



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REpubLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
جامعة باجي مختار - عنابة  
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA



FACULTE DES SCIENCES  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

THESE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT  
Spécialité: BIOLOGIE ANIMALE

Intitulé

**Structure et écologie des Phœnicoptéridés  
dans l'éco-complexe de zones humides  
de l'Est algérien**

Présentée par: Mme. BOUAGUEL Leila

Membres de Jury:

Mr. TAHRAOUI Abdelkrim (Pr)	Président	Université d'Annaba.
M. HOUHAMDI Moussa (Pr)	Directeur de thèse	Université de Guelma.
M. BOUSLAMA Zihad (Pr)	Co.Directrice de thèse	Université d'Annaba.
M. OUKID Mohamed-Laid (Pr)	Examineur	Université d'Annaba.
M. KERFOUF Ahmed (Pr)	Examineur	Université de Sidi Bellabes
M. MAAZI Mohamed Cherif (MCA)	Examineur	Université Souk-Ahras

Année universitaire: 2013/2014

# **DEDICACES**

*Je dédie cette thèse à mon fils Wassim*

## **REMERCIEMENTS**

*Ce travail n'aurait pu voir le jour sans la participation et le soutien de nombreuses personnes que je souhaite remercier ici.*

*Qu'il me soit permis d'adresser mes vifs remerciements et ma profonde reconnaissance à mes deux directeurs de thèses: Pr. Houhamdi Moussa (Université de Guelma) et Pr. Bouslama Zihad (Université d'Annaba) pour la confiance qu'ils ont eu en moi en acceptant de diriger mon travail, malgré leurs occupations multiples.*

*Un remerciement bien particulier aux membres du jury Pr. Tahraoui Abdelkarim (Université d'Annaba) a bien voulu nous honorer de présider le jury, Pr. Ouakid Mohamed Laid (Université d'Annaba), Pr. Kerfouf Ahmed (Université de Sidi Bellabes) et Dr. Maazi Med Chérif (MCA, Université de Souk-Ahras) pour avoir accepté de juger ce travail.*

*Un remerciement distingué au Dr. Saheb Menouar (MCA à l'Université d'Oum El-Bouaghi pour son soutien, ses encouragements, sa gentillesse, sa modestie et surtout d'avoir mis à ma disposition toute sa documentation.*

*Mes vifs remerciements au Dr. Bensaci Ettayib (MCB à l'Université M'sila) pour ses précieux conseils sur terrain à un moment fort délicat de ce travail. Je le remercie aussi pour avoir mis à ma disposition sa documentation sur le Flamant rose ainsi que ses moyens.*

*Je remercie également mes amis qui m'ont encouragé tout au long de la réalisation de ce travail notamment Mme. Bougoudjil Sabrina et M. Guergueb Elyamine.*

*Je tiens aussi à remercier toute les membres de ma famille pour leurs soutiens constants tout au long de mes études. Merci à ma mère, mes frères et mes sœurs sans oublier la famille Mebarki pour leur amour, leur soutien sans faille et à tout ce qu'ils ont pu m'apporter pour franchir les obstacles les plus difficiles.*

*Il y a une personne de grande importance dans ma vie, qui m'accompagne et qui me soutient tout le temps par la force et l'énergie qui lui sont disponibles. Il s'agit de mon mari, dont je ne pourrai mesurer l'apport dans l'accomplissement de ce travail. Je te remercie infiniment pour la patience que tu as consentie devant les changements d'humeur occasionnés par ce travail.*

*Mes remerciements vont également aux doctorants et enseignants qui m'ont aidé pendant l'étude de la reproduction du Flamant rose sous les 51°C des mois de mai et juin à Chott Merouane : Bouzegag Abdelaziz, Nouidjem Yacine, Bounab Choyab, Brahmia Hafid, Guergueb Elyamine, Zeraoula Ali, Dr. Bensaci Ettayib, Dr. Saheb Menouar et Pr. Houhamdi Moussa.*

## Résumé

L'éco-complexe des zones humides de l'Est algérien constitue un lieu idéal d'hivernage pour une grande diversité d'oiseaux d'eau et en particulier le Flamant rose *Phaenicopterus roseus*. L'étude de l'écologie de cet échassier durant deux saisons 2009/2010 et 2010/2011 a montrée que cette espèce y hiverne avec des effectifs dépassant le 1% international. Ces oiseaux semblent préférer les plans d'eau spacieux, vastes et éloignés de tout dérangement tels les Chotts Merouane (le Vallé de Oued Righ), Garaet Taref et Sebkha d'Ouled Amara et Ouled M'barek (les hautes plaines de l'Est algérien) qui ont hébergé plus de 90% des Flamants roses hivernants. Les facteurs hydrologiques de ces zones humides conditionnent les dates d'arrivée et de départ de ces oiseaux et influent sur les capacités d'accueil de ces écosystèmes.

L'étude des rythmes d'activités diurnes de cet échassier dans la Garaet de Taref, Sebkhet d'Ouled Amara et Sebkhet Ouled M'barek et le Chott Merouane a montrée que leur bilan total est dominé par l'alimentation (58.43%). Les autres activités sont le sommeil (26.98%), la toilette ou l'entretien du plumage (9.76%), la marche (2.39%) qui est généralement associée à la recherche de la nourriture, le vol (01.49%), l'antagonisme (0.57%) et les activités de parade (0.42%) pour la Garaet de Taref. Dans la Sebkhet d'Ouled Amara et Sebkhet d'Ouled M'barek, l'alimentation (73.5%), la marche (12.3%), le vol (06.2%), la toilette (04.0%), les activités de parade (02.8%) et le sommeil (1.3%). Au niveau du Chott Merouane, l'alimentation avec 72% occupe le premier rang. Le sommeil avec 13% vient en deuxième lieu et il est suivi de la toilette (07%), la marche (04%), le vol (01,50%), l'antagonisme (01,50%) et les activités de parade (01%).

Le Flamant rose *Phaenicopterus roseus* s'est reproduit en 2011 dans le Chott Merouane. La colonie a été composée de deux noyaux distants de 1 km et renferme 2502 nids. Le succès biologique de reproduction était de l'ordre de 86%.

**Mots clés:** Algérie, zone humide, Hauts plateaux, Sahara, Vallée de Oued Righ, chott, éco-éthologie, hivernage, reproduction, activité diurne, remise et gagnage.

## **Abstract**

Eco-complex of wetlands in east of Algeria is an ideal wintering area for a wide variety of water birds, especially the Greater flamingo *Phoenicopterus roseus*. The study of the ecology of this wader during three wintering seasons 2009/2010, 2010/2011 and 2011/2012 has shown that this species exceeding the 1% internationally. These birds seem to prefer spacious, wide and far wetlands for any disturbance effects such as Chott Merouane (Oued Righ Valley), Garaet Taref and Sebkha of Ouled Amara and Ouled M'barek ( high plains of East Algeria), who alone has hosted more than 90% of Greater flamingo wintering population in the Eco-complex of wetlands in East of Algeria. Hydrological factors of these wetlands determine departure and arrival dates of this bird and affect the carrying capacity of these ecosystems.

The study of diurnal behavior of the Greater flamingo in Garaet Tarf, Sebkha of Ouled Amara and Ouled M'barek and Chott Merouane shown that their activity is dominated by feeding (58.43%, 73.5% and 72% respectively). The other activities; sleeping (26.98%), preening (9.76%), walking (2.39%) which is generally associated with looking for food, flying (1.49%), agonistic behavior (0.57%) and courtship (0.42%), for Garaet Taref. At Sebkha of Ouled Amara and Ouled M'barek, walking (12.3%), flying (6.2%), preening (04.0%), courtship (2.8%) and sleeping (01.3%). In the Chott Merouane, sleeping with (13%) coming in second place, followed by the preening (07%), walking (04%), flying (1.50%), agonistic behavior (1.50%) and courtship (01%).

The first breeding of the Greater flamingo *Phoenicopterus roseus* in the valley of Oued Righ was recorded in 2010 at Chott Merouane. The colony is composed of two nuclei separated by 1 km and contains 2502 nests, with more 86% of breeding success.

**Keywords:** Algeria, Eco-complex, Valley of Oued Righ, wetland, Chott, behavioral ecology, wintering, breeding, diurnal activity, feeding.

**Liste des figures**

	<b>Titre</b>	Page
<b>1.1</b>	Les différentes espèces du Flamant (Johnson et Cézilly, 2007)	6
<b>1.2</b>	L'aire de répartition du flamant rose à l'échelle mondiale (Balkiz, 2006)	10
<b>1.3</b>	Carte des sites de reproduction de Flamant rose dans la Méditerranée et dans l'Afrique de l'Ouest (Bensaci 2010)	23
<b>2.1</b>	Situation géographique du complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ	34
<b>2.2</b>	Principales zones humides de la wilaya d'Oum El Bouaghi	38
<b>2.3</b>	Principales zones humides de la wilaya de Sétif	42
<b>2.6</b>	Situation géographique de la sebkha de Bazer-Sakra	49
<b>2.4</b>	Situation de la région d'Oum El-Bouaghi, Khenchela, Sétif et le Vallée d'Oued Righ dans le climagramme d'Emberger (Long 1974 in De Belair 1990)	52
<b>2.5</b>	Diagramme pluviothermique (A) : Vallée de l'Oued Righ (1983-2013), (B) : d'Oum El Bouaghi et Khenchela (1991-2013) et (C) : wilaya de Sétif (1972-2005)	53
<b>4.1</b>	Evolution des effectifs globaux du Flamant rose <i>Phaenicopterus roseus</i> au niveau du Chott Merouane	60
<b>4.2</b>	Distribution spatiale du Flamant rose <i>Phaenicopterus roseus</i> au niveau du Chott Merouane	61
<b>4.3</b>	Evolution des effectifs globaux du Flamant rose <i>Phaenicopterus roseus</i> au niveau du Garaet Tarf	63
<b>4.4</b>	Distribution spatiale du Flamant rose <i>Phaenicopterus roseus</i> au niveau du Garaet Tarf	63
<b>4.5</b>	Evolution des effectifs globaux du Flamant rose <i>Phaenicopterus roseus</i> au niveau de Sebkh d'Ouled Amara et Ouled M'bark	64
<b>4.6</b>	Distribution spatiale du Flamant rose <i>Phaenicopterus roseus</i> au niveau du Sebkh d'Ouled Amara et Ouled M'barek	65
<b>4.7</b>	Evolution des effectifs globaux du Flamant rose <i>Phaenicopterus roseus</i> au niveau du Sebkh de Bazer-Sakra	66
<b>4.8</b>	Distribution spatiale du Flamant rose <i>Phaenicopterus roseus</i> Au niveau du Sebkh de Bazer-Sakra	67

<b>4.9</b>	Variation bimensuelle du rythme des activités diurnes du Flamant rose <i>Phaenicopterus roseus</i> dans le Chott Merouane	69
<b>4.10</b>	Proportions des différentes activités diurnes du Flamant rose <i>Phaenicopterus s roseus</i> dans le Chott Merouane	69
<b>4.11</b>	Evolution bimensuelle de la l'alimentation chez le Flamant rose <i>Phaenicopterus roseus</i> dans le Chott Merouane	70
<b>4.12</b>	Moyens annuels des différents types d'alimentation chez le Flamant rose <i>Phaenicopterus roseus</i> dans le Chott Merouane	70
<b>4.13</b>	Evolution bimensuelle des rythmes d'activités chez le Flamant rose <i>Phaenicopterus roseus</i> dans le Chott Merouane	72
<b>4.14</b>	Variation bimensuelle du rythme des activités diurnes du Flamant rose <i>Phaenicopterus roseus</i> au niveau du Garaet Tarf	74
<b>4.15</b>	Proportions des différentes activités diurnes du Flamant rose <i>Phaenicopterus roseus</i> dans la Garaet Tarf	74
<b>4.16</b>	Evolution bimensuelle de la l'alimentation chez le Flamant rose <i>Phaenicopterus roseus</i> dans le Garaet Tarf	75
<b>4.17</b>	Moyens annuels des différents types d'alimentation chez le flamant rose <i>Phaenicopterus roseus</i> dans Garaet Tarf	75
<b>4.18</b>	Evolution bimensuelle des rythmes d'activités chez le Flamant rose <i>Phaenicopterus roseus</i> dans le Garaet Tarf	77
<b>4.19</b>	Variation bimensuelle du rythme des activités diurnes du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> au niveau de Sebkh d'Ouled Amara et Ouled M'bark	79
<b>4.20</b>	Proportions des différentes activités diurnes du Flamant rose <i>Phaenicopterus roseus</i> dans Sebkh d'Ouled Amara et Ouled M'bark	79
<b>4.21</b>	Evolution bimensuelle de la l'alimentation chez le Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans Sebkh d'Ouled Amara et Ouled M'bark	80
<b>4.22</b>	Moyens annuels des différents types d'alimentation chez le flamant rose <i>Phaenicopterus roseus</i> dans Sebkh d'Ouled Amara et Ouled M'bark	80
<b>4.23</b>	Evolution bimensuelle des rythmes d'activités chez le Flamant rose <i>Phaenicopterus roseus</i> dans la Sebkh d'Ouled Amara et Ouled M'bark	82
<b>4.24</b>	Variations journalières du rythme des activités diurnes des Flamants roses <i>Phoenicopterus roseus</i> hivernants dans le Chott Merouane	84
<b>4.25</b>	Variations journalières du rythme des activités diurnes des Flamants roses <i>Phoenicopterus roseus</i> hivernants dans Garaet Tarf	85

<b>4.26</b>	Variations journalières du rythme des activités diurnes des Flamants roses <i>Phoenicopterus roseus</i> hivernants dans Sebkha d'Ouled Amara et Ouled M'bark	85
<b>4.27</b>	Plan factoriel 1x2 de l'AFC des rythmes d'activités diurnes des Flamants roses <i>Phoenicopterus roseus</i> hivernants dans le Chott Merouane. Axes d'inertie: 0.43, 0,33, 0.15, 0,06. (La saison d'hivernage 2009/2010)	88
<b>4.28</b>	Plan factoriel 1x2 de l'AFC des rythmes d'activités diurnes des Flamants roses <i>Phoenicopterus roseus</i> hivernants dans la Garaet Tarf. Axes d'inertie: 0.47, 0,18, 0.07, 0,01. (La saison d'hivernage 2010/2011)	89
<b>4.29</b>	Plan factoriel 1x2 de l'AFC des rythmes d'activités diurnes des Flamants roses <i>Phoenicopterus roseus</i> hivernants dans la Sebkha d'Ouled Amara et d'Ouled M'barek. Axes d'inertie: 0.58, 0,27, 0.07, 0,03. (La saison d'hivernage 2011/2012)	90
<b>4.30</b>	Sites de nidification récents du Flamant rose dans le bassin méditerranéen.	92
<b>4.31</b>	Evolution des effectifs des Flamants rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans les Chotts Merouane et Melghir.	94
<b>4.32</b>	Situation géographique du Chott Merouane et description de la colonie des Flamants rose <i>Phoenicopterus roseus</i>	96
<b>4.33</b>	Evolution des effectifs des Flamants rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans les Chotts Merouane et Melghir	97
<b>4.34</b>	Caractéristiques des nids de Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> .	97
<b>4.35</b>	Mensuration des œufs de Flamant rose (73 œufs : 15 récoltés en 2010 et 58 en 2011).	98

## Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
1.1	Les tentatives de nidification Ezzemoul, El Golea, Bazer Sakra et Chott Merouane entre 2003 et 2010.	24
2.1	Données climatiques de la station météorologique de Touggourt (1983-2013).	44
2.2	Données météorologiques de la station d'Oum El-Bouaghi (1991-2013).	47
2.3	Données climatiques de la région de Sétif (1972-2013)	50
4.1	Colonies circum-méditerranéennes de Flamants roses en 2011 (entre autres Béchet et Germain, 2011).	93
4.2	Caractéristiques des deux noyaux de la colonie de Flamant rose <i>Phaenicopterus roseus</i> .	99

## Table des matières

### Introduction

### Chapitre I. Biologie du Flamant Rose

- 1.1. Introduction
- 1.2. Systématique des Flamants
  - 1.2.1. Le Flamant des Caraïbes *Phaenicopterus ruber*
  - 1.2.2. Le Flamant du Chili *Phaenicopterus chilensi*
  - 1.2.3. Le Flamant nain *Phoenconaias minor*
  - 1.2.4. Le Flamant des Andes *Phaenicoparrus andinus* et le Flamant de James *Phaenicoparrus jamesi*
  - 1.2.5. Le Flamant rose *Phaenicopterus roseus* (Pallas, 1811)
- 1.3. Le modèle biologique : Flamant rose *Phaenicopterus roseus* (Pallas, 1811)
  - 1.3.1. Description générale et morphologie
  - 1.3.2. La coloration et le développement du plumage des flamants
    - 1.3.2.1. Pourquoi les flamants adultes roses ?
    - 1.3.2.2. Le développement du plumage
  - 1.3.3. Distribution et nombre
    - 1.3.3.1. Distribution détaillée du flamant rose dans l'Ouest Paléarctique
  - 1.3.4. Le statut de protection du Flamant rose
  - 1.3.5. La survie
  - 1.3.6. La longévité du Flamant rose
  - 1.3.7. Les facteurs de mortalité
  - 1.3.8. Habitat du Flamant rose
  - 1.3.9. Vol du Flamant rose
  - 1.3.10. Comportement du Flamant rose
  - 1.3.11. Régime alimentaire du Flamant rose
  - 1.3.12. Comportement alimentaire et méthodes de recherche de nourriture
    - 1.3.12.1. Méthodes de recherche de nourriture utilisées par les flamants
    - 1.3.12.2. Vigilance pendant l'alimentation
  - 1.3.13. Biologie de la reproduction du Flamant rose
    - 1.3.13.1. La période pré-nuptiale- activités de parade
    - 1.3.13.2. La ponte
    - 1.3.13.3. Les facteurs qui conditionnent les époques de pontes
    - 1.3.13.4. L'éclosion à l'émancipation
    - 1.3.13.5. Le succès de reproduction
    - 1.3.13.6. La distribution des sites de reproduction de flamants dans la Méditerranée et l'Afrique de l'Ouest
    - 1.3.13.7. La reproduction du Flamant rose en Algérie
  - 1.3.14. La mue chez les Flamants rose

- 1.3.15. La maturité et le recrutement
  - 1.3.15.1. Age de la première nidification
- 1.3.16. Déplacements
- 1.3.17. La structure spatiale des déplacements chez le Flamant rose

## **Chapitre II. Description des sites d'étude**

### 2. Les principales zones humides fréquentées par le flamant rose dans les zones humides de l'Est algérien

#### 2.1. Les principales zones humides de la vallée d'Oued Righ

- 2.1.1. Chott Merouane
- 2.1.2. Lac d'Oued Khrouf
- 2.1.3. Chott Melghir
- 2.1.4. Chott Tindla
- 2.1.5. Chott Tighdidine

#### 2.2. Les principales zones humides des hauts plateaux du Constantinois

- 2.2.1. Le chott Tinsilt
- 2.2.2. Sebkhet Ezzemoul
- 2.2.3. Garaet Guellif
- 2.2.4. Garaet Ank Djemel
- 2.2.5. Garaet El Marhssel
- 2.2.6. Garaet boucif ou Ougla touila
- 2.2.7. Sebkhet Djendli
- 2.2.8. Garaet Tarf
- 2.2.9. Chott El-Maleh
- 2.2.10. Sebkhet Gémot
- 2.2.11. Sebkhet Ouled Amara et Sebkhet Ouled M'Barek

#### 2.3. Les principales zones humides de l'éco complexe de la wilaya de Sétif

- 2.3.1. Sebkha de Bazer-Sakra
- 2.3.2. Chott Beida Bordj et son annexe de la Sebkhet Soukhna

#### 2.4. Description les sites d'études

- 2.4.1. Chott Merouane
  - 2.4.1.1. Géologie et géomorphologie
  - 2.4.1.2. Pédologie
  - 2.4.1.3. Hydrologie
  - 2.4.1.4. Climatologie
  - 2.4.1.5. Cadre biotique
    - 2.4.1.5.1. La flore
    - 2.4.1.5.2. L'avifaune
    - 2.4.1.5.3. Les vertébrés
  - 2.4.1.2.. Menaces écologiques et environnementales
    - 2.4.2.2.1. Le surpâturage

- 2.4.2.2.2. La pollution
- 3.4.2.2.3. L'aménagement inadéquat
- 2.4.2. Garaet Tarf
  - 2.4.2.1. Géographie et hydrologie
  - 2.4.2.2. Climatologie
  - 2.4.2.3. Caractères biotique
  - 2.4.2.4. Cadre biotique
    - 2.4.2.4.1. Avifaune
    - 2.4.2.4.2. Autres animaux
    - 2.4.2.4.3. Flore
- 2.5. Sebkhha de Bazer-Sakra
  - 2.5.1. Pédologie
  - 2.5.2. Climatologie
  - 2.5.3. Caractéristiques écologiques
    - 2.5.3.1. Cadre biotique
      - 2.5.3.1.1. La flore
    - 2.5.3.3. 1.2. La faune

### **Chapitre III. Matériel et méthodes**

- 3.1. Dénombrement
  - 3.2.1.1. Dénombrement des oiseaux, buts et raisons
  - 3.2.1.2. Méthodes d'échantillonnage
  - 3.2.1.3. Dénombrement des Flamants roses
- 3.2. Etude des rythmes d'activités du Flamant rose
  - 3.2.2.1. Méthodes d'échantillonnage
  - 3.2.2.2. Etude des budgets temps diurne des Flamants roses
- 3.2.3. Analyse statistique des données
- 3.2.4. Etude de la reproduction du Flamant rose

### **Chapitre IV. Résultats**

#### **Partie I. Abondance et phénologie**

- 4. Evolution des effectifs du Flamant rose *Phaenicopterus roseus*
- 4.1. Evolution des effectifs globaux et spatio-temporelle du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* dans de l'éco-complexe des zones humides de l'Est algérien
  - 4.1.1. Chott Merouane
  - 4.1.2. Garaet Tarf
  - 4.1.3. Sebkhhet d'Ouled Amara et Sebkhhet Ouled M'bark
  - 4.1.4. Sebkhha de Bazer-Sakra

## **Partie II. Budget temps diurne**

4.2. Etude des rythmes d'activité diurnes de Flamant rose *Phaenicopterus roseus*

4.2.1. Chott Merouane

4.2. 2. Garaet Tarf

4.2.3. Sebkhet d'Ouled Amara et Sebkhet Ouled M'bark

4.3. Analyse statistique des données de rythme d'activités diurnes chez Flamants roses *Phaenicopterus roseus* hivernants dans Chott Merouane, Garaet Taref et Sebkhets Ouled Amara et Ouled M'bark

## **Partie III. Reproduction**

4.4. La reproduction du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* dans la vallée de l'Oued Righ (Sahara algérien)

4.4.1. Phénologie

4.4.2. Description de la colonie et de la reproduction

**Conclusion**

**Résumé**

**Références bibliographiques**

**Annexes**

## Introduction

Notre pays tout comme le sud de la Méditerranée et les régions méridionales du Paléarctique occidental est réputé par sa biodiversité écosystémique, spécifique et génétique. Il abrite une grande diversité de biotopes et d'habitats affichant un patrimoine très varié en oiseaux d'eau (Houhamdi 2002, Boulekhssaim *et al.*, 2006, Houhamdi *et al.*, 2008, 2009).

L'Algérie occupe ainsi une place privilégiée pour un grand nombre d'espèces qui utilise ses zones humides comme des aires d'hivernage ou comme des étapes d'escale pour celles hivernant plus au Sud (Houhamdi et Samraoui 2001, 2002, 2003, 2008, Houhamdi *et al.*, 2008). La connaissance de ces zones humides ne peut être envisagée qu'après étude du fonctionnement global de ces dernières et leur utilisation par les oiseaux d'eau qui sont de véritables descripteurs du fonctionnement d'un milieu.

Ces zones humides, en tant que ressources naturelles présentent des intérêts scientifiques, économiques et esthétiques. Elles sont d'une grande importance pour les programmes de recherche et pour la conservation biologique.

L'Algérie couvre une très grande superficie (2741381Km<sup>2</sup>), une grande diversité de climats (subtropical, méditerranéen, semi aride et aride) et une côte longue de 1350 km qui lui permettent de jouir d'une large gamme de biotopes favorisant une faune et une flore remarquable (Stevenson *et al.*, 1988, Samraoui et De Bélair 1997, 1998, Houhamdi *et al.*, 2008, 2009).

Les principaux facteurs de menaces de zones humides sont les assèchements, le plus souvent au profit de pratiques agricoles, les pollutions : rejets des eaux usées (domestiques et industrielles), résidus de pesticides et autres, la chasse et le braconnage qui déciment la faune des zones humides, le surpâturage et/ou les dérangements par les troupeaux, l'eutrophisation et le tourisme. Depuis 1930, plusieurs sites ont fait l'objet d'assèchements dans le Nord de l'Algérie. Certains sites sont perdus à jamais ; c'est le cas du lac Halloula (plus de 10.000 hectares) et des marais de la région d'Alger (Houhamdi 2002, Metallaoui, 2010).

Le complexe de zones humides des hautes plaines de l'Est algérien, par sa diversité de plans d'eau, couvre une superficie en crue de 160 000 ha (plus d'une quinzaine de plans d'eau enclavés entre les wilayas d'Oum El-Bouaghi, Khenchela, Batna et Sétif), joue un rôle très important dans les processus vitaux entretenant des cycles hydrologiques et accueillant des milliers d'oiseaux migrateurs.

La Vallée d'Oued Righ, Sahara septentrional algérien, est connue pour ses zones humides (lacs et chotts) qui sont répartis en deux grandes parties, l'une dans la wilaya d'El-Oued et l'autre dans la région septentrionale de la wilaya de Ouargla. Les zones humides de cette région occupent une superficie avoisinant 900.000 ha et constituent de ce fait l'un des plus importants complexes humides de l'Algérie. La région est très peu étudiée et les études écologiques furent initiées au début de ce siècle par de nombreux étudiants des universités de l'Est algérien (Bensaci 2011, Bensaci *et al.*, 2010, 2013). Ces études nous ont montré que le statut de l'avifaune aquatique mérite une mise à jour et que cet éco-complexe joue un rôle très important dans les processus vitaux entretenant des cycles hydrologiques et accueillant des milliers d'oiseaux d'eau migrateurs du Paléarctique occidental.

Le Flamant rose *Phaenicopterus roseus* est l'espèce dont la répartition géographique est la plus vaste (Kahl 1975, Saheb *et al.*, 2006, Samraoui *et al.*, 2006). Cette espèce emblématique des zones humides méditerranéennes (Cramp et Simmons 1977, Johnson et Cézilly 2007), fréquente habituellement les plans d'eau saumâtres et salés de faibles profondeurs de l'Afrique du nord. Ces oiseaux d'eau très farouches et sensibles aux dérangements ont fait l'objet de plusieurs travaux : En Tunisie (Johnston 1881 in Allen 1956, Domergue 1951-1952 ; Castan 1960 ; Kahl 1955 ; Johnson 1997 ; Smart *et al.*, 2009), au Maroc (Panouse 1958 ; Robin 1966 et 1968 ; Qninba et Dakki 2009).

En Algérie, mis à part les quelques citations dans des rapports de sorties et dans les notes publiées (Dupuy 1969 ; Johnson 1979 ; Johnson et Hafner 1972 ; Le Berre et Rostan 1976 ; Metzmacher 1979 ; Burnier 1979 ; Jacob et Jacob 1980 ; Ledant et Van Dijk 1977 ; Ledant *et al.*, 1981 ; Isenmann et Moali 2000) aucune étude écologique n'a été menée jusqu'au début de ce siècle.

Ainsi, depuis 2003, de nombreux scientifiques se sont intéressés à l'étude écologique de cette espèce, particulièrement dans les hautes plaines de l'Est du pays et dans le Sahara septentrional (Ouldjaoui 2009 ; Boulekhssaim *et al.*, 2006, Saheb *et al.*, 2006, Samraoui *et al.*, 2006, 2008, 2009, Houhamdi *et al.*, 2008, Nouidjem 2009 ; Bouzegag 2009 ; Bouzid *et al.*, 2009, Bensaci 2010, Bensaci *et al.*, 2010). Toutefois, la plupart de ces études ne mettent pas l'accent sur certains aspects tels que : l'éco-éthologie de l'espèce pendant la période d'hivernage et/ou la période de reproduction, les éventuelles différences éco-éthologiques entre les individus immatures (juvéniles) et les individus adultes, le régime alimentaire et la dynamique de cette espèce dans les zones humides algériennes.

Ce travail mené entre 2009 et 2012 a pour objectif d'étudier plusieurs aspects écologiques et éco-éthologiques de cet échassier. Cette étude vient compléter celle effectuée dans les hauts plateaux de l'Est du Constantinois et dans les régions septentrionales du Sahara algérien (Ouldjaoui 2009 ; Bensaci 2010) qui ont montrés que cet échassier niche sporadiquement dans nos zones humides salées (chotts et sebkhas).

Dans le présent travail, nous nous sommes investis dans le suivi de :

✓ L'évolution des populations de Flamants roses *Phaenicopterus roseus* dans les principales zones humides de l'Est algérien des hauts plateaux et celles du Sahara septentrional, soit Chott Merouane (wilaya d'El-Oued), Garaet Tarf (wilaya d'Oum El-Bouaghi), les sebkhas d'Ouled Amara et Ouled M'Barek (wilaya de Khenchela) et la Sebkha de Bazer-Sakra (wilaya de Sétif)

✓ Les variations bimensuelles de son comportement diurne pendant la saison d'hivernage 2009/2010 dans le Chott Merouane, pendant la saison 2010/2011 au niveau de Garaet Tarf et pendant 2011/2012 dans les sebkhas de la wilaya de Khenchela. Ces observations permettent de définir le rôle écologique des complexes de zones humides de l'Est du pays et celles du Sahara septentrional pour cette espèce emblématique tout en contribuant à améliorer nos connaissances écologiques, biologiques et éco-éthologiques de ce grand échassier, le Flamant rose *Phaenicopterus roseus* pendant son séjour dans ces régions.

Ce présent manuscrit est structuré en quatre chapitres interdépendants,

Le premier relate et expose des généralités sur le model biologique étudié, le Flamant rose *Phaenicopterus roseus* qui représente l'unique représentant de sa famille dans nos éco-complexes de zones humides. La description de toutes les espèces Phœnicoptéridés sont exposées (morphologie, principaux lieux de reproduction, survie, comportement alimentaire, déplacements...).

Le deuxième, également théorique, rassemble des données bibliographiques sur les sites d'étude, soient les zones humides des régions orientales des hauts plateaux et celles du Sahara septentrional de l'Algérie. Dans cette partie, sont exposées les particularités de ces régions et de leurs zones humides saumâtres et salées (chotts, sebkhas, garaets). Une description détaillée de tous les plans d'eau des wilayas d'Oum El-Bouaghi, Batna, Khenchela, Sétif et el-

Oued est aussi détaillée (situation géographique, géologie, géomorphologie, superficie, hydrologie, pédologie, climatologie, synthèse climatique et cadres biotiques «flore et faune vertébrées et invertébrées»).

Le troisième chapitre expose la méthodologie utilisée pour la réalisation pratique de cette étude, soit les méthodes de dénombrements et de suivi de cet échassier (phénologie, modalités de distribution et d'occupation spatio-temporelle des différentes zones humides des hauts plateaux et du Sahara septentrional de l'Algérie par cet échassier) et d'étude comportementale diurne avec une contribution à l'étude et du suivi de l'écologie de la reproduction qui est souvent sporadique dans notre pays.

Enfin, le quatrième et dernier chapitre expose les résultats obtenus au cours de toute la période de l'étude et qui révèlent le rôle écologique de ces milieux dans le maintien de ce Phœnicoptéridés (sites de remise et de gagnage en même temps). Ces milieux offrent les conditions idéales permettant d'accueillir des effectifs élevés dépassant facilement 1% international. Ils peuvent aussi jouer un rôle primordial pendant la saison de reproduction et c'est d'ailleurs les seuls sites naturels de nidification pour cette espèce emblématique des zones humides salées.

# **CHAPITRE 1**

## **1. Biologie du Flamant rose *Phaenicopterus roseus***

### **1.1. Introduction.**

La classification des flamants a été de longue date le sujet de débats considérables (Sibly et al. 1969 ; Sheldon et Slikas 1997), à savoir si la classification s'est basée sur les traits morphologiques ou comportementales, évidence fossile de phylogénie, ou par la méthode récente d'analyse de l'ADN (Johnson et Cézilly, 2007). Tous les taxonomistes ne se contentent pas de classer les flamants dans un ordre à part, celui des Phœnicopteriformes, car ces oiseaux se partagent certaines caractéristiques avec les Ciconiiformes (cigognes, ibis, hérons etc...) et d'autres avec les Ansériformes (canards, oies, cygnes), qui dérivent du même ancêtre ou reflètent des adaptations convergentes dans des environnements similaires. Ressemblances avec les Ciconiiformes : anatomie interne, longueur des pattes et du cou d'un part, et ressemblances avec les Ansériformes : le comportement en général, la parade et l'accouplement, la recherche de nourriture en milieu aquatique pour laquelle ils sont équipé de pattes palmées (et peuvent très bien nager), la nidification au sol et le rassemblement des jeunes en crèche, l'épaisseur de langue, le cri et même les mallophages. D'ailleurs de récentes recherches (Fedducia 1976, 1977, 1996) indiquent que les flamants sont plus proches des Ansériformes et des Charadriiformes (surtout les avocettes *Recurvirostridae*) que d'autres ordres aviens qui existent de nos jours, comme en témoigne dans l'étude de l'ostéologie. Il n'est pas question ici de vouloir placer les flamants dans l'un ou dans l'autre de ces ordres, mais simplement de signaler quelques caractéristiques du flamant rose. Les flamants forment un groupe très particulier d'oiseaux qui se nourrissent par filtrage (Johnson 1983).

### **1.2. Systématique des Flamants**

Pareillement à la classification des flamants comme un groupe particulier, leur répartition en espèces n'était pas passée sans controverses. Jusqu'à maintenant, la plus part des références indiquent l'existence de cinq espèces de flamants appartenant à trois genres séparés (*Phaenicoptarrus*, *Phaeniconaias* et *Phaenicopterus*), qui représentent la famille des Phœnicoptéridés: le Flamant des Andes *Phaenicoptarrus andinus*, le Flamant de James *Phaenicoptarrus jamesi*, le Flamant nain *Phaeniconaias minor*, le Flamant des Caraïbes *Phaenicopterus ruber*, le Flamant du Chili *Phaenicopterus chilensi* et le Flamant rose *Phaenicopterus roseus*. S'ils ont bien une apparence de famille, leur taille, la coloration de leur patte ou de leur bec permet aisément de les identifier (Johnson et Cézilly, 2007).

### 1.2.1. Le **Flamant des Caraïbes** *Phaenicopterus ruber*

L'espèce type *Phaenicopterus ruber* était la première décrite par Linneaus 1758 au Bahamas, cette espèce, c'est la seule espèce parmi les cinq qui existe dans l'ancien et le nouveau monde. La race *Phaenicopterus antiquorum* de l'ancien monde était pour longtemps considérée séparée à celle de *Phaenicopterus ruber* (Temminck 1820 in Johnson et Cézilly, 2007), mais aujourd'hui *Phaenicopterus ruber* constitue deux sous-espèces séparées, le flamant rose décrit par Pallas dans l'ancien monde et le flamant des Caraïbes (ou l'Américain) *Phaenicopterus ruber ruber* dans le nouveau monde (Johnson et Cézilly, 2007). Il est présent sur les îles de la mer des Caraïbes, au Mexique, sur la côte Nord de l'Amérique du Sud (Venezuela et Colombie) et sur les îles Galápagos. Les effectifs seraient de l'ordre 90000 individus (Johnson et Cézilly 2007, Ouldjaoui 2009).

### 1.2.2. Le **Flamant du Chili** *Phaenicopterus chilensi*

Cette espèce a été décrite par Molina en 1782, précédemment était considérée comme une autre sous-espèce de *Phaenicopterus ruber*, aujourd'hui, il est généralement connu comme une espèce différente (Johnson et Cézilly, 2007). Il occupe la partie Sud de l'Amérique du Sud et fréquente aussi bien des lacs situés au niveau de la mer que ceux des hauts plateaux de la cordillère des Andes. Les effectifs de cette espèce sont estimés à 500000 individus (Johnson et Cézilly 2007, Ouldjaoui 2009).

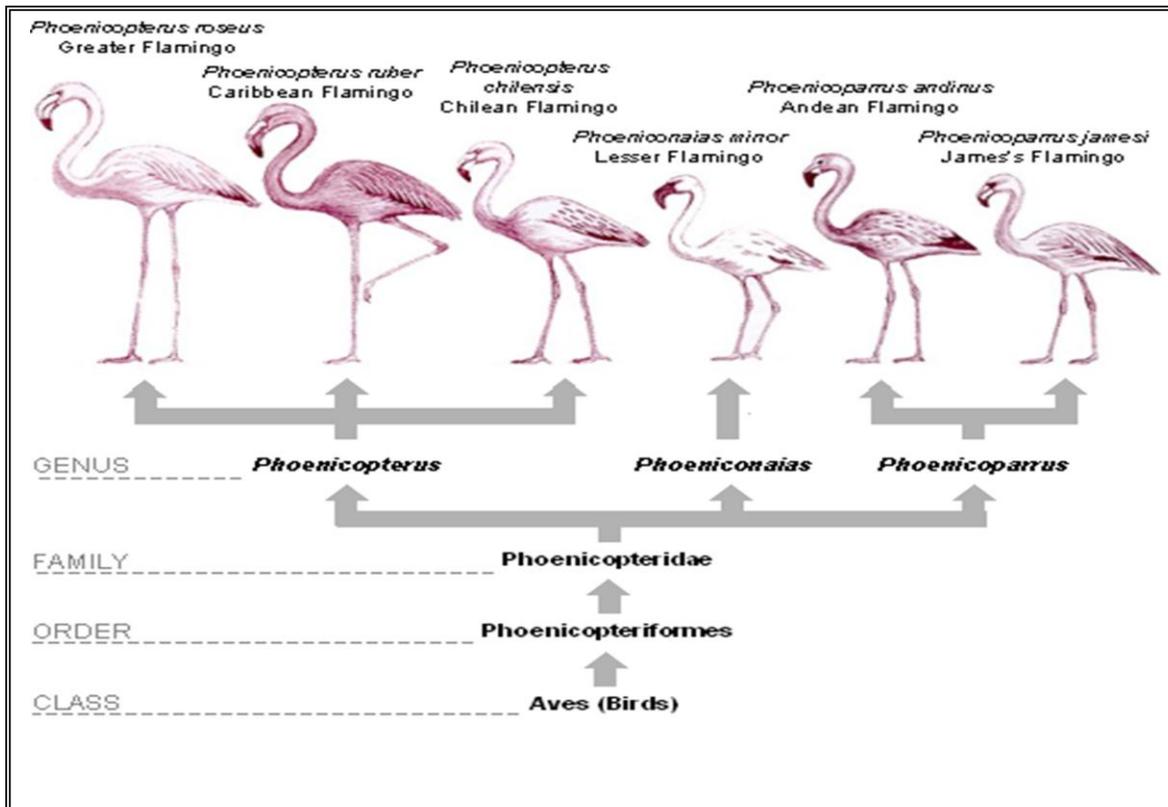
### 1.2.3. Le **Flamant nain** *Phoeniconaias minor*

Il a été décrit par Geoffroy en Sénégal en 1798, et jusqu'à maintenant considéré appartient du genre *Phoeniconaias*, c'est la seule espèce qui existe exclusivement dans l'ancien monde. (Johnson et Cézilly, 2007). Il occupe l'Afrique de l'Ouest, l'Afrique australe et l'Asie mineur. Il serait le flamant le plus abondant dans le monde avec près de 3 millions d'oiseaux (Johnson et Cézilly 2007, Ouldjaoui 2009).

**1.2.4. Le Flamant des Andes** *Phaenicopterus andinus* et le **Flamant de James** *Phaenicopterus jamesi*. Le premier a été décrit par Phillippi en 1854, et le deuxième par Sclater en 1886. Les deux habitent exclusivement les lacs salés andins de hautes altitudes (souvent plus de 3000 m, en Amérique du sud). Les effectifs de ces espèces sont estimés à 100 000 et 50 000 individus respectivement (Johnson et Cézilly 2007).

### 1.2.5. Le Flamant rose *Phoenicopterus roseus* (Pallas, 1811)

Le Flamant rose *phoenicopterus roseus* a été décrit par Pallas en 1811, il appartient de la famille de Phœnicoptéridés, ordre Phœnicopteriformes et classe Aves (oiseaux), se trouve dans le bassin méditerranéen, ses effectifs sont estimés entre 500000 et 800000 individus (Johnson et Cézilly, 2007).



**Figure 1.1 :** Les différentes espèces du Flamant (Johnson et Cézilly, 2007)

### 1.3. Le modèle biologique : Flamant rose *Phoenicopterus roseus* (Pallas, 1811)

#### 1.3.1. Description générale et morphologie

Le Flamant rose est l'un des plus beaux et les plus prestigieux oiseaux du monde. Les flamants s'agrègent et vivent en groupe, souvent en centaines ou milliers, il fréquente habituellement des lagunes d'eau saumâtre ou salée de faible profondeur. Les deux sexes sont semblables, et ne peuvent être distingués l'un de l'autre que par la différence de taille. (Johnson et Cézilly, 2007). Le flamant rose est un oiseau de grande taille (envergure maximale 187 cm ; longueur totale maximale 207 cm, ainsi que la différence de poids entre les deux sexes ; femelles 2 kg, mâles 4.5 kg). Le dimorphisme sexuel est prononcé, et la taille et le poids des mâles sont en moyenne de 20 % plus élevés que celles des femelles (Johnson et al. 1993). Ce sont des monogames saisonniers, avec un fort taux de changement de partenaire (98,3 %) d'une saison de reproduction à la suivante (Cézilly et Johnson 1995). Les cris du

flamant rose rappellent curieusement les émissions sonores bruyantes des oies et d'autres branches. Il a un cri assez grave et rauque (Johnson 1992, Nicolai 1985). De plus, ils peuvent vivre dans des zones sursalées que ne fréquentent pas les autres espèces car ils sont munis d'une glande qui leur permet d'évacuer le sel par les narines. Par ailleurs, le flamant est une des rares espèces à élever ses poussins en crèche. Enfin, sa couleur rose est extrêmement rare dans le monde animal. (Johnson et Cézilly, 2007). Chez l'adulte le rose domine dans son plumage. La coloration et la taille des adultes rendent facilement leur identification. Leurs cous et jambes sont très longs, relatifs à la taille du corps, que ceux des autres groupes d'oiseaux. Aucune autre espèce n'a le même bec comme celui du flamant, ainsi que c'est le seul caractère qui confirme l'identification de l'oiseau pendant le plumage juvénile. La forme et le fonctionnement du bec et de la langue, lesquels ont été décrit par Jenkin (1957) et Zweers et al (1995), sont uniques parmi les oiseaux, et ont une manière d'alimentation très spécialisée. Les flamants se nourrissent en marchant dans l'eau de quelques millimètres jusqu'à 80 cm de profondeur. Ils obtiennent leur nourriture soit de l'eau ou de la boue (Johnson et Cézilly, 2007). Le flamant a la plus longue partie absorptive du canal alimentaire qui s'appelle le tractus de Meikel chez tous les oiseaux (Ridly 1954). Il possède 12 plumes primaires, les plumes extérieures sont très petites, 27 secondaires et 14 plumes de la queue. Ils sont habitués à rester en repos sur une seule patte, aussi qu'occasionnellement ils restent sur leurs tarses, ou les jeunes sujets tendent à faire ça que les adultes. Quand l'oiseau est en sommeil, le cou est enroulé et le bec enfoncé dans les scapulaires (Johnson et Cézilly 2007).

### **1.3.2. La coloration et le développement du plumage des flamants**

#### **1.3.2.1. Pourquoi les flamants adultes sont roses ?**

La couleur brillant du plumage des flamants résulte de l'abondance des caroténoïdes dans leur régime alimentaire naturel d'une part et l'efficacité particulière de processus métaboliques de ses composants d'une autre part. (Fox 1975). Les flamants convertissent en couleur rose les pigments de carotène contenus dans leur nourriture (Crustacés tels que : *Artemia salina*, algues et invertébrés). Cette couleur rose qui fait le charme du flamant rose évolue avec le plumage de l'animal. L'existence de la couleur n'est pas seulement au niveau des plumes ou la peau nue des pattes, mais aussi le sang et le foie (Fox et al., 1967). Les flamants particulièrement ont la faculté d'oxydation des bêta-caroténoïdes en phoenicoxanthin et astaxanthin lesquels déposés dans la peau et les plumes. Une description complète sur le rôle des caroténoïdes dans la pigmentation des flamants a été fournie par Fox (1975).

### 1.3.2.2. Le développement du plumage

Jusqu'à maintenant le développement du plumage du flamant n'a pas été bien étudié en détail sur terrain. Les oiseaux bagués comme poussins en Camargue (âge et origine connus), ont été observés à travers la région méditerranéenne durant une période de 12 ans, la coloration des plumes et les parties nues ont été notées, principalement par le même observateur, quand ses oiseaux bagués observés à proximité et en bon éclairage (Johnson et Cézilly 2007). Les flamants acquièrent leur plumage adulte, seulement après la succession du plumage juvénile et immature. Il y a des variations individuelles dans la coloration des plumes, spécialement chez le plumage des immatures et les sub-adultes. Cependant ces différences sont légères et non significatives, où il y a que les neufs types de plumages les plus rencontrés, sont décrits (Johnson et *al.* 1993). A la naissance, le poussin est recouvert d'un duvet blanc, ses pattes et son bec sont rose vif. En quelques jours le duvet du poussin devient gris, les pattes et le bec virent au noir et demeurent ainsi jusqu'à l'envol. Par la suite, le jeune oiseau voit son plumage s'éclaircir. Il devient gris blanc la première année avec pattes et bec gris noir. Après un an, il obtient progressivement un plumage nuancé de gris, de blanc et de rose jusqu'à sa parure adulte où le rose domine à l'âge de 4 à 7 ans (Johnson et Cézilly 2007).

### 1.3.3. Distribution et nombre

Le flamant rose *Phoenicopterus roseus* est le flamant dont la répartition géographique est la plus vaste (Kahl 1975). Il fréquente les lacs et les lagons salés ou saumâtres de la région méditerranéenne, de l'Afrique occidentale, orientale et australe et de l'Asie du Sud-Ouest (Fig.1.2) (Kahl 1975, Johnson 1997)

Le Flamant rose fréquente trois continents :

✓ **L'Afrique** : dans la partie Est, lacs de la vallée (Soudan, Somalie, Malawi, Kenya et Tanzanie) ; au Sud il fréquente le Botswana, la République de l'Afrique du Sud, la République Malgache et la Namibie. Dans la moitié Nord du continent, du Sénégal vers le Nord jusqu'au Maroc, puis vers l'Est jusqu'en Egypte.

✓ **L'Asie** : principalement la partie Sud- Ouest du continent, de la méditerranée jusqu'en Inde et Sri Lanka et de la côte du golfe persique jusqu'au Kazakhstan.

✓ **L'Europe** : l'aire de distribution habituelle s'étend surtout le long des côtes du midi de la France jusqu'au Sud de Portugal, vers l'Est jusque dans le Var puis sur les îles de Sardaigne et des Baléares (Johnson 1983).

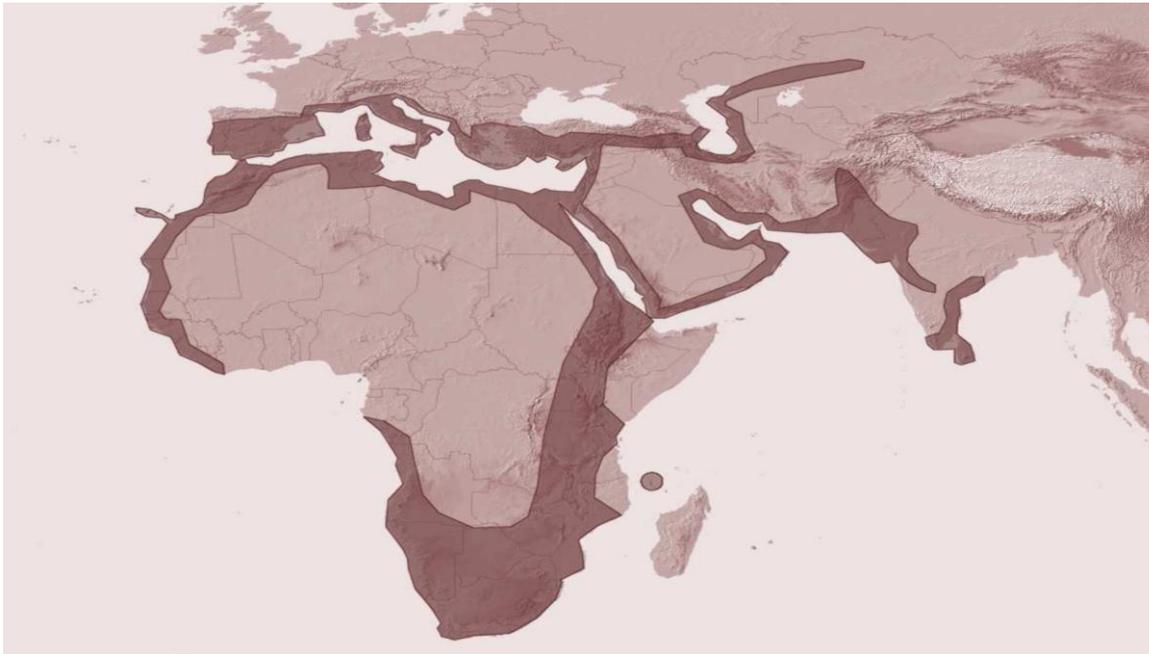
### 1.3.3.1. Distribution détaillée du flamant rose dans l'Ouest Paléarctique

- ✓ **L'Algérie** : plusieurs régions peuvent abriter des flamants lorsque les zones humides sont inondées, jusqu'à 800 Km de la méditerranée et dans les zones humides sahariennes, plusieurs chotts sont éparpillés entre les frontières de la Tunisie et du Maroc.
- ✓ **La France** : l'ensemble des sites s'égrainent de la frontière espagnole jusqu'au Var ; ils se situent tous au moins de 20 Km de la côte.
- ✓ **L'Italie** : Quelques individus sont parfois observés le long de la côte occidentale de l'Italie (Vassalo 1978, Ortali 1981 in Johnson 1983). Mais en Sardaigne où les flamants stationnent régulièrement, l'île offre des conditions favorables pour l'espèce.
- ✓ **La Tunisie** : La Tunisie offre un grand nombre de sites favorables aux flamants : il s'agit dans beaucoup de cas de zones humides temporaires (Chotts et Sebkhas).
- ✓ **Le Maroc** : Le Maroc se trouve à cheval sur deux grandes régions pour les flamants, et ne peut offrir qu'un nombre restreint de sites favorables à l'espèce.
- ✓ **Le Portugal** : Zone limite de l'extension des flamants.
- ✓ **L'Espagne** : Les principales zones humides espagnoles se situent le long de la côte méditerranéenne, à l'embouchure de Guadalquivir sur l'Atlantique et à l'intérieur des terres en Andalousie.
- ✓ **La Mauritanie** : Le littoral de ce pays désertique, et plus particulièrement les îles de Banc de la Baie d'Arguin au nord sont fréquentées par un important contingent de flamants toute l'année.
- ✓ **Le Sénégal** : Les données sénégalaises proviennent de divers rapports du service des parcs nationaux.
- ✓ **Les Iles du Cap Vert** : D'après (Naurois, 1969b) l'espèce y est observée régulièrement.
- ✓ **La Guinée-Bissau** : Ce pays délimite l'aire de distribution du Flamant rose sur la côte Ouest Africaine dans l'hémisphère Nord.
- ✓ **La Turquie** : L'espèce signalée régulièrement sur une quinzaine de sites du plateau central de l'Anatolie.
- ✓ **La Syrie** : Le lac Al-Jabboul semble être le seul site fréquenté par les flamants (Hamidan et al., 2010).
- ✓ **Le Liban** : L'espèce est peu fréquente (Johnson, 1983).

Sa population mondiale est estimée de 545000 à 682000 individus (Wetlands International 2002). En région méditerranéenne, on admet généralement l'existence de deux populations

(Kahl 1975, Johnson 1989) : une population occidentale comprenant probablement autour de 200 000 individus, et une population orientale que l'on soupçonne étendue jusqu'à englober la partie asiatique de l'aire de l'espèce et dont l'effectif a été estimé à 290 000 individus (Wetlands International 2002).

Le Flamant rose est l'espèce la plus large distribuée, avec un degré d'existence global estimé de 100,000 à 1000000 km<sup>2</sup> (Johnson et Cézilly 2008).



**Figure 1.2** : L'aire de répartition du Flamant rose à l'échelle mondiale (Balkiz, 2006)

#### **1.3.4. Le statut de protection du Flamant rose**

En dépit de la taille relativement importante et de la dynamique positive de la population de la région Ouest-méditerranéenne, le flamant rose figure au nombre des espèces menacées de l'Union Européenne, dans la catégorie SPEC-3. Il est également classé dans les catégories 3a et 3c aux termes de l'Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie (AEWA), du fait que plus de 90% de la population reproductrice soit concentrée sur moins de 10 sites (BirdLife International 2004). En outre cette espèce est au grand nombre de celles nécessitant des efforts particuliers de conservation, citées à l'annexe I de la directive du conseil de l'Union Européenne concernant la protection des oiseaux sauvages ; elle relève par ailleurs de la convention de Bonn (convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage), de la convention de Berne (convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe) et de la CITES (convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction). Le flamant rose est l'une des 15 espèces d'oiseaux visées par le

Protocole concernant les aires spécialement protégées dans le cadre de la convention de Barcelone (convention sur la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée), ainsi il est considéré parmi les espèces protégées par la convention africaine pour la conservation de la nature et des ressources naturelles.

En Algérie, le Flamant rose est l'une de 30 espèces protégées conformément aux deux textes législatifs suivants :

- \* Décret n° 83-509 du 20 août 1983 relatif aux espèces animales non domestiques protégées ;
- \* Arrêté du 15 janvier 1995 complétant la liste des espèces animales non domestiques protégées.

### **1.3.5. La survie**

Les informations disponibles sur la survie des juvéniles et immatures sont peu nombreuses. Les estimations produites par des travaux antérieurs sont peu fiables du fait de la méthodologie employée (Johnson et *al.*, 1991) ou de la trop faible étendue du territoire géographique couvert, ce qui entraîne une sous-estimation des valeurs calculées (Lebreton et *al.*, 1992). Toutefois, d'après des études détaillées réalisées en Camargue, l'âge (Lebreton et *al.*, 1992, Tavecchia et *al.*, 2001), les sites d'hivernage (Johnson et *al.*, 1991), la sévérité des conditions météorologiques hivernales (Johnson et *al.* 1991, Lebreton et *al.*, 1992, Cézilly et *al.*, 1996, Tavecchia et *al.*, 2001) et le sexe (Tavecchia et *al.*, 2001) constituent des facteurs importants pesant sur la survie des adultes. Au sein de la population adulte, les individus plus âgés survivent mieux que les plus jeunes (Johnson, 1983 ; Lebreton et *al.*, 1992 ; Tavecchia et *al.*, 2001) et les probabilités de survie diffèrent en fonction des localités d'hivernage (Johnson et *al.*, 1991). Les flamants roses vivent très longtemps. Leur survie est très variable et dépend de facteurs individuels (sexe, âge) et environnementaux. Si les individus mâles et femelles ont tous des taux de survie élevés (supérieurs à 90 % dans les deux cas), une différence de survie avérée existe néanmoins entre eux. Les femelles de plus de 7 ans ont une probabilité de survie supérieure à celle des mâles du même âge (97 % pour les femelles contre 93 % pour les mâles ; Tavecchia et *al.*, 2001), tandis que chez les individus de moins de 7 ans, les femelles ont des taux de survie inférieurs à ceux des mâles – un phénomène que Tavecchia et *al.*, (2001) considère lié au coût de la première reproduction. D'après ces auteurs, la première reproduction agirait comme un filtre sélectionnant les meilleures femelles, d'où une survie moyenne des femelles supérieures à celle des mâles parmi les individus plus âgés (Tavecchia et *al.*, 2001).

Comme c'est le cas chez de nombreuses espèces longévives, les probabilités de survie des flamants roses semblent varier peu dans le temps. Il reste que des événements stochastiques sont susceptibles d'influer négativement sur les taux de survie. Ainsi en 1985 un hiver particulièrement rigoureux a-t-il entraîné en Camargue la mort de plus de 3000 individus, abaissant brutalement les probabilités de survie de toutes les classes d'âge (Johnson et *al.*, 1991 ; Lebreton et *al.*, 1992 ; Cézilly et *al.*, 1996, Tavecchia et *al.*, 2001).

### **1.3.6. La longévité du Flamant rose**

D'une manière générale, l'espérance de vie chez les mammifères et les oiseaux augmente avec la taille du corps de l'espèce (Landsborough et Thomson, 1964 ; Lindsted et Calder, 1976). Des indications sur la longévité des oiseaux ne peuvent être obtenues que grâce à des sujets reconnaissables, soit maintenues en captivité soit dans la nature porteur d'une marque. Pour les flamants, le programme de baguage effectué en Camargue est l'un des plus anciens. En Camargue les plus vieux flamants contrôlés ne dépassent pas 34 ans (Johnson 1983).

Cependant le parc zoologique de Bâle en Suisse possédait encore en 1992 six individus acquis dans les années 30, âgés plus de 50 ans. Le plus remarquable est que cinq de ces vétérans nichent régulièrement encore (Johnson, 1992). Jusqu'à présent, le plus vieux flamant connu chez les flamants sauvages était âgé de plus de 40 ans (Johnson 1997), un Flamant rose du Zoo de Bale élevé avec succès à 57 ans d'âge (King 2008).

### **1.3.7. Les facteurs de mortalité**

Nous ne considérons que la mortalité qui survient après le départ des jeunes flamants de la crèche. D'après Johnson (1983) la chasse apparaît comme le plus important des facteurs de mortalité, surtout en Espagne. Les conditions climatiques arrivent ensuite : mortalité due aux vagues de froid et notamment celles des hivers 1956, 1958 et 1962-63. Enfin, les fils à haute tension, qui sillonnent la plus part des zones humides en Méditerranée, font aussi un bon nombre de victimes dont l'importance réelle semble être sous-estimée. (Johnson 1983).

### **1.3.8. Habitat du Flamant rose**

Le flamant rose est un oiseau côtier lié aux eaux saumâtres : son habitat privilégié est constitué par les lagunes et les étangs littoraux. Il fréquente les eaux salées des Garaets et des Sebkhass. (Johnson 1992, Nicolai 1985)

### **1.3.9. Vol du Flamant rose**

Ce grand oiseau vole généralement en groupes : la silhouette allongée est typique avec le cou et les pattes allongés. Malgré la masse de l'oiseau, le vol reste direct et énergique (Johnson 1992).

### **1.3.10. Comportement du Flamant rose**

Les groupes de flamants roses en gagnage sondent simultanément l'eau à la recherche des invertébrés : la tête dans l'eau et les pattes remuant pour mettre en suspension la vase. Au repos ils se tiennent souvent sur une patte et la tête fourrée dans les plumes. Ils sont capables de nager (Johnson 1983). Les Flamants roses sont grégaires et se reproduisent en colonies de plusieurs centaines à plusieurs milliers d'individus. Les couples ne sont pas fidèles d'une année sur l'autre mais les individus de même âge ont tendance à s'apparier (Cézilly et Johnson 1995). Les parades nuptiales commencent dès la fin de l'automne pour former les couples de l'été suivant (Johnson 1992).

### **1.3.11. Régime alimentaire du Flamant rose**

Il est possible que chez les flamants le critère en fonction duquel s'opère le choix des lieux d'alimentation soit la prédominance d'une proie préférée ; mais pas plus que les autres microphages ils n'ont la faculté de sélectionner une proie parmi d'autres, de même taille, disponibles au même endroit (Jenkins 1957). Les flamants s'alimentent principalement sur les invertébrées et leurs œufs et larves. Le groupe des espèces dont lesquelles constitue le régime de base des flamants rose est très largement répandus (Johnson et Cézilly, 2007). Poncy (in Madone 1932) avait donné en 1926 des renseignements sur le régime alimentaire des flamants :

**A/ Résultats d'analyses de Von Hulin (Afrique du Nord) :** « quantité de grains de quartz, restes de Cladocères, crabes, vers, mollusques, matières végétales » ; Tunisie, " très petits vers rouges de vase dont l'estomac est parfois rempli tandis que, d'autres fois, il est plein de très petits coquillages " ; Ticehurst, " *Medicago lupulini* et *Cyperus* » ; Dresser, petits crustacés, vers insectes aquatiques, parcelles de matières végétales, limon organique, etc. ».

**B/ Données provenant probablement d'autopsies :** Brehm, « mollusques univalves, vers, crustacés, quelques matières végétales » ; Crespon, « petits coquillages bivalves, insectes » ; Temminck, "coquillages frais de poisson, insectes" ; Dr Jaubert, « vers, crustacés, insectes aquatiques » ; T. Salvadori, « mollusques, le plus souvent *Mytilus* et *Cyclostoma* ».

C/ Hypothèses d'après la faune des lieux fréquentés : J.W.Clarck, « *Cardium edule*, *Artemia salina* » ; Nazarov et autres, « *Cardium edule* » ; Zugmayer, « *Artemia urmanica* ». Quant à Madon, il a pu analyser deux tractus digestifs complets, neufs gésiers et deux échantillons de contenus de gésiers, tous en provenance des flamants de Camargue. Pour résumer les résultats de ses analyses, il dit "La nourriture se compose donc en Camargue, au moins pendant l'automne et l'hiver, de minuscules gastéropodes et crustacés avec un fort menu semences, elle est toujours accompagnée de sable ou de vase organique pouvant ajouter quelques éléments nutritifs". (Au moins un de ces flamants venait de l'Étang de Vaccarès et rien ne laisse croire- d'après les espèces de graines et d'invertébrés cités- que les autres venaient des salines de Camargue). Guichard (1951), qui lui avait visité en 1950, la colonie nicheuse de flamants en petite Camargue, écrivait "...tamisant l'eau où ils recueillent un abondant plancton ainsi que des animalcules, larves et petites crevettes qui pullulent dans cet étang saumâtre à forte salure. Il est peu probable qu'ils triturent les petits coquillages, si abondant dans la vase des étangs de Camargue, précisément aux endroits que les flamants fréquentent par prédilection, car on ne trouve pas de débris de coquilles dans leur estomac".

Gallet (1949), souligne l'importance de la vase dans le régime alimentaire du flamant. La vase qu'il avait fait analyser avait une teneur de 6 à 8 % en matière organique. Il en avait trouvé dans le jabot et dans le tractus digestif tout entier en pratiquant des autopsies. Il n'exclut pas que le flamant se nourrisse d'autres aliments : frai, insectes et larves, crustacés et mollusques et, surtout graines et algues. " Une colonie entière a pu subsister et mener ses jeunes à bien dans un milieu saturé de sel où il se cristallisait dans l'eau dès que les poussins ne brassaient plus la vase ; dans un tel milieu, même les *Artemia* meurent et l'observation au microscope montre l'extrême rareté des graines. Il continue : "Nous ne hésiterons donc pas à conclure que le flamant est un lumnivore essentiel, cela explique son maintien sur des étangs où tous les autres oiseaux ont disparu faute de nourriture" (Johnson, 1983).

En général, les Flamants roses sont des oiseaux qui se nourrissent en filtrant l'eau, et leur régime alimentaire est composé de petits invertébrés, tels que des insectes et des crustacés, qu'ils trouvent dans les lacs peu profonds d'eau salée ou saumâtre. Les espèces les plus consommées appartiennent au genre *Artemia* (Britton et al., 1986 ; Johnson 1997). L'alimentation des flamants n'est pas restreinte que sur les invertébrés, mais ils s'alimentent aussi sur les graines des plantes aquatiques (Madone 1932 ; Abdulali 1964), dont le riz, et parfois la boue pour extraire ces contenus organiques. Jenkins (1957), à qui nous devons le travail le plus détaillé à ce jour du régime alimentaire de notre sous-espèce de flamant, conclut que le régime alimentaire se compose d'une grande variété d'organismes animaux et

végétaux. Se nourrissant par filtrage, ces organismes sont d'une taille minimale de 0.1 mm (l'espace entre deux lamelles de rétention) et maximale de 10 mm (l'écartement des mandibules à la pointe), mais un organisme peut dépasser cette taille en une de ses dimensions s'il entre dans le bec dans le sens de sa longueur. Les Flamants roses ont une grande variété de régime alimentaire suivant la distribution et la densité de différentes espèces proies qui diffère d'une zone humide à une autre, et dans les régions tempérées peut être soumettre aux cycles saisonniers.

La présence des flamants dans les eaux fortement salées où les seuls autres organismes vivants (sauf les micro-bactéries et les algues microscopiques) sont des *Artemia*, permet de penser que ce phyllopode et ses œufs sont activement recherchés par les flamants comme nourriture (Johnson 1983). Ce phyllopode existe profusément durant les mois d'été dans les eaux très salées (plus de 80 g/l) (Johnson et Cézilly 2007). Les adultes meurent en automne et cessent d'être une source de nourriture pour les flamants début novembre. Les éclosions ont lieu au plus tôt en février ; ils constituent une source importante de nourriture fin mars début avril. L'absence des flamants dans les eaux très salées et leur présence en très restreint dans les eaux de moyenne salinité, correspond à l'absence d'*Artemia*, fait qui renforce nos observations (Johnson 1983).

### **1.3.12. Comportement alimentaire et méthodes de recherche de nourriture chez les flamants**

Depuis des décennies le flamant est considéré comme étant un "spécialiste" (Allen 1956 ; Jenkin 1957 ; Cramp and Simmons 1977 ; Geroudet 1978 ; Brown et *al.*, 1982), surtout à cause de la structure de son bec et de son comportement alimentaire. Les recherches montrent cependant que cet oiseau malgré la structure de son bec est un bon spécialiste "débrouillard". Il fréquente une large gamme de milieux aquatiques (rizières, étangs sursalés etc.) se nourrit aussi bien la nuit que le jour, prélève sa nourriture dans quelques millimètres d'eau où plus d'un mètre de profondeur, en suspension ou dans la vase. Lorsque les organismes animaux manquent, il peut très bien se nourrir de graines et même de la vase organique (Johnson, 1983).

Certains temps les flamants nagent quand l'alimentation se trouve en profondeur, mais habituellement ils s'alimentent dans les eaux dont la profondeur comprise entre 5 et 50 cm. Ils se nourrissent agrégativement en groupes de centaines ou milliers oiseaux. Peu de connaissances sur la voie d'attraction et la distribution des flamants dans les endroits d'alimentations (Johnson et Cézilly 2007). En générale les flamants roses sont des oiseaux qui

se nourrissent en filtrant l'eau (Britton et *al.*, 1986, Johnson 1997). L'originalité du comportement du flamant en recherche de nourriture découle de la forme, du fonctionnement et de l'utilisation de son bec. C'est en effet grâce à cet organe très perfectionné et ultra spécialisé que cet oiseau arrive à utiliser au mieux la nourriture disponible dans les milieux généralement peu profonds. La langue épaisse munie de crochets latéraux, fonctionne comme un piston qui pousse vers l'œsophage la nourriture retenue, après filtration de l'eau dans un système de lamelles semblable aux fanons de la baleine.

La description détaillée du bec a été faite par Jenkin (1957). Ainsi, le flamant peut se nourrir de deux manières :

1/ Les mandibules restent fermées durant l'alimentation. Le va et vient très rapide de la langue (4 mouvements par seconde) aspire de l'eau des organismes. Les organismes sont retenus par les lamelles alors que l'eau est rejetée près de la base de son bec. La taille des organismes ainsi récoltés varie autour de 0.5 mm.

2/ Le flamant ouvre et ferme son bec. Les mandibules sont légèrement écartées afin de laisser entrer les organismes ; en les refermant, l'eau ainsi que la boue est éventuellement des algues sont rejetées à travers les lamelles qui retiennent la nourriture. Durant l'alimentation les mandibules ne sont jamais écartées à plus d'un centimètre à la pointe, soit 4 mm à la courbe (la taille des proies varie alors de 4 à 10 mm) (Johnson, 1983).

#### **1.3.12.1. Méthodes de recherche de nourriture utilisées par les flamants :**

Par une action conjuguée des pattes et du bec, le flamant se nourrit d'organismes en suspension dans l'eau ou enfouis dans la vase. Il peut marcher ou nager suivant la profondeur de l'eau (Johnson 1992, Nicolai 1985).

1.3.12.1. 1. Effleurement : marchant et nageant à la recherche d'*Artemia* à la surface de l'eau (œufs d'*Artemia* plus particulièrement), seul la pointe du bec jusqu'à la partie recourbé sillonne la surface de l'eau par un mouvement de godille.

1.3.12.1.2. Fouille par basculement : à la nage (eau profond) fouillant le fond probablement pour y trouver des larves d'Ephydre. Se basculant comme un cygne, le flamant maintient cette position grâce aux mouvements de ses pattes à la surface. Cette méthode permet aux flamants d'atteindre la faune benthique (de 90 à 105 cm).

1.3.12.1.3. Marche, préhension tactile et filtrage : avançant lentement, s'arrêtant de temps à autre dans une eau de profondeur variant entre quelques cm seulement et 75 cm. Le flamant ne laisse dans la vase que les traces de ses pattes, car il utilise son bec comme une pince pour saisir des proies (Ephydre, mollusques) qu'il repère à la vue et non pas par filtrage.

Il peut, en même temps, filtrer également les *Artemia* ou d'autres espèces qui sont dans l'eau et dans la vase c'est la méthode de recherche alimentaire la plus communément utilisée.

1.3.12.1.4. Piétinement sur place : le flamant remue la vase en marquant le pas sur place ou avec un léger recul progressif dans 5 à 60 cm d'eau pour la capture des larves d'Ephydra. La tête est balancée de gauche à droite, tandis qu'il prélève l'eau à peu de distance du sol et filtre les organismes mis en suspension par ses piétinements.

1.3.12.1.5. Piétinement pivoté : piétinant le sol, tournant autour de son bec, le flamant décrit en 45 et 60 secondes et levant la tête hors de l'eau 8 fois, un cercle dont le monticule au milieu (cône alimentaire) varie en diamètre entre 20 et 150 cm. La dépression laissée par l'action des pattes a plusieurs cm de profondeur. Il n'a pas été bien établi si le flamant se nourrit par filtrage ou en saisissant les gastéropodes, que cette méthode lui permet de séparer des particules minérales plus lourdes ou des détritiques plus légers qui tombent dans la dépression. L'eau a toujours moins de 30 cm de profondeur.

1.3.12.1.6. Chasse en courant : à la manière d'une aigrette, le flamant poursuit dans l'eau peu profonde (1 à 15 cm) des poissons de petite taille qu'il repère à la vue et qu'il attrape (ou essaye de capturer) par un rapide mouvement de la tête, inattendu de l'observateur, en utilisant le bec non renversé comme une pince (observation unique faite par Rooth 1965).

1.3.12.1.7. Marche, filtrage de la vase : par cette méthode, le flamant laisse des traces longues de 2 à 3 m et profondes de 1 à 2 cm, du passage de son bec dans la vase. Il se nourrit vraisemblablement de la matière organique qui contient dans la vase et ne fait appel à celle-ci que pour pallier au manque de nourriture. Le système de filtrage serait alors d'après Jenkins(1957) renversé afin que le flamant ne puisse laisser entrer dans son bec que les particules les plus fines qui sont celles qui l'intéressent (Johnson, 1983).

### **1.3.12.2. Vigilance pendant l'alimentation**

L'alimentation à tête déprimée ne convient pas à la détection d'approchement d'un prédateur ou d'autres sorts de dérangement. Le flamant interrompt régulièrement son activité d'alimentation courante pour augmenter sa tête et scanner brièvement son environnement. L'alimentation en groupe peut favoriser chez les oiseaux la diminution du moment de vigilance des individus. En effet Beauchamp et McNeil (2003) ont montré que la vigilance diminue avec l'augmentation de la taille de groupe de la même manière pendant la nuit et le jour chez le flamant de Caraïbe. Cependant, il est observé que la taille des groupes d'alimentation sont réduits et la vigilance des flamants augmente durant la nuit, les suggestions montrent que le

temps alloué à l'alimentation est limité par le niveau faible de la lumière. La vigilance chez les flamants roses n'a pas bien été étudiée jusqu'à maintenant (Beauchamp 2005).

### **1.3.13. Biologie de la reproduction du Flamant rose**

#### **1.3.13.1. La période pré-nuptiale-activités de parade**

Avant la reproduction, les flamants effectuent la parade nuptiale. La parade est une suite de mouvements stéréotypés dont l'intensité augmente avec la saison. Ils débutent dès janvier, atteignent leur maximum en mars-avril, et terminent lorsque la colonie nicheuse est établie à la fin du mois de mai (Allen 1956 ; Brown 1959 ; Rooth 1965 ; Kahl 1975 in Johnson 1983). Il convient de reprendre ici la description faite par Geroudet (1978). " Parmi les centaines ou les milliers de flamants rassemblés en divers endroits, des groupes se mettent à parader : dressés, le cou tendu verticalement, ils font pivoter leur tête de gauche et de droite par de brefs et rapides demi-tours, tout en criant. Puis soudain, plusieurs déploient les ailes de côté et gardent horizontales quelques secondes ; d'autres inclinent le cou en avant et écartent les ailes à demi-ouvertes qui, de face, dessinent un triangle rouge. Ces signaux font taire le vacarme un moment, mais de proche en proche les gestes et les clameurs se propagent dans la masse. Johnson (1983) a vu aussi des oiseaux replier curieusement tête et bec sur le haut du cou, se gratter avec une patte, procéder nerveusement à un simulacre de toilette, ou encore se pourchasser et se quereller. Cependant, à mesure que de nouveaux acteurs se joignent à la cérémonie collective, l'excitation et le bruit vont croissant. C'est un cortège qui se bouge, une forêt d'échasses roses surmontées des corps serrés, des flamboiements subits, des cous raidis et des têtes qui tournent comme des mécaniques, celles des mâles dominant celles des femelles. De temps en temps, un silence abrupt puis la rumeur reprend dans cette foule confuse, qui mûrit ainsi jour après jour les prochaines fécondations.

Ces parades, effectuées par des groupes de 30 à 300 individus, parfois d'avantage, s'exécutent soit à proximité du site de reproduction, soit dans des lagunes qui en sont distantes de quelques dizaines de kilomètres. Il est noté également une parade en vol lorsque des petits groupes (souvent de l'ordre de 5 à 15 oiseaux) s'envolent et tournent autour de la colonie, parfois très haut dans le ciel. Ces groupes peuvent s'éloigner de plus d'un kilomètre de la colonie et rester en l'air jusqu'à 20 minutes, certains individus revenant parfois plus tôt au sol.

Ces vols de parade, composés des deux sexes, ne semblent pas avoir été décrits convenablement jusqu'ici car Allen (1956) et Rooth (1965) n'en font qu'une mention très brève. Ils sont caractérisés par un battement des ailes tendues, moins ample que d'habitude avec parfois une synchronisation momentanée entre certains individus.

Les accouplements ont lieu en dehors des rassemblements d'oiseaux en parade (Allen 1956 et Rooth 1965). Après avoir choisi un îlot favorable, les flamants y construisent leurs nids, un monticule de boue séchée de 10 à 20 cm de hauteur. La femelle n'y pond qu'un seul œuf qui sera couvé tour à tour par les deux partenaires (1 à 4 jours d'incubation consécutifs) pendant un total de 28 et 30 jours (Johnson et Cézilly 2007).

### **1.3.13.2. La ponte**

Le début des pontes est facile à observer : oiseaux couchés sur les nids où œufs visibles au télescope, alors qu'il est difficile de détecter les derniers flamants qui s'installent parmi des milliers d'autres déjà en place. Cette date limite est souvent moins précise, calculée d'après les dernières observations d'accouplement ou, plus tard, d'après les dernières éclosions. (Johnson, 1983)

La reproduction est bien souvent irrégulière, y compris sur les sites favorisés (Johnson, 1997), essentiellement du fait des fluctuations du niveau de l'eau, qui est une caractéristique des zones tropicales et subtropicales (Del Hoyo et *al.*, 1992). La reproduction se déroule au sein de colonies denses comportant habituellement plusieurs milliers de couples (Cézilly et *al.*, 1994). Chaque couple reproducteur produit un seul œuf, et les deux partenaires participent à l'incubation et à l'élevage du poussin. (Cézilly 1993). Les femelles sont beaucoup plus susceptibles d'abandonner leur œuf que les mâles lorsque les conditions du milieu sont difficiles (Cézilly 1993). De même, après un échec reproductif, plus de mâles que de femelles changent de partenaire et font une nouvelle tentative de reproduction (Cézilly et *al.*, 1994, Cézilly et Johnson 1995). En outre, il a été observé que les soins parentaux accordés par les mâles augmentent avec l'âge du rejeton, ce qui n'est pas relevé chez les femelles. Il a été suggéré que ces différences reflètent un coût plus élevé de la reproduction pour les femelles (Cézilly et *al.*, 1996).

### **1.3.13.3. Les facteurs qui conditionnent les époques de pontes**

De manière générale, les oiseaux possèdent un rythme de reproduction circannuel qui fonctionne d'après le cycle jour-nuit. Autrement dit, c'est la longueur de la journée qui dicte aux oiseaux, par le développement des gonades, la période qui est propice à la nidification (Murton et Westwood 1977). Ce photopériodisme déclencheur du processus de reproduction est généralement appelé le "zeitgeber". Ces deux auteurs précisent que l'expression finale de l'activité de reproduction n'est possible que si des conditions écologiques appropriées sont réunies, surtout en matière de nourriture et de facilités pour l'élevage des jeunes.

Les facteurs permettant aux flamants de mener à bien la nidification sont généralement :

1/ Les précipitations suffisantes pour mettre en eau les lagunes temporaires qui constituent des lieux de reproduction du flamant ;

2/ Le maintien d'une ceinture d'eau autour de l'îlot de reproduction depuis la ponte jusqu'à la mobilité des jeunes ; ceci constitue une barrière vitale contre les prédateurs terrestres ;

3/ La disponibilité des ressources alimentaires pouvant satisfaire les besoins des adultes et des jeunes.

Du Sud au Nord les pluies tombent plus tôt, l'évaporation se fait également à un rythme plus accéléré et explique ainsi le gradient dans les dates de ponte selon la latitude. (Johnson 1983). Le début des pontes est compris entre le début du mois d'Avril et le début du mois de mai. Il est intéressant de noter que Kear et Duplaix (1975) ont constaté une graduation selon la latitude pour les dates des pontes des flamants nicheurs captifs. D'après ces auteurs, le commencement des pontes a lieu approximativement un mois plus tard pour chaque tranche de 10 ° latitude vers le nord, en janvier entre 20° N et 29° N, en février entre 30° N et 39° N, en mars entre latitude 40° N et 49° N et en avril dans latitudes 50° N. Il y a aurait un mois de décalage entre les flamants nicheurs captifs et sauvages.

#### **1.3.13.4. L'éclosion à l'émancipation**

La période d'incubation dure 28 à 30 jours, les deux sexes y participent et les changements de partenaire s'effectuent le matin ou le soir. Le jeune éclos reste environ une semaine dans le nid avant de se réunir avec ses congénères en bande sur l'îlot. A l'âge de trois semaines environ, ces poussins se rassemblent dans l'eau et se tiennent en une seule crèche jusqu'à l'envol, à l'âge de dix semaines, la crèche reste toujours à proximité de l'îlot de reproduction.

Les poussins se promènent hors du nid dès l'âge d'une semaine. Après 12 jours environ, ils se rassemblent en crèche que les parents abandonnent pendant la journée pour revenir, le soir pour nourrir leurs poussins qu'ils reconnaissent parmi les centaines d'autres présents grâce à leur cri unique. A partir de son jabot, l'adulte sécrète un liquide riche en protéine qu'il donne à son poussin pendant un repas qui peut durer de 15 à 30 minutes. Les jeunes s'alimentent seuls après l'envol qui a lieu vers l'âge de 77 jours. (Johnson et Cézilly 2007). Une dizaine de jours après l'éclosion, les poussins sont réunis en crèches (Green et *al.*, 1989 ; Cézilly et *al.*, 1994), au sein desquelles ils demeurent parfois même après avoir acquis

leur plumage, jusqu'à l'âge de 100 jours (Del Hoyo et *al.*, 1992). Une fois capables de voler, les jeunes sont en mesure de couvrir des distances supérieures à 1000 km d'une seule traite (Amat et *al.*, 2005).

Au fur et à mesure que le jeune grandit, la fréquence des nourrissages par les parents diminue ; ils peuvent avoir lieu à toute heure de la journée ils sont beaucoup plus fréquents le soir. L'adulte régurgite de son jabot dans le bec du jeune un liquide et il le nourrit ainsi jusqu'à l'envol et parfois au-delà. Ce schéma est classique pour toutes les colonies de flamants observées. Le cycle de reproduction aura duré au total 3 mois et demi depuis l'œuf jusqu'à l'envol du jeune. Pour l'ensemble d'une colonie il faut compter au moins 4 mois. (Johnson 1983).

#### **1.3.13.5. Le succès de reproduction**

Le flamant ne pond qu'un œuf, très exceptionnellement deux œufs sont pondus dans un même nid (deux femelles différentes). Pour mesurer le succès de reproduction, il convient de comparer le nombre de jeunes flamants à l'envol avec le nombre de nids occupés durant la saison. A titre d'exemple durant 30 ans de nidification en Camargue, le succès de reproduction a varié de 87, 5 % à l'échec total. Il a par ailleurs été mis en évidence que certains facteurs environnementaux ont une influence sur les probabilités de reproduction. (Johnson ,1983). Cézilly et *al.*, (1995) ont ainsi montré que la taille de la colonie Camarguaise est positivement corrélée au niveau de l'eau du mois de mars des étangs côtiers où les flamants se nourrissent. Ce paramètre reflète la disponibilité en nourriture qui a un rôle déterminant dans la prise de décision de ces oiseaux en matière de reproduction, car ces derniers s'abstiennent parfois de se reproduire lorsque les conditions ne sont pas favorables.

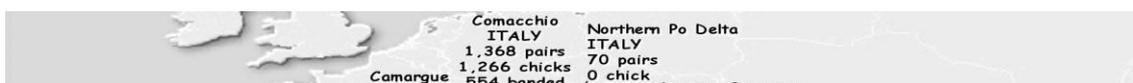
An niveau des œufs, citons les intempéries (fortes pluies ou tempêtes) qui submergent les nids et occasionnent ainsi des pertes qui augmentent de pair avec l'érosion de l'îlot de reproduction et les goélands qui s'attaquent aux poussins (Hoffmann 1962 ; Blondel 1963 ; Salathé 1983). Le Renard *Vulpes vulpes*, le Blaireau *Meles meles* et le Sanglier *Sus scrofa* constituent d'éventuels prédateurs mais leurs visites à la colonie sont rares (Lomont 1954 b). C'est avant tout l'homme qui est le plus grand ennemi du flamant ; consommateur (autrefois surtout) (Gallet 1949) et collectionneur d'œufs, aviateur à la recherche d'une jolie image ou photographe désireux de faire des clichés (Hoffmann, 1957). L'homme peut également se manifester en tant que protecteur et depuis 1969 ses interventions ont plutôt favorisé le maintien de l'espèce en Camargue (construction d'un îlot de nidification et gardiennage des colonies). L'assèchement partiel, de la lagune de reproduction peut ainsi être à l'origine d'un

échec (ce facteur n'intervient pas dans les salines de Camargue (site artificiel) ou les niveaux des surfaces d'évaporation sont maintenues stables par pompage). La montée des eaux peut aussi provoquer une catastrophe. Il convient de signaler qu'un œuf perdu en début de saison peut être remplacé (Johnson 1983).

### **1.3.13.6. La distribution des sites de reproduction de flamants dans la Méditerranée et l'Afrique de l'Ouest**

La reproduction est bien souvent irrégulière, y compris sur les sites favoris (Kahel, 1975a ;Johnson, 1994). En France (en Camargue) annuellement depuis 1969. En Espagne se reproduit dans quatre sites durant 30 ans, le principal site est Fuente de Piedra à Malaga en total de 19 colonies durant 34 ans (Rendon et Johnson 1996). Occasionnelle en Marismas (Huelva-Sevilla), une à Santa Pola (Alicante) et maintenant chaque année depuis 1993 en Ebro Delta (Tarragona). En Italie(Sardaigne) le succès d'une colonie dans Tuscany en 1994 (26 poussins) et en Puglia en 1996 (107 poussins), et jusqu'à six sites de reproductions en 2008 (Baccetti 2008). En Grec, le flamant présent pendant toute l'année depuis 1983 avec une tentative de reproduction en 1992. En Azerbaïdjan, une tentative de reproduction (196 couples) dans le Sud-ouest de la mer Caspien en 1982. En Turquie, la confirmation de la première reproduction était en 1968, et probablement des reproductions annuelles dans un ou plus de 5 sites, la principale colonie est en Tuz Gölü (Anatolia) de 100 à 600 couples, il se reproduit chaque année depuis 1982 à Camalü (Izmir) et d'autres tentatives ou succès de reproduction à Seyfe Gölü, Aeigölü et Eregli depuis 1990 (Balkiz 2006). En Egypte, une colonie dans le Nord-ouest de Sinaï à découvert en 1970 (la reproduction d'au moins trois individus), mais la confirmation de reproduction dans cette colonie était depuis 1986 (Goodman et Meinirger 1989). En Tunis, la reproduction est irrégulière dans un à cinq "5" sites inondé, avec 5 succès de reproduction durant 25 ans (1972-1996). En Maroc, la reproduction en Iriki plusieurs temps (1957 à 1968), mais aucune reproduction enregistré actuellement. Pour les îles de Cap Vert, il est probablement de se reproduit irrégulièrement en petit nombre à l'époque (la dernière observation était en 1924). En Mauritanie, il se reproduit régulièrement mais pas annuellement, principalement dans le Banc d'Arguin et Aftout es Saheli (Naurois 1969 b ; Campredon 1987 ; Cézilly et *al.*, 1994).

La reproduction de flamants dans les pays de la Méditerranée et l'Afrique de l'Ouest a été enregistrée dans 16 sites durant l'année 2008, en totale de 37800 couples ont tenté de se reproduire en donnant environ 11330 poussins ont été envolés (dispersé). Alors que le nombre de sites de reproduction a été doublé durant les deux dernières années, et la diminution



marqué des couples reproducteurs et les jeunes dispersés par apport les années passées (2005, 2006 et 2007).

### 1.3.13.7. La reproduction du Flamant rose en Algérie

Durant la période 2003-2008, les flamants roses tentés de se reproduire au moins à dix reprises (Tableau 1.1) sur trois sites : Ezzemoul (Saheb, 2006) et Bazer Sakhra dans les Hauts Plateaux et El- Goléa dans le Sahara (Figure.1.3). Il existe également des preuves indicatrices qu'ils ont probablement nidifié, dans le passé à Chott El Hodna dans les Hauts Plateaux centraux (fragments d'œufs sur les îlots signalé par les témoins de la population riveraine). À Ezzemoul, qui a été suivie au cours des six dernières années (2003-2008), l'espèce a tenté de se reproduire dans les six ans, mais a réussi en deux ans seulement (33,3%). En trois ans, Ils ont pondus des œufs et ont commencé l'incubation mais le retard à avorté les tentatives de reproduction. En un an, les flamants ont abandonné leur tentative avant de pondre (déposer) les œufs.

L'échec de reproduction due principalement à l'intrusion de l'homme ou la sécheresse, chacun pour les deux échecs. Suite à l'introduction de mesures préventives, des cas de pillage local des œufs pratiquement disparu et un seul cas d'intrusion (par un photographe) a été empêché par les gardiens en 2007 (Saheb *et al.*, 2006 ; Samraoui *et al.*, 2006).

**Tableau 1.1.** Les tentatives de nidification Ezzemoul, El Golea, Bazer Sakra et Chott Merouane entre 2003 et 2010 (Bensaci 2010).

<b>Année/Sites</b>	<b>Garaet Ezzemoul</b>	<b>El-Goléa</b>	<b>Bazer Sakra</b>	<b>Chott Merouane</b>
<b>2003</b>	60 nids, 7 œufs (P.H)		Aucune nidification	?
<b>2004</b>	276 nids, 226 œufs (P.H)		Aucune nidification	?
<b>2005</b>	Succès de plus > 5000 poussins		Aucune nidification	?
<b>2006</b>	réussie, 3500 poussins		Aucune nidification	?
<b>2007</b>	Aucune nidification (sécheresse)	17 nids (inconnue)	60 nids	?
<b>2008</b>	400 œufs (sécheresse)	46 nids (P.H)	55 nids	?
<b>2010</b>	Aucune nidification (sécheresse)	Aucune nidification (sécheresse)	Aucune nidification (sécheresse)	Nidification réussite 2240 poussins

- Les causes de l'échec de nidification mentionné entre parenthèses

(P.H = La perturbation de l'homme) (Saheb *et al.*, 2006 ; Bensaci 2010).

Les conditions climatiques ont également une influence sur l'utilisation de l'habitat dans le complexe du lacs salés ou Chotts des Hauts Plateaux au cours des deux années de succès, et il semble que le succès de reproduction à Ezzemoul due aussi à la présence de sites d'alimentation à proximité de la colonie. Les adultes s'alimentés principalement à Garaet ank Djemel (40 km à l'Est de Ezzemoul) en 2005 et à Chott Tinsilt (moins de 1 km à l'ouest de Ezzemoul) en 2006. Le manque de données quantitatives, mais des observations ont indiqué que le site de reproduction semble riche en deux espèces de crevettes *Artemia salina* et *Branchinella spinosa*. Malgré cette abondance de sources trophiques, il n'est pas clair pourquoi les Flamants roses ne pas choisi de nourrir à Ezzemoul dans l'une ou l'autre occasion de reproduction. En 2005 et 2006, Ezzemoul séchés avant l'envol des poussins. Une fois, la crèche déplacée au centre du Chott, il devient en quiétude surtout contre éventuels prédateurs terrestres. Cependant, à la fin de l'été, la crèche a subdivisé en petits groupes et les poussins semblaient grands attirés par les petits marais près de la rive, où ils rencontrent les chiens errants et les populations locales abouti à certaines victimes. La découverte des poussins bagues morts à Ezzemoul avère que l'éclosion retard des poussins a un effet négatif sur le pourcentage des poussins volés.

A Bazer Sakra, les Flamants roses ont tenté de se reproduire sur deux années consécutives (2007 et 2008). La colonie a été construite au bord du Sebka, elle était très vulnérable à la perturbation de l'homme (braconniers des œufs) et les prédateurs terrestres (chiens sauvages, renards, chacals et sangliers).

A El-Golea, les flamants roses ont également tenté de se reproduire en 2007 et 2008. En 2008, le vol des œufs par les groupes de nomades, probablement pour leur propre usage, perturbé la tentative de reproduction dans le stade d'incubation (Samraoui *et al.*, 2008).

Le Flamant rose *Phaenicopterus roseus* s'est reproduit en 2010 dans le Chott Merouane. La colonie est composée de deux noyaux distants de 1 km et renferme plus 2600 nids. Le succès biologique de reproduction de l'ordre de 86% (Bensaci *et al.*, 2010).

#### **1.3.14. La mue chez le Flamant rose**

Presque toutes les espèces d'oiseaux changent au moins une fois par an leur plumage car les plumes s'usent ; elles deviennent alors moins colorées, moins efficaces pour le vol et isolent moins bien contre le froid et l'humidité. Le changement des petites plumes du corps n'occasionne pas de gêne sérieuse pour l'oiseau ; il n'en est pas de même pour les rémiges et

rectrices qui lui permettent de décoller, avancer, et se diriger en vol. La mue des rémiges primaires et secondaires constitue donc un événement critique dans la vie de l'oiseau car, après la chute d'une vieille plume, plusieurs jours sont nécessaires pour son renouvellement. Pendant cette période, la vie des oiseaux est en danger, car il est moins apte au vol et la mue lui demande un effort supplémentaire qui vient s'ajouter à celui imposé par l'organisme pour la croissance des nouvelles plumes. Pendant ce temps, toute véritable migration est impossible. Les rémiges peuvent être remplacées de deux manières. Chez beaucoup d'espèces il s'agit de renouvelles seulement de quelques plumes à la fois ; une mue qui avance progressivement le long des ailes, primaires et secondaires ensemble, leur permet de conserver la faculté de voler.

Chez d'autres, particulièrement chez les anatidés toutes les rémiges tombent ensemble. Pendant près d'un mois, ces oiseaux peuvent prendre l'air. Ils doivent alors muer dans un endroit qui réponde à leurs besoins alimentaires et de protection contre les prédateurs éventuels. A la fin de la saison de reproduction, certaines espèces, comme le Tadorne de Belon *Tadorna tadorna*, entreprennent une migration vers les lieux sûrs pour subir cette mue. Il semblerait que pour les flamants ces deux manières soient possibles (Johnson, 1983).

D'après Cramp et Simmons (1977) la mue chez *Phœnicopterus ruber* est extraordinairement variable et peu connue. Les rémiges sont muées de manière irrégulière, probablement de façon presque continue.

Middlemiss (1961), a observé les Flamants roses en Afrique du sud et a constaté que les onze primaires fonctionnelles sont renouvelées de manière "normale", une à la fois par une mue qui progresse de la proximale vers la distale (observations faites, comme les nôtres, à la jumelle sur des oiseaux en vol). Brown (in Kear et Duplaix-Hall 1975), signale que la mue simultanée existe chez les deux espèces en Afrique de l'Est. En Asie, Scott (in Kear et Duplaix-Hall 1975) signale que la population de flamants rose du lac Rezaiyeh (Iran) effectue une mue post-nuptiale qui prive de grands groupes d'adultes de la faculté de voler en juillet-août. D'après Dementev et al., (1951), il en est de même pour les flamants au Kazakhstan qui se rassemblent sur des plans d'eau inaccessible (à l'homme) car ils ne peuvent plus voler pendant qu'ils effectuent leur mue simultanée des rémiges, de juillet à novembre- décembre. Dans la littérature concernant la région méditerranéenne le seul cas signalé de mue simultanée est l'observation de Crespon (in Allen 1956) qui vit en 1828 une trentaine de flamants en mue le Vaccarès (Camargue) et en captura certains. De nos jours, quelques rares cas d'un ou trois individus ont été signalés, aussi sur les Vaccarès (Johnson 1983).

### **1.3.15. La maturité et le recrutement**

Les Flamants roses parviennent la maturité sexuelle à trois ans mais il est exceptionnel qu'ils se reproduisent effectivement à cet âge, car l'accession à la reproduction est couramment repoussée de plusieurs années. En Camargue, le recrutement dépend de l'âge et du temps, les probabilités d'accession à la reproduction se stabilisant à partir de la dizaine d'année. Ce report de la reproduction a été mis en relation avec le fait que les conditions adéquates de reproduction sur la plupart des sites utilisés par les flamants roses en Méditerranée occidentale ne surviennent qu'irrégulièrement (Pradel et *al.*, 1997b). En Camargue, qui plus est, même après accession à la reproduction, les jeunes individus ne se reproduisent pas régulièrement (Cézilly et *al.*, 1996). Il reste que tirer des conclusions du comportement reproducteur des flamants observés sur un seul site pourrait conduire à des résultats erronés et incomplets, notamment au vu de la nature particulière de la colonie camarguaise, qui est à la fois saturée et très stable. Pradel et *al.*, (1997b) ont montré que des conditions climatiques rigoureuses pouvaient en outre influencer le recrutement : après la période de froid de 1985, les taux de recrutement ont augmenté, cet effet se prolongeant sur plusieurs années consécutives. Le fait que la taille de la colonie n'ait pas diminué après cet hiver particulièrement difficile met en évidence l'existence d'une population d'individus attendant leur tour pour se reproduire sur ce site, dont l'accès, en conditions normales, est limité (Cézilly et *al.*, 1996).

#### **1.3.15.1. Age de la première nidification**

Il convient de rappeler quelques données déjà existantes dans la littérature. Pour des flamants captifs Studer-Thirsch (in Kear et Duplaix-Hal 1975) signale qu'une femelle âgée de deux ans a pondu et a couvé un œuf dans le zoo de Bâle. Cramp et Simmons (1977) mentionnent 2 à 3 ans pour l'âge de la première nidification alors que Kear et Duplaix-Hall (1975) pensent que les deux sexes atteignent probablement la maturité à l'âge de 3 ans. Sprint (in Kear et Duplaix-Hall, 1975) présume que la nidification ne commence pas avant l'âge de 5 ans. Rooth (1965) aussi pense que plusieurs années sont nécessaires avant que les oiseaux obtiennent leur parure d'adulte et commencent à nicher (cet auteur n'a observé que des oiseaux nicheurs en parure d'adulte).

Les seules données concernant les flamants roses dans la nature sont fournies par Hoffmann (1957). D'après cet auteur quelques sujets bagués ont trouvés morts ne s'étaient pas encore accouplés (d'après l'examen des organes sexuels) à l'âge de 5 et 6 ans (Données retenues par Bauer et Glutz, 1966).

### 1.3.16. Déplacements

Des études réalisées à l'échelle de la Méditerranée occidentale ont révélé que, contrairement aux migrateurs saisonniers, les flamants roses ont des déplacements complexes. Ces oiseaux sont habituellement considérés comme migrateurs, partiellement migrateurs, dispersifs et parfois nomades (Cramp et Simmons 1977). Il a été observé que certains individus restent plusieurs décennies sur le même site tandis que d'autres de la même colonie se déplacent régulièrement sur des distances de plusieurs milliers de kilomètres (Johnson 1997b). Barbraud *et al.*, (2003) ont démontré que la plupart des juvéniles (> 60 %) quittent la Camargue après l'envol pour hiverner ailleurs. La proportion des individus qui émigrent fluctue d'une année sur l'autre et en fonction du site d'arrivée, mais dans l'ensemble la probabilité d'émigrer est plus élevée chez les jeunes de l'année en bonne condition physique que chez ceux dont l'état corporel est médiocre (87,3 % contre de 62,9 à 72,4 %). Après leur première année d'existence, la probabilité de changer de site d'hivernage d'une année à l'autre devient beaucoup plus faible (< 12 %) et se stabilise (Barbraud *et al.*, 2003). Qui plus est, la tendance à revenir au site d'hivernage des premier et deuxième hivers se prolonge au cours des années suivantes (Green *et al.*, 1989). Le choix du premier site d'hivernage est essentiellement déterminé par la direction des vents soufflant sur la Camargue en automne (Green *et al.*, 1989).

Les déplacements entre colonies de reproduction ont été étudiés par Nager *et al.*, (1996), qui se sont basés uniquement sur des individus nés en Camargue. Ces auteurs ont étudié les variations dans le temps de la dispersion natale et de la dispersion de reproduction entre la Camargue et Fuente de Piedra. La fidélité des reproducteurs s'est révélée plus élevée pour le site camarguais (99,6 %) que pour le site espagnol (91,86 %), sans doute du fait de la plus grande variabilité environnementale de ce dernier. La proportion des juvéniles revenants à leur colonie natale pour se reproduire pour la première fois est très élevée (98,8 %). Toutefois, les taux de dispersion natale et de dispersion de reproduction ont augmenté de façon nette (40,5 % et 12,5 % respectivement) lorsque le site camarguais s'est trouvé perturbé. La dispersion natale est indépendante du sexe et de l'âge, et s'accroissait lorsque l'accès au site camarguais devenait difficile, tandis que la dispersion de reproduction augmente après les échecs de reproduction individuels. Enfin, le recrutement concerne des individus plus jeunes, en moyenne, à Fuente de Piedra qu'en Camargue. Selon Johnson (2000), ce phénomène est courant dans les colonies établies depuis peu de temps dans la

région ouest-méditerranéenne, les individus se reproduisant pour la première fois sur ces sites étant généralement plus jeunes que ceux se reproduisant pour la première fois en Camargue.

Au cours d'une étude parallèle, Rendón *et al.*, (2001) ont montré que des différences liées à l'âge dans des colonies de qualité variable pourraient être régies par une dominance comportementale des individus plus âgés au sein des colonies de qualité élevée.

Les déplacements intervenant pendant et après la période de reproduction ont été étudiés par Amat *et al.*, (2005), qui ont montré que les flamants adultes, au cours de la période d'approvisionnement du poussin, couvrent en une seule nuit des distances pouvant atteindre 400 km. Lorsque les distances à franchir sont supérieures, comme c'est surtout le cas pour les déplacements intervenant après la période de reproduction, les flamants se reposent en cours de route sur des zones de halte (Amat *et al.*, 2005). En outre, ces travaux suggèrent qu'il existe un lien entre les sites d'hivernage et les sites de reproduction, car les individus qui hivernent non loin de Fuente de Piedra ont une probabilité plus élevée de se reproduire sur ce site lors de la saison de reproduction suivante que les individus hivernant à une distance supérieure à deux jours de vol (Belkiz 2006).

### **1.3.16. La structure spatiale des déplacements chez le Flamant rose**

Le Flamant rose était traditionnellement considéré comme une espèce nomade, les jeunes comme les adultes se dispersant au hasard en proportions importantes (Johnson 1989 ; Barbraud *et al.*, 2003). Toutefois, Nager *et al.*, (1996) ont pu montrer que le degré de fidélité des flamants à leur colonie natale et à leur colonie de reproduction est trop élevé pour que cette espèce puisse être classée parmi les espèces nomades. Les flamants roses fonctionnent plutôt comme une population structurée dans l'espace ; plus précisément, il peut être considéré que ceux de la région ouest-méditerranéenne constituent une métapopulation. La difficulté de définir une espèce structurée en métapopulations réside dans le fait qu'il n'existe, dans plusieurs domaines, aucun critère précis pour définir exactement ce qu'est une métapopulation. Ainsi, quoique la définition classique de Levins (1969) exige que les déplacements entre les populations locales (ou sous-populations) doivent être limités pour que l'indépendance démographique et génétique soit assurée, aucun seuil précis n'est toutefois précisé concernant ces taux d'échange. Doit-il être fixé à 10 %, comme dans le cas des métapopulations de la sterne de Dougall (*Sterna dougallii*) (Spendelow *et al.*, 1995), ou peut-il s'élever à 21 %, comme chez le moineau soulcie (*Petronia petronia*) (Tavecchia *et al.*, 2002) ? En outre, pour qu'une métapopulation persiste, il faut que les échanges entre sous-populations soient suffisamment importants pour qu'une sous-population éteinte puisse

réapparaître par recolonisation - mais ici encore il n'a été proposé aucune valeur précise du taux de dispersion qui permettrait cette recolonisation. D'après Esler (2000), la fidélité est une caractéristique nécessaire pour qu'une population structurée dans l'espace puisse être considérée comme une métapopulation. Dans le cas du flamant rose, la fidélité observée envers le site de naissance et le site de reproduction ainsi que le niveau des échanges entre ces colonies sont conformes à l'hypothèse de métapopulation (Johnson 1989 ; Nager *et al.*, 1996). Toutefois, même si les colonies de flamants sont susceptibles de s'éteindre, elles ne se situent pas au sein d'une dynamique d'extinctions-recolonisations déterminant une succession de colonies sur le même site, comme l'exige la définition classique (Hanski 1998, 2001). Il reste que, prise dans son sens large, la dynamique des métapopulations ne se limite pas aux systèmes fonctionnant par extinctions et recolonisations successives (Hanski 1998) : ce terme a souvent été appliqué à des ensembles de populations conspécifiques interconnectées par des déplacements de dispersion (Hastings et Harrison 1994). Selon cette acceptation plus souple, la population de flamants roses de l'ouest de la Méditerranée peut être considérée comme une métapopulation au sens large. Qui plus est, il semblerait que la métapopulation de Flamants roses se trouve dans une phase d'expansion résultant d'une régulation des populations locales par la densité. La colonisation de nouveaux sites dans l'ouest de la Méditerranée depuis 1993 serait liée à l'accroissement des effectifs des deux principales populations, celles de Camargue et de Fuente de Piedra (Johnson 1997a).

### **1.3.17. Le baguage du Flamant rose**

Le baguage des oiseaux représente depuis longues années un outil indispensable. Il fournit des informations sur les déplacements des oiseaux, leur longévité, leur état physiologique, l'évolution du plumage de l'émancipation jusqu'à la maturité et leurs populations. Les bagues sont fabriquées en matière plastique P.V.C., très résistantes au soleil, au froid ou à la chaleur pendant des longues années. La bague est posée sur le tibia du flamant à l'aide d'une pince pour circlips extérieur à bec coudés dont les mâchoires s'écartent lorsque la pince est serrée. Elle se ferme de par son élasticité. Le baguage se fait en général avant l'envol des poussins, parce qu'on ne connaît pas de moyen convenable pour capturer les oiseaux en âge de voler. Les poussins sont capturés par rabattage de la crèche dans un enclos. Il s'effectue autour de l'installation de capture et les jeunes sont relâchés par l'entrée. Le baguage des flamants se fait lorsque la plus part des poussins sont de deux mois environ, à cet âge leurs chances de survie sont plus élevées (Johnson 1983).

Depuis 1977, un programme de capture-recapture des Flamants roses a été mis en place en Camargue. Des programmes similaires ont été initiés par la suite à Fuente de Piedra (Espagne) et depuis 1993 à Molentargius (Italie), et en 2006 et 2009 à Garaet Ezzemoul (hautes plaines de l'Est algérien) et en 2009, à Chott El Maleh, El-Golea (Sahara algérien) (Bouzig et *al.*, 2009). Les flamants bagués sur ces sites ont ensuite été réobservés se reproduisant parfois sur d'autres colonies tout autour du bassin méditerranéen. Les observations à long terme de ces individus bagués le long des côtes ouest-méditerranéennes et ailleurs ont permis un premier aperçu des facteurs affectant la survie, la reproduction et les déplacements des flamants roses. (Johnson 1983, 1979). En Algérie, près de 7.000 Flamants roses bagués par des bagues colorées ont été enregistrés pendant les six années (2003-2008), avec une majorité (> 90%) des oiseaux originaires de la Camargue et de l'Andalousie. Les autres colonies (Delta d'el-Ebre, la Sardaigne, l'Italie continentale et la Turquie) sont moins représentées.

En 2006, 208 poussins ont été bagués à Ezzemoul et de re-observation des individus bagués par le réseau du flamant rose (Greater Flamingo Network) ont révélé qu'il y a une dispersion de ces individus gradués à travers l'ensemble de l'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie et Libye) et le sud de l'Europe (Portugal, Espagne, France et Italie) (Samraoui et *al.*, 2008).

## **CHAPITRE 2**

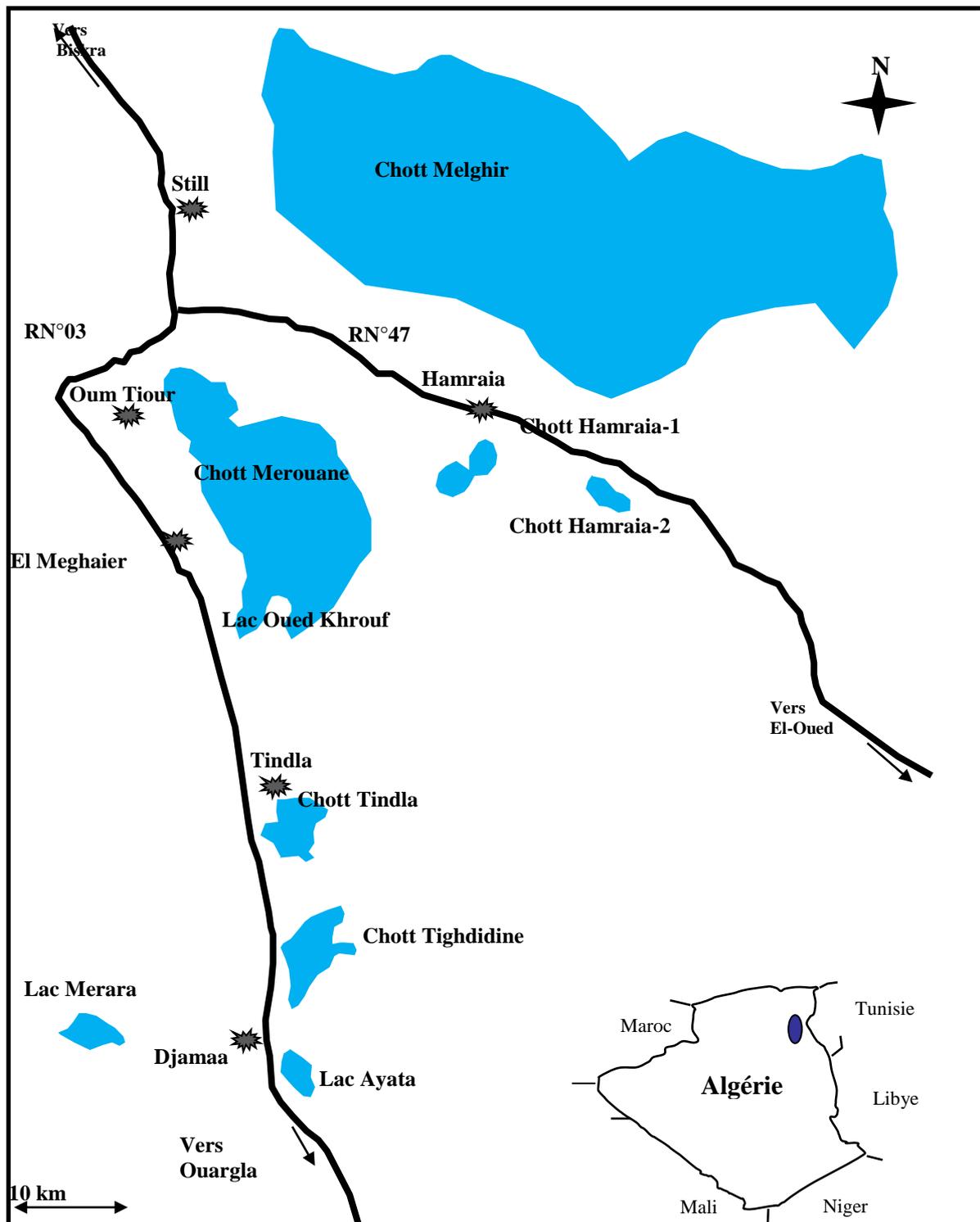
## **2. Les principales zones humides fréquentées par le Flamant rose dans les zones humides de l'Est algérien**

### **2.1. Les principales zones humides de la vallée d'Oued Righ**

La région d'Oued Righ abrite plusieurs zones humides d'importance écologique internationale "site Ramsar" tels que: Oued Khrouf et Chott Merouane qui sont classés en 02/02/2001, Chott Melghir en 02/02/2002 et Chott Sidi Slimane en 02/02/2004., ainsi que d'autres plans d'eau saumâtre et douce tels que: lac Sidi Amrane (Ayata), lac Temassine et lac Merara (Nouidjem 2008).

#### **2.1.1. Chott Merouane (34°02.433'N, 5°58.748'E)**

Administrativement le Chott Merouane appartient à la wilaya d'El Oued et de la Daïra d'El Méghaier, et on y accède par la route nationale N°3 reliant Biskra à El Méghaier ou par la route nationale N°47 reliant Biskra à El Oued. Il couvre 305.000 ha qui sont pratiquement en eau pendant toute l'année, ce qui en fait le principal site d'hivernage des oiseaux d'eau de toute la vallée d'Oued Righ (Figure 1.1). Classé site Ramsar depuis le 2 février 2001, il est exploité par l'entreprise algérienne du sel ENASEL pour l'extraction du sel de table. Cette zone humide reçoit, via l'Oued Khrouf, toute l'eau excédentaire issue de l'irrigation des palmeraies et les eaux usées de toutes les communes de la vallée, d'après les mesures ont été fait en 1994 par le ministère d'énergie et des mines algérien. Le Chott reçoit généralement un minimum de  $6.5 \times 10^6 \text{ m}^3$  durant le mois de juin et un maximum de  $16 \times 10^6 \text{ m}^3$  pendant le mois de décembre avec un volume moyen annuel d'origine des nappes souterraines de  $62 \times 10^6 \text{ m}^3$  estimé par Eress (1972). Il héberge les concentrations les plus importantes de Flamants roses de tout l'Est algérien. Le chott accueille chaque année jusqu'à 28.000 Flamants roses. C'est aussi un lieu propice pour l'hivernage de nombreux oiseaux d'eau, surtout le Tadorne de Belon *Tadorna tadorna* (jusque 15.000 individus), le Tadorne casarca *Tadorna ferruginea* (2.000 oiseaux) et l'Avocette élégante *Recurvirostra avosetta* (10.000 individus). Dans ces eaux très salées, des crustacés, surtout *Artemia salina*, constituent l'aliment de base des Flamants roses (Houhamdi et al., 2008).



**Figure.2.1.** Situation géographique du complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ

### 2.1.2. Lac de l'Oued Khrouf (33°53.332'N, 06°01.125'E)

Cette zone humide appartenant administrativement à la ville de Ain Chikh commune de Sidi Khelil (15 km au sud de la ville d'El-Méghaier), wilaya d'El Oued (Figure 2.3). Ce lac

et Chott Merouane ont été classés site Ramsar depuis le 02 février 2001 grâce aux deux critères spécifiques 5 et 6 qui tiennent compte du nombre d'oiseaux d'eau et il satisfait aussi les critères 7 et 8 spécifiques aux poissons (Boumezbeur 2001). Il représente l'extrémité atteinte par les eaux de la vallée de l'Oued Righ. C'est en réalité une immense phragmitaie à *Phragmites australis* d'environ 1200 ha qui s'ouvre sur le Chott Merouane avec une profondeur maximale pouvant atteindre 900 m<sup>2</sup>. Ce milieu saumâtre est un quartier d'hiver très important pour l'avifaune aquatique: en 2004-2005, il a hébergé plus de 44 espèces dont 10 Anatidés (principalement la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris*, le Canard Souchet *Anas clypeata*, le Canard Pilet *Anas acuta* et le Canard Siffleur *Anas penelope* et quatre Ardéidés (Aigrette garzette *Aigretta garzetta* et le Héron cendré *Ardea cinerea*, le Héron bihoreau *Nycticorax nycticorax* et le Héron crabier *Ardeola ralloides* (Houhamdi et al., en prép.). Ce milieu est très fréquenté par les chasseurs: nous avons trouvé pratiquement lors de toutes nos sorties des restes de chasse tel les ossements, des plumes et des restes de Flamants roses *Phoenicopterus roseus* et de Tadornes de Belon *Taorna tadorna* (Houhamdi et al., 2008).

### **2.1.3. Chott Melghir (34°10.631'N, 06°17.322'E)**

Le Chott Melghir est très difficile d'accès. Il couvre 523.426 ha et présente une altitude moyenne de -24 m à la limite septentrionale de la vallée, il chevauche trois wilayas; Khenchela (commune de Babar), Biskra (communes; El Haouche et El Feidh, Zeribet El Oued et Sidi Okba) et El Oued, il fait presque entièrement partie de la commune de Hamraïa dans la daïra de Reguiba (Figure.2.3). Le site est à 7 Km à l'est de la commune d'El Hamraïa et on y accède par la route nationale N°47 reliant El Hamraïa à El Oued. Il est classé site Ramsar depuis le 2 février 2002 grâce aux critères 1 et 2.

Sur le plan hydrologique, le Chott est alimenté essentiellement par les eaux acheminées par les oueds suivants; à l'Est, l'Oued El Arab, principale rivière de la zone, avec ses 5 affluents, et l'Oued El Haguef, au Nord, les Oueds El Abiod et Biskra qui se jettent dans l'Oued Djeddi au lieu-dit Sâada, à l'Ouest, Oued Djeddi avec ses 6 affluents. Soit un total de 330 hm<sup>3</sup>/an d'une part et l'excès des eaux du Chott Merouane (provenant du canal d'Oued Righ) en passant par une série de petits chotts reliant les deux sites d'autre part. Sa teneur en sel très élevée, explique l'installation d'entreprises d'extraction du sel de table tout autour du plan d'eau. La flore du Chott est caractérisée par un nombre d'espèces endémiques s'élevant à 14 espèces, six de distribution assez restreinte, confinées en Algérie ou sur les deux pays

maghrébins limitrophes. Les plus remarquables *Fogonia microphylla* et *Oudneya africana*, sont rencontrées uniquement en Algérie. *Zygophyllum cornutum* et *Limoniastrum feii* se trouvent également dans un des deux pays voisins. Enfin, *Ammosperma cinerea* qui se localise uniquement dans le sud algérien est une espèce particulièrement intéressante (Boumezbeur, 2001). L'avifaune aquatique, très diversifiée, comprend principalement le Flamant rose *Phaenicopterus roseus*, le Tadorne de Belon *Tadorna tadorna*, le Tadorne casarca *Tadorna ferruginea*, le Gravelot à collier interrompu *Charadrius alexandrinus* et l'Echasse blanche *Himantopus himantopus* (7.000 oiseau en mars 2005). Les dénombrements d'oiseaux d'eau dans ce site sont très difficiles et pratiquement impossible sans moyen aérien, notamment en raison de sa grande surface (Houhamdi et al., 2008).

#### **2.1.4. Chott Tindla (33°39.787'N, 06°02.815'E)**

Cette zone humide de 600 ha, située près de la commune de Tindla, à 25 km au nord de la ville de Djamaa (Figure.2.3) est peu profonde (20 à 30 cm) et alimentée par les eaux débordant du canal d'évacuation de la région méridionale de la vallée. Son eau est salée et présente un pH égal 8,2. Ce plan d'eau est entouré par des palmeraies. En 2004-2005, ce site, facile d'accès, riche en phragmites et parsemé de petits îlots a hébergé des effectifs importants de Tadorne de Belon *Tadorna tadorna* (6.000 individus) et de Gravelot à collier interrompu *Charadrius alexandrinus* (environ 5.000 individus) (Houhamdi et al., 2008).

#### **2.1.5. Chott Tighdidine (33°31.366'N, 06°02.181')**

Il appartient administrativement à la commune de Djamaa à 3 Km à l'est de Tighdidine, au bord de la route reliant Djamaa à El Oued (Figure 2.3). Ce site d'environ 200 ha et a une altitude moyenne de -24m. Il était complètement à sec presque toutes ces dernières années et d'ailleurs les enfants de la commune de Tighdidine l'utilisent comme terrain de football. A l'exception de la saison pluvieuse 2009/2010, où on a observé une seule fois (17 février 2010) environ 600 flamants de passage dans une partie du chott le site est pauvre en oiseaux. D'après les riverains, le chott n'est plus en eau depuis quelques années; jadis, il était très fréquenté par le Flamant rose *Phaenicopterus roseus*, le Tadorne de Belon *Tadorna tadorna* et le Tadorne casarca *Tadorna ferruginea*.

## **2.2. Les principales zones humides de l'éco-complexe du Batna, Khenchela et Oum El Bouaghi**

Les milieux humides les plus spacieux de ces hautes plaines se trouvent encerclés dans la région des Sebkhass enclavée entre les wilayas d'Oum El-Bouaghi, de Khenchela et de Batna. Ces milieux sont dans leur majorité très salés, difficilement accessibles et très peu de littérature scientifique les décrit (Saheb, 2003). Il est composé d'une vingtaine de milieux humides plus ou moins grands et plus ou moins salés. La plupart de ces milieux s'assèchent en été et d'autres ne se remplissent d'eau que durant les années de grandes pluviosités (Figure 2.2).

### **2.2.1. Le chott Tinsilt (35° 53.619'N, 6° 30.000'E)**

Le chott est situé sur le territoire de la wilaya d'Oum El-Bouaghi, Daïra de Souk Naâmae commue de Ouled Zouai. Il est distant de 17 km au Sud de Ain M'lila et longe la route nationale N°3 reliant Constantine à Batna. La superficie inondable est de l'ordre d'environ 1000ha, alors que la totalité du site y compris ses abords s'étend sur 3600 ha (Ladjel, 1995).

Le chott est alimenté essentiellement par les eaux pluviales provenant de Oued Zerhaib, son eau est saumâtre avec une salinité moyenne, un pH alcalin et une profondeur qui varie assez régulièrement sans jamais dépasser 0,5 m (D.G.F, 2004). Le chott est entouré par une prairie humide couverte d'une végétation herbacée représentée notamment par deux familles importantes, les Chénopodiacées et les Aizonacées (Messaoui et Bersouli, 2004). Sa faible profondeur, son degré de salinité et ces larges berges offrent un atout majeur à l'installation de divers espèces de oiseaux en l'occurrence, les Anatidés, les Limicoles et l'emblème de la région, le Flamant rose. Le Site est classé comme zone humide d'importance internationale « Site Ramsar, le 15/12/2004 ».

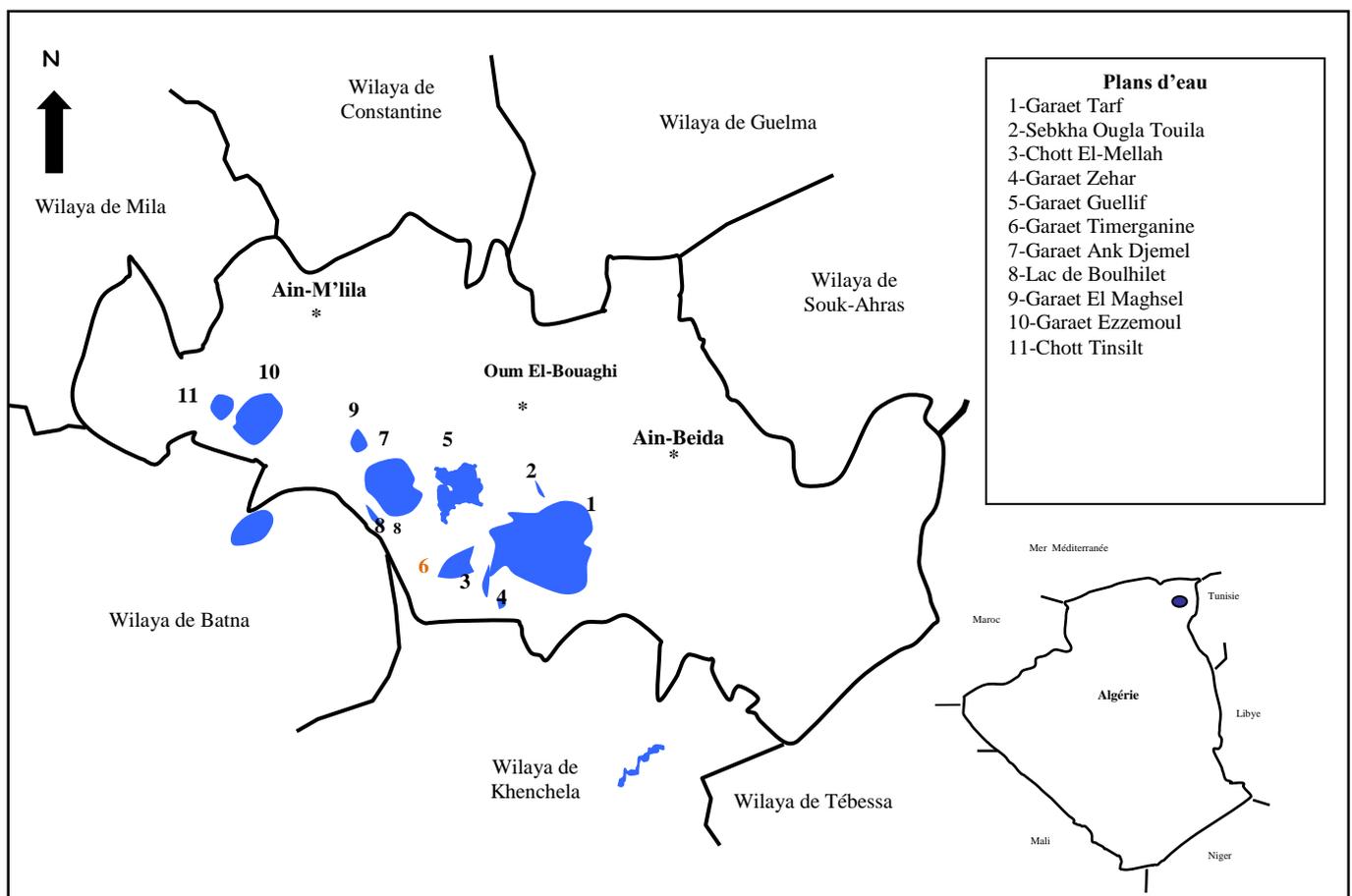
### **2.2.2. Sebkheth Ezzemoul (35° 53.137'N, 6° 30.200')**

La sebkheth Ezzemoul se trouve à l'Est du Chott Tinnsilt. Elle est séparée de ce dernier par la route nationale N°3 reliant Constantine à Batna. Elle fait l'objet d'une exploitation de sel. C'est une zone humide temporaire, qui ne se remplit que durant la saison hivernale. Ce plan d'eau d'une superficie de 4600 ha est fréquenté par une multitude d'oiseaux d'eau, en l'occurrence les limicoles, les Anatidés (Tadorne de belon .....etc.), les Recurvirostridés et

l’emblème de la région le flamant rose *Phaenicopterus roseus* (Saheb et al., 2006 ; Samraoui et al., 2006 ; Boulekhssaim et al., 2006a , 2006b)

### 2.2.3 Garaet Guellif (35°45’34.75"N - 6°55’51.39"E)

Du point de vue administratif, Garaet Guellif dépend de la wilaya d’Oum El Bouaghi, de la Daïra de cette dernière et de la commune de Ain Zitoun. Le site est situé à 12 Km au sud de Oum El Bouaghi et accessible à partir de la route reliant Oum El-Bouaghi à Khenchela. Il est alimenté principalement par Oued Tallizerdane, Oued El-Houassi et Oued Ourleiss le niveau d’eau est bas même au cours de la saison humide et l’évaporation très intense au point où la zone humide est mise à sec en quelques jours. Son eau est saturée en sel. La majeure partie des sols entourant le site est occupée par la céréaliculture, le reste est colonisé principalement par *Atriplex halimus* et *Salicornia fructucosa* (Saheb, 2009).



**Figure 2.2.** Principales zones humides de la wilaya d’Oum El-Bouaghi

L’avifaune fréquentant cette zone humide est très riche. Elle est caractérisée essentiellement par les Anatidés, les Limicoles, les Phaenicoptéridés et les Recurvirostridés

(Observations personnelles). Sa richesse en espèces aquatiques notamment le Flamant rose, le Tadorne de Belon, le canard Siffleur et le Canard Souchet lui confère le statut de site d'importance internationale du fait qu'il accueille le 1 % de la population méditerranéenne de ces derniers (D.G.F, 2004).

#### **2.2.4. Garaet Ank Djemel (35° 46.298' N, 6° 52.00' E)**

Administrativement, le site dépend de la wilaya d'Oum El Bouaghi, de la Daïra de Ain Fakroune et de la commune de Boughrara Saoudi. Il avoisine Garaet El-Guellif. Ce plan d'eau représente le deuxième plan d'eau de la région du point de vue superficie, il est temporaire, caractérisé par une eau salée, sa mise à eau se fait en automne et en hiver hormis ces deux saisons le plan d'eau est généralement sec. Cette zone humide est caractérisée par un réseau hydrographique très important dont ses principaux affluents sont Oued Tallizerdine et Oued Berrou.

L'avifaune aquatique qui fréquente le site est caractérisée par la présence du flamant rose *Phaenicopterus roseus*, des Grues cendrées *Grus grus* et quelques espèces de la famille des Anatidés. La Garaet Ank Djemel est classée en 2004 comme zone humide d'importance internationale du fait qu'elle renferme le 1 % de la population méditerranéenne de deux espèces en l'occurrence le Flamant rose et le tadorne de Belon.

#### **2.2.5. Garaet El Marhssel (35° 48.528' N, 6° 44 437' E)**

Au même titre que Garaet Ank Djemel, la Garaet El Marhssel d'une superficie de 110 ha dépend de la wilaya d'Oum El Bouaghi, de la Daïra d'Ain Fakroune et de la commune de Boughrara Saoudi. Le site en question est une dépression endoréique constituée de sols salés colonisés par une végétation halophile, enclavé entre une série de chaîne de montagnes constituée de Djebel El Marhssel à l'Ouest, la chaîne montagneuse d'Oum Kechrid au Nord et du Djebel Ank Djemel à l'Est et au Sud Est (Saheb, 2003). Le site est classé par la convention de Ramsar, comme site d'importance internationale le 15/12/2004.

#### **2.2.6. Garaet Boucif ou Ougla touila (35° 47.211' N, 7° 04.991' E)**

Cette zone humide se trouve à proximité de la route reliant Oum El-Bouaghi à Khenchela sa superficie n'excède pas les 175 ha. Administrativement, elle dépend de la Daïra Oum El-Bouaghi de et de la Commune de Ain Zitoune. C'est un milieu privilégié pour l'avifaune migratrice notamment les Anatidés et les Limicoles, un grand nombre de Flamant rose *Phaenicopterus roseus* a été observé.

### **2.2.7. Sebket Djendli (35° 42.000'N, 6° 31.554'E)**

Elle se trouve entourée de trois (03) chaînes montagneuses : djebel Bou Arif au Sud, Djebel Toumbait et Taфраout au Nord et à l'Ouest, à l'Est elle s'ouvre sur les plaines de Boulhilet et de Chemora. C'est un plan d'eau d'une superficie de 3800 ha, alimenté principalement par les eaux pluviales, il est fréquenté régulièrement par une grande variété d'oiseaux d'eau notamment le Flamant rose *Phaenicopterus roseus* et le Tadorne de Belon *Tadorna tadorna* (Adjal et Mouici, 2004).

### **2.2.8. Garaet Tarf (35° 42'N, 7° 08'E)**

Sur le plan administratif, la Garaet El Tarf dépend de la wilaya d'Oum El-Bouaghi, de la Daïra de cette dernière et de la commune de Ain Zitoune. Le site est distant de 14 km du chef lieu de la wilaya. On y accède par la route nationale Reliant Oum El-Bouaghi et Khenchela ou la route nationale reliant Ain Beida à Khenchela. Sur le plan hydrologique, le site est alimenté essentiellement par les eaux pluviales acheminées par, Oued Boulafreiss, Oued Maarouf, Oued Remila, Oued Gueiss. Le débordement de ces oueds se traduit par le dépôt de grands volumes de limons et d'argiles, milieux très recherchés par les limicoles.

Ce plan d'eau est la plus grande zone humide de la région, elle couvre une superficie de 25.500 ha (Saheb, 2003). Son eau est salée, présentant une faible profondeur, elle est fonction des précipitations. Le plan d'eau est dépourvu de toute végétation, tout autour, nous rencontrons des plages de Salicornia, d'Armoise et d'Atriplex couvrent la zone. Au même titre que les autres zones humides précitées, Garaet El Tarf héberge chaque année une avifaune aquatique très diversifiée, composée essentiellement de Grues cendrées *Grus grus* (Metzmacher, 1972 ; Houhamdi *et al.*, 2008b), qui sont très chassées malgré leur statut d'oiseau protégé, le flamant rose *Phaenicopterus roseus* et le Tadorne de Belon *Tadorna tadorna*. Le site est classé par la convention de Ramsar, comme site d'importance internationale le 15 décembre 2004.

### **2.2.9. Chott El-Maleh**

Ce plan d'eau situé au Sud de Garaet El-Tarf. Il occupe une superficie maximale de 875 ha, il se trouve dans le Henchir de Goraï et d'après les habitants de ce henchir, ce chott se remplit d'eau très rarement (Saheb, 2003).

#### **2.2.10. Sebket Gémot (35° 38.708' N, 7° 00.825' E)**

Ce plan d'eau de 57 ha, constitue en réalité une Sebka satellite de la Garaet El-Tarf. Il est actuellement coupé en deux par la route nationale 83 reliant Oum El-Bouaghi à Khenchela. Il représente par sa profondeur assez élevée un lieu propice pour les Fuligules (nyroca *Aythya nyroca* et milouin *Aythya ferina*) et le Canard Souchet *Anas clypeata* qui le fréquentent régulièrement durant les saisons d'hivernage. Ce plan d'eau est entouré dans sa partie septentrionale par les *Tamarix gallica*. Son appellation est dérivée de géomètre, car au temps de la colonisation un géomètre français habitait les lieux (Saheb, 2003).

#### **2.2.11. Sebket Ouled Amara (35° 21.04'N, 7° 16.042'E) et Sebket Ouled M'Barek (35° 23.777' N, 7° 19.920' E)**

Ces deux petits plans d'eau (340 ha et 950 ha) sont situés au Nord de la route wilaya N°38 reliant Khenchela à Zoui. Ils sont alimentés continuellement par Oued Ounrhal et Oued Gueuntis qui déversent dans Oued Meskiana via Oued El-Melah. Ils sont encerclés par Djebel Chettaïa à l'Ouest, Djebel Tafrennt au Nord, Djebel Tadelist et Djebel Tadinart au Sud, alors qu'à l'Est ils s'ouvrent sur la plaine de Dhalaa.

Ces deux Sebchas d'une profondeur variant entre 0.6 et 1.2 m abritent une avifaune aquatique très diversifiée. La Sebka d'Ouled M'Barek comporte une série de petits îlots souvent utilisés par l'avifaune aquatique pour se reposer, se réfugier et se reproduire (Saheb, 2003).

### **2.3. Les principales zones humides de l'éco complexe de la wilaya de Sétif :**

La région Ouest des hautes plaines de l'Est algérien renferme quatre plans d'eau d'importance écologique variable, situés toutes dans la wilaya de Sétif. Les principales sont Chott El-Beida, Chott El-Frain, Sebket Bazer-Sakra et Sebket El-Hamiet. Ces milieux, quant ils sont en eau hébergent une grande variété d'oiseaux d'eau qui l'utilisent pendant toute la période hivernale. Cette avifaune est représentée principalement par les Flamants roses *Phaenicopterus roseus*, les Tadornes de Belon *Tadorna tadorna*, de nombreux canards de surface, de limicoles et d'échassiers (Figure 2.3).

#### **2.3.1. Sebka de Bazer-Sakra (36°05'40" N, 03°33'50" E)**

La Sebka de Bazer-Sakra est située dans le secteur méridional des hautes plaines sétifiennes qui font partie des hautes plaines telliennes. Elle est située à 9 km au Sud de la ville d'El-Eulma et à 3 km au sud du village d'El-Mellah et limitée:

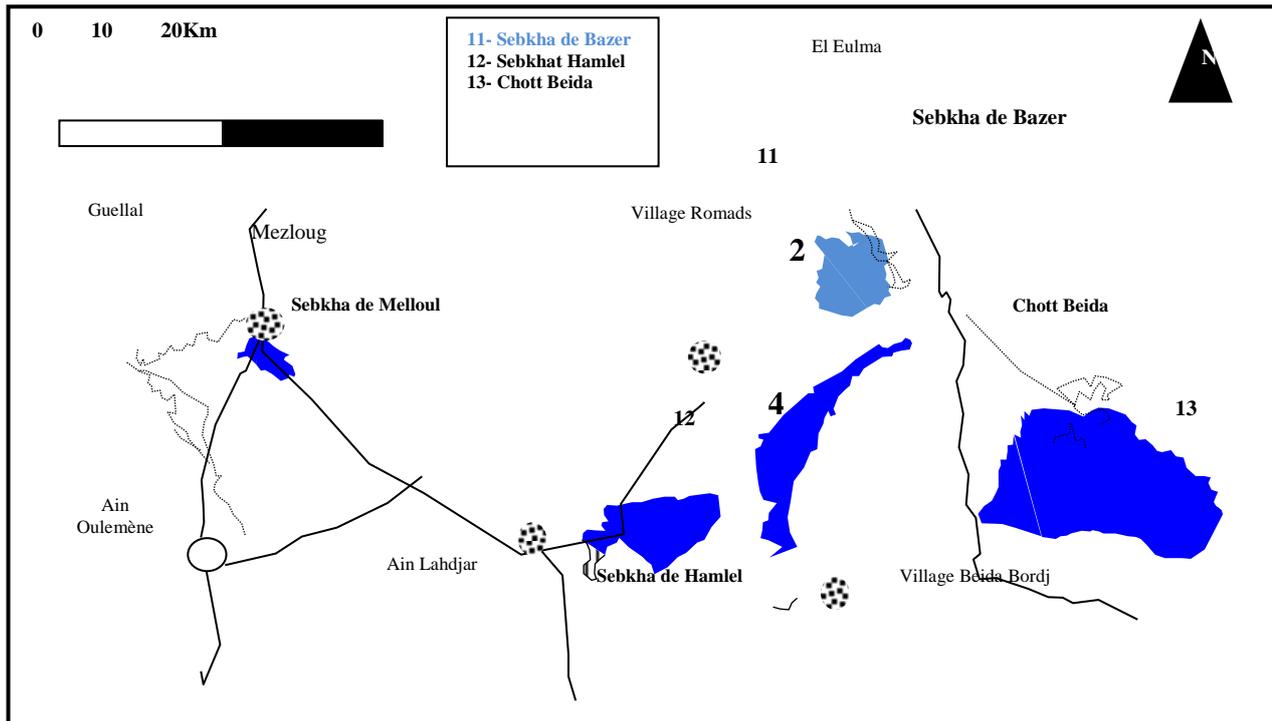
- A l'Ouest, par Djebel Braou culminant à 1267 m.
- A l'Est, par Mechtet Nouasser élevée à 929 m.
- Au Nord, par Merdjet Echtchtout culminant 920 m.
- Et au Sud, par Koudiat Gueltet Edebba se trouvant à une altitude de 972 m.

La Sebkha de Bazer-Sakra occupe toute la partie méridionale de la commune. Elle se situe entre la route communale N°9 et la route nationale N°77. Elle est limitée entre 36°05'40" au Nord et 03°33'50" à l'Est (Boumezbeur, 2004). La sebkha s'étend sur une superficie avoisinant les 1550 ha et elle est située à une altitude variant entre 910 et 917 m. Elle représente de ce fait, la dépression naturelle endoréique sétifienne la plus élevée et la plus salée (Djerdali 1995).

### **2.3.2. Chott Beida Bordj et son annexe de la Sebkhet Soukhna (35°35'N, 5°48'E)**

Ses sites se trouvent à 4 km de Hammam Soukhna (Wilaya de Setif). Elles occupent successivement 3000 ha et 150 ha. Elles sont délimitées au Nord par Bled El-Mounchar et Hammam Soukhna, au Sud par Mechtet Fredas, Mechtet Lachraf, Douar Msil et Mechtet Romada, à l'Est par Douar Ouled Zaïm et Oum Laâdjoul et les frontières de la wilaya de Batna et à l'Ouest par Douar Tella, Mechtet Baararou, Bled El-Gourgour, Mechtet Ouled Agoun et la route menant vers El-Eulma. Le site, est compris entre la latitude 35°35'N et la longitude 5°48'E, s'étend sur une superficie de 12.223 ha. Il est composé d'une sebkha, ou lac naturel, salé, temporaire, auquel se rattache une prairie humide permanente couverte par une végétation halophyte appelée chott.

Le chott s'inonde en période pluvieuse et s'assèche totalement en été, son bassin versant reçoit un débit moyen annuel de 16 millions de m<sup>3</sup> dont une partie s'infiltré pour alimenter la nappe phréatique. Le site se compose de deux habitats, le premier lacustre, appelé sebkha, est dépourvu de végétation alors que le second terrestre, appelé chott, est tapissé d'une végétation herbacée halophyte, renforcée et densifiée par une plantation d'*Atriplex*. Les terrains voisins sont dans leur grande majorité des exploitations agricoles où la céréaliculture est l'activité la plus répandue. Le site est fréquenté par 21 espèces d'oiseaux dont une quinzaine est aquatique, parmi elles figurent le Tadorne de Belon *Tadorna tadorna*, les Tadornes casarca *Tadorna ferrugenia*, le Flamant rose *Phaenicopterus roseus* et de nombreux limicoles composés principalement de Bécasseaux et de Gravelots (Boumezbeur, 2004, Baaziz et al., 2011).



**Figure 2.3.** Principales zones humides de la wilaya de Sétif

## 2.4. Description les sites d'études

### 2.4.1. Chott Merouane

#### 2.4.1.1. Géologie et géomorphologie

Le bassin versant de la vallée de Oued Righ présente des terrains du type quaternaire continental récent, composés d'alluvions anciennes, constitués ainsi les seuls sols valables pour une mise en valeur agricole. La vallée du complexe des zones humides est constituée de calcaire, des grés et d'argiles. Nous notons la présence de différents paysages tels que : dayas, hamadas (reg) et de dunes vives (erg). Le relief de la vallée d'Oued Righ est identique avec présence de quelques dunes de sables et de hamadas de hauteurs faibles. Nous notons aussi une évolution du sol qui fait suite aux apports en matières organiques caractérisés par la présence d'une végétation saharienne éparpillée dans la vallée et les oasis (Boumezbeur 2001).

#### **2.4.1.2. Pédologie**

Le sol de la vallée d'Oued Righ est de nature hydromorphe et peu humifère, quatre types sont à distinguer:

1. Le sol gypseux doté d'une croûte avec une profondeur variant entre (0,3 et 1,2 m).
2. Les sols salins avec une texture limono-sableuse, d'apport éolien.
3. Les sols salins d'une profondeur moyenne variant entre 0.7 et 1.2 m et une texture sablono-limoneuse.
4. Le sol salin à pseudo-gley avec présence de gypse et une texture limono-sableuse. Il est d'une profondeur moyenne variante entre 0.7 et 1.2 m (Boumezbeur 2001).

#### **2.4.1.3. Hydrologie**

Les zones humides de la vallée d'Oued Righ reçoivent les excès des eaux de drainage des palmerais et les rejets des eaux usées urbaines des communes de l'Goug, Temacine, Touggourt, Sid Slimane, Sidi Amrane, Djamaa, Tindla, Sidi Khelil, Ain Chikh, El Meghaier et Oum Tiour, par ce que le canal d'Oued Righ traverse toute la vallée et présentant un débit du 7 m<sup>3</sup>/seconde. Généralement ces eaux sont très riches par les sels minéraux et les nutriments et la matière organique.

#### **2.4.1.4. Climatologie**

Le climat est sans doute le facteur du milieu le plus important qui influe d'une manière directe sur les populations animales (Thomas 1976). Le climat au niveau de la vallée est caractérisé par des étés chauds et des hivers relativement froids, avec de grands écarts de température entre la nuit et le jour. En été, et durant le mois de juillet, la température maximale atteint facilement une moyenne de 45°C. En hiver, la température minimale moyenne atteint en fin de décembre à début janvier les 1°C. Les pluies sont rares et les précipitations moyennes avoisinent les 50 à 60 mm/an, s'étalant généralement entre les mois d'octobre et de janvier. Les vents dominants soufflent dans la saison printanière et dans la direction Ouest, Sud-Ouest, à une vitesse moyenne de 30 à 35 Km/h (vents de sable). Les vents d'été soufflent avec une vitesse relativement plus faible et des températures plus élevées (Sirocco).

En se basant sur les données climatiques récoltées sur une période de 27 ans (1983-2009) de la station météorologique de Touggourt (Tableau 2.1). Le tracé du graphique (diagramme pluviothermique) selon la méthode de Bagnouls et Gaussen qui nous permet de calculer la durée de la saison sèche en portant la pluviométrie moyenne annuelle et la température sur deux axes où le premier est pris à une échelle double du second. La saison sèche apparaît lorsque la courbe des précipitations rencontre et passe sous celle des températures (Bagnouls et Gaussen 1957). Ceci fait ressortir une période sèche qui s'étale sur dix mois allant du mois de Février jusqu'au mois de Novembre (Figure 2.5).

**Tableau.2.1.** Données climatiques de la station météorologique de Touggourt (1983-2013).

Paramètres Mois	Température moyenne mensuelle (°C)	Précipitation moyenne mensuelle (mm)	Moyenne mensuelle des températures maximales (°C)	Moyenne mensuelle des températures minimales (°C)
Janvier	29,39	10	17,69	2,04
Février	3,1	12,42	20,71	4,18
Mars	7,71	17,63	25,83	9,41
Avril	6,28	21,69	30,87	12,46
Mai	1,77	26,25	35,36	17,13
Juin	5,18	30,93	39,14	22,64
Juillet	0,05	34,38	43,25	25,64
Août	5,01	34,15	42	26
Septembre	5,3	27,78	34,88	20,57
Octobre	11,36	24,75	32,13	17,4
Novembre	7,95	16,33	23,52	9,24
Décembre	5,85	11,36	18,58	4,25
Précipitation annuelle en mm		88.95		

Sous un autre angle et d'après les mêmes données météorologiques nous constatons que la température la plus haute du mois le plus chaud est enregistrée durant le mois de juillet ( $M=43,25^{\circ}\text{C}$ ) et que la température la plus froide du mois le plus froid est enregistrée durant le mois de janvier ( $m=2.04^{\circ}\text{C}$ ). Nous constatons aussi que la précipitation annuelle est de 88.95 mm, ce qui donne d'après la méthode d'Emberger (Emberger, 1955) un quotient ombrothermique  $Q_2=14,69$ . A la lumière de ces données, la région d'Oued Righ prend une place dans le climagramme d'Emberger dans l'étage bioclimatique à végétation saharienne à hiver froid (Figure 2.4).

$$Q_2 = \frac{1\,000 \cdot P}{\left[ \frac{M + m}{2} \right] (M - m)}$$

P = Précipitation annuelle moyenne (mm)  
M = Températures des maxima du mois le plus chaud (°K).  
m = Températures des minima du mois le plus froid (°K)

#### 2.4.1.5. Cadre biotique

##### 2.4.1.5.1. La flore

La végétation de la vallée d'Oued Righ est très liée à la nature pédologique très salée. Nous avons noté une flore diversifiée représentée par des groupements distribués selon les conditions d'hydrophilie et de la salinité du sol. Bien que les Chotts soient dégagés de toute végétation à l'exception les plans d'eau saumâtre telle que lac Ayata et d'eau douce telle que lac Merara où il y a la dominance des phragmites représentées par *Phragmites australis* et *Juncus maritimus* au niveau des plans d'eau, ainsi que la fréquence des salsolacées (*Salsola salina*, *Salicornia fruticosa* et *Suaeda vermiculata*) qui couvrent la majeure partie des sols dans l'entourage, en plus de ces groupements nous citerons le *Tamarix articulata*, *Zigophyllum fruticosa*, *Limonastrium guyouianum* avec une faible densité.

Les palmiers dattiers représentés par plusieurs variétés économiquement importantes comme Deglet Nour, limitent presque toutes les zones humides de la vallée (Nouidjem 2008).

##### 2.4.1.5.2. L'avifaune

Par sa situation stratégique dans la voie de migration Est qui passe par la Tunisie et le trajet transsaharien, l'éco-complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ joue un rôle très important dans l'hivernage de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau, ainsi que comme un lieu propice de reproduction des autres espèces. Une étude récente a recensé plus de 65 espèces d'oiseaux d'eau appartenant à 17 familles, dont les plus représentées sont celles des Anatidés et des Scolopacidés (Bouzegag 2008). Les études scientifiques sur cette vallée sont rares et d'après l'article de Burnier (1979) sur l'ornithologie algérienne nous citons les espèces suivantes : Canard colvert *Anas platyrhynchos*, Canard siffleur *Anas pénélope*, Canard souchet *Anas clypeata*, Canard pilet *Anas acuta*, Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris*, Sarcelle d'été *Anas querquedula*, Heron cendré *Ardea cinerea*, Aigrette garzette *Egretta garzetta*, Bécasseaux minute *Calidris minuta*, Bécasseaux variable *Calidris*

*alpina*, Echasse blanche *Himantopus himantopus*, Avocette élégante *Recurvirosta avosetta* (Burnier 1979).

### **2.4.1.5.3. Vertébrés**

La région d'Oued Righ grâce à son paysage et sa végétation diversifiée est largement fréquentée par de nombreux animaux. Nous avons observé à plusieurs reprises des renards *Vulpes vulpes*, des Chacals *Canis aureus*, des hérissons *Ericaceus algerus*, des sangliers *Sus scrofa* (avec ou sans les marcassins), des lièvres *Lepus capensis*, des Fennecs *Canis zerda*.

## **2.4.2. Garaet El-Tarf**

### **2.4.2.1. Géographie et hydrologie**

Le complexe de zones humides de la région d'Oum El-Bouaghi, Khenchela et Batna se trouve sur une plaine entourée de collines et de plateaux. Au Sud, ces milieux sont délimités par la chaîne montagneuse des Aurès. F'Kirina, les montagnes de Bou-Tokhma (1349 m), de Fedjidjet et Amamet El-Kebir (1 337 m) constituent une barrière orientale. Le Djebel de Sidi Reghis (1 535 m) ainsi que toute une série de montagnes passant par Ain Fakroun jusqu'à Constantine les délimitent au Nord, alors que vers la partie occidentale. Ces milieux s'ouvrent sur d'autres zones humides qui vont jusqu'à Sétif à savoir Garaet Beida Bordj, Sebkhet Bazer Sakra, Chott El-Frain, Sebkhet El-Hammiet et Chott Gadaine.

Le système hydrographique de la région est très dépendant du climat. Les principaux cours d'eau qui alimentent ces milieux sont :

- Oued Boulefreiss et Oued Gueiss qui prennent naissance dans les Aurès.
- Oued Tallizerdane alimente Sebkha de Guellif et qui prend naissance dans la chaîne montagneuse d'Oum Kechrid.
- Oued Chemora alimente Oued Boulhilet (actuellement obstrué par le barrage de Chemora)
- Oued El Madher qui prend naissance de Djebel Kasserou.

### 2.4.2.1. Climatologie

Le tableau 2.2 résume les données climatiques récolté pendant 12 années ce qui donne un  $Q_2 = 36.93$  et classe la région à l'étage bioclimatique à végétation semi aride à hiver frais (Figure.2.4, 2.5)

**Tableau.2.2.** Données météorologiques de la station d'Oum El-Bouaghi (1991-2013).

Paramètres	Moyenne		Moyenne mensuelle des températures maximales (°C)	Moyenne mensuelle des températures minimales (°C)
	Température moyenne mensuelle (°C)	Précipitation moyenne mensuelle (mm)		
Mois				
Janvier	<b>4.36</b>	<b>30</b>	<b>6.33</b>	2.27
Février	<b>3.31</b>	<b>40</b>	<b>6.25</b>	2.30
Mars	<b>9.23</b>	<b>52</b>	<b>14.76</b>	5.11
Avril	<b>12.38</b>	<b>46</b>	<b>19.66</b>	10.21
Mai	<b>16.96</b>	<b>40</b>	<b>24.37</b>	13.66
Juin	<b>21.98</b>	<b>22</b>	<b>25.53</b>	18.33
Juillet	<b>25.33</b>	<b>20</b>	<b>33.14</b>	20.75
Août	<b>25.15</b>	<b>16</b>	<b>38.27</b>	22.14
Septembre	<b>21.52</b>	<b>14</b>	<b>30.31</b>	14.21
Octobre	<b>16.75</b>	<b>30</b>	<b>24.24</b>	9.71
Novembre	<b>11.07</b>	<b>40</b>	<b>15.17</b>	3.43
Décembre	<b>6.88</b>	<b>62</b>	<b>6.11</b>	2.07
Précipitation annuelle en mm		392		

### 2.4.2.4. Cadre biotique

#### 2.4.2.4.1. Avifaune

L'avifaune fréquentant ces milieux est très diversifiée. Cependant peu d'études ont été faites sur cette région (Metzmacher 1972, Johnson 1979) qui n'ont fait que citer des chiffres concernant les Grues cendrées *Grus grus*, Les Tadornes de Belon *Tadorna tadorna* et les Flamants roses *Phoenicopterus roseus*. Seules les études menées à long terme et faites dans cet éco-complexe par Saheb et *al.*, (2006) ; Boulekhessaim et *al.*, (2006a, 2006b) ; Samraoui et

*al.*, (2006a) ; Samraoui et Samraoui (2007) ; Samraoui et Samraoui (2008) ; Amat et *al.*, (2008) ; Samraoui et *al.*, (2008a, 2008b) ; Houhamdi et *al.*, (2008) ; Samraoui et *al.*, (2009) cite sa vraie diversité biologique.

Cependant, ces milieux humides sont largement utilisés par un grand nombre d'oiseaux migrateurs qui y hivernent ou l'empruntent comme lieu de repos durant leurs longues traversées vers le sud.

#### **2.4.2.4.2. Autres animaux**

Nous avons observé durant nos sorties sur les différents terrains étudiés et à plusieurs reprises des Sangliers *Sus scrofa*, des Renards *Vulpes vulpes* et des Chacals *Canis aureus*. Nous avons aussi noté la présence dans la région de Guellif uniquement des Lièvres *Lepus capensis* et des Tortues *Mauremys leprosa*.

#### **2.4.2.4.3. Flore**

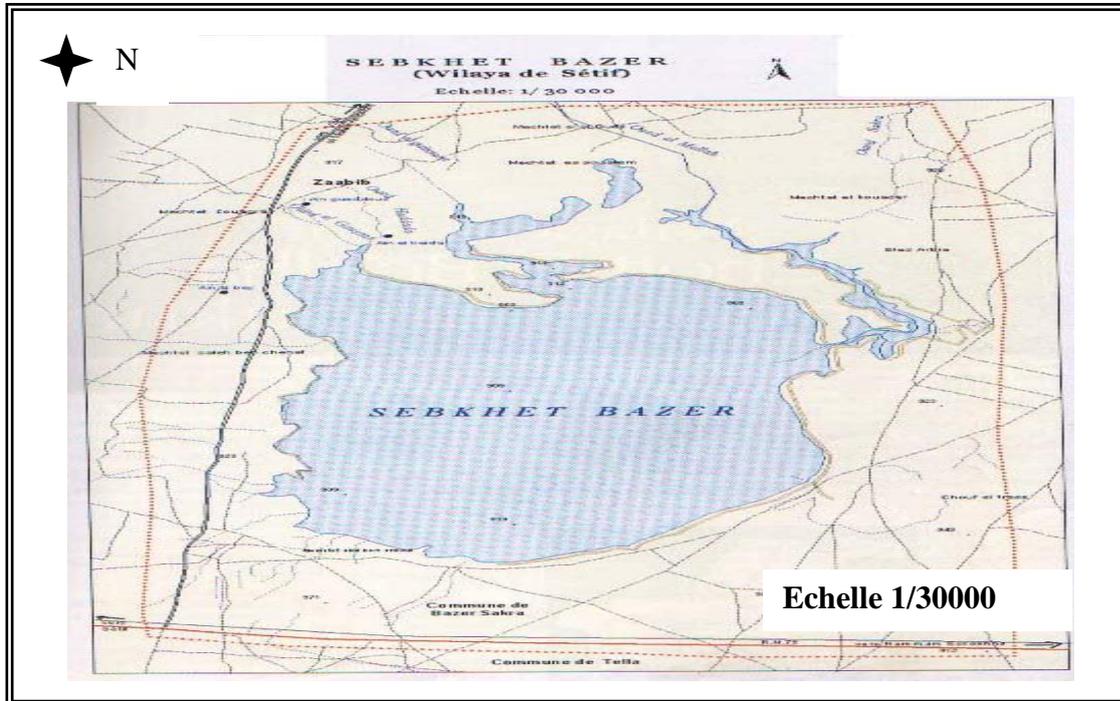
Bien que les Sebkhas soient dégagées de toute végétation, les plans d'eau en sont dépourvus et la majorité de ces garaets sont entourées de cultures céréalières très importantes. Nous avons recensé une grande variété de plantes appartenant principalement à la famille des Crucifères, des Chénopodiacées, des Astéracées et des Liliacées. Cependant, il est important de signaler que les *Salsola fruticosa*, les *Atriplex halimus* et les *Salicornia fruticosa* couvrent la majeure partie des sols non labourés.

### **2.5. Sebkha de Bazer-Sakra**

#### **25.1. Pédologie**

Le plan d'eau est naturellement une dépression fermée qui s'enfonce dans un relief globalement plat. Il repose sur un sol non consolidé dont les talus en pente ont une dénivelée allant jusqu'à 5 m. Elle est entourée par des sols de types et de nature très différents. D'une manière générale, les sols salins dominant à environ 70% et occupent les secteurs Nord-Orientaux et méridionaux, alors que les sols bruns calcaires localisés dans le secteur oriental représentent approximativement 20% et les sols iso-humides cloîtrés dans le secteur sud-occidental représentent 10%. Le substratum géologique est essentiellement calcaire, les

affleurements du Trias gypso-salifère sont fréquents dans les zones méridionales où les solutions de sol sont confinées. Les séquences géochimiques sont: carbonates et sulfates (Baaziz, 2012).



**Figure.2.6.** Situation géographique de la sebkha de Bazer-Sakra.

### 2.3.2. Climatologie

Le tableau 2.3 résume les données climatiques récolté pendant 12 années ce qui donne un  $Q_2 = 36.93$  et classe la région à l'étage bioclimatique à végétation semi-aride à hiver frais (Figures 2.4 et 2.5).

**Tableau.2.3.** Données climatiques de la région de Sétif (1972-2013)

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
<b>T max (°C)</b>	9.11	10.61	13.07	15.73	20.94	28.14	32.44	31.26	27.45	19.15	14.63	10.09
<b>T min (°C)</b>	1.40	2.62	3.72	6.07	10.83	15.20	19.52	18.33	14.83	8.51	5.37	4.82
<b>(M+m)/2</b>	5.25	6.62	8.39	10.91	15.88	21.67	25.98	24.79	21.14	13.83	10.00	7.45
<b>Précipitation (mm)</b>	38.42	40.31	45.56	46.33	34.07	22.31	17.55	13.07	18.56	25.33	39.73	44.77
<b>Humidité (%)</b>	67	55	67	68	71	39	45	51	49	61	85	69
<b>Vitesse des vents (1/10 m.s)</b>	30.2	25.5	29.3	36.7	32.4	32.6	29.5	22.8	27.3	27.4	33.4	34.2
<b>Nombre de jours de Sirocco</b>	0	0	1	2	3	6	7	5	1	1	0	0
<b>Nombre de jours de grêle</b>	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Nombre de jours d'orage</b>	2	3	2	4	2	8	7	4	5	6	2	1
<b>Nombre de jours de neige</b>	5	5	4	4	0	0	0	0	0	1	1	4
<b>Nombre de jours de rouillard</b>	4	3	2	2	2	1	0	0	1	1	4	6
<b>Nombre de jours de gelée</b>	16	17	14	8	2	0	0	0	0	1	8	18
<b>Nombre de jours de rosée</b>	15	14	17	17	11	8	2	2	4	10	15	17
<b>Nombre de jours de pluie</b>	14	2	12	12	11	9	7	7	10	4	14	16

Source: Centre météorologique d'Ain Sfiha, Sétif (1033m).

### **2.5.3. Caractéristiques écologiques**

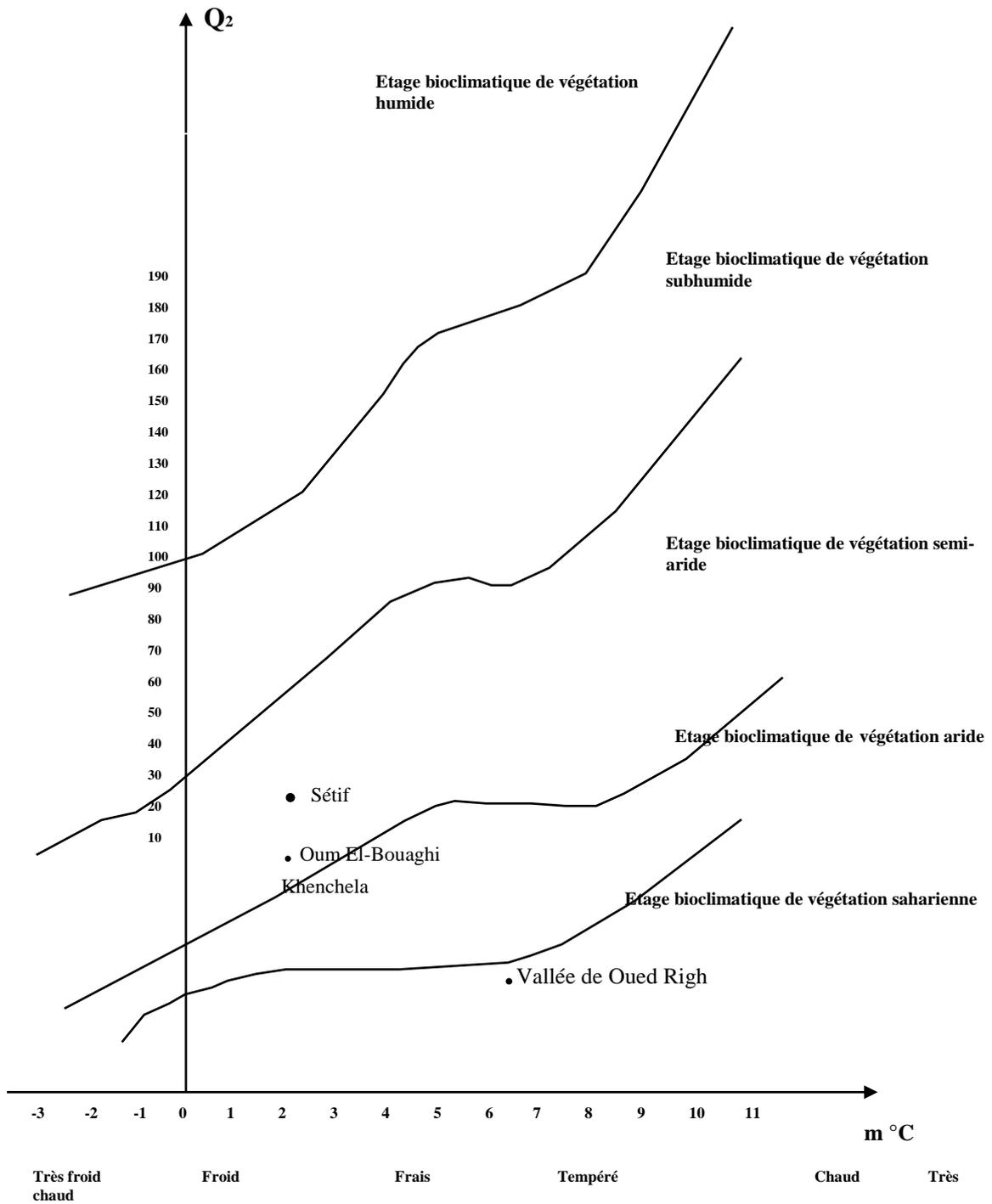
#### **2.5.3.1. Cadre biotique**

##### **2.5.3.1.1. La flore**

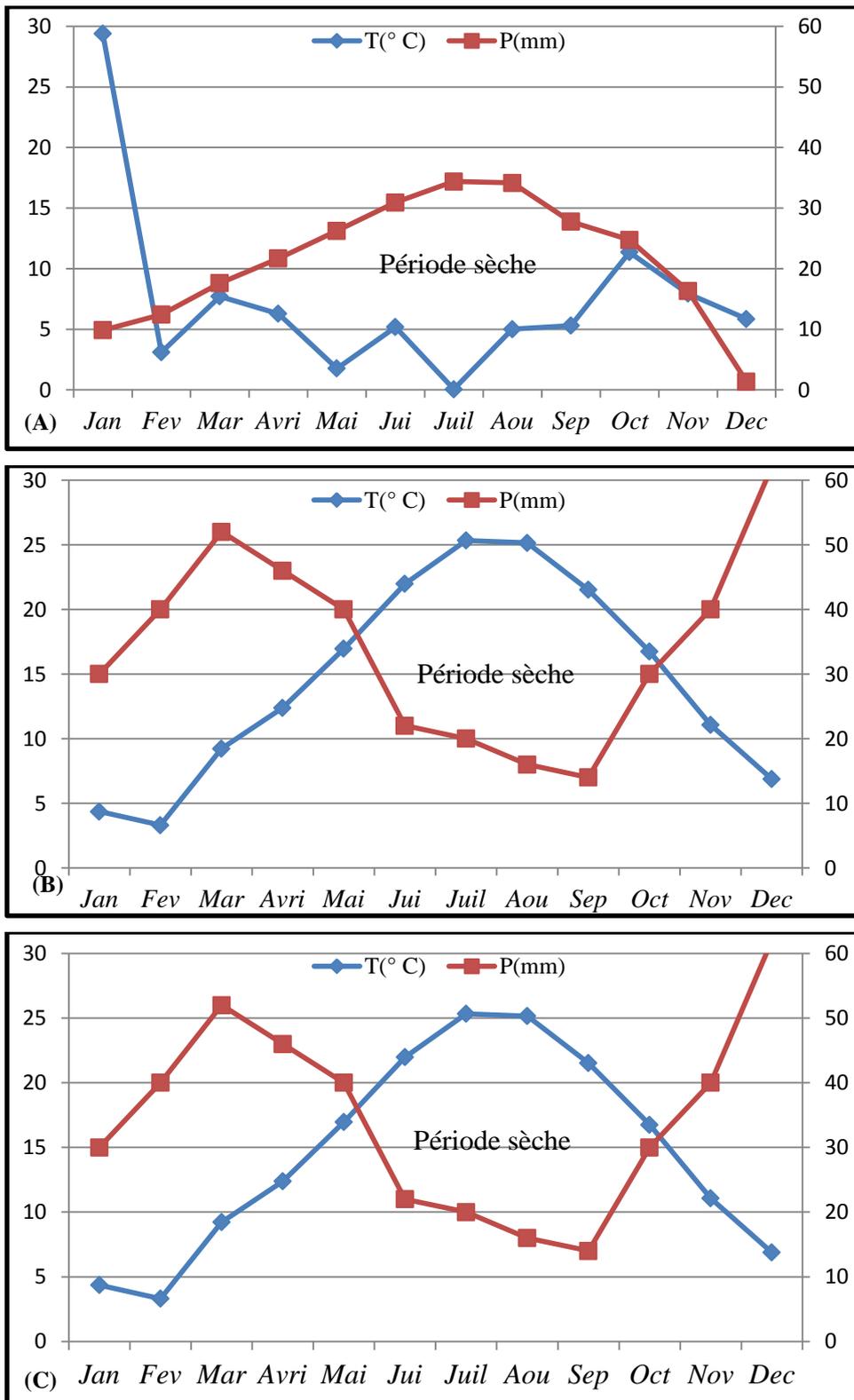
La sebkha est entourée par une ceinture de végétation constituée principalement de plantes halophytes dont les principales sont *Suaeda fruticosa*, *Atriplex halimus*, *Atriplex glacica*, *Salsola fruticosa*. Les plantes caractéristiques des zones salées sont ainsi présentes durant toute l'année. Sur les bords des régions occidentale, nous pouvons observés des touffes de joncs dominées par *Juncus maritimus* et dans les régions septentrionales, orientales et nord-orientales, nous pouvons observer la dominance de phragmites *Phragmites australis* et de typha *Typha angustifolia* avec une grande prairie à *Cyperus longus* et *Cynodon dactylon*. Le plan d'eau est riche en *Lemna minor*. Au printemps, des chlorophycées se développent sur toute la surface de l'eau indiquant ainsi une putréfaction de l'eau. Il est important de signaler que les cultures céréalières (blé dur *Triticum durum*, blé tendre *Triticum fragilis* et orge *Hordeum vulgare*) dominant de loin les champs entourant le plan d'eau de la sebkha.

##### **2.5.3.3. 1.2. La faune**

Mise à part les dénombrements d'oiseaux d'eau hivernants réalisés par les services des forêts de la wilaya de Sétif aucun suivi scientifique n'a été faite sur la faune fréquentant la sebkha. Ces inventaires des oiseaux d'eau se font chaque année durant la première quinzaine du mois de janvier et ce depuis 1971 jusqu'à ce jour, exception faite pour les années allant de 1992 à 1997, qui par manque de personnels qualifiés et à cause des conditions sécuritaires les dénombrements n'ont pas pu être réalisés.



**Figure 2.4.** Situation de la région d'Oum El-Bouaghi, Khenchela, Sétif et le Vallée d'Oued Righ dans le climagramme d'Emberger (Long 1974 in De Belair 1990).



**Figure 2.5.** Diagramme pluviothermique des régions étudiées

(A) : Vallée de l'Oued Righ (1983-2013)

(B) : Oum El Bouaghi et Khenchela (1991-2013)

(C) : Sétif (1972-2005)

## **CHAPITRE 3**

Notre étude a pour objectif d'étudier l'éco-éthologie du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* hivernant les zones humides de l'Est algérien. Nous avons suivi régulièrement l'évolution des populations de cet échassier et les variations des effectifs durant deux saisons d'hivernage, ainsi que son comportement diurne dans le Chott Merouane (Vallée d'Oued Righ), Garaet Tarf, les sebkhas de Bazer-Sakra, d'Ouled M'barek et Ouled Amara (Hautes plaines de l'Est algérien).

### **3.1. Dénombrement**

Le dénombrement des oiseaux d'eau se fait pour plusieurs raisons, tel obtenir des renseignements sur le monitoring et la dynamique des espèces sur différents niveaux que ça soit au niveau local, pour estimer les effectifs qui occupent un site, leurs fluctuations et les capacités d'accueil de l'écosystème. Au niveau national, pour connaître l'importance et le rôle des zones humides, leur préconiser les moyens à mettre en place pour élaborer des plans d'action et de conservation de ces écosystèmes. Le dénombrement des oiseaux a une grande importance, sur le plan international, dans l'estimation des populations régionales de plusieurs espèces et déterminer leurs tendances.

### **3.2. Méthodes d'échantillonnage**

Plusieurs techniques et méthodes sont employées pour permettre de suivre au mieux les dénombrements des oiseaux, mais ces dernières se heurtent toujours à de nombreux facteurs liés à la biologie des oiseaux et aux transformations physiologiques que subissent les milieux aux rythmes des saisons et des années (Blondel 1969 in Lamotte et Bourrelière 1969). Une différence entre le nombre d'oiseaux détecté par l'observateur et l'effectif réellement présent existe toujours. Les procédés utilisés se rapportent tous à des estimations visuelles de la taille des bandes d'oiseaux au sol, en avion ou carrément sur des procédés photographiques (Schircke 1982). Mais pour une meilleure évaluation numérique des groupes d'oiseaux une combinaison de ces deux procédés est souhaitée (Tamiser et Dehorter 1999).

Les méthodes d'observations d'oiseaux sont nombreuses et dépendent des espèces étudiées et le but recherché. Deux méthodes sont souvent utilisées :

**A/ La méthode absolue** Dans ce cas, le dénombrement est dit exhaustif car on considère que la population est estimée directement dans sa valeur absolue et tous les individus sont comptés. On retiendra ce comptage individuel si le groupe d'oiseaux se trouve

à une distance inférieure à 200m et ne dépasse pas les 200 individus (Blondel 1969 in Houhamdi 1998, 2000).

**B/ La méthode relative** Cette méthode est utilisée si la taille du peuplement avien est supérieure à 200 individus ou si le groupe se trouve à une distance éloignée, elle est basée principalement sur une estimation quantitative (Blondel 1969 in Houhamdi 1998, 2000). Pour cela, il faudra diviser le champ visuel en plusieurs bandes, compter le nombre d'oiseaux d'une bande moyenne et reporter autant de fois que de bandes (Blondel 1969 in Houhamdi 1998, 2000). D'après la littérature scientifique, cette méthode présente une marge d'erreur estimée chez les professionnels de 5 à 10% (Lamotte et Bourrelière 1969).

### **3.3. Dénombrement des Flamants roses**

Les dénombrements des flamants constituent une partie importante dans cette étude. Ils permettent de suivre l'évolution de leurs effectifs, les déplacements et de connaître l'importance et les capacités d'accueil des différentes zones humides de l'Est algérien pour cette espèce.

Le dénombrement a été réalisé au niveau de tous les sites étudiés avec une fréquence bimensuelle, soit une sortie par quinzaine et les techniques utilisées dépendent de la taille de la population. Ces dénombrements de Flamants roses ont été effectués durant trois saisons d'hivernage (2009/2010, 2010/2011 et 2011/2012). Dans les grandes étendues d'eau et les grandes zones humides de l'Est algérien telles Chott Merouane (Vallée de Oued Righ) la sebkha de Bazer-Sakra (2009/2010), la sebkha El-Tarf (2010/2011) et sebkha d'Ouled Amra et d'Ouled M'bark (2011/2012), nous avons procédé à des estimations des effectifs totaux de Flamants roses (méthode relative) qui sont dispersés en petits groupes plus ou moins distincts. Pour ce faire, nous avons réalisé plusieurs comptages à différents endroits et nous avons retenu pour l'analyse uniquement la moyenne de tous ces dénombrements.

### **3.4. Etude des rythmes d'activités du Flamant rose**

L'intérêt de l'étude du comportement des oiseaux est de savoir comment les oiseaux passent leurs journées et leurs temps dans un plan d'eau. Lorsqu'un oiseau manifeste un comportement quelconque, c'est une réponse à une nécessité et à une exigence biologique. Connaître des activités, c'est donc commencer à comprendre de quoi ont besoin les oiseaux et quelles sont leurs exigences (Tamiser et Dehorter 1999).

Deux méthodes classiques sont habituellement utilisées pour l'étude du rythme d'activité des oiseaux, l'animal focal sampling ou *FOCUS* et l'instantaneous scan sampling ou *SCAN* décrites pour la première fois au début des années 1970 (Altman 1974).

**3.4.1. Méthode *FOCUS*** L'échantillonnage focalisé implique l'observation d'un individu pendant une période prédéterminée (ne dépassant pas les 10-15 minutes), où nous enregistrons continuellement les activités manifestées. Les résultats obtenus sont par la suite proportionnés afin de déterminer le pourcentage de temps alloué à chaque comportement (Altman 1974). Cette observation continue permet d'enregistrer certains comportements qui ne sont pas toujours fréquents, tel que l'exhibition sociale et l'agression, mais signale certains inconvénients que nous pouvons résumer dans la fatigue de l'observateur, la sélection aléatoire des individus spécialement à partir d'un grand groupe et surtout la perte de vue d'oiseaux focalisés soit dans la végétation dense ou dans un groupe nombreux (Baldassare et al., 1988, Losito et al., 1999). Cette méthode est de ce fait appropriée à l'étude du comportement de petits groupes d'oiseaux et dans des surfaces réduites. Bien qu'elle étudie un échantillon restreint des populations aviennes d'un site, cette technique permet d'avoir un meilleur suivi, définit et valorise mieux les différentes activités manifestées. Les pertes "continuelles" de vue ont été signalées à plusieurs reprises et jusqu'à présent le seul remède est prescrit dans la méthode Focal-switch sampling ou *SWITCH* (Losito et al., 1989) où chaque perte de vue est automatiquement remplacée par un autre individu du même groupe manifestant la même activité.

**3.4.2. Méthode *SCAN*** Cette méthode se basant sur l'observation d'un groupe permet d'enregistrer les activités instantanées de chaque individu puis grâce à des transformations mathématiques fait ressortir le pourcentage temporel de chacune d'elle (Altman 1974). Elle présente l'avantage d'être la seule méthode appliquée dans des sites à végétations denses où les oiseaux d'eau surtout les oiseaux grégaires ne sont pas toujours observés durant de longues périodes (limite de l'échantillonnage focalisé). Elle élimine aussi le choix d'individus (Baldassare et al., 1988) mais comme il s'agit d'un échantillonnage instantané, il est pratiquement impossible de déterminer le statut social (par paires ou séparés) des oiseaux observés (Paulus 1984 in Houhamdi 1998).

### **3.4.3. Etude des budgets temps diurne des Flamants roses**

Dans le but de mieux comprendre l'éco-éthologie du Flamant rose dans les zones humides de l'éco-complexe de l'Est algérien, nous avons choisi quatre sites à caractéristiques différentes, Chott Merouane qui s'étend sur une grande surface environ 305.000 ha, ainsi que le faible dérangement dans ce site à cause de son éloignement aux agglomérations urbaines et tous types de dérangement et aussi Sebkha El-Tarf (de 25 500ha) et deux plans d'eau de la région de Khenchela, Sebkha de Ouled Amara et Sebkha de Ouled M'barek.

En effet, nous avons effectué des sorties bimensuelles de septembre à mai pendant trois saisons consécutives (2009/2010, 2010/2011 et 2011/2012) pour les quatre plan d'eau. Durant le suivi des rythmes d'activités diurnes, nous avons opté d'utiliser la méthode Scan (Instantaneous scan sampling), en scannant la majorité des individus dont les comportements étaient faciles à observer. Elle est très adaptée à ce type de terrain (vaste et dégagé) (Altman 1974 corrigé et amélioré par (Baldassare *et al.*, 1988 ; Losito *et al.*, 1989).

Ces scans ont été effectués sur 60 à 80% des individus présents dans le site. Les scans ont été effectués toutes les heures pendant toute la journée. Les résultats sont groupés en moyennes. L'observateur effectue une succession de transects tracés virtuellement à travers le groupe en enregistrant les oiseaux qui dorment, ceux qui se nourrissent, ceux qui paradent, ceux qui nagent...etc.

Le protocole d'échantillonnage prend en compte tous les oiseaux de façon uniforme, il fournit l'image instantanée des comportements manifestés par un ensemble d'individus, et ces données peuvent être convertis en temps selon le principe suivant : si 70 % des oiseaux nagent pendant une heure, cela revient à dire que 70 % de l'heure d'observation ( $70/100 \times 60 = 42$  minutes) a été consacré à la nage par l'ensemble des oiseaux

La répartition de ce type d'informations toutes les heures fournit une image globale sur les rythmes d'activités pour la journée. Le résultat final de ces observations est donc un schéma d'occupation du temps par la moyenne des oiseaux. C'est un budget d'activités instantané, journalier ou mensuel de ces activités (Tamiser et Dehorter 1999b).

### **3.5. Analyse statistique des données :**

L'analyse factorielle des correspondances est une méthode descriptive faite pour l'analyse des tableaux de fréquence à double entrée. Elle consiste à rechercher la meilleure représentation simultanée de deux ensembles constituant les lignes et les colonnes d'un tableau de contingence, ces deux ensembles jouant un rôle symétrique. Donc cette analyse est

une méthode factorielle basée sur des combinaisons linéaires entre les variables et les observations pour analyser, et réduire les données. Elle nous permet de présenter géométriquement les variables et les observations.

L'objectif de cette analyse est d'obtenir une vision plus cohérente de la structure des données, prenant en compte des variables de faible fréquence, mais ayant une signification environnementale forte. En utilisant le logiciel ADE-4 (Chessel et Doledec, 1992), nous avons réalisé une analyse factorielle des correspondances sur les données concernant le rythme d'activités des flamants roses dans les deux sites ont été choisis.

### **3.6. Etude de la reproduction du Flamant rose**

Le suivi commence dès que la première ponte est détectée dans le site, l'emplacement des nids est détecté par la présence d'un adulte en position de couvaion. Le suivi de chaque nid nous a permis d'assurer qu'il y'a bien eu ponte, puis vérifier la date de l'éclosion ou de l'abandon.

Entre 2009 et 2011, nous avons suivi la reproduction du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* dans le Chott Merouane (Vallée de Oued Righ). Ce travail a nécessité le concours de toute une équipe pour permettre de collecter les données tout en assurant un gardiennage des colonies. Nous citerons de manière chronologique les caractéristiques biologiques et écologiques des colonies, le nombre des adultes présents durant la saison de la reproduction, les dimensions des noyaux de la colonie, les mesures des nids (diamètres internes et externes), les distances nid - berge, les mensurations des œufs (poids, longueur et largeur).

## **CHAPITRE 4**

#### **4. Evolution des effectifs du Flamant rose *Phaenicopterus roseus***

##### **4.1. Evolution des effectifs globaux et spatio-temporelle du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* dans de l'éco-complexe des zones humides de l'Est algérien**

Nous décrivons, dans cette partie, les variations spatio-temporelles des effectifs du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* dans les plans d'eau des éco-complexes de zones humides de l'Est algérien. Ainsi durant les saisons d'hivernage, 2009/2010 au niveau du Chott Merouane et au niveau de la Sebkha de Bazer-Sakra, 2010/2011 au niveau de la Garaet Tarf et 2011/2012 au niveau des Sebkhas de Ouled Amara et de Ouled M'bark et en fonction des dates d'arrivées et de départs, des périodes de concentration des effectifs et/ou de leurs stabilités, nous suivrons l'évolution de l'occupation spatiale de cet échassier dans l'ensemble de ces sites .

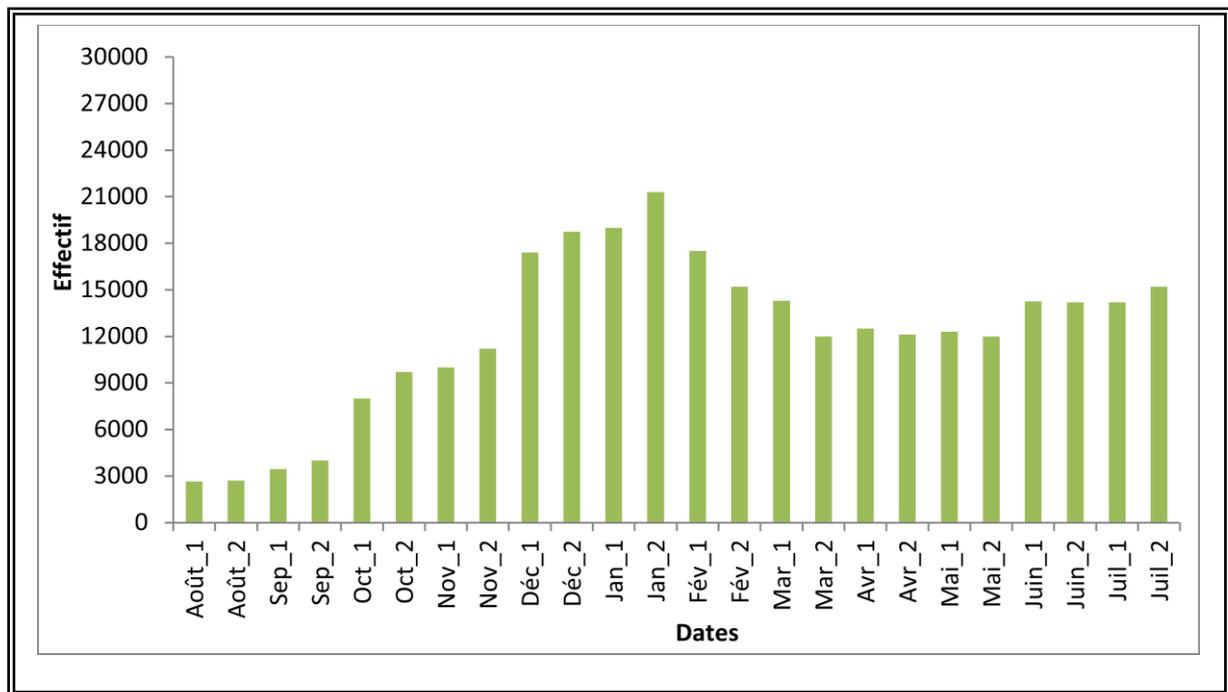
##### **4.1.1. Chott Merouane**

Chott Merouane est le site le plus abondant en Flamants roses par rapport aux autres sites de la vallée de Oued Righ, bien qu'il occupe la deuxième place du point de vue superficie (305000ha) par rapport au Chott Melghir.

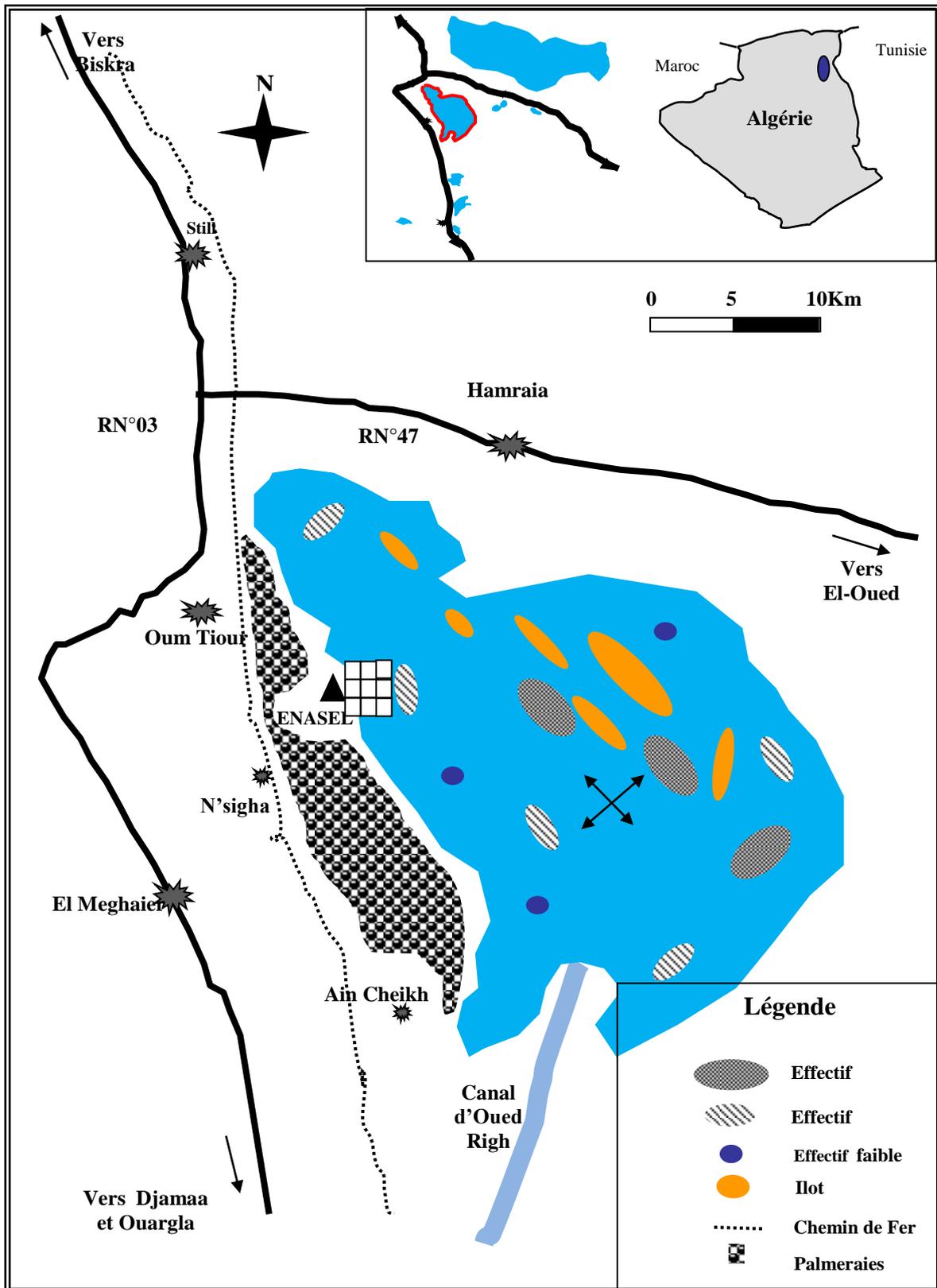
Les Flamants roses arrivent dès le mois d'août, et au début du mois de septembre avec des effectifs avoisinant 16910 individus qui ont été notés dans le plan d'eau. L'abondance maximale a été enregistré durant le mois de janvier où l'effectif a atteint plus de 23000 oiseaux, puis une diminution progressive est observée et ce jusqu'à la fin de l'étude où il ne reste que 3480 (Figure 4.1). Ainsi le Flamant rose a occupé le chott pendant une période allant de huit à neuf mois de l'année où peut être plus dans certaines saisons pluvieuses avec de grands effectifs assez important, ce qui montre l'importance de cette zone humide comme site et quartier d'hivernage pour les populations algérienne, d'Afrique du nord et de tout le Paléarctique occidental. Il offre par sa grande superficie qui dépasse les 305000 ha une meilleure protection contre toutes les menaces des prédateurs.

Le Flamant rose fait son apparition dans la Chott Merouane au début du mois d'août avec un effectif restreint où environ une centaine de Flamants concentrés dans les seuls sites ayant une profondeur en eau assez importante: 50-80 cm (Houhamdi et *al.*, 2008). Certains plans d'eau attirent un nombre élevé d'oiseaux durant les mois de juillet et d'août coïncidant avec l'éclosion et l'émergence des invertébrés (Smart et *al.*, 2009). L'observation d'un effectif très élevé de Flamants 16910 individus début du mois d'avril peut être expliquée par l'exploitation de ces zones humides comme des lieux de gagnage pour les Flamants qui ont nichés.

Le dérangement par les activités humaines perturbe la distribution spatio-temporelle de l'avifaune nicheuse. Il réduit efficacement de la capacité de charge de plusieurs sites (Korschgen et *al.*, 1985, Tamisier et Pradel 1992, Gill et *al.*, 1997). Certains individus ont été aussi observés dans les bacs d'extraction des sels de la société ENASEL après les heures de travail. Les Flamants se rapprochent de ces lieux pour passer la nuit dès l'arrêt du travail. Les effectifs les plus élevés ont été observés durant toute la période de l'étude dans les parties méridionale et centrale du Chott, soit les plus éloignés des dérangements. Par ailleurs, l'observation d'individus immatures près des berges à côté des oasis des palmerais de Dendougha est souvent une manque d'inattention et d'expérience chez ces sujets s'alimentent souvent en marchant (Lima & Dill 1990, Frid & Dill 2002). Ces oiseaux choisissent le secteur nord du plan d'eau près de la limite avec le Chott Merouane (Figure 4.2).



**Figure 4.1.** Evolution des effectifs globaux du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* au niveau du Chott Merouane



**Figure 4.2.** Distribution spatiale du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* au niveau de Chott Merouane

#### 4.1. 2. Garaet Tarf

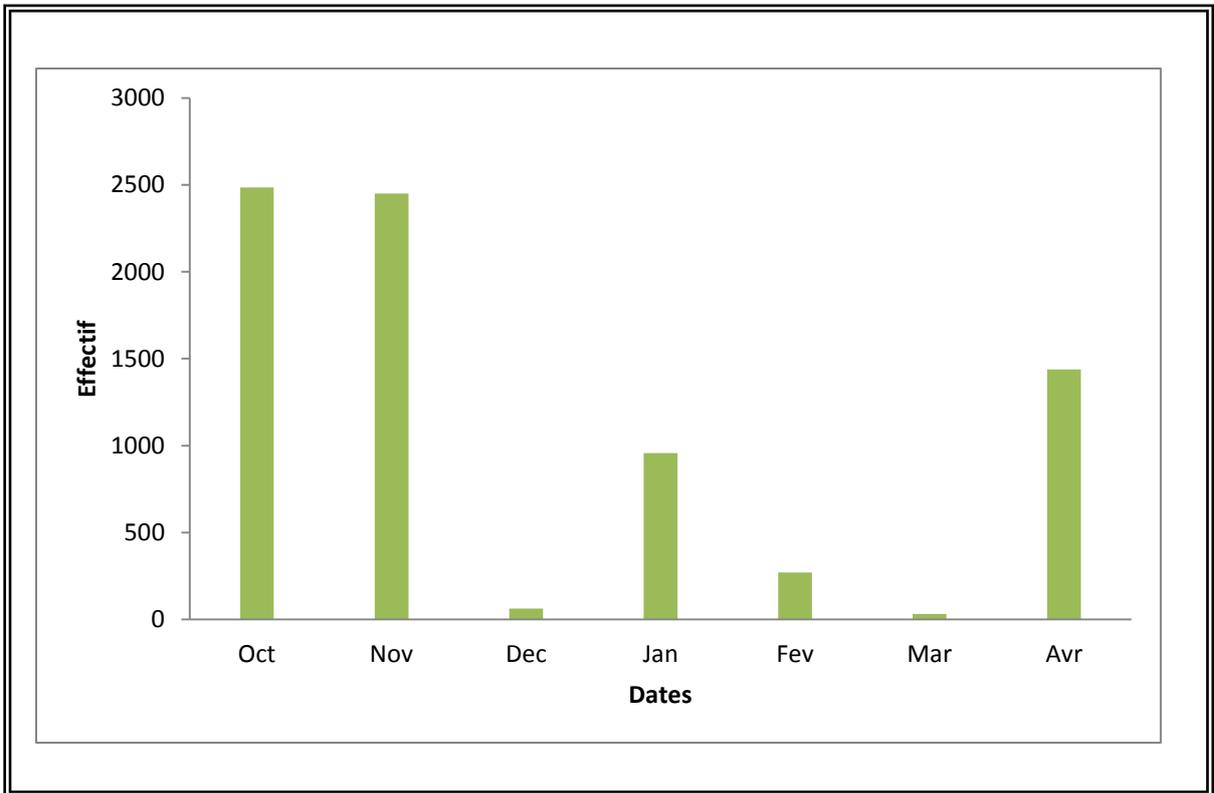
Les Hauts Plateaux de l'Est algérien comprennent l'un des complexes de zones humides les plus vastes et les plus diversifiés du pays. Garaet Tarf (site Ramsar depuis 2004) est la plus grande étendue d'eau de la région (superficie égale à 25 500 ha). Le Flamant rose *Phaenicopterus roseus* fait son apparition dans les zones humides des Hauts plateaux au début du mois d'octobre avec un effectif restreint où environ une centaine d'oiseaux ont été enregistrés. Ils sont concentrés dans les seuls sites ayant une profondeur en eau assez importante: 50-80 cm.

Le suivi de la population du Flamant rose en cours de la saison d'étude au niveau de la Garaet Tarf nous a montré une présence régulière pendant presque tous nos relevés. Les premiers hivernants sont notés vers la mi-octobre et mois de novembre où l'effectif a présenté des fluctuations très dépendantes du niveau de l'eau de cette zone humide et de tout l'éco-complexe. Un effectif maximal a été enregistré au début de l'étude, soit pendant le mois d'octobre et de novembre où des groupes de 2485 et 2450 individus ont été observés dans le plan d'eau. Aussitôt après, un effondrement total a été observé et l'effectif total a été réduit à quelques oiseaux, soit une cinquantaine et décembre, février et mars et une centaine pendant le mois de janvier (Figure 4.3). Un rehaussement des effectifs a été observé pendant le mois d'avril amenant l'abondance à 1439 individus.

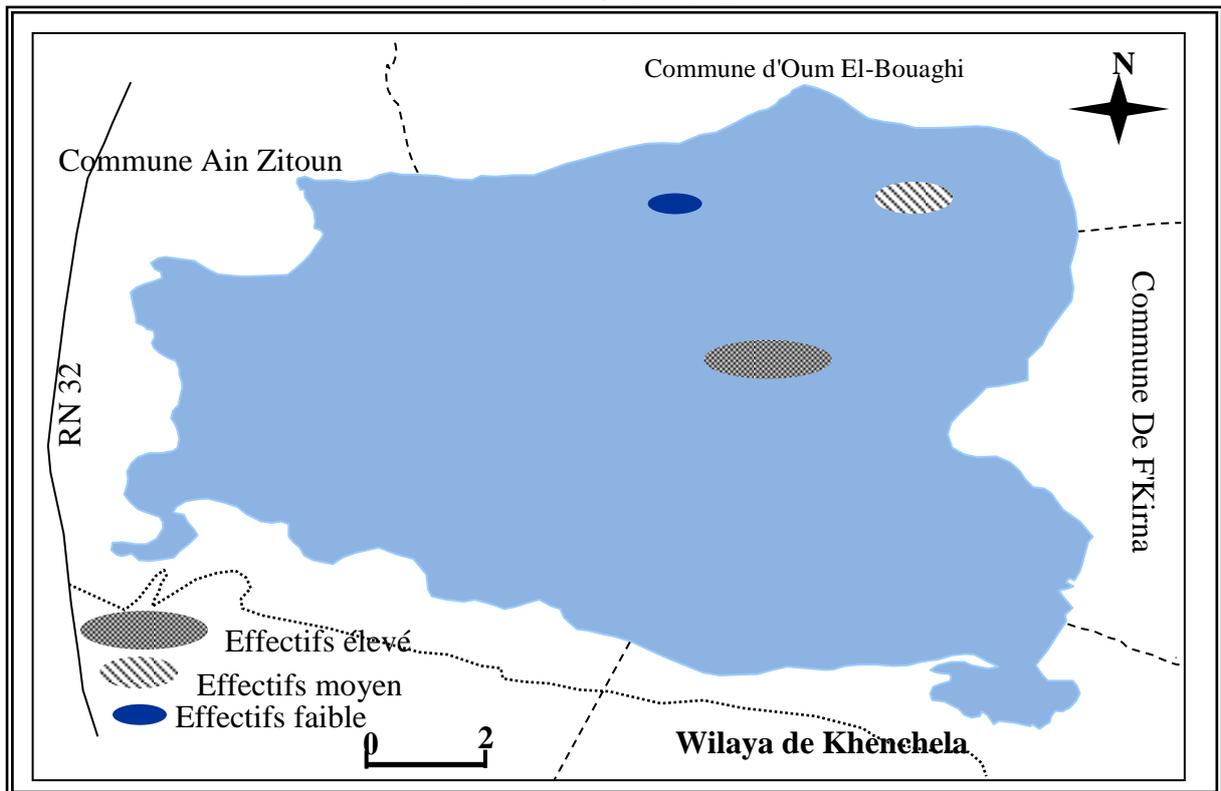
Certainement, ces fluctuations sont la cause d'un dérangement par les chasseurs et les braconniers des Grues cendrées *Grus grus* (Houhamdi *et al.*, 2008b).

Durant la saison 2010/2011, l'arrivée tardive des Flamants peut être expliquée par le manque des précipitations et l'assèchement précoces des principales zones humides des Hautes plaines de l'Est algérien. L'évolution des effectifs des Flamants dans le plan d'eau durant la période d'étude est fortement liée à l'état hydrologique et aux quantités d'eau reçues par ces plans d'eau (Samraoui *et al.*, 2009).

Durant la saison d'étude les Flamants roses ont principalement colonisés la partie centrale du plan d'eau, les secteurs nord-occidentaux riches en vasière et les régions septentrionales où ils se sont donnés à une leurs activité diurne préférée, l'alimentation (Figure 4.4).



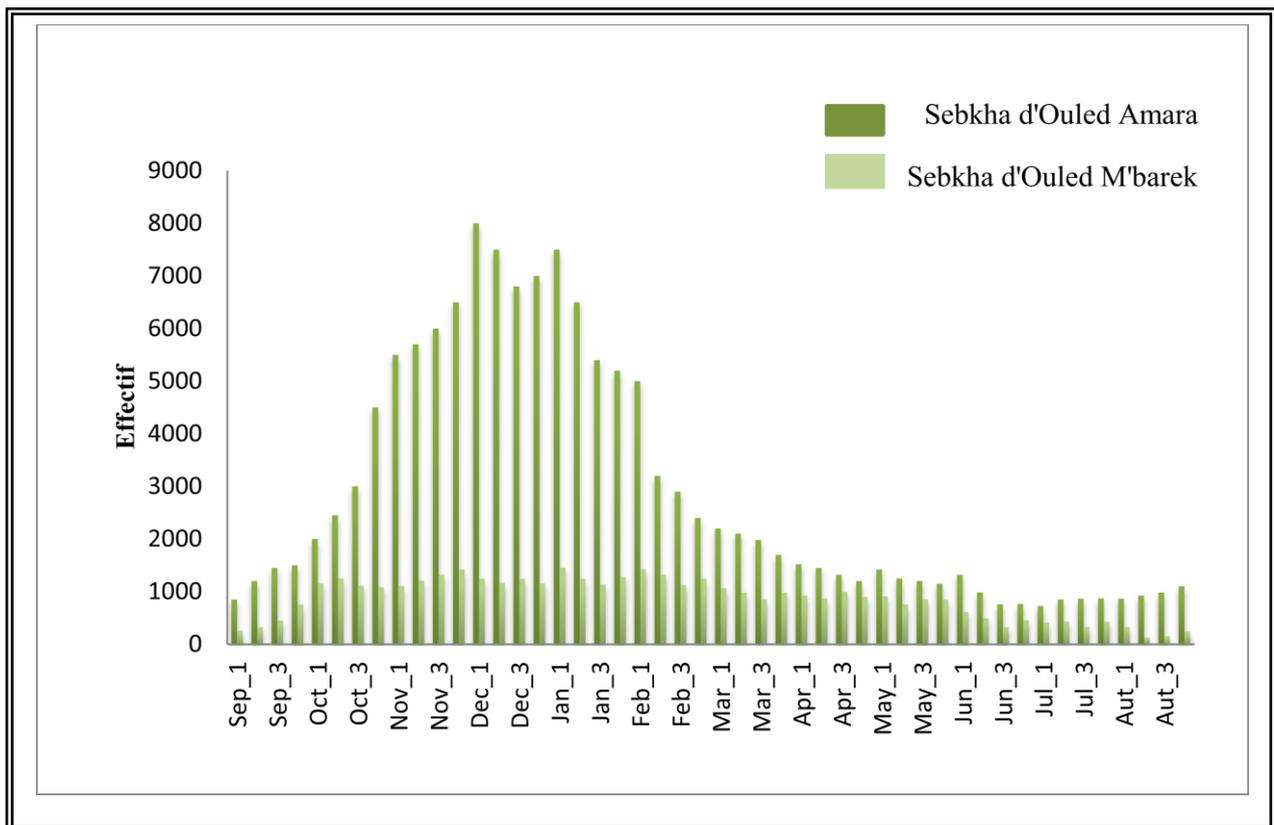
**Figure.4.3.** Evolution des effectifs globaux du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* au niveau de Garaet Tarf



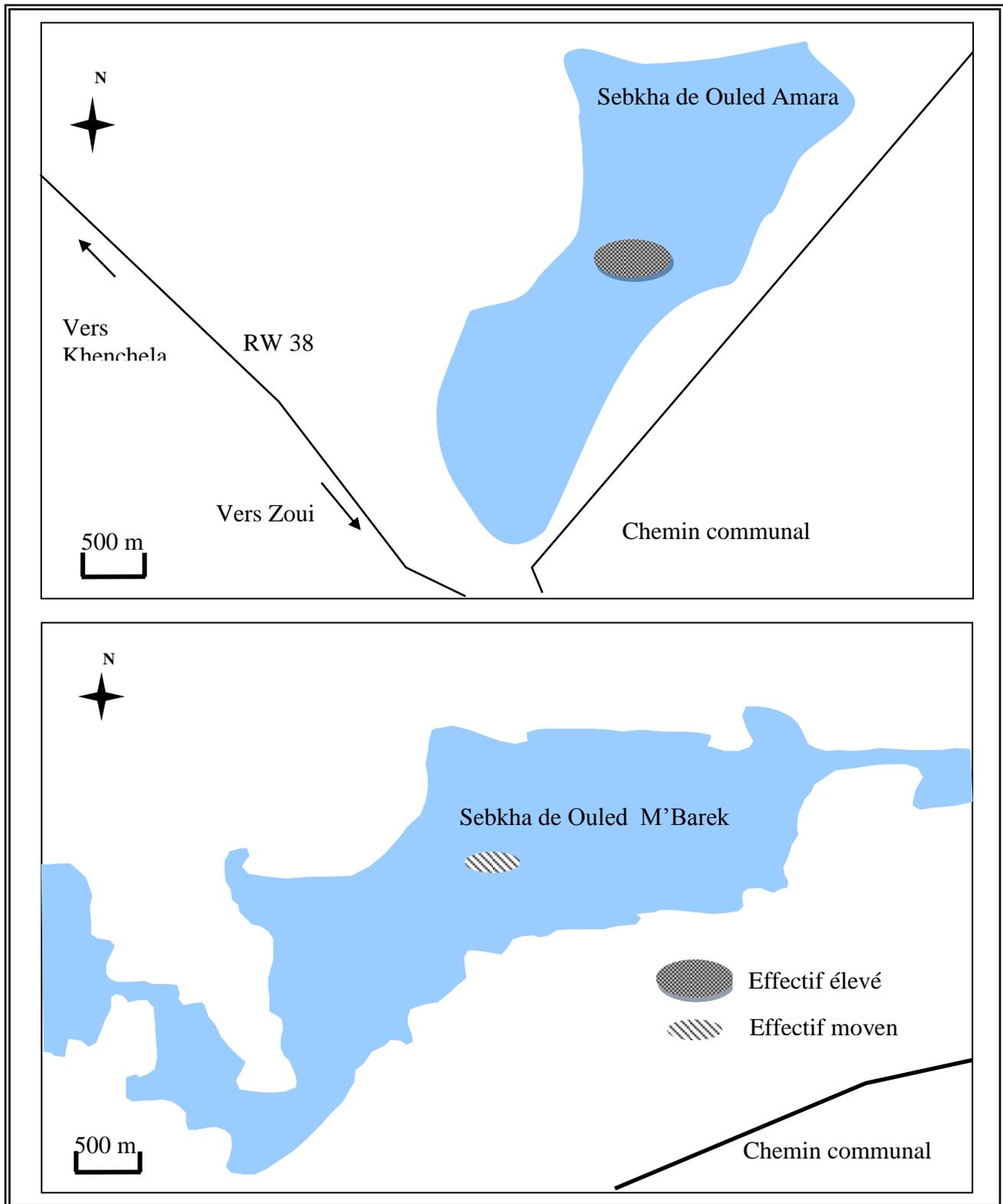
**Figure.4.4.** Distribution spatiale du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* dans Garaet Tarf  
**4.1.3. Sebkhya d'Ouled Amara et Sebkhya d'Ouled M'bark**

Le Flamant rose a été observé durant toute la période de notre étude. L'effectif était significativement plus élevé dans la sebkha de Ouled Amara par rapport à la sebkha de Ouled M'barek (Figure 4.5). L'évolution de la variation saisonnière est relativement similaire dans les deux plans d'eau. Au niveau de la Sebkha de Ouled Amara, l'effectif maximal fut enregistré au début du mois de décembre où plus de 8000 individus ont été enregistrés pendant le mois de décembre t des effondrements progressifs sont alors enregistrés jusqu'à la fin de l'étude. Pendant le mois de juillet, seul 725 individus ont demeurés dans le site. Au niveau de la sebkha de Ouled M'barek, une légère stabilité des effectifs a été notée. Un pic de 1452 individus caractérise cette évolution. Il a été enregistré pendant le début du mois de janvier. Le minimum de 128 individus a été noté pendant la deuxième semaine de mois d'août (Figure 4.5).

D'une manière générale et dans les deux zones humides (la Sebkha de Ouled Amara et la Sebkha d'Ouled M'barek), ces oiseaux se sont concentrés pratiquement dans le centre des plans d'eau principalement pendant les périodes pluvieuses (Figure 4.6).



**Figure.4.5.** Evolution des effectifs globaux du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* au niveau de Sebkha d'Ouled Amara et Ouled M'bark



**Figure.4.6.** Distribution spatiale du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* au niveau de la Sebkha de Ouled Amara et Ouled M'bark

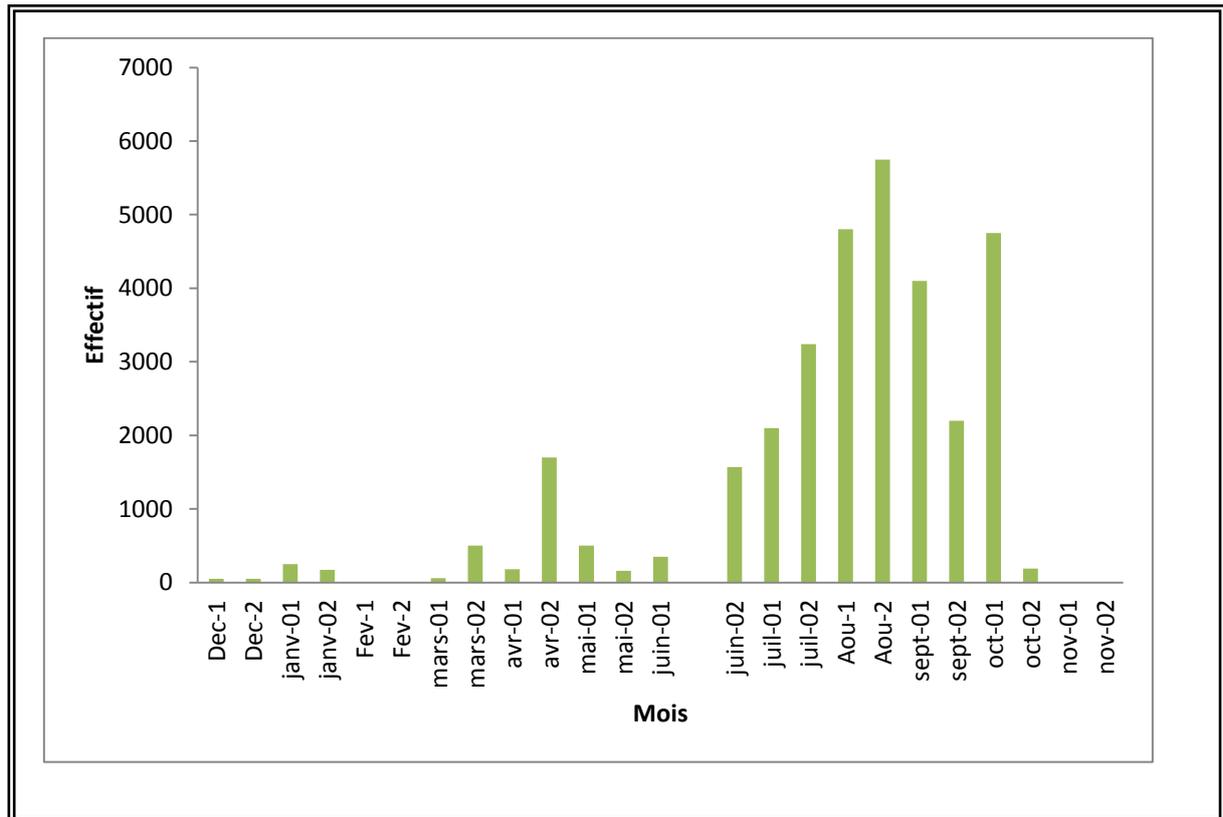
#### 4.1. 4. Sebkha de Bazer-Sakra

Le suivi régulier de l'évolution des effectifs globaux du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* au niveau de la Sebkha de Bazer-Sakra durant la saison d'hivernage 2009/2010 nous

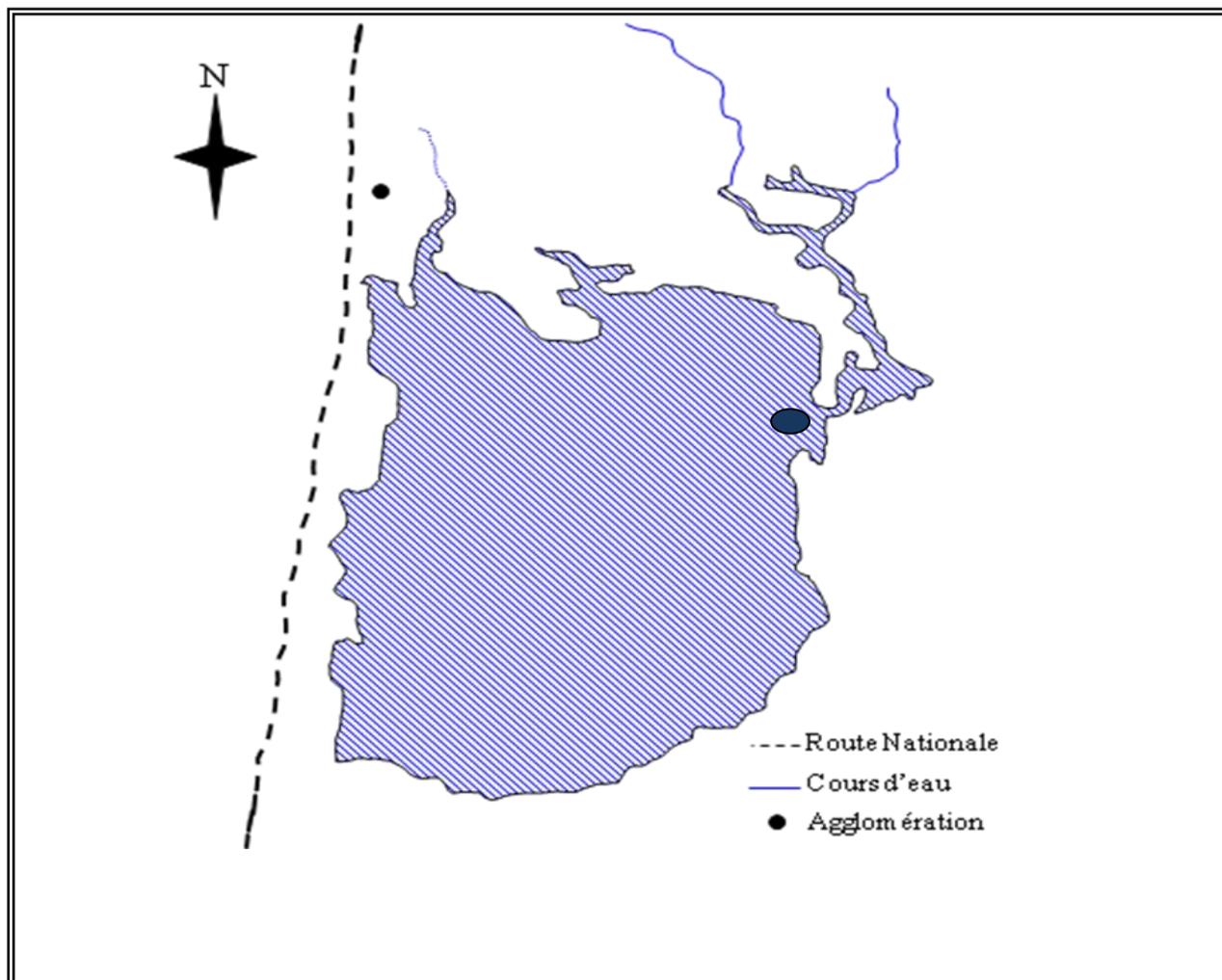
a montré que l'espèce est assez régulière dans tous nos relevés (Figure 4.7). L'effectif maximal de cet échassier a été noté pendant le mois d'août avec plus de 6000 individus.

Notés avec quelques individus en hiver, il commence à coloniser le site dès le mois d'avril avec un effectif avoisinant les 2000 individus et qui augmente progressivement et ce jusqu'à la fin du mois d'août pour s'affaiblir aussitôt pendant les mois de novembre.

Durant la période de suivi, ces oiseaux ont été surtout observés au niveau des secteurs et des régions Nord-ouest du plan d'eau (Figure 4.8).



**Figure 4.7.** Evolution des effectifs globaux du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* au niveau de la Sebka de Bazer-Sakra



**Figure.4.8.** Distribution spatiale du Flamant rose *Phaenicopterus roseus*  
 Au niveau de la Sebkhia de Bazer-Sakra

#### **4.2. Etude du rythme d'activités diurnes du Flamant rose *Phaenicopterus roseus***

L'étude du rythme d'activités diurnes du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* a été effectuée dans trois sites différents pendant les saisons d'hivernage suivantes : 2009/2010 Chott Merouane (wilaya d'El-Oued), 2010/2011 Garaet Tarf (wilaya d'Oum El-Bouaghi) et 2011/2012 les Sebkhias de Ouled Amara et de Ouled M'Barek (wilaya de Khenchela).

Nous avons choisi ces trois sites de caractéristiques différentes (salinité, surface et quiétude) afin de bien comprendre les préférences et les exigences de cette espèce et les facteurs qui peuvent affecter l'écologie et l'étho-écologie de ce grand échassier dans les écosystèmes de zones humides de l'Est de l'Algérie.

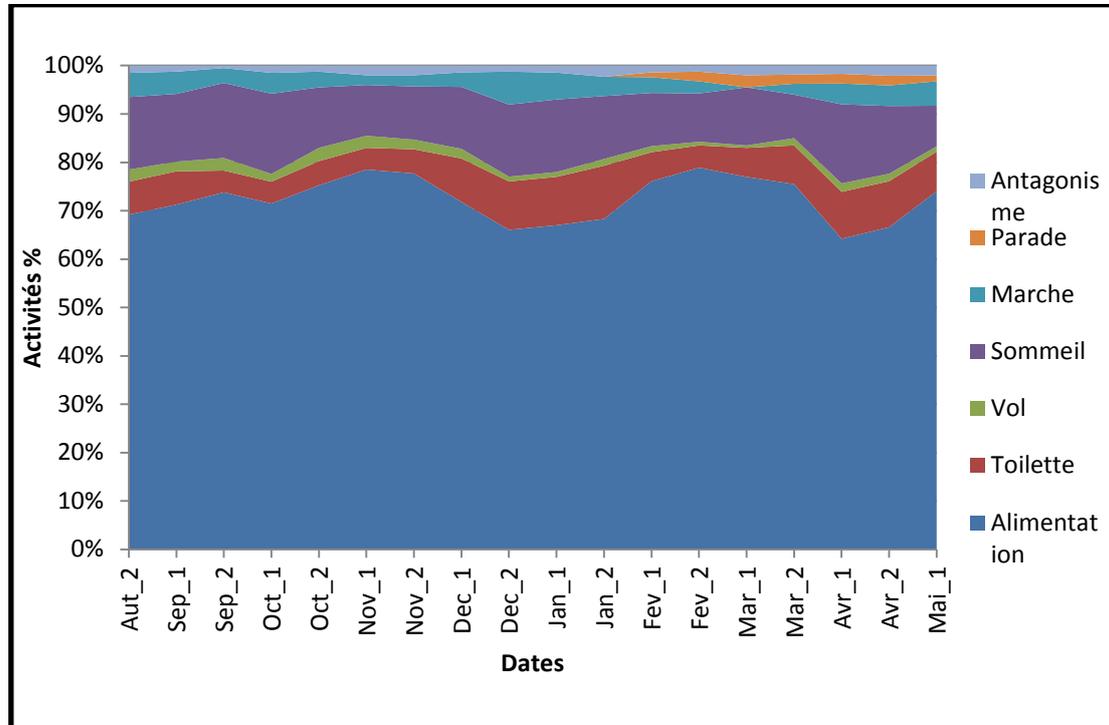
#### 4.2.1. Chott Merouane

Le rythme d'activité du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* au niveau du Chott Merouane présente une très nette prédominance de l'activité alimentaire avec une moyenne annuelle avoisinant 72,22% du temps alloué (Figures 4.9 et 4.10).

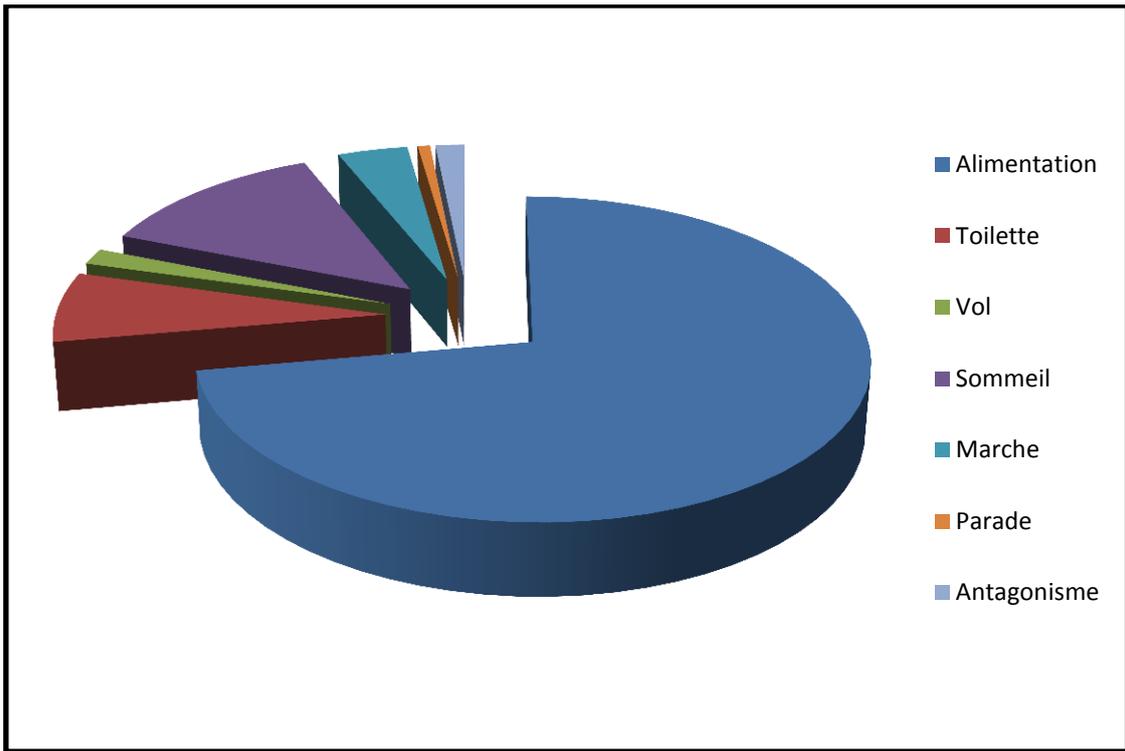
L'évolution des rythmes d'activité alimentaire dans cette zone humide se fait d'une manière plus ou moins constante, principalement pendant la saison d'hivernage. Deux pics sont cependant observés, le premier a été noté pendant la fin du mois de novembre (77,5 %) et le second (18.5%) pendant le mois de février (Figure 4. 11). Le minimum a été enregistré pendant le mois de décembre (65%).

L'alimentation est cependant observée sous trois formes très dépendantes des conditions du milieu et des conditions météorologiques. Elle est réalisée par piétinement pivoté de l'oiseau, par piétinement sur place et en marchant dans la boue du site. Ces trois types de recherche de nourriture sont les conditions de l'état du site et des dérangements Ouldjaoui 2009, Ouldjaoui *et al.*, 2004, Bensaci, 2011, Bensaci *et al.*, 2011).

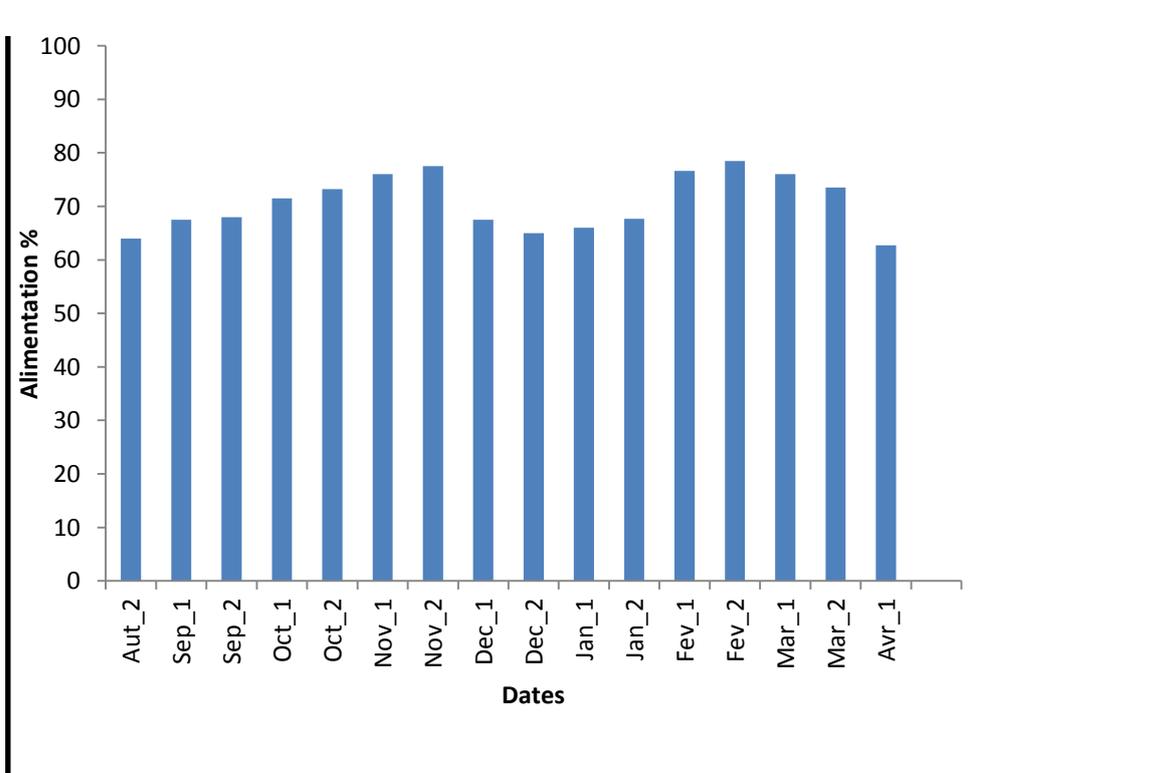
L'alimentation par piétinement pivoté prend le premier rang avec 43 % du temps alloué. Elle est suivie par l'alimentation liée à la marche (30%) et en fin par l'alimentation par piétinement sur place qui a occupé le taux le plus faible de 27 % (Figure 4.12).



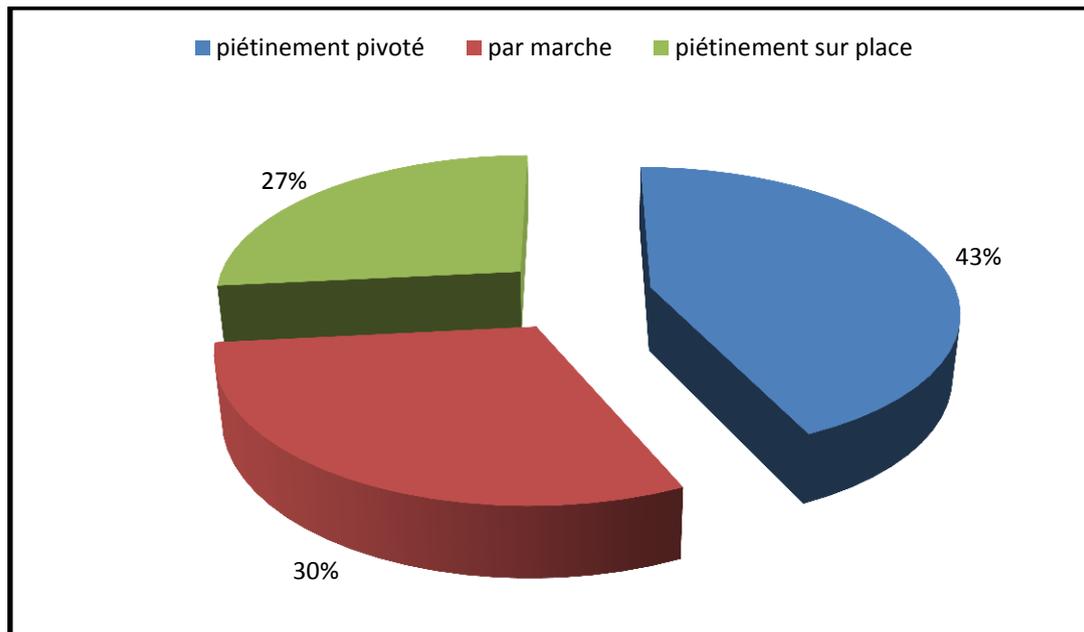
**Figure 4.9.** Variation bimensuelle du rythme des activités diurnes du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* dans le Chott Merouane



**Figure 4.10.** Proportions des différentes activités diurnes du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* dans le Chott Merouane



**Figure 4.11.** Evolution bimensuelle de la l'alimentation chez le Flamant rose *Phaenicopterus roseus* dans le Chott Merouane



**Figure 4.12.** Moyens annuels des différents types d'alimentation chez le Flamant rose *Phaenicopterus roseus* dans le Chott Merouane

Le sommeil (repos) vient en deuxième rang (12,0470). Il est généralement observé chez les individus se trouvant au centre du groupe. L'allure de son évolution temporelle affiche une fluctuation caractéristique exhibant trois pics : 16,6 %, 14,9% et 16,35% notées respectivement au début du mois d'octobre, la fin du mois de décembre et le début du mois de mars.

L'entretien du plumage ou la toilette vient en troisième position avec une moyenne annuelle avoisinant 7,17%. Cette activité est plutôt observée dans l'eau que sur des berges. Son évolution suit une allure en dents de scie exhibant des pics et minimums très dépendant de l'état de l'oiseau.

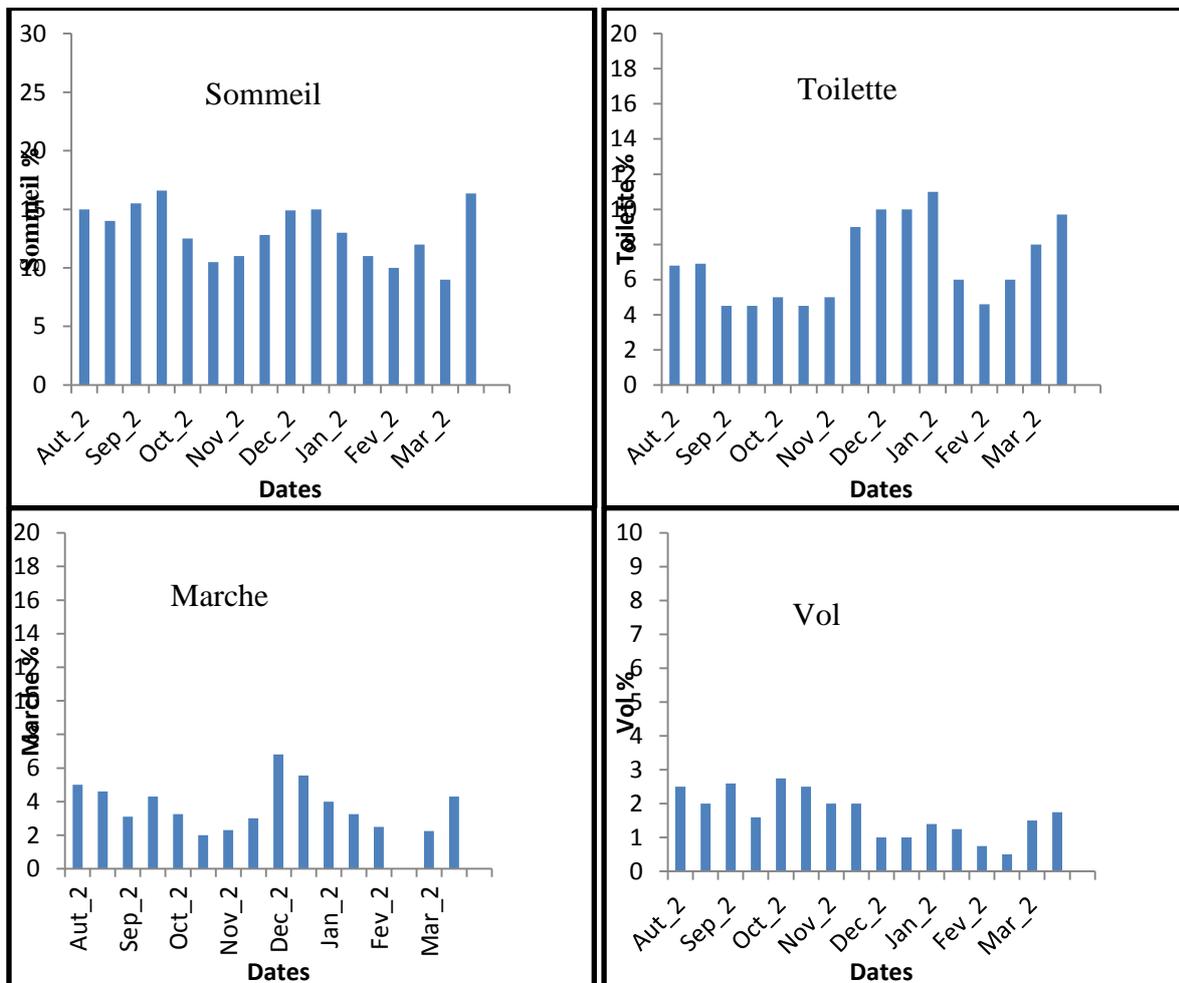
La marche vient en quatrième position avec une moyenne annuelle égale à 3,86%. Cette activité est d'importance primordiale chez les flamants du fait que le seul mouvement d'un individu se trouvant à l'extrémité du groupe est contagieux et engendre le déplacement de l'ensemble. Les échassiers et principalement les flamants monopodes ne peuvent plus vivre et survivre (Bensaci *et al.*, 2011). D'une manière générale l'évolution de cette activité tout le long de la période de l'étude varie entre 2,5 % et 6 %, maximum noté pendant la fin du mois de Décembre.

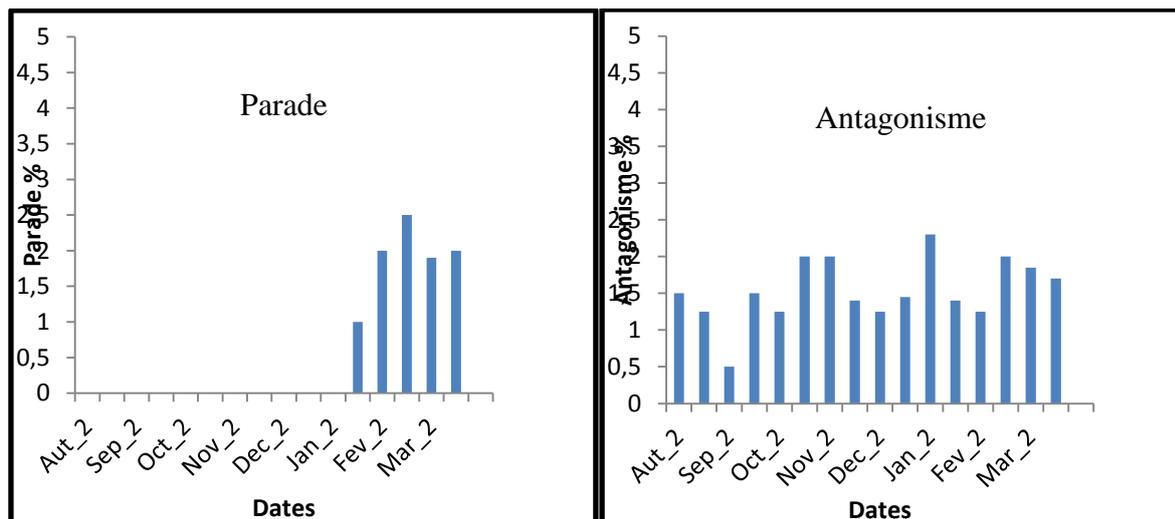
Les flamants volent fréquemment, le plus souvent pour changer de place ou en réaction à un dérangement (Saheb *et al.*, 2006 ; Ouladjaoui *et al.*, 2004, Bensaci *et al.*, 2011). Au niveau du Chott Merouane le pourcentage de vol observé est pratiquement faible. Il est de

1,69 %. Cette activité se résume à des petits envols collectifs qui favorisent le regroupement des individus au centre du plan d'eau. Ces variations fluctuent entre 1% et 2,5%.

Les activités de parade se résument à des mouvements d'ailes et à des hochements de têtes (Saheb *et al.*, 2006). Cette activité vient dans le dernier rang où elle n'occupe qu'un faible pourcentage dans le bilan de rythme d'activités (0,69 %). Les flamants exhibent ce comportement généralement vers la fin du mois de janvier avec une fréquence croissante vers la fin de la saison d'hivernage pour atteindre un maximum durant le mois de mars, coïncidant avec le début de la saison de reproduction.

Enfin, nous avons regroupé sous les activités antagonistes toutes sortes d'attaque, de coup de bec et/ou de bagarres entre les différents individus. Cette activité est aussi exclusivement adulte (Bensaci *et al.*, 2011) et elle a été notée avec des taux très faibles ne dépassant pas les 2% tout le long de notre étude (Figure 4.13).





**Figure.4.13.** Evolution bimensuelle des rythmes d'activités chez le Flamant rose *Phaenicopterus roseus* dans le Chott Merouane

#### 4.2.2. Garaet Tarf

Le bilan des rythmes d'activités diurnes des Flamants roses *Phaenicopterus roseus* pendant leur hivernage au niveau de Garaet Tarf (2010/2011) affiche aussi que l'activité alimentaire domine de loin ce bilan avec 58,43%. Elle est suivie du sommeil avec 26,98%, la toilette avec un taux de 9,76%, la marche avec 2,39%, le vol 1,49%, le comportement de l'agressivité avec 0,57% et par la parade 0,42% (Figures 4.14 et 4.15).

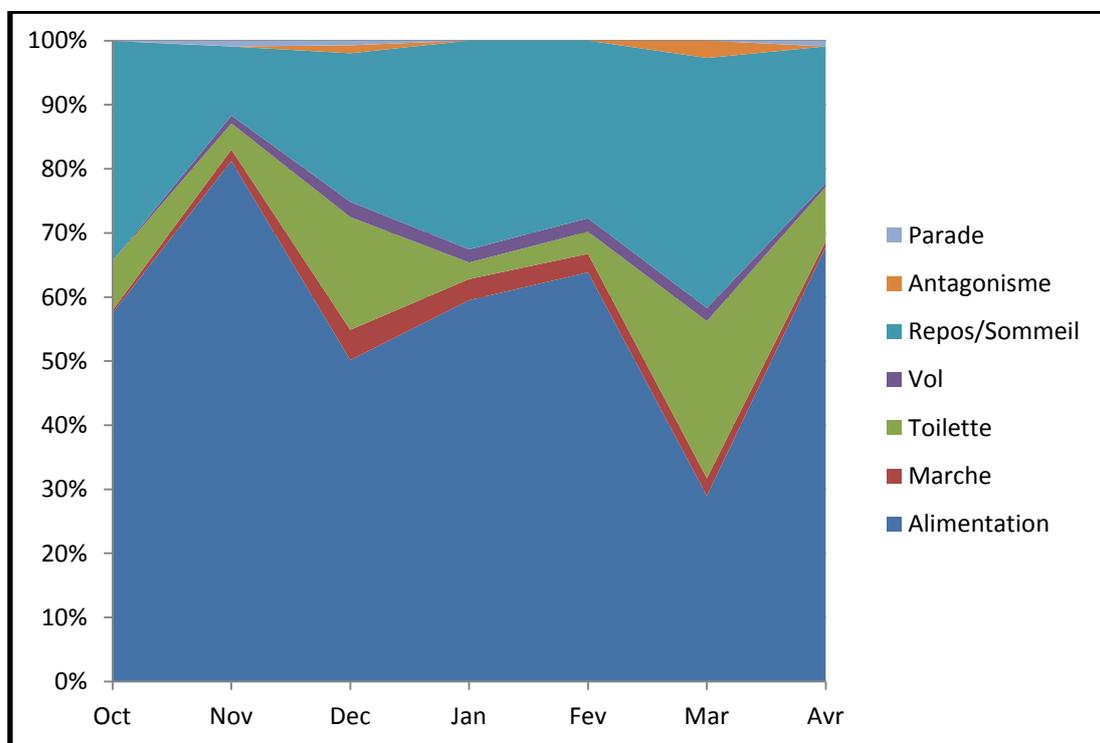
Ainsi, le suivi du budget temps diurne de cet échassier nous a montré que plus de la moitié de la journée a été consacrée à se nourrir avec un taux de 58,43%. Cette activité occupant la première place dans le bilan est observé pendant toute la journée (matinée et après-midi). Le taux le plus faible a été enregistré pendant le mois de mars avec un pourcentage de 28,98% (Figure 4.16). Elle a été réalisée sous trois formes: l'alimentation par marche et filtrage de la vase, l'alimentation par piétinement pivoté et par piétinement sur place.

L'alimentation par marche et filtrage de la vase est le type d'alimentation dominant avec un taux avoisinant 43 %. Il est suivi par l'alimentation par piétinement pivoté (37%), et en fin par l'alimentation par piétinement sur place qui occupe le taux le plus faible (20 %) (Figure.4.17).

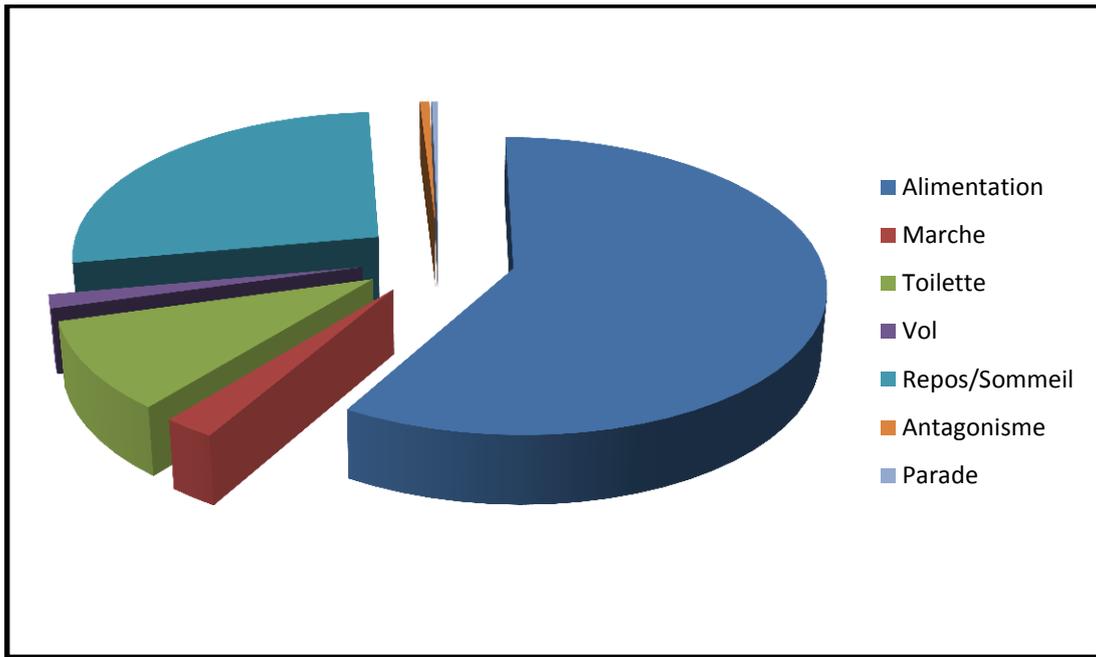
Le sommeil se manifeste durant toute la période d'étude avec des taux qui varient en général entre 20% et 30%. Il occupe la deuxième place dans le budget temps avec une moyenne de 26,98% du temps consacré à cette activité. Elle a lieu uniquement sur l'eau.

Le nettoyage des plumes et la toilette habituellement constituent une part plus ou moins importante de la journée du Flamant rose. Ce comportement vient en troisième position avec

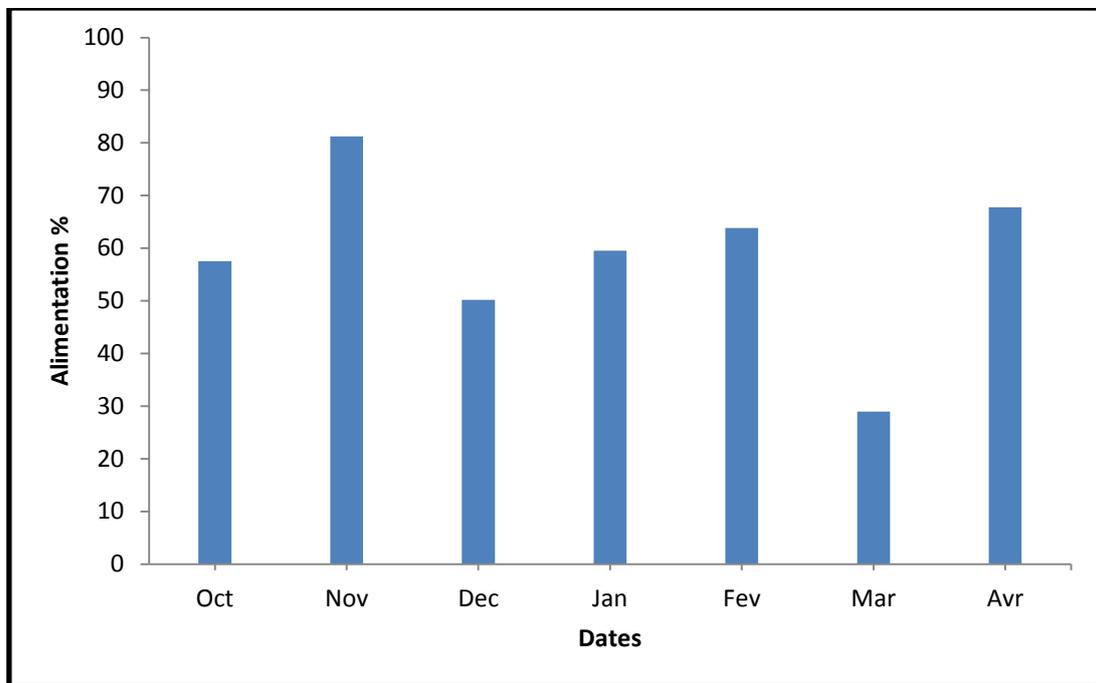
une moyenne annuelle avoisinant 9,76%. Le maximum a été atteint au début de l'étude, soit les mois d'octobre et de novembre et en fin d'hivernage, soit le mois de mars. Ceci peut être expliqué par le fait que pendant le début de l'hivernage, le plumage de ces oiseaux n'est pas encore très bien constitué et l'oiseau a besoin d'un entretien régulier (Bensaci 2010, Bensaci *et al.*, 2011) par contre en fin d'hivernage la toilette se résume en un réarrangement du plumage après les vols (Saheb *et al.*, 2006, Samraoui *et al.*, 2006, Houhamdi *et al.*, 2008, Bensaci 2010, Bensaci *et al.*, 2011)



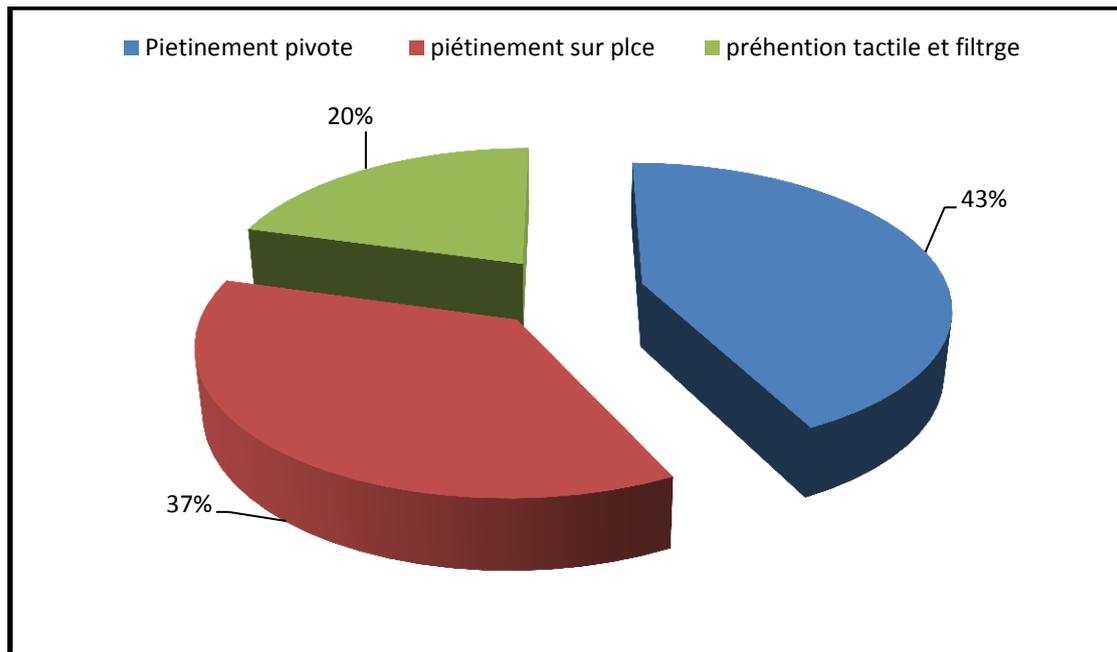
**Figure 4.14.** Variation bimensuelle du rythme des activités diurnes du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* au niveau du Garaet Tarf



**Figure 4. 15.** Proportions des différentes activités diurnes du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* dans la Garaet Tarf



**Figure 4.16.** Evolution bimensuelle de la l'alimentation chez le Flamant rose *Phaenicopterus roseus* dans la Garaet Tarf



**Figure 4.17.** Moyens annuels des différents types d'alimentation chez le Flamant rose *Phaenicopterus roseus* dans la Garaet Tarf

La marche tient chez le flamant une part minimale avec un pourcentage qui varie entre 0% et 10% du comportement diurne. Cette activité occupe la quatrième position avec une moyenne annuelle équivalant à 2.39%. Durant la période d'hivernage, la marche est en général accompagnée de la recherche de la nourriture ou elle survient suite aux dérangements causés par la chasse pendant la première période et par les prédateurs, principalement les rapaces diurnes (Vautour percnoptère)

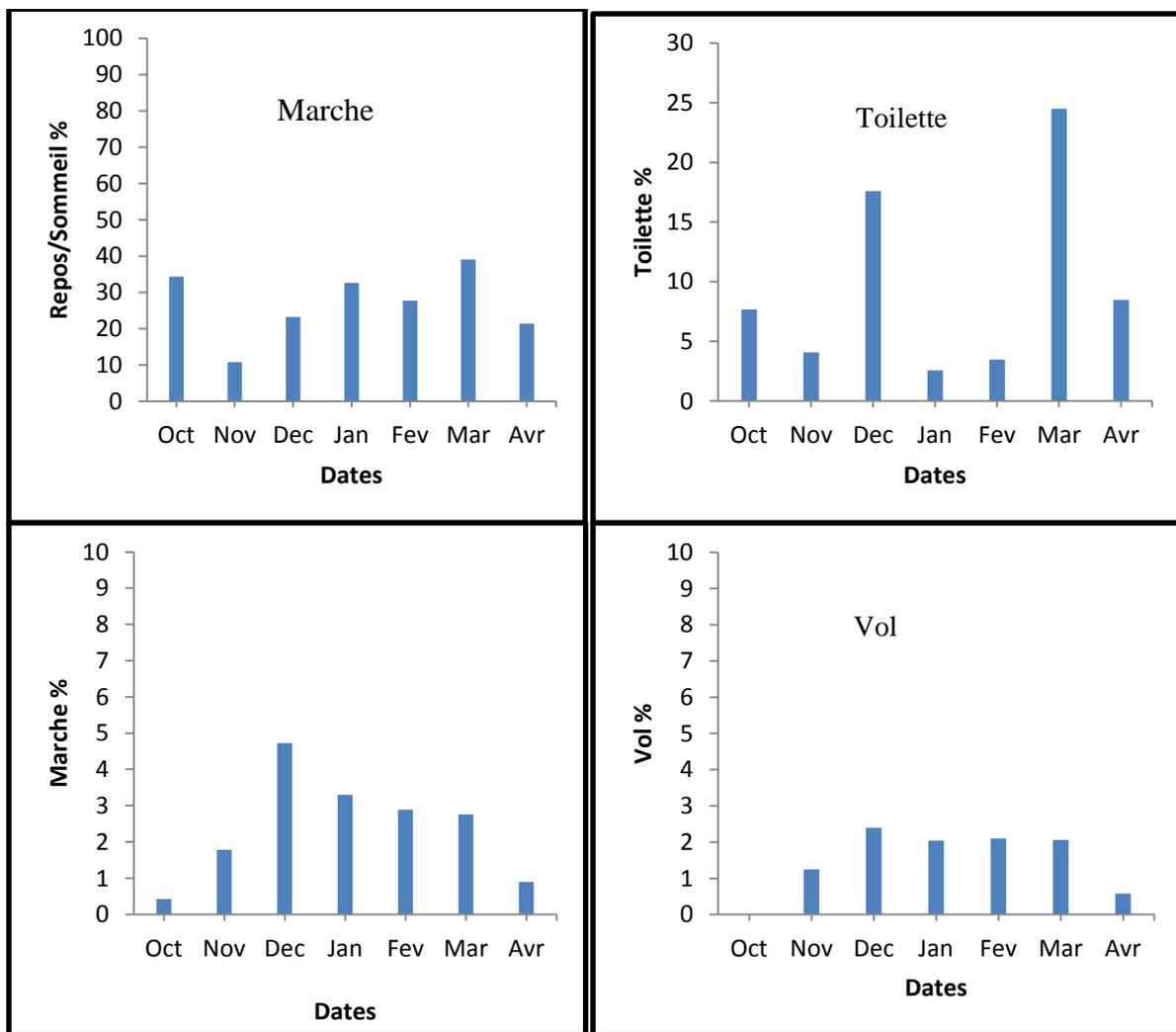
Le vol occupe la cinquième place dans ce bilan des rythmes d'activités du Flamant rose au niveau de ce plan d'eau avec un pourcentage de 1.49%. Le comportement du vol est noté presque dans tous nos relevés avec des taux variant entre 0% et 10%. Cette activité survient en général suite à quatre besoins exhibés par l'oiseau :

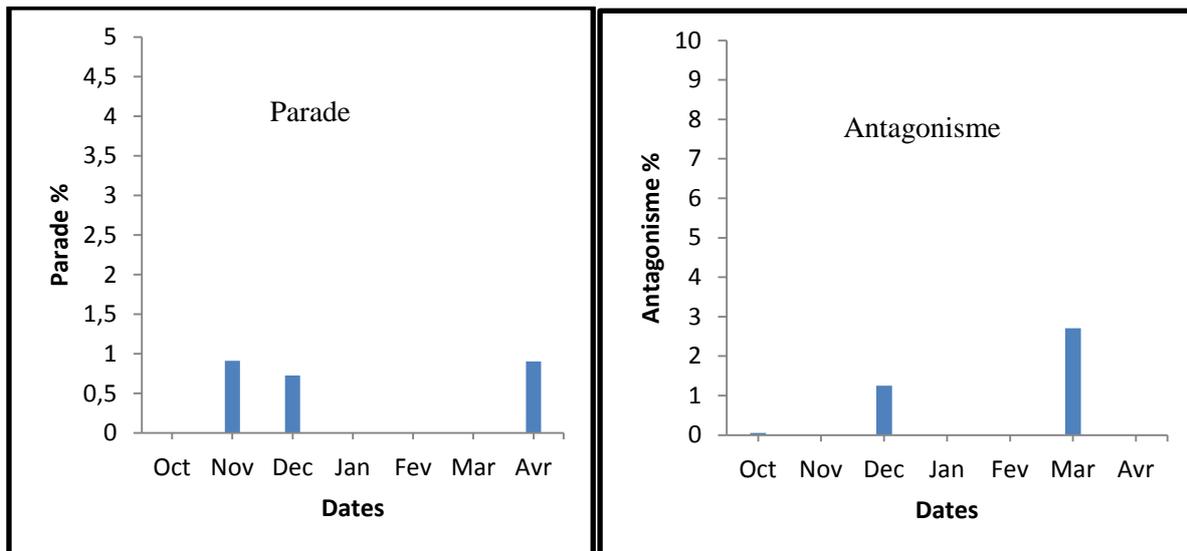
- Déplacement entre deux remises diurnes.
- Déplacement systématique entre les lieux de repos et lieux d'alimentation.
- Déplacement dans le cadre d'une parade nuptiale.
- Réaction de fuite vis-à-vis d'un prédateur potentiel (Houhamdi *et al.*, 2008, Tamisier, 1999b)

Le comportement agressif chez le Flamant rose occupe le sixième rang dans ce bilan des budgets temps avec un taux moyen de 0.57%. Les interactions agressives sont rarement observées chez cet échassier. Elles sont souvent manifestées pendant les mois de décembre et

mars, ce qui coïncide avec l'arrivée progressifs des groupes du Flamant rose et de ce fait la défense du territoire d'alimentation est exigée pour tous les oiseaux.

Concernant le comportement de parade chez le Flamant rose, elle est notée en dernière position avec un taux avoisinant les 0.42% et contrairement aux autres activités elle n'est pas enregistrée durant toute la période de l'étude. Les premiers signes apparaissent souvent à partir des mois de novembre et de décembre. Des signes sont aussi enregistrés pendant le mois d'avril, coïncidant avec le début de la saison de reproduction (Figure 4.18).





**Figure.4.18.** Evolution bimensuelle des rythmes d'activités chez le Flamant rose *Phaenicopterus roseus* dans le Garaet Tarf

#### 4.2.3. Sebkhya de Ouled Amara et Sebkhya de Ouled M'bark

L'analyse du bilan des rythmes d'activités diurnes des Flamants roses *Phaenicopterus roseus* pendant la saison d'hivernage 2011/2012 au niveau des zones humides de la wilaya de Khenchela exhibe aussi une nette dominance de l'activité alimentaire qui tient presque les trois quart du bilan total, soit 73,5 %. Elle est suivie de la marche avec un pourcentage de (12,3%), du vol (6,2 %), de l'entretien du plumage ou la toilette (4,0%), la parade (2,8%) et enfin du sommeil avec 1,3% (Figure 4).

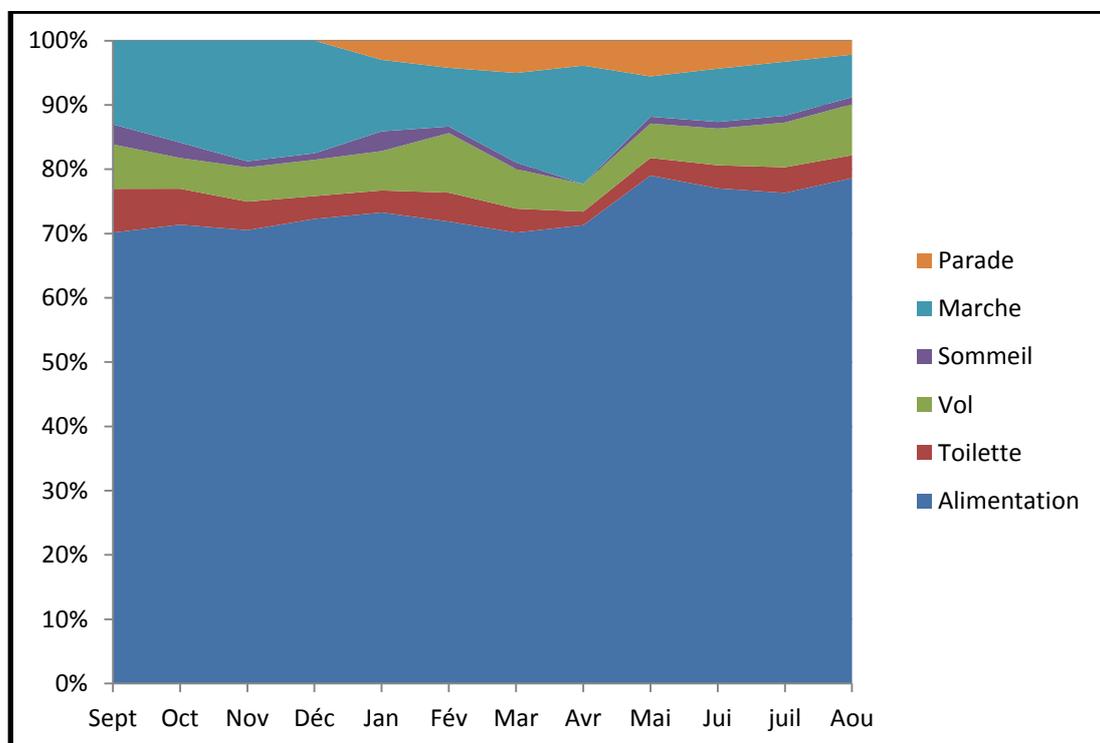
Des variations matinales et vespérales sont à noter. Tandis que l'alimentation a demeuré relativement constante, les autres activités, la marche, l'entretien du plumage ou la toilette et le repos ont diminué alors que la parade et le vol ont augmenté. Le rythme d'activité n'était pas aussi très différent pendant l'hivernage et pendant la saison de reproduction. Ainsi, seule la parade a montré une augmentation substantielle. L'alimentation et vol ont été relativement stables. Le sommeil, la toilette et de la parade ont légèrement diminué (Figures 4.19 et 4.20).

*Idem* que pour les autres sites, l'alimentation a été aussi effectuée de trois manières différentes: L'alimentation par piétinement pivoté vient en première place avec 43 %. Elle est suivie par l'alimentation par piétinement sur place (37%), et par l'alimentation par marche qui affiche le taux le plus faible de 23 % (Figure 4.21).

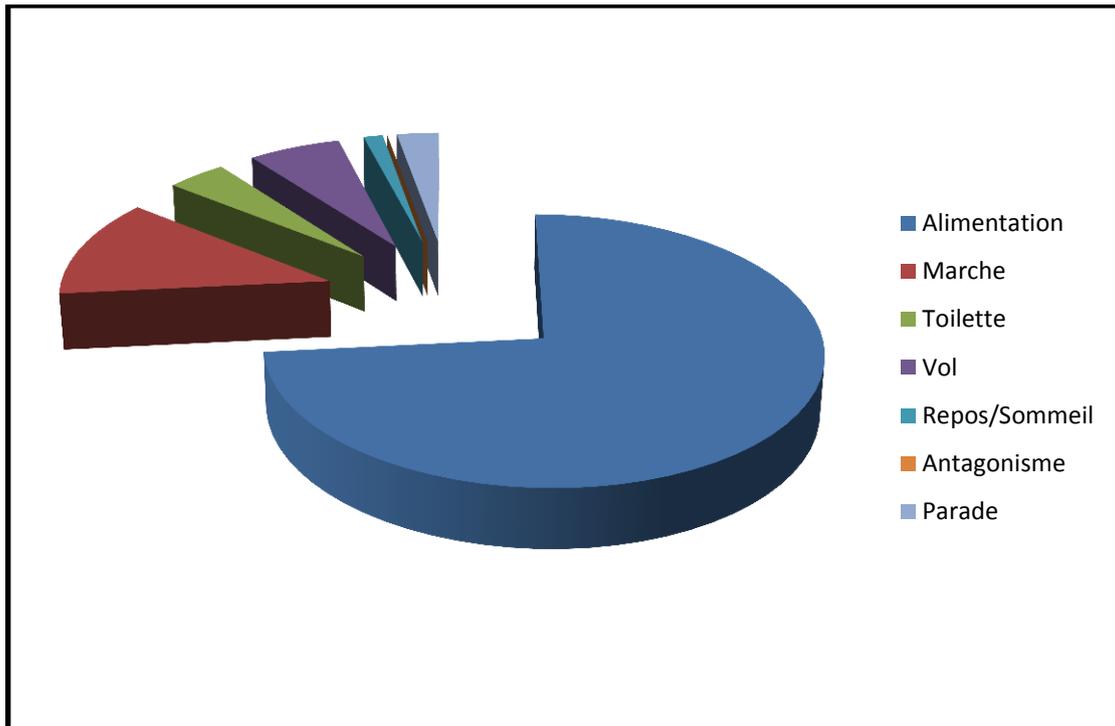
A noter aussi, que l'alimentation était légèrement moins observée les matinées que l'après-midi pendant la saison d'hivernage (Bouaguel *et al.*, 2013). Ces résultats corroborent

avec ceux trouvés dans l'étude de (Khaleghizadeh, 2010) dans une zone humide côtière dans le golfe Persique (Figure 4.22).

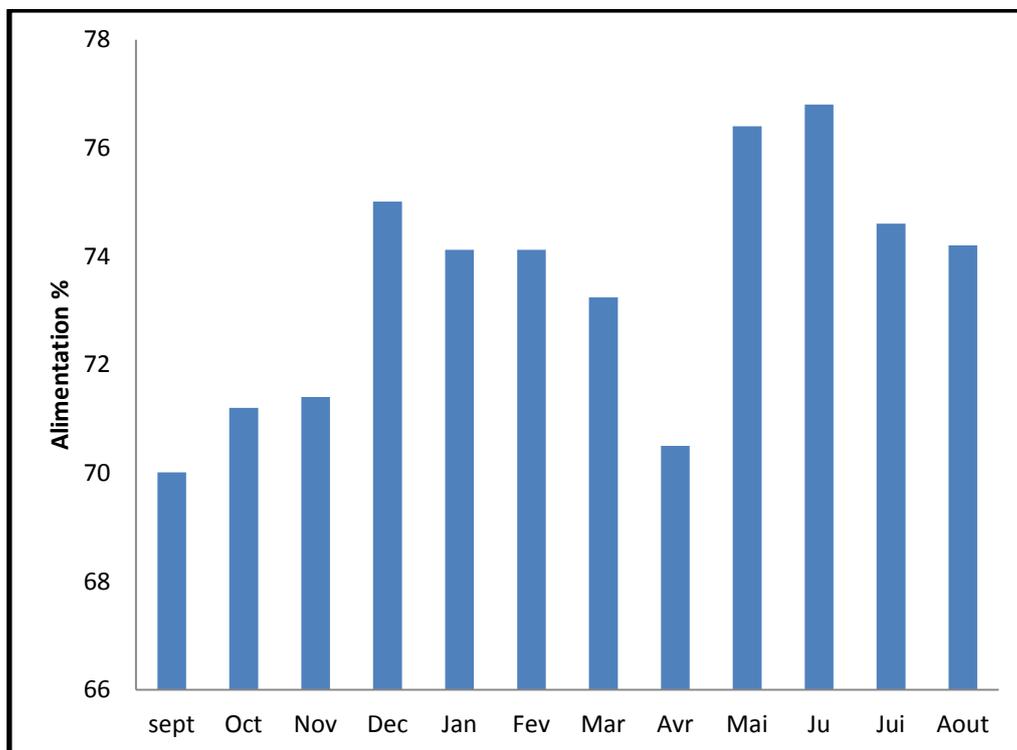
La marche occupe la deuxième position avec un pourcentage avoisinant 12.3%. Elle a atteint un pic en novembre et décembre, lorsque le nombre d'individus était à son maximum ce qui a certainement induit une forte pression concurrentielle entre les oiseaux pour la recherche de la nourriture comme cela a été démontré et observé chez le Flamant américain (*Phaenicopterus ruber ruber*) (Bildstein et al., 1991) (Figure 4.23).



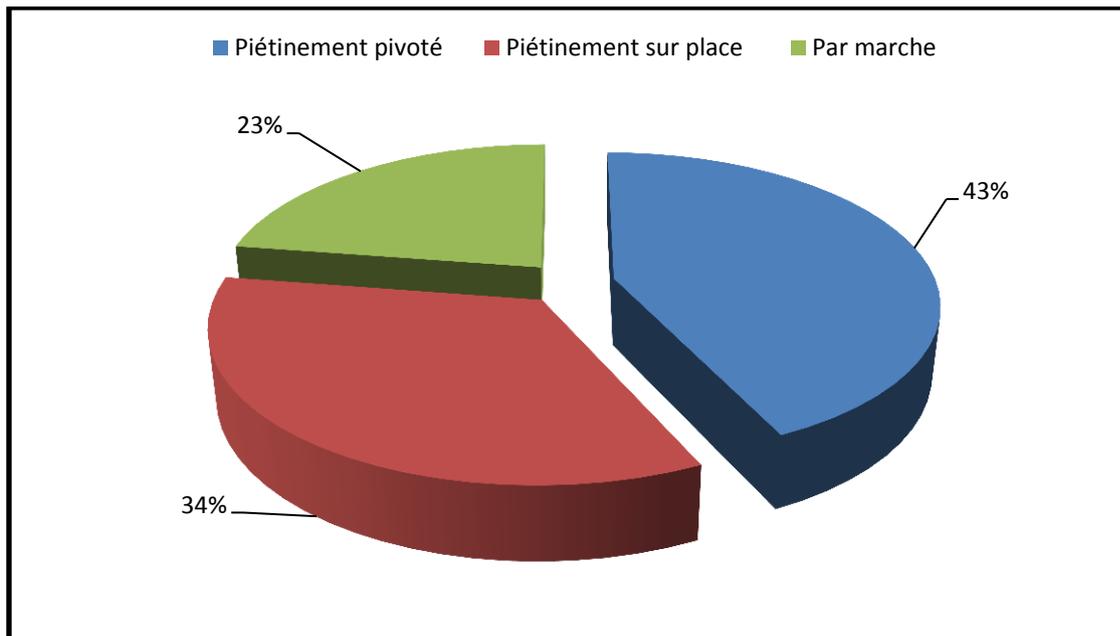
**Figure.4.19.** Variation bimensuelle du rythme des activités diurnes du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* au niveau des Sebkhass d'Ouled Amara et Ouled M'bark



**Figure.4.20.** Proportions des différentes activités diurnes du Flamant rose *Phaenicopterus s roseus* dans les Sebkhass d'Ouled Amara et Ouled M'bark



**Figure.4.21.** Evolution bimensuelle de la l'alimentation chez le Flamant rose *Phaenicopterus roseus* dans les Sebkhass d'Ouled Amara et Ouled M'bark



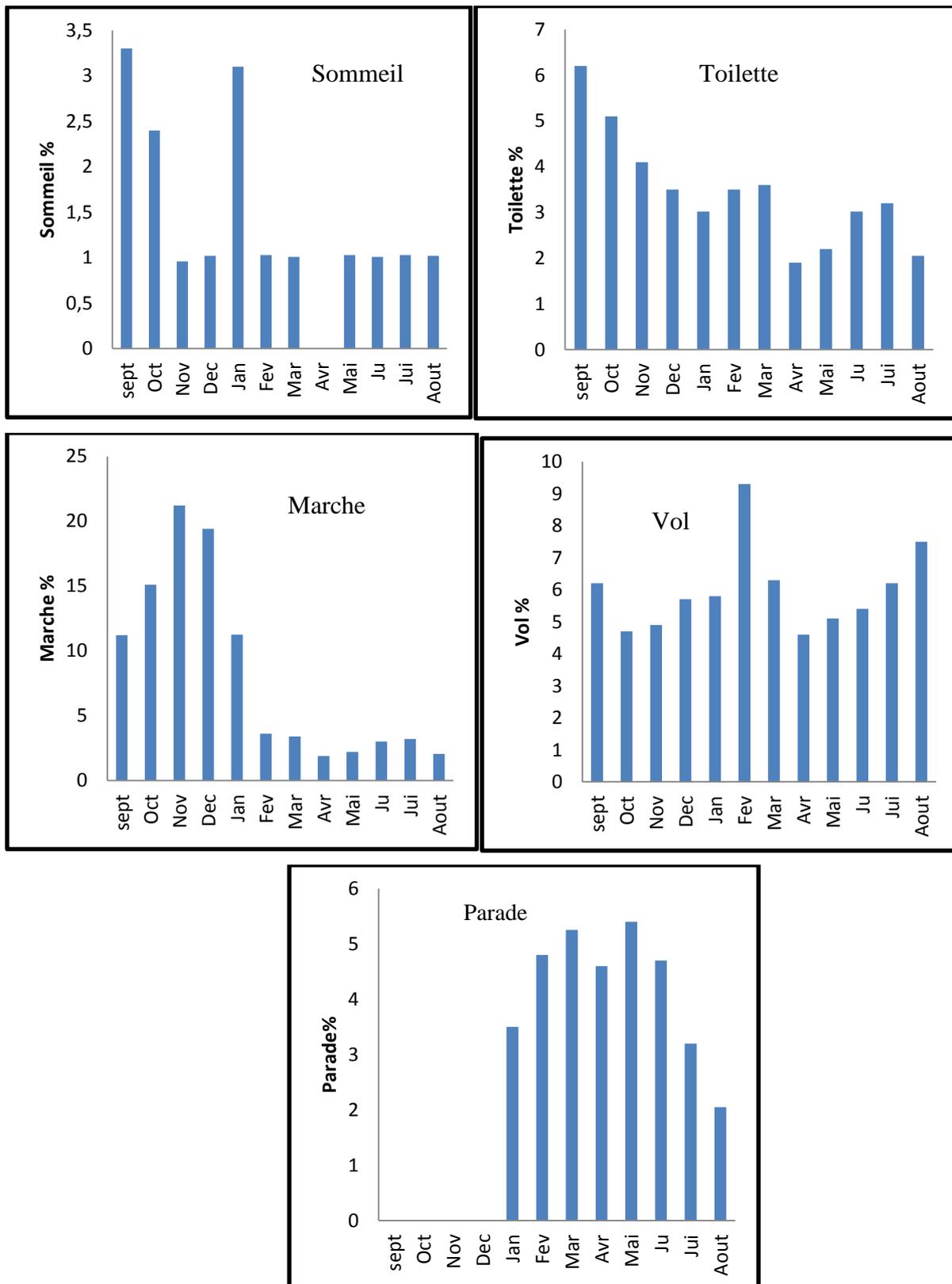
**Figure.4.22.** Moyens annuels des différents types d'alimentation chez le Flamant rose *Phaenicopterus roseus* dans les Sebchas d'Ouled Amara et Ouled M'bark

La toilette occupe la troisième place avec un taux avoisinant de 4.0%. Elle joue un rôle important dans le déparasitage et dans le nettoyage des plumes (Clayton, 1991; Cotgreave et Clayton, 1994). Le maximum a été noté pendant le mois de septembre (la période de reproduction). Elle a été observée les matinées et les après-midis. Les constatations ont été rapportées par Khaleghizadeh (2010).

Le vol est enregistré avec un pourcentage de 6.2%. C'est une activité qui n'a pas montré de variations saisonnières marquées, mais les individus passent en partie plus de temps de vol dans l'après-midi à cause d'une fraction de la population a quitté les lieux pour aller à un autre après avoir pris l'apport alimentaire nécessaire. Elle survient également suites aux perturbations et aux dérangements par les rapaces diurnes observées principalement dans le site pendant la période vespérale.

La parade est un comportement qui a été parmi les activités les moins observés chez le Flamant rose. Il a été enregistré avec des taux très faibles avoisinant les 2.8%. Noté à partir du mois de janvier et affichant un pic en printemps, lorsque la formation des couples se prépare à la saison de reproduction (Khelifa *et al.*, 2009).

Enfin, le sommeil a occupé le dernier rang avec un taux avoisinant 1.3%. Cette activité est observée en groupe dans l'eau et sur les zones de balancement des eaux de la zone humide mais jamais sur les berges (Figure.4.23).



**Figure 4.23.** Evolution bimensuelle des rythmes d'activités chez le Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans les Sebkhass de Ouled Amara et de Ouled M'bark

D'une manière générale, les Flamants roses hivernant dans la vallée d'Oued Righ (Chott Merouane) et dans les Hauts plateaux (Garaet Tarf et Sebkhah d'Ouled Amara et Ouled M'barek) se nourrissent pendant une grande partie de la journée (Figures 4.24, 4.25 et 4.26).

En cours de la journée au niveau de la Garaet Tarf, l'alimentation occupe une durée stable dès le lever du jour pour atteindre son maximum vers 15h du matin (GMT+1h), avant de diminuer en fin journée. Alors que dans le Chott Merouane, l'alimentation des flamants augmente graduellement pour atteindre le maximum vers 10h, aussitôt après cette activité diminue pendant toute l'après-midi, vers 17h les flamants reprennent cette activité jusqu'aux environs de deux heures après le crépuscule. Au niveau des Sebkhahs de Ouled Amara et de Ouled M'barek, l'alimentation était légèrement inférieure les matinées que l'après-midi pendant la saison d'hivernage. Ces résultats corroborent avec ceux de l'étude de Khaleghizadeh (2010) réalisées dans les zones humides côtières du golfe Persique pour les mêmes espèces. Cette période de l'année coïncide généralement avec l'arrivée des groupes de flamants après une longue migration pour hiverner dans nos zones humides. Cette migration nécessite beaucoup d'effort et d'énergie et cela provoque une chute du poids. Les flamants ont besoin de s'alimenter fortement pour récupérer le poids perdu et pour se préparer à nouveau à une autre migration.

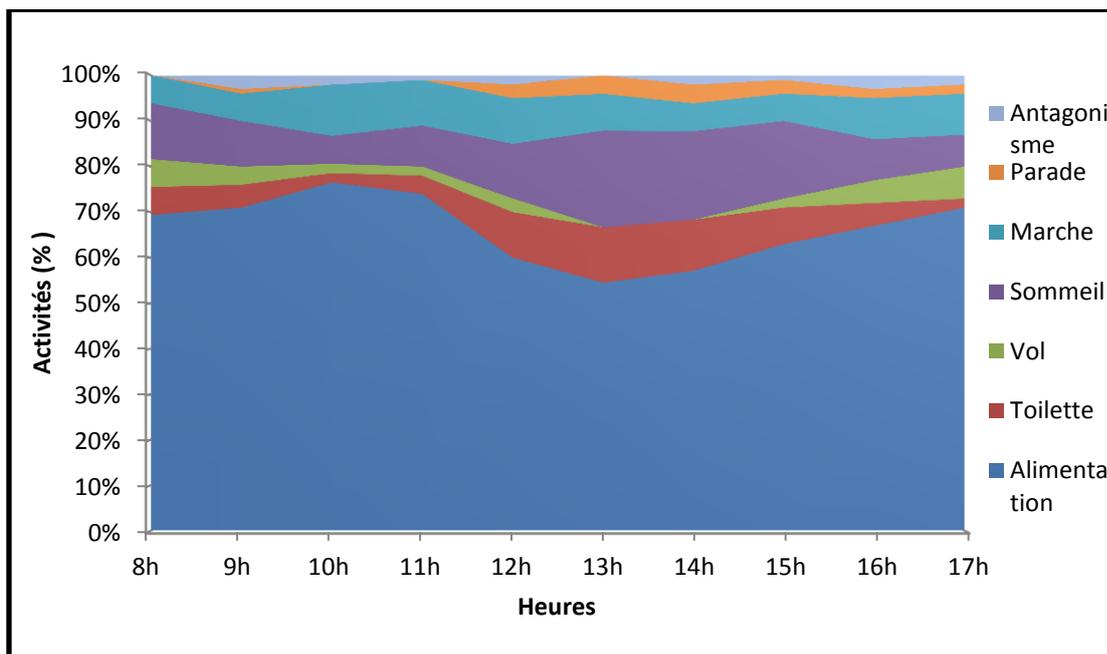
Au niveau de la Garaet Tarf, le sommeil diurne (repos) est observé avec des taux plus ou moins stables durant toute la journée. Dans le Chott Merouane, des taux élevés de sommeil ont été enregistrés au début de la journée et l'après-midi jusqu'au 16h. Le taux élevé du sommeil s'explique probablement par la fatigue après l'effort fournie pour y être arrivée. Par contre dans les Sebkhahs de la wilaya de Khenchela, cette activité occupe la dernière position dans le bilan du budget temps de cette espèce. Toutefois, le repos a été presque exclusivement noté durant les matinées.

L'entretien du plumage noté en début de journée (9h, soit 10h GMT) avec des taux avoisinant les 9% diminue progressivement jusqu'à 12h de 4.56% puis ré-augmente et ce jusqu'à 14h pour atteindre 8.33%. Aussitôt après, cette activité diminue de deux heures, alors que dans le Chott Merouane ce comportement est observé au début de la journée avec un taux de 6%. Une évolution croissante est notée et permis d'atteindre un maximum de 12% à 13h, puis un abaissement a été noté vers la fin de la journée.

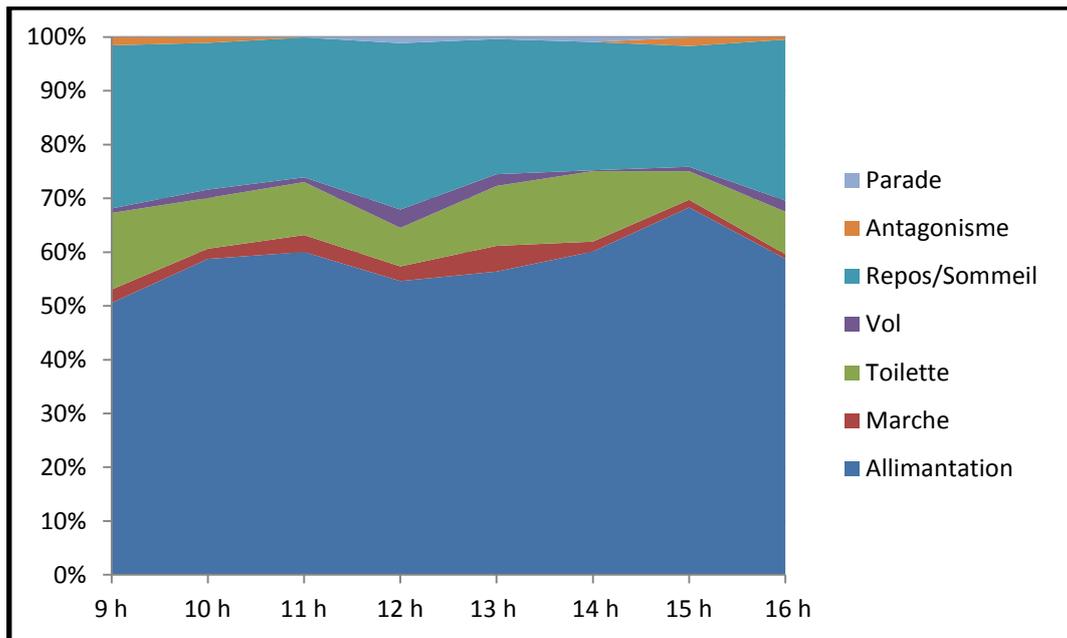
Le repos a atteint un maximum en septembre (fin de la saison de reproduction) et a ensuite montré aucune évolution temporelle très significative. La toilette était plus observée les matinées que l'après-midi. Ces résultats ont été aussi rapportés par Khaleghizadeh (2010).

Le vol est observé généralement en début et vers la fin des journées dans les deux sites d'étude, soient des vols de départs où des vols d'arrivées. Cependant au niveau de la Garaet Tarf la marche, augmente graduellement pour atteindre vers 13h des taux avoisinants les 3% puis un s'abaissent régulièrement vers la fin des journées. Au niveau du Chott Merouane, les taux de cette activité varient entre 6 et 11% où le maximum a été enregistré à 10h du matin. Il est à noter que généralement les jeunes flamants marchaient plus pour chercher de bons lieux de nourrissage. Cette hypothèse a été étayée par le fait que la marche était plus élevée les matinées parce que les individus ont tendance à être plus dans un grand groupe par rapport à la répartition spatiale sporadique dans l'après-midi.

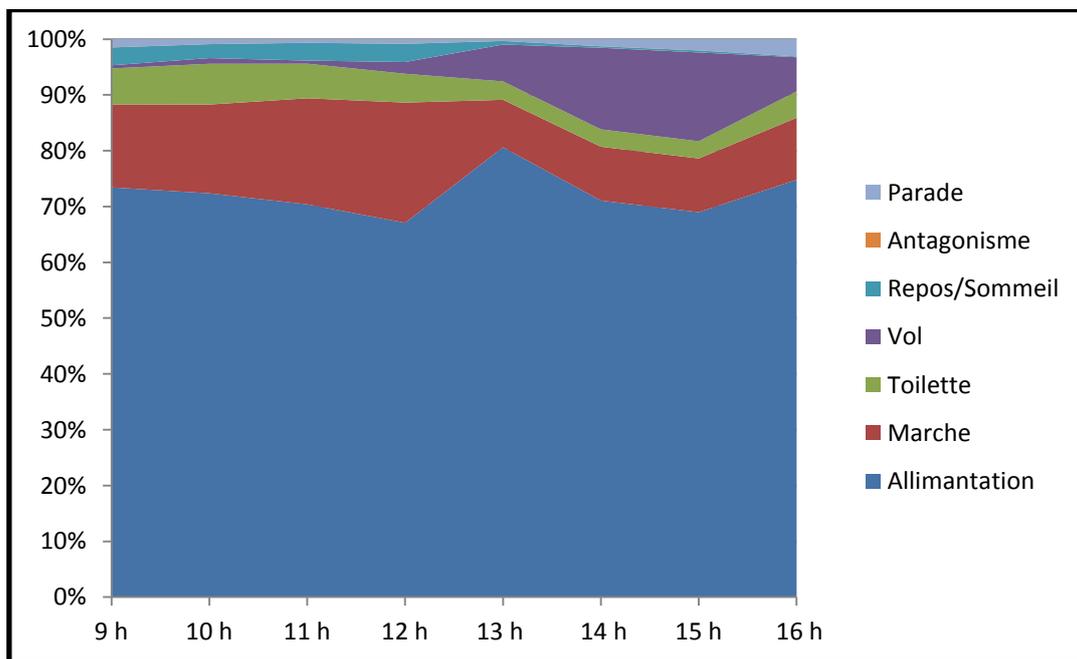
Concernant le comportement agressif, il n'est observé qu'à partir de 9h-10h et 15h-16h. Au niveau du Chott Merouane, l'antagonisme et le parade ne sont observées qu'à partir de 10h-11h avec des taux stables pendant toutes les après-midi. Au niveau des Sebkhass des Hauts plateaux (Garaet Tarf, Sebkhass de Ouled Amara et de Ouled M'barek, ce comportement est très faiblement observé.



**Figure 4.24.** Variations journalières du rythme des activités diurnes des Flamants roses *Phaenicopterus roseus* hivernants dans le Chott Merouane



**Figure 4.25.** Variations journalières du rythme des activités diurnes des Flamants roses *Phaenicopterus roseus* hivernants dans Garaet Tarf



**Figure 4.26.** Variations journalières du rythme des activités diurnes des Flamants roses *Phaenicopterus roseus* hivernants dans les Sebkhass de Ouled Amara et de Ouled M'bark

### **4.3. Analyse statistique des données de rythme d'activités diurnes chez Flamants roses *Phaenicopterus roseus* hivernants dans Chott Merouane, Garaet Tarf et Sebkha d'Ouled Amara et Ouled M'bark.**

L'analyse statistique multivariée a été effectuée sur les données des activités diurnes du Flamant rose dans les trois sites d'études (Chott Merouane, Garaet Tarf et Sebkha de Ouled Amara et de Ouled M'bark) de les éco-complexes de zones humides de l'Est algérien par le biais de l'AFC (Analyse factorielle des correspondances).

A propos du Chott Merouane, le plan factoriel 1x2 qui détient respectivement 43% et 33% de l'information nous montre que le plan factoriel F1 (des ordonnées) sépare d'un coté l'alimentation qui est associée à l'antagonisme et les autres activités: le sommeil et les activités dites de confort soit; l'entretien des plumes et le vol de l'autre coté. En effet, le plan factoriel F2 (des abscisses) sépare les deux activités principales chez cette espèce l'alimentation et le sommeil.

La carte factorielle montre que le vol est noté au début de l'hivernage durant les mois de septembre, octobre et novembre, après cette période et durant les mois de décembre et janvier, le sommeil, la marche et la toilette sont les activités dominantes. Cependant l'activité alimentaire est intense pendant le mois de février.

La période qui précède la nidification (mars, avril et mai) est caractérisée par les parades et l'antagonisme qui sont associés à cet événement dans ce site potentiel de nidification (Figure 4.27).

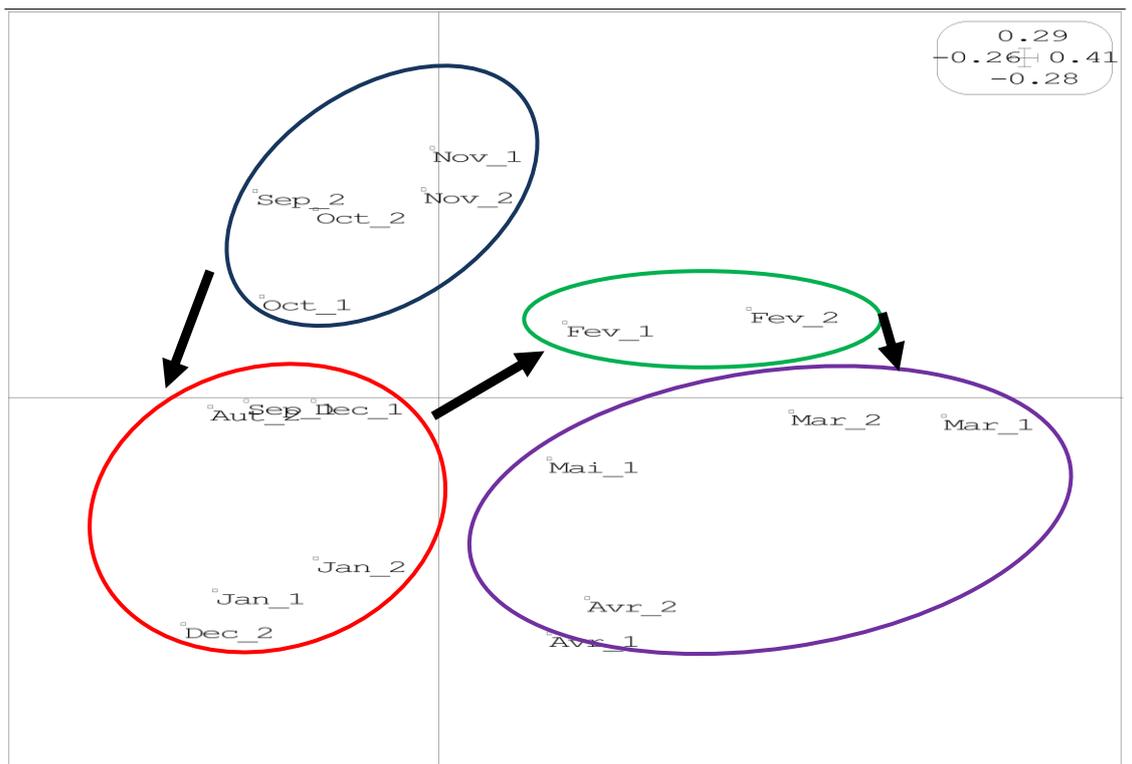
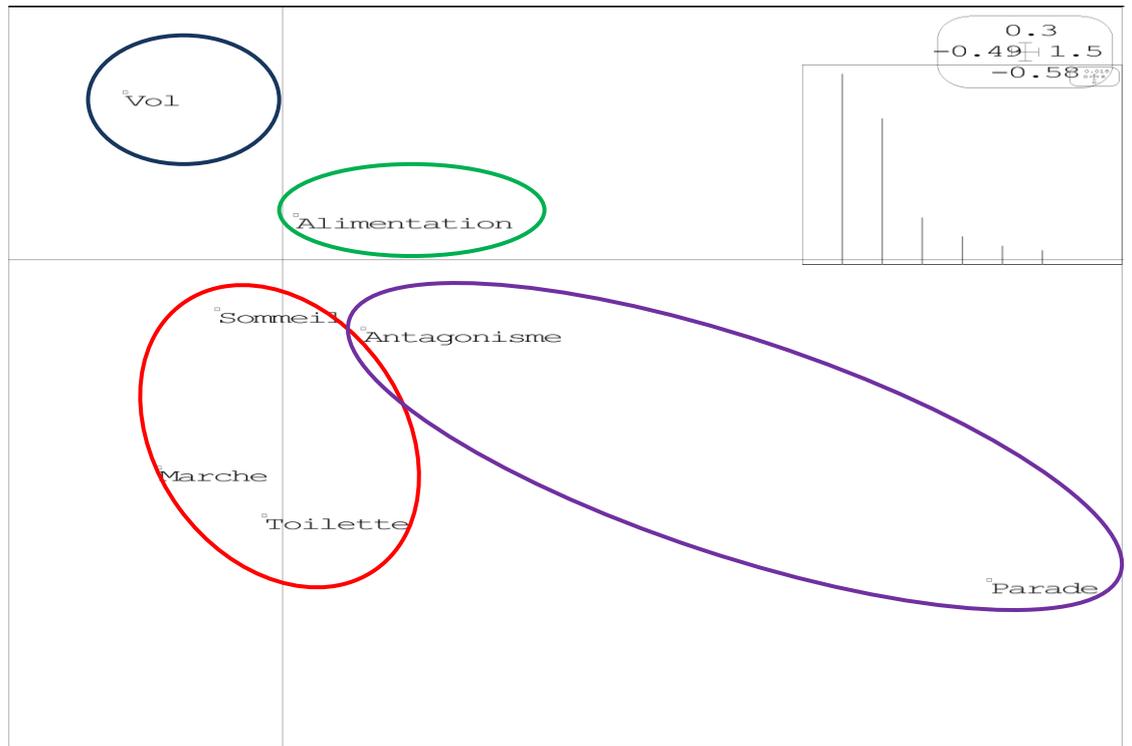
L'analyse statistique multivariée réalisée sur les données de de Garaet Tarf par le biais de l'AFC (Analyse Factorielle des Correspondance) qui rassemble 92% de l'inertie (Figure 4.42) et réalisée sur la matrice à double entrée (07 dates x 07 activités) par le logiciel ADE version 4 (Chessel et Doledec 1992) nous expose les faits suivants :

Les plans factoriels F1 des abscisses et F2 des ordonnées séparent et opposent les deux activités primordiales, l'alimentation et le repos (sommeil) diurne. L'activité alimentaire est souvent associée à la parade et elle caractérise les mois d'avril et de novembre. Le repos est noté principalement pendant les mois d'octobre, janvier et février et les activités de confort (toiletage, marche, vol et activités agonistiques) sont enregistrées souvent pendant les mois de décembre et de mars. (Figure.4.28).

La même analyse a été réalisée sur les données des sebkhas de la région de Khenchela (12 mois x 6 activités) nous a révélé les conclusions suivantes :

Sur le plan factoriel 1x2 de l'AFC rassemble 85% de l'information, le facteur F2 des ordonnées oppose l'activité alimentaire à l'activité de repos (sommeil). Cette dernière a été observée principalement pendant le début de la saison d'hivernage (septembre et octobre) et elle est souvent associée à l'activité de l'entretien du plumage. L'alimentation bien que notée pendant la période de janvier et février et la période allant de juin à août est associée à au vol de regroupement des oiseaux (Figure 4.29).

Le facteur F1 (des abscisses) sépare les activités de confort (la parade et la marche) des autres activités. Ces deux activités tiennent une part minime dans le bilan des rythmes d'activités diurnes de cet échassier dans les plans d'eau de la région de Khenchela. La parade est notée entre mars et mai et la marche pendant les mois de novembre, décembre et avril.



**Figure.4.27.** Plan factoriel 1x2 de l'AFC des rythmes d'activités diurnes des Flamants roses *Phaenicopterus roseus* hivernants dans le Chott Merouane. Axes d'inertie: 0.43, 0.33, 0.15, 0.06. (La saison d'hivernage 2009/2010)

#### **4.4. La reproduction du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* dans la vallée de l'Oued Righ (Sahara algérien)**

Seize sites récents de nidification de Flamants roses *Phaenicopterus roseus* sont connus sur le pourtour du bassin méditerranéen (Johnson et Cézilly 2007, Bouchecker *et al.* 2011, Béchet et Germain 2011, Bensaci *et al.*, 2011). Ils sont en majorité installés sur des îlots au sein de lagunes côtières ou de lacs saumâtres (chotts) continentaux (Johnson 1983, 1997a, 1997b, 2000 ; Rendon-Martos & Johnson 1996 ; Amat *et al.* 2005) (Figure.4.30). Jusqu'à récemment, l'Algérie était connue pour héberger des contingents significatifs en période internuptiale. Depuis 2003, six sites de nidification y ont été découverts, ce qui souligne l'importance restée longtemps méconnue de ces zones humides.

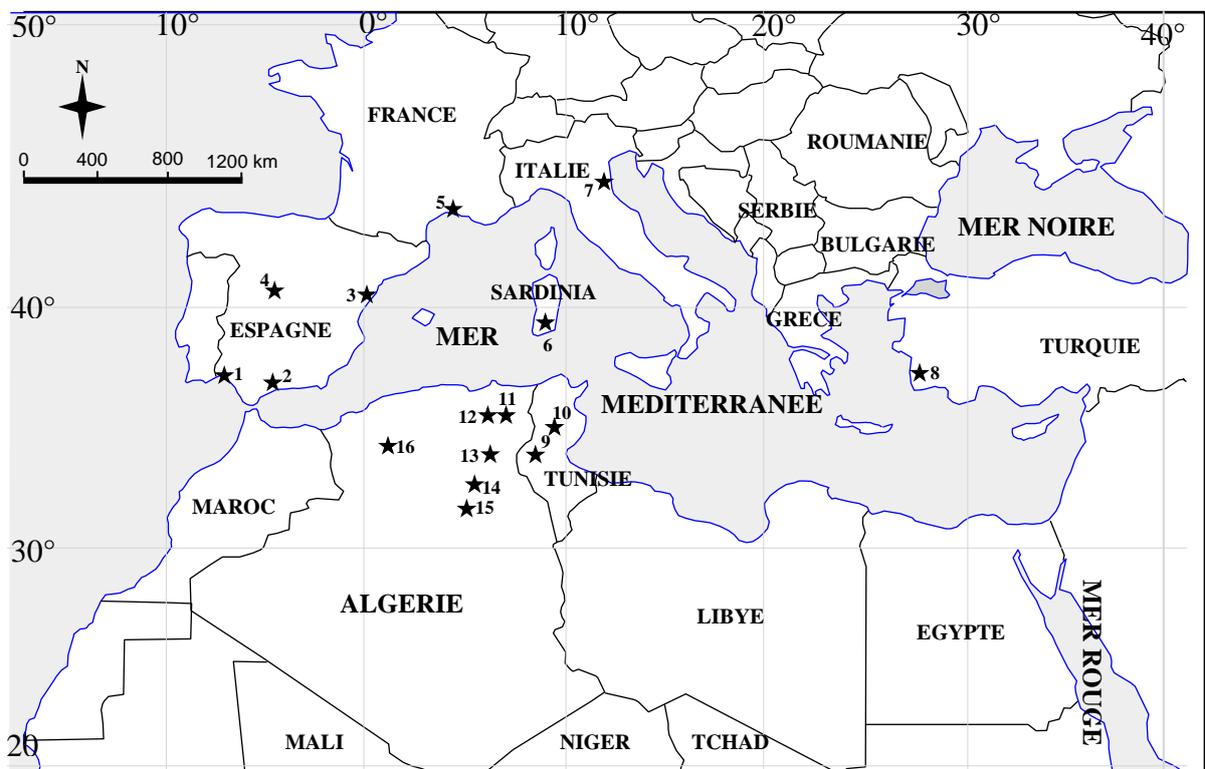
Les colonies algériennes sont les suivantes (Figure 4.30 et Tableau 4.1) :

- la Sebkhet Ezzemoul (Oum El-Bouaghi) située dans les hauts plateaux de l'Est du pays héberge la plus grande colonie, soit 5000 à 6000 couples (Saheb *et al.*, 2006, Boulkhssaim *et al.*, 2006, Samraoui *et al.*, 2006, 2008, 2009, Boulkhssaim *et al.*, 2009). La nidification y est régulière depuis 2003.
- Une deuxième colonie, forte de 300 couples, s'est installée en 2009 au niveau de la Sebkhha de Bazer-Sakra près de Sétif, également sur les hauts plateaux de l'Est du pays mais la reproduction n'a pas abouti en raison des dérangements excessifs de la part de la population locale.
- Le lac d'El Goléa, écosystème aquatique saharien, a vu nicher 70 couples pour la première fois en 2009 (Bouzid *et al.*, 2009). Des tentatives ont eu lieu en 2010 et 2011 mais sans succès.
- Une quatrième colonie composée de 100 à 120 couples s'est installée depuis 2009 dans la Sebkhet Safioune (Ouargla, Sahara algérien).
- Le Chott Merouane (vallée de l'Oued Righ, Sahara algérien) qui est le principal site d'hivernage du pays, a vu l'espèce s'installer à partir de 2009 (Bensaci *et al.*, 2010).
- Le Chott Ech-Chergui (Saida, Hauts plateaux de l'Ouest algérien) est un autre site d'hivernage préférentiel pour cet échassier. Une tentative de nidification y a été notée en 2010 et en 2011.

Comme la majorité de ces zones humides s'assèchent souvent, surtout en été, la recherche d'autres lieux de nidification est devenue une priorité pour de nombreux chercheurs algériens, surtout au niveau des hydrosystèmes sahariens qui sont très étendus et présentent un intérêt

ornithologique dû à leur situation géographique sur les marges méridionales du Paléarctique occidental.

Les zones humides de la vallée de l'Oued Righ se situent dans la continuité géographique du Chott Djérid et du Golfe de Gabès (Tunisie). Elles hébergent pendant toute l'année une population importante, forte de 20.000 à 35.000 Flamants roses (Laferrère 1966, Houhamdi *et al.*, 2008). En été, ces échassiers fréquentent souvent les deux plans d'eau les plus étendus de la vallée : Chott Melghir (5.234km<sup>2</sup>) et le Chott Merouane (3.050km<sup>2</sup>). Ces sites demeuraient malheureusement peu explorés à ce jour.



**Figure.4.30.- Sites de nidification récents du Flamant rose dans le bassin méditerranéen.**

(1) Odiel Marshes Doñana, (2) Fuente de Piedra, (3) Ebro delta, (4) Laguna de Manjavacas, (5) Camargue, (6) Cagliari (7) Comacchio, (8) Camalti Tuzlazi, (9) Chott Djerid, (10) Salines de Thyna, (11) Sebkhet Ezzemoul, (12) Sebkhet Bazer Sakra, (13) Chott Merouane, (14) Chott Safioune, (15) lac El-Goléa, (16) Chott Ech-Chergui (Béchet et Germain, 2011, Bensaci *et al.*, 2011).

**Tableau 4.1.** Colonies circum-méditerranéennes de Flamants roses en 2011 (Béchet et Germain, 2011 ; Bensaci *et al.*, 2011)

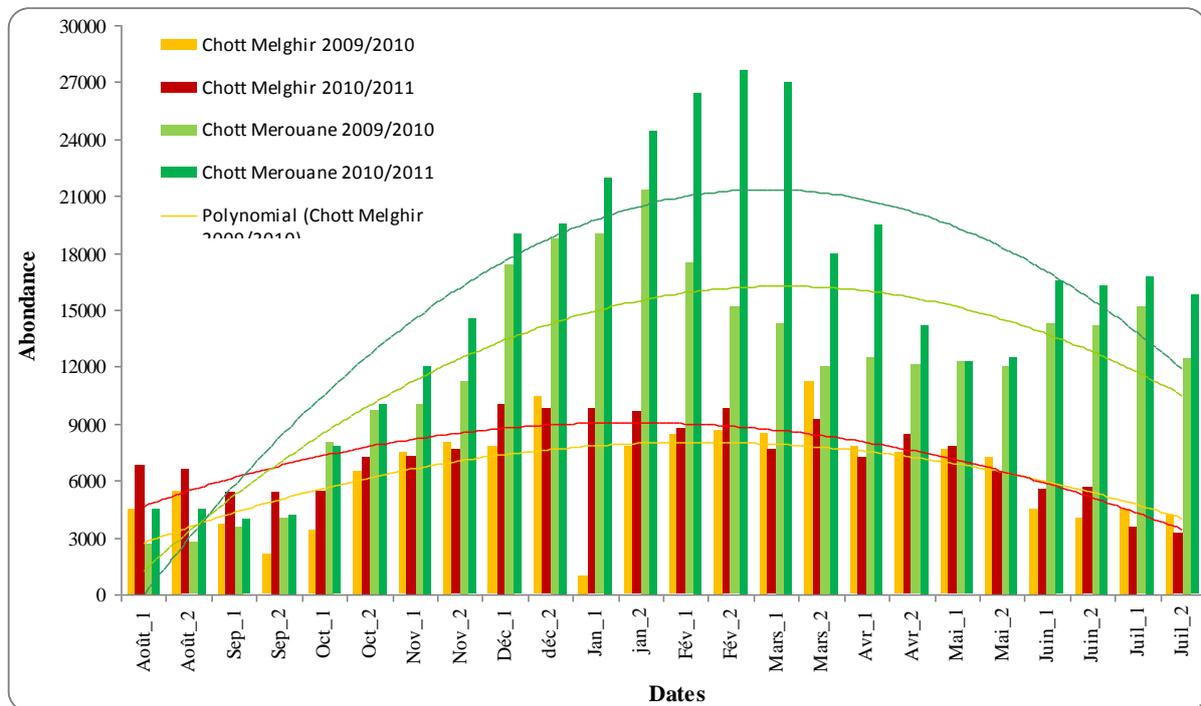
<b>Pays</b>	<b>Numéro</b>	<b>Site de nidification</b>	<b>Couples nicheurs (2011)</b>	<b>Nombre de poussins (2011)</b>
<b>Espagne</b>	1	Odiel Marshes	4974	1426
	2	(Doñana)	20550	11540
	3	Fuente de Piedra	3012	1075
	4	Ebro delta Laguna de Manjavacas	3002	2100
<b>France</b>	5	Camargue	10000	630
<b>Italie</b>	6	Cagliari (Sardinia)	7527	6039
	7	Comacchio	8000	2709
<b>Turquie</b>	8	Camalti Tuzlazi	2000	1000
<b>Tunisie</b>	9	Chott Djerid	1200	0
	10	Salines de Thyna	600	0
<b>Algérie</b>	11	Sebkhet Ezzemoul	6000	3500
	12	Sebkhet Bazer Sakra	0	0
	13	Chott Merouane	2602	4400
	14	Chott Safioune	100-120	600
	15	Lac El-Goléa	0	0
	16	Chott Ech-Chergui	Tentative*	7000

\* : 12000 couples ont tenté de nicher dans le Chott Ech-Chergui.

#### **4.4.1. Phénologie**

Tout au début de l'étude, les effectifs étaient plus importants dans le Chott Melghir. Toutefois, dès Octobre 2009, les Flamants roses ont fréquenté davantage le Chott Merouane et ce jusqu'en Juillet 2011 (Figure4.31). A partir du mois de Juin, l'augmentation dans le Chott Merouane correspond à l'inclusion des juvéniles issus des deux noyaux de la colonie. La présence augmente à partir d'Octobre et culmine entre Décembre (Chott Melghir) et Février

(Chott Merouane), avant les départs de Mars-Avril. Le maximum avoisine 27.700 individus au Chott Merouane et 5.000 au Chott Melghir.



**Figure 4.31.** Evolution des effectifs des Flamants rose *Phoenicopterus roseus* dans les Chotts Merouane et Melghir.

#### 4.4.2. Description de la colonie et de la reproduction

Après une première tentative de nidification observée en juin 2009 au niveau du Chott Merouane, le Flamant rose s'est installé dans les mêmes secteurs en 2010 et en 2011, soit dans la région la plus basse du plan d'eau (41m en dessous du niveau de la Méditerranée) où il a réoccupé les anciens nids. En 2010, la nidification a commencé le 02 mai et s'est achevée le 17 juin (désertion du site de reproduction) alors qu'en 2011, elle a commencé le 04 mai et s'est achevée le 21 juin. Pendant la première année, 86% des œufs ont éclos et les poussins ont quitté les nids dès la troisième semaine du mois de Juin.

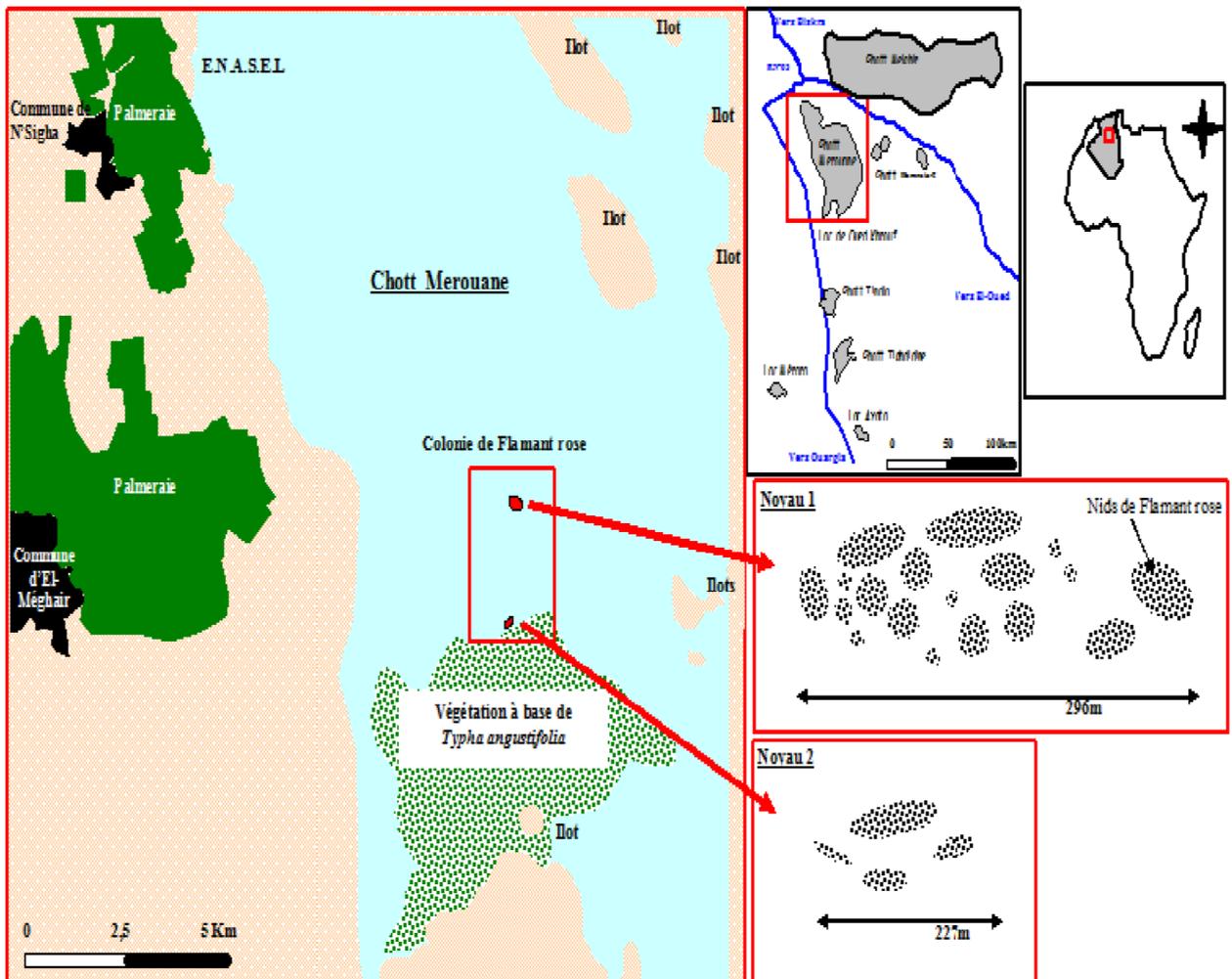
En 2011, l'effectif présent sur le site (adulte et immature) était plus élevé qu'en 2010 : il a avoisiné 14.500 individus contre 12.000 pendant cette période en 2010 (Figure.4.32). La colonie se compose de deux noyaux distants de 1.230m. Les nids sont édifiés directement dans l'eau et non sur des îlots. Le premier noyau (33° 57'318''N, 006° 03'255''E) est le plus vaste (Figure.4.32: il est long de 296m et large 137m (Tableau 4.2) et couvre donc 4,05 ha. Il est composé de 19 sous-ensembles totalisant 2.232 nids en 2010 et 2502 nids en 2011

(Tableau 4.2). Bien que, ces sous-ensembles soient plus proches les uns des autres dans la partie occidentale du noyau, les plus grands sont situés au niveau de la partie septentrionale. A titre d'exemple, le plus grand s'étendait sur 0,115ha (longueur 57m et largeur 21m) et comprenait 623 nids en 2010 et 646 nids en 2011. Les grappes de nids sont peu distantes entre elles : de moins de 3m à 93,2m, en moyenne 17,5m ; entre eux, les nids sont espacés de 43 à 67cm. Le second noyau (33° 56'582''N, 006° 03'451''E – Figure.4.33) était composé de 372 nids en 2010 et de 452 nids en 2011, soit environ 20% du premier. Ces nids se répartissent en quatre sous-ensembles: le plus grand contenait 171 nids en 2010 et de 223 nids en 2011, les trois autres respectivement 86, 62 et 53 nids en 2010 et 89, 76 et 73 en 2011. Ces quatre noyaux sont assez espacés ; les distances qui les séparent sont comprises entre 117m et 254m.

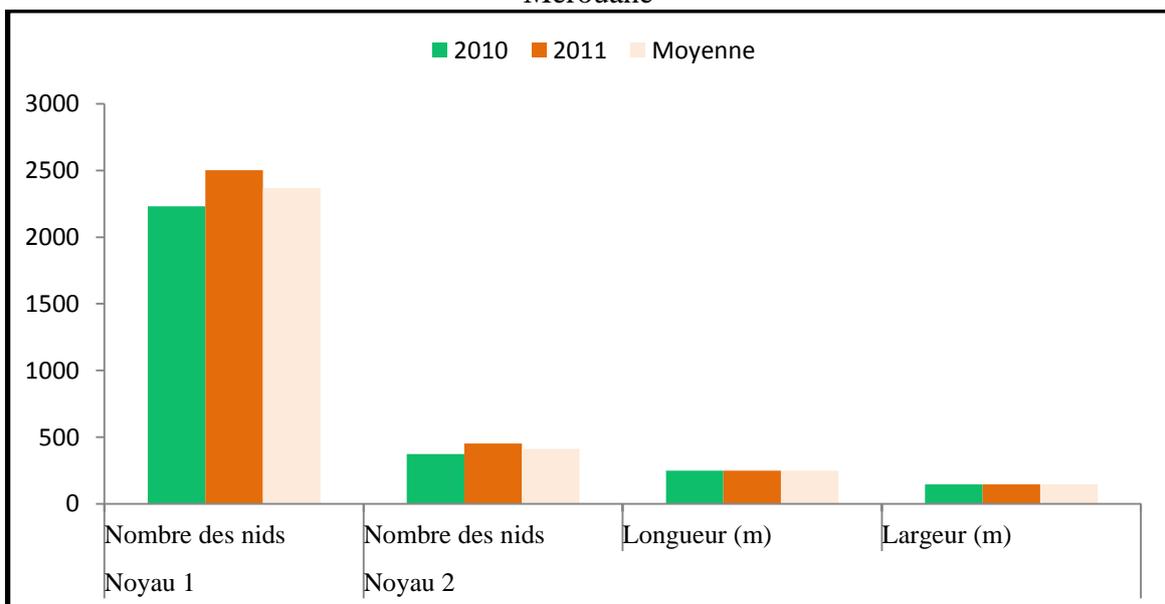
La profondeur maximale de l'eau au niveau des deux noyaux mesurée le 30 juin 2010 et le 2 juillet 2011, soit après l'abandon des colonies, est de 13cm au niveau du premier noyau et de 8 cm au niveau du second. Dans l'ensemble, les Flamants fréquentent les endroits vaseux dont la profondeur ne dépasse pas les 10 cm.

Lors de la construction des nids, en Avril, les nicheurs ramassent du gravier et de la terre argileuse pour édifier des cônes pouvant atteindre des hauteurs allant de 14 à 42cm, avec une moyenne proche de 25cm. Généralement, les nouveaux nids sont plus grands, plus hauts et plus larges que ceux édifiés pendant l'année antérieure, même si ces derniers ont effectivement été occupés par des couples nicheurs. Ils présentent dans les deux noyaux de la colonie des hauteurs atteignant les 26cm et des diamètres externes variant entre 36cm et 38cm pour les nouveaux nids contre 33cm et 30cm pour les anciens. Globalement, ces nids sont légèrement plus grands que ceux de Sebkheth Ezzemoul (Saheb *et al.*, 2006, Samraoui *et al.*, 2006) et ceux de la Sebkheth de Bazer Sakra (Boucheker *et al.*, 2011). Les distances qui séparent les nids les plus proches frôlent les 64,50cm [16cm-197cm] (Figure 4.34).

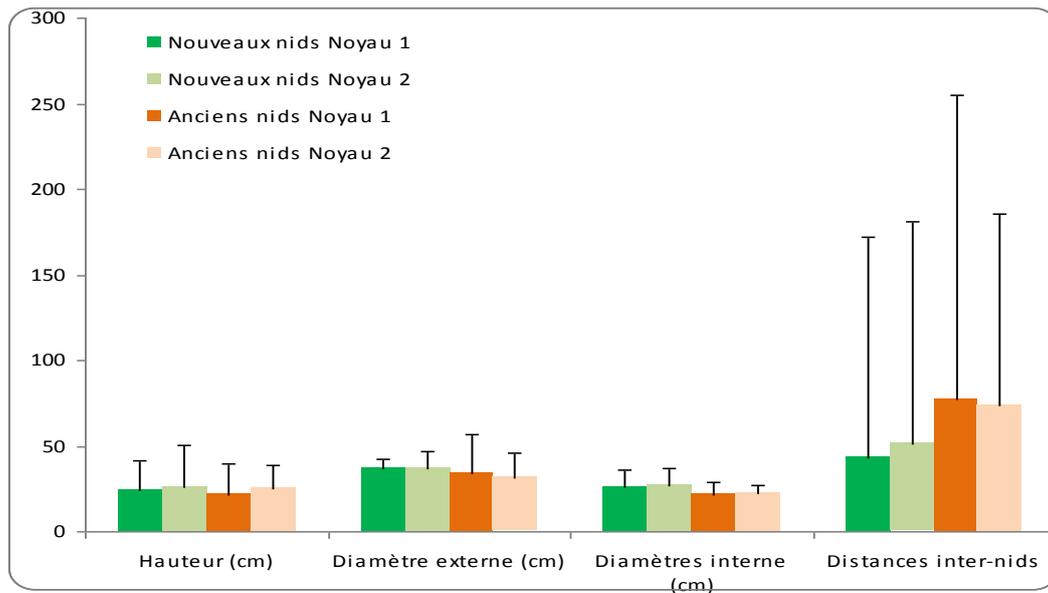
Les 73 œufs trouvés intacts dans les deux noyaux (15 en 2010 et 58 en 2011) présentent une longueur égale à 89 mm et une largeur voisine de 54 mm (Figure 4.35). Ils sont légèrement plus petits que ceux de la littérature (Schonwetter 1967 in Cramp & Simmons 1977, Johnson 1997a ; Saheb *et al.*, 2006).



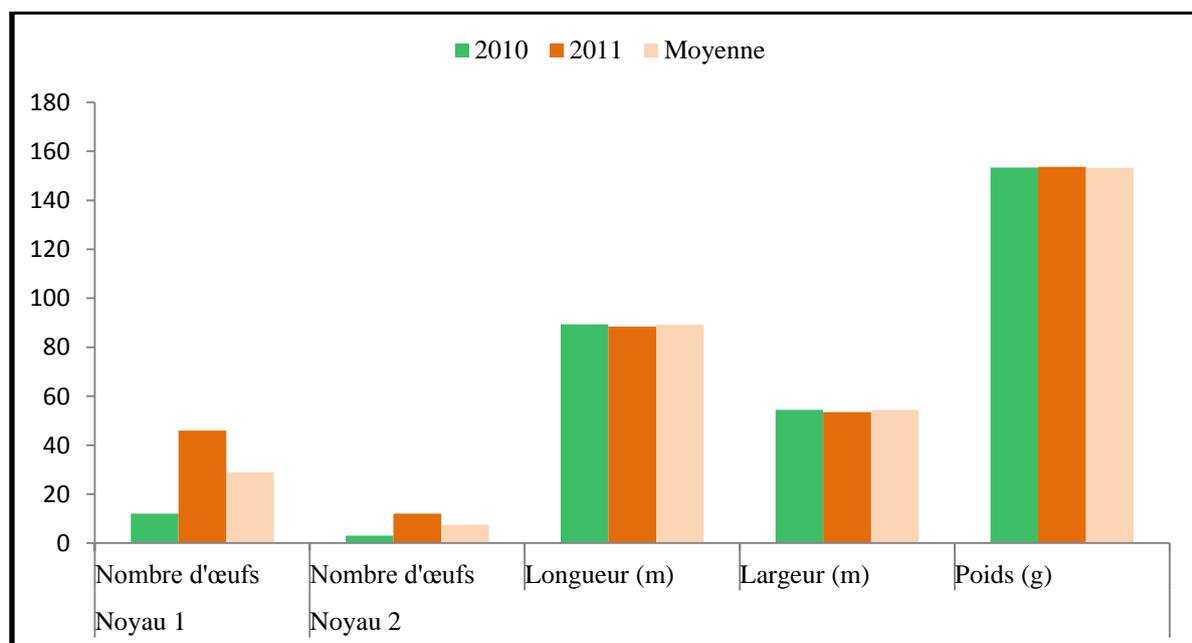
**Figure 4.32.** Description de la colonie des Flamants rose *Phaenicopterus roseus* du Chott Merouane



**Figure 4.33.** Caractéristiques des noyaux de nidification.



**Figure 4.34.** Caractéristiques des nids de Flamant rose *Phaenicopterus roseus*.



**Figure 4.35.** Mensuration des œufs de Flamant rose (73 œufs : 15 récoltés en 2010 et 58 en 2011).

Fin juin, suite à l'élévation des températures, l'assèchement partiel des régions occidentales et sud-occidentales a rendu possible l'intrusion de plusieurs prédateurs terrestres. Les premiers sont les Renards roux *Vulpes vulpes* et les Fennecs *Vulpes zerda* ; ils ont provoqué des dommages estimés approximativement à 12% en consommant des œufs et des poussins incapables de voler. Le Vautour percnoptère *Neophron percnopterus* et le Goéland leucophée *Larus cachinnans* (5 individus) ont eu une moindre incidence. La pénétration dans

le nord-est du Sahara de quelques exemplaires de ce goéland côtier mérite d'être soulignée car cette présence n'est pas signalée à ce jour (Ledant *et al.*, 1981 ; Isenmann et Moali, 2000).

**Tableau 4.2.** Caractéristiques des deux noyaux de la colonie.

	Sous-unités	Nombre de nids		Longueur (m)	Largeur (m)
		2010:	2011:		
<b>Colonie 1</b> 33° 57'318''N, 006° 03'255''E	<b>19</b>	<b>2232</b>	<b>2502</b>	<b>296</b>	<b>137</b>
	1	78	68	31	11
	2	53	66	12	6.5
	3	54	78	17	6.8
	4	46	59	17.5	7
	5	317	422	42	16.5
	6	66	76	18	7
	7	43	54	16	8
	8	72	88	22	7
	9	46	54	17	7.5
	10	57	68	19	21
	11	623	646	57	8
	12	66	72	20.5	10
	13	87	92	24	9
	14	44	53	16	8
	15	46	58	18	9
	16	33	46	15	7
	17	45	52	16	7
	18	189	202	38	14
	19	267	248	40	17
<b>Colonie 2</b> 33° 56'582''N, 006° 03'451''E	<b>4</b>	<b>372</b>	<b>452</b>	<b>247</b>	<b>146</b>
	1	171	223	42	16
	2	86	89	38	11
	3	62	67	21	9
	4	53	73	19	9.5

## **Conclusion**

L'éco-complexe des zones humides de l'Est algérien, la Vallée de Oued Righ (Sahara septentrional de l'Algérie) et les zones humides des hauts plateaux accueillent chaque hiver des effectifs très importants d'oiseaux d'eau, en dépit de leur richesse et de l'intérêt dû à leur position biogéographique sur les marges méridionales du Paléarctique occidental.

Depuis le début du nouveau millénaire, l'étude de l'écologie et de la conservation du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* est une préoccupation croissante en Algérie et en Afrique du Nord (Panouse 1958, Robin 1966, Azafzaf *et al.*, 2007, Qninba and Dakki 2009, Saheb *et al.*, 2006, samraoui *et al.*, 2006, Boukhssaim *et al.*, 2009). Elle est liée à l'ampleur et à l'intensité accrue des pressions anthropiques sur les zones humides. Au niveau du l'éco-complexe des zones humides de l'Est algérien, cet échassier est présent pendant toute l'année avec des effectifs très importants qui dépassent le seuil de 1% de la population globale, permettant d'identifier les sites d'importance internationale (convention de Ramsar - Bouzegag 2008, Nouidjem, 2008, Houhamdi *et al.*, 2008, Bensaci 2011, Bensaci *et al.*, 2010). Malheureusement, la majorité des écosystèmes aquatiques des régions steppiques et sahariennes de l'Afrique du Nord tendent à s'assécher complètement pendant la période estivale, en dépit de leur étendue ; ces asséchements peuvent perdurer jusqu'aux pluies d'automne, observées à partir d'Octobre. Cet échassier s'est toutefois adapté en développant un nomadisme qui lui permet d'utiliser et de nicher dans les zones humides salées (chotts et sebkhas) spacieuses encore en eau (Bouchecker *et al.*, 2011). A l'échelle du bassin méditerranéen, ce comportement se traduit par des échanges fréquents, notamment avec des colonies européennes.

Notre travail réalisé sur les variations spatio-temporelles et les activités diurnes de Flamants roses *Phaenicopterus roseus* dans les principales zones humides, présente de nouvelles données concernant l'écologie de cette avifaune aquatique dans l'Est algérien durant la période d'hivernage. A travers les dénombrements effectués, nous avons montrés le rôle très important joué par ces zones humides qui méritent leur classement international.

L'observation d'un effectif élevé de Flamants au début du mois d'août et septembre peut être expliquer l'exploitation des zones humides comme des lieux de gagnages pour ces échassiers qui se reproduisent probablement dans : les chotts tunisiens à environ 80 km au vol d'oiseaux du fait que les Flamants roses peuvent se déplacer jusqu'au 200 km, durant la période de reproduction, pour rejoindre les sites de gagnage pour alimenter leurs poussins (Rendón-Martos *et al.*, 2000), ou dans la Vallée de Oued Righ: Chott Merouane (Bensaci *et*

*al.*, 2010, Bensaci, 2011 ) et les zones humides des hauts plateaux (Saheb *et al.*, 2006 ; Samraoui *et al.*, 2006 ; Oualdjaoui, 2010).

En effet, les précipitations sont considérées comme un facteur très important dans la phénologie et la chronologie d'arrivée et de départ, et la taille de la population du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* dans toutes les zones humides de l'Est algérien. Le niveau d'eau dans ces zones humides conditionne l'abondance et la disponibilité de proies de plusieurs oiseaux d'eau et particulièrement le Flamant durant les périodes humides Kushlan (1987 in Cézilly 1995). Sous un autre angle, la température influe sur la quantité de l'eau en favorisant une évaporation élevée.

Il est important de signaler que les zones humides sahariennes sont très fragiles et que les aménagements réguliers effectués par les autorités locales sur la majorité des plans d'eau perturbent énormément le biotope et la biocénose principalement l'avifaune aquatique (espèces clés et espèces phares) qui lui est associée.

Grâce à une meilleure connaissance, les milieux aquatiques des régions arides algériennes, déjà réputés pour leur capacité d'accueil pendant la saison d'hivernage, s'imposent donc comme des lieux de reproduction privilégiés, entre autres pour le Flamant rose *Phaenicopterus roseus*. Ces sites dont la mise en eau est très dépendante des conditions météorologiques semblent ainsi réunir les conditions favorables à l'installation et à la nidification de cet échassier emblématiques des zones humides salées et saumâtres.

L'importance nouvelle de l'Algérie pour l'espèce est patente : en 2011, le nombre de couples nicheurs représentait 12.53% de l'effectif global méditerranéen et le nombre de poussins équivalait à 24.27%. Ces taux restent assez élevés si l'on inclut les deux sites potentiels de l'Afrique de l'Ouest : le Parc National du Banc d'Arguin et l'Aftout Es-Saheli (Mauritanie) avec respectivement 12600 et 2650 couples nicheurs, 10800 et 2100 poussins. Par son importance, la colonie du Chott Merouane est, après celle d'Ezzemoul (Hauts plateaux de l'Est algérien), la deuxième d'Algérie et de l'Afrique du Nord. Cependant, sa durabilité dépend étroitement de la présence régulière des eaux de surface dans la vallée qui a connu ces dernières années un développement considérable de l'agriculture industrielle, principalement celles visant le palmier dattier *Phoenix dactylifera* et l'olivier *Olea europea*.

Le pompage excessif de l'eau affecte aussi les potentialités d'accueil de ces milieux en conduisant à un assèchement précoce et rapide des zones humides (chotts et sebkha). La pérennité des zones humides et des colonies sont donc étroitement dépendantes à la fois des conditions climatiques et d'une agriculture en plein développement anarchique.

A l'échelle du bassin méditerranéen, l'effectif et le statut de la métapopulation des Flamants roses *Phaenicopterus roseus*, comme bien d'autres oiseaux inféodés à l'eau, est probablement à revoir du fait que de nombreux plans d'eau des rives méridionales du bassin méditerranéen n'ont presque jamais fait l'objet d'inventaires suffisants et *a fortiori* de suivis réguliers vu leur relative inaccessibilité et leur étendue. Entre autres, les vastes plans d'eau de l'ouest du pays (Chott Chergui, wilaya de Saïda et de Naama) et ceux du Sahara tunisien (Chott Djerid, département de Gabes) méritent plus d'exploration et plus d'investissement (survol aérien, dénombrements réguliers, formation d'ornithologues spécialisés dans les milieux sahariens) sur tous les plans (faune et flore).

## **Références bibliographiques**

- 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). *Eur. Journ. Scien. Reas.* 28(1): 47-59.
- AISSAOUI, R., TAHAR, A., SAHEB, M., GUERGUEB, E. et HOUHAMDI, M. 2011. Diurnal behaviour of Ferruginous Duck *Aythya nyroca* wintering at the El-Kala Wetlands. *Bulletin de l'Institut Scientifique de Rabat.* 33(2): 67-75.
- ABDULALI, H. 1964. On the food and other habits of the Greater Flamingo (*Phaenicopterus roseus* PALLAS) in India. *Journal of Bombay Natural History Society* 63: 60-68.
- ALLEN, R-P. 1956. *The Flamingos: Their life history and survival*. Resarch Report N° 5, National Audubon Society. New York.
- ALTENDORF, K.B., LAUNDRE, J.W., GONZALEZ., C.A.I. & Brown, J.S. 2001. Assessing effects of predation risk on foraging behavior of mule deer. *Journal of Mammalogy.* 82:430-439.
- ALTMANN, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 4: 227-267.
- AMADON, D. 1964. The evolution of low reproductive rates in birds. *Evolution* 18: 105-110.
- AMAT, J.A., RENDÓN, M.A., RENDÓN-MARTOS, M., GARRIDO, A., RAMIREZ, J.M 2005. Ranging behaviour of Greater Flamingos during the breeding and post-breeding periods: Linking connectivity to biological processes. *Biological Conservation* 125:183-192
- ARENCO, F & BLADASSARRE, G.A. 2000. A review of the ecology and conservation of Carabbean flamingo. *Waterbirds* 23: 70-79.
- ASHMOLE, N.P. 1971. Seabird ecology and the marine environment, p. 223-286. In D. J. FARNER & J. R. KING (eds). *Avian biology*, Vol. I. Academic press, New York.
- B.N.E.D.E.R. 1994. Rapport du Bureau National d'Etude pour la Développement Rural. Projet de mise en valeur de la vallée d'Oued Righ. 80p
- BACCETTI, N., PANZARIN, L., CIANCHI, F., PUGLISI, L., BASSO, M. & ARCAMONE, E. Two new Greater Flamingo *Phaenicopterus roseus* breeding sites in Italy .editors.

2008. Bulletin of the IUCN SSC/ Wetlands International. Wildfowl & Wetlands Trust, Slimbridge, UK. *Flamingo*, No. 16,

**BAGNOULS A. et GAUSSEN H. 1957. Les climats biologiques et leurs classifications. *Ann. Géogr. Fr.* 355: 193-220.**

BALDASSARE, G.A., PAULUS S.L., TAMISIER A. & TITMAN R.D. 1988. Workshop summary: Techniques for timing activity of wintering waterfowl. Waterfowl in winter. Univ. Minnesota press, Minneapolis. 23p.

BALKIZ, Ö. 2006. Dynamique de la métapopulation de Flamants roses en Méditerranée: implications pour la conservation. Thèse de doctorat en Biologie des Populations et Écologie. Université Montpellier II. 140p.

BARBRAUD, C., A. R. JOHNSON, & G. BERTAULT. 2003. Phenotypic correlates of post-fledging dispersal in a population of greater flamingos: the importance of body condition. *Journal of Animal Ecology* 72:246-257.

BAUER, W.M. & GLUTZ VON BLOTZHEIM, U.N. 1966. *Handbuch der Vogel Mitteleuropas*. Vol.1. Akademie Verlage. Frankfurt.

BEAUCHAMP, G. & MCNEIL, R. 2003: Vigilance in Greater Flamingo at night. *Ethology* 109: 511-520.

BEAUCHAMP, G. 2005. Non random patterns of vigilance in flocks of the Greater Flamingo, *Phoenicopterus ruber ruber*. *Animal behavior* 71: 593-598.

BÉCHET, A. et JOHNSON, A. R. 2008. Anthropogenic and environmental determinants of Greater flamingo *Phoenicopterus roseus* breeding numbers and productivity in the Camargue (Rhône delta, southern France). *Ibis* 150: 69-79.

BÉCHET, A., GERMAIN, C., SANDOZ, A., HIRONS, G. J., GREEN, R. E., WALMSLEY, J. G. & JOHNSON, A. R. 2009. Assessment of the impacts of hydrological fluctuations and salt pans abandonment on Greater flamingos in the Camargue, South of France. *Biodiversity and Conservation*. Online first. DOI 10.1007/s10531-008-9544-8.

BEHROUZI-RAD, B. 1992. On the movements of the Greater Flamingo, *Phoenicopterus ruber* in Iran. *Zoology in the Middle East* 6:21-27.

- BENSACI, E. 2011. Eco-éthologie du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* dans la Vallée de Oued Righ (Sahara oriental algérien). Thèse de doctorat en biologie. Université 08 Mai 1945, Guelma 1142p.
- BENSACI E., BOUZEGAG A., GUERGUEB E., BOUNAB C., BRAHMIA H., NOUIDJEM Y., ZERAOUA A., BOUAGUEL L., SAHEB M., METALLAOUI S., MAYACHE B., BOUSLAMA Z. et HOUHAMDI M. (2011). Chott Merouane (Algérie): un nouveau site de reproduction du Flamant rose *Phaenicopterus roseus*. *Flamingo* 18. 40-47.
- BENTALEB, Z & DJELLAB, R. 2008. Variation quantitative spatio-temporelle de la flore spontanée du lac Ayata. Mémoire d'ingénieur en Ecologie végétal et environnement. Université de Biskra. 94p.
- BILDSTEIN, K. L., FREDERICK, P. C. & SPALDING, M. G. 1991. Feeding patterns and aggressive behavior in juvenile and adult American flamingos. *Condor* 93: 916-925.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2004. Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. BirdLife Conservation Séries No. 12, Cambridge
- BLONDEL, J. 1975. Analyse des peuplements d'oiseaux d'eau. Elément d'un diagnostic écologique. I: La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P). *La Terre et la Vie* 29: 533-589.
- BLONDEL, L. 1963. Le problème du contrôle des effectifs du Goéland argenté (*Larus argentatus michahellis* Naumann) en Camargue. *La Terre et la Vie* 17 :301-305.
- BOUAGUEL, L., SAHEB, M., BENSACI, E., BOUGOUDJIL, S., BOUSLAMA, Z. et HOUHAMDI, M. 2013. Status and diurnal behavior of Greater Flamingo *Phaenicopterus roseus* in Algerian eastern high plains. *Annals of Biological Research* 4(8): 232-237.
- BOUKHRISS, J., SELMI, S., BECHET, A. & NOUIRA, S. 2007. Vigilance in Greater Flamingos Wintering in Southern Tunisia: Age-Dependent Flock Size Effect. *Ethology*. 113: 377-385
- BOULEKHSSAÏM, M., HOUHAMDI, M. & SAMRAOUI, B.2006. Population dynamics and diurnal behaviour of the Shelduck *Tadorna tadorna* in the Hauts Plateaux, northeast Algeria. *Waterfowl* 56: 65-78.

- BOULKHSSAIM, M., HOUHAMDI, M., SAHEB, M., SAMRAOUI-CHENAFI, F. & SAMRAOUI, B. 2006. Breeding and banding of Greater flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algeria. Wildfowl & Wetlands Trust, Slimbridge, UK. *Flamingo*, 14: 21–24.
- BOUMEZBEUR, A. 2001. Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale. DGF. 56p.
- BOUZEGAG, A. 2008. *Inventaire et écologie de l'avifaune aquatique du Lac Ayata (wilaya d'El-Oued)*. Mémoire de Magister en Ecologie et génie de l'Environnement. Université du 8 Mai 1945, Guelma. 79p.
- BOUZID, A., YOUSFI, J., BOULKHSSAIM, & SAMRAOUI, B. 2009. Première nidification réussie du flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Sahara algérien. *Alauda* 77 (2): 139-143
- BRITTON, R. H., de GROOT, E. R. & A. R. JOHNSON, B. 1986. The daily cycle of feeding activity of the Greater Flamingo in relation to the dispersion of the prey *Artemia*. *Wildfowl* 37:151-155.
- BROWN, L. 1959. The mystery of the flamingos. Country Life Ltd., London [Country Life magazine, based in London?]
- BROWN, L.H. 1975. East Africa. Pp. 38-48 in KEAR, J. & DUPLAIX-HALL, N (eds). *Flamingos*. Poyser, Berkhamsted.
- BROWN, L.H., URBAN, E.K. & NEWMAN, K. 1982. The Birds of Africa. Academic Press, London, New York, Paris, San Diego, San Francisco, Sao Paulo, Sydney, Tokio, Toronto. 521 pp.
- BURNIER, E. 1979. Note sur l'ornithologie algérienne. *Alauda* 47: 93-102.
- CAMPREDON, P. 1987. La reproduction des oiseaux d'eau dans le Parc National du Banc d'Arguin (Mauritanie) en 1984-1985. *Alauda* 55 : 187-210.
- CASTAN, R. 1960. Le Flamant rose en Tunisie. Nidification dans le Chott Djerid en 1959 et déplacements en cours d'année. *Alauda* 28 : 15-19.
- CÉZILLY, F. 1993. Nest Desertion in the Greater Flamingo *Phoenicopterus ruber roseus*. *Animal Behaviour* 45:1038-1040.

- CÉZILLY, F. & JOHNSON, A. R. 1995. Re-mating between and within seasons in the Greater Flamingo *Phoenicopterus ruber roseus*. *Ibis* 137: 543-546.
- CÉZILLY, F., A. VIALLEFONT, V. BOY, & A. R. JOHNSON. 1996. Annual variation in survival and breeding probability in Greater Flamingos. *Ecology* 77:1143-1150.
- CÉZILLY, F., GOWTHORPE, P., LAMARCHE, B. & JOHNSON, A. R. 1994. Observations on the breeding of the Greater Flamingo, *Phoenicopterus ruber roseus*, in the Banc d'Arguin national park, Mauritania. *Colonial Waterbirds*, 17:181-183.
- CÉZILLY, F., V. BOY, R. E., GREEN, G. J. HIRONS, M., & JOHNSON, A. R. 1995. Interannual variation in Greater Flamingo breeding success in relation to water levels. *Ecology* 76: 20-26.
- CHAPMAN, F. M. 1905. A contribution to the life history of the American Flamaingo *Phoenicopterus ruber* with remarks upon specimens. *Am. Mus. Nat. His. Bull.* 21: 53-57.
- CHAUVELON, P. 1998. A wetland for agriculture as an interface between the Rhône river and the Vaccarès lagoon (Camargue, France): transfers of water and nutrients. *Hydrobiologia* 373/374: 181-191.
- CHESSSEL, D. et DOLEDEC, S. 1992. ADE software. Multivariate analysis and graphical display for environmental data (version 4). Université de Lyon.
- COLE, E.K., POPE, M.D., & ANTHONY. R.G. 2004. Influence of road management on diurnal habitat use of Roosevelt elk- *Northwest Science* 78: 313-321.
- COLLEEN, C. et ANDREW, F. 2008. Impact of vehicle traffic on the distribution and behaviour of rutting elk, *Vervus elaphus*. *Behavior* 146:393-413.
- COULTHARD, N.D. 2001. Algeria. In L.D.C. Fishpool & M.I. Evans (eds.), Important Bird areas in Africa and associated islands: priority sites for conservation, pp. 51-70. *BirdLife Conservation Series No. 11*, Pisces Publications and BirdLife International, Newsbury and Cambridge, UK.
- CRAMP, S., & SIMMONS, K. E. L. 1977. Handbook of the Birds of Europe, the Middle East, and North Africa: The Birds of the Western Palearctic. Vol. I. *Ostrich to Ducks*. Oxford University Pres, Oxford.

- CREEL, S., FOX, J.E.A., HARDY, A., SANDS, J., GARROTT, B & PETERSON, R.O. 2002. Snowmobile activity and glucocorticoid stress responses in wolves and elk. *Conservation Biology* 16: 809-814.
- CURRY- LINDAHL, K. 1981. Bird Migration in Africa. Academic Press, London, New York, Toronto, Sydney & San Francisco.
- DAVIS, M.A. GRIME, J.P. & THOMPSON, K. 2000. Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. *Journal of Ecology* 88: 528-534.
- DEL HOYO, J., A. ELLIOT, & SARGATAL, J. 1992. Handbook of the Birds of the World. Vol. 1, *Ostrich to Ducks*. Lynx Edicions, Barcelona. 696 pp.
- DEMENTE'EV, G.P., MEKLENBURSTEV, R.N., SUDILOVSKAYA, A.M. & SPANGENBERG, E.P. 1951. *Birds of the soviet Union*. Vol II. Moscow.
- DOMERGUE, C. 1951-1952. Les Flamants roses. *Bulletin de Société Scientifique Naturelle*. Tunis : 45-64.
- DUPUY, A. 1969. Catalogue ornithologique du Sahara algérien. *L'Oiseau et R.F.O.* 39: 140-160, 225-241.
- DUPLAIX-HALL, N., & KEAR, J. 1975. *Flamingos*. Hertfordshire, UK: T. & A. D. Poyser Limited.
- EMBERGER, L. 1955. Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trac. Bot. Géol. Zool. Fase. Sci.* Montpellier, *série botanique*: 343p
- ENGGISTE-DUBLIN, P. & INGOLD, P. 2003. Modelling the impact of different forms of wildlife harassment, exemplified by a quantitative comparison of the effects of hikers and paragliders on feeding and space use of chamois. *Wildlife biology* 9: 37-45.
- ERESS, S. 1972. Etude des ressources en eau dans le Sahara Septentrional. U.N.E.S.C.O. Rapport final, annexe 7, Paris.
- ESLER, D. 2000. Applying metapopulation theory to conservation of migratory birds. *Conservation Biology* 14:366-372.
- ESPINO-BARROS, R., & BLADASSARRE, G.A. 1989. Activity and habitat use patterns of breeding Caribbean Flamingos in Yucatan, Mexico. *Condor* 91: 585-591.

- FAHRIG, L. 2007. Non-optimal animal movement in human-altered landscapes. *Functional Ecology* 21: 1003-1015.
- FEDUCCIA, A. 1976. Osteological evidence for shorebirds affinities of the Flamingos. *Auk* 93: 587-601.
- FEDUCCIA, A. 1977. Hypothetical stages in the evolution of modern ducks and flamingos. *Journal of theoretical Biology* 67: 715-721..
- FEDUCCIA, A. 1996. The origin and evolution of birds. Yale University press, New Haven.
- FOX, D.L. 1975. Carotenoids and pigmentation. Pp. 162-182 in KEAR, J. and DUPLAIX-HALL, N. (eds). *Flamiongos*. Poyser Berkhamsted.
- FOX, D.L., ELLIOT SMITH, V & WOLFSON, A.A. 1967. Carotenoids selectivity in blood and feathers of Lesser (African), Chilean and Greater (European) Flamingos. *Comparative Biochemistry and Physiology* 23: 225-232.
- FRANÇOIS, J. 1975. Contribution à la connaissance de l'avifaune de l'Afrique du nord. *Alauda* 43 : 279-292.
- FRID, A., DILL, L. 2002. Human-caused disturbance stimuli as a form of predation risk. *Conservation Ecology*, vol. 6, Article number 11.
- GALLET, E. 1949. Les Flamants de Camargue. Payot, Lausanne. (English edition 1952).
- GAUTHIER, H. 1928. Recherches sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie. *Minerva*, Alger.
- GEROUDET, P., 1978. Grands échassiers, Gallinacés, Râles d'Europe. Les guides du naturaliste, Delachaux et Niestlé, Neuchâtel. 429p.
- GOODMAN, S.M & MEINIRGER, P.L. 1989. *The Birds of Egypt*. Oxford University Press, Oxford.
- GREEN, R. E., G. J. M. HIRONS, & A. R. JOHNSON. 1989. The origin of long-term cohort differences in the distribution of Greater Flamingos *Phoenicopterus ruber roseus* in winter. *Journal of Animal Ecology* 58:543-555.

- GUICHARD, G. 1951. Les Flamants de Camargue. *Oiseaux, revue Française d'Ornithologie* 21 :48-54.
- HAMIDAN, N., EL-MOGHRABI, L., AL-IBRAHEEM, E., MUJAWER, Y., & AL-MAWAS, A. 2010. Population size, daily movements and nesting of the Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* at the Sabkhat Al-Jabboul Lake close to Aleppo, Syria. Wildfowl & Wetlands Trust, Slimbridge, UK. *Flamingo*. 18
- HANSKI, I., GILPIN, M. 1991. Metapopulation Dynamics - Brief-History and Conceptual Domain. *Biol J Linn Soc* 42:3-16
- HANSKI, I. 1999. *Metapopulation Ecology*. Oxford University Press, Oxford Esler 2000
- HARRISON, S., & A. D. TAYLOR. 1997. Empirical evidence for metapopulation dynamics. Pages 27-42 in I. Hanski and M. E. Gilpin (editors). *Metapopulation Biology: Ecology, Genetics, and Evolution*. Academic Press, San Diego, California, USA.
- HEIM DE BALSAC, H. & MAYAUD, N. 1962. *Les oiseaux du nord-ouest de l'Afrique: distribution géographique, écologie, migration, reproduction*. Le Chevalier, Paris.
- HENDERSON, E. G. 1981. Behavioral ecology of the searching behavior of the White Ibis *Eudocimus albus*. M. Sc. Thesis. Univ. South Carolina, Columbia, SC.
- HOUHAMDI M. 1998. *Ecologie du Lac des Oiseaux, Cartographie, Palynothèque et utilisation de l'espace par l'avifaune aquatique*. Thèse de Magister. Univ. Annaba. 198p.
- HOUHAMDI M. 2002. *Ecologie des peuplements aviens du lac des oiseaux: Numidie orientale*. Thèse de Doctorat d'état en écologie et environnement. Université d'Annaba. 146p.
- HOUHAMDI M., et SAMRAOUI B. 2001. Diurnal time budget of wintering Teal *Anas crecca* at Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Wildfowl* 52: 87-96.
- HOUHAMDI M. et SAMRAOUI B. 2002. Occupation spatio-temporelle par l'avifaune aquatique du Lac des Oiseaux (Algérie). *Alauda* (70) 2: 301-310.
- HOUHAMDI M., et SAMRAOUI B. 2003. Diurnal behaviour of wintering Wigeon *Anas penelope* in Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Wildfowl*. 54: 51-62.
- HOUHAMDI M. et SAMRAOUI B. 2008. Diurnal and nocturnal time budget of wintering Ferruginous Duck (*Aythya nyroca*) at Lac des Oiseaux. Northeast Algeria. *Ardeola*. 55(1): 59-69.
- HOUHAMDI M., BENSACI E., NOUIDJEM Y., BOUZEGAG A., SAHEB M. et SAMRAOUI B. 2008a. Eco-éthologie des Flamants roses *Phoenicopterus roseus* hivernants dans la Vallée de Oued Righ, Sahara oriental algérien. *Aves*, 45 (1): 15-27.

- HOUHAMDI, M., HAFID, H., SEDDIK, S., BOUZEGAG, A., NOUIDJEM, Y., BENSACI E., MAAZI M-C. et SAHEB M. 2008b. Hivernage des Grues cendrées *Grus grus* dans le complexe des zones humides des hautes plaines de l'Est algérien. *Aves*. 45 (2): 93-103.
- HOUHAMDI M., MAAZI M.C., SEDDIK S., BOUAGUEL L., BOUGOUDJIL S., et SAHEB M. 2009. Statut et écologie de l'Erismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) dans les hauts plateaux de l'est de l'Algérie. *Aves* 45(2): 129-148.
- HOFFMANN, L. 1957a. La nidification des Flamants en 1956. *La Terre et la Vie* 11 :179-181.
- HOFFMANN, L. 1962. La nidification des Flamants en 1959. *La terre et la Vie* 109 :78-79.
- HOOPEES, M. F., & S. HARRISON. 1998. Metapopulation, source-sink and disturbance dynamics. Pages 135-151 in W. J. Sutherland (editor). *Conservation Science and Action*. Blackwell Science, Oxford, UK.
- ISENMANN, P & MOALI, A. 2000. *Les oiseaux d'Algérie*. Edition SEOF. 336 p.
- JACOB, J.P. & JACOB, A. 1980. Nouvelles données sur l'avifaune du lac de Boughzoul (Algérie). *Aves* 16: 59-82.
- JENKIN, P. M. 1957. The filter-feeding and food of flamingos (*Phoenicopteri*). *Philosophical Transactions of the Royal Society, London* B 240: 401-493.
- JOHNSON, A. 1983. Etho-écologie du Flamant rose (*Phoenicopterus ruber roseus Pallas*) en Camargue et dans le l'Ouest paléarctique. Thèse de doctorat en écologie. Université Paul Sabatier , Toulouse. 343p.
- JOHNSON, A. 1994. Greater Flamingo *Phoenicopterus ruber*. Pp.106-107 in TUCKER, G.M. and HEATH, M.F. *Birds in Europe: their conservation status*. *BirdLife Conservation Series N°*. 3, BirdLife International, Cambridg.
- JOHNSON, A. & Barbraud, C. 2004. Le Flamant rose en Camargue. Les Oiseaux de Camargue et leurs habitats: une histoire de 50 ans 1954-2004 (ed P. Isenmann), pp. 123-146. Buchet Chastel, Paris.
- JOHNSON, A. & HAFNER, H. 1972. Dénombrement de sauvagines en automne 1971 sur des zones humides d'Algérie et de Tunisie. Rapport au BIRS.

- JOHNSON, A. R. 1979. L'importance des zones humides algériennes pour les Flamants roses *Phoenicopterus ruber roseus*. Rapport de l'Institut National d'Agronomie, Alger.
- JOHNSON, A. R. 1989. Movements of Greater Flamingos *Phoenicopterus ruber roseus* in the Western Palearctic. *La Terre et la Vie* 44: 75-94.
- JOHNSON, A. R. 1992. The western Mediterranean population of flamingos: is it at risk? Proceedings of Symposium, Grado, Italy, 1991. *IWRB* Special publication N° 20, IWRB. Slimbridg: 215 -219.
- JOHNSON, A. R. 1997. Long-term studies and conservation of Greater flamingos in the Camargue and Mediterranean. *Colonial Waterbirds*, 20: 306-315.
- JOHNSON, A. R. 2000. An overview of the Greater Flamingo ringing program in the Camargue (southern France) and some aspects of the species breeding biology studied using marked individuals. *Waterbirds* 23 (Special Publication):2-8.
- JOHNSON, A. R. 2009. Assessment of the impacts of hydrological fluctuations and salt pans abandonment on Greater flamingos in the Camargue, South of France. *Biodiversity and Conservation*. Online first. DOI 10.1007/s10531-008-9544-8.
- JOHNSON, A. R., CÉZILLY, F & BOY, V. 1993. Plumage development and maturation in the Greater Flamingo *Phoenicopterus ruber roseus*. *Ardea* 81: 25-34.
- JOHNSON, A.R. & CÉZILLY, F. 2007. *The Greater Flamingo*. Poyser, Londres.
- GALICIA, E.& BLADASSARRE,G.A. 1997. Effects of motorized tourboats on the behavior of non breeding American flamingos in Yucatan, Mexico. *Conservation Biology* 11: 1159-1165.
- GILL, J. A., SUTHERLAND, W.J & WATKINSON, A.R. 1997. A method to quantify the effects of human disturbance on animal populations. *Journal of Applied Ecology* 33: 786-792.
- KAHL, M. P. 1955. Flamingo group. *XII Bull. I.C.B.P.*:220-222.
- KAHL, M.P 1975a. Distribution and numbers: a summary. Pp. 93-102 in Kear, J. et Duplaix-Hall, N.(eds), *Flamingos*. Poyser, Berkhamsted.

- KEAR, J. & DUPLAIX-HALL, N. 1975. *Flamingos*. Poyser, Berkhamsted
- KELLER, V. 1989, Variations in the behavior of Great Crested Grebes *Podiceps cristatus* to human disturbance- a sign of adaptation?. *Biological conservation* 49:31-45.
- KHALEGHIZADEH A. 2010, Diurnal behaviour of the Greater Flamingos *Phoenicopterus ruber roseus* during a tidal cycle on the Bandar Abbas coast, Persian Gulf. *Podoces* 5: 107-111
- KING, C.E. 2008. A hypothetical husbandry point system for breeding flamingos in captivity. (eds.) 2007. *Flamingo*, No. 16. *Wildfowl & Wetlands Trust*, Slimbridge, UK.
- KORSCHGEN, C.E., GEORGE, L.S & GREEN, W.L. 1985. Disturbance of diving ducks by boaters on a migrational staging area. *Wildlife Society Bulletin* 13: 290-296.
- KUSHLAN, J.A. 1987. Recovery plan for the US breeding population of the wood Stork. *Colonial waterbirds* 10 (2): 259-262.
- LAFERRERE, M. 1966. Les Flamants roses *Phoenicopterus ruber roseus* sur les chotts de la vallée de l'Oued Righ (Nord-Sahara). *Alauda* 34: 67-69.
- LAMOTTE J. & BOURLIERE A. 1969. *Problèmes d'écologie: l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres*. Masson. 151p.
- LANDSBOROUGH-THOMSON, A. 1964. A new dictionary of birds. Nelson, London and Edinburgh. 928p.
- LAZLI, A., BOUMEZBEUR, A. MOALI-GRINE, N. & MOALI, A. 2011. Évolution de la population nicheuse de l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* sur le lac Tonga (Algérie). *Terre et Vie* 66: 173-181.
- LAZLI, A., BOUMEZBEUR, A. PERENOU, C. & MOALI, A. 2011. Biologie de la reproduction de l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* au lac Tonga (Algérie). *Terre et Vie* 66: 255-265.
- LAZLI, A., BOUMEZBEUR A. & MOALI A. 2012. Statut et phénologie de la reproduction du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* au Lac Tonga (Algérie). *Alauda* 80: 219-228.
- LE BERRE, M. & ROSTAN, J.C. 1976. Inventaire de l'avifaune d'une zone de mise en valeur agricole dans le Constantinois. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*: 243-270.

- LEBRETON, J.D., BURNHAM, K. P., CLOBERT, J. & ANDERSON, D.R. 1992. MODELLING survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. *Ecological Monographs* 62:67-118.
- LEDANT, J. P., JACOBS, P., MAHLER, F., OCHANDO, B. & ROCHE, J. 1981. Mise à jour de l'avifaune algérienne. *Le Gerfaut* 71: 296-398.
- LEDANT, J.P. et VAN DIJK, G. 1977. Situation des zones humides algériennes et de leur avifaune. *Aves* 14: 217-232.
- LEVINS, R. 1969. Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bulletin of the Entomological Society of America* 15:237-240.
- LINDSTED, S.L. & CALDER, W.A. 1976. Body size and longevity in birds. *Condor* 78: 91-94.
- LIMA, S.L. & DILL, L.M. 1990. Behavioral decisions made under the risk of predation: review and prospectus. *Journal of Zoology* 68: 619-640.
- LOMONT, H. 1954b. Rapport sur le baguage des jeunes flamants en 1953. *La Terre et la Vie* 8 :44-46.
- LOSITO, M.P., MIRARCHI, E. & BALDASSARE, G.A. 1989. New techniques for time activity studies of avian flocks in view-restricted habitats. *Journal of Field Ornithology*. 60: 388-396.
- MACLEAN, A.A.E. 1986. Age- specific foraging ability and the evolution of deferred breeding in three species of gulls. *Wilson Bull* 98: 167-179.
- MADSEN, J., 1998a. Experimental refuges for migratory waterfowl in Danish wetlands. I. Baseline assessment of the disturbance effects of recreational activities. *Journal of Applied Ecology* 35: 386 -397.
- MADSEN, J. & FOX, A.D. 1995. Impacts of hunting disturbance on waterbirds. *Wildlife Biology* 1: 193-207.
- MADONE, P. 1932. Contribution à l'étude de régime alimentaire du Flamant rose. *Alauda* 4: 37-40.

- MANOR, R. & SALTZ, D. 2003. Impact of human nuisance disturbance on vigilance and group size of social ungulate. *Ecol App.* 13: 1830-1834.
- MCCULLOUGH, D. R. 1996. Introduction. Pages 1-10 in D. R. MCCULLOUGH (editor). *Metapopulations and Wildlife Conservation. Island Press, Washington, D.C.*
- MCCULLOCH, G., AEBISCHER, A. & IRVIN, K. 2003. Satellite tracking of flamingos in southern Africa: the importance of small wetlands for management and conservation. *Oryx* 37: 480-483.
- METZMACHER, M. 1979. Les oiseaux de la Macta et de sa région (Algérie). *Aves* 16: 89-123.
- MIDDLEMISS, E. 1961. Notes on the Greater Flamingo. *Bokmarkierie* 13: 9-14.
- MURTON, R.K & WESTWOOD, N.J. 1977. Avian breeding cycles. Clarendon Press, Oxford.
- NAGER, R. G., JOHNSON, A. R., BOY, V., RENDÓN-MARTOS, M., CALDERON, J. & CÉZILLY, F. 1996. Temporal and spatial variation in dispersal of Greater Flamingo *Phoenicopterus ruber roseus*. *Oecologia* 107:204-211.
- NAUROIS, R. 1969b. Le Flamant rose *Phoenicopterus ruber* a-t-il niché en nombre et régulièrement dans l'Archipel du Cap Vert ? *Oiseau, revue Française d'Ornithologie* 39 : 28-37.
- NELLEMANN, C., VISTNES, I., JORDHOY, P. & STRAND, O. 2001. Winter distribution of wild reindeer in relation to power lines, roads and resorts. *Biological conservation* 101: 351-360.
- NICOLAI, S.W. 1985. Gros plan sur les oiseaux de l'Atlantique à l'Oural du Goéland à la méditerranée. Ed. *Nathan, Paris, 252p*
- NOUIDJEM, Y. 2008. *Ecologie des oiseaux d'eau du Lac de Oued Khrouf (Vallée de Oued Righ, Sahara algérien)*. Mémoire de Magister en Ecologie et génie de l'Environnement. Université du 08 mai 1945, Guelma. 73p.
- OGLIVIE, M & OGLIVIE, C. 1986. *Flamingos. Alan Sutton Publishing Ltd, Gloucestre.*

- OPDAM, P. 1991. Metapopulation theory and habitat fragmentation: a review of holarctic breeding bird studies. *Landscape Ecology* 5:93-106.
- OPDAM, P., R. FOPPEN, R. REIJNEN, & A. SCHOTMAN. 1995. The landscape ecological approach in bird conservation - integrating the metapopulation concept into spatial planning. *Ibis* 137:S139- S146.
- OULDJAOU, A., HOUHAMDI, M., & SAMRAOUI, B. 2004. Distribution spatio-temporelle et comportement du Flamant rose *Phoenicopterus ruber roseus* dans l'est algérien. Comm perso, 11<sup>ème</sup> Congrès Panafricain d'Ornithologie, Djerba. Tunisie.
- OULDJAUI, A. 2009. Contribution à l'étude de l'écologie du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans les zones humides des hautes plaines de l'Est Algérien. Thèse de doctorat en écologie. Université Badji Mokhtar, Annaba 117p.
- QNINBA A. et DAKKI.M. 2009. Données récentes sur l'hivernage du Flamant rose au Maroc. Wildfowl & Wetlands Trust, Slimbridge, UK. *Flamingo* 17.
- PANOUSE, J.B. 1958. Nidification des Flamants roses au Maroc. *C.R.Soc.Sci.Nat. Maroc* 24 : 110
- PAPOUCHIS, C.M., SINGER, F.J. & SLOAN, W.B. 2001. Responses of desert bighorn sheep to increased human recreation. *Journal of Wildlife Management* 65: 573-582.
- PAULUS, S.L. 1984. Activity budgets of non breeding Gadwalls in Louisiana. *Journal of Wildlife Management* 48: 371-380.
- PETROV, P. 1973. Stand des Wasserwildes und seiner Biotopen in Algerien. Proc. IWRB symp. Rational use in waterfowl, *BRNO* 1972: 50-56.
- PRADEL, R., A. R. JOHNSON, A. VIALLEFONT, R. G. NAGER, & F. CÉZILLY. 1997b. Local recruitment in the greater flamingo: a new approach using capture-mark-recapture data. *Ecology* 78:1431-1445.
- PRADEL, R., JOHNSON, A. R., VIALLEFONT, A., NAGER, R. G. & CEZILLY, F. 1997. Local recruitment in the greater flamingo: a new approach using capture-mark-recapture data. *Ecology* 78:1431-1445.
- RÉAMANN. G.M, SALLY, W., RICHARD. S., & WILLIAM.I.M. 2000. A study of the impact of human disturbance on Wigeon *Anas Penelope* and Brent Geese *Branta bernicla hrota* on an Irish sea loch. *Wildfowl* 51:67-81.

- RENDÓN, M. A., GARRIDO, A., RAMIREZ, J. M., RENDÓN-MARTOS M., & AMAT, J. A. 2001. Despotic establishment of breeding colonies of greater flamingos, *Phoenicopterus ruber*, in southern Spain. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 50:55-60.
- RENDÓN-MARTOS, M. & JOHNSON, A. R. 1996. Management of nesting sites for Greater Flamingos. *Colonial Waterbirds* 19: 167-183
- RENDÓN-MARTOS, M. VARGAS, J.M., RENDON, M.A., GARRIDO, A. & RAMIREZ, J.M. 2000. Nocturnal movements of breeding Greater Flamingos in southern Spain. *Waterbirds* 23 (Special Publication).
- RIDDINGTON, R., HASSALLS, M., LANE, S.J., TURNER, P.A & WALTERS, R. 1996. The effect of disturbance on the behavior and energy budgets of brent Geese *Branta bernicla bernicla*. *Bird study* 43:269-279.
- RIDLY, M.W. 1954. Observations on the diet of flamingos. *Journal of the Bombay Natural History Society* 52: 5-7.
- ROBERTS, G. 1990. Studies of the flocking behaviour of sanderlings *Calidris alba*. Ph.D. thesis, University of Durham.
- ROBERTS, G. 1996. Why individual vigilance declines as group size increases. *Animal Behavior* 57: 1077-1086.
- ROBIN, A.P. 1966. Nidification sur l'Iriki, daya temporaire du sud Marocain en 1965. *Alauda* 34 : 81-101.
- ROBIN, A.P. 1968. L'avifaune de l'Iriki (sud Marocain). *Alauda* 36 : 237-257.
- ROOTH, J., 1965. The Flamingos on Bonaire (Netherlands Antilles), habitat, diet and reproduction of *Phoenicopterus ruber ruber*. *Uting Natyrwet. Studkring Suriname* No 41:1-151.
- ROWELAND, M.M., WISDOM, M.J., & JOHNSON, B.K. 2000. Ilk distribution and and modelation in relation to raods. *Journal of Wildlife Management* 64: 672-684.

- SAHEB, M., BOULEKHSSAIM, M., OULDJAOU, A., HOUHAMDI, M. & SAMRAOUI, B. 2006. Sur la nidification du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* en 2003 et 2004 en Algérie. *Alauda*. 74 (2). 368–371.
- SALATH, T. 1983. La prédation du Flamant rose *Phoenicopterus ruber roseus* par le Goéland leucophé *Larus cachinnans* en Camargue. *La Terre et la Vie* 37 :87-115.
- SAMRAOUI, B., BOULEKHSSAIM, M., BOUZID, A., BENSACI, E., GERMAIN, C., BECHET, A. & SAMRAOUI, F. 2009. Current research and conservation of the Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algeria, Proceedings of the IV International Workshop on Greater Flamingo in Mediterranean region and Northwest Africa: 20-25.
- SAMRAOUI, B., BOUZID, A., BOULKHSSAÏM, M., BAAZIZ, N., OULDJAOU, A. & SAMRAOUI, F. 2008. Nesting of the Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algeria (2003-2008). Wildfowl & Wetlands Trust, Slimbridge, UK. *Flamingo*. 16
- SAMRAOUI, B., OULDJAOU, A., BOULKHSSAIM, M., HOUHAMDI, M., SAHEB, M. & BECHET, A. 2006. The first recorded reproduction of the Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algeria: behavioral and ecological aspects. *Ostrich* 77 (4): 153– 159.
- SCHRICKE V. 1982. Les méthodes de dénombrements hivernaux d'Anatidés et Foulques, de la théorie à la pratique. *La sauvagine et la chasse* 253: 6-11.
- SCOTT, D.A. 1975. Iran. Pp. 28-35 in KEAR, J. & DUPLAIX-HALL, N (eds). *Flamingos*. Poyser, Berkhamsted.
- SCHMITZ, R.A & BALDASSARRE, G. 1992. Contest asymmetry and multiple birds conflicts during foraging non-breeding American Flamingos in Yucatan, Mexico. *Condor* 94:254-259.
- SHELDON, F. & SLIKAS, B. 1997. Advances in Ciconiiform systematic 1976 -1996. *Colonial waterbirds* 20: 106-114.
- SHER, A.A., GOLDBERG, D.E. & NOVOPLANSKY, A. 2004. The effect of mean and variance in resource supply on survival of annuals from Mediterranean and desert environments. *Oecologia* 141: 353-362.
- SIBELY, C.G., CORBIN, K.W. & HAAVIE, J.H. 1969. The relationships of the flamingos as indicated by the egg-white ptoteins and hemoglobins. *The Condor* 71: 155-179.

- SMART, M., AZAFZAF, H., & DLENSI, H. 2009. Analysis of the mass of raw data on Greater Flamingos *Phoenicopterus roseus* on their wintering grounds, particularly in North Africa. Wildfowl & Wetlands Trust, Slimbridge, UK. *Flamingo, Special Publication 1*.
- SPENDELOW, J. A., J. D. NICHOLS, I. C. T. NISBET, H. HAYS, G. D. CORMONS, J. BURGER, C. SAFINA, J. E. HINES, & M. GOCHFELD. 1995. Estimating annual survival and movement rates of adults within a metapopulation of roseate terns. *Ecology* 76:2415-2428.
- STACEY, P. B., M. L. TAPER, & V. A. JOHNSON. 1997. Migration within metapopulation, the impact upon local population dynamics. Pages 266-291 in I. Hanski and M. E. Gilpin (editors). *Metapopulation Biology, Ecology, Genetics, and Evolution*. Academic Press, London, UK.
- STEAVENSON, A.C., SKINNER, J., HOLLIS, G.F. & SMART, M. 1988. El Kala national park and environs, Algeria. An ecological evaluation. *Environmental conservation* 15: 335-348.
- STOCK, M. 1993. Studies on the effects of disturbances on staging Brent Geese: a progress report. *Wader study group* 68: 29-34.
- STUDER-THIERSCH, A. 2000: What 19 years of observation on captive greater flamingo suggests about adaptations to breeding under irregular conditions. *Waterbirds* 23: 150-159.
- TAMISIER, A & PRADEL, R 1992. Analyse statistique de l'habitat hivernal du canard siffleur *Anas penelope* en Camargue. Perspectives de gestion. *Ecological review* 47: 135-150.
- TAMISIER, A. & DEHORTER, O. 1999. *Camargue, Canards et Foulques. Fonctionnement d'un prestigieux quartier d'hiver*. Centre Ornithologique du Gard. Nîmes. 369p.
- TAVECCHIA, G., R. PRADEL, J. D. LEBRETON, L. BIDDAU, & T. MINGOZZI. 2002. Sex-biased survival and breeding dispersal probability in a patchy population of the Rock Sparrow *Petronia petronia*. *Ibis* 144: E79-E87.
- TAVECCHIA, G., R. PRADEL, V. BOY, A. R. JOHNSON, & F. CÉZILLY. 2001. Sex- and age-related variation in survival and cost of first reproduction in Greater Flamingos. *Ecology* 82:165-174.

- THOMAS, G. 1976. Habitat usage of wintering ducks at de Ouse Waches England. *Wildfowl* 27: 148-152.
- TOURENQ, C., JOHNSON, A.R. & GALLO, A. 1995. Adult aggressiveness and creching behavior in the Greater Flamingo, *Phoenicopterus ruber roseus*. *Colonial Waterbirds* 18: 216–221.
- TUITE, C.H, HANSON, P.P & OWEN, M. 1984. Some ecological factors affecting winter wildfowl distribution on inland waters in England and Wales, and the influence of water based recreation. *Journal of Applied Ecology* 21: 221-229.
- WARD, D. 1990. Recreation in inland lowland waterbodies: does it affect birds. *RSPB. Conservation* 4: 62-68.
- WARD, D. & ANDREWS, J. 1993. Waterfowl and recreational disturbance on inland waters. *British birdlife* 4(4):221-229.
- WETLANDS INTERNATIONAL. 2002. Waterbird Population Estimates—Third Edition. *Wetland International Global Series No. 12*, Wageningen
- WILLIAMS, A. J. & VELASQUEZ, C. 1997. Greater Flamingo. Pp. 112-113 in HARRISON, J. A., ALLAN, D.G., UNDERHILL, L.G. HERREMANS, M., TREE, A.J., PARKER, V. & BROWN, C.J.(eds). *The Atlas of Southern African Birds*. Volume 1: Non-passerines. BirdLife South Africa, Johannesburg.
- YOSEF, R. 2000. Individual distances among greater flamingos as indicators of tourism pressure. *Waterbirds* 23: 26-31.
- WEERS, G., DE JONG, F., BERKHOUDT, H. & VAN DEN BERGE, J. C. 1995. Filter feeding in flamingos. *Condor* 97: 297-324.