

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 DE GUELMA

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers

Département d'Ecologie et Génie de l'Environnement



# MÉMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magister en Biologie

Option : Biodiversité et Conservation des Zones Humides

## THÈME

---

Etude du régime alimentaire hivernal des oiseaux d'eau  
en Numidie

---

Présenté par : **Kahalerras Amin**

### Soutenu devant le jury :

Samraoui F.	M.C.A.	Présidente	Université de Guelma
Baaziz N.	M.C.A.	Rapporteur	Université de Constantine
Samraoui B.	Pr.	Examineur	Université de Guelma
Boulkhssaim M.	M.C.A.	Examineur	Université d'Oum el Bouagui

Année universitaire : 2011/2012

**A ma famille,  
A ma mère bienveillante,  
A mon père souteneur,  
A ma belle fiancée Nedjwa,  
Je dédie ce travail.**

# Remerciements

---

Je remercie avant tout dieu le tout puissant qui m'a donné la santé, le courage et m'a ouvert le long chemin du savoir.

Je tiens à exprimer mes remerciements à Mr Baaziz Nasser, pour m'avoir honorée en acceptant de diriger ce travail.

J'exprime ma gratitude à Monsieur le professeur Samraoui Boudjema pour son appui scientifique et ses judicieux conseils.

Mes plus sincères remerciements s'adressent également à :

Mme Samraoui Chenafi Farah pour avoir m'encouragé et accepté de présider mon jury.

Mr Boukhssaim Mouloud qui a accepté d'examiner mon mémoire de thèse.

Ce travail n'aurait pu aboutir sans le soutien de ma très chère fiancée que je la remercie d'une façon exceptionnelle.

J'adresse enfin ma plus vive reconnaissance, à Rassim qui m'a beaucoup aidé, à mes amis, à mes collègues du travail,

aux personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

# SOMMAIRE

<b>Introduction</b> .....	01
<b>Chapitre 1 : Biologie des oiseaux d'eau</b>	
1. Généralités.....	03
1.1. Les Anatidés.....	03
1.2. Les Rallidés.....	04
1.3. Description des espèces étudiées.....	05
— Canard Colvert <i>Anas platyrhynchos</i> .....	05
— Canard Chipeau <i>Anas strepera</i> .....	05
— Canard Siffleur <i>Anas penelope</i> .....	06
— Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i> .....	06
— Canard Souchet <i>Anas clypeata</i> .....	07
— Fuligule morillon <i>Aythya fuligula</i> .....	09
— Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i> .....	09
— Erismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> .....	09
— Foulque macroule <i>Fulica atra</i> .....	11
<b>Chapitre 2 : Description des sites d'étude</b>	
2. Présentation de la zone d'étude .....	13
2.1. Numidie orientale .....	13
2.2. Numidie occidentale.....	14
2.3. Climatologie.....	16
— Température.....	16
— Pluviométrie.....	16
— L'humidité.....	16
— Les vents.....	16
2.4. Bioclimat .....	18
— Climagramme d'Emberger .....	18
— Diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gausson .....	18
2.5. Présentation des sites d'étude.....	20
— Lac Tonga.....	20
— Le marais de la Mekhada.....	21
— Lac Fetzara.....	22

# SOMMAIRE

## Chapitre 3 : Matériel et Méthodes

3. Niveau d'analyse.....	25
3.1. Collecte du matériel biologique.....	26
— Procédure de stockage.....	26
— Méthodes d'analyse du contenu stomacal.....	27
— Identification des graines.....	29
3.2. Analyse des données.....	29
— Abondance .....	29
— Fréquence.....	29
— Richesse spécifique .....	29
— Analyse en composantes principales (ACP).....	30

## Chapitre 4 : Résultats et discussion

4.1. Volume du gésier.....	31
4.2. Composition du régime alimentaire.....	32
4.2.1. Poids humide et volume du contenu.....	32
4.2.2. Eléments inorganiques (grits).....	34
4.3. Détermination des proies.....	36
4.3.1. Les graines.....	36
— Description de graines trouvées.....	36
4.4. Analyse globale des données.....	43
— Richesse spécifique.....	43
— Fréquence.....	43
— Traitement des données par l'ACP.....	44

<b>Conclusion</b> .....	50
-------------------------	----

<b>Références bibliographiques</b> .....	51
--	----

<b>Résumés</b> .....	63
----------------------	----

<b>Annexes</b> .....	67
----------------------	----

## Liste des tableaux

Tableau 1. Valeurs météorologiques de la région d'El Kala (1997-2010) .....	17
Tableau 2. Valeurs météorologiques de la région d'Annaba (1990-2010) .....	17
Tableau 3. Moyenne des éléments inorganiques (grits) ingérés par les différents oiseaux d'eau étudiés .....	34
Tableau 4. Composition en graines du régime alimentaire des différentes espèces étudiées	43
Tableau 5. Valeur propre et inertie associée aux facteurs .....	44
Tableau 6. Comparaison de graines .....	48

## Liste des figures

Fig. 01. Anatomie externe (topographie) d'un canard .....	04
Fig. 02. Représentation photographique des oiseaux d'eau .....	08
Fig. 03. Représentation photographique des oiseaux d'eau .....	12
Fig. 04. Carte géographique de la Numidie (Nord-Est Algérie) .....	14
Fig. 05. Carte représentant l'ensemble des plans d'eau les plus importants de la région de la Numidie orientale .....	15
Fig. 06. Carte représentant l'ensemble des plans d'eau les plus importants de la région de la Numidie occidentale .....	15
Fig. 07. Situation des stations météorologiques de référence pour le climat de la Numidie dans le Climagramme d'Emberger .....	19
Fig. 08. Diagramme ombro-thermique de la région d'El Kala (1997-2010) .....	19
Fig. 09. Diagramme ombro-thermique de la région d'Annaba (1990-2010) .....	19
Fig. 10. Photos et images satellite (2010) des sites d'étude .....	24
Fig. 11. L'anatomie interne d'un canard .....	28
Fig. 12. Procédure de stockage .....	28
Fig. 13. Volume du gésier (mm <sup>3</sup> ) des différentes espèces étudiées .....	31
Fig. 14. Box-plots représentent le poids humide (g) de jabot, gésier et rectum des différentes espèces étudiées .....	33
Fig. 15. Box-plots représentent le volume (mm <sup>3</sup> ) de jabot, gésier et rectum des différentes espèces étudiées .....	33

Fig. 16. Boxplots montrant le nombre de grits trouvés dans le jabot, gésier et rectum des différentes espèces étudiées .....	35
Fig. 17. Boxplots montrant le nombre de graines trouvées dans le jabot, gésier et rectum des différentes espèces étudiées .....	37
Fig. 18. Taille des différentes espèces de graines (en 3D) trouvées dans le régime alimentaire des espèces étudiées .....	38
Fig. 19. Photos de graines trouvées dans le régime alimentaire des canards et des foulques en Numidie .....	38
Fig. 20. Composition en graines du régime alimentaire du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i>	39
Fig. 21. Composition en graines du régime alimentaire du Fuligule morillon <i>Aythya fuligula</i>	39
Fig. 22. Composition en graines du régime alimentaire du canard Souchet <i>Anas clypeata</i>	40
Fig. 23. Composition en graines du régime alimentaire du Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i>	40
Fig. 24. Composition en graines du régime alimentaire d'Erismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> .....	41
Fig. 25. Composition en graines du régime alimentaire du Canard Chipeau <i>Anas strepera</i>	41
Fig. 26. Composition en graines du régime alimentaire du Foulque macroule <i>Fulica atra</i>	42
Fig. 27. Analyse en Composantes principales (Plan 1 x 2) .....	45

---

# Introduction

## INTRODUCTION

Manger pour vivre concerne toutes les espèces animales. Mieux vaut, pour de multiples raisons, que toutes les espèces ne mangent pas la même chose au même moment et au même endroit (Tamisier et Dehorter, 1999).

Les zones humides acquièrent à travers toute la planète une importance de plus en plus grande. Ces milieux sont non seulement exceptionnellement riches en biodiversité et extrêmement productifs, mais ils jouent également un rôle capital dans la conservation et la gestion des eaux douces (Raachi, 2007). En plus, elles constituent des quartiers d'hiver important pour de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau (grèbes, hérons, flamants, oies et canards, grues, limicoles, laridés) (Isenmann et Moali, 2000).

L'Algérie dispose d'un ensemble de zones humides réparties non seulement sur la zone côtière (Samraoui & De Belair, 1997 ; 1998) mais également au niveau des Hauts plateaux (Samraoui *et al.*, 2006a, 2006b) et le Sahara. Ces hydrosystèmes recèlent une biodiversité impressionnante et jouent un rôle très important dans les processus vitaux, entretenant des cycles hydrologiques et accueillant des poissons et oiseaux migrateurs (Chakri, 2007).

Les oiseaux d'eau occupent au niveau des réseaux trophiques diverses position (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 Chenafi, 2009). Donc, une connaissance du régime alimentaire de ces oiseaux est cruciale pour l'identification du rôle de ce groupe sur la structure et fonctionnement des zones humides. Il permet également d'identifier les proies qui influencent les paramètres démographiques et la dynamique des oiseaux d'eau.

De nombreuses méthodes ont été utilisées au fil des ans afin d'évaluer les régimes alimentaires d'espèces d'oiseaux (Legagneux *et al.*, 2007), y compris les observations directes dans la nature (Rosenberg & Cooper, 1990), l'analyse des régurgitas provoqués (Elton, 1927 ; Ridoux, 1994), l'analyse des contenus du tube digestif (c'est la méthode la plus fréquemment employée), et l'analyse des résidus fécaux (Tamisier et Dehorter, 1999). Des techniques récentes ont également fourni des méthodes indirectes telles que les isotopes stables (Kelly 2000), ou des approches moléculaires, qui sont utilisés pour identifier les proies dans les fèces, en particulier (Höss *et al.*, 1992 ; Sutherland, 2000).

Chaque espèce se caractérise en outre par un régime alimentaire particulier. On distingue les espèces granivores (Colverts, Sarcelles d'hiver, Pilets), des espèces herbivores qui se nourrissent des tiges et des feuilles des plantes aquatiques (Chipeaux, Siffleurs, Foulques) ou de bulbes (Milouins). On distingue également des espèces qui se nourrissent de proies animales, plancton pour les souchets, mollusques pour les morillons. Toutes ingèrent du grit (sable, petits cailloux ou débris de coquilles de mollusques) pour faciliter le broyage mécanique de leur nourriture (Tamisier et Dehorter, 1999).

Cette grande plasticité des canards dans leur comportement alimentaire montre une grande flexibilité dans leur choix de taille par rapport à l'abondance de nourriture (Figuerola et *al.*, 2003). De nombreuses études montrent l'importance des graines dans l'alimentation des canards (Kear, 2005 ; Baldassarre & Bolen, 2006 ; Brochet et *al.*, 2009).

Malgré la disponibilité de plusieurs études valorisant la richesse floristique et faunistique de la région de la Numidie, il n'existe généralement que peu de travaux publiés, qui ont fait l'objet d'une étude fine sur l'alimentation de l'avifaune aquatique. C'est la raison pour laquelle nous avons tenu à donner un plus à ces recherches en apportant notre modeste contribution pour une connaissance approfondie sur l'écologie et le régime alimentaire.

Nous avons focalisé sur la période d'hivernage (2010/2011), période clé dans le cycle de vie des oiseaux d'eau, dans la Numidie (Nord-Est algérien).

Notre travail est structuré en quatre chapitres ;

- Le premier est consacré à la biologie des oiseaux d'eaux.
- Le second chapitre décrit la description générale des sites d'étude.
- Le troisième expose le matériel utilisé et la méthodologie du travail.
- Le quatrième exhibe l'ensemble des résultats avec la discussion et on terminera par une conclusion.

Biologie des oiseaux d'eau

## 1. Généralités

Le terme « oiseau d'eau » regroupe des familles d'oiseaux qui sont relativement éloignées d'un point de vue phylogénétique (sur le plan de l'évolution) et qui correspondent également à des représentations très différentes : cygnes, hérons, canards, poules d'eaux, foulques, mouettes et goélands. Certains ont les pattes palmées (cygnes, oies, canards), d'autres ont de très grands doigts (hérons), d'autres ont un lobe autour des doigts (foulques) (Tamisier & Dehorter, 1999).

Vues sous l'angle de leur abondance numérique (nombre d'oiseaux), les familles les mieux représentées sont les Anatidés (cygnes, oies et canards), les Laridés (mouette, sternes et goélands), les Rallidés (foulques), les Ardéidés (hérons et aigrettes) et les flamants (Tamisier & Dehorter, 1999).

En Algérie, Les effectifs totaux de canards et de foulques atteignent chaque hiver jusqu'à 100 000 à 150 000 individus, sécurité pour les oiseaux sur la remise diurne (notamment absence de dérangement), ainsi que la richesse de l'alimentation nocturne qui détermine les bonnes conditions de l'hivernage pour chaque individu (Isenmann et Moali, 2000 *in* Bourriach et Habess, 2010).

### 1. 1. Les Anatidés

Les canards sont des oiseaux aquatiques appartenant à la famille des anatidés. Ils ont le cou et pattes plus courts. En plumage d'éclipse (milieu été-automne), les mâles ressemblent aux femelles. La plupart sont plus petits que les cygnes et oies (Heinzel et *al.*, 2005). Selon leur mode de vie, on peut distinguer plusieurs types de canards :

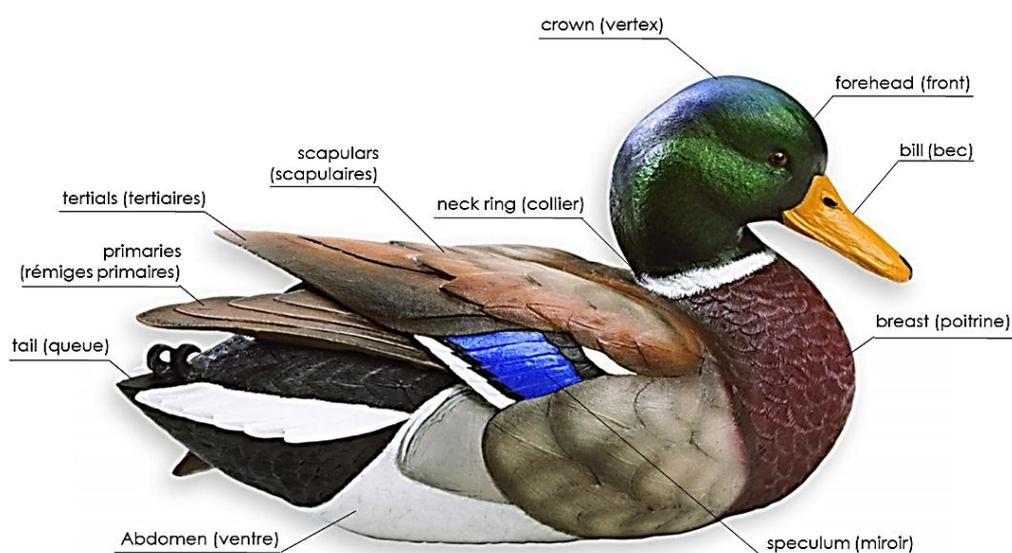
— **Canards de surface** : *Anas*. se nourrissent à la surface où en basculant l'avant du corps sous l'eau ; plongent quand ils ne peuvent voler ou s'ils sont jeunes. Sur les ailes, les mâles et femelles ont un « miroir » (Fig. 1) (petit espace de couleur typique permettant d'identifier femelle et juvénile). Vol rapide et direct (Heinzel et *al.*, 2005). Ils peuvent être granivores (Sarcelle d'hiver, Sarcelle d'été, canard Colvert, canard Pilet), herbivores (canard Siffleur, canard Chipeau) ou planctonophages (canard Souchet) (Campredon et *al.*, 1982). On les retrouve plus communément dans des eaux stagnantes et limoneuses, près humides, mares et étangs {1}.

— **Canards plongeurs** : Ces canards sont nommés plongeurs car ils se nourrissent principalement en plongeant sous l'eau {2}. Ils constituent un groupe composé de quatre genres, parmi eux le genre « *Aythya* » ou les fuligules. Cou bref, corps plus trapu que celui des canards de surface, pattes situées plus en arrière, battements d'ailes rapides (Heinzel et *al.*, 2005). Ils sont herbivores (Nette rousse, Milouin), granivores (Milouin) ou malacophages (Morillon) (Campredon et *al.*, 1982). Ils préfèrent les eaux libres {2}.

## 1. 2. Les Rallidés

Les foulques appartiennent à l'ordre des Galliformes qui comprennent des oiseaux terrestres et aquatiques. Cet ordre comprend 6 familles (Cramp et Simmons, 1980 *in* Samraoui Chenafi, 2005) dont les foulques font partie de la famille des Rallidés, qui est une famille cosmopolite, qui comporte 142 espèces de râle, gallinules et foulques (Samraoui Chenafi, 2005).

Les Rallidés « *Rallidae* » ont une taille faible ou moyenne. Ailes et queues courtes, assez longues pattes, grands doigts. Marchent ou nagent de façon saccadée, queue souvent animée de battements, en vol, pattes pendantes (Heinzel et *al.*, 2005). Ils fréquentent les rives bordées d'une épaisse végétation (roselières, etc..), des marais et des lacs d'eau douce {3}. Les poules d'eau et les foulques sont très aquatiques, tandis que d'autres espèces sont plus terrestres, discrètes, et rarement visibles à découvert (Râles) (Heinzel et *al.*, 2005).



**Fig. 01** | Anatomie externe (topographie) d'un canard.  
Canard Colvert *Anas platyrhynchos*.

### 1.3. Description des espèces étudiées

- **Canard Colvert** *Anas platyrhynchos* (L51-62 cm E81-98 cm).

**Description :** Il est le plus grand canard de surface, le plus commun et le plus largement répandu. Ancêtre du Canard domestique. Le mâle a une tête vert foncé (à reflets violets avant la mue), mince collier blanc, poitrine brun violacé, bec toujours jaune, miroir bleu violet. Cane (femelle) : bec verdâtre tandis que le juvénile a le bec rougeâtre. « Coin coin » bien connu, émis par la femelle seulement. Cri du mâle plus doux « quak, rebreb » (Heinzel et *al.*, 2005).

**Ecologie :** Il habite les eaux douces stagnantes ou lentes, marais et lacs d'eaux douces. Selon Cramp et Simmons (1977), l'espèce est un omnivore opportuniste et son régime alimentaire est varié saisonnièrement avec le changement d'exigences nutritionnel (Pehrsson, 1984 *in* Rodrigues et *al.*, 2002). Mouronval et *al.*, (2007) ont montré qu'après avoir analysé 77 contenus stomacaux de canard Colvert 97,5% avaient rempli de graines.

Le canard Colvert est une espèce nicheuse en Algérie, il se reproduit dans la Numidie occidentale (lac Fetzara), la Numidie orientale (lac Tonga) et dans les hauts plateaux (Samraoui & Samraoui, 2008).

- **Canard Chipecu** *Anas strepera* (L 46-56, E 84-95 cm) (Fig. 2a).

**Description :** Mâle gris, couvertures caudales noires, couvertures alaires marron. Femelle : ressemble à une petite cane de colvert grisâtre. Mâle et femelle ont le front plus droit que le Colvert, le miroir blanc et noir, le ventre blanc (visible en vol) ; bec plus court, plus mince que celui du Colvert, gris (♂), corne foncé bordé d'orange (♀), jaune (juv.). Mâle : croassement grave, nasal ; femelle ; cancanement plus aigu que celui du Colvert (Heinzel et *al.*, 2005).

**Ecologie :** Trouvé dans les marais, les étangs, les rivières, les eaux douces et les eaux saumâtres intérieures {4}. Le canard Chipecu repose presque entièrement sur un régime alimentaire de la végétation aquatique à feuilles et les algues (Paulus, 1982). Il broute les plantes en surface en nageant la tête sous l'eau {5}.

En Algérie, un total de 27 000 – 28 000 individus a été recensé en janvier 1994, surtout au lac Oubeira (Isenmann et Moali, 2000).

- **Canard Siffleur** *Anas penelope* (L 45-51, E 75-86 cm) (Fig. 2b).

**Description** : Mâle : front et vertex jaunes contrastant avec le reste de la tête et cou roux ; bande blanche sur les flancs gris, couvertures caudales noires, ventre blanc. En vol, avant des ailes blanches très visibles. Femelle plus petite, plus svelte que celle du colvert. Mâle et femelle : front droit, bec court, miroir vert, ventre blanc, queue pointue. Juv. Comme femelle mais plus terne (mâle 1<sup>ère</sup> année : espace blanc des ailes parfois absent). Vol rapide, en troupe. Cris du mâle : « oui-ou » sifflé, portant loin ; femelle : « karr » bas (Heinzel et al., 2005).

**Ecologie** : Niche au bord des eaux douces dans la toundra, les marais côtiers, les tourbières ; en hiver, il migre vers lacs, réservoirs, estuaires, eaux littorales peu profondes, pâture dans les prairies voisines {6}.

Ce canard a été considéré comme végétarien (Cramp & Simmons, 1977) principalement parce que sa nourriture principale sur les aires d'hivernage se compose d'herbes, de graines et d'algues (Owen, 1973 ; Owen & Thomas, 1979 ; Campredon, 1984 ; Van Eerden, 1984 ; Mayhew, 1985 ; Rijnsdorp, 1986 ; Odd, 1991).

Le lac Fetzara et plusieurs lacs salés des Hauts plateaux et du Sahara abritent un effectif important de canard Siffleur (Samraoui & Samraoui, 2008).

- **Sarcelle d'hiver** *Anas crecca* (L 34-38, E 58-64cm) (Fig. 2c).

**Description** : Le plus petit Anatidé de la région d'Europe et Afrique du Nord. Vol rapide (troupe compactes en hiver). Mâle : tête marron roux avec large bandeau vert bordé de crème. Au repos, reconnaissable, de loin, à la ligne blanche sur les scapulaires et sous-caudales jaunâtres bordées de noir. Femelle semblable à celle du Colvert mais plus petite, miroir noir et vert, espace blanchâtre à la base de la queue, ventre blanc, bec et pattes gris. Juv. Comme femelle sauf bec rose. Cri du mâle : « krik krik » sifflé ; femelle : cancanement bref « quekquek » aigu. Au printemps (parades) les groupes de sarcelle émettent un concert de gloussements (Heinzel et al., 2005).

**Ecologie** : Selon *Birdlife International* (2004) l'espèce montre une préférence pour les eaux peu profondes (Madge & Burn, 1988; Kear, 2005) et permanentes (Johnsgard, 1978) bordées d'une épaisse végétation ainsi que les marais et les tourbières (Snow & Perrins, 1998) (saison de reproduction). En hiver, elle fréquente les eaux douces (Del Hoyo et al., 1992 ; Scott & Rose, 1996), eaux côtières peu profondes (Snow & Perrins, 1998).

La sarcelle d'hiver est un canard de surface qui obtient la plus grande partie de sa nourriture (graines de plantes, des larves d'insectes et les Oligochètes) en filtrant la couche supérieure du substrat vaseux dans les eaux peu profondes (Olney, 1963; Szijj, 1965; Tamisier, 1971a ; 1971b ; 1972 ; 1974 ; Zwarts, 1976).

Le canard hiverne en grand nombre en Algérie. Par exemple un effectif de 10 000 individus a été recensé au lac Fetzara en 1980 (Van Dijk et *al.*, 1983).

- **Canard Souchet** *Anas clypeata* (L 49-52, E 70-84 cm) (Fig. 2d).

**Description** : ♂ et ♀ : gros bec en forme de spatule ; avant des ailes gris bleu bien visible en vol. ♂ : plumage très coloré : tête vert foncé (paraît noirâtre si lumière faible), poitrine blanche, flancs marron roux ; le seul canard de surface ayant l'iris jaune. ♀ : comme celle du Colvert, sauf bec et miroir verts. Cri du ♂ : « touktouk » bas ; ♀ : cancanement double (Heinzel et *al.*, 2005).

**Ecologie** : En plaine, eaux douces ouvertes (Guillemain, 2002) et saumâtres, marais avec végétation aquatique et eau peu profonde, vaseuse. En hiver, eaux douces plus ou moins profondes {7}.

Le souchet est un canard planctophage (qui se nourrit de plancton) (Campredon, et *al.*, 1982), petits invertébrés aquatiques (les larves de phrygane par exemple, de demoiselles et de nymphes de libellules, coléoptères adultes, les insectes et les mouches), ainsi que certaines graines et parties de plantes émergentes et aquatiques (les herbes aquatiques, lentilles d'eau par exemple).

L'espèce hiverne en grand nombre dans le pays (environ 14 000 ont été recensé en janvier 1977 au lac Tonga (Van Dijk et Ledant, 1983).





Fig. 02 | Représentation photographique des oiseaux d'eau.  
A. *Anas strepera* [1]. B. *Anas Penelope* [2].  
C. *Anas crecca* [3]. D. *Anas clypeata* [4].



- **Fuligule morillon** *Aythya fuligula* (L 40-47, B 67-73 cm) (Fig. 3a).

**Description** : Mâle : flancs blancs contrastant avec le dessus noir ; le seul à avoir une huppe pendante bien visible. Femelle : huppe esquissée, plumage brunâtre, parfois étroite bande blanche à la base du bec (v. Fuligule milouinan), ou sous-caudales blanchâtres (v. fuligule nyroca). Juv. comme la femelle. Bec gris bleu, iris jaune. En vol, barre alaire blanche. Eaux douces stagnantes et lentes avec végétation palustre (au printemps) ; l'hiver, aussi sur réservoirs aux rives nues et parfois eaux côtières (Heinzel et *al.*, 2005).

**Ecologie** : Le fuligule morillon fréquente les étangs, les lacs, les rivières lentes et les fleuves. En hiver, il pousse des incursions jusque dans les villes où on le retrouve principalement sur les grandes pièces d'eau des parcs ou à proximité des ponts qui enjambent les cours d'eau. Canard d'eau douce, le fuligule morillon est rarement observé en mer, sauf pendant les migrations ou pendant les grands froids {8}.

Il se nourrit principalement en plongeant d'insectes, de mollusques, de têtards, de petites grenouilles, de petits poissons, de crustacés et de végétation aquatique {9}.

- **Fuligule nyroca** *Aythya nyroca* (L 38-42, E 62-67cm) (Fig. 3b).

**Description** : Mâle : plumage marron roux, tête semblable à celle d'*A. ferina*, iris blanc ; femelle : plus brune, plus terne, pas de blanc à la base du bec. Tous deux ont les sous-caudales blanches (détail parfois présent chez *A. fuligula* ♀, mais couleur moins franche), barre alaire blanche sur les primaires plus visible (Heinzel et *al.*, 2005).

**Ecologie** : Au passage en hiver, il aime les eaux libres abritées et peu étendues (Boumezebeur, 1993) où il cohabite avec de nombreux espèces d'oiseaux (Fuligules milouins *Aythya ferina*, Canard souchet, Sarcelle d'hiver et les Foulques) (Aissaoui et *al.*, 2009). Lors de la saison de la reproduction qui coïncide avec la poussée envahissante du Nénuphar blanc *Nymphaea alba*, il partage les espaces d'eau libres avec les Foulques dominants avec leurs effectifs (Aissaoui et *al.*, 2009). Il lui arrive aussi de visiter les rivages de mer (Géroudet, 1965 in Boumezebeur, 1993). On le retrouve en plaine, eaux douces et saumâtres, stagnantes ou lentes, souvent dans la végétation palustre, marais, roselières (Heinzel et *al.*, 2005).

Actuellement et selon la dernière classification IUCN de la liste rouge des espèces animales menacées, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* occupe toujours le statut d'espèce peu

menacée (Near Threatened) (2008). En Algérie, C'est une espèce sédentaire qui niche au lac Tonga et dans tous le Parc National d'El Kala (Aissaoui et *al.*, 2009).

La population sédentaire est estimée à environ 400 canards. Populations hivernantes ont été plus nombreuses avec un effectif de 1200 oiseaux pendant le début de mars (Aissaoui et *al.*, 2009).

- **Erisature à tête blanche** *Oxyura leucocephala* (L43-48, E 62-70 cm) (Fig. 3c).

**Description :** Mâle : gris et brun finement vermiculé de noir, poitrine roux marron, tête blanche sauf vertex noir, cou noir, bec bleu clair renflé à la base. En hiver, bec gris, davantage de noir sur vertex. Femelle : brune sauf bande claire sur les joues entourée de brun foncé, bec gris. Juv. : comme la femelle mais plus clair). Plonge souvent ; ne vole pas volontiers (Heinzel et *al.*, 2005).

**Ecologie :** L'espèce est largement dépendante de faible profondeur, productif, saumâtre, en particulier les zones humides endoréiques (c'est à dire ceux ayant une hydrologie du bassin fermé, sans aucune sortie d'eau important) et dans les zones arides et semi-arides du relief doux (Cramp et Simmons, 1977 ; Anstey, 1989 ; Martin, 1995). Il est omnivore et se nourrit surtout de graines ou des parties végétales des plantes aquatiques, ainsi que de larves d'insectes (Boumezebeur, 1993).

L'Erisature à tête blanche, qui est l'une des rares espèces d'oiseaux d'eau (Green et *al.*, 1996), est le seul canard de la sous-famille *Oxyurinae* qui est originaire de cette région. C'est une espèce globalement menacée avec une distribution fragmentée et une population mondiale en baisse (Sanchez et *al.*, 2000). La population mondiale, qui était probablement plus de 100 000 dans le début du XXe siècle, a diminué à 8000-13000 individus en 2002 (Li Zuo Wei et *al.*, 2006).

En Algérie, l'espèce se reproduit dans l'Est algérien (lac Fetzara, lac Tonga, Boussedra) (Samraoui & Samraoui, 2008). Sur le lac Tonga, la population nicheuse a été estimée à 72 mâles et 36 femelles en 1991 et à 38 mâles et 27 femelles en 1992 ; sur le lac des oiseaux les chiffres correspondants ont été de 21-25 mâles et de 16-24 femelles en 1992 (Isenmann et Moali, 2000).

- **Foulque macroule** *Fulica atra* (L36-38, E 70-80 cm) (Fig. 3d).

**Description** : Silhouette plus trapue que la plupart des canards. Le seul oiseau d'eau noir sauf bec et plaque frontale blancs et, en vol, liseré blanc aux bords antérieur et postérieur des ailes (secondaires), pattes gris à vert jaunâtres, doigts à palmures incomplètes. Juv. : cou et poitrine blanchâtres, dessus brun noirâtre, reste du dessous gris. Poussin : duvet noir, tête orange et bleue, bec rouge. Cris fort, aigus « kixkix » (Heinzel et *al.*, 2005).

**Ecologie** : Grégaire en hiver (grandes troupes). Court l'eau pour s'envoler. Plonge plus souvent que lapoule d'eau. Querelleuse en période de reproduction (poursuites, batailles) (Heinzel et *al.*, 2005).

Elle se nourrit principalement des algues et des parties végétatives (tiges et feuilles), de plantes aquatiques submergées (Cramp & Simmons, 1980 ; Tamisier & Dehorter, 1999). L'alimentation à la surface est la principale stratégie pour la Foulque macroule (Horsfall, 1986 ; Irwin & O'Halloran, 1997 ; Baaziz et Samraoui, 2008). Elle apporte souvent leur nourriture à la surface avant la consommation.

La Foulque macroule est en partie sédentaire et en partie oiseaux d'eau migrateurs (Harrison, 1982). Elle se trouve principalement dans les zones humides ouvertes comme les lacs, marais, rivières, étangs, réservoirs, barrages, canaux (Pelsy-Mozimann, 1999 *in* Baaziz et Samraoui, 2008).

En Afrique du Nord, l'espèce a été signalée comme abondante dans un large éventail d'habitats (Etchecopar et Hue, 1964 ; Samraoui et Samraoui, 2007; 2008 ; Baaziz et Samraoui, 2008) et hiverne sur les eaux permanent à la fois dans le Sahara et la côte Nord-est de l'Algérie (Dijk et Ledant, 1983 ; Dupuy, 1969 ; Skinner et Smart, 1984 *in* Baaziz et Samraoui, 2008).





Fig. 03 | Représentation photographique des oiseaux d'eau  
A. *Aythya fuligula* [5]. B. *Aythya nyroca* [6].  
D. *Oxyura leucocephala* [7]. D. *Fulica atra* [8].



Description des sites d'étude

# Description des sites d'étude

## 2. Présentation de la zone d'étude

La Numidie (Fig. 10), située à l'extrême Nord-est de l'Algérie, est réputée pour ses zones humides qui sont réparties en deux grands complexes séparés par l'Oued Seybouse ; la Numidie orientale composée des complexes d'Annaba et d'El-Kala et la Numidie occidentale représentée par le complexe de Guerbes-Senhadja (Samraoui & De Bélair, 1997) et le lac Fetzara (Chakri, 2007). Ce complexe de zones humides est une partie intégrante d'une vaste région de grand intérêt biologique avec les milieux marins et terrestres (forêt) (Van Dijk, 1983 *in* Nedjah, 2010). Elle forme l'une des 10 régions regroupant les zones humides les plus importantes de l'Algérie (Samraoui & Samraoui, 2008).

### 2.1. Numidie orientale

La Numidie orientale (Fig. 11) correspond à l'unité morphologique, définie comme l'extrémité du Tell selon Marre (1992). Cette région, qui a pour limite septentrionale la Méditerranée et pour limite méridionale et orientale les collines de l'Atlas tellien, coïncidant à l'est avec la frontière algéro-tunisienne (Samraoui & De Bélair, 1998), renferme un grand nombre de sites humides exceptionnels au Maghreb par leurs dimensions et notamment par leur diversité (Chakri, 2007). Depuis 1983, la majorité de ces sites ont été groupés dans une aire protégée appelée le Parc National d'El Kala (P. N. E. K.) : 36°55'-36°90' Nord et 8°16'-8°43' Est. Ce dernier est un parc côtier et son relief est caractérisé par un pendage important (9% de pentes faibles, 11% de pentes moyennes et 80% de pentes fortes à très fortes) et constitue une physionomie d'un paysage montagneux fortement disséqué par un chevelu hydrographique dense. Cet ensemble comprend des grandes dépressions inter-collinaires hébergeant les principaux lacs (Tonga, Oubeira et Mellah) (Nedjah, 2010).

Le P.N.E.K comporte un ensemble de milieux naturels d'un grand intérêt scientifique, culturel, touristique et présente une diversité encore peu marquée par la dégradation anthropique (Metallaoui, 1999).

## 2.2. Numidie occidentale

La Numidie occidentale (Fig. 6), ou le complexe humide de Guerbès-Senhadja, s'étend entre les latitudes  $36^{\circ} 45' N$  et longitude  $7^{\circ} 30' E$ . Ce complexe se situe dans la partie Nord orientale de l'Algérie, à l'Ouest du massif de l'Edough symétriquement opposé aux zones humides d'El-Kala. Au Sud-Ouest on aperçoit Djebel Safia, au Sud-Est est localisé le bassin versant du lac Fetzara, à l'Est se trouve Djebel El-Fedj et au Nord on rencontre la mer méditerranée (Samraoui & De Bélair, 1997).

Elle possède un ensemble de zones humides côtières et marines, et il renferme 31 sites humides d'importance internationale (Samraoui & De Bélair, 1997).

Ce complexe est une grande plaine littorale, avec une altitude entre 0 et 200 m. Le massif continental de cette plaine est le réservoir hydrique d'environ 40 million de  $m^3$  qui génère une multitude de dépressions et de vallées qui forme lacs et Garâa (Marais) de quelques hectares de superficie à plusieurs dizaines de hectares. Le réseau hydrologique est essentiellement constitué deux grands oueds : Oued El Kebir et Oued El Megroune (Nedjah, 2010).



Fig. 4. Carte géographique de La Numidie (Nord-Est Algérie).

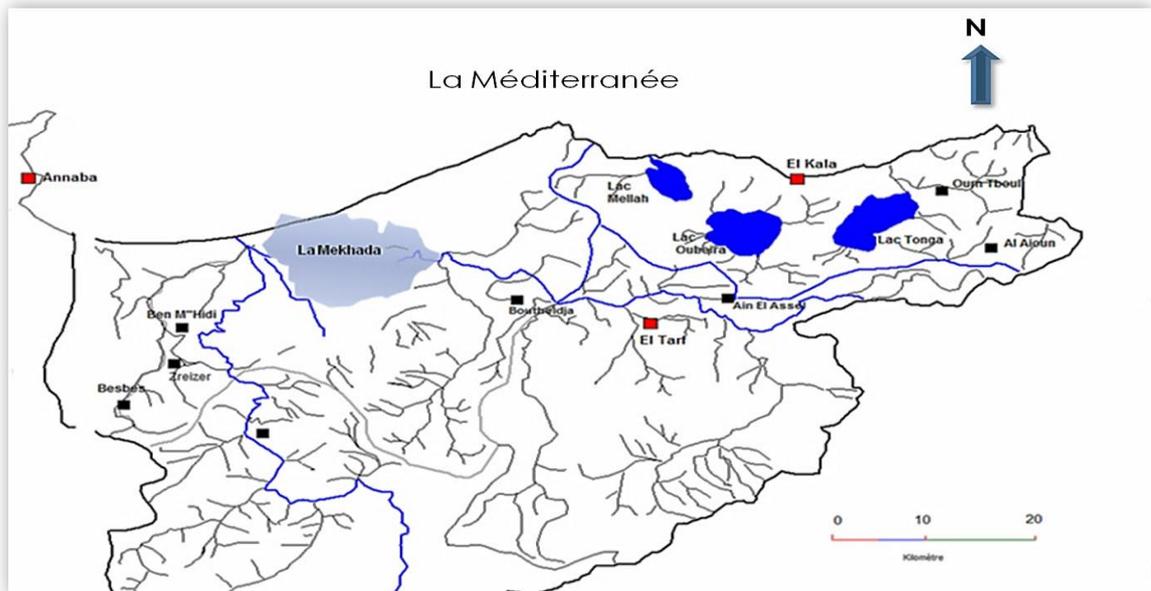


Fig. 5 | Carte représentant l'ensemble des plans d'eau les plus importants de la région de la Numidie orientale (Nedjah, 2010).

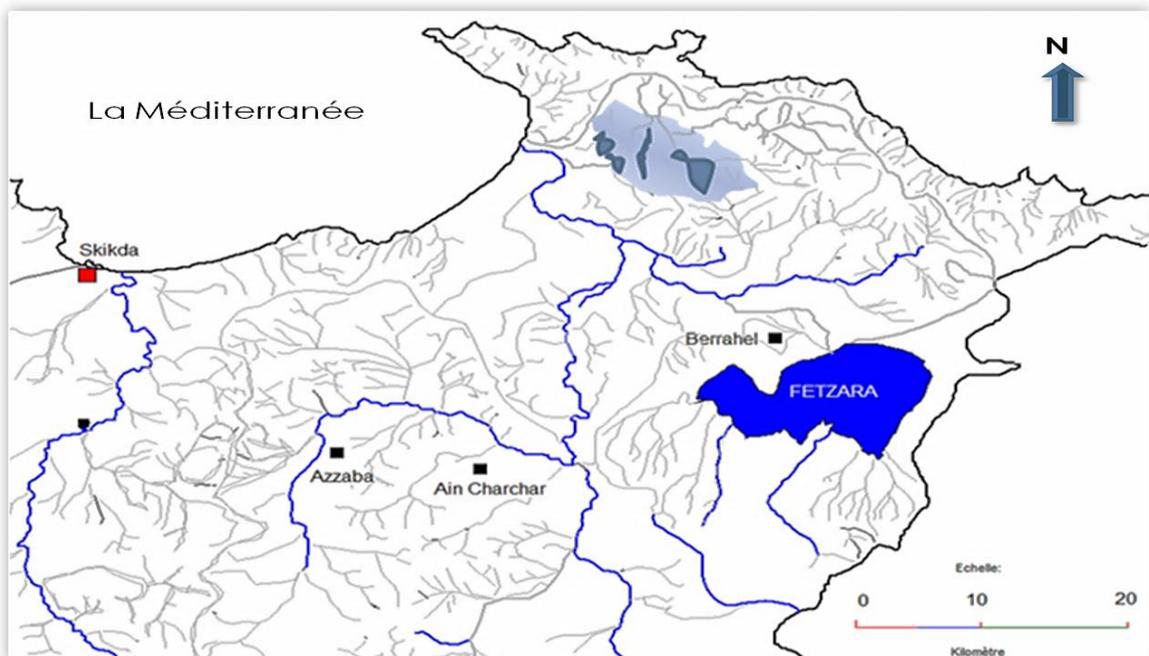


Fig. 6 | Carte représentant l'ensemble des plans d'eau les plus importants de la région de la Numidie occidentale (Nedjah, 2010).

### 2.3. Climatologie

Le climat est un facteur du milieu très important. Il a une influence directe sur la faune et la flore (Touati, 2008). Le complexe des zones humides de la Numidie possède un climat typiquement méditerranéen (Chaib, 2002). Les caractéristiques de l'Algérie ont été synthétisées par Seltzer (1946). D'après cet auteur, la température dépend de l'altitude, de la distance du littoral et de la topographie. Les précipitations sont régulées par trois autres facteurs : l'altitude, la longitude (elles augmentent d'Ouest vers l'Est), et la distance à la mer (Menai, 2005).

#### — Température

Seltzer (1946) divise l'année en un semestre froid et en un semestre chaud (Menai, 2005). En ce qui concerne la région d'El Kala et la région d'Annaba, Les mois les plus froids sont janvier et février alors que juillet et août constituent les mois les plus chauds (Tableau 1).

#### — Pluviométrie

La Numidie appartient au Nord-Est algérien. Elle recueille (Voir tableau 1, 2), en effet, en 07 mois (d'Octobre jusqu'au Avril) 84 % des précipitations d'origine cyclonique, véhiculées par les vents du NW. On note que décembre est le mois le plus arrosés pour El Kala et Annaba (Tableau 1, 2).

#### — L'humidité

La forte humidité de la région est causée par la forte évaporation de nombreuses zones humides et la proximité de la mer. Cette forte humidité qui persiste en été est favorable à la végétation qui est essentiellement privée de toute précipitation. Les valeurs minimales sont observées respectivement les mois de juillet et août pour la région d'El Kala et d'Annaba et les valeurs maximales sont observées au mois de janvier pour les deux régions (Tableau 1, 2).

#### — Les vents

En ce qui concerne le régime des vents, en période froide et cyclonique, dominant les vents du NW ; en période chaude le creux des fréquences des vents du NW relativement constants tout au long de l'année est occupé par les vents du NE (Samraoui & De Bélair, 1998).

**Tableau 01 | Valeurs météorologiques de la région d'El Kala (1997-2010).**  
Source ; Station météorologique d'El Kala

Mois	Précipitations moyennes (mm)	Température Moyenne (C°)	Humidité moyenne (%)	Fréquence moyenne de vents (m/s)
Janvier	53.75	12.55	78.25	13.13
Février	54.91	12.82	76.93	12.53
Mars	51.04	14.17	77.29	15.41
Avril	69.51	16.58	74.11	15.13
Mai	32.77	19.95	73.63	13.24
Juin	7.79	23.21	72.56	13.37
Juillet	2.51	26.41	71.15	11.92
Août	5.10	27.02	70.92	12.05
Septembre	68.69	24.34	73.32	12.52
Octobre	64.72	21.29	75.54	12.81
Novembre	97.59	16.61	75.53	13.39
Decembre	105.42	13.32	77.43	14.57

**Tableau 02 | Valeurs météorologiques de la région d'Annaba (1990-2010).**  
Source ; Station météorologique des Salines

Mois	Précipitations moyennes (mm)	Température Moyenne (C°)	Humidité moyenne (%)	Fréquence moyenne de vents (m/s)
Janvier	85.65	11.18	77.76	13.13
Février	62.03	11.56	76.53	13.83
Mars	54.93	13.42	74.53	13.51
Avril	52.81	15.34	73.72	13.73
Mai	55.53	18.81	73.76	13.21
Juin	11.92	22.48	71.43	13.82
Juillet	2.48	25.14	69.58	14.38
Août	11.10	25.97	69.93	13.89
Septembre	43.96	23.59	71.64	13.21
Octobre	48.39	20.30	73.09	12.13
Novembre	86.77	15.76	74.45	13.14
Decembre	109.45	12.21	76.53	14.19

## 2. 4. Bioclimat

### — Climagramme d'Emberger

Selon Emberger (1953), la région méditerranéenne est subdivisée en cinq étages bioclimatiques (saharien, aride, semi-aride, sub-humide et humide). Pour déterminer l'étage bioclimatique de la zone d'étude, il faut procéder au calcul du quotient pluviométrique  $Q_2$  :

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

$Q_2$  : quotient pluviométrique.

$P$  : précipitations moyennes annuelles.

$M$  : température des maxima du mois le plus chaud en Kelvin.

$m$  : température des minima du mois le plus froid en Kelvin.

Ainsi, notre région présente un  $Q_2 = 84.95$  pour la région d'El Kala et d'Annaba  $Q_2 = 84.75$ , ce qui la classe dans l'étage bioclimatique de végétation subhumide à hiver chaud (Fig. 7).

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

Pour l'élaboration du diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gaussen (1957), nous avons tenu compte des données climatiques bien précises qui sont les précipitations annuelles et les températures moyennes étalées sur plusieurs années des deux stations dans le but de déterminer la période sèche et la période humide de la région d'El Kala et d'Annaba (Fig. 8, 9). Le graphe nous a permis de visualiser deux saisons distinctes : une saison « sèche » pour les deux régions s'étend du mois d'avril jusqu'à octobre et autre « humide » de novembre à mars.

La sécheresse (et son intensité) est représenté par la partie du graphe où la courbe des températures est supérieure à celles des précipitations.

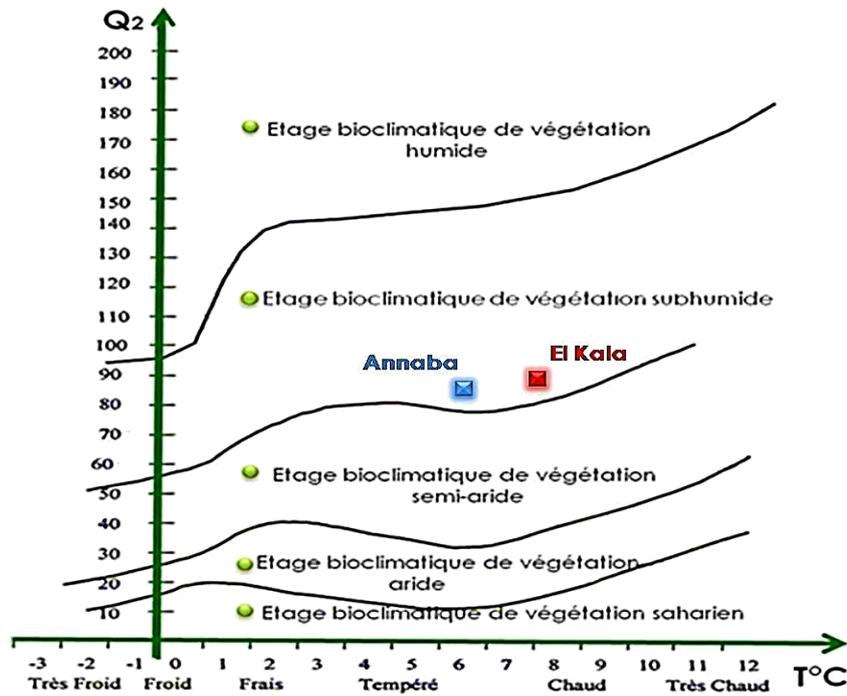


Fig. 7 | Situation des stations météorologiques de référence pour le climat de la Numidie dans le Climagramme d'Emberger.

Fig. 8 | Diagramme ombro-thermique de la région d'El Kala (1997-2010).

- Saison sèche
- Saison humide
- Température
- Précipitation

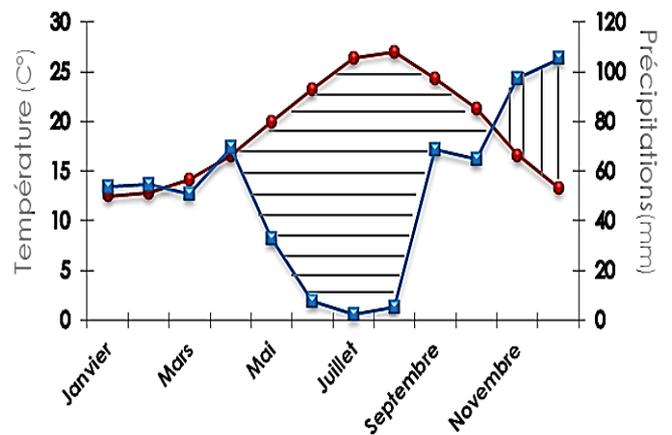
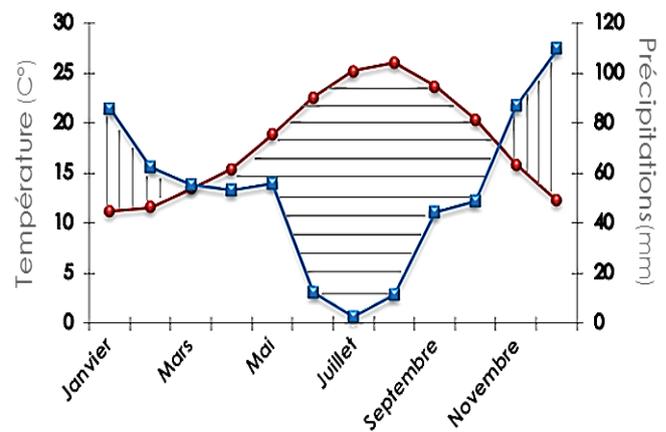


Fig. 9 | Diagramme ombro-thermique de la région d'Annaba (1990-2010).

- Saison sèche
- Saison humide
- Température
- Précipitation



## 2.5. Présentation des sites visités

### A. Lac Tonga 36°53'N, 08°31'E (2400 ha) (Fig. 10a).

C'est un lac de type palustre d'eau douce en communication avec la mer méditerranéenne par un canal artificiel, le Canal Messida (D.G.F, 2003). Barré au nord par un cordon de dune littorales, il est entouré par ailleurs de collines boisés ou couvertes de maquis et de pâturage (Van Dijk & Ledant, 1983).

L'origine du Tonga date du Quaternaire, les mouvements tectoniques ont permis le creusement de sa cuvette (Samraoui & De Bélair, 1998 ; D.G.F, 2003). Ce lac est peu profond (2,5 m profondeur moyenne). Dans les parties Sud et Ouest, Il est alimenté par de nombreux affluents (petits ravins) secs en été, tandis que la coté Est et Nord Est, l'alimentation est assurée par des oueds et de 02 sous bassins versants (celui d'oued EL Hout et d'oued El Eurg) (D.G.F, 2003).

La végétation aquatique abondante de ce lac joue un rôle prépondérant dans la répartition des espèces d'oiseaux d'eau en offrant à la fois l'abri et l'aliment. Elle est principalement composée par des ilots de *Typha angustifolia*, *Iris pseudoacorus*, *Scirpus lacustris*, *S. maritimus* *Phragmites australis*, *Salix pedicellatt* et *Sparganium erectum*. En printemps, nous assistons à l'émergence et la floraison d'une hydrophyte très envahissante des espaces d'eau libres *Nymphaea alba* (Abbaci, 1999).

Site d'hivernage, pour plus de 25000 Anatidés et Foulque (Chalabi & Van Dijk, 1988), le lac Tonga abrite un nombre important des espèces qui se reproduisent dans la Numidie. Parmi elles, nous avons, le Héron garde bœuf *Ardea ibis*, le Héron crabier *Ardea ralloides*, Héron bihoreau *Nycticorax nycticorax*, Héron pourpré *Ardea purpura*, le Fuligule milouin *Aythya ferrina*, la poule sultane *Porphyrio porphyrio*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* et l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*. On y rencontre également, le canard Colvert, le canard Chipeau, le canard Souchet, le canard Siffleur, le canard Pilet et la Sarcelles d'hiver (Samraoui & Samraoui, 2008). Cette exceptionnelle richesse lui donne le deuxième site le plus important en Algérie pour les oiseaux nicheurs (Samraoui & Samraoui, 2008).

**B. Le marais de la Mekhada** 36°48'N ; 8°00'E (9000 ha) (Fig. 10b).

Le Marais de la Mekhada, se situe à 20 Km à l'Est de la ville d'Annaba et à 45 Km à l'Ouest de la ville d'El Kala, est une zone humide palustre, occupant les parties basses de la cuvette de remplissage alluvionnaire et colluvionnaire de la plaine de la Mafragh. C'est un marais dont les eaux sont douces, à l'exception de sa partie aval, dont les eaux sont saumâtres (Van Dijk & Ledant, 1983) en raison du contact à l'embouchure avec la mer Méditerranée (D.G.F, 2003).

Les principales unités géomorphologiques sont représentées par la Plaine de Ben M'Hidi ainsi que les monts de Bouabed qui culminent à 700 mètres d'altitude. Ce marais s'étale au milieu d'étendues argilo-limoneuses de la plaine de Ben M'Hidi empêchant l'infiltration des eaux (D.G.F, 2003). Il est parcouru par quatre oueds qui convergent en embouchure commune (La Mafragh) (Nedjah, 2010). Sa profondeur n'excède pas deux mètres, elle est généralement inférieure à un mètre (D.G.F, 2003).

C'est l'un des plus grand marais d'Afrique du Nord. Au Maghreb, seul le marais de la Macta (Ouest de l'Algérie) le dépasse en superficie (Boumezbeur, 1993). Le marais est connue par l'étendue verte de sa pleine de scirpe (*Scirpus lacustris*, *S. littoralis* et *S. maritimus*) (Nedjah, 2010). Plus localement, on rencontre *Phragmites communis*, *Typha angustifolia* et *Glyceria fluitans*, on y trouve également *Carex sp.* (D.G.F, 2003), *Myriophyllum spicatum*, *Nitella sp.*, *Alisma plantago-aquatica*, *Zanichellia sp.*, *Lemna minor*, *Ranunculus baudotii*, *Chara sp.* et *Callitriche sp.* Autour du marais *Cynodon dactylon*, *Paspalum distichum*, *Bellis annua* et *B. repens* (De Bélair & Bencheikh le Hocine, 1987).

En Hiver, ce site accueille un très grand nombre d'oiseaux d'eau. On peut noter surtout les Oies cendrées *Anser anser*, les Sarcelles d'hiver *Anas crecca*, les canards Pilet *Anas acuta* et en moindre nombre les canards Souchets *Anas clypeata*, les Fuligules milouin *Aythya ferina* et les Foulques macroules *Fulica atra* (Van Dijk & Ledant, 1980). Représente l'un des 5 sites les plus importants en terme richesse spécifique en oiseaux d'eau (avec la Fetzara, Boussedra, Tinssilt et Tonga) (Samraoui & Samraoui, 2008 ; Nedjah, 2010).

### C. Lac Fetzara 36° 43' et 36° 50' N, 7°24' et 7°39' E (18 600 ha) (Fig. 10c).

Le lac Fetzara est situé au Sud-Ouest de Annaba. Il est limité au Nord par le massif de l'Edough et les monts de Ain Berda au sud, et d'un cordon dunaire à l'Est et au côté Ouest, la limite naturelle nette est la cote de 25 m qui correspond à une colline. Il s'étend sur une superficie de 18 600 ha (Djamai, 2007), c'est le plus grand dans la région de la Numidie (Nedjah, 2010).

Le lac Fetzara se présente sous l'aspect d'une vaste étendue de marais (15 Km de long sur 9 km de large). Son fond est formé de limon particulièrement riche en matière organique, résultant de la décomposition sur place des plantes. Il reçoit une série d'oueds principaux (Oued Zied, Oued El-Hout et Oued Mellah), ainsi des petits ruisseaux. La partie inondable du lac est située au centre de la zone et couvre une surface estimée à 13 000 ha. La superficie totale du bassin versant du lac est 515 km<sup>2</sup> se répartie comme suit (A.J.C.I, 1985 *in* Djamai, 2007).

- **Oued principaux.**
  - Oued Zied Nord-est 19 Km<sup>2</sup>.
  - Oued Mellah Sud-ouest 47 km<sup>2</sup>.
  - Oued El-Hout Sud 81 km<sup>2</sup>.
- **Ruisseaux et autres petits bassins.**
  - Versant Nord 138 km<sup>2</sup>.
  - Versant Ouest 114 km<sup>2</sup>.
  - Versant Sud-est 116 km<sup>2</sup>.

D'une manière générale, concernant la végétation naturelle du lac Fetzara, nous pouvons distinguer trois strates ; une strate herbacée, qui s'étend de la périphérie jusqu'au centre du lac, est composée essentiellement des genres suivants : *Juncus*, *Erythraea*, *Scirpus*, *Eryngium*, *Aeluropus*, *Hordeum*, *Plantago*, *Salicornia*, *Lepturus*, *Phalaris*, *Crypsis*, *Ranunculus* et *Melilotus*. Une autre strate arbustive, elle est très limitée et répandue essentiellement au pied des montagnes. Et enfin, la strate arborescente, elle est constituée par *Quercus suber*, *Fraxinus angustifolia*, *Pinus pinaster*, *Olea europea* et *Eucalyptus* (Djamai, 2007).

En ce qui concerne sa richesse ornithologique, elle reste exceptionnelle et supérieure à celle du lac Tonga donc, c'est la plus importante à l'échelle nationale et cela avec 23 espèces nicheuses dont les hérons nichant en masse, idem pour les oiseaux hivernants (Samraoui & Samraoui, 2008 ; Samraoui Chenafi, 2009 ; Nedjah, 2010). On peut noter : le Grèbe castagneux *Podicepsru ficollis*, le Grèbe huppé *P. cristatus*, le Bihoreau gris *Nycticorax nycticorax*, le Héron garde bœuf *Ardea ibis*, le Héron pourpre *Ardea purpurea*, l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus*, le canard Colvert *Anas platyrhynchos*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, la Poule d'eaux *Gallinula chloropus*, la Poule sultane *Porphyrio porphyrio*, la Foulque macroule *Fulica atra*, l'Echasse blanche *Himantopus himantopus*, l'Avocette élégante *Recurvirostra avosetta* (Samraoui & Samraoui, 2008).



**Fig. 10** | Photos et images satellite (2010) des sites d'étude.  
 (A/A') Lac Tonga. (B/B') Marais de la Mekhada. (C/C') Lac Fetzara.

# Matériel et méthodes

# Technique d'analyse

## 3. Niveau d'analyse

Trois méthodes sont classiquement utilisées pour l'analyse des régimes alimentaires (Campredon et *al.*, 1982) :

- **Régurgitats.** Cette méthode peut s'appliquer aux canards plongeurs malacophages (en particulier Eiders, Macreuses, Milouinans, parfois Morillons), qui font des pelotes de rejection. L'identification du contenu de ces pelotes (notamment des fragments de coquille) est alors possible, mais certains types de proies peuvent ne pas laisser de trace et échapper ainsi totalement à l'analyse. Les autres espèces de canards n'ont pas d'aptitude connue à la régurgitation.
- **Fécès.** Ce moyen d'analyse présente plusieurs inconvénients ; il ne s'applique dans la plupart des cas qu'aux herbivores qui laissent des fientes constituées de fragments facilement identifiables. Il est généralement impossible d'établir une relation entre le matériel et l'identité de l'oiseau (sexe, âge, poids, etc...). La collecte n'est possible que sur les milieux d'alimentation secs ou peu inondés (prés salés, prairies...).

Cette méthode offre par contre plusieurs avantages importants. Elle ne nécessite pas la capture de l'oiseau, souvent difficile, parfois impossible (oiseau non gibier). De ce fait, elle n'est limitée ni dans le temps ni dans l'espace : la collecte peut être réalisée en dehors des périodes et des zones de chasse et la densité des fientes fournit des indications précieuses sur l'intensité d'utilisation des différents milieux. Enfin, elle est actuellement le moyen le plus sûr pour estimer les besoins quantitatifs de nourriture des oiseaux dans la nature (cf. EBBINGE et *al.*, 1975).

- **Contenus stomacaux (jabots et gésiers)** (fig. 18). C'est la méthode la plus largement utilisée. Elle n'est cependant pas exempte d'inconvénients ; elle nécessite la capture de l'oiseau, le plus souvent tué à la chasse ou trouvé mort dans les filets de pêche (canards plongeurs). La sélection effectuée peut alors ne pas être représentative de tous les milieux fréquentés par les canards. L'échantillonnage par la chasse peut en outre favoriser la collecte d'individus en mauvais état physiologique, faibles ou malades (saturnisme) dont le régime alimentaire peut être différent.

Les avantages de cette méthode sont néanmoins très importants. Elle s'applique à toutes les espèces et non pas préférentiellement aux herbivores comme la méthode précédente. Il est possible d'établir une relation précise entre la nature du contenu et l'identité de l'oiseau. Les aliments, peu digérés, sont faciles à identifier et des informations précises telles que la quantité de nourriture ingérée ou la périodicité de l'alimentation (jour – nuit) sont au moins partiellement accessibles.

### 3.1. Collecte du matériel biologique

Le nombre de contenus stomacaux collectés pour chaque espèce est nécessairement limité, ce qui implique un échantillonnage rigoureux (Campredon et *al.*, 1982). Dans notre étude, un total de 26 tubes digestifs provenant de sept (07) espèces de canards et une espèce de foulque ont été collectés en hiver (2010/2011) dans trois sites de la Numidie ; le marais de la Mekhada, le lac Tonga et le lac Fetzara grâce à des chasseurs locaux.

Pour la démarche à suivre dans le travail de laboratoire, On a suivi les recommandations citées dans le « Manuel d'analyse des contenus stomacaux de canards et de foulques » par Campredon et *al.*, (1982).

#### A. Procédure de stockage (fig. 12)

Après l'extraction et la conservation du tube digestif dans le formol à 5% ou bien au réfrigérateur, on assiste aux étapes suivantes ;

- **Séparation du jabot et du gésier.** Section en-dessous du proventricule (fig. 12a).
- **Mesure du volume du gésier à l'aide de l'éprouvette graduée** (fig. 12b).
- **Incision longitudinale du jabot.** Tous les éléments présents sont raclés avec la spatule et stockés dans le premier pilulier.

Dans le cas des Souchets, les contenus du jabot et du proventricule sont toujours stockés, même s'ils paraissent vides. Vu la petitesse des proies, c'est seulement sous la loupe binoculaire que cette partie est jugée vide ou non.

- **Incision du gésier** (fig. 12c). A l'aide de la spatule (fig. 12e), le contenu est placé dans le deuxième pilulier (fig. 12f).
- **Incision de la partie terminale du tube digestif.** Son contenu est stocké dans le troisième pilulier.
- **Remplir chaque pilulier d'alcool à 50%, ou dans le cas des herbivores, d'une solution formolée à 5%.**

- On place dans chaque pilulier une étiquette comportant le code de l'oiseau, correspondant à sa fiche signalétique, et la mention de la partie du tube digestif qu'il contient (J = Jabot, G = Gésier, R = Rectum). Stocker les piluliers à l'abri de la lumière pour éviter la décoloration des aliments.
- En fin de collecte, on dispose pour chaque individu de 3 piluliers et les informations qui lui correspondent sont mentionnées sur un tableau du type suivant :

N°	Espèce	Sexe	Localité	Date	Heure	Volume Gésier	Observations
01	Souchet	♀	L. Tonga	01.01.11	Soir	13	—
02	Sarcelle d'hiver	♂	Mekhada	01.01.11	Matin	15	—
03	Chipeau	♂	L.Tonga	03.03.11	Soir	42	Seulement proventricule
04	Nyroca	♂	L. Fetzara	03.03.11	Soir	60	Pas d'Jabot

## B. Méthodes d'analyse du contenu stomacal

### 1) Les canards granivores

Les analyses de Jabot et gésier sont faites de façon identique mais distinctement : en effet, le contenu du jabot (qui comprend en fait jabot s.s et proventricule) témoigne de ce qui a été ingéré peu avant la mort de l'oiseau, contrairement à celui du gésier.

Après séchage sur papier filtre, le poids et le volume de chaque contenu sont notés. La détermination et le comptage des proies interviennent sous la loupe binoculaire. Simultanément les nombres de grains de quartz et de débris coquilliers (grit), éventuellement les plombs de chasse, sont notés.

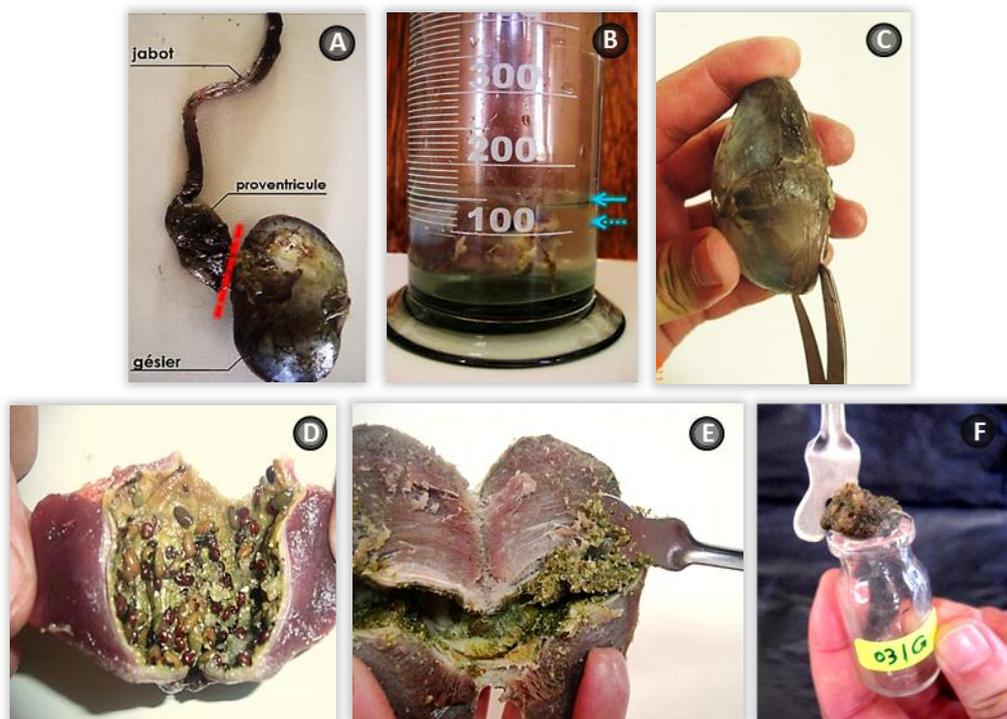
La partie terminale du tube digestif (Rectum) permet de évaluer la nature, l'abondance et la fréquence des proies ingérées qui ne sont pas assimilées. La nature et l'abondance des débris végétaux ou animaux et du grit en voie d'expulsion peuvent être notées, éventuellement par classes de taille.

### 2) Les canards herbivores

Les contenus stomacaux sont versés directement dans une boîte de pétri puis humecté d'eau à l'aide d'une pissette. Contrairement aux parties végétales, qui ne pouvant pas être dénombrées, les graines et proies animales sont déterminés et comptabilisés à part. Les cailloux et débris coquilliers sont dénombrés ou estimés dans chaque contenu stomacal.



**Fig. 11** | L'anatomie interne d'un canard.  
(Sarcelle d'hiver *Anas crecca*).



### Procédure de stockage.

**Fig. 12**

- A. Séparation du jabot et du gésier. B. Mesure le volume du gésier.  
C. Incision du gésier. D. Gésier plein d'aliments. E. Vider le contenu du gésier.  
F. Placer le contenu du gésier dans le pilulier.

Ces organes appartiennent aux espèces suivantes ;

A. C. Souchet B. C. Chipeau C. C. Siffleur D. F. Nyroca E. C. Siffleur F. F. Nyroca.

### C. Identification des graines

Les graines ont été identifiées à l'aide de Mr. Samraoui, jusqu'aux le genre ou l'espèce, en les comparant avec une collection de référence de graines collectées à partir de plantes au sein des sites d'étude ou avec d'autres collections de référence existants dans le Laboratoire de Recherche et de Conservation des Zones Humides (L.R.C.Z.H). En outre, lors de l'identification, on a fait recours à différents site web relatives aux graines ;

Source	URL
• Atlas of Seeds.	• <a href="http://www.seed-atlas.com/">http://www.seed-atlas.com/</a>
• The Digital Seed Atlas of The Netherlands.	• <a href="http://www.seedatlas.nl/">http://www.seedatlas.nl/</a>
• SeedImages.com from the University of Colorado.	• <a href="http://www.seedimages.com/">http://www.seedimages.com/</a>
• Seed ID from the Department of Horticulture and Crop Science at Ohio State University.	• <a href="http://www.ag.ohio-state.edu/~seedbio/seed_id/index.html">http://www.ag.ohio-state.edu/~seedbio/seed_id/index.html</a>
• Atlas of Seeds and Fruits of Central and East-European Flora.	• <a href="http://books.google.dz/books">http://books.google.dz/books</a>
• Seed identification manual.	• <a href="http://books.google.dz/books">http://books.google.dz/books</a>

### 3.2. Analyse des données

Pour cette étape de l'analyse on a fait recours aux logiciels ; Microsoft Excel, SPSS 17.0.

- **Abondance** : correspond au nombre d'individus (proies ingérés) échantillonnés dans chaque contenu stomacal.
- **Fréquence** : la fréquence de rencontre d'une espèce graine donnée, (qui correspond au pourcentage du nombre de oiseaux traité ayant consommé au moins un exemplaire de cette espèce sur le nombre total de ces oiseaux) indique le mode de distribution de chaque espèce de graines parmi les oiseaux envisagé (Tamisier, 1971).
- **Richesse spécifique** : la richesse spécifique correspond au nombre d'espèces en présence dans un peuplement ou une zone considérée {10}. Dans notre cas, le nombre d'espèces correspond au nombre espèces de graines ingéré par une espèce d'oiseau.

### — Analyse en composantes principales (ACP)

L'analyse en composantes principales communément appelée A.C.P, est une méthode statistique multidimensionnelle qui permet de synthétiser un ensemble de données en identifiant la redondance dans celles-ci (Meziane, 2009). Elle vise à mettre en évidence graphiquement l'information essentielle contenue dans un tableau des données. Son grand mérite est de permettre d'y avoir plus clair, non pas pour chaque variable prise isolément mais pour l'ensemble des variables simultanément (Redouania, 1999).

Les valeurs propres et taux d'inertie qui quantifient la part de l'information expliquée par les différents axes, permettent de décider du nombre d'axes à retenir (Chessel et Bournaud, 1987 *in* Zouaidia, 2003). On cherchera donc quelles sont les variables qui sont très corrélées entre elles et celles qui, au contraire, ne sont pas corrélés aux autres.

Résultats et discussion

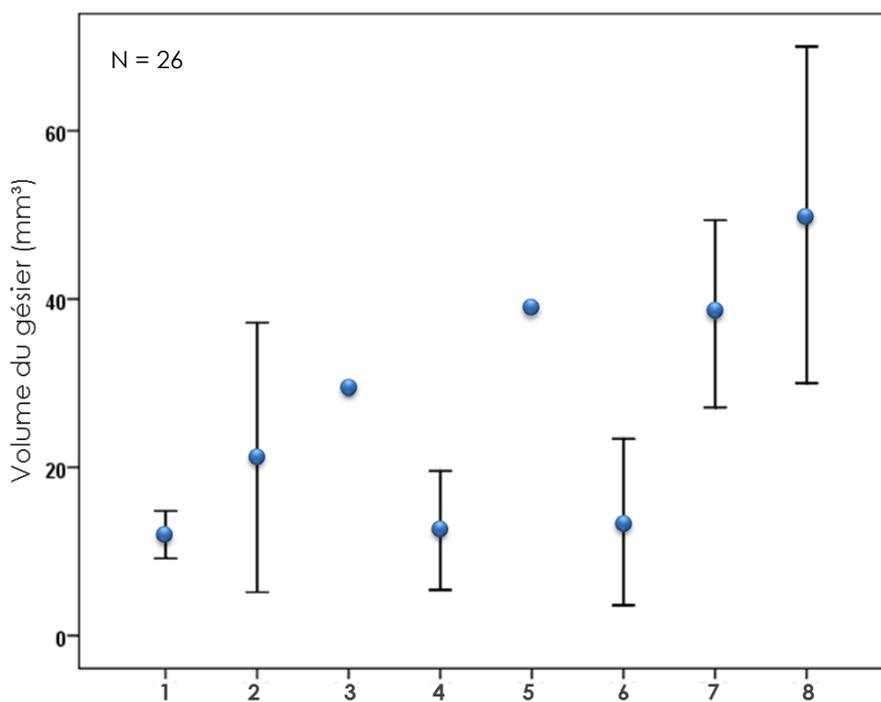
#### 4. Résultats et discussion

Au terme de notre travail sur l'étude du régime alimentaire des oiseaux d'eau dans la Numidie, nous pouvons tirer les principaux résultats. Ces derniers sont analysés sous plusieurs aspects (% , fréquence, abondance, proie végétales, élément inorganique... etc.).

##### 4.1. Volume du gésier

Les résultats obtenus des volumes des gésiers (Fig. 13) montrent que l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, Sarcelle d'hiver *Anas crecca* et canard Souchet *Anas clypeata* ont des gésiers de petite taille ( $\leq 20 \text{ mm}^3$ ).

Les volumes moyens sont notés chez Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, et Fuligule morillon *Aythya fuligula* ( $\geq 40 \text{ mm}^3$ ), alors que les plus grands sont observés chez le canard Siffleur *Anas penelope*, le canard Chipeau *Anas strepera* et la Foulque macroule *Fulica atra*.



**Fig. 13** | Volume du gésier ( $\text{mm}^3$ ) des différentes espèces étudiées.  
 1. *Anas clypeata* 2. *Aythya nyroca* 3. *Aythya fuligula* 4. *Anas crecca*  
 5. *Anas penelope* 6. *Oxyura leucocephala* 7. *Anas strepera* 8. *Fulica atra*.

## 4. 2. Composition du régime alimentaire

### 4.2.1. Poids humide et volume du contenu

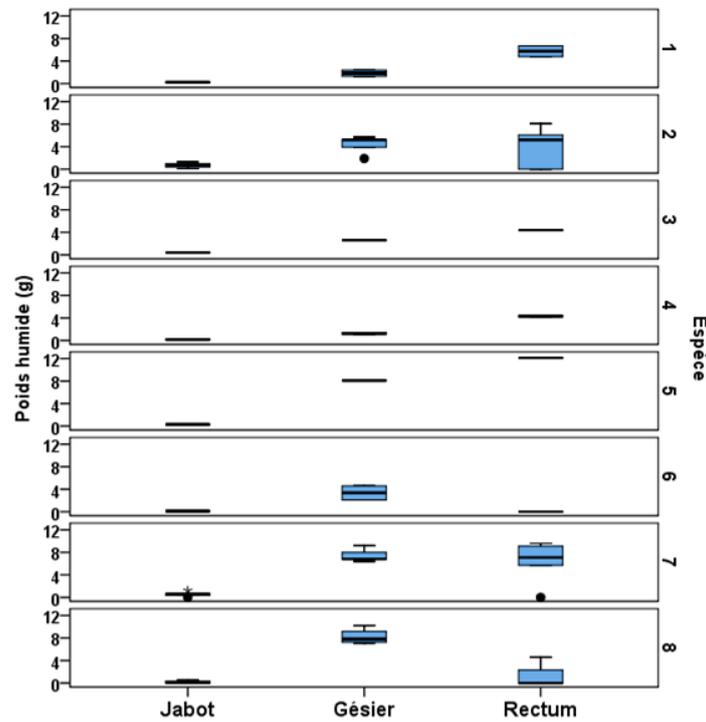
La variation du poids humide et volume du contenu de Jabot, Gésier et Rectum sont du même ordre (Fig. 14, 15), donc ils peuvent être interprétés simultanément.

Le Jabot pour les différentes espèces étudiées a été presque toujours vide.

Concernant le Gésier, les valeurs les plus grandes sont observées chez la Foulque macroule, canard Chipeau ainsi que le canard Siffleur, alors que les plus petites sont notées chez le canard Souchet, Fuligule morillon et la Sarcelle d'hiver.

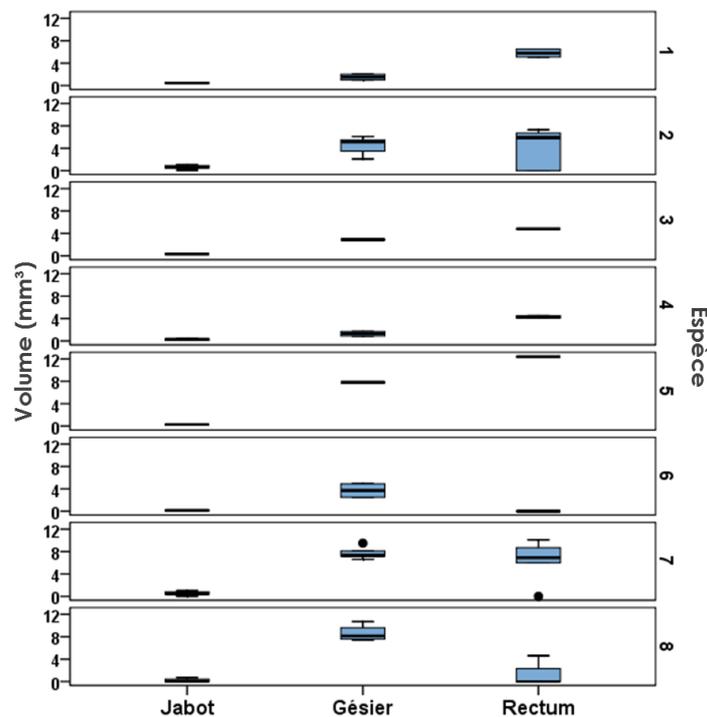
Quant au Rectum, les résultats ont montré que le poids humide et le volume des contenus ont été grands chez le canard Siffleur, moyens chez le canard Souchet, le Fuligule nyroca, le Fuligule morillon, la Sarcelle d'hiver et le canard Chipeau. Les plus petits ont été observés chez la Foulque macroule.

Pour l'Erismature à tête blanche, on n'a pas eu des résultats relatifs au rectum car il a été endommagé lors de la chasse.



**Fig. 14** Box-plots représentent le poids humide (g) de jabot, gésier et rectum des différentes espèces étudiées.

1. Canard souchet 2. Fuligule nyroca 3. Fuligule morillon 4. Sarcelle d'hiver  
5. Canard siffleur 6. Erismature à tête blanche 7. Canard chipeau 8. Foulque macroule.



**Fig. 15** Box-plots représentent le volume (mm<sup>3</sup>) de jabot, gésier et rectum des différentes espèces étudiées.

1. Canard souchet 2. Fuligule nyroca 3. Fuligule morillon 4. Sarcelle d'hiver  
5. Canard siffleur 6. Erismature à tête blanche 7. Canard chipeau 8. Foulque macroule.

#### 4.2.2. Éléments inorganiques (grits)

Le grit (sable, cailloux et débris coquilliers) ingéré par les canards intervient dans le processus mécanique de la digestion. Il facilite le travail du gésier pour broyer (chez les canards granivores) ou dilacérer (chez les herbivores) les aliments (Campredon et *al.*, 1982 ). La taille de ces cailloux semble variable selon le régime alimentaire des espèces.

- Chez les granivores, il se compose essentiellement de grains de quartz, et de débris coquilliers (provenant souvent de l'ingestion de Mollusques entiers) (Tableau. 3).
- Chez les herbivores, il s'agit le plus souvent de sable dont la granulométrie est de 0,1 à 1,0 mm (Tableau. 3).

Les éléments inorganiques figurent constamment dans tout les gésiers traités, rarement dans les jabots et nulle dans les rectums (Fig. 16). Ces éléments se trouvent généralement en quantités variables.

Les valeurs les plus faibles ont été observées chez les Souchets, les Fuligules (*F. nyroca* et *F. morillon*) et les Erismatures, tandis que les plus grandes ont été représentées chez les Siffleurs, les Chipeaux et les Foulques (fig. 16).

Tableau. 3 | Moyenne des éléments inorganiques (grits) ingérés par les différents oiseaux d'eau étudiés.

Espèce	Moyenne des grits (mm)			Nbre de grits
	Larg. $\pm$ SD	Long. $\pm$ SD	Epaiss. $\pm$ SD	
<i>Aythya fuligula</i>	2,56 $\pm$ 1,08	3,11 $\pm$ 1,24	1,55 $\pm$ 0,26	78
<i>Aythya nyroca</i>	2,24 $\pm$ 1,52	3,08 $\pm$ 1,57	1,49 $\pm$ 0,79	533
<i>Oxyura leucocephala</i>	1,23 $\pm$ 0,55	1,49 $\pm$ 0,22	1,07 $\pm$ 0,21	<1000
<i>Anas crecca</i>	1,14 $\pm$ 0,20	1,65 $\pm$ 0,13	0,91 $\pm$ 0,03	<1000
<i>Anas clypeata</i>	1,33 $\pm$ 0,65	1,95 $\pm$ 0,72	0,93 $\pm$ 0,64	403
<i>Anas strepera</i>		Sable fin		<2000
<i>Anas penelope</i>		Sable fin		<2000
<i>Fulica atra</i>		Sable fin		<2000

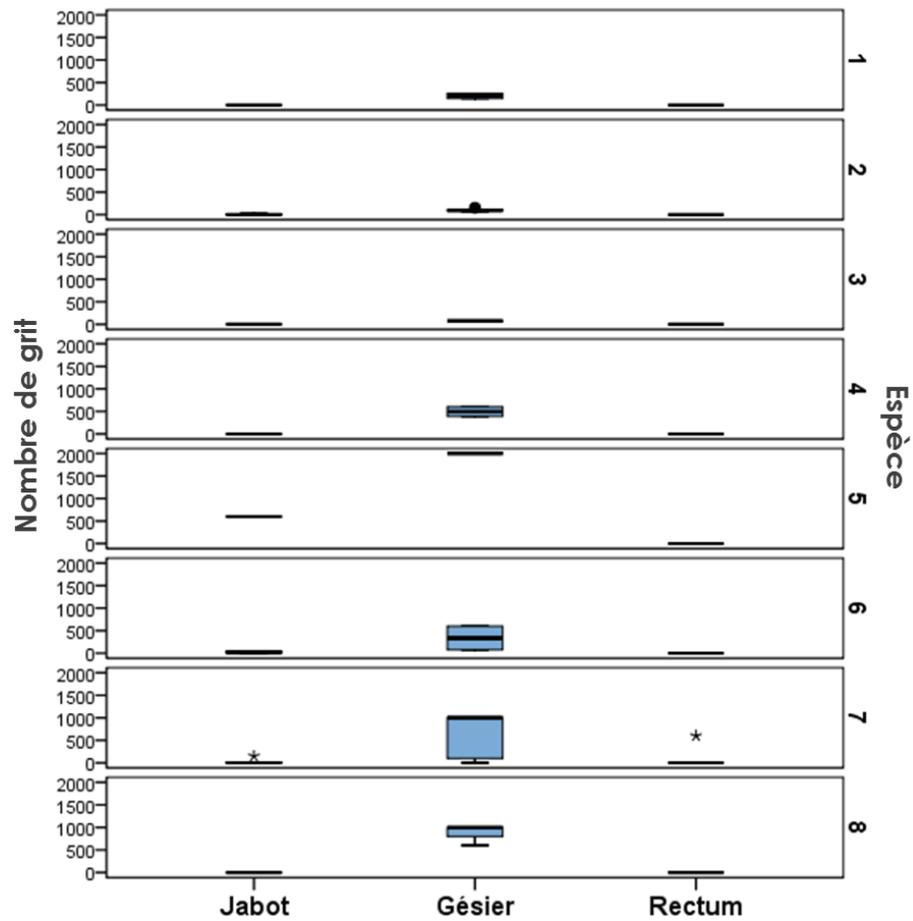


Fig. 16 | Boxplots montrant le nombre de grits trouvés dans le jabot, gésier et rectum des différentes espèces étudiées.

1. Canard souchet 2. Fuligule nyroca 3. Fuligule morillon 4. Sarcelle d'hiver  
5. Canard siffleur 6. Erismature à tête blanche 7. Canard chipeau 8. Foulque macroule.

### 4.3. Détermination des proies

Dans ce travail, les proies animales et les parties végétatives des plantes (à l'exception de canard Siffleur, canard Chipecau et Foulque macroule) sont quantitativement négligeable. On peut donc représenter le régime alimentaire complet par les nombres des graines.

#### 4.3.1. Les graines

Le mot « graine » est employé dans un sens très large qui dépasse nettement sa définition botanique. En effet, les graines, issues de l'ovule fécondé, sont contenues dans le fruit, aussi appelé *carpelle*. Or, certains fruits secs ne s'ouvrent pas à maturité : ils sont dits fruits indéhiscents ou *akènes*. Selon les cas, la description ne s'applique donc pas à la graine elle-même mais au carpelle ou à l'akène qui la contiennent (Campredon et *al.*, 1982).

Les nombres moyens de graines dans les contenus stomacaux (Fig. 17) montrent que l'Erismature a un nombre considérable de graines par rapport aux autres oiseaux traités, tandis que les Fuligules (*F. nyroca*, *F. morillon*) ont des effectifs moins importants. Cependant, la Sarcelles d'hiver et le Souchet ont des valeurs relativement faibles.

Au cours de notre période d'étude, nous avons recensé 09 espèces de graines sur l'ensemble des oiseaux d'eau examiné, dont 07 ont été identifiées. Ces graines appartiennent aux quatre familles ; Cypéracées, Potamogetonacées, Haloragacées et Typhacées.

Allant de *Sp 2* (graine non identifiée), qui est la plus petite (0,98 x 0,98 x 0,32) jusqu'à *Sparganium sp* (5,54 x 2,6 x 2,67), qui est la plus grande, les graines trouvées ont des tailles et des formes variables (Fig. 18, 19).

- Description de graines trouvées :

— *Eleocharis palustris* (Photo n° 19b)

1,35 x 1,04 x 0,74

Fg : ovoïde, base tronquée, sommet arrondi.

S : ovale.

Graine jaune à orangé, assez luisante ornée d'une striation méridienne extrêmement fine.

— *Myriophyllum spicatum* (Photo n° 19c)

2,06 x 1,24 x 1,07

Fg : réniforme, tronqué à la base.

S : en coin, bord externe arrondi.

Graine jaune à brun jaunâtre, lisse et assez mate.

Il est possible de trouver les carpelles accolés (au maximum 4, en général 2).

Fg : forme générale S : section

— *Scirpus lacustris* (Photo n° 19d)

2,41 x 1,63 x 0,97

Fg : ovoïde à obovoïde, mucron pointu.

S : subtrigonale en général bien marqué.

Graine marron à noirâtre, terne et légèrement granuleuse.

— *Scirpus maritimus* (Photo n° 19f)

2,59 x 2,14 x 1,24

Fg : ovoïde à obovoïde, mucron pointu.

S : demi-ovale, carène dorsale à peine visible.

Graine variant du brun roux au noir, lisse et vernissé.

— *Sparganium sp* (Photo n° 19i)

5,54 x 2,6 x 2,67

Fg : ovale.

S : subcirculaire. Graine brune munie de fortes rides longitudinales très grossières, terne.

— *Potamogeton lucens* (Photo n° 19e).

2,83 x 1,95 x 1,11

Fg : semi-arrondie ou obovoïde, carénée sur la face ventrale.

Surface ridée ou verruqueuse, terne, brun-verdâtre.

Quand la graine est usée, il ne reste que la structure embryonnaire en forme d'oreilles.

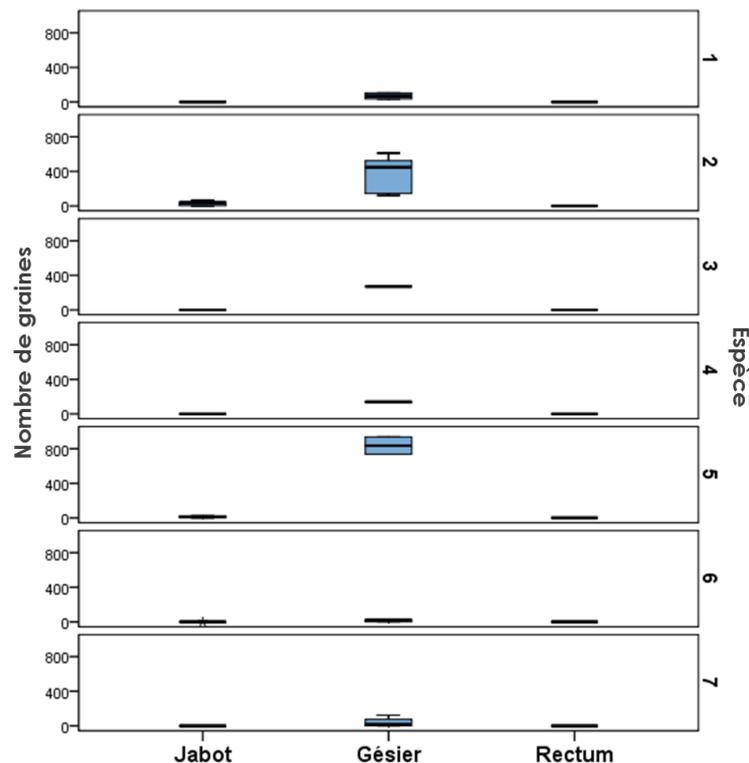
— *Potamogeton sp* (Photo n° 19g)

3,18 x 2,6 x 1,46

Fg : ovoïde à dos obtus, déhiscence visible sur la face dorsale, dépression dans la concavité ventrale.

S : ovale.

Couleur ocre jaune, surface terne et non lisse d'aspect « velouté ».



**Fig. 17** Boxplots montrant le nombre de graines trouvées dans le jabot, gésier et rectum des différentes espèces étudiées.

1. Canard souchet 2. Fuligule nyroca 3. Fuligule morillon 4. Sarcelle d'hiver  
5. Erismature à tête blanche 6. Canard chipeau 7. Foulque macroule.

N.B : Le canard Siffleur ne figure pas dans cette analyse car il ne consomme pas de graines.

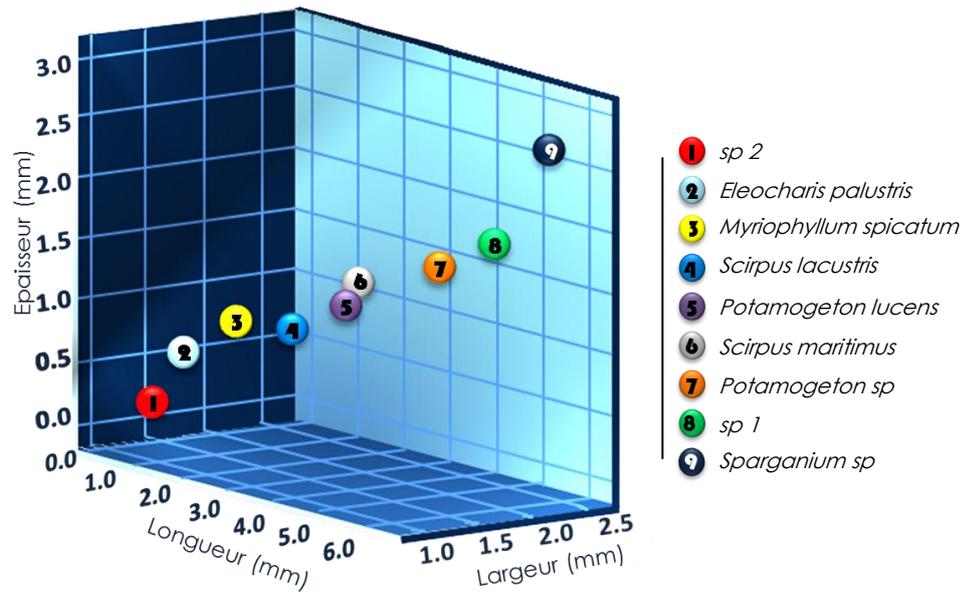


Fig. 18 | Taille des différentes espèces de graines (en 3D) trouvées dans le régime alimentaire des espèces étudiées.



(Photos : A. Kahalerras, 2011)

Fig. 19 | Photos de graines trouvées dans le régime alimentaire des canards et des foulques en Numidie.  
 A. sp 2 B. *Eleocharis palustris* C. *Myriophyllum spicatum* D. *Scirpus lacustris* E. *Potamogeton lucens* F. *Scirpus maritimus* G. *Potamogeton sp* H. sp 1 I. *Sparganium sp*.

## 1. Fuligule nyroca

L'analyse des contenus stomacaux de Fuligule nyroca (N= 6) a relevé une codominance entre le *Myriophyllum spicatum* et le *Potamogeton lucens* avec des fréquences de 36% et 29% respectivement. Les autres graines ; *Scirpus maritimus*, *Scirpus lacustris* et sp1 sont figurées avec des proportions moindres.

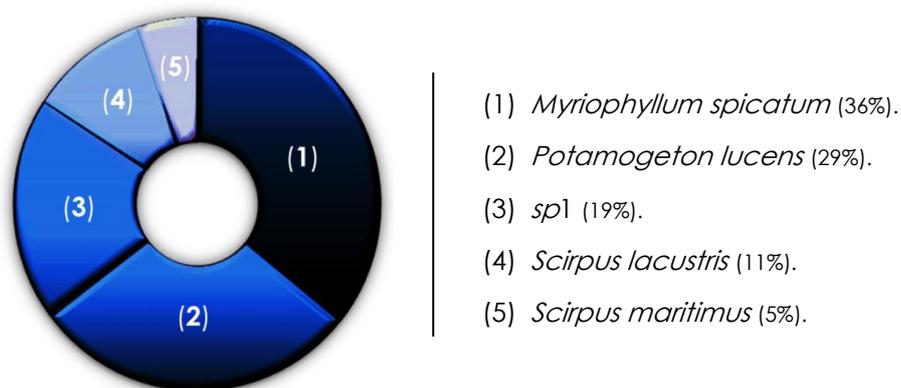


Fig. 20 | Composition en graines du régime alimentaire du Fuligule nyroca *Aythya nyroca*.

## 2. Fuligule morillon

L'analyse du régime alimentaire de Fuligule morillon (N= 1) indique une forte prédominance de *Potamogeton lucens* avec une proportion de 72%, tandis que le scirpe (*Scirpus maritimus* et *Scirpus lacustris*) et les autres graines (Myriophylle et sp1) ont un effectif moins important.

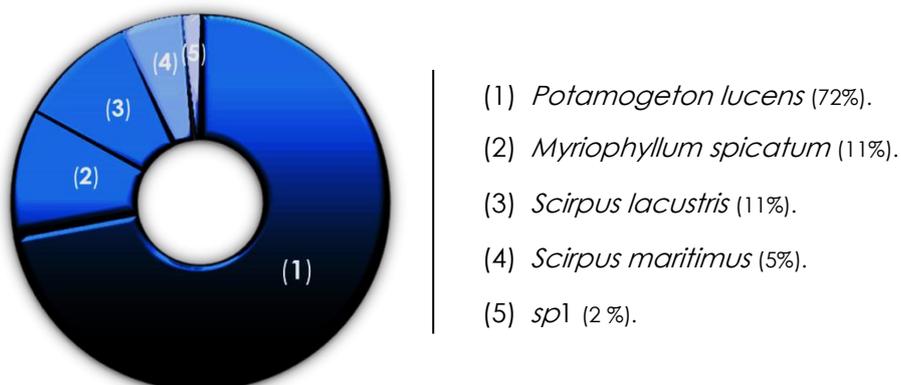


Fig. 21 | Composition en graines du régime alimentaire du Fuligule morillon *Aythya fuligula*.

### 3. Canard Souchet

Le régime alimentaire de canard Souchet (N=3) a été dominé par le Myriophylle avec un pourcentage de 91%. Les quatre autres espèces, deux sont identifiées *Scirpus maritimus*, *Scirpus lacustris* et deux non identifiées *sp1* et *sp2*, présentent des proportions beaucoup moins importantes.

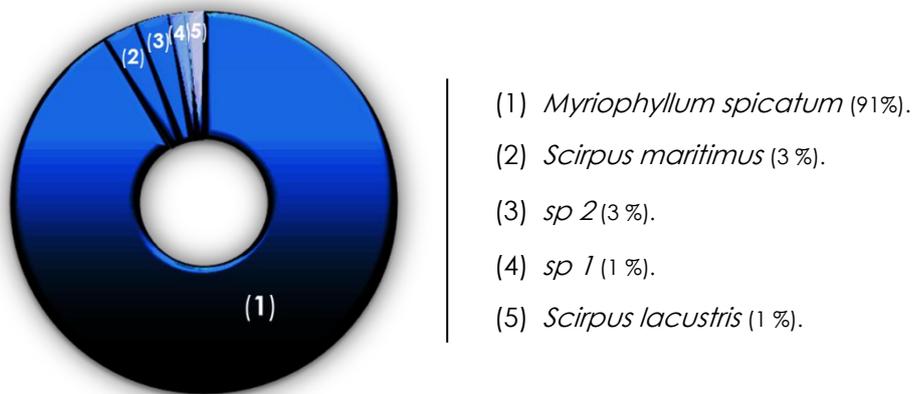


Fig. 22 | Composition en graines du régime alimentaire du canard Souchet *Anas clypeata*.

### 4. Sarcelle d'hiver

Sur les deux individus de sarcelles d'hiver examinés, les résultats obtenus ont montré que le régime alimentaire est composé essentiellement d'*Eleocharis palustris* (89%). Le Scirpe lacustre est représenté avec une faible proportion (11%)

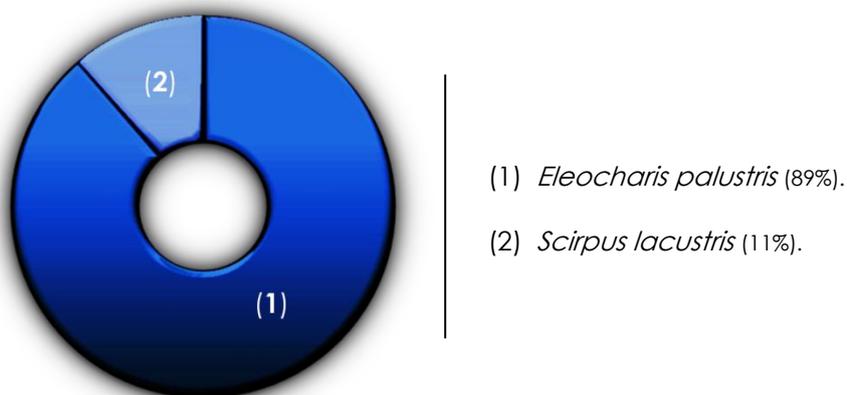


Fig. 23 | Composition en graines du régime alimentaire du Sarcelle d'hiver *Anas crecca*.

### 5. Erismature à tête blanche

Le régime alimentaire des Erismatures (N= 4) est fortement dominé par le Myriophylle qui représente 99% de la biomasse consommée. Les autres espèces (*Potamogeton sp*, *Scirpus lacustris* et *Sparganium sp*) ne constituent qu'une faible part de leurs alimentations.

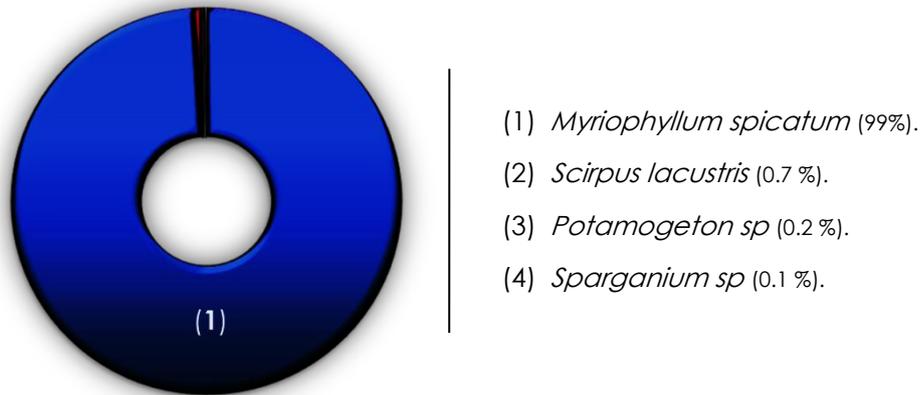


Fig. 24 | Composition en graines du régime alimentaire d'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*.

### 6. Canard Chipeau

Les graines de l'*Eleocharis palustris* sont représentées par un nombre considérable (73%) dans le régime alimentaire des canards Chipeaux (N= 5), alors que les autres graines *Potamogeton sp* et *Scirpus lacustris* ont une moindre importance.

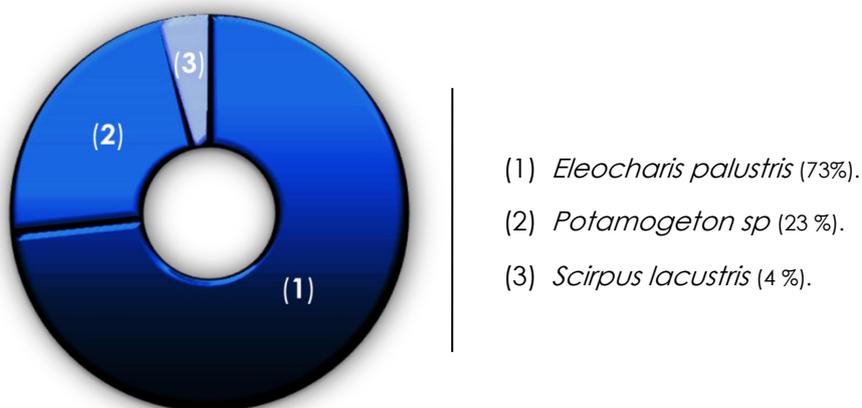
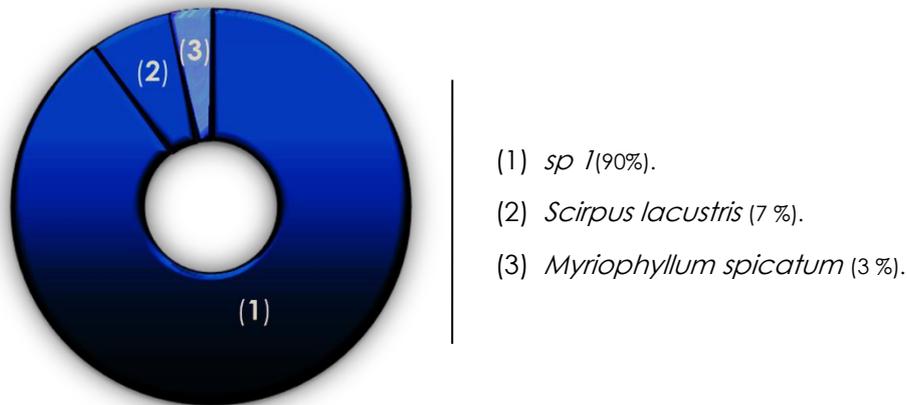


Fig. 25 | Composition en graines du régime alimentaire du Canard Chipeau *Anas strepera*.

## 7. Foulque macroule

Sur les quatre (04) individus traités, l'espèce de graine qui domine le régime alimentaire des Foulques était l'*sp1* qui, par malheur, elle n'a pas pu être identifiée (90% de l'ensemble de graines trouvées).



**Fig. 26** | Composition en graines du régime alimentaire du Foulque macroule *Fulica atra*.

— Des fragments de parties végétatives des plantes ont été trouvés en quantités considérables dans le régime alimentaire du Foulque, Chipeau ainsi que le Siffleur, qui malheureusement n'ont pas pu être identifiés. La seule espèce de plante qui l'a été identifiée est l'*Eleocharis palustris*.

Les autres espèces d'oiseaux n'ont représenté qu'une proportion infime de ces fragments de plantes dans leurs régimes alimentaires.

— Les proies animales ne composent qu'une partie très réduite du régime alimentaire hivernal des canards et des foulques. Les granivores ingèrent surtout des Mollusques et des larves d'insectes (02 larves de Coléoptères seulement ont été trouvées dans le gésier du Nyroca). Cependant, d'une manière générale, les espèces herbivores n'en consomment pratiquement jamais.

#### 4.4. Analyse globale des données

##### A. Richesse spécifique

La richesse spécifique du régime alimentaire de Fuligule nyroca, Fuligule morillon et canard Souchet a été élevée (05 graines), moyenne chez l'Erismature à tête blanche, canard Chipeau et la Foulque macroule, faible chez la Sarcelle d'hiver (02 graines) et nulle chez le canard Siffleur (Tableau. 4).

##### B. Fréquence

Les espèces de graines qui ont été fréquemment ingérées sont *Scirpus lacustris* et *Myriophyllum spicatum* avec un rapport de 7/8 et 5/8 respectivement. Les moins consommées sont *sp 1* et *Scirpus maritimus* avec 4/8 et 3/8, tandis que les espèces de graines rarement trouvées dans le régime alimentaire des oiseaux d'eau traités sont *Eleocharis palustris*, *sp 2*, *Potamogeton lucens*, *Potamogeton sp* et *Sparganium sp* (Tableau. 4).

Tableau. 4 | Composition en graines du régime alimentaire des différentes espèces étudiées

	<i>Anas clypeata</i>	<i>Aythya nyroca</i>	<i>Aythya fuligula</i>	<i>Anas crecca</i>	<i>Anas penelope</i>	<i>Oxyura leucocephala</i>	<i>Anas strepera</i>	<i>Fulica atra</i>	Fréq.
<i>Eleocharis palustris</i>	0	0	0	125	0	0	55	0	2/8
<i>sp 1</i>	2	172	4	0	0	0	0	27	4/8
<i>sp 2</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	1/8
<i>Myriophyllum spicatum</i>	128	317	29	0	0	1653	0	1	5/8
<i>Potamogeton lucens</i>	0	256	191	0	0	0	0	0	2/8
<i>Potamogeton sp</i>	0	0	0	0	0	4	17	0	2/8
<i>Scirpus lacustris</i>	2	93	27	16	0	13	3	2	7/8
<i>Scirpus maritimus</i>	4	47	14	0	0	0	0	0	3/8
<i>Sparganium sp</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1/8
<b>Rich. Spéc.</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	

### C. Traitement des données par l'ACP

L'analyse de l'ACP est effectuée à l'aide d'une matrice de 08 espèces d'oiseaux traités et 09 espèces de graines. Dans cette analyse nous avons retenu les 2 premiers axes qui contribuent respectivement à 42,95%, 25,95% de l'inertie totale (Tableau. 5).

#### Plan 1x2

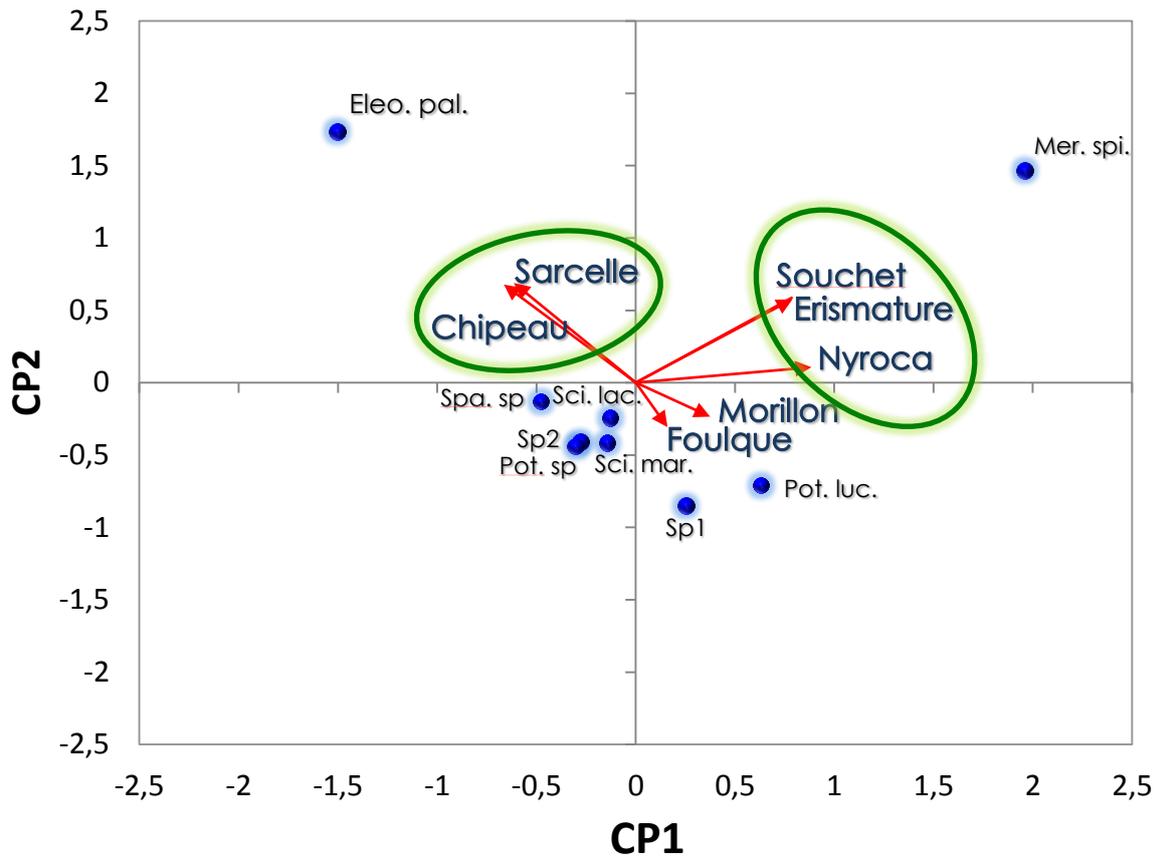
La première composante principale (Axe 1) est positivement corrélée avec le canard Souchet, l'Erismature à tête blanche et le Fuligule nyroca, tandis que la deuxième composante (Axe 2) est corrélée avec le canard Souchet, la Sarcelle d'hiver, l'Erismature à tête blanche et le canard Chipeau (Tableau. 5, Fig. 27).

Le plan 1x2 a séparé deux groupes d'oiseaux qui possède un régime alimentaire similaire ;

- **Groupe 1** : regroupe le canard Souchet, l'Erismature et le Fuligule nyroca qui préfèrent *Myriophyllum spicatum*.
- **Groupe 2** : constitue de canard Chipeau et la Sarcelle d'hiver qui montrent ainsi une préférence à consommer *Eleocharis palustris*.

Tableau. 5. Valeur propre et inertie associée aux facteurs.

	CP 1	CP 2
C. Souchet ( <i>Anas clypeata</i> )	<b>0,455</b>	<b>0,433</b>
F. Nyroca ( <i>Aythya nyroca</i> )	<b>0,510</b>	0,080
F. Morillon ( <i>Aythya fuligula</i> )	0,216	-0,177
Sarcelle d'hiver ( <i>Anas crecca</i> )	-0,355	<b>0,518</b>
Erismature t. b. ( <i>Oxyura leucocephala</i> )	<b>0,453</b>	<b>0,441</b>
C. Chipeau ( <i>Anas strepera</i> )	-0,383	<b>0,509</b>
Foulque macroule ( <i>Fulica atra</i> )	0,092	-0,231
Valeur propre	3,006	1,771
% variance	42,944	25,294
% cumulé	42,944	68,238



**Fig. 27** | Analyse en Composantes principales (Plan 1 x 2).  
 Les noms d'espèces de graines sont abrégés  
 (exp. Eleo. pal.= *Eleocharis palustris*).

## Discussion

La contribution de différents aliments au régime alimentaire des oiseaux a été analysée selon les types d'aliments (c.à.d. graines, parties végétatives et proies animales), ainsi que les grits, en utilisant différentes mesures (% , fréquence, abondance).

Dans ce travail, la Sarcelle d'hiver, l'Erismature à tête blanche et le Fuligule nyroca semblaient être presque exclusivement granivores. Pour la première espèce, nos résultats sont conformes à ceux trouvés par Alain Tamisier (1971) dans la Camargue, qui a montré que les Sarcelles d'hiver apparaissent comme franchement granivores en hiver (d'octobre à janvier). Mouronval et *al.*, 2007 ont rapporté que parmi les 55 tube digestifs traités, 48 (87%) ont été dominés par les graines (*Potamogeton pusillus*, *Eleocharis palustris*, *Polygonum persicaria*). D'autres études sont en accord avec les nôtres (Paulus, 1983 ; Green et *al.*, 2002 ; Charalambidou & Santamaria, 2005 ; Brochet et *al.*, 2009).

Peu de travaux ont été consacrés à l'alimentation d'Erismature et Nyroca, probablement dû au manque considérable du matériel biologique (c.à.d. les tubes digestifs) à traiter parce que les deux espèces sont mondialement protégées. D'après Cramp et Simmons (1977), l'alimentation du Nyroca est très variée, le matériel végétal y est toutefois dominant. C'est le cas de notre étude où on a trouvé que leur régime alimentaire était parmi les régimes les plus diversifiés. Boumezbeur (1993) a cité que l'alimentation du Fuligule nyroca se compose surtout de plantes (graines et parties végétatives) tel que ; *Potamogeton sp*, *Carex sp*, *Ceratophyllum sp*, *Hydrocharis sp*, *Polygonum sp*, *Bolboschoenus maritimus*, *Echinocola sp*, *Nymphaea alba*, *Chara sp*, et *Lemna sp*. Les proies animales dont la taille ne dépasse pas les 3 cm de long (petits poissons, des têtards, des mollusques, ainsi que des libellules, et des punaises d'eau (Millais, 1913 ; Witherby, 1939 ; Johnsgard, 1965 ; Dementiev et Gladkov, 1952 ; Bauer et Glutz, 1969). La spécialisation des Erismatures sur les graines de Myriophylle *Myriophyllum spicatum* (une plante abondante dans notre site d'étude) ne fait aucun doute. Cette constatation est en accord avec celle rapportée par Sanchez et *al.*, (2000), qui ont montré que l'Erismature à tête blanche se nourrit principalement de graines (*Potamogeton pectinatus* en particulier).

Les contenus stomacaux de canard Souchet et Fuligule morillon contenaient également beaucoup de graines. Cependant, ces deux espèces ont été décrites par Mouronval et *al.* (2007) comme benthivores (qui se nourrit sur le fond), mais elles consomment très

fréquemment de graines. D'autres études ont montré que, lorsqu'elle est présente, la moule zébrée *Dreissena polymorpha* forment une partie importante du régime alimentaire Fuligule morillon (Olney, 1963; Thomas, 1982). La même chose pour le Souchet ; Paulus (1983) ainsi que Figuerola et al. (2003) ont trouvé que ce canard se nourrit de planctons (éhippies de *Daphnia magna* et d'autre Cladocères) et de certaine graines (*Scirpus sp*, *Arthrocnemum sp*).

Le Siffleur semble être essentiellement herbivores, comme l'étaient le canard Chipeau et la Foulque macroule, malgré le fait que le régime alimentaire de ces deux dernières espèces également inclus les graines. Dans la région de Doñana (sud-ouest de l'Espagne), Figuerola et al. (2003) ont montré qu'aucune graine ne s'est représentée dans le régime alimentaire de canard Siffleur, ce qui correspond aux nos résultats. De même, Mouronval et al. (2007) ont trouvé que les parties végétatives de potamot nain *Potamogeton pusillus* ont dominé leur alimentation. Cette dernière étude montre également que 82% des contenus stomacaux collectés de canard Chipeau contenaient de graines mais en petit nombre (< 10 graine par chaque contenu stomacal). Les plus importantes sont : *Eleocharis palustris*, *Potamogeton pusillus* et *Naias marina*. D'autres résultats ont supporté cette étude en décrivant l'importance des algues et des parties végétatives comme l'alimentation essentielle pour le canard Chipeau (Thomas, 1982; Paulus, 1980, 1982, 1983; Allouche et Tamisier, 1984 ; Figuerola et al., 2003). Cependant, Kusters (2000), et aussi Santoul & Tourenq (2002), ont trouvé que le régime alimentaire du Foulque se constitué principalement de Characées dans les carrières alluviennes du Perthois (Nord de la France), alors que dans d'autres types de zones humides (lacs, marais) les foulques se nourrissent essentiellement sur les plantes vasculaires (*Potamogeton spp*, *Zannichelia spp*, et des herbes comme *Glyceria spp* et *Agrostis spp*) ou sur les algues non-Characées (Thomas, 1982; Allouche & Tamisier 1984; Draulans & Vanherck 1987). En Danemark, Angleterre et en France, les Foulques ingèrent ainsi de graines de plantes communes des zones humides tel que *Eleocharis spp*, *scirpus spp* et *chenopodium spp* (Charalambidou & Santamaria, 2005). Les mêmes résultats ont été enregistrés en Espagne, en Australie et en Amérique du Nord (Green et al., 2002).

Les graines du Scirpe (*S. lacustris* et *S. maritimus*), ainsi que le Myriophylle (*M. spicatum*) Sont les plus consommés par les canards et les foulques en Numidie, probablement parce que ces plantes sont très abondantes dans cette région. Selon Samraoui & Samraoui (2007), le scirpe lacustre est la première végétation émergente dans le lac Tonga. Cette plante est cité par plusieurs auteurs comme étant utilisé par les oiseaux aquatiques, tel que, les

Erismatures (Sanchez et *al.*, 2000), les Souchet (Figuerola et *al.* 2003) et les Sarcelles (Charalambidou & Santamaria, 2005 ; Brochet, 2009).

Tableau. 6. Comparaison de graines.

	Graines (mm)				
	Cyperaceae		Potamogetonaceae	Haloragaceae	Typhaceae
	<i>Ele. pal.</i> (Long x Larg)	<i>Sci. spp.</i> (Long x Larg)	<i>Pot. spp.</i> (Long x Larg)	<i>Myr. spi.</i> (Long x Larg)	<i>Spa. spp.</i> (Long x Larg)
Martin & Barkley, 1973	Medium-small	Medium size	—	—	6.0 -10 x 6.0 – 8.0
Campredon et <i>al.</i> , 1982	1.5 x 1.1	2.2-3.1 x 1.5-2.2	1.6-3.2 x 1.2-2.4	1.8 x 1.1	5.0 x 2.5
Bojňanský & Fargašová, 2007	—	—	1.5-6.0 x 1.2-4.0	—	4.0-9.0 x 1.3-5.2
Brochet et <i>al.</i> , 2009	1.18 (Long)	2.48 (Long)	1.55-3.40 (Long)	1.84 (Long)	—
Bouriach et Habess, 2010	5.52 x 4.98	1.45-2.6 x 1.2-1.9	1.37-1.75 x 1.14-1.25	—	—
Notre étude	1.35 x 1.04	2.4-2.6 x 1.63-2.14	2.83-3.18 x 1.95-2.6	2.06 x 1.24	5.54 x 2.2

En comparant les moyennes des graines trouvées dans les régimes des oiseaux dans notre région (Tableau. 6) avec celles décrites par ; Campredon et *al.* (1982), Brochet et *al.* (2009) en France ; Bojňanský & Fargašová (2007) en Europe centrale et orientale, et par Martin & Barkley (1973) dans « *seed identification manual* », on trouve une certaine similarité de taille. Cependant, Bouriach et Habess (2010) ont cité des tailles différentes à nos résultats.

Les oiseaux, de façon générale, sont capables de distinguer la nourriture parmi les autres particules, tel que le grit, par la vue et l'odorat (Martin, 2007 ; Steiger et *al.*, 2008 in Martinez-Haro et *al.*, 2010). L'utilisation de particules du grit par les canards et foulques peut être influencée par plusieurs caractéristiques, comme la composition, la taille des particules, la couleur ou la forme (Gionfriddo et Best, 1999). Cependant, ces caractéristiques pour une espèce donnée varient considérablement entre les localités (Mateo et *al.*, 2001). En outre, la taille de ces particules est une caractéristique importante pour chaque espèce qui est influencée par le régime alimentaire (Meinertzhagen, 1954 in Tamisier, 1971 ; Thomas et *al.*, 1977 ; Mateo et *al.*, 2000a ; Luttk & de Snoo, 2004).

Nos résultats montrent que la plupart des grains trouvés dans les gésiers variaient de 0,5 à 3,1 mm de taille. Les plus grandes sont enregistrées chez les espèces granivores, alors que les espèces herbivores consomment des particules plus fines et abondantes. ceci est en accord avec plusieurs études (Pain 1990 ; Gionfriddo et Best, 1996 ; Mateo et *al.*, 2000a ; Luttik et de Snoo, 2004 ; Figuerola et *al.*, 2005). Le fait de n'avoir trouvé qu'occasionnellement et en quantités minimales des éléments inorganiques dans les jabots signifie assez clairement que leur transit à ce niveau est rapide (beaucoup plus que la nourriture proprement dite) (Meinertzhagen, 1954 *in* Tamisier, 1971).

Malgré tout, la taille de notre échantillon et le caractère local de cette étude incitent à la prudence dans l'interprétation des résultats, même si ceux-ci sont en accord avec les travaux réalisés ailleurs. Beaucoup reste à faire, et le travail que nous présentons ici, n'est qu'une contribution à une meilleure connaissance du régime alimentaire hivernal des oiseaux d'eau en Numidie. Enfin, on espère que ces données peuvent servir comme base pour d'autres travaux dans le futur.

Conclusion

# Conclusion

Notre travail vise à mieux connaître le régime alimentaire des oiseaux d'eau au niveau de trois zones humides de la Numidie (lac Tonga, marais de la Mekhada et le lac Fetzara).

Malgré que, très peu d'études sur ce domaine étaient disponible en Algérie, on a trouvé des résultats plus au moins similaire à celles rapportés par plusieurs études faites ailleurs.

Cette étude nous a permis de recenser (09) espèces de graines trouvées dans le régime alimentaire de sept espèces de canards et une espèce de foulque.

Nous avons également trouvé que l'Erismature à tête blanche et le Fuligule nyroca (deux espèces protégées) ont des régimes différents. Le premier est spécialisé sur les graines du Myriophylle, tandis que le nyroca avait le régime le plus diversifié. En outre, les graines du Scirpe et de Myriophylle sont les plus fréquemment ingérées par les oiseaux d'eau traités.

Enfin, il est certain que d'autres recherches seront approfondir et améliorer encore plus le présent travail.

Résumés

# Résumé

Les zones humides méditerranéennes comptent parmi les milieux les plus productifs de notre planète. Dans cette étude pionnière nous nous sommes focalisés sur la période d'hivernage (2010/2011) des oiseaux d'eau dans la région de la Numidie (Nord-Est algérien), on décrivant le régime alimentaire de huit espèces de canards ainsi que de la Foulque macroule *Fulica atra*.

Sur un total de 26 tubes digestifs recueillis et analysés, sauf ceux du canard Siffleur *Anas penelope* ne contenaient pas de graines. Pour les sept autres espèces, la quantité de graines variait considérablement. Concernant la composition en graine du régime alimentaire, deux espèces (*Scirpus lacustris* et *Myriophyllum spicatum*) ont toujours été parmi les graines les plus consommées. Les proies animales ne constituées qu'une très faible proportion dans le régime alimentaire hivernal.

L'Erismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) consomme spécialement les graines de Myriophylle. Le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) est un oiseau granivore généraliste.

**Mots clés :** Régime alimentaire - Oiseaux d'eaux – Numidie – Erismature à tête blanche – Fuligule nyroca.

# Abstract

Mediterranean wetlands are among the most productive environments in our planet. In this pioneering study we focused on the wintering period (2010/2011) of waterbirds in the region of Numidia (northeast Algeria), describing the diet of eight species of ducks as well as the Coot *Fulica atra*.

On a total of 26 guts collected and analyzed, only those of the Wigeon (*Anas penelope*) did not contain seeds. For the seven remaining species, seeds quantity varied substantially. Regarding seed composition of diet, two species (*Scirpus lacustris* and *Myriophyllum spicatum*) have always been among the most consumed seeds. Animal prey constituted only a very small proportion in the winter diet.

The White-headed Duck (*Oxyura leucocephala*) consumed especially water milfoil seeds. Ferruginous Duck (*Aythya nyroca*) is a generalist granivorous bird.

**Keywords:** Diet - Water Birds - Numidia - White-headed Duck - Ferruginous Duck.

## ملخص

المناطق الرطبة المتوسطة تعد من بين المناطق الأكثر حيوية في العالم. ركزنا في هذه الدراسة على فترة تشتية الطيور المائية (2010/2011) داخل منطقة نوميديا (شمال-شرق الجزائر)، حيث قمنا بوصف النظام الغذائي لثمانية أنواع من طيور البط، وأيضاً طائر الغرية *Fulica atra*.

من ما مجموعه 26 وعاء معويًا تم جمعه و تحليله، فقط تلك التي تخص طائر البط (*Anas penelope*) لم تحتوي على بذور. بالنسبة للأنواع السبعة المتبقية، كمية البذور تباينت بشكل كبير. بخصوص تواجد البذور في الانظمة الغذائية، سجلنا ان النوعين (*Scirpus maritimus* و *Myriophyllum spicatum*) كانا من بين البذور الأكثر استهلاكاً. الفرائس الحيوانية شكلت سوى نسبة صغيرة جدا في النظام الغذائي الشتوي.

يتغذى طائر البط ذا الراس الأبيض *Oxyura leucocephala* على بذور الميلفويل بشكل خاص. البطة الحديدية *Aythya nyroca* هو طائر يقتات على الحبوب بشكل عام.

الكلمات المفتاحية: نظام غذائي - الطيور المائية - نوميديا - البط ذا الراس الأبيض - البطة الحديدية.

## Références bibliographiques

## Références bibliographiques

- Abbaci H., 1999. Ecologie du Lac Tonga: Cartographie de la végétation, Palynothèque et utilisation de l'espèce lacustre par l'avifaune. Thèse de Magister, Université Badji Mokhtar, Annaba. 143 p.
- Aissaoui R., Houhamdi M. et Samraoui B., 2009 : Eco-Éthologie des Fuligules Nyroca *Aythya nyroca* dans le Lac Tonga (Site Ramsar, Parc National d'El-Kala, Nord-Est de l'Algérie). European Journal of Scientific Research. ISSN 1450-216X Vol.28 No.1, pp.47-59.
- A.J.C.I. 1985. L'Agence Japonaise de Coopération International (AJCI).
- Allouche L. & Tamisier A., 1984. Feeding convergence of Gadwall, Coot and other herbivorous waterfowl species wintering in the Camargue: a preliminary approach. Wildfowl 35: 135–142.
- Anstey S., 1989. The status and conservation of the White-headed Duck *Oxyura leucocephala*. IWRB Specialpubs, No, 10.
- Baaziz N. & Samraoui B., 2008. The Status and Diurnal Behavior of Wintering Common Coot *Fulica atra* in the Hauts Plateaux, North east Algeria. European Journal of Scientific Research. ISSN 1450-216X Vol.23 No.3 (2008), pp.495-512.
- Bagnouls F. & Gaussen H., 1957. Les climats biologiques et leurs classifications. Ann. Géogr. Fr. N°335 : 193-220.
- Baldassarre G. and Bolen E., 2006. Waterfowl ecology and management, 2nd ed.- Krieger Publ.
- Bauer K. & Glutz von B. U.N., 1969. Handbuch der Vogel Mitteleuropas. band 3. Verlagsgesellschaft. Frankfurt.

- Boumezebeur A., 1993. Ecologie et biologie de la reproduction de l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* et du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* sur le Lac Tonga et le Lac des oiseaux, Est algérien. Thèse de doctorat, Université Montpellier, 254 p.
- Bouriach M. et Habess AG., 2010. Régime alimentaire des Canards et des Foulques hivernants au lac Tonga et le marais de la Mekhada (2009/2010). Mémoire de Master. Université Guelma.
- Brochet A., Guillemain M., Fritz H., Gauthier-Clerc M. and Green A., 2009. The role of migratory ducks in the long-distance dispersal of native plants and the spread of exotic plants in Europe. *Ecography* 32: 919\_928.
- Campredon S., Campredon P., Tamisier A. 1982. Manuel d'analyse des contenus stomacaux de canards et de foulques (in french). Office National de la Chasse, Paris.
- Campredon P., 1984. Regime alimentaire du Canard siffleur pendant son hivernage en Camargue. *Oiseau* 54: 189-200.
- Chaib N., 2002. Contribution à l'étude écologique et hydrochimique de quelques hydrosystèmes de la Numidie (Région d'El Kala et de Guerbes-Sanhadja). Thèse de Magister. Université Badji Mokhtar. Annaba. 118 p.
- Chakri K., 2007. Contribution à l'étude écologique de *Daphnia magna* (Branchiopoda : Anomopoda) dans la Numidie, et inventaire des grands branchiopodes en Algérie. Thèse de Doctorat. Univ. Badji Mokhtar. Annaba. 173 p.
- Chalabi B. & Van Dijk G., 1988. Les zones humides dans la région de Annaba et El-Kala en mai 1987. Institut National Agronomique, Dept. Des Forets, El Harrach, Algérie.
- Charalambidou I. & Santamaria L., 2005. Field evidence for the potential of waterbirds as dispersers of aquatic organisms. *Wetlands*, Vol. 25, No. 2, pp. 252–258.

- Chessel D. & Bourneaud M., 1987. Progrès récents en analyse de données écologiques. Communication au 4ème colloque de l'AFIE « La gestion des systèmes écologiques ».
- Cramp S. & Simmons K. E. L., 1977. Handbook of Europe, the Middle East and North Africa. (Vol 1). Oxford Univ. Press.
- Cramp S. & Simmons K. E. L., 1980. The birds of the Western Palaearctic. Vol 2. Oxford university press. London.
- De Bélair G. et Bencheikh-Lehocine M., 1987. Composition et déterminisme de la végétation d'une plaine côtière marécageuse. La Mafragh (Annaba, Algeria). Bull. Ecol. t. : 393-407.
- del Hoyo J., 1992. Phoenicopteridae (Flamingos). Pp. 508-526 in del Hoyo, J., Elliott, A. and Sargatal, J., eds. Handbook of the birds of the world. Barcelona, Spain: Lynx Edicions.
- Dementiev G. & Gladkov N., 1952. Birds of the Soviet Union. Vol. IV. Sovetskaya Nauka, Moscow.
- Djamai., 2007. Contribution à l'étude de la salinité des sols et des eaux du système endoréique du lac Fetzara. Thèse de Doctorat. Université. Badji Mokhtar. Annaba.
- Dupuy A., 1969. Catalogue ornithologique du Sahara Algérien. L'oiseau et R.F.O. 39: 140- 160.
- D.G.F (Direction Générale des Forêts), 2003. Réserve Intégrale du Lac Obéira. Wilaya d'El Tarf. 7p.
- Draulans D. & Vanherck L., 1987. Food and foraging of Coot *Fulica atra* on fish ponds during autumn migration. Wildfowl 38: 63–69.
- Ebbinge B., Canters K. and Drent R., 1975. Foraging routines and estimated daily food intake in Barnacle Geese wintering in the northern Netherlands. Wildfowl. 26 : 5-19.

- Elton C., 1927. Animal ecology. Sidgwick and Jackson, London
- Emberger L., 1955. Une classification biogéographique des climats. Rev. Trac. Bot.géo. Zool. Fasc. Scie : Montpellier, série botanique.
- Etchecopar R. D. & Hüe F., 1964. Les oiseaux du Nord de l’Afrique. Boubée & Co, Paris.
- Figuerola, J., Green, A.J. & Santamaria, L. 2003. Passive internal transport of aquatic organisms by waterfowl in Doñana, Southwest Spain. *Global Ecology & Biogeography* 12: 427–436.
- Figuerola J., Mateo R., Green A., Mondain-Monval J., Lefranc H. and Mentaberre G., 2005. Grit selection in waterfowl and how it determines exposure to ingested lead shot in Mediterranean wetlands. *Environ Conserv* 32:226–234.
- Gionfriddo J. & Best L., 1996. Grit-use patterns in North American birds: the influence of diet, body size, and gender. *Wilson Bulletin* 108: 685–696.
- Gionfriddo J., and Best L., 1999. Grit use by birds: a review. *Curr Ornithol* 15:89–148
- Green A. J., Fox A. D, Hilton G., Hughes B., Yarar M. & Solathe T., 1996. Threats to burdur lake ecosystem, turkey and its water birds, particularly the white-headed duck *Oxyura leucocephala*. *Biological conservation* 76 (1996) 241-252.
- Green, A. J., J. Figuerola, and M. I. Sanchez. 2002. Implications of waterbird ecology for the dispersal of aquatic organisms. *Acta Oecologia* 23:177–189.
- Guillemain M., Martin G. and Fritz H., 2002. Feeding methods, visual fields and vigilance in dabbling ducks (Anatidae). *Functional Ecology*. Vol. 16, Issue 4, p. 522–529.
- Harrison C., 1982. An atlas of the birds of the Western Palearctic. William Collins Sons & Co Ltd. Great Britain.

- Heinzel H., Richard F., Parslow J., 2005 : Guide Heinzel des oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-orient. Delachaux et Niestlé, Paris, France.
- Horsfall J. A., 1986. Coot. In P. Lack (ed.), the atlas of wintering birds in Britain and Ireland. Calton. Poyser.
- Höss M., Kohn M., Pääbo S., Knauer F. and Schröder W., 1992. Excrement analysis by PCR. Nature 359:199.
- Irwin S. & O'Halloran J., 1997. The Wintering Behavior of Coot *Fulica atra* L. At Cork Lough, South-West Ireland. Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy, Vol. 97B, No. 2, 157–162.
- Isenmann P. & Moali A. 2000. Birds of Algeria. Société d'Etudes Ornithologiques de France. Paris, France.
- Johnsgard, 1965, Handb. Waterfowl Behavior, 394 pp. Vaurie, 1965, Birds Pal. Fauna, Non-Passeriformes, pp. 89-143.
- Johnsgard P., 1978. Ducks, geese and swans of the World. Lincoln and London: University of Nebraska Press.
- Kear, J. 2005. Ducks, geese and swans (Vol. 1 and 2). Oxford Univ. Press.
- Kelly J., 2000. Stable isotopes of carbon and nitrogen in the study of avian and mammalian trophic ecology. Can J Zool 78:1–27.
- Kusters, E. 2000. Influence of eutrophication of gravel pit lakes on bird numbers. In F.A. Comin, J.A. Herrera & J. Ramirez (eds.), Proceedings of the 2nd Limnology and Aquatic Birds Symposium: Monitoring, Modelling and Management, pp. 221–230. Universidad Autonoma del Yucatan, Merida, Mexico.
- Li Zuo W., Li D., Mundkur T., Elena A., Mukhina K., Yerokhov S., Solokha A., Zulfiqar A. & Chaudhry A., 2006. Conservation of the White-headed Duck *Oxyura leucocephala* in Central and South Asia. Scottish Natural Heritage. Water birds around the world. The Stationery Office, Edinburgh, UK. pp. 624-628.

- Luttik R. and de Snoo G., 2004. Characterization of grit in arable birds to improve pesticide risk assessment. *Ecotoxicol Environ Saf* 57:319–329.
- Madge S. and Burn H., 1988. *Wildfowl*. London: Christopher Helm.
- Marre A., 1997. *Le Tell Oriental algérien. De Collo à la frontière tunisienne. Etude géomorphologique*. O.P.U., Alger. 624 p.
- Martin A., & Barkley W., 1973. *Seed identification manual*. Univ. of California Press. ISBN: 0-520-00814-6.
- Martin T., 1995. Avian Life History Evolution in Relation to Nest Sites, Nest Predation, and Food. *Ecological Monographs* 65:101–127.
- Martin G., 2007. Visual fields and their functions in birds. *J Ornithol* 148:547–562.
- Martinez-Haro M., Green A., Acevedo P. and Mateo R., 2010. Use of grit supplements by waterbirds: an experimental assessment of strategies to reduce lead poisoning . *Eur J Wildl Res*. DOI 10.1007/s10344-010-0456-z.
- Mateo R., Guitart R and Green A., 2000a. Determinants of lead shot, rice, and grit ingestion in ducks and coots. *J Wildl Manage* 64:939–947.
- Mateo, R., Green, A.J., Jeske, C.W., Urios, V. & Gerique, C. 2001. Lead poisoning in the globally threatened marbled teal and whiteheaded duck in Spain. *Environmental Toxicology and Chemistry* 20: 2860–2868.
- Mayhew P., 1985. *The feeding ecology and behaviour of Wigeon *Anas penelope**. Ph. D. thesis, University of Glasgow.
- Meinertzhagen R., 1954. Grit. *Bull. Brit. Ornith. Club* 74 : 97-102.
- Menai R., 2005. *Contribution à l'étude des macro-invertébrés des eaux continentales de l'Algérie : inventaire, écologie et biogéographie des Odonates*. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar. Annaba. 160 p.

- Metallaoui S., 1999. Etude écologiques des mares endoréiques et temporaires. Thèse de Magister. Université Badji Mokhtar. Annaba. 131 p.
- Meziane N., 2009. Contribution à l'étude des macroinvertébrés d'Oued Seybouse : *Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera et Bivalva*. Thèse de Magister. Université de Guelma.
- Millais J., 1913. British Diving Ducks. Longmans, London. Payne-Gallwey, Sir Palph.
- Morgan N. C., 1982. An ecological survey of standing waters in North-West Africa: II Site descriptions for Tunisia and Algeria. *Biologique conservation*. 24: 83-113.
- Mouronval J. B., Guillemain M., Canny A. & Poirier F., 2007. Diet of non-breeding wildfowl Anatidae and Coot *Fulica atra* on the Perthois gravel pits, northeast France. *Wildfowl & Wetlands Trust. Wildfowl*. 57: 68-97.
- Nedjah R., 2010. Ecologie de l'Héron pourpré (*Ardea purpurea*) en Numidie (Nord - Est algérien). Thèse de Doctorat. Univ. Badji Mokhtar. Annaba.
- Odd W. J., 1991. Feeding behaviour of breeding Wigeon *Anas penelope* in relation to seasonal emergence and swarming behaviour of chironomids. *ARDEA* 79: 409-418.
- Olney P. J. S., 1963. Food and feeding habits of Teal, *Anas crecca*. *Proc. Zoo. Soc. London* 140: 169-210.
- Owen M. & Thomas G. J., 1979. The feeding ecology and conservation of Wigeon at the Ouse Washes, England. *J. Appl. Ecol.* 16:795-809.
- Owen M., 1973. The winter feeding ecology of Wigeon at Bridge water Bay, Sommers. *Ibis* 115:227-243.
- Pain D., 1990. Lead shot ingestion by waterbirds in the Camargue, France: an investigation of levels and interspecific differences. *Environ Pollut* 66:273-285.

- Paulus S. L., 1980. The winter ecology of the Gadwall in Louisiana. Unpublished M.S. thesis. Grand Forks, North Dakota, Univ. North Dakota.
- Paulus S. L., 1982. Feeding ecology of Gadwalls in Louisiana in winter. *J. Wildl. Mgmt.* 46: 71-79.
- Paulus S. L., 1983. Dominance relations, resource use, and pairing chronology of Gadwalls in winter. *The Auk* 100 : 947-952.
- Pehrsson O., 1984. Relationships of food to spatial and temporal breeding strategies of Mallards in Sweden. *J. Wildl. Manage.*, 48 : 322-339.
- Pelsy-Mozimann F., 1999. Condition corporelle et stratégies d'hivernage des foulques macroules hivernant en Camargue: Isolement de deux Populations. Thèse de doctorat, université. Lyon.
- Raachi M., 2007. Etude préalable pour une gestion intégrée des ressources du bassin du Lac Tonga au Nord-est algérien. Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en géographie. Université du Quebec à Montreal.
- Redaounia A., 1999. Etude d'un gradient floro-faunistique sur un échantillon de neuf mares (mares Gauthier). Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar Annaba.
- Rijnsdorp A. D., 1986. Winter ecology and food of Wigeon in inland pasture areas in The Netherlands. *Ardea* 74: 121-128.
- Ridoux V., 1994. The diets and dietary segregation of seabirds at the subantarctic Crozet islands. *Mar Ornithol* 22:1-192.
- Rodrigues D., Figueiredo M. & Fabiao A., 2002. Mallard (*Anas Plathrynchos*) Summer Diet In Central Portucal Rice-Fields. *Game and Wildlife Science*, Vol. 19 (1), p55-62.
- Rosenberg K. & Cooper R., 1990. Approaches to avian diet analysis. *Stud Avian Biol* 13:80-90.

- Santoul, F. & Tourenq, J.N. 2002. Les gravières de la plaine alluviale de la Garonne comme milieu d'accueil de la Foulque macroule (*Fulica atra*). Revue d'Ecologie (Terre et Vie) 57: 165–180.
- Samraoui B. & De Bélair G., 1997. The Guerbes- Senhadja wetlands (N.E. Algeria). Part I : an overview. Ecology 28: 233-250.
- Samraoui B. & De Bélair G., 1998. Les zones humides de la Numidie orientale (bilan des connaissances et des perspectives de gestion). Synthèse N° 4. 1-98.
- Samraoui B., Chakri K. & Samraoui F., 2006a. Large branchiopodes (Branchiopoda: Anostraca, Notostraca and Spinicaudata) from the saltlakes of Algeria. Journal of Limnology 65 (2): 2-6.
- Samraoui B., Ouldjaoui A., Boulkhssaim M., Houhamdi M., Saheb M. & Béchet A., 2006b. Behavioral and ecological aspects of the first successful reproduction of the greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algeria. Ostrich 77: 153-159.
- Samraoui F. & Samraoui B., 2007. The reproductive ecology of the common Coot (*Fulica atra*) in the Hauts Plateaux, North east Algeria. Waterbirds. 30: 133-139.
- Samraoui B. & Samraoui F., 2008. An ornithological survey of Algerian wetlands: Important Bird Areas, Ramsar sites and threatened species. Waterfowl. 71-96.
- Samraoui Chenafi F., 2005. Ecologie de la reproduction de la Foulque macroule *Fulica atra* dans l'étang de Timergnine (w. d'oum El Boughi). Mémoire de Magister. univ.d'oum El Boughi. 57page.
- Samraoui Chenafi F., 2009. Contribution à l'étude de l'écologie de la reproduction des ardéidés (Héron Garde-bœufs *Ardea ibis*, Héron Crabier *Ardeola ralloides*, aigrette garzette *Egretta garzetta* et Héron bihoreau *Nycticorax nycticorax*) en Numidie nord-est algérien. Thèse. Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene.

- Sanchez M., Green A., and Dolz C., 2000. The diets of the White-headed Duck *Oxyura leucocephala*, Ruddy Duck *O. jamaicensis* and their hybrids from Spain. *Bird Study* 47, 275-284.
- Scott D. and Rose P., 1996. Atlas of Anatidae populations in Africa and western Eurasia. Wageningen, Netherlands: Wetlands International (Publ. No. 41).
- Seltzer P., 1946. Le climat de l'Algérie. Imp. La Typo-Litho et J. Carbonel, Algiers. 219p.
- Skinner J. & Smart M., 1984. The El Kala wetlands of Algeria and their use by waterfowl. *Wildfowl*. 35:106-118.
- Snow D., and Perrins C., 1998. The birds of the Western Palearctic: concise editions. Oxford, U.K.: Oxford University Press.
- Steiger S., Fidler A., Valcu M, Kempnaers B., 2008. Avian olfactory receptor gene repertoires: evidence for a well-developed sense of smell in birds? *Proc R Soc B Biol Sci* 275:2309–2317.
- Sutherland R., 2000. Molecular analysis of avian diets. Ph.D. thesis, University of Oxford, Oxford.
- Szijj J., 1965. Oekologische Untersuchungen an Entenviigeln (Anatidae) des Ermatinger Beckens (Bodensee). *Vogelwarte* 23: 24-71.
- Tamisier A., 1970. Signification du gréganisme diurne et de l'alimentation nocturne des Sarcelles *Anas crecca*. *Terre et Vie* 1970: 511-562.
- Tamisier A., 1971a. Régime alimentaire des Sarcelles d'hiver *Anas crecca* L. en Camargue. *Alauda* 39: 261-311.
- Tamisier A., 1971b. Les biomasses de nourriture disponible pour les Sarcelles d'hiver *Anas crecca* en Camargue. *Terre et Vie* 1971: 344-377.

- Tamisier A., 1972. Rythmes nycthémeraux des Sarcelles d'hiver pendant leur hivernage en Camargue. *Alauda* 40: 107-135; 235-256.
- Tamisier A., 1974. Etho-ecological studies of Teal wintering in the Camargue (Rhône delta, France). *Wildfowl* 25: 123-133.
- Tamisier A. & Dehorter O., 1999. Camargue, canards et foulques. Fonctionnement d'un prestigieux quartier d'hiver. Centre Ornithologique du Gard, Nîmes.
- Thomas G., Owen M. and Richards P., 1977. Grit in waterfowl at the Ouse Washes, England. *Wildfowl* 28:136–138.
- Thomas, G.J. 1982. Autumn and winter feeding ecology of waterfowl at the Ouse Washes, England. *Journal of Zoology, London* 197: 131–172.
- Touati L., 2008. Distribution spatio-temporelle des Genres *Daphnia* et *Simocephalus* dans les mares temporaires de la Numidie. Université Guelma. 89p.
- Van Dijk G. & Ledant J. P., 1983. La Valeur Ornithologique des zones humides de l'est algérien. *Biological Conservation* 26:215-226.
- Van Eerden M., 1984. Waterfowl movements in relation to food stocks. In: Evans PR, Goss-Custard JD, Hale WG (eds) *Coastal waders and wildfowl in winter*. Cambridge Univ Press, Cambridge, p 84–100.
- Witherby H., 1939. *The handbook of British birds*. Vol. 3. Witherby, London.
- Vít Bojňanský, Agáta Fargašová, 2007: *Atlas of Seeds and Fruits of Central and East-European Flora: The Carpathian Mountains Region*. ISBN 978-1-4020-5361-0 (HB).
- Zouaidia H., 2003. Contribution à l'étude écologique d'un complexe de mares temporaires (mares Gauthier). Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar. Annaba.

- Zwarts L., 1976. Density-related processes in feeding dispersion and feeding activity of Teal (*Anas crecca*). *Ardtea* 64.

— References internet

- {1}: [http://fr.wikipedia.org/wiki/Canard\\_de\\_surface](http://fr.wikipedia.org/wiki/Canard_de_surface)  
{2}: [http://fr.wikipedia.org/wiki/Canard\\_plongeur](http://fr.wikipedia.org/wiki/Canard_plongeur)  
{3}: <http://www.oiseaux-birds.com/page-famille-rallides.html>  
{4}: <http://www.fws.gov/sacramentovalleyrefuges/pdf/dabbling%20ducks-with%20alt.pdf>  
{5}: [http://www.eau-artois-picardie.fr/Les-oiseaux-d-eau-nicheursdu.html?debut\\_article\\_actuel=5](http://www.eau-artois-picardie.fr/Les-oiseaux-d-eau-nicheursdu.html?debut_article_actuel=5).  
{6}: <http://solene.ledantec.free.fr/palmipedes/siffleur.htm>  
{7}: <http://passionlachasse.free.fr/souchet.html>  
{8}: <http://www.oiseaux.net/oiseaux/fuligule.morillon.html>  
{9}: [http://fr.wikipedia.org/wiki/Fuligule\\_morillon](http://fr.wikipedia.org/wiki/Fuligule_morillon).  
{10}: [http://fr.wikipedia.org/wiki/Richesse\\_sp%C3%A9cifique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Richesse_sp%C3%A9cifique)

— Web photos

- [1]: <http://fohn.net/duck-pictures-facts/duck-2.html>  
[2]: <http://www.cartinafinland.fi/en/picture/3317/European+Wigeon+-+Anas+penelope.html>  
[3]: [http://www.parc-ornithologique-du-teich.com/phototheque.aspx?id\\_photographe=2](http://www.parc-ornithologique-du-teich.com/phototheque.aspx?id_photographe=2)  
[4]: <http://www.bio-foto.com/displayimage-1308.html>  
[5]: <http://www.ruchet.com/fuligule-morillon.html>  
[6]: <http://www.smashinglists.com/50-amazing-beautiful-extinct-birds/>  
[7]: <http://galerie.naturapics.com/oiseaux/13637/>  
[8]: <http://www.ac-grenoble.fr/ecoles/hg/spip.php?article1358>

Annexes

— Tableau 1. Fiche signalétique pour chaque individu récolté.

N°	NOM D'SP	SEXE	LOCALITE	DATE	HEURE	VOL. (GESIER)	OBSERVATIONS
1	SOUCHET	M	TONGA	01/01/2011	SOIR	13	
2	SOUCHET	F	TONGA	01/01/2011	SOIR	11	
3	NYROCA	M	TONGA	01/01/2011	SOIR	35	
4	NYROCA	M	TONGA	01/01/2011	SOIR	22	
5	NYROCA	M	TONGA	23/12/2010	/	20	
6	MORILLON	M	FETZARA	01/01/2011	SOIR	29	
7	SARCELLE H	M	MEKHADA	01/01/2011	/	15	
8	SIFLEUR	M	MEKHADA	01/01/2011	/	39	
9	SARCELLE H	F	MEKHADA	17/01/2011	/	10	
10	ERISMATURE	M	TONGA	19/01/2011	SOIR	17	Pas d'intestin
11	CHIPEAU	M	FETZARA	17/01/2011	SOIR	30	Pas d'jabot
12	NYROCA	/	FETZARA	17/01/2011	SOIR	20	
13	CHIPEAU	M	TONGA	03/03/2011	SOIR	42	Seulement proventricule
14	ERISMATURE	M	TONGA	03/03/2011	SOIR	10	Seulement proventricule+ pas d'intestin
15	FOULQUE	/	TONGA	03/03/2011	SOIR	50	Seulement proventricule
16	FOULQUE	/	TONGA	03/03/2011	SOIR	60	Pas d'jabot
17	FOULQUE	/	TONGA	03/03/2011	SOIR	40	Pas d'jabot
18	CHIPEAU	M	MEKHADA	07/02/2011		41	
19	CHIPEAU	F	MEKHADA	07/02/2011		40	
20	NYROCA	/	TONGA	18/02/2011	SOIR	28	Pas du jabot + pas d'intestin
21	CHIPEAU	M	MEKHADA	07/02/2011	/	35	Pas du jabot + pas d'intestin
22	ERISMATURE	M	TONGA	18/02/2011	SOIR	11	Seulement proventricule+ pas d'intestin
23	NYROCA	/	TONGA	18/02/2011	SOIR	23	Pas du jabot + pas d'intestin
24	FOULQUE	/	TONGA	18/02/2011	SOIR	55	Pas du jabot + pas d'intestin
25	SOUCHET	M	TONGA	18/02/2011	SOIR	14	
26	ERISMATURE	M	TONGA	03/03/2011	SOIR	14	Seulement proventricule+ pas d'intestin

— Tableau 2. Valeurs propre de l'analyse de composition du régime alimentaire.

		Poids humide (g)	Volume du contenu (mm)	Nbre de graines	Nbre de grit
Souchet	jabot	0,25	0,45	0	0
	gesier	1,85	1,5	140	403
	rectum	5,75	5,8	0	0
nyroca	jabot	0,65	0,57	152	40
	gesier	4,97	5,1	1851	533
	rectum	5,18	5,23	0	0
Morillon	jabot	0,4	0,3	1	0
	gesier	2,6	2,9	270	78
	rectum	4,4	4,8	0	0
Sarcelle	jabot	0,15	0,25	0	0
	gesier	1,25	1,3	279	<1000
	rectum	4,3	4,3	0	0
Siffleur	jabot	0,3	0,3	0	<600
	gesier	8,1	7,8	0	<2000
	rectum	12,1	12,4	0	
Erismature	jabot	0,1	0,2	24	43
	gesier	3,3	3,6	2519	<2000
	rectum	/	/	/	/
Chipeau	jabot	0,7	0,68	1	158
	gesier	7,44	7,74	76	<2000
	rectum	7,88	7,93	0	<600
Foulque	jabot	0,35	0,4	0	0
	gesier	8,23	8,6	153	<2000
	rectum	liquide	4,6	0	0

— Tableau 3. Moyenne de graines trouvées.

	moyenne de graine		
	Longueur	Largeur	Epaisseur
<i>Scirpus lacustris</i>			
Moyenne	2,41	1,63	0,97
Ecart type	0,31	0,24	0,06
<i>Sp 1</i>			
Moyenne	4,34	2,59	1,69
Ecart type	0,26	0,41	0,27
<i>Scirpus maritimus</i>			
Moyenne	2,59	2,14	1,24
Ecart type	0,15	0,27	0,09
<i>Potamogeton lucens</i>			
Moyenne	2,83	1,95	1,11
Ecart type	0,25	0,12	0,12
<i>Myriophyllum spicatum</i>			
Moyenne	2,06	1,24	1,07
Ecart type	0,07	0,09	0,04
<i>Sp 2</i>			
Moyenne	0,98	0,98	0,32
Ecart type	0,03	0,04	0,01
<i>Eleocharis palustris</i>			
Moyenne	1,35	1,04	0,74
Ecart type	0,08	0,05	0,05
<i>Potamogeton sp</i>			
Moyenne	3,18	2,6	1,46
Ecart type	0,45	0,18	0,02
<i>Sparganium sp</i>			
Moyenne	5,54	2,6	2,67
Ecart type	0,11	0,28	0,22