), Hydroécol. Appl. Tome 17, pp. 1-16.

Metallaoui S. (2010). Biodiversité et écologie de l'avifaune aquatiques hivernantes dans Garaet Hadj Tahar (Skikda, Nord-Est de l'Algérie), Thèse de Doctorat, Université de Annaba, 145 p.

Metallaoui S., Merzoug A., Houhamdi M., Chefrou A. (2010). Inventaire de la végétation de Garaet Hadj Tahar, observation personnelle (Annexe Thèse de Doctorat).

Metallaoui S., Maazi M.C., Saheb M., Houhamdi M. and Barbraud C. (2014). A comparative study of the diurnal behavior of the Northern shoveller (*Anas clypeata*) during the wintering

References bibliographique

season at Garaet Hadj Tahar (North-East Algeria) and Garaet Timerganine (Algerian highland). Turkish journal of zoology 38: 158-167.

Mocci A. (1972). Le statut de la Poule sultane (*Porphyrio porphyrio*) en Sardaigne. Aves 9: 187-197.

N

Nilsson L. (1970). Food-seeking activity of south Swidich diving ducks in the non-breeding season. Oikos 21: 125-154.

Nouidjem Y. (2008). Ecologie des oiseaux d'eau du Lac de Oued khrouf (Vallée de Oued Righ Sahara Algérien).Thèse de Magistère. Univ de Guelma p19.

O

Owen M. and Black J.M. (1990). *Waterfowl ecology*. Blackie, Glasgow. 194p.

P

Pacheco C. and P.K. McGregor. (2004). Conservation of the purple gallinule (*Porphyrio porphyrio* L.) in Portugal: cause of decline, recovery and expansion, Biological Conservation, 119 (1): 115-120.

Paramanatha Swami D., Gopukumar N. and Sripathi K. (2009). Breeding Biology of the Purple Swamphen (*Porphyrio porphyrio*) at Tirunelveli, South India, The Wilson Journal of Ornithology, 121 (4): 796-800.

Pirot J.Y. (1981). Partage alimentaire et spatial des zones humides camargaises pae cinq espèces de canards de surface en hivernage et en transit. Thèse de doctorat. Univ. Pierre et Marie Curie. 135p.

Pirot J.Y., Chessel D. et Tamisier A. (1984). Exploitation alimentaire des zones humides de Camargue par cinq espèces de canards de surface en hivernage et en transit : modélisation spatio-temporelle. Rev. Ecol. (Terre et Vie) Vol.39:167-192.

Pöysä H. (1983). Resources utilization pattern and guild structure in a waterfowl community, OIKOS 40: 295-307.

References bibliographique

R

- Radi M., Qninba A., Rguibi I. et Dakki M. (2006). Reproduction de la Sterne Hansel *Sterna nilotica* à la Sebkhia Zima (région de Marrakach -Maroc). *Alauda* 72: 201-209.
- Ramos, J.A. (1994). Observations on the Purple Gallinule *Porphyrio porphyrio* habitat use in Algarve. *Airo* 5:1-7.
- Ritter M.W. and Savidge J.A. (1999). A predictive model of wetland habitat use on guam by endangered mariana common moorhens. *The Condor* 101: 282-287.
- Ritter M.W. and Sweet T.M. (1993). Rapid colonization of a human-made wetland by Mariana Common Moorhen on Guam. *Wilson Bull* 105: 685-687.
- Rizi H., Benyacoub S., Chabi Y. et Banbura J. (1999). Nesting and reproduction characteristics of coots *Fulica atra* breeding on two lakes in Algeria. *Ardeola* (46): 179-186.
- Rouibi A. (2013). Ecologie de la reproduction du Grèbe huppé *Podiceps cristatus* dans le Lac Tonga (Parc National d'El-Kala). Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar d'Annaba. 98p.

S

- Saheb M., Boulekhssaim M., Ouldjaoui A., Houhamdi M. et Samraoui B. (2006). Nidification du flamant rose *Phoenicopterus roseus* en 2003 et 2004 en Algérie. *Alauda* 74(2): 368-371.
- Salathe T. and Boy V. (1987). Territoriality and time budget of breeding coots. *Wildfowl* 38: 70-76.
- Samraoui B. and De Belair G. (1997). The Guerbes-Sanhadja wetlands (N.E. ALGERIA) Part I: Overview. *Ecologie* 28 (3), 233-250.
- Samraoui F. and Samraoui B. (2007). The Reproductive Ecology of the Common coot *Fulica atra* in the Hauts Plateaux; Northeast Algeria. *Waterbirds* 30 (1): 133-139
- Samraoui F., Menai R. and Samraoui B. (2007). Reproductive ecology of the Cattle Egret (*Bubulcus ibis*) at Sidi Achour, north-eastern Algeria. *Ostrich* 78(2): 481-487.

References bibliographique

Sanchez-Lafuente A.M., Rey P., Valera F., Munoz-Cobo J. (1992). Past and current distribution of the purple swamphen *Porphyrio porphyrio* L. in the Iberian Peninsula. *Biological Conservation* 61, 23–30.

Sanchez-Lafuente M. Alfonso. (2004). Trade-off between clutch size and eggs mass, and their effects on hatchability and chicks mass in semi-precocial Purple swamphen, *Ardeola*, 51 (2): 319-330.

Schiricke V. (1982). Les méthodes de dénombrements hivernaux d'Anatidés et Foulques, de la théorie à la pratique. *La sauvagine et la chasse* 253:6-11.

Seddik S. (2011). Inventaire et écologie des peuplements de Laro-limicoles et d'Echassiers dans les zones humides des hautes plaines de l'Est algérien, Thèse de Doctorat, Univ de Annaba, 57p.

Si Bachir A., Hafner H., Tourenq J.N. et Doumandji S. (2000). Structure de l'habitat et biologie de reproduction du Héron garde boeufs, *Bubulcus ibis*, dans une colonie de la vallée de la Soummam (Petite Kabylie, Algérie). *Revue d'Ecologie (Terre ET vie)*, 55: 33 - 43.

Si Bachir A., Hafner H., Tourenq J.N. Doumandji S. and Lek S. (2001). Diet of the adult Cattle egret (*Bubulcus ibis* L.) in a new North African colony (Petite Kabylie, Algérie): taxonomic composition and variability. *Ardeola*, 48 (2): 217 - 223.

Si Bachir A. (2006). Ecologie Du Héron Garde-bœufs, *Bubulcus Ibis Ibis* (Linne, 1758), Dans La Région De Bejaia (Kabylie De La Soummam, Algérie) Et Suivi De Son Expansion En Algérie, Thèse de Doctorat, Univ de Sétif, 185p.

Skinner J. and Smart M. (1984). The El Kala wetlands of Algeria and their use by waterfowl. *Wildfowl* 35: 106-118.

T

Tamisier A. (1971). Les biomasses de nourriture disponible pour les Sarcelles d'hiver *Anas crecca crecca* en Camargue. *Terre et Vie*. 6: 344-377.

Tamisier A. (1971). Régime alimentaire des Sarcelles d'hiver *Anas crecca crecca* L en Camargue. *Alauda* 39: 261-311.

References bibliographique

Tamisier A. (1972). Etho-écologie des Sarcelles d'hiver *Anas c. crecca* L. pendant son hivernage en Camargue. Thèse de doctorat. Univ. Montpellier 157p.

Tamisier A. (1976). Diurnal activity of Green winged Teal and Pintail wintering in Louisiana. *Wildfowl* 27: 19-32.

Tamisier A. et Tamisier M.C. (1981). L'existence d'unité fonctionnelle démontré chez les Sarcelles d'Hiver en Camargue par la biotelemetry, *Terre et Vie* 35: 563-579.

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

Tamisier A. et Dehorter O. (1999). Camargue, canards et foulques. Fonctionnement et devenir d'un prestigieux quartier d'hiver, Centre Ornithologique du Gard. Nîmes, CNRS, Montpellier.

Taylor V. et Rose P. (1994). *African Waterfowl Census 1994 - Les Dénombrements Internationaux d'Oiseaux d'Eau en Afrique 1994*. IWRB, Slimbridge, U.K., 184 pp.

Thévenot M., Vernon R. and Bergier P. (2003). The birds of Morocco. British Ornithologists' Union checklist series N°22 n Tring, UK, 594p.

Thomas G. (1976). Habitat usage of wintering ducks at de Ouse Washes England. *Wildfowl* 27: 148-152.

Titman R.D. (1982). *Behaviour and body condition of wintering Mallards, Shovelers and Green-winged teals in Northern California*. Mc. Gill.Univ.Unpublished report.17p.

Z

Zediri H., Belabed A.I. and Bouzlama Z. (2014). Is there any variation between the clutch and egg size of the common moorhen *Gallinula chloropus* breeding on Lack Tonga in Northeast of Algeria?. *Annals of Biological Research* 5 (2): 26-30.

Zitouni A. (2014). Ecologie de la Foulque macroule *Fulica atra* dans le lac Tonga (Nord-Est de l'Algérie). Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar d'Annaba. 137p.

Annexes

Annexes

1. Inventaires de la flore dans le complexe de Guerbes-Sanhadja

Samraoui et De Belair en 1997, on noté les espèces floristiques suivantes dans le complexe de Guerbes-Sanhadja :

- **Hydrophytes :** *Callitriche stagnalis*, *Callitriche truncata*, *Lemna gibba*, *Lemna minor*, *Nymphaea alba*, *Ranunculus baudotii*, *Salvinia natans*, *Trapa natans*, *Utricularia vulgaris*, *Wolffia arrhiza*.
- **Amphiphytes :** *Carex distans*, *Cyperus fuscus*, *Cyperus longus*, *Juncus maritimus*, *Juncus acutus*, *Phragmites australis*, *Rumex algeriensis*, *Rumex conglomeratus*, *Oenanthe globulosa*.
- **Hygrophytes :** *Atriplex halimus*, *Carex pendula*, *Carex vulpina*, *Holcus lanatus*, *Laurentia bicolor*, *Lolium rigidum*, *Lotus hispidus*, *Salicornia Arabica*, *Stipa barbata*, *Trifolium lappaceum*, *Vicia sativa*, *Zizyphus lotus*.

2. Inventaire de la faune dans le complexe de Guerbes-Sanhadja

Le complexe de Guerbes-Sanhadja comprend plusieurs espèces faunistiques qui appartiennent à différentes familles, certaines familles faunistiques représenté par certaines espèces sont décrites par Samraoui et De Belair en 1997.

- **Oiseaux :** *Bubulcus ibis*, *Egretta garzetta*, *Ciconia ciconia*, *Anas strepera*, *Anas penelope*, *Anas acuta*, *Anas platyrhynchos*, *Anas crecca*, *Anas clypeata*, *Anas nyroca*, *Aythya ferina*, *Oxyura leucocephala*, *Circus aeruginosus*, *Galinula chloropus*, *Porphyrio porphyrio*, *Fulica atra*, *Podiceps cristatus*, *Tachybaptus ruficollis*, *Phalacrocorax carbo*, *Ardea cinerea*, *Ardeola ralloides*, *Nycticorax nycticorax*, *Plegadis falcinellus*, *Himantopus himantopus*, *Vanellus vanellus*, *Tringa ochropus*, *Gallinago gallinago*, *Larus ridibundus*, *Larus cachinnans*, *Chlidomas hybridus*, *Alcedo atthis*, *Acrocephalus scirpaceus*, *Cisticola juncidis*.
- **Insectes :** *Lestes virens*, *Lestes viridis*, *Erythromma viridulum*, *Anax imperator*, *Anax parthenope*, *Naucoris maculatus*, *Nepa cinetea*, *Plea nunutissuna*, *Gerris gibbifer*, *Cybister senegalensis*
- **Rotifères :** *Euchlanis dilatata*, *Plattonus patulus*, *Testudinella patina*

Annexes

- **Crustacés** : *Macrocylops albidus*, *Eucyclops serrulatus*, *Megacyclops viridis*, *Alonella excise*, *Alona rectongula*, *Alona affinis*, *Daphnia cheuvreuxi*, *Cypria bispinosa*, *Chirocephalus diaphanus*.
- **Poissons** : *Gambusia affinis*, *Phoxinellus punicus*.
- **Reptiles** : *Pleurodeles poireti*, *Rana ridibunda*, *Hyla arborea*, *Emys arborea*, *Emys orbicularis*, *Mauremys leprosa*, *Natrix natrix*.

3. Biologie de la reproduction de la Poule sultane *Porphyrio porphyrio*

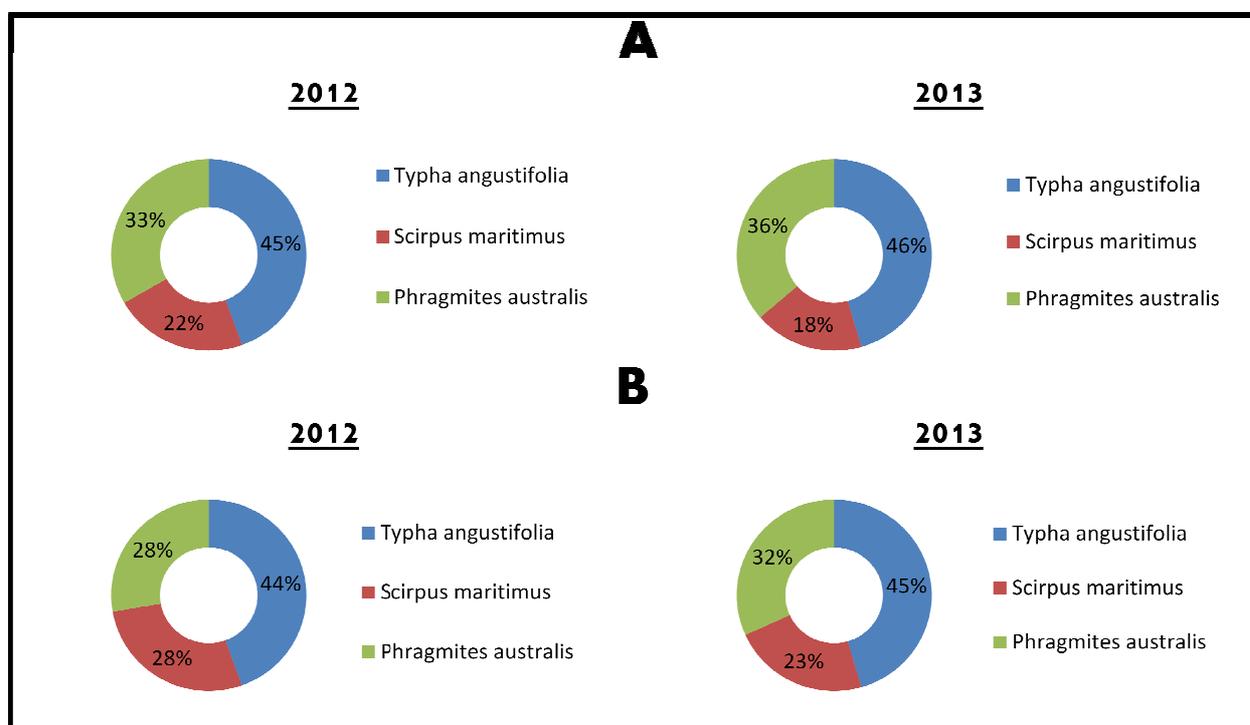


Figure 1. Types de structure végétales utilisées par la Poule sultane pour installer les nids. **A** : Garaet Hadj Tahar, **B** : Garaet Messaoussa.

Annexes

4. Techniques microbiologiques du dénombrement des germes de la contamination fécale

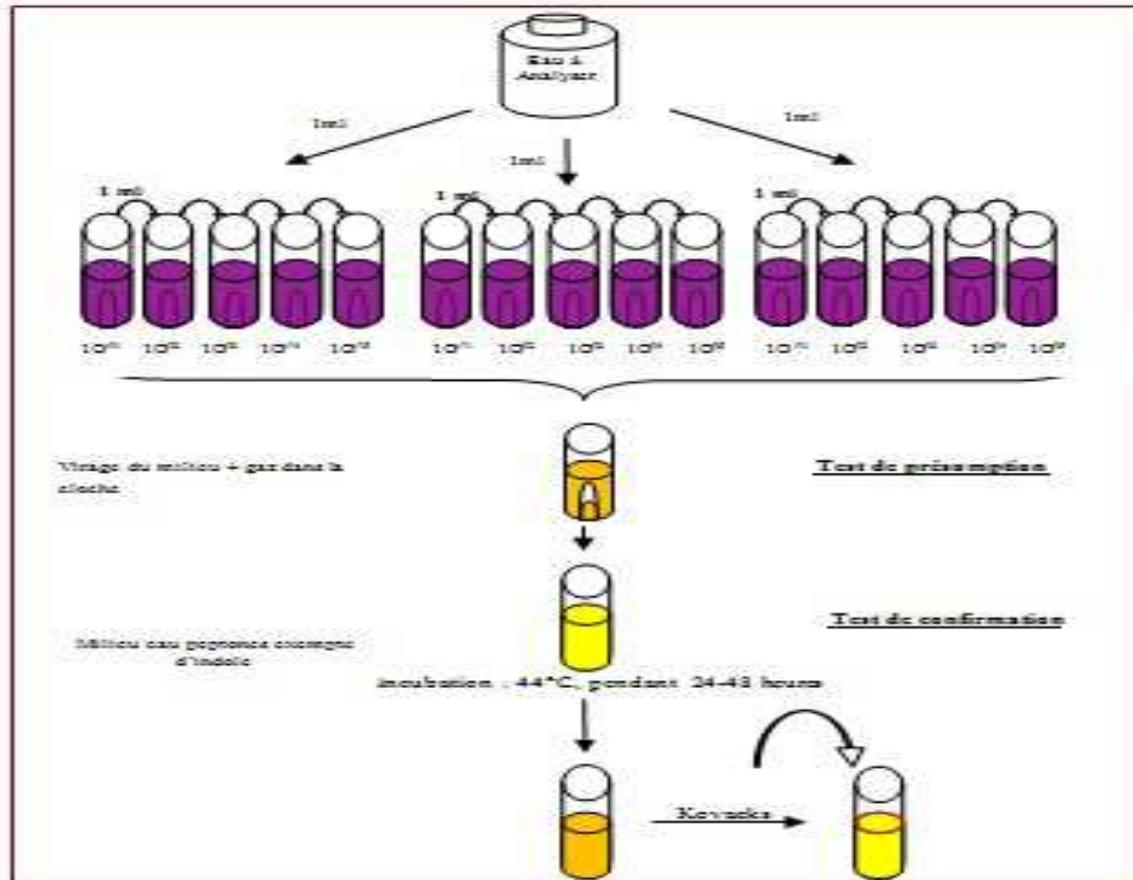


Figure 2. Protocole expérimentale du dénombrement des coliformes totaux et des coliformes fécaux.

Annexes

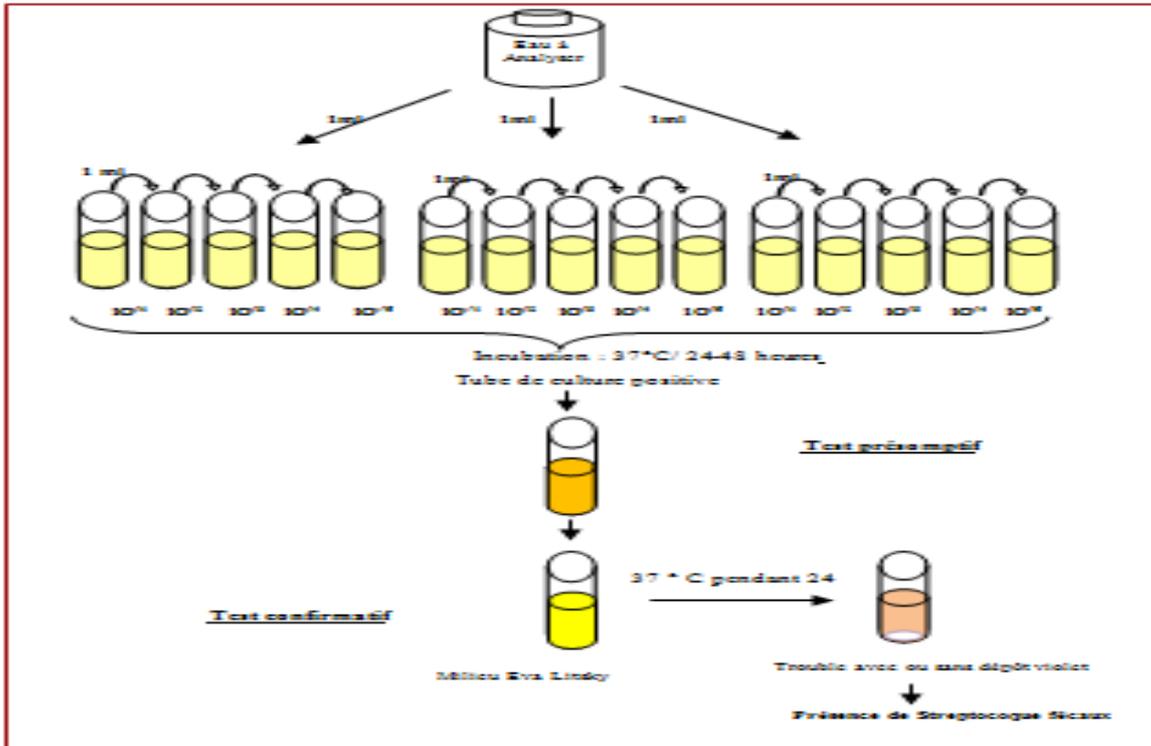


Figure 3. Protocole expérimentale du dénombrement des Streptocoques fécaux.

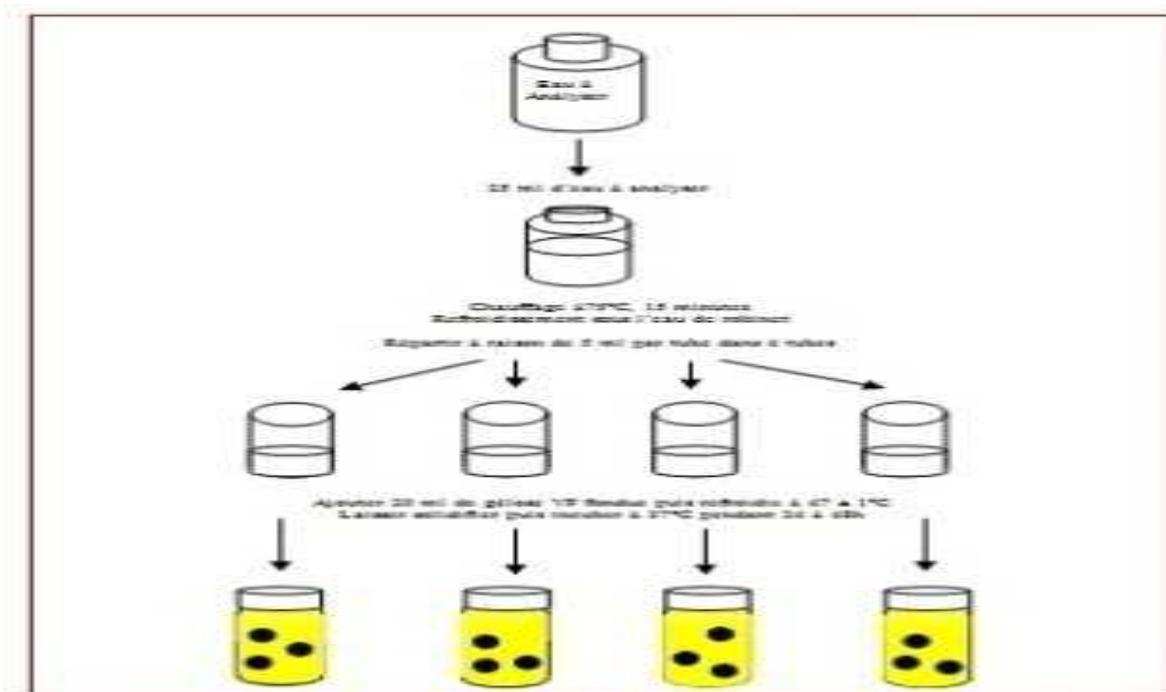


Figure 4. Protocole expérimentale du dénombrement des spores des Anaérobies sulfite-réducteurs.

5. Photothèque



A: Vue générale de Garaet Hadj-Tahar, **B:** Vue générale de Garaet Messaoussa, **C:** Etude du comportement diurne chez la Foulque macroule, **D:** Porphyrio Male et Femelle durant la période nuptiale, **E:** Individus de Foulque macroule *Fulica atra*, **F:** Nid de la *P. porphyrio* avec 3 œufs.