

DISTRIBUTION ET ABONDANCE DU FLAMANT ROSE *Phoenicopterus roseus* HIVERNANT DANS LA ZONE CENTRALE DU GOLFE DE GABÈS (TUNISIE)

Foued HAMZA^{*(1)}, Abdessalem HAMMOUDA⁽¹⁾, Mohamed ALI CHOKRI⁽¹⁾,
Arnaud BECHET⁽²⁾ & Slaheddine SELMI⁽¹⁾

Distribution and abundance of Greater Flamingos *Phoenicopterus roseus* wintering in the central part of the Gulf of Gabès, Tunisia. The Gulf of Gabès, in south-eastern Tunisia, is one of the most important Mediterranean wintering areas for the Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus*. However, information on the ecological factors shaping the abundance and distribution of this species in this wintering area are lacking. During the winter of 2010-2011, we conducted repeated counts of flamingos in fifteen sites in the central part of the Gulf of Gabès. The collected data were used to investigate the abundance and distribution of flamingos in this particular wintering area. We found that the total number of flamingos inhabiting the studied area ranged from 262 to 1781, and the proportion of occupied sites varied between 27 and 80%. We also found that the abundance and distribution of flamingos showed a peak between mid-November and mid-January. After this period, the flamingos became gradually rare, as a result of adults' migration to northern breeding areas. In addition, our results showed that flamingos more frequently and more abundantly occurred in large mudflats (bays and estuaries) than in sandy beaches with small

Dessin

intertidal zones. The formers are likely to present more attractive feeding habitats because of their higher prey availability and accessibility. However, human presence (fishermen and shellfishers) did not appear to affect flamingos' abundance and distribution. Fishermen and shellfishers did not seem to constitute a threat or a major disturbing factor for flamingos.

Mots clés: *Phoenicopterus roseus*, Abondance, Distribution, Hivernage, Golfe de Gabès, Tunisie.

Key words: *Phoenicopterus roseus*, Abundance, Distribution, Wintering, Gulf of Gabès, Tunisia.

^{*}Faculté des Sciences de Gabès. Bloc de recherche (Biologie, 1^{er} étage), Zrig 6027, Gabès, Tunisie (Fouedhamza2010@gmail.com).

⁽¹⁾ UR « Biodiversité et Valorisation des Bioressources en Zones Arides », Faculté des Sciences de Gabès, Université de Gabès, Tunisie.

⁽²⁾ Centre de recherche de la Tour de Valat, France.

INTRODUCTION

La Tunisie est d'une extrême importance pour les oiseaux d'eau paléarctiques. Sa situation géographique dans le sud de la Méditerranée fait d'elle une zone de transit et de repos lors de la

migration post et pré-nuptiales pour un bon nombre d'oiseaux transsahariens (ISENMANN *et al.*, 2005). En outre, la Tunisie offre plusieurs zones humides favorables pour l'hivernage des oiseaux d'eau, dont le golfe de Gabès est l'un des plus importants (SPIEKMAN *et al.*, 1993; VAN DER

HAVE *et al.*, 1997; BOS *et al.*, 2001; HAMDI *et al.*, 2008). Ce golfe est réputé pour son amplitude de marnage, la plus importante en Méditerranée (PÉREZ-DOMINGO *et al.*, 2008), et par ses vasières faiblement immergées, offrant un habitat favorable et attractif pour de nombreuses espèces hivernantes (VAN DIJK *et al.*, 1986; SPIEKMAN *et al.*, 1993; VAN DER HAVE *et al.*, 1997; BOS *et al.*, 2001; HAMDI *et al.*, 2008). Le nombre total d'oiseaux d'eau hivernant dans le golfe de Gabès est estimé à environ 158 570 individus répartis sur 90 espèces et 23 familles (HAMDI *et al.*, 2008).

La Tunisie accueille essentiellement des flamants hivernants; la reproduction de cette espèce y reste occasionnelle (AZAFZAF *et al.*, 2007; SMART *et al.*, 2009). Des recensements effectués pendant les périodes d'hivernage des années 1971-1972 et 1984-1985 ont estimé que le nombre d'individu était de 20 000 et 40 000 respectivement (JOHNSON, 1983; VAN DIJK *et al.*, 1986). Toutefois, malgré l'intérêt porté au recensement de cette espèce dans le golfe de Gabès, aucun travail n'a été réalisé sur sa chronologie d'hivernage et sur les facteurs écologiques qui façonnent son abondance et sa distribution au sein de cette partie du littoral tunisien.

Ainsi, l'objectif de ce travail était la compréhension des facteurs écologiques qui régissent la

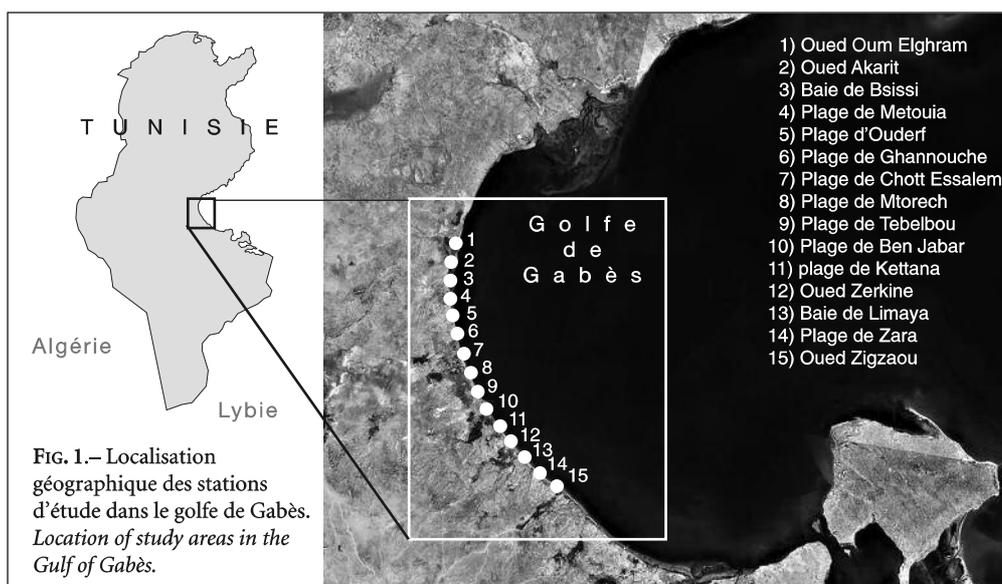
variation spatio-temporelle de l'exploitation des vasières de la zone centrale du golfe de Gabès par les flamants roses au cours de la saison d'hivernage. En particulier, nous voulions (1) décrire la variation dans le temps de la distribution et de l'abondance des flamants dans la zone d'étude et (2) examiner les effets possibles de la largeur de l'estran et de la présence humaine au niveau des plages sur leur fréquentation par les flamants.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Stations d'étude et méthode de collecte des données

Ce travail a été réalisé au niveau de la partie centrale du golfe de Gabès, s'étendant entre l'estuaire de l'oued Oum Elghram ($34^{\circ}9'47\text{N}/10^{\circ}1'56\text{E}$) au nord et celui de l'oued Zigzaou ($33^{\circ}40'7\text{N}/10^{\circ}25'11\text{E}$) au sud, sur une distance de 65 km (FIG. 1). Au niveau de ce tronçon du littoral, nous avons retenu 15 stations, distantes l'une de l'autre d'à peu près 5 km (FIG. 1), pour y effectuer un suivi régulier des groupes de flamants.

Les recensements ont eu lieu entre le 1^{er} octobre 2010 (jour 0) et le 26 février 2011 (jour 150), à raison d'une prospection de recensement tous les 10 jours. Chaque station a alors été visitée



onze fois réparties d'une façon plus ou moins régulière sur les 5 mois de suivi. La durée minimale de visite de chaque station a été fixée à 30 minutes. À l'occasion de chaque visite nous avons dénombré les flamants présents à l'aide d'un télescope. Nous nous sommes basés sur la coloration du plumage pour distinguer deux classes d'âge: les immatures (flamants de premier ou deuxième hiver) et les adultes (âgés de trois ans ou plus). Nous avons également dénombré le nombre de pêcheurs et de ramasseurs de palourde présents au niveau de la plage visitée afin d'obtenir un indice de l'intensité du dérangement possiblement occasionné par les humains. Par ailleurs, nous avons utilisé des photographies aériennes pour mesurer la largeur de l'estran de chaque station comme étant la distance (en mètre) qui sépare les lignes de rivage à marée haute et à marée basse de vive-eau.

Analyse statistique des données

Dans une première étape les données des dénombrements effectués ont été utilisées pour examiner la variation de la distribution et de l'abondance des flamants dans la zone d'étude avec l'avancement de la saison d'hivernage. Pour ce faire, nous avons calculé pour chaque date (1) la proportion des plages occupées (rapport du nombre des plages où au moins un individu a été recensé par le nombre total des plages suivies) et (2) l'effectif total enregistré sur l'ensemble de la zone d'étude. Ensuite, nous avons testé la relation entre chacun de ces paramètres et la date (nombre de jours après la première visite) grâce à des régressions quadratiques en utilisant la procédure REG du logiciel SAS (SAS INSTITUTE, 1998). Le recours à ce modèle de régression non-linéaire se justifie par le fait que la courbe de la variation de l'effectif et de la distribution des flamants en fonction de la date est supposée comprendre une phase ascendante (arrivée des hivernants) suivie d'une phase descendante (départ des hivernants). Ces analyses ont été faites en considérant les adultes et les immatures ensemble, puis séparément.

Dans un deuxième temps, les données collectées ont été utilisées pour vérifier les éventuels effets de la largeur de l'estran et de l'intensité de la présence humaine sur la fré-

quentation des plages par les flamants. En particulier, nous voulions tester si les flamants fréquentaient plus les plages les plus larges et/ou celles où le dérangement humain était le plus faible. Nous avons alors calculé pour chaque plage (1) son taux de fréquentation par les flamants comme étant le rapport du nombre des visites où des flamants y ont été observés par le nombre total de visites effectuées et (2) l'effectif moyen de flamants par visite. Les relations entre ces deux paramètres (variables dépendantes) et la largeur de l'estran et le nombre moyen d'humains dénombré au cours de nos visites (variables explicatives) ont été par la suite testées par des régressions linéaires multiples en utilisant la procédure REG du logiciel SAS (SAS INSTITUTE, 1998). Dans ces régressions, les deux variables largeur de l'estran et nombre moyen d'humains ont subi des transformations logarithmiques pour satisfaire la condition de normalité. Celle-ci a été vérifiée à l'aide du test de SHAPIRO-WILK en utilisant la procédure UNIVARIATE du logiciel SAS (SAS INSTITUTE, 1998). Par ailleurs, tout le long du manuscrit, les moyennes estimées sont présentées ± 1 erreur standard.

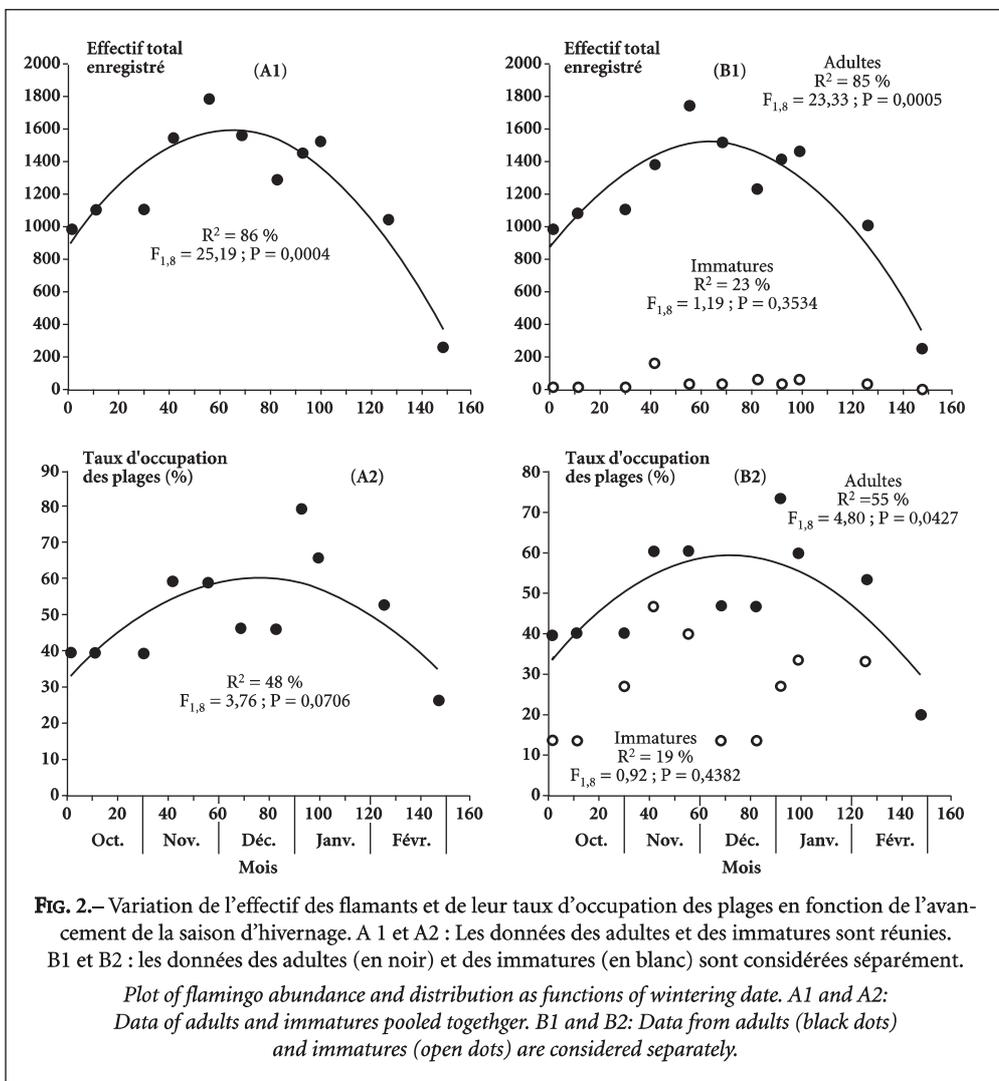
RÉSULTATS

Variation de la distribution et de l'abondance au cours de la saison d'hivernage

Au cours de la période d'étude, le taux d'occupation des plages a varié entre 27 et 80 %. L'effectif total enregistré sur la zone d'étude a varié entre 262 et 1781, et l'effectif moyen par station occupée entre 65 et 222 individus. Les résultats des régressions quadratiques montrent d'abord que l'effectif total des flamants, quelles que soit leurs classes d'âge, varie d'une façon significative avec la date (TAB. I, FIG. 2). Le taux d'occupation des plages par les flamants, toutes classes d'âge confondues, varie également en fonction de la date, mais d'une façon moins marquée (TAB. I, FIG. 2). Trois phases distinctes peuvent être distinguées (FIG. 2):

- Une première phase ascendante qui s'étale jusqu'à mi-novembre et qui correspond au début de la saison d'hivernage.

TABLEAU I.— Résultats des régressions quadratiques de l'effectif des flamants et de leur taux d'occupation des plages en fonction de la date, pour les adultes seuls, les immatures seuls et les deux classes d'âge réunies.	Effet	Toutes classes d'âge confondues		
		$b \pm ES$	Test t	P
<i>Results of quadratic regressions on the abundance and distribution of flamingos as functions of date. Analyses were conducted for adults and immature pooled together, and for each age class separately.</i>	1. Taux d'occupation des plages :			
	Ordonnée à l'origine	32,493 ± 8,927	3,64	0,0066
	Date	0,745 ± 0,275	2,71	0,0265
	Date ²	-0,005 ± 0,002	-2,71	0,0267
	2. Effectif total enregistré :			
	Ordonnée à l'origine	869,157 ± 127,006	6,84	0,0001
	Date	22,243 ± 3,907	5,69	0,0005
	Date ²	-0,171 ± 0,026	-6,69	0,0002



Adultes			Immatures		
<i>b</i> ± <i>ES</i>	<i>Test t</i>	<i>P</i>	<i>b</i> ± <i>ES</i>	<i>Test t</i>	<i>P</i>
33,021 ± 8,045	4,10	0,0034	15,668 ± 9,224	1,70	0,1278
0,726 ± 0,247	2,93	0,0189	0,378 ± 0,284	1,33	0,2193
-0,005 ± 0,002	-3,10	0,0147	-0,002 ± 0,002	-1,34	0,2161
854,580 ± 25,008	6,84	0,0001	14,577 ± 32,013	0,46	0,6610
20,826 ± 3,846	5,42	0,0006	1,417 ± 0,985	1,44	0,1882
-0,162 ± 0,025	-6,41	0,0002	-0,010 ± 0,006	-1,54	0,1626

- Une deuxième phase, s'étalant de mi-novembre et mi-janvier, caractérisée par des valeurs maximales de l'effectif et de la distribution, correspondant par conséquent à la période de pic d'hivernage.

- Une dernière phase descendante, de mi-janvier vers la fin février, où les flamants deviennent de plus en plus rares, indiquant la fin de la saison d'hivernage.

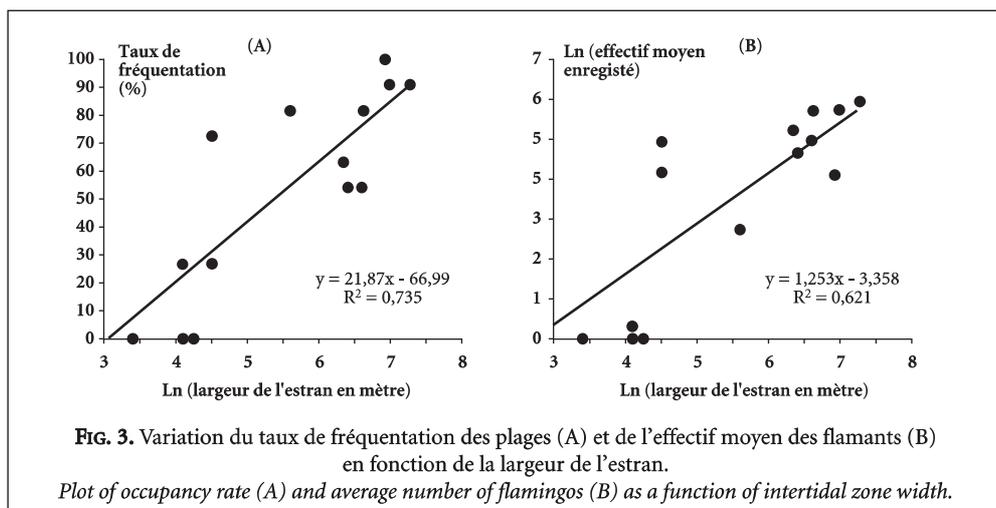
Les régressions quadratiques faites pour chaque classe d'âge à part donnent des résultats différents. Pour les adultes, l'effectif et la distribution varient d'une façon significative avec la saison selon le schéma décrit plus haut (TAB. I, FIG. 2). Toutefois, aucune relation significative n'a été décelée pour les immatures (TAB. I, FIG. 2). L'effectif et la distribution de ces derniers restent quasiment inchangés tout le long de la période d'hivernage (FIG. 2).

Taux de fréquentation des plages

Les plages étudiées se caractérisent par une grande variabilité en ce qui concerne la largeur de l'estran. Celle-ci varie de 20 à 1 400 m, avec une moyenne de 450 (±117) m, et un coefficient de variation de 97 %. La fréquentation humaine est également variable entre les plages. L'effectif moyen des pêcheurs et des collecteurs de palourdes a varié entre 8 et 28 individus, pour une moyenne globale de 15 (±2).

Les données de nos recensements montrent d'abord que les flamants n'ont jamais été observés (taux de fréquentation = 0 %) dans 3 plages parmi les 15 suivies. En revanche, une seule plage avait un taux de fréquentation de 100 % ; des flamants y ont été observés à chaque visite. Au niveau des plages occupées (au moins une fois) l'effectif moyen des flamants par visite a varié entre 1 et 376, pour une moyenne de 139 (±36).

Les résultats des analyses de régression montrent qu'aussi bien le taux de fréquentation des plages que l'effectif des flamants sont positivement liés à la largeur de l'estran [respectivement: $\beta = 21,6 (\pm 3,8)$, $F_{1,12} = 32,40$; $P = 0,0001$; $b = 0,87 (\pm 0,29)$, $F_{1,9} = 9,42$; $P = 0,0134$; FIG. 3]. En revanche, l'effectif des pêcheurs et des cueilleurs de palourde fréquentant les plages ne semble pas avoir d'effets significatifs [$b = -0,296 (\pm 0,795)$; $F_{1,12} = 0,14$; $P = 0,7158$; $b = 0,003 (\pm 0,056)$; $F_{1,9} = 0,00$; $P = 0,9585$].





DISCUSSION

Chronologie d'hivernage

Au cours de la période d'étude, la distribution et l'abondance du Flamant rose dans la zone centrale du golfe de Gabès ont marqué des variations remarquables. Au début de la saison d'hivernage (octobre/mi-novembre), la distribution et l'effectif des flamants ont montré une augmentation progressive. Cette augmentation est la conséquence de l'arrivée des adultes hivernants de différentes provenances, telles que la rive nord de la Méditerranée (Espagne, France, Italie), la Turquie et l'Algérie (SMART *et al.*, 2009). Durant la deuxième phase d'hivernage (mi-novembre/mi-janvier), la distribution et l'abondance des flamants ont atteint leur maximum, correspondant alors au pic d'hivernage. La fin de la saison d'hivernage (mi-janvier/février) est marquée par une diminution progressive de l'effectif et de la distribution des flamants, conséquence de la migration de retour des adultes vers les quartiers de reproduction. Toutefois, nos résultats montrent que ce schéma chronologique d'hivernage ne concerne que les flamants adultes. Les immatures, dont le nombre est plus faible que les adultes, ne montrent pas de variations notables de distribution et d'effectif au cours de la saison d'hivernage. Cette stabilité est due au fait que les flamants immatures passent souvent les premières années de leur vie dans les quartiers d'hivernage et ne bougent que très peu (SMART *et al.*, 2009).

Fréquentation des plages par les Flamants roses, en rapport avec la largeur de l'estran et l'intensité du dérangement humain

Nos résultats suggèrent que la largeur de l'estran semble jouer un rôle clef dans l'attractivité des sites d'hivernage pour le Flamant rose. En effet, les plages caractérisées par des estrans larges sont plus fréquemment et plus abondamment occupées par les flamants que les plages ayant des estrans restreints. Une étude effectuée sur la répartition des limicoles dans l'estuaire de Tage (Portugal) a révélé des résultats similaires pour le Flamant rose, mais aussi pour d'autres espèces comme l'Avocette élégante *Recurvirostra avosetta*, le Pluvier argenté *Pluvialis squatarola* et la Barge à queue noire *Limosa limosa*. Ces espèces sélectionnent les sites qui se caractérisent par de grandes vasières (ROSA *et al.*, 2003). Des résultats similaires ont été aussi trouvés par GOSS-CUSTARD & YATES (1992) qui ont montré une corrélation positive des effectifs de différents limicoles, comme le Bécasseau variable *Calidris alpina*, le Chevalier gambette *Tringa totanus* et le Pluvier argenté *Pluvialis squatarola* avec la largeur de la zone intertidale dans l'estuaire de Wash en Grande-Bretagne.

Les larges estrans correspondent en réalité à des vasières de faible déclivité, très étendues et riches en cuvettes et en chenaux retenant l'eau même à marée basse. Au niveau de ces cuvettes et chenaux constamment immergés, le sédiment vaseux est très riche en invertébrés, offrant des sites d'alimentation favorables aux flamants (HAMZA, 2011). En revanche, les plages à estrans restreints



ont des pentes plus fortes, et se caractérisent par un sédiment plutôt sablonneux moins riche en invertébrés, avec la quasi-absence de cuvettes et de chenaux continuellement immergés. Cette différence majeure semble expliquer la relation positive trouvée entre la largeur de l'estran et la fréquentation des plages par les flamants. Les larges vasières qui se dégagent à marée basse semblent donc offrir aux flamants un espace de stationnement et d'alimentation très important, même à marée haute lorsque les conditions sont les plus limitantes (CONGDON & CATTERAL, 1994). D'autre part, la largeur de l'estran ne semble pas intervenir seulement *via* son effet sur la disponibilité des sites d'alimentation favorables, mais aussi à travers son effet sur l'accessibilité de ces sites. En effet, à cause des mouvements de marées, ces sites ne sont accessibles que pendant quelques heures par jour. Plus l'estran est large, plus sa durée d'exposition est élevée, ce qui offre plus de temps aux flamants de s'alimenter.

En ce qui concerne la présence humaine au niveau des plages, nos résultats suggèrent qu'elle ne semble pas jouer de rôle important dans le façonnement de la distribution et de l'abondance des flamants hivernant dans notre zone d'étude. Ce résultat est en accord avec ceux d'autres travaux sur différentes espèces de limicoles (LAFERTY, 2001; NEUMAN *et al.*, 2008; YASUE, 2006). Au moins deux hypothèses possibles peuvent être proposées pour expliquer l'absence d'effet négatif de la fréquentation des plages par les humains sur les flamants. D'abord, la grande étendue

des plages fréquentées par les groupes de flamants leur permet de maintenir toujours une distance de sécurité par rapport aux pêcheurs et ramasseurs de palourdes fréquentant ces mêmes plages. Par ailleurs, ces pêcheurs et ramasseurs de palourdes ne constituent pas de compétiteurs potentiels pour les flamants puisqu'ils ne s'intéressent pas aux proies recherchées par ces derniers. Ils ne constituent pas non plus un danger ou un facteur de dérangement majeur pour les flamants qui se seraient peut-être habitués à leur présence inoffensive.

CONCLUSION

Ce travail, a permis d'apporter de nouvelles connaissances sur la distribution et l'abondance du Flamant rose dans l'un de ses sites d'hivernage sur la rive sud de la Méditerranée. Il a en particulier permis de situer le pic d'hivernage du Flamant rose dans la partie centrale du golfe de Gabès, et de montrer que les flamants fréquentent préférentiellement les estrans les plus étendus indépendamment de l'intensité de la présence humaine sur ces sites. D'autres études plus approfondies du processus d'exploitation de l'habitat et des interactions des flamants avec les autres espèces d'oiseaux d'un côté, et avec les humains qui exploitent les vasières pour la pêche et la collecte de la palourde de l'autre côté, seraient indispensables pour mieux comprendre l'écologie d'hivernage de cette espèce dans le golfe de Gabès.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé dans le cadre d'une convention cadre de collaboration pour l'étude des populations de Flamant rose en Tunisie, signée entre la Faculté des Sciences de Gabès et le Centre de recherche de la Tour de Valat (Réf. PG/fd/I07-064). Il a bénéficié du soutien financier et logistique fourni par le Centre de recherche de la Tour de Valat.

BIBLIOGRAPHIE

- AZAFZAF (H.), FELTRUP-AZAFZAF (C.) & DLENSI (H.) 2007.— Breeding of the Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* in Salines de Thyna, Tunisia. In CHILDRESS B., ARENGO F., BECHET A. & JARRETT N. *Flamingo, Bulletin of the IUCN SSC/Wetlands International Flamingo Specialist Group, No. 15*. Wildfowl & Wetlands Trust, Slimbridge, UK.
- BOS (J.F.F.P.), VAN DER GEEST (G.M.), GILISSEN (N.L.M.), PAHLPLATZ (R.), ESSETTI (I.) & AYACHE (F.) 2001.— *Waterbirds in the Gulf of Gabès and other wetlands in Tunisia, autumn 1999*. WIWO report 74. WIWO, Zeist, Netherlands.
- CAUGHLEY (G.) & SINCLAIR (A.R.E.) 1994.— *Wildlife Ecology and Management*. Blackwell Scientific Publications, Cambridge.
- CONGDON (B.C.) & CATTERALL (C.P.) 1994.— Factors influencing the Eastern Curlew's distribution and choice of foraging sites among tidal flats of Moreton Bay, south-eastern Queensland'. *Wildlife Research*, 21: 507-518.
- GOSS-CUSTARD (J. D.) & YATES (M. G.) 1992.— Towards predicting the effect of salt-marsh reclamation on feeding bird numbers on the Wash. *Journal of Applied Ecology*, 29: 330-340.
- HAMDI (N.), CHARFI-CHEIKHROUHA (F.) & MOALI (A.) 2008.— Le Peuplement des oiseaux aquatiques hivernant du Golfe de Gabès (Tunisie). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 133: 267-275.
- HAMZA (F.) 2011.— *Contribution à l'étude de l'hivernage du Flamant rose (Phoenicopterus roseus) dans le golfe de Gabès*. Rapp. Mastère Fac. Sc. Bizerte, Tunisie.
- ISENMANN (P.), GAULTIER (T.), EL-HILI (A.), AZAFZAF (H.), DLENSI (H.) & SMART (M.) 2005.— *Oiseaux de Tunisie*. Société d'Études Ornithologiques de France, Muséum Naturelle d'Histoire Naturelle, Paris.
- JOHNSON (A.) & CÉZILLY (F.) 2007.— *The Greater Flamingo*. T & AD Poyser Ltd. London.
- KREBS (C.J.), 1994.— *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*. Harper Collins Publishers, New York.
- LAFFERTY (K.D.) 2001.— Birds at a Southern California beach: seasonality, habitat use and disturbance by human activity. *Biodiversity and Conservation*, 10: 1949-1962.
- NEUMAN (K.K.) HENKEL (L.A.) & PAGE (G.W.) 2008.— Shorebird use of sandy beaches in central California. *Waterbirds*, 31: 115-121.
- PÉREZ-DOMINGO (S.), CASTELLANOS (C.) & JUNOY (J.) 2008.— The sandy beach macrofauna of Gulf of Gabès (Tunisia). *Marine ecology - an evolutionary perspective*, 29: 51-59.
- ROSA (S.) PALMEIRIM (J.M.) & MOREIRA (F.) 2003.— Factors affecting waterbird abundance and species richness in an increasingly urbanized area of the Tagus estuary in Portugal. *Waterbirds*, 26: 226-232.
- SAS STATISTICAL INSTITUTE. 1998.— SAS/STAT user's guide, version 8. SAS Statistical Institute, Cary.
- 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. *Flamingo*, 1: 58-61.
- SPIEKMAN (H.W.), KEIJL (G.O.) & RUITERS (P.S.) 1993.— *Waterbirds in the Kneiss area and other wetlands, Tunisia, Eastern Mediterranean*. Wader Project, Spring 1990, WIWO- report 38. WIWO, Zeist, Netherlands.
- VAN DER HAVE (T.M.), BACCETTI (N.), KEIJL (G.O.) & ZENATELLO (M.) 1997.— *Waterbirds in Kneiss, Tunisia, February-March 1994*. WIWO report 54. WIWO, Zeist, Netherlands.
- VAN DIJK (A.J.), VAN DIJK (K.), DIJKSEN (L.J.) VAN SPANJE (T.M.) & WYMENGA (E.) 1986.— *Wintering Waders and Waterfowl in the Gulf of Gabès, Tunisia, January- March 1984*. WIWO report 11. WIWO, Zeist, Netherlands.
- YASUÉ (M.) 2006.— Environmental factors and spatial scale influence shorebirds' responses to human disturbance. *Biological Conservation*, 128: 47-54.