



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Larbi Ben M'Hidi Oum-El-Bouaghi  
Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et  
de La Vie

\*\*\*\*\*

# THÈSE

Présenté En vue de l'obtention du diplôme  
**DOCTORAT EN SCIENCE DE LA NATURE**

Option: Ecologie des écosystèmes aquatiques

Thème

**Ecologie de la Foulque macroule *Fulica atra* dans la  
région des Hautes Plaines de l'Est Algérien (Cas du  
barrage d'Ain-Zada et le lac d'El-Aria)**

présentée par :

**M<sup>me</sup> : Benlaharche Ryma**

**Jury :**

Saheb Menouar	Prof.	Université d'Oum El Bouaghi (Président)
Boulkheissaim Mouloud	Prof.	Université d'Oum-El-Bouaghi (Rapporteur)
Ababssa Labeled	Prof.	Université d'Oum El Bouaghi (Examineur)
Maazi Mohamed Cherif	Prof.	Université de Souk Ahras (Examineur)
Bensaci Etayeb	M.C.A.	Université de M'sila (Examineur)
Nouidjem Yacine	M.C.A.	Université de M'sila (Examineur)

2018/2019



2018/2019

# édicaces

Je dédie ce modeste travail :

À mon très cher père, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour Dont il ne cesse de me combler. Que Dieu lui procure bonne santé et très longue vie ;

À la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; ma chère mère que j'adore. Je lui souhaite une très longue vie ;

À mon très cher époux *Nasreddine* Mon âme sœur, celui qui illumine mon chemin. Ses sacrifices, son soutien moral et matériel, sa gentillesse sans égal et son profond attachement m'ont permis de réussir mes études. Que Dieu lui procure bonne santé et longue vie ;

À mon cher fils *Med Amir*, que dieu lui garde ;

À celle qui a toujours été pour moi, synonyme de confiance, d'aide et de compréhension; ma chère sœur *Sarah*, et son époux;

À ma chère sœur *keltoum* et son époux ;  
À mes frères *Aziz*, *Nidhal* et *Fadi* ; À mes neveux et mes nièces ;

À tous ceux qui m'ont aidé de près où de loin dans la réalisation de ce travail.

# Remerciement

*Je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce travail.*

*Je tiens à remercier très sincèrement trois personnes qui m'ont apporté joie et bonheur : mon père Med Larbi, ma mère Haccina et mon mari Nasreddine, pour ses aides, soutiens et encouragements.*

*C'est pour moi un grand honneur que le jury soit présidé par Monsieur Menouar Saheb, Professeur en biologie, Université Oum El-Bouaghi. Je lui exprime toute ma gratitude d'avoir apporté une attention particulière à ce travail.*

*A celui qui m'a orienté, aidé et encouragé tout le temps pour la réalisation de ce travail mon Pr. Mouloud Boukhssaim, malgré un emploi du temps toujours chargé. Je l'en remercie vivement et qu'il veuille trouver ici l'expression de mon profond respect, ma reconnaissance et mon attachement. Tous les mots ne peuvent exprimer ma profonde gratitude.*

*Mes vifs remerciements vont à tous les membres de jury : M. Ababssa Labed, Professeur à l'Université Oum El-Bouaghi, M. Mohamed Cherif Maazi, Professeur à l'Université Souk Ahras, M. Yacine Nouidjem et M. Etayeb Bensaci, Maîtres de conférences en biologie à Universités de M'sila.*

*Mes sincères remerciements vont également à mes chers professeurs M. Nourddine Gerraf et M. lounis Yaou pour leur générosité et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelle.*

**BIROE** : Bureau International de Recherches sur les Oiseaux d'Eau et les zones Humides

**BIRS** : Bureau international de Recherche sur la Sauvagine

**BNEDER** : Bureau d'études national spécialisé dans l'élaboration et la réalisation des études et enquêtes, visant la promotion et le développement du monde agricole et rural.

**°C** : degré Celsius

**Cm** : Centimètre

**E** : Est

**etc** : Et cetera

**Flyway**: Une route entre les aires de reproduction et d'hivernage emprunté par les concentrations d'oiseaux migrateurs.

**g**: gramme

**GPS** : Géopositionnement *par satellite* (*Global Positioning System*)

**h** : heure.

**H5N1** : Sous-types d'hémagglutinine de virus grippal aviaire A

**ha** : Hectare

**IFEN** : Institut français de l'environnement

**Km** : kilomètre

**Km<sup>2</sup>** : Kilomètre carré

**M** : Moyenne des maxima le mois le plus chaud

**m**: Moyenne des minima le mois le plus froid

**m** : Mètre

**mm** : Millimètre

**Mm<sup>3</sup>** : Millimètre cube

**N** : Nord

**ONG** : Organisation non gouvernementale

**P** : Pluviométrie annuelle moyenne

**P** : Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations

**pH** : Potentiel hydrogène

**Q2** : Quotient pluviothermique d'EMBERGER

**Ramsar** : Convention relative aux zones humides d'importance internationale.

**SIG** : Système d'information géographique

**T** : Températures mensuelles moyennes.

<b>Figure 01</b> : Une zone humide et son espace de fonctionnalité.....	09
<b>Figure 02</b> : Les différents types de zones humides artificielles, classées selon le type d'écoulement.....	18
<b>Figure 03</b> : Répartition de la Foulque d'Amérique.....	33
<b>Figure 04</b> : La Foulque macroule.....	41
<b>Figure 05</b> : Habitat de la Foulque macroule.....	44
<b>Figure 06</b> : La répartition de la Foulque macroule à travers le monde.....	48
<b>Figure 07</b> : Situation géographique des hauts plateaux.....	54
<b>Figure 08</b> : Localisation géographique de la région de Constantine.....	56
<b>Figure 09</b> : Zones humides de la région de Constantine.....	59
<b>Figure 10</b> : Localisation géographique du lac El Aria.....	60
<b>Figure 11</b> : Diagramme ombrothermique de GAUSSEN (2016-2017).....	63
<b>Figure 12</b> : Situation bioclimatique de la 1 <sup>ère</sup> zone d'étude dans le climagramme D'EMBERGER durant (2016-2017).....	64
<b>Figure 13</b> : localisation de la région de Bordj Bou Arreridj.....	65
<b>Figure 14</b> : Barrage d'Ain Zada.....	66
<b>Figure 15</b> : Carte de situation géographique du barrage Ain Zada.....	67
<b>Figure 16</b> : Diagramme ombrothermique de GAUSSEN.....	69
<b>Figure 17</b> : Situation bioclimatique de la 2 <sup>ème</sup> zone d'étude dans le climagramme D'EMBERGER durant (2016-2017).....	70
<b>Figure 18</b> : Matériaux utilisés.....	71
<b>Figure 19</b> : L'évolution saisonnière des effectifs de la Foulque macroule au lac El Aria et au barrage d'Ain Zada durant l'année 2016/2017.....	78
<b>Figure 20</b> : L'évolution saisonnière des effectifs de la Foulque macroule au lac El Aria et au barrage d'Ain Zada durant l'année 2017/2018.....	78
<b>Figure 21</b> : Le pourcentage moyen du temps alloué par la Foulque macroule aux différentes activités diurnes dans les deux sites d'étude durant l'année 2016/2017.....	79
<b>Figure 22</b> : Le pourcentage moyen du temps alloué par la Foulque macroule aux différentes activités diurnes dans les deux sites d'étude durant l'année 2017/2018.....	81
<b>Figure 23</b> : Evolution saisonnière de différents types d'activités diurnes de la Foulque macroule dans les deux sites d'étude durant l'année 2016/2017.....	83
<b>Figure 24</b> : Evolution saisonnière de différents types d'activités diurnes de la Foulque macroule dans les deux sites d'étude durant l'année 2017/2018.....	84

<b>Figure 25 :</b> Le pourcentage du temps alloué aux différents types d'alimentation de la Foulque macroule dans les deux sites d'étude pendant la 1 <sup>ère</sup> année d'étude.....	86
<b>Figure 26:</b> Le pourcentage du temps alloué aux différents types d'alimentation de la Foulque macroule dans les deux sites d'étude pendant la 2 <sup>ème</sup> année d'étude.....	87
<b>Figure 27:</b> Evolution saisonnière de différents types d'alimentation de la Foulque macroule dans les deux sites d'étude pendant la 1 <sup>ère</sup> année d'étude.....	89
<b>Figure 28:</b> Evolution saisonnière de différents types d'alimentation de la Foulque macroule dans les deux sites d'étude pendant la 2 <sup>ème</sup> année d'étude.....	90
<b>Figure 29:</b> Pourcentage du temps alloué aux différents types d'activités diurne de la Foulque macroule pendant la journée dans les deux sites d'étude durant la 1 <sup>ère</sup> année d'étude.....	92
<b>Figure 30:</b> Pourcentage du temps alloué aux différents types d'activités diurne de la Foulque macroule pendant la journée dans les deux sites d'étude durant la 2 <sup>ème</sup> année d'étude.....	94
<b>Figure 31 :</b> Le Pourcentage moyen du temps alloué aux différents types d'alimentation de la Foulque macroule pendant la journée dans les deux sites (2016/2017).....	95
<b>Figure 32 :</b> Le Pourcentage moyen du temps alloué aux différents types d'alimentation de la Foulque macroule pendant la journée dans les deux sites (2017/2018).....	96
<b>Figure 33:</b> Le nombre de la Foulque macroule pendant la période de la reproduction dans les deux sites.....	97
<b>Figure 34:</b> Le nombre de nids de la Foulque macroule enregistrés durant la saison de la reproduction dans les deux sites.....	98
<b>Figure 35:</b> Taille des pontes de la Foulque macroule pendant la période de reproduction dans les deux sites.....	100
<b>Figure 36:</b> Le taux d'éclosion chez la Foulque macroule enregistrés durant la saison de la reproduction dans les deux sites.....	102
<b>Figure 37:</b> Le succès de la reproduction de la Foulque macroule enregistrés durant la saison de la reproduction dans les deux sites.....	103

<b>Tableau 01</b> : liste des zones humides de l'Algérie d'importance internationale de Ramsar.....	21
<b>Tableau 02</b> : Espèces d'ectoparasites isolées chez la Foulque macroule.....	51
<b>Tableau 03</b> : les parcs nationaux de l'Algérie.....	51
<b>Tableau 04</b> : aires marines protégées en Algérie (Abdelguerfi, 2003).....	52
<b>Tableau 05</b> : Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations (2016-2017).....	61
<b>Tableau 06</b> : Températures mensuelles moyennes (T) (2016-2017).....	62
<b>Tableau 07</b> : Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations.....	68
<b>Tableau 08</b> : Températures mensuelles moyennes (T) (2016-2017).....	68
<b>Tableau 09</b> : Le nombre des oeufs dans chaque nid de la Foulque macroule enregistré durant la saison de la reproduction dans les deux sites.....	98
<b>Tableau 10</b> : Mensurations des nids au barrage d'Ain Zada et au lac El Aria.....	99
<b>Tableau 11</b> : Caractéristiques des œufs au barrage d'Ain Zada et au lac El Aria.....	101

**Liste d'abréviation**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Résumés**

<b>Introduction.....</b>	<b>01</b>
<b>Chapitre 1 : Aperçus sur les zones humides et les oiseaux d'eau en Algérie</b>	
1 – Généralités sur les zones humides.....	05
1.1- Définition d'une zone humide.....	06
1.2- Caractéristiques générales des zones humides.....	06
1.3- Composition d'une zone humide.....	07
1.4- Types de zones humides.....	07
1.5- Fonctionnement des zones humides.....	09
1.6- Inventaire des zones humides.....	12
1.7 - Principales menaces qui pèsent sur les zones humides.....	15
1.8 - Les zones humides artificielles (ZHA).....	16
1.8.1- Définition des zones humides artificielles.....	16
1.8.2- Aperçu historique.....	17
1.8.3- Types de ZHA et composition.....	17
1.8.4- Traitement des différentes pollutions.....	19
1.8.5- Intérêts et limites des ZHA.....	20
1.9 - Les zones humides en Algérie.....	21
1.9.1- Les principales zones humides Algériennes.....	21
1.9.2- Classification des zones humides algériennes d'importance internationale au niveau mondial.....	23
2 - Oiseaux d'eau.....	23
2.1- Définition des oiseaux d'eau.....	23
2.2 - Aperçu sur les oiseaux d'eau d'Algérie.....	24
2.3 - Migration des oiseaux d'eau.....	24
2.3.1 - La migration en Afrique du Nord.....	25
2.3.2 -La migration en Algérie.....	26
2.4 - La période de reproduction.....	26
2.5 - Principaux organismes de la protection des zones humides et des oiseaux d'eau.....	27

3- Protection et gestion des zones humides et des oiseaux d'eau.....	28
<b>Chapitre 2 : Première partie : Biologie de la Foulque macroule</b>	
1 – la famille des Rallidés.....	30
1.1- Foulque d'Amérique ( <i>Fulica americana</i> ).....	31
1.2- Foulque géante ( <i>Fulica gigantea</i> ).....	33
1.3- Foulque caronculée ( <i>Fulica cristata</i> ).....	35
1.4- Foulque à jarretières ( <i>Fulica armillata</i> ).....	36
1.5- Foulque d'Hawaï ( <i>Fulica alai</i> ).....	37
1.6- Foulque ardoisée ( <i>Fulica ardesiaca</i> ).....	38
2- La Foulque macroule.....	39
2.1- Description et morphologie.....	40
2.2 - Position systématique.....	41
2.3 - Quelques généralité et particularités de la Foulque macroule .....	42
2.4 - Ecologie, habitat et Chant de la Foulque macroule .....	43
2.5 – Répartition de la Foulque macroule .....	43
2.6 – Statut de la Foulque macroule .....	45
2.7 –Comportement de la Foulque macroule .....	46
2.8 - Régime alimentaire de la Foulque macroule .....	48
2.9 – La reproduction de la Foulque macroule.....	48
2.10– Menaces pour la Foulque macroule .....	50
2.11- Protection de la Foulque macroule .....	51
<b>Chapitre 2 : Deuxième partie : Présentation des sites d'étude</b>	
1- Généralités sur les hauts plateaux.....	53
1.1- Situation géographique des les hauts plateaux .....	53
1.2- Topographie des hauts plateaux .....	53
2- La région de Constantine.....	54
2.1- Localisation géographique de la région de Constantine.....	54
2.2- Relief et Géologie de la région de Constantine .....	55
2.3- Climat de la région de Constantine .....	58
2.4- Zones humides de la région de Constantine .....	59
2.5 - Lac El Aria ( <sup>1ere</sup> zone d'étude).....	60
2.5.1- Localisation géographique du Lac El Aria .....	60
2.5.2- Généralités et particularités du Lac El Aria .....	61

2.5.3- Climat de la 1 <sup>ere</sup> zone d'étude.....	61
3 – La région du Bordj Bou Arreridj.....	64
3.1- Localisation géographique de la région du Bordj Bou Arreridj .....	64
3.2 - Relief et Géologie de la région du Bordj Bou Arreridj .....	65
3.3 – Climat de la région du Bordj Bou Arreridj .....	65
3.4 - Le réseau hydrographique de la région du Bordj Bou Arreridj .....	66
3.5 - Barrage Ain Zada (2 <sup>eme</sup> zone d'étude).....	66
3.5.1- Situation géographique de la 2 <sup>eme</sup> zone d'étude .....	66
3.5.2- Généralités et particularités du Barrage Ain Zada .....	67
3.5.3- Climat de la 2 <sup>eme</sup> zone d'étude .....	68
4 - Menaces pour lac El Aria et le barrage Ain Zada.....	69
 <b>Chapitre 3: Matériel et méthodes</b>	
1 - Matériaux utilisés.....	71
2 - Méthodes .....	71
2.1 - Dénombrement des oiseaux d'eau.....	71
2.1.1- Intérêt du dénombrement des oiseaux d'eau.....	73
2.1.2- Dénombrement des oiseaux d'eau .....	73
2.1.3- Dénombrement des oiseaux d'eau en période de nidification.....	74
2.1.4 - Méthode utilisés pour le recensement des adultes de la Foulque macroule.....	74
2.1.4.1 - Méthode absolue.....	74
2.1.4.2 – La méthode relatif.....	74
2.2 - Budget temps d'activités diurne.....	75
2.2.1 - Méthode utilisés pour le Budget temps diurne des activités de la Foulque macroule.....	75
2.2.1.1- Méthode <i>FOCUS</i> .....	75
2.2.1.2 - Méthode <i>SCAN</i> .....	75
2.3- Biologie de la reproduction .....	76
 <b>Chapitre 4 : Résultats et Discussion</b>	
I-Résultats.....	77
I.1- Comportement hivernant.....	77
I.1.1 - Dénombrement des adultes.....	77
I.1.2 - Budget d'activité.....	77

I.1.3 - Evolution saisonnière des activités diurnes chez la Foulquemacroule	80
I.1.4 - Différents types d'alimentation.....	85
I.1.5 - Evolution saisonnière des différents types d'alimentation.....	88
I.1.6 - Budget temps journalier d'activités diurne.....	91
I.1.7 - Budget temps journalier de trois types d'alimentation.....	95
I.2 - Biologie de la reproduction .....	97
I.2.1- le nombre de la Foulque macroule pendant la période de la reproduction.....	97
I.2.2- Caractéristique des nids .....	97
I.2.2.1- Constituants et installation des nids .....	97
I.2.2.2- Nombre de nids .....	98
I.2.2.3- Mensuration des nids.....	99
I.2.2.4- Période de reproduction et taille de la ponte.....	100
I.2.3- Caractéristiques des œufs.....	100
I.2.4- Le taux d'éclosion et le succès de la reproduction.....	101
<b>II- Discussion.....</b>	<b>104</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>111</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>114</b>
<b>Annexe.....</b>	<b>131</b>

# *Résumé*



## المخلص

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة البيئة للغر الأوراسي في منطقة السهول العليا في شرق الجزائر. ولتحقيق هذه الدراسة، قمنا بحساب عدد طائر الغر الأوراسي كل أسبوعين خلال فصلين من الشتاء (بين سبتمبر 2016 إلى مارس 2017 ومن سبتمبر 2017 إلى فيفري 2018) في بحيرة العارية وسد عين زادة باستخدام منظار أوبتوليث (20 × 60). قمنا بأخذ العينات باستخدام المسح الإجمالية من خلال دراسة ميزانية الوقت النهاري. لتحديد معايير التكاثر بين مارس و جوان 2017 تم حساب البالغين على أساس أسبوعي. تم قياس الأعشاش والبيض لتحديد معايير التكاثر باستخدام الفرجار (بالقرب من 0.1 ملم) للطول والعرض، ومقياس الزنبرك للوزن (الأقرب 1 غرام). حسبنا النتائج ببرنامج إكسيل 2007. أظهرت النتائج أن طائر الغر الأوراسي له تقريبا نفس السلوك النهاري في منطقتي الدراسة: نشاط التغذية باعتباره السلوك النهاري الرئيسي للطائر (أكثر من 75٪)، تليها السباحة (~ 15٪) هذا لمدة سنتين وفي الموقعين. ومن الجدير بالذكر أن التغذية السطحية هي الإستراتيجية الرئيسية للتغذية. حول معايير التكاثر، تم تسجيل 42 عشًا في بحيرة العارية و 49 عشًا في سد عين زادة، تبيض الإناث بين 1 و 14 بيضة في بحيرة العارية وما بين 1 و 12 بيضة في سد عين زادة. كان حجم البيض الذي تم قياسه متشابهًا تقريبًا في الموقعين. أشارت نتائجنا إلى أن نجاح التكاثر تأثر بشكل كبير بالأنشطة المفترسة و الأنشطة البشرية.

**الكلمات الدالة:** الغر الأوراسي، ميزانية الوقت، السهول العليا، التكاثر.

## **Summary**

This study aims to know the ecology of the Common Coot *Fulica atra* in the region of high plains of East Algeria. To achieve this study, we regularly counted every fortnight the number of the Coot during two "winters" (between September 2016 to March 2017 and from September 2017 to February 2018) at lake El Aria and Ain Zada dam using a telescope *Opholyth* (20 x 60). We proceeded by the study of the diurnal time budget using scan sampling. For determine the breeding parameters between March to June 2017, Count of adults was carried out at weekly basis. The nests and the eggs were measured to determinate the reproductive parameters using a vernier callipes (avarage 0.1 mm) for the length and the breadth and a spring balance (average 1g) for the weight. We calculated the results using the Microsoft Excel program 2007. The results showed that the Common Coot have almost the same diurnal behavior in the two study areas: feeding activity as the main diurnal behaviour of the species (more than 75%), followed by swimming (~15%) this is for two year and in all sites. Moreover, it is worth noting that surface feeding was the major strategy of nourishment, representing about 64% of the time spent in feeding. About the breeding parameters, 42 nest have been recorded at lake El Aria and 49 nest at Ain Zada dam. Breeding females lay between 1 and 14 eggs at lake El Aria and between 1 and 12 eggs at Ain Zada dam. The eggs's size measured was almost similar in the two sites. Our results indicated that reproductive success was significantly influenced by predation and anthropogenic activities.

**Key words:** Common coot, Time budget, High plains, Breeding.

## **Résumé**

Cette étude a pour objectif de comprendre l'écologie de Foulque macroule *Fulica atra* dans la région des hautes plaines de l'Est algérien. Pour réaliser cette étude, nous avons régulièrement compté tous les quinze jours le nombre de la Foulque macroule durant deux «hivers» (entre septembre 2016 et mars 2017 et de septembre 2017 à février 2018) au lac El Aria et au barrage Ain Zada à l'aide d'un télescope *Opholyth* (20 x 60). Nous avons procédé pour l'étude du budget temps diurne, par la méthode scan. Pour déterminer les paramètres de reproduction entre mars et juin 2017, Le dénombrement des adultes a été effectué sur une base hebdomadaire. Les nids et les œufs ont été mesurés afin de déterminer les paramètres de reproduction à l'aide d'un pied à coulisse (près de 0,1 mm) pour la longueur et la largeur et une balance à ressort pour le poids (1 g le plus proche). Nous avons calculé les résultats avec le programme Microsoft Excel 2007. Les résultats ont montré que la Foulque macroule a presque le même comportement diurne dans les deux zones d'étude: l'activité alimentaire est le principal comportement diurne de l'espèce (plus 75%), suivi par la nage (~15%) cela pendant les deux ans et dans les deux sites. En outre, il convient de noter que l'alimentation en surface constituait la principale stratégie d'alimentation. Concernant les paramètres de reproduction, 42 nids ont été enregistrés au lac El Aria et 49 nids au barrage Ain Zada. Les femelles reproductrices pondent entre 1 et 14 œufs au lac El Aria et entre 1 et 12 œufs au barrage d'Ain Zada. La taille des œufs mesurée était presque identique dans les deux sites. Nos résultats ont indiqué que le succès de reproduction a été significativement influencé par la prédation et les activités anthropiques.

**Mots-clés:** Foulque macroule, Budget temps, Hautes Plaines, Reproduction.

# *Introduction*



L'Algérie est un vaste pays constitué d'une mosaïque d'écosystèmes abritant une biodiversité riche et originale, représentant un grand intérêt non seulement pour la curiosité scientifique, mais également pour les services et les rôles qu'elle joue dans le contexte des ressources naturelles et du développement socio-économique (Si Bachir, 2013).

De par sa situation géographique, l'Algérie occupe une position charnière dans les systèmes de migration dans l'Ouest de la région paléarctique, d'une part, le pays constitue une vaste zone d'hivernage pour de nombreuses espèces nichant en Eurasie, et dont les zones méditerranéennes constituent les principaux quartiers d'hiver. D'autre part, le Maghreb sert d'ultime étape de transit avant la traversée de l'immense Sahara, pour tout un cortège d'espèces qui hivernent en Afrique du Sahel à l'Équateur, et au-delà jusqu'en Afrique du Sud.

L'Algérie se situe sur les 2 grandes voies du Flyway international, Ainsi des dizaines de milliers d'oiseaux traversent le pays allant jusqu'aux principales zones humides du Sahara (Anonyme, 2005). Les migrateurs qui séjournent en Algérie, vont et viennent entre le Centre et le Nord de l'Europe, jusqu'aux frontières de la Sibérie occidentale et le Centre de l'Afrique. Des migrations de moindre importance se font également d'Est en Ouest, entre le Proche et le Moyen-Orient et les zones côtières de l'Afrique du Nord (PNUE et CMS, 2004).

Elle présente aussi une immensité des territoires dont la diversité des écosystèmes a permis à certaines espèces de s'y adapter via différents mécanismes (Kechebar et *al.*, 2010). Parmi ces écosystèmes, nous intéressons aux zones humides qui ont une grande productivité biologique et qui constituent des écosystèmes ayant une grande valeur pour l'homme en ce qui concerne les aspects sociaux, économiques, culturels et scientifiques (Pearce et Crivelli, 1994 in Hamdi et *al.*, 2005). Afin de déterminer le rôle, la typologie et la performance des zones humides algériennes, de nombreuses études sur les oiseaux d'eau ont été réalisées depuis 1996 par le Laboratoire de Recherche des Zones Humides du Nord-est Algérien (Samraoui et De Belair, 1997). La région des zones humides des hautes plaines de l'Est Algérien constitue un patrimoine naturel remarquable en raison de sa richesse biologique et écologique (Samraoui et *al.*, 2006).

Ces zones humides dominées par un climat semi-aride jouent un rôle primordial pour l'hivernage et la reproduction de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau. Elles sont très spacieuses et accueillent chaque année une grande variété d'oiseaux d'eau qui trouvent en ces milieux des lieux très propices pendant leur transit migratoire (Boulekhsaim et *al.*, 2006,

2006; Saheb et *al.*, 2006, 2009; Houhamdi et *al.*, 2008; Maazi, 2009; Seddik, 2011; Boukrouma et *al.*, 2011). L'hydrologie de ces zones humides est tributaire de la pluviométrie (pluie et enneigement) qui permettent de maintenir un niveau d'eau permettant le développement d'une faune aquatique (macro et micro-invertébrés) qui attirent de nombreuses espèces.

Parmi ces zones humides, le barrage d'Ain Zada, située entre la wilaya de Sétif et la wilaya de Bordj Bou Arreridj. Cette zone humide est très riche en végétation aquatique tel que *Typha angustifolia* et *Phragmites australis* qui jouent de plus en plus un rôle biologique important pour le maintien de l'avifaune aquatique nicheuse et principalement les Anatidés et les Rallidés (Baaziz, 2006; Aissaoui et *al.*, 2009, 2011). Malgré l'importance de cette zone, elle reste très peu étudiée.

Nous avons aussi un autre exemple de zone humide qui est le lac d'El Aria, située dans la wilaya de Constantine. Cet espace joue un rôle important dans les processus vitaux, entretenant des cycles hydrologiques, abrite une flore importante et accueille une faune très diversifiée, notamment les oiseaux migrateurs (DGF, 2017). Cette zone humide est un site d'hivernage potentiel pour de nombreux oiseaux d'eau tels les Anatidés et les Rallidés, et malgré l'importance de cette zone elle reste très peu étudiée (aucune étude n'a été créée dans ce lac).

Les oiseaux migrateurs constituent un patrimoine commun à plusieurs pays, en conséquence leur gestion fait appel au droit international.

La répartition des oiseaux à la surface de l'eau répond d'une manière spécifique à des critères biologiques et écologiques qui caractérisent à la fois les espèces et le site (Biddau, 1996) ainsi que, l'étude de budget temps diurne des activités des oiseaux d'eau est primordiale pour comprendre leurs besoins écologiques. Ces activités diurnes qui varient selon l'espèce nous aident à comprendre les adaptations écologiques d'espèce et d'améliorer la planification de la gestion et de la conservation de ces oiseaux. Ceci fournit en retour des informations fondamentales sur le rôle et le fonctionnement des zones humides, et comment cela pourrait affecter les habitudes des oiseaux utilisant l'écosystème (Tamisier et Dehorter, 1999).

La Foulque macroule *Fulica atra* est un oiseau de la famille des Rallidae, sexuellement monomorphe, grégaire en hiver et territorial pendant la période de reproduction (Cramp et

Simmons, 1980). En Algérie, cette espèce est très commune et largement distribuée (Rizi et *al.*, 1999), sa répartition englobe tout le nord y compris les hauts plateaux (Ledant et *al.*, 1981 Isenmann et Moali, 2000). Sa vaste distribution en Algérie offre une rare occasion pour comprendre les variations géographiques des performances de la reproduction et pour identifier ses principales exigences écologiques.

La population de Foulque macroule dans les deux sites en dessus reste en particulier peu connue. De nombreuses caractéristiques du comportement de la Foulque macroule, y compris le comportement hivernal et la biologie de la reproduction sont mal comprises (Cramp et Simmons, 1980).

L'importance de cette étude est de contribuer à la compréhension du fonctionnement des zones humides de la région des hautes plaines du Nord-est Algérien à travers l'étude du comportement hivernal de cette espèce et sa biologie de la reproduction, car la Foulque macroule est un excellent modèle pour déterminer l'état des écosystèmes naturels (Eybertet *al.*, 2003), elles sont des indicateurs biologiques de la diversité des milieux naturels (Blondel, 1975).

L'objectif de cette étude est de comprendre l'écologie de la Foulque macroule pendant deux saisons hivernales dans deux sites dans les hautes plaines du Nord-est de l'Algérie (le lac El Aria «Constantine» et le barrage Ain Zada «entre Sétif et Borj Bou Arréridj») à travers:

- le comportement diurne de la Foulque macroule par: l'étude de l'évolution des effectifs de cette espèce en fonction du temps et l'étude de l'évolution saisonnière des activités diurnes;
- Dans un deuxième axe, nous avons la biologie de la reproduction de cette espèce.

Notre thèse est structurée en quatre chapitres interdépendants.

- ☞ Un premier chapitre où nous nous sommes proposé de donner des aperçus sur les zones humides et les oiseaux d'eau en Algérie.
- ☞ Le deuxième chapitre est divisé en deux parties. Dans la première partie, nous avons essayé de décrire la biologie de l'espèce étudiée, et dans la deuxième partie nous avons essayé de présenter les sites d'études.
- ☞ Dans le troisième chapitre, nous avons essayé de montrer la méthodologie suivie pour déterminer le statut de l'espèce et de comprendre son comportement diurne pendant deux saisons hivernales. Nous avons aussi décrits les techniques et les

matériaux utilisées pour dénombrer les et déterminer les paramètres de la reproduction pendant une saison de reproduction.

☞ Dans le dernier chapitre, nous avons montré les principaux résultats sous forme de graphes et de tableaux. Nous avons essayé d'interpréter et de discuter ces résultats à la fin de ce chapitre.

En fin, nous avons fini par une conclusion où nous avons résumé notre bilan de travail ainsi que de donner quelques perspectives.

*Chapitre 1 :*  
*Aperçus sur les zones*  
*humides et les oiseaux*  
*d'eau en Algérie*



## **1 – Généralités sur les zones humides**

Les zones humides sont des zones de transition entre les terres et l'eau. Toutes ces zones naturelles ou artificielles, à l'eau douce ou salée, ont un point commun: la présence d'eau en surface ou près de la surface du sol, au moins périodiquement (Massot, 2011). Elles se rencontrent partout, sous tous les climats et dans tous les pays. Elles couvrent entre 0,75 et 1,3 milliard d'hectares dans le monde. Ce sont les écosystèmes les plus productifs, les plus riches en biodiversité malgré leur faible place sur la planète. Mais elles sont aussi les plus menacées de destruction. Leur disparition entraînera une réduction dramatique de la biodiversité, mais aussi des inondations et une perturbation inquiétante du cycle de l'eau. L'eau, dont la canicule de l'été a montré qu'elle était une ressource indispensable mais pouvant être rare.

Le rôle et les valeurs des zones humides ont été reconnus en 1971 au plan international par la convention de Ramsar dont l'Algérie est signataire. Dans la région méditerranéenne se rencontre un large éventail de zones humides qui contribuent le plus à la subsistance humaine et le développement. Bien qu'elles ne couvrent qu'environ 1,5 à 3% de la surface de la terre, elles représentent 45% des services écologiques évalués (El hadi, 2011). Avec environ 18,5 millions d'hectares de zones humides, la région méditerranéenne accueille entre 1 % et 2 % des zones humides du monde. Elle a perdu environ 50 % des zones humides qui existaient en 1900. Ces pertes continuent encore aujourd'hui, même si dans le même temps il y a une augmentation des zones humides artificielles comme les réservoirs (El hadi, 2011).

Les principales causes de dégradation et de la disparition des zones humides sont: intensification de l'aquaculture, prélèvement d'eau, développement de l'urbanisation et des infrastructures, arrivée d'espèces exotiques envahissantes, éprise et boisement de terres agricoles, aménagement des cours d'eau, extraction des matériaux, aménagement portuaire, intensification de l'agriculture, pollution industrielle (Benlaharche, 2014).

Les archéologues avancent que l'association étroite entre l'homme et les zones humides, est fort ancienne. Les objets découverts dans les sols détrempés du monde entier, illustrent l'utilisation intensive que l'homme faisait des zones humides, et témoignent de la richesse immense des ressources naturelles de ces zones humides, qui ont fait vivre des populations humaines pendant des millénaires (Ramsar, 2002). De nos jours, dans tous les pays, des communautés maintiennent encore ces liens étroits, et leurs activités quotidiennes sont rythmées par les cycles des zones humides. Naturellement, cette relation entre les zones

humides et l'homme, ne s'arrête pas à la valeur des ressources naturelles ou des services vitaux que fournissent les zones humides, elle comprend le riche patrimoine culturel, qui a évolué depuis très longtemps ; il est temps que la communauté qui se préoccupe de la conservation et de l'utilisation rationnelle des zones humides, accorde à ce patrimoine toute l'attention qu'il mérite (Ramsar, 2002).

### **1.1- Définition d'une zone humide**

#### **- Définition d'une zone humide au sens de la convention de Ramsar en 1971:**

Au sens de la convention de Ramsar, « les zones humides, sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières où l'eau est naturelle ou artificielle, permanente ou temporaire, stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur ne dépasse pas 6 mètres ». Autrement dit: Une zone humide est une région où l'eau est le principal facteur, qui contrôle le milieu naturel et la vie animale et végétale associées. Elle apparaît là où la nappe phréatique arrive près de la surface ou affleure, ou encore, là où des eaux peu profondes, recouvrent les terres (Nolwenn, 2009).

#### **- Définition d'une zone humide donnée par la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 en France:**

Visé à assurer leur préservation, en a toutefois donné une définition: « On entend par zone humide les terrains exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre, de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année » (Anonyme, 2007).

#### **-Définition d'une zone humide selon l'IFEN:**

«Une zone humide est une région où l'eau est le principal facteur qui contrôle le milieu naturel et la vie animale et végétale associée. Elle apparaît là où la nappe phréatique arrive près de la surface ou affleure ou encore, là où des eaux peu profondes recouvrent les terres ». Cette définition met en avant la présence de l'eau dans ces espaces mais écarte la végétation comme critère décisif ou du moins d'égale importance de la zone humide (Nolwenn, 2009).

### **1.2- Caractéristiques générales des zones humides**

Une zone humide est caractérisée par :

- Le degré de la salinité de l'eau, celle-ci peut être douce, saumâtre ou salée ;

- Le niveau d'eau (élevé, faible et variable) ;
- La durée de submersion : une zone humide peut être permanente ou temporaire ;
- Présence ou absence de végétation hygrophile ;
- Composée d'espèces adaptées à la submersion ou aux sols saturés d'eau ;
- La nature de la zone humide (naturelle / artificielle) ;
- La stabilité de l'eau dont les zones humides continentales comprennent: Eaux dormantes : étangs, lacs, lagunes, mares, retenues collinaires et barrages, Eaux courantes : fleuves, rivières, ruisseaux et leurs sources ;

### **1.3- Composition d'une zone humide**

En général, les milieux humides se composent de trois parties, la première comprend des terres hautes, soit des zones sèches qui abritent des arbres, des plantes herbacées et de nombreux autres types de végétation. La deuxième partie est constituée d'une bande riveraine, il s'agit d'une lisière de terre et de végétation entre les terres hautes et les zones d'eau de faible profondeur. La troisième partie d'un milieu humide est la zone aquatique, celle-ci peut être profonde et comporter une grande superficie d'eau libre, ou elle peut être peu profonde, sans aucune étendue d'eau libre, on y trouve des joncs, des carex et une grande variété de plantes aquatiques (Anonyme, 2007).

Les milieux humides font partie d'un bassin versant, qui est l'ensemble d'un territoire drainé par un cours d'eau et ses affluents. Ces derniers sont de vastes systèmes hydrologiques au sein desquels l'eau s'écoule vers une même rivière, un même lac ou un même océan (Anonyme, 2007).

### **1.4- Types de zones humides**

Un milieu humide peut être de nature organique ou minérale, le sol des milieux humides organiques comporte une grande quantité de tourbe ou de matière végétale, les milieux humides minéraux comportent beaucoup d'eau, très peu de tourbe et moins de végétation que les milieux humides organiques.

#### **a- Les milieux humides organiques**

Les milieux humides organiques renferment beaucoup moins d'eau libre que les milieux humides minéraux. En général, les milieux humides organiques sont des écosystèmes moins productifs que les milieux humides minéraux. L'eau dans ces habitats, n'interagit pas beaucoup avec les sols et c'est pourquoi elle est pauvre en nutriments.

**b- Les milieux humides minéraux**

Les milieux humides minéraux se caractérisent par des sols riches en minéraux et une vie animale et végétale abondante. Les eaux libres, qui proviennent de différentes sources (eaux souterraines, précipitations, ruissellement, par exemple), attirent une faune très variée. Les milieux humides minéraux sont des systèmes très productifs. Les eaux libres, souvent riches en nutriments, abritent de nombreuses espèces végétales et animales, dont des insectes et des poissons. D'autres animaux, comme les Oies, les Canards et d'autres espèces de sauvagine migratrice, ont également besoin de l'eau libre de ces habitats (Anonyme, 2007).

**c- Les différents types de zones humides selon la typologie Ramsar :**

- **Les zones humides continentales:** Les zones humides continentales sont les plus nombreuses en Algérie, elles se situent au Nord, principalement à l'Est du pays (452 habitats répartis dans les wilayas de Mila, Annaba, El-Tarf, Skikda et Jijel). Ceci peut être lié aux caractéristiques écologiques, qui connaissent une forte pluviométrie. Par contre cette catégorie d'habitats est très peu représentée au Sud du pays.

-**Les zones humides artificielles:** Les zones humides artificielles, constituent aussi l'un des milieux les plus représentés en Algérie, avec un nombre total de 700 zones humides. Ce type de milieu se localise essentiellement au Sud avec 328 sites, on le rencontre principalement dans les wilayas d'Adrar, ensuite on trouve la grande région du Nord (247 sites) et enfin les hauts plateaux avec un effectif de 125 zones humides algériennes. L'habitat le plus abondant dans cette catégorie est représenté par les Oasis / Ksar et les Palmeraie, avec 321 sites, suivi par les retenues collinaires avec 239 sites.

- **Les zones humides marines/côtières:** Concernant les zones humides marines/côtières, on constate que cette catégorie est seulement représenté dans la grande région Nord avec 22 habitats différentes ; les sites concernés sont localisés dans les wilayas suivantes : Oran, Ain-Temouchent, Annaba, Skikda, Jijel, El-Tarf, Boumerdes, Tizi-Ouzou et Bejaia. L'habitat le plus abondant dans cette catégorie est représenté par les Ilots avec 13 sites. Alors que l'habitat le moins représenté est les Dunes Littorales et les Eau marines peu profondes.

## 1.5- Fonctionnement des zones humides

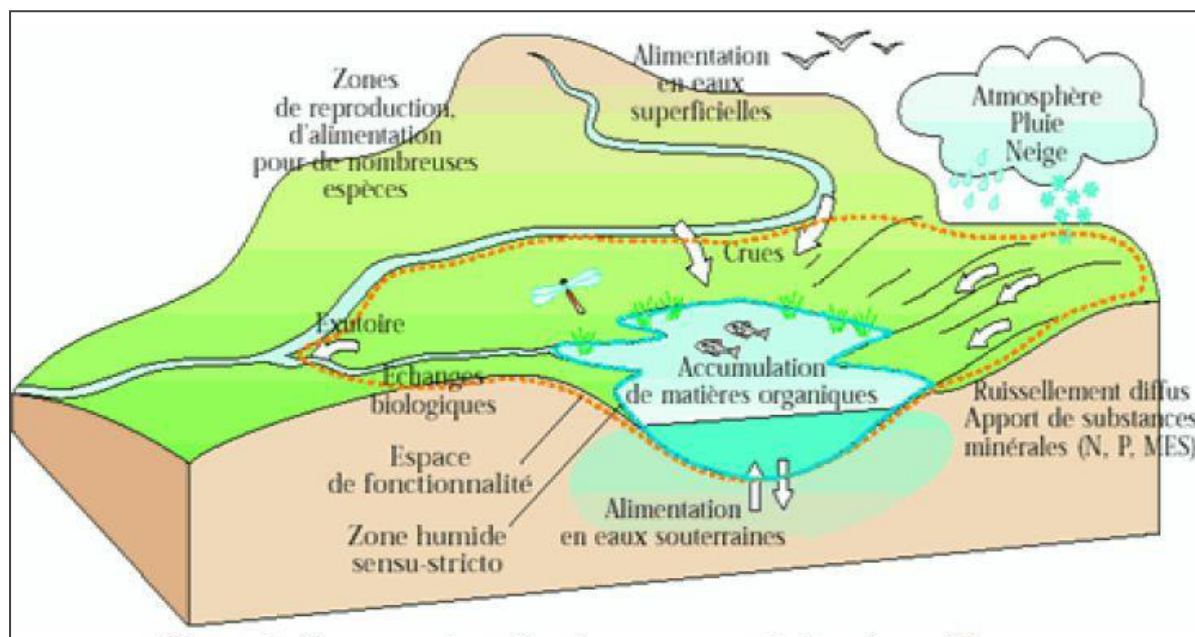
### a- Espace et fonctionnalité d'une zone humide (Fig.01)

Un milieu humide fonctionne différemment selon la façon dont il interagit avec les habitats environnants, en particulier selon la façon dont l'eau entre et sort, et selon la profondeur de l'eau.

L'alimentation en eau des milieux humides provient de différentes sources :

- L'eau souterraine ;
- La pluie ;
- L'eau de ruissellement provenant de la fonte des neiges et des précipitations ;
- Les ruisseaux.

Les zones humides absorbent l'eau provenant de nombreuses sources différentes durant les périodes de précipitations, et elles la libèrent lentement au cours des périodes plus sèches. Ces habitats contribuent ainsi à réduire les inondations, à atténuer les effets des sécheresses et à recharger les nappes phréatiques. L'eau qui s'écoule vers un milieu humide à partir d'un terrain plus élevé doit passer par des terres hautes et des bandes riveraines. Une fois que l'eau a atteint la zone aquatique, son niveau peut varier. Certains milieux humides, sont inondés en permanence, tandis que d'autres ne le sont que durant certaines périodes de l'année.



**Figure 01:** Une zone humide et son espace de fonctionnalité (Anonyme, 2000)

## **b- Principales fonctions des zones humides**

Les zones humides, classées parmi les milieux les plus productifs du monde, sont le berceau de la diversité biologique, elles fournissent l'alimentation dont dépendent pour leur survie d'innombrables espèces de plantes et d'animaux. Elles rendent également de nombreux services économiques de très grande importance.

Un bref résumé des fonctions, des valeurs et des avantages des zones humides, explique pourquoi ces dernières apportent une réponse essentielle à la crise de l'eau. Ainsi les principaux rôles des zones humides sont les suivants:

- Elles fournissent et stockent l'eau potable pour la consommation humaine, ainsi que l'eau destinée à l'agriculture et aux loisirs.
- Elles ont aussi un rôle déterminant dans la régulation des régimes hydrologiques.
- Lorsqu'elles ne sont pas saturées en eau, les zones humides retardent globalement le ruissellement des eaux de pluies et le transfert immédiat des eaux superficielles vers les fleuves et les rivières situés en aval.
- Le comportement des zones humides à l'échelle d'un bassin versant, peut être assimilé à celui d'une éponge, elles "absorbent" momentanément l'excès d'eau, puis le restituent progressivement lors des périodes de sécheresse.
- Recharge et protection des nappes phréatiques: les zones humides peuvent jouer un rôle important de réapprovisionnement ou de recharge des nappes phréatiques, cette recharge se produit quand l'eau s'infiltré à travers les couches supérieures du sol vers la nappe aquifère.
- Rétention et exportation des sédiments: les zones humides atténuent la force de l'eau (la végétation des zones humides réduit la vitesse du courant), favorisant le dépôt des sédiments en suspension qui pourraient en aval, bloquer les cours d'eau et diminuer l'érosion des rivages (Anonyme, 2000).
- Autoépuration naturelle: les zones humides contribuent au maintien et à l'amélioration de la qualité de l'eau, en agissant comme filtre épurateur. En effet, elles sont capables d'absorber des quantités importantes de produits chimiques, de filtrer les polluants et de produire des millions de litre d'eau claire. Elles nettoient même très efficacement les eaux usées par la dégradation biochimique (notamment grâce aux bactéries).

## Chapitre 1 : Aperçus sur les zones humides et les oiseaux d'eau en Algérie

- Atténuation des changements climatiques: les zones humides participent aussi à la régulation des microclimats. Les précipitations et la température atmosphérique, peuvent être influencées localement par les phénomènes d'évaporation intense d'eau, au travers des terrains et de la végétation (évapotranspiration) qui caractérise les zones humides. Elles peuvent ainsi tamponner les effets des sécheresses.

Les zones humides jouent aussi un rôle dans la gestion des gaz à effet de serre (en particulier le Dioxyde de carbone). Ainsi la destruction d'une zone humide libère du Dioxyde de carbone, tandis que la restauration ou la création d'une zone humide augmente la capacité de piégeage de carbone.

- Production de ressources naturelles: l'économie de certaines régions peut dépendre fortement de zones humides, par leur utilisation en agriculture (pâturage, exploitation des roseaux...), pour la pêche extensive et l'aquaculture (conchyliculture) (DGF, 2006).

- Réservoir de diversité biologique: dans les zones humides vivent des plantes et des animaux sauvages en concentration spectaculaire, ces milieux assument dans leur globalité les différentes fonctions essentielles à la vie des organismes qui y sont inféodés.

- Fonction d'alimentation: découlant de la richesse et de la concentration en éléments nutritifs observées dans ces zones.

- Fonction de reproduction: la présence de ressources alimentaires variées et la diversité des habitats, constituent des éléments essentiels conditionnant la reproduction des organismes vivants.

- Fonction d'abri, de refuge et de repos : notamment pour les poissons et les oiseaux.

Ces fonctions biologiques confèrent aux zones humides une capacité à produire de la matière vivante; elles se caractérisent ainsi par une productivité biologique nettement plus élevée que les autres milieux. Les zones humides représentent également des zones étapes pour d'espèces d'oiseaux migratrices.

- Espaces de loisirs et paysages de qualité: par leur beauté naturelle ainsi que par la diversité de la vie animale et végétale que l'on y trouve, les zones humides sont des destinations touristiques idéales. De nombreuses activités récréatives y sont associées, de la navigation et d'autres sports aquatiques, en passant par la chasse, la pêche, l'observation de la faune

sauvage, l'animation et la sensibilisation à la protection des milieux naturels, voire même l'art et la littérature.

- Des stations d'études scientifiques (DGF, 2001).

Il apparaît que les fonctions écologiques et les valeurs économiques des zones humides sont intimement liées, que l'on touche à l'une des composantes, et c'est le rôle de l'ensemble qui risque d'être perturbé. De ce fait, leur gestion doit être conçue de manière intégrée dans le cadre de projets de développement durable et d'aménagement raisonné.

### **1.6- Inventaire des zones humides**

Les zones humides se caractérisent souvent par un manque évident d'informations sur leur localisation, leur nombre, leurs fonctions, leurs habitats ...etc. C'est la raison pour laquelle ils nécessitent des inventaires.

Les inventaires doivent permettre d'apporter un niveau de connaissance, indispensable pour un diagnostic pertinent de ces derniers. Ils doivent aider les acteurs locaux et les gestionnaires à mettre en œuvre des suivis de l'évolution des zones humides et des actions de gestion et de conservation engagées. Les inventaires permettront de mieux apprécier des effets induits par certaines actions engagées ou projetées sur les milieux (Anonyme, 2000).

**a- Définition** : l'inventaire est la collection et/ou compilation de données de base pour la gestion des zones humides, comprenant une base d'information pour des activités spécifiques d'évaluation et de suivi. L'inventaire des zones humides est une procédure qui permet d'identifier et de localiser les zones humides, leur nombre dans une région donnée, ainsi que leurs caractéristiques. Il s'agit donc d'une liste de zone humides, comportant des données telles que : localisation et dimension, caractéristiques physiques et biologiques, activités humaines et impacts, statut de protection, valeurs et fonctions. Les cartes constituent un instrument important, qui permet de rassembler et de présenter les informations avec un degré de détail variant en fonction de l'échelle choisie (Costa et *al.*, 1996).

#### **b- But et l'objectif:**

Un inventaire doit être réalisé en fonction d'objectifs précis à atteindre dans un certain délai, ou alors, comme un projet au long terme, dans le but ultime de publier/diffuser des informations et de les rendre disponibles, en les intégrant dans un système de base de données. L'inventaire des zones humides a de nombreux buts, notamment:

- Mettre en évidence la typologie de zones humides d'une région donnée ;
- Identifier les zones humides d'importance locale, nationale et/ou internationale ;
- Décrire la distribution des zones humides ;
- Etablir les points de référence, pour mesurer les changements dans les caractéristiques écologiques des zones humides ;
- Evaluer l'étendue et du taux de perte ou de dégradation des zones humides ;
- Promouvoir la sensibilisation aux valeurs des zones humides ;
- Fournir un outil de planification et de gestion de la conservation des zones humides.
- Stimuler une coopération débouchant sur des mesures de conservation, et de sensibiliser le grand public et les décideurs aux valeurs des zones humides (Costa et *al.*, 1996).
- Fournir les informations de références sur les caractéristiques des zones humides, et permettre de déterminer les priorités, d'établir des comparaisons entre les sites, les régions ou les pays, de formuler des cadres d'aménagement, et de mesurer le succès des actions de conservations. Pour réaliser ces objectifs, un inventaire doit :
  - Appliquer une méthode standard: système de classification, fiche descriptive, système de stockage de données, critères de sélections, d'identification et de délimitation des zones humides et procédure de cartographie ;
  - Comporter des données qualitatives et quantitatives, qui serviront de point de référence pour le suivi des changements et des pertes de zones humides ;
  - Être régulièrement mis à jour, être facile à diffuser auprès de gestionnaires de zones humides et des décideurs, ainsi qu'auprès du grand public.

### **c- Méthodes d'inventaire :**

Beaucoup d'inventaires se basent sur l'étude de terrain, souvent avec l'appui de la photographie aérienne et de cartes topographiques, et plus récemment d'images de satellites. La mise au point des Systèmes d'Information Géographique (SIG) et l'amélioration de la résolution des images satellites ont conduit à l'utilisation plus généralisée des données spatiales.

Il existe de nombreuses méthodes normalisées d'inventaire qui ont été utilisées avec succès dans différentes circonstances, dans différents pays ou régions. Les plus remarquables sont: l'initiative Méditerranéenne pour les Zones Humides (MedWet), l'inventaire national des zones humides de l'United States Fish and Wildlife Service, l'inventaire national des

zones humides de l'Ouganda, l'inventaire des zones humides d'Asie et l'inventaire national des zones humides de l'Équateur (Ramsar, 2004).

**-Initiative pour les Zones Humides Méditerranéennes (MedWet)**

Il s'agit d'un ensemble de méthodes et d'outils normalisés mais souples, comprenant une banque de données pour la gestion des données, en vue de la réalisation des inventaires dans la région méditerranéenne.

L'intention n'était pas à l'origine, de réaliser un inventaire des zones humides de toute la Méditerranée, mais la méthode a fourni une approche commune qui a été adoptée et adaptée dans plusieurs pays méditerranéens et ailleurs.

Il s'agit aussi de localiser les zones humides dans les pays méditerranéens et de déterminer celles qui sont prioritaires du point de vue de la conservation, d'identifier les valeurs et fonctions de chaque zone humide, fournir une base de référence pour mesurer les changements futurs, fournir un outil de planification et de gestion et permettre la comparaison entre sites. Il a été institué un processus de consultation avec un groupe consultatif d'experts de la Méditerranée et d'ailleurs (Ramsar, 2004).

**d - Élaboration de l'inventaire :**

Selon Costa et *al.*, (1996), un inventaire des zones humides comporte trois phases principales:

**Phase 1 - Recherche de l'information :** c'est la collecte de données existantes sur les sites connus, et utilisant toutes les sources d'informations disponibles (bibliographie, cartes, base de donnée ... etc.). Cette tâche doit précéder la collecte de nouvelles données et n'exige pas de travail sur terrain;

**Phase 2 - Inventaire simple :** c'est la compilation d'informations complémentaires et plus détaillées sur tous les sites identifiés lors de la phase 1, y compris au moins une carte schématique pour chaque site, plus des données sur les nouveaux sites. Un peu de travail sur terrain pourra se révéler nécessaire à la connaissance des zones humides et de leurs attributs dans la région considérée. Des ressources financières et techniques, moyennes devront être prévues.

**Phase 3 - Inventaire détaillé :** c'est la compilation d'informations très précises sur chaque site et production de cartes détaillées, si possible, en utilisant un système d'information géographique (SIG) et de la télédétection. Durant cette phase, on complètera l'évaluation détaillée de l'importance des sites pour la conservation de la nature, et pour les communautés locales. Un travail intensif sur le terrain et une bonne connaissance des zones humides, se révéleront nécessaires, ainsi que des ressources plus implorantes.

### **1.7- Principales menaces qui pèsent sur les zones humides**

La régression et la disparition progressives des zones humides, constituent pour l'environnement, un préjudice grave, parfois irrémédiable, qu'il faut empêcher. Les activités anthropiques directes et indirectes, ont profondément altéré le rythme de changement des zones humides. L'opinion selon laquelle les zones humides sont «des places perdues», née de l'ignorance ou de la méconnaissance de l'importance des biens et services qu'elles procurent, est à l'origine de la transformation des zones humides au profit de l'agriculture intensive, de l'industrie ou de l'urbanisme; certaines zones humides, disparaissent également par suite de la pollution du déversement de déchets, de l'exploitation minière ou de l'extraction de l'eau dans la nappe souterraine.

Parmi les menaces les plus sérieuses qui compromettent la pérennité de ces milieux, on cite :

- L'extension souvent irréfléchie des périmètres agricoles adjacents aux zones humides ;
- Le drainage de certaines zones humides, qui est justifiée par la recherche de nouvelles terres agricoles, plus fertiles ;
- L'extension du réseau urbain, utilisant les zones humides comme déversoir des eaux usées (DGF, 2001).
- L'irrigation à grande échelle des terrains cultivés et les polluants toxiques, issus de déchets industriels et des effluents agrochimiques, font peser de graves menaces sur les zones humides.

Malheureusement, les zones humides ont été exploitées, "valorisées" en surface agricole ou urbanisées. La disparition des zones humides a grandement contribué à la perte de biodiversité notamment pour les poissons et les oiseaux.

\* **Pour les poissons:** les zones humides constituent des habitats permettant de répondre à leurs besoins biologiques:

## Chapitre 1 : Aperçus sur les zones humides et les oiseaux d'eau en Algérie

- de reproduction: une zone humide est un lieu favorable à la ponte et à l'incubation des œufs.
- d'alimentation: les zones humides permettent au zooplancton de se développer de manière très significative, elles sont donc propices à l'alimentation des poissons zooplanctonophages.
- de protection: les zones humides peuvent offrir des lieux de protection face aux prédateurs voire aussi contre la pollution.

\* **Pour les oiseaux:** les zones humides sont des lieux:

- de reproduction: pour assurer de bonnes conditions de reproduction, la structure des zones humides doit remplir de nombreux critères (dépendant de la superficie de la zone humide, de la végétation, de la morphologie des rives,.. etc.).
- de mue et d'hivernage: durant la mue et les périodes d'hivernage, les besoins énergétiques des oiseaux sont élevés. La tranquillité et la productivité des zones humides permettent aux oiseaux de trouver des endroits propices.
- de refuge climatique lors de grands froids: lors d'événement de grands froids, les oiseaux vont en premier lieu se replier vers les zones humides non gelées (littoral, cours d'eau). Si les oiseaux ne parviennent plus à trouver de zones humides non gelées, ceux-ci vont finalement se replier vers les zones méridionales plus chaudes.

### **1.8 - Les zones humides artificielles (ZHA)**

#### **1.8.1- Définition des zones humides artificielles**

On appelle zone humide artificielle (ZHA) une alternative aux techniques de traitement conventionnelles des eaux usées municipales, basée sur la reproduction maîtrisée des zones humides naturelles. Les avantages de ces systèmes incluent des coûts de construction et de maintenance faibles, et le fait qu'ils soient appropriés à la fois pour les petites communautés et comme étape finale dans les systèmes de traitement des grandes municipalités (Cooper et *al.*, 1996 in Shutes, 2001). Le désavantage de ces systèmes est leur rendement relativement faible pour certains polluants en comparaison des technologies de traitement des eaux usées conventionnelles (Shutes, 2001).

Le devenir et le comportement de la large variété de polluants qui entre dans ces systèmes ne sont pas complètement compris, et cette connaissance est encore nécessaire pour complètement optimiser et diriger ces systèmes (Tack et *al.*, 2007). Les processus de dégradation des polluants y sont nombreux et souvent interdépendant (Davis, 1998).

Les ZHA sont aujourd'hui considérées comme une technologie durable, à faibles coûts d'investissement et de maintenance, capable de compléter ou remplacer le traitement conventionnel de l'eau (Tack et *al.*, 2007)

### **1.8.2- Aperçu historique**

Les premiers essais pour utiliser la végétation des zones humides à des fins de traitement des différents polluants de l'eau ont été accomplis par Seidel en Allemagne au début des années 1950. La première ZHA à écoulement surfacique de grande envergure a été construite aux Pays-Bas pour traiter les eaux usées d'un terrain de camping pendant la période 1967-1969.

La première ZHA à écoulement sub-surfacique horizontal de grande envergure a été construite en 1974 à Othfresen en Allemagne. Le concept d'une combinaison de types différents de lits filtrants appelée système hybride a été vraiment suggéré par Seidel en Allemagne au cours des années 1960 (Vymasal, 2005).

Au cours des années 70 et 80, les ZHA ont été presque exclusivement construites pour traiter des eaux d'égouts domestiques ou municipales. Depuis les années 1990, elles ont été utilisées pour toutes sortes d'eaux usées comme celles issues entre autres de l'enfouissement des déchets, du ruissellement (par ex. le milieu urbain, les routes, les aéroports et le milieu agricole), du traitement de la nourriture (par ex. l'entreprise vinicole, le fromage et la production de lait), de l'industrie (par ex. les produits chimiques, l'usine de papier et les raffineries), de l'agriculture (Vymasal, 2005). L'intérêt des ZHA a été consacré lors de la conférence INTECOL's International Wetlands Conference en 1992.

### **1.8.3- Types de ZHA et composition**

Les ZHA sont généralement classifiées sur la base du type d'écoulement à l'intérieur :

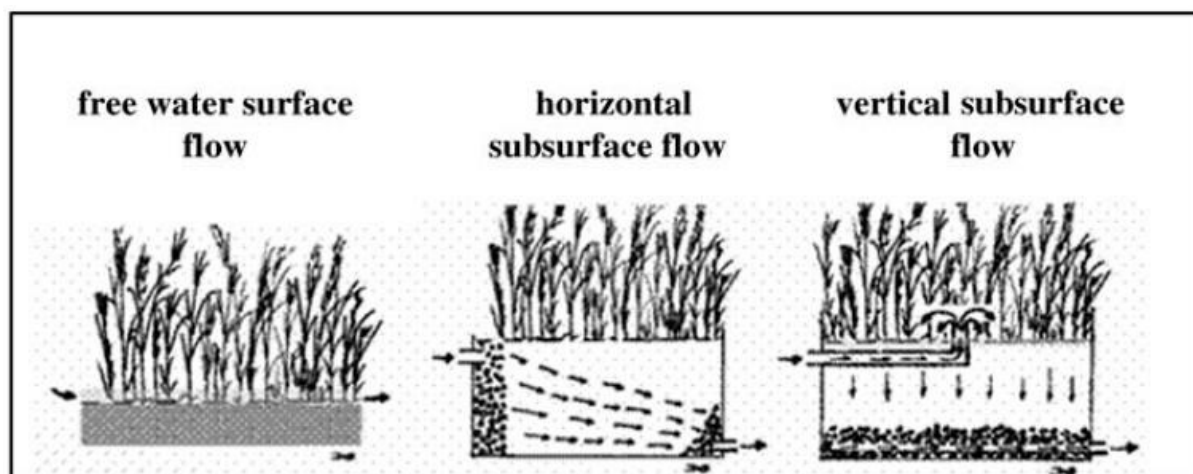
- à surface libre
- à écoulement sub-surfacique
- hybride

Dans les plus anciennes, l'écoulement se fait horizontalement sur les sédiments, tandis que dans les plus récentes, l'eau s'écoule horizontalement ou verticalement à travers un substrat perméable (voir Fig.02) (Ghermandi et *al.*,2007). De même, les ZHA peuvent être caractérisées par la position donnée aux macrophytes par rapport à l'écoulement.

**a) ZHA à écoulement surfacique**

Une ZHA à écoulement surfacique (SF) se compose d'un bassin peu profond, un sol ou autre milieu pour soutenir les racines des macrophytes, et d'une structure de contrôle qui maintient le niveau d'eau bas. La surface de l'eau est au-dessus du substrat. Ce type de zone humide est très proche de ce que l'on trouve dans la nature et pourra fournir un habitat naturel et une zone touristique.

Elles présentent des coûts d'investissement et de maintenance faibles et les opérations de maintenance se font de manière directe. Le principal inconvénient est qu'elles nécessitent une surface plus importante que les autres systèmes (Davis, 1998).



**Figure 02:** Les différents types de zones humides artificielles, classées selon le type d'écoulement (Ghermandi et *al.*, 2007).

**b) ZHA à écoulement sub-surfacique**

Une ZHA à écoulement sub-surfacique (SSF) est un bassin imperméabilisé dans lequel se trouve un substrat poreux (sable, graviers...etc). Le niveau d'eau doit rester sous la surface du substrat. L'écoulement peut alors être horizontal ou vertical. Ce type de ZHA est adapté au traitement d'eau à faible concentration en solides et sous un régime d'écoulement relativement uniforme. Outre un bon comportement face au froid, et une minimisation des odeurs et gênes, ces ZHA semblent avoir un meilleur potentiel d'assimilation par unité de surface que les systèmes SF (le milieu poreux fournirait une plus grande surface de contact).

L'accès à ces zones n'est pas dangereux, et on trouve aux Etats-Unis des systèmes similaires dans des parcs publics. Cependant ces ZHA sont plus chères à construire et entretenir que les systèmes SF. On rapporte de plus des problèmes d'obstruction ou d'écoulements surfaciques involontaires (Davis, 1998).

### **c) Systèmes hybrides**

Dans ces systèmes, plusieurs compartiments sont assignés à différents types de réactions, par exemple pour créer des conditions aérobies puis anaérobies (Davis, 1998).

#### **1.8.4- Traitement des différentes pollutions**

Les processus de dégradation des différents polluants sont nombreux. On trouve parmi eux :

- la fixation des particules en suspension ;
- la filtration et la précipitation chimique du fait du contact entre l'eau, les substrats et les dépôts ;
- la transformation chimique ;
- l'adsorption et l'échange d'ions à la surface des plantes, du substrat, des sédiments et des dépôts ;
- la décomposition et la transformation des polluants par les micro-organismes et les plantes ;
- la consommation et la transformation des nutriments par les micro-organismes et les plantes;
- la prédation et la mort naturelle des organismes pathogènes (Davis, 1998).

L'efficacité du traitement dépend de plusieurs facteurs, comme la saisonnalité ou le type de ZHA. Les performances des ZHA sont conditionnées par leur surface, leur ratio longueur/largeur, la profondeur de l'eau, la charge hydraulique des eaux usées et le temps de rétention (Shutes, 2001)

Les études menées étant aujourd'hui nombreuses, les retours d'expériences permettent de mieux connaître les résultats à attendre de chaque ZHA. On sait par exemple que les ZHA à écoulement horizontal sub-surfacique permettent un très bon traitement des matières organiques, tandis que le traitement des nitrates et du phosphore est moins bon, bien que comparable à celui des filières de traitement conventionnelles lorsque celles-ci n'incluent pas

une étape spéciale de traitement de ces éléments (Cooper et *al.*, 1996; Vymazal et *al.*, 1998b, in Schulz et Peall, 2001).

#### **1.8.5- Intérêts et limites des ZHA**

Le traitement des eaux usées dans les ZHA présente des avantages d'un point de vue économique et environnemental. On peut citer une possible exploitation de la biomasse. Par exemple, certaines espèces de plantes peuvent avoir une valeur économique (Rousseau et *al.*, 2008).

De plus, la création d'un nouvel habitat écologique est un gain important d'un point de vue environnemental. Lorsque cela est prévu dès la conception, on peut envisager un rôle touristique pour la ZHA, du fait de son potentiel esthétique et de sa bonne acceptabilité sociale. Knight et *al.*, (2001) mentionnent l'intérêt éducatif (la découverte de la nature), l'exercice d'activités (les promenades à pied, le footing), les loisirs (la chasse) parmi les autres contributions positives des ZHA. Gearheart et Higley (1993) in Rousseau et *al.*, (2008) ajoutent les possibilités de repas en plein air, de repos et d'art (la photographie, la peinture) à cette liste.

- une ZHA a aussi un effet de régulation de la température et du pH.

Enfin, les ZHA peuvent être créées comme élément de contrôle des inondations. Dans les zones fortement développées, les surfaces ont été imperméabilisées, les zones humides drainées, les rivières canalisées. La capacité des systèmes aquatiques à stocker l'eau durant les crues a donc été réduite. En conséquence, la fréquence et les dommages liés aux inondations ont augmentés. Rendre de l'espace aux rivières en restaurant des zones humides constituerai un moyen de contrôle des inondations abordable et durable (Tack et *al.*, 2007).

Cependant, les ZHA présentent aussi des inconvénients :

- elles nécessitent souvent une surface de terrain supérieure aux systèmes de traitement conventionnels, ce qui, si le terrain n'est pas disponible et abordable d'un point de vue financier, peut annuler l'avantage du faible coût.
- comparées aux systèmes de traitement conventionnels, les performances sont plus limitées pour certains polluants.
- l'efficacité peut varier selon les saisons et les conditions météorologiques.
- les composants biologiques sont sensibles à la toxicité de certains polluants.

- il n'y a pas pour l'instant de modèle de conception définitif, et on ignore encore le comportement sur le long terme (Davis, 1998).

### **1.9- Les zones humides en Algérie**

Les zones humides en Algérie sont restées longtemps méconnues et, encore aujourd'hui, leurs richesses ne sont pas bien connues dans leurs détails et de ce fait, demeurent sous estimées.

Un premier inventaire des zones humides d'Algérie a été réalisé par Ledant et Van Dijk (1977), Morgan et Boy (1982) et Morgan (1982). Ces auteurs ont souligné la grande richesse biologique et écologique de tout un réseau de zones humides s'étendant du Tell aux Oasis du Sahara Septentrional.

D'après un recensement effectué en 2006, l'Algérie dispose de 1451 zones humides dont 762 sont naturelles et 689 sont artificielles (Fekir, 2010). Aujourd'hui avec les nouvelles connaissances, le nombre de zones humides dépasse le millier si l'on inclue oueds, grottes, dayas et zones côtières.

L'autorité de la Convention de Ramsar et Algérie, la direction des Forêts, a classé 50 sites sur la liste de la Convention de Ramsar des zones humides d'importance internationale (Tableau 01, voir annexe), avec une superficie de près de 3 million d'hectares, soit 50% de la surface totale estimée des zones humides en Algérie.

Le classement des sites d'importance internationale en Algérie est intervenu entre 1982 à ce jour, les derniers à être classés sur la liste sont: Garaet Timerganine, le lac Boulhilet, Marais de Bourdim et Sebkhet Ezzmoul (Oum El Bouaghi) et Vallée de l'Oued Soummam (Kabylie) (classés le 18/12/2009), 4 autres sites ont été classés récemment (06/05/2011), ce sont les sites d'Oum Lâagareb ; Lac du barrage de Boughezoul (Médéa) et l'île de Rachgoun (Ain Témouchent).

#### **1.9.1- Les principales zones humides algériennes**

Les zones humides algériennes sont assez diversifiées et se présentent sous différents types.

La partie Nord-est, l'une des plus arrosée de l'Algérie, renferme un complexe lacustre particulièrement important par sa superficie. C'est dans cette partie que se trouvent les 2

## Chapitre 1 : Aperçus sur les zones humides et les oiseaux d'eau en Algérie

grandes zones humides d'eau douce: le lac Oubeïra et le lac Tonga, inscrites depuis 1983 sur la liste de Ramsar.

La frange Nord-ouest, soumise à un régime pluviométrique moins important, se caractérise par des plans d'eau salés: Marais de la Macta dans la Wilaya de Mascara, grande sebkha d'Oran, le lac Télamine et les salins d'Arzew dans la Wilaya d'Oran.

Les hautes plaines et les plaines steppiques situées à l'intérieur des terres, sont caractérisées par une pluviométrie très faible accentuée par une sécheresse estivale très prononcée. On y rencontre principalement chotts et sebkhas. Ces lacs continentaux salés de très faible profondeur qui se sont formés au Pléistocène sous l'effet conjugué des pluies torrentielles, d'un ruissellement dans des paysages quasi-désertiques ayant entraîné la formation de vastes dépressions constituant en superficie le type de zone humide le plus important d'Algérie.

Les sebkhas, dépressions peu profondes, renfermant de l'eau salée pendant de longues périodes, ne s'asséchant généralement qu'au plus fort de l'été. Certaines d'entre elles peuvent même rester humides toute l'année. Les sebkhas se différencient en fonction de la présence et de la nature de la végétation, les principales sont: la grande sebkha d'Oran, Garaet El Tarf, Ank Djemel, Garaet El Meghsel dans la Wilaya d'Oum El Bouaghi, Bazer et El I-lamiett dans la Wilaya de Sétif.

Les chotts, sont des dépressions peu profondes dont l'inondation est irrégulière dans le temps et dans l'espace. Elles sont caractérisées par une végétation très riche composée essentiellement de salicornes. Les chotts les plus importants sont: chott El Hodna (M'sila), chott Melghir (Biskra), chott Merouane (El Oued), chott Zehrez Chergui et gherbi (Djelfa), chott Chergui (Saïda), chott Aïn Beïda et chott Lalla Fatma (Ouargla), chott El Frain et chott El Beïda (Sétif).

- Au Sahara de l'Atlas Saharien, dans la zone désertique, caractérisée par une pluviométrie très faible, existe un réseau hydrographique fossile extrêmement ramifié, représenté en surface par des lits d'Oueds et des Oasis.

- Enfin, dans les grands massifs montagneux de l'Atlas Saharien, du Hoggar et du Tassili, existent de nombreuses zones humides permanentes appelées Gueltas qui constituent, sans doute, une étape importante pour l'avifaune traversant le Sahara.

## **1.9.2- Classement des zones humides algériennes d'importance internationale au niveau mondial**

L'adhésion de l'Algérie à la Convention de Ramsar a été effective en novembre 1983 avec l'inscription de deux sites sur la liste des zones humides d'importance internationale: Le Lac Tonga et le Lac Oubeïra situés tous deux dans le complexe des zones humides d'El Kala (wilaya d'El Tarf). Des avenants à la Convention initiale ont été adoptés à Paris en 1982 et à Regina en 1987.

L'Algérie a ratifié la Convention de Ramsar en 1982, alors que la DGF assure le point focal.

La liste des zones humides d'importance internationale contenait en début 2009, 1828 sites (dont 931 en Europe, soit 51% du total en nombre et 14% de la surface totale), représentant une superficie de plus de 1.6 million de Km<sup>2</sup>, alors qu'en 2000, il n'y en avait que 1021 sites.

Actuellement, les zones humides d'importance internationale sont au nombre de 1951 sites avec une superficie totale estimée à 190 266 733 hectares (Ramsar, 2011).

L'Algérie se classe au 7<sup>ème</sup> rang mondial avec 50 sites classés d'importance internationale. Du point de vue superficie, elle est classée au 14<sup>ème</sup> rang avec près de 3 million d'hectares.

## **2-Oiseaux d'eau**

### **2.1- Définition des oiseaux d'eau**

La Convention Ramsar définit les oiseaux d'eau comme étant «des oiseaux dont l'existence dépend écologiquement des zones humides».

Selon l'O.N.O (1988), ce sont des espèces qui vivent uniquement dans les zones humides (continentales ou maritimes) et qui sont pour la plupart de grandes migratrices. On utilise également le terme de l'avifaune aquatique pour les oiseaux d'eau.

Le terme « oiseau d'eau » inclut l'ensemble des familles taxonomiques dont les membres sont principalement des oiseaux qui dépendent des zones humides, pendant au moins une partie de leur cycle de vie.

## **2.2 - Aperçu sur les oiseaux d'eau d'Algérie**

Selon Bellatreche (2007), 240 espèces d'oiseaux peuvent être observées dans ou autour des zones humides en Algérie. Parmi lesquelles, 125 espèces sont des oiseaux d'eau qui ont des liens forts à très forts avec les zones humides, car elles vivent dans ou autour des zones humides et dépendent de ces habitats à certaines périodes de leur cycle biologique.

Parmi ces 125 espèces de l'avifaune aquatique on distingue deux principales catégories :

-Les espèces d'oiseaux d'eau au sens propre (ou stricte) du terme, c'est-à-dire qui dépendent totalement des zones humides, elles sont représentées par 109 espèces.

-Les espèces d'oiseaux d'eau au sens large du terme, c'est-à-dire qui ne dépendent pas totalement des zones humides, bien qu'elles les utilisent presque toutes durant la période de nidification ou comme des zones de nourrissage, elles sont représentées par 16 espèces.

Les principaux groupes d'oiseaux d'eau au sens propre du terme (109 espèces) sont :

- Les Anatidés : 19 espèces ;
- Les Rallidés : 08 espèces ;
- Les Grèbes : 03 espèces ;
- Les grands Échassiers : 33 espèces ;
- Les petits Échassiers et / ou Limicoles : 34 espèces ;
- Les oiseaux marins : 12 espèces.

## **2.3 - Migration des oiseaux d'eau**

En général, le cycle biologique annuel des oiseaux d'eau connaît cinq grands événements: la migration d'automne, la migration de printemps, l'hivernage, la reproduction et la mue (Filter et Roux, 1982).

Parmi les caractéristiques biologiques des oiseaux la plus spectaculaire, est la migration, véritable stratégie adaptative qui conduit les oiseaux à chercher plus loin des zones d'accueil et de stationnement plus favorables sur le plan climatique et alimentaire.

La migration est un mouvement saisonnier et régulier de certains oiseaux qui se déplacent entre une aire de reproduction et une aire d'hivernage. A la fin de l'été, les oiseaux mettent le cap sur des régions où l'hiver est plus doux, puis reviennent au printemps pour la reproduction.

(Blondel (1969) in Lamotte et Bourliere, 1969; Bibby et *al.*, 1998) définirent la migration par un déplacement en automne de certaines de millions d'oiseaux à partir de leur région où ils sont nés pour aller hiverner sous les tropiques, et qui au printemps reviennent se reproduire dans leur patrie. Dorst (1956) la définit comme étant un déplacement régulier, périodique et comportant un retour au point de départ.

Les migrateurs ont un cycle annuel biologique qui dirige et règle les principales étapes de leur vie, à savoir: la reproduction, la mue et la migration. Les dates d'arrivée et de départ ne varient guère, pour les migrateurs au long cours, d'une année à l'autre. Elles sont innées, tout comme la direction de vol et la distance approximative à parcourir (horloge interne).

Durant les migrations, les oiseaux exécutent chaque année deux mouvements obligatoires qui s'effectuent au rythme d'un aller et retour (Jarry, 1988). La migration prénuptiale appelée le « Remont » se déroule au printemps du Sud vers le Nord. La migration postnuptiale appelée la « Descente » s'effectue en fin d'été-automne, du Nord vers le Sud.

Le flux de migration est dirigé selon un axe Nord-est et Sud-ouest (Dorst, 1950; Filter et Roux, 1982). La connaissance des migrations répond à nombres de questions que se posent les gestionnaires, l'observation de ce phénomène à caractère saisonnier impose de connaître l'origine des oiseaux, leurs localisations aux différentes périodes de l'année, les trajets qu'ils suivent au cours de leurs déplacements, leurs lieux d'étape et leurs destinations finales (AEWA, 2004).

L'observation des migrations est une étude de longue haleine. Beaucoup de méthodes se sont développées, faisant une large place au baguage, et promettant un avenir chargé aux satellites. Les voies de migration des oiseaux sont le lieu de périples incessants dont on n'a pas percé tous les mystères. Les observations ont permis d'identifier les itinéraires les plus fréquemment et massivement empruntés par les différentes espèces d'oiseaux (AEWA, 2004).

### **2.3.1 - La migration en Afrique du Nord**

Selon Chalabi (1990), les zones d'accueil et de stationnement les plus favorables sur le plan climatique, sont celles qui se situent loin de la région de reproduction au Sud du parallèle dans les parties Sahariennes (Mauritanie, Sénégal, Mali et Tchad) et en Afrique du Nord.

L'Afrique du Nord prend place comme étant un gué qui permet aux oiseaux de trouver un refuge en automne après la traversée de la Méditerranée et celui du printemps après le

passage à travers le désert. L'Europe et l'Asie déversent sur l'Afrique du Nord une pluralité de races géographiques qui viennent se superposer au cours des migrations aux races proprement africaines. Leurs époques de passages respectifs peuvent coïncider ou se succéder, dans ce dernier cas, la durée de passage se poursuit pendant des mois à tel point que pour une même espèce, les migrateurs postnuptiaux les plus attardés peuvent croiser les pré-nuptiaux les plus précoces.

### **2.3.2 - La migration en Algérie**

L'Algérie est placée dans le système des migrations à l'intérieur de la zone paléarctique et dans celui des migrations trans-sahariennes entre l'Eurasie et l'Afrique tropicale. En effet, l'Algérie occupe une position charnière dans ce système de migration car elle se situe sur les deux principales voies de migration (Flyway) de l'Est Atlantique.

Ainsi la région de l'Oranie se trouve sur la voie Ouest qui passe par le détroit de Gibraltar et la cote Atlantique, d'autre part les zones humides du Constantinois et du Nord-est avec son complexe lacustre d'El Kala se trouvent sur la voie passant par la Sicile et le Cap Bon.

Selon Isenmann et Moali (2000), environ 68 espèces de non passeriformes et 41 passeriformes traversent régulièrement l'Algérie, soit à l'allée ou encore au retour.

Moreau (1965) précise le passage du Canard souchet, Canard chipeau, Sarcelle d'été, Sarcelle d'hiver, Fuligule milouin, Fuligule morillon et le Fuligule nyroca au niveau du Sahara. En revanche, Lafferere (1968) note le passage de la Sarcelle d'été et du Canard chipeau en migration post-nuptiale au niveau du Tassili des Ajjers.

### **2.4 - La période de reproduction**

La définition la plus large comprend: « les phases de cantonnement et de formation des couples, de construction du nid, de ponte, d'incubation, d'éclosion, d'élevage et d'envol des jeunes. Pour certaines espèces, il faut encore ajouter après l'envol une période plus ou moins longue de dépendance des jeunes envers leurs parents ».

Une définition plus opérationnelle proposée par Cramp et Simmons (1977): « la saison de reproduction est la période durant laquelle une espèce pond, couve et élève ses jeunes jusqu'à l'envol ». La première période des pontes s'étend en principe de mars à mai. Dans les régions plus arides ou franchement désertiques de l'Algérie, la reproduction est beaucoup plus irrégulière et imprévisible. Ce sont alors les pluies qui y rythment la reproduction et son

succès (Isenmann et Moali, 2000). On trouvera dans l'ouvrage de Tamisier et Dehorter (1999) d'intéressants développements sur la formation des couples d'Anatidés et des Foulques, la stratégie d'hivernage, et leurs liens avec la réussite de la reproduction (Lefeuvre, 1999).

## **2.5- Principaux organismes de la protection des zones humides et des oiseaux d'eau**

Ce sont des organismes gouvernementaux et non gouvernementaux qui stimulent et coordonnent au niveau mondial les études et les recherches sur la connaissance, la gestion et la conservation des zones humides et des populations d'oiseaux d'eau. Parmi ces organismes:

- **Le programme de l'Union Mondiale pour la nature (UICN) :** L'Union Mondiale pour la Nature est la principale ONG mondiale, consacrée à la cause de la conservation de la Nature. La mission de l'UICN est d'influencer, d'encourager et d'assister les sociétés dans le monde entier, dans la conservation de la diversité de la nature, ainsi que de s'assurer que l'utilisation de ces ressources naturelles est faite de façon équitable et durable (UICN, 2007).

### **- Wetlands International:**

C'est la principale organisation mondiale pour la conservation des zones humides, avec 40 ans d'expériences dans la conservation et l'utilisation durable des zones humides dans le monde entier. Wetland international met en place des partenariats entre les gouvernements, les ONG et les donateurs, pour pouvoir fournir des informations, utiliser des compétences et dégager des fonds, afin de traiter sur le terrain les problèmes prioritaires de la conservation des zones humides.

Le travail principal du Wetland international est de coordonner et organiser à l'échelle internationale les dénombrements hivernaux de la mi-janvier de chaque année. Cet organisme centralise et analyse les données, en vue d'une meilleure connaissance des effectifs des espèces d'oiseaux d'eau, et des différentes populations régionales, du contrôle de l'état des zones humides inscrites sur la liste Ramsar.

### **- MedWet (Mediterranean Wetlands), zones humides méditerranéennes :**

MedWet est une initiative conjointe à long terme, pour la conservation des zones humides méditerranéennes sous l'égide de la convention de Ramsar, financée par la commission Européenne. Sa mission est de contribuer à la conservation et à l'utilisation rationnelle des ressources de ces zones.

L'unité de coordination de MedWet est hébergée à Athènes en Grèce. L'une des méthodologies considérées dans le cadre du projet MedWet, concerne l'inventaire des zones humides méditerranéennes.

**- La convention de Ramsar :**

La convention relative aux zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitat des oiseaux d'eau, également appelée convention sur les zones humides ou convention de Ramsar, du nom de la ville d'Iran où elle fut adoptée en 1971, est entrée en vigueur en 1975.

Ainsi, chaque année le 2 février, la communauté internationale célèbre la journée mondiale des zones humides, pour commémorer la signature de la convention sur les zones humides (2 février 1971).

Ramsar est le seul traité sur l'environnement de portée mondiale, qui soit consacrée à un écosystème particulier. C'est un traité intergouvernemental, qui a pour mission de favoriser la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides, par des mesures prises au plan national et par la coopération internationale, comme moyens de parvenir au développement durable dans le monde entier.

Le choix des zones humides à inscrire sur la liste Ramsar, doit être fondé sur leur importance internationale au point de vue écologique, botanique, zoologique, limnologique ou hydrologique. C'est pour dire que des critères précis sont définis et adoptés dans le cadre de la convention de Ramsar.

**3- Protection et gestion des zones humides et des oiseaux d'eau**

La conservation des oiseaux d'eau dépend de façon quasi exclusive de la conservation de leurs habitats divers, et en particulier des zones humides (Annonyme, 2006 b).

La gestion des populations d'oiseaux d'eau nécessite la connaissance de leurs biologies, écologie, effectif, répartition au cours du cycle annuelle, démographie et de leurs exigences fondamentales dans les différents milieux fréquentés. A cet effet, il faut également étudier :

- le rôle fonctionnel et l'importance des habitats modifiés, pour l'avifaune et leur impact global sur l'évolution des peuplements.

## Chapitre 1 : Aperçus sur les zones humides et les oiseaux d'eau en Algérie

- l'impact de la prédation, notamment par les espèces introduites envahissantes (OMPO, 2002).

- Un suivi de la reproduction et une disposition des méthodes et des instruments d'évaluation fiables, de toutes les sources de dérangement, susceptibles d'affecter le déroulement et le succès de la reproduction, ainsi que la promotion des actions en faveur de la réduction de ces dérangements.

- L'interdiction de l'introduction intentionnelle dans l'environnement d'espèces non indigènes d'oiseaux d'eau.

- L'interdiction des perturbations intentionnelles, la détention, l'utilisation et le commerce des oiseaux et de leurs œufs.

- Le recensement et l'évaluation des pratiques culturelles des populations locales, et leurs impacts sur les populations d'oiseaux et les habitats qu'elles fréquentent.

- La mise en place des plans d'action par espèce, pour l'identification et la prise en main des situations urgentes (OMPO, 2002).

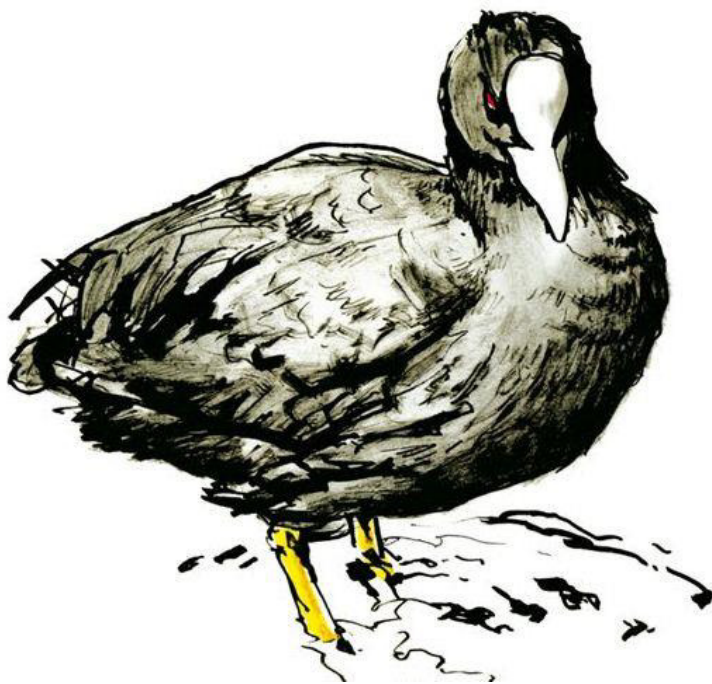
- L'amélioration de l'accès à l'information sur les espèces et les sites à l'échelle des voies migratoires, pour aider à la gestion et à la conservation de zones humides d'importance critique pour les oiseaux d'eau.

- La sensibilisation des autorités centrales et locales, du grand public et particulièrement des enfants sur les valeurs et fonctions des zones humides, et la nécessité de les protéger durablement et limiter la pression anthropique (drainage, chasse...etc.) sur ces dernières.

- Le Transfert aux compétences locales de connaissances et de capacités techniques.

# *Chapitre 2*

## *Première partie : Biologie de la Foulque macroule*



*Foulque  
Macroule*

## **1 – La famille des Rallidés**

Oiseaux de faible taille, les Rallidés ont tous (hormis les Foulques) le corps comprimé latéralement pour mieux se déplacer dans la végétation. Leurs pattes sont assez hautes pour leur permettre d'avancer dans l'eau peu profonde et leurs doigts spécialement longs pour marcher sur des sols mous ou des plantes aquatiques. Tous les Rallidés (Foulques, poules d'eau, les râles et les marouettes...etc.) sont capables de nager (Benlaharche, 2014).

Leur plumage est souvent de couleur neutre ou mimétique. Leurs ailes sont petites et arrondies, leur queue est courte et ont un odorat bien développé. Chez toutes les espèces, le poussin a une petite griffe, vestige archaïque, située au pouce du moignon de chaque aile encore nue, et avec laquelle il s'accroche à la végétation et se hisse hors de l'eau (Benlaharche, 2014).

Les Rallidés sont présents dans le monde entier, à l'exception des régions polaires, et ont conquis les îles les plus éloignées où, en l'absence d'ennemis naturels, de nombreuses espèces sont devenues sédentaires, puis aptères. Ils forment une famille relativement homogène, qui possède dans l'ensemble les caractères décrits pour la poule d'eau, avec des adaptations plus ou moins terrestres ou aquatiques (Benlaharche, 2014).

La Foulque appartient à la famille des Rallidés qui est une famille cosmopolite qui comporte 142 espèces de râles, gallinules et Foulques (Whitfield et Walker, 1998 in Samraoui Chenafi, 2005). Passant la majeure partie de leur temps dans l'eau, les Foulques possèdent un corps arrondi qui facilite leur flottabilité; des membranes bordent les doigts et confèrent aux pattes un rôle de palmes (Benlaharche, 2014). Son cadre de vie est les étendues d'eaux douces, riches en végétation. La Foulque se reproduit dans tout le continent Eurasiatique, de la Laponie et la Sibérie au Nord, jusqu'à l'Afrique du Nord, le Golfe persique et l'Inde au Sud. La Foulque niche surtout sur des étangs et lacs disposant de larges surfaces d'eau libre bordées de végétation aquatique. Les plantes immergées représentent la plus grande part de son alimentation, mais la Foulque se nourrit aussi volontiers d'herbe sur les prairies bordant les plans d'eau. Des proies animales variées sont également consommées: mollusques, larves, insectes...etc. (Benlaharche, 2014).

En hiver, les Foulques se rassemblent en troupes parfois considérables sur les grands étangs, les lacs, les lagunes et le cours de fleuves et de rivières à faible courant (Benlaharche, 2014). En France, La Foulque est un nicheur répandu dans tous les milieux favorables.

Plusieurs dizaines de milliers de couples se reproduisent chaque année dans ce pays, principalement au Nord d'une ligne reliant Bordeaux à Lyon. Beaucoup de ces oiseaux restent en France en hiver et sont rejoints par de nombreuses Foulques d'Europe du Nord-ouest. D'autres passent l'hiver en Espagne et en Afrique du Nord. La migration se produit surtout de septembre à novembre et le retour sur les sites de reproduction a lieu de février à avril. Les parents Foulques construisent un nid avec des algues et des branchages, à proximité du bord des rivières ou carrément sur les rebords des bateaux. Tandis que la femelle couve ses trois ou quatre œufs, le mâle continue inlassablement de consolider le nid, qui est souvent flottant, et parfois en construit un de rechange, si nécessaire.

La Foulque compte parmi les espèces les mieux suivies en hiver, de même que la Foulque macroule font également l'objet d'une synthèse des données de comptages (Deceuninck et Maillet, 2013).

Il existe onze espèces de Foulques (Bérnar, 2000), mais les espèces les plus connues sont:

### **1.1- Foulque d'Amérique (*Fulica americana*)**

Est un oiseau de la grosseur d'une poule, d'une longueur de 32 à 41 cm. Son envergure varie de 58 à 71 cm. Son poids moyen est de 550 g pour les femelles et 750 g pour les mâles, mais en hiver, son poids moyen peut atteindre 900 g. Les mâles et les femelles sont très ressemblants et ne présentent pas de dimorphisme sexuel. Il existe trois sous-espèces:

- *Fulica americana americana* Gmelin, 1789 du nord des États-Unis (du Sud-ouest de l'Alaska jusqu'à la Nouvelle-Écosse à l'Est et aux Caraïbes au Sud);
- *Fulica americana columbiana* Chapman, 1914 de la Colombie au Nord de l'Équateur;
- *Fulica americana peruviana* Morrison, 1939 au Pérou, en Bolivie et au Chili.

La Foulque d'Amérique a le corps gris ardoise. Les plumes sous-caudales extérieures sont blanches, alors que les intérieures sont noires. En vol, on peut distinguer une fine ligne blanche bordant une partie de l'aile, de l'aisselle à l'articulation. La tête et le cou sont noirs, plus sombres que le corps, avec une plaque frontale blanche présentant sur son extrémité supérieure une petite tache brun-rouge, seulement visible de près. Le bec est blanchâtre avec une bande un peu plus sombre (brun-rouge) près de l'extrémité, ce qui distingue cette espèce de la Foulque macroule et de la Foulque à crête. Les pattes sont gris verdâtre chez les jeunes,

jaunes ou orangées chez les adultes. Elles sont puissantes, avec de longs doigts pourvus de lobes, ce qui fait des Foulques de très bonnes nageuses.

La Foulque américaine, qui possède des ailes relativement courtes, et arrondies, a des difficultés à décoller. Elle doit prendre une longue course d'élan en pédalant sur l'eau (elle ne peut pas décoller depuis la terre ferme), battant vigoureusement des ailes, avant de pouvoir s'envoler. Une fois en l'air, elle vole aussi bien que n'importe quel autre rallidé.

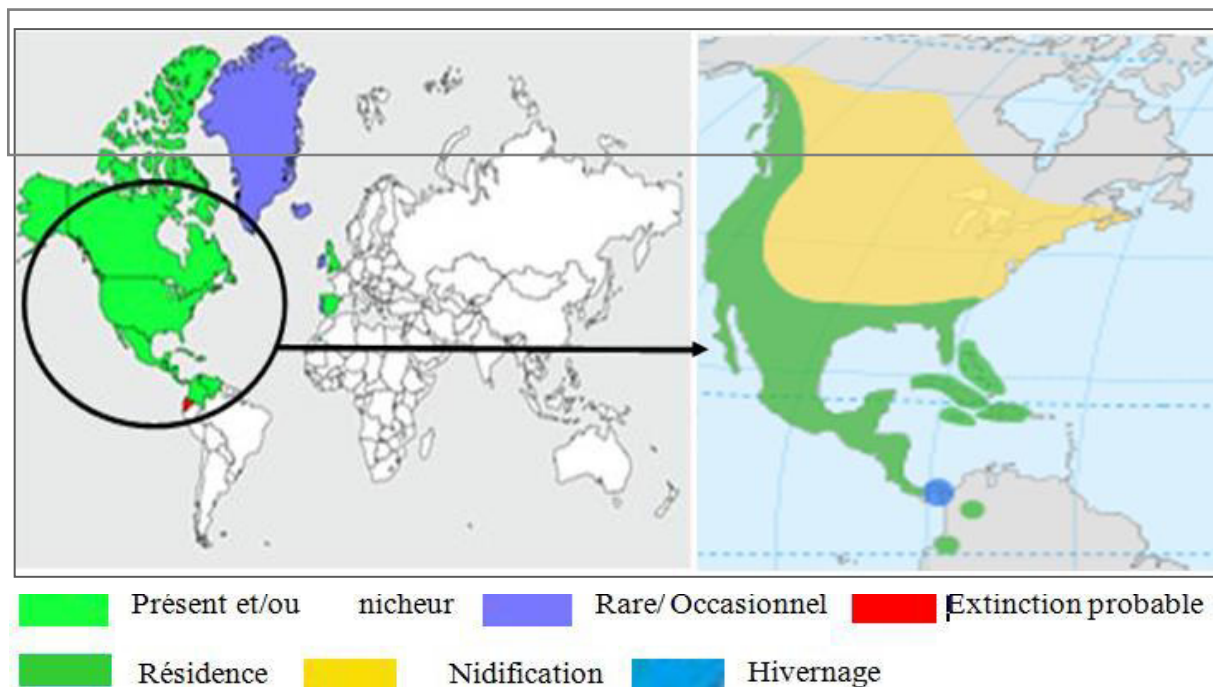
Quand elle nage ou marche, la tête de cette Foulque fait généralement des mouvements d'avant en arrière.

L'espèce se rencontre dans les lacs et d'étangs bordés de roseaux, les marais ouverts, les rivières et baies. Elle s'alimente principalement par la végétation aquatique, les plantes submergées et des algues (*Chara*, *Potamogeton*, *Lemna*, ... etc.). Elle consomme aussi de petits poissons, des têtards, des invertébrés aquatiques ou terrestres (*arthropodes*, *annélides* et *mollusques*), des baies, elle peut même s'attaquer aux œufs d'autres espèces d'oiseaux aquatiques.

En Amérique du Nord, elle est considérée comme une espèce abondante et principalement migrateurs. La Foulque d'Amérique est un oiseau grégaire et bruyant. C'est le seul membre de cette famille à vivre en groupes. Mais cet oiseau devient très territorial pendant la saison de nidification. Il devient alors agressif, mâles et femelles attaquant à coup de patte tout intrus afin de défendre leur petit territoire. Cet oiseau commence à se reproduire à environ 1 an, les femelles pondent un grand nombre d'œufs (6 à 12) de couleur rosée, tachés de brun. Il arrive que les femelles pondent certains de leurs œufs dans le nid d'un couple voisin. Les petits, qui ne pèsent à la naissance qu'une vingtaine de grammes, sont capables de nager très rapidement après l'éclosion et suivent leurs parents pour leur premier repas. Ils sont assez semblables à l'adulte, mais leur plumage est plus clair, avec un duvet à l'extrémité orangée sur le cou et le haut du dos, le sommet de la tête dénudé et rouge, le bec rougeâtre au bout blanc et les pattes gris vert. Les deux parents s'occupent de la nutrition et de l'éducation des petits, se répartissant souvent les poussins entre eux. Après un mois, les poussins peuvent plonger et se nourrir seuls.

Sa répartition englobe les Etats-Unis d'Amérique, Canada, Mexique, Alaska (Etats-Unis), Groenland (Danemark), Venezuela, Colombie, Islande, Irlande et l'Espagne. En été, la Foulque d'Amérique se trouve dans le Nord des Etats Unis (New York et Massachusetts) et au Sud du Canada. En hiver, on la trouve dans la partie Sud des Etats-Unis, depuis la

Californie jusqu'en Floride. On a pu observer quelques oiseaux aussi loin que l'Alaska ou l'Amérique du Sud (Fig.03).



**Figure 03** : Répartition de la Foulque d'Amérique (oideaux.net, 2018).

### 1.2- Foulque géante (*Fulica gigantea*)

Est l'une des plus grandes espèces de cette famille, l'adulte ne vole pas en raison de sa taille (longueur : 48-59 cm, Poids : 2000-2500 gr). Cette espèce est très territoriale et pendant la saison de reproduction qui peut durer toute l'année, des compétitions et des disputes agressives pour les matériaux de nidification sont fréquentes. Elle se trouve généralement à haute altitude, et peut être observée jusqu'à 6500 mètres. Elle fréquente les lacs de montagne et s'y reproduit. La population semble stable actuellement et l'espèce n'est pas menacée pour le moment.

La Foulque géante adulte a un plumage ardoisé sombre avec la tête et le cou plus noirs. On peut voir un peu de blanc sur les couvertures sous-caudales externes. Le corps est lourd mais la tête est relativement petite avec un front très concave. Le bec et la plaque frontale sont colorés de rouge, blanc et jaune. Le bec lui-même est plutôt rouge à la base de la mandibule inférieure, et rouge noirâtre avec une extrémité blanchâtre très réduite. L'arête du bec est blanche, tandis que les côtés et la plaque frontale sont jaunes. On note la

présence de deux bosses emplumés bien évidentes au-dessus de la plaque. Les yeux sont d'un rouge profond. Les pattes et les doigts robustes sont rouge sombre.

Mâle et femelle sont identiques. Le juvénile est gris foncé avec la partie antérieure du cou et les côtés de la tête blancs. Les parties nues sont sombres. L'immatrice est plus terne que les adultes dans l'ensemble, avec la poitrine et l'abdomen plutôt gris foncé. Le bec, les pattes et les doigts sont également plus ternes, généralement rouge grisâtre pâle. L'immatrice, moins lourde que les adultes, vole aisément.

La Foulque géante se trouve dans l'Altiplano, la partie la plus large des Andes où elle fréquente les étangs et les lacs de montagne. Elle nidifie dans des nids énormes posés sur le fond de l'eau, et a donc besoin d'étendues d'eau peu profonde avec de la végétation aquatique pour le construire et se nourrir. La Foulque géante a un régime végétarien. Elle se nourrit surtout de végétation aquatique et broute l'herbe sur les rives. Elle se nourrit principalement dans l'eau où elle balaie la surface avec le bec, saisissant des herbes au passage. Il lui arrive quelquefois de plonger, ou de basculer vers l'avant comme les canards.

Mâle et femelle défendent vigoureusement le territoire qui entoure le nid. Cette zone s'étend depuis le site du nid jusqu'à la rive, et comprend souvent en plus une petite zone d'eau découverte vers le centre du lac.

La Foulque géante est monogame et territoriale toute l'année. Elle peut devenir très agressive envers les intrus, y compris les autres Foulques. La Foulque géante peut se reproduire toute l'année dans les Andes, et construit un nid énorme et permanent. La femelle dépose 3-7, souvent 5 grands œufs et les deux adultes partagent l'incubation qui pourrait durer environ 25 jours. A la naissance, les poussins ont du duvet noir mais les parties inférieures sont plus brunes. La petite plaque de peau nue et rose typique des Rallidés est bien visible sur la calotte. Le bec est rose avec l'extrémité jaune et la base rouge sombre. Ils sont nourris par les parents pendant deux mois.

La Foulque géante ne migre pas. Les adultes restent toute leur vie sur leur territoire. Lorsque les lacs de montagne gèlent, ils se rassemblent en petits groupes autour des sources volcaniques éparpillées à travers la région. Là, ils trouvent des mares non gelées et suffisamment de nourriture jusqu'au prochain printemps. Ils marchent aussi vers des lacs plus grands et libres de glace. Ils peuvent quelquefois se déplacer vers des zones moins élevées.

La Foulque géante a une aire de répartition relativement peu étendue, elle vit dans le Sud du Pérou et l'Ouest de la Bolivie jusqu'au Nord-est du Chili et l'extrême Nord-ouest de l'Argentine (Catamarca).

### **1.3- Foulque caronculée (*Fulica cristata*)**

Ressemble à la Foulque macroule. La seule différence se trouve sur la tête où deux protubérances rouge foncé couronnent la plaque frontale blanc bleuté, mais la plupart du temps, ces protubérances sont indistinctes et sont réduites à l'état de tache rouge sombre. La Foulque caronculée est plus grande, et n'a pas de blanc au bout des secondaires, état que l'on peut voir en vol chez la Foulque macroule. La longueur du corps atteint 42 cm. Le poids varie de 455 à 910 g. L'envergure est de 75 à 85 cm. son plumage sombre est plus uniforme. Les pattes et les doigts sont gris bleu et non verdâtres, avec des lobes sur les longs doigts, le tibia présente un anneau jaunâtre. La tête est anguleuse et le cou étroit en vol le fait paraître plus long que celui de la Foulque macroule. Les yeux sont rouge foncé. Le bec est puissant et blanc bleuté. La plaque frontale est de forme plus rectangulaire contrairement à celle de la Foulque macroule qui est plus arrondie. L'iris est rouge. Les deux sexes sont semblables. De profil le dos est relativement plat et l'arrière légèrement surélève. En hiver, les protubérances sont très réduites, laissant la place à une petite tache rouge foncé. Les juvéniles n'ont pas de protubérances, ils sont blanc grisâtre sur les cotes de la tête, sur la partie avant du cou et sur la poitrine. Le poussin est couvert de duvet noir sauf sur la tête qui est colorée de rouge orange.

La Foulque caronculée passe la majorité de son temps à nager en eaux découvertes. Elle se nourrit à la surface de l'eau, ou en plongeant. Elle broute aussi sur les rives, et court sur l'eau pour s'éloigner des intrus. Elle peut aussi rester debout sur le bord pour se lisser les plumes.

Le nid de la Foulque caronculée est construit par les deux adultes, avec des laïches et des feuilles sèches. C'est une plateforme flottante en eau semi-profonde, et située dans une zone de plantes aquatiques. La femelle dépose 4 à 6 œufs gris sable, mouchetés de noir ou de rouge foncé. L'incubation dure environ 20 à 22 jours, assurée par le couple. Les jeunes sont nidifuges et quittent le nid 24 heures après la naissance. Ils nagent près de leurs parents qui les nourrissent pendant un mois.

La Foulque caronculée affectionne les eaux douces, peu profondes et à végétation dense. On la trouve dans des lacs ou des étangs entourés de végétation. En hiver elle préfère les pièces d'eau ouvertes.

La Foulque caronculée se nourrit principalement de tiges et de racines de plantes aquatiques. Elle ne dédaigne pas, non plus, les semences, les graines et les petits invertébrés aquatiques. La Foulque caronculée vit dans l'Est et le Sud de l'Afrique, et à Madagascar. Quelques populations très localisées vivent au Sud de l'Espagne et au Maroc.

#### 1.4- Foulque à jarretières (*Fulica armillata*)

C'est un oiseau aquatique de 35 cm qui appartient à la famille des Rallidae. Sa tête et son cou sont noirs. Son bec est jaune, séparé de l'écusson également jaune par une tache rouge. Le reste de son plumage est noirâtre, un peu plus clair sur la partie ventrale. La plume des ailes et le bord externe des couvertures primaires est blanc. Le dessous de sa queue est légèrement marqué de blanc. Ses pattes, jaune verdâtre, sont ornées de taches rouges, les "jarretières", au niveau de l'articulation supérieure. Ses pattes ne sont pas palmées, comme celles des canards ou des oies mais ses doigts sont lobés. Il n'y a pas de distinction visible entre le mâle et la femelle. Le plumage des jeunes est brun avec la partie ventrale tachetée de blanc.

La Foulque à jarretières vit en groupes dans les milieux aquatiques, lagunes, marais, cours d'eau, souvent en compagnie d'autres espèces comme la Foulque leucoptère ou la Foulque à front rouge. C'est un excellent nageur et plongeur. Lorsqu'elle nage, c'est tranquillement, avec un balancement de la tête d'avant en arrière. En cas de danger, des battements d'ailes rapides lui permettent littéralement de courir sur l'eau pour se réfugier dans la végétation plus dense. La Foulque à jarretière s'alimente de végétation aquatique et notamment des bourgeons des plantes. Elle construit un grand nid fait de joncs en bordure de l'eau, dans la végétation. La femelle y dépose entre 4 et 7 œufs marron clair tachetés de rougeâtre et de noirâtre. Les petits sont capables de nager quelques heures après la naissance et ils quittent le nid. Ils sont ensuite alimentés par les deux parents. Cette espèce ne paraît pas présenter actuellement de danger pour sa conservation. On trouve la Foulque à jarretière en Amérique du Sud, au Brésil, au Paraguay, en Uruguay et au Chili et dans toute l'Argentine, sauf dans la zone de la Puna (Centre et Nord des Andes).

### 1.5- Foulque d'Hawaï (*Fulica alai*)

Également connu sous le nom de «Kalea kea» en hawaïen, est un oiseau endémique d'Hawaï. Elle a une longueur de 33 à 40,6 cm et un poids d'environ 700 g. Il est semblable à la Foulque américaine mais plus petit. Son plumage est noir et possède une plaque frontale blanche arrondi plus gros et plus bulbeux au-dessus du bec. Le bec et la plaque frontale sont blancs avec une petite tache brun-rouge. La Foulque d'Hawaï a de grands pieds avec des orteils lobés.

Ses habitats naturels sont les lacs d'eau douce, les marais d'eau douce, les lagunes salines côtières et les zones de stockage de l'eau (les réservoirs artificiels). Les Foulques hawaïennes utilisent souvent des zones humides plus ouvertes avec des eaux plus profondes.

La Foulque d'Hawaï se nourrit à la surface de l'eau, en plongeant et dans le bord. Les aliments consommés comprennent les algues, les feuilles et les graines d'une variété de plantes aquatiques, divers invertébrés y compris les escargots, les crustacés, les insectes et leurs larves, les têtards et les petits poissons (USFWS, 2011). Ils se nourrissent habituellement dans l'eau à moins de 30 cm de profondeur, mais peuvent plonger sous la surface jusqu'à environ 120 cm.

La saison de nidification se situe principalement à la fin de l'hiver et au printemps, mais elle peut varier selon les niveaux d'eau (Shallenberger, 1977; Byrd et *al.*, 1985 ; Engilis et Pratt, 1993). Le nid est une plate-forme construite de végétation aquatique et peut flotter dans l'eau libre, fixée à la végétation émergente, ou dans les touffes de végétation sur le littoral. La taille de la couvée est en moyenne de 5 œufs mais varie de 3 à 10. Les œufs éclosent après 25 jours et les poussins peuvent nager et se nourrir dès que leur plume a séché (Shallenberger, 1977; Byrd et al 1985; Brisbin et *al.*, 2002).

On trouve actuellement la Foulque d'Hawaï sur toutes les plus grandes îles hawaïennes, à l'exception de Kaho'olawe, mais la reproduction est limitée à relativement peu de sites (USFWS 2011). Elle se rencontre principalement dans les zones humides des plaines côtières à une altitude inférieure à 400 mètres. Sur Kaua'i, on trouve la Foulque d'Hawaï dans de nombreux endroits (USFWS, 2011), mais les plus fortes concentrations se trouvent au Refuge national de faune sauvage de Hanalei, au golf de Kaua'i Lagoons, au réservoir Waitā et aux zones humides fragmentées de la plaine Mānā. Sur l'île de Hawaï, elle se trouve principalement dans les étangs d'Aimakapā et d'Ōpae'ula et dans les étangs de traitement des

eaux usées de Kona sur la côte de Kona, et dans les étangs de Waiākea et de Loko Waka à Hilo.

### 1.6- Foulque ardoisée (*Fulica ardesiaca*)

C'est un oiseau puissant mesure de 40 à 43 cm, elle possède une plaque frontale arrondi et large. Elle présente un iris rouge à jaune rougeâtre et son plumage est principalement de couleur ardoise claire dont la tête et le cou sont noires. Dans ses plumes secondaires, elle a généralement des pointes blanches. Les deux sexes sont similaires. Au moins deux morphes ont été identifiés pour cette espèce, l'un avec un bouclier frontal rouge, des pattes et des doigts jaunes et un bec jaune qui devient plus pâle et presque vert près de la pointe. L'autre morphe possède un bouclier frontal blanc ou orange avec une pointe blanche, des pattes et des doigts gris ardoise. Les jeunes sont gris foncé avec des parties inférieures plus pâles et principalement le visage blanc. Son iris est brun foncé et ses pattes et son bec sont cornes foncées. Il existe deux sous-espèces (*Fulica ardesiaca atrura* et *Fulica ardesiaca ardesiaca*) qui diffèrent par la coloration :

- *Fulica ardesiaca atrura* (Fjeldsa, 1983): Andes du Sud de la Colombie et de l'Équateur et du Pérou côtier.

- *Fulica ardesiaca ardesiaca* (Tschudi, 1843) : Andes de l'intérieur du Pérou, le Centre et le Nord-ouest de la Bolivie, le Nord de Chili et le Nord-ouest de l'Argentine.

La Foulque ardoisée vit dans les étangs, les lacs, les rivières et les marais, mais on la trouve principalement dans de grands lacs entourés de hautes herbes où il y a une bonne couverture végétale submergée et flottante. Elle est généralement grégaire et on la trouve parfois dans les bandes de fourrage avec d'autres espèces de sauvagine.

La Foulque ardoisée se nourrit principalement de végétation aquatique comme certaines espèces des genres *Chara*, *Myriophyllum* et *Elodea*. Elle cherche de la nourriture en marchant sur la végétation flottante et en plongeant jusqu'à 5m de profondeur. Elle est souvent alimentée dans des zones en eau peu profonde.

En Colombie, des individus en état de reproduction ont été enregistrés au mois de février. C'est une espèce monogame qui niche entre les hautes herbes ou la végétation flottante. La taille de la ponte est de 4 ou 5 œufs.

Cette espèce est présente dans le Sud de la Colombie et dans les Andes au Nord du Chili et au Nord-ouest de l'Argentine. En Colombie, elles se situent entre 2200 et 3600 mètres

d'altitude à l'Est et à l'Ouest du département de Nariño et à l'Ouest du département de Putumayo. À Nariño, elle a été enregistrée dans la lagune de La Cocha, dans le marais Sibundoy et dans la région de Cumbal.

À l'Est de l'Algérie, il n'existe qu'une seule espèce qui est la Foulque macroule (*Fulica atra*).

## 2- La Foulque macroule

Le nom de la Foulque *Fulica* a pour origine *phalaris* du grec et *Fulica* du latin qui signifie oiseau de mer. Le terme *Folaga*, et l'espagnol *Focha* signifie plonger en allant au fond (cabar et Chauvet, 2003; Desfayes, 2000). Selon Colomina (2009) la Foulque vient du provençal *Folca*, et *atra* sombre ou noir (Dejonghe, 1983). Foulque macroule ou Foulque morelle veut dire la grande Foulque (De Seves, 1817).

La Foulque macroule, est un nom de même origine que la macroule (oiseau marin) qui veut dire diable de mer. C'est un animal plus grand que la Poule d'eau. Elle est l'espèce la plus nombreuse en effectifs parmi les Rallidae. La longueur du corps atteint 36-38 cm (Cramp et Simmons, 1980). Le poids varie de 700 à 1 000 g chez le mâle et 600 à 800 g chez la femelle. L'envergure est de 67 à 76 cm, la longévité maximale observée est de 20 ans et 7 mois (Staav, 1998). C'est une espèce commune en Numidie (Samraoui et De Belair; 1997 in Samraoui Chenafi, 2005). En Afrique du Nord, la Foulque macroule *Fulica atra* Linné, 1758 est l'espèce la plus abondante parmi les Rallidae (Etchecopar et Hue, 1964; Baaziz et Samraoui, 2008). Elle est partiellement sédentaire et partiellement migratrice (Harrison, 1982). Elle présente des effectifs relativement élevés dans la plupart des zones humides artificielles (Afdhal et al., 2008). La population hivernale de la zone paléarctique occidentale est composée au moins de 2,4 millions d'individus. L'analyse des grandes concentrations n'a pas encore été effectuée (Goutte, 2010).

Le son émit par le mâle et la femelle est différent probablement dû à la différence dans la constitution des organes vocaux. La femelle émet un son caractéristique « Kow » et lorsque elle est agressive « Kjae », « ae » ou « Ij » (Fjeldsa, 1977). Les émissions de la femelle sont plus sonores et d'intensité variable, elle émet des cris éternués et rauques, des cris secs. Les jeunes s'expriment par des appels lancinants et répétés, beaucoup plus puissants que les pépiements (Géroutet, 1978). Le son du mâle est fort et court « Dp » ou bien « B(o) » et lorsque ce dernier est agressif, c'est un son court et métallique « Psi » (Fjeldsa,

1977).L'espèce produit des cris brefs, de jour comme de nuit. L'alarme se traduit également par un cri perçant sec et l'invitation à l'accouplement par des petits cris plus doux (Géroudet, 1978).

### **2.1- Description et morphologie (Fig.04).**

- **La tête** : petite avec un cou noir.

- **Le bec** : pointu, blanc-rosé, complété d'une plaque blanche sur le front très Caractéristique.

- **Les yeux** : sont ronds et rouges.

- **Le plumage** : il est tout noir. En plumage nuptial, le mâle a la plaque frontale plus large que la femelle.

- **Les ailes** : courtes et arrondies, ont des rémiges noires brunâtre et un dessous gris pâle. Une fine bande blanche, visible en vol, orme les ailes (Haouam, 2003).

- **Le corps** : Corps rond et large. Sa silhouette sombre et bossue permet de l'identifier facilement. Elle a un corps de canard avec une couleur gris anthracite.

- **Les pattes** : les pattes ne sont pas palmées, se sont des doigts. Ceci lui confère donc une grande adaptabilité dans l'eau comme sur la terre. Bonne nageuse et bonne marcheuse. Cela correspond bien à ses mœurs car elle se nourrira sous l'eau comme sur terre.

- **Les pattes verdâtres** : des rémiges secondaires bordées de blanc et des pattes verdâtres. Les pattes verdâtres ont des doigts garnis de membranes qui lui font des pattes légèrement palmées (Conseil général de Meurthe et Moselle, 2006).

**a)- Les poussins** : sont noirs avec du rouge et du bleu sur la tête et une collerette jaune brunâtre. Ils savent nager et plonger dès qu'ils quittent le nid et ils suivent leur parents à la recherche de la nourriture (Dupera, 2008). La calotte est rougeâtre et nue. Le bec et la minuscule plaque frontale sont rouges. Les yeux sont noisette ou gris-brun (LPO, 2006).

Hors de l'eau, on remarque les pattes puissantes, gris pâle à vert jaunâtre, dont les longs doigts portent une membrane lobée. Il n'y a pas de dimorphisme sexuel marqué chez cette espèce.

**b)- Le juvénile**: a le corps brun-noirâtre sur le dessus. Porte du blanc grisâtre aux côtés de la tête, à l'avant du cou et à la poitrine, le reste du plumage étant gris-brun. Le bec gris blanc s'éclaircit au cours du premier hiver. Dans le même temps, apparaît la plaque frontale blanche. Il est plus clair et plus terne que les adultes. L'immaturation ressemble aux adultes mais il est plus terne et présente une apparence variablement tachetée.



**Figure 04:** La Foulque macroule (Prises par Benlaharche (2016-2017/2017-2018)).

## 2.2 - Position systématique

La Foulque macroule appartient à l'ordre des Gruiformes qui comprennent des oiseaux à la fois terrestres et aquatiques. Cet ordre comprend 21 familles dont 9 sont uniquement fossiles (Milan, 1995 in Samraoui Chénafi, 2005). On peut représenter la systématique de *Fulica atra* Linné, 1758 comme suit (Svensson et al., 2012) :

Règne : *Animalia*

Embranchement : *Chordata*

Sous Embranchement : *Vertebrata*

Classe : *Aves*

Ordre : *Gruiformes*

Famille : *Rallidae*

Genre : *Fulica*

Nom binomial: *Fulica atra*.

Nom commun : Foulque macroule

Synonymes : Foulque noire, Judelle

Nom anglais : Coot

Nom arabe : *Elrerae*, *Elrer*.

Cette espèce est subdivisée en quatre sous-espèces : *atra*, *lugubris*, *novaeguinea*, *australis* qui diffèrent par la taille et l'intensité du plumage noir, ainsi que par les dessins de la tête. La race « *australis* » n'a pas les extrémités blanches aux rémiges secondaires et les parties inférieures sont plus sombres. Le bec est blanc grisâtre clair. Les pattes et les doigts sont gris. La mue complète de l'adulte intervient de juin-juillet à octobre. La mue partielle, connue uniquement chez le jeune, se déroule d'août à novembre (Benlaharche, 2014).

- **sous-espèces *atra*** : En Europe, Afrique du Nord, Açores, Iles Canaries, de l'Asie au Japon, subcontinent Indien et Sri Lanka.

- **sous-espèces *lugubris*** : A l'Est de Java et au Nord-ouest de la Nouvelle Guinée.

- **sous-espèces *novaeguinea*** : Au Centre de la Nouvelle Guinée.

- **sous-espèces *australis*** : En Australie, Tasmanie et Nouvelle Zélande.

### 2.3 - Quelques généralité et particularités de la Foulque macroule

La Foulque macroule est un oiseau très drôle. Ne serait-ce que la scène de l'envol qui est quelque chose à ne pas rater :

- Un footing, la Foulque fait un footing sur l'eau avant de s'envoler.

- Très laborieux, digne d'un sketch.

- Élégant malgré la lutte. Puis une fois en vol, elle est capable de parcourir 730 Km en 1jour et demi.

- Lorsque qu'elle veut s'affirmer ou n'est pas contente ou autre (surtout le mâle) elle adopte une position d'intimidation en relevant ses ailes.

- Pendant la période de reproduction, les délimitations des territoires donnent lieu à des combats acharnés auxquels se mêlent également les femelles (Sauer et Witt, 1998; Samraoui Chénafi, 2005).

- IIS réussissent à tuer énormément d'oiseaux en très peu de temps. Heureusement les mœurs ont évolué et les barbares n'ont plus le loisir de se laisser aller comme cela.

## **2.4 – Ecologie, habitat et Chant de la Foulque macroule**

La Foulque macroule se rencontre dans tous les types de milieux humides. Selon Baaziz (2011) la Foulque macroule se trouve occasionnellement au niveau des eaux saumâtres ou salées, Chott, et Sebkh. Elle privilégie les lacs, les étangs, les fleuves, les rivières à cours lent, les marais, les réservoirs, ainsi que les eaux saumâtres (Fig.05). Elle a un répertoire très riche. L'espèce fréquente également les petits plans d'eau citadins, ainsi que les lagunes, les baies maritimes, les baies peu profondes, à végétation dense, mais aussi les pièces d'eau ouvertes. On l'entend souvent la nuit auprès des plans d'eau, ou au printemps lorsqu'elle vole en émettant une espèce d'éternuement (Collin, 2012). Pour se nourrir la Foulque macroule peut barboter, picorer et pâtre. Lorsqu'elle est dans l'eau, elle plonge pour arracher les plantes ou racines, et remonte au bout de très peu de temps comme un bouchon de liège. L'espèce fréquente volontiers la terre ferme pour se reposer ou pour pâtre, sans jamais s'éloigner très loin de l'eau (Benlaharche, 2014).

## **2.5 - Répartition de la Foulque macroule**

**a) - Dans le monde:** La Foulque macroule se trouve en Europe, Asie, et Afrique, elle occupe une grande partie de l'Eurasie et sa répartition s'étend jusqu'à l'Australie, la Nouvelle-Zélande et la Nouvelle-Guinée (Fig.06). Les Foulques se trouvent dans toute l'Europe et sont communes dans la Sibérie occidentale (Robert, 1803) y restent jusqu'à l'époque où les gelées les chassent. Il est admis que c'est le manque d'eau plus que le froid qui les oblige à changer de lieu (Leclerc, 1788).

L'espèce a progressé vers le Nord notamment dans les années 1930 en Finlande (Burton, 1995) dont la population est estimée à 8000-15 000 couples. Elle est résidente dans les régions chaudes et tempérées.

Les populations du Nord de l'Eurasie migrent vers le Sud sous l'influence de climats trop durs. Les populations asiatiques migrent vers le Sud et l'Est si les eaux gèlent. On peut observer un large front de déplacements de l'Ouest vers le Sud à travers l'Europe continentale.

En France, la Foulque macroule est un nicheur très répandu, notamment sur les deux tiers Nord du pays et dans les zones humides du littoral Méditerranéen. Une grande partie des oiseaux nicheurs de France migre vers le Sud jusque dans la péninsule Ibérique.



**Photo (1) :** (Prise le 2 novembre 2017 (barrage d'El Aria, Constantine) par Benlaharche)



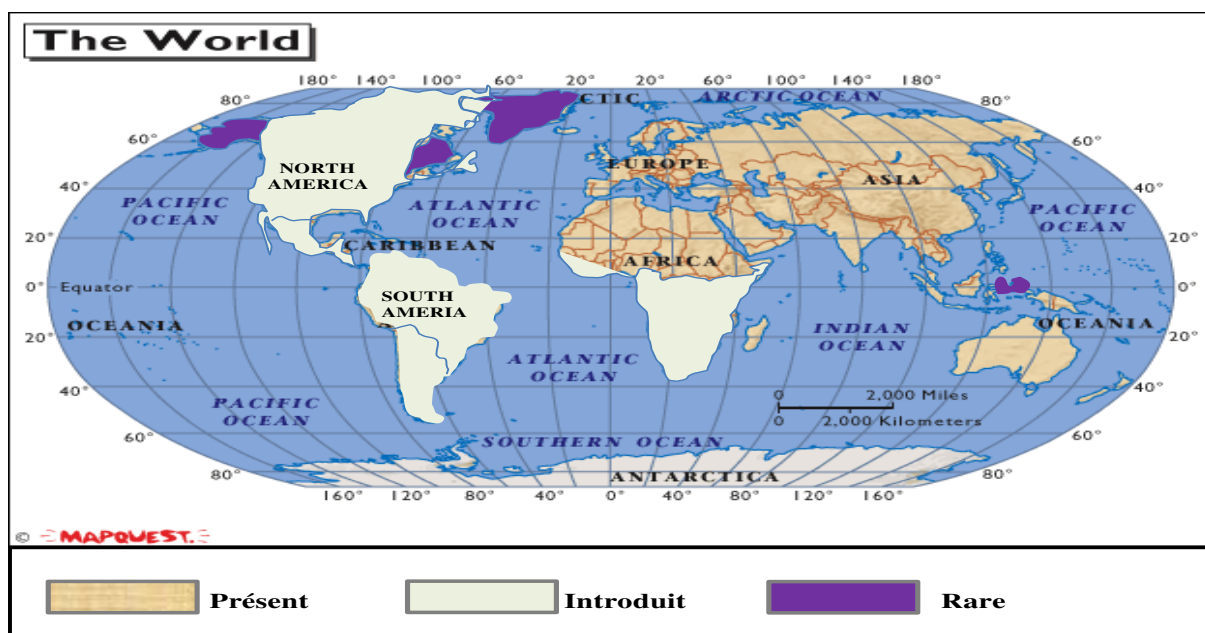
**Photo (2) :** (Prise le 19 mai 2017 (barrage de Ain Zada), par Benlaharche)

**Figure 05 :** Habitat de la Foulque macroule

Après leur départ, un grand nombre de zones humides, en particulier celles qui sont situées dans le Nord et le Nord-est sont réoccupées par des hivernants d'origine nordique. Les principaux sites qui accueillent les plus gros effectifs depuis 2000 sont la Camargue (11500 à 18800 individus), le Lac de Grand-Lieu (7000- 12000 individus), le Lac du Bourget (9000 - 11800 individus), le cours du Rhin (5000-10000 individus), les étangs narbonnais, l'étang de Berre, l'étang de Biguglia et le bassin d'Arcachon (Deceuninck et *al.*, 2003).

Les quartiers d'hiver des populations européennes s'étendent depuis la mer du Nord et la Baltique jusqu'au delta du Sénégal, au Mali, au Tchad et au Soudan. Les principales zones d'hivernage se situent dans l'Europe de l'Ouest et du Centre-Ouest, le bassin Méditerranéen, autour des mers Noire et Caspienne et en Irak (Cramp et *al.*, 1998).

b)- **En Algérie:** En Algérie la Foulque macroule est une espèce commune (Metzmacher, 1979; Houhamdi et *al.*, 2009; Metallaoui et *al.*, 2009; Metallaoui et Houhamdi, 2010; Seddik, 2010). Elle est grégaire en hiver et fréquente aussi bien les lacs, les marais, les étangs, les réservoirs et les cours d'eau lents, ainsi que les eaux saumâtres, dans les lagunes (Ledant et *al.*, 1981, Isenmann et Moali, 2000). C'est une espèce colonisatrice qui s'installe volontiers sur les plans d'eau nouvellement créés et elle tolère la présence de l'homme (Vansteenwegen, 1998). Elles sont aussi sédentaires nicheuses dans les zones humides du Sahara Algérien principalement dans la dépression d'Oued Righ (Bensaci et *al.*, 2013). Sa répartition en Algérie englobe tout le nord y compris les hauts plateaux (Ledant et *al.*, 1981).



**Figure 06:** La répartition de la Foulque macroule à travers le monde (Baaziz, 2008, modifiée).

## 2.6 - Statut de la Foulque macroule

C'est une espèce migratrice et sédentaire. Nicheur et partiellement hivernant. La migration est l'ensemble des déplacements périodiques intervenant au cours du cycle, le plus souvent annuel, d'un animal, entre une aire de reproduction et une aire où l'animal

séjourne un temps plus ou moins long, en dehors de la période de reproduction (Dorst, 1962). On oppose au terme migrateur celui de sédentaire. Un oiseau sédentaire est un oiseau qui demeure toute l'année sur un même territoire, où il se reproduit et passe la mauvaise saison. Une population est dite sédentaire si tous les individus qui la composent sont sédentaires.

### **2.7 -Comportement de la Foulque macroule**

La Foulque macroule est souvent confondue avec la poule d'eau qui appartient à la même famille, et avec qui elle cohabite sur le même territoire. La Foulque macroule nage lentement en hochant la tête, elle est un excellent plongeur, elle plonge avec un petit saut et ressort rapidement (flotte comme un bouchon) très souvent à la recherche de nourriture (Benlaharche, 2014). Un comportement alimentaire intelligent chez la Foulque macroule: elle pique énergiquement à l'aide de son bec une tige sèche comportant une inflorescence bien fournie, les coups répétés font tomber à la surface de nombreuses graines, que la Foulque s'empresse de picorer (Noel, 2005).

Parfois, l'oiseau semble évaluer le degré de maturité de l'inflorescence, en levant la tête. Si la tige ne comporte plus de graines ou que celles-ci sont encore trop tassées, il recherche un autre pied plus favorable (Noel, 2005). Lorsqu'elle se déplace sur les roseaux, ses larges doigts lui permettent de ne pas s'enfoncer dans l'eau. Cette aptitude lui donne l'impression de marcher sur l'eau (Benlaharche, 2014).

La fidélité au territoire de nidification a été souvent suggérée mais pas encore prouvée par marquage (Cramp et Simmons, 1980). Elle défend son territoire énergiquement en se précipitant contre les intrus (Collin, 2012).

- **Vol** : Battu, lent et régulier. Court en frappant des pieds sur l'eau avant un envol laborieux (Collin, 2012). Le vol de la Foulque macroule est rapide mais non soutenu et elle vole souvent sur de courtes distances avec les pattes pendantes. Elle vole bas au-dessus du sol ou de l'eau avec un vol plus puissant et plus lourd que les autres Rallidés. Les longs doigts dépassent la queue. Incapable de changer rapidement de direction (Benlaharche, 2014).

#### **- Migration**

La migration est d'abord une adaptation à un manque de ressources alimentaires, dans les régions où une saison hostile survient. La migration de la Foulque macroule est nocturne,

La migration automnale commence à la mi-août et elle se poursuit jusqu'à la fin de l'automne ou même au début de l'hiver.

En Europe, la migration de printemps débute fin février, les oiseaux arrivant début mars sur leurs sites de reproduction en Europe centrale. Pour Géroutet (1978), la migration printanière se dessine à la mi-février et culmine en mars pour s'achever en avril. La confirmation de ces dates est fournie dans Lippens et Wille (1972) pour la Belgique. Par contre, en Baie de Somme, les oiseaux commencent à quitter le site dès la première décade de février (Sueur et Triplet, 1999).

### **- La mue et rassemblements postnuptiaux**

Parmi les Rallidés, la Foulque macroule et la Foulque d'Amérique sont les seules espèces pour effectuer de véritables migrations de mue (del Hoyo *et al.*, 1996). Leur mue paraît simple, Verheyen (1948) relate qu'au mois d'août les Foulques indigènes se réunissent en bandes. Ces rassemblements seraient liés à la mue (Cramp & Simmons, 1980), complète de juin-juillet à octobre chez les adultes (avec chute simultanée des rémiges, donc perte de la capacité de vol) et partielle d'août à novembre-décembre chez les juvéniles (Verheyen, 1948; Géroutet, 1978). A propos de la durée de ces rassemblements, Fauvel (1992) écrit que les oiseaux locaux séjournent au moins jusqu'à fin août sur leurs sites de nidification, jusqu'en novembre si les conditions le permettent (chasse, vidanges, gel). En Europe centrale, certains oiseaux restent même jusqu'en janvier, alors que le gros des départs a lieu entre mi-août et fin novembre (Gobar et Stanevicius, 1997 *in* Hagemeyer et Blair, 1997). En Normandie, les nicheurs disparaissent fin août début septembre (Riboulet, 1989).

Avant la mue, les jeunes ont la plaque frontale très peu apparente, celle-ci, de même que le bec et les pieds, sont d'un cendré olivâtre, toutes les parties inférieures sont d'un cendré blanchâtre. Les jeunes après la mue d'automne, ont la plaque frontale plus petite, et le cendré des parties inférieures légèrement teinté de rougeâtre (Coenraad, 1820).

Les femelles ont la plaque frontale un peu moins étendue, il en est de même des males après la mue d'automne: ceux-ci ont le cendré des parties inférieures légèrement nuancé de rougeâtre, avant la première mue, leur plaque frontale, fort peu apparente, est, ainsi que les pieds cendrée passant à l'olivâtre.

## 2.8 - Régime alimentaire de la Foulque macroule

La Foulque macroule est une espèce omnivore opportuniste, elle profite des déchets organiques polluant les eaux, son régime alimentaire très variable, s'adaptant aisément à la nourriture disponible. Elle recherche sa nourriture dans les eaux saumâtres ou douces peu profondes en plongeant brièvement, ou sur la terre ferme, pâturant à pied toujours au voisinage de l'eau. Le régime alimentaire comporte surtout des végétaux aquatiques: pousses de roseaux, massettes et scirpes, des characées et autres algues, des potamots, myriophylles, élodées, zostères.... etc. Les jeunes céréales et les herbacées des pelouses et prairies sont également consommées, ainsi que des graines et des fruits. Cramp et Simmons (1979), mentionnent la consommation de parties végétatives de *Typha* mais non de graines. Le régime est complété par une grande variété de proies animales où figurent principalement des petits mollusques, des insectes et leurs larves, plus rarement des vers et des petits poissons (Cramp et *al.*, 1998).

Elle se nourrit aussi d'amphibiens et de crustacés aquatiques. Ainsi, la Moule zébrée est considérée comme la seule proie importante avec 62% du volume total depuis longtemps (Jean Carlo, 1981).

## 2.9 –La reproduction de la Foulque macroule

La reproduction de la Foulque macroule est monogame. La Foulque macroule est grégaire mais elle devient très territoriale et combative pendant la reproduction (Benlaharche, 2014). La territorialité en décembre et janvier est confirmée par Snow et Perrins (1998). Cramp (1947), relate la défense de territoire tout au long de l'année. Elle est souvent liée à des températures saisonnières douces.

Pendant la saison de reproduction, deux catégories de Foulques sont présentes :

- les Foulques cantonnées défendent un territoire, puis construisent un nid, occupant en général la partie périphérique des bassins, près des berges ou des îlots de végétation (Jortay, 2002).
- les Foulques non cantonnées se tiennent dans la partie centrale des plus grands bassins, où elles évoluent en groupe et ne manifestent, comme en hivernage, aucun comportement territorial (Jortay, 2002).

L'espèce se reproduit pour la première fois à l'âge d'un an ou deux. Sachant qu'une avancée de la période de reproduction engendre un fort taux de mortalité l'année suivante, dû à un degré d'investissement très élevé dans la reproduction en cours (Brinkhof *et al.* 2002).

Arrivé sur le site de nidification généralement en mars, le couple, souvent déjà formé dans le quartier d'hiver, s'octroie un territoire qu'il défend avec vivacité. Les parades, les accouplements et les bruyantes poursuites entre voisins occupent une bonne partie du mois de mars (Meeddat- Mnhn, sans date). Cette espèce nidifie habituellement dans la végétation émergente et dans des eaux peu profondes, parfois même à découvert, et occasionnellement sur de la végétation flottante. Des ébauches de nids sont construites par le mâle, mais une seule sera choisie et complétée avec l'aide de la femelle. Le nid est volumineux, formé d'un radeau de matières végétales composé de tiges sèches et vertes, de feuilles et de brindilles, d'écorce, de racines et de roseaux posé sur des herbes flottantes ou des souches affleurant la surface de l'eau (Benlaharche, 2014). Ils flottent sur l'eau ou sont amarrés aux plantes pour qu'ils ne soient pas emportés lors de tempêtes (Villard, 1971 in Samraoui Chénafi, 2005). Habituellement, le nid est surélevé au cas où le niveau de l'eau monte. La cuvette intérieure est tapissée d'herbes. Il est placé assez haut et il est souvent bien visible.

La ponte débute généralement au mois d'avril, parfois en mars. Le maximum est enregistré principalement en mai.

L'incubation des huit œufs en moyenne (extrêmes 5-13) est assurée par les deux sexes pendant 24 jours et l'éclosion de la couvée s'échelonne sur cinq jours. Malgré la vigilance des adultes, les pertes en œufs ou en poussins sont élevées, les causes principales étant la montée subite des eaux, les intempéries et la prédation par la Corneille noire (*Corvus corone*), les busards (*Circus sp.*), le brochet, les rats (*Rattus sp.*)... etc.

Le succès de la reproduction paraît par conséquent assez bas et seul trois à quatre jeunes sont élevés en moyenne (Géroutet, 1978). Les dimensions et les poids des œufs diffèrent d'un œuf à un autre (Meeddat- Mnhn, sans date).

Les jeunes restent au nid quelques jours puis ils sont répartis entre les deux parents. La femelle garde le nid avec sa moitié de portée et le mâle construit une plateforme spéciale pour la sienne. Les jeunes qui ont la tête et le bec rouges, ne s'alimentent seuls que vers l'âge de 4 semaines. Ils sont d'abord nourris bec à bec par les adultes et ils sont aptes au vol entre 55 et 66 jours (Dejonghe, 1990 in Samraoui Chénafi, 2005).

Les couples entreprennent souvent une seconde nidification qui, en cas d'échec, sera généralement suivie d'une ponte de remplacement, prolongeant ainsi la période de ponte jusqu'au début août (Meeddat- Mnhn, sans date).

### **2.10- Menaces pour la Foulque macroule**

La Foulque macroule est relativement commune dans sa vaste distribution. Cette espèce est adaptée aux environnements urbains et aux nouveaux habitats façonnés par la main de l'homme. Dans certaines parties de la distribution, la pollution par les hydrocarbures et la chasse entraînent des déclin. En revanche, le drainage des zones humides n'est pas un problème car elle peut rapidement coloniser n'importe quel habitat artificiel adapté à ses besoins comme les réservoirs par exemple.

Au niveau national, la Foulque ne paraît pas menacée en raison de ses grandes facultés d'adaptation. Les risques de destruction ou de modifications des marais et des étangs sont largement compensés par la multiplication récente de plans d'eau artificiels (Yeatman-Berthelot et Jarry, 1995). Ainsi, le développement de l'activité d'extraction de granulats, la création d'un grand nombre de stations de lagunage et de plans d'eau récréatifs (nautisme, pêche...etc.) ont contribué à l'expansion numérique et spatiale de l'espèce (Santoul et Tourenq, 2002).

En tant que facteur de mortalité potentiel, l'ingestion de plombs de chasse constitue une menace à laquelle sont exposées les Foulques macroules dans de nombreuses zones humides où elles se reproduisent et hivernent (Mateo et *al.*, 2000). Cela a été démontré en Camargue où le pourcentage d'oiseaux avec au moins un plomb dans le gésier atteint 14% (Mondain-Monval et *al.*, 2002).

Bien que l'espèce soit présente sur des sites qui sont parfois relativement pollués (lagunages), elle ne semble pas en être affectée outre mesure. Essentiellement herbivore, les niveaux de concentration des polluants organochlorés mesurés dans les œufs de la Foulque macroule demeurent relativement faibles comparés à ceux qui sont observés dans les œufs des espèces aquatiques strictement piscivores qui partagent les mêmes milieux (Scharenberg et Ebeling, 1998).

La Régression des surfaces de végétation en bordure des étangs, lacs, fleuves, à eaux profondes, la pêche, curage des zones humides, dérangement sur les sites de reproduction, empoisonnement, invasions biologiques, mortalité dans les filets de pêche et la perte et la dégradation de l'habitat sont les menaces les plus connues.

**a)- Ectoparasites**

Les Foulques sont infestées par trois types d'ectoparasites: des poux, des mites et des sangsues, représentant sept espèces différentes (Tableau 02, voir annexe).

L'abondance des mites est la plus élevée ( $646 \pm 451$ ), comparativement à celles des autres groupes de parasites (poux  $307,9 \pm 209,8$ ; sangsues  $0,4 \pm 0,5$ ) (Rouag-Ziane et *al.*, 2007).

**b)- Prédateurs**

Au regard de sa taille et de son habitat, la Foulque est la proie de nombreux prédateurs (Le brochet, le renard, le chien, la tortue de Floride, Corbeau et l'homme en grande Majorité) que l'on trouve aussi bien dans la gante ailée que chez les mammifères.

**2.11- Protection de la Foulque macroule**

- **Propositions de gestion** : Le maintien de la population nicheuse passe globalement par la conservation des zones humides. Il convient prioritairement de préserver ou de favoriser la végétation aquatique des différents types de plans d'eau occupés par l'espèce, dont les bassins artificiels (gravières, retenues pour l'irrigation...) afin de garantir la quiétude et la présence de nourriture. La colonisation des terres par des Phragmitaies doivent faire l'objet de mesures de protection avec la principale condition qui est la présence de niveaux d'eau suffisants pendant une grande partie de l'année. Les peuplements piscicoles doivent faire l'objet d'une gestion moins intensive. Il a en effet été démontré que le déséquilibre des populations des espèces de poissons entraîne des modifications importantes dans les conditions d'accueil pour les oiseaux d'eau, notamment par l'eutrophisation et la dégradation de la végétation naturelle (Santoul et Mastroiello, 2003).

- **Espaces protégés** : Nous citons le complexe d'El Kala, les hautes plaines de l'Est de l'Algérie, Golea et les différents barrages.

**a) - Les parcs nationaux de l'Algérie** (Tableau 03, voir annexe) : Ce sont des espaces naturels protégés, par définition; se sont des surfaces étendues dans lesquelles toute exploitation des ressources naturelles minérales ou biologiques est interdite, ainsi que tout aménagement urbano-industriel ou infrastructures routières – exceptées celles permettant l'accès aux zones les plus visitées que le parc protège, dont l'impact doit être réduit au strict minimum. De même, l'exploitation agricole y est interdite mais un pastoralisme extensif peut y être tolère s'il préexistait a la création du parc.

**b)- Les aires marines et côtières protégées en Algérie :** Les aires marines protégées sont mondialement reconnues comme des outils efficaces pour protéger l'environnement marin pour offrir une protection particulière aux sites perçus comme abritant les habitats et les espèces les plus importants. Impliquées dans la complexité de la sauvegarde de leur mer dans son ensemble. L'Algérie compte dix aires marines protégées pour leurs importances comme lieux de nidification de certaines d'espèces sensibles (Tableau 04, voir annexe).

**c)- Les zones humides protégées « sites Ramsar » :** L'Algérie fait partie des pays signataires de la convention depuis 1984, actuellement 50 sites algériens sont inscrits.

*Deuxième*  
*Partie : Présentation*  
*Des Sites d'études*



## **1- Généralités sur les hauts plateaux**

L'Algérie qui présente une configuration géographique caractérisée par une série de grands ensembles physiques composés de montagnes, hauts plateaux, plaines et déserts, possède une grande diversité de paysages, d'habitats et d'écosystèmes qui font d'elle un pays attractif au plan touristique et singulier au plan de la diversité biologique. Parmi toutes ces richesses, il faut noter, au plan typologie, la grande diversité de zones humides avec des particularités propres à chacune d'elles (DGF, 2006).

La régression des zones humides dans le monde a été l'occasion de mesurer leur importance, pour le maintien de la biodiversité. Ces zones humides représentent à l'échelle de tout le globe, une source non négligeable de revenus, pour une population croissante, et ont de ce fait une importance socio-économique significative pour les populations locales (DGF, 2006).

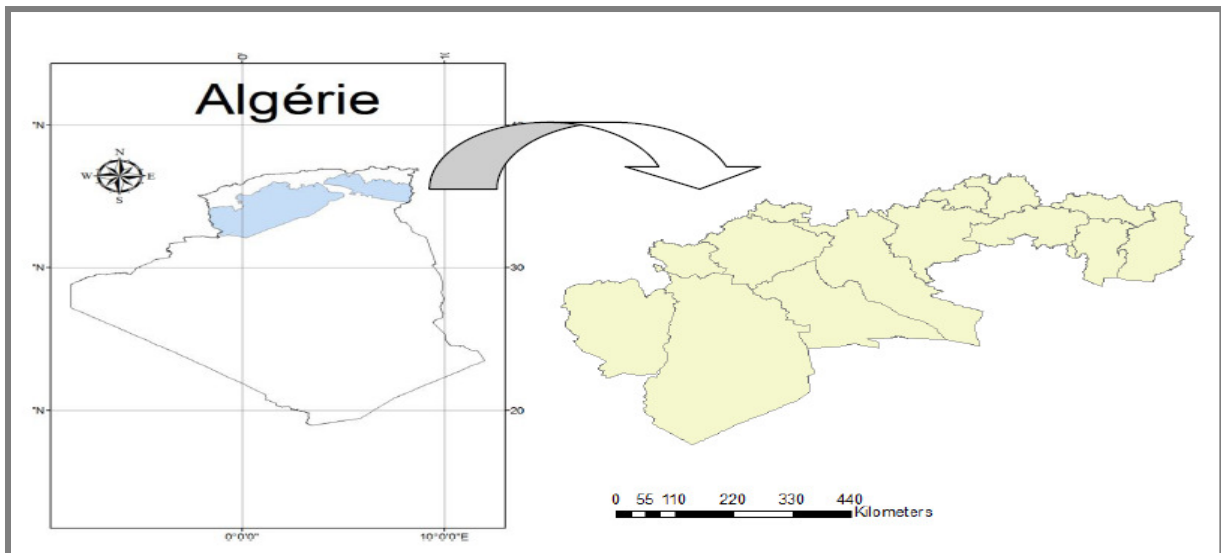
L'Algérie est riche en zones humides, qui font partie des ressources les plus précieuses sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle. Ces milieux jouent un rôle important dans les processus vitaux, entretenant des cycles hydrologiques et constituent également un habitat privilégié pour une flore et une faune importante, particulièrement les oiseaux d'eau migrateurs, dont ils constituent des quartiers d'hiver importants pour de nombreuses espèces (DGF, 2006).

### **1.1- Situation géographique des hauts plateaux**

Les hauts plateaux sont un relief bordant l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud. Ils parcourent en diagonale l'Algérie du Sud Marocain au Nord-ouest Tunisien à une altitude moyenne de 1000 m (Fig.07). La végétation est de type steppique. Les étés sont généralement arides et les hivers rigoureux. Sur le plan administratif, l'ensemble territorial des hauts plateaux est constitué en 14 wilayas réparties à travers trois espaces : hauts plateaux-Ouest, hauts plateaux-Centre, hauts plateaux-Est (Djouane et Haggui, 2015).

### **1.2- Topographie des hauts plateaux**

Les hauts plateaux sont situés entre l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud, à des altitudes plus ou moins importantes. Elles sont constituées de dépressions salées, chotts ou sebkhas et elles sont séparées du Sahara par l'Atlas saharien, qui forme une succession de chaînes au caractère aride (Djouane et Haggui, 2015).



**Figure 07:** Situation géographique des hauts plateaux (Djouane et Haggui, 2015), ( modifiée).

Les zones humides des hautes plaines de l'Est algérien par leurs caractéristiques édaphiques et écologiques jouent un rôle important pour le maintien de la biodiversité dans ces milieux semi-arides. En effet, ces milieux situés entre le tell et le sahara sont largement fréquentés par de nombreux oiseaux d'eau hivernants, estivants et de passages. Cette avifaune de structures et de compositions différentes trouve dans ces écosystèmes aquatiques continentaux des lieux propices pour une période assez définie de sa vie. Cependant, la région de Constantine et la région de Bordj Bou Arréridj qui appartiennent à ce complexe de zones humides représentent des milieux très développés, ces zones contiennent une richesse floristique et faunistique remarquable, et jouent un rôle important non seulement pour la production et le loisir mais aussi pour l'hivernage et la reproduction de nombreux oiseaux d'eau.

## **2- La région de Constantine**

### **2.1- Localisation géographique de la région de Constantine**

La wilaya de Constantine se localise au Nord-est du pays, le Chef-lieu de la wilaya est située à 431 km à l'Est de la capitale, Alger (ANIRF, 2011). Elle est située par 36°24' de latitude Nord et 3° 8' de longitude Est, entre 534 et 644 mètres d'altitude. Elle est traversée par un ravin profond au fond duquel coule Oued Rhumel et environnée de toutes parts par les montagnes (Zouaidia, 2006).

La wilaya de Constantine s'étend sur une superficie de 2.297,20 Km<sup>2</sup>, elle ne représente que 0,09% de l'ensemble de la superficie du territoire national (ANIRF, 2011). Elle est considérée comme la métropole de l'Est du pays. Elle est limitée par les wilayas suivantes :

- Au Nord par la wilaya de Skikda ;
- A l'Est par la wilaya de Guelma ;
- A l'Ouest par la wilaya de Mila ;
- Au Sud par la wilaya d'Oum El-Bouaghi (Fig. 08).

## **2.2- Relief et Géologie de la région de Constantine**

### **a) - Relief de la région de Constantine:**

Le relief de la région fait partie de l'Atlas Tellien, il est peu accidenté et se caractérise par trois grands ensembles qui sont (Zouaidia, 2006):

- l'ensemble Tellien
- l'ensemble des bassins intérieurs
- l'ensemble des hautes plaines.

L'aspect structural du relief est caractérisé par une mosaïque d'affleurement de roches variées composées pour l'essentiel de roches tendres (formations argileuses et récentes) et de roches dures (gréseuses).

#### **- L'ensemble Tellien :**

Cet ensemble s'étend sur la plus grande partie de la wilaya qui comprend les massifs intérieurs ou monts de Constantine. Le relief heurté et compact se laisse difficilement traverser par les oueds qui ont dû parfois creuser des gorges étroites. Cette chaîne Tellienne s'abaisse vers l'Est, recouverte par des dépôts miocènes à l'Ouest de Constantine et par les grés de Numidie à l'Est (Zouaidia, 2006).

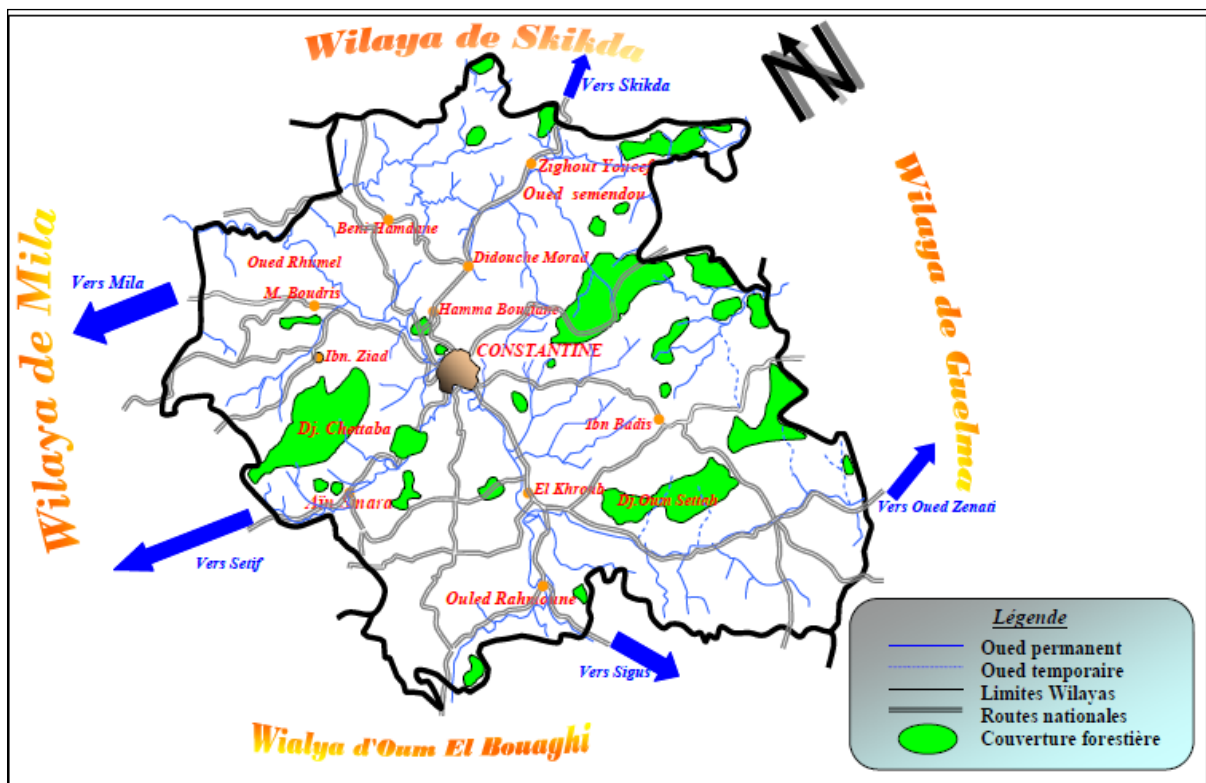
Par ailleurs, elle est pénétrée par des chaînons calcaires qui annoncent l'influence atlassique. Ces formations Telliennes prennent des directions d'ensembles, Sud-ouest / Nord-est, sont marquées principalement par les Djebels: Chettaba, Djebel-Ouahch, Oum-Settas et Sidi-Driss à l'extrême Nord de la wilaya qui culmine à 1364 m d'altitude.

#### **- L'ensemble des bassins intérieurs :**

Cet ensemble est composé de glacis qui encadrent presque tous les milieux naturels du Constantinois composés de plusieurs niveaux étagés ou emboîtés et plus ou moins encroûtés.

Ces formes de relief sont caractéristiques du bassin néogène de Constantine. Ce dernier en forme d'une grande dépression mio-pliocène, s'étend de Ferdjioua à l'Ouest jusqu'à Zighoud Youcef à l'Est. Elle est limitée par les hautes plaines du Sud.

Il s'agit de basses collines situées entre 500 et 600 m d'altitude taillées dans un matériau détritique tendre et où un réseau de ravins denses donne au relief un aspect très disséqué. Les dépôts continentaux accumulés dans cette dépression sont composés d'argiles où affleurent parfois des niveaux conglomératiques. Les formations superficielles généralement marneuses sont caractérisées par une géomorphologie irrégulière.



**Figure 08:** Localisation géographique de la région de Constantine (Zouaidia, 2006) (Modifiée).

Les vallées du Rhumel et de Boumerzoug qui entrecouperent le bassin de Constantine, se rétrécissent dans des endroits limités mais qui prennent une largeur plus ou moins importante située entre 200 et 300 m. Ces deux importants oueds qui drainent le grand bassin du Kébir-Rhumel, semblent encore en phase de constitution puisqu'une telle largeur n'est pas suffisante pour une stabilité et une régulation dynamique de l'énergie du relief notamment en berges. Ces bassins se composent essentiellement des marnes et des conglomérats du miocène et du

mio-pliocène, donc des dépôts récents qui sont souvent sous l'action des oueds Rhumel et Boumerzoug.

**- L'ensemble des hautes plaines :**

L'ensemble des hautes plaines est situé au Sud-est de la wilaya, entre les chaînes intérieures de l'Atlas Tellien et de l'Atlas Saharien. Ces hautes plaines qui constituent d'immenses étendues plates à peine ondulées, correspondent à une aire de structure beaucoup plus calme. Ce sont des plaines plio-quaternaires encadrées par les massifs calcaires crétacés, dont l'altitude moyenne varie entre 600 et 800 m. Il apparaît que les régions des hautes plaines présentent un niveau de pente ne dépassant pas les 3%. Les montagnes représentent une part importante de la superficie de la wilaya avec 37.161 ha soit 16,67% dont les pentes varient entre 12,5 et 25% mais les piedmonts représentent l'essentiel de la superficie avec 111.423ha.

**b) - Géologie de la région de Constantine:**

Selon plusieurs études menées au niveau de la région particulièrement celles de BNEDER, les caractères dominants du sol se présentent comme suit (Zouaidia, 2006):

**\* Les terrains Crétacés :**

Ils se distinguent par la formation du marno-calcaire et de marnes très étendus en surface à travers le territoire national. Ils constituent les principaux groupes montagneux de l'Algérie et se rencontrent dans la wilaya de Constantine :

- Au massif Grouz ;
- Au massif Chettaba ;
- Au massif Felten ;
- Au massif d'Oum Setta.

**\* Les terrains tertiaires :**

Ils se manifestent par les dépôts de travertins, de calcaires travertinaux, de limons et d'argiles dans les régions Ouest et Nord-ouest de Constantine.

Dans la région Sud-ouest et Sud-est, les dépôts sont constitués de grès, de sables, de marnes et de calcaire lacustre travertinaux. Ceux-ci marquent les grandes modifications du relief qu'avait subi la région.

**\* Les terrains quaternaires :**

Ces terrains se composent essentiellement des vallées de Boumerzoug et de Rhumel.

**c) -Géomorphologie de la région de Constantine:**

La région de Constantine est connue par sa morphogenèse complexe, accentuée par l'oscillation des altitudes et des dénivellations. Le regroupement de Constantine est formé par un ensemble de montagnes peu élevées à crête d'altitude faible (ex. rocher de Constantine), d'orientation Sud-ouest et Nord-est.

Ces moyennes montagnes se présentent comme une série de chaînons calcaires plus ou moins parallèles, séparés par des dépressions intramontagnardes souvent occupées par une vallée (vallée de Rhumel, oued Boumerzoug). Par cela, le compartimentage du relief apparaît comme une mosaïque d'affleurement de roches variées (marnes, calcaires, grès, argiles).

Les roches dures arment les masses montagneuses tandis que les bassins sont creusés dans les affleurements de roches tendres. C'est ainsi que se témoigne la structure complexe. Cela n'empêche qu'on peut distinguer trois régions assez homogènes de la wilaya avec :

- La partie septentrionale : caractérisée par une topographie présentant de fortes pentes ;
- La partie médiane : caractérisée par une configuration accidentée ;
- La partie méridionale : constituée par un relief relativement plat à paysage varié.

**2.3- Climat de la région de Constantine**

Le climat de la région est généralement semi-aride, il présente des amplitudes thermiques très variées surtout au Sud de la région. Dans les hautes plaines, la continentalité y est assez forte. La direction générale des vents domine au Nord-ouest, n'empêche qu'il souffle dans toutes les autres directions. Le sirocco souffle plus de 30 jours pendant toute l'année. Les températures sont marquées par des variations saisonnières et journalières (Zouaidia, 2006). Loin d'être désertique, la wilaya ne reçoit presque aucune part moins de 250 mm d'eau par an.

Cependant, les pluies sont très irrégulières et ne sont pas réparties de façon homogène sur toute la durée de la période pluvieuse : automne, hiver, printemps. Les séquences pluvieuses courtes et séparées alternant avec les séquences sèches. En période estivale, les précipitations sont insignifiantes pour ne pas dire nulles. Par contre en période hivernale, on

observe le maximum de précipitations (40% environ) (Zouaïdia, 2006). Pour la gelée, la durée moyenne est environ plus de 50 jours par an.

**2.4- Zones humides de la région de Constantine** La région de Constantine dominées par un climat Sub-humide au Nord et un climat semi-aride au Sud, renferment plusieurs écosystèmes aquatiques dont Oued Rhumel avec ces principal affluent et une vingtaine de zones humides de diversité et de structure assez semblable qui jouent un rôle primordial pour l'hivernage et pour la reproduction de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau (Fig.09).

Les écosystèmes aquatiques de la Wilaya de Constantine par leurs caractéristiques édaphiques et écologiques jouent un rôle important pour le maintien de la biodiversité dans ces milieux. En effet, ces milieux sont largement fréquentés par de nombreux oiseaux d'eau hivernants, estivant et de passage. Cette avifaune de structures et de composition différentes trouvent dans ces écosystèmes aquatiques continentaux des lieux propices pour une période assez définie de sa vie.

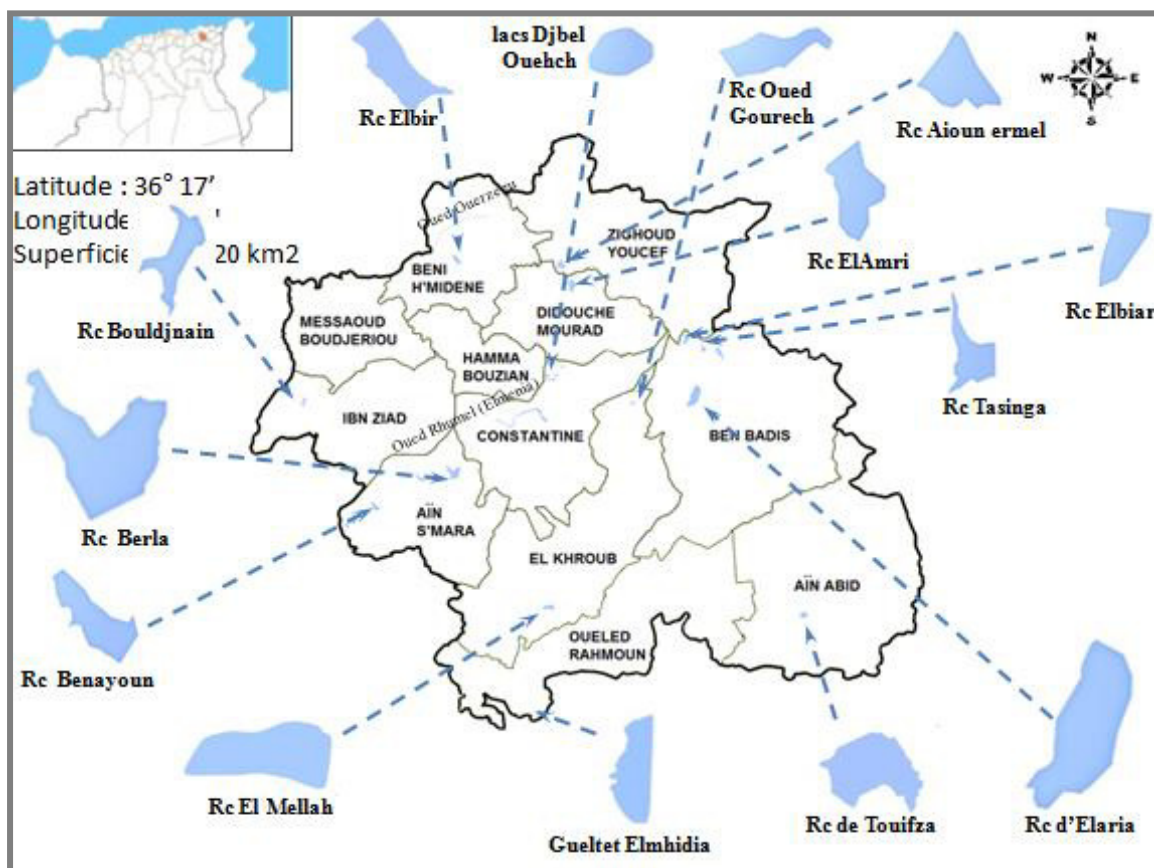


Figure 09 : Zones humides de la région de Constantine

## 2.5 - Lac El Aria (1<sup>ere</sup> zone d'étude)

La retenue se situe dans la commune d'Ibn Badis à la wilaya de Constantine, elle est Très peu étudié, cette zone humide d'eau douce est connue dans la région sous le nom de lac ou barrage, elle est en réalité une zone humide artificielle (retenue collinaire), mise en service en 1974, d'une Superficie de 44.98 Ha, elle est spacieuse et accueille chaque année une grande variété d'oiseaux d'eau qui trouvent en ce milieu un lieu très propice pendant leur transit migratoire.

### 2.5.1- Localisation géographique du lac d'El Aria (Fig.10)

La retenue collinaire d'El Aria se trouve dans une zone agricole proche d'une agglomération et des massifs forestiers (foret Denieb, foret El Hambli, foret Benyagoub).

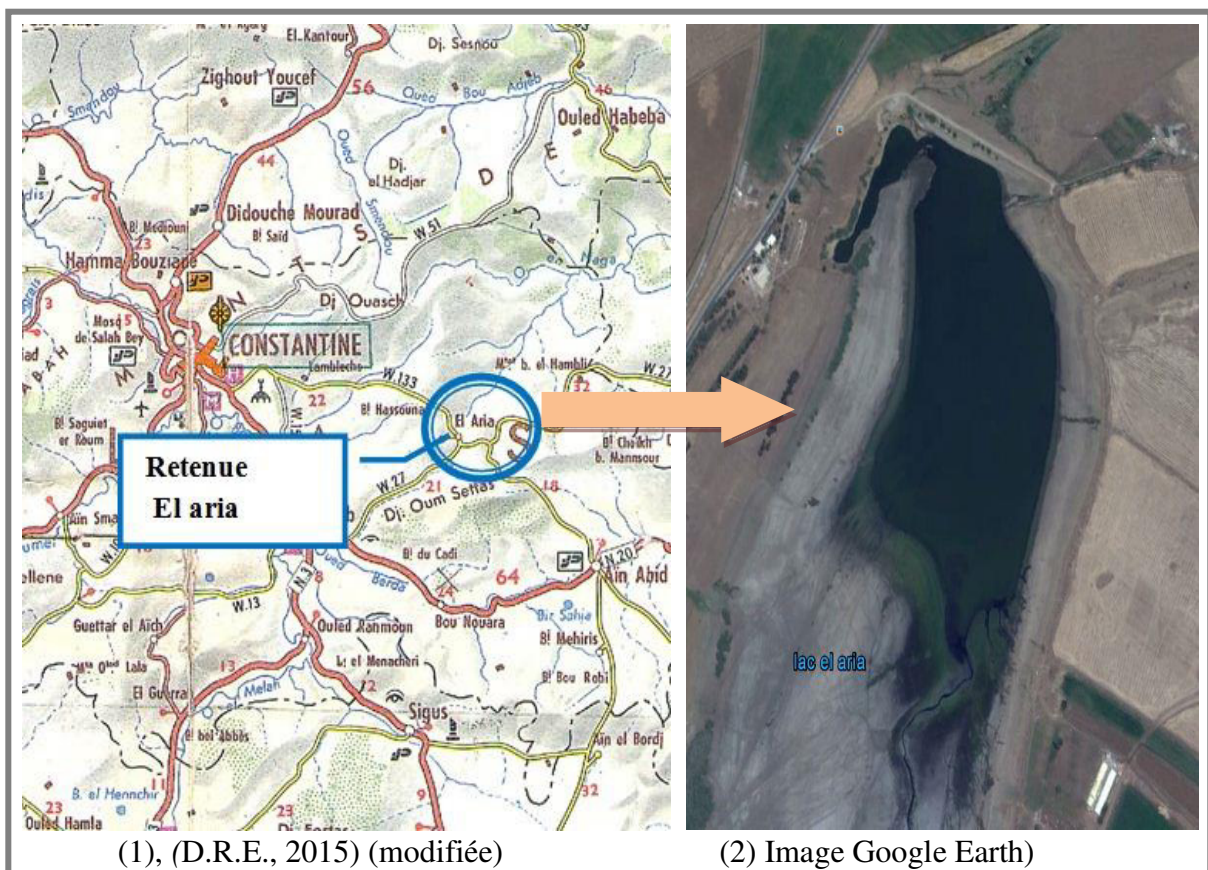


Figure 10: Localisation géographique du Lac El Aria.

### 2.5.2- Généralités et particularités du lac d'El Aria

- La diversité biologique de la région est très riche en espèces animale et végétale. La qualité de l'eau de la retenue très bonne provenant du déversement des eaux pluviales du bassin versant Bouhamdane.

- Elle abrite une proportion importante de poissons servant de nourriture aux oiseaux d'eau sédentaire tels que le Canard colvert, la Foulque macroule, grèbes castagneux, les hérons garde-bœufs et aussi migrateurs dont plusieurs espèces avifaunes jusqu'au flamant rose pour certaines années. La plantation aquatique ainsi que le bosquet d'arbres ont toujours servi aux oiseaux d'eau pour nicher et donc perpétuer l'existence des espèces.

- La retenue sert d'abreuvoir a la faune sauvage des forets limitrophes tels que le renard, le lièvre, le sanglier, la perdrix, la caille, la chouette, elle sert aussi d'abreuvoir pour le cheptel agricole de la région et même pour l'irrigation des cultures maraichères (DGF, 2015).

### 2.5.3- Climat de la 1<sup>ere</sup> zone d'étude

Le climat est un facteur important dans la vie et l'évolution d'un écosystème (DAJOZ, 1957). Les facteurs climatiques nécessaires à notre étude sont recueillis auprès de la station météorologique de Constantine: 604190 (DABC), dont sa localisation est indiquée par les coordonnées géographiques (36,28°N ; 6,62°E) pour une altitude de 694 mètres. La station est de type METAR/SYNOP.

#### a)- Précipitations (Tableau 05):

Les précipitations sont un paramètre essentiel pouvant caractériser le climat. Elles sont importantes et indispensables pour la vie et l'hivernage des oiseaux d'eau. En règle générale, les précipitations décroissent du littoral vers l'intérieur du pays suivant un gradient latitudinal (A.N.R.H, 2015).

**Tableau 05** : Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations (2016-2017) (Station météorologique de Constantine: 604190 (DABC)).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D	Total
P (mm)	65,9	23,4	33,7	35,6	22,9	15,1	3,05	4,31	10,4	15,4	49,5	21,1	300,2

D'après le tableau n° 5, l'analyse de données pluviométriques a fait apparaître des grandes bascules d'un mois à un autre et d'une année à une autre. Les pluies constituent une forme de précipitation qui agit par leur intensité sur la répartition et sur le développement.

D'une manière générale, la zone d'étude connaît une plus grande concentration des précipitations au cours des périodes hivernales, printanières et automnales. Elles présentent un maximum au mois de janvier avec 65.9 mm de pluie. On remarque que le mois de juin est encore assez pluvieux avec 15.1 mm et une nette baisse est obtenue au mois de juillet et d'août.

### b)- Températures :

La vie des animaux est conditionnée aussi bien par les quantités de pluie que par le régime thermique. En écologie, la connaissance de la valeur des températures extrême est un bon Indicateur de seuils létaux. Seltzer (1946), a montré que la détermination des températures, demande des calculs par application des données de référence, enregistrées à la station météorologique de Constantine « 604190 (DABC) » (Tableau 06).

**Tableau 06 :** Températures mensuelles moyennes (T) (2016-2017) (Station météorologique de Constantine: 604190 (DABC)).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D	Moy
T (°C)	7,15	9,25	10,9	14,1	18,9	23,8	26,9	26,3	21,2	17,7	11,3	8,3	16,29

Les températures moyennes mensuelles de la période 2016-2017, ont montré que le mois de janvier marque la plus basse température avec 7.15°C, et le mois de juillet présente le maximum de température avec une valeur de 26.9°C. La moyenne annuelle de cette période est de 16.29°C.

### c)- Synthèse climatique

Le climat de notre zone d'étude résulte de l'interaction de nombreux facteurs essentiellement les températures et les précipitations. De nombreux indices et formules ont été

élaborés pour le caractériser, le diagramme ombrothermique de GAUSSEN et le quotient pluviométrique d'EMBERGER permettent de synthétiser les données.

### 1)- Diagramme ombrothermique de GAUSSEN

Bagnouls et Gausсен (1957), ont établi un diagramme où les mois figurent en abscisses, les précipitations en ordonnées à droite et les températures moyennes en °C en ordonnées à gauche avec une échelle double de celle des précipitations.

D'après Dajoz (1975), la sécheresse s'établit lorsque la pluviosité mensuelle (P) exprimée en mm est inférieure au double de la température moyenne exprimée en degrés Celsius ( $P \text{ (mm)} < 2T \text{ (}^\circ\text{C)}$ ). Le diagramme ombrothermique permet de préciser les périodes sèches et humides (Dajoz, 1985).

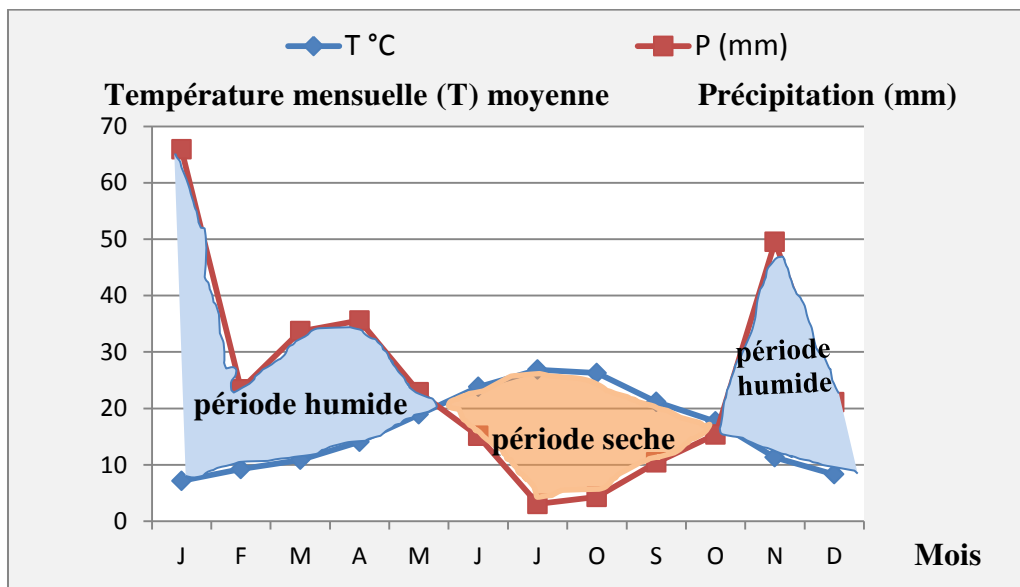


Figure 11 : Diagramme ombrothermique de GAUSSEN (2016-2017).

Selon les données météorologiques, il a été noté que la zone d'étude subit une période sèche de quatre mois et 15 jours qui s'étale de juin à la mi-octobre et qui est limitée au mois de juillet. La période humide couvre les sept mois et 15 jours entre la mi-octobre et le mois de mai (Fig.11).

### 2)- Climagramme d'EMBERGER

Le quotient pluviométrique d'EMBERGER (Q2) permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une région méditerranéenne et de la situer dans le climagramme d'EMBERGER.

Nous avons utilisé la formule de Stewart (1969) adaptée pour l'Algérie, qui se présente comme suit :  $Q2 = 3.43 P / M - m$ , dont ;

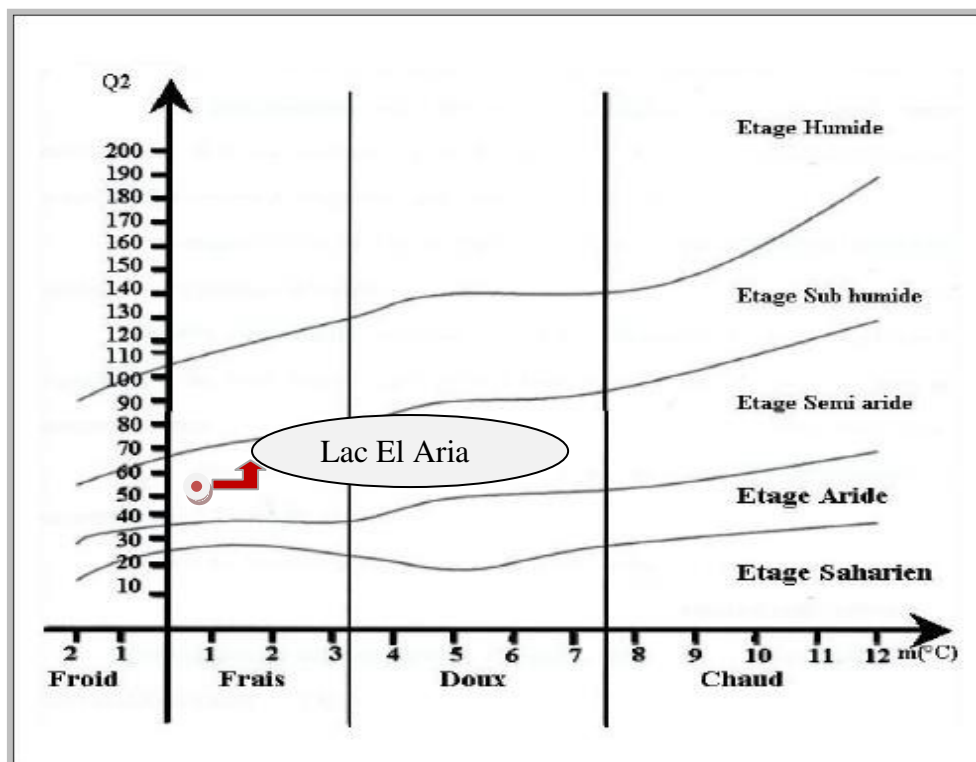
**P** : pluviométrie annuelle moyenne en mm

**M** : moyenne des maxima le mois le plus chaud.

**m**: moyenne des minima le mois le plus froid.

Le quotient Q2 calculé par cette formule est égal à 52,26.

L'emplacement de cet indice sur le climagramme d'Emberger nous a permis de situer la zone d'étude dans l'étage bioclimatique semi-aride avec un hiver frais (Fig.12).



**Figure 12:** Situation bioclimatique de la 1<sup>ere</sup> zone d'étude dans le climagramme D'EMBERGER durant (2016-2017).

### 3- La région du Bordj Bou Arreridj

#### 3.1- Localisation géographique de la région de Bordj Bou Arreridj

La wilaya de Bordj Bou Arreridj occupe une place stratégique au sein de l'Est Algérien. Elle se trouve à mi-parcours du trajet séparant Alger de Constantine (ANDI, 2013).

Le Chef-lieu de la wilaya est situé au Nord-est du pays sur les haut-plateaux à 220 km à l'Est de la capitale, Alger. La wilaya de Bordj Bou Arreridj s'étend sur une superficie de 3921 km<sup>2</sup>, Elle est limitée par les wilayas suivantes (Fig.13):

- Au Nord: par Bejaia
- A l'Est: par Sétif
- Au Sud: par M'Sila.
- A l'Ouest: par Bouira.



**Figure 13** : localisation de la région de Bordj Bou Arreridj (ANDI, 2013).

### 3.2- Relief et Géologie de la région de Bordj Bou Arreridj

La wilaya est constituée de trois zones géographiques qui se succèdent: une zone montagneuse, avec au Nord la chaîne des Bibans, une zone de hautes plaines qui constitue la majeure partie de la wilaya, une zone steppique, au Sud-ouest, à vocation agropastorale.

L'altitude varie entre 302 m et 1885 m (ANDI, 2013).

### 3.3- Climat de la région du Bordj Bou Arreridj

La wilaya se caractérise par un climat continental, qui offre des températures chaudes en été et très froides en hiver, parmi les plus basses de l'Algérie. La pluviométrie annuelle est de 300 à 700 mm (ANDI, 2013).

### **3.4- Le réseau hydrographique de la région de Bordj Bou Arreridj**

Le réseau hydrographique de la wilaya est caractérisé par deux sens d'écoulement opposés, séparés par une ligne de partage des eaux. Cette limite naturelle correspond à la limite des grands bassins versants du Soummam et Chott El Hodna (ANDI, 2013).

### **3.5 – Le barrage Ain Zada (2<sup>ème</sup> zone d'étude)**

Le barrage Ain Zada (Fig.14) a été construit en 1986 avec un noyau argileux, Il dispose d'énormes potentialités forestières et aquatiques (ANDI, 2013). L'étude du barrage d'Ain Zada est faite au début par le bureau d'étude Américain BECHTEL en 1979, et réalisée par l'entreprise Hidrotéchnika- Belgrade- yougoslavie, l'étude d'exécution et l'étude des travaux faite par Atkins–Humphreys et Sir M.Mac Donal-Angleterre, de 1981 à 1986 l'année de sa mise en service . C'est un barrage en remblai et enrochement avec un noyau central en argile, Il est doté d'un évacuateur de crues sans organes de réglage et d'un coursier à ciel ouvert sur l'un des côtés de la digue (Mebarkia, 2011).

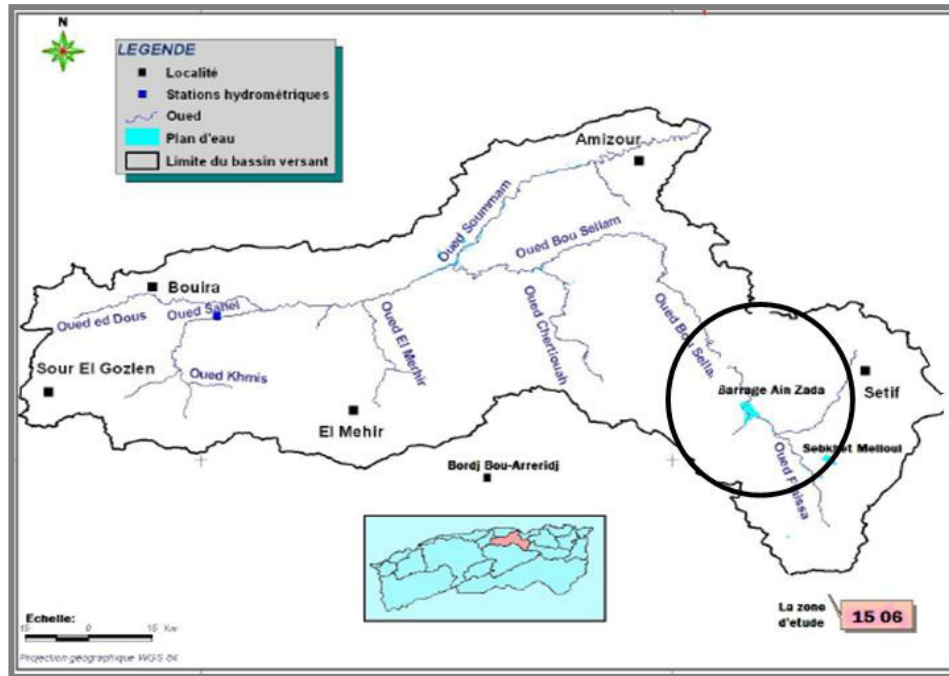


**Figure 14:** Barrage d'Ain Zada (Google Earth, 2018).

#### **3.5.1- Situation géographique de la 2<sup>ème</sup> zone d'étude**

Le barrage d'Ain Zada est situé dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj à 25 km à l'Ouest de Sétif et à 40 km à l'Est de Bordj Bou Arreridj (Fig.15). Il est implanté dans la commune

d'Ain-Taghrout sur l'Oued Boussellam (direction Sud-Nord) au niveau de la jonction avec l'Oued Ain-Taghrout à l'Ouest, l'Oued Kharoua au Nord-est et l'Oued Malah au Sud-est (Mebarkia, 2011).



**Figure 15:** Carte de situation géographique du barrage Ain Zada (Mebarkia, 2011) (modifiée).

### 3.5.2- Généralités et particularités du barrage d'Ain zada

- Le barrage d'Ain zada permettra actuellement d'emmagasiner un volume d'eau de 121,400 Mm<sup>3</sup> régularisant ainsi un volume de 50 Mm<sup>3</sup> par an, afin d'assurer les besoins en eau potable et industrielles des populations des villes en rapide expansion de la région notamment les villes de Sétif, Bordj Bou Arreridj, El Eulma et Bougaa et d'autres communes.

- Un bon secteur du Tourisme et des études surtout pour les ornithologues amateurs.

- Par sa géomorphologie, son climat semi-aride, sa vocation agricole et par la présence de plusieurs industries, la région d'étude est soumise à un degré de vulnérabilité assez important, additionné à des rejets des eaux usées (domestique, industrielle et d'irrigation). Dès lors, ces facteurs exposent les eaux superficielles à une pollution sévère.

### 3.5.3- Climat de la 2<sup>ème</sup> zone d'étude

#### a)- Précipitations:

La précipitation est la totalité de la lame d'eau quantifiée par un pluviomètre ou un pluviographe, elle englobe l'ensemble des eaux météorologiques : pluie, grêle ...etc.

Les précipitations moyennes mensuelles de la zone d'étude sont présentées dans le tableau suivant:

**Tableau 07 :** Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations (2016-2017) (Station météorologique de Constantine).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D	Moy
P (mm)	98,3	19,8	26,4	23	14,1	16,5	1,01	5,08	9,01	28,5	28,3	19,6	289,5

D'après les valeurs de la pluviométrie moyenne mensuelle indiquées dans le tableau N° 7, on remarque qu'un maxima de sécheresse durant le mois le plus chaud (juillet) avec une pluviométrie de 1,01 mm, par contre le mois le plus humide est janvier avec 98,3 mm.

#### b)- Températures

Les températures moyennes mensuelles de l'aire sont données dans le tableau suivant :

**Tableau 08 ;** Températures mensuelles moyennes (T) (2016-2017) (Station météorologique de Constantine).

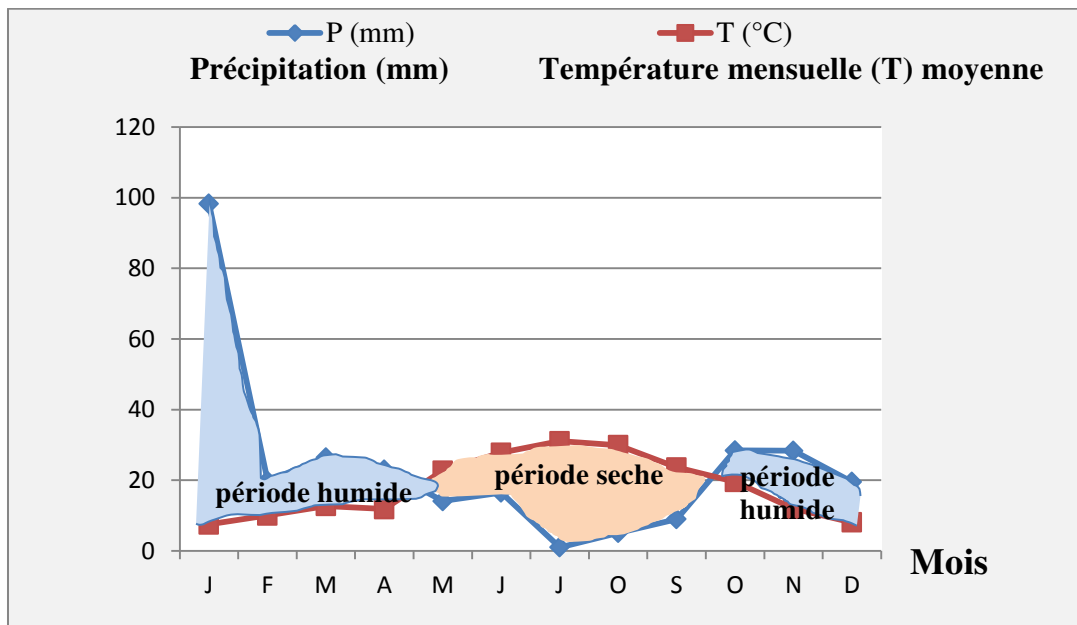
Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D	Total
T (°C)	7,5	10,1	12,7	11,9	22,7	27,8	31,1	30	23,7	19,6	12	8,1	18,07

De fortes variations saisonnières sont enregistrées entre le mois le plus chaud en juillet avec 31.1°C et le mois le plus froid en janvier avec 7.5 °C où la moyenne annuelle est de 18.07 C°.

**c)- Synthèse climatique**

**1) - Diagramme ombrothermique de GAUSSEN**

La zone d'étude subite une période sèche de cinq mois s'étend du mois de mai au mois de septembre et qui est limité au mois de juillet. La période humide couvre les sept mois entre le mois octobre et le mois d'avril (Fig.16).



**Figure 16 :** Diagramme ombrothermique de GAUSSEN (2016-2017).

**2)- Climagramme d'EMBERGER**

Le calcul du quotient d'EMBERGER permet d'obtenir la valeur :  $Q2 = 42.16$ . Ce qui nous permet de dire que la zone d'étude est classée dans l'étage semi-aride à hiver frais (Fig.217).

**4 – Menaces pour le lac El Aria et le barrage Ain Zada**

Les principales menaces pour ces zones humides sont :

- Rejet des eaux usées ;
- Urbanisation (foncier) ;
- Effet néfaste des activités agricoles non contrôlées, non conformes ;
- La dégradation des milieux naturels (bassins et sous bassins versants) ;
- Le braconnage ;

- Extraction illicite des sables et des dunes côtières ;
- Pompage excessif des eaux souterraines (forage) ;
- Infrastructures routières et ferroviaires : mises en place d'un réseau routier très important (DGF, 2015).

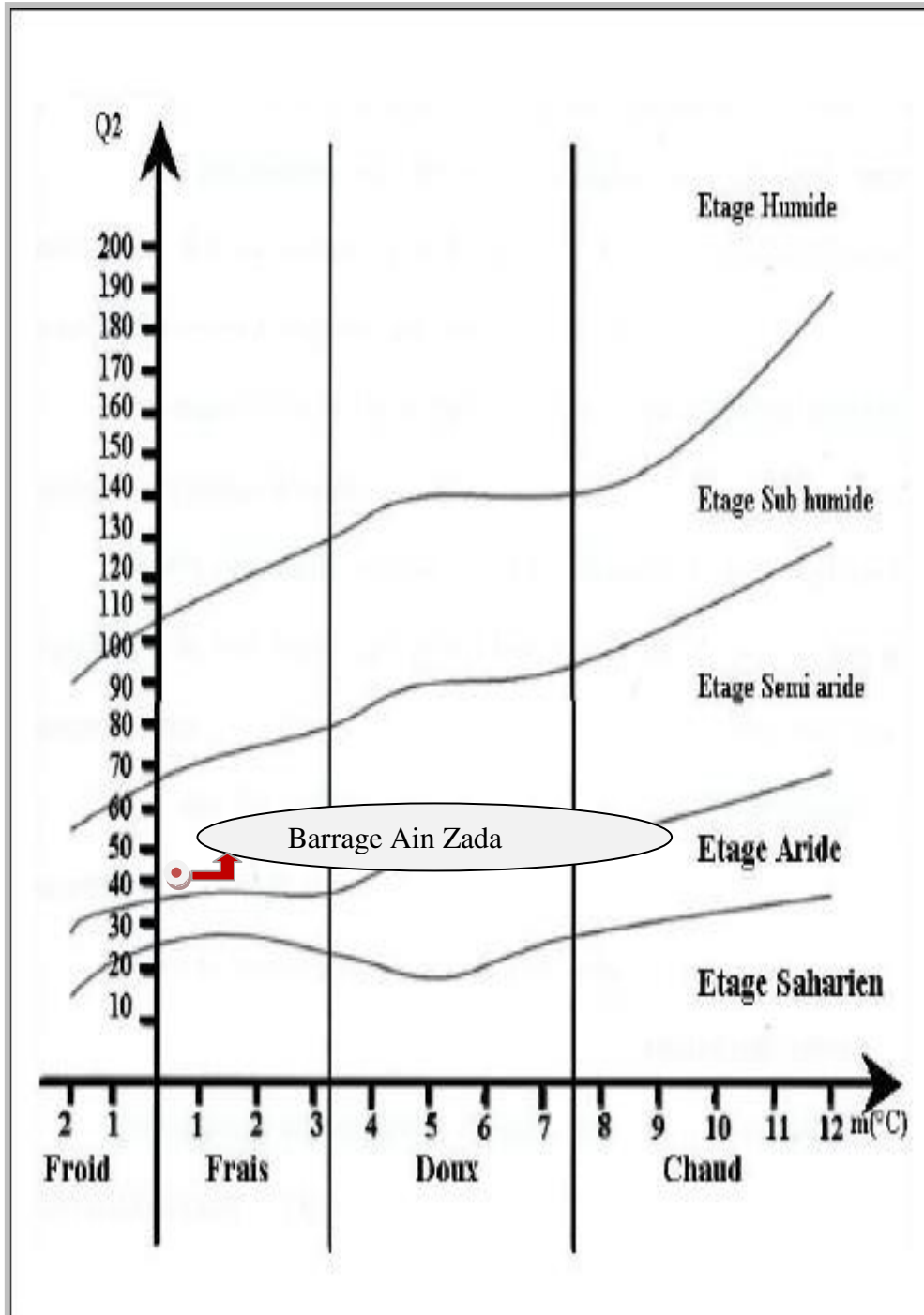


Figure 17: Situation bioclimatique de la 2<sup>ème</sup> zone d'étude dans le climagramme D'EMBERGER durant (2016-2017).

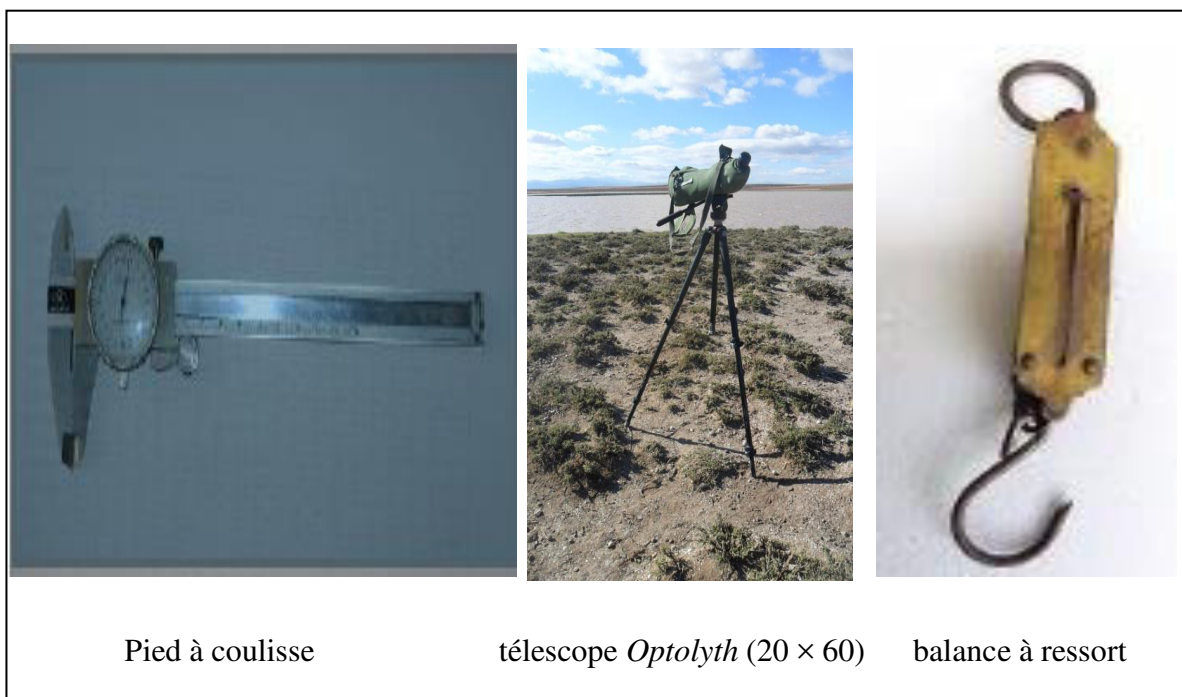
# *Chapitre 3*

## *Matériel et Méthodes*



**1 - Matériaux utilisés:**

1. Télescope *Optolyth* (20 × 60) (Fig.18).
2. GPS
3. Pied à coulisse (près de 0,1 mm) (Fig.18).
4. Balance à ressort (1g) (Fig.24).
5. Profondimètre.
6. Micro portable pour enregistrer les données et les observations.
7. Appareil photo numérique.
8. Marqueur permanent.



Pied à coulisse

téléscope *Optolyth* (20 × 60)

balance à ressort

**Figure 18:** Matériaux utilisés.**2 - Méthodes**

Les méthodes de l'observation des oiseaux sont nombreuses et dépendent des espèces étudiées et le but de l'étude (Benlaharche, 2014).

**2.1 Dénombrement des oiseaux d'eau**

Les oiseaux d'eau sont un élément particulièrement attractif et important, du fait de leurs migrations sur de longues distances, et de leur potentiel comme indicateurs de l'état et de la valeur des zones humides (Jacobs et *al.*, 2006).

Les premiers dénombrements systématiques d'oiseaux d'eau, ont eu lieu en Angleterre sur un échantillon de 15-20 sites, ils cessèrent en 1939. Des dénombrements hivernaux réguliers débutèrent également vers la même époque aux Pays-Bas, en Allemagne fédérale et peu après en Suisse. Ces enquêtes nationales se poursuivirent indépendamment jusqu'en 1966 (Ruger *et al.*, 1987).

A partir de 1967, le Bureau international de Recherche sur la Sauvagine (BIRS) créé en 1954, renommé ensuite BIROE (Bureau International de Recherches sur les Oiseaux d'Eau et les zones Humides), institua un groupe de recherches pour coordonner et étendre le travail, il a organisé un système de surveillance hivernal des oiseaux à l'échelle du Paléarctique occidental et Sud-ouest de l'Asie.

Aujourd'hui les comptages sont coordonnés par Wetlands International. Cet organisme s'étant assigné comme mission de conserver et de restaurer les zones humides et leurs biodiversité, pour les générations futures, par la recherche, l'échange d'informations et les activités de conservation, dans le monde entier (Dodman, 1997).

Le but majeur de ces recensements, est de contribuer le plus possible à la connaissance et à la conservation des espèces et de leurs habitats. Il s'agit donc d'un système de surveillance à long terme, centré sur l'hivernage des oiseaux d'eau. L'information rassemblée permet d'estimer les populations à des échelles continentales, de suivre l'évolution des effectifs et de la distribution, ainsi que d'identifier les sites importants (Jacobs *et al.*, 2006).

Le dénombrement systématique de peuplement d'oiseaux d'eau sur les sites nous à démontrés le rôle de ces dernier comme sites d'hivernages de plusieurs espèces migratrices.

Grâce aux dénombrements, on peut connaître aussi l'abondance, les dates de départ et d'arrivée des oiseaux, les effets d'une vague de froid, la distribution des oiseaux, leur utilisation des différents milieux, le degré d'association entre les espèces ... etc. Selon les pays, des recensements sont effectués pendant plusieurs mois de l'hiver, ou seulement à l'occasion du recensement international principal de la mi-janvier. Les résultats de ces comptages sont communiqués à Wetlands International. Ils sont intégrés dans la banque de données et les différentes publications de synthèse (Jacob *et al.*, 2006).

### **2.1.1- Intérêt du dénombrement des oiseaux d'eau**

L'intérêt d'un dénombrement des oiseaux peut-être évalué au niveau du site, au niveau national et au niveau international.

#### **\*Au niveau du site :**

À ce niveau, il s'agit d'évaluer l'importance du site concerné. La base de données que constitue un dénombrement permet de mieux connaître, donc de mieux gérer une zone humide et sauvegarder sa biodiversité. Plusieurs points peuvent être traités.

#### **\*Au niveau national :**

- Connaître le rôle et l'importance des zones humides du pays pour les différentes espèces d'oiseaux d'eau, au cours de leur cycle annuel ;
- Fournir des informations pour la mise en place des plans de gestion et de conservation, en faveur de l'utilisation durable des ressources naturelles ;
- Fournir des informations pour la législation de protection de la nature (espèces chassables, périodes de chasse, espèces et milieux à protéger, espèces menacées, ...etc.).
- Fournir des informations pour la réalisation de synthèses des connaissances.

#### **\*Au niveau international:**

- Renforcer les connaissances sur les espèces dans leur aire de répartition (taille des populations, cycle annuel, déplacements, migrations, etc.) et suivre l'évolution de certains paramètres (taille des populations, ...etc.).
- Renforcer les informations nécessaires aux conventions et accords internationaux (Ramsar, Bonn, AEWA, Biodiversité, ...etc.), et à l'élaboration de documents stratégiques.

### **2.1.2- Dénombrement des oiseaux d'eau**

On distingue les méthodes absolues et les méthodes relatives. Les premières se basent sur l'observation directe des oiseaux à dénombrer, et sont les plus utilisées dans les campagnes de dénombrement. Les deuxièmes se basent sur des indices de présence des oiseaux, et nécessitent des conditions préalables d'application pour une exploitation valable des résultats.

### **2.1.3- Dénombrement des oiseaux d'eau en période de nidification**

Les méthodes de dénombrement des oiseaux en période de nidification, sont variées et dépendent de la taille des oiseaux, du comportement et des modes de nidification des différents groupes d'espèces. Elles sont spécifiquement adaptées et exigent toutes des plans d'échantillonnage mûrement réfléchis, pour arriver à des interprétations valables des résultats.

#### **-Détermination du nombre d'espèces nicheuses d'un site**

Le périmètre du site est parcouru au moins à deux reprises, au début de la saison de nidification (mars - début d'avril) et à sa fin (fin juin - début juillet) en inversant le sens du parcours à chaque fois et en changeant l'horaire de travail (tôt le matin et en fin de journée).

Certaines espèces, tels que les Râles, sont très discrètes et fuient au moindre dérangement. La discrétion dans la tenue et le déplacement est donc obligatoire (Guouichiche, 2006).

### **2.1.4 - Méthode utilisés pour le recensement des adultes de la Foulque macroule**

Nous avons réalisé le recensement des oiseaux d'eau par deux méthodes:

#### **2.1.4.1 - Méthode absolue**

Dans ce cas, le recensement est appelé exhaustif parce que nous considérons que la population est estimée directement en sa valeur absolue et tous les individus sont comptés. C'est la méthode utilisée quand la population est proche du point d'observation et le nombre total d'oiseaux ne dépasse pas 200 individus.

Malgré son efficacité, cette méthode risque de sous-estimer quelques espèces à cause de leur petite taille ou de la nature du milieu où elles nichent. Cette technique exige une exploitation complète du terrain et des observateurs expérimentés.

#### **2.1.4.2 la méthode relatif**

Dans ce procédé, la population est évaluée en utilisant un échantillonnage qui comprend seulement une partie de la population.

Nous estimons un échantillon d'une taille moyenne, puis on divise le champ de vision en plusieurs bandes et rapportons autant de fois que le nombre de bandes. Cette méthode est

généralement utilisée lorsque le nombre individuel dépasse 200 individus et où la population est loin d'être au point d'observation (Tamisier et Dehorter, 1999; Altmann, 1974).

## **2.2 - Budget temps d'activités diurne**

Les activités diurnes du comportement varient selon les espèces. Ces modèles d'activités nous aident à comprendre les adaptations écologiques des oiseaux et d'améliorer la planification de la gestion et de la conservation de ces oiseaux. Ceci fournit en retour des informations fondamentales sur le rôle fonctionnel des zones humides, et comment cela pourrait affecter les habitudes des oiseaux utilisant l'écosystème (Tamisier et Dehorter, 1999).

### **2.2.1 - Méthode utilisés pour le Budget temps diurne des activités de la Foulque macroule**

Deux méthodes sont habituellement utilisées :

#### **2.2.1.1- Méthode *FOCUS*:**

L'échantillonnage focalisé implique l'observation d'un individu pendant une période prédéterminée, où nous enregistrons continuellement les activités manifestées. Les résultats obtenus sont par la suite proportionnés afin de déterminer le pourcentage de temps de chaque comportement (Altmann, 1974). Cette observation continue permet d'enregistrer certains comportements qui ne sont pas toujours fréquents.

#### **2.2.1.2 - Méthode *SCAN*:**

Cette méthode se basant sur l'observation d'un groupe permet d'enregistrer les activités instantanées de chaque individu puis grâce à des transformations mathématiques fait ressortir le pourcentage temporel de chacune d'elle (Altmann, 1974). Elle présente l'avantage d'être la seule méthode appliquée dans des sites à végétations denses où les oiseaux ne sont pas toujours observés durant de longues périodes. Elle élimine aussi le choix d'individus (Baldassareet *al.*, 1988) mais comme il s'agit d'un échantillonnage instantané, il est pratiquement impossible de déterminer le statut social (par paires ou séparés) des oiseaux observés (Paulus, 1988). Dans notre étude nous avons utilisé la méthode scan.

Les budgets-temps ont été suivis à partir de septembre jusqu'au mois de mars durant l'année (2016/2017) et de septembre jusqu'au mois de février durant l'année (2017/2018). Toutes les analyses ont duré 8 h (8h00-16h00, avec un balayage réalisé chaque demi-heure).

L'étude comportementale a été effectuée sur la base de huit activités : Alimentation, Nage, Toilette, Repos, le Comportement Agressif, le Comportement parade, Sommeil et Vol par dérangement.

L'alimentation a été, elle-même subdivisée en trois catégories: alimentation en surface, par basculement et pâturage (alimentation sur le terrain).

Tout d'abord, les données étaient analysées pour déterminer le pourcentage de temps moyen passé par la Foulque macroule dans chaque activité. En second lieu, les données ont été transformées pour déterminer le pourcentage de temps moyen alloué pour les différentes activités pendant les huit heures diurnes d'observation. Les résultats sont calculés à l'aide de programme Excel 2007.

### **2.3- Biologie de la reproduction**

La Biologie de la reproduction de l'espèce a été étudiée sur les deux sites (lac El Aria et barrage d'Ain Zada) de mars à juin 2017 au rythme d'une sortie par semaine. Au cours de la saison de reproduction, le nombre d'adultes a été compté à partir de mars en utilisant un télescope *Opholyth* (20x60). A l'aide d'un GPS, nous avons noté la localisation des nids avec précision et nous avons utilisé des jetons pour distinguer les nids trop rapprochés, puis les nids ont été mesurés pour déterminer les paramètres environnementaux (profondeur de l'eau, hauteur des nids, diamètre interne des nids et diamètre externe), la végétation observée autour des nids a été aussi notée ainsi que la végétation utilisée pour la construction des nids. Les dimensions des œufs ont été mesurées en utilisant un pied à coulisse (près de 0,1 mm) pour la longueur et la largeur et une balance à ressort pour le poids (1 g le plus proche).

Un nid était considéré comme prédaté si un œuf ou tout le contenu du nid présentait des signes de prédation.

# *Chapitre 4 : Résultats et Discussion*



## **I- Résultats**

### **I.1- Le comportement hivernant**

#### **I.1.1 - Dénombrement des adultes**

- Durant notre 1<sup>ère</sup> année étude (2016/2017), le suivi de dénombrement des adultes de la Foulque macroule dans le lac El Aria et le barrage d'Ain Zada nous a montré que les Foulques occupent ces sites dès la fin du mois de septembre.

La population a fluctué entre 115 et 100 respectivement pour le lac El Aria et le barrage d'Ain Zada en septembre (début de notre étude), jusqu'à 210 individus pour le lac El Aria et 290 individus pour le barrage d'Ain Zada au mois de mars (Fig.19). Le nombre de la Foulque macroule a progressivement augmenté jusqu'au le début du mois de janvier où l'espèce marque un pic de 380 et 430 individus pour le lac El Aria et le barrage d'Ain Zada respectivement (Fig.19), puis ce nombre marque progressivement une diminution.

Cependant, pendant la 2<sup>ème</sup> année d'étude (2017/2018), Le nombre des Foulques sa fluctué entre 80 et 420 individus pour le lac El Aria et entre 150 et 350 individus pour le barrage d'Ain Zada en septembre et le mois de février respectivement (Fig.20). Ce nombre a augmenté progressivement pour avoir un pic au début du mois de novembre au le lac El Aria et la fin du mois d'octobre pour le barrage d'Ain Zada avant de diminuer progressivement. Le pic du nombre observé au lac El Aria était de 720 individus et au barrage d'Ain Zada était de 510 individus.

Le suivi de dénombrement des adultes de la Foulque macroule dans le lac El Aria et le barrage d'Ain Zada durant deux saisons hivernales présente des différences d'un site à un autre et d'une année à une autre.

#### **I.1.2 - Budget d'activité**

Les activités du budget temps diurne enregistrées par la Foulque macroule dans les deux sites d'étude « lac El Aria et le barrage d'Ain Zada » pendant toute la période d'étude (les deux saisons d'hivernage) « 2016/2017-2017/2018 » indiquent que l'espèce passe plus de  $\frac{3}{4}$  de leur temps s'alimenter (Fig.21 / Fig.22). Les principales activités de l'espèce étaient l'alimentation et la nage, qui représentaient ensemble un pourcentage moyen plus de 90% dans le rythme d'activité diurne.

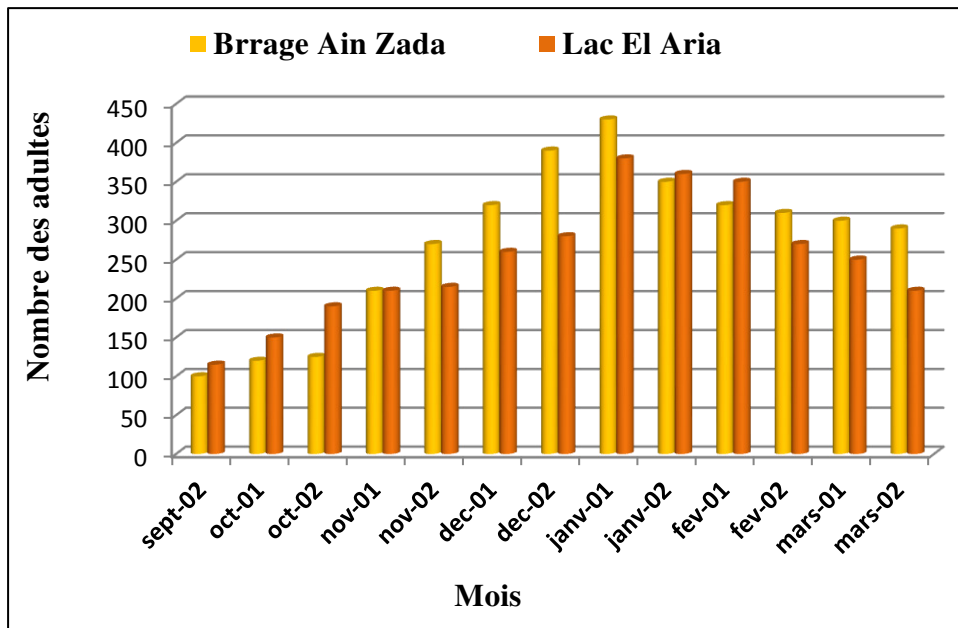


Figure 19: L'évolution saisonnière des effectifs de la Foulque macroule au lac El Aria et le barrage d'Ain Zada durant l'année 2016/2017.

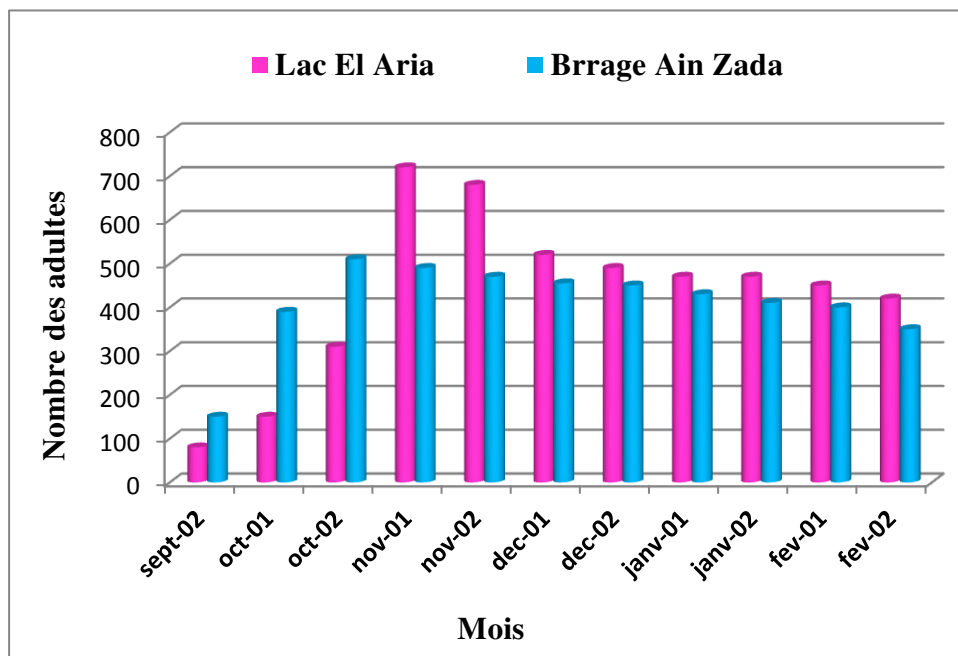
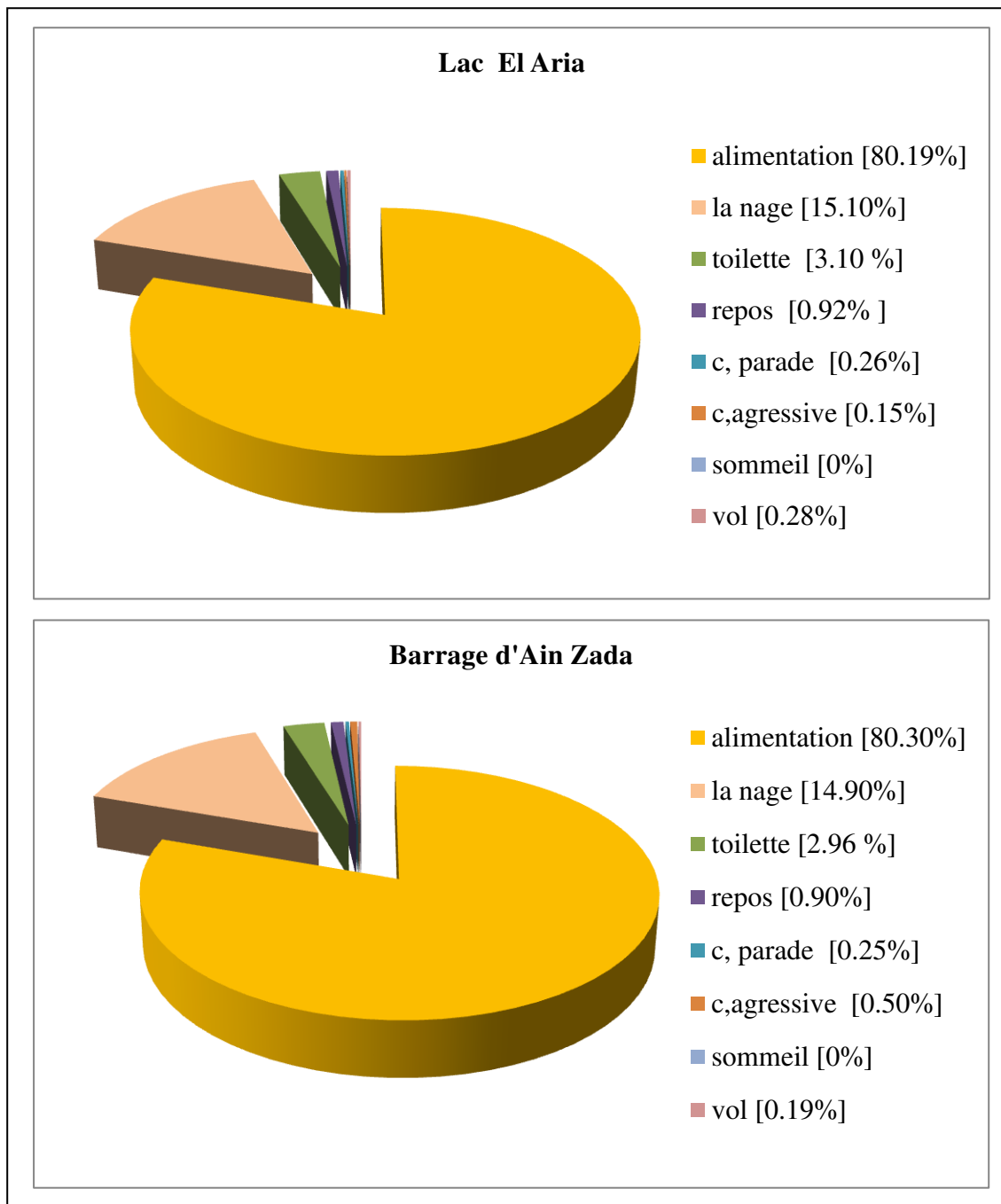


Figure 20: L'évolution saisonnière des effectifs de la Foulque macroule au lac El Aria et le barrage d'Ain Zada durant l'année 2017/2018.

- Durant l'année 2016/2017, Les principales activités de la Foulque macroule étaient l'alimentation et la nage, qui, ensemble, représentaient un pourcentage moyen près de 95% du temps. Dans les deux sites d'étude, l'alimentation était la principale activité diurne (> 80%), la nage représentait la deuxième activité principale de cet oiseau (~ 15%), suivie par la toilette (~ 3%). Alors que les activités de vol, de repos, de sommeil, de comportement agressif et de parade représentaient environ 5% en moyenne (Fig.21).



**Figure 21** : Le pourcentage moyen du temps alloué par la Foulque macroule aux différentes activités diurnes dans les deux sites d'études durant l'année 2016/2017

- Durant la 2<sup>ème</sup> année d'étude (2017/2018), L'alimentation de la Foulque macroule domine presque la totalité du budget temps diurne avec un pourcentage moyen plus de 75% dans les deux sites (Fig.22). La nage constitue la deuxième activité avec un pourcentage moyen de 15.02 % au lac El Aria et de 16.13% en moyenne au barrage d'Ain Zada. La toilette ou l'entretien du plumage se classe en troisième rang dans le bilan des activités diurnes de la Foulque macroule avec un pourcentage moyen de ~3% dans les deux sites.

Les activités de vol, de repos, de sommeil, de comportement agressif et de comportement parade représentaient 6.16% et 2.66% en moyenne pour le lac El Aria et le barrage d'Ain Zada respectivement (Fig.22).

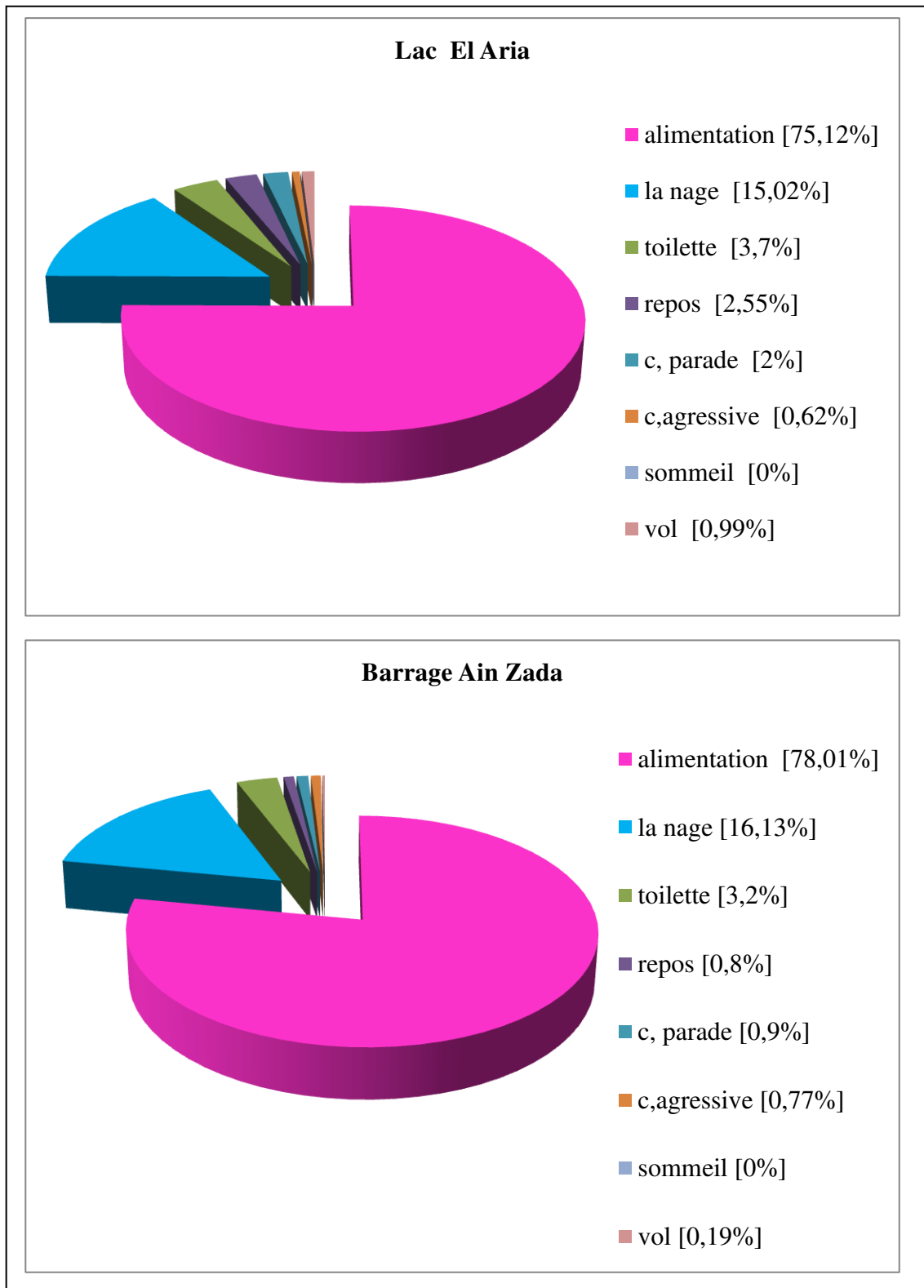
### **I.1.3 - Evolution saisonnière des activités diurnes chez la Foulque macroule**

a- Durant la 1<sup>ère</sup> année d'étude, L'activité alimentation a été observée pendant toute la saison d'hivernage dont le pic a été enregistré en décembre avec 84% au lac d'El Aria et 82% au barrage d'Ain Zada. La courbe de cette activité montre que la Foulque macroule a passé son temps en nutrition pendant presque toute la période diurne (Fig.23). Des fluctuations sont marquées pendant le temps consacré à l'alimentation coïncidaient avec des périodes de vent et de froid. La valeur la plus élevée de l'alimentation a été enregistrée au cours de la première quinzaine du mois de décembre au barrage Ain Zada et dans la seconde moitié du mois de décembre au lac d'El Aria, cependant la valeur la plus basse a été enregistrée pendant la deuxième quinzaine du mois de novembre au barrage Ain Zada et pendant la première quinzaine du mois de novembre au barrage El Aria (Fig.23).

La nage qui représente la deuxième activité majeure de cet oiseau (~ 15%) a été enregistrée durant toute le période d'étude avec un comportement fluctuant. La valeur maximale de cette activité a été enregistrée à la deuxième quinzaine de novembre et la première quinzaine du mois de janvier (au barrage Ain Zada) et à la première quinzaine de novembre au lac El Aria (Fig.23). La plus faible valeur de cette activité a été enregistrée pendant la première quinzaine du mois de décembre dans les deux sites d'étude.

La toilette est une activité fondamentale pour les oiseaux d'eau. Cette activité de confort a été souvent observée pendant toute la période d'étude, avec une valeur de ~ 3% dans les deux sites. L'activité de vol a pris une faible proportion dans le rythme d'activités diurnes de la Foulque macroule avec <1% en moyenne dans les deux sites d'étude. L'activité de repos a

été représentée avec un faible pourcentage dans le budget temps diurne de l'espèce avec ~ 0.9% au lac d'El Aria et le barrage d'Ain Zada (Fig.23).



**Figure 22 :** Le pourcentage moyen du temps alloué par la Foulque macroule aux différentes activités diurnes dans les deux sites d'études durant l'année 2017/2018.

Le reste du comportement diurne de la Foulque macroule a été attribué aux activités de comportement agonistique et comportement parade. La somme des pourcentages pour ces deux activités combinées ensemble était (0,75% - 0,41%), correspondant respectivement au barrage d'Ain Zada et le lac d'El Aria (Fig.23). Les activités du budget temps diurne de la Foulque macroule pendant la 1<sup>ère</sup> année d'étude ne représentent pas des différences entre les deux sites.

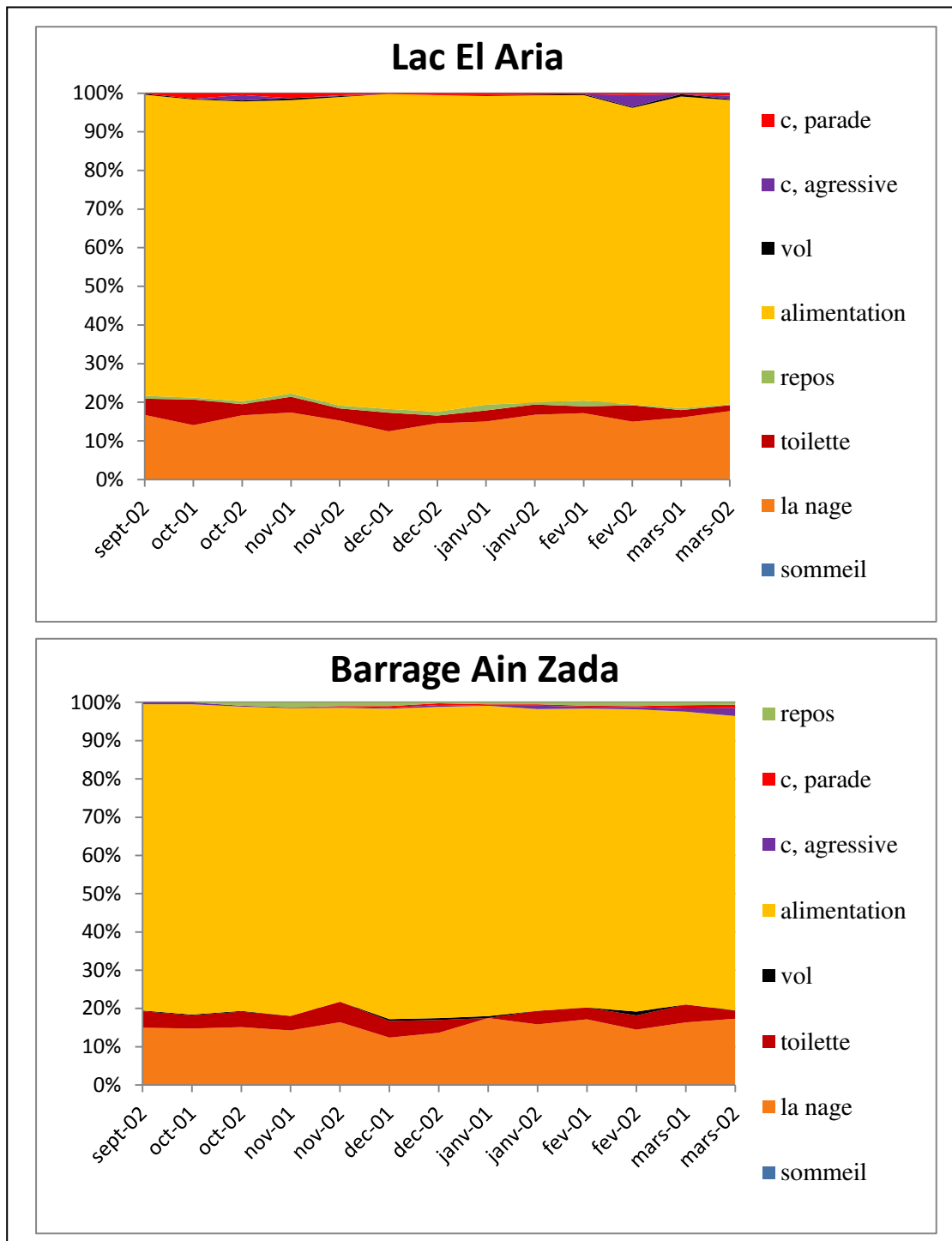
b- Durant la 2<sup>ème</sup> année d'étude, l'alimentation qui détient plus de  $\frac{3}{4}$  du budget temps diurne de la Foulque macroule est souvent enregistrée à des taux élevés (Fig.24). La valeur la plus élevée de cette activité a été enregistrée à la première quinzaine du mois de décembre (87%) et la valeur la plus basse a été enregistrée à la deuxième quinzaine du mois de novembre (51%) au lac El Aria. Cependant, au barrage d'Ain Zada la valeur la plus élevée a été marquée à la première quinzaine du mois d'octobre avec 92% et la valeur la plus basse est marquée à la première quinzaine du mois de février (57%).

La nage, qui vient en seconde rang, présente un comportement très fluctuant. Au lac El Aria, la valeur minimale a été de 5% à la première semaine du mois de décembre et la valeur maximale est enregistrée à la fin du mois de novembre avec 40% en moyenne (Fig.24). Au barrage d'Ain Zada, la valeur maximale est enregistrée à la première quinzaine du mois de février avec 38% et la valeur minimale est marquée à la première quinzaine du mois d'octobre (3%).

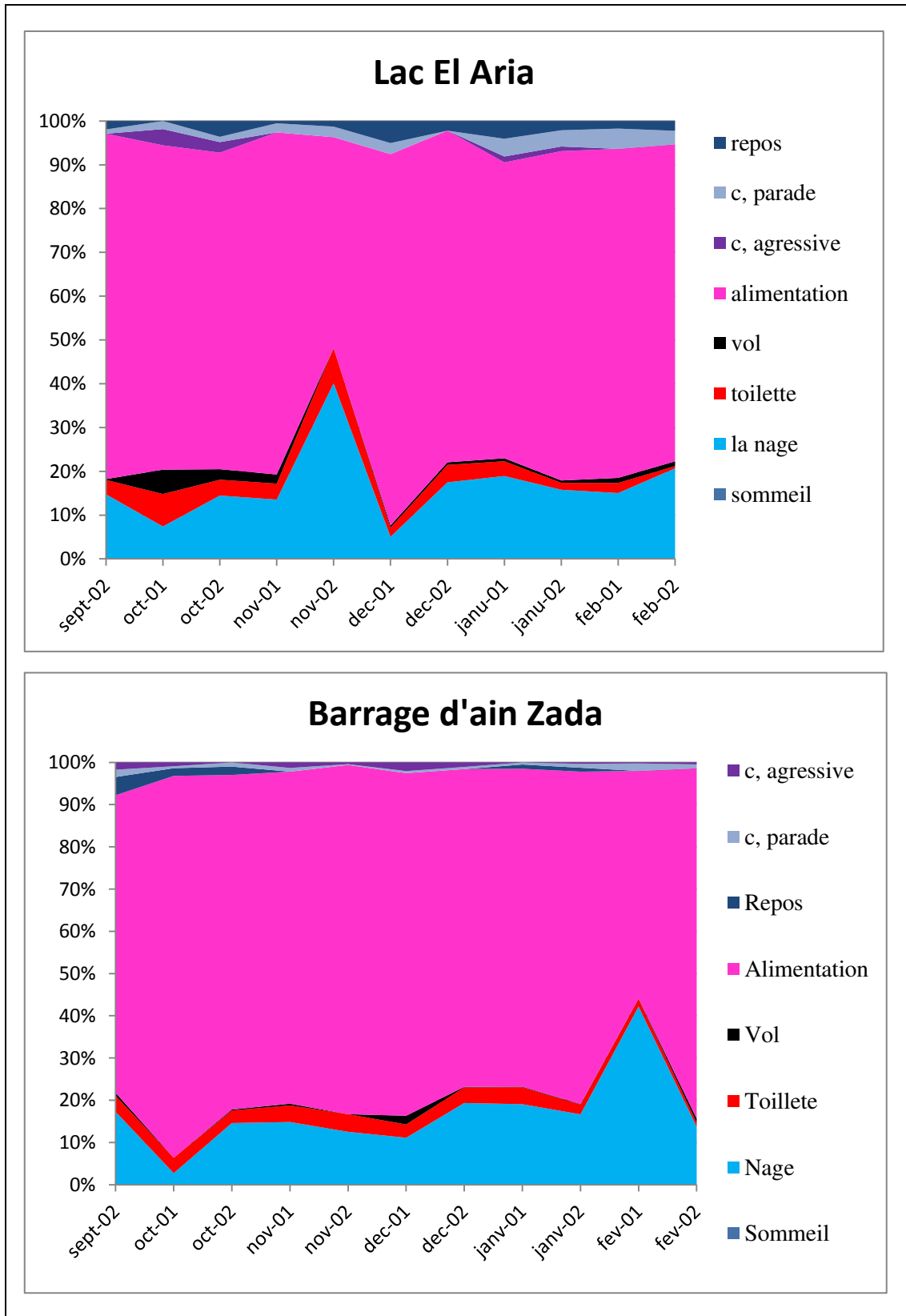
La toilette est observée durant toute la saison hivernale. Sa tendance expose une valeur maximale avoisinant les 5% notée à la première quinzaine du mois d'octobre, et également une valeur minimale de 2% observée à la fin du mois de février au lac El Aria. Tandis que, au barrage d'Ain Zada, la valeur maximale est marquée à la première quinzaine du mois de novembre (4%) et la valeur minimale est enregistrée à la première quinzaine du mois de février (<1%) (Fig.24).

Le comportement parade est observé pendant toute la période d'étude avec des fluctuations plus au moins stable. Son graphique montre que les valeurs les plus élevées sont observées à la fin de la saison (janvier et février) au lac El Aria (4%). Au barrage d'Ain Zada les valeurs sont presque semblables ~1% (Fig.24). Le comportement agressif et le vol ont été cependant présentés avec des flottements. La valeur maximale de ces deux activités est notée à la première quinzaine du mois de décembre au barrage d'Ain Zada et à la première quinzaine du mois d'octobre au lac El Aria (Fig.24). La valeur minimale de ces

activités est enregistrée à la première quinzaine du mois de décembre au lac El Aria, cependant, au barrage d'Ain Zada, elle est enregistrée à la deuxième quinzaine du mois de novembre pour chaque activité (Fig.24).



**Figure 23 :** Evolution saisonnière de différents types d'activités diurnes de la Foulque macroule dans les deux sites d'études durant l'année 2016/2017.



**Figure 24:** Evolution saisonnière de différents types d'activités diurnes de la Foulque macroule dans les deux sites d'études durant l'année 2017/2018.

Le repos au lac El Aria a été présent avec des fluctuations plus au moins stable, son graphique montre que la valeur la plus élevée est observée à la première quinzaine du mois de décembre au lac El Aria, néanmoins au barrage d'Ain Zada les valeurs les plus élevées sont observées au début de la saison hivernale (septembre, octobre et le début de novembre).

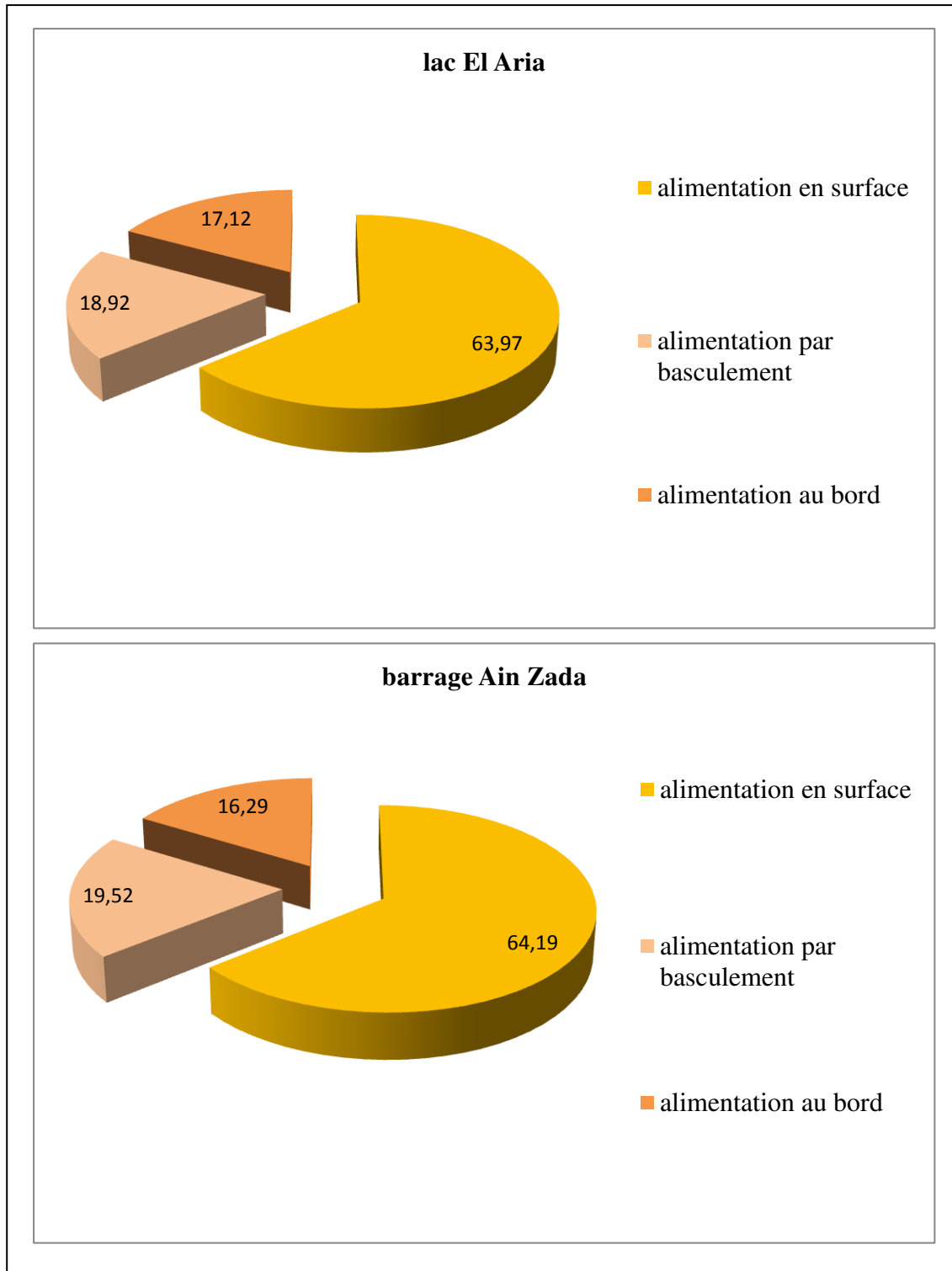
Les activités du budget temps diurne de la Foulque macroule pendant les deux ans d'étude ne représentent pas des différences entre les deux sites.

#### **I.1.4 - Différents types d'alimentation**

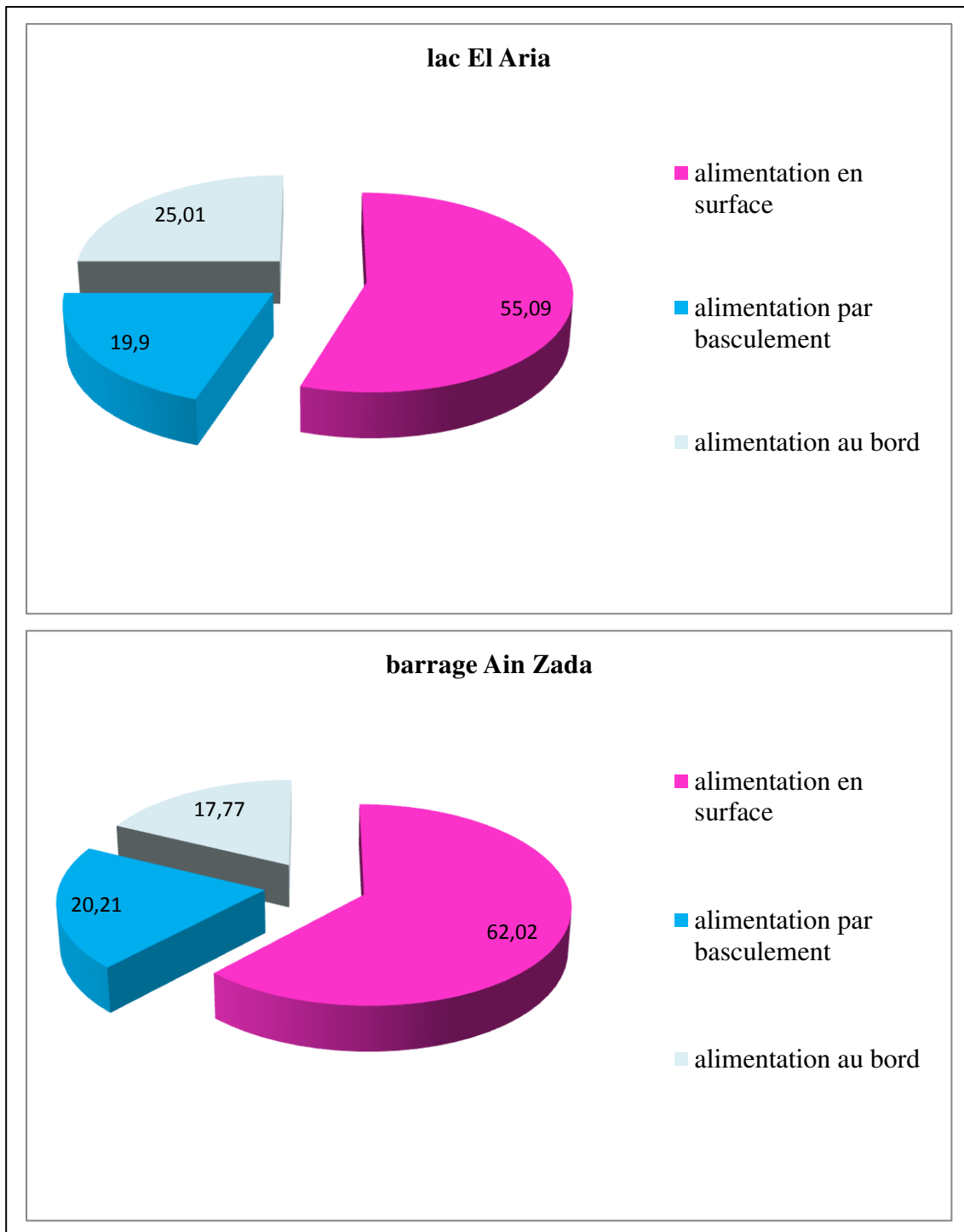
L'alimentation, en tant qu'activité principale, a été accomplie par trois stratégies : l'alimentation en surface, qui était la méthode principale, l'alimentation par basculement et l'alimentation au bord (le pâturage). Les trois types d'alimentation étaient présents pendant les deux ans et dans les deux sites d'étude. Ils ont été représentés par des fluctuations différentes au cours de la période d'étude (Fig.25 / Fig.26).

- Durant la 1<sup>ère</sup> année d'étude, l'alimentation en surface a dominé les autres types d'alimentation dans les deux sites avec une valeur moyenne similaire (~ 64%). Le temps consacré à l'alimentation par basculement par la Foulque macroule était similaire dans les deux sites (~ 19%), tandis que le temps moyen consacré au pâturage était peu supérieur au lac El Aria (17.12%) à celui au barrage Ain Zada (16.29%) (Fig.25).

- Durant la 2<sup>ème</sup> année d'étude, l'alimentation en surface a dominé comme une méthode principale avec 55.09% au lac El Aria et avec 62,02% au barrage d'Ain Zada, Suivie par l'alimentation par basculement qui a contribué avec (~20%) dans les deux sites d'étude. En troisième rang vient l'alimentation au bord avec 25.01% au lac El Aria et avec 17,77% au barrage d'Ain Zada (Fig.26).



**Figure 25:** Le pourcentage du temps alloué aux différents types d'alimentation de la Foulque macroule dans les deux sites d'étude pendant la 1<sup>ère</sup> année d'étude.



**Figure 26:** Le pourcentage du temps alloué aux différents types d'alimentation de la Foulque macroule dans les deux sites d'étude pendant la 2<sup>ème</sup> année d'étude.

**I.1.5 - Evolution saisonnière des différents types d'alimentation**

- Durant la 1<sup>ère</sup> année d'étude, Les 3 types d'alimentation sont marqués pendant toute la période d'étude par des fluctuations plus au moins stable. L'alimentation en surface a noté une valeur maximale de 74% au lac El Aria à la première quinzaine du mois de novembre et de 70% au barrage Ain Zada à la première quinzaine du mois de février. La valeur minimale de cette activité est enregistrée à la deuxième quinzaine du mois de novembre pour les deux sites (Fig.27).

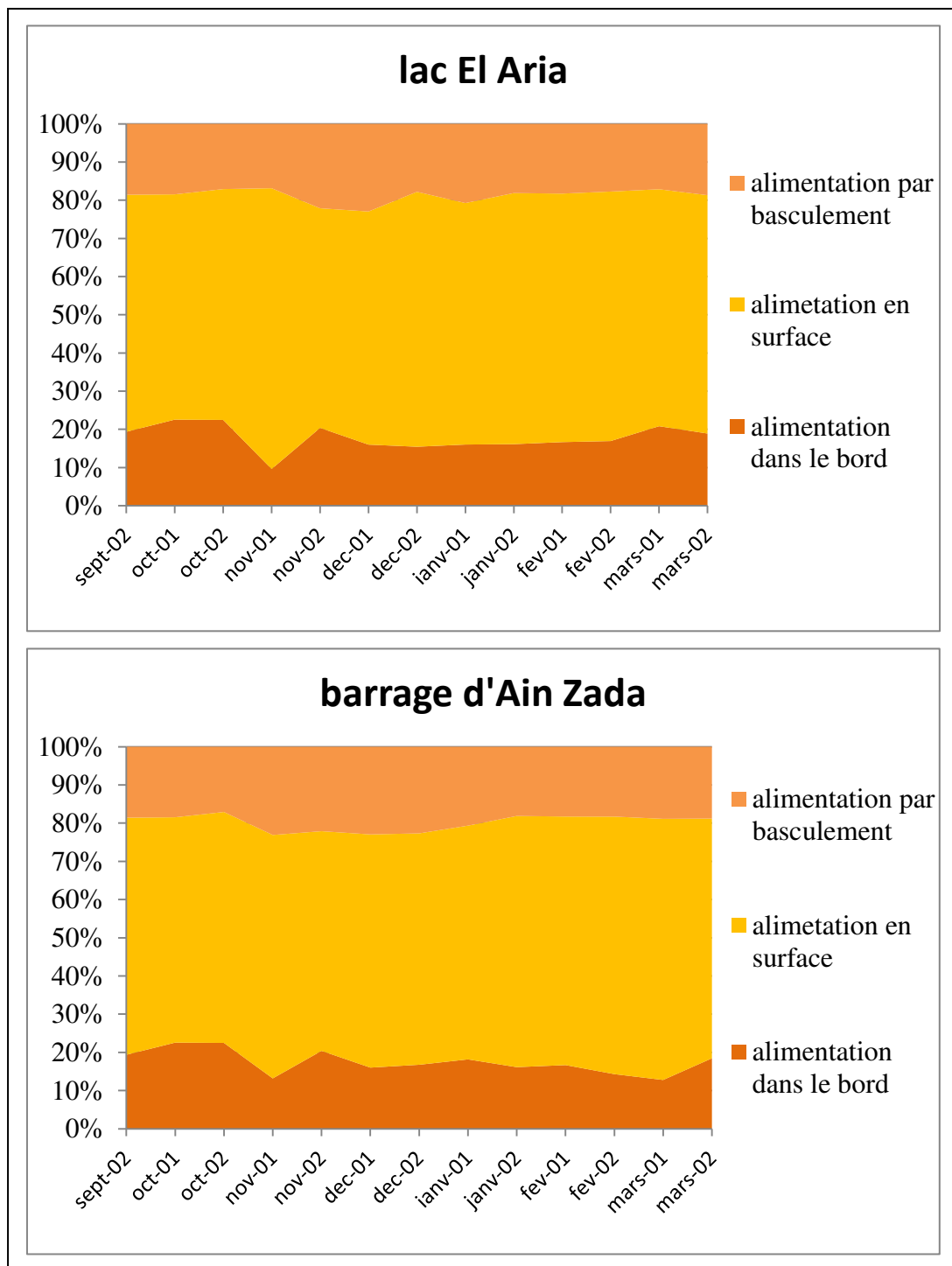
L'alimentation par basculement vient en deuxième rang avec un comportement plus au moins stable (~20%) en moyenne. En troisième rang vient l'alimentation au bord avec un comportement aussi stable (Fig.27).

- Durant la 2<sup>ème</sup> année d'étude, Les 3 types d'alimentation sont observés pendant toute la période d'étude avec des fluctuations différentes. La valeur maximale de la principale stratégie a été marquée à la première quinzaine du mois de janvier (66%) au lac El Aria et à la deuxième quinzaine du mois de janvier (72%) au barrage d'Ain Zada, et également la valeur minimale est enregistrée à la première quinzaine du mois d'octobre (49%) au lac El Aria et à la première quinzaine du mois de février au barrage d'Ain Zada (57%) (Fig.28).

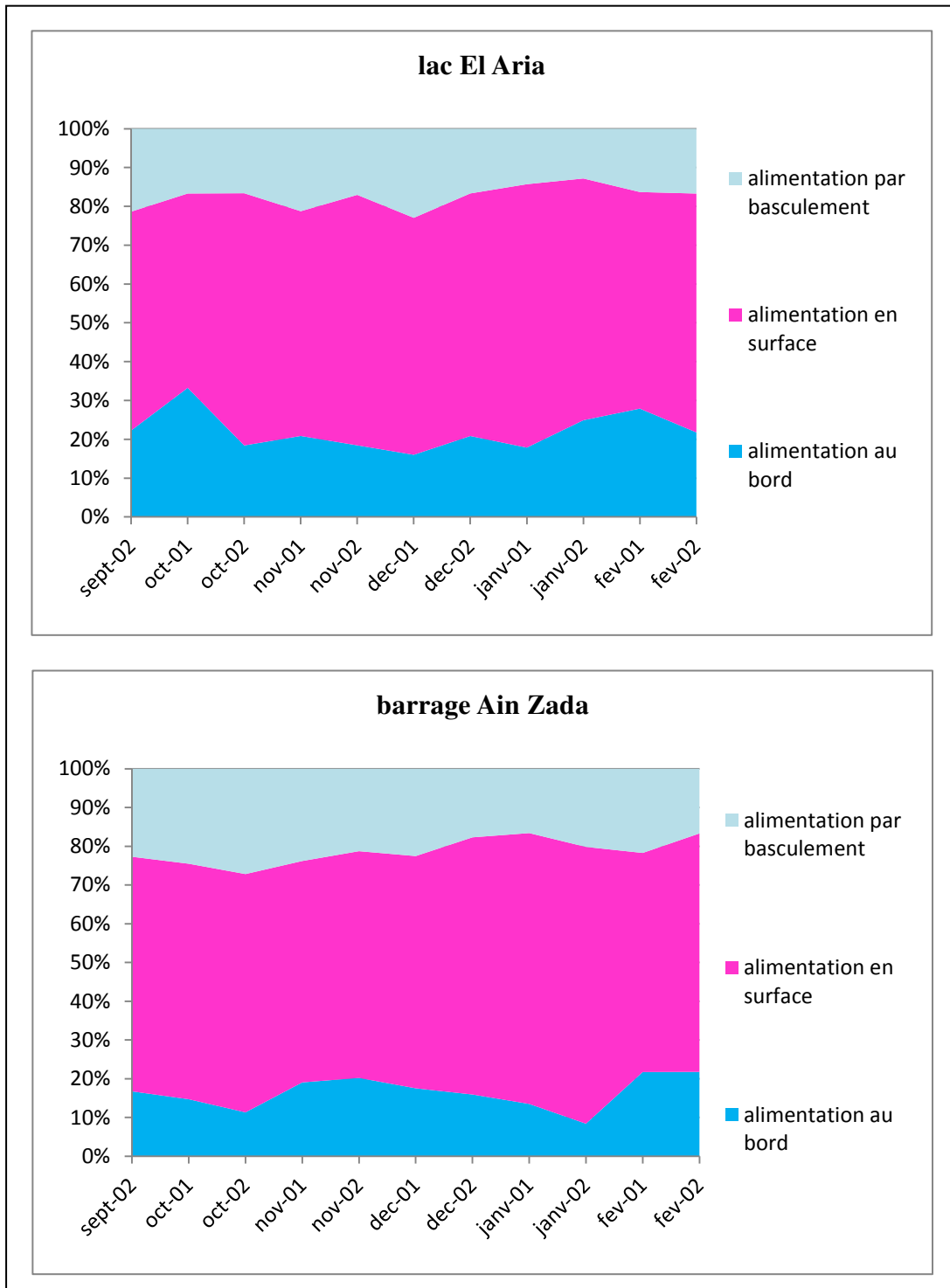
L'activité d'alimentation au bord est classée dans le second rang au lac d'El Aria avec un pourcentage moyen de 32 % à la première quinzaine du mois d'octobre, et en troisième rang au barrage d'Ain Zada avec 20% à la deuxième quinzaine du mois de novembre. La valeur minimale de cette activité est enregistrée à la première quinzaine du mois de décembre au lac El Aria (17%) et à la deuxième quinzaine du mois janvier au barrage d'Ain Zada (7%) en moyenne (Fig.28).

L'alimentation par basculement est présentée par un comportement plus au moins stable, la valeur la plus élevée est marquée à la première quinzaine du mois de décembre au lac d'El Aria (22%) et la valeur la plus basse est notée à la deuxième quinzaine du mois de janvier (14%). Au barrage d'Ain Zada la valeur maximale est marquée à la deuxième quinzaine du mois d'octobre (28%) et la valeur minimale est marquée à la première quinzaine du mois de janvier (17%) (Fig.28).

Les trois types d'alimentation de la Foulque macroule pendant la première année d'étude ne représentent pas des différences entre les deux sites. En revanche, durant la deuxième année d'étude, les trois types d'alimentation de la Foulque macroule représentent des différences entre les deux sites.



**Figure 27:** Evolution saisonnière de différents types d'alimentation de la Foulque macroule dans les deux sites d'étude pendant la 1<sup>ère</sup> année d'étude.



**Figure 28:** Evolution saisonnière de différents types d'alimentation de la Foulque macroule dans les deux sites d'étude pendant la 2<sup>ème</sup> année d'étude.

**I.1.6 - Budget temps journalier d'activités diurne**

L'analyse du budget temps journalier de la Foulque macroule hivernant au lac El Aria et au barrage d'Ain Zada durant les deux ans d'études nous a permis de mieux comprendre la distribution des différentes activités à travers toute la journée.

- Durant la 1<sup>er</sup> année d'étude, L'alimentation n'a pratiquement pas changé, elle a enregistré un maximum à 8h00 avec un pourcentage moyen de 94% au lac El Aria et de 89% au barrage d'Ain Zada. Au cours des heures suivantes, cette valeur a diminué légèrement et a atteint les 73% au lac El Aria et 70% au barrage d'Ain Zada à la sixième heure d'observation (13h-14h). Le reste des heures est marqué par une légère augmentation d'alimentation (Fig.29).

L'activité de la nage s'accroît durant les six premières heures d'observation pour atteindre un maximum à la sixième heure avec 22% au lac El Aria et 24% au barrage d'Ain Zada. Elle s'abaisse durant les heures suivantes pour atteindre 12% à la dernière heure pour les deux sites (Fig.29).

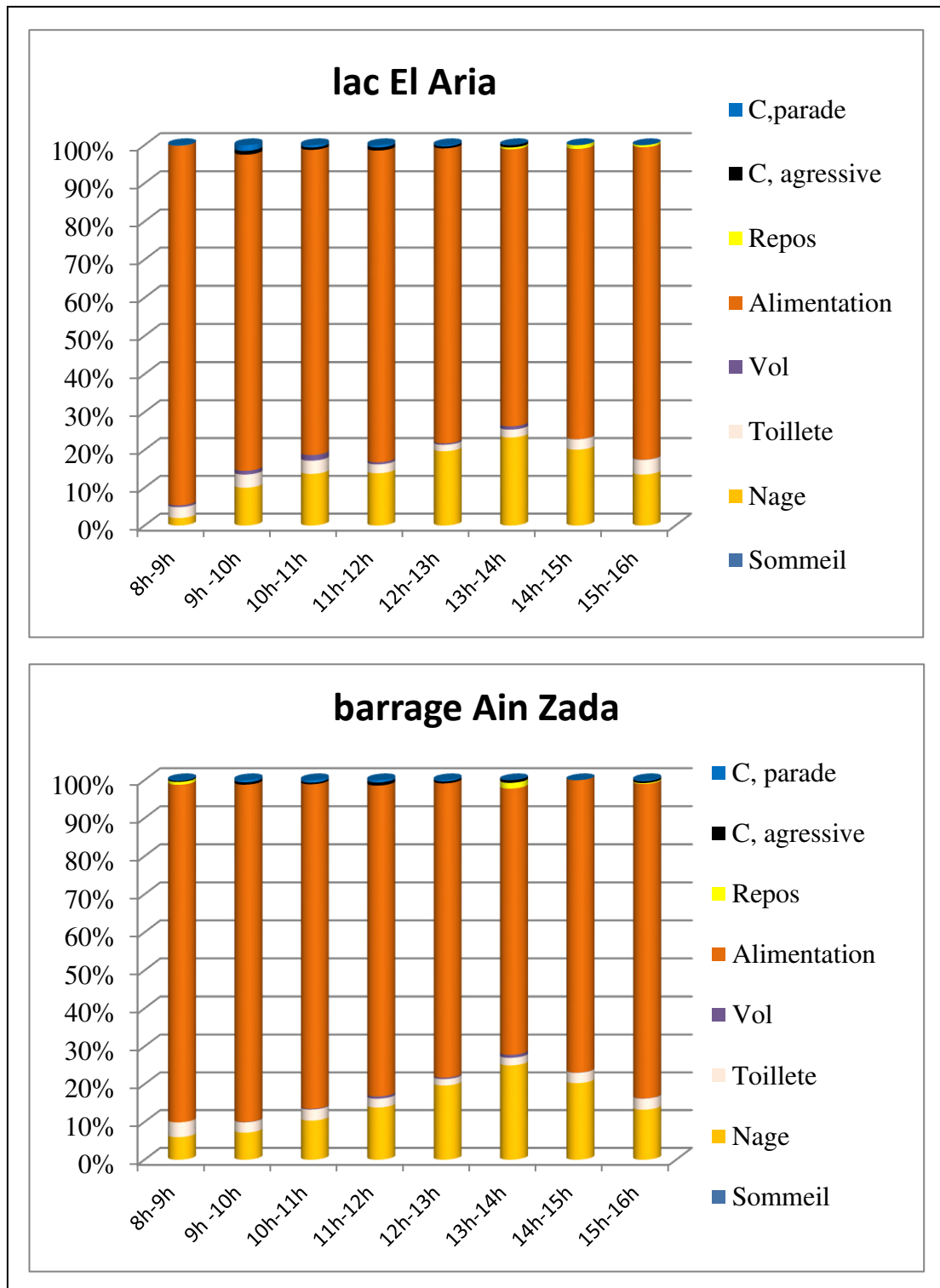
L'activité de toilette était présente pendant les huit heures d'observation avec un pourcentage de 3% en moyenne (Fig.29).

Le vol comme comportement résultant d'un facteur de dérangement était généralement observé avec des valeurs moyennes inférieures à 1% (Fig.29).

Le comportement agressif a été enregistré avec des valeurs maximales à la deuxième heure au lac El Aria (1%) et à la quatrième heure d'observation (0.9%) au barrage d'Ain Zada (Fig.29).

Le comportement parade a été enregistré avec un pourcentage moyen maximale à la deuxième heure (1.5%) au lac El Aria. Contrairement, au barrage d'Ain Zada, le comportement parade a été enregistré avec de pourcentage semblable (1%) pendant tout la journée sauf à la 7<sup>eme</sup> heure d'observation (0.7%) en moyenne (Fig.29).

Le repos a été présent avec une valeur maximale de <1% à la septième heure d'observation au lac El Aria, cependant au barrage d'Ain Zada, la valeur maximale de (1%) a été notée à la sixième heure d'observation (Fig.29).



**Figure 29:** Pourcentage du temps alloué aux différents types d'activités diurne de la Foulque macroule pendant la journée durant la 1<sup>ère</sup> année d'étude.

- Durant la 2<sup>ème</sup> année d'étude, l'alimentation n'a pratiquement pas changé, elle a enregistré un maximum à 8h00 avec un pourcentage moyen de 92% pendant la première heure d'observation au lac El Aria et de 89% pendant la deuxième heure au barrage d'Ain Zada. Les valeurs minimales ont été notées avec 72% au lac El Aria et 70% au barrage d'Ain Zada à la sixième heure d'observation (13h-14h) pour les deux sites. Le reste des heures est marqué par une légère augmentation d'alimentation (Fig.30).

L'activité de la nage a été enregistrée pendant toute la journée dont les valeurs maximales ont été notées à la sixième heure avec 22% au lac El Aria et 25% au barrage d'Ain Zada. Les valeurs minimales ont été enregistrées avec 4% au lac El Aria à la première heure d'observation et de 8% au barrage d'Ain Zada à la deuxième heure d'observation (Fig.30).

L'activité de toilette était présente avec une valeur maximale de 4% à la première et la dernière heure d'observation pour les deux sites. Les valeurs minimales ont été enregistrées avec 2% au lac El Aria à la cinquième heure d'observation (12h-13h) et à la cinquième et septième heure d'observation au barrage d'Ain Zada (1.5%) (Fig.30).

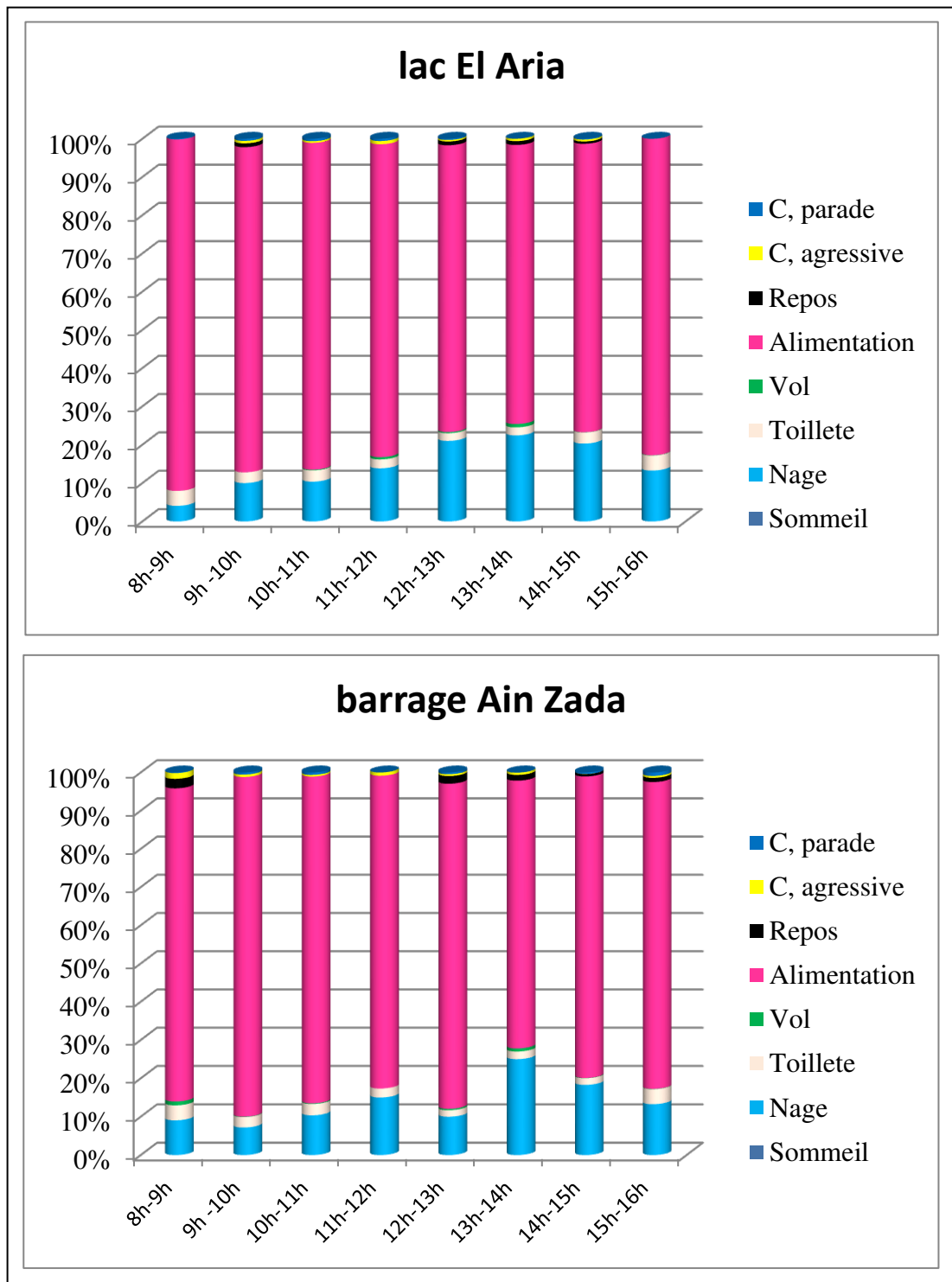
Le vol par dérangement était généralement observé pendant la journée avec des valeurs moyennes inférieures à 2%. La valeur maximale de 1% a été marquée à la deuxième et la cinquième heure d'observation au lac El Aria et à la première heure au barrage d'Ain Zada avec 1.9% (Fig.30).

Le comportement agressif a été enregistré avec des valeurs maximales à la quatrième heure (0.7%) au lac El Aria et à la première heure d'observation (1.5%) au barrage d'Ain Zada (Fig.30).

Le comportement parade a été enregistré pendant toutes les heures d'observation avec des valeurs moyennes plus au moins stable (~1%) (Fig.30).

Le repos au lac El Aria a été présent dont la valeur maximale de <1% a été marquée à la deuxième, cinquième et la sixième heure d'observation. Au barrage d'Ain Zada les valeurs les plus élevées sont observées à la première et la cinquième heure d'observation (~1.5%).

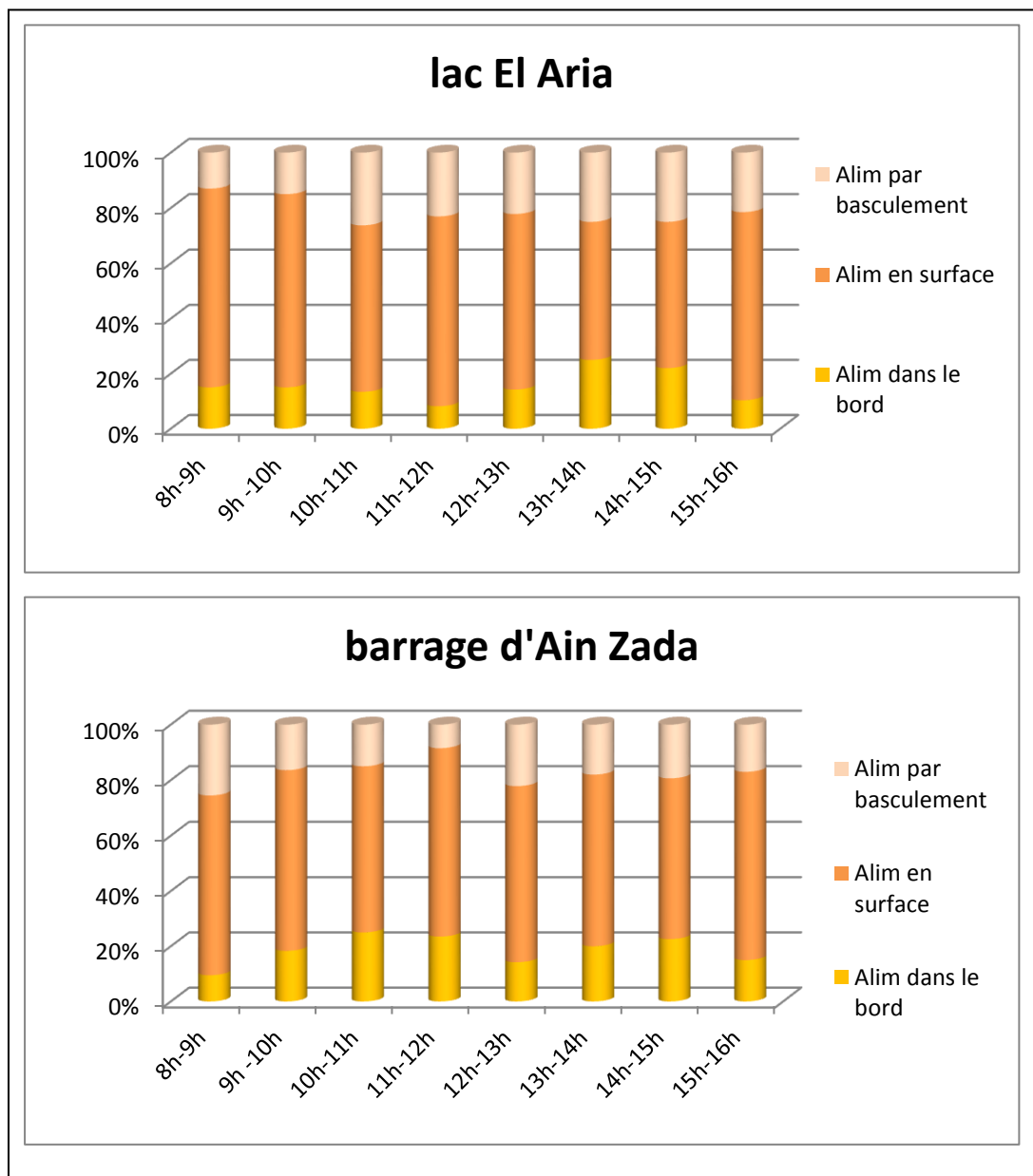
Le budget temps journalier d'activités diurnes de la Foulque macroule pendant les deux ans d'étude ne représentent pas des différences entre les deux sites.



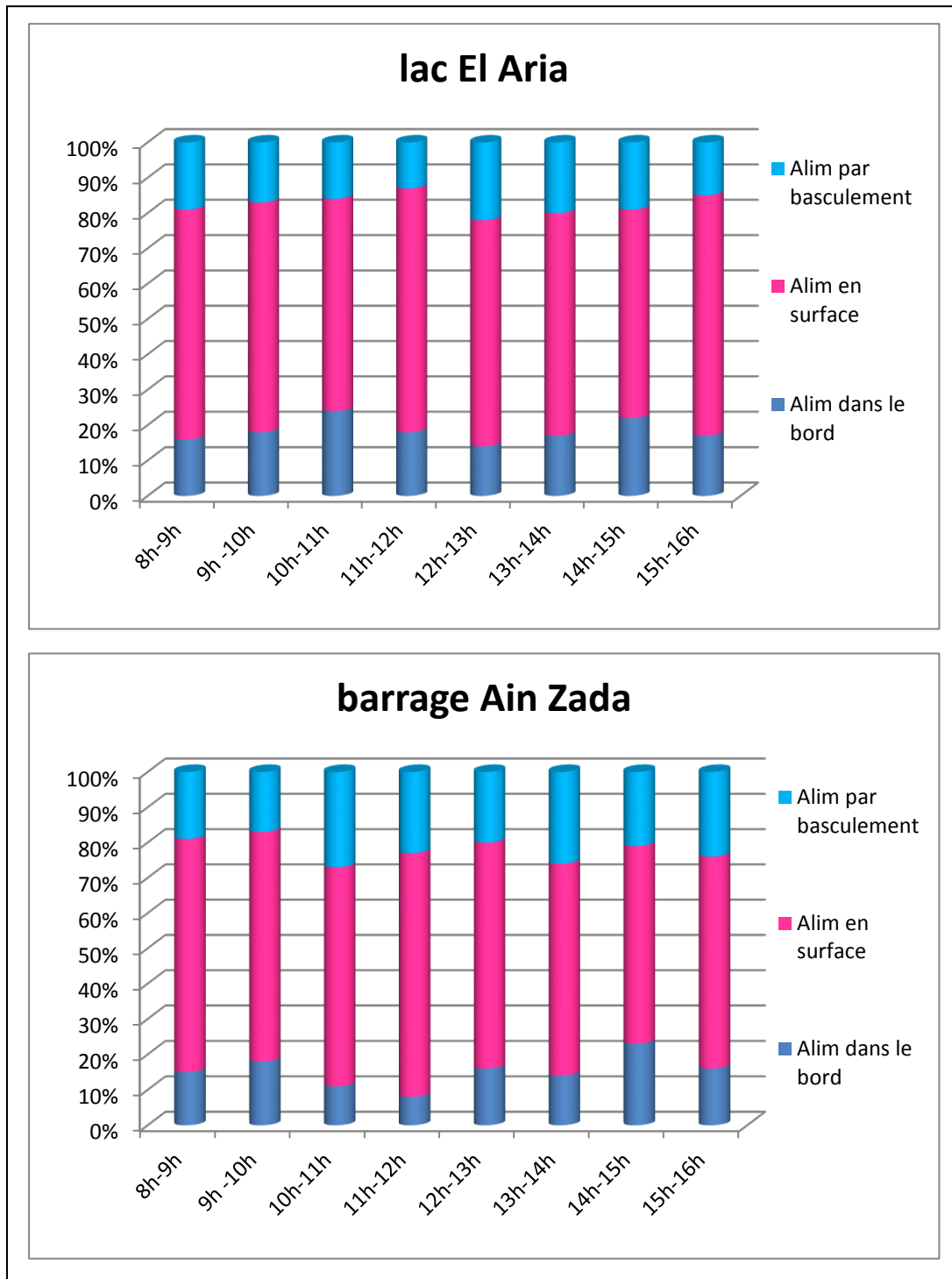
**Figure 30:** Pourcentage du temps alloué aux différents types d'activités diurnes de la Foulque macroule pendant la journée durant la 2<sup>ème</sup> année d'étude.

**I.1.7 - Budget temps journalier des trois types d'alimentation**

L'analyse de bilan du rythme journalier des trois types d'alimentation de la Foulque macroule au lac El Aria et le barrage d'Ain Zada pendant deux ans a montré que l'alimentation en surface a dominé pendant toute la journée avec des pourcentages très élevés (63% en moyenne) durant les deux ans et dans les deux sites, alors que l'alimentation par basculement et l'alimentation dans le bord ont été occupées par des pourcentages presque semblables pendant toute la journée (Fig.31 / Fig.32).



**Figure 31:** Le Pourcentage moyen du temps alloué aux différents types d'alimentation de la Foulque macroule pendant la journée dans les deux sites (2016/2017).



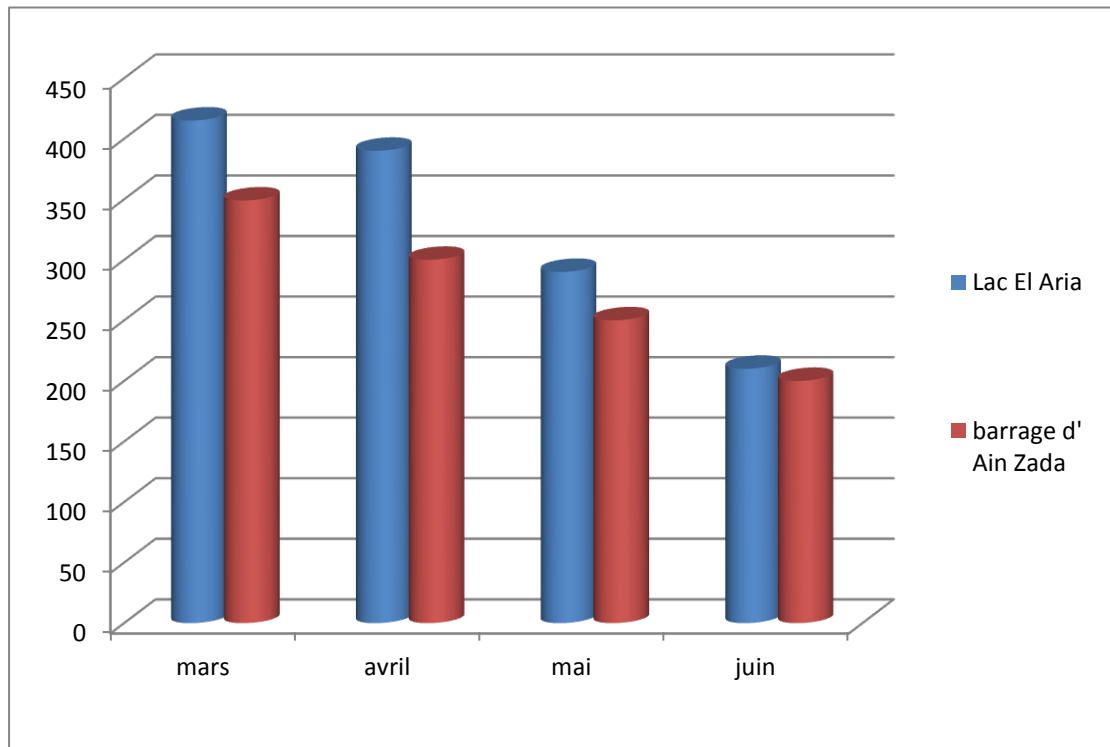
**Figure 32:** Le Pourcentage moyen du temps alloué aux différents types d'alimentation de la Foulque macroule pendant la journée dans les deux sites (2017/2018).

Le budget temps journalier des trois types d'alimentation de la Foulque macroule pendant les deux ans d'étude ne représente pas des différences entre les deux sites.

## I.2- Biologie de la reproduction

### I.2.1- le nombre de la Foulque macroule pendant la période de la reproduction

La Foulque macroule a été observée pendant la période d'étude dans les deux zones d'étude. Le pic a été enregistré au mois de mars au lac El Aria avec 415 individus et au barrage d'Ain Zada avec 349 individus. Selon la Figure 33, le nombre de la Foulque macroule a diminué progressivement de mars à juin.



**Figure 33 :** Le nombre de la Foulque macroule pendant la période de la reproduction dans les deux sites.

### I.2.2- Caractéristique des nids

#### I.2.2.1- Constituants et installation des nids

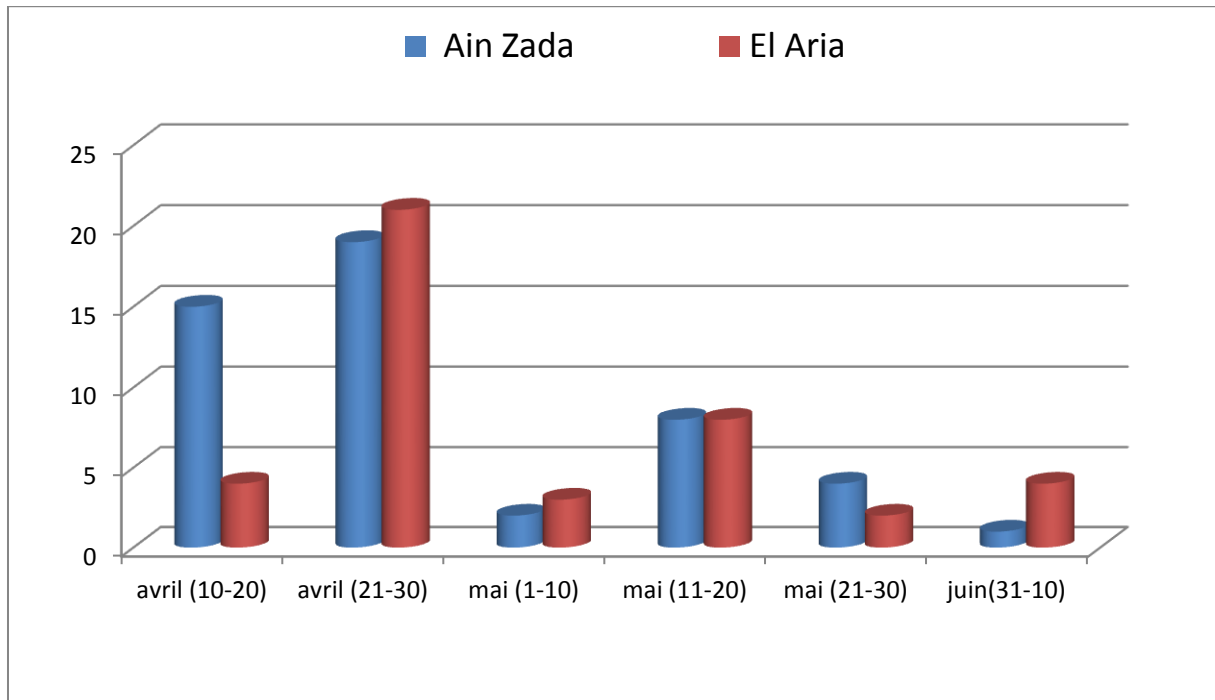
Le nid est une plate-forme plus ou moins volumineuse composée essentiellement de scirpe. La couverture intérieure est matelassée de matériaux plus doux et plus légers tels que les fragments des espèces du genre *Ceratophyllum* et *Myriophyllum*.

Au barrage d'Ain Zada, la majorité des nids de la Foulque macroule a été installé sur *Phragmites australis* avec un pourcentage élevé, *Typha angustifolia* et *Scirpus triqueter*.

Au lac El Aria, les nids ont été installé sur *Typha angustifolia* et *Scirpus triqueter*.

**I.2.2.2- Nombre de nids**

Pendant la saison de reproduction, le nombre total de nids installés de la Foulque macroule a été de 42 au lac El Aria (25 en avril, 13 en mai et 4 en juin) et 49 nids au barrage d'Ain Zada (34 au mois d'avril, 14 au mois de mai et 1 nid au mois de juin) (Tableau.09). Il n'y avait pas de nids installés au mois de mars. Le nombre maximum de nids a été enregistré au cours de la 3ème décade du mois d'avril dans les deux sites avec 19 nids au barrage d'Ain Zada et 21 nids au lac El Aria (Fig.34).



**Figure 34 :** Le nombre de nids de la Foulque macroule enregistré durant la saison de la reproduction dans les deux sites.

**Tableau 09 :** Le nombre des œufs dans chaque nid de la Foulque macroule enregistré durant la saison de la reproduction dans les deux sites.

nombre des œufs	Nombre de nids au barrage d'Ain Zada)	Nombre de nids aulac El Aria
1	0	0
2	0	0
3	1	0
4	1	6
5	8	3

6	20	6
7	12	11
8	3	5
9	2	4
10	1	2
11	0	3
12	1	1
13	0	0
14	0	1
<b>Nombre total de nids</b>	<b>49</b>	<b>42</b>

### I.2.2.3- Mensuration des nids

Au barrage d'Ain Zada, les nids ont été caractérisés par un diamètre interne moyen de  $19,1 \pm 0.69$  cm, un diamètre externe moyen de  $33,6 \pm 0.41$  cm et une hauteur moyenne de  $8,1 \pm 0.97$  cm. La profondeur moyenne de l'eau dans les zones de nidification a été de  $68,9 \pm 1.4$  cm. Tandis que, au barrage d'El Aria le diamètre interne moyen a été de  $20,4 \pm 2.31$  cm, le diamètre externe moyen a été de  $35,1 \pm 2.97$  cm et la hauteur moyenne du nid a été de  $7,9 \pm 3.25$  cm. La profondeur moyenne de l'eau dans les aires de nidification de ce site a été de  $62,3 \pm 2.61$  cm (Tableau 10).

**Tableau 10** : Mensurations des nids au barrage d'Ain Zada et au lac El Aria

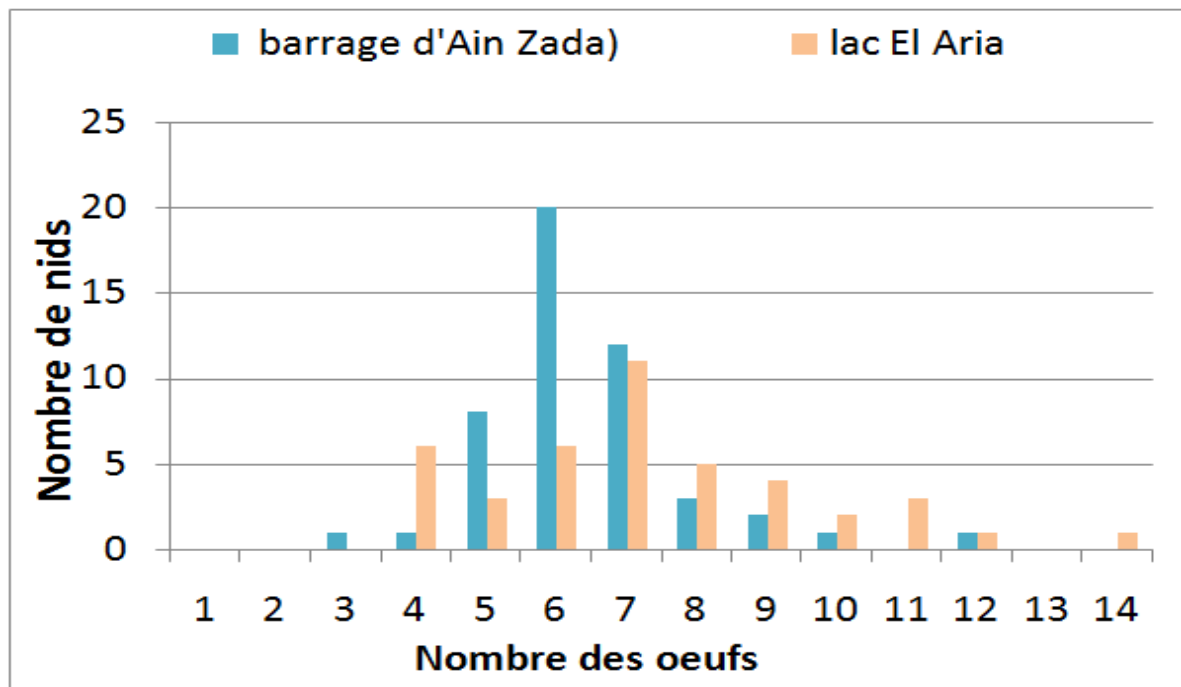
Caractéristique de nids	diamètre interne moyen	diamètre externe moyen	hauteur moyenne	profondeur moyenne de l'eau	Nombre total de nids
<b>Barrage d'Ain Zada</b>	$19.1 \pm 0.69$	$33.6 \pm 0.41$	$8.1 \pm 0.97$	$68.9 \pm 1.4$	49
<b>Lac El Aria</b>	$20.4 \pm 2.31$	$35.1 \pm 2.97$	$7.9 \pm 3.25$	$62.3 \pm 2.61$	42

#### I.2.2.4- Période de reproduction et la taille de la ponte

La période de reproduction a duré 90 jours dans les 2 sites, avec un premier œuf pondu le 9 avril et un dernier noté le 9 juin au barrage d'Ain Zada, et un premier œuf pondus le 7 avril et un dernier marqué le 8 juin au lac El Aria.

La période de ponte a duré 25 jour au barrage d'Ain Zada et 20 jour au lac El Aria. Les femelles reproductrices ont pondu entre 1 et 14 œufs au lac El Aria et entre 1 et 12 œufs au barrage d'Ain Zada (Fig.35).

La taille de ponte moyenne au barrage Ain zada a été de  $6,42 \pm 1,47$  et au lac el Aria a été de  $7,3 \pm 2,33$ .



**Figure 35:** Taille des pontes de la Foulque macroule pendant la période de reproduction dans les deux sites

#### I.2.3- Caractéristiques des œufs

La taille des œufs a été résumée dans le tableau 11. Au barrage d'Ain Zada, le poids moyen des œufs a été de  $38.7 \pm 2.6$  g. La longueur moyenne des œufs a été de  $53.2 \pm 2.1$  mm et la largeur moyenne des œufs a été de  $36.6 \pm 1.3$  mm.

Au lac El Aria, le poids moyen des œufs a été de  $36.3 \pm 3.1$  g. La longueur moyenne des œufs a été de  $51.4 \pm 2.8$  mm et la largeur moyenne des œufs a été de  $35.8 \pm 0.97$  mm.

**Tableau 11** : Caractéristiques des œufs au barrage d'Ain Zada et au lac El Aria

Caractéristiques des œufs	Barrage d'Ain Zada	Lac El Aria
Longueur moyenne	$53.2 \pm 2.1$	$51.4 \pm 2.8$
Largeur moyenne	$36.6 \pm 1.3$	$35.8 \pm 0.97$
Poids moyen	$38.7 \pm 2.6$	$36.3 \pm 3.1$
Nombre total des œufs	279	307

#### I.2.4- Le taux d'éclosion et le succès de la reproduction

Les premières éclosions ont été enregistrées en avril et les dernières en juin. Le nombre maximal d'éclosion a été observé en avril dans le barrage d'Ain Zada et entre 19 avril et 19 mai au lac El Aria.

Au barrage d'Ain Zada, le taux d'éclosion a été de 97% dont 271 œufs ont réussi leur éclosion et 8 œufs ont été abandonnés. Cependant, au lac El Aria le taux d'éclosion a été de 93% dont 283 œufs ont réussi leur éclosion et 24 œufs n'ont pas éclos (Fig.36).

Au cours de notre travail, le suivi des nids de cette espèce a montré un succès reproduction de 98% dans le barrage d'Ain Zada et de 95% dans le lac El Aria (Fig.37). La prédation et les activités anthropiques ont eu un effet significatif sur le succès de la reproduction de cette espèce.

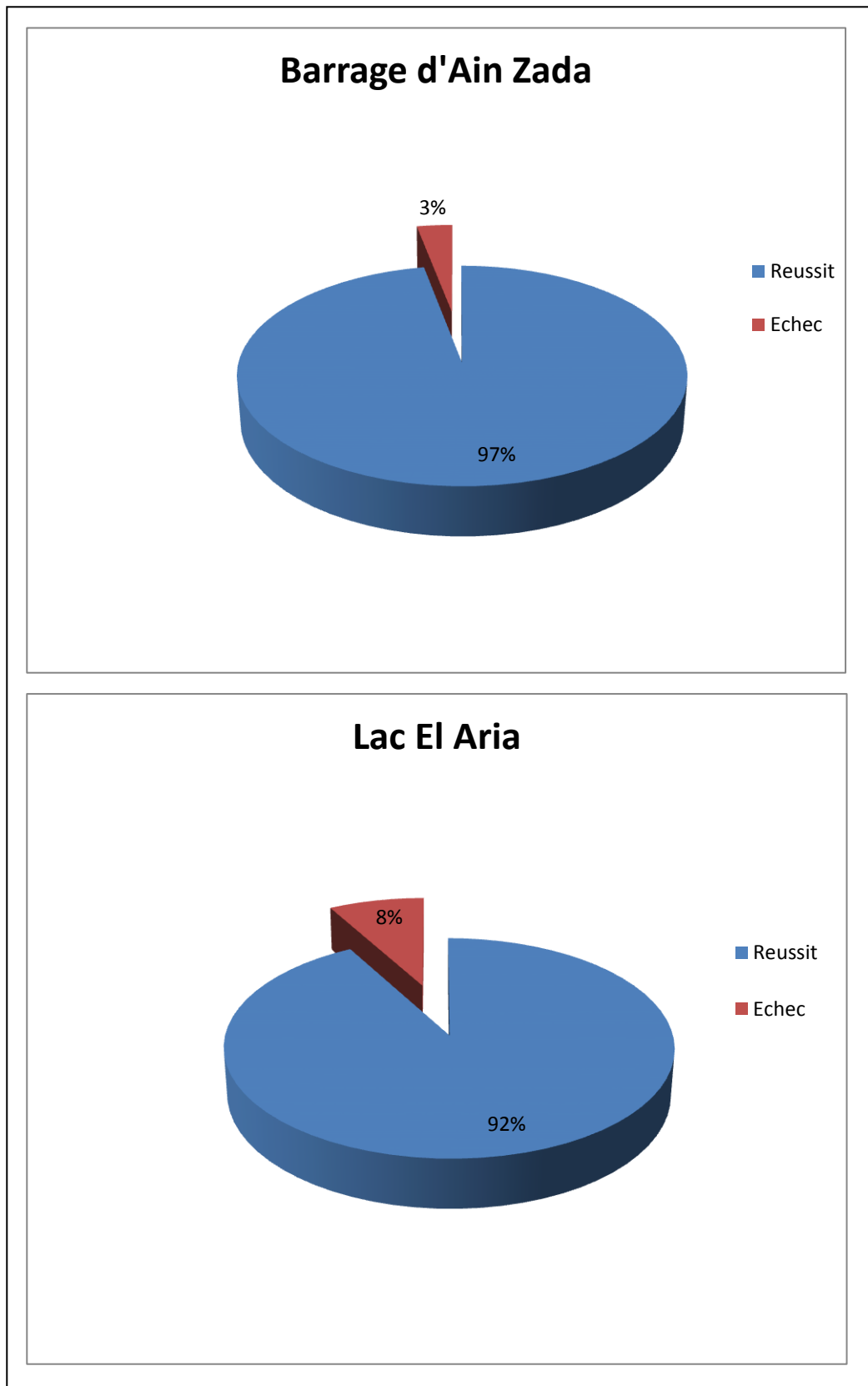
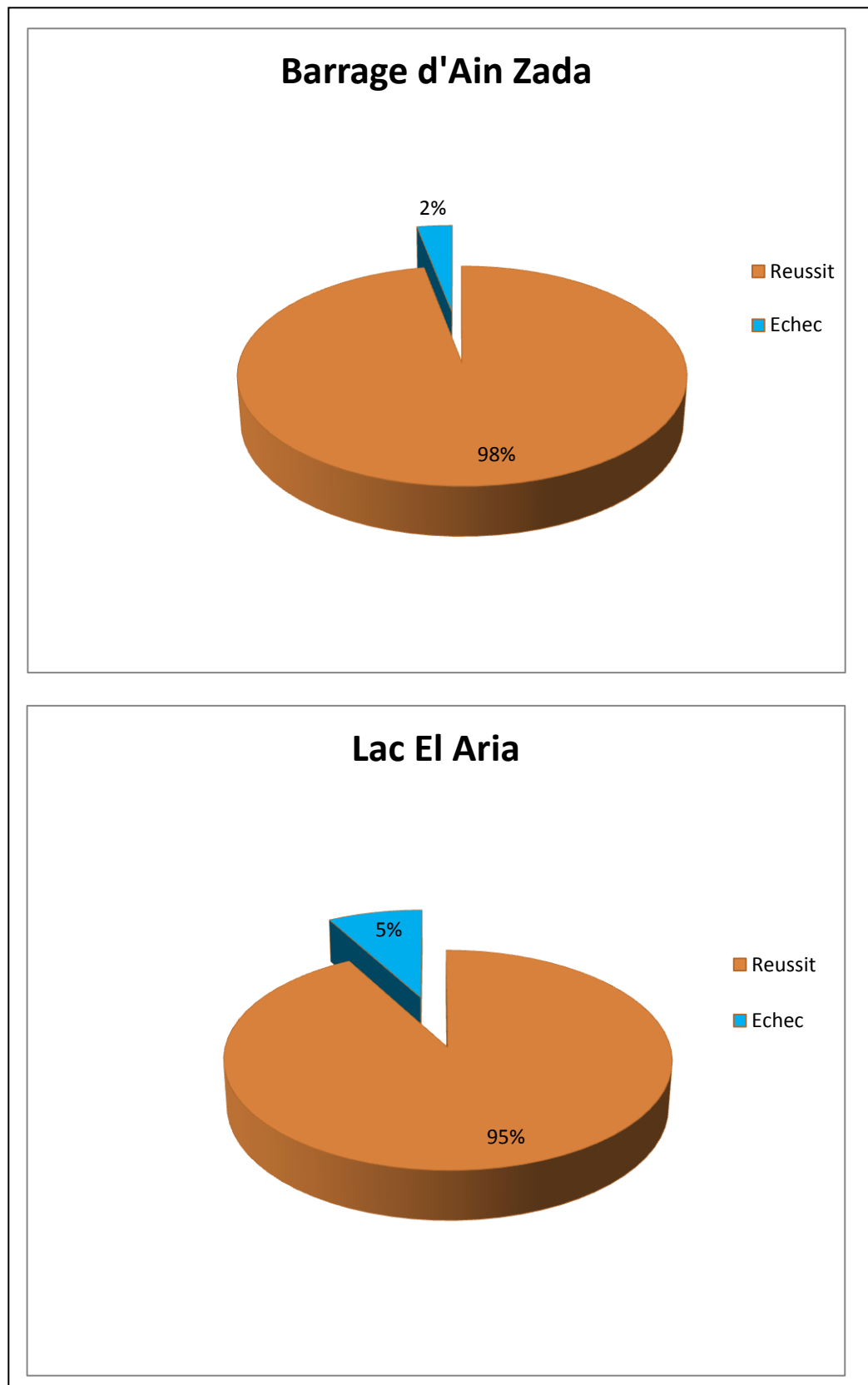


Figure 36 : Le taux d'éclosion chez la Foulque macroule enregistrés durant la saison de la reproduction dans les deux sites.



**Figure 37 :** Le succès de la reproduction de la Foulque macroule enregistrés durant la saison de la reproduction dans les deux sites.

## **II- Discussion**

Cette étude qui a été réalisée pendant deux saisons hivernales et une période de la reproduction de la Foulque macroule dans deux sites de zones humides des hautes plaines du Nord-est Algérien constitue une contribution à l'évaluation de la population de cette espèce et à l'identification des sites les plus attractifs et leur capacité. Elle indique l'importance des zones humides des hautes plaines du Nord-est Algérien comme lieux d'hivernage et de la reproduction de la Foulque macroule (Samraoui et Samraoui, 2007; Baaziz, 2008; Maazi, 2005) comme beaucoup d'autres oiseaux aquatiques (Bouhekhssaïm *et al.*, 2006; Saheb *et al.*, 2006; Samraoui et Samraoui, 2008).

### **II.1- Hivernage de la Foulque macroule**

Le dénombrement systématique de peuplement d'oiseaux d'eau sur les sites nous à démontrés le rôle de ces dernier comme sites d'hivernages et de reproduction de plusieurs espèces migratrices, du fait qu'ils hébergent plus vingt (20) espèces d'oiseaux aquatiques.

L'étude de L'évolution saisonnière des effectifs de la Foulque macroule a montré que le maximum de la population hivernante de Foulque macroule a été estimé à 380 et 430 individus en janvier au lac El Aria et au barrage Ain Zada respectivement durant la première année d'étude, et de 720 en novembre et 510 individus en octobre au lac El Aria et au barrage Ain Zada respectivement pendant de la deuxième année d'étude. Ces pics en nombre s'expliquent par l'arrivée massive des oiseaux migrants. De plus, il semble que le nombre de la Foulque macroule présente des différences d'un site à un autre et d'une année à une autre. Une des raisons possibles de ces différences en nombre est le terrain (les conditions climatiques, la profondeur et la qualité adéquates de l'eau (Salathé et Boy, 1987), la superficie, le type et la quantité de nourriture disponible selon les besoins d'espèces (Del Hoyo *et al.*, 1992; Verhoeven, 1980). Une bonne connaissance du terrain est certainement indispensable pour obtenir des résultats fiables.

La population Algérienne de la Foulque macroule est une population migratrice et sédentaire à la fois et l'espèce présente dans les zones humides durant toute l'année surtout dans les années pluvieuse (Baaziz et Samraoui, 2008). Dans le Sud-ouest de la France en Camargue des études ont constaté que la population camarguaise de la Foulque macroule existe sous deux formes, une population Allochton migratrice et une population Autochton local sédentaire (Allouche, 1988).

Des études précédentes sur les budgets-temps diurnes de la Foulque macroule ont été réalisées en Europe, mais les résultats enregistrés étaient contradictoires: en Irlande, la valeur de l'alimentation était de 36% (Irwin et O'Halloran, 1997), en Camargue (France), Tamisier et Déhorter (1999) ont montré que l'espèce passe plus de la moitié de son temps en alimentation. L'alimentation occupe un taux de 62,8% en France (Allouche, 1988), alors que Draulans et Vanherck (1987) ont rapporté une valeur moyenne de 55% en Belgique.

En Algérie, l'étude de bilan de rythme d'activité diurne de la Foulque macroule a montré des résultats semblables, environ une valeur de l'alimentation égale 76% et 71% respectivement pour l'année 2004 et 2005 à garaet Timerganine (Baaziz, 2008).

Notre étude sur le bilan du rythme d'activité diurne de la Foulque macroule montre qu'elle passe plus de 75% de son temps en alimentation, ceci est confirmé par ce que rapporte Allouche (1988) en France et à celui de Tamisier et Déhorter (1999) en Camargue et elle ressemble partiellement à celui trouvé par Baaziz (2008) à garaet Timerganine, contrairement, nos résultats sont plus élevés par rapport à celui notées par Irwin et O'Halloran (1997) en Irlande et Draulans et Vanherck (1987) à la Belgique.

L'étude des activités du budget-temps diurne de la Foulque macroule a montré que l'alimentation était une activité primordiale pour cet oiseau. Ces valeurs peuvent indiquer une faible efficacité d'alimentation dont le type des ressources trophiques est basé essentiellement sur la végétation qui contient un apport énergétique faible et insuffisant pour répondre à ces besoins énergétiques quotidiens (Tamisier et déhorter, 1999) ainsi qu'une dépense énergétique plus importante (Allouche, 1988).. En outre, il y a l'influence du climat qui est représenté par le froid, le vent et les perturbations, qui ont diminué l'activité alimentation au cours de la période d'étude au profit de la nage. Plusieurs études de surface sur les canards ont montré que l'abondance de ressources trophiques est en relation inverse avec le temps dépensé en alimentation (Boulkhssaim et *al.*, 2006), une autre raison de ces différences est probablement la disponibilité et le type des ressources trophiques.

La nage vient en second rang dans le bilan du rythme d'activités diurnes de la Foulque macroule avec une valeur de 15%. Cette activité est parfois accompagnée d'autres activités tels que, l'alimentation, les interactions agressive ou la toilette.

Nos résultats sont inférieurs à ceux qui ont été obtenus en Europe par Pelsy-Mozimann (1999), Draulans et Vanherck (1987) et Irwin et O'Halloran (1997) en ce qui concerne la

nage, où ils ont rapporté une valeur de 50-70%, 30 % et 38%, respectivement. Cependant, les résultats (~ 1,30 min / 8heures) sont approximatifs de la gamme d'Allouche (1988) qui a fourni une gamme de 2-4 heures par jour.

Les autres activités n'occupent qu'une faible proportion dans le budget temps diurne de la Foulque macroule < 10%. Ceci est confirmé par celui trouvé par Baaziz (2008) qui a rapporté une valeur de (~ 11%) dans le Nord-est Algérien.

L'évolution saisonnière des activités diurne de la Foulque macroule montre également que l'alimentation domine durant toute la période d'étude suivie par la nage alors que les autres activités n'occupent qu'un faible pourcentage.

Le modèle saisonnier de l'évolution des activités diurnes chez la Foulque macroule ressemble aux travaux effectués au passé soit en France (Allouche, 1988; Tamisier et Déhorter, 1981) ou en Algérie (Baaziz et Samraoui, 2008).

Nous avons observé que la Foulque macroule s'alimente par trois types d'alimentation; l'alimentation en surface, l'alimentation par basculement et l'alimentation dans le bord (le pâturage).

L'alimentation en surface domine comme une méthode principale (>60%), suivie par l'alimentation par basculement (~20%) et finalement par l'alimentation dans bord (~17%), ceci au lac El Aria (pendant la première année d'étude) et au barrage d'Ain Zada durant toute la période d'étude (les deux ans). Contrairement au lac d'El Aria, durant la deuxième année d'étude, l'alimentation en surface vient en premier rang, suivie par l'alimentation dans le bord et enfin par l'alimentation par basculement.

Ces résultats suggèrent que la Foulque macroule est qu'une espèce diurne dont la sélection des aliments est probablement visuelle (Tamisier et Dehorter, 1999), elle choisit l'alimentation en surface en grande partie parce qu'elle est la moins énergivore (Draulans et Vanherck, 1987; Allouche, 1988).

La stratégie d'alimentation la plus observée chez la Foulque macroule durant les deux hivers est l'alimentation en surface. C'est une stratégie caractéristique de la Foulque macroule (Horsfall, 1986), elle apporte souvent sa nourriture à la surface avant de la consommer. Cramp et Simmons (1980) ont également signalé cet aspect opportuniste de la recherche de

nourriture chez la Foulque macroule. La nourriture consommée comprenait des aliments provisionnés, des insectes et dans certains cas des excréments d'oiseaux.

Notre valeur de l'alimentation en surface est supérieure aux valeurs notées par Pelsy-Mozimann (1999) dans le Nord-ouest de l'Europe (15-30%) et en accord avec celles notées par Baaziz (2008) dans le Nord-est de l'Algérie (50%). L'alimentation par basculement est le deuxième type d'alimentation qui a été utilisé par la Foulque macroule tout au long de la période d'étude avec des faibles pourcentages (~20%), car cette espèce est physiquement non adaptée à l'immersion ainsi que le coût énergétique de cette stratégie qui est très élevé (Fjeldsa, 1977). L'alimentation dans le bord est la principale voie d'utilisation des terres par la Foulque macroule (17% - 25%). Cette valeur explique l'importance du pâturage dans l'alimentation de cette espèce.

En raison de sa nature opportuniste d'alimentation (Cramp et Simmons, 1980), la Foulque macroule remplace sa principale stratégie d'alimentation au pâturage lorsque la végétation émergente apparaît sur les berges à la fin de l'hiver (Baaziz, 2008). Cet oiseau profite probablement de toute nourriture disponible moins coûteuse en énergie. En effet, de nombreux facteurs influent sur la stratégie d'alimentation chez la Foulque macroule, tels que le site, la profondeur de l'eau, la densité et la disponibilité des ressources alimentaires, la profondeur du substrat couvrant les aliments, la densité et la qualité de la végétation, le risque de prédation et la compétition (Tamisier et Dehorter, 1987; 1999).

Ces différentes modalités en alimentation chez la Foulque macroule offrent à l'espèce la meilleure exploitation des milieux aquatiques. Ces différents types de comportements alimentaires correspondent également à des aptitudes spécifiques et à des situations environnementales particulières et leur fréquence d'utilisation varie donc avec les milieux aquatiques et les espèces (Tamisier et Déhorter, 1999).

L'étude de bilan de rythme journalier de la Foulque macroule montre également que l'alimentation est l'activité qui domine durant toute la journée, suivie par la nage alors que les autres activités occupent des faibles pourcentages. Des études en France ont montré que la Foulque macroule est une espèce diurne, son alimentation est visuelle, sélective et non tactile comme chez les canards de surface (Cramp et Simmons, 1977), ceci explique probablement le taux le plus élevé de l'alimentation trouvée dans notre étude.

L'étude de bilan de rythme journalier des trois types d'alimentation de la Foulque macroule montre également que l'alimentation en surface est l'activité qui domine durant toute la journée, alors que l'alimentation par basculement et l'alimentation dans le bord occupent presque des pourcentages semblables pendant toute la journée.

## II.2- Biologie de la reproduction

Le pic en nombre de la Foulque macroule pendant la période d'étude a été enregistré au mois de mars au lac El Aria avec 415 individus et au barrage d'Ain Zada avec 349 individus. Le nombre de la Foulque macroule est différent entre les deux sites et cela pourrait être imputé à des facteurs tels que les conditions climatiques, la profondeur et la qualité de l'eau (Salathé & Boy 1987).

Pendant la saison de reproduction, le nombre total de nids installés de la Foulque macroule a été de 42 au lac El Aria et 49 nids au barrage d'Ain Zada. La majorité des nids de la Foulque macroule ont été installés sur *Phragmites australis* (avec un pourcentage élevé), *Typha angustifolia* et *Scirpus triqueter*. Ces données sur la sélection des sites de nidification sont similaires à celles de (Samraoui et Samraoui, 2007) et (Zitouni et al. 2013). Le nombre élevé de nids trouvés sur le *Phragmites* peut être expliqué par la nécessité de la Foulque macroule de localiser dans une grande zone qui peut, à son tour, contenir des ressources trophiques élevées et des sites de nidification appropriés (Huhta et al. 1998) et être sûrs.

Au barrage d'Ain Zada, les nids ont été caractérisés par un diamètre interne moyen de  $19,1 \pm 0.69$  cm, un diamètre externe moyen de  $33,6 \pm 0.41$  cm et une hauteur moyenne de  $8,1 \pm 0.97$  cm. La profondeur moyenne de l'eau dans les zones de nidification a été de  $68,9 \pm 1.4$  cm. Tandis que, au barrage d'El Aria le diamètre interne moyen a été de  $20,4 \pm 2.31$  cm, le diamètre externe moyen a été de  $35,1 \pm 2.97$  cm et la hauteur moyenne du nid a été de  $7,9 \pm 3.25$  cm. La profondeur moyenne de l'eau dans les aires de nidification de ce site a été de  $62,3 \pm 2.61$  cm.

Nos résultats sont similaires avec ceux de (Metna et al., 2008) au lac Réghaïa et avec (Samraoui et Samraoui, 2007) au lac Timerganine dans le Nord de l'Algérie avec un peu de différence par rapport à nôtre et ils sont différents avec les données trouvées par (Nouri et al., 2013) au lac Timerganine, nous supposons que cela était dû à l'influence du temps sur les caractéristiques du nid.

La période de reproduction a duré 90 jours dans les 2 sites, avec un premier œuf pondue le 9 avril et un dernier noté le 9 juin au barrage d'Ain Zada, et un premier œuf pondue le 7 avril et un dernier marqué le 8 juin au lac El Aria. La période de ponte a duré 25 jour au barrage d'Ain Zada et 20 jour au lac El Aria. Les femelles reproductrices ont pondue entre 1 et 14 œufs au lac El Aria et entre 1 et 12 œufs au barrage d'Ain Zada. La taille de ponte moyenne au barrage Ain zada a été de  $6,42 \pm 1,47$  et au lac el Aria a été de  $7,3 \pm 2,33$ .

Les données de la période de ponte sont similaires à celles de (Metna et *al.*, 2016; Nouri et *al.*, 2013; Samraoui et Samraoui, 2007) en Algérie et avec celles de (Bezzel, 1967; Havlin ,1970) en Europe. Les résultats de la taille de ponte sont similaires à ceux de (Metna et *al.*, 2016; Nouri et *al.*, 2013).

La date de ponte et la période de ponte pourraient être influencées par plusieurs facteurs tels que: les conditions météorologiques, l'âge des couples (Perdeck et Cavé, 1989), les individus et les étangs (Havlin, 1970).

Concernant les caractéristiques des œufs, au barrage d'Ain Zada, le poids moyen des œufs a été de  $38.7 \pm 2.6$  g. La longueur moyenne des œufs a été de  $53.2 \pm 2.1$  mm et la largeur moyenne des œufs a été de  $36.6 \pm 1.3$  mm.

Au lac El Aria, le poids moyen des œufs a été de  $36.3 \pm 3.1$  g. La longueur moyenne des œufs a été de  $51.4 \pm 2.8$  mm et la largeur moyenne des œufs a été de  $35.8 \pm 0.97$  mm.

Les données sont similaires à celles de (Metna et *al.*, 2016) au lac Réghaïa (Samraoui et Samraoui, 2007) au lac Timerganine et à celles de (Zitouni et *al.*, 2013) dans le parc national d'El Kala. Nous supportant la suggestion de (Samraoui et Samraoui, 2007) quand ils ont rapporté qu'il n'est y'a pas une influence du gradient latitudinal sur la taille des œufs.

Au cours de notre travail, le suivi des nids de cette espèce a montré un succès de la reproduction de 98% dans le barrage d'Ain Zada et de 95% dans le lac El Aria.

Des succès élevés d'éclosion et de reproduction ont été enregistrés dans cette étude. Nos données sont confirmées par celles de (Rizi et *al.*, 1999; Samraoui et *al.*, 2013; Samraoui et *al.*, 2015; Metna et *al.*, 2016; Boukrouma et *al.*, 2016) pour la population algérienne de la Foulque macroule et elles sont différentes par rapport à celles de (Nouri et *al.*, 2013).

Le succès de la reproduction peut être influencé par plusieurs facteurs tels que la profondeur de l'eau et la prédation (Salathé, 1986; Salathé, 1987), la nature de l'habitat (la densité et la qualité de végétation), l'homme (Salathé, 1987), les ressources alimentaires (Hepp, 1984) et le moment de la reproduction (Perdeck et Cavé, 1992; Brinkhoff et *al.*, 1993; Brinkhoff, 1997; Brinkhoff et Cavé, 1997).



*Conclusion*

La présente étude est une contribution à la connaissance du fonctionnement des zones humides des hautes plaines de l'Est Algérien à travers l'étude de l'écologie de la Foulque macroule *Fulica atra* dans deux sites « le lac El Aria et le barrage d'Ain Zada » où un comptage systématique et un bilan de rythme d'activités diurnes de l'espèce a été effectué au cours de deux saisons hivernales (2016-2018) et une étude de la biologie de la reproduction de cette espèce pendant une saison de reproduction (entre mars et juin 2017).

Les deux sites d'études jouent un rôle important dans l'hivernage et la reproduction de la Foulque macroule et plusieurs espèces d'oiseaux aquatiques.

### **1- L'hivernage de la Foulque macroule**

L'étude de l'évolution saisonnière des effectifs de la Foulque macroule montre que le maximum de la population hivernante de Foulque macroule a été estimé à 380 et 430 individus en janvier au lac El Aria et au barrage Ain Zada respectivement durant la première année d'étude, et de 720 en novembre et 510 individus en octobre au lac El Aria et au barrage Ain Zada respectivement pendant de la deuxième année d'étude.

L'étude du bilan de rythme d'activités diurnes montre que la Foulque macroule passe plus de 75% de son temps en alimentation.

La nage vient en second rang dans le bilan du rythme d'activités diurnes de la Foulque macroule avec une valeur de 15%. Cette activité est parfois accompagnée d'autres activités tels que, l'alimentation, les interactions agressive ou la toilette.

Les autres activités n'occupent qu'une faible proportion dans le budget temps diurne de la Foulque macroule <10%.

L'évolution saisonnière des activités diurnes de la Foulque macroule montre également que l'alimentation domine durant toute la période d'étude suivi par la nage alors que les autres activités n'occupent qu'un faible pourcentage.

La stratégie d'alimentation présentée par la Foulque macroule dans notre étude est très diversifiée. L'alimentation en surface domine comme une méthode principale, suivie par

l'alimentation par basculement et finalement par l'alimentation dans bord, ceci au lac El Aria (pendant la première année d'étude) et au barrage d'Ain Zada durant toute la période d'étude. Contrairement au lac d'El Aria durant la deuxième année d'étude, l'alimentation en surface vient en premier rang, suivie par l'alimentation dans bord et finalement par l'alimentation par basculement.

Ces différentes modalités en alimentation chez la Foulque macroule offrent à l'espèce la meilleure exploitation des ressources trophiques disponibles dans les sites.

Ces différents types de comportements alimentaires correspondent également à des aptitudes spécifiques et à des situations environnementales particulières et leur fréquence d'utilisation varie donc avec les milieux aquatiques et les espèces (Tamisier et Déhorter, 1999).

L'étude du bilan du rythme journalier d'activités de la Foulque macroule montre également que l'alimentation est l'activité qui domine durant toute la journée, suivie par la nage alors que les autres activités occupent des faibles pourcentages.

L'étude du bilan du rythme journalier des trois types d'alimentation de la Foulque macroule montre également que l'alimentation en surface est l'activité qui domine durant toute la journée, alors que l'alimentation par basculement et l'alimentation dans le bord occupent presque des pourcentages semblables pendant toute la journée.

## **2- Biologie de la reproduction**

Le pic en nombre de la Foulque macroule pendant la période d'étude a été enregistré au mois de mars au lac El Aria avec 415 individus et au barrage d'Ain Zada avec 349 individus.

Pendant la saison de reproduction, le nombre total de nids installés de la Foulque macroule a été de 42 au lac El Aria et 49 nids au barrage d'Ain Zada.

La majorité des nids de la Foulque macroule ont été installés sur *Phragmites australis*, *Typha angustifolia* et *Scirpus triqueter*.

Au barrage d'Ain Zada, les nids ont été caractérisés par un diamètre interne moyen de  $19,1 \pm 0,69$  cm, un diamètre externe moyen de  $33,6 \pm 0,41$  cm et une hauteur moyenne de  $8,1 \pm 0,97$  cm. La profondeur moyenne de l'eau dans les zones de nidification a été de  $68,9 \pm 1,4$

cm. Tandis que, Au barrage d'El Aria le diamètre interne moyen a été de  $20,4 \pm 2.31$  cm, le diamètre externe moyen a été de  $35,1 \pm 2.97$  cm et la hauteur moyenne du nid a été de  $7,9 \pm 3.25$  cm. La profondeur moyenne de l'eau dans les aires de nidification de ce site a été de  $62,3 \pm 2.61$  cm.

La période de reproduction a duré 90 jours dans les 2 sites, avec un premier œuf pondu le 9 avril et un dernier noté le 9 juin au barrage d'Ain Zada, et un premier œuf pondus le 7 avril et un dernier marqué le 8 juin au lac El Aria.

La période de ponte a duré 25 jour au barrage d'Ain Zada et 20 jour au lac El Aria. Les femelles reproductrices ont pondu entre 1 et 14 œufs au lac El Aria et entre 1 et 12 œufs au barrage d'Ain.

La taille de ponte moyenne au barrage Ain zada a été de  $6,42 \pm 1,47$  et au lac el Aria a été de  $7,3 \pm 2,33$  Le poids moyen des œufs a été de 37,5 g, la longueur moyenne notée a été de 52,3 mm et la largeur moyenne a été de 36,2 mm.

Le suivi des nids de cette espèce a montré un succès de la reproduction de 98% dans le barrage d'Ain Zada et de 95% dans le lac El Aria.

### **3- Perspectives et travaux futurs**

Nous proposons :

- ☞ Des études sur les relations qu'existent entre l'évolution de poids corporelle des oiseaux et l'évolution des activités.
- ☞ Des études sur le phénomène du parasitisme et les raisons d'échec d'éclosion.

# *Bibliographie*

- [1] **A.N.R.H.** 2015. Carte des évapotranspirations potentielles du Nord de l'Algérie au 1/500 000 (2 feuilles, notice de 42 p.), Ministère des Ressources en Eau, Alger, Ed. I.N.C.T.
- [2] **ABDELGUERFI A.** 2003. Plan d'Action et Stratégie Nationale sur la Biodiversité, Tome II, Mises en œuvre des mesures générales pour la conservation in situ et ex situ et l'utilisation durable de la biodiversité en Algérie recueil des communications.
- [3] **AEWA et PNUE.** 2005. Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie (AEWA) -1995-2005 -Dix années au service des oiseaux d'eau. migrat-Martin-Luther-King. Bonn, Allemagne. 40 p.
- [4] **AFDHAL B, HAMDI N, CHARFI-CHEIKHROUHA F, MOALI A.** 2008. Importance écologique et rôle des zones humides artificielles du nord de la Tunisie dans la conservation des oiseaux d'eau en hivernage. Bulletin de la Société zoologique de France **133** (1-3), 253-265p.
- [5] **AISSAOUI R, HOUHAMDI M, SAMRAOUI B.** 2009. Eco-éthologie des Fuligules nyroca *Aythya nyroca* dans le Lac Tonga (Site Ramsar, Parc National d'El-Kala, Nord-Est de l'Algérie). Eur. Journ. Scien. Reas. **28**(1), 47-59p.
- [6] **AISSAOUI R, TAHAR A, SAHEB M, GUERGUEB E, HOUHAMDI M.** 2011. Diurnal behaviour of Ferruginous Duck *Aythya nyroca* wintering at the El-Kala Wetlands. Bulletin de l'Institut Scientifique de Rabat. **33**(2), 67-75p.
- [7] **AGENCE NATIONALE D'INTERMEDIATION ET DE REGULATION FONCIERE.** 2011. Rubrique Monographie Wilaya, Wilaya de Constantine.
- [8] **AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES DE CONSTANTINE.** 2015. Etude de l'aménagement collinaire d'une retenue sur chaabat EL KRAM commune Ben Badis - W. Constantine, étude hydrologique.

- [9] **ALLOUCHE L.** 1988. Stratégie d'hivernage comparé du canard chipeau et de la Foulque macroule pour un partage spatio-temporel des milieux humides de Camargue. Thèse de doctorat, Université de Montpellier (France).
- [10] **ALTMANN J.** 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* **49**, 227-267p.
- [11] **ANONYME.** 2000. Agir pour les Zones Humides en RMC. Politique d'inventaires : objectifs et méthodologie. Note technique SDAGE N°5. Agence de l'Eau. Rhône Méditerranée Corse. 35 p.
- [12] **ANONYME.** 2005. Situation des zones humides en Algérie. Doc. polyc. DGF.12 p.
- [13] **ANONYME.** 2006. Zones humides. [www.dgf.dz.zoneshumides.org](http://www.dgf.dz.zoneshumides.org)
- [14] **ANONYME.** 2007. Article Wikipédia. Site web : [http://www.google.com//zone humide.](http://www.google.com//zone%20humide)
- [15] **ANONYMOUS.** 2002. Atlas des zones humides Algériennes d'importance internationale. Direction générale des forêts. Algérie.
- [16] **BAAZIZ N, SAMRAOUI B.** 2008. The statut and diurnal behaviour of wintering common Coots *Fulica atra* in the hauts plateaux Northeast Algeria. *European Journal of scientific research* **23**, 495-512p.
- [17] **BAAZIZ N.** 2006. Occupation spatio-temporelle de la sebkha de Bazer-Sakra (El-Eulma, wilaya de Sétif) par l'avifaune aquatique. Mémoire de Magister, Centre Universitaire d'Oum El-Bouaghi. 98p.
- [18] **BAAZIZ N.** 2008. Contribution to the study of wintering and reproductive strategies of Common Coots (*Fulica atra*) and anatidae across the hauts plateaux of Northeast Algeria. These de doctorat, université de Constantine.
- [19] **BAAZIZ N.** 2011. Statut phénologique et reproduction des peuplements d'oiseaux d'eau dans l'éco-complexe de zones humides de Sétif (Hauts plateaux, Est de l'Algérie) *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie* **33** (2), 77-87p.

- [20] **BALDASSARRE GA, PAULUS SL, TAMISIER A, TITMAN RD.** 1988. Workshop summary: techniques for timing activities of wintering waterfowl. In: M W Weller (ed), waterfowl in winter. Minneapolis: University of Minnesota Press, 181-188p.
- [21] **BELLATRECHE M.** 2007. Liste des principales espèces d'oiseaux d'eau fréquentant les zones humides algériennes (à paraître), 12 p.
- [22] **BENDER A.** 2013. Animaux dans le milieu naturel, Oiseaux d'eau. Galerie gorna.fr, 625p.
- [23] **BENLAHARCHE R.** 2014. Ecologie de la Foulque macroule *Fulica atra* dans la région des hautes plaines de l'Est de l'Algérie (cas de Timerganine). Mémoire de Magister. Université d'Oum El Bouaghi.
- [24] **BENSACI E, SAHEB M, NOUIDJEM Y, BOUZEGAG A, HOUHAMDI M.** 2013. Biodiversité de l'avifaune aquatique des zones humides sahariennes : cas de la dépression d'Oued Righ (Algérie), *Physio-Geo*, **7**, 211-222p.
- [25] **BERNAR M.** 2000. Comportement alimentaire de la Foulque Macroule. Environnement type de la Foulque. T.Voekler, CC by SA 3.0.
- [26] **BIBBY C, JONES M, MARSDEN S.** 1998. In expedition field techniques: bird surveys. Royal Geographical Society, London.
- [27] **BIDDAU L.** 1996. Success and relationships of some species of water birds in the «Valli di Comacchio» (Italy). *Avocetta* **20**, 138 - 143p.
- [28] **BLONDEL J.** 1975. Analyse des peuplements d'oiseaux d'eau. Elément d'un diagnostic écologique. La méthode des échantillonnages fréquents progressifs (E.F.P). *Terre et Vie* **29**, 533-589p.
- [29] **BOULKHESSAIM M, HOUHAMDI M, SAHEB M, SAMRAOUI F, SAMRAOUI B.** 2006. Breeding and banding of Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algeria, August 2006. Bulletin of the IUCN-SSC/Wetlands International FLAMINGO SPECIALIST GROUP **14**, 22p.

- [30] **BOUKROUMA N, MAAZI MC, SAHEB M, METALLAOUI S, HOUHAMDI M.** 2011. Hivernage du Canard Pilet *Anas acuta* sur les hauts plateaux de l'Est de l'Algérie. *Alauda* **79**(4), 285-293p.
- [31] **BOULKHSSAÏM M, HOUHAMDI M, SAMRAOUI B.** 2006. Status and diurnal behavior of the Shelduck *Tadorna tadorna* in the Hauts Plateaux, northeast Algeria. *Wildfowl* **56**, 65-78p.
- [32] **BRINKHOF MWG, CAVE AJ, DAAN S, PERDECK AC.** 2002. Timing of current reproduction directly affects future reproductive output in European coots. *Evolution* **56**, 400-411p.
- [33] **BRISBIN IL, JR, PRATT HD, MOWBRAY TB.** 2002. American Coot (*Fulica americana*) and Hawaiian Coot (*Fulica alai*). No. 697 in the Birds of North America (A. Poole and F. Gill, eds.). The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA.
- [34] **BURTON JF.** 1995. Birds and climate change. Christopher Helm, London.
- [35] **BYRD GV, COLEMAN RA, SHALLENBERGER RJ, ARUME CS.** 1985. Notes on the breeding biology of the Hawaiian race of the American coot. *Elepaio* **45**, 57-63p.
- [36] **CABARD P, CHAUVET B.** 2003. L'étymologie des noms d'oiseaux Ed. Belin/éveil nature.
- [37] **CHALABI B.** 1990. Contribution à l'étude de l'importance des zones humides algériennes pour l'avifaune. Cas du lac Tonga (Parc National d'El-Kala). Thèse de Magistère. Institut National Agronomique (INA). El-Harrach-Alger. 133 p.
- [38] **COENRAAD JT.** 1820. Manuel d'ornithologie ou tableau systématique des oiseaux qui se trouvent en Europe: précédé d'une analyse du système général d'ornithologie, et suivi d'une table alphabétique des espèces, Volume 2.
- [39] **COLLIN D.** 2012. Foulque macroule. IOC World Bird List (3.1), Gill, F and D Donsker (Eds).

- [40] **COLOMINA S.** 2009. Mon Histoire, la Camargue Par, Société des écrivains. (Consulté sur le site Google livres).
- [41] **CONSEIL GENERAL DE MEURTHE ET MORSELLE.** 2006. La Maison Départementale de l'Environnement 2006.
- [42] **COSTA LT, FARINHA JT, HECKER N, TOMAS P.** 1996. Inventaires des zones humides méditerranéennes. Manuel de référence MedWet I, 55 p.
- [43] **CRAMP S, SIMMONS KEL.** 1977. Handbook of the Middle East and North Africa. The birds of the Western Palearctic. Ed. Oxford Univ. press. Vol I : Ostrich to Ducks. 69-699p.
- [44] **CRAMP SL, SIMMONS KEL, SNOW DW, PERRINS M.** 1998. The Complete Birds of the Western Palearctic on CD-ROM. Version 1.0 for PC, 1998.Oxford University Press. London, UK.
- [45] **CRAMP SL, SIMMONS KEL.** 1980. The Birds of the Western Palearctic. Hawks to Bustards, Vol II. Oxford University Press, London.
- [46] **CRAMP SL.**1947. Notes on territory in the Coot. British Birds **40**, 194 -198p.
- [47]**CRAMP ST, SIMMONS KEL.** 1979. The Birds of the Western Palearctic.Vol. II. Oxford university press. Oxford. 603-604p.
- [48]**DAJOZ R.** 1957. Précis d'écologie. Gautier. Viallars, Paris, 549 p.
- [49]**DAJOZ R.** 1975. Précis d'écologie. Éd. Dunod, Paris. 434p.
- [50] **DAJOZ R.** 1985. Précis d'écologie. Éd. Dunod, Paris. 505p.
- [51] **DAVIS L.** 1998. A handbook of constructed wetlands. Volume 1: General considerations. Document by USDA-Natural Resources Conservation Service and the US Environmental Protection Agency-Region III, pp. 53.

- [52] **DAVIS L.** 1998. A handbook of constructed wetlands. Volume 3: Agricultural wastewater. Document by USDA-Natural Resources Conservation Service and the US Environmental Protection Agency-Region III, pp. 36.
- [53] **DE SEVES JE.** 1817. Nouveau dictionnaire d'histoire naturelle, national library of Australia. (Consulté sur le site Google livres).
- [54] **DECEUNINCK B, MAILLET N, KERAUTRET L, DRONNEAU C, MAHEO R.** 2003. Dénombrements d'anatidés et de Foulques hivernant en France à la mi-janvier 2002. MEDD / Wetlands International / LPO, Rochefort, 41 p.
- [55] **DECEUNINCK, B ET MAILLET N. 2013.** Synthèse des dénombrements d'Anatides et de Foulques hivernant en France à la mi-Janvier 2012. Ligue pour la Protection des Oiseaux Wetlands International.
- [56] **DEJONGHE JF.** 1983. Les oiseaux des villes et des villages, les connaître, les attirer et les protéger, édition du point de vétérinaire. (Consulté sur le site Google livres).
- [57] **DEL HOYO J, ELLIOT A, SARGATAL J.** 1992. Handbook of the birds of the World.1, Ostrich to Ducks. Lynx Edicions, Barcelona, 660p.
- [58] **DEL HOYO J, ELLIOT A, SARGATAL J.** 1996. Handbook of the birds of the world, vol. 3. Hoatzin to Auks. Lynx Editions, Barcelona. Des oiseaux nicheurs de Normandie et des îles Anglo-Normandes. Le Cormoran : 7-83p.
- [59] **DESFAYES M.** 2000. Origine des noms des oiseaux et des mammifères d'Europe y compris l'espèce humaine, Edition pilllet. (Consulté sur le site Google livres).
- [60] **DIRECTION GENERALE DES FORETS (CONSERVATION DE CONSTANTINE).** 2015. Atelier relatif à l'élaboration de la stratégie des zones humides
- [61] **DIRECTION GENERALE DES FORETS.** 2001. Atlas des zones humides Algérienne d'importance internationale. Ed. Direction générale des forêts, Ben Aknoun. 49 p.

- [62] **DIRECTION GENERALE DES FORETS.** 2006. zones humides en Algérie. Doc Poly. Direction Générale des Forets (DGF). 15 p.
- [63] **DIRECTION GENERALE DES FORETS.** 2017. Les zones humides pour la prevention des risques de catastrophes. Doc Poly.
- [64] **DJOUANE S, HAGGUI A.** 2015. Etude de la sécheresse climatique dans les hauts plateaux de l'Algérie, par deux approches : Analyse statistique et images satellitaires. Mémoire de fin d'étude, Université Hamma Lakhdar, El Oued.
- [65] **DODMAN T.** 1997. Stratégie préliminaire pour le suivi des oiseaux d'eau en Afrique. Wetlands International-Publication n° 43. Wageningen, Pays-Bas. 178 p.
- [66] **DORST J.** 1950. Les migrations des oiseaux. Petite bibliothèque payot, 430 p.
- [67] **DORST J.** 1962. Les Migrations des oiseaux. Payot, Paris.
- [68] **DRAULANS D, VANHERCK L.** 1987. Food and foraging of Coot *Fulica atra* on fish ponds during autumn migration. *Wildfowl* **38**, 63-69p.
- [69] **DUPERAT M.** 2008. Nids & œufs, Edition Artemis.
- [70] **DUPUY A.** 1969. Catalogue ornithologique du Sahara Algérien. *L'oiseau et R.F.O.* **39**, 140-160p.
- [71] **EL HADI M.** 2011. Journée d'étude sur la problématique de la gestion des zones humides en Méditerranée ceneapalger.
- [72] **ENGILIS A, JR, PRATT TK.** 1993. Status and population trends of Hawai'i's native waterbirds, 1977-1987. *Wilson Bulletin* **105**, 142-158p.
- [73] **ETCHECOPAR RD, HÛE F.** 1964. Les oiseaux du Nord de l'Afrique. Boubée and Co, Paris.
- [74] **EYBERT MC, GESLIN T, QUESTIAU S, FEUNTEUN E.** 2003. Shorebird community variations indicative of a general perturbation in the Mont-Saint-Michel bay (France). *Comptes Rendus Biologies* **326**, 140-147.

- [75] **FAUVEL B.** 1992. Les oiseaux de Champagne-Ardenne. Némont, Bar-sur-Aube.
- [76] **FEKIR M.** 2010. Les zones humides en Algérie. Articles: Ecologie, Vitamine DZ. Source d'énergie locale. Alger.
- [77] **FILTER R, ROUX F.** 1982. Guide des oiseaux, sélection du readers Digest, 493 p.
- [78] **FJELDSA J.** 1977. The Coot and the Moorhen. Biol. Monographs, av-media, Copenhagen.).
- [79] **FJELDSA J.** 1983. A Black Rail from Junin, central Peru: *Laterallus jamaicensis tuerosi* ssp. n. (Aves, Rallidae). *Steenstrupia* **8**, 277-282p.
- [80] **GEARHEART RA, HIGLEY M.** 1993. Constructed opens surface wetlands: the water quality benefits and wildlife benefits. City of Arcata, California, Constructed Wetlands for Water Quality Improvement, pp. 561-567
- [81] **GEROUDET P.** 1978. Tous les oiseaux d'Europe. Jean Claude Roché, CD 2/plage.
- [82] **GEROUDET P.** 1978. Grands échassiers, Gallinacés, Râles d'Europe. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel & Paris.
- [83] **GHERMANDI A, BIXIO D, THOEYE C.** 2007. The role of free water surface constructed wetlands as polishing step in municipal wastewater reclamation and reuse. *Science of the Total Environment* **380** (1-3), 247-258p.
- [84] **GOUTTE A.** 2010. Mécanismes hormonaux impliqués dans la phénologie de la reproduction chez les oiseaux marins polaires. Thèse de doctorat, Université de Poitiers.
- [85] **GUOUICHICHE M.** 2006. Dénombrement des oiseaux d'eaux hivernants-compagne de dénombrement. Doc. poly, Zeralda, Alger. 9 p.
- [86] **HAGEMELJER WJM, BLAIR MJ, EUROPEAN BIRD CENSUS COUNCIL.** 1997. The EBCC atlas of European breeding birds: Their distribution and abundance. London.

- [87] **HAMDI N, CHARFI-CHEIKHROUHA F, MOALI A.** 2005. Importance des zones humides tunisiennes dans la conservation des oiseaux globalement menacés, Bulletin de l'institut national des sciences et technologie de la mer numéro spéciale **10**, 13- 16.
- [88] **HAOUAM L.** 2003. Ecologie et reproduction des Rallidés de la Numidie. Mémoire d'ingénieur. Université d'Annaba.
- [89] **HARRISON C.** 1982. An atlas of the birds of the Western Palaearctic. William Collins Sons and Co Ltd. Glasgow. Great Britain.
- [90] **HORSFALL JA.**1986. The atlas of wintering birds in Britain and Ireland. Calton. Poyser.
- [91] **HOUHAMDI M, BENSACI E, NOUIDJEM Y, BOUZEGAG A, SAHEB M, SAMRAOUI B.** 2008. Eco-éthologie des Flamants roses *Phoenicopterus roseus* hivernants dans la Vallée de Oued Righ, Sahara oriental algérien. Aves **45** (1), 15-27p.
- [92] **HOUHAMDI M, MAAZI MC, SEDDIK S, BOUAGUEL L, BOUGOUDJIL S, SAHEB M.** 2009. Statut et écologie de l'érismaure à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) dans les hauts plateaux de l'est de l'Algérie. Aves **46(1)**: 129-148p.
- [93] **HOUHAMDI M.** 2002. Ecologie des peuplements avians du Lac des Oiseaux (Numidie orientale). These de doctorat, Université d'Annaba (Algerie).
- [94] **HURTER HU.** 1972. Nahrung und Ernährungsweise des Blassshuhns *Fulica atra* am Sempachersee. Der Ornithologische Beobachter **69**, 125- 149p.
- [95] **IRWIN S, O'HALLORAN J.** 1997. The wintering behaviour of the Coot *Fulica atra* L. at Cork lough, South-west Ireland. Biology and environment: Proceedings of the royal Irish academy **97**, 157-162p.
- [96] **ISENMANN P, MOALI A.** 2000. Birds of Algeria. Société d'Etudes Ornithologiques de France, Paris.

- [97] **JACOBS JP, LOLY P, PAQUET JY, DEROUAUX A.** 2006. Les recensements hivernaux des oiseaux d'eau en Wallonie et à Bruxelles en 2005-2006. *Aves* **43** (1), 12-16p.
- [98] **JARRY G.** 1988. Les migrations d'oiseaux. Bulletin mensuel de l'O. N. C, **127**, 5-9p.
- [99] **JEAN CARLO P.** 1981. Les relations entre la Moule zébrée *dreissena polymorpha* (*Pallas*) et les oiseaux aquatiques. Thèse de doctorat. L'Université de Neuchâtel.
- [100] **JORTAY A.** 2002. Nidification et hivernage de la Foulque macroule (*Fulica atra*) dans les bassins de décantation de Hesbaye liégeoise. *Aves*, **39** (2), 65-84p.
- [101] **KECHEBAR MSA, Tabet S, KAROUNE S, BELHAMRA M.** 2010. Aire de répartition actuelle de l'arganeraie Algérienne (état des lieux). Séminaire International en Biologie Végétale et Ecologie le 22-25 novembre 2010. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Mentouri Constantine, Algérie.
- [102] **KNIGHT RL, CLARKE RA, BASTIAN RK.** 2001. Surface flow (SF) treatment wetlands as a habitat for wildlife and humans. *Water Science and Technology* **44**, 27-37p.
- [103] **KSOURI O.** 2006. Étude rétrospective de l'influenza aviaire dans le monde depuis l'année 2003. Mémoire de fin d'études, Centre universitaire El-Tarf, Institut des Sciences Vétérinaires. 75 p.
- [104] **LAFFERERE M.** 1968. Observation ornithologique dans le Tassili des Ajers. *Alauda*. 260-398p.
- [105] **LAMOTTE J, BOURLIERE A.** 1969. Problèmes d'écologie: l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres. Edition : Masson. 151p.
- [106] **LE HIR P.** 2005. Les oiseaux migrateurs propageront-ils la grippe aviaire -Le Monde.
- [107] **LECLERC GL.** 1788. Histoire naturelle, générale et particulière Paris. Volume **23**; (Consulté sur Google livres).
- [108] **LEDANT JP, JACOBS JP, JACOBS P, MALHER F, OCHANDO, ROCHE J.** 1981. Mise à jour de l'avifaune algérienne. *Gerfaut* **71**, 295-398p.

- [109] **LEFEUVRE.** 1999. Rapport scientifique sur les données à prendre en compte pour définir les modalités de l'application des dispositions légales et réglementaires de chasse aux oiseaux d'eau et oiseaux migrateurs en France. Rapport MNHN. 200p.
- [110] **LIPPENS L. ET WILLE H.** 1972. Atlas des oiseaux de Belgique et d'Europe occidentale. Lannoo, Tielt.
- [111] **LPO.** 2006. La ligue pour la protection des oiseaux. revue Animaux Magazine **363**.
- [112] **MAAZI MC.** 2005. ECO-éthologie des Anatidés hivernants dans la Garaet de Timerguanine (Oum El-Bouaghi). Mémoire de fin d'étude C.U. d'Oum el Bouaghi. 70p.
- [113] **MAAZI MC.** 2009. Eco-éthologie des Anatidés hivernants dans l'étang de Timerganine (Ain Zitoune, Wilaya d'Oum El-Bouaghi). Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba. 187p.
- [114] **MASSOT O.** 2011. Modélisation du devenir des pesticides au sein d'une zone humide artificielle (ZHA) -Validation du modèle. Mémoire de Stage de Fin d'Etudes, Université de Strasbourg.
- [115] **MATEO R, GUITART R, GREEN AJ.** 2000. Determinants of lead shot, rice, and grit ingestion in ducks and coots. The Journal of wildlife management, **64** (4), 939 - 947p.
- [116] **MEBARKIA A.** 2011. Etudes des caractéristiques physico-chimiques des eaux de surface, cas du barrage de Ain Zada wilaya de bordj Bou-Arreridj». (Nord-est Algérien). Mémoire de magister, Université Badji Mokhtar-Annaba.
- [117] **MEEDDAT- MNHN.** Sans date. Cahiers d'Habitat « Oiseaux » - MEEDDAT- MNHN – Fiche projet. Foulque macroule.
- [118] **METALLAOUI S, ATOUSSI S, MERZOUG A, HOUHAMDI M.** 2009. Hivernage de l'Érismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) dans Garaet Hadj-Tahar (Skikda, Nord-est de l'Algérie), Aves **46** (3), 136-140p

- [119] **METALLAOUI S, HOUHAMDI M.** 2010. Biodiversité et écologie de l'avifaune aquatique hivernante dans Garaet Hadj-Tahar (Skikda, Nord-Est de l'Algérie) *Hydroécologie Appliquée* **17**, 1-16p.
- [120] **METZMACHE R.** 1979) : Les oiseaux de la macta et de sa région (Algérie): non passereaux , *Aves* **16** (3-4), 89-123p.
- [121] **MONDAIN MONVAL JY, DESNOUHES L, TARIS JP.** 2002. Lead shot ingestion in waterbirds in the Camargue (France). *Game & Wildlife Science*, **19** (3), 237-246p.
- [122] **MOREAU RE.** 1965. Water birds over the Sahara, *IBIS*, **109** (2), 232-259p.
- [123] **MORGAN NC, BOY V.** 1982. An ecological survey of standing water in North West Africa I- Rapid survey and classification. *Biological conservation*. **24**, 5-44p.
- [124] **MORGAN NC.** 1982. An ecological survey of standing waters in Northwest Africa II. Sites descriptions for Tunisia and Algeria. *Biological Conservation*, **24**, 83-13p.
- [125] **NEDJRAOUID.** 2003. Profil fourrager «Algérie »Rapport FAO 8p.
- [126] **NOEL F.** 2005. Comportement alimentaire « intelligent » chez la Foulque macroule *Fulica atra* .ornitologie **5**, 79p.
- [127] **NOLWENN L.** 2009. Statut juridique des zones humides artificielles dans leur fonction de remédiation des produits phytosanitaires: de la définition scientifique du concept à la nécessité d'adaptation locale. Mémoire de Stage de Fin d'Etudes, école nationale du génie de l'eau et de l'environnement de strasbourg.
- [128] **NORMAND.** 1989. Atlas des oiseaux nicheurs de Normandie et des îles Anglo-Normandes. *Le Cormoran* **7**, 83p.
- [129] **OSTERWOLDT R.** 1986. Les accords internationaux, *Naturopa*, **54**, 19-31p.
- [130] **PAULUS SL.** 1988. Time-activity budgets of non-breeding Anatidae: A review. In 'waterfowl in winter' M.W. Weller (ed.), 135-152p. Minnesota Press, Minneapolis.

- [131] **PEARCE F, CRIVELLI AJ.** 1994. Caractéristiques générales des zones humides méditerranéennes", Arles (France). Mediterranean Wetlands publications, Tour du Valat 88p.
- [132] **PELSY-MOZIMANN F.** 1999. Condition corporelle et stratégies d'hivernage des Foulques macroules hivernant en Camargue: Isolement de deux Populations. Thèse de doctorat, Université de Lyon.
- [133] **PNUE et CMS.** 2004. Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique - Eurasie AEWA, Secrétariat, Hermann-Ehlers-Str. 10, 53113 Bonn, Germany.
- [134] **RAMSAR.** 2002. Journée mondiale des zones humides, les zones humides et le patrimoine culturel. Brochure Ramsar. Suisse. 10 p.
- [135] **RAMSAR.** 2004. Manuel Inventaire des zones humides. Convention sur les zones humides (Ramsar, Iran 1971). Manuels Ramsar pour l'utilisation rationnelle des zones humides. 2<sup>ème</sup> édition. 60p.
- [136] **RAMSAR.** 2011. The Secretariat of the Convention on Wetlands (RAMSAR, Iran, 1971). Rue Mauverney, Gland. Suisse. Août 2011. 43p.
- [137] **RIBOULET F.** 1989. Foulque macroule *Fulica atra* in groupe ornithologique.
- [138] **RIZI H, BENYACOUB S, CHABI Y, BANBURA J.** 1999. Nesting and reproductive characteristics of Coots *Fulica atra* breeding on two lakes in Algeria. *Ardeola* **46**, 179-186p.
- [139] **ROBERT F.** 1803. Nouveau dictionnaire d'histoire naturelle: appliquée aux arts, principalement à l'agriculture et à l'économie rurale et domestique, Volume 9 (Livre numérique).
- [140] **ROUAG ZIANE N, BOUAHBALL A, GAUTHIER CLERC M, THOMAS F, CHABI Y.** 2007. Inventaire et quantification des Ectoparasites de la Foulque macroule (Gruiformes : Rallidés) dans le Nord-est de l'Algérie. *Parasite* 254-255p.
- [141] **ROUSSEAU D.P.L, LESAGE E, STORY A, VANROLLEGHEM PA, DE PAWN N.** 2008. Constructed wetlands for water reclamation. *Desalination* **218** (1-3),181-189p.

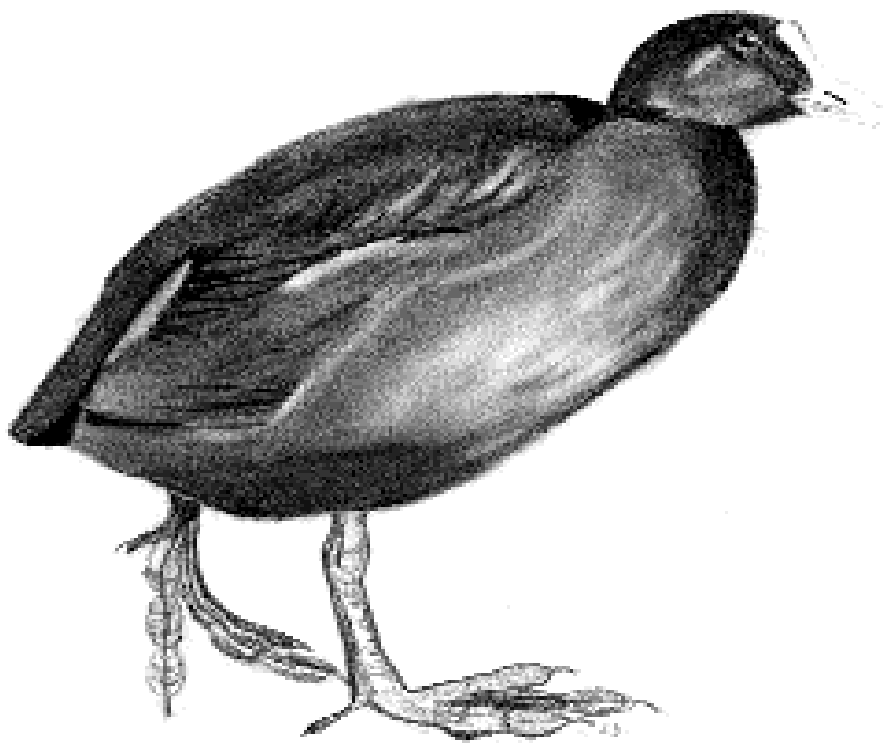
- [142] **RUGER A, PRENTICE C, MYRFYN O.** 1987. Résultats des dénombrements internationaux d'oiseaux d'eau du B.I.R.O.E. 1967-1983, Importance et évolution numérique des populations de canards, Cygnes et Foulques d'après les dénombrements de Janvier dans la paléarctique occidentale. Publication Spéciale B.I.R.O.E. **6**, 161p.
- [143] **SAHEB M, BOULEKHSSAIM M, OULDJAOUI A, HOUHAMDI M, SAMRAOUI B.** 2006. Sur la nidification du Flamant rose *Phoenicopterus ruberroseusen* 2003 et 2004 en Algérie. *Alauda* **74**, 68-371p.
- [144] **SAHEB M, BOULAKHSSAIM M, OULDJAOUI A, HOUHAMDI M, SAMRAOUI B.** 2006. Le Flamant rose *Phoenicopterus roseus* a niché en Algérie (2003 et 2004). *Alauda* **74** (2), 368-371p.
- [145] **SAHEB M, BOUZEGAG A, NOUIDJEM Y, BENSACI E, SAMRAOUI B, HOUHAMDI M.** 2009. Ecologie de la reproduction de l'Avocette élégante *Recurvirostra avosetta* dans la Garaet de Guellif (Hautes plaines de l'Est algérien). *Eur. Journ. Scien. Reas* **25** (4), 513-525p.
- [146] **SALATHÉ T, BOY V.** 1987. Territoriality and time budget of breeding Coots. *Wildfowl* **38**, 70-76p.
- [147] **SAMRAOUI B, OULDJAOUI A, BOULEKHSSAIM M, HOUHAMDI M, SAHEB M, BÉCHET A.** 2006. The first recorded reproduction of the greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algeria: behavioral and ecological aspects. *Journal of African Ornithology, Ostrich* **77**, 153-159p.
- [148] **SAMRAOUI B, SAMRAOUI F.** 2008. An ornithological survey of Algerian wetlands: Important Bird Areas, Ramsar sites and threatened species. *Waterfowl* **55** (in press).
- [149] **SAMRAOUI CHENAFI F.** 2005. Ecologie de la reproduction de la Foulque macroule (*Fulica atra*) dans l'étange de Timerganine willaya d'Oum El Bouaghi. Mmoire de magister. Université d'Oum El Bouaghi.

- [150] **SAMRAOUI F, SAMRAOUI B.** 2007. The Reproductive Ecology of the Common Coot (*Fulica atra*) in the Hauts Plateaux, Northeast Algeria Waterbirds **30** (1), 133-139p.
- [151] **SANTOUL F, MASTRORILLO S.** 2003. Interaction between fish and waterbird communities: A case study of two gravel pits in south-west France. Vie et milieu, **53** (2-3), 131 - 133p.
- [152] **SANTOUL F, TOURENO JN.** 2002. Les gravières de la plaine alluviale de la Garonne comme milieu d'accueil de la Foulque macroule (*Fulica atra*). Revue d'écologie, **57** (2), 165-180p.
- [153] **SCHARENBERG W, EBELING E.** 1998. Organochlorine pesticides in eggs of two waterbird species (*Fulica atra*, *Podiceps cristatus*) from the same habitat: Reference site Lake Belau, Germany. Chemosphere, **36** (2), 263-270p.
- [154] **SCHULZ R, PEALL SKC.** 2001. Effectiveness of a constructed wetland for retention of nonpoint-source pesticide pollution in the Lourens River Catchment, South Africa. Environmental Science and Technology **35** ( 2), 422-426p.
- [155] **SEDDIK S.** 2011. Inventaire et écologie des peuplements Laro-limicoles et Echassiers dans les zones humides des hautes plaines de l'Est algérien. Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba. 142p.
- [156] **SEDDIK S, MAAZI MC, HAFID H, SAHEB M, MAYACHE B, METALLAOUI S, HOUHAMDI H.** 2010. Statut et écologie des peuplements de Laro-limicoles et d'Echassiers dans le Lac de Timerganine (Oum El-Bouaghi, Algérie), Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie **32** (2), 111-118p.
- [157] **SELTZER P.** 1946. Le climat de l'Algérie. Imp. La Typo-Litho et J.C. in 4ème, Alger,
- [158] **SHALLENBERGER RJ.** 1977. An ornithological survey of Hawaiian wetlands. U.S. Army Corps of Engineers Contract DACW 84-77-C-0036, Honolulu, HI.406 pp.
- [159] **SHUTES RBE.** 2001. Artificial wetlands and water quality improvement. Environment International **26** (5-6), 441-447p.

- [160] **SI BACHIR A.** 2013. Législation élaborée en vue de la préservation de l'environnement de la biodiversité en Algérie. 1<sup>ier</sup> Colloque National sur Les Zones Humides (CNZH 1), 02 et 03 Février 2013 – Université de M'sila.
- [161] **SNOW DW, PERRINS CM.** 1998. The birds of the Western Palearctic. Concise Edition. Oxford University Press. 1832p.
- [162] **STAAV R.** 1998. Longevity of birds ringed in Europe. Euring Newsletter **2**, 9-18p.
- [163] **SUEUR F, TRIPLET P.** 1999. Les oiseaux de la Baie de Somme. Groupe Ornithologique Picard, Saint-Quentin-en-Tourmont.
- [164] **SVENSSON L, MULLARNEY K, ZETTERSTRÖM D.** 2012. Le guide Ornitho : Le guide le plus complet des oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient : 900 espèces, éditeur delachaux et niestlé.
- [165] **TACK FMG, DE PAUW N, DU LAING G, ROUSSEAU D.** 2007. Contaminants in natural and constructed wetlands: Pollutant dynamics and control. Science of the Total Environment **380** (1-3), 1-2p.
- [166] **TAMISIER A, DEHORTER O.** 1999. Camargue, canards et Foulques. Fonctionnement et devenir d'un prestigieux quartier d'hiver. Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive CNRS Montpellier. France.
- [167] **TRICART J.** 1968 Méthode de cartographie au 1/1 000 000 du contexte hydrologique élaborée au Centre de géographie appliquée de Strasbourg, *Mélanges M. Pardé*, Gap, 671-682p.
- [168] **UICN.** 2007. Union internationale pour la conservation de la nature. Un article de Wikipédia, l'encyclopédie libre. Site web : [www. Google.com](http://www.Google.com)
- [169] **USFWS.** 2011. Guam and Commonwealth of the Northern Mariana Islands Animals & Plants – Listed Species.
- [170] **VAN DIJK G, LEDANT JP.** 1983. La Valeur Ornithologique des zones humides de l'est Algérien. *Biological Conservation* **26**, 215-226p.

- [171] **VANSTEENWEGEN C.** 1998. L'histoire des oiseaux de France, Suisse et Belgique. L'évolution des populations, le statut des espèces .Paris, Delachaux et Niestlé.
- [172] **VERHEYEN R.** 1948. Les échassiers de Belgique. Inst. R. Sc. Nat. Belg., Bruxelles.
- [173] **VERHOEVEN J.** 1980. The ecology of Ruppia- dominated communities in Western Europe.III. Aspects of production, consumption and decomposition. Aquatic Botany **8**, 209- 253p.
- [174] **VYMAZAL J.** 2005. Constructed wetlands for wastewater treatment. Ecological Engineering **25** (5), 475-477p.
- [175] **YEATMAN BERTHELO T, JARRY G.** 1995. Nouvel Atlas des Oiseaux nicheurs de France 1985-1989, Société Ornithologique de France, Paris 775p.
- [176] **ZOUAIDIA H.** 2006. Bilan des incendies de rôlets dans l'Est Algérien, cas de Mila, Constantine, Guelma et Souk Ahres. Mémoire Magistère, Université Mentouri de Constantine.

# *Annexe*



**Tableau 1:** liste des zones humides de l'Algérie d'importance internationale de Ramsar  
(<http://www.ramsar.org>)

N°	Nom du site	Date de classement	Wilaya	Superficie (ha)
1	Aulnaie de Aïn Khiair	04/06/2003	El Tarf	180 ha
2	Chott Aïn El Beïda	12/12/2004	Ouargla	6,853 ha
3	Chott de Zehrez Chergui	04/06/2003	Djelfa	50,985 ha
4	Chott de Zehrez Gharbi	04/06/2003	Djelfa	52,2 ha
5	Chott Ech Chergui	02/02/2001	Saïda	855,5 ha
6	Chott El Beïdha – Hammam Essoukhna	12/12/2004	Sétif, Batna	12,223 ha
7	Chott El Hodna	02/02/2001	M'Sila, Batna	362 ha
8	Chott Melghir	04/06/2003	El Oued, Biskra, Khenchela	551,5 ha
9	Chott Merrouane et Oued Khrouf	02/02/2001	El Oued	337,7 ha
10	Chott Oum El Raneb	12/12/2004	Ouargla	7,155 ha
11	Chott Sidi Slimane	12/12/2004	Ouargla	616 ha
12	Chott Tinsilt	12/12/2004	Oum El Bouaghi	2,154 ha
13	Complexe de zones humides de la plaine de Guerbes-Sanhadja	02/02/2001	Skikda, El Tarf	42,1 ha
14	Dayet El Ferd	12/12/2004	Tlemcen	3,323 ha
15	Garaet Annk Djemel et El Merhsel	12/12/2004	Oum El Bouaghi	18,14 ha
16	Garaet El Taref	12/12/2004	Oum El Bouaghi	33,46 ha
17	Garaet Guellif	12/12/2004	Oum El Bouaghi	24 ha
18	Garaet Timerganine	18/12/2009	Oum El Bouaghi	1,46 ha
19	Grotte karstique de Ghar Boumâaza	04/06/2003	Tlemcen	20 ha
20	Guelates Afilal	04/06/2003	Tamanrasset	20,9 ha
21	Ile de Rachgoun	05/06/2011	Wilaya de Ain Temouchent	66 ha
22	La Réserve Naturelle du Lac des Oiseaux	22/03/1999	El Kala	120 ha
23	La Vallée d'Iherir	02/02/2001	Illizi	6,5 ha
24	Lac de Fetzara	04/06/2003	Annaba	20,68 ha
25	Lac de Télamine	12/12/2004	Oran	2,399 ha
26	Lac du barrage de Boughezoul	05/06/2011	Commune de Boughezoul	9,058 ha
27	Le Cirque de Aïn Ouarka	04/06/2003	Nâama	2,35 ha
28	Les Guelates d'Issakarassene	02/02/2001	Tamanrasset	35,1 ha
29	Les Salines d'Arzew	12/12/2004	Oran, Mascara	5,778 ha

30	Marais de Bourdim	18/12/2009	El Tarf	11 ha
31	Marais de la Macta	02/02/2001	Mascara, Mostaganem, Oran	44,5 ha
32	Marais de la Mekhada	04/06/2003	El Tarf	8,9 ha
33	Oasis de Moghrar et de Tiout	04/06/2003	Nâama	195,5 ha
34	Oasis de Ouled Saïd	02/02/2001	Adrar	25,4 ha
35	Oasis de Tamantit et Sid Ahmed Timmi	02/02/2001	Adrar	95,7 ha
36	Oglat Ed Daïra	12/12/2004	Nâama	23,43 ha
37	Oum Lâagareb	05/06/2011	Wilaya El Tarf	729 ha
38	Réserve Intégrale du Lac El Mellah	12/12/2004	El Tarf	2,257 ha
39	Réserve Intégrale du Lac Oubeïra	04/11/1983	El Tarf	3,16 ha
40	Réserve Intégrale du Lac Tonga	04/11/1983	El Tarf	2,7 ha
41	Réserve Naturelle du Lac de Béni-Bélaïd	04/06/2003	Jijel	600 ha
42	Réserve Naturelle du Lac de Réghaïa	04/06/2003	Alger	842 ha
43	Sebkha d'Oran	02/02/2001	Oran	56,87 ha
44	Sebkhet Bazer	12/12/2004	Sétif	4,379 ha
45	Sebkhet El Hamiet	12/12/2004	Sétif	2,509 ha
46	Sebkhet El Melah	12/12/2004	Ghardaïa	18,947 ha
47	Site classé Sebkhet Ezzmoul	18/12/2009	Oum El Bouaghi	6,765 ha
48	Site Ramsar du lac Boulhilet	18/12/2009	Oum El Bouaghi	856 ha
49	Tourbière du Lac Noir	04/06/2003	El Tarf	5 ha
50	Vallée de l'oued Soummam	18/12/2009	Kabylie	12,453 ha

**Tableau 02 :** Espèces d'ectoparasites isolées chez la Foulque macroule (Rouag-Ziane et al., 2007).

Ectoparasites	Familles	Espèces
Mites	<u>Pterolichidae</u>	<u>Grallobiafulicae</u>
Poux	<u>Menoponidae</u> <u>Laemobothriidae</u> <u>Philopteridae</u>	<u>Pseudomenoponpilosum</u> <u>Laemobothrionatrum</u> <u>Rallicolafulicae</u> <u>Fullicofulalurida</u> <u>Incidifronsfulicae</u>
Sangsues	<u>Glossiphoniidae</u>	<u>Theromyzonsp</u>

Tableau 03 : les parcs nationaux de l'Algérie

Dénomination	Localisation (wilaya)	Date de création	classement en Réserve de biosphère	Superficie ha
EL Kala	El Tarf	23 juillet 1983	1990	76 438
Chrea	Blida- Ain Defla- Medea	23 juillet 1983	2003	26 587
Djurdjura	Tizi –Ouzou - Bouira	23 juillet 1983	1997	18 550
Theniet El Had	Tissemsilt	23 juillet 1983	-	3 424
Belezma	Batna	3 novembre 1984	-	26 250
Taza	Jijel	3 novembre 1984	2004	3 807
Gouraya	Bejaia	3 novembre 1984	2004	080
Tlemcen	Tlemcen	12 mai 1993	-	8 225
Parc culturel de l'Ahaggar	Tamanrasset	1987	-	45000 000
Parc culturel du Tassili		21 février 2011*	1986	138 00000

Tableau 04 : aires marines protégées en Algérie (Abdelguerfi, 2003)

Aires marines	Wilaya de rattachement
îles Habibas	Wilaya d'Oran
île de Rachgoun (Ile Leila)	Wilaya de Ain Temouchent
Domaine marin du PNEK	Wilaya de Taref
Taza-Cavallo-banc des Kabyles	wilaya de Jijel
Gouraya	Wilaya de Bejaia
Chenoua-Tipaza	Wilaya :Tipasa, Alger et Boumerdès
Presqu'île de Collo	Wilaya de Skikda
Cap de Garde	Wilaya de Annaba
Iles Aguellis	Wilaya :Tipasa, Alger et Boumerdès
Aire marine de Tigzirt	Wilaya :Tizi Ouzou

**Nom :** BENLAHARCHE

**Date de Soutenance :** 05/03/2019

**Prénom :** Ryma

**Titre :** Ecologie de la Foulque macroule *Fulica atra* dans la région des hautes plaines de l'Est Algérien

**Nature du Diplôme :** Doctorat en science de la nature

**Option :** Ecologie des écosystèmes aquatiques

**Université Larbi Ben M'hidi Oum-El-Bouaghi**

**Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie**

**Département des sciences de la nature et de la vie**

### **Résumé**

Cette étude a pour objectif de comprendre l'écologie de Foulque macroule *Fulica atra* dans la région des hautes plaines de l'Est algérien. Pour réaliser cette étude, nous avons régulièrement compté tous les quinze jours le nombre de la Foulque macroule durant deux «hivers» (entre septembre 2016 et mars 2017 et de septembre 2017 à février 2018) au lac El Aria et au barrage Ain Zada à l'aide d'un télescope *Opholyth* (20 x 60). Nous avons procédé pour l'étude du budget temps diurne, par la méthode scan. Pour déterminer les paramètres de reproduction entre mars et juin 2017, Le dénombrement des adultes a été effectué sur une base hebdomadaire. Les nids et les œufs ont été mesurés afin de déterminer les paramètres de reproduction à l'aide d'un pied à coulisse (près de 0,1 mm) pour la longueur et la largeur et une balance à ressort pour le poids (1 g le plus proche). Nous avons calculé les résultats avec le programme Microsoft Excel 2007. Les résultats ont montré que la Foulque macroule a presque le même comportement diurne dans les deux zones d'étude: l'activité alimentaire est le principal comportement diurne de l'espèce (plus 75%), suivi par la nage (~15%) cela pendant les deux ans et dans les deux sites. En outre, il convient de noter que l'alimentation en surface constituait la principale stratégie d'alimentation. Concernant les paramètres de reproduction, 42 nids ont été enregistrés au lac El Aria et 49 nids au barrage Ain Zada. Les femelles reproductrices pondent entre 1 et 14 œufs au lac El Aria et entre 1 et 12 œufs au barrage d'Ain Zada. La taille des œufs mesurée était presque identique dans les deux sites. Nos résultats ont indiqué que le succès de reproduction a été significativement influencé par la prédation et les activités anthropiques.

**Mots-clés:** Foulque macroule, Budget temps, Hautes Plaines, Reproduction.