

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université mouloud MAMMERRI de Tizi-Ouzou

Faculté des sciences Biologiques et des sciences Agronomiques

Département de biologie Animale et Végétale



Mémoire



En vue de l'obtention du diplôme de Master

En sciences biologiques

Option : Diversité et écologie des peuplements animaux

Thème

**Contribution à l'étude du régime alimentaire
des adultes de la Foulque macroule *Fulica atra*
(Linné, 1758) dans le barrage de Djebba
(Tizi-Ouzou)**

Présenté par :

M^{elle} BOUMALI Kamelia

M^{elle} CHAHED Soumeya

Devant le jury composé de :

Président: M^r LOUNACI A.

Professeur à l'UMMTO

Promotrice: M^{elle} METNA F.

Maitre de conférences B à l'UMMTO

Examineur: M^r AIT MOULOUD S.

Maitre de conférences A à l'UMMTO

Examinatrice: M^{me} CHAOUCHI TALMAT N.

Maitre de conférences B à l'UMMTO

Promotion 2014/2015

Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer notre gratitude et nos remerciements pour toutes les personnes qui ont contribué à sa réalisation.

Nous tenons tout d'abord à remercier notre promotrice M^{elle} METNA F. Maitre de conférences B. à la faculté des sciences Biologiques et des sciences Agronomiques à l'Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou pour son aide, ses conseils, son encouragement et sa disponibilité.

Nous remercions également M^r LOUNACI A. Professeur au département de Biologie à l'Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de présider le jury de notre soutenance. Qu'il trouve ici nos sincères et chaleureux remerciements.

Nous remercions sincèrement M^r AIT MOULOUD S. Maitre de conférences A. au département des sciences Biologiques de l'université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou d'avoir accepté de juger notre travail. Puisse-t-il trouver ici l'expression de notre gratitude.

Nous remercions également M^{me} CHAOUCHI TALMAT N. Maitre de conférences B. au département des sciences Biologiques de l'université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou d'avoir accepté d'examiner notre travail. Puisse-t-elle trouver ici l'expression de notre respectueuse considération.

Nous tenons à remercier M^{elle} MERABET S. pour son aide précieuse à se familiariser avec le matériel et les méthodes utilisées dans la réalisation de ce mémoire.

Nous présentons nos sincères remerciements à tous nos enseignants de la faculté des sciences Biologiques et des sciences Agronomiques à l'université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou.

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à :

Ma mère Drifa, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon père Nacer, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

Mes sœurs : Amal, Lyza et Rebecca qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

Mon mari Ali, pour son soutien, ses encouragements et sa présence.

Mes beaux parents, en témoignage de mon profond respect.

Mes beaux frères Amar, Farid, Rabah et Toufik qui ont été toujours présents pour moi.

Mon binôme Soumeya CHAÏED et toute sa famille.

Tous ceux qui sont chères, proche de mon cœur et à tous ceux qui m'aiment et qui aurai voulu partager ma joie

Kamelia

Dédicaces

Je dédié ce modeste travail à :

A celle qui m'a éclaircit le chemin de la vie et ne cesse de m'encourager ... ma très chère mère Fatma, que dieu la protège.

Mon très chère père Abd El Kader qui a su me donner le bonheur et m'a préservé de tout mal, qui a su guidé mes pas vers un avenir sur, qui m'a jamais cessé de m'encourager pour entreprendre ces études et atteindre cet objectif.

A mon frère et mes sœurs.

A toute ma famille.

A mon binôme Kamelia BOUMALI et toute sa famille

A tous mes amis (es).

A tous ceux qui m'aiment.

Soumeya

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Situation géographique et délimitation du barrage de Djebla..... | 3 |
| Figure 2 : Températures moyennes mensuelle, minimales et maximales de la région de Tizi-Ouzou..... | 5 |
| Figure 3 : Pluviométrie moyenne mensuelle de la région de Tizi-Ouzou..... | 6 |
| Figure 4 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen pour la région de Tizi-Ouzou..... | 7 |
| Figure 5 : Position de la région de Tizi-Ouzou sur le climagramme d’Emberger..... | 8 |
| Figure 6: Adulte de la Foulque macroule..... | 12 |
| Figure 7: Jeune de la Foulque macroule..... | 12 |
| Figure 8: Poussin de la Foulque macroule..... | 13 |
| Figure 9: Nid de la Foulque macroule..... | 14 |
| Figure 10: Préparation de l’épidermothèque de référence..... | 19 |
| Figure 11: Préparation et analyse des fientes..... | 20 |
| Figure 12: Photos de quelques épidermes de plantes ingérées par la Foulque macroule <i>Fulica atra</i> dans le barrage de Djebla | 21 |
| Figure 13: Qualité d’échantillonnage pendant la période d’étude (décembre 2014, janvier et février 2015)..... | 28 |
| Figure 14: Evolution mensuelle de la richesse spécifique totale des espèces végétales consommées par la Foulque macroule (<i>Fulica atra</i>) dans le barrage de Djebla pendant la période d’étude (de décembre 2014 à février 2015)..... | 29 |
| Figure 15: Fréquence d’occurrence des espèces végétales ingérées par la Foulque macroule dans le barrage de Djebla..... | 35 |
| Figure 16: Pourcentages des espèces végétales consommées par la Foulque macroule <i>Fulica atra</i> , classées selon la formule de Struge durant les trois mois d’étude au niveau du barrage de Djebla..... | 38 |

Figure 17: Indice de diversité de Shannon Weaver H' des espèces végétales consommées par la Foulque macroule au niveau du barrage de Djebbla (décembre 2014, janvier et février 2015).....39

Figure 18: Indice d'Equitabilité E des espèces végétales consommées par la Foulque macroule au niveau du barrage de Djebbla (décembre 2014, Janvier et février 2015).....40

Tableau 1 : Liste des espèces végétales consommées par la Foulque macroule au niveau du barrage de Djebba (de décembre 2014 à février 2015).....26

Tableau 2: Fluctuations mensuelles des fréquences relatives des familles consommées par la Foulque macroule *Fulica atra* durant les trois mois d'étude dans le barrage de Djebba.....31

Tableau 3: Fluctuations mensuelles des fréquences relatives des espèces végétales consommées par la Foulque macroule *Fulica atra* durant les trois mois d'étude dans le barrage de Djebba.....33

Tableau 4: Classes d'espèces végétales consommées en fonction de leurs constances par la Foulque macroule au niveau du barrage de Djebba pendant la période d'étude (de décembre 2014 à février 2015).....36

| | |
|---|----|
| Introduction | 1 |
| Chapitre I : Présentation de la région d'étude | |
| I. Présentation du barrage et position géographique..... | 3 |
| II. Caractéristique du barrage de Djebba..... | 4 |
| II.1. Relief..... | 4 |
| II.2. Géologie..... | 4 |
| II.3. Hydrologie | 4 |
| II.4. Climatologie..... | 4 |
| II.4.1. La température..... | 5 |
| II.4.2. La pluviométrie..... | 6 |
| II.4.4. Synthèse climatique..... | 6 |
| II.5. Le couvert végétal..... | 9 |
| II.6. Faune de la région..... | 9 |
| III. Les principaux facteurs de dégradation..... | 10 |
| Chapitre II : Données bibliographiques sur la Foulque macroule | |
| I. Taxonomie..... | 11 |
| II. Description de l'espèce..... | 11 |
| II.1. Adulte..... | 11 |
| II.2. Juvénile..... | 12 |
| II.3. Poussin..... | 13 |
| II.4. Cris et chant | 13 |
| II.5. Vol..... | 14 |
| II.6. Nidification | 14 |
| III. Bioécologie | 15 |
| III.1. Habitat..... | 15 |
| III.2. Régime alimentaire..... | 15 |
| III.3. Reproduction..... | 15 |
| III.4. Répartition | 16 |
| Chapitre III : Matériels et méthodes | |
| I. Matériels..... | 17 |
| I.1. Matériel biologique..... | 17 |
| I.2. Matériel utilisé sur le terrain..... | 17 |
| I.3. Matériel utilisé au laboratoire..... | 17 |
| II. Méthodes..... | 18 |
| II.1. Méthode d'étude du régime alimentaire..... | 18 |
| II.2. Confection d'une épidermothèque de référence | 18 |

| | |
|---|----|
| II.3. Analyse des fientes..... | 19 |
| II.3.1. Station et moment de la collecte des fientes..... | 19 |
| II.3.2. Préparation des lames..... | 20 |
| II.3.3. Détermination du régime alimentaire..... | 21 |
| II.4. Exploitation des résultats de l'analyse écologique..... | 22 |
| II.4.1.1.Indices de composition..... | 22 |
| II.4.1.1.1. Qualité de l'échantillonnage..... | 22 |
| II.4.1.1.2. La richesse spécifique totale | 22 |
| II.4.1.1.3. Fréquence centésimale ou abondance relative..... | 22 |
| II.4.1.1.4. Constance ou Fréquence d'occurrence | 23 |
| II.4.1.1.4.1. Catégorie alimentaire..... | 23 |
| II.4.1.2. Indice de structure..... | 24 |
| II.4.1.2.1. Indice de diversité de Shannon -Weaver H' | 24 |
| II.4.1.2.2. Indice d'équitabilité E | 24 |

Chapitre IV : Résultats et discussions

| | |
|---|-----------|
| I. Régime alimentaire de la Foulque macroule <i>Fulica atra</i> | 25 |
| I.1. Classification des espèces végétales consommées par la Foulque macroule..... | 25 |
| I.2. Résultats de l'analyse écologique | 28 |
| I.2.1. Indice de composition..... | 28 |
| I.2.1.1. Qualité de l'échantillonnage..... | 28 |
| I.2.1.2. Richesse spécifique totale | 29 |
| I.2.1.3. Fréquence relative | 31 |
| I.2.1.4. Fréquences d'occurrences | 35 |
| I.2.1.4.1. Catégorie alimentaire | 36 |
| I.2.2. Indice de structure | 39 |
| I.2.2.1. Indice de diversité de Shannon –Weaver..... | 39 |
| I.2.2.2. Indice d'équitabilité ou l'équirépartition .. | 40 |
| Conclusion | 42 |

Références bibliographiques

Annexes

L'Algérie dispose d'un ensemble de zones humides répartis non seulement sur les régions côtières, mais également au niveau des hauts plateaux et le Sahara (Samraoui et *al.*, (2006 a), (2006 b) *in* Haiahem et Ghazi, 2010). Ces milieux font partie des ressources les plus précieuses sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle. Elles jouent un rôle de premier plan dans la préservation de l'avifaune aquatique paléarctique, l'intérêt des oiseaux d'eaux demeure important. En effet, ces derniers jouent plusieurs rôles sur le plan écologique, ils interviennent dans les équilibres biologiques, dans la nature en réduisant les populations des insectes, ce sont des bons indicateurs biologiques mettant en évidence les effets de la population (Meriem, 1985 et Molinari, 1989 *in* Boukhelifa, 1998).

Les oiseaux d'eau occupent au niveau des réseaux trophiques diverses positions (herbivores, zooplanctonophages, insectivores, piscivores), généralement situés au sommet des chaînes alimentaires et leur diversité nous renseigne sur le fonctionnement des divers milieux qu'ils occupent (Samraoui, 2009 *in* Bouriach, 2010). Donc, une connaissance du régime alimentaire de ces oiseaux est cruciale pour l'identification du rôle de ce groupe sur la structure et le fonctionnement des zones humides. Il permet également d'identifier les proies qui influencent les paramètres démographiques et la dynamique des oiseaux d'eau.

La Foulque macroule appartient à la famille des Ralidées, elle est très commune sur les lacs, les étangs et les fleuves...etc. cette espèce peut être vue en grandes bandes, devenu aujourd'hui cosmopolite. Sa progression s'est accentuée considérablement au cours du dernier demi-siècle tant par l'évolution de son aire de répartition que par l'augmentation locale de ses effectifs. Cette espèce est adaptée aux environnements urbains et aux nouveaux habitats façonnés par la main de l'homme.

Selon Pirot et *al.*, (1984), la Foulque est une espèce généraliste qui fait preuve d'un régime alimentaire très varié en fonction des localités, elle est herbivore dans la plus part des cas, grande consommatrice de végétaux aquatiques, comme les Characées et autres algues, des potamots, des myriophylles et des zostères. De plus étant omnivore, elle s'alimente aussi des grandes variétés de mollusques de petite taille, d'insectes et de larves même de petits poissons et épinoches (Salath et Boy, 1987 ; Allouche et *al.*, 1989 ; Houhamdi, 2002).

Au sein de notre étude, nous allons nous intéresser spécialement à la Foulque macroule et l'étude de son régime alimentaire.

Dans le cadre de ce travail nous aborderons une approche de l'étude du régime alimentaire de la Foulque macroule (*Fulica atra*),

Nous présentons dans le premier chapitre les données sur la région de Djebba. Plusieurs aspects sont abordés tant du point de vue géologique et hydrologique que climatique. Des données faunistiques et floristique sont présentées.

Le deuxième chapitre concerne les données bibliographiques sur la Foulque macroule.

Au sein du troisième chapitre, le matériel utilisé et les méthodes appliquées sur le terrain et au laboratoire sont présentés.

Les résultats concernant le régime alimentaire de la Foulque macroule sont rassemblés dans le quatrième chapitre ainsi que la discussion des différents résultats trouvés.

I. Présentation du barrage et position géographique

Le barrage de Djebbla est situé à 15 Km du chef lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou, il est limité au Nord par les communes de Boudjima et Thimizart, à l'Est par les communes de Thimizart et Fréha, à l'Ouest par la commune d'Ath Aissa Mimoun et en fin au sud par l'Oued Sébaou (figure 1). Ses coordonnées géographiques sont $36^{\circ}46'207N$; $04^{\circ}12'512E$.

Il a été construit en 1969 sur le cours d'eau temporaire (Tassift-bougam), un affluent de l'oued Tamda. Il présente une digue de 25,5 m de hauteur et de 510 m de longueur. Le barrage présente une capacité de 3 million de mètres cubes destiné à l'irrigation de 450 ha, ces chiffres sont aujourd'hui loin des prévisions et les terres irriguées ne présente que 180 ha, ce qui est lié de façon directe à la réduction considérable du volume d'eau du barrage à cause des problèmes d'érosion et d'envasement (A.P.C Ouaguenoun).

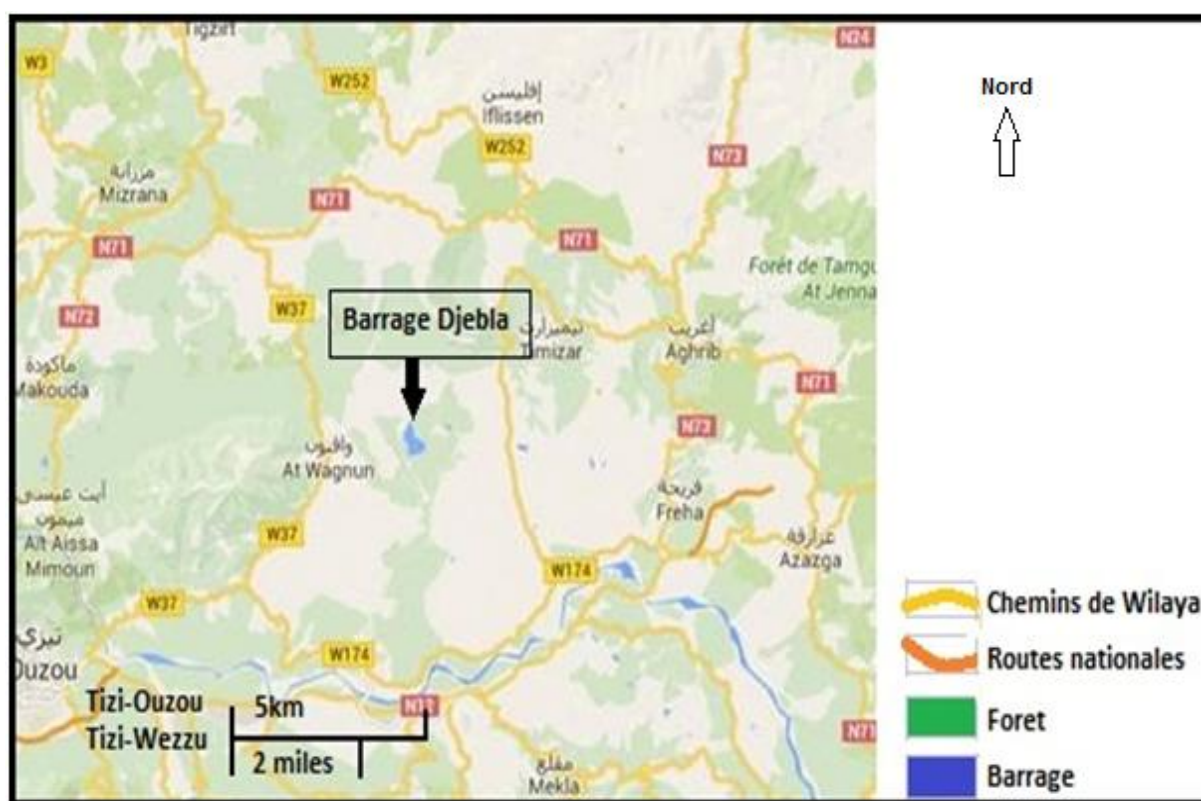


Figure 1 : Situation géographique et délimitation du barrage de Djebbla (Google Maps, 2015).

II. Caractéristique du barrage de Djebba

II.1. Relief

Sur le plan du relief de la commune de Ouaguenoun, on s'aperçoit que cette région est délimitée vers le Nord par une ligne continue de crête ; c'est la ligne de séparation des eaux appelée (ligne Tamgout-Takdempt), la partie Ouest de la commune est située sur la montagne d'Ait Aissa Mimoun, avec un relief accidenté, la partie Est du relief du chef lieu jusqu'à la limite Est de la commune, s'étend sur les collines qui constituent la région Nord de Sébaou ou elle présente un relief vallonné (Kassa et Terrad, 2010).

II.2. Géologie

La région d'étude est hétérogène, trois types de formations sont cités :

- Les formations alluvionnaires, sable, gravier et l'argile au niveau des bords des terrasses qui longent l'oued Sébaou.
- Les formations du socle Kabyle composées de roches magmatiques et métamorphiques.
- Les formations sédimentaires ; essentiellement les marres qui sont imperméables et les grès (Yakoub, 2005).

II.3. Hydrologie

A l'image de toute la région de la wilaya de Tizi-Ouzou, la commune de Ouaguenoun est constituée d'un réseau hydrographique dense, il s'agit pour une grande part de rivières qui ne connaissent qu'une assez brève période d'activité, leurs lits étant secs pendant plusieurs mois de l'année. Lors des saisons pluvieuses, ils se transforment en véritables torrents qui sculptent activement la région (Kassa et Terrad, 2010).

II.4. Climatologie

Le climat résulte de l'intervention de différentes composantes telles que la température, les précipitations, l'humidité atmosphérique et le vent (Ramade, 1984). C'est un facteur très important dans la vie et l'évolution d'un écosystème (Dajoz, 1972).

Notre zone d'étude est caractérisée par un climat de type méditerranéen, ce dernier constitue un climat de transition entre les climats tempérés et tropicaux secs (Emberger, 1933 ; Casari, 1981 in Quézel et Médail, 2003). Le critère principal qui tend à le caractériser est celui de la saison sèche qui coïncide avec la saison chaude (Seigue, 1985).

L'étude du climat nécessite des formules mathématiques appelées Indices climatiques : diagramme ombrothermique, indice climatique d'Emberger.

II.4.1. La température

La température représente un facteur de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 1984).

Les températures moyennes, maximales et minimales mensuelles de la région sont illustrées dans la figure 2.

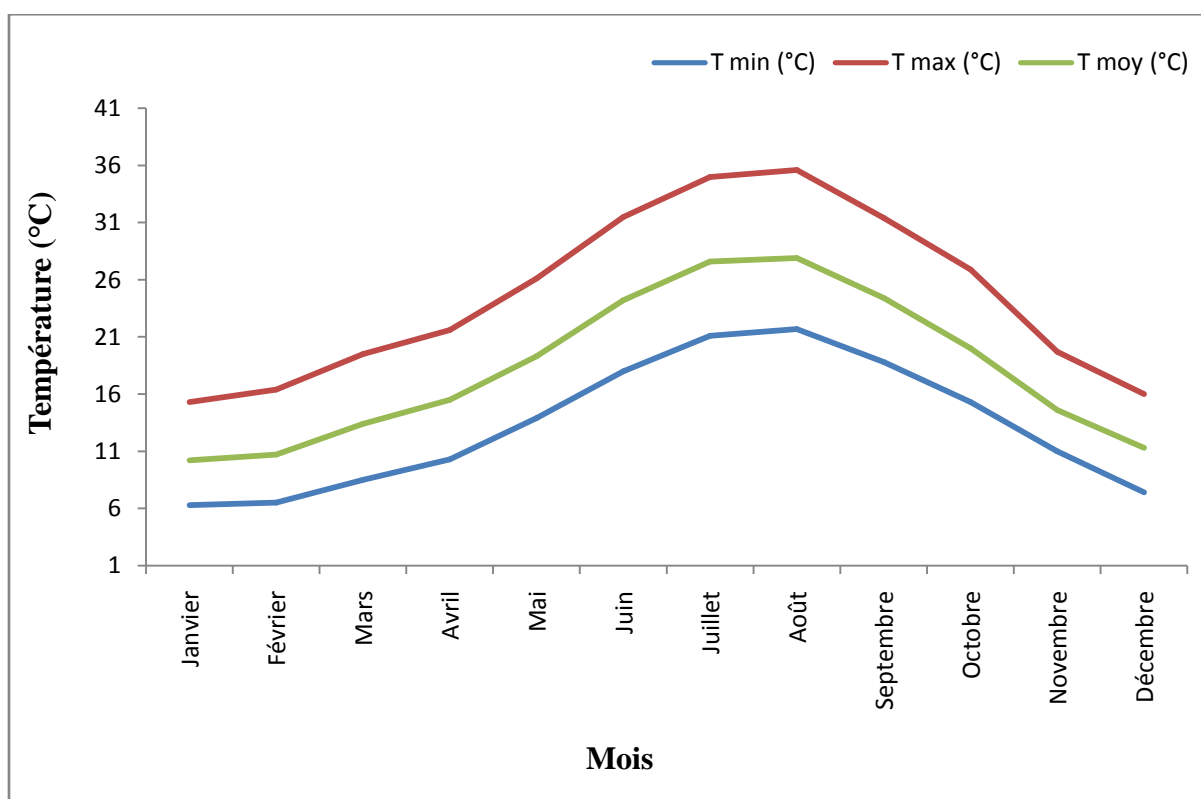


Figure 2 : Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la région de Tizi-Ouzou de 1990 à 2014 (ONM de Tizi-Ouzou).

D'après la figure 2 et l'annexe 1, il est à remarquer que le mois le plus froid est le mois de janvier avec une température moyenne de 10,2°C, alors que le mois le plus chaud est le mois de juillet avec une température moyenne de 27,6°C. Les températures minimales et maximales les plus élevées sont enregistrées pendant le mois d'août avec respectivement 21,7 et 35,6°C. Les températures minimales et maximales les plus basses sont enregistrées pendant le mois de janvier, avec respectivement 6,3 et 15,3°C.

II.4.2. La pluviométrie

On désigne sous le terme général de pluviométrie la quantité totale de précipitations (pluie, grêle, neige) reçu par unité de surface et unité de temps (Ramade, 1984).

Les moyennes mensuelles des précipitations enregistrées pour la région de Tizi-Ouzou durant la période allant de 1990 à 2014 sont représentées dans la figure 3.

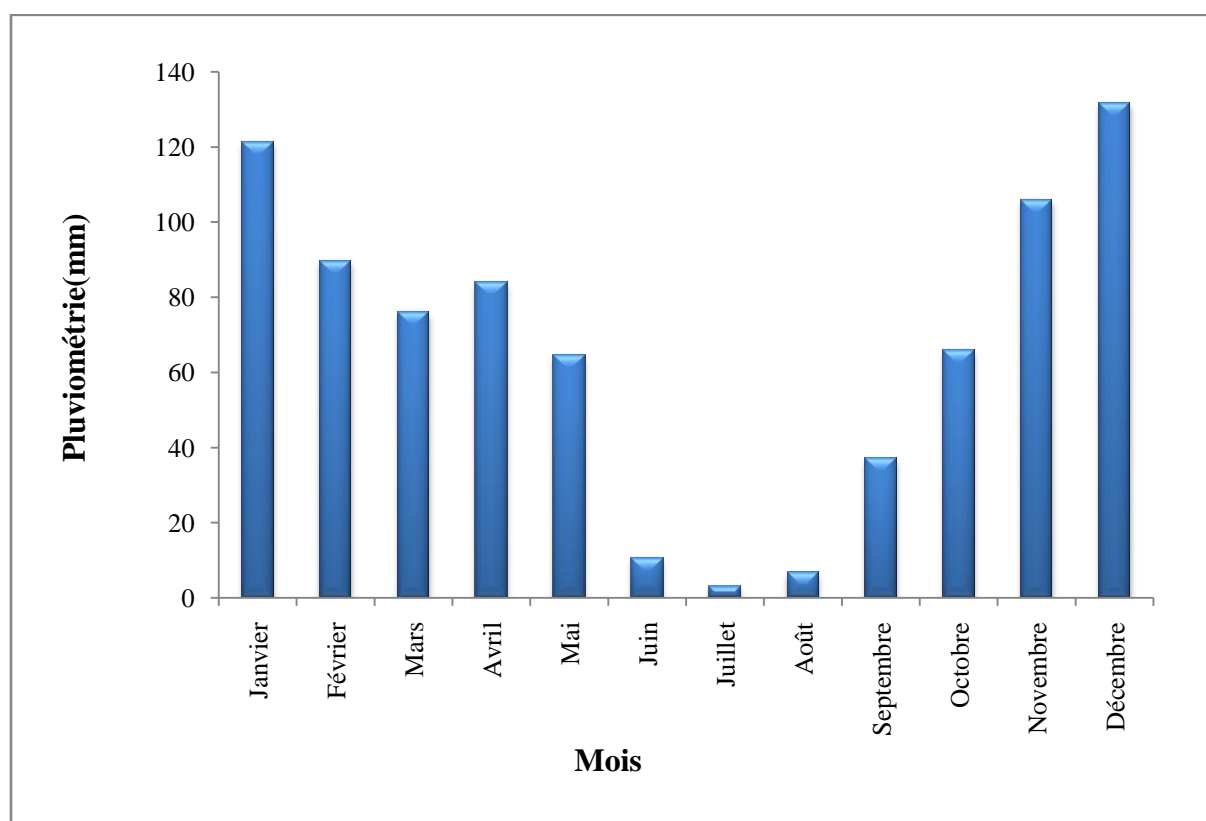


Figure 3 : Pluviométrie moyenne mensuelle de la région de Tizi-Ouzou de 1990 à 2014 (ONM de Tizi-Ouzou).

Il ressort de la figure 3 et l'annexe 1 que les mois les plus pluvieux sont les mois de janvier et décembre, durant lesquels des quantités respectives de 121,3 et 131,8 mm de pluie ont été enregistrées. Une très faible quantité de pluie a été enregistrée pendant le mois de juillet qui est 3,1 mm.

II.4.3. Synthèse climatique

II.4.3.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen permet de mettre en évidence la période sèche de la zone d'étude, il met en rapport les températures et les précipitations moyennes mensuelles, avec $P = 2T$.

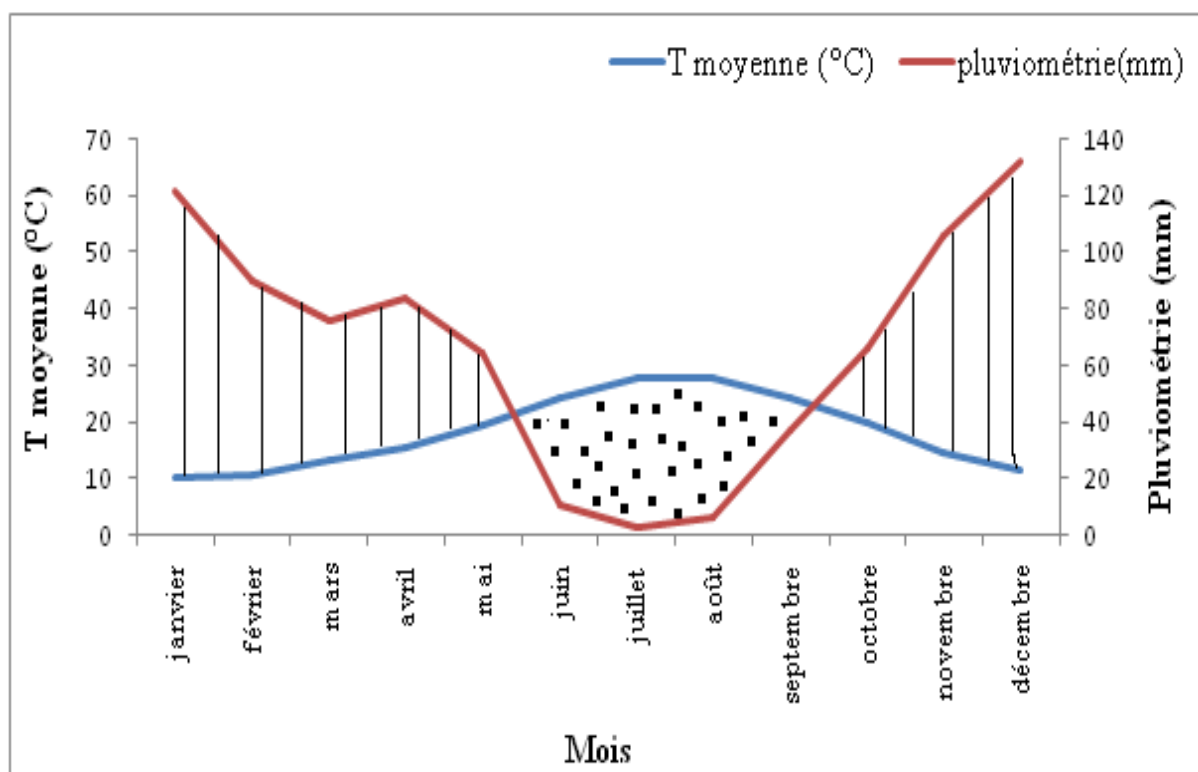


Figure 4 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen pour la région de Tizi-Ouzou de 1990 à 2014.

A partir des résultats présentés dans la figure 4, il est a constater que la période sèche pour la région de Tizi-Ouzou s'est étalée de la fin du mois de mai à la fin du mois de septembre alors que la période humide a duré du début janvier à la fin du mois de mai et de la fin du mois de septembre à la fin du mois de décembre.

II.4.3.2. Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger

Le quotient pluviométrique et le climagramme d'Emberger permettent de distinguer les différents étages bioclimatiques (humide, subhumide, semi aride et saharien) auxquels appartient la région d'étude ainsi que les variations de chaque étage (hiver doux, frais, froid ou chaud). Le quotient pluviométrique d'Emberger est calculé par la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

Avec:

P : moyenne annuelle des précipitations (mm).

M: moyenne des maxima du mois le plus chaud (°k).

m: moyenne des minima du mois le plus froid (°k).

M et m: sont exprimées en degrés Kelvin.

Stewart (1969) simplifia la formule précédente en proposant le quotient suivant :

$$Q_2 = \frac{3,43 P}{M-m}$$

M: moyenne des maxima du mois le plus chaud (°c)

m: moyenne des minima du mois le plus froid (°c)

M = 35.6°C, m = 6.3°C et P = 796.4 mm.

Q2 = 93,2.

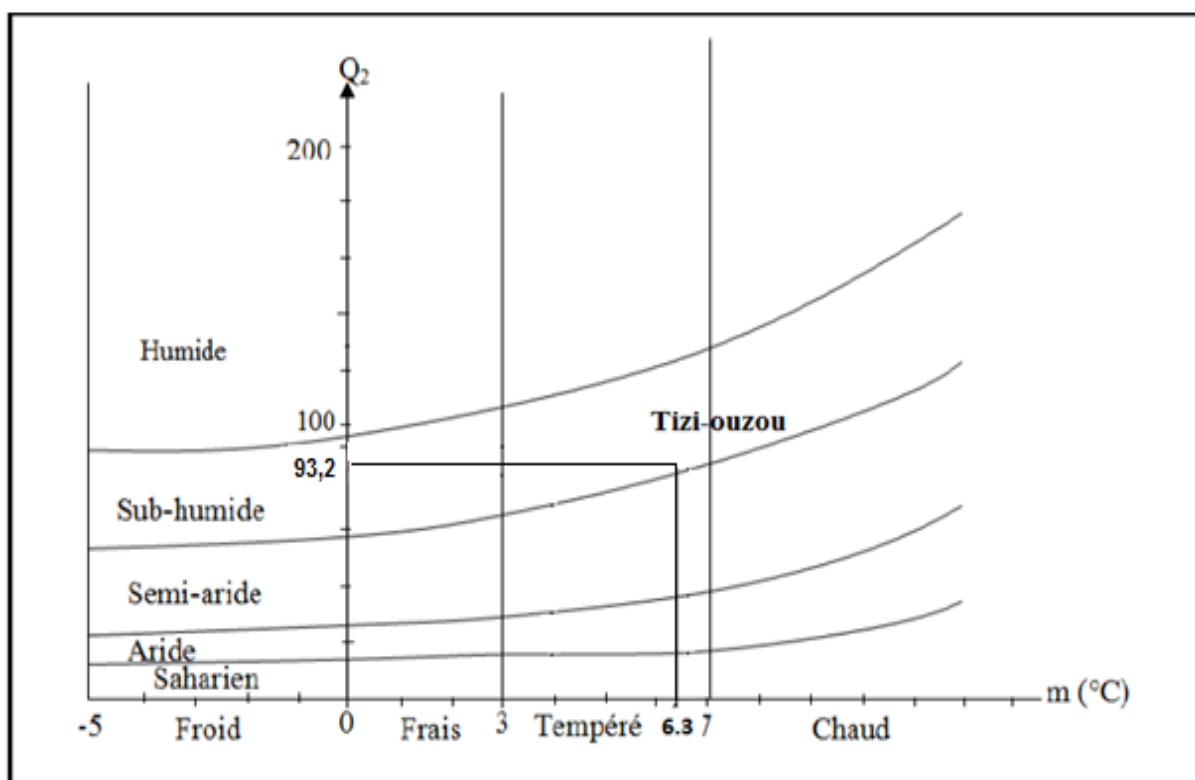


Figure 5 : Position de la région de Tizi-Ouzou sur le climagramme d'Emberger.

La région de Tizi-Ouzou est caractérisée par une température maximale du mois le plus chaud de 35,6 °c, une température minimale du mois le plus froid de 6,3 °c et de la pluviométrie moyenne annuelle de 796,4 mm. .

A partir du climagramme d'Emberger obtenu dans la figure 5, nous avons pu classer la région de Tizi-Ouzou dans l'étage bioclimatique subhumide à variante tempérée (hiver doux).

II.5. Le couvert végétal

Le couvert végétal est un facteur écologique très important, qui influe sur l'habitat et l'alimentation de beaucoup d'espèces et ce dernier a été profondément modifié dans la région de Djebba par les activités anthropiques. La végétation naturelle est relique, elle a cédé la place aux différentes cultures.

- Céréaliculture, dont les produits sont destinés à l'alimentation du bétail.
- Cultures irriguées.
- Arboriculture : les oliviers et les figuiers occupent des petites parcelles en bordure des villages et des cultures rivières.
- Roselières, tel que les phragmites à *Typha angustifolia* et *Phragmites communis*, qui sont localisées le long des cours d'eau, sur les marres et en bordure des cultures irriguées. Ces formations sont très importantes dans la mesure où elles peuvent accueillir une avifaune caractéristique, mais elles sont souvent rasées par les exploitants du roseau ou afin de gagner un espace cultivable.

II.6. Faune de la région

La faune de la Kabylie est diversifiée et encore peu connue. Le barbeau *barbus setivimensis* est le seul poisson d'eau douce spontanée de la région (Letourneux, 1871 in Beddak et Ben chabane, 2007). De nombreuses espèces ont été introduites dans les cours d'eau de la Kabylie tels que la carpe commune *Cyprinus carpio*, la carpe herbivore *Ctenopharyngodon idella* et la brème *Blicca bioekna*.

Selon Larbes et al., (2007) in Beddek et Ben chabane (2007), La région est peuplée de grenouilles telles *Rana saharica*, *Discoglossus pictus*, *Hylla meridionalis* et du crapaud *Buffo muritanicus*. Il est à signaler la présence dans le barrage d'une espèce rarissime qui est le triton de Poiret *Pleurodeles poireti*.

Parmi les oiseaux d'eau de la région nous citons le Canard colvert, la Poule d'eau, le Grèbe huppé.

III. Les principaux facteurs de dégradation :

Le barrage est menacé par plusieurs types de pollution, les altérations affectant notre site d'étude sont causé par différents facteurs, parmi eux :

- Le surpâturage, rien que dans cette région 220 têtes de bovins fréquentent le barrage.

- L'usage des pesticides.

- L'entretien des contours des retenues (berges) pour l'irrigation, des moteurs fonctionnant à gasoil sont installés aux bords du réservoir menaçant l'eau de pollution et empêchant l'installation de certaines espèces nicheuses.

- La pollution, principalement d'origine domestique ; par le rejet des eaux usées de certains villages qui sont directement déversé dans le barrage, et on y trouve aussi sur les berges et dans l'eau des bouteilles en plastique, des canettes et toute sorte de déchets lié à l'activité de pêche.

I. Taxonomie

La Foulque macroule appartient au :

Règne : Animale

Embranchement : Chordés

Sous-embranchement : vertébrés

Classe : Aves

Ordre : Gruiformes

Famille : Rallidés

Genre : *Fulica*

Espèce : *Fulica atra*

Nom commun : Foulque macroule

II. Description de l'espèce

La Foulque est un oiseau nageur et plongeur, plus grande que la Poule d'eau, c'est un oiseau de forme arrondie, noire de la tête à la queue.

La Foulque macroule est l'espèce la plus nombreuse en effectif parmi les Rallidés (Cramp et Simmon, 1980).

Selon Pratte (2003), la Foulque macroule mesure entre 36 et 40 cm de long pour une envergure de 70 à 80 cm. Son poids est de 575 à 800 g pour la femelle et de 650 à 900 g pour le mâle.

II.1. Adulte

L'adulte se distingue des autres Rallidés par un corps large en forme de bateau, ses pattes assez étonnantes, de couleur gris-verdâtre. Il présente un bec blanc, surmonté d'une plaque frontale également blanche (Killian *et al.*, 1999), des yeux ronds et rouges et des rémiges secondaires bordées de blanc (figure 6). Les deux adultes sont semblables en plumage, mais la femelle est légèrement plus petite que le mâle, ainsi que les cris sexuels sont spécifiques (Salathe et boy, 1987).



Figure 6: Adulte de la Foulque macroule. <http://www.futura-sciences.com/>.

II.2. Juvénile

Le juvénile 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 (figure 7). Le bec gris blanc s'éclaircit au cours du premier hiver, dans le même temps apparaît la plaque frontale blanche (Anonyme, 2011).



Figure 7: Jeune de la Foulque macroule. <http://www.futura-sciences.com/>.

II.3. Poussin

Le poussin est noir avec des duvets jaunes clairsemés autour de la tête, la calotte est rougeâtre et nue, le bec et la minuscule plaque frontale sont rouges (figure 8), les yeux sont noisette ou gris-brun (Anonyme, 2011).



Figure 8: Poussin de la Foulque macroule. <http://www.vogelwarte.ch/>.

II.4. Cris et chant

Le répertoire vocal de la Foulque est varié, l'espèce produit des cris brefs de jour comme de nuit qui diffèrent sensiblement d'un sexe à l'autre. Le mâle s'exprime de façon agressive par des sons aigus et perçants comme « kow », « kowk » ou « kup » ou encore un « kik » sec, ou parfois deux notes « kick-kowp » (Anonyme, 2011).

Les émissions de la femelle sont plus sonores et d'intensité variable, elle émet des cris éternués et rauques, des cris secs ou encore des sons doux. Au cours des combats, le mâle lance des « pssi » secs et la femelle des « ai ». Le cri d'alarme est une variante plus sèche du précédent, mais la femelle émet des séries rapides de « ai-oeu ». Les Foulques macroules sont des oiseaux bruyants (Killian et *al.*, 1999).

II.5. Vol

La Foulque macroule a des ailes relativement courtes et arrondies, elle a des difficultés à décoller (Geroudet, 1978). Son vol 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, mais elle doit courir sur l'eau avant de s'envoler (Haouman, 2003).

II.6. Nidification

La Foulque fréquente les lacs, les étangs, les baies peu profondes. Le nid est souvent placé sur une plate-forme flottante, mais aussi sur une touffe d'herbes d'eau plus ou moins bien dissimulée dans la végétation (figure 9) (Etchecopar et hue, 1964).

Le choix de l'emplacement des nids semble tenir compte de la présence de l'eau profonde (Sauer et Witt, 1998 ; Haouman, 2003).



Figure 9: Nid de la Foulque macroule. <http://moineaudepartis.com/>.

Le nid contient 7 à 12 œufs gris clair avec des pointillés bruns, les œufs sont pondus et au bout de quelques jours, après l'éclosion les parents se répartissent les petits. Le mâle construit une plate-forme pour la moitié de sa portée et laisse le nid à la femelle et à l'autre moitié de la portée. Les jeunes s'alimentent seuls vers 4 semaines et commencent à voler

un mois plus tard. La Foulque défend son territoire énergiquement en se précipitant sur les intrus (Anonyme, 2011).

III. Bioécologie

III.1. Habitat

La Foulque aime les eaux calmes, peu profondes où la nourriture est abondante, cet oiseau vit et niche dans les berges des cours d'eau et dans presque tous les types de zones humides (hors tourbières acides). Les Foulques macroules affectionnent les zones humides maritimes, continentales et les cours d'eau lents riches en végétation aquatique. Elles les préfèrent bordés de végétation épaisse (roseaux, joncs...), on la rencontre occasionnellement dans les eaux saumâtres ou salés et les baies de faibles profondeurs (Dejongue, 1990). Au printemps elle fréquente les formations végétales et marécageuses (Haouman, 2003).

III.2. Régime alimentaire

La Foulque macroule est une espèce omnivore opportuniste. Elle recherche sa nourriture dans les eaux saumâtres ou douces peu profondes en plongeant brièvement, ou sur la terre ferme, pâturent à pied toujours au voisinage de l'eau. Son 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, 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. Opportuniste, la Foulque profite des déchets organiques polluant les eaux (Cramp et Perrins, 1993).

III.3. Reproduction

La Foulque est grégaire, elle s'isole par couples pendant la période de reproduction. La période de reproduction de la Foulque macroule va du début mars jusqu'au mois de juillet (Samraoui chenafi, 2005).

Le nid composé de branchettes, de feuilles ou de tiges de plantes palustres et d'algues accumulées en une plate-forme bien arrimée, flottante ou non, est toujours entouré d'eau. Il se situe généralement en bordure du plan d'eau, à l'intérieur ou à l'extérieur de la ceinture de végétation, parfois à proximité immédiate du rivage.

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 (Staaav, 1998).

III.4. Répartition

La Foulque macroule se trouve en Europe, Asie, Australie, Afrique, et plus récemment en Nouvelle Zélande. 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.

En Europe, l'espèce est absente de la moitié nord des pays scandinaves. Elle est d'occurrence rare en Islande et au Spitzberg.

La Foulque macroule est largement répandue, en France, en Belgique, en Suisse, notamment sur les deux tiers nord du pays et dans les zones humides du littoral méditerranéen et en toute saison (Géroutet, 1978).

La Foulque se reproduit communément en Afrique du nord et en Algérie, elle niche dans les grands marais, sebkhas et lac (El kala, Réghaia, lac des retenues collinaire en grande Kabylie et au niveau des hauts plateaux). Cette espèce présente des points de nidifications dans le sud de l'Algérie au niveau des oasis (Etchecopar et Hue, 1964).

I. Matériel

I.1. Matériel biologique

Le matériel biologique utilisé lors de cette étude est les fientes de la Foulque macroule.

I.2. Matériel utilisé sur le terrain

Pour réaliser notre travail sur le terrain nous avons utilisé le matériel suivant :

- Une pince pour le ramassage des fientes.
- Des cornets en papier pour conserver ces dernières.

I.3. Matériel utilisé au laboratoire

L'expérimentation au laboratoire a nécessité l'utilisation du matériel suivant :

- Des boîtes de Pétrie.
- Des verres de montre.
- Un bistouri.
- Des pinces.
- Des passoires.
- Une plaque chauffante.
- De la gélatine glycérolisée.
- De l'eau de javel.
- Du flytox.
- Des lames et lamelles.
- Un microscope photonique.

II. Méthode

L'étude du régime alimentaire de la Foulque macroule est basée sur l'analyse des contenus des tubes digestifs ou l'analyse fécale, cette dernière repose sur le principe que l'on retrouve dans les fientes des fragments d'aliments ingérés qu'ils soient animaux ou végétaux, on peut les identifier par la comparaison avec un catalogue de référence concernant les structures microscopiques.

II.1. Méthode d'étude du régime alimentaire

Pour l'étude du régime alimentaire de la Foulque macroule nous avons suivi une méthode qui consiste en une analyse des fèces ou fientes de la Foulque macroule.

Ce moyen d'analyse montre plusieurs inconvénients, il ne s'applique dans la plupart des cas qu'aux oiseaux phytophages qui laissent des fientes constituées de fragments facilement identifiables.

Selon Ebbingue et *al.*, (1975), cette méthode d'analyse montre plusieurs avantages importants, elle ne nécessite pas la capture de l'oiseau ce qui est souvent difficile de ce fait, cette méthode n'est limitée ni dans le temps, ni dans l'espace. La collecte peut être réalisée en dehors des périodes de chasse.

Selon Tamisier et Dehorter (1999), il est généralement impossible d'établir une relation entre le matériel et l'identité de l'oiseau.

La collecte des fientes n'est possible que sur les milieux d'alimentation secs ou peu inondés comme les prairies et les près salés. Actuellement, elle est le moyen le plus sûr pour estimer les besoins qualitatifs et quantitatifs de nourriture des oiseaux dans la nature.

L'étude du régime alimentaire de la Foulque macroule *Fulica atra*, nécessite deux étapes successives :

- La première étape est l'élaboration d'une collection de références des épidermes.
- La deuxième est l'analyse des fientes.

II.2. Confection d'une épidermothèque de référence

La reconnaissance des fragments à partir de leur épiderme nécessite la réalisation préalable d'un atlas de référence, rassemblant les divers organes des plantes susceptibles d'être consommées par la Foulque macroule, la méthode consiste à :

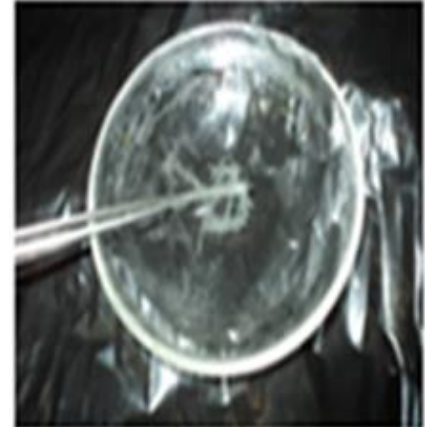
- Gratter délicatement avec un bistouri les tissus des différentes parties de la plante prélevée (feuilles, tiges, fleurs).
- plonger le tissu dans de l'eau de javel pendant quelques secondes à quelques minutes selon le cas.
- Rincer à l'eau du robinet.
- Placer le tissu entre lame et lamelle avec quelques gouttes de gélatine glycinée pour permettre une bonne fixation.
- Observation au microscope photonique.



Etape 1 : Grattage de la feuille végétale avec un bistouri



Etape 2 : Décoloration de l'épiderme avec de l'eau de javel à 12°



Etape 3 : Rinçage de l'épiderme avec l'eau de robinet



Etape 4 : Fixation de l'épiderme entre lame et lamelle avec une goutte de gélatine glycinée.



Etape 5 : Observation au microscope photonique.

Figure 10: Préparation de l'épidermothèque de référence (Photos originales).

II.3. Analyse des fientes

II.3.1. Station et moment de la collecte des fientes

La collecte des fientes de la Foulque macroule est effectuée au niveau du barrage de Djebba. Nous avons récolté 75 fientes concernant les mois de décembre, janvier et février, en raison de 25 fientes pour chaque mois, la récolte de ces dernières de préférences fraîches s'est faite après le repérage de groupes de foulque s'alimentant et se reposant.

Les fientes sont ensuite récupérées et mises dans des cornets en papier, tout en mentionnant le lieu et la date de la collecte, l'analyse des fientes est effectuée au laboratoire.

II.3.2. Préparation des lames

- Mettre la fiente dans une boîte de pétrie avec de l'eau pendant 24 heures à fin de la ramollir, une fois ramollies, défragmenter la fiente avec une pince.
- Rincer la fiente avec de l'eau.
- Mettre la fiente dans de l'eau de javel où elle macère jusqu'à la décoloration pendant 15 à 20 minutes, puis rincer la fiente avec de l'eau.
- Mettre les fragments végétaux entre une lame et une lamelle avec de la gélatine glycinée.
- Observation au microscope photonique.



Etape 1: Ramollir les fientes dans de l'eau de robinet pendant 24 h.



Etape 2: Prélèvement des différents fragments végétaux.



Etape 3: Décoloration des fientes avec de l'eau de javel.



Etape 4: Préparation de la gélatine glycinée.



Etape 5: Préparation des lames et fixation à l'aide de la gélatine.



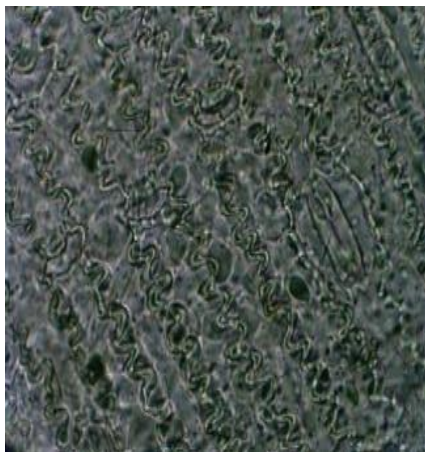
Etape 6: Observation au microscope optique.

Figure 11: Préparation et analyse des fientes (Photos originales).

II.3.3. Détermination du régime alimentaire

Pour déterminer le régime alimentaire de la Foulque macroule, nous avons comparé les fragments fécaux à ceux des échantillons de référence déjà préparés.

Les épidermes sont alors identifiés grâce à un ensemble de critères facilement observable au microscope et qui sont : la forme, la taille des cellules et leurs disposition, la forme et l'agencement des stomates, la présence ou l'absence des trichomes et leur aspects (figure 12).



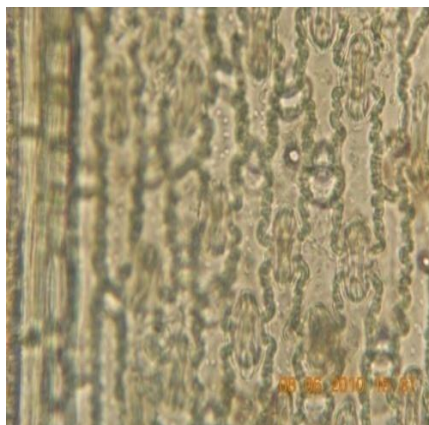
Hordeum murinum



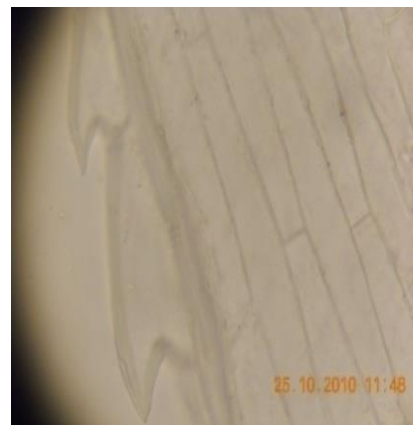
Paspalum distichum



Panicum repens



Phragmites sp.



Poa annua

Figure 12: Photos de quelques épidermes de plantes consommées par la Foulque macroule (Photos METNA F., 2014).

II.4. Exploitation des résultats

Pour l'exploitation des résultats concernant le régime alimentaire de la Foulque macroule, nous avons utilisé une analyse écologique qui consiste à estimer les indices écologiques.

II.4.1. Analyse écologique

Les indices utilisés se divisent en deux catégories: les indices de compositions (richesse, densité, fréquence) et les indices de structure (diversité, et équitabilité).

II.4.1.1. Indices de composition

II.4.1.1.1. Qualité d'échantillonnage

Selon Blondel (1979), la qualité d'échantillonnage Q est calculée par le rapport du nombre d'espèces contactées une seule fois a , sur le nombre totale des relevés N , elle s'exprime de la manière suivante :

$$Q = a/N$$

- Si a/N tend vers 0 , l'inventaire est qualitativement réalisé avec précision.
- Si a/N tend vers 1 , la précision de l'échantillonnage est insuffisante.

II.4.1.1.2. La richesse spécifique totale

La richesse spécifique totale S est le nombre total des espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné. Elle représente l'un des paramètres fondamentaux caractérisant un peuplement (Ramade, 1984). Dans le cas présent, la richesse totale présente le nombre totale d'espèces recensées lors de l'analyse d'un échantillon de fiente.

II.4.1.1.3. Fréquence centésimale F ou abondance relative

Selon Dajoz, (1972 ; 1984), la fréquence centésimale est le pourcentage des individus d'une espèce donnée par rapport au total des individus. Elle s'exprime de la manière suivante :

$$F (\%) = \frac{ni}{N} \times 100$$

ni: Le nombre des individus d'une espèce prise en considération.

N: Le nombre total des individus de toutes espèces confondues.

II.4.1.1.4. Constance ou Fréquence d'occurrence F_i

La fréquence d'occurrence F_i est le rapport exprimé sous la forme d'un pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce i prise en considération au nombre total de relevés (Dajoz, 1984).

$$C (\%) = \frac{p_i}{P} \times 100$$

p_i : Le nombre de relevés contenant l'espèce i .

P : Le nombre total de relevés effectués.

II.4.1.1.4.1. Catégorie alimentaire

Concernant les catégories alimentaires, on utilise la formule de Struge (Scherrer, 1984). Cette dernière est exprimé par :

$$N = 1 + (3.3 \text{ Log}_{10} n)$$

Avec :

N : nombre de catégories ou nombre de classe.

n : nombre d'espèces présentes.

L'intervalle entre les classes L , est calculé par la formule suivante :

$$L = 100\% \times N$$

En fonction de la valeur de C on distingue les catégories suivantes:

- Espèces omniprésentes si $80\% < C \leq 100\%$
- Espèces constantes si $60\% < C \leq 80\%$
- Espèces régulières si $40\% < C \leq 60\%$
- Espèces accessoires si $20\% < C \leq 40\%$
- Espèces accidentelles si $0 < C \leq 20\%$

II.4.1.2. Indice de structure

II.4.1.2.1. Indice de diversité de Shannon -Weaver H'

Selon Blondel (1979), l'indice de diversité de Shannon -Weaver permet de calculer la diversité du peuplement, il est donné par la formule suivante :

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

Avec : $P_i = n_i / N$

P_i : Proportion des abondances des espèces végétales consommées (Daget, 1976).

\log_2 : Le logarithme à base 2 (Ramade, 1984).

n_i : Le nombre des individus de l'espèce i .

N : Le nombre total des individus de toutes espèces confondues.

II.4.1.2.2. Indice d'équitabilité E

Selon Blondel (1979), l'indice d'équitabilité correspond au rapport de la diversité observée H' à la diversité maximale ou H' et H'_{\max} sont exprimés en bits selon la formule suivante :

$$E = H' / H'_{\max}$$

Avec :

$$H'_{\max} = \log_2 S$$

S : la richesse totale

Selon Ramade (1984), l'équitabilité E varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs se rapporte à une seule espèce du peuplement, dans ce cas il y a un déséquilibre entre les populations en présence. Elle tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus, les populations en présence sont en équilibre entre elles.

I. Régime alimentaire de la Foulque macroule *Fulica atra*

I.1. Classification des espèces végétales consommées par la Foulque macroule

L'étude du régime alimentaire de la Foulque macroule au niveau du barrage de Djebba par l'analyse des fientes nous a permis d'identifier 32 espèces végétales consommées, classées en 2 classes et 16 familles (Tableau 1).

Les 2 classes végétales identifiées sont la classe des Monocotylédones et la classe des Dicotylédones.

La classe des Monocotylédones est représentée par 4 familles, il s'agit de la famille des Poacées qui regroupe 11 espèces (*Paspalum distichum*, *Panicum repens*, *Lolium multiflorum*, *Cynodon dactylon*, *Bromus hordacens*, *Hordeum murinum*, *Lagurus ovatus*, *Phalaris* sp., *Poa annua*, *Poa* sp., *Phragmites* sp.), la famille des Typhacées qui renferme une espèce (*Typha angustifolia*), la famille des Cypéracées qui regroupe trois espèces (*Carex hispida*, *Carex* sp., *Scirpus* sp.), la famille des Juncacées qui renferme une espèce (*Juncus* sp.).

La classe des Dicotylédones englobe 12 familles, il s'agit de la famille des lamiacées qui regroupe deux espèces (*Mentha rotundifolia*, *Lycopus* sp.), ainsi que d'autres familles tels que la famille des Plantagonacées (*Plantago lacenlata*, *Plantago crasifolia*), la famille des Apiacées (*Oenanthe* sp., *Apium nodiflorum*), la famille des Borraginacées (*Cynoglossom* sp.), la famille des Fabacées (*Trifolium* sp.), la famille des Astéracées (*Xanthium* sp., *Inula viscosa*), la famille des Ranunculacées (*Fucaria verna*), la famille des Polygonacées (*Polygonum lapatifolium*), la famille des Bracécacées (*Nasturtium officinalis*), la famille des Scrofulariacées (*Scrofularia* sp.), la famille des Rosacées (*Potentille reptans*), la famille des Lythracées (*Lythrum junceum*).

Tableau 1 : Liste des espèces végétales consommées par la Foulque macroule au niveau du barrage de Djebba (décembre 2014. janvier et février 2015).

| Classe | Famille | Espèces consommées | |
|--------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| | | Nom scientifique | Nom commun |
| Monocotylédone | Poacées | <i>Paspalum distichum</i> | Chiendent d'eau |
| | | <i>Panicum repens</i> | Panic rampant |
| | | <i>Lolium multiflorum</i> | Ray-grass d'Italie |
| | | <i>Cynodon dactylon</i> | Chiendent amélioré |
| | | <i>Bromus hordacens</i> | Brome mou |
| | | <i>Hordeum murinum</i> | Orge de rat |
| | | <i>Phalaris</i> sp. | Canary grass |
| | | <i>Lagurus ovatus</i> | Queue de lièvre |
| | | <i>Poa annua</i> | Pâturin annuel |
| | | <i>Poa</i> sp. | Pâturin |
| | | <i>Phragmites</i> sp. | Roseau commun |
| | Typhacées | <i>Typha angustifolia</i> | Massettes à feuille larges |
| | Cypéracées | <i>Carex hispida</i> | Laiche hérissé |
| | | <i>Carex</i> sp. | Laiche |
| <i>Scirpus</i> sp. | | Scirpe | |
| Juncacées | <i>Juncus</i> sp. | Jonc | |
| Dicotylédone | Apiacées | <i>Oenanthe</i> sp. | Fleure du vin |
| | | <i>Apium nodiflorum</i> | Faux cresson de Fontaine |
| | Lamiacées | <i>Mentha rotundifolia</i> | Menthe du Nil |
| | | <i>Lycopus</i> sp. | Lycope |
| | Scrofulariacées | <i>Scrofularia</i> sp. | Scrofulaire |
| | Plantaginacée | <i>Plantago lacenlata</i> | Plantain lancéolé |
| | | <i>Plantago crasifolia</i> | Plantain à feuille grasse |
| | Borraginacées | <i>Cynoglosom</i> sp. | Cynoglosse |
| | Fabacées | <i>Trifolium</i> sp. | Trèfle |
| | Lythracées | <i>Lythrum junceum</i> | Rose salicaire |
| | Asteracées | <i>Xanthium</i> sp. | Lampourde |
| | | <i>Inula viscosa</i> | Inula visqueusa |
| | Ranunculacées | <i>Ficaria verna</i> | Petite chélidonie |
| | Polygonacées | <i>Polygonum lapatifolium</i> | Saulcette |
| Brassicacées | <i>Nasturitium officinalis</i> | Cresson de fontaine | |
| Rosacées | <i>Potentilla reptans</i> | Potentille rampant | |

Nos résultats corroborent avec ceux trouvés par Brahimi et Chebri (2013) lors de leur étude du régime alimentaire de la Foulque macroule au niveau du barrage de Djebba, ils ont recensé 31 espèces végétales consommées, classées en 15 familles. Nous avons en commun 12 familles, à savoir la famille des Poacées, Cypéracées, Apiacées, Lamiacées, Scrofulariacées, Plantagonacées, Fabacées, Astéracées, Ranunculacées, Polygonacées, Rosacées, Bracécacées.

Metna (2014) dans la réserve naturelle du lac de Réghaia, a noté 34 espèces végétales consommées appartenant à 17 familles dont la famille des Poacées est la plus consommées avec les espèces communes ; *Paspalum distichum*, *Panicum repens*, *Phragmites* sp.

Boukhelifa (1998) au niveau du lac des oiseaux dans le parc national d'El-Kala dans la wilaya d'El-Taref a trouvé 25 espèces végétales consommées par la Foulque macroule, ces dernières appartiennent à 11 familles dont la famille des Poacées est toujours dominante.

Mahouche et Manseur (2012) dans le barrage de Djebba ont noté 28 espèces végétales consommées classées en 17 familles dont la famille des Poacées est la plus dominante. Nous avons en commun 14 familles, il s'agit de la famille des Poacées, Typhacées, Cyperacées, Lamiacées, Polygonacées, Fabacées, Plantaginacées, Lythracées, Borriginacées, Apiacées, Asteracées, Brassicacées, Scrophulariacées, Ranunculacées.

En Europe, Draulans et Vanherck (1987) in Mahchouche et Menseur (2012), après l'analyse des contenus stomacaux, ont trouvé que le régime alimentaire de la Foulque macroule est ainsi dominé par les Graminés tels que *Bromus* sp, *Poa* sp, *Phragmites* sp, s'ajoute d'autre espèces appartenant à d'autres familles comme *Trifolium* sp, *Ranunculus* sp, *Juncus* sp et *Tilia* sp.

Selon Ben larbi et *al.*, (2009) au niveau du lac de Tonga, la Foulque macroule se nourrit essentiellement de végétaux aquatiques, au printemps et en été elle broute de préférence les pousses et les feuilles des roseaux, des massettes et des prairies les jeunes céréales dans les champs sans dédaigner les graines et les fruits.

Les travaux de Haouam (2003) lors de son étude des Rallidés de la Numidie ont montré que la Foulque consomme également des mollusques de petite taille, d'insectes et de larves même de petits poissons et épinoches, de plus étant omnivore, la Foulque avale toutes sorte de déchets comestibles, donc elle se nourrit de végétaux ou d'animaux qu'elle capture dans l'eau, à la surface ou en plongeant.

Merabet et Ougache (2011) dans la réserve naturelle du lac de Réghaia ont recensé 20 espèces végétales consommées classées en 9 familles dont la famille des Poacées est la plus consommée.

Kadir et Moussi (2012) au niveau du barrage de Djebba ont recensé 37 espèces végétales répartis en 18 familles dont la famille des poacées est la plus consommée.

Mahcen (2010) au niveau de la réserve du lac de Réghaia a déterminé 24 espèces végétales répartis en 12 familles lors de son étude du régime alimentaire de la Foulque macroule *Fulica atra*.

I.2. Résultats de l'analyse écologique

I.2.1. Indice de composition

Nous avons déterminé notre qualité d'échantillonnage effectuée au niveau du barrage de Djebba, la richesse spécifique totale, les fréquences relatives et les fréquences d'occurrences.

I.2.1.1. Qualité de l'échantillonnage

Les résultats obtenus sur la qualité d'échantillonnage (a/N) sont illustrés dans la figure 13 et l'annexe 2.

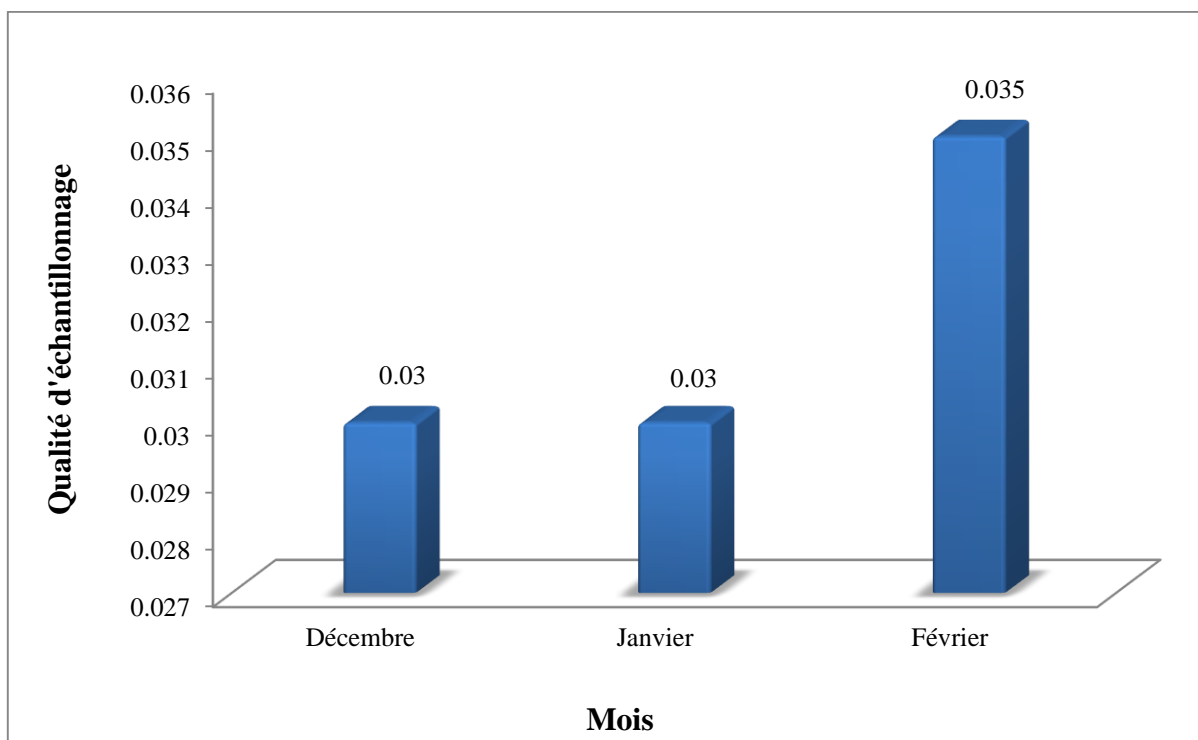


Figure 13: Qualité de l'échantillonnage pendant la période d'étude (décembre 2014, janvier et février 2015).

La qualité d'échantillonnage calculée pour le mois de décembre est égale à 0.03 avec 6 espèces trouvées une seule fois, il s'agit de *Phragmites* sp., *Oenanthe* sp., *Mentha rotundifolia*, *Scrofularia* sp., *Plantago crasifolia*, *Ficaria verna*. Pour le mois de janvier, elle est de 0.03 avec 6 espèces rencontrées une seule fois, il s'agit de *Plantago lancenlata*, *Oenanthe* sp., *Cynoglosom* sp., *Juncus* sp., *Scirpus* sp., *Ficaria verna*. Elle est de 0.035 pour le mois de février avec 7 espèces trouvées une seule fois, il s'agit de *Typha angustifolia*, *Hordeum murinum*, *Plantago lacenlata*, *Polygonum* sp., *Plantago crasifolia*, *Phragmites* sp., *Ficaria verna*.

Nous observons que la qualité d'échantillonnage (a/N) est proche de zéro, ce qui permet de dire que notre échantillonnage est qualitativement réalisé avec précision.

I.2.1.2. Richesse spécifique totale S des espèces végétales consommées

Les résultats de la richesse spécifique obtenu sont montrés dans la figure 14 et l'annexe 3.

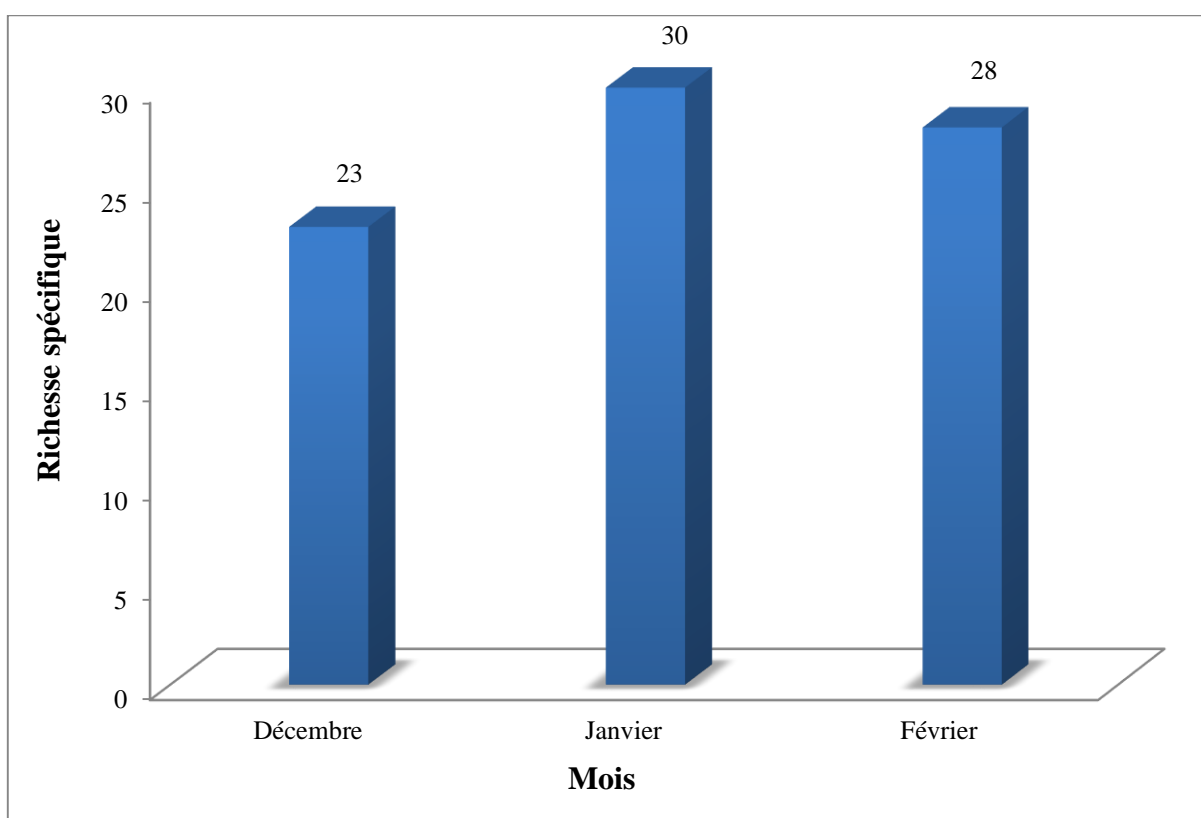


Figure 14: Evolution mensuelle de la richesse spécifique totale des espèces végétales consommées par la Foulque macroule (*Fulica atra*) dans le barrage de Djebila pendant la période d'étude (décembre 2014. janvier et février 2015).

Nous observons que la valeur la plus élevée de la richesse spécifique totale est enregistrée au mois de janvier avec 30 espèces végétales consommées, suivie par le mois

de février avec 28 espèces ingérées. Pour le mois de décembre, la valeur de la richesse spécifique est un peu faible par rapport aux autres mois d'étude, elle regroupe 23 espèces consommées.

Nous avons recensé un nombre maximal de la richesse spécifique au mois de janvier qui peut s'expliquer par l'abondance du couvert végétal. Suivi par une baisse légère du nombre total des espèces consommées au mois de février qui peut s'expliquer par la diminution du couvert végétale. L'augmentation légère du nombre d'espèces ingérées par la Foulque macroule au moi de janvier peut s'expliquer d'une part par le retour de pluies favorisant la distribution de la végétation autour du barrage, et d'autre part les poussins grandissent et peuvent se servir seuls donc la foulque se libère, ce qui va lui permettre de se nourrir librement.

Metna (2014) dans le barrage de Djebbla a noté que la richesse spécifique la plus élevée est enregistrée au mois de janvier avec 39 espèces végétales ingérées, suivie par les mois de février, mars et décembre avec 33 espèces. Et dans la réserve naturelle du lac de Réghaia, la richesse spécifique la plus élevée a été enregistrée au mois de février avec un nombre de 34 espèces végétales ingérées, elle a été suivie par les mois de mars et janvier avec des valeurs respectives de 31 et de 27 espèces.

Kadir et Moussi (2012) ont trouvé que la valeur la plus élevée de la richesse spécifique est enregistrée au mois de janvier avec un nombre de 36 espèces végétales ingérées par la Foulque macroule, et un nombre de 30 espèces végétales au mois de février.

Merabet et Ougache (2011) lors de leur étude du régime alimentaire de la Foulque macroule dans la réserve naturelle du lac de Réghaia de juillet à décembre 2010 ont noté que la valeur la plus élevée de la richesse spécifique totale est enregistrée au mois de décembre avec un nombre de 14 espèces, suivi par le mois de juillet avec 11 espèces, pour les mois de septembre, octobre et novembre la richesse spécifique totale est égale à 8 espèces pour chaque mois, quand au mois d'aout elle est de 7 espèces seulement.

Mahcece (2010) a trouvé la richesse spécifique totale la plus importante au mois de février avec un nombre de 24 espèces végétales ingérées et la valeur la plus faible a été enregistrée au mois de mai avec 3 espèces, cette différence est due au fait que la Foulque macroule entre en période de reproduction à partir du mois d'avril.

Mahouche et Menseur (2012) trouvent que la valeur la plus élevée de la richesse spécifique est enregistrée au mois de septembre avec 22 espèces végétales consommées, suivi par le mois de décembre avec 21 espèces. Elle est de 20 espèces pour les mois d'octobre et novembre.

I.2.1.3. Fréquence relative F

I.2.1.3.1. Fréquence relative des familles consommées par la Foulque macroule

Les fréquences centésimales des fragments végétaux contenus dans les fientes de la Foulque macroule sont illustrées dans les tableaux 2 et 3.

Tableau 2: Fluctuations mensuelles des fréquences relatives des familles consommées par la Foulque macroule *Fulica atra* durant les trois mois d'étude dans le barrage de Djebba.

| Familles | Espèces consommées | Mois | | |
|-----------------|----------------------------|----------|---------|---------|
| | | Décembre | Janvier | Février |
| Poacées | <i>Paspalum distichum</i> | 70,96 | 60,04 | 51,98 |
| | <i>Panicum repens</i> | | | |
| | <i>Lolium multiflorum</i> | | | |
| | <i>Cynodon dactylon</i> | | | |
| | <i>Bromus hordacens</i> | | | |
| | <i>Hordeum murinum</i> | | | |
| | <i>Phalaris sp.</i> | | | |
| | <i>Lagurus ovatus</i> | | | |
| | <i>Poa annua</i> | | | |
| | <i>Poa sp.</i> | | | |
| | <i>Phragmites sp.</i> | | | |
| Typhacées | <i>Typha angustifolia</i> | 0,7 | 0,68 | 0,02 |
| Cypéracées | <i>Carex hispida</i> | 21,94 | 20,34 | 20,36 |
| | <i>Carex sp.</i> | | | |
| | <i>Scirpus sp.</i> | | | |
| | <i>Mentha rotundifolia</i> | | | |
| | <i>Lycopus sp.</i> | | | |
| Apiacées | <i>Oenanthe sp.</i> | 0,02 | 5,46 | 5,98 |
| | <i>Apium nodiflorum</i> | | | |
| Joncacées | <i>Juncus sp.</i> | 0 | 0,02 | 0 |
| Scrofulariacées | <i>Scrofularia sp.</i> | 0,02 | 6,64 | 15,72 |
| Plantagonacée | <i>Plantago lacenlata</i> | 0,7 | 0,32 | 0,04 |
| | <i>Plantago crasifolia</i> | | | |
| Borraginacées | <i>Cynoglosom sp.</i> | 0,06 | 0,02 | 0 |
| Fabacées | <i>Trifolium sp.</i> | 3,74 | 3,24 | 1,46 |
| Lythracées | <i>Lythrum junceum</i> | 0 | 0,06 | 0 |

| | | | | |
|---------------|-------------------------------|------|------|------|
| Asteracées | <i>Xanthium</i> sp. | 0,62 | 0,2 | 0,24 |
| Ranunculacées | <i>Ficaria verna</i> | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Inulacées | <i>Inula viscosa</i> | 0 | 2,5 | 0,22 |
| Polygonacées | <i>Polygonum lapatifolium</i> | 0,1 | 0 | 0,02 |
| Tropoealacées | <i>Nasturtium officinalis</i> | 1,12 | 0,32 | 1,56 |
| Rosacées | <i>Potentilla reptans</i> | 0 | 0,22 | 0,38 |

Le tableau 2 montre que le régime alimentaire de la Foulque macroule *Fulica atra* est essentiellement végétarien, il est dominé par les Graminées, dont la famille des Poacées avec 70,96% au mois de décembre, 60,04% au mois de janvier et 51,96% au mois de février. Parmi les Poacées, les espèces les plus consommées sont surtout *Paspalum distichum* soit 39,16% au mois de décembre, 12,62% au mois de janvier et 13,86% au mois de février, *Poa annua* soit 31% au mois de janvier et 19,16% au mois de février (tableau 3). Des fréquences relatives plus ou moins élevées sont enregistrées pour la famille des Cypéracées soit 21,94% au mois de décembre, 20,34% au mois de janvier et 20,36% au mois de février. Parmi les Cypéracées, les espèces les plus consommées sont surtout *Carex hispida* soit 17,18% au mois de décembre, *Carex* sp. soit 14,64% au mois de janvier.

La famille des Scrofulariacées est aussi présentée par une fréquence relative élevée avec 15,72% au mois de février, elle est représentée par l'espèce *Scrofularia* sp. soit 15,72% au mois de février.

Nos résultats corroborent avec ceux de Mahcen (2010), qui a noté la dominance des Poacées dans le régime alimentaire de la Foulque macroule avec 69,95% au mois de février.

Boukhelifa (1998) a noté que la fréquence la plus élevée des espèces végétales ingérées par la Foulque macroule est marquée pour les espèces appartenant à la famille des Poacées.

Mahouche et Manseur (2012) ont noté que le régime alimentaire de la Foulque macroule est constitué essentiellement de végétaux, il est dominé par les Graminées dont la famille des Poacées avec 80,58% au mois de décembre. De même Merabet et Ougache (2011) ont noté que la fréquence relative la plus élevée des espèces végétales ingérées par la Foulque macroule est marquée pour les espèces appartenant à la famille des Poacées.

Metna (2014) dans le barrage de Djebba a noté que la fréquence relative la plus élevée a été parquée pour les Poacées avec des taux variés de 35,53 et 40,03% pour respectivement les mois de mai et juin. Parmi ces Poacées, *Paspalum distichum* a été

souvent l'espèce la plus consommée avec des taux variant de 10,24 à 67,3%. Pendant les mois de janvier, février et mars, *Poa annua* a été l'espèce la plus dominante avec des taux respectifs de 14,98 ; 18,12 et 27,40%.

I.2.1.3.2. Fréquence relative des espèces consommées par la Foulque macroule

Les fréquences relatives des espèces consommées par le Foulque macroule sont illustrées dans le tableau 3.

Tableau 3: Fluctuations mensuelles des fréquences relatives des espèces végétales consommées par la Foulque macroule *Fulica atra* durant les trois mois d'étude dans le barrage de Djebba.

| Espèce | Fréquence relative | | |
|-------------------------------|--------------------|---------|---------|
| | Décembre | Janvier | Février |
| <i>Panicum repens</i> | 11,2 | 3,18 | 4,08 |
| <i>Poa annua</i> | 5,62 | 31 | 19,16 |
| <i>Carex hispida</i> | 17,18 | 5,18 | 3,84 |
| <i>Typha angustifolia</i> | 0,7 | 0,68 | 0,02 |
| <i>Paspalum distichum</i> | 39,16 | 12,62 | 13,86 |
| <i>Trifolium sp.</i> | 3,74 | 3,24 | 1,46 |
| <i>Cynodon dactylon</i> | 6,16 | 0,6 | 1,32 |
| <i>Poa sp.</i> | 1,3 | 1,88 | 3,46 |
| <i>Carex sp.</i> | 2,36 | 14,64 | 7,18 |
| <i>Lycopus sp.</i> | 2,38 | 0,34 | 0,24 |
| <i>Hordeum murinum</i> | 5,02 | 1 | 0,02 |
| <i>Xanthium sp.</i> | 0,62 | 0,2 | 0,24 |
| <i>Nastiritrum officinale</i> | 1,12 | 0,32 | 1,56 |
| <i>Plantago lacenlata</i> | 0,68 | 0,02 | 0,02 |
| <i>Lagurus ovatus</i> | 2,48 | 2,4 | 1,36 |
| <i>Phragmites sp.</i> | 0,02 | 0 | 0,02 |
| <i>Oenanthe sp.</i> | 0,02 | 0,02 | 0 |
| <i>Cynoglosom sp.</i> | 0,06 | 0,02 | 0 |
| <i>Mentha rotundifolia</i> | 0,02 | 0,16 | 0,04 |
| <i>Polygonum lapatifolium</i> | 0,1 | 0 | 0,02 |
| <i>Inula viscosa</i> | 0 | 2,5 | 2,22 |
| <i>Scorfularia sp.</i> | 0,02 | 6,64 | 15,72 |
| <i>Apium nodiflorum</i> | 0 | 5,44 | 5,98 |
| <i>Lolium multiflorum</i> | 0 | 5,16 | 4,9 |
| <i>Bromus hordacens</i> | 0 | 1,8 | 3,72 |

| | | | |
|----------------------------|------|------|------|
| <i>Plantago crasifolia</i> | 0,02 | 0,3 | 0,02 |
| <i>Lythrum junceum</i> | 0 | 0,06 | 0 |
| <i>Potentilla reptans</i> | 0 | 0,22 | 0,38 |
| <i>Juncus sp.</i> | 0 | 0,02 | 0 |
| <i>Phalaris sp.</i> | 0 | 0,4 | 0,08 |
| <i>Scirpus sp.</i> | 0 | 0,02 | 9,06 |
| <i>Ficaria verna</i> | 0,02 | 0,02 | 0,02 |

Le tableau 3 montre que l'espèce qui domine pendant les trois mois d'étude est *Paspalum distichum* avec des fréquences relatives varié de 39,16 ; 12,62 et 13,86% pour respectivement les mois de décembre, janvier et février. Suivie par *Poa annua* soit 31% au mois de janvier et 19,16% au mois de Février.

Des fréquences relatives plus ou moins élevées ont été enregistré au mois de décembre pour *Panicum repens* soit 11,2%, et *Carex hispida* soit 17,18%. Pour le mois de janvier, *Carex sp.* a marqué une fréquence centésimale égale à 14,64%. Concernant le mois de février, *Scrofularia sp.* a marqué une fréquence relative égale à 15,72%.

Par ailleurs, il existe aussi d'autres espèces avec des fréquences relatives faibles, c'est le cas de *Ficaria verna* soit 0,02% pendant les trois mois étudiés, *Inula viscosa* soit 2,5% au mois de février, *Polygonum lapatifolium* soit 0,1%, *Xanthium sp.* soit 0,62%, *Trifolium sp.* soit 3,74%, *Cynoglossom sp.* soit 0,06%, *Typha angustifolia* soit 0,7%, au mois de décembre. *Nastiritrum officinale* soit 1,56% et *Potentilla reptans* soit 0,38% au mois de février.

Durant le mois de janvier, la Foulque macroule a consommé un grand nombre d'espèces végétales mais à faible proportion, à l'exception de *Poa annua* par sa dispinibilité avec une fréquence relative égale à 31%.

Brahimi et Chebri (2013) ont noté qu'au mois de janvier, *Lolium multiflorum*, *Paspalum distichum*, *Poa annua* et *Carex sp.* ont marqué des fréquences relatives élevées soit respectivement 13,18 ; 15,12 ; 19,04 ; 16,12%. En ce qui concerne le mois de février, les espèces qui ont enregistré des fréquences relatives élevées sont *Lolium multiflorum*, *Poa annua* et *Scrofularia sp.* Soit respectivement 15,02 ; 23,3 ; 21,46%.

D'après ces résultats, on peut dire que la Foulque macroule préfère les Graminées dans son alimentation.

I.2.1.4. Fréquences d'occurrences Fi

Les résultats du pourcentage de présence des espèces végétales ingérées par la Foulque macroule obtenus en fonction des mois sont consignés dans la figure 15 et l'annexe 4.

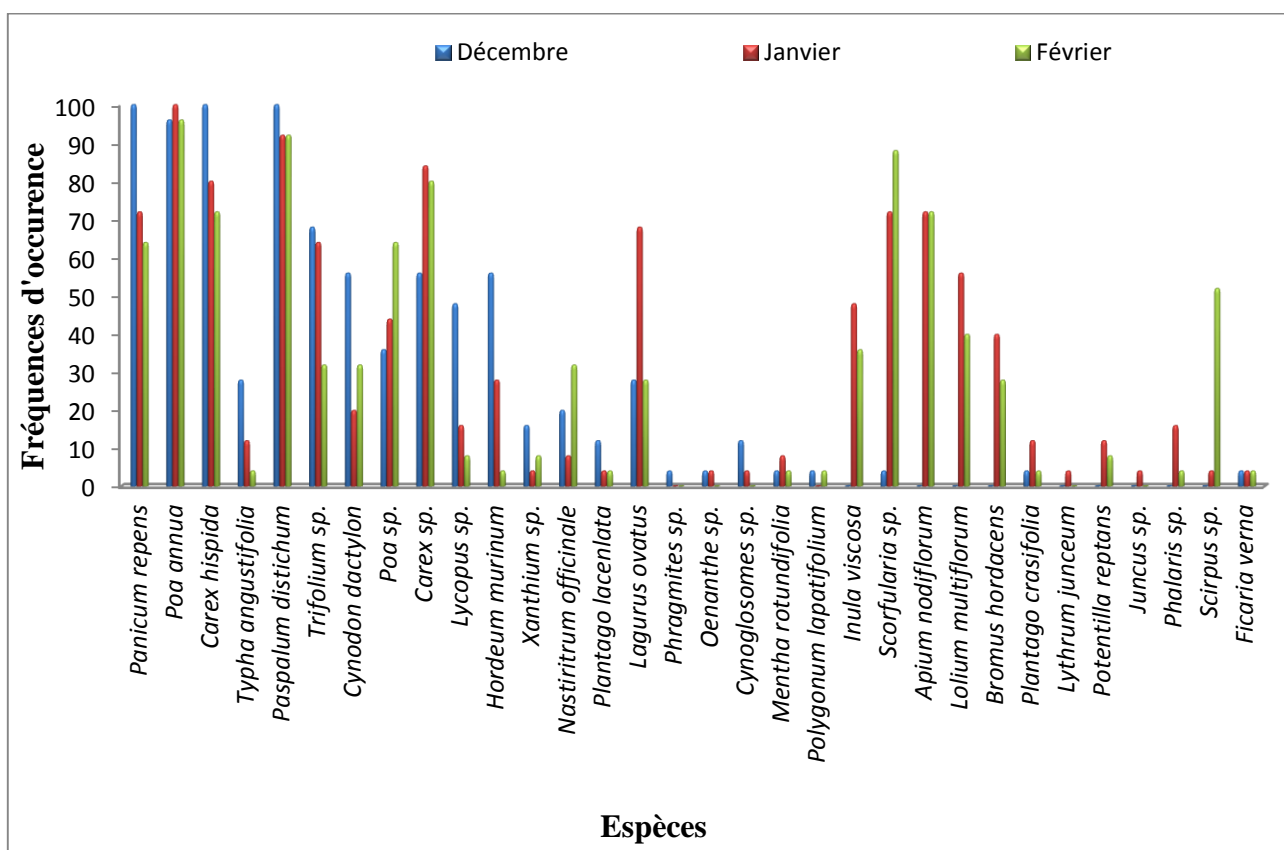


Figure 15: Fréquence d'occurrence des espèces végétales ingérées par la Foulque macroule dans le barrage de Djebba.

Les résultats présentés dans la figure 15 et l'annexe 4, montrent que durant le mois de décembre, la fréquence d'occurrence la plus élevée est enregistrée pour *Panicum repens*, *Carex hispida*, *Paspalum distichum* avec la valeur maximale 100%, suivie par *Poa annua* avec une valeur de 96%, pour le mois de janvier, la valeur maximale 100% est enregistrée pour *Poa annua*, suivie par *Paspalum distichum* avec une valeur de 92%, *Carex sp.* par une valeur de 84%, et *Carex hispida* par une valeur de 80%.

Pour le mois de février, la valeur la plus élevée est de 96%, elle est enregistrée pour *Poa annua*, elle est suivie par *Paspalum distichum* avec une valeur de 92%, *Scorfularia sp.* avec une valeur de 88% et *Carex sp.* avec une valeur de 80%.

Merabet et Ougache (2011) ont noté les fréquences d'occurrences les plus élevées pour les Poacées avec une fréquence d'occurrence maximale de 100% pour *Paspalum*

distichum, et de 95% pour *Panicum repens* au mois de septembre, octobre, novembre et décembre. Nous avons en commun *Paspalum distichum* soit 100% au mois de décembre.

Boukhelifa (1998) a noté des fréquences élevées pour les Poacées. Au mois de janvier, il a noté une fréquence maximale 100% pour *Spartina patens* et 90% pour les Graminées indéterminées.

I.2.1.4.1. Catégorie alimentaire

Le tableau 4 nous a permis de distinguer 5 classes d'espèces végétales consommées par la Foulque macroule, en fonction de leurs constances.

Tableau 4: Classes d'espèces végétales consommées en fonction de leurs constances par la Foulque macroule au niveau du barrage de Djebba pendant la période d'étude (décembre 2014, janvier et février 2015).

| Espèces | Mois | | | | | |
|---|----------|-------|---------|-------|---------|-------|
| | Décembre | | Janvier | | Février | |
| | N | % | N | % | N | % |
| Espèces omniprésentes 80% < F ≤ 100% | 4 | 17,39 | 3 | 10 | 3 | 10,71 |
| Espèces constantes 60% < F ≤ 80% | 1 | 4,34 | 6 | 20 | 5 | 17,85 |
| Espèces régulières 40% < F ≤ 60% | 4 | 17,39 | 3 | 10 | 1 | 3,57 |
| Espèces accessoires 20% < F ≤ 40% | 3 | 13,04 | 2 | 6,66 | 8 | 28,57 |
| Espèces accidentelles 0% < F ≤ 20% | 11 | 47,82 | 16 | 53,33 | 11 | 39,28 |
| Total | 23 | 100 | 30 | 100 | 28 | 100 |

Nous observons que les espèces accidentelles présentent les valeurs les plus élevées par rapport aux autres catégories d'espèces végétales trouvées, soit 47,82% au mois de décembre avec 11 espèces accidentelles, il s'agit de *Xanthium* sp., *Nastirtrum officinale*, *Plantago lacenlata*, *Phragmites* sp., *Oenanthe* sp., *Cynoglosom* sp., *Mentha rotundifolia*, *Polygonum lapatifolium*, *Scrofularia* sp., *Plantago crasifolia*, *Ficaria verna*. 53,33% au mois de janvier avec 16 espèces, il s'agit de *Typha angustifolia*, *Cynodon dactylon*, *Lycopus* sp., *Xanthium* sp., *Nastirtrum officinale*, *Plantago lacenlata*, *Oenanthe* sp.,

Cynoglossom sp., *Mentha rotundifolia*, *Plantago crasifolia*, *Lythrum junceum*, *Potentilla reptans*, *Juncus* sp., *Phalaris* sp., *Scripus* sp., *Ficaria verna*. 39,28% au mois de février avec 11 espèces, il s'agit de *Typha angustifolia*, *Lycopus* sp., *Hordeum murinum*, *Xanthium* sp., *Plantago lacenlata*, *Mentha rotundifolia*, *Polygonum lapatifolium*, *Plantago crasifolia*, *Potentilla reptans*, *Phalaris* sp., *Ficaria verna*. Suivies par les espèces accessoires soit 13,04% au mois de décembre avec 3 espèces accessoires, il s'agit de *Typha angustifolia*, *Poa* sp., *Lagurus ovatus*, 6,66% au mois de janvier avec 2 espèces, il s'agit de *Hordeum murinum*, *Bromus hordacens*, 28,57% au mois de février avec 8 espèces, il s'agit de *Trifolium* sp., *Cynodon dactylon*, *Nastiritrum officinale*, *Lagurus ovatus*, *Inula viscosa*, *Plantago lacenlata*, *Lolium multiflorum*, *Bromus hordacens*.

Pour les espèces constantes, les valeurs sont plus ou moins élevées, dont la valeur maximale est enregistrée au mois de janvier soit 20% avec 6 espèces constantes, il s'agit de *Panicum repens*, *Carex hispida*, *Trifolium* sp., *Lagurus ovatus*, *Scrofularia* sp., *Apium nodiflorum*.

Les espèces omniprésentes et les espèces régulières présentent les valeurs les plus faibles par rapport aux autres catégories trouvées dont la valeur maximale enregistrée pour ces dernières est de 17,39% au mois de décembre avec 4 espèces régulières et 4 espèces omniprésentes, il s'agit de *Cynodon dactylon*, *Carex* sp., *Lycopus* sp., *Hordeum murinum* pour les espèces régulières, et il s'agit de *Panicum repens*, *Poa annua*, *Carex hispida*, *Paspalum distichum* pour les espèces omniprésentes.

La dominance des espèces accidentelles pendant les trois mois d'étude (décembre, janvier, février) peut être expliquée par la dominance des jeunes pousses de toutes les espèces végétales, c'est pour ça que la Foulque macroule consomme beaucoup de végétation. Lorsque ces espèces grandissent, la Foulque se rabat sur *Paspalum distichum* qui est l'espèce la plus abondante.

Boukhelifa (1998) a révélé la dominance de la catégorie des espèces accidentelles dans le lac des oiseaux (Wilaya d'El Taref) soit 50% au mois de janvier et juin, et 86,36% au mois de mai.

Kadir et Moussi (2012) ont noté la dominance de la même catégorie des espèces avec des taux de 13 ; 30 ; 45,16 ; 40 ; 74 et 36,31% pour respectivement les mois de janvier, février, mars, avril, mai et juin.

Mahcene (2010) a fait la même constatation concernant la dominance des espèces accidentelle avec des taux de 42,8 ; 38,99 ; 33,33% pour respectivement les mois de février, mars et mai.

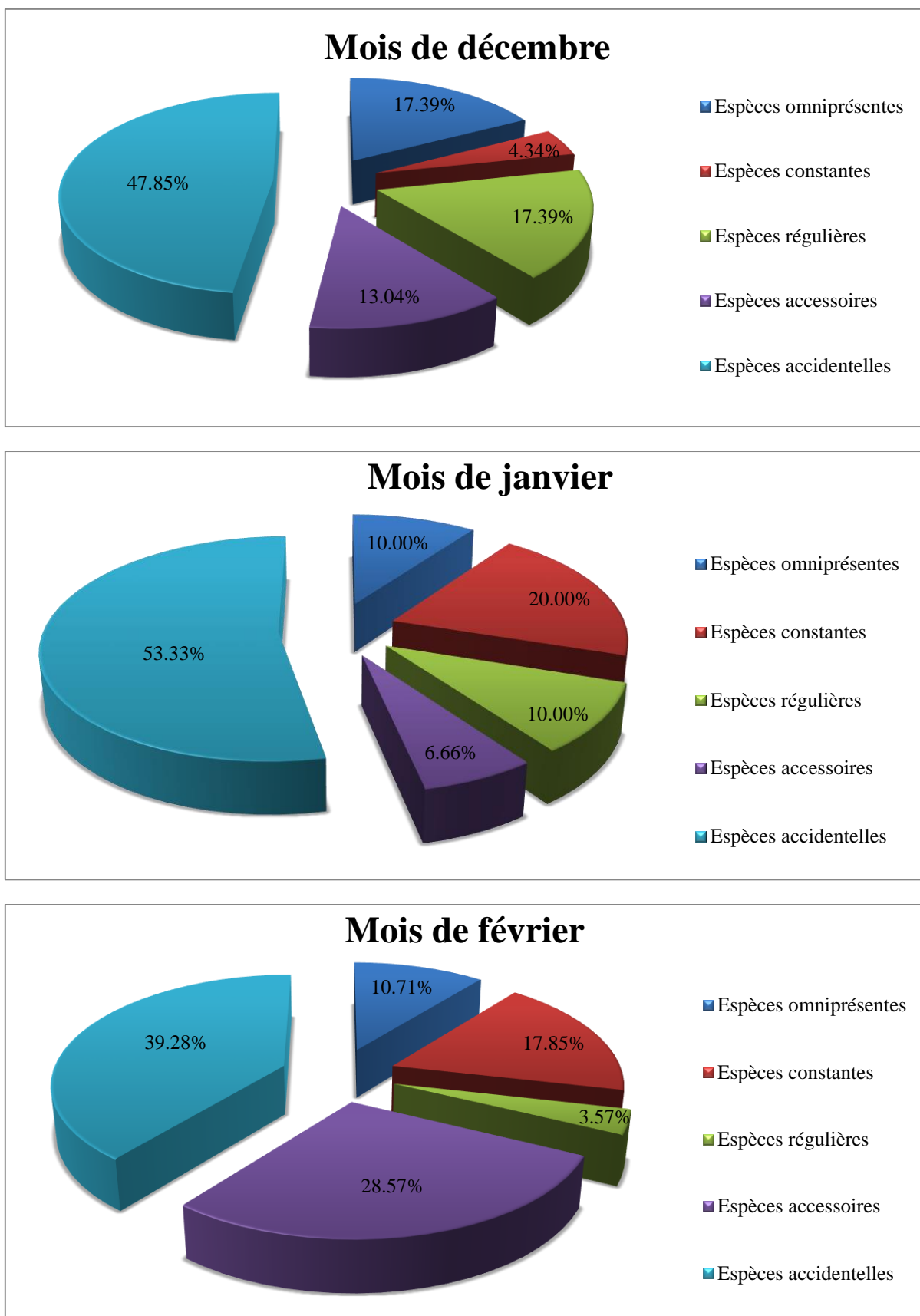


Figure 16: Pourcentages des espèces végétales consommées par la Foulque macroule *Fulica atra*, classées selon la formule de Struge durant les trois mois d'étude au niveau du barrage de Djebba.

I.2.2. Indice de structure

I.2.2.1. Indice de diversité de Shannon -Weaver

D'après l'annexe 5 et la figure 17, nous constatons que l'indice de diversité H' atteint la valeur maximale au mois de février avec 3,6 bits, la valeur élevée est due à l'importance du nombre d'espèces durant ce mois, elle est de 3.37 bits au mois de janvier.

La valeur la plus faible de l'indice de diversité H' est enregistrée au mois de décembre avec 2,91 bits.

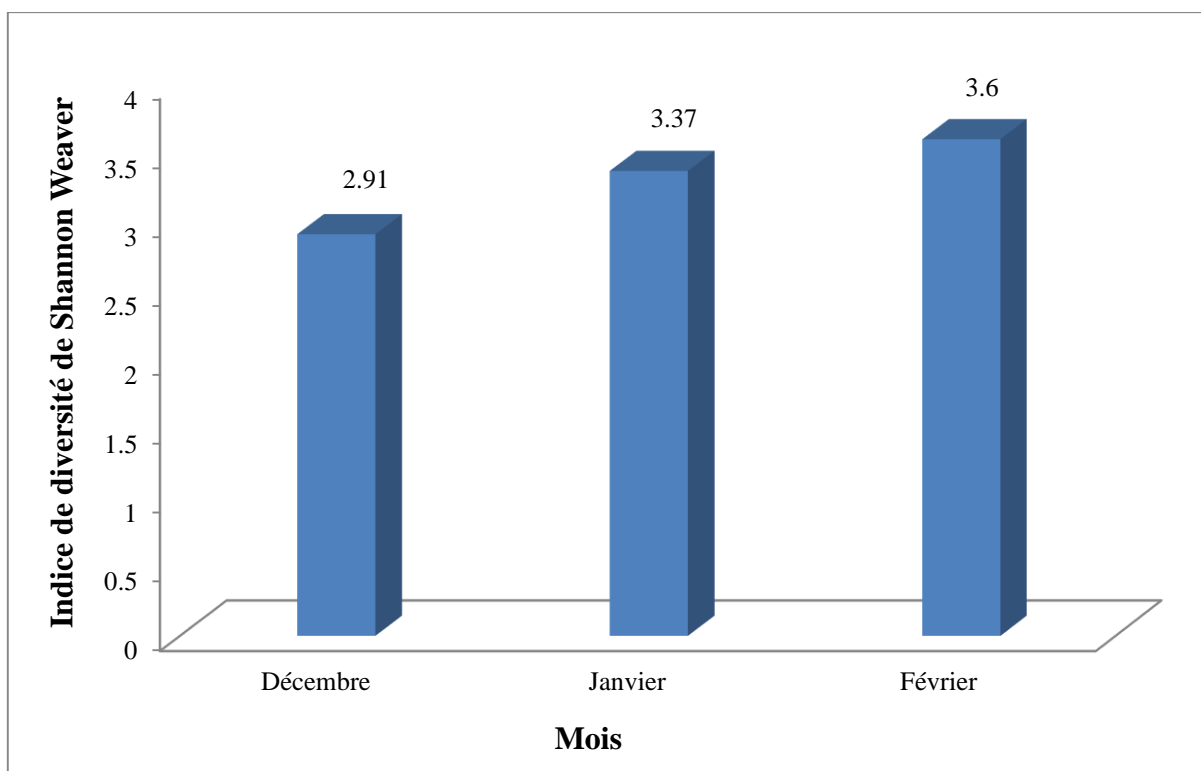


Figure 17: Indice de diversité de Shannon-Weaver H' des espèces végétales consommées par la Foulque macroule au niveau du barrage de Djebba (décembre 2014, janvier et février 2015).

Nos résultats corroborent avec ceux trouvés par Kadir et Moussi (2012), qui ont enregistré la valeur maximale de l'indice de diversité H' au mois de février avec 4,7 bits. Il est suivi respectivement par le mois de janvier avec 4,57 bits. Il est égal à 3,86 bits au mois de mai, les mois de mars et juin ont la même valeur soit 3,47 bits. La valeur la plus faible de l'indice de diversité a été enregistrée au mois d'avril avec 3,14 bits.

Mahcene (2010) a noté que l'indice de diversité H' atteint la valeur maximale au mois de février avec 3,44 bits, suivi par le mois de mars soit 2,67 bits. Pour les mois d'avril et mai, l'indice de diversité H' est égal à 0,31 et 0,21 bits pour chaque mois.

Brahimi et Chebri (2013) ont noté la valeur maximale de l'indice de diversité H' au mois de janvier avec 3,41 bits, suivi par le mois de février avec 3,1 bits. La valeur la plus faible de l'indice de diversité H' est enregistrée au mois de juin avec 1.39 bits.

Metna (2014) dans la réserve naturelle du lac de Réghaia a noté que l'indice de diversité H' atteint la valeur maximale au mois de février et mars avec respectivement 4,2 et 4,1 bits, il est suivi par les mois de janvier et décembre avec respectivement 3,5 et 3,4 bits. La valeur la plus faible de l'indice de diversité a été enregistré au mois d'aout avec 1,5 bits. Et dans le barrage de Djebbla la valeur la plus élevée de l'indice de diversité a été enregistré au mois de janvier avec 4,3 bits, suivi par le mois de février avec 3,9 bits, a valeur la plus faible de cet indice a été enregistré au mois de juillet avec 2 bits.

Boukhelifa (2008) a noté que les valeurs de l'indice de diversité varient d'un mois à un autre, elles sont de 2,60 bits au mois de janvier, 1,98 bits au mois de mars. Cet indice atteint une valeur maximale au mois de mai avec 3,36 bits, cette valeur élevée est due au nombre important des espèces consommées.

I.2.2.2. Indice d'équitabilité ou l'équirépartition E

Les résultats présentés dans l'annexe 6 et la figure 18 montrent que l'indice d'équitabilité est égal à 0,64 au mois de décembre, 0,68 au mois de janvier et de 0,74 au mois de février.

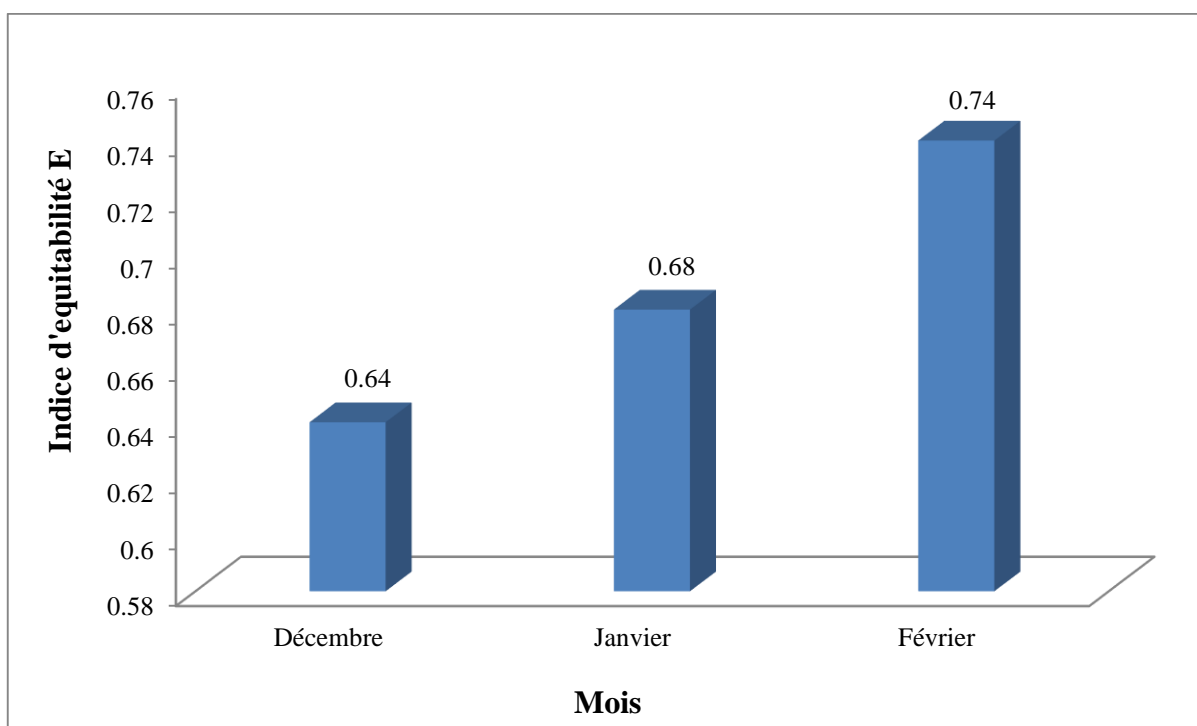


Figure 18: Indice d'Equitabilité E des espèces végétales consommées par la Foulque macroule au niveau du barrage de Djebbla (décembre 2014. janvier et février 2015).

On observe que l'indice d'équitabilité au cours des trois mois étudiés tend vers 1, donc la quasi- totalité des espèces végétales composant l'alimentation de la Foulque ont presque la même abondance, ces espèces forment un menu équilibré.

Kadir et Moussi (2012) montrent que la valeur maximale de l'indice d'équitabilité est enregistrée au mois de février soit 0,96 suivie par le mois de janvier avec 0,88.

Mahcene (2010) a enregistré une équitabilité élevée au mois de février qui tend vers 1, elle est de 0,75 dans ce cas les espèces végétales consommées fournissent un menu équilibré.

Brahimi et Chebri (2013) ont noté une équitabilité élevée au mois de janvier soit 0,76, suivie par le mois de février soit 0,71.

Metna (2014) au niveau de la réserve du lac de Réghaia a notée que l'indice d'équitabilité varie entre 0,4 pour le moi d'aout à 0,8 pour les mois de février, mars et avril. Et dans le barrage de Djebba, les valeurs de cet indice varient entre 0,4 pendant les mois de novembre et juillet à 0,8 pendant les mois de janvier et février.

Boukhelifa (2008) a noté que l'indice d'équirépartition a été égal à 0,78 ; 0,99 ; 0,76 ; 0,82 pour respectivement les mois de janvier, mars, mais et juin qui veut dire que les espèces ingérées tendent à être bien distribuées dans le menu donc elles sont équilibrées entre elles.

Nous supposons que la différence des résultats obtenu au sein des diverses études peut être attribuée aux conditions du milieu qui différent d'un milieu à l'autre et d'une saison à une autre.

Pour bien connaître le régime alimentaire de la Foulque macroule *Fulica atra*, nous avons récolté 75 fientes pendant les trois mois d'étude, puis nous avons analysé ces dernières au laboratoire.

Les fragments présents dans les fientes sont identifiés après la préparation des lames histologiques contenant les fragments fécaux qui sont observés sous microscope photonique et déterminés à partir d'une épidermothèque de référence déjà confectionnée.

Cette étude nous a permis de conclure que le régime alimentaire de la Foulque macroule est essentiellement végétarien, soit 36 espèces végétales consommées classées en deux classes, la classe des monocotylédones représentée par quatre familles botanique dont la famille des Poacées est la plus dominante et englobe 16 espèces. Ce qui montre l'importance des Graminées dans le régime alimentaire de cette espèce. La classe des dicotylédones représentée par douze familles botanique et englobe 16 espèces.

La richesse spécifique obtenue pour les espèces consommées varie selon les mois, elle est égale à 28 au mois de décembre, 31 au mois de janvier et 30 au mois de février.

L'analyse des fréquences relatives confirme la préférence alimentaire de la Foulque macroule pour la famille des Poacées, soit 70,94 ; 59,44 ; 51,88 pour les mois de décembre, janvier et février.

L'analyse des fréquences d'occurrence des espèces ingérées par la Foulque macroule a fait ressortir 5 catégories d'espèces à savoir, les espèces omniprésentes, les espèces constantes, les espèces régulières, les espèces accessoires, les espèces accidentelles où ces dernières sont les plus représentées.

Les valeurs mensuelles de l'indice de diversité sont variables, soit 2,91 bits au mois de décembre, 3,37 bits au mois de janvier et 3,6 bits au mois de février. Quant aux valeurs de l'indice d'équitabilité elles se rapprochent de 1 pour les trois mois d'études ce qui signifie l'existence d'un équilibre entre les espèces consommées.

Pour mûrir à terme l'étude concernant le régime alimentaire de la Foulque macroule, il serait très intéressant de procéder à d'autres études plus approfondies notamment par l'analyse des contenus stomacaux pour présenter une liste exhaustive possible de la ration alimentaire relative à chaque saison, et sur le principe d'une bonne connaissance du régime alimentaire de la Foulque macroule, il faut plus d'efforts et sur une période plus élargie afin de pouvoir répondre aux questions qui restent à poser dans les présentes études.

- Allouche L., Dervieux A., Lespinasse P., Tamisier A., (1989).** Sélection de l'habitat diurne par trois espèces d'oiseaux d'eau herbivores en Camargue (France). *Acta oecologica*. 10(3), 197-212p.
- Beddek M., et Ben chabane K., (2007).** Contribution à la connaissance de l'avifaune de la Kabylie: Inventaire des oiseaux de la vallée du Sébaou, Mémoire d'ingénieur. UMMTO, 20p.
- Ben larbi A., Féddaoui S., Hadjadji S., Youcefi A., (2009).** L'écologie de la reproduction de la Foulque macroule (*Fulica atra*) au lac Tonga. Mémoire d'ingénieur. Université 8 mai 1945, Guelma, 18p.
- Blondel J., (1979).** Biogéographie et écologie .Ed. Mundi-Perssa Libros, S.A. Paris, 160-173 p.
- Boukhelifa M., (1998).** L'avifaune de trois stations de la région du Lac des oiseaux (Wilaya d'El Taref). Régime alimentaire de la Foulque macroule *Fulica atra* Linné, 1758 (Aves, Rallidae), Thèse Magister. Institut Nat. Agro. El Harrache, 105-115p
- Bouriach H., (2010).** Régime alimentaire des canards et des foulques hivernants au lac Tonga et le marais de la Mkheda. Mémoire de Master. Univ.08 mai 1945.Galma, 12-50p.
- Brahimi H., et Chebri T., (2013).** Etude du régime alimentaire des adultes de la Foulque macroule *Fulica atra* (Linné, 1758) dans le barrage de Djebba (Tizi-Ouzou). Mémoire d'ingénieur, UMMTO, p38-53.
- Cramp S., et Simmon K.E.L., (1980).** The birds of the Western Palearctic. Vol, 2. University Press, Oxford, 50p.
- Cramp S., and Perrins C.M., (1993).** The birds of the Western Palearctic , Vol, II. Univ. Press, Oxsford, 40p.
- Daget J., (1976).** Les modèles mathématiques en écologie. Ed. Masson, 172p.
- Dajoz R., (1972).** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 434p.
- Dajoz R., (1984).** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 505p.
- Dejongue J.F., (1990).** Les oiseaux dans leur milieu : Ecoguide. Edition : Bordas, 255p.
- Ebbingue B., Canters K., Drent R., (1975).** Forming routines and estimated daily food intake in Barnacle geese wintering in the northern Netherlands. *Wildfowl*, 26, 5-19p.

- Etchecopar R.D., et Hue F., (1964).** Les oiseaux du nord de l'Afrique de la Mer Rouge aux Canaries. Ed. Boubée et Cie, Paris, 600-606p.
- Geroudet P., (1978).** Grands échassiers. Gallinacées, Râles d'Europe. Ed. Dalachaux et Niestlé, Neuchâtel, Lausanne, 420-426p.
- Haiahem D., et Ghazi L., (2010).** La distribution spatio-temporelle des proies/prédicateurs. Mémoire de Master. Univ.08Mai1945, Gelma.58p.
- Haouman L., (2003).** Ecologie et reproduction des Rallidaes de la Numidie. Mémoire d'ingénieur. Univ. D'Annaba. 60-75p.
- Houhamdi M., (2002).** Ecologie des peuplements aviens du lac des oiseaux : Numidie orientale. Thèse de Doctorat d'état en Ecologie et environnement. Univ. Badji Mokhtar, Annaba (Algérie), 146p.
- Kadir S., et Moussi F., (2012).** Etude du régime alimentaire des adultes de la Foulque macroule *Fulica atra* Linné, 1758 (Aves, Rallidae) dans le barrage de Djebba (Tizi-Ouzou). Mémoire d'ingénieur, UMMTO, 46-50p.
- Kassa S., et Terrad T., (2010).** Calcule d'un réseau d'aspersion, par rampes mobiles dans la culture du blé (*Triticum durum*) à Djebba, Tizi-Ouzou, 4-8p.
- Killian M., Lars S., Dan Z., Peter J.G., (1999).** Le guide ornithe. Les 848 espèces d'Europe en 4000 Dessins. Ed. Delachaux et Niestlé, 380-400p.
- Mahcene T., (2010).** Etude de régime alimentaire de la Foulque macroule *Fulica atra* Linné, 1758 (Aves, Rallidae) dans la réserve naturelle de Réghaia (Alger), 65-80p.
- Mahouche Y., et Manseur O., (2012).** Etude du régime alimentaire des adultes de la Foulque macroule *Fulica atra* Linné, 1758 (Aves, Rallidae) dans le barrage de Djebba (Tizi-Ouzou). Mémoire d'ingénieur, UMMTO, 49-55p.
- Merabet S., et Oughache N., (2011).** Etude du régime alimentaire de la Foulque macroule *Fulica atra* Linné, 1758 (Aves, Rallidae) dans la réserve naturelle du lac de Réghaia (Alger). Mémoire d'ingénieur, UMMTO, p44-54.
- Metna F., (2014).** Ecologie trophique, éthologie et biologie de la reproduction de la Foulque macroule *Fulica atra* (Linné, 1758) dans la réserve naturelle de Réghaia (Algérois) et dans le barrage de Djebba. Thèse doctorat. UMMTO, p84-90.

- Pirot J.Y., Chessel D., Tamisier A., (1984).** Exploitation alimentaire des zones de Camargue par cinq espèces de canards de surface en hivernage et en transition : modélisation spatio-temporelle. Rev. Ecol.(Terre et vie). Vol.39, 167p.
- Pratte O., (2003).** La foulque macroule *Fulica atra*. In Godin J, Boutrouille C, Haubreux D, Kerautret L, Luczak C, Tombal J.C. partez à la rencontre de la biodiversité. Les oiseaux d'eau nicheurs du bassin artois, picardie. Agence de l'eau, centre tertiaire de l'arsenal, 17p.
- Quézel P., et Médail F., (2003).** Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Ed. Elsevier Sas, Paris.
- Ramade F., (1984).** Elément d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. Mac. Graw-hill, Paris, 300-397p.
- Salathe T., et Boy V., (1987).** Territoriality and time budget of breeding coots. Wildfowl 38, 70-76p.
- Samraoui chenafi F., (2005).** Ecologie de la reproduction de la foulque macroule *Fulica atra* dans l'étang de Thimerganine. Thèse de magister. Univ. D'Oum El Bouagi, 20p.
- Sauer F., et Witt R., (1998).** Encyclopédies Bordas. Nature, Volume 2. Europe : Oiseaux, 360p.
- Scherrer B., (1984).** Biostatistique. Ed. Chicoutimi: Gaëtan Morin, 850p.
- Seigue A., (1985).** La forêt circum-méditerranéenne et ses problèmes. Techniques agricoles et productions méditerranéennes. G.-P. Maisonneuve et Larose. 502 p.
- Seltzer P., (1946).** Le climat de l'Algérie. Institut météorologique et de physique du globe. Univ. D'Alger, 219p.
- Staa R., (1998).** Longevity of birds ringed in Europe. Euring Newsletters 2, 18p.
- Steawart P., (1969).** Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Quelques réflexions. Bull. Doc. Hist. Nat. Agro, 24-25p.
- Tamisier A., et 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, 369p.

Références bibliographiques

Yakoub B., (2005). Le problème de l'eau en grande Kabylie. Thèse de doctorat. UMMTO, 208p.

Références Web graphiques :

Anonyme (2011). [http:// www.Oiseau.Net/oiseaux/foulque macroule](http://www.Oiseau.Net/oiseaux/foulque%20macroule).

Google maps 2015.

Annexe 1 : Données climatique de la station météorologique de Tizi-Ouzou de 1990 à 2014.
(Source : ONM de Tizi-Ouzou).

| | Janv | Fév | Mar | Avr | Mai | Juin | Juill | Aout | Sept | Oct | Nov | Déc |
|--------------------------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|-------|
| T max (°c) | 15,3 | 16,4 | 19,5 | 21,6 | 26,1 | 31,5 | 35 | 35,6 | 31,4 | 26,9 | 19,7 | 16,0 |
| T min (°c) | 6,3 | 6,5 | 8,5 | 10,3 | 13,9 | 18,0 | 21,1 | 21,7 | 18,8 | 15,3 | 11 | 7,4 |
| T moyenne (°c) | 10,2 | 10,7 | 13,4 | 15,5 | 19,3 | 24,2 | 27,6 | 27,9 | 24,4 | 20 | 14,6 | 11,3 |
| Pluviométrie (mm) | 121,3 | 89,6 | 76 | 84 | 64,5 | 10,6 | 3,1 | 6,7 | 37,1 | 65,8 | 105,9 | 131,8 |

Annexe 2 : Qualité d'échantillonnage pendant la période d'étude (de décembre 2014 à février 2015).

| Mois | Décembre | Janvier | Février |
|---|----------|---------|---------|
| Nombre de relevés (N) | 200 | 200 | 200 |
| Nombre d'espèces contactées une seule fois (a) | 6 | 6 | 7 |
| Qualité d'échantillonnage (a/N) | 0,03 | 0,03 | 0,035 |

Annexe 3: Evolution mensuelle de la richesse spécifique totale des espèces végétales consommées par la Foulque macroule (*Fulica atra*) dans le barrage de Djebba pendant la période d'étude (de décembre 2014 à février 2015).

| | Mois | | |
|----------------------------|----------|---------|---------|
| | Décembre | Janvier | Février |
| Richesse spécifique | 23 | 30 | 28 |

Annexe 4: Fréquence d'occurrence des espèces végétales ingérées par la Foulque macroule dans le barrage de Djebba

| Espèce | Fréquence relative | | |
|-------------------------------|--------------------|---------|---------|
| | Décembre | Janvier | Février |
| <i>Panicum repens</i> | 100 | 72 | 64 |
| <i>Poa annua</i> | 96 | 100 | 96 |
| <i>Carex hispida</i> | 100 | 80 | 72 |
| <i>Typha angustifolia</i> | 28 | 12 | 4 |
| <i>Paspalum distichum</i> | 100 | 92 | 92 |
| <i>Trifolium sp.</i> | 68 | 64 | 32 |
| <i>Cynodon dactylon</i> | 56 | 20 | 32 |
| <i>Poa sp.</i> | 36 | 44 | 64 |
| <i>Carex sp</i> | 56 | 84 | 80 |
| <i>Lycopus sp.</i> | 48 | 16 | 8 |
| <i>Hordeum murinum</i> | 56 | 28 | 4 |
| <i>Xanthium sp.</i> | 16 | 4 | 8 |
| <i>Nastirtrum officinale</i> | 20 | 8 | 32 |
| <i>Plantago lacenlata</i> | 12 | 4 | 4 |
| <i>Lagurus ovatus</i> | 28 | 68 | 28 |
| <i>Phragmites sp.</i> | 4 | 0 | 0 |
| <i>Oenanthe sp.</i> | 4 | 4 | 0 |
| <i>Cynoglosom sp.</i> | 12 | 4 | 0 |
| <i>Mentha rotundifolia</i> | 4 | 8 | 4 |
| <i>Polygonum lapatifolium</i> | 4 | 0 | 4 |
| <i>Inula viscosa</i> | 0 | 48 | 36 |
| <i>Scorfularia sp.</i> | 4 | 72 | 88 |
| <i>Apium nodiflorum</i> | 0 | 72 | 72 |
| <i>Lolium multiflorum</i> | 0 | 56 | 40 |
| <i>Bromus hordacens</i> | 0 | 40 | 28 |
| <i>Plantago crasifolia</i> | 4 | 12 | 4 |
| <i>Lythrum junceum</i> | 0 | 4 | 0 |
| <i>Potentilla reptans</i> | 0 | 12 | 8 |
| <i>Juncus sp.</i> | 0 | 4 | 0 |
| <i>Phalaris sp.</i> | 0 | 16 | 4 |
| <i>Scirpus sp.</i> | 0 | 4 | 52 |
| <i>Ficaria verna</i> | 4 | 4 | 4 |

Annexe 5: Indice de diversité de Shannon-Weaver H' des espèces végétales consommées par la Foulque macroule au niveau du barrage de Djebba (de décembre 2014 à février 2015).

| | Décembre | Janvier | Février |
|-------------------------------------|-----------------|----------------|----------------|
| Indice de Shannon Weaver | 2,91 | 3,37 | 3,6 |

Annexe 6: Indice d'Equitabilité E des espèces végétales consommées par la Foulque macroule au niveau du barrage de Djebba (de décembre 2014 à février 2015).

| | Décembre | Janvier | Février |
|---------------------|-----------------|----------------|----------------|
| Equitabilité | 0,63 | 0,68 | 0,73 |