

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE du 08 Mai 1945 - GUELMA

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

ET DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

DÉPARTEMENT D'ÉCOLOGIE ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT



## THESE

Présentée en vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat en

Biologie

Option : *Ecologie & Environnement*

### **Eco-éthologie du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* dans la Vallée d'Oued Righ (Sahara oriental algérien)**

Présenté par : Ettayib BENSACI

#### Commission de jury :

<b>Président</b>	Rachid MENAI (M.C.A)	Université de Guelma
<b>Directeur de thèse</b>	Moussa HOUHAMDI (Pr.)	Université de Guelma
<b>Examineurs</b>	Zihad BOUSLAMA (Pr)	Université de Annaba
	Menouar SAHEB (M.C.A)	Université d'Oum El-Bouaghi

2010/2011

## **REMERCIEMENTS**

*Je remercie le bon Dieu miséricordieux de m'avoir aidé à réaliser ce travail.*

*C'est pour moi un grand honneur que le jury soit présidé par Monsieur Rachid MENAI: Maitre de conférences, Université de Guelma. Je lui exprime toute ma gratitude d'avoir apporté une attention particulière à ce travail.*

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

*Je remercie notamment Mme Zihad BOUSLAMA : Professeur, Université Badji Mokhtar. Annaba, d'être rapporteur du présent travail.*

*Mes vifs remerciements vont à notre deuxième père Mr Menouar SAHEB: Maitre de conférences, Université d'Oum El-Bouaghi, qui n'a ménagé aucun effort dans ma formation, qui m'a orienté et soutenu dans tous mes travaux avec bienveillance.*

*Mes remerciements vont aussi :*

*A tout le personnel de la Tour du Valat (Camargue, France) en particulier Arnaud Bechet, Patrick Grillas, Alan Johnson, Christophe Germain et Jacqueline Crivelli pour leur collaboration active et leur aide matérielle inestimable.*

*A mon équipe du Sahara : Nouidjem Yacine, Layadhi Riadh, Bouzegag Abdelaziz et Attali Karim ainsi qu'à leurs familles.*

*A toute l'équipe oiseaux d'eau du laboratoire de recherche Eau, Santé et Environnement dirigée par le Pr Houhamdi Moussa, Université du 08 Mai 1945 de Guelma qui a fait de la découverte, de la conservation et de la préservation des zones humides algériennes son cheval de bataille: Guergueb El- Yamine, Bounab Choab, Brahmia Hafid, Zeraoula Ali, Bouaguel Leila, Merzoug Abdelghani, Seif- Eddine Merzoug, Atoussi Sadek,...etc.*

*A tous les membres de l'association ECOLOGIA pour la préservation des zones humides et l'Environnement. Djamaa, El Oued.*

*A tous mes collègues : Chefrou Azzedine, Cherief Abdelkader (Nourreddine), Boutera Nacera, Bouzid Abdelhakim, Mimeche Fateh, Telailia Azzedine, Boutabia Lamia, Khiari Abd El-Kader, Kribaa Mohammed, Seddik Sihem, Maazi Mohamed Cherif, Sibachir*

*Abdelkrim, Baghdadi Fatiha, Rouibi Abdelhakim, Zitouni Ali, Bouzid Abdelhakim, Merzoug Djemoui, Hafid Hinda, Metalaoui Sofia, Abaci Samah, etc..*

*A tous mes amis: Abdesamad Bensaci, Guesoum Djamel, Adouani Benkadour, Smail Ghoul, Zehani Walid, Elhachemi Benzaoui, Bakari Khemisi...etc.*

*A tous les collègues, enseignants chercheurs et responsables des universités de M'sila et Guelma en particulier ceux du Faculté des Sciences.*

*Aux familles Benyahia (Ali, AbdelOuahab, Bilal, Adel, Abderahim et Moncef) et Fodil Abdelkader.*

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

## Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
1.1	Les tentatives de nidification Ezzemoul, El Goléa, Bazer Sakra et Chott Merouane entre 2003 et 2010.	23
2.1	Le résultat des analyses physico-chimiques de l'eau du canal d'Oued Righ réalisées le 13/02/1994 par le laboratoire de D R C (B.N.E.D.R 1994).	33
2.2	Données climatiques de la station météorologique de Touggourt (1983-2009)	34
2.3	Principales zones humides de la vallée d'Oued Righ	38
4.1	Le maximum des effectifs, du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> , observé dans l'ensemble des zones humides de la vallée d'Oued Righ durant les trois saisons d'hivernage.	54
4.2	Le maximum des effectifs des individus adultes du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> , observé dans l'ensemble des zones humides de la vallée d'Oued Righ durant les trois saisons d'hivernage.	54
4.3	Le maximum des effectifs des immatures, du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> , observé dans l'ensemble des zones humides de la vallée d'Oued Righ durant les trois saisons d'hivernage.	54
4.4	Le maximum des effectifs, du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> , observé dans les principaux sites du complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ durant les trois saisons d'étude, le maximum observé par site (MOPS) est obtenu dans des dates différentes.	55
4.5	Le maximum des effectifs des adultes, du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> , observé dans les principaux sites du complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ durant les trois saisons d'étude, le maximum des adultes observés par site (MAOPS) est obtenu dans des dates différentes.	56
4.6	Le maximum des effectifs des immatures, du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> , observé dans les principaux sites du complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ durant trois saisons d'étude, le maximum des immatures observés par site (MIOPS) est obtenu dans des dates différentes.	57

## Liste des figures

Numéro	Titre	Page
1.1	Les différentes espèces du Flamant. (Béchet comm pers)	6
1.2	L'aire de répartition du flamant rose à l'échelle mondiale (Balkiz, 2006)	10
1.3	Carte des sites de reproduction de flamant rose à travers la Méditerranée et l'Afrique de l'Ouest (Béchet.A. comm pers)	22
1.4	Représentation schématique de la structure d'une métapopulation. Chaque ovale correspond à une sous-population distincte sur un site particulier et les flèches représentent la dispersion d'individus entre les sous-populations (d'après Esler 2000).	29
2.1	Diagramme ombrothermique de la région d'Oued Righ (1983-2009)	35
2.2	Situation de la vallée d'Oued Righ dans le Climagramme d'EMBERGER	36
2.3	Situation géographique du complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ	39
4.1	Evolution des effectifs globaux du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> au niveau du complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ durant les trois saisons d'hivernage (2004/2005, 2007/2008 et 2009/2010)	52
4.2	Evolution des effectifs du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> au niveau du complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ durant la saison d'hivernage 2004/2005	52
4.3	Evolution des effectifs du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> au niveau du complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ durant la saison d'hivernage 2007/2008	53
4.4	Evolution des effectifs du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> au niveau du complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ durant la saison d'hivernage 2009/2010	53
4.5	Evolution des effectifs globaux du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> au niveau du Chott Merouane	59
4.6	Evolution des effectifs des individus adultes du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> au niveau du Chott Merouane	60
4.7	Evolution des effectifs des individus immatures du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> au niveau du Chott Merouane	60
4.8	Distribution spatiale du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> à travers	61

	Chott Merouane	
4.9	Evolution des effectifs globaux du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> au niveau du lac d'Oued Khrouf	64
4.10	Evolution des effectifs des individus adultes du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> au niveau du lac d'Oued Khrouf	64
4.11	Evolution des effectifs des individus immatures du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> au niveau du lac d'Oued Khrouf	65
4.12	Distribution du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le lac d'Oued Khrouf	66
4.13	Evolution des effectifs globaux du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Melghir	68
4.14	Evolution des effectifs des individus adultes du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Melghir	68
4.15	Evolution des effectifs des individus immatures du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Melghir	69
4.16	Distribution spatiale du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Melghir	70
4.17	Evolution des effectifs globaux du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Hamraia-1	72
4.18	Evolution des effectifs des individus adultes du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Hamraia-1	72
4.19	Evolution des effectifs des individus immatures du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Hamraia-1	73
4.20	Distribution spatiale du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Hamraia-1	74
4.21	Evolution des effectifs globaux du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Hamraia-2	76
4.22	Evolution des effectifs des individus adultes du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Hamraia-2	76
4.23	Evolution des effectifs des individus immatures de Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Hamraia-2	77
4.24	Distribution spatiale du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Hamraia-2.	78
4.25	Evolution des effectifs globaux du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Tindla	80

4.26	Evolution des effectifs des individus adultes du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Tindla	80
4.27	Evolution des effectifs des individus immatures du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Tindla	81
4.28	Distribution spatiale du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Tindla	82
4.29	Evolution des effectifs globaux du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le lac Ayata	84
4.30	Evolution des effectifs des individus adultes du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le lac Ayata	84
4.31	Evolution des effectifs des individus immatures du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le lac Ayata	85
4.32	Distribution spatiale du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le lac Ayata	86
4.33	Origine des bagues du flamant rose lues au niveau de la vallée d'Oued Righ	87
4.34	Historique des bagues lues de flamants roses dans de la vallée d'Oued Righ.	89
4.35	Sex-ratio des flamants roses bagués ont été observés dans de la vallée d'Oued Righ	90
4.36	Variation bimensuelle du rythme des activités diurnes du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Merouane	91
4.37	Proportions des différentes activités diurnes du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Merouane	92
4.38	Variation bimensuelle du rythme des activités diurnes des individus adultes du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Merouane	92
4.39	Proportions des différentes activités diurnes des individus adultes du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Merouane	93
4.40	Variation bimensuelle du rythme des activités diurnes des individus immatures du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> au niveau du Chott Merouane	93
4.41	Proportions des différentes activités diurnes des individus immatures du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Merouane	94
4.42	Variation bimensuelle du rythme des activités diurnes du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> au niveau du Chott Tindla	94

<b>4.43</b>	Proportions des différentes activités diurnes du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Tindla	95
<b>4.44</b>	Variation bimensuelle du rythme des activités diurnes des individus adultes du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Tindla	95
<b>4.45</b>	Proportions des différentes activités diurnes des individus adultes du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Tindla	96
<b>4.46</b>	Variation bimensuelle du rythme des activités diurnes des individus immatures du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Tindla	96
<b>4.47</b>	Proportions des différentes activités diurnes des individus immatures du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Tindla	97
<b>4.48</b>	Evolution bimensuelle de la l'alimentation chez le Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Merouane et Chott Tindla	98
<b>4.49</b>	Moyens annuels des différents types d'alimentation chez le flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Merouane	99
<b>4.50</b>	Moyens annuels des différents types d'alimentation chez le flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Tindla	99
<b>4.51</b>	Evolution bimensuelle du sommeil chez le Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Merouane et Chott Tindla	101
<b>4.52</b>	Evolution bimensuelle de la toilette chez le Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Merouane et Chott Tindla	
<b>4.53</b>	Evolution bimensuelle de la marche chez le Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Merouane et Chott Tindla	102
<b>4.54</b>	Evolution bimensuelle du vol chez le Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Merouane et Chott Tindla	103
<b>4.55</b>	Evolution bimensuelle de la parade chez le Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Merouane et Chott Tindla	103
<b>4.56</b>	Evolution bimensuelle de la l'antagonisme chez le Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans le Chott Merouane et Chott Tindla	104
<b>4.57</b>	Variations journalières du rythme des activités diurnes des Flamants roses <i>Phoenicopterus roseus</i> hivernants dans le Chott Merouane	105
<b>4.58</b>	Variations journalières du rythme des activités diurnes des Flamants roses <i>Phoenicopterus roseus</i> hivernants dans le Chott Tindla	106

<b>4.59</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. Durant la saison d'hivernage 2009/2010	108
<b>4.60</b>	Plan factoriel 1x2 de l'AFC des rythmes des activités diurnes des Flamants roses <i>Phoenicopterus roseus</i> hivernants dans le Chott Tindla. Axes d'inertie: 0.65, 0,21, 0,06.  Durant la saison d'hivernage 2004/2005	109

## Table des matières

*Introduction* 1

### Chapitre I. Biologie du Flamant Rose

1.1. Introduction.	4
1.2. Systématique des Flamants	4
1.2.1. Le <u>Flamant des Caraïbes</u> <i>Phaenicopterus ruber</i>	5
1.2.2. Le Flamant du Chili <i>Phaenicopterus chilensi</i>	5
1.2.3. Le <u>Flamant nain</u> <i>Phoenconaias minor</i>	5
1.2.4. Le Flamant des Andes <i>Phaenicoparrus andinus</i> et le <u>Flamant de James</u> <i>Phaenicoparrus jamesi</i>	5
1.2.5. Le Flamant rose <i>Phaenicopterus roseus</i> (Pallas, 1811)	5
1.3. Le modèle biologique : Flamant rose <i>Phaenicopterus roseus</i> (Pallas, 1811)	6
1.3.1. Description générale et morphologie	6
1.3.2. La coloration et le développement du plumage des flamants	7
1.3.2.1. Pourquoi les flamants adultes roses ?	7
1.3.2.2. Le développement du plumage	7
1.3.3. Distribution et nombre	8
1.3.3.1. Distribution détaillée du flamant rose dans l'Ouest Paléarctique	8
1.3.4. Le statut de protection du Flamant rose	10
1.3.5. La survie	11
1.3.6. La longévité du Flamant rose	12
1.3.7. Les facteurs de mortalité	12
1.3.8. Habitat du Flamant rose	12
1.3.9. Vol du Flamant rose	12
1.3.10. Comportement du Flamant rose	12
1.3.11. Régime alimentaire du Flamant rose	13
1.3.12. Comportement alimentaire et méthodes de recherche de nourriture	15
1.3.12.1. Méthodes de recherche de nourriture utilisées par les flamants	16
1.3.12.2. Vigilance pendant l'alimentation	17

1.3.13. Biologie de la reproduction du Flamant rose	17
1.3.13.1. La période pré-nuptiale- activités de parade	17
1.3.13.2. La pente	18
1.3.13.3. Les facteurs qui conditionnent les époques de pontes	19
1.3.13.4. L'éclosion à l'émancipation	20
1.3.13.5. Le succès de reproduction	20
1.3.13.6. La distribution des sites de reproduction de flamants dans la Méditerranée et l'Afrique de l'Ouest	21
1.3.13.7. La reproduction du Flamant rose en Algérie	23
1.3.14. La mue chez les Flamants rose	24
1.3.15. La maturité et le recrutement	25
1.3.15.1. Age de la première nidification	26
1.3.16. Déplacements	26
1.3.16.1. La métapopulation	28
1.3.16.2. La structure spatiale des déplacements chez le Flamant rose	29
1.3.17. Le baguage du Flamant rose	30

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

2.1. Généralités sur la région d'Oued Righ	32
2.1.1. Géologie et géomorphologie	32
2.1.2. Pédologie	33
2.1.3. Hydrologie	33
2.1.4. Climatologie	34
2.1.5. Cadre biotique	36
2.1.5.1. La flore	36
2.1.5.2. L'avifaune	37
2.1.5.3. Les vertébrés	37
2.2. Les principales zones humides de la Vallée d'Oued Righ	37
2.2.1. Chott Merouane	38
2.2.2. Lac de Oued Khrouf	40
2.2.3. Chott Melghir	40
2.2.4. Chott Hamraïa-1	41
2.2.5. Chott Hamraïa-2	41

2.2.6. Chott Tindla	41
2.2.7. Lac Ayata «Sidi Amrane»	42
2.2.8. Lac Merara	42
2.2.9. Chott Tighdidine	43
2.3. Menaces écologiques et environnementales	43
2.3.1. Le surpâturage	43
2.3.2. La pollution	43
3.3.3. L'aménagement inadéquat	43

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

3.1. Matériel	44
3.1.1. Sur le terrain	44
3.1.2. Au laboratoire	44
3.2. Méthodes	44
3.2.1. Dénombrement	44
3.2.1.1. Dénombrement des oiseaux, buts et raisons	44
3.2.1.2. Méthodes d'échantillonnage	45
3.2.1.3. Dénombrement des Flamants roses	45
3.2.2. Etude des rythmes d'activités du Flamant rose	46
3.2.2.1. Méthodes d'échantillonnage	46
3.2.2.2. Etude des budgets temps diurne des Flamants roses	47
3.2.3. Analyse statistique des données	48

### **Chapitre IV. Résultats**

4.1. Evolution des effectifs du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i>	49
4.1.1. Evolution des effectifs globaux du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans l'ensemble des zones humides de la Vallée de Oued Righ	49
4.1.2. Evolution spatio-temporelle des effectifs du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i> dans les différentes zones humides de la Vallée de Oued Righ	55
4.1.2.1. Chott Merouane	58
4.1.2.2. Lac de Oued Khrouf	62
4.1.2.3. Chott Melghir	67

4.1.2.4. Chott Hamraia-1	71
4.1.2.5. Chott Hamraia-2	75
4.1.2.6. Chott Tindla	79
4.1.2.7. Lac Ayata	83
4.2. Exploitation des bagues	87
4.2.1. Origine des Flamants roses	87
4.2.2. Etude de l'historique de vie	88
4.2.3. Sex-ratio des Flamants roses bagués	90
4.3. Etude des rythmes d'activité diurnes de Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i>	90
4.3.1. Analyses statistique des données	106

## **Chapitre V. Discussion des résultats**

5.1. Evolution temporelle des effectifs du Flamant rose <i>Phoenicopterus roseus</i>	110
5.2. Occupation spatial	115
5.3. Exploitation des bagues	116
5.3.1. Origine des Flamants rose	116
5.3.2. Historique de vie	117
5.3.3. Sex-ratio des Flamants rose bagués	118
5.4. Rythmes activités diurnes	118
5.5. Analyse statistiques des données	122

<b>Conclusion</b>	123
-------------------	-----

<b>Références bibliographiques</b>	127
------------------------------------	-----

<b>Résumé</b>	141
---------------	-----

<b>Annexes</b>	
----------------	--

## Introduction

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 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 Bélair 1997 ; 1998).

L'Algérie appartient au paléarctique occidental (sud de la méditerranée) connu par sa biodiversité biologique, écologique et génétique abrite presque tous les habitats écologiques et recèle un patrimoine très varié de zones humides.

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 (Saheb, 2009).

La Vallée d'Oued Righ dans le Sahara 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 wilaya d'Ouargla. Les zones humides de cette région occupent une superficie avoisinant 900.000 ha et constituent donc l'un des plus importants complexes humides de l'Algérie.

Cette région est très peu étudiée, les études écologiques furent initiées par les chercheurs du laboratoire de recherche des zones humides (Université de Annaba), 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.

Du point de vue socio-économique cette vallée oasisienne à vocation agricole avec la dominance de phœniculture qui produit plus de 19000 tonnes de dattes/an, et le sel de table extrait par l'ENASEL dans le Chott Merouane qui est considéré comme la première mine en Afrique avec une production annuelle moyenne de 100.000 tonnes de sel/an.

Depuis longtemps, les gens ont été fascinés par les flamants roses, même dans les pays où ils n'existent pas dans la nature, et leur présence sur les zones humides particulières a parfois motivé la protection juridique d'une région. L'espèce est protégée dans une grande partie des zones humides dans lesquelles elle se trouve. Les espèces de certaines zones humides qui ne sont pas classées et qui leurs sont inféodées sont protégées (Johnson & Cézilly 2007).

Les flamants sont des oiseaux attirants, et ont toujours été d'un grand intérêt pour les ornithologues amateurs et les chercheurs. Les flamants restent parmi les espèces d'oiseaux les plus populaires, ils sont considérés comme une espèce emblématique pour la conservation des zones humides (Johnson & Cézilly 2007).

Le Flamant rose *Phaenicopterus roseus* est l'espèce dont la répartition géographique est la plus vaste (Kahl 1975), cette espèce emblématique des zones humides méditerranéennes (Cramp & Simmons 1977, Johnson & Cézilly 2007), est habituellement fréquente dans les plans d'eau saumâtres ou salés de faible profondeur du Maghreb. Ces oiseaux d'eau très farouches et sensibles aux dérangements y ont fait l'objet de plusieurs travaux, surtout en Tunisie (Johnston 1881 in Allen 1956, Domergue 1951-1952, Castan 1960, Kahl 1955, Johnson 1997, Smart & al. 2009) et au Maroc (Panouse 1958, Robin 1966 et 1968, Qninba et Dakki 2009).

En Algérie, mis à part des relations d'observations (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'aux années 2000.

Depuis 2003, plusieurs travaux ont fait l'objet sur cette espèce, particulièrement dans les hautes plaines de l'Est et dans le Sahara de l'Algérie (Ouldjaoui et al. 2005, Boukhssaim et al. 2006, Saheb et al. 2006, Samraoui et al. 2006, 2008, 2009, Houhamdi et al. 2008, Bouzid et al. 2009, 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 soit dans la période d'hivernage ou dans la période de reproduction, les éventuelles différences éco-éthologiques entre les individus immatures et les individus adultes, le régime alimentaire et la dynamique de cette espèce dans les zones humides algériennes.

Ce travail mené entre les années 2004 et 2010, couvrant principalement 3 saisons d'hivernage 2004/2005, 2007/2008 et 2009/2010, a pour but d'étudier plusieurs éléments écologiques et éco-éthologiques du flamant rose. Cette étude sur le flamant est considérée comme pionnière pour l'avifaune aquatique saharienne et la deuxième sur cette espèce en Algérie après celle effectuée par Ouldjaoui (2009) dans la région Sud constantinoise (hautes plaines de l'Est Algérien)

Dans le présent travail, nous avons suivi :

✓ l'évolution des populations de flamants roses dans les principaux plans d'eau de la vallée d'Oued Righ seulement durant les saisons de la mise en eau de ces zones humides. Ces

zones humides constituent l'un des plus grands éco-complexes de zones humides salées du Sud de l'Algérie.

✓ les variations bimensuelles de son comportement diurne pendant la saison d'hivernage 2004/2005 dans le Chott Tindla et la saison 2009/2010 dans le Chott Merouane. Ces observations permettent de définir le rôle écologique des zones humides sahariennes pour cette espèce et contribuent à améliorer nos connaissances biologiques, écologiques et éco-éthologiques sur le Flamant rose dans cette région.

Le travail réalisé est divisé en cinq chapitres :

- Introduction

Chapitre 1- Biologie du Flamant rose *Phoenicopterus roseus*

Chapitre 2- Description des sites d'étude

Chapitre 3- Matériel et méthodes

Chapitre 4- Résultats

✓ Volet 1: Variations spatio-temporelles des effectifs du Flamant rose *Phoenicopterus roseus*

✓ Volet 2: Exploitation des bagues des flamants observées.

✓ Volet 3: Etude du rythme d'activités diurnes du Flamant rose *Phoenicopterus roseus*.

Chapitre 5- Discussion

✓ Volet 1: Discussion des résultats de variations spatio-temporelles des effectifs du Flamant rose *Phoenicopterus roseus*.

✓ Volet 2: Discussion des résultats de l'exploitation des bagues des flamants observées.

✓ Volet 3: Discussion des résultats du rythme d'activités diurnes du Flamant rose *Phoenicopterus roseus*

- Conclusion

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

### **1.1. Introduction.**

La classification des flamants a été de longue date le sujet de débats considérables (Sibely et *al.* 1969 ; Sheldon et Slikas 1997), à savoir si la classification basée sur les traits morphologique ou comportemental, évidence fossile de phylogénie, ou par la méthode récente d'analyse de l'ADN (Johnson & 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 Anseriformes (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 Anseriformes : 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 Anseriformes 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*, *Phoeniconaias* et *Phaenicopterus*), qui représentent la famille des Phœnicoptéridés: le Flamant des Andes *Phaenicoptarrus andinus*, le Flamant de James *Phaenicoptarrus jamesi*, le Flamant nain *Phoeniconaias 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 & 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 & 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 & 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. (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 & 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. (Ouldjaoui, 2009)

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

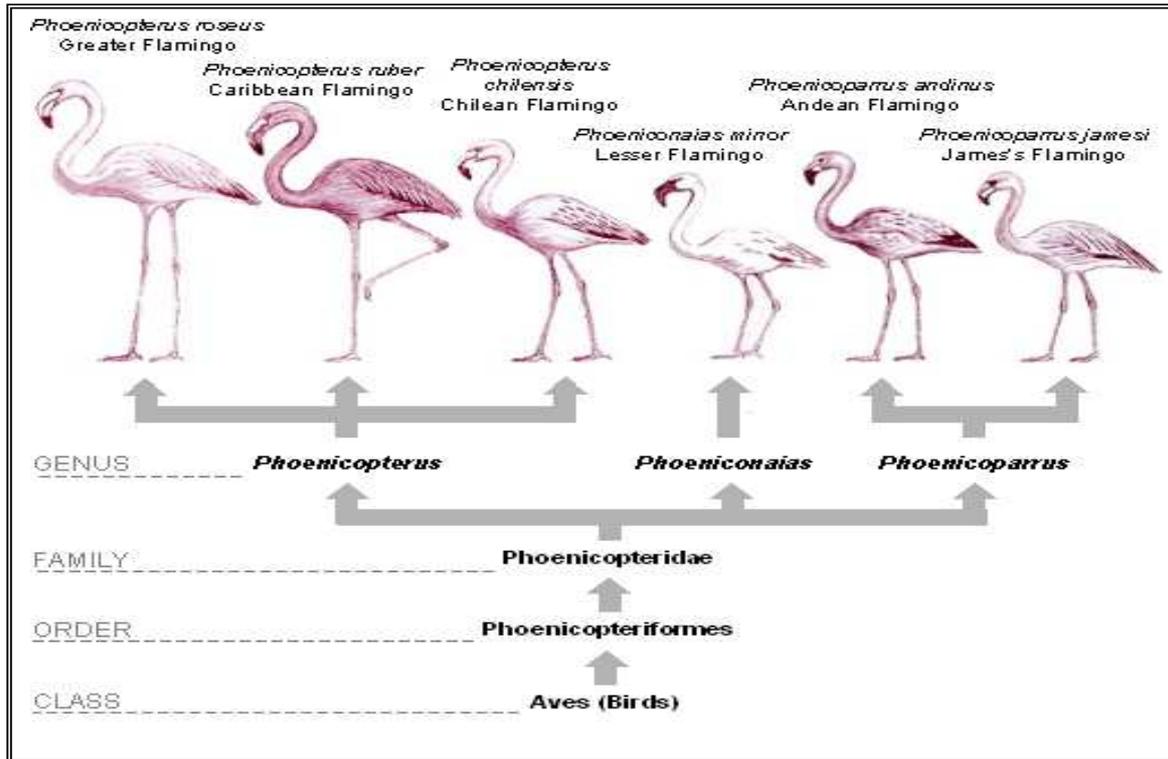
Il a été décrit par Geoffroy en Sénégal en 1798, et jusqu'à maintenant considéré appartient du genre *Phoeniconaias*, c'est la seule espèce qui existe exclusivement dans l'ancien monde. (Johnson & Cézilly, 2007). Il occupe l'Afrique de l'Ouest, l'Afrique australe et l'Asie mineur. Il serait le flamant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

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

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



**Figure.1.1** : Les différentes espèces du Flamant. (Béchet comm pers)

### 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 & 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 & 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 & 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 extérieurs 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 & 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 & 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 & Cézilly 2007)

### **1.3.3. Distribution et nombre**

Le flamant rose *Phaenicopterus 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 (Kahl 1975, Johnson 1997). (Fig.1.2)

Le flamant rose fréquente trois continents :

✓ **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.

✓ **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.

✓ **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**

✓ **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.

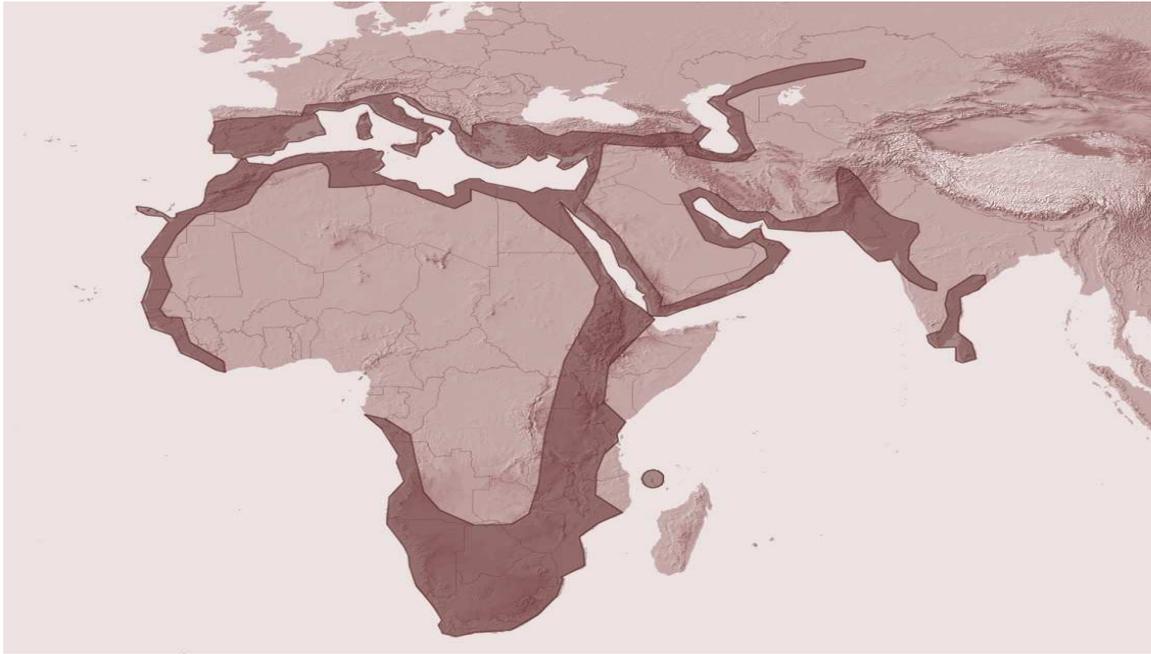
✓ **France** : l'ensemble des sites s'égrainent de la frontière espagnole jusqu'au Var ; ils se situent tous au moins de 20 Km de la côte.

✓ **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.

- ✓ **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 Sebkhass).
- ✓ **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.
- ✓ **Portugal** : Zone limite de l'extension des flamants.
- ✓ **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.
- ✓ **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.
- ✓ **Sénégal** : Les données sénégalaises proviennent de divers rapports du service des parcs nationaux.
- ✓ **Iles du Cap Vert** : D'après (Naurois, 1969b) l'espèce y est observée régulièrement.
- ✓ **Guinée Bissau** : Ce pays délimite l'aire de distribution du flamant rose sur la côte Ouest Africaine dans l'hémisphère Nord.
- ✓ **Turquie** : L'espèce signalée régulièrement sur une quinzaine de sites du plateau central de l'Anatolie.
- ✓ **Syrie** : Le lac Al-Jabboul semble être le seul site fréquenté par les flamants (Hamidan et al., 2010).
- ✓ **Liban** : L'espèce est peu fréquente. (Johnson, 1983)

Sa population mondiale est estimée de 545,000 à 682,000 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 & Thomson, 1964 ; Lindsted & 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 apparait 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 & 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 invertébrés et leurs œufs et larves. Le groupe des espèces dont lesquelles constitue le régime de base des flamants rose est très largement répandus (Johnson & 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 » ; Blanc, 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* » ; Nazaroff et autres, « *Cardium edule* » ; Zugmayer, « *Artemia urmania* ».

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 générale 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 *Artémia* (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 phyllope et ses œufs sont activement recherchés par les flamants comme nourriture (Johnson 1983). Ce phyllope existe profusément durant les mois d'été dans les eaux très salées (plus de 80 g/l) (Johnson & 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 d'oiseaux. Peu de connaissances sur la voie d'attraction et la distribution des flamants dans les endroits d'alimentations (Johnson & 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 recourbée 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).

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 déprimé ne convient la détection d'approchement d'un prédateur ou d'autres sorts de dérangement. Le flamant interrompe régulièrement son activité d'alimentation courante pour augmenter sa tête et scan brièvement son environnement. L'alimentation en groupe peut favoriser aux 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 augment durant la nuit, les suggestions montrés que le temps alloué à l'alimentation est limité par le niveau faible de la lumière. La vigilance chez les flamants rose 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 vertical, 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 confus, 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'habitudes 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 & 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 favoris (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). D'après Cézilly (1993), les femelles sont beaucoup plus susceptibles d'abandonner leur œuf que les mâles lorsque les conditions du milieu sont difficiles. 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 & 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/ Précipitations suffisantes pour mettre en eau les lagunes temporaires qui constituent des lieux de reproduction du flamant ;
- 2/ 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 ressemblent 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 & 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.

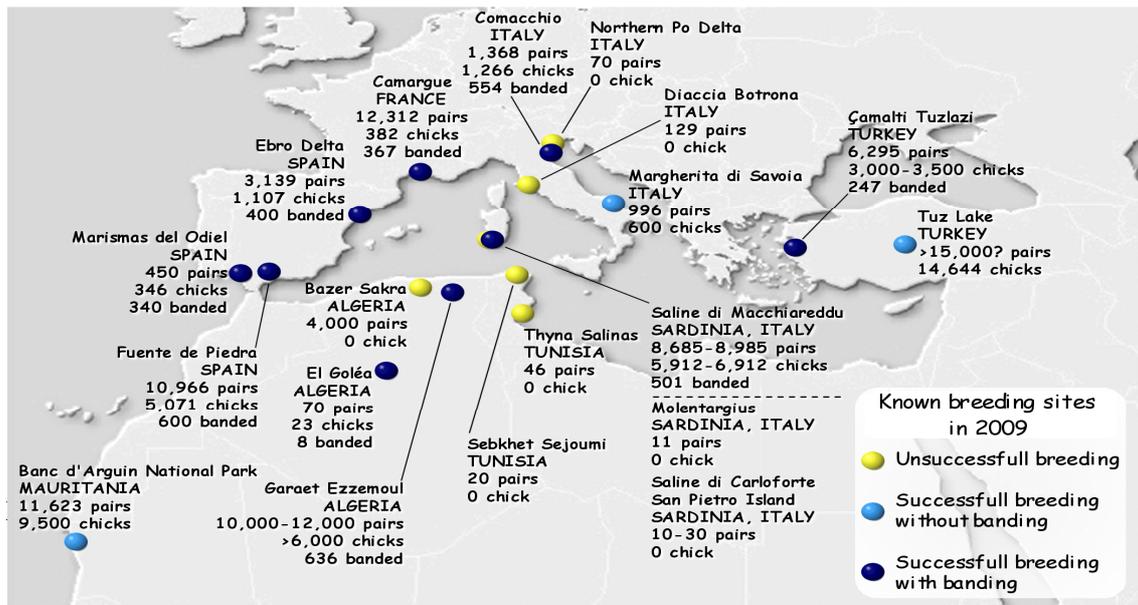
An niveau des œufs, citons les intempéries (fortes pluies ou tempêtes) qui submergent les nids et occasionnent ainsi des pertes qui augmentent de pair avec l'érosion de l'îlot de reproduction et les goélands qui s'attaquent aux poussins (Hoffmann, 1962 ; Blondel, 1963 ; Salath,1983). Le Renard *Vulpes 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'homo sapiens* 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 rapport les années passées (2005, 2006 et 2007).



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

**Figure.1.3.** Carte des sites de reproduction de flamant rose à travers la Méditerranée et l'Afrique de l'Ouest (Bechet.A. comm pers)

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. (Samraoui, 2008)

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

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

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

À 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 *Phoenicopterus 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 *Phoenicopterus 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 Rezaieyeh (Iran) effectue une mue poste-nuptiale qui prive de grands groupes d'adultes de la faculté de voler en juillet-août. D'après Dement'ev 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 (E. Coulet communication Personnelle). (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 &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 & Duplaix-Hall (1975) pensent que les deux sexes atteignent probablement la maturité à l'âge de 3 ans. Sprint (in Kear & 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). D'après 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.

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.

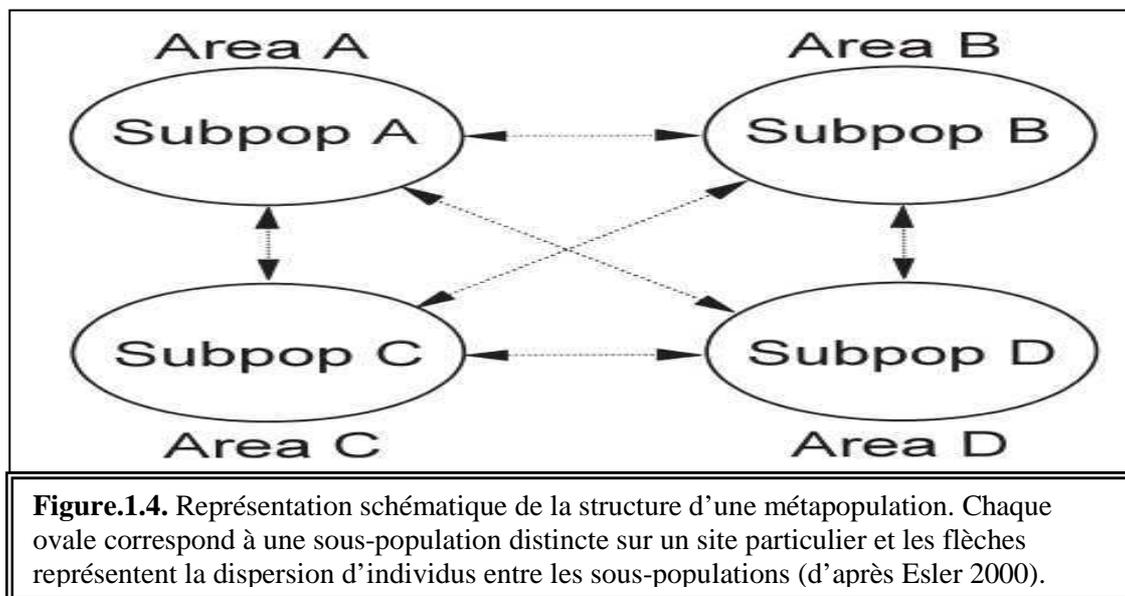
Les déplacements intervenant pendant et après la période de reproduction ont été étudiés par Amat et *al.* (2005), qui ont montré que les flamants adultes, au cours de la période d'approvisionnement du poussin, couvrent en une seule nuit des distances pouvant atteindre 400 km. Lorsque les distances à 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. (Özge, 2006)

#### **1.3.16.1. La métapopulation**

Avec la fragmentation croissante des milieux naturels due aux activités humaines, le terme de métapopulation est devenu très en vogue, et fréquemment employé à mauvais escient (souvent comme synonyme de populations fragmentées). Une métapopulation peut être définie comme une population composée de plusieurs sous-populations interconnectées (Figure.1.4.) (Hanski et Gilpin, 1991). La principale caractéristique des métapopulations est l'équilibre dynamique qui existe entre l'extinction et la recolonisation, par le biais du processus de dispersion, de sous-populations séparées dans l'espace (Stacey et *al.*, 1997 ; Hoopes et Harrison, 1998 ; Hanski, 1999). Deux critères doivent être remplis pour éviter d'appliquer abusivement le terme de métapopulation à des populations panmictiques (Esler, 2000) :

- Les sous-populations doivent être suffisamment indépendantes les unes des autres pour que leur probabilité d'extinction soit indépendante de l'état démographique des autres sous-populations ;
- La dispersion d'individus entre les différentes sous-populations doit être suffisamment fréquente pour que la recolonisation de sous-populations éteintes soit possible.

La théorie des métapopulations, d'abord proposée par Levins (1969) puis affinée par d'autres (par exemple Hanski et Gilpin (1991), McCullough (1996), peut constituer un outil puissant pour la préservation d'espèces menacées (Opdam, 1991 ; Opdam et *al.*, 1995). D'après cette théorie, il n'est pas possible de préserver des sous-populations en faisant abstraction du contexte régional, car la dynamique d'une population à l'échelle locale dépend beaucoup des connexions démographiques qu'elle entretient avec d'autres populations (Harrison et Taylor, 1997 ; Hanski, 1999). De cette connectivité naît la possibilité qu'une espèce largement répandue voie ses effectifs s'effondrer brutalement jusqu'à l'extinction locale en réponse à une dégradation progressive du réseau de ses habitats à l'échelle régionale (Hoopes et Harrison, 1998). Il est de ce fait primordial de déterminer l'étendue géographique de la métapopulation (en termes de sous-populations), d'évaluer les échanges qui interviennent entre les différentes sous-populations par le biais de la dispersion et d'identifier les facteurs qui agissent sur ce paramètre. De cette manière il deviendra possible de s'attaquer aux problèmes de conservation à une échelle géographique compatible avec la portée spatiale des processus biologiques en jeu dans la dynamique de la métapopulation.



### 1.3.16.2. 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 où a 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) (Bouزيد 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 (Ebro Delta, 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).

## 2.1. Généralités sur la région d'Oued Righ

La région d'Oued Righ est située au Nord Ouest de la wilaya d'El-Oued. Elle est limitée au Nord par la wilaya de Biskra. Au sud par la wilaya d'Ouargla, à l'Est par la zone du Souf et à l'Ouest par la commune de Ouled Djellal. Elle est traversée par la route nationale n°3 reliant les wilayas de Biskra et Ouargla, et desservant les principales communes (El Meghaier, Sidi khelil, Tindla, Djamàa, Sidi Amrane, Sidi Slimane, Touggourt et Timacine). Ces communes constituent le prolongement de la vallée d'Oued Righ avec une superficie de 8534.8 km<sup>2</sup>, et les communes de Still, Oum Tiour constituent la terminaison du piémont sud de l'Atlas Saharien. Le canal d'Oued Righ est un ancien projet français a construit un canal d'évacuation des eaux usées et de drainage d'irrigation a ciel ouvert, conduisant l'eau de la ville de Goug, sud de Touggourt (Wilaya de.Ouargla) jusqu'au Chott Merouane (Wilaya d'.El Oued) a une longueur de 144km, ce projet a renouvelé durant les années soixante-dix par le gouvernement algérien. L'éco-complexe de zones humides de la Vallée d'Oued Righ représente un ensemble d'oasis qui s'étalent de Touggourt au sud jusqu'à El Méghaier au nord. Elles sont liées par des infrastructures routières, voie ferrée et par infrastructures hydrauliques (canal de drainage). D'autre part cette région constitue une cuvette allongée, avec des altitudes de -41 m au dessous du niveau de la mer (Chott Merouane) nettement l'altitude se relève tout autour de cette cuvette, les monts des Aurès et les chaines orientées Est-ouest dominant les chotts d'Est en Ouest (El Gharssa, Melghir, Merouane). Ces dépressions, notamment le Chott Merouane, représentent aussi des exutoires pour les eaux usées et de drainage des palmeraies cultivées aux alentours. (Figure. 2.3).

Par ailleurs nous déterminons que cette région possède deux étages bioclimatiques:

**A/** l'étage bioclimatique aride chaud et sec au nord de la zone : Still et Oum Thiour et qui se trouve vérifie par la présence d'une plante indicatrice de cet étage "Arthophtum Scoparium"

**B/** l'étage bioclimatique saharien, semble s'étaler sur le reste de la zone. (B N E D E R 1994)

### 2.1.1. Géologie et géomorphologie

Le bassin versant de la vallée d'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)

### 2.1.2. 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 sablonolimoneuse.
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)

### 2.1.3. 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 riche par les sels minéraux et les nutriments et la matière organique (Tableau. 2.1).

**Tableau. 2.1.** Le résultat des analyses physico-chimiques de l'eau du canal d'Oued Righ réalisés le 13/02/1994 par le laboratoire de D R C (B.N.E.D.R 1994).

Paramètres	Doses
Ca <sup>++</sup>	766 mg/l
Mg <sup>+</sup>	655 mg/l
Na <sup>+</sup>	2660 mg/l
K <sup>+</sup>	9 mg/l
Cl <sup>-</sup>	5000 mg/l
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	3100 mg/l
CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	378 mg/l
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	7mg/l
pH	7.8
Conductivité en1/10 Mmhos à 25°C	179
Résidu sec à 110°C	13711

<b>Minéralisation</b>	11092 mg/l
-----------------------	------------

#### 2.1.4. Climatologie

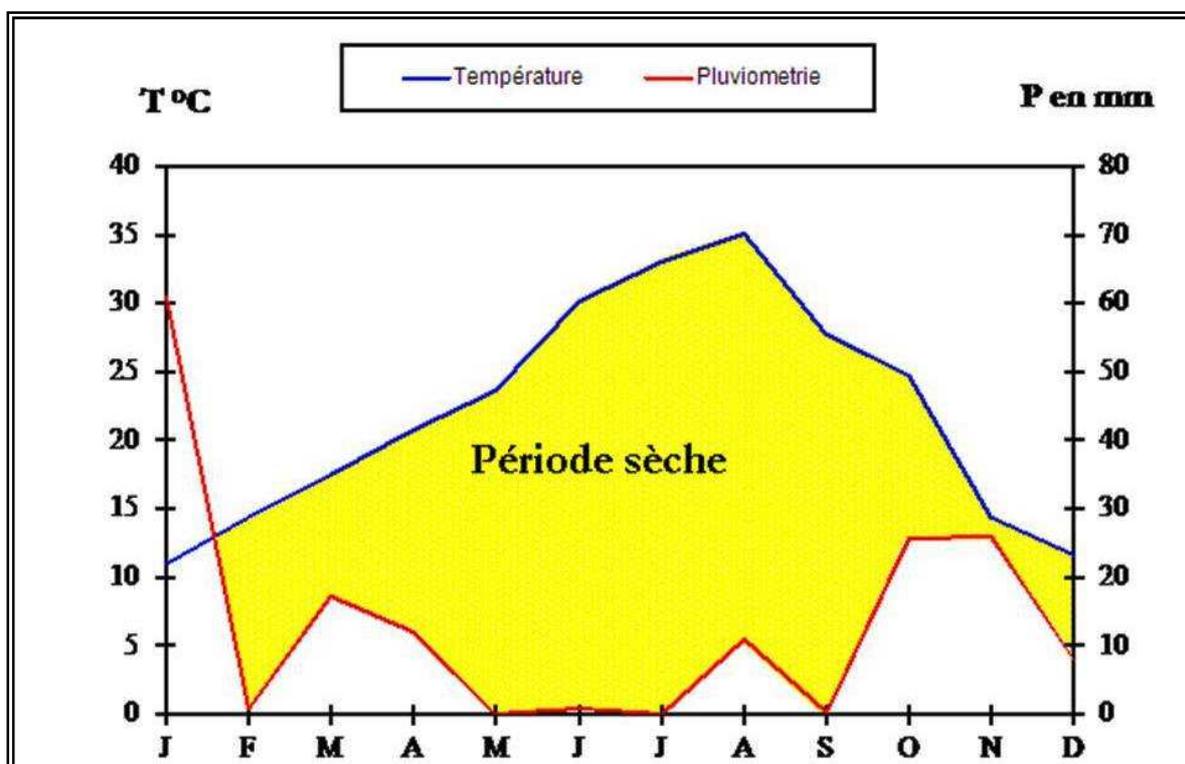
Le climat est sans doute le facteur du milieu le plus important qui influe d'une manière directe sur les populations animales (Thomas 1976). Le climat au niveau de la vallée est caractérisé par des étés chauds et des hivers relativement froids, avec de grands écarts de température entre la nuit et le 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 2.2.). Le tracé du graphique (diagramme ombrothermique) 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 onze mois allant du mois de février jusqu'au mois de décembre. (Figure. 2.1).

**Tableau.2.2.** Données climatiques de la station météorologique de Touggourt (1983-2009).

<b>Paramètres</b>	<b>Température moyenne mensuelle (°C)</b>	<b>Précipitation moyenne mensuelle (mm)</b>	<b>Moyenne mensuelle des températures maximales (°C)</b>	<b>Moyenne mensuelle des températures minimales (°C)</b>
<b>Mois</b>				
<b>Janvier</b>	29,39	10	17,69	2,04
<b>Février</b>	3,1	12,42	20,71	4,18
<b>Mars</b>	7,71	17,63	25,83	9,41

<b>Avril</b>	6,28	21,69	30,87	12,46
<b>Mai</b>	1,77	26,25	35,36	17,13
<b>Juin</b>	5,18	30,93	39,14	22,64
<b>Juillet</b>	0,05	34,38	43,25	25,64
<b>Août</b>	5,01	34,15	42	26
<b>Septembre</b>	5,3	27,78	34,88	20,57
<b>Octobre</b>	11,36	24,75	32,13	17,4
<b>Novembre</b>	7,95	16,33	23,52	9,24
<b>Décembre</b>	5,85	11,36	18,58	4,25
<b>Précipitation annuelle en mm</b>	<b>88,95</b>			



**Figure. 2.1.** Diagramme ombrothermique de la région d'Oued Righ (1983-2009)

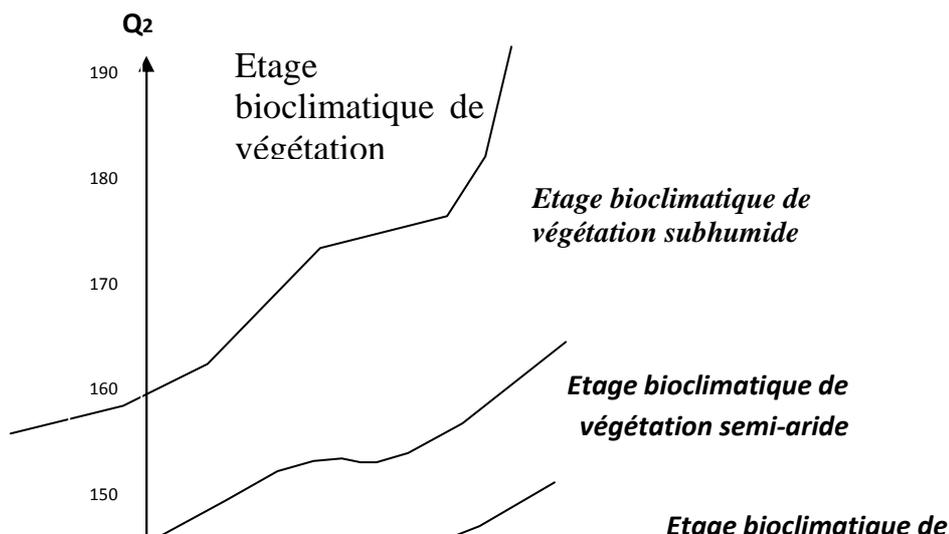
Sous un autre angle et d'après les mêmes données météorologiques nous constatons que la température la plus haute du mois le plus chaud est enregistrée durant le mois de juillet ( $M=43,25^{\circ}\text{C}$ ) et que la température la plus froide du mois le plus froid est enregistrée durant le mois de 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.2.2)

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

**P** = Précipitation annuelle moyenne (mm)

**M** = Températures des maxima du mois le plus chaud ( $^{\circ}\text{K}$ ).

**m** = Températures des minima du mois le plus froid ( $^{\circ}\text{K}$ ).



**Figure.2.2.** Situation de la vallée d'Oued Righ dans le Climagramme d'EMBERGER

### **2.1.5. Cadre biotique**

#### **2.1.5.1. 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 des 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 *Tamarix articulata*, *Zigofilome fruticosa*, *Limonastrum guyouianum* avec une faible densité.

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

#### **2.1.5.2. 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 pilelet *Anas acuta*, Sarcelle marbrée *Marmaronita angustirostris*, Sarcelle d'été *Anas querquedula*, Héron cendré *Ardea cinerea*, Aigrette garzette *Egretta garzetta*, Bécasseaux minute *Calidris minuta*, Bécasseaux variable *Calidris alpina*, Echasse blanche *Himantopus himantopus*, Avocette élégante *Recurvirostra avosetta*. (Burnier 1979)

### **2.1.5.3. 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 algirus*, des sangliers *Sus scrofa* (avec ou sans les marcassins), des lièvres *Lepus capensis*, des Fennecs *Canis zerda*.

### **2.2. 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). (Tableau.2.3)

Les principaux plans d'eau de la vallée sont au nombre de neuf:

**Tableau.2.3.** Principales zones humides de la vallée d'Oued Righ.

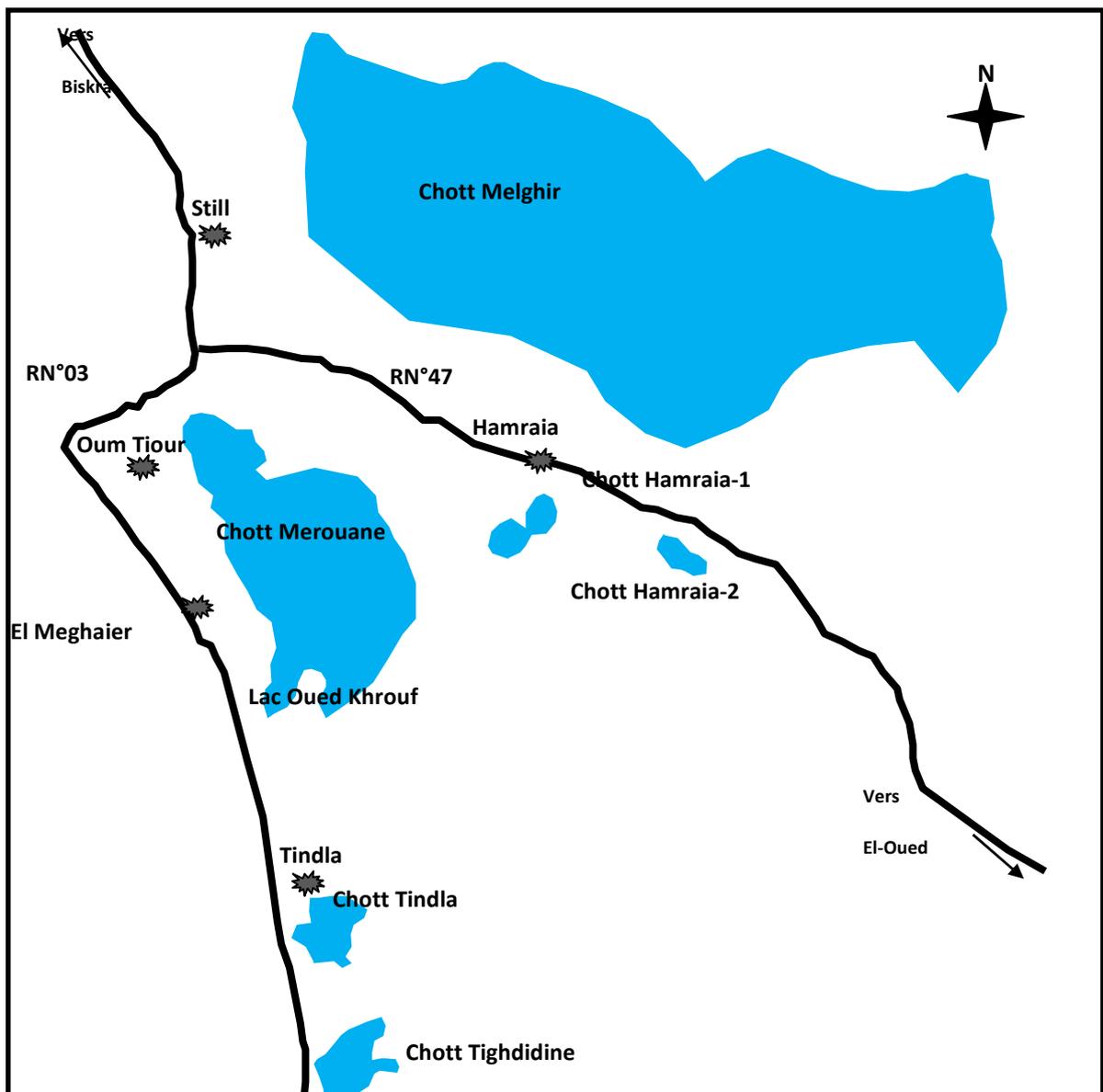
Zone humide	Coordonnées GPS	Superficie	Statut	Spécificités
1. Chott Merouane	34°02.433'N, 5°58.748'E.	305000ha	Site Ramsar depuis 2001	Présence d' <i>Artemia salina</i>
2. Lac d'Oued Khrouf	33°53.332'N, 06°01.125'E	1200ha	Site Ramsar depuis 2001	Nidification de la Sarcelle marbrée <i>Marmaronetta angustirostris</i>
3. Chott Melghir	34°10.631'N, 06°17.322'E	523400 ha	Site Ramsar depuis 2001	Nidification du Gravelot à collier interrompu <i>Charadrius alexandrinus</i> et d'Echasse blanche <i>Himantopus himantopus</i>
4. Chott Hamraïa-1	34°5.483'N, 06°13.292' E	30ha	Neant	Nidification du Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i>
5. Chott Hamraïa-2	33°58.173''N, 06°27.178'E	48ha	Neant	Nidification du Tadorne casarca <i>Tadorna ferruginea</i>
6. Chott Tindla	33°39.787'N, 06°02.815'E	75ha	Neant	Nidification du Gravelot à collier interrompu <i>Charadrius alexandrinus</i>
7. Lac Ayata	33°29.867'N, 05°59.403'E	25ha	Neant	Nidification du Gravelot à collier interrompu <i>Charadrius alexandrinus</i>
8. Lac Merara	33°03.432'N, 06°03.967'E	33ha	Neant	Nidification des Gangas unibandes <i>Pterocles alchata</i>
9. Chott Tighdidine	33°31.366'N, 06°02.181'E	200ha	Neant	Nidification du Tadorne casarca <i>Tadorna ferruginea</i>

### 2.2.1. 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.2.3). 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.2.3.** Situation géographique du complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ

### **2.2.2. Lac d'Oued Khrouf (33°53.332'N, 06°01.125'E)**

Cette zone humide appartenant administrativement à la ville de Ain Chikh commune de Sidi Khelile (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 (Boumezbour 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 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 augustirostris*, 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).

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

Le Chott Melghir est très difficile d'accès. Il couvre 523.426 ha, a une altitude moyenne de -24m à la limite septentrionale de la vallée, il chevauche trois wilayas; Khenchla (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 330HM<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 caractérisé par un nombre d'espèces endémiques s'élève à 14, 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 *Phoenicopterus roseus*, le Tadorne de Belon *Taorna tadorna*, le Tadorne casarca *Tadorna ferruginea*, le Gravelot à collier interrompu *Charadrius alexandrinus* et l'Echasse blanche *Himantopus himantopus* (7.000 oiseau ex. 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).

#### **2.2.4. Chott Hamraïa-1 (34°5.483'N, 06°13.292')**

Chott Hamraïa dépend de la Wilaya d'El Oued, commune de Hamraïa. Le site est situé à 2 Km au sud de cette commune et à 1Km à l'Ouest de la route nationale n°47 reliant El Hamraïa à El Oued. Ce plan d'eau d'une trentaine d'hectares constitue l'exutoire des eaux usées de la commune de Hamraïa, évacuées par des buses jusqu'au site (Figure.2.3). Il est en eau pendant toute l'année et est entièrement ceinturé de phragmites. Il représente aussi un lieu d'hivernage propice pour de nombreux anatidés comme le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* (au plus 225 individus en janvier 2005 ex.), la Sarcelle marbrée *Marmaronetta augustirostris*, (450 oiseau en mars 2006) et le Canard souchet *Anas clypiata* (au plus de 16.000 individus en décembre 2004). En 2004-2005, nous avons dénombré 34 espèces d'oiseaux d'eau (Houhamdi et al. 2008).

#### **2.2.5. Chott Hamraïa-2 (33°58.173'N, 06°27.178')**

Ce site est situé au sud de la commune de Hamraïa au bord de la route nationale n°47 reliant la commune de Hamraïa à la ville d'El-Oued (Figure.2.3). Ce plan d'eau d'une trentaine d'hectares et de profondeur moyenne variant entre 20 et 30 cm est une zone humide satellite du Chott Merouane.

Il n'est en eau que très tard, en générale vers la fin du mois de septembre et s'assèche vers la mi-juin. C'est le site préférentiel des Tadornes casarca *Tadorna ferruginea* (maximum de 103 oiseaux en 2004-2005) (Houhamdi et al. 2008).

#### **2.2.6. 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) alimentée par les eaux débordant du canal d'évacuation de la région méridionale de la vallée. Son eau est salée et 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).

#### **2.2.7. Lac Ayata «Sidi Amrane» (33°29.867'N, 05°59.403'E)**

Administrativement, il appartient à la commune de Sidi Amrane. Ce plan d'eau d'une quarantaine d'hectares est situé à 3 km au sud de la ville de Djamaa au bord de la route nationale n°3 reliant Djamaa à Touggourt et le chemin de fer reliant Biskra à Touggourt. (Figure.2.3). Il présente une profondeur moyenne de 80 cm et il est pratiquement en eau durant toute l'année. Le lac Ayata est alimenté principalement par un canal d'assainissement des eaux usées des communes limitrophes du lac et les eaux de drainage des palmeraies. Le canal s'étend sur 14 Km pour atteindre le canal principal de Oued Righ dirigé vers le Chott Merouane, en son septième kilomètre, ce canal a été bloqué, causant une perturbation de passage des eaux vers le canal principal, en donnant la naissance du lac de Sidi Amrane. L'inventaire floristique du lac Ayata a montré que le site renferme 14 espèces appartenant à 10 familles dont des Amarantacées est la plus représentée (4 espèces: *Arthrocnemum macrostachyum*, *Suaeda fruticosa*, *Traganum nudatum*, *Haloecnemum strobilaceum*) suivi par la famille de Poaceae présentée par deux espèces: *Aeluropus littoralis*, *Phragmites communis*, les autres familles ne sont représentées que par une seule espèce telles que: *Juncus maritimus*, *Tamarix gallica* et *Zygophyllum album* (Bentaleb et Djellab, 2008). En 2004-2005, cette zone humide a hébergé 39 espèces d'oiseaux d'eau appartenant à 13 familles, principalement des anatidés (Canard souchet *Anas clypeata*, Canard pilet *Anas acua*, Sarcelle marbrée *Marmaronetta augustirostris*, Sarcelle d'hiver *Anas crecca*) et des ardéidés (Héron cendré *Ardea cinerea*, Héron garde-boeuf *Bubulcus ibis*, Aigrette garzette *Aigretta garzetta*) (Bouzegag, 2008).

#### **2.2.8. Lac Merara (33°03.432'N, 06°03.967'E)**

Le lac Merara d'une superficie de vingtaine d'hectares est un plan d'eau douce endoréique, est alimentée essentiellement par Oued Rtem qui appartient de la région de Ouled Djellal au nord de la commune de Merara. Il est en eau seulement pendant la période des crues. Ce site était à sec durant

toute la période d'étude sauf l'année pluvieuse 2009/2010, où on a observé seulement quelques espèces de canards, aucun flamant n'a été signalé dans ce site. (Figure.2.3). Des discussions avec les riverains d'El-Merara nous ont confirmé que le plan d'eau qui peut être profond de 4m, ne s'est pas rempli d'eau depuis huit ans. Il est pratiquement entouré par le Tamarix L'intensification de l'agriculture sur ses rives (principalement le palmier dattier, les arbres fruitiers, les cultures maraîchères, le blé dur et le maïs) est une cause majeure de l'assèchement. Durant nos sorties, nous avons observé des Gangas cata et unibandes (*Pterocles alchata* et *Pterocles orientalis*), des Tadornes casarca *Tadorna ferruginea* et des Cigognes blanche *Ciconia ciconia*.

### **2.2.9. 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. D'après les riverains, le chott n'est plus en eau depuis quelques années; jadis, il était très fréquenté par le Flamant rose phoenicopterus roseus, le Tadorne de Belon *Tadorna tadorna* et le Tadorne casarca *Tadorna ferruginea*.

## **3. Menaces écologiques et environnementales**

### **3.1. Le surpâturage**

Appartenant aux villageois, des nombreux troupeaux d'ovins et de caprins fréquentent largement les alentours des zones humides particulièrement lac d'Oued Khrouf, lac Ayata, Chott Tindla, Chott Hamraia 1 et Lac Merara, provoquant ainsi des dérangements immenses pour les oiseaux d'eau. Les plantes (hélrophytes) sont sans cesse coupées sur les bords pour l'alimentation de leur bétail. Des incendies qui servent à fertiliser le sol sont aussi souvent observés. (Annexe 3)

### **3.2. La pollution**

Les rejets des eaux usées urbains et industrielles non traitées de la région d'Oued Righ à cause du manque des stations d'épuration des eaux usées le long du canal d'Oued Righ, constituent une grande menace sur la vie des êtres aquatiques surtout par les éléments traces déversés par les complexes industriels de la zone industrielle de Touggourt et les germes pathogènes des eaux usées des agglomérations urbaines de la région d'Oued Righ, ainsi que les décharges sauvages dans certains sites. (Annexe 4)

### **3.3. L'aménagement inadéquat**

Les aménagements agricoles et hydrauliques inadéquat effectués dans les différentes régions la vallée d'Oued Righ, constituent un grand menace pour le cycle hydrique des zones humides de la vallée qui affecte d'une façon directe la phénologie et l'écologie de la faune et la flore des zones humides.

### **3. Matériel et méthodes**

Notre étude a pour objectif d'étudier l'éco-éthologie du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* hivernant dans les oasis de la Vallée de l'Oued Righ (Sahara algérien).

Dans cette étude nous avons suivi régulièrement l'évolution des populations de flamants roses dans les chotts et les lacs de la vallée d'Oued Righ et les variations des effectifs durant trois saisons d'hivernage, ainsi que son comportement diurne dans le Chott de Tindla et le Chott Merouane pendant la période d'hivernage.

#### **3.1. Matériel**

Le matériel utilisé pour notre étude

##### **3.1.1. Sur le terrain**

- Un Télescope, «Optolyth», 20 X 60
- Un carnet (pour prendre des notes).
- Une combinaison spéciale (imperméable à l'eau)
- Un guide d'identification des oiseaux (Oiseaux d'Europe d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient).
- Une carte du terrain
- Un appareil photo numérique.
- Fiche technique.
- Profondimètre.
- GPS

##### **3.1.2. Au laboratoire**

- Logiciel ADE. 4 (pour les analyses statistiques).

#### **3.2. Méthode**

##### **3.2.1. Dénombrement**

###### **3.2.1.1. Dénombrement des oiseaux, buts et raisons**

Le dénombrement des oiseaux d'eau se fait pour plusieurs raisons, tel obtenir des renseignements sur le biomonitoring 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 ou bien, 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 et enfin le dénombrement des oiseaux a une grande importance sur le plan international dans l'estimation des populations régionales de plusieurs espèces et leur tendance.

###### **3.2.1.2. 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 Bourliere 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.

**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 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, cette méthode présente une marge d'erreur estimée de 5 à 10% (Lamotte et Bourliere 1969).

### **3.2.1.3. Dénombrement des flamants**

Les dénombrements des flamants constituent une partie importante dans cette étude. Ils sont permis de suivre l'évolution de effectifs, les déplacements et de connaître l'importance des différentes zones humides de la vallée d'Oued Righ pour l'espèce.

Nous avons fait le dénombrement à travers tous les plans d'eau de la Vallée d'Oued Righ avec une fréquence d'une sortie par quinzaine et les techniques utilisées dépendent de la taille de la population.

Les dénombrements de flamants roses ont été effectués durant trois saisons d'hivernage (2004/2005, 2007/2008 et 2009/2010) du mois d'août jusqu'à mois d'avril, dans les sept zones humides décrites ci-dessus. Dans les petites zones humides de la vallée à savoir ; lac Ayata, Chott Tindla, Oued Khrouf et Chott Hamraia nous avons procédé à un comptage individuel, par contre, dans les plus vastes à savoir; Chott Melghir et Chott Merouane 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.

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

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

#### **3.2.2.1. Méthodes d'échantillonnage**

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*.

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

**B/ Méthode *SCAN* :** Cette méthode se basant sur l'observation d'un groupe permet d'enregistrer les activités instantanées de chaque individu puis grâce à des transformations mathématiques fait ressortir le pourcentage temporel de chacune d'elle (Altmann 1974). Elle présente l'avantage d'être la seule méthode appliquée dans des sites à végétations denses où les oiseaux d'eau (surtout les Anatidés) 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).

### **3.2.2.2. Etude des budgets temps diurne des flamants**

Dans le but de mieux comprendre l'eco-éthologie du flamant rose dans les zones humides de la vallée d'Oued Righ, nous avons choisi deux sites différents du point de vue superficie, proximité et éloignement des agglomérations (effet de dérangement), 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, par contre le Chott Tindla qu'est moins spacieux (environ 75 ha) en comparaison au Chott Merouane, en plus il est proche de l'agglomération urbaine de la commune de Tindla et le chemin menant aux périmètres agricoles de propriétaires.

En effet, nous avons effectué des sorties par quinzaine, de septembre 2004 à avril 2005 pour Chott de Tindla et de septembre 2009 à mai 2010 pour Chott Merouane. Durant notre étude sur l'activité diurne 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) (Altmann 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 et traités séparément pour les adultes, les juvéniles et immatures. 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 ...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 convertir 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 (Tamiser et Dehorter 1999b)

### **3.2.3. 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.

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 Doldec, 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.

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.

#### **4.1. Evolution spatio-temporelle des effectifs du Flamant rose *Phoenicopterus roseus***

Nous décrivons, dans cette partie, les variations spatio-temporelles des effectifs du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans les plans d'eau du complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ (Sahara oriental algérien), en fonction du temps (dates d'arrivées et de départs, périodes de concentration des effectifs et/ou de leur stabilité) durant les trois saisons d'hivernage 2004/2005, 2007/2008 et 2009/2010, ainsi que l'occupation spatiale de cette espèce dans l'ensemble des sites de la vallée. Les principales zones humides de la vallée d'Oued Righ sont : Lac de Oued Khrouf, Chott Merouane, Chott Melghir, Lac Ayata, Chott Tindla et Chotts Hamraia-1 et Hamraia-2.

##### **4.1.1. Evolution des effectifs globaux du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans l'ensemble des zones humides de la vallée d'Oued Righ (Sahara oriental algérien)**

Le suivi régulier de l'évolution des effectifs globaux du flamant rose *Phoenicopterus roseus* au niveau du complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ durant les trois saisons d'hivernage 2004/2005, 2007/2008 et 2009/2010, à raison d'une sortie par quinzaine, du mois d'août jusqu'au mois de mai pour chaque année, montre nettement la présence du flamant rose dans tous nos relevés, avec des effectifs qui varient respectivement entre 16 et 32000 individus pour la saison 2004/2005, entre 5045 et 42748 individus pour la saison 2007/2008, et entre 341 et 21086 individus pour la saison 2009/2010.

Les principaux sites de la vallée hébergent le flamant rose avec des effectifs plus ou moins variés et élevés notamment sur les plans d'eau les plus spacieux tels que; Lac de Oued Khrouf, Chott Merouane et Chott Melghir (Figure.4.1). Ces sites semblent être les plus fréquentés par l'espèce pendant l'hiver et ce durant toute la période d'étude.

Généralement, le flamant rose vient occuper les zones humides de la vallée d'Oued Righ à partir de la première quinzaine du mois d'août.

Au début de notre étude, et ceci durant l'année 2004/2005, les effectifs étaient très faibles : environ un millier de flamants concentrés dans les sites dont la profondeur en eau était assez importante (50 à 80 cm) tels que : Lac Ayata, lac de Oued Khrouf et Chott Tindla.

D'une manière générale, la courbe de l'évolution de ces effectifs suit une allure normale, avec des maximums de 24034 individus (22905 adultes et 1129 immatures) pendant la deuxième semaine du mois de novembre 2004 (Tableau.4.1, figure 4.2). Aussitôt après, cette courbe prend une allure en dents de scie montrant deux principaux pics; 23269 individus durant la première quinzaine du mois de décembre 2004 et 21034 individus au début du mois de février 2005. À partir de cette dernière date, les effectifs diminuent progressivement pour se limiter à quelques centaines d'individus (947 individus dont 87 immatures) vers la fin de la

première saison de notre étude (début du mois de mai 2005). Durant la saison 2004/2005, l'évolution des effectifs des individus adultes suit l'allure des effectifs globaux avec un maximum de 22905 individus pendant la première quinzaine du mois de novembre 2004. A partir du début du mois de février 2005, on observe une diminution du nombre de flamants adultes (860individus) à partir du mois de mai 2005 (Tableau.4.2, figure.4.2).

Les flamants immatures viennent occuper les plans d'eau de la vallée d'Oued Righ au début du mois d'août (1 individu), puis ces effectifs augmentent progressivement pour atteindre un maximum de 1200 individus durant la première quinzaine du mois de décembre. En général nous observons une légère augmentation des effectifs des individus immatures allant du mois de novembre 2004 jusqu'au mois de mars 2005 (954 à 1200 individus) (Figure.4.2).

La saison d'hivernage 2007/2008 s'est caractérisée par l'abondance la plus élevée par rapport aux saisons d'hivernage 2004/2005 et 2009/2010 (Tableau.4.1, figure.4.3).

En 2007/2008, le flamant rose commença à coloniser la vallée d'Oued Righ dès le début du mois d'août avec des effectifs relativement élevés (5045individus). Ces effectifs ne cessèrent d'augmenter jusqu'au mois de décembre 2007 où le maximum de 42748 individus fut noté. Puis, une diminution a été observée vers la fin du mois de janvier 2008 (24373 individus). Aussitôt après un rehaussement du nombre de flamants pour atteindre un effectif de 42414 individus au mois de février 2008, ensuite une diminution fut observée jusqu'à atteindre un effectif avoisinant 9060 individus vers la fin du mois de mai 2008. Le nombre des adultes pour la saison 2007/2008 est proportionnel au nombre total des flamants de cette saison. Un maximum de 40157 adultes est noté pendant la première quinzaine du mois de février 2008 (Tableau.4.2, figure.4.3).

La figure (4.3) montre la présence des individus immatures durant toute la saison avec des effectifs élevés au niveau du complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ, ils sont présents dans la vallée au début du mois d'août 2007 avec un nombre relativement élevé (574 immatures) en comparaison avec les autres saisons, où un maximum de 2877 immatures a été enregistré pendant la deuxième quinzaine du mois de décembre 2007. Une stabilité partielle des effectifs a été observée au mois d'octobre 2007 jusqu'au mois de février 2008, avec un effectif variant entre 2201 et 2877 individus (Tableau.4.3, figure.4.3).

Pour la saison 2009/2010, le flamant rose est noté avec des effectifs faibles en comparaison avec les saisons 2004/2005 et 2007/2008. Les premiers groupes du flamant rose sont arrivés dès la première semaine du mois de septembre (341 individus), ces effectifs augmentent progressivement avec des arrivées successives de nouveaux groupes pour atteindre un pic de

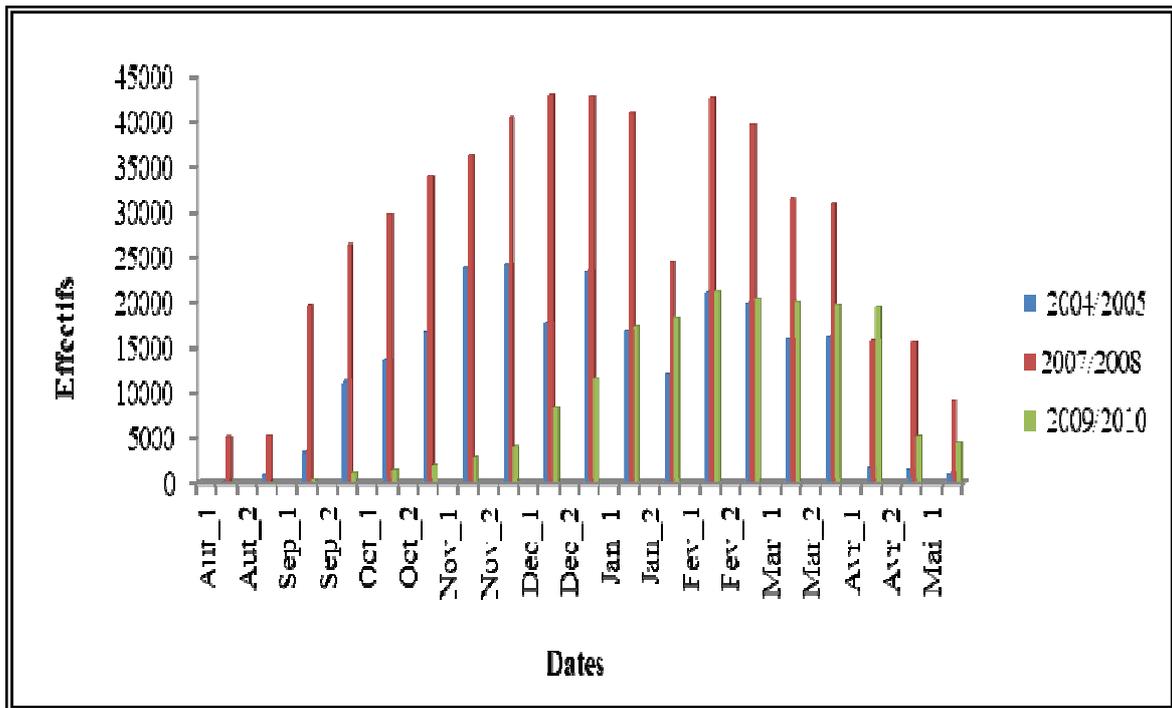
21086 individus pendant la première quinzaine du mois de février 2010. (Tableau.4.1, figure.4.4).

Une fluctuation des effectifs, comprise entre de 17308 et 21086 individus, a été enregistrée du mois de janvier jusqu'au mois d'avril. Une diminution des effectifs est notée à partir du mois d'avril jusqu'à atteindre le nombre de 4353 individus vers la première quinzaine du mois de mai 2010. Cette période s'est caractérisée par le nombre élevé de flamants roses qui sont restés au niveau de la vallée et plus particulièrement au niveau du lac de Oued Khrouf, Chott Melghir et Chott Merouane. (Figure.4.4).

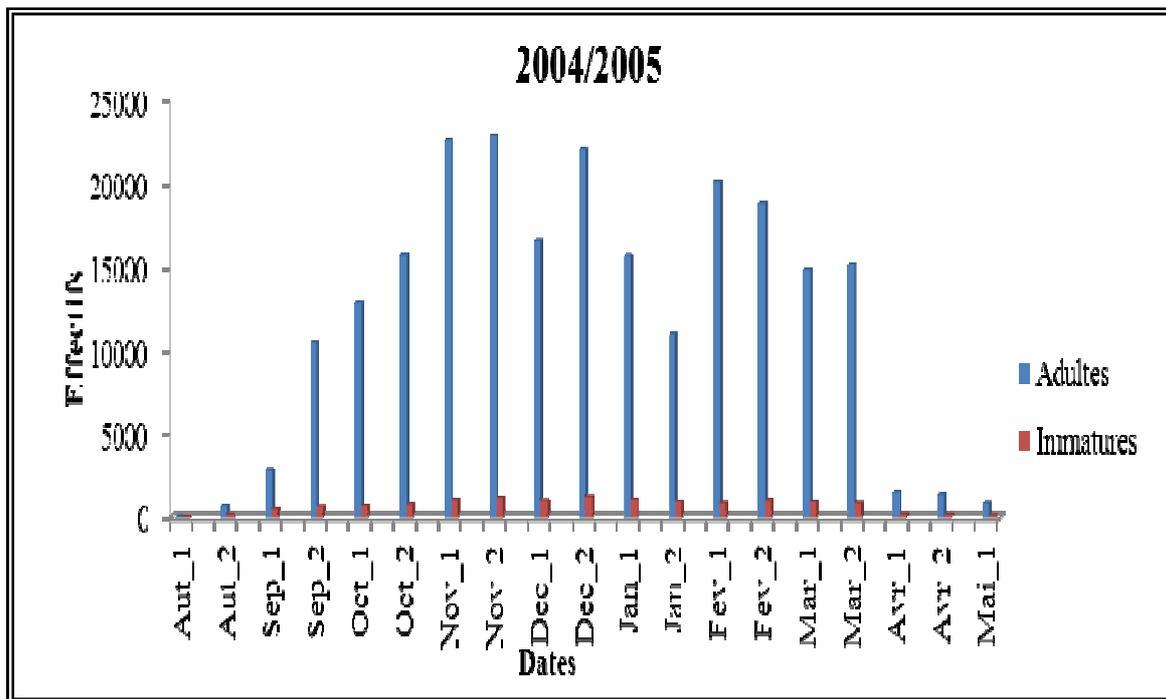
Les individus adultes sont présents dans la vallée d'Oued Righ durant la saison 2009/2010 avec des effectifs faibles par rapport aux deux autres saisons d'hivernage ou le maximum de 20128 adultes a été enregistré à la première quinzaine du mois de février 2010. L'occupation de la vallée par les flamants fut à partir du mois de septembre mais avec un nombre réduit (310 individus). La courbe d'évolution suit une allure normale mais avec une progression lente en comparaison avec celles des saisons 2004/2005 et 2007/2009, elle est proportionnelle au nombre total des flamants de cette année. Après le maximum de 20128 individus enregistré au mois de février, on a noté un effondrement des effectifs vers le mois de mai 2010 (4353individus) (Tableau.4.2, figure.4.4).

Les individus immatures exploitent la vallée d'Oued Righ dès la première quinzaine du mois de septembre 2009 avec un chiffre très restreint (31 individus), l'arrivée progressive des groupes des immatures augmente le nombre jusqu'à atteindre un maximum de 1103 individus durant le début du mois de mars 2010. La courbe de variation des effectifs montre une stabilité qui s'étale du mois de janvier jusqu'au mois d'avril 2010, avec un effectif oscillant entre 881 et 1103 individus. (Tableau.4.3, figure.4.4).

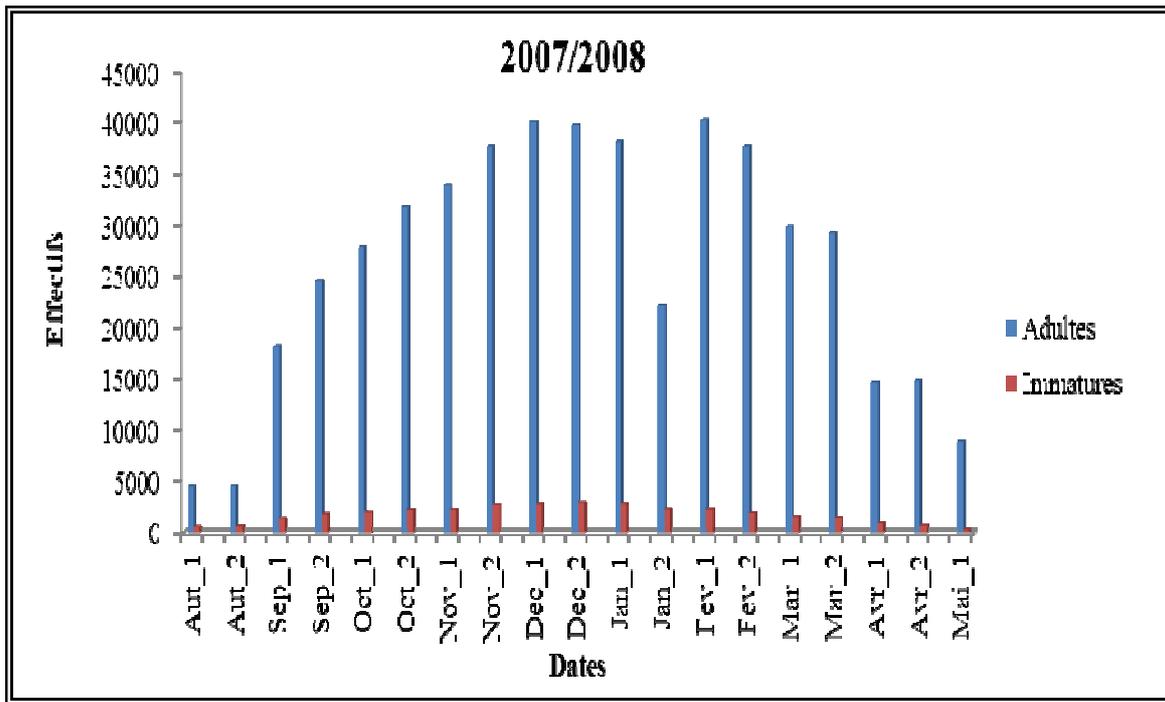
En réalité, ces chiffres indiquent clairement que le complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ joue un rôle très important dans l'hivernage du Flamant rose *phoenicopterus roseus*.



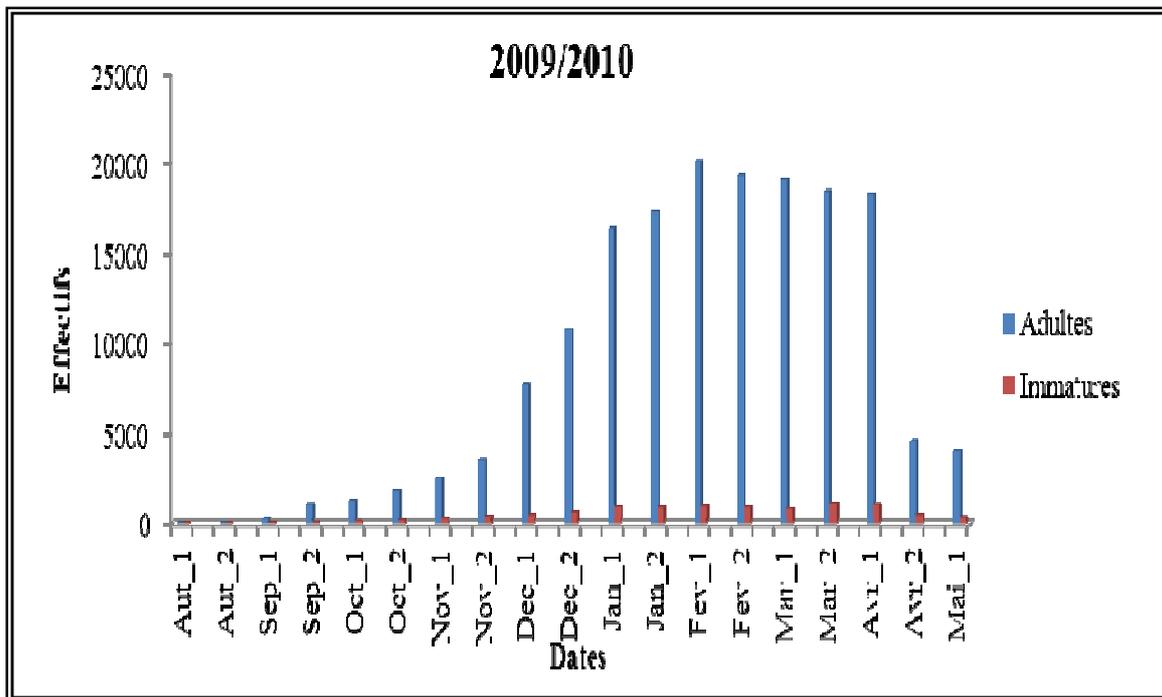
**Figure.4.1.** Evolution des effectifs globaux du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* au niveau du complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ durant les trois saisons d'hivernage (2004/2005, 2007/2008 et 2009/2010)



**Figure.4.2.** Evolution des effectifs du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* au niveau du complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ durant la saison d'hivernage 2004/2005



**Figure.4.3.** Evolution des effectifs du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* au niveau du complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ durant la saison d'hivernage 2007/2008



**Figure.4.4.** Evolution des effectifs du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* au niveau du complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ durant la saison d'hivernage 2009/2010

**Tableau.4.1.** Le maximum des effectifs, du Flamant rose *Phoenicopterus roseus*, observé dans l'ensemble des zones humides de la vallée d'Oued Righ durant les trois saisons d'hivernage.

Année	Valeurs maximales	Date
2004/2005	24034	Novembre-2
2007/2008	42748	Décembre-1
2009/2010	21086	Février-1

**Tableau.4.2.** Le maximum des effectifs des individus adultes du Flamant rose *Phoenicopterus roseus*, observé dans l'ensemble des zones humides de la vallée d'Oued Righ durant les trois saisons d'hivernage.

Année	Valeurs maximales	Date
2004/2005	22905	Novembre-2
2007/2008	40157	Février-1
2009/2010	20128	Février-1

**Tableau.4.3.** Le maximum des effectifs des immatures, du Flamant rose *Phoenicopterus roseus*, observé dans l'ensemble des zones humides de la vallée d'Oued Righ durant les trois saisons d'hivernage.

Année	Valeurs maximales	Date
2004/2005	1200	Décembre-2
2007/2008	2877	Décembre-2
2009/2010	1103	Mars-2

**4.1.2. Evolution spatio-temporelle des effectifs du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans les différentes zones humides de la vallée d'Oued Righ**

**Tableau.4.4.** Le maximum des effectifs, du Flamant rose *Phoenicopterus roseus*, observé dans les principaux sites du complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ durant les trois saisons d'étude, le maximum observé par site (**MOPS**) est obtenu dans des dates différentes.

Site	MOPS	Date	Année
Chott Merouane	14100	Décembre-2	2004/2005
Lac d'Oued Khrouf	642	Novembre-2	
Chott Melghir	4324	Octobre-2	
Chott Hamraia-1	26	Octobre-1	
Chott Hamraia-2	119	Mars-2	
Chott Tindla	6764	Mars-1	
Lac Ayata	122	Décembre-2	
Site	MOPS	Date	Année
Chott Merouane	19700	Décembre-2	2007/2008
Lac d'Oued Khrouf	682	Novembre-2	
Chott Melghir	15380	Février-1	
Chott Hamraia-1	509	Octobre-2	
Chott Hamraia-2	309	Décembre-1	
Chott Tindla	9530	Novembre-2	
Lac Ayata	276	Décembre-2	
Site	MOPS	Date	Année
Chott Merouane	16910	Avril-1	2009/2010
Lac d'Oued Khrouf	1800	Avril-1	
Chott Melghir	4235	Février-1	
Chott Hamraia-1	36	Décembre-2	
Chott Hamraia-2	21	Décembre-2	
Chott Tindla	0	0	
Lac Ayata	111	Janvier-1	

**Tableau.4.5.** Le maximum des effectifs des adultes, du Flamant rose *Phoenicopterus roseus*, observé dans les principaux sites du complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ durant les trois saisons d'étude, le maximum des adultes observés par site (MAOPS) est obtenu dans des dates différentes.

Site	MAOPS	Date	Année
Chott Merouane	13600	Décembre-2	2004/2005
Lac d'Oued Khrouf	600	Novembre-2	
Chott Melghir	4200	Octobre-2	
Chott Hamraia-1	22	Octobre-1	
Chott Hamraia-2	115	Mars-2	
Chott Tindla	6400	Mars-1	
Lac Ayata	109	Décembre-2	
Site	MAOPS	Date	Année
Chott Merouane	18300	Décembre-2	2007/2008
Lac d'Oued Khrouf	580	Novembre-2	
Chott Melghir	14700	Février-1	
Chott Hamraia-1	453	Octobre-2	
Chott Hamraia-2	241	Décembre-1	
Chott Tindla	8750	Novembre-2	
Lac Ayata	232	Décembre-2	
Site	MAOPS	Date	Année
Chott Merouane	16200	Avril-1	2009/2010
Lac d'Oued Khrouf	1600	Avril-1	
Chott Melghir	3800	Février-1	
Chott Hamraia-1	30	Décembre-2	
Chott Hamraia-2	17	Décembre-2	
Chott Tindla	/	/	
Lac Ayata	87	Janvier-1	

**Tableau.4.6.** Le maximum des effectifs des immatures, du Flamant rose *Phoenicopterus roseus*, observé dans les principaux sites du complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ durant trois saisons d'étude, le maximum des immatures observés par site (**MIOPS**) est obtenu dans des dates différentes.

Site	MIOPS	Date	Année
Chott Merouane	500	Décembre-2	2004/2005
Lac de Oued Khrouf	42	Novembre-1	
Chott Melghir	343	Décembre-2	
Chott Hamraia-1	4	Octobre-1	
Chott Hamraia-2	7	Novembre-1	
Chott Tindla	368	Mars-2	
Lac Ayata	13	Décembre-2	
Lac Ayata	13	Décembre-2	
Site	MIOPS	Date	Année
Chott Merouane	1400	Décembre-2	2007/2008
Lac de Oued Khrouf	102	Novembre-2	
Chott Melghir	780	Janvier-1	
Chott Hamraia-1	64	Février-1	
Chott Hamraia-2	68	Décembre-1	
Chott Tindla	800	Octobre-2	
Lac Ayata	44	Décembre-2	
Lac Ayata	44	Décembre-2	
Site	MIOPS	Date	Année
Chott Merouane	710	Avril-1	2009/2010
Lac d'Oued Khrouf	203	Mars-2	
Chott Melghir	470	Janvier-1	
Chott Hamraia-1	6	Décembre-2	
Chott Hamraia-2	5	Mars-2	
Chott Tindla	/	/	
Lac Ayata	29	Mars-1	

#### 4.1.2.1. Chott Merouane

Chott Merouane est le site le plus abondant en flamants roses par rapport aux autres sites de la vallée d'Oued Righ, malgré qu'il occupe la deuxième place par sa superficie (305000ha). Au Chott Merouane, les effectifs de flamants roses atteignent le double des effectifs observés à Tindla pour les saisons 2004/2005 et 2007/2008. D'une manière générale, les flamants roses arrivent dès le mois d'août en 2004 et 2009, et au début du mois de septembre en 2007 (Figure.4.8).

Ces effectifs augmentent graduellement pour atteindre respectivement des maximums de 14100 individus (dont 13600 adultes et 500 immatures) et 19700 individus (dont 18300 adultes et 1400 immatures) à la fin des mois de décembre en 2004 et 2007 (Tableau.4.4, figure.4.5). Ces effectifs varient ensuite avec deux effondrements consécutifs et un léger rehaussement qui ramène l'effectif global à 13480 individus (dont 13080 adultes et 400 immatures) et 19160 individus (dont 18300 adultes et 860 immatures) au début du mois de février 2005 et février 2008. Aussitôt après, les départs commencent et il ne reste que 947 individus (860 adultes et 87 immatures) et 6120 individus (dont 6000 adultes et 120 immatures) en mai 2005 et mai 2008 (Figure.4.5, 4.6 et 4.7).

Pour la saison 2009/2010 un maximum de 16910 individus (dont 16200 adultes et 710 immatures) a été noté au début du mois d'avril 2010 (Tableau.4.4, 4.5, 4.6). On observe une légère fluctuation des effectifs autour de 12300 à 16910 individus du mois de janvier jusqu'au mois d'avril 2010, puis une diminution progressive vers le mois de mai 2010 et il ne reste que 3480 individus (3200 adultes et 280 immatures) (Tableau.4.4, figure. 4.5, 4.6 et 4.7).

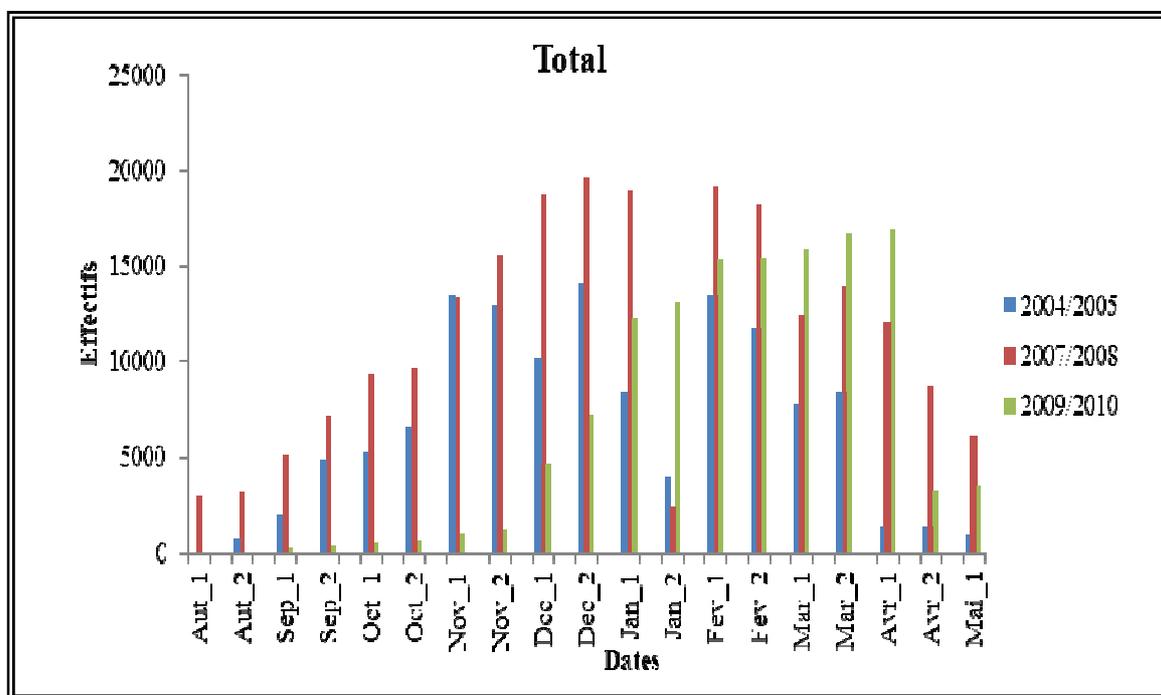
En général, le Flamant rose occupe le site pendant une période allant de huit à neuf mois de l'année où peut être plus dans certaines saisons pluvieuses avec de grands effectifs telles que les saisons d'hivernage 2007/2008 et 2009/2010, ce qui montre l'importance du Chott Merouane comme site d'hivernage pour les populations algérienne, d'Afrique du nord et du Paléarctique. Il offre par sa grande superficie qui dépasse les 305000 ha une meilleure protection contre toutes les menaces des prédateurs.

Les observations effectuées jusqu'à deux heures après le crépuscule et environ une heure avant le lever du jour ont montré qu'un effectif moyen de flamants est observé dans la partie ouest du Chott près de l'ENASEL ou parfois certains individus s'aventurent dans les bacs d'extraction des sels de cette société. Cependant les flamants arrivent dans cette partie vers la fin de la journée pour passer la nuit et ils la quittent au début de la journée juste une après le lever du jour. Ils se déplacent habituellement par des petits vols vers le milieu du plan d'eau pour rejoindre d'autres groupes y présents.

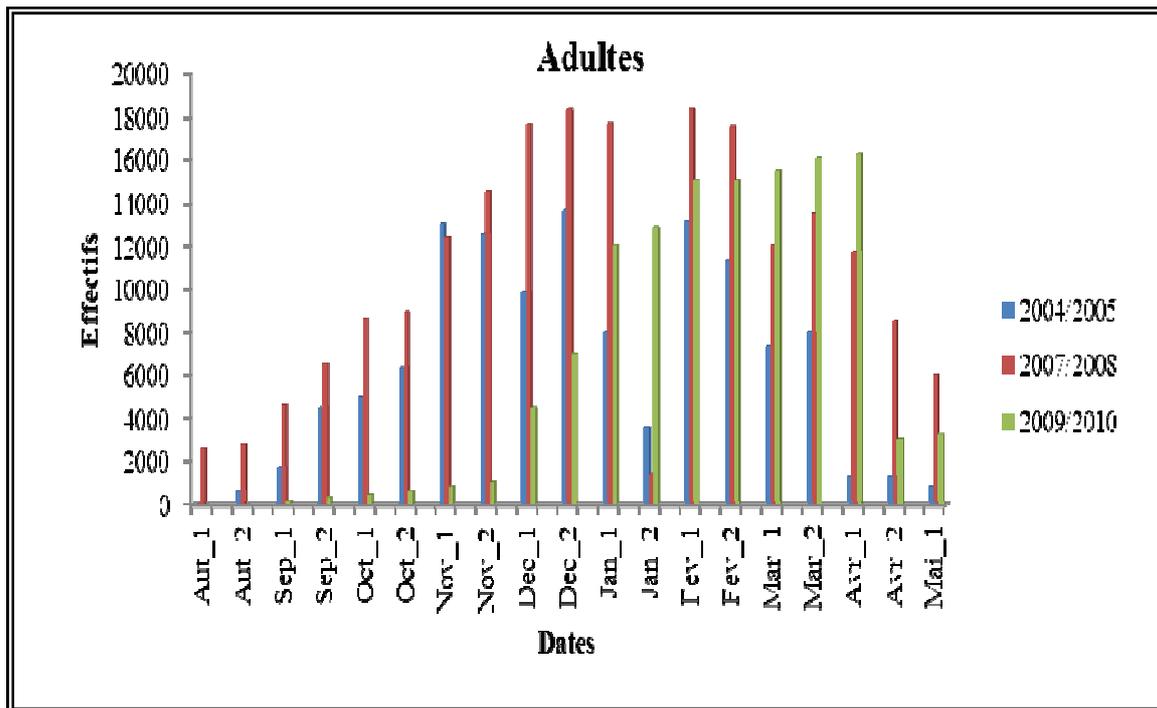
En effet, des effectifs élevés de flamants ont été observés presque durant toute la période d'étude dans la partie centrale près des ilots et la partie sud du Chott près des phragmites du lac d'Oued Khrouf. Ils se concentrent particulièrement au niveau des affluents du canal d'Oued Righ en passant par le lac d'Oued Khrouf à une distance de 2 à 4 km de la berge ouest du Chott.

Des petits groupes de flamants qui sont généralement des individus immatures ont été observés en alimentation ou en marche à proximité de la berge sud-ouest près du village Dandougha et au nord-ouest du chott près d'Oum Tiour.

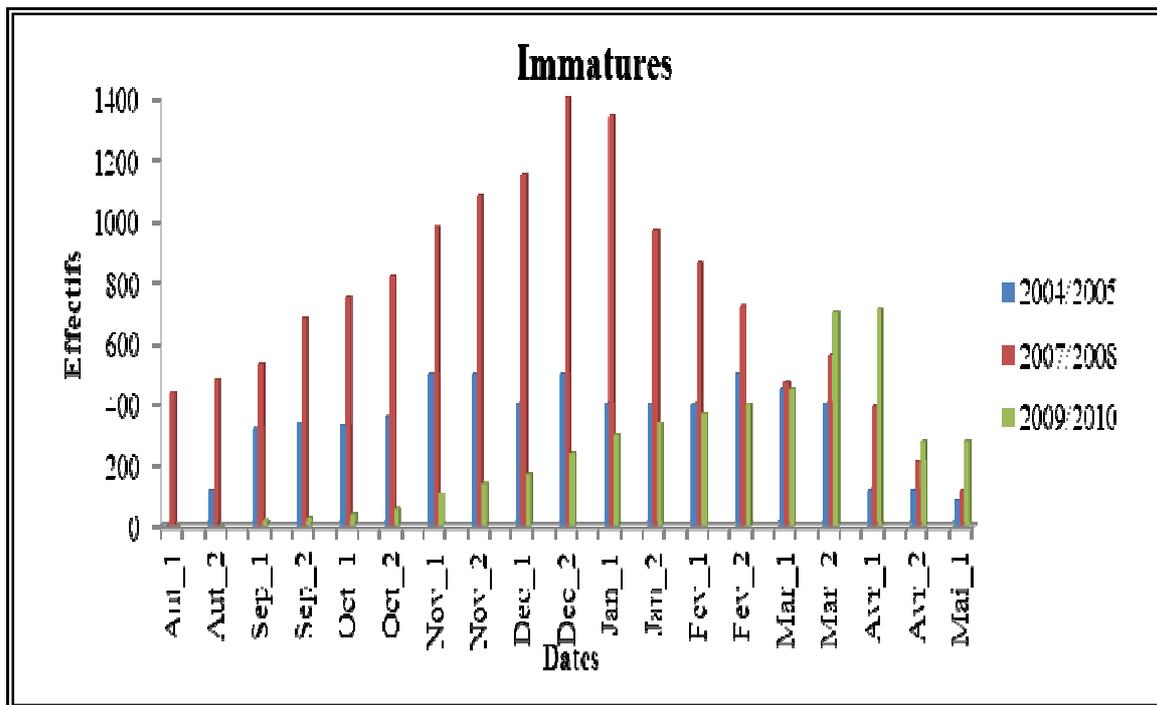
Toutes ces observations précédentes sont faites durant la période hivernale où le chott est en eau, vers la fin du mois de mars. Au début de l'assèchement du site les flamants commencent à occuper le centre et la partie sud du chott (Figure. 4.8).



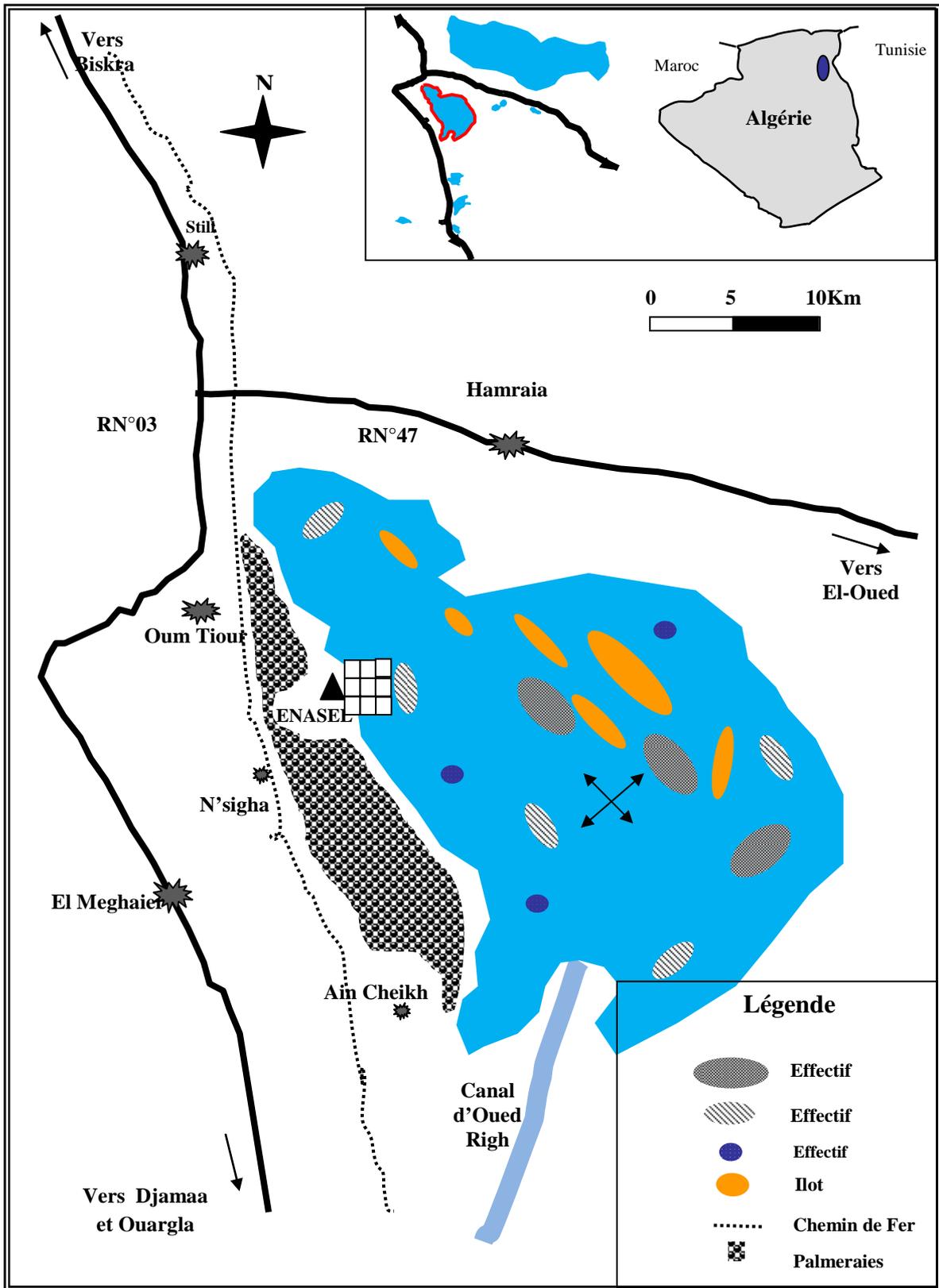
**Figure.4.5.** Evolution des effectifs globaux du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* au niveau du Chott Merouane



**Figure.4.6.** Evolution des effectifs des individus adultes du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* au niveau du Chott Merouane



**Figure.4.7.** Evolution des effectifs des individus immatures du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* au niveau du Chott Merouane



**Figure.4.8.** Distribution spatiale du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* à travers Chott Merouane

#### **4.1.2.2. Lac d'Oued Khrouf**

Le lac d'Oued Khrouf constitue le début du Chott Merouane. Il attire de grandes concentrations de flamants roses venant du chott pour se reposer sur les plans d'eau dégagés de toute végétation.

Le suivi de la population du Flamant rose au cours de trois saisons d'hivernage (2004/2005, 2007/2008 et 2009/2010) dans le lac d'Oued Khrouf montre sa présence régulière presque pendant toute la période d'hivernage mais on constate seulement quelques différences au niveau des effectifs d'une saison à une autre (Figure.4.9).

A propos de l'effectif total, la saison 2009/2010 est la plus abondante par rapport aux autres saisons avec un maximum de 1800 individus pendant le mois d'avril 2010. On a enregistré respectivement des maximums de 642 et 682 durant la deuxième quinzaine du mois de novembre pour les saisons 2004/2005 et 2007/2008 (Tableau.4.4, figure.4.9).

En 2007/2008, le flamant rose est présent dès le début du mois d'août (60 individus). Cependant pour les saisons 2004/2005 et 2009/2010, il a commencé à coloniser le lac d'Oued Khrouf à partir de la première quinzaine du mois de septembre avec respectivement des nombres de 58 et 10 individus. D'autres groupes, composés principalement d'adultes, ont progressivement rejoint ceux déjà présents, élevant ainsi l'effectif total à la fin du mois de novembre en 2004 et 2007, puis l'effectif s'effondre durant la semaine qui suit, jusqu'à la disparition totale des flamants au début du mois de mai en 2005 et 2007 (Figure.4.9).

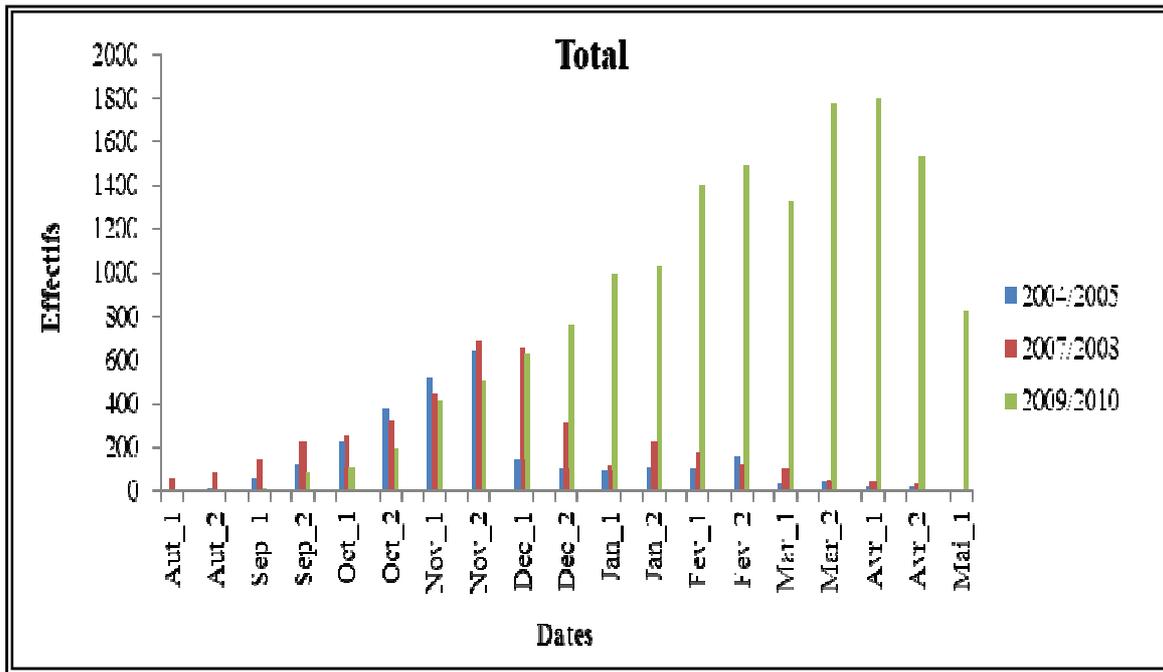
La courbe de variation des effectifs de la saison d'hivernage 2009/2010, montre une fluctuation partielle qui s'étale du mois de février jusqu'au mois d'avril dans un intervalle compris entre 1332 et 1800 individus, puis l'effectif s'effondre durant la semaine qui suit, réduisant l'abondance totale à une centaine d'individus (830 individus) qui sont demeurés sur le lac jusqu'au mois de mai 2010 (Figure.4.9). Les individus adultes présents observés dans le lac d'Oued Khrouf durant les trois saisons d'étude avec des effectifs proportionnels au nombre total des flamants représentent le plus grand pourcentage d'individus (plus de 80 %). La courbe d'évolution suit une allure identique à celle des effectifs totaux. L'effectif des individus adultes dans la saison 2009/2010 est le plus abondant avec un maximum de 1600 individus pendant le mois d'avril en comparaison avec les autres saisons, où on a enregistré respectivement un maximum de 600 et 580 durant la deuxième quinzaine du mois de novembre pour les saisons 2004/2005 et 2007/2008 (Tableau.4.5, figure.4.10).

Quelques individus immatures exploitent le lac dès la première quinzaine du mois de septembre durant les saisons 2004/2005 et 2009/2010 et au début du mois d'août pour la

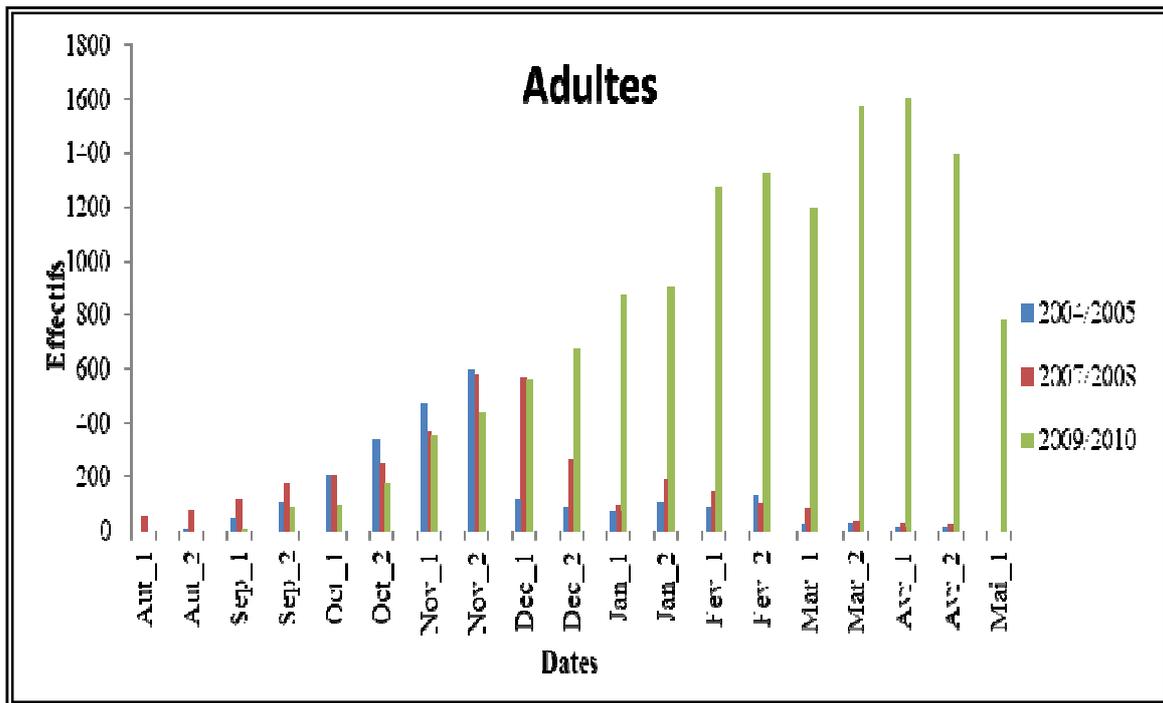
saison 2007/2008 avec 6 individus. Les arrivées successives de groupes d'individus immatures augmentent ces effectifs à un maximum de 200 individus pendant le début du mois d'avril 2010. La courbe de variation des effectifs montre une fluctuation qui s'étale du mois de janvier jusqu'au mois d'avril, avec un nombre variant entre 112 et 200 individus (Tableau.4.6, figure.4.11).

Pour les saisons 2004/2005 et 2007/2008 le maximum des individus immatures, est respectivement de 42 et 102, a été observé pendant la fin du mois de novembre (Tableau.4.6, figure.4.11).

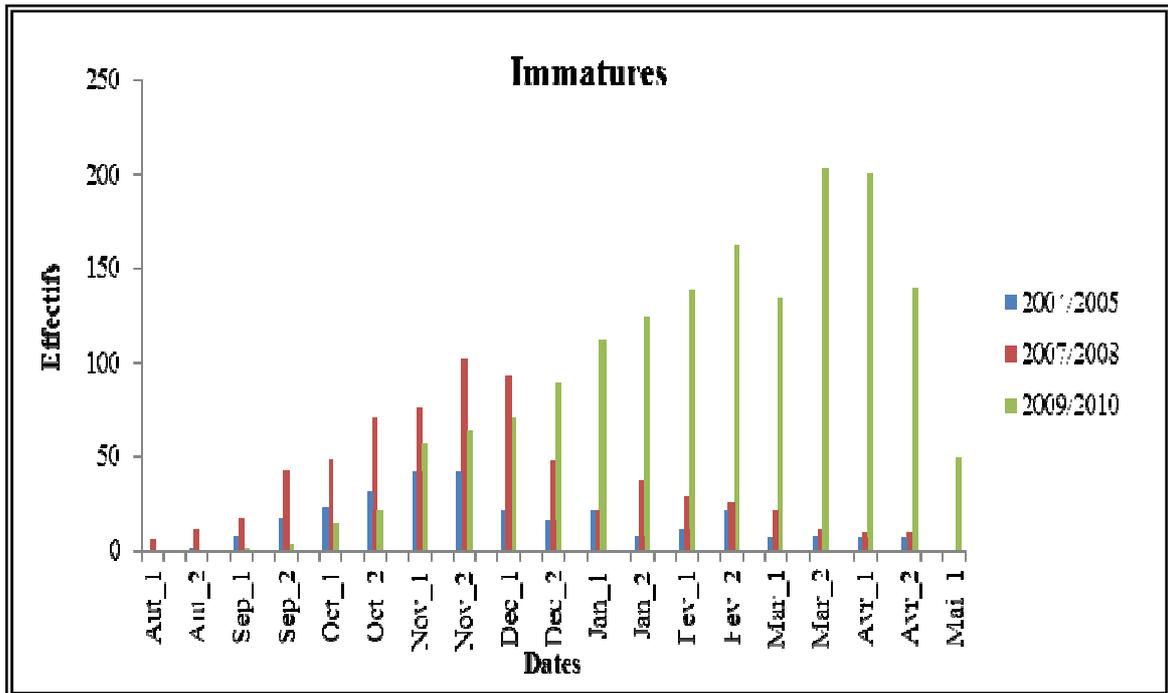
En général, les oiseaux d'eau et particulièrement les flamants roses subissent une pression de chasse terrible sur ce site. Les flamants dans le lac d'Oued Khrouf préfèrent les endroits dégagés de toute végétation et les périphéries où la profondeur d'eau est comprise entre 20 à 60 cm. Des effectifs élevés ont été observés dans le secteur nord du lac près de la limite avec le chott Merouane, ainsi que dans la partie Sud-Est du lac à coté de l'entrée du canal d'Oued Righ. Quelques individus seulement ont été observés dans la partie ouest du lac. Plusieurs mouvements de déplacement ont été notés au niveau du site où bien vers le Chott Merouane. La grande partie du lac est couverte par les phragmites ou se trouve quelques endroits relativement profonds et dépourvus de végétation, ces derniers sont utilisés par les flamants particulièrement dans le cas de dérangement par les chasseurs où les prédateurs dans les périphéries (Figure. 4.12).



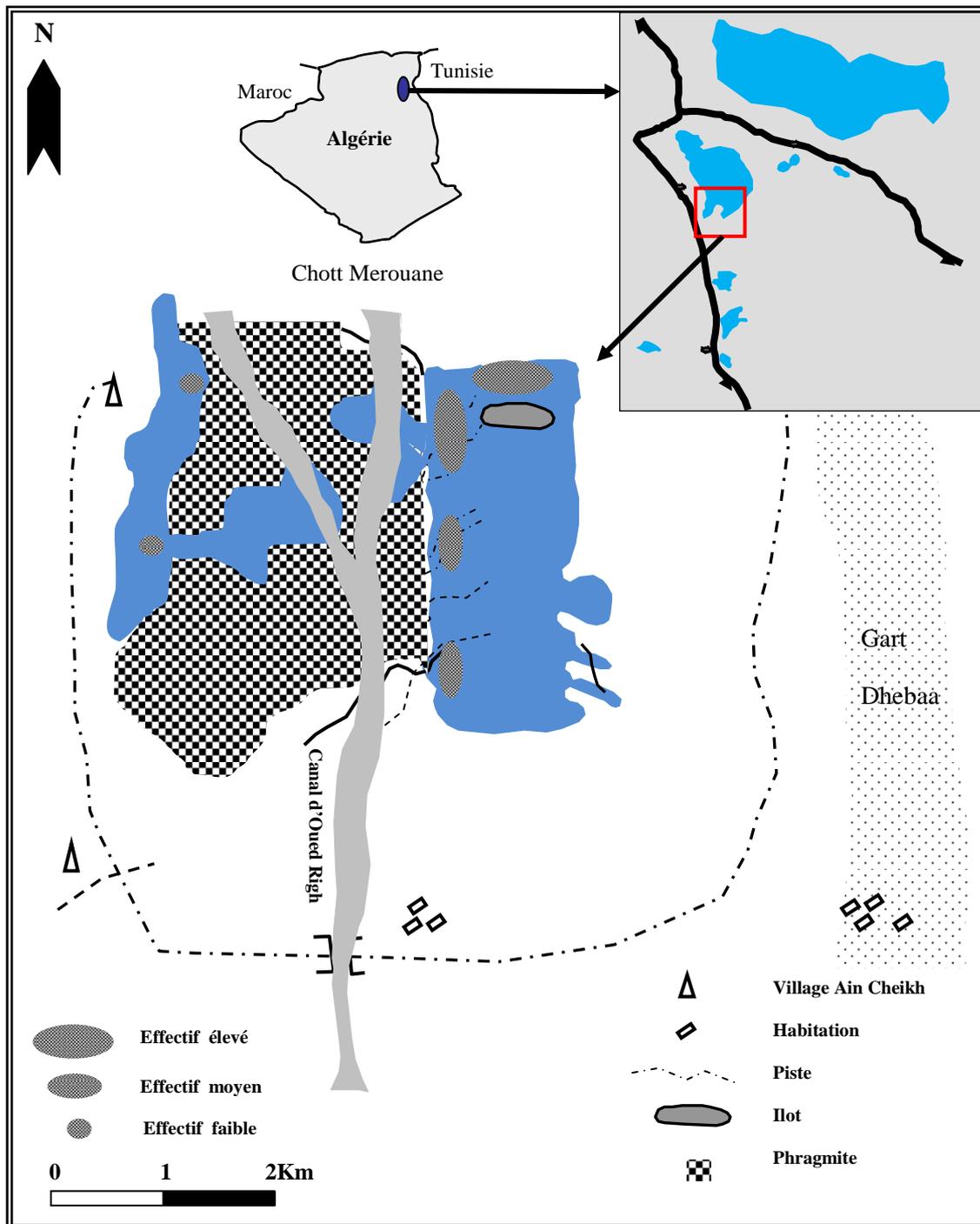
**Figure.4.9.** Evolution des effectifs globaux du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* au niveau du lac d'Oued Khrouf



**Figure.4.10.** Evolution des effectifs des individus adultes du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* au niveau du lac d'Oued Khrouf



**Figure.4.11.** Evolution des effectifs des individus immatures du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* au niveau du lac d' Oued Khrouf



**Figure.4.12.** Distribution du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le lac d'Oued Khrouf

#### 4.1.2.3. Chott Melghir

Cette zone humide d'importance internationale, qui vient en premier lieu du point de vue superficie (523400 ha). Le Chott Melghir occupe une situation géographique stratégique vis-à-vis des zones humides algériennes dans les itinéraires de migration Nord-Sud et les séries des zones humides tunisiennes dans la partie Est et Sud-Est à l'échelle régionale.

La saison 2007/2008, considérée comme la plus abondante en nombre de flamants roses dans cette zone humide en comparaison avec les saisons 2004/2005 et 2009/2010 (Figure.4.13). Dans le secteur méridional du Chott Melghir, l'évolution des effectifs présente une allure gaussienne durant un hivernage allant de la première semaine du mois de septembre en 2004 et 2009 (avec respectivement 134 et 92 individus) par contre durant la saison d'hivernage 2007/2008, on a noté une occupation précoce du site avec des effectifs considérables de 1447 individus (dont 1400 individus adultes et 47 individus immatures) (Figure.4.13, 4.14 et 4.15). L'évolution des effectifs suit une allure en dents de scie pour les trois saisons d'études avec un maximum de 4324 individus (dont 4200 adultes et 124 immatures) durant la fin du mois d'octobre pour la saison 2004/2005, 15380 individus (dont 14700 adultes et 680 immatures) et 4235 individus (dont 3800 adultes et 780 immatures) respectivement durant le début du mois de février en 2008 et en 2010 (Tableau.4.4, 4.5 et 4.6).

L'absence des individus est notée pendant le mois de décembre 2004 et 2007, elle correspond probablement à une dispersion de ces oiseaux à l'intérieur du chott qui, sans les moyens aériens, reste pratiquement impossible à explorer (Figure.4.13).

La diminution graduelle des effectifs vers la fin de la saison, où il n'est resté que 1050 individus (dont 1000 individus adultes) à la mi-mai 2010, ainsi on a noté la disparition totale des flamants pendant le début du mois d'avril en 2004 et le début du mois de mai en 2008 (Figure.4.13). Les effectifs du Flamant rose restent plus au moins stables durant les trois années d'étude.

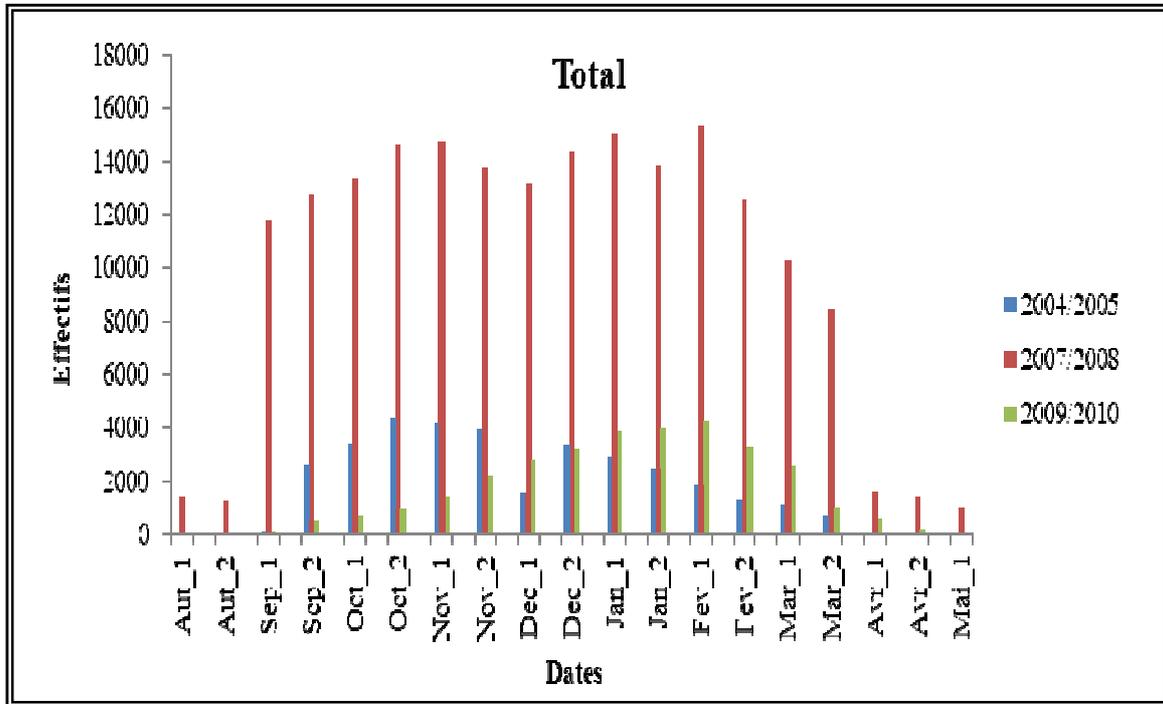
Durant la période d'étude, ces oiseaux occupent, les zones méridionales (près de la commune de Hamraia) et le secteur Nord-Est (près de la commune d'El Haouche et l'exutoire d'Oued Djeddi « Biskra ») avec des effectifs moyens surtout durant les périodes pluvieuses.

Les nombres élevés de flamants roses se concentrent pratiquement dans le centre du Chott et dans le secteur Nord et Nord-Est qui fait partie du bassin versant des Aurès « Khenchela ».

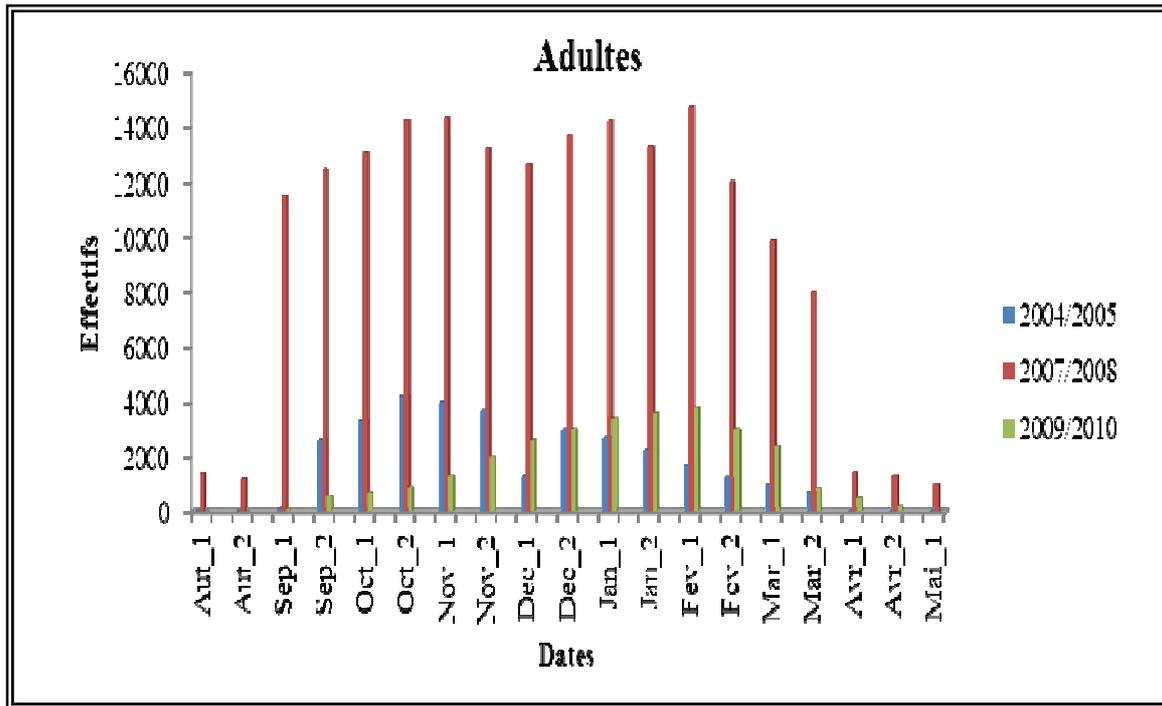
Certains groupes de flamants avec des nombres très limités (entre 5 à 30 individus) ont été observés dans les petits plans d'eau répartis autour du Chott Melghir tels que : le lac Sidi Moussa et Oued Djeddi (Biskra).

Dans la partie Sud-Est, aucun individu n'a été observé, puisque elle était à sec pendant toute la période de notre étude.

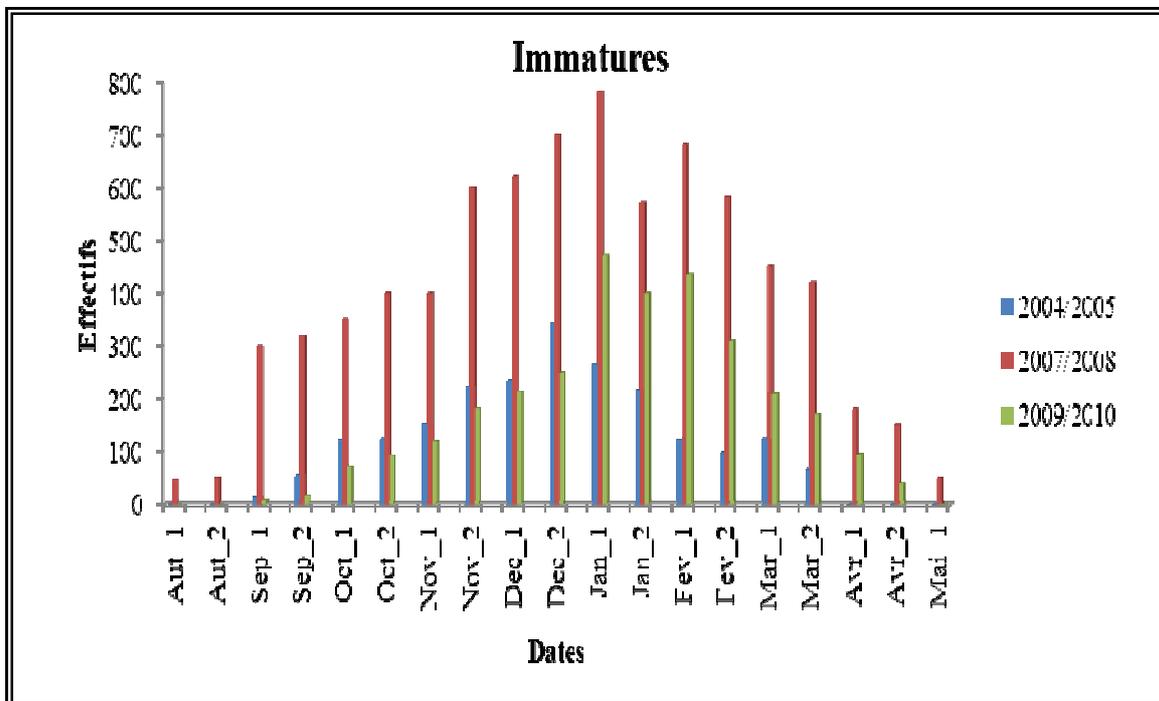
Au début du printemps et avec la restriction de la surface de l'eau, les flamants se concentrent particulièrement au milieu et dans le secteur Nord-Est du Chott (Figure.4.16).



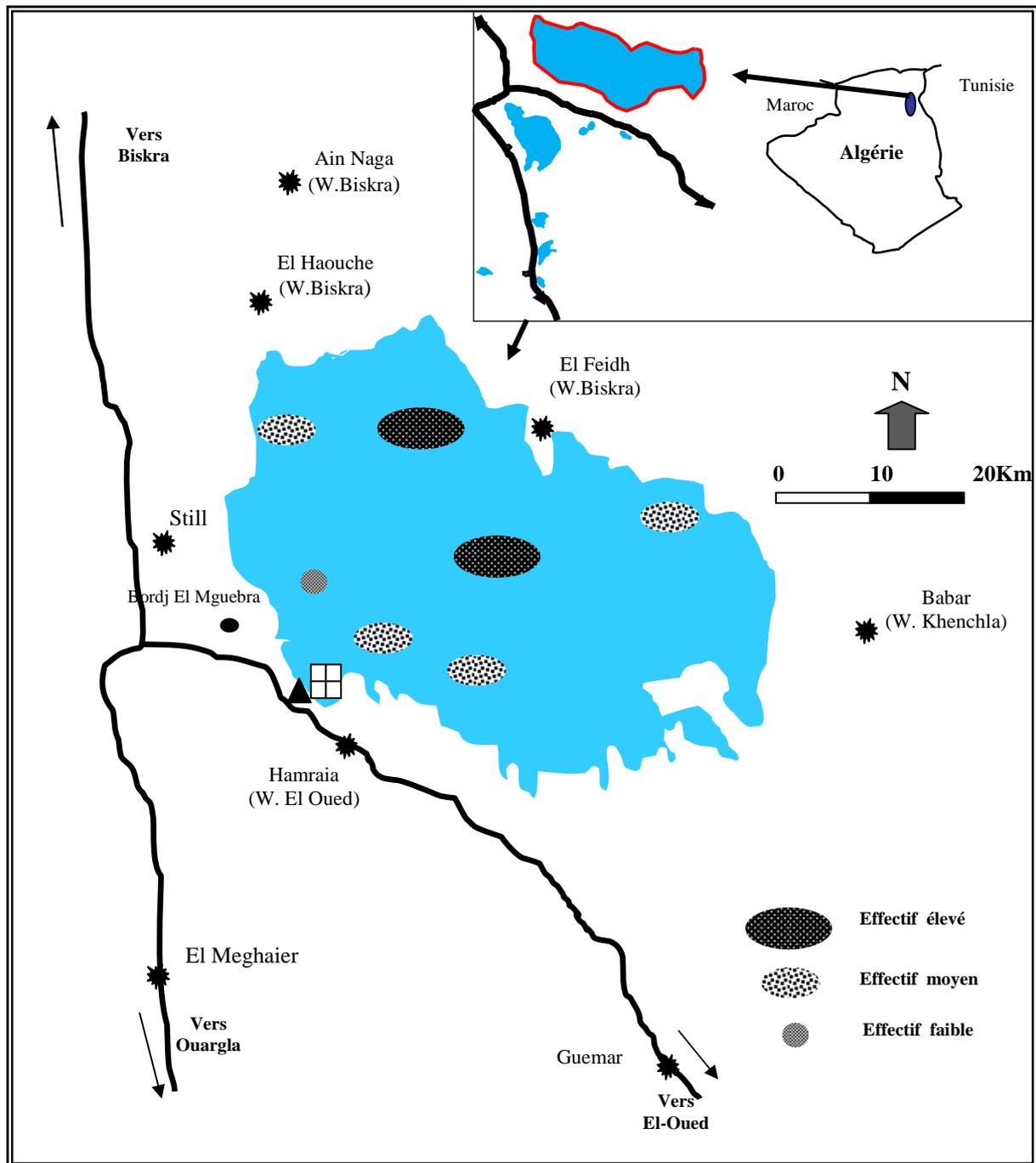
**Figure.4.13.** Evolution des effectifs globaux du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Melghir



**Figure.4.14.** Evolution des effectifs des individus adultes du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Melghir



**Figure.4.15.** Evolution des effectifs des individus immatures du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Melghir



**Figure.4.16.** Distribution spatiale du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Melghir

#### **4.1.2.4. Chott Hamraia-1**

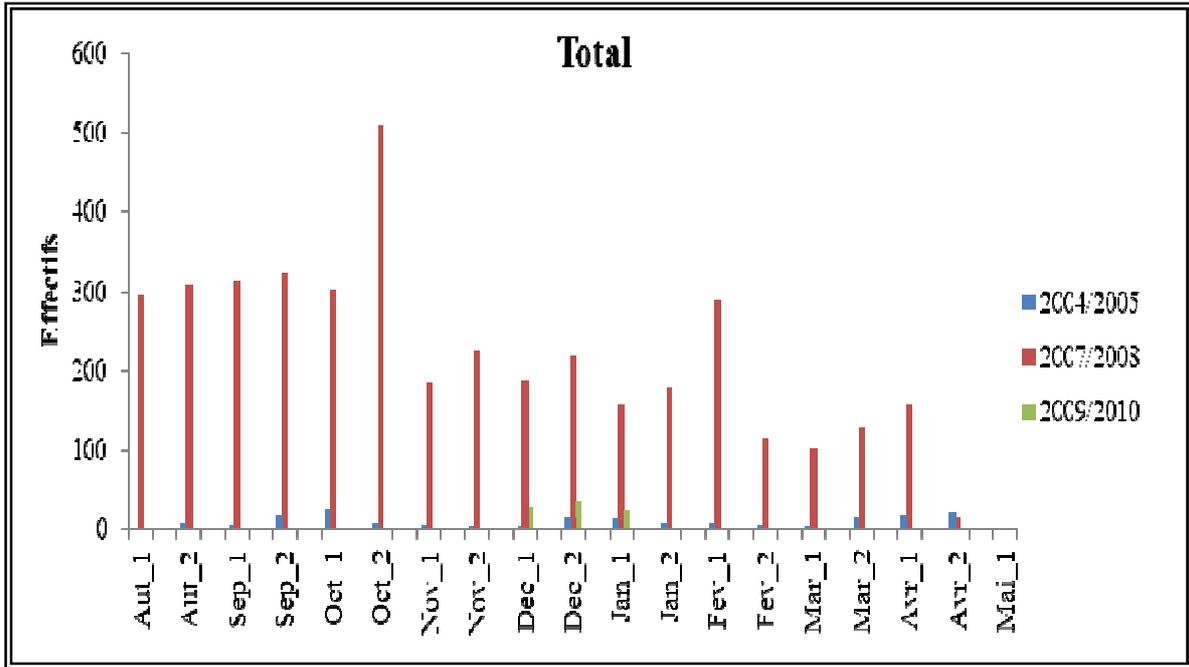
D'une manière générale, le Chott Hamraia-1 est très peu fréquenté par les Flamants roses à cause de sa faible superficie (30ha) et la proximité de la route nationale N°47 reliant El-Hamraïa à la ville d'El-Oued (Figure.4.17).

La zone humide de Hamraia-1, fréquentée par les enfants et les bergers (on a remarqué la présence de pâturage durant plusieurs sorties). C'est le plan d'eau le moins fréquenté par les flamants roses, un maximum de 309 (dont 241 adultes et 68 immatures) a été noté à la première quinzaine du mois de décembre 2007 (Tableau.4.3, 4.4 et 4.5).

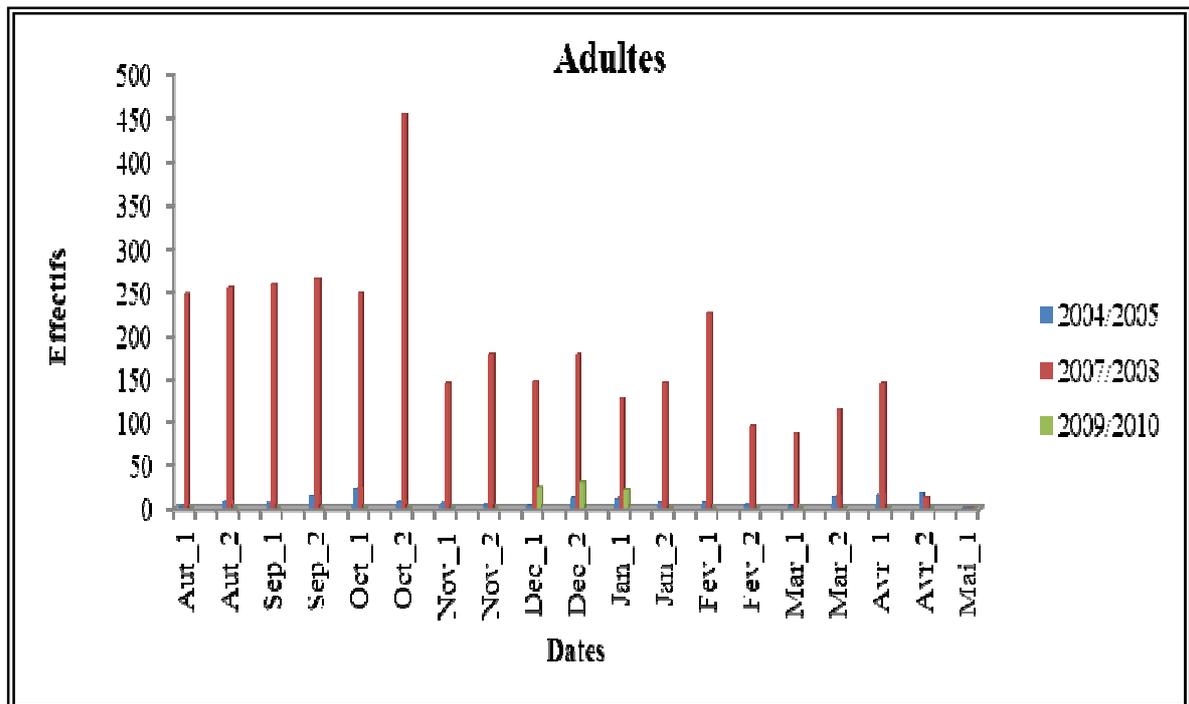
La saison 2007/2008 est la plus élevée en effectif et en degré de présence des flamants au niveau de ce site. En 2004/2005 et 2007/2008, on a noté l'occupation du site respectivement par 2 individus et par 296 individus (dont 247 adultes et 49 immatures) au début du mois d'août. Par ailleurs, on a marqué l'arrivée tardive des flamants durant la saison 2009/2010 jusqu'au mois de décembre pour rester environ un mois, et ils partent à la mi-janvier, donc ce site était vide presque toute la saison 2009/2010 sauf la période citée auparavant. En ce qui concerne les saisons 2004/2005 et 2007/2008 l'évolution des effectifs y a suivi une allure en dents de scie, jusqu'à la disparition totale des Flamants roses dans cette zone humide vers la fin du mois d'avril. (Figure.4.17).

Le Chott Hamraia-1 est alimenté principalement par les eaux usées provenant de la commune de l'agglomération de Hamraia, le changement de l'emplacement du canal d'évacuation a conduit à l'élargissement de ce plan d'eau. Les flamants sont observés généralement au milieu du chott et dans le secteur nord-ouest à proximité des phragmites loin de la route reliant la commune El Hamraia et El Oued. En effet, quelques individus ont été observés dans les périphéries loin de l'exutoire.

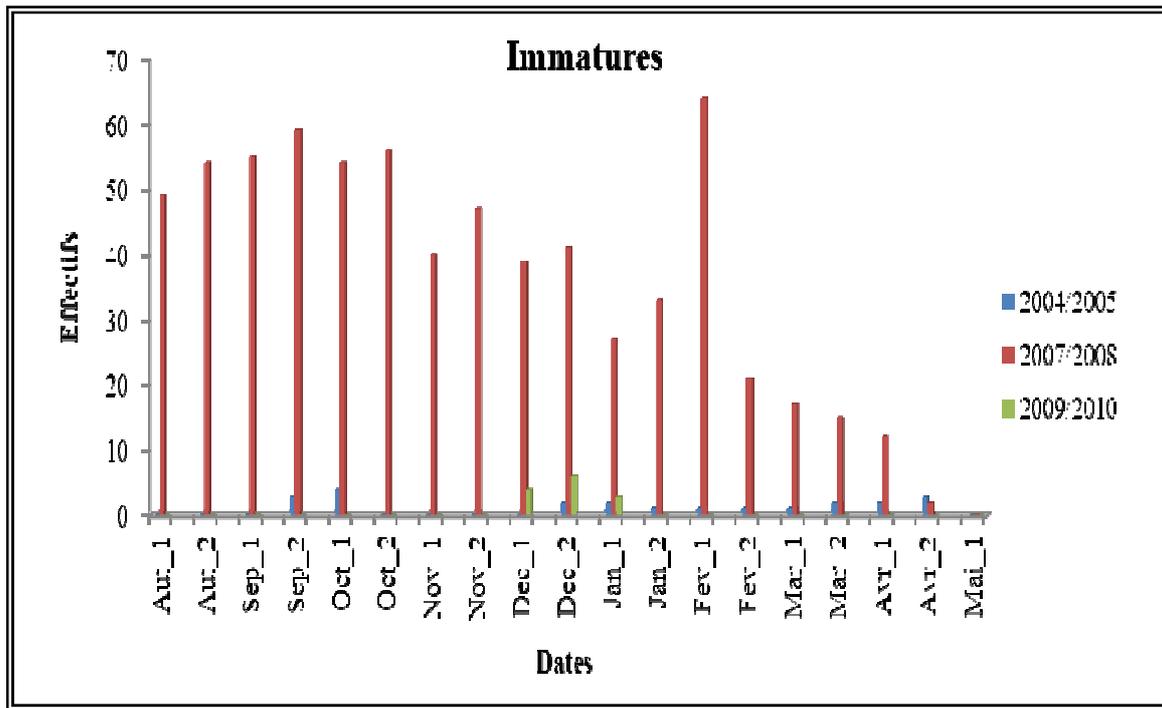
D'une manière générale les flamants préfèrent les endroits dégagés. L'avifaune aquatique dans ce site est trop perturbée à cause de la proximité de l'agglomération urbaine et la route N° 47. Durant notre travail plusieurs actions de dérangement ont provoqué le déplacement des flamants vers Chott Hamraia -2 où en direction du Chott Merouane. (Figure.4.20).



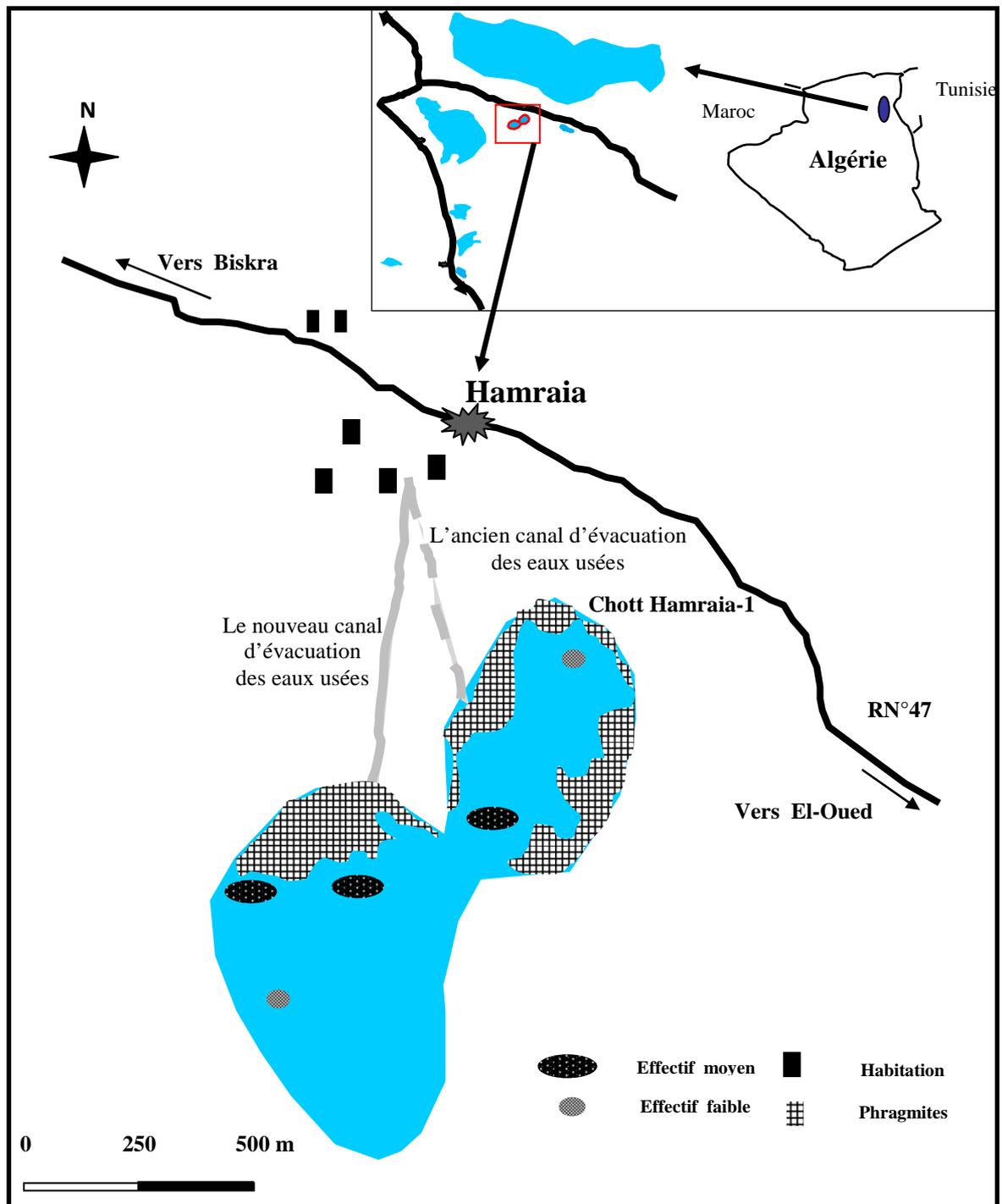
**Figure.4.17.** Evolution des effectifs globaux du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Hamraia-1



**Figure.4.18.** Evolution des effectifs des individus adultes du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Hamraia-1



**Figure.4.19.** Evolution des effectifs des individus immatures du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Hamraia-1



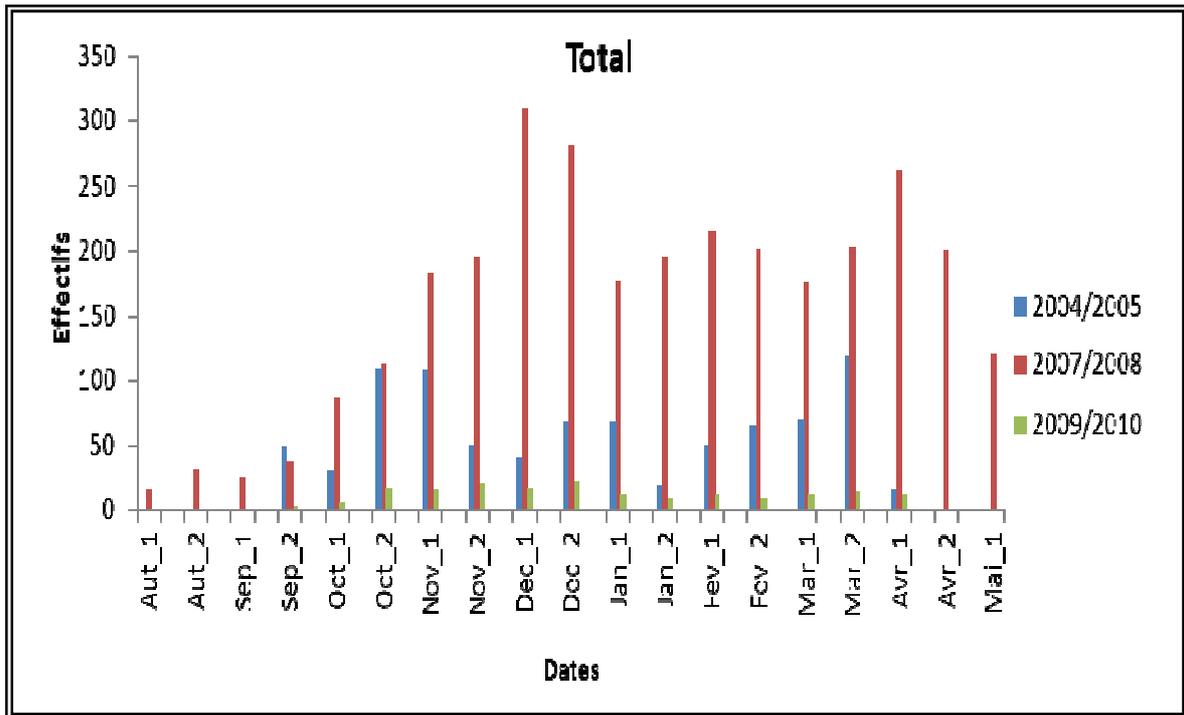
**Figure.4.20.** Distribution spatiale du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Hamraia-1

#### **4.1.2.5. Chott Hamraia-2**

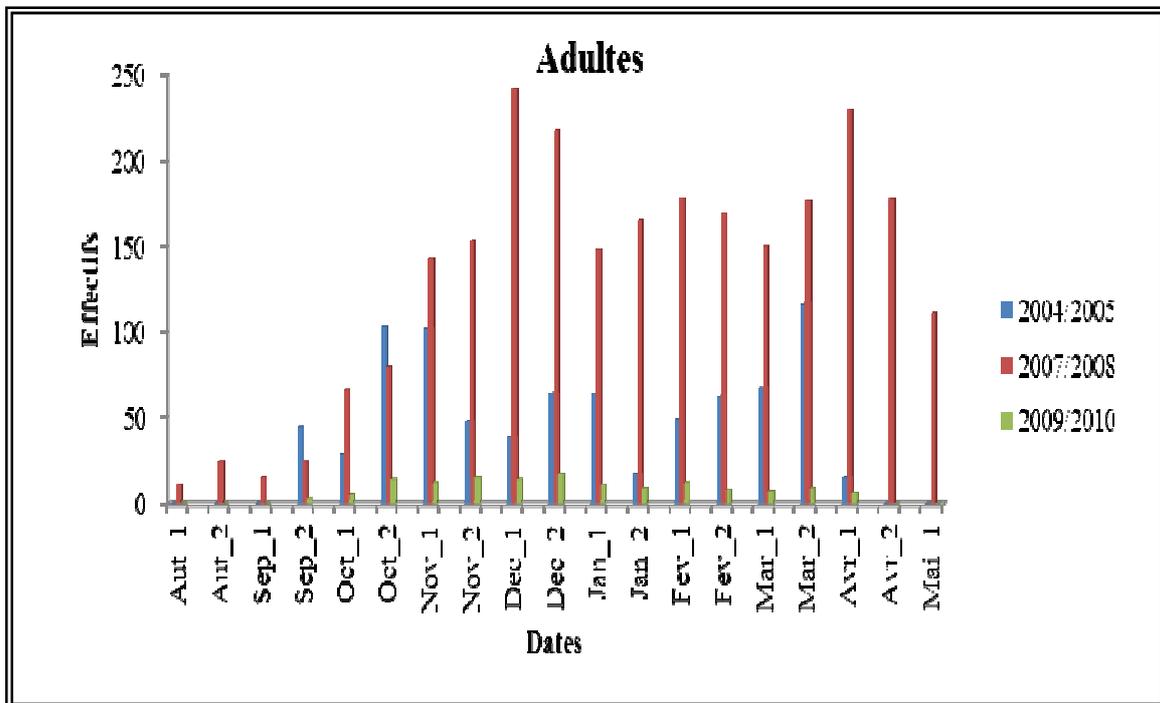
La seconde zone humide rattachée à la commune de Hamraia (Hamraia-2) n'a été en eau qu'à partir de la fin du mois de septembre 2004 et 2009. Ce plan d'eau a été aussi fréquenté par de petits groupes de flamants roses mais, à cause des dérangements assez fréquents par le trafic routier de la route nationale n°47 reliant El Hamraia à la ville d'El Oued, ainsi que par sa proximité des palmeraies. L'évolution des effectifs a suivi une allure en dents de scie pour les trois saisons d'étude. Nous avons noté des effectifs élevés pendant la deuxième saison d'hivernage, puis la première saison alors que la saison 2009/2010 présente les effectifs les plus faibles (Figure.4.21). En 2004/2005 un maximum de 119 individus (dont 115 adultes et 4 immatures) a été noté au début du mois de mars, concernant la saison 2007/2008 un maximum de 309 individus (dont 241 adultes et 68 immatures) a été signalé au début du mois de décembre 2007. Par ailleurs nous avons enregistré un maximum de 21 individus vers la fin du mois de décembre 2009 (Tableau.4.4, 4.5 et 4.6). Le site est devenu sec pendant le mois d'avril en 2005 et 2010, à l'exception de la saison 2007/2008, où il était en eau avec 120 flamants roses enregistrés jusqu'à la fin du mois de mai. En cas de dérangement, ces individus regagnent le Chott Merouane parcequ'il est à 3 Km à vol d'oiseau du Chott d' El-Hamraia (Figure.4.21, 4.22 et 4.23).

Ce Chott à faible profondeur et dépourvu de toute végétation est fréquenté par un nombre restreint de flamants qui occupent pratiquement le centre du plan d'eau ou quelques individus ont été observés dans le secteur nord près des palmerais où il y'a des déversements de drains de ces oasis.

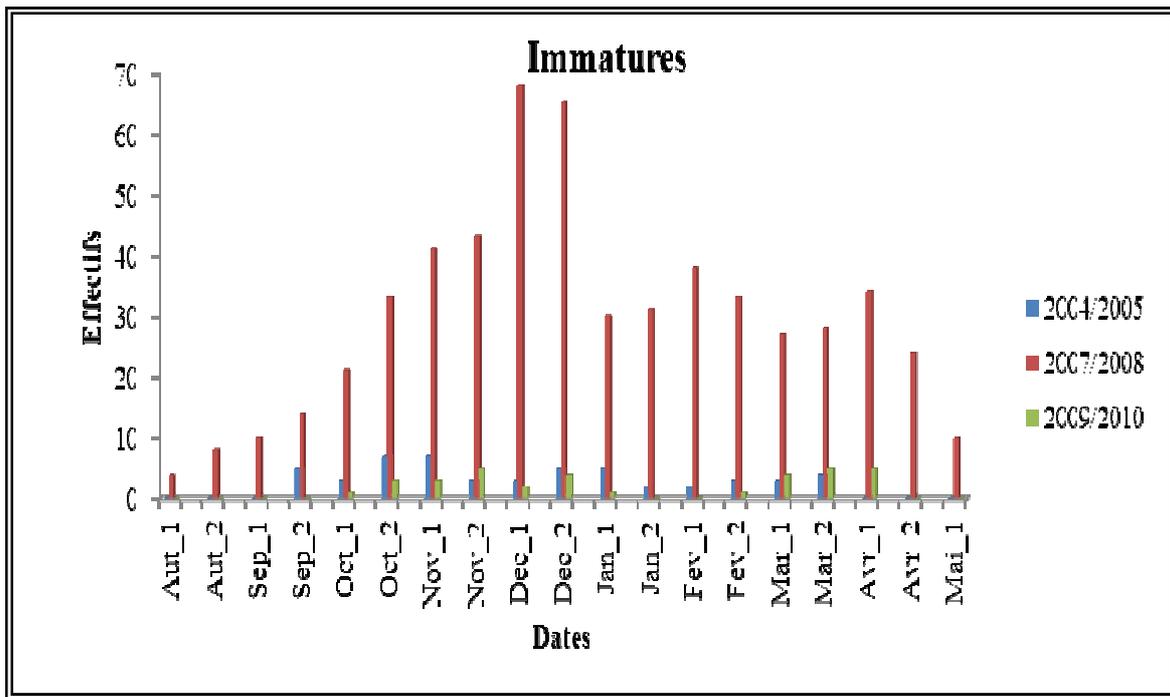
Durant la période printanière les flamants se concentrent seulement près des oasis à coté des drains des palmerais (Figure.4.24).



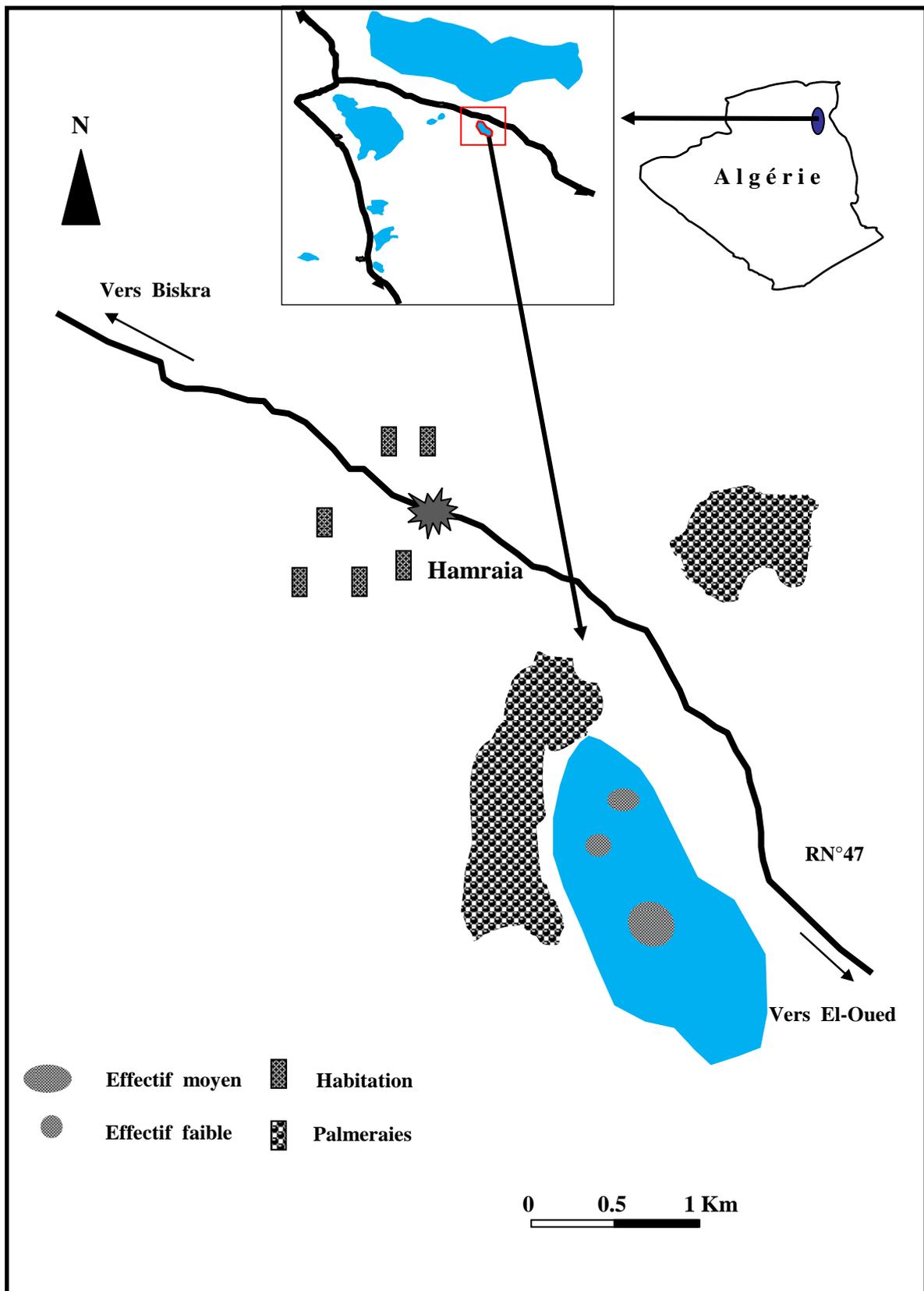
**Figure.4.21.** Evolution des effectifs globaux du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Hamraia-2



**Figure.4.22.** Evolution des effectifs des individus adultes du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Hamraia-2



**Figure.4.23.** Evolution des effectifs des individus immatures de Flamant rose *Phoenicopus roseus* dans le Chott Hamraia-2



**Figure.4.24.** Distribution spatiale du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Hamraia-2.

#### 4.1.2.6. Chott Tindla

Le Chott Tindla est poche d'eau issu du canal d'Oued Righ auquel elle est connectée avec en plusieurs endroits. Cette zone humide d'une superficie de 75ha, constitue un endroit propice d'hivernage pour plusieurs espèces avifaunistiques et elle accueille plusieurs milliers d'oiseaux chaque année.

La saison 2007/2008 est considérée comme la plus riche en effectif par rapport à la saison d'hivernage 2004/2005, par contre aucun oiseau d'eau n'a été enregistré durant la saison d'hivernage 2009/2010 à cause de l'assèchement total de ce site après les travaux réalisés dans le cadre d'un projet de réhabilitation du canal d'Oued Righ.

On a observé que la saison 2004/2005 est plus courte par rapport à la saison 2007/2008, malgré que les deux graphes d'évolution suivent la même allure (Figure.4.25).

En 2004, les premiers groupes de flamant rose arrivent à partir de la troisième semaine du mois d'août (180 individus dont 155 adultes) et au début de ce mois (50 individus dont 44 adultes) en 2007 (Figure.4.20). Une augmentation substantielle des effectifs est enregistrée avec un maximum de 6764 individus (dont 6400 adultes et 364 immatures) pendant le début du mois de mars 2004, et 9530 individus (dont 8730 adultes et 800 immatures) pendant la fin du mois de novembre 2007 (Tableau.4.4, 4.5 et 4.6).

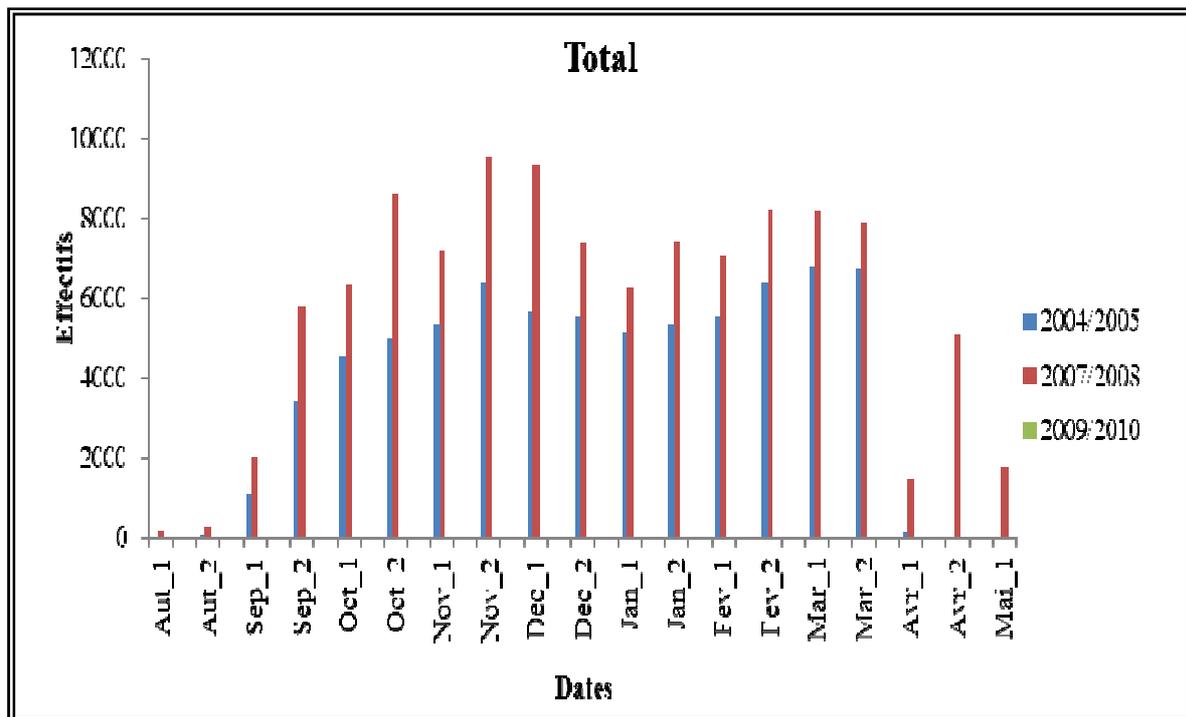
L'analyse du graphe de variation des effectifs des flamants roses à Chott Tindla montre que la courbe des effectifs se stabilise autour de 4537 et 6764 individus sur la période allant de début du mois d'octobre 2004 jusqu'à la fin du mois de mars 2005, par ailleurs le nombre des flamants se stabilise sur une fourchette de 5740 et 9530 individus sur la période allant de la fin de septembre 2007 jusqu'à la fin du mois de mars 2008 (Figure.4.25).

En 2005 la disparition totale des flamants roses juste après la période de stabilité au début du mois d'avril est due principalement aux départs massifs des groupes de flamants, par contre l'effectif diminue graduellement jusqu'à la fin de la saison d'hivernage 2007/2008 et il n'est resté que 1770 individus (dont 1650 adultes) au niveau de ce site. (Figure.4.25, 4.26)

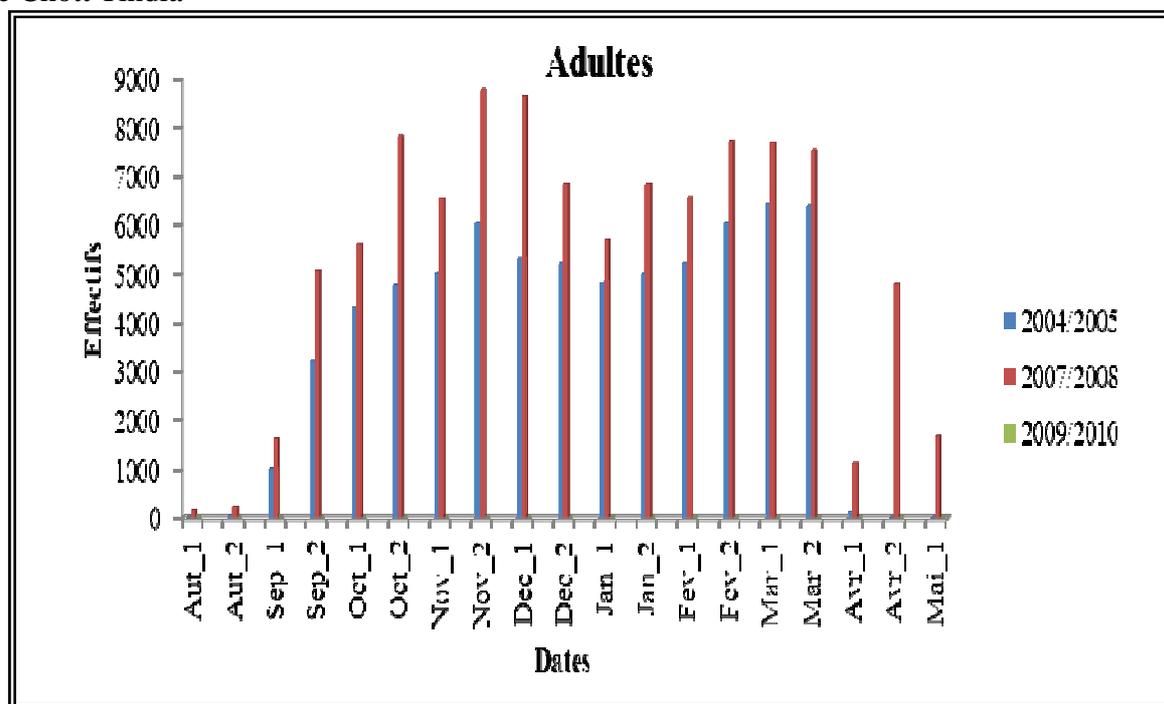
Dans le Chott Tindla les grands effectifs des flamants ont été observés dans le secteur Est à côté des entrées des eaux du canal d'Oued Righ (les pointes de connectivité avec le canal) avec certaines espèces des Anatidés et des Ardéidés, au centre du Chott et près de la berge Sud du chott où des effectifs moyens sont installés.

En effet, il est rare d'observer des individus dans le secteur Nord du chott à proximité de la piste agricole et la partie ouest à côté de la décharge publique de Tindla pendant la journée ou

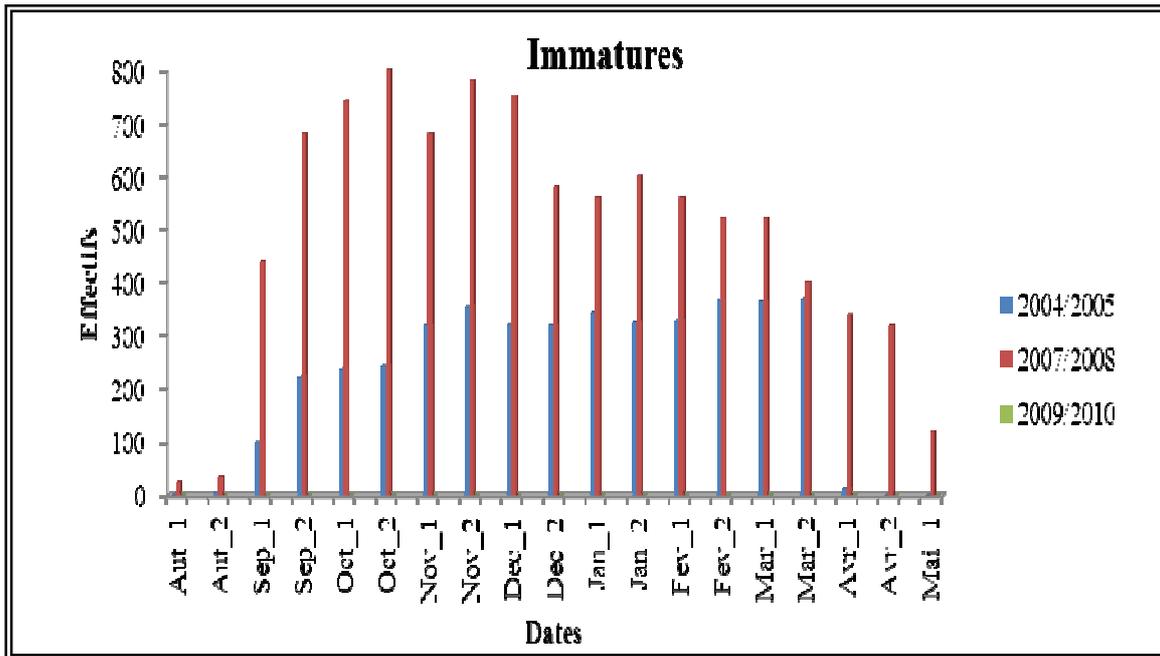
seulement quelques observations ont été notées dans ces endroits particulièrement vers la fin du jour et après le crépuscule (Figure.4.28).



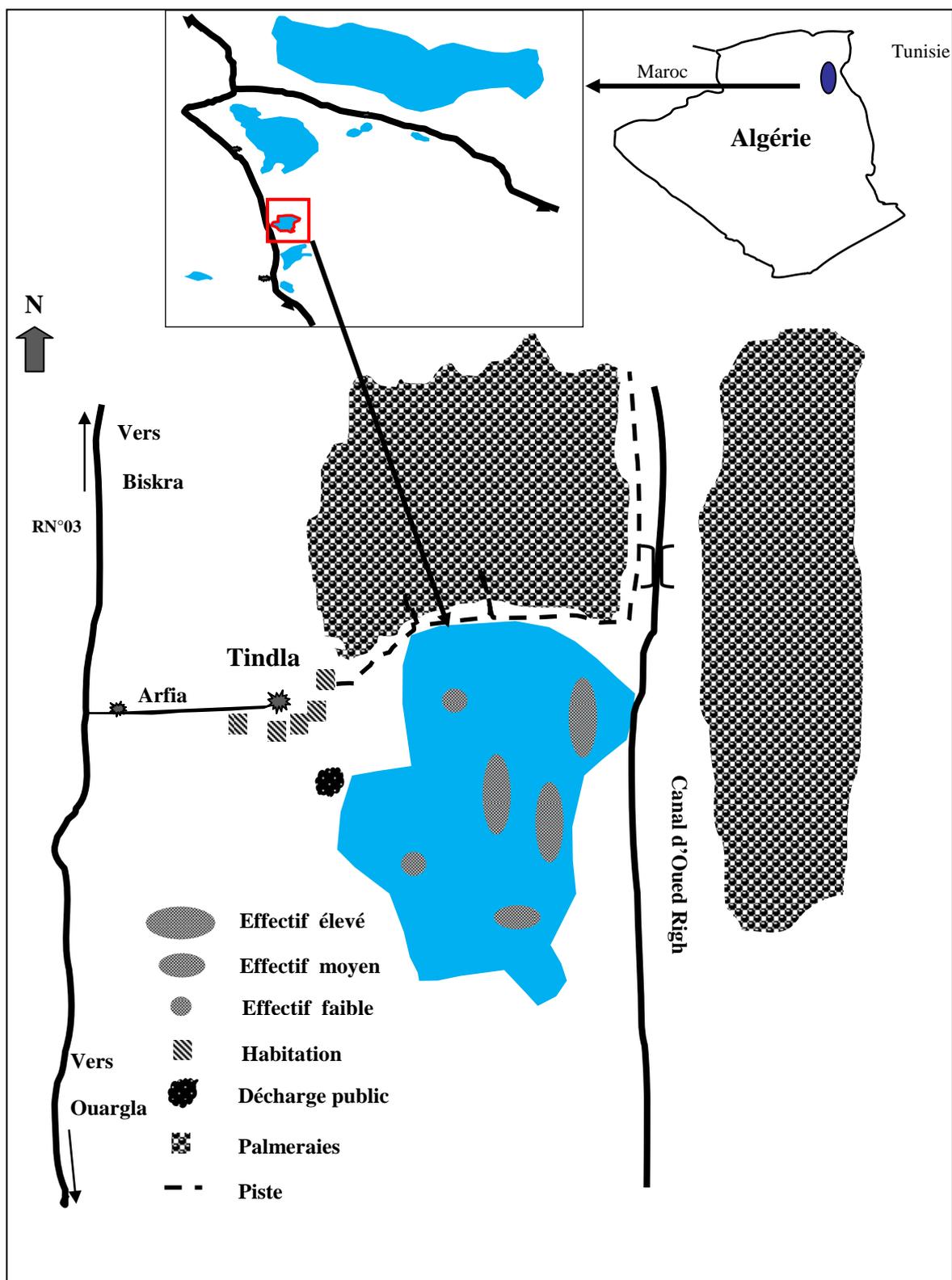
**Figure.4.25.** Evolution des effectifs globaux du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Tindla



**Figure.4.26.** Evolution des effectifs des individus adultes du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Tindla



**Figure.4.27.** Evolution des effectifs des individus immatures du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Tindla



**Figure.4.28.** Distribution spatiale du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Tindla

#### 4.1.2.7. Lac Ayata

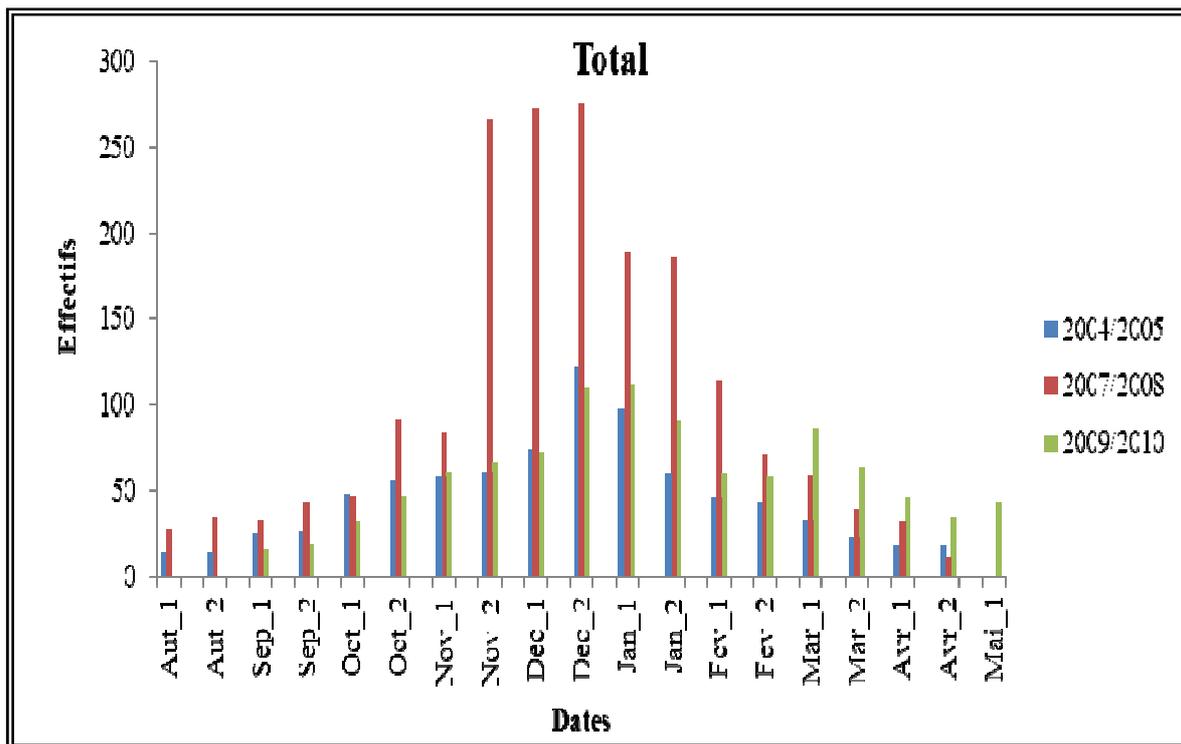
Le lac Ayata est très peu fréquenté par les flamants roses à cause de sa proximité de la route nationale 3 ainsi que par sa faible superficie car il est considéré comme le plus petit plan d'eau de la vallée d'Oued Righ. Il est le plus riche en espèces surtout pendant la période d'hivernage.

Dans ce plan d'eau, les flamants ont été observés en permanence, sans dépasser le nombre de 380 individus et avec une moyenne d'une cinquantaine d'individus à chaque visite. La saison 2007/2008 fut la plus abondante dans ce plan d'eau par rapport aux autres saisons d'étude (Figure.4.29). D'une façon générale, l'évolution temporelle de l'effectif du Flamant rose dans le lac Ayata est caractérisée par une courbe en allure hyperbolique pour les trois saisons d'hivernage seulement la différence reste au niveau des effectifs.

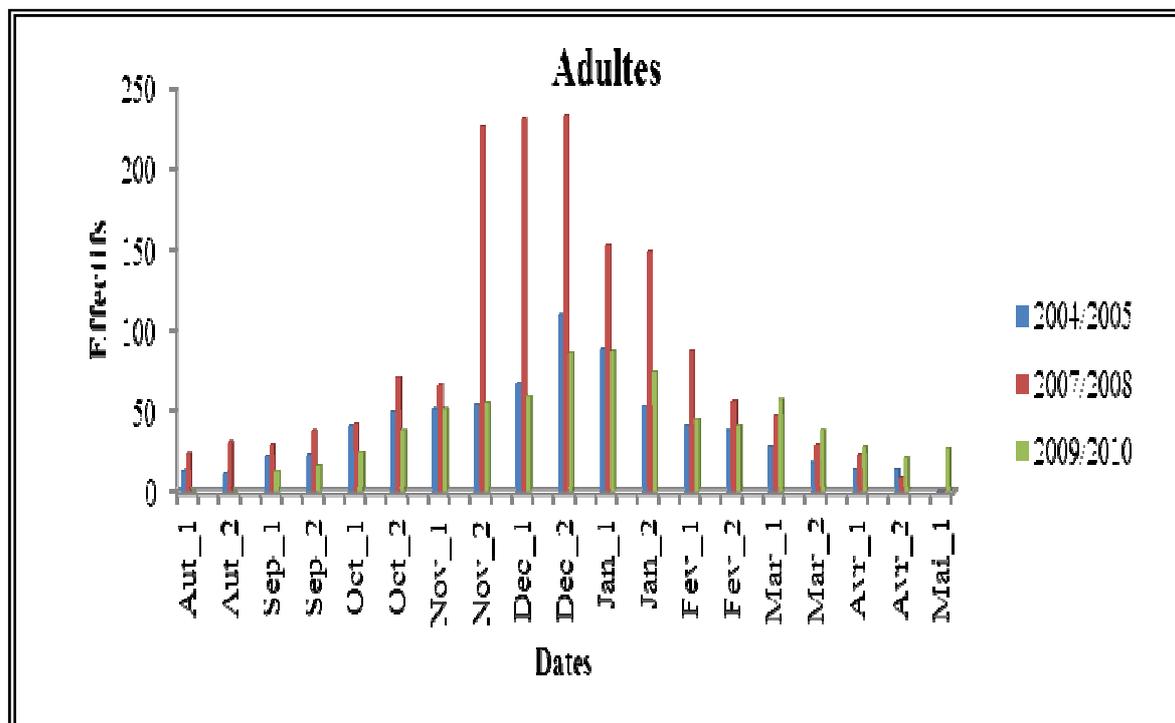
Les premiers individus de flamant rose dans le lac Ayata sont notés dès le début du mois d'août avec des effectifs faibles de 14 individus (dont 13 adultes et 1 immature) et 27 individus (dont 24 adultes et 3 immatures) respectivement pour les saisons 2004/2005 et 2007/2008, sauf la saison d'hivernage 2009/2010, où on a enregistré la présence tardive des flamants roses pendant le mois de septembre. Ces effectifs ne cessent d'augmenter jusqu'à atteindre un maximum de 122 individus (dont 232 adultes et 44 immatures), 276 individus (dont 109 adultes et 13 immatures) et 111 individus (dont 87 adultes et 24 immatures) durant la fin du mois de décembre pour les trois saisons d'étude (Tableau.4.4, 4.5 et 4.6), une diminution a été notée jusqu'à la disparition totale vers la fin du mois d'avril 2005 et 2008. A l'exception, la saison 2009/2010 où il n'est resté que 43 individus durant le mois de mai. (Figure.4.29, 4.30 et 4.31). Les effectifs des Flamants roses se stabilisent autour de 185-276 individus durant la période allant de la mi-novembre 2007 à la mi-janvier 2008 (Figure.4.29).

Le lac Ayata considéré comme le plus profond par rapport aux autres sites fréquentés par le flamant rose dans la vallée d'Oued Righ. Ces derniers se déplacent sur pratiquement tout le lac. Généralement les flamants occupent la zone centrale la plus profonde du lac où ils s'adonnent à l'alimentation par basculement surtout durant l'hiver. Ces oiseaux ont été observés aussi au niveau de l'étendue du lac dans le secteur ouest en bordure avec la route nationale 3 en fin de journée et la nuit durant les périodes pluvieuses.

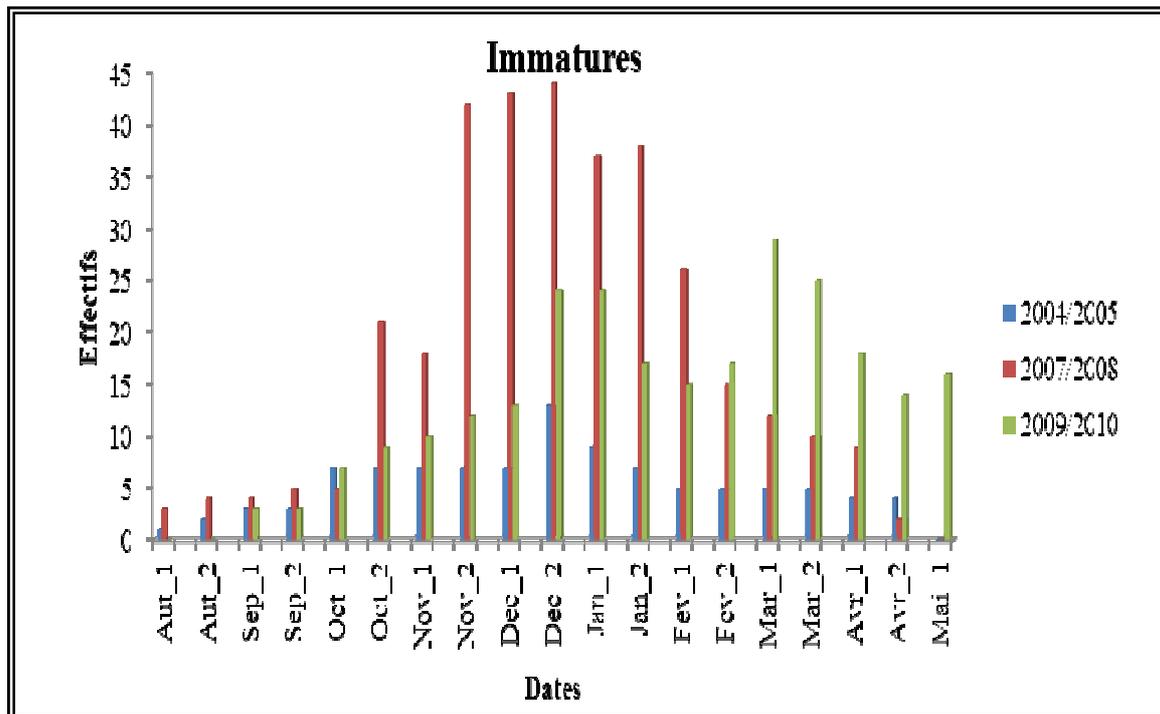
Avant la création de la piste qui coupe le lac en deux parties en mars 2009, les flamants ont été observés plusieurs fois en marche où en repos dans le secteur Est à proximité des oasis des palmeraies. (Figure.4.32)



**Figure.4.29.** Evolution des effectifs globaux du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le lac Ayata



**Figure.4.30.** Evolution des effectifs des individus adultes du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le lac Ayata



**Figure.4.31.** Evolution des effectifs des individus immatures du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le lac Ayata

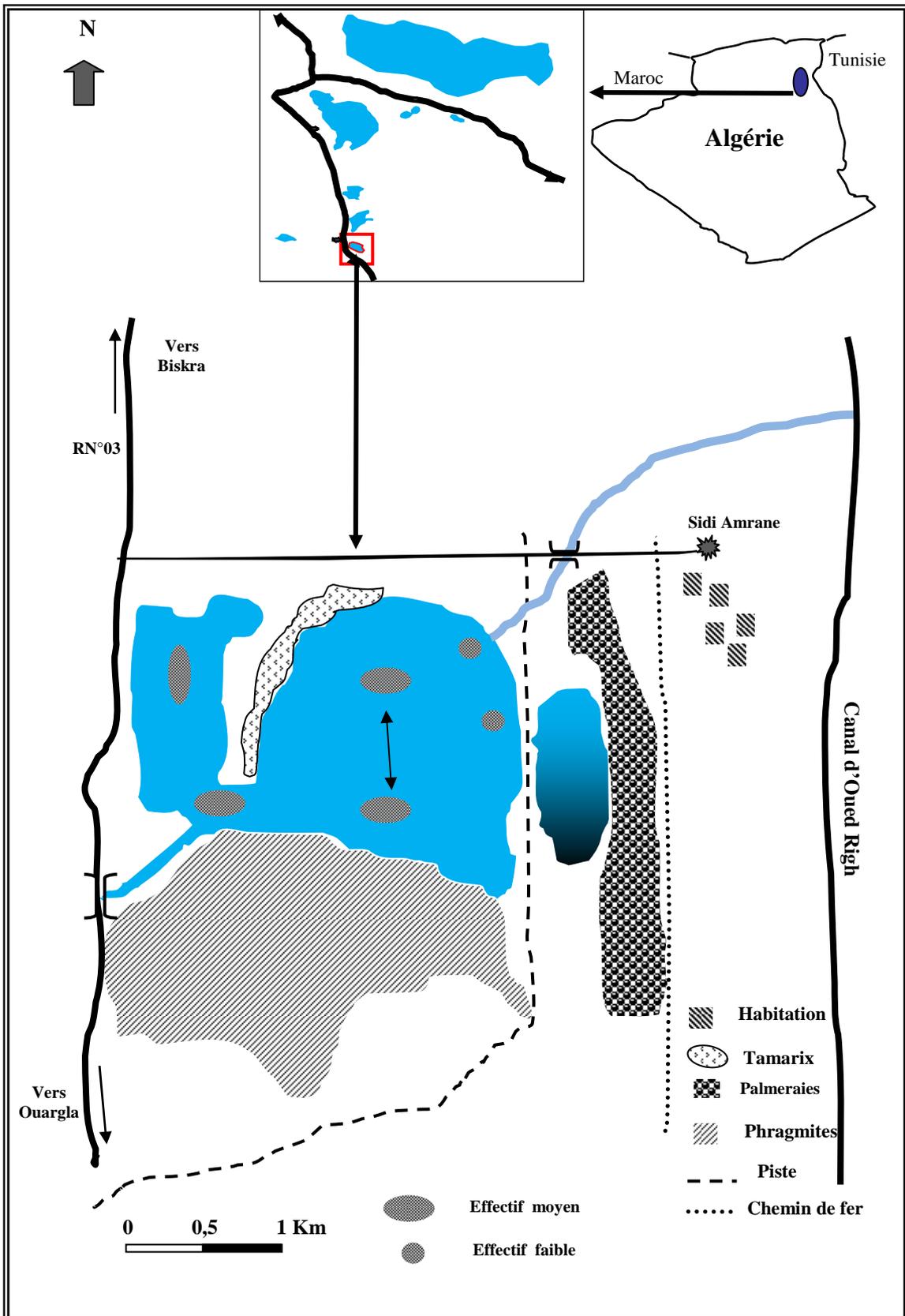


Figure 4.32. Distribution spatiale du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le lac Ayata

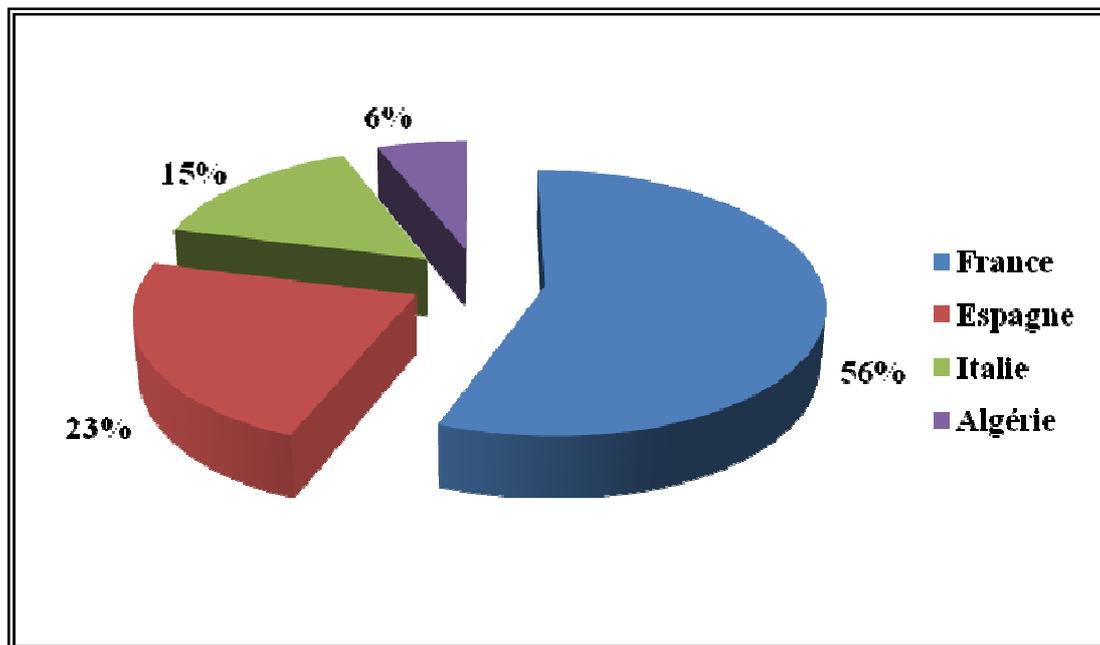
#### 4.2. Exploitation des bagues des flamants observées

Durant la période d'étude, on a lu 341 bagues DARVIC portées par les flamants hivernants dans l'ensemble des zones humides de la vallée d'Oued Righ dont 84 bagues sont confirmées par l'historique de vie détaillée délivrée par les différents centres de baguages à travers la méditerranée à savoir ; France, Italie, Algérie et Espagne. Les autres bagues ont été lues mais non confirmées, malgré qu'on a essayé plusieurs fois d'avoir l'historique de vie de ces bagues observées mais aucune réponse n'a été donnée par les coordinateurs de ces centres.

#### 4.2.1. Origine des flamants roses hivernants dans la vallée d'Oued Righ

L'analyse des reprises de flamants bagués nous a permis d'avoir une idée préliminaire sur l'origine des individus hivernants dans les plans d'eau de la vallée d'Oued Righ. L'origine est le lieu de baguage (de naissance) lorsque la plupart des poussins sont âgés de deux mois environ.

Les bagues françaises (Etang du Fangassier) représentent environ 56 % de bagues lues, suivi des bagues espagnoles (Lagune de Fuente de Piedra) avec 23 %, les bagues italiennes (principalement de la Sardaigne) viennent en troisième position avec 15 %, et enfin 6% sont des bagues algériennes (Garaet Ezzemoul) (Figure.4.33).



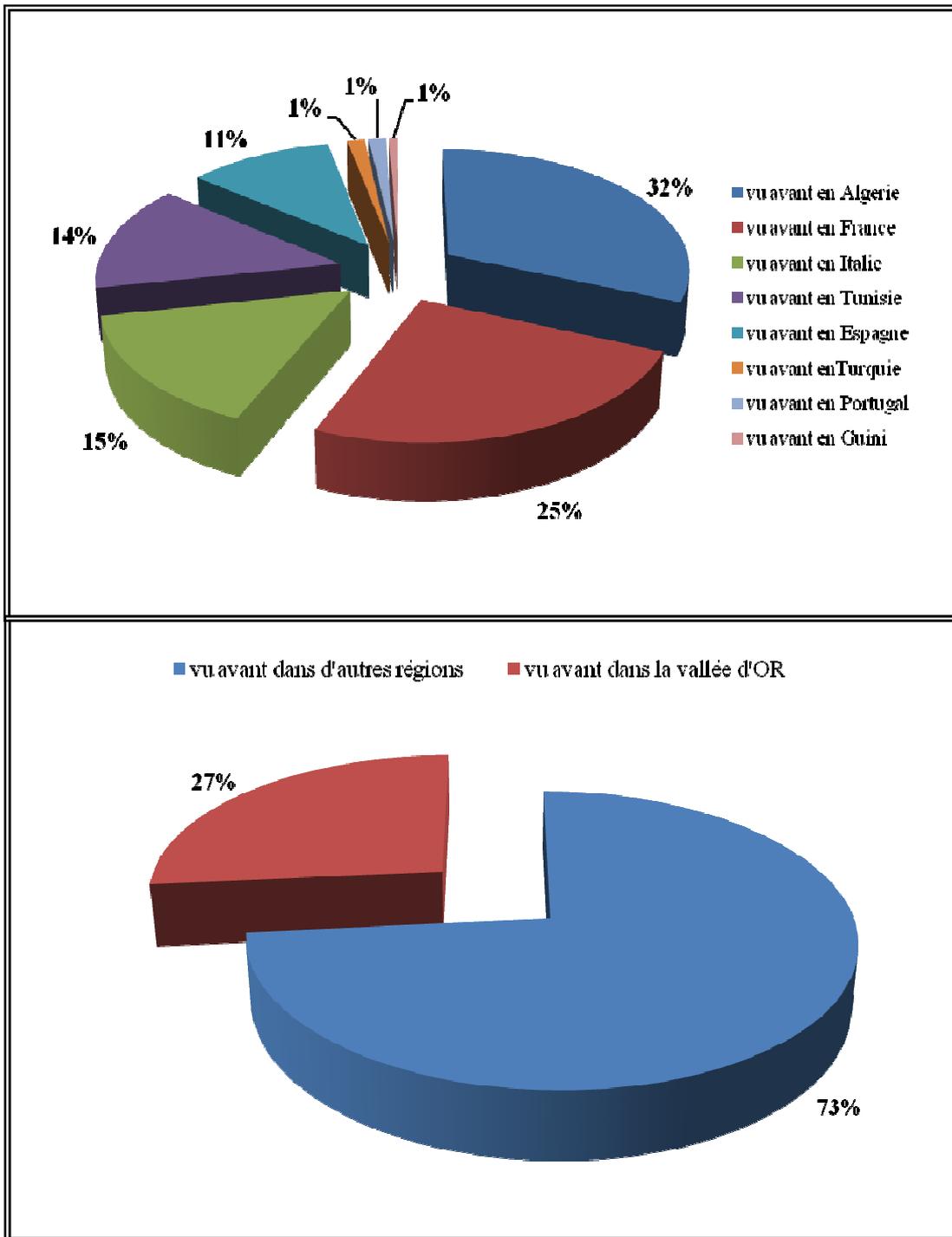
**Figure.4.33.** Origine des bagues du flamant rose lues au niveau de la vallée d'Oued Righ

#### 4.2.2. Etude de l'historique des flamants roses bagués

L'étude de l'historique de vie des flamants bagués qui ont été observés dans la vallée d'Oued Righ montre que plus de 70 % des individus exploitent la voie de migration de l'Est

en passant par l'Italie et la Tunisie et le reste utilise la voie de migration de l'Ouest à travers le détroit de Gibraltar et le Maroc.

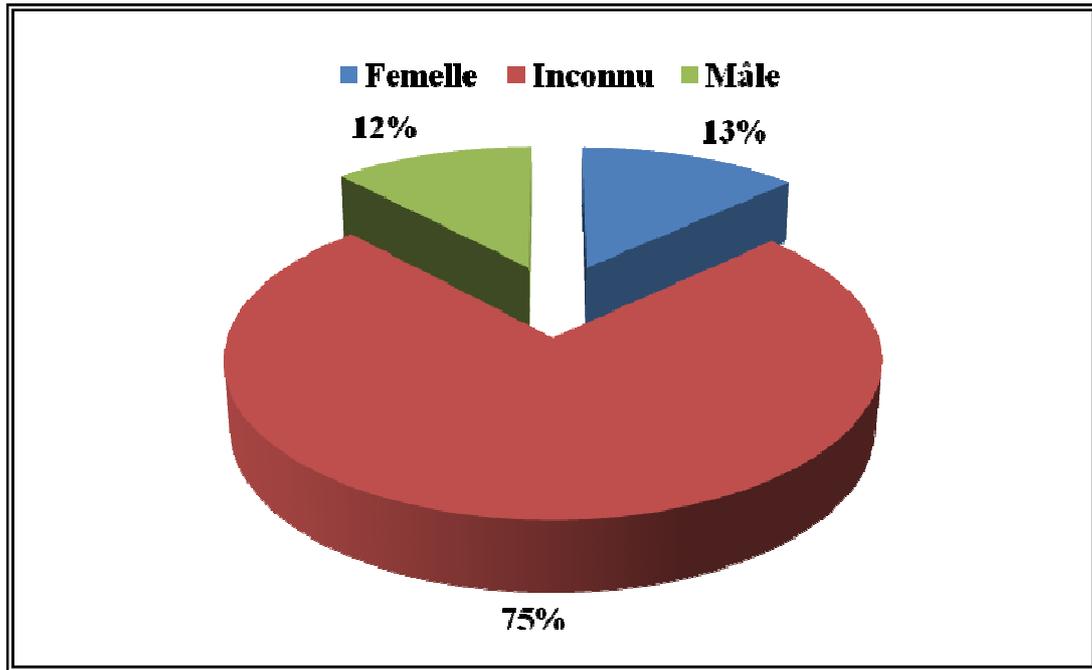
Les reprises de flamants ont montrées que 32% des bagues ont déjà été observées en Algérie c'est-à-dire 109 bagues, dont 27 % ont été observées antérieurement dans la vallée d'Oued Righ (29 bagues) et 73 % dans des régions différentes particulièrement le complexe des hautes plaines de l'est-algérien et Chott El-Hodna dans le centre du pays(80 bagues). Cependant 25 % des bagues lues ont été observées auparavant en France et principalement Etang du Fangassier (85 bagues). Bien que 14% (48 bagues), 13% (44 bagues) et 11% (38 bagues) des bagues ont été lues respectivement en Tunisie, en Italie et en Espagne. Enfin, 1 % des reprises ont été observées en Turquie, en Portugal et en Guinée (4 bagues) (Figure.4.34).



**Figure.4.34.** Historique des bagues lues de flamants roses dans de la vallée d'Oued Righ

#### 4.2.3. Sex-ratio des flamants roses bagués

En nous basant sur l'historique, 13% des flamants bagués sont des mâles, 12% sont des femelles (informations recueillies auprès des centres bagueurs). On a noté que chez 75% des flamants bagués le sexe reste inconnu (Figure.4.35).



**Figure.4.35.** Sex-ratio des flamants roses bagués ont été observés dans de la vallée d'Oued Righ

#### **4.3. Etude du rythme d'activités diurnes du Flamant rose *Phoenicopterus roseus***

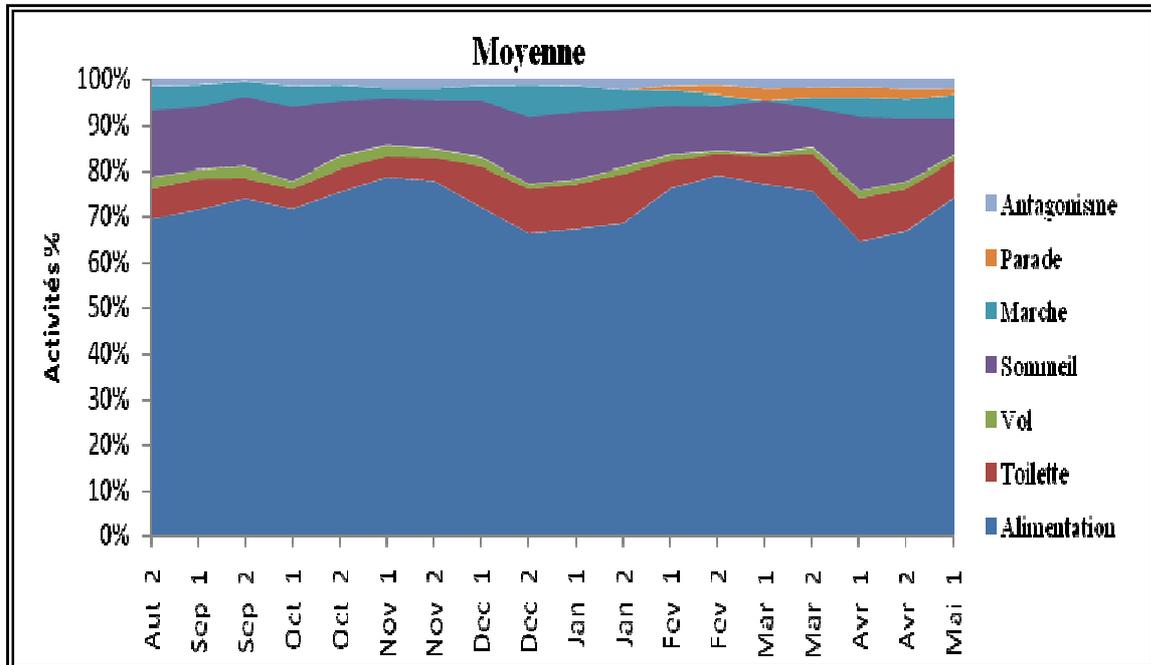
L'étude du rythme d'activités diurnes du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* a été effectuée dans deux sites différents: à Chott Tindla et Chott Merouane pendant les saisons d'hivernage 2004/2005 et 2009/2010 à raison de 144 heures d'observation sur Chott Tindla et 172 heures d'observations sur Chott Merouane.

On a choisi ces deux sites de caractéristiques différentes (salinité, surface et tranquillité) afin de bien comprendre les préférences de cette espèce et les facteurs qui peuvent affecter l'éthologie du flamant rose dans la vallée d'Oued Righ.

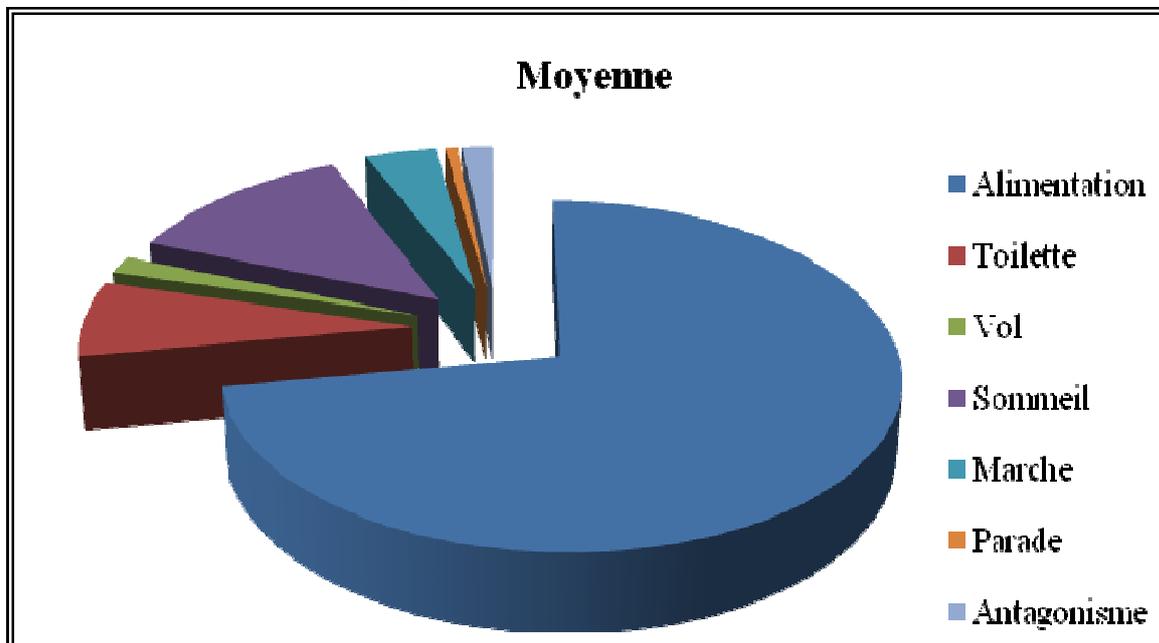
Le rythme d'activité du Flamant rose dans les deux sites présente une très nette prédominance du nourrissage avec une moyenne annuelle de 69,78% et 72,22% du temps respectivement dans Chott Tindla (Figure.4.36.37) et Chott Merouane (Figure.4.42.43). Il est plus long chez les individus adultes (73,39%) que chez les individus jeunes (71%) dans le Chott Merouane (Figure.4.38.39.40.41), au contraire au Chott Tindla, les individus jeunes s'alimentent plus longtemps (72,39%) que les individus adultes (67,18%)(Figure.4.44.45.46.47).

Le suivi du rythme des activités diurnes du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* hivernants dans les deux sites de la vallée d'Oued Righ, montre d'une manière générale le même modèle d'évolution saisonnière des activités diurnes, mais la différence reste remarquable dans le pourcentage de certaines activités dans un site par apport à l'autre (Figure.4.36.42).

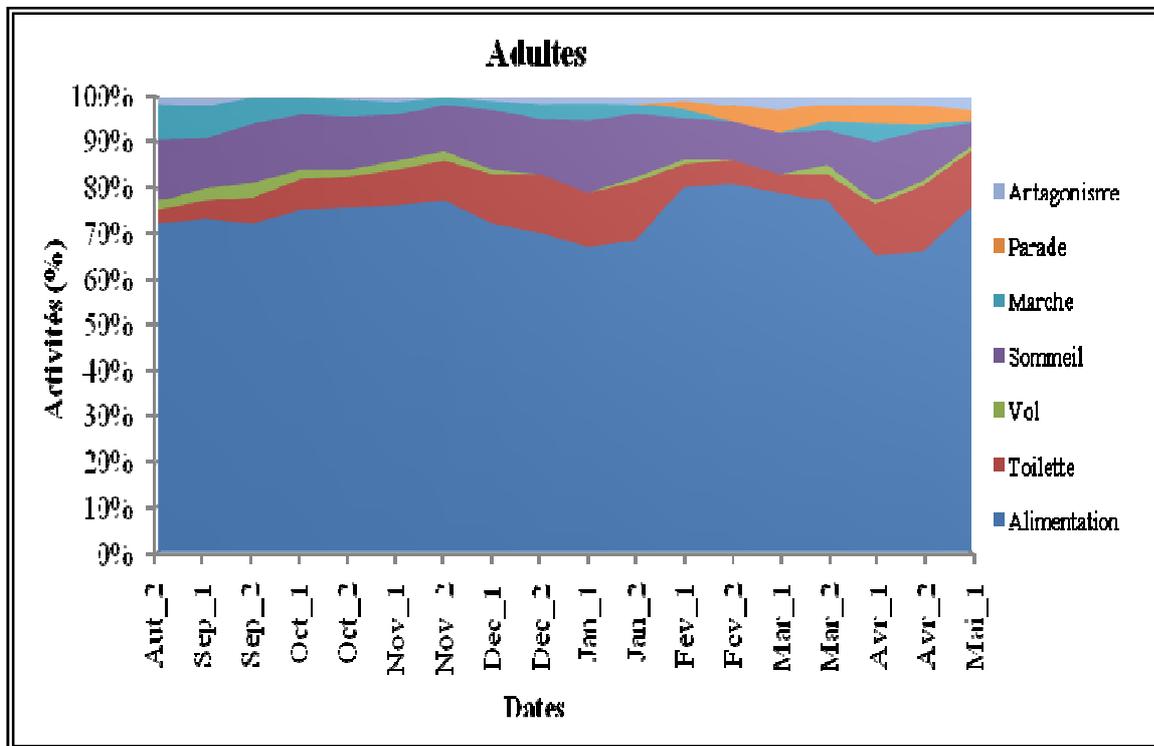
Au cours de la saison d'hivernage, on a observé une stabilité relative de toutes ces activités pour les individus adultes et pour les individus juvéniles d'une part, et le comportement des Flamants roses subit des variations continues dans le temps dans les deux sites d'études d'autre part (Figure.4.38.40.44.46).



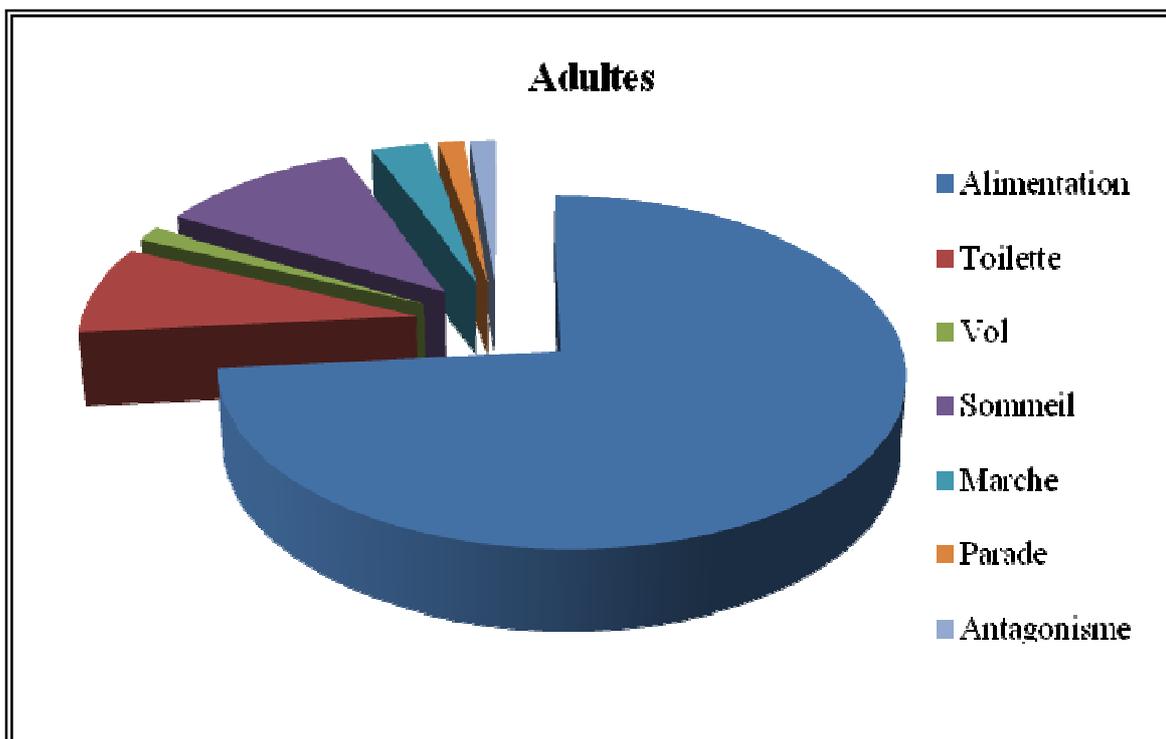
**Figure.4.36.** Variation bimensuelle du rythme des activités diurnes du Flamant rose *Phoenicopus roseus* dans le Chott Merouane



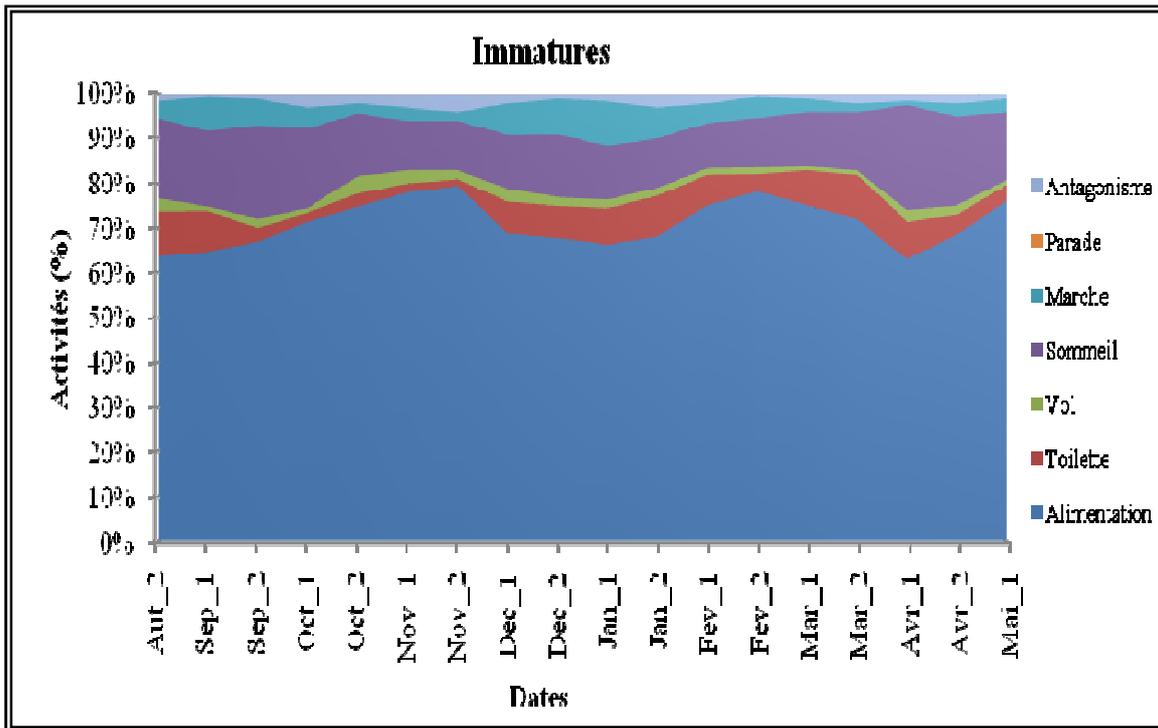
**Figure.4.37.** Proportions des différentes activités diurnes du Flamant rose *Phoenicopus roseus* dans le Chott Merouane



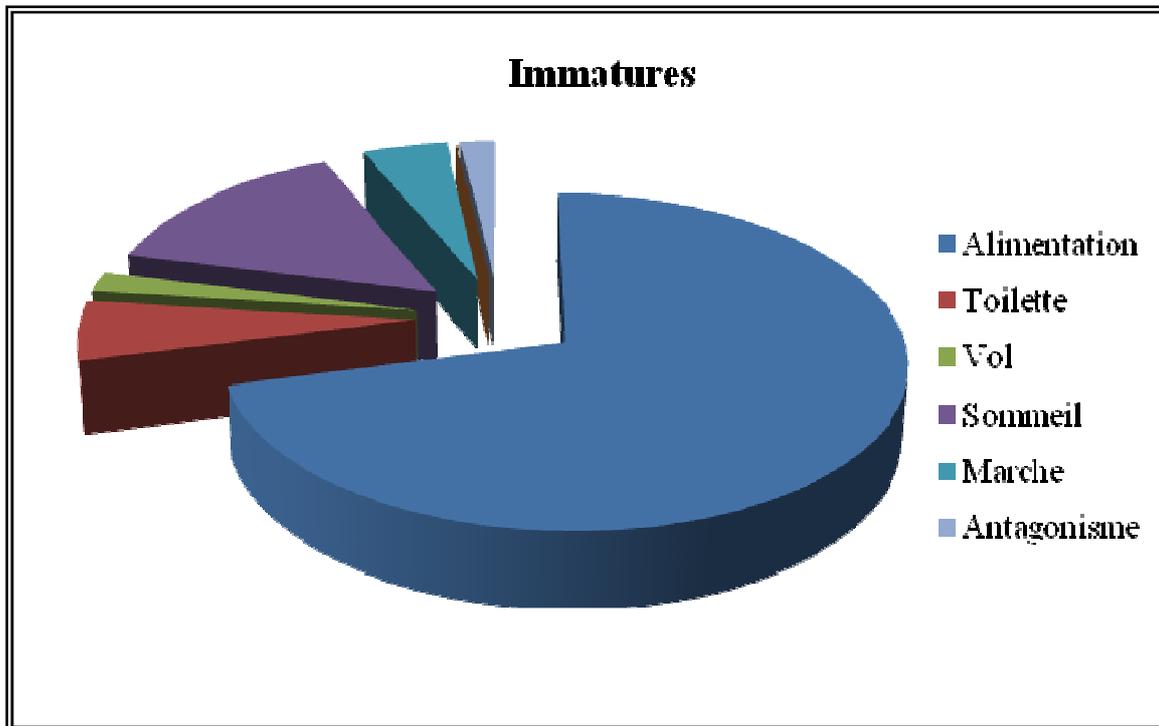
**Figure.4.38.** Variation bimensuelle du rythme des activités diurnes des individus adultes du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Merouane



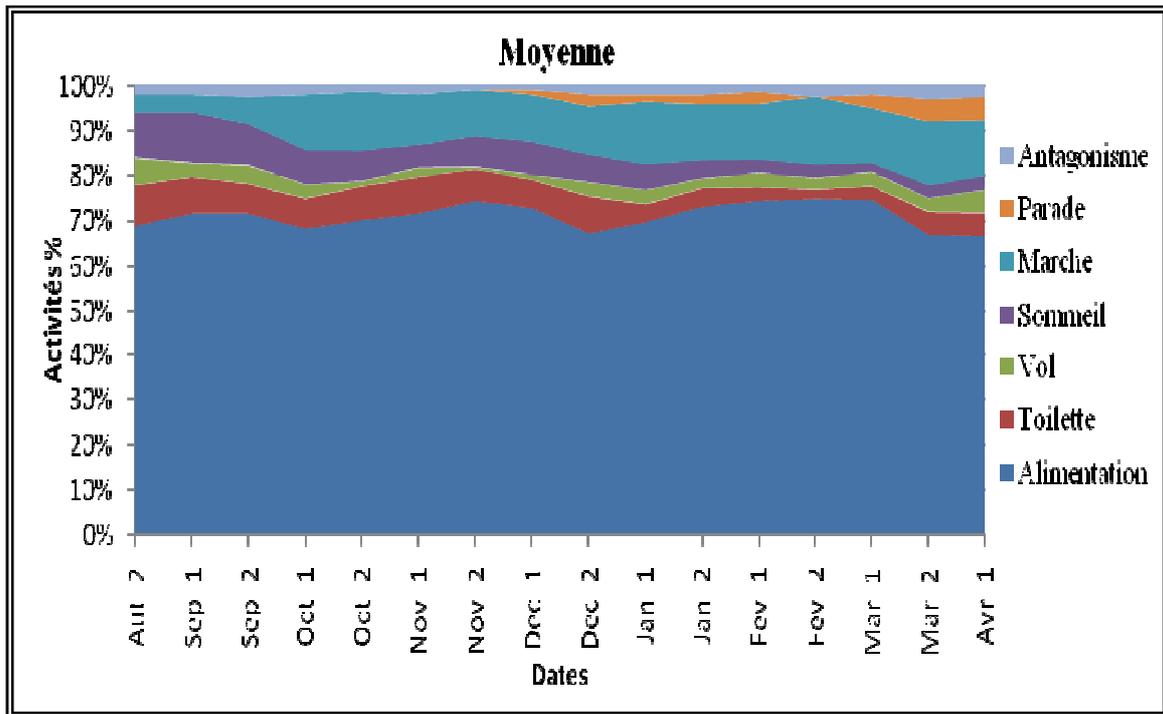
**Figure.4.39.** Proportions des différentes activités diurnes des individus adultes du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Merouane



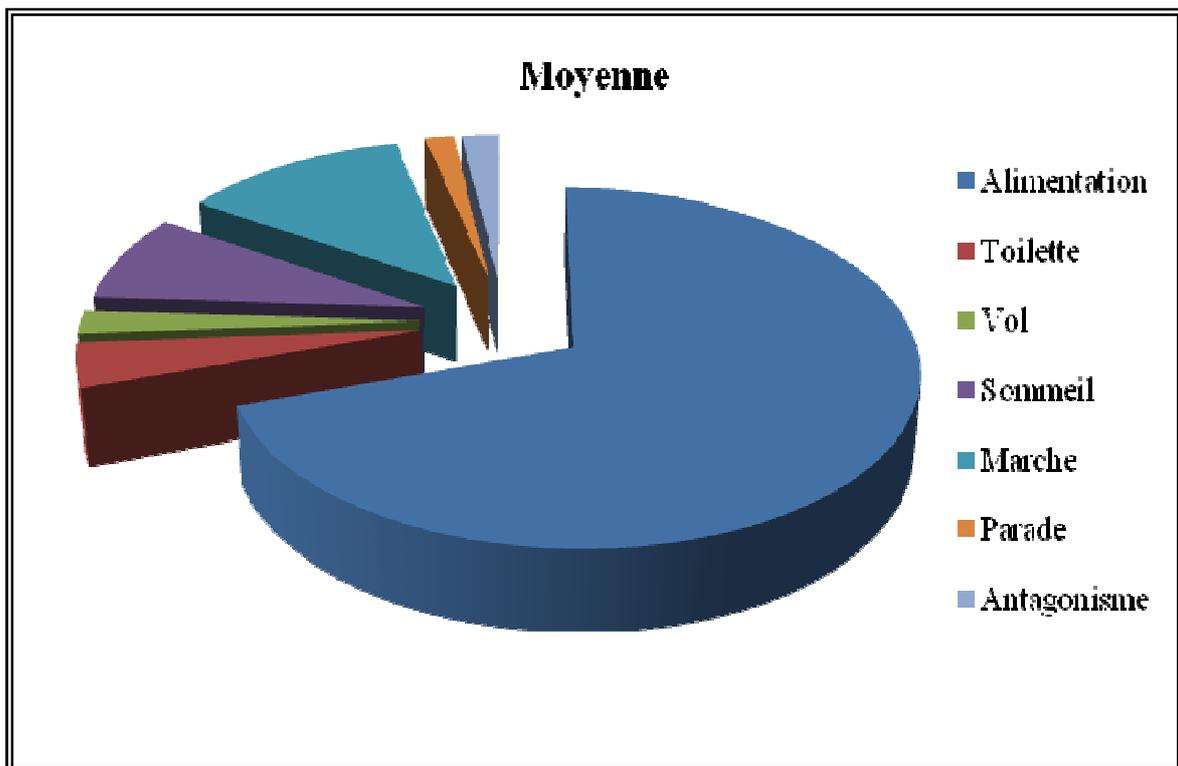
**Figure.4.40.** Variation bimensuelle du rythme des activités diurnes des individus immatures du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* au niveau du Chott Merouane



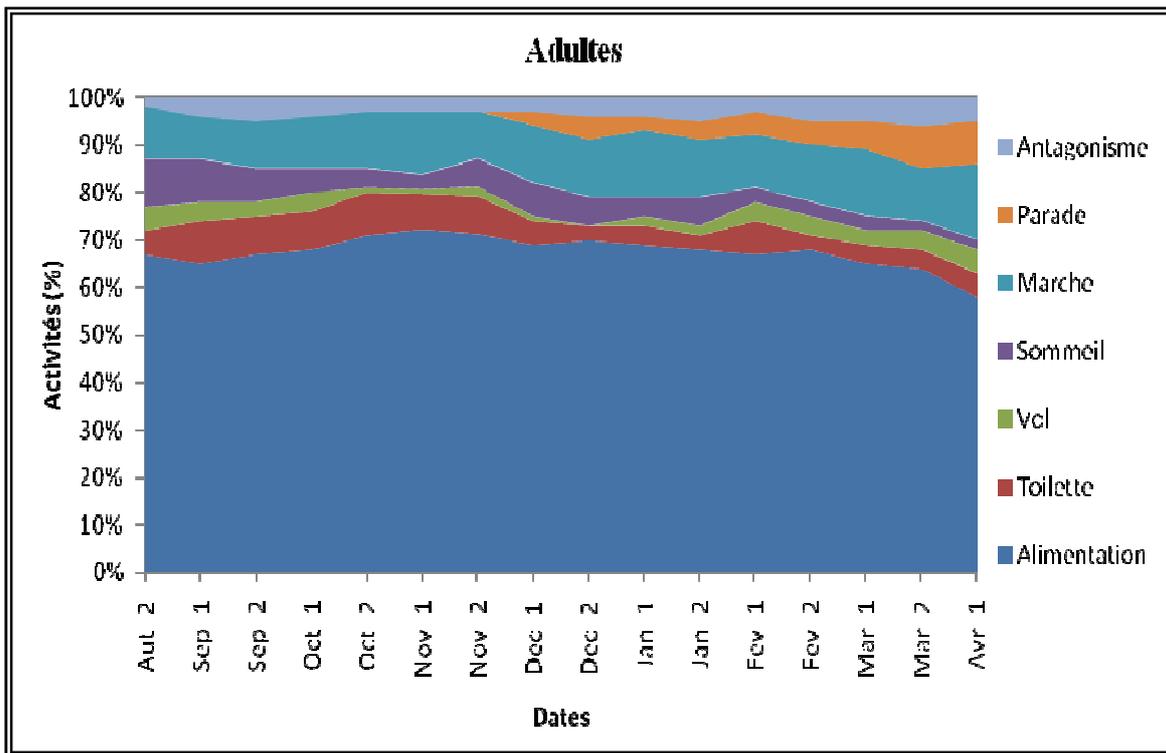
**Figure.4.41.** Proportions des différentes activités diurnes des individus immatures du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Merouane



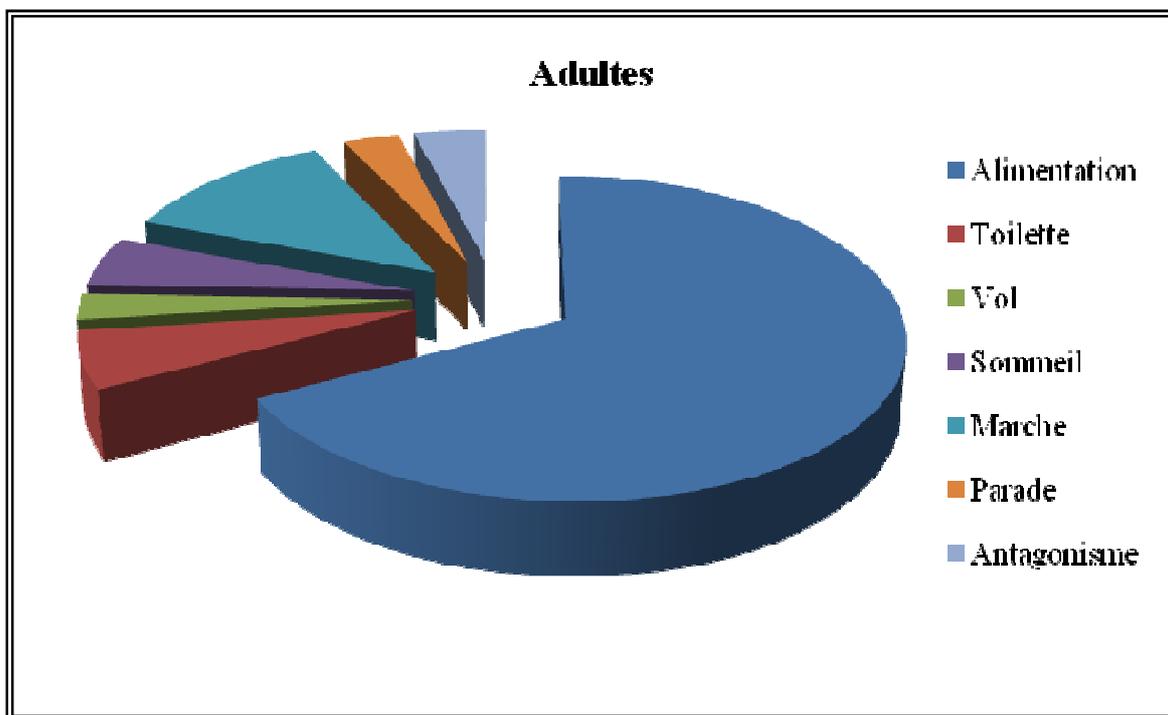
**Figure.4.42.** Variation bimensuelle du rythme des activités diurnes du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* au niveau du Chott Tindla



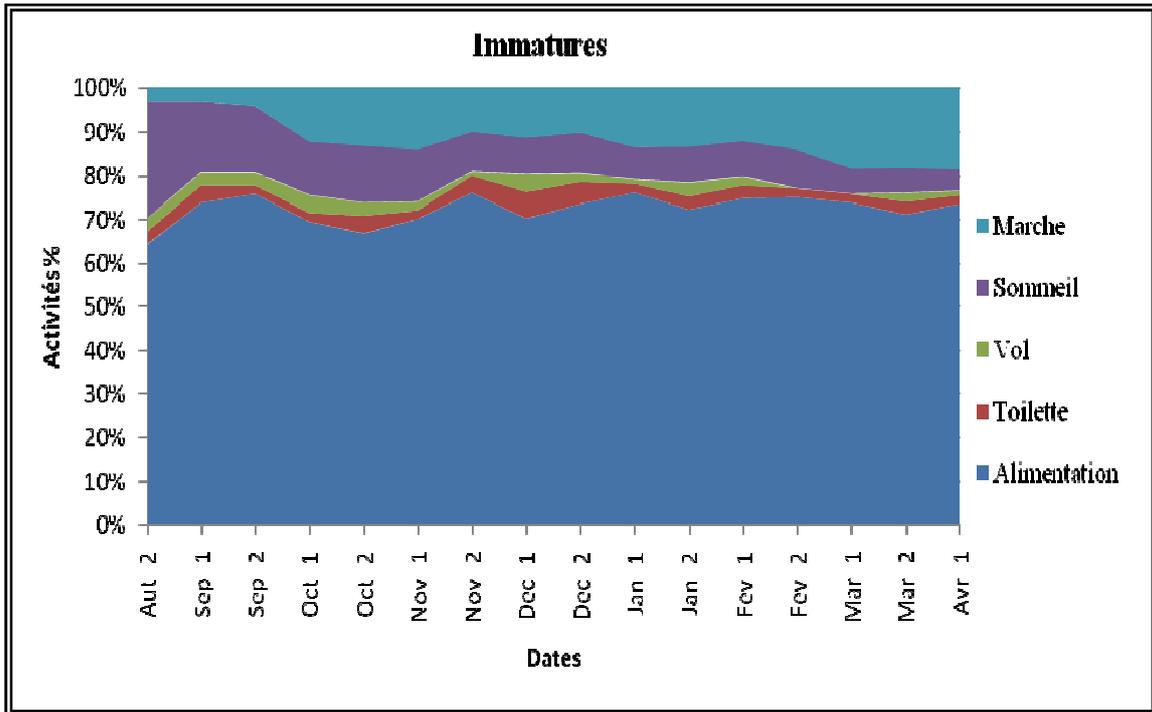
**Figure.4.43.** Proportions des différentes activités diurnes du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Tindla



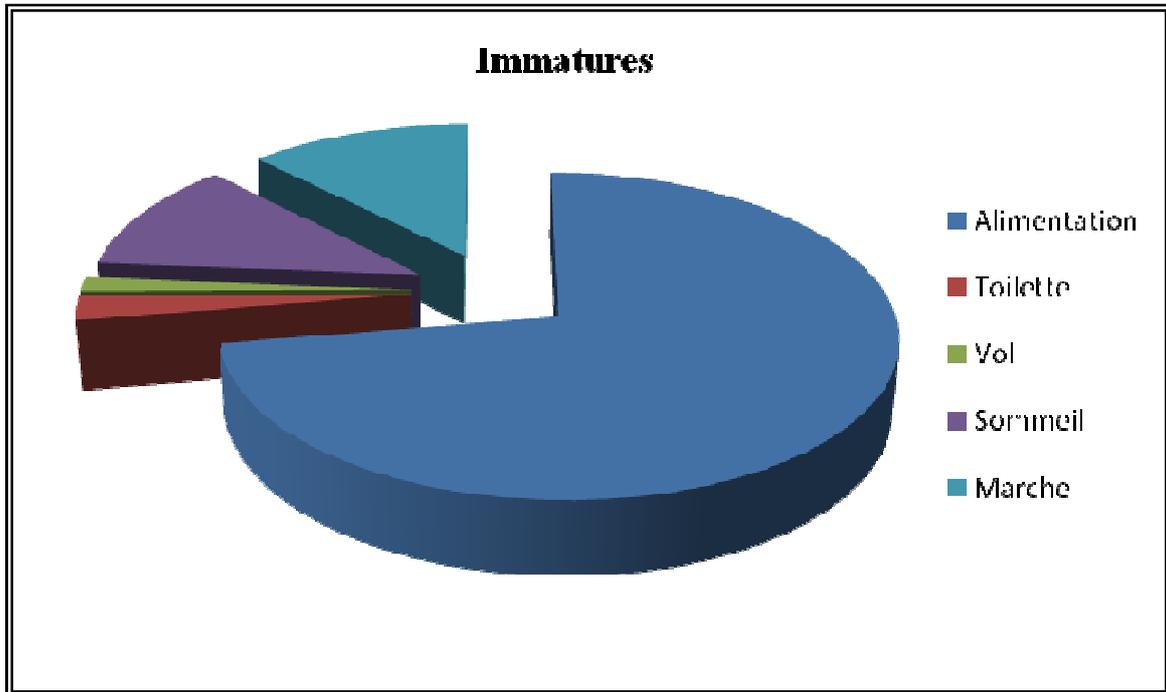
**Figure.4.44.** Variation bimensuelle du rythme des activités diurnes des individus adultes du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Tindla



**Figure.4.45.** Proportions des différentes activités diurnes des individus adultes du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Tindla



**Figure.4.46.** Variation bimensuelle du rythme des activités diurnes des individus immatures du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Tindla



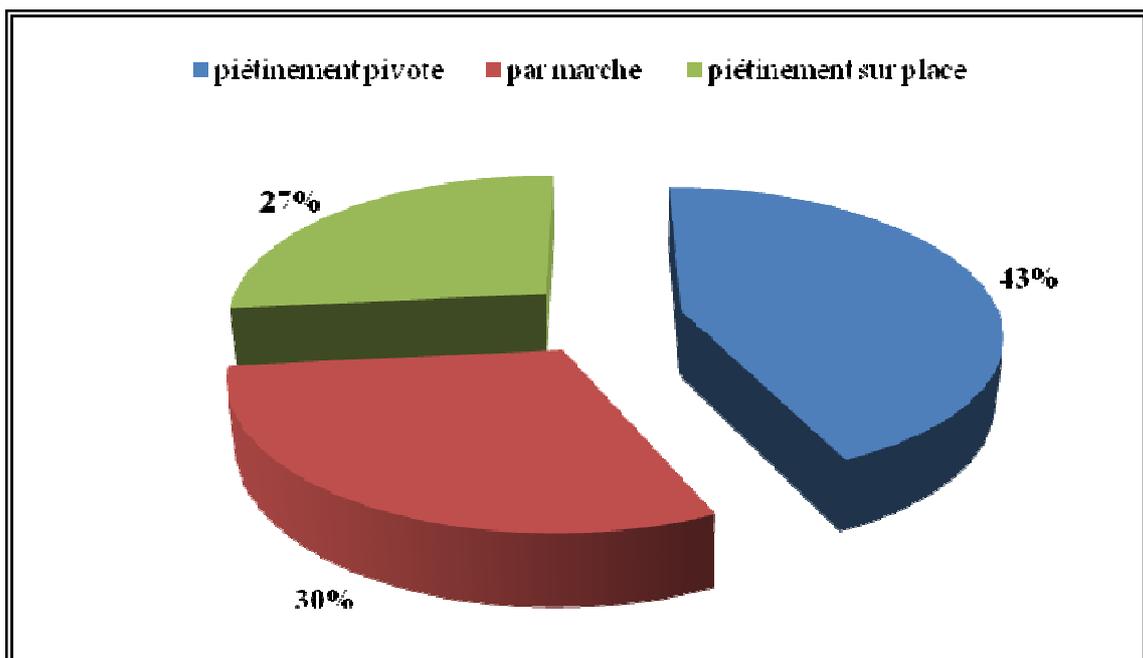
**Figure.4.47.** Proportions des différentes activités diurnes des individus immatures du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Tindla

Notre étude a montré que les variations saisonnières du temps alloué à l'alimentation dans les deux sites d'études ont pratiquement la même tendance, où les courbes d'évolution

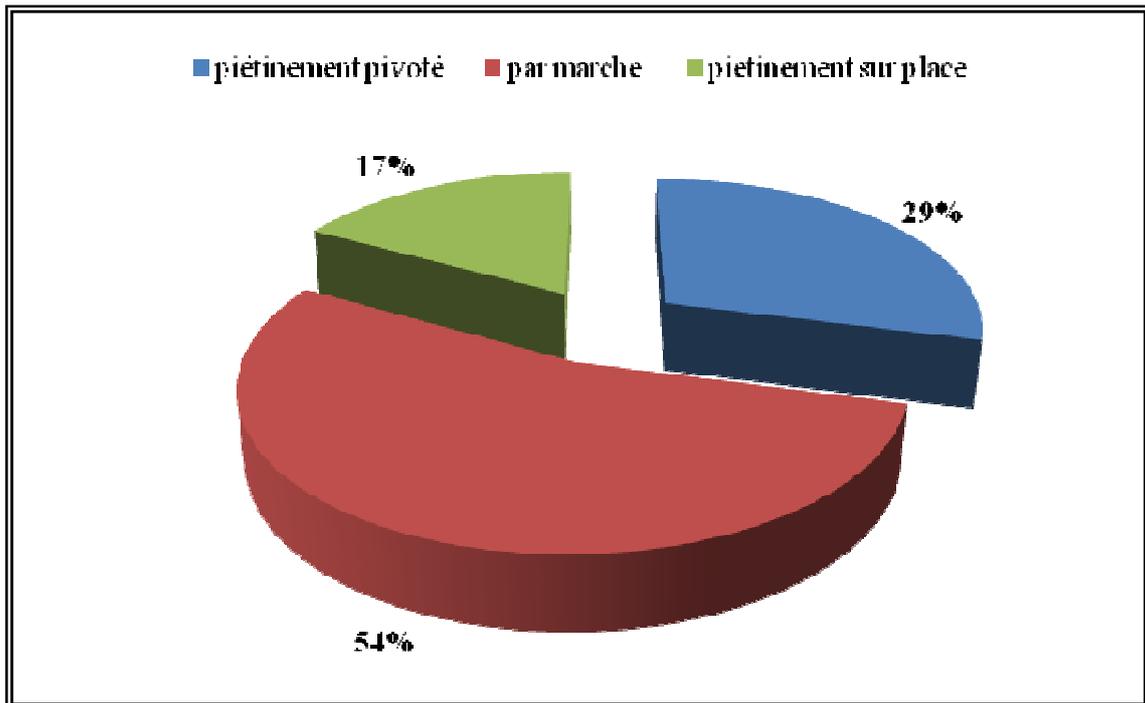
de l'alimentation dans la période d'hivernage présentent deux pics, le premier à la fin du mois de novembre (77,5 % et 74,5 % respectivement dans le Chott Merouane et Chott Tindla) avant de descendre à une valeur moins de 65 % vers la fin du mois de décembre (Figure.4.48). Le deuxième pic a été noté vers la fin du mois de février et au début du mois de mars (78,5 % et 75 % respectivement dans le Chott Merouane et le Chott Tindla). Aussitôt après, l'allure diminue légèrement jusqu'au mois de mai.

L'alimentation qui était l'activité dominante dans le bilan de rythme d'activités du Flamant rose a été effectuée de trois manières différentes: l'alimentation par piétinement pivoté, l'alimentation par piétinement sur place et, préhension tactile et filtrage. Ces trois types de recherche d'alimentation ont été observés chez les flamants roses dans les deux sites avec des taux moyens différents (Figure.4.48).

Au niveau du chott Merouane l'alimentation par piétinement pivoté vient en première place avec 43 %, suivi par l'alimentation par marche (30%), et en fin l'alimentation par piétinement sur place qui occupe le taux le plus faible (27 %) (Figure.4.49). Par ailleurs, au niveau du Chott Tindla, l'alimentation par marche est le type d'alimentation dominant avec un taux relativement élevé (54%), l'alimentation par piétinement pivoté vient en deuxième lieu (29%), alors que l'alimentation par piétinement sur place occupe un taux faible comme le cas du Chott Merouane (17 %). L'alimentation par marche, préhension tactile et filtrage est relativement élevée dans Chott Tindla par rapport Chott Merouane (Figure.4.50).



**Figure.4.49.** Moyens annuels des différents types d'alimentation chez le flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Merouane



**Figure.4.50.** Moyens annuels des différents types d'alimentation chez le flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Tindla

Dans le Chott Merouane, le sommeil (repos) vient en deuxième place qui est en général observé chez les individus se trouvant au centre du groupe (12,84%), plus long chez les immatures (14,66 %) que chez les adultes (11,01 %), ce comportement de confort a été observé aussi dans chott Tindla mais en troisième position avec un taux faible par rapport au chott Merouane, en général il a une durée deux fois plus élevée chez les juvéniles que chez les adultes.

L'allure de variation du sommeil dans le Chott Merouane présente plusieurs fluctuations caractérisées par trois pics ; 16,6 %, 14,9% et 16,35 % respectivement au début du mois d'octobre, fin du mois de décembre et le début du mois d'avril. Alors que le pourcentage de cette activité dans le Chott Tindla était élevé au début de la saison d'hivernage, puis une diminution remarquable vers la fin de la saison d'hivernage (Figure.4.51).

La toilette vient en troisième position avec une moyenne annuelle égale à 7,17% dans le Chott Merouane, le taux élevé de cette activité a été noté chez les adultes (8,41%) que chez les jeunes (5,93%), contrairement au chott Tindla où cette activité occupe la quatrième position (4,12%), et les adultes entretiennent plus longuement leur plumage que les jeunes (5,81% contre 2,43%), cette activité est souvent observée dans l'eau et près des berges.

La courbe de variation du comportement de l'entretien du plumage suit une allure en dents de scie durant toute la saison d'hivernage à Chott Merouane où le pic de 11 % a été enregistré à

la fin du mois de janvier, alors que l'allure du graphique de l'entretien du plumage dans le Chott Tindla montre deux phases plus ou moins importantes: les taux observés avoisinant les 10% du mois d'août à la mi-novembre puis diminuent de moitié (Figure.4.52).

La marche vient en quatrième position avec un moyenne annuelle égale à 3,86% dans le Chott Merouane, cette activité est d'importance semblable chez les adultes et les jeunes 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, dans le cas du Chott Tindla ce comportement qui reflète le degré de dérangement au niveau du site vient en deuxième place juste après l'alimentation qui est de 12,28%.

D'une manière générale dans le Chott Merouane, la marche varie entre 2,5 % et 5 %, le maximum de 6 % a été noté à la fin du mois de décembre, concernant les variations de cette activité dans le Chott Tindla on a marqué une stabilité autour 12 % dès le mois d'octobre jusqu'à la fin de la saison(Figure.4.53).

Les flamants volent fréquemment, le plus souvent pour changer de place ou en réaction à un dérangement, dans le Chott Merouane le pourcentage de vol est pratiquement faible (1,69 %) par rapport au chott Tindla (2,8%), ainsi que il est observé avec des taux équitables pour les adultes et les immatures. Cette activité se résume à des petits envols collectifs qui favorisent le regroupement des individus.

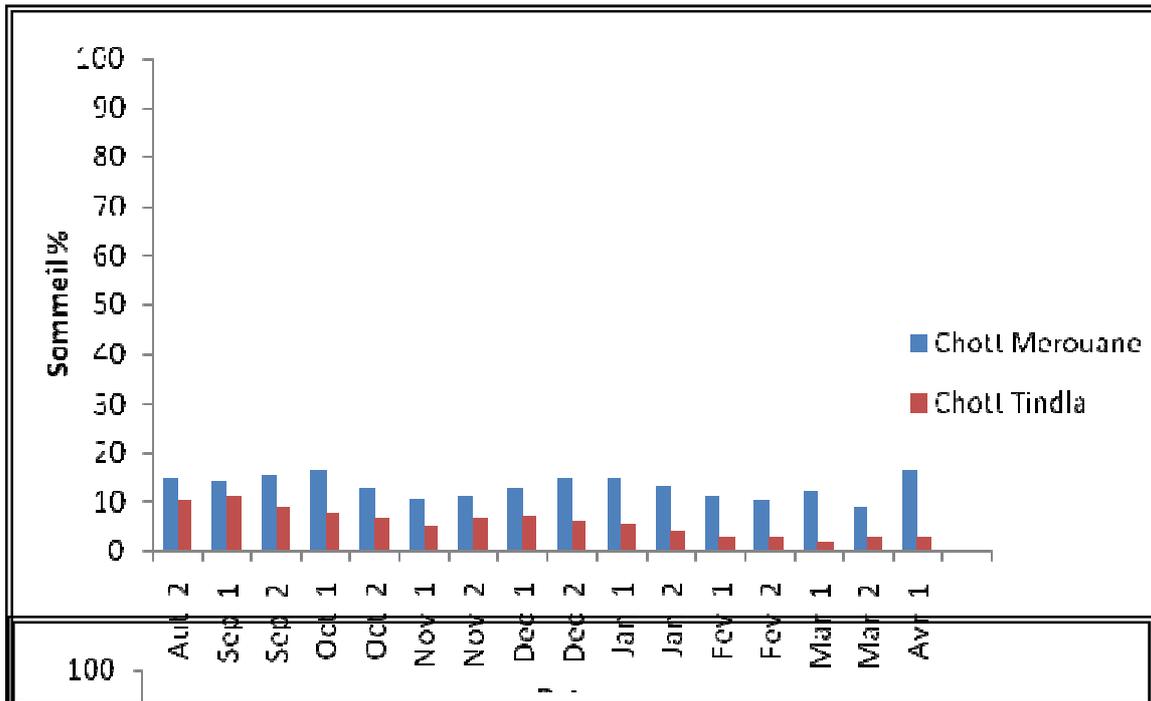
Les variations de pourcentage du vol dans Chott Merouane est très petites (entre 1% et 2,5%). Par contre, cette activité est relativement élevée dans le Chott Tindla où la courbe présente une allure gaussienne inversée où les deux pics de (5 % et 6 %) respectivement à la fin du mois d'août et le début du mois d'avril (Figure.4.54).

Les activités de parade se résument à des mouvements d'ailes et à des hochements de têtes. La parade vient dans le dernier rang dans les deux sites, et elle n'occupe qu'un faible pourcentage dans le bilan de rythme d'activités (0,69 % et 1,56 % respectivement dans Chott Merouane et Chott Tindla respectivement).

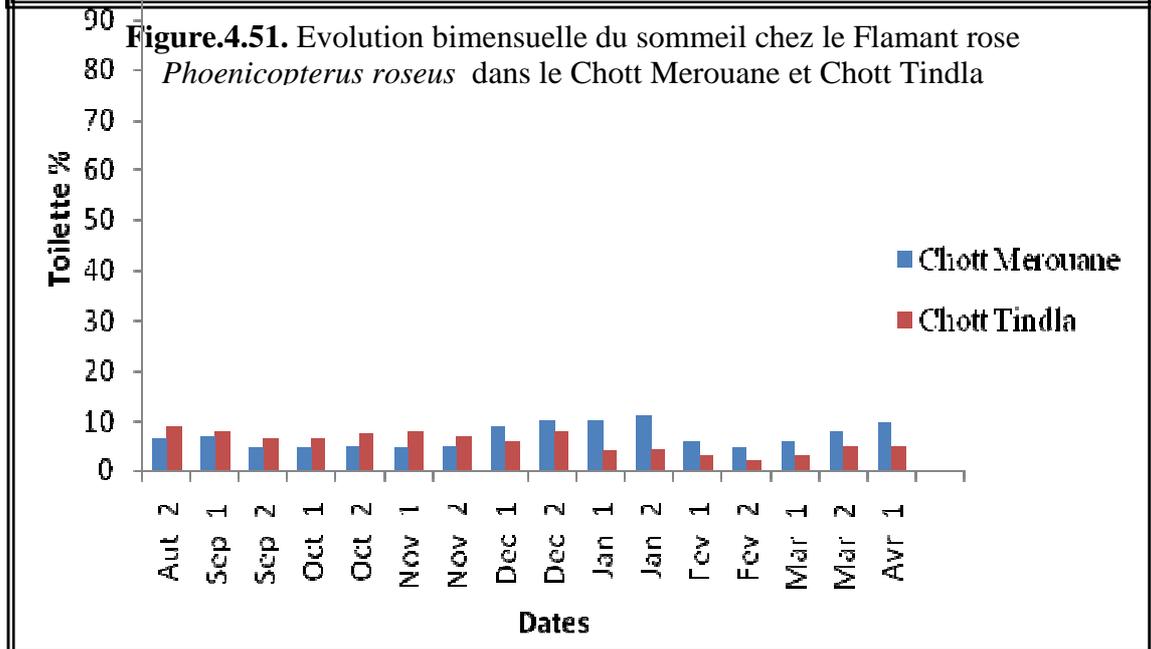
Les flamants commencent ce comportement généralement à la fin du mois de décembre à Chott Tindla et à la fin du mois de janvier à Chott Merouane avec une fréquence croissante vers la fin de la saison d'hivernage pour atteindre le maximum durant le mois de mars (Figure.4.55).

Enfin, nous avons regroupé sous les activités antagonistes toutes sortes d'attaque, de coup de bec, et de bagarres entre les différents individus. Cette activité est aussi exclusivement adulte. Elle est notée avec des taux très faibles tout le long de notre étude, et ne concerne que environ 2% du temps dans les deux sites d'étude.

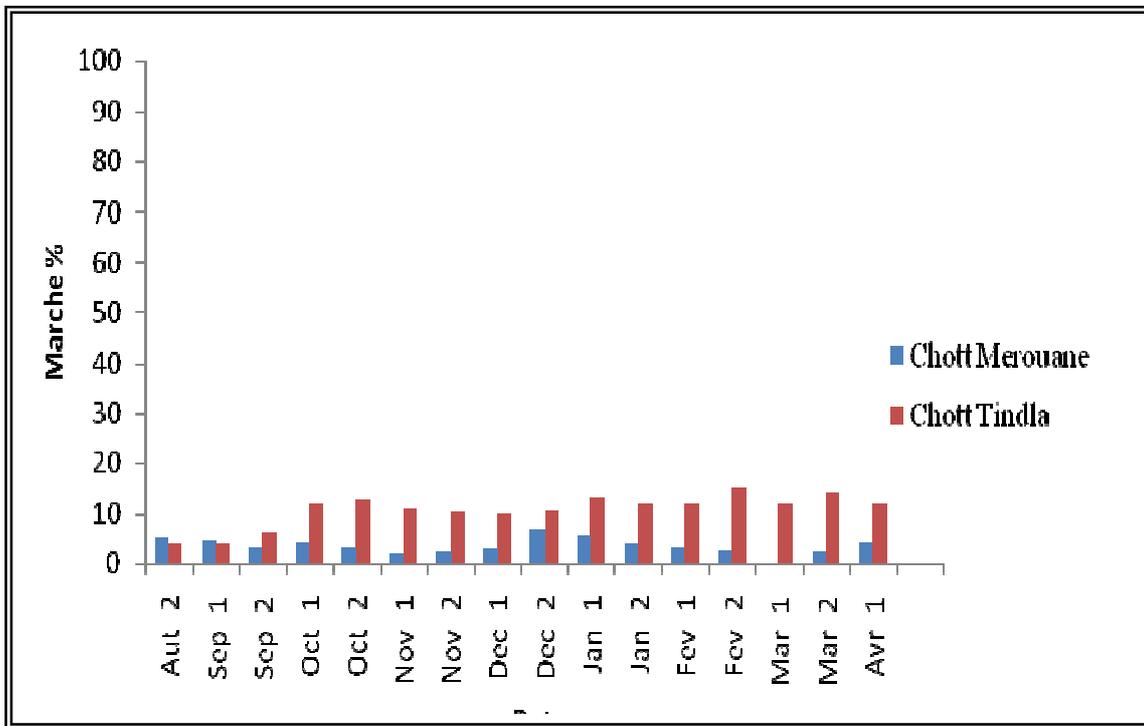
Les variations de ce comportement durant la saison d'hivernage présentent le même modèle dans les deux sites et ne montrent pas de grandes différences (Figure.4.56).



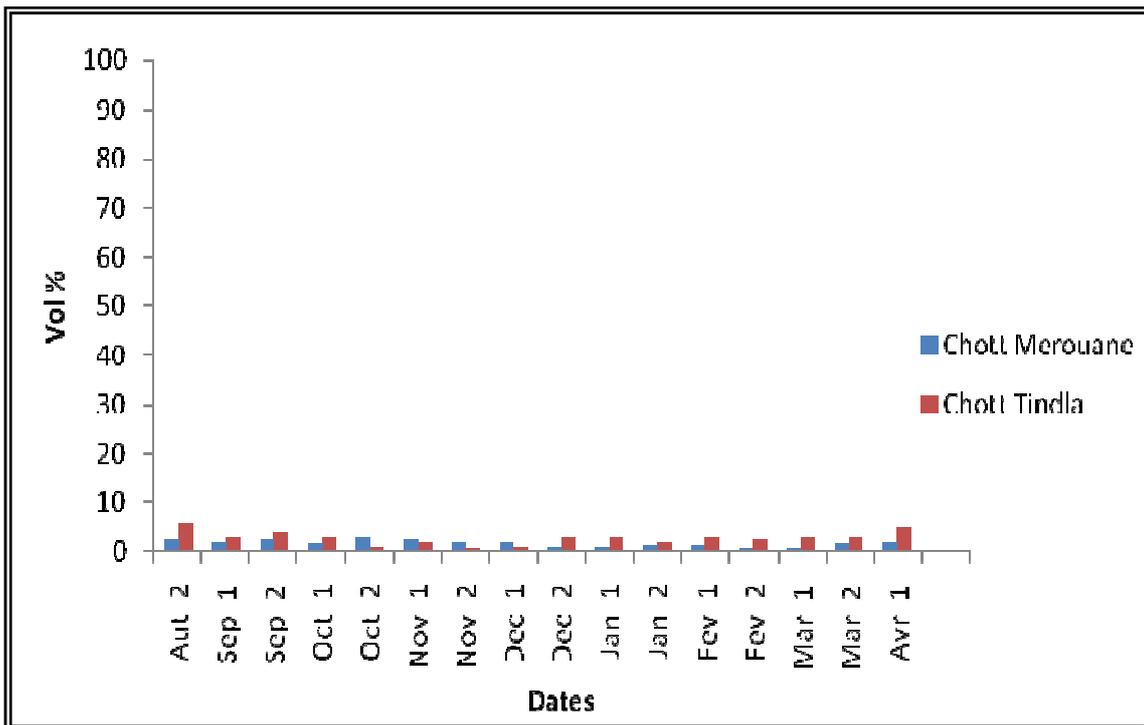
**Figure.4.51.** Evolution bimensuelle du sommeil chez le Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Merouane et Chott Tindla



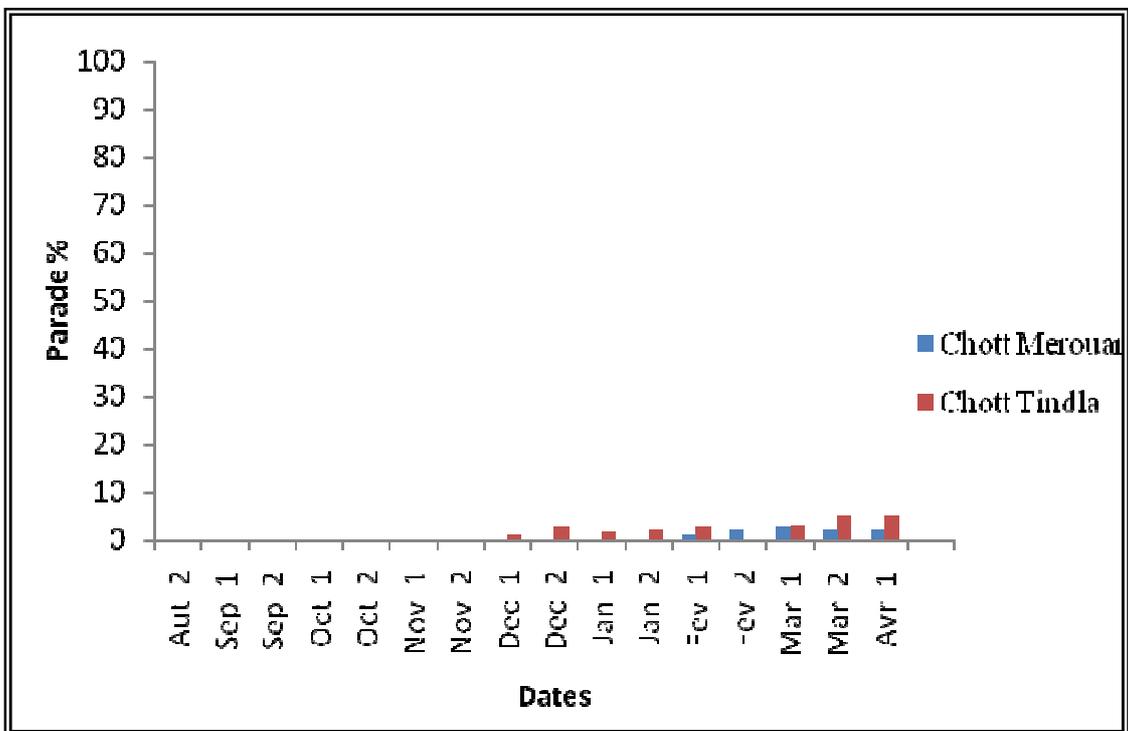
**Figure.4.52.** Evolution bimensuelle de la toilette chez le Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Merouane et Chott Tindla



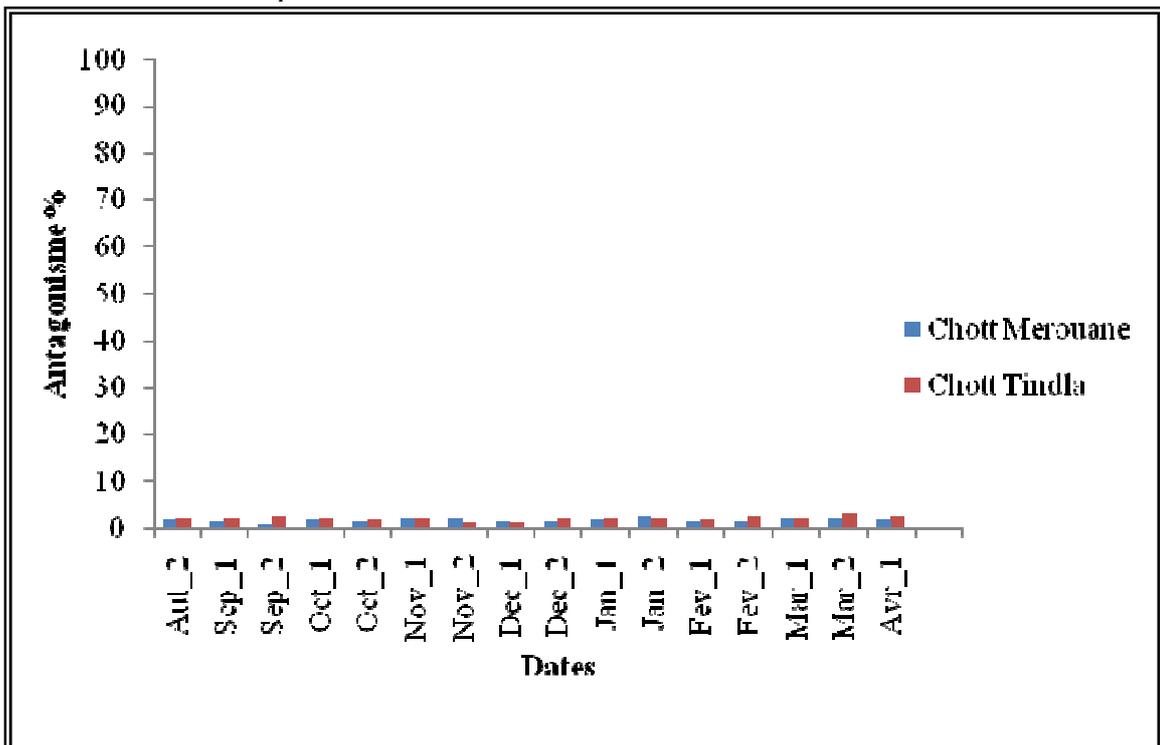
**Figure.4.53.** Evolution bimensuelle de la marche chez le Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Merouane et Chott Tindla



**Figure.4.54.** Evolution bimensuelle du vol chez le Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Merouane et Chott Tindla



**Figure.4.55.** Evolution bimensuelle de la parade chez le Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Merouane et Chott Tindla



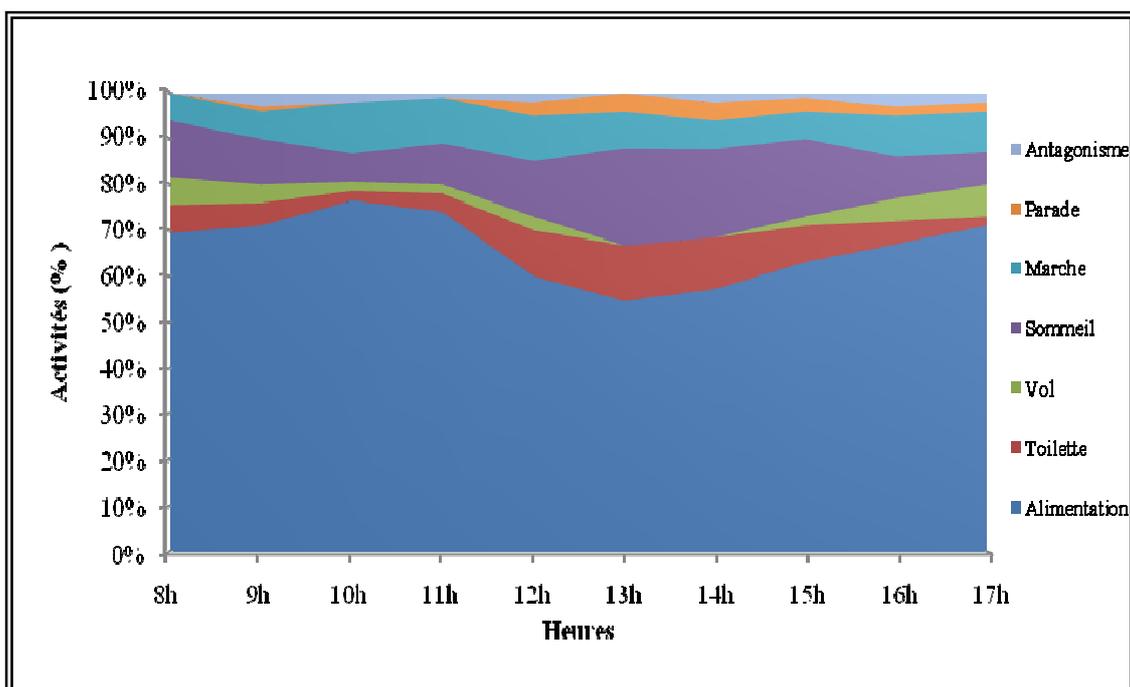
**Figure.4.56.** Evolution bimensuelle de la l'antagonisme chez le Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Chott Merouane et Chott Tindla

D'une manière générale, les Flamants roses hivernant dans la vallée d'Oued Righ (Chott Tindla et Chott Merouane) se nourrissent pendant une grande partie de la journée. Des observations crépusculaires, jusqu'à la nuit noire, une heure et demie après le coucher du soleil, ont montré que les oiseaux restent sur place (Figure.4.57.58).

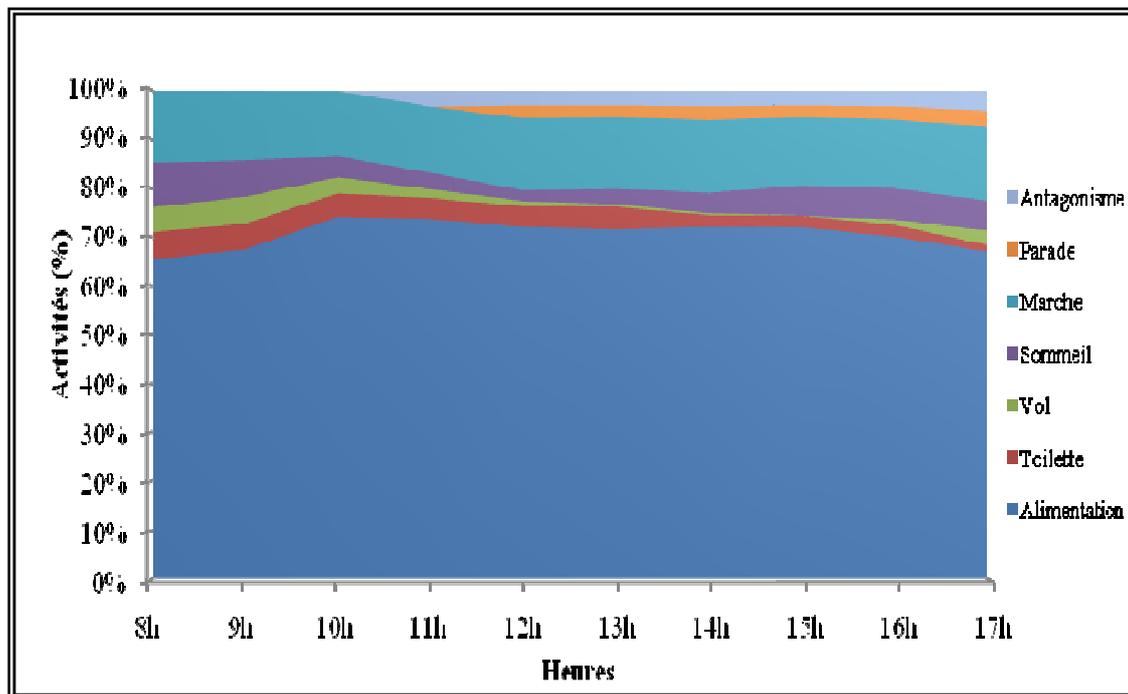
En cours de la journée et au Chott Tindla, l'alimentation occupe un temps croissant dès le lever du jour pour atteindre son maximum vers 10h du matin (GMT+1h) pour se stabiliser aux alentours de 15h (GMT+1h), avant de diminuer en fin journée. Alors que dans le Chott Merouane, l'alimentation des flamants augment 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.

Dans le Chott Tindla, l'entretien du plumage noté en début de journée (8h, soit 9h GMT) avec des taux avoisinants les 6% diminue progressivement jusqu'à 17h, alors que dans le Chott Merouane ce comportement est observé au début de la journée avec un taux de 6%, puis une évolution croissante jusqu'à atteindre un maximum de 12% à 13h, puis un abaissement a été noté vers la fin de la journée.

Le vol est observé généralement en début et vers la fin de journée dans les deux sites d'étude soient des vols de départs où des vols d'arrivées vers les deux directions principales : la direction vers l'Est et la direction vers le sud. Cependant dans le Chott Tindla la marche est observée avec des taux plus ou moins stables durant toute la journée, ils sont supérieurs à ceux du Chott Merouane ; alors que dans ce dernier, la marche varie entre 6 et 11% ou le maximum a été enregistré à 10h du matin. Il va de même pour le repos (sommeil) avec une légère diminution à la mi-journée dans le Chott Tindla. Dans le Chott Merouane, des taux élevés de sommeil ont été enregistrés au début de la journée et l'après midi jusqu'au 16h. Les autres activités (parade et comportement antagoniste) ne sont observées qu'à partir de 10h-11h dans les deux sites, avec des taux stables pendant toutes les après-midi (Figure.4.57.58).



**Figure.4.57.** Variations journalières du rythme des activités diurnes des Flamants roses *Phoenicopterus roseus* hivernants dans le Chott Merouane



**Figure.4.58.** Variations journalières du rythme des activités diurnes des Flamants roses *Phoenicopterus roseus* hivernants dans le Chott Tindla

#### 4.3.1. Analyse statistique des données de rythme d'activités diurnes chez Flamants roses *Phoenicopterus roseus* hivernants dans Chott Tindla et Chott Merouane.

L'analyse statistique multivariée a été effectuée sur les données des activités diurnes du flamant rose dans les deux sites d'études (Chott Merouane et Chott Tindla) de la vallée d'Oued Righ 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 l'axe F1 (des ordonnées) sépare d'un côté 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 côté.

En effet, l'axe 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.

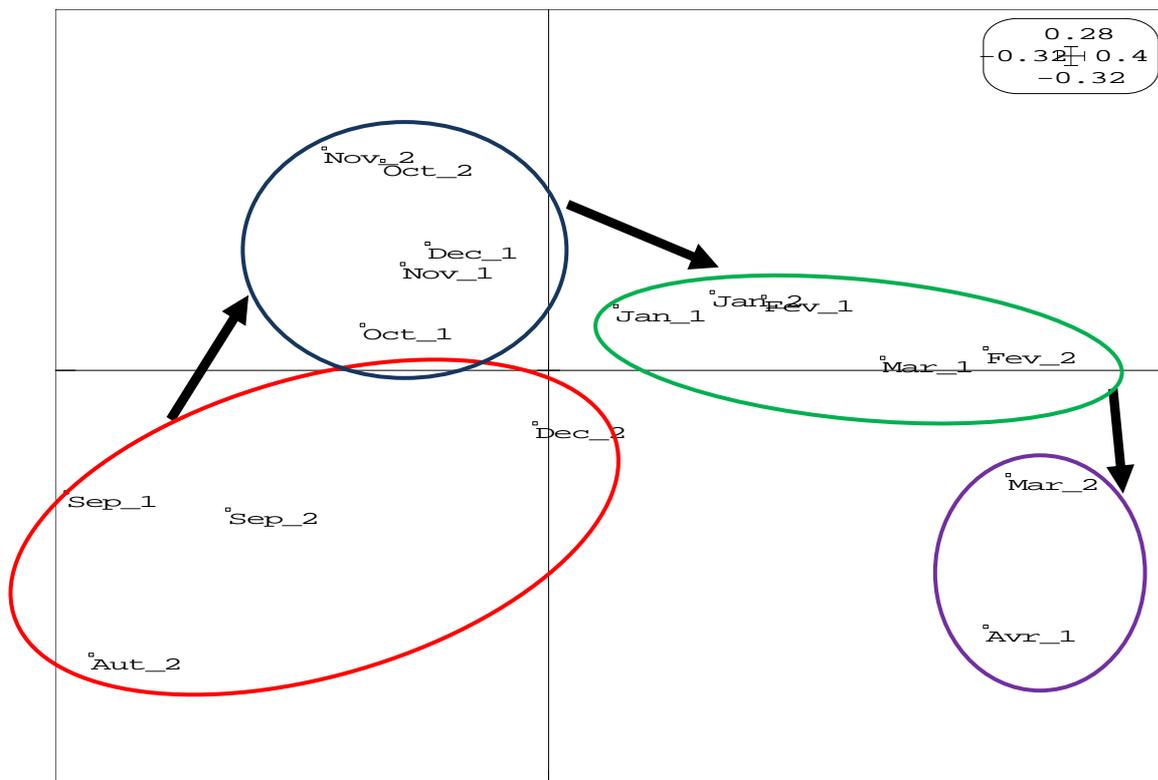
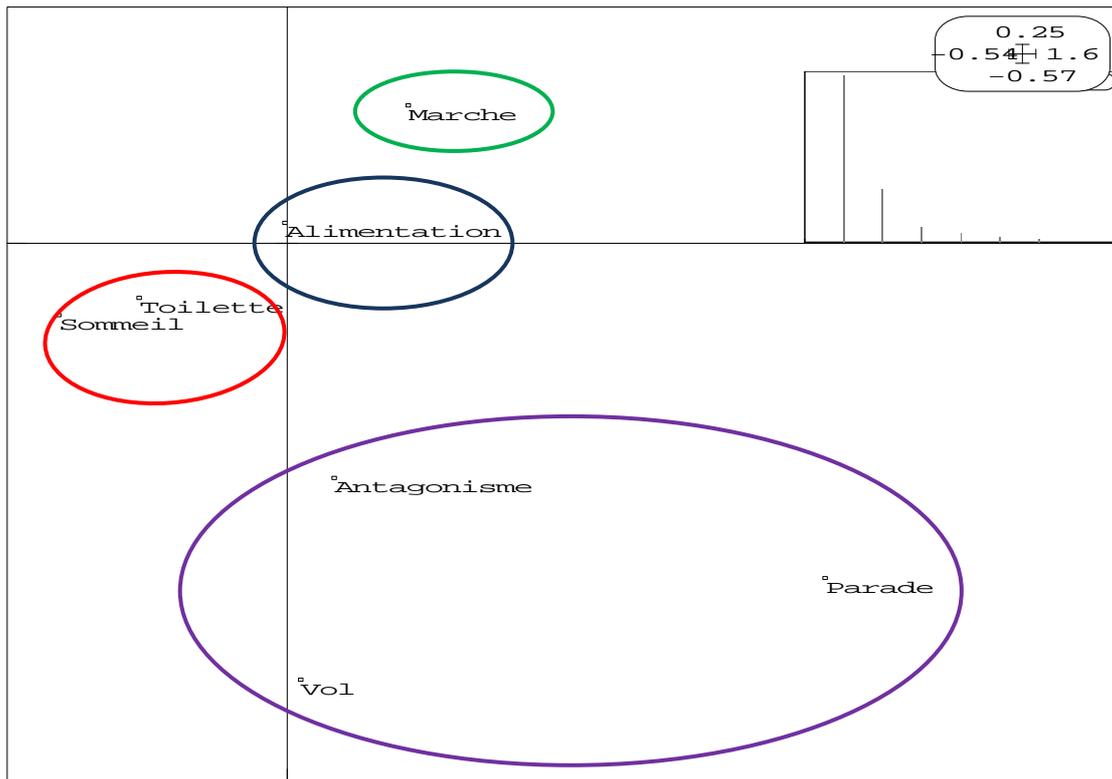
La période qui précède la nidification (Mars, Avril et mai) est caractérisée par les parades et l'antagonisme qui sont associés à cet événement dans ce site potentiel de nidification(Figure.4.59).

Concernant le Chott Tindla, le plan factoriel 1x2 qui dispose respectivement 65% et 21% de l'information (Figure.4.60) nous montre que l'alimentation est opposée au sommeil par rapport à l'axe des abscisses F2. Par ailleurs l'alimentation et le sommeil se trouvent dans la même face du plan factoriel de l'AFC par rapport à l'axe des ordonnées F1 et caractérisent ensemble le début de l'hivernage.

Sous un autre angle, le graphique de l'AFC du chott Tindla, nous indique que le début d'hivernage: août et septembre, est caractérisé par le sommeil et la toilette (nettoyer et changer de plumage et se reposer), la période automnale (Octobre, novembre et décembre) présente une prédominance de l'alimentation. Alors que la marche pour la recherche de la nourriture est le comportement le plus observé durant les mois de janvier, février et début de mars, finalement la fin du mois de mars et avril sont dominés par la manifestation de parades nuptiales associées avec des comportements agressifs entre les mâles et des vols de positionnement (Figure.4.60).



**Figure.4.59.** Plan factoriel 1x2 de l'AFC des rythmes d'activités diurnes des Flamants roses *Phoenicopterus roseus* hivernants dans le Chott Merouane. Axes d'inertie: 0.43, 0.33, 0.15, 0.06. Durant la saison d'hivernage 2009/2010



**Figure.4.60.** Plan factoriel 1x2 de l'AFC des rythmes des activités diurnes des Flamants roses *Phoenicopterus roseus* hivernants dans le Chott Tindla. Axes d'inertie: 0,65, 0,21, 0,06. Durant la saison d'hivernage 2004/2005

## 5.1. Evolution temporelle des effectifs

L'Afrique du Nord renferme une grande diversité de zones humides qui constituent des haltes de passage et d'hivernage pour les oiseaux migrateurs de Paléarctique (Stevenson *et al.*, 1988, Coulthard 2001, Boulkhssaim *et al.*, 2006). L'Algérie compte 48 sites Ramsar, incluant plusieurs zones d'importance pour le Flamant rose (Smart *et al.* 2009).

L'avifaune aquatique de la Vallée de Oued Righ et celle du Sahara algérien ont été très peu étudiées (Heim de Balsac et Mayaud 1962, Ledant *et al.*, 1981, Isenmann et Moali 2000), en dépit de leur richesse et de l'intérêt dû à leur situation géographique sur les marges méridionales du Paléarctique occidental. Pendant une année d'étude (septembre 2004 - août 2005), nous avons dénombré 63 espèces d'oiseaux d'eau. Les plus importantes sont le Flamant rose *Phoenicopterus roseus*, le Tadorne de Belon *Tadorna tadorna*, le Tadorne casarca *Tadorna ferruginea*, la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris*, la Sarcelle d'hiver *Anas crecca* et le Gravelot à collier interrompu *Charadrius alexandrinus*.

Peu d'espèces d'oiseaux se prêtent à un recensement mondial de leurs effectifs. Le Flamant rose *Phoenicopterus roseus*, de par sa fréquentation d'un nombre de sites limité et connu, de par sa taille et sa couleur assez voyante, ainsi que le choix d'un milieu généralement ouvert, ont été en faveur des quelques estimations de leurs populations (Johnson 1983).

Le Flamant rose *Phoenicopterus roseus*, présent dans les zones humides salées autour de la méditerranée, dans le Moyen orient, l'Afrique et l'Asie, fréquente régulièrement les plans d'eau salée peu profonds du Maghreb. Ces oiseaux d'eau très farouches et sensibles aux dérangements ont fait l'objet de plusieurs travaux, surtout en Tunisie (Johnston 1881 in Allen 1956, Domergue 1951-1952, Castan 1960, Kahl 1955, Johnson 1997) et au Maroc (Panouse 1958, Robin 1966, 1968).

L'Afrique du nord est alors traditionnellement connue comme une terre d'hivernage ou genre de « crèche » des flamants immatures (Isenmann et Moali 2000). En Algérie, le Flamant rose est une des nombreuses espèces fréquentant nos zones humides (Dupuy 1969). Ainsi, mis à part les quelques citations d'observations (Dupuy 1969, Johnson 1979, Johnson & Hafner 1972, Le Berre & 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 sérieuse n'a été menée jusqu'au début des années 2000. Les observations éparpillées par les anciens ornithologues indiquent la présence du Flamant rose presque pendant toute l'année dans différentes régions du pays à savoir; l'Oranie, Boughzoul, le sud du Constantinois et dans le Sahara septentrional. A l'Oranie, le flamant est présent pendant toute l'année avec des effectifs variables, essentiellement à la Macta et sur les Sebkhass d'Oran et d'Arzew; 1300 oiseaux en janvier 1978, 1500 oiseaux au printemps 1978 et 2000 en mars et avril 1979 y ont été dénombrés. Des observations faites par (François 1975, Jacob et Jacob 1980) à Boughzoul ont montrés que les flamants sont peu abondants en automne-hiver et très nombreux au printemps, quelques 3000 oiseaux ont été recensés en 1972, 2500 oiseaux en mars 1976 et 1700 oiseaux en 1977 (Ledant *et al.*, 1981). Le comptage régulier actuel sous-estimé des flamants dans l'Ouest de l'Algérie dépasse les 12000 oiseaux (Samraoui *et al.* 2009). Sur les Chotts des Hautes plaines du sud du Constantinois, ces oiseaux séjournent probablement pendant toute l'année et c'est surtout en hiver que les effectifs sont les plus élevés; 1000 oiseaux observés le 4 octobre 1977 à Ouled Zouai et 5000 les 2 et 3 décembre 1971 à la Garaet Taref (Johnson et Hafner 1972, Le Berre et Rostan 1976, Johnson *et al.*, 1979, Burnier 1979). Au niveau des zones humides côtières, où la majorité des habitats sont d'eau douce, les effectifs dépassent rarement les 100 individus (Samraoui *et al.* 2009).

Dans le Sahara, Dupuy (1969) a signalé l'observation des Flamants roses à trois reprises durant le mois d'avril à Dayet Tiour, des individus semblent régulièrement hiverner sur les chotts situés entre Biskra et Ouargla (Laferrère 1966, Johnson *et al.* 1979). Dupuy (1967b) et Petrov (1973) ont soupçonné la nidification sur certains chotts de la Vallée d'Oued Righ.

Depuis 2003, l'ex-équipe «Oiseaux d'eau» du Laboratoire de Recherche des Zones Humides de l'Université d'Annaba (dissout en juin 2008) s'est attachée à suivre le cycle annuel des Flamants roses dans presque la totalité des écosystèmes aquatiques continentaux de l'Est algérien et à rechercher d'éventuels sites naturels de reproduction (Ouldjaoui *et al.*, 2004, Boulkhssaim *et al.*, 2006, Saheb *et al.*, 2004 et 2006, Samraoui *et al.*, 2006, 2009).

Notre travail représente une première étude sur l'écologie du Flamant rose dans le complexe des zones humides de la vallée d'Oued Righ et dans le Sahara algérien. Il a été réalisé du mois d'août au mois de mai pendant trois saisons d'hivernage 2004/2005, 2007/2008 et 2009/2010, dans sept zones humides décrites auparavant. Cette étude a montré que les zones humides continentales sahariennes jouent un rôle écologique assez important pour l'hivernage et la conservation des populations de flamants vérifiant l'importance déjà signalée des zones humides de l'Afrique du Nord (Smart *et al.*, 2009).

Nos dénombrements ont montré que la population algérienne excède les estimations précédentes de 5000 oiseaux (Isenmann et Moali 2000). Le nombre de Flamant rose dans le complexe de la Vallée de Oued Righ dépasse largement les chiffres annoncés au passé. Plusieurs raisons sont possibles: 1) le terrain difficilement accessible. Il qui couvre une superficie énorme et les dénombrements exhaustifs d'oiseaux d'eau dans ces sites sont souvent très difficiles et pratiquement impossible sans moyen aérien surtout (Oued Khrouf, Chott Merouane et Chott Melghir). Ceci a été mentionné auparavant par Gauthier (1928) sur la difficulté d'accès aux lacs salés en Algérie. 2) L'irrégularité de leur mise en eau, qui a toujours constitué un frein à toute étude (Gauthier 1928, Brown 1959). 3) L'accroissement marqué en matière de nombre des flamants roses observée en Algérie viens suite aux efforts vigoureux de conservation dans le sud de l'Europe (Johnson 1983, 1997, 2000) et à l'augmentation des sites de reproduction dans le Paléarctique (Johnson 2000) ainsi qu'à la découverte de nombreuses nouvelles colonies en Algérie (Boulkhssaim *et al.*, 2006, Saheb *et al.*, 2006, Samraoui *et al.*, 2006 ; 2009, Bensaci *et al.*, 2010).

La disponibilité des ressources trophiques pour le Flamant rose dans les zones humides de la vallée d'Oued Righ semble être fortement variable et abondantes d'un site à l'autre, particulièrement *Artemia salina* (Samraoui *et al.*, 2006a).

Le Flamant rose fait son apparition dans la Vallée d'Oued Righ au début du mois d'août dans les saisons favorables 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 (5045 individus dont 4471 adulte) au début du mois d'août 2007 peut être expliquée par l'exploitation de ces zones humides comme des lieux de gagnage pour les flamants qui ont nichés dans 1). les chotts tunisiens (environ 80 km au vol d'oiseaux) du fait que les flamants roses durant la période de reproduction peuvent se déplacer jusqu'au 200 km afin de rejoindre les sites de gagnage pour mieux alimenter leurs poussins (Rendón-Martos *et al.*, 2000), ou 2). Susceptibles dans la Vallée de Oued Righ (Chott Merouane ou Chott Melghir): l'observation de 400 immatures accompagnés d'une dizaine d'adultes furent également observés dans Chott Merouane le 12 août 2007 ?.

Malheureusement, des conditions météorologiques défavorables (température et évaporation élevée) nous empêchèrent de vérifier si ces immatures étaient en mesure de voler, cette vérification est nécessaire car des juvéniles provenant des hautes plaines algériennes et de l'Europe sont possibles d'arriver et de coloniser pendant cette période ces milieux. Par ailleurs, la découverte d'anciens nids (d'une ou deux années) au niveau du chott Merouane en 2010 est un fait qui laisse supposer une reproduction possible dans ces sites (Bensaci *et al.*, 2010). Ainsi, les précipitations accueillies durant le début du mois d'août (20.07 mm) par la vallée ont favorisées l'arrivée précoce et en masse des Flamants roses. Il est bien connu que le niveau d'eau des zones humides conditionne l'abondance et la disponibilité de proies de plusieurs espèces d'oiseaux d'eau durant les périodes humides (Kushlan 1987 in Cézilly 1995).

Durant la saison 2009/2010, l'arrivée tardive des flamants peut être expliquée par le manque des précipitations durant le mois d'août et l'assèchement précoces des principaux plans d'eau de la vallée (Chott Hamraia 1 et 2, Chott Meghir et Chott Merouane). La réduction du niveau d'eau des autres sites (Lac Ayata et Lac Oued Khrouf) après une période estivale très chaude (température variant entre 43 et 48°C) a été aussi un frein pour l'installation de cet échassier.

L'évolution des effectifs des flamants dans les zones humides de la Vallée de Oued Righ durant la période d'étude est fortement liée à l'état hydrologique et aux quantités d'eau reçues par ces plans d'eau. Les mêmes observations ont été rapportées dans les zones humides des Hautes plaines de l'Est algérien (Samraoui *et al.*, 2009).

La saison d'hivernage 2007/2008 était la plus abondante du point de vue effectif. Ceci est dû principalement à la quantité importante de précipitation reçue (69 mm) durant cette saison d'étude en comparaison avec les autres saisons d'hivernage (2004/2005 et 2009/2009). D'après (Tourenq 1995) la production algale durant la période hivernale pluvieuse favorise l'enrichissement des écosystèmes par de grandes densités en Crustacées, de planctons et de Copépodes augmentant ainsi la biodisponibilité des ressources trophiques (Kushlan 1987 in Cézilly 1995, Davis *et al.*, 2000, Sher *et al.*, 2004).

La variation des effectifs des flamants au niveau de la même saison est aussi influencée par les périodes de précipitations, à titre d'exemple l'augmentation des effectifs durant le mois de décembre 2004 est le résultat des fortes précipitations notés vers la fin du mois de novembre (39.12 mm). C'est le même scénario qui se reproduit presque dans tous les lacs salés des régions tropicales et subtropicales qui retiennent l'eau pendant de courtes périodes de l'année avec des intervalles irréguliers (Cramp & Simmons 1977, Oglivie & Oglivie 1986, Cézilly *et al.*, 1994).

La température est aussi considérée comme un facteur très important dans les processus hydrologiques des zones humides de la vallée d'Oued Righ puisque elle affecte d'une façon direct les eaux de drainage des palmerais et les eaux usées qui constituent la deuxième source d'alimentation en eau de la plupart des plans d'eau de la vallée.

La raréfaction exceptionnelle notée en plein hiver dans les deux grands plans d'eau (Chott Merouane et Chott Melghir) correspond probablement à une dispersion des flamants au centre de ces zones humides, hors couverture sans moyen aérien.

Ainsi, il est à conclure que la distribution des flamants entre les différents sites dans la vallée d'Oued Righ est probablement le résultat de la combinaison de différents facteurs tels que : les ressources

trophiques, la surface des plans d'eau et le voisinage ou l'éloignement des dérangements. Ces Flamants roses sont concentrés dans les zones humides salées les plus riches en *Artemia salina* (Chott Tindla, Chott Merouane et Chott Melghir) par rapport aux autres plans d'eau. Ces résultats concordent avec ceux de Jenkins (1957), sur l'existence et la distribution du flamant rose dans les zones climatiques tropicales ou tempérées près des grands déserts du monde, qui sont fortement influencées par la disponibilité d'alimentation. L'importance des relations entre les différentes zones humides ne doit pas être négligée (Amat et al., 2005, Rendon et al., 2001).

La superficie des plans d'eau et le voisinage ou l'éloignement des dérangements peuvent être aussi considérés comme des facteurs jouant un rôle essentiel dans la distribution des flamants sur les différentes zones humides de la vallée d'Oued Righ, cas du Lac Ayata et des deux plans d'eau de Hamraia, qui sont très peu fréquentés par les Flamants roses à cause de la proximité des routes nationales. Leurs petites superficies est aussi un point négatif. Les autres plans d'eau salés, vastes et éloignés des dérangements (Chott Merouane et Chott Melghir) accueillent les effectifs les plus élevés.

La structure d'âge chez les flamants hivernants dans les zones humides de la vallée d'Oued Righ est variable d'un site à l'autre. Généralement les adultes sont les plus abondants (80 à 95 %) par rapport aux immatures (5 à 20%) dans tous les sites. La présence des immatures et des juvéniles dans les zones humides de la vallée d'Oued Righ durant les trois saisons d'étude peut montrer le rôle important des hydrosystèmes. L'observation des oiseaux en plumage juvénile peut aussi indiquer une dispersion post-nuptiale ce qui soulève l'intérêt particulier à l'étude des mouvements lointains vers les sites où aucune opération de baguage n'a été réalisée (Johnson et al. 1993). Il est alors important de noter la pression énorme exercée sur les oiseaux jeunes (de l'année) des colonies européennes dès leur arrivée en Afrique du nord (Algérie, Tunisie et Maroc) plus tôt et en grand nombre. Certains ont été observés dès le début du mois d'août, soit trois semaines après l'envol. Une fois sur palce, la plus part restent pour au moins trois ans (Johnson et al., 1993, Smart et al., 2009). Dans la Vallée de Oued Righ les juvéniles sont observés dès le début du mois d'août. Leur effectif est faible.

Les observations nocturnes des vols successives durant la période de pleine lune au début des saisons d'hivernage prouve les déplacements et les échanges nocturnes des flamants entre les zones humides de la vallée d'Oued Righ. Toute fois ces vols, sont composés des adultes et de juvéniles reconnaissables suite à leurs petites tailles ou par leurs observations les jours d'après dans les plans d'eau. D'après, Nager et al., (1996) les Flamants roses juvéniles et immatures suivent les adultes les plus expérimentés dans leurs mouvements entre les saisons de reproduction.

## 5.2. Occupations spatiales

Le dérangement par les activités humaines perturbe la distribution spatio-temporelle de l'avifaune nicheuse. Il réduit efficacement la capacité de charge de plusieurs sites (Korschgen et al., 1985, Tamisier et Pradel 1992, Gill et al., 1997). Ainsi, l'observation vespérale des Flamants roses est notée uniquement dans le secteur ouest du Chott Merouane près de l'ENASEL. Certains individus ont été aussi observés dans les bacs d'extraction des sels 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 coté 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). Dans le Lac de Oued Khrouf, les flamants préfèrent généralement les endroits dégagés de toute végétation. Ces oiseaux choisissent le secteur nord du plan d'eau près de la limite avec le Chott Merouane.

Au niveau du Chott Melghir, ses oiseaux se concentrent dans le secteur central et le secteur méridional qui reçoit en continue de grandes quantités d'eau. La partie orientale se trouvant sous les piémonts sud des Aurès alimente aussi ce plan d'eau. Il est à noter que la fréquentation continue d'un site par les humains peut affecter négativement l'écologie de son avifaune en réduisant les temps alloués à la recherche de nourriture (Roweland *et al.*, 2000, Nellemann *et al.*, 2001, Cole *et al.*, 2004). Dans les autres plans d'eau de la vallée (Chott Tindla, Chott Hamraia 1 et 2, et lac Ayata), les flamants sont également observés dans les secteurs loin des routes et des habitations et près des points d'alimentation en eau de ces sites.

D'une façon générale, les modalités d'occupation spatiale des zones humides la Vallée de Oued Righ par les Flamants roses est conditionnée par deux facteurs principaux, la disponibilité des ressources alimentaires et l'intensité de dérangement exercée par les humains.

### **5.3. Exploitation des bagues**

#### **5.3.1. Origine des flamants roses hivernants dans la vallée d'Oued Righ**

Les Flamants roses de l'Ouest Méditerranée se déplacent facilement à l'intérieur de cette région, sur de grandes distances. Les déplacements vers les régions proches (avoisinentes) ne sont pas aussi fréquentes (Johnson 1989). Le baguage des oiseaux représente depuis de 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 dans leurs populations (Johnson & Cézilly 2007). 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 del Piedra (Espagne) et depuis 1993 à Molentargius et Sardaigne (Italie) et en 2006 et 2009 à Garaet Ezzemoul (Hautes plaines de l'Est algérien) et en 2009 à Chott El Maleh, El Goléa (sahara algérien) (Bouzid *et al.*, 2009). Aucune opération de baguage n'a été effectuée au niveau du Chott Merouane (la Vallée de Oued Righ) (Bensaci *et al.* 2010), à cause du manque de moyens nécessaires et que nous espérons le faire prochainement.

Plusieurs observations de bagues de flamants roses venant de France et d'Espagne établi clairement les échanges des oiseaux entre l'Europe et l'Afrique du Nord (Johnson 1989). La lecture des bagues a pour but de comprendre le rôle clé qui peut jouer les zones humides de l'Afrique du nord dans la dynamique de la population de Flamants roses dans la méditerranéenne (Smart *et al.*, 2009).

En Algérie, près de 7000 Flamants roses bagués par des bagues colorées ont été enregistrés pendant six années (2003-2008). La majorité (> 90%) des oiseaux observés sont originaires de Camargue et d'Andalousie. Les autres colonies (Delta Del Ebre, la Sardaigne, l'Italie continentale et la Turquie) sont moins représentées.

Dans la Vallée d'Oued Righ 56% des bagues lues proviennent de France, 23% d'Espagne, 15% d'Italie et 6 % sont algériennes. L'observation de ce taux élevé de bagues françaises et espagnoles est tributaire de l'ancienneté des opérations de baguage dans ces deux pays (France depuis 1977 et Espagne depuis 1986). La situation de la Vallée de Oued Righ à proximité des zones humides Tunisiennes (particulièrement Chott Djerid et Chott El Gharssa) constitue un maillon important à travers l'Italie dans la voie de migration Est. Ceci confirme les observations des départs matinaux des groupes de flamants de la Camargue en direction de la Sardaigne et la Tunisie (Green *et al.* 1989) ce qui facilite la dispersion de ces oiseaux vers les zones humides algériennes et vers l'Afrique de l'Ouest (Guinée Bissau) d'autre part, d'après l'historique de quelques bagues).

### 5.3.2. Historique de vie

L'analyse de l'historique de vie de bagues des flamants roses a montré le rôle important joué par les zones humides de la Vallée de Oued Righ comme des zones de liaisons entre la population de la Méditerranée et de l'Afrique de l'Ouest (Guinée Bissau) (Cézilly 1994) via la route saharienne direct, qui sera la clé probable pour une nouvelle voie de migration encore inconnue. Ces observations confirment celles citées par Johnson & Cézilly (2007) pour des bagues observées au Mali.

Les mouvements des flamants dans l'Ouest Paléarctique ont été décrits par Johnson (1989) et Behrouzi-Rad (1992). L'observation des oiseaux en plumage juvéniles peut indiquer une dispersion postnuptiale, qui a une importance particulière pour l'étude des mouvements lointains vers les sites où aucune opération de baguage n'a été pas réalisée (Johnson 1993).

L'analyse de la base de données de la Tour du Valat (France) nous confirme que 32% de bagues développées ont été lues en Algérie dont le quart a été lu dans la Vallée de Oued Righ (principalement des juvéniles). Green *et al.* (1989) signalent qu'une fidélité aux zones d'hivernage utilisées pendant le premier et le deuxième hiver de la vie d'un flamant est souvent remarquée.

En 2006, 208 poussins ont été bagués à Sebkhet Ezzemoul (Algérie) et les ré-observations des individus bagués par le réseau du Flamant rose (Greater Flamingo Network) ont révélé qu'il y a une dispersion de ces individus 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.* 2009). Toutefois la présence d'une dispersion de cette population en Algérie est confirmée par le pourcentage de 6 % des bagues lues dans la Vallée de Oued Righ. Ce ci confirme la capacité d'accueil d'une partie importante de la population algérienne du Flamant rose pendant la période d'hivernage (Houhamdi *et al.*, 2008) ou pendant la période de nidification (Bensaci *et al.*, 2010). Certains oiseaux ne reviennent jamais aux lieux de naissance en Europe. L'observation des bagues indique que quelques adultes spécialement des oiseaux d'Espagne arrivent jeunes en Tunisie et s'y installent sans aucun retour à leur régions natales (Smart *et al.* 2009). Les lectures de bagues dans la vallée d'Oued Righ nous a montré qu'un bon nombre d'individus sont observés pendant quatre années successives et que certains sont des perdus de vue, observés pour la première fois depuis plusieurs années (jusqu'aux 10 ans). Ainsi, le sujet **DDH** né en France est âgé de plus de 32 ans (1978-2010) et le sujet **FNAC** également né en France est âgé de juste 4 mois. Nous signalons aussi qu'un bon nombre de bagues lu dans la vallée ont été aussi vu en Turquie et en Guinée Bissau, expliquant les longs trajets parcourus par quelques individus de cette espèce.

### 5.3.3. Sex-ratio des flamants roses bagués

Le sexe des individus est déterminé principalement par l'historique de vie et. Le taux élevé du pourcentage des sujets inconnus due principalement au manque des tests génétiques pendant la plus part des opérations de baguages soit en Europe où bien en Algérie, ce qu'il nous n'a pas permis de savoir quel est le sexe qui se déplace le plus loin possible et établir le rapport entre les deux sexes sur le plan de la dispersion (en cours).

## 5.4. Rythmes d'activités diurnes

Peu d'études ont été effectuées sur le budget temps du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le monde où dans le Paléarctique (Cramp & Simmons 1977), alors que la plus part des études sont apportées sur l'écologie de reproduction et l'écologie alimentaire. En Afrique du nord peu de travaux ont été réalisés sur l'éthologie de cette espèce emblématique des zones humides de cette partie

de l'Afrique, nous citons le travail de Boukhriss (2007) en Tunisie (Golf de Gabès) et une étude faite dans le cadre d'une thèse doctorat par Ouldjaoui (2009) dans les zones humides des hauts plateaux de l'Est-Algérien.

L'étude du bilan du rythme d'activité diurne du Flamant rose dans deux sites de la vallée de Oued Righ (Chott Merouane et Chott Tindla) a montré que l'activité dominante est l'alimentation dans les deux plans d'eau. L'oiseau passe plus de la moitié de la journée en alimentation. Les données que nous rapportons ici sur la dominance de nourrissage sont confirmées par d'autres travaux réalisés en Algérie par Ouldjaoui (2009) chez les flamants roses hivernants dans les zones humides des hauts plateaux de l'Est Algérien, en Tunisie par Boukhriss (2007) pour les Flamants roses hivernants dans le Golf de Gabès (Tunisie), en France par Schmitz & Baldassarre (1992) ou par Christophe (2000) pour le Flamant nain et par Ricardo (1989) pour le Flamant des Caraïbes.

Le taux relativement élevé du temps alloué à l'alimentation dans le Chott Merouane par rapport au Chott Tindla due probablement au degré de dérangement dans ce dernier site, par ce qu'il se trouve près des agglomérations, la décharge publique de la commune de Tindla et à côté de la piste reliant les agglomérations et les exploitations agricoles (palmeraies). Le dérangement humain a déjà été mis en évidence par plusieurs auteurs qui signalent la grande influence des activités humaines sur la distribution et le comportement des oiseaux (Roweland *et al.*, 2000, Nellemann *et al.*, 2001, Cole *et al.*, 2004 Collen 2008).

Les Flamants roses sont aussi très sensibles aux dérangements humains (véhicules, piétons) (Galicía & Bladassarre 1997, Arengo & Bladassarre 2000, Yosef 2000, Beauchamp 2005) et spécialement si cette espèce est ciblée par les chasseurs locaux (Lima & Dill 1990, Frid & Dill 2002, Collen 2008).

La réaction des oiseaux vis-à-vis aux dérangements anthropogénique dépend de plusieurs caractéristiques liées soit à l'animal soit au type et au degré de dérangement. Pour les espèces qui vivent en groupe, le degré d'affectation est variable selon la taille des groupes et de leur dynamique sociale (Manor et Saltz. 2003), les facteurs environnementaux tels que le climat (Creel *et al.* 2002), l'habitude à ce type de dérangement (Enggiste-Dublin et Ingold 2003) et aux prédictions de risque des prédateurs (Cramp & Simmons 1977, Del Hoyo *et al.*, 1992, Cézilly *et al.* 1996, Altendorf *et al.*, 2001, Beauchamp 2005, Collen 2008). Les prédateurs qui sont aussi à signaler près du Chott Tindla sont le Corbeau *Corvis corax* et le Busard des roseaux *Circus aeruginosus* qui fréquentent la décharge à proximité du site. Certains mammifères par leur passage près des périphéries des plans d'eau peuvent aussi perturber les activités naturelles des Flamants roses; le Renard *Vulpes vulpes* et le Chacal *Canis aureus*.

L'augmentation des taux d'alimentation à la fin du mois de février et durant le mois de mars coïncide avec la période de regroupement pré-nuptiale avant le retour vers les lieux de reproduction pour les individus qui se reproduisent ailleurs. Ces oiseaux accumulent de grandes quantités de réserves lipidiques pour couvrir les besoins énergétiques des longs trajets et l'initier aux activités de reproduction. Ces résultats sont similaires à ceux observés par Ricardo (1989) chez les Flamants des Caraïbes. Pour cet auteur, l'alimentation diminue durant la période de construction des nids et pendant l'incubation. Egalement, nos observations dans les deux sites ont montré un abaissement des taux d'alimentation durant le mois d'avril et de mai qui correspondent à la période de ponte chez dans la vallée (Bensaci *et al.*, 2010).

Différentes méthodes de recherche de nourriture sont décrites par plusieurs chercheurs, mais l'utilisation de ces techniques par les flamants est généralement conditionnée par le niveau d'eau et la

disponibilité des ressources trophiques dans le site (Allen 1956, Johnson 1997). D'après la classification de Johnson (1983), les deux techniques dominantes de la recherche de la nourriture ont été observées dans les deux sites d'étude (l'alimentation par piétinement pivoté et l'alimentation par piétinement sur place) sont adaptées aux milieux à faible profondeur d'eau ne dépasse généralement pas les 50 cm, à l'exception des années pluvieuses où peut y arriver à 70 cm. Les résultats obtenues dans les deux sites d'étude nous montrent que les juvéniles de flamant s'alimentent plus que les adultes; résultats confirmés par plusieurs auteurs (Amadon 1964, Ashmole 1971, Keith *et al.*, 1991). Chez plusieurs oiseaux d'eau coloniaux, les juvéniles sont moins efficaces dans la recherche de la nourriture (Bildstein 1983, Keith *et al.*, 1991). Les juvéniles commencent souvent la filtration à partir de la deuxième semaine (Chapman 1905, Studer-Thiersch 1975, Henderson 1981 et MacLean 1986 Keith *et al.* 1991). Dans les deux sites d'étude et à travers les bagues lues nous avons enregistré la présence considérable de jeunes de l'année parmi les immatures expliquant ainsi son augmentation de l'alimentation chez ces immatures.

Dans le Chott Tindla nous avons observé plusieurs fois que certaines perturbations conduisent généralement à la cesse d'alimentation et à une accentuation de la marche. Dans certains cas où le degré de dérangement était élevé les oiseaux sont obligés de se déplacer vers d'autres endroits afin de satisfaire leurs besoins énergétiques journaliers (Stock 1993, Madsen 1995, Réamann 2000), ce qui s'explique par le taux relativement élevé du vol dans le chott Tindla par rapport le Chott Merouane.

D'une manière générale les vols observés et générés souvent par des dérangements se résument souvent à des petits envols collectifs qui favorisent le regroupement des individus dans un autre endroit plus sécurisé que le premier. Les vols de longues distances sont réalisés principalement durant la nuit (Brown in Kear et Duplaix Hall 1975, Curry Lindahl 1981, Johnson 1989a, Shirihai 1996, Williams et Velasquez 1997, Rendon Martos *et al.*, 2000, McCulloch *et al.*, 2003, Cézilly 2007). Plusieurs observations nocturnes de groupes des flamants (entre 20 et 100 individus) ont été notées particulièrement pendant les périodes d'arrivées ou de départs sur plusieurs points de la vallée à savoir : El Meghaier le 08 octobre 2004, le 06 septembre 2005 et 16 mars 2010 et à Djamaa le 24 et 25 août 2005 et 22 février 2009. Des observations similaires ont été rapportées par les habitants des agglomérations près des zones humides appartenant aux communes de Ain Cheikh, Tindla, Oum Tiour et Hamraia.

Johnson (1975) a noté en Camargue que le Flamant rose est souvent bénéficiaire de la production alimentaire associée à la construction des bacs de sels utilisés dans l'industrie de sels. Le même cas a été noté dans le Chott Merouane où les installations de bacs industriels de sédimentations de sels par l'ENASEL sont riches en *Artemia* et sont souvent exploités par les flamants en fin de journée pour une alimentation particulière.

La pression de dérangement exercée sur les Flamants roses dans le Chott Tindla et manifestée par une activité de marche accrue. Ceci corrobore avec d'autres travaux qui affirment que le dérangement par les activités humaines a un effet marqué sur la distribution spatio-temporelle de l'avifaune non nicheuse. Cette dernière réduit efficacement la capacité de charge de plusieurs sites (Korschgen *et al.*, 1985, Tamisier et Pradel 1992, Gill *et al.*, 1997 Réamann 2000). L'accroissement du taux alloué à la marche conduit à l'augmentation des coûts de déplacements et à la perte des opportunités d'alimentation (Papouchis *et al.*, 2001, Fahrig 2007, Collen 2008). Le dérangement n'affecte pas seulement les habitudes alimentaires et les mouvements mais peut aussi modifier l'activité du repos (sommeil) de l'avifaune et installe un stress sur l'oiseau, particulièrement pendant les périodes où il est déjà stressé par d'autres facteurs tels le mauvais temps et l'insuffisance alimentaire (Madsen 1995, Riddington *et al.*, 1996, Gill *et al.*, 1997). C'est le cas observé dans le

Chott Tindla où le pourcentage du repos est réduit de moitié par rapport à ce qui a été observé dans le Chott Merouane. La réponse de l'avifaune aux dérangements variés d'une espèce à l'autre et d'un site à l'autre. Certaines espèces sont plus sensibles que d'autres et s'adaptent moins aux différentes formes de dérangements (Tuite *et al.*, 1984, Keller 1989, Ward 1990, Ward & Andrews 1993, Madsen 1998a).

Globalement les Flamants roses s'alimentent dans des groupes mixtes. L'existence de plusieurs individus de classes d'âge différentes peut générer une compétition sur les ressources trophiques entre les individus. Cette compétition se manifeste par quelques attaques (Antagonisme). L'augmentation de ce comportement à partir du mois de mars (3 à 5% dans les deux sites) peut être interprétée par l'accroissement des besoins énergétiques et par la réduction de la surface d'alimentation sous l'effet de l'évaporation excessive.

Le comportement d'antagonisme chez les oiseaux d'eau a été bien documenté par plusieurs chercheurs (Boase 1935). Cette activité est observée même en hiver. Elle répond souvent aux exigences sociales de la population locale. Nos résultats diffèrent de ceux du Golf de Gabès trouvés (Tunisie) où l'interaction agressive a été notée avec des taux inférieurs à 1% du budget temps diurne des flamants roses hivernants dans ce site (Boukhriss 2007).

Le comportement de parade dans les deux sites (Chott Tindla et Chott Merouane) a été noté dès le mois de décembre. Nos observations concordent avec ceux de Ouldjaoui (2009) dans les Hauts plateaux de l'Est algérien. En France, cette activité débute en hiver à partir du mois de janvier (Johnson 1983), soit un mois de retard par rapport à nos zones humides, ce qui peut paraître logique du fait du décalage dans les périodes des pontes.

Le taux partiellement élevé de la toilette dans le Chott Merouane par rapport au Chott Tindla est conditionné par la salinité élevée de l'eau dans le Chott Merouane ce qui pousse l'oiseau à entretenir plus son plumage afin d'éviter l'accumulation des sels sur leur plumes (Ricardo 1989) souvent handicapante pour les juvéniles. La toilette augmente durant la fin de la saison d'hivernage dans les deux sites vérifiant les résultats de Ricardo (1989).

Les Flamants roses hivernant au niveau du Chott Tindla et du Chott Merouane se nourrissent pendant une grande partie de la journée. Résultats identiques de ceux de Boukhriss (2007) mais différents de ceux trouvés en Espagne (Robert 1990), en France (Studer-Thiersch 1972) et dans les Caraïbes (Rooth 1965) qui affirment qu'ils alimentent nocturne accrue (Robert 1990).

Les observations crépusculaires (une heure et demie après le coucher du soleil) ont montré que les oiseaux restent sur place. À l'aube du lendemain, soit deux heures avant le lever du jour, les effectifs nous ont semblés inchangés, ce qui nous a permis de penser que les deux chotts concernés par l'étude jouent un rôle double pour ces échassiers (terrain de gagnage diurne et de remise nocturne).

### **5.5. Analyse statistique des données de rythme d'activités diurnes chez le Flamant rose *Phoenicopterus roseus* hivernants dans Chott Tindla et Chott Merouane**

L'analyse statistique multivariée des données des activités diurnes du Flamant rose dans les deux sites de la vallée nous expose une véritable distribution des activités mesurées au cours de la période de l'étude. En effet, au niveau du Chott Merouane l'activité alimentaire est intense en février, ce qui correspond à la période de la préparation de la migration pré-nuptiale et à la préparation de la reproduction pour les individus sédentaires dans ce site potentiel de nidification où plus de 2200 couples se sont reproduits en mai 2010 (Bensaci *et al.*, 2010). Sur le Chott Tindla qui représente un site d'hivernage, l'alimentation domine les mois d'octobre, de novembre et de décembre. Elle sert à

recupérer l'énergie dépensée durant les trajets très longs. Ce chott accueille généralement les premiers groupes de flamants hivernant dans la vallée (Houhamdi et *al.*, 2008).

Sur le plan factoriel de ce dernier site, le sommeil est opposé à l'alimentation. Au début d'hivernage (août et septembre), il est associé à l'activité d'entretien du plumage. Dans le Chott Merouane le sommeil est intense durant les mois d'août, décembre et janvier.

Au niveau du Chott Tindla, les déplacements (marche) réguliers et fréquents dans le plan d'eau durant les mois de janvier, février et début du mois de mars permettent une meilleure recherche de la nourriture. Ce petit plan d'eau est utilisé pendant la fin de la saison d'hivernage pour les regroupements près-nuptiaux des Flamants roses et d'un bon nombre d'espèces aviennes. Du point de vue axe des abscisses, les deux activités principales; l'alimentation et le sommeil sont situées dans le même plan (ne sont pas opposées) et caractérisent ensemble le début de l'hivernage.

Au niveau du Chott Merouane, le vol est noté au début de l'hivernage prouvant l'installation des échassiers venant d'ailleurs est souvent très mouvementée. A cette période, l'eau est à son niveau le plus faible. Les activités de parades nuptiales et d'antagonismes (souvent liées chez cette espèce) sont surtout observées vers la fin de la saison d'hivernage (mars, avril et mai).

Les zones humides de la Vallée de Oued Righ (sahara septentrional de l'Algérie) 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.

Au total, plus de 63 espèces d'oiseaux appartenant à 18 familles d'eau ont été dénombrés dans cet éco-complexe. Les plus importantes sont: Le Flamant rose *Phoenicopterus roseus*, le Tadorne de Belon *Tadorna tadorna*, le Tadorne casarca *Tadorna ferruginea*, la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris*, la Sarcelle d'hiver *Anas crecca*, le Gravelot à collier interrompu *Charadrius alexandrinus*. La plus part de ces espèces présentent un statut d'hivernant régulier.

Notre travail réalisé sur trois années sur les variations spatio-temporelles et les activités diurnes de Flamants roses dans les principales zones humides de la vallée d'Oued Righ, présente de nouvelles données concernant l'écologie de cette espèce en Algérie et plus particulièrement dans le sahara durant la période d'hivernage. A travers les dénombrements effectués, nous avons montrés le rôle très important joué par ces zones humides. Un maximum de 42748 individus a été recensé durant la saison 2007/2008 (Houhamdi et al., 2008) et une reproduction confirmée (Bensaci et al., 2010) du Flamant rose. Ces résultats viennent améliorer les données citées dans la littérature scientifique dans cette partie de l'Algérie (Dupuy 1969, 1967b, Laferrère 1966, Johnson et al., 1979, Thomas et François et Petrov 1973, Isenmann et Moali 2000).

Le suivi des effectifs du Flamant rose nous a clairement indiqué que le complexe de zones humides de la vallée d'Oued Righ est depuis longtemps sous-estimé. Cette sous-estimation due probablement aux raisons suivantes: 1) le terrain, qui couvre une grande superficie et difficilement accessible pour les ornithologues, où les dénombrements exhaustif des oiseaux d'eau dans ces sites sont souvent très difficiles et pratiquement impossible sans moyen aérien cas de Oued Khrouf, Chott Merouane et Chott Melghir. Ceci a été aussi mentionné auparavant par Gauthier (1928) sur la difficulté d'accès aux lacs salés en Algérie. 2) L'irrégularité de leur mise en eau, qui a toujours constitué un frein à leur étude en Algérie (Gauthier 1928) ou ailleurs (Brown 1959). 3) L'accroissement marquée en matière de nombre des Flamants roses observé en Algérie suivant les efforts vigoureux de conservation dans le sud de l'Europe (Johnson 1983, 1997, 2000) et l'augmentation des sites de reproduction dans le Paléarctique (Johnson 2000) et la découverte de plusieurs nouvelles colonies en Algérie (Boukhssaim et al., 2006, Saheb et al., 2006, Samraoui et al., 2006, 2009, Bensaci et al., 2010).

En général, les Flamants roses préfèrent les plans d'eau spacieux, salés et riches en *Artemia salina* tels les Chotts Tindla, Merouane et Melghir qui ont hébergés plus de 90%. La présence des immatures et des juvéniles dans les zones humides de la vallée durant les trois saisons d'étude montrent le rôle important de ces hydrosystèmes dans le cycle de vie des flamants roses. Certains plans d'eau attirent un nombre élevé d'oiseaux durant les mois de juillet et d'août, ce qui coïncide avec l'éclosion et l'émergence des invertébrés (Smart *et al.* 2009).

L'observation d'un effectif élevé de flamants au début du mois d'août peut être expliquer l'exploitation des zones humides de la vallée comme des lieux de gagnages pour les flamants 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).

En effet, la précipitation est considérée comme un facteur très important dans la phénologie (dates d'arrivée et dates de départs), et la taille de la population du Flamant rose dans les zones humides de la vallée. Le niveau d'eau dans les 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 ces 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 surtout l'avifaune aquatique qui lui est associée à titre d'exemple le cas du Chott Tindla, qu'a été asséché à la fin de l'année 2008.

D'une manière générale, la différence dans les effectifs des flamants d'une saison d'hivernage à l'autre, suit principalement les variations hydrologiques (les quantités d'eau reçues) des plans d'eau de la vallée. Durant la saison d'hivernage 2007/2008 qui était la plus abondante du point de vue effectif les précipitations étaient à leur maximum (69 mm). La distribution des flamants dans les différents sites de la vallée est aussi conditionnée par la combinaison de différents facteurs tels les ressources trophiques, la surface des plans d'eau et le dérangement.

L'observation des bagues de Flamants roses européens venant de France et d'Espagne expriment clairement les échanges entre le nord et le sud du bassin méditerranéen. Le nombre élevé de bagues françaises et espagnoles dans la vallée peut être expliqué par l'ancienneté des

opérations de baguages dans ces deux pays et à l'intensité des échanges entre les populations de ces pays et les rôles clés joués dans la dynamique de la métapopulation du Flamant rose dans le Paléarctique.

L'analyse de l'historique de vie de ces bagues nous a montré le rôle primordial joué par ces zones humides comme lieux de liaisons entre la population de la Méditerranée et celle de l'Afrique de l'Ouest (Guinée Bissau) via le flyway trans-saharien, qui ouvrira une brèche pour une nouvelle voie de migration encore peu connue. Plusieurs individus de flamants ont été observés auparavant dans plusieurs pays très éloignés de l'Algérie (la Turquie et la Guinée Bissau) indiquant l'exploitation des zones humides de la vallée d'Oued Righ dans ces longs trajets parcourus par les flamants roses.

Notre travail sur l'éco-éthologie du Flamant rose dans ces zones humides qui constituent un des plus grands éco-complexes du Sahara algérien est considéré comme une étude pionnière dans cette région inexplorée. L'étude du bilan du rythme d'activités diurnes de cet échassier dans deux sites (Chott Merouane et Chott Tindla) a montré que l'alimentation est l'activité dominante avec des taux dépassant 60 % du temps, d'où l'oiseau passe plus de la moitié de la journée en quête de nourriture. Le temps alloué à cette activité dans le Chott Merouane et le Chott Tindla est conditionné par le degré de dérangement. En effet, l'alimentation est relativement faible dans ce dernier site par rapport au Chott Merouane. Ceci est dû principalement à sa situation près des agglomérations et de la piste reliant la commune aux exploitations agricoles (palmeraies). L'alimentation augmente généralement vers la fin du mois de février et durant le mois de mars coïncidant avec la période de regroupement pré-nuptial avant le retour vers les lieux de reproduction pour les individus qui se reproduisent ailleurs, et la préparation de la reproduction pour les individus sédentaires. L'alimentation par piétinement pivoté et l'alimentation par piétinement sur place sont les deux techniques dominantes dans la recherche de nourriture dans les deux sites d'étude. Ces deux techniques sont adaptées aux milieux à faible profondeur d'eau. Il est à noter que les juvéniles s'alimentent plus que les adultes.

Les arrivées et les départs des Flamants roses dans la Vallée de Oued Righ sont fréquemment observés durant les nuits. La pression de dérangement exercée sur ces flamants dans le Chott Tindla est plus élevée par rapport au Chott Merouane. Elle influe sur l'activité de la marche, sur les habitudes alimentaires, la distribution spatio-temporelle, le vol et sur l'activité du repos (sommeil). En effet, au niveau du Chott Tindla, le pourcentage de repos est observé avec des taux de moitié de ce qui a été enregistré dans le Chott Merouane.

Généralement les flamants sont composés de groupes mixtes. L'existence d'individus de classes d'âge différentes peut générer une compétition vis-à-vis des ressources trophiques. Cette compétition se manifeste par des attaques (Antagonisme), dont les taux augmentent dès le mois de mars (entre 3 et 5% dans les deux sites d'études). Elle est synonyme de l'accroissement des besoins énergétiques et de la réduction de la surface d'alimentation sous l'effet de l'évaporation.

Le comportement de parade dans les sites d'étude (Chott Tindla et Chott Merouane) a été observé à partir du mois de décembre, un peu plus tôt qu'en France, signalé en janvier (Johnson 1983). Ce qui peut directement influencer les périodes de ponte. Le taux partiellement élevé de la toilette dans le Chott Merouane en comparaison avec le Chott Tindla est due probablement à l'effet de la salinité plus élevée du Chott Merouane, poussant ces oiseaux à entretenir plus leurs plumages afin d'éviter l'accumulation du sel sur les plumes.

Enfin, l'analyse des rythmes d'activité diurne de cette espèce emblématique des zones humides apporte certainement des éléments nouveaux pour l'étude de l'écologie de cet échassier, mais elle doit être complétée par l'étude des ressources trophiques de tous les plans d'eau et ceci dans le but de mieux comprendre et approfondir nos connaissances sur le fonctionnement de ces écosystèmes aquatiques sahariens.

## Références bibliographiques

- ABDULALI, H. 1964. On the food and other habits of the Greater Flamingo (*Phoenicopterus roseus* PALLAS) in India. *Journal of Bombay Natural History Society* 63: 60-68.
- ALLEN, R-P. 1956. *The Flamingos: Their life history and survival*. Research 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.
- ALTHMANN, 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
- ARENDO, F & BLADASSARRE, G.A. 2000. A review of the ecology and conservation of Caribbean 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 *Phoenicopterus roseus* breeding sites in Italy .editors. 2008. Bulletin of the IUCNSSC/ Wetlands International. Wildfowl & Wetlands Trust, Slimbridge, UK. *Flamingo*, No. 16,
- Bagnouls. & 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, Mineapolis. 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. & 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., BOUZEGAG, A., GUERGUEB, E., CHOUAYB, B., HAFID, B., NOUIDJEM, Y., ZERAOUA, A., BOUAGUEL, L., SAHEB, M., METLAOUI, S., MAYACHE, B., BOUSELAMA, Z., & HOUHAMDI, M. 2010. Chott Merouane (Algérie): un nouveau site de reproduction du Flamant rose *Phoenicopterus roseus*. *Wildfowl & Wetlands Trust, Slimbridge, UK. Flamingo*. 18
- 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 Series No. 12, Cambridge
- BLONDEL, J. 1975. Analyse des peuplements d'oiseaux d'eau. Élément d'un diagnostic écologique. I: La méthode des échantillonnages fréquents 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.
- 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). Thèse de Magister en Ecologie et génie de l'Environnement. Université du 08 mai 1945, Guelma. 79p.
- BOUZID, A., Youcfi, J., BOULKHSSAIM, & SAMRAOUI. 2009. Première nidification réussie du flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le sahara algérien. *Alauda* 77 (2): 139-143
- BRITTON, R. H., E. R. de GROOT, & A. R. JOHNSON. 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.
- 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 Flamingo *Phoenicopterus ruber* with remarks upon specimens. *Am. Mus. Nat. Hist. 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.
- CHESSEL, D. & 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.St.C & 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., & K. E. L. SIMMONS (editors). 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 Press, 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, & J. SARGATAL (editors). 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 (eds). 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. (Eds.). (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. 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. *Oiseau, revue Française d'Ornithologie* 21 :48-54.
- HAMIDAN, N., EL-MOHRABI, 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. & N. MAYAUD, (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.
- 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.
- HOOPES, 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.
- HOUHAMDI M. 1998. Ecologie du Lac des Oiseaux, Cartographie, Palynothèque et utilisation de l'espace par l'avifaune aquatique. Thèse de Magister. Univ. Badji Mokhtar, Annaba. 198p.

- HOUHAMDI, M & SAMRAOUI, B. 2002. Occupation spatio-temporelle par l'avifaune aquatique du Lac des Oiseaux (Algérie). *Alauda* 70: 301-310.
- HOUHAMDI, M., BENSACI, E., NOUIDJEM, Y., BOUZEGAG, A., SAHEB, M. & SAMRAOUI, B. 2008. Eco-éthologie des Flamants roses *Phoenicopterus roseus* hivernants dans la Vallée de Oued Righ, Sahara oriental algérien. *Aves*, 45 (1): 15–27.
- 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 (*Phoenicopter*). *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 (eds).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.
- 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 à 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. & BOURLIÈRE 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.
- 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., K. P. BURNHAM, J. CLOBERT, & D. R. ANDERSON. 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. 1954 b. 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. de 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.
- NELLEMAN, C., VISTNES, I., JORDHOY, P. & STRAND, O. 2001. Winter distribution of wild reindre 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). Thèse 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>émé</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. & 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. & Cézilly, 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., A. GARRIDO, J. M. RAMIREZ, M. RENDÓN-MARTOS, & J. A. AMAT. 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 Gesse *Branta bernicla bernicla*. *Bird study* 43:269-279.
- RIDLY, M.W. 1954. Observations on the diet of flamingos. *Journal of the Bombay Naturam 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., BOULKHSSAIM, M., BAAZIZ, N., OULDJAOUI, A. & SAMRAOUI, F. 2008. Nesting of the Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algeria (2003-2008). Wildfowl & Wetlands Trust, Slimbridge, UK. *Flamingo*. 16
- SAMRAOUI, B., OULDJAOUI, 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. and 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.
- SHIRIHAI, H. 1996. The birds of Israel. Academic Press, London.
- SIBELY, C.G., CORBIN, K.W. & HAAVIE, J.H. 1969. The relationships of the flamingos as indicated by the egg-white proteins and hemoglobins. *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.
- STEAVENTSON, 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, and 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.

## Résumé

La Vallée de Oued Righ constitue un lieu idéal d'hivernage pour une grande diversité d'oiseaux d'eau et en particulier le Flamant rose *Phoenicopterus roseus*. L'étude de l'écologie de cet échassier durant trois saisons 2004/2005, 2007/2008 et 2009/2010 a montré que cette espèce y hiverne avec des effectifs dépassant le 1% international. Plus de 32 000 individus (adultes et immatures) ont été dénombrés pendant la saison d'hivernage 2004-2005 dans toutes les zones humides de l'éco complexe. Ces oiseaux semblent préférer les plans d'eau spacieux, vastes et éloignés de tout dérangement tels les Chotts Merouane, Melghir et Tindla qui, à eux seuls, ont hébergé plus de 90% des Flamants roses hivernants dans la vallée. 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 du Flamant rose dans le Chott de Tindla et le Chott Merouane a montré que leur bilan total est dominé par l'alimentation (environ 70% et 72% respectivement) avec un taux légèrement plus élevé chez les immatures que chez les adultes principalement dans le dernier site. Par ordre décroissant, les autres activités sont la marche (12%) qui est généralement associée à la recherche de la nourriture, le sommeil (08%), la toilette ou l'entretien du plumage (04%), le vol (02%), l'antagonisme (02%) et les activités de parade (02%) pour Chott de Tindla. Dans le Chott Merouane, le sommeil avec 13% vient en deuxième lieu. Il est suivi par la toilette (07%), la marche (04%), le vol (01,50%), l'antagonisme (01,50%) et les activités de parade (01%). Ces deux dernières activités ne sont observées que chez les adultes. Les parades sont notées exclusivement à partir du mois de décembre et les activités d'antagonisme sont observées tout le long de l'hiver. Des visites nocturnes, n'ont pas livré de différences majeures entre les effectifs diurnes et nocturnes.

Le Flamant rose *Phoenicopterus 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%.

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

## **Abstract**

Oued Righ Valley is an ideal wintering area for a wide variety of waterbirds, especially the Greater flamingo *Phoenicopterus roseus*. The study of the ecology of this wader during three wintering seasons 2004/2005, 2007/2008 and 2009/2010 has shown that this species exceeding the 1% internationally. More than 42 000 individuals (adults and immatures) were recorded during the wintering season 2007-2008 in all wetlands of the valley. These birds seem to prefer spacious, wide and far wetlands for any disturbance effects such as Merouane Chott, Melghir and Chott Tindle, who alone has hosted more than 90% of Greater flamingo wintering population in the Oued Righ valley. 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 Chott Tindle and Chott Merouane shown that their activity is dominated by feeding (70% and 72% respectively) with a rate slightly higher in immatures than in adults mainly in this last site. In descending order, other activities; walking (12%) which is generally associated with looking for food, sleeping (08%), preening (04%), flying (02%), agonistic behaviour (02%) and courtship (02%), for Chott Tindle. In the Chott Merouane, sleeping with 13% coming in second place, followed by the preening (07%), walking (04%), flying (1.50%), agonistic behaviour (1.50%) and courtship (01%). These last two activities were observed only in adults. The courtship was scored only in december and the agonistic behaviour was observed throughout the winter. Night visits have been not delivered any major differences between the day and the night.

The first breeding of the Greater flamingo *Phoenicopterus roseus* in the valley of Oued Righ was recorded in 2010 at Merouane Chott. The colony is composed of two nuclei separated by 1 km and contains over 2600 nests, with more 86% of breeding success.

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

## الملخص

تعتبر منطقة وادي ريغ المكان المثالي لتمضية فصل الشتاء لمجموعة واسعة من الطيور المائية وخاصة النحام الوردى. دراسة بيئة هذا النوع من الطيور خلال مواسم الهجرة الثلاث التالية 2005/2004 و 2007/2008 و 2010/2009 أظهرت وأن هذه عددها يتجاوز نسبة 1 % من العشيرة الدولية لهذا النوع. بحيث تم تسجيل أكثر من 42 000 فرد (من مختلف الأعمار) خلال موسم الشتاء 2007-2008 في مجموع المناطق الرطبة في المنطقة. هذه الطيور يبدو أنهم يفضلون المسطحات المائية الواسعة والبعيدة عن أي اضطراب مثل شط مروان و شط ملعيج و شط تندلة، بحيث تأوي أكثر من 90 % من مجموع طيور النحام الوردى الموجودة خلال فصل الشتاء في منطقة وادي ريغ. تلعب العوامل الهيدرولوجية لهذه المناطق الرطبة دورا مهما في تحديد مواعيد وصول ومغادرة هذه الطيور ، وتؤثر على القدرة الاستيعابية لهذه النظم الإيكولوجية.

دراسة التغيرات السلوكية اليومية للنحام الوردى على مستوى شط تندلة و شط مروان أظهرت أن السلوك الغذائي يمثل أعلى نسبة (70 %) مع نسبة أعلى قليلا عند الأفراد الغير ناضجة مقارنة بالأفراد البالغين خصوصا في هذا الأخير. في الترتيب تنازلي، تأتي الأنشطة الأخرى المشي (12 %) الذي يرتبط عادة مع البحث عن الطعام ، والنوم (08 %) ، و صيانة الريش (04 %) ، والطيران (02 %) ، والعداء (02 %) وعرض الأنشطة (02%) و هذا على مستوى شط تندلة، أما فيما يتعلق بشط مروان فالنوم بنسبة 13 % في المرتبة الثانية بعد التغذية، و يليه و صيانة الريش (07 %) ، والمشي (04 %) ، و الطيران (01.50 %) ، والعداء (01.50 %) والأنشطة (01 %). ولوحظت أن هاذين النشاطين الأخيرين فقط للبالغين ، ولوحظت أنشطة العداء طوال فصل الشتاء. من خلال الزيارات الليلية لمناطق الدراسة لم نلاحظ اختلافات كبيرة بين السلوك الليلي و النهاري.

م تسجيل تكاثر طائر النحام الوردى في شط مروان سنة 2010 وذلك في مستعمرة تتكون من نواتين مفصولتين بحوالي 1 كم وتضم أكثر من 2600 عش. نجاح التكاثر البيولوجي كان بنسبة حوالي 86 %.

**الكلمات المفتاحية :** الجزائر ، الصحراء ، وادي ريغ ، المناطق الرطبة ، شط ، علم البيئة السلوكي ، والهجرة الشتوية ، التكاثر ، السلوك اليومي.