

## Etude de la phénologie migratoire des limicoles dans la lagune et les salines de Sidi Moussa (Maroc)

### *Study of the migratory waders phenology in the lagoon and salines of Sidi Moussa (Morocco)*

Latifa JOULAMI<sup>1</sup>, Hamid RGUIBI IDRISSE<sup>2</sup>, Houcein BAZAIRI<sup>3</sup>,  
Ricardo Jorge LOPES<sup>4</sup> & Rhimou EL HAMOUMI<sup>1\*</sup>

1. Université Hassan II- Mohammedia- Casablanca, Faculté des Sciences Ben M'sik, Laboratoire d'Ecologie et d'Environnement, Equipe Biodiversité et Développement durable, B.P. 7955, Sidi Othman, Casablanca, Maroc \*(rhamoumi@hotmail.com).
2. Université Chouaib Doukkali, Faculté des Sciences, Laboratoire Valorisation des Ressources Naturelles et Biodiversité, El Jadida, Maroc.
3. Université Mohammed V-Agdal, Faculté des Sciences Rabat-Agdal, Maroc.
4. CIBIO, Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos, Campus Agrário de Vairão, 4485-661 Vairão, Portugal.

**Résumé.** Des dénombrements mensuels des limicoles ont été réalisés de mars 2010 à février 2012 dans la lagune de Sidi Moussa et les salines adjacentes. Au total 24 espèces ont été recensées dont trois espèces nicheuses régulières (*Glareola pratincola*, *Charadrius alexandrinus* et *Himantopus himantopus*). Les espèces les plus abondantes sont *Calidris alpina*, *Charadrius hiaticula*, *Charadrius alexandrinus*, *Pluvialis squatarola*, *Himantopus himantopus* et *Tringa totanus*. L'analyse des patterns migratoires des espèces n'ont pas montré de variations significatives entre les années contrairement à l'évolution des effectifs totaux des limicoles qui enregistrent des variations marquant les différentes saisons du cycle phénologique des espèces. Les effectifs les plus élevés sont notés durant la migration postnuptiale (automne). Ils vont par la suite enregistrer une diminution pour se stabiliser durant la période d'hivernage. Les déplacements pré-nuptiaux ne sont pas bien décelés. Une légère augmentation des effectifs est notée en février marquant le début de passage de retour. Certaines espèces peuvent laisser sur place de faibles contingents d'estivants. C'est le cas du Bécasseau variable qui montre une forte corrélation avec l'effectif total et du Chevalier gambette avec un début d'estivage précoce (mai). Les deux espèces nicheuses, l'Echasse blanche et le Gravelot à collier interrompu évoluent différemment dans le site. Au moment où la première espèce ne marque aucune variation saisonnière, la deuxième enregistre des passages migratoires notoires pour se stabiliser lors de l'hivernage et de l'estivage. Les effectifs du Pluvier argenté notés en estivage montrent des différences significatives avec ceux notés durant les autres saisons du cycle phénologique, marquées par une certaine stabilité. Pour le Grand Gravelot, les effectifs enregistrés en estivage montrent des différences significatives uniquement avec ceux de la migration postnuptiale.

**Mots-clés :** Limicoles, phénologie, Lagune de Sidi Moussa, Salines de Sidi Moussa, Maroc.

**Abstract.** Monthly counts of waders were conducted from March 2010 to February 2012 in Sidi Moussa lagoon and adjacent salines. In total 24 species were identified, including three regular breeding species in the site (*Glareola pratincola*, *Charadrius alexandrinus* and *Himantopus himantopus*). The most abundant species are *Calidris alpina*, *Charadrius hiaticula*, *Charadrius alexandrinus*, *Pluvialis squatarola*, *Himantopus himantopus* and *Tringa totanus*. The analysis of species migration patterns showed no significant variation among the years while the evolution of the total number of waders has recorded large variations marking the various seasons of the phenological cycle of species. The highest numbers are recorded during the autumn passage. Numbers will subsequently recorded a decrease and stabilize during the wintering season. Spring passage isn't well identified. A slight increase in numbers was noticed in February marking the beginning of the return passage. Some species remain on site small flocks in summer. This is the case of Dunlin which shows a strong correlation with the total numbers and the Redshank with an early summering (May). The both breeding species, Black-winged Stilt and the Kentish Plover evolve differently in the site. When no seasonal variation was noted for the first species, migration passages are well marked for the second and numbers stabilize during the wintering and summering. The Grey Plover numbers noted during the summer show significant differences with those recorded during other phenological cycle seasons, marked by certain stability. For Ringed Plover, numbers recorded in summer showed significant differences only with those of the autumn passage.

**Keywords :** waders, shorebirds, phenology, Sidi Moussa lagoon, Sidi Moussa salines, Morocco.

#### Abridged English version

##### Introduction

The East Atlantic is one of the most important flyways for Morocco (Cramp & Simmons 1983, Smit & Piersma 1989, Stroud *et al.* 2004). The shorebirds using this flyway nest in a large area (Piersma *et al.* 1987) and along their migratory route, they use a different halts that offering tranquility and abundant food. Sidi Moussa - Walidia

complex is one of the famous wetland in Morocco. The importance of this Ramsar site (El Hamoumi *et al.* 2011) which is increased as it is for these species an important wintering area and a necessary step before continuing their trip to the wintering areas or to breeding (Pienkowski 1972 & 1975, Moser 1981, Kersten *et al.* 1983, El Hamoumi *et al.* 2000, Dakki *et al.* 2001, Qninba *et al.* 2007, El Hamoumi & Dakki 2010).

The main objective of this work is to provide a

monitoring migration of waders in the complex of Sidi Moussa (lagoon and salt). The results of this monitoring are being made in favor of an assessment of the ecological quality of the wetland. This monitoring is necessary to establish an inventory, diversity and number, of the avifauna of the site. This inventory will have an important value to understand the changes that the area will suffer due to the implementation of conservation actions that will be identified in the future development plan for the area....

#### *Material and methods*

Sidi Moussa Sector (32 ° 52 '0" N, 8 ° 51' 05" W) is part of the Sidi Moussa-Walidia complex (Ramsar site) located on the Atlantic coast about 37 km south of the El Jadida. This functional unit is formed by a lagoon and adjacent salt. Sidi Moussa lagoon is parallel to the coast with 5.5 km long and 0.5 km wide on average. The total area is estimated at 420 ha. At the end of this lagoon salt marshes have been converted into salt nearly 200 ha separated from the lagoon by a small lock that allows the discharge of freshwater drained. Impoundment of different basins to produce salt is direct by pumping of seawater.

The field work was conducted monthly from March 2010 to February 2012. All species of shorebirds present in the site have been identified. Counts were made from 25 fixed points of observation, chosen to allow the most comprehensive coverage possible site.

The Spearman correlation coefficient was calculated to assess the relationship between the monthly change in the number of dominant species and the change in the total number of waders. Multivariate General Linear Models was used to compare annual and seasonal distribution of numbers of dominant species and the total workforce. The robustness of the ANOVA (Underwood 1997) allowed us to analyze although the assumptions for parametric statistics are not validated (normality and homoscedasticity of variances). The Tukey test was used for post-hoc comparisons (SPSS Version 20).

#### *Results and discussion*

24 species of shorebirds have been recorded in the site during this study, amongst the 26 observed in 1994-1996 by

El Hamoumi & Dakki (2010). The number of species shows that very little seasonal variation and the highest diversity was recorded during fall migration and wintering (September-January), while some species have been recorded during the summer. The total number of shorebirds shows large variations marking different seasons of the phenological cycle. The highest numbers were recorded during the fall migration period between August and November with a peak of 4416 individuals recorded in October.

Only six dominant species were selected for a detailed analysis of phenology. The postnuptial arrivals most shorebirds begin in August. However, the beginning of the migration was noted earlier for the Kentish Plover, Grey Plover and Redshank who saw their first individuals to arrive in July. This passage in July is similar to that observed in more Northern latitudes (Masero *et al.*, 2000, Lopes *et al.* 2005). Variations in the timing of fall migration can be made related to reproductive success in breeding areas (Barshep *et al.*, 2011). Grey Plover, unlike other species, shows relatively stable numbers since the beginning of the post-nuptial migration until the end of the prenuptial migration with a small decrease in January, indicating the continued presence of this species at the site with large numbers.

Prenuptial movements are detected less than postnuptial passages consequence of the rapid move of birds as migratory wave's bands more or less dense to nesting areas. The numbers of the lowest waders were recorded long summer, except for two breeding species in the study area, Kentish Plover and Black-winged Stilt, that keep effective more or less considerable in summer. On the other side, Redshank announces early summering advanced by one month compared to other species and compared to results from 1994-96 (El Hamoumi & Dakki 2010).

#### *Conclusion*

This study has highlighted the role played by Sidi Moussa wetlands complex. It is both a migratory stopover area in the fall and spring, winter area and a nesting area for some species.

## INTRODUCTION

Chaque année, des millions de limicoles, qui sont pour la plupart des migrateurs au long cours, traversent le NW de l'Afrique pour gagner leurs quartiers d'hivernage qui peuvent atteindre l'Afrique subsaharienne. Selon l'espèce et son origine géographique, trois itinéraires principaux sont empruntés par les oiseaux migrateurs dont la voie la plus occidentale qui concerne le Maroc, voire la voie Est atlantique (Cramp & Simmons 1983, Smit & Piersma 1989, Stroud *et al.* 2004). Les oiseaux empruntant cette voie nichent sur une large aire comprenant la zone arctique, boréale et tempérée de l'hémisphère nord (Piersma *et al.* 1987). Le long des parcours migratoires, les oiseaux opèrent des haltes, au niveau des zones leurs offrant la tranquillité et une nourriture abondante. En cela, les limicoles sont reconnus comme étant de bons bioindicateurs de l'état de santé des milieux humides.

Globalement, la plupart des populations de limicoles enregistrent un déclin très manifeste, surtout au niveau des voies de migration des espèces (Stroud *et al.* 2006). Les causes de ces baisses sont diverses, la perte et la dégradation des habitats restent la cause principale (Zöckler *et al.* 2003). Toutefois, la voie Est Atlantique apparaît dans un état plus sain (Stroud *et al.* 2006).

Pour faire face à ces dysfonctionnements, des initiatives et des actions de conservation nationales et internationales ont été réalisées notamment dans les zones de reproduction et les haltes de migration en Europe (Davidson *et al.* 1995).

Le complexe Sidi Moussa-Walidia, par la diversité de ses habitats (Lagunes, salines, prairies humides, marais...), représente un site d'intérêt majeur pour plus de 26 espèces de limicoles migratrices au niveau du paléarctique (El Hamoumi et Dakki 2010). L'importance de ce site Ramsar (El Hamoumi *et al.* 2011) est accrue dans la mesure où il

constitue pour ces espèces un important quartier d'hivernage et une étape indispensable avant de poursuivre leur déplacement vers les quartiers d'hivernage ou vers les aires de reproduction (Pienkowski 1972, 1975, Moser 1981, Kersten *et al.* 1983, El Hamoumi *et al.* 2000, Dakki *et al.* 2001, Qninba *et al.* 2007, El Hamoumi & Dakki 2010).

Si les dénombrements hivernaux des oiseaux d'eau ont été régulièrement réalisés dans le complexe depuis 1983, aucun suivi sur un cycle phénologique complet n'a été réalisé dans le site mis à part le travail d'El Hamoumi réalisé entre 1994 et 1996 (El Hamoumi *et al.* 2000, El Hamoumi & Dakki 2010).

L'objectif principal de ce travail est de réaliser un suivi de la migration des limicoles dans le complexe de Sidi Moussa (lagune et salines). Les résultats de ce suivi peuvent être mis au profit d'une évaluation de la qualité écologique de cette zone humide. Ce suivi s'avère nécessaire pour établir un état des lieux, en diversité et en effectifs, d'une des composantes clés de la faune avienne du site. Cet état

des lieux aura une valeur indicatrice afin d'appréhender les modifications que la zone subira suite à la mise en œuvre des actions de conservation qui seront identifiées dans le futur plan d'aménagement de la zone. La comparaison des patterns migratoires des espèces dominantes en effectifs dans le site avec les patterns dans d'autres sites marocains et européens (Portugal et Espagne) permettra la compréhension de leur phénologie globale et ce dans un contexte régional.

## MATERIEL ET METHODES

### Site d'étude

Le secteur de Sidi Moussa (32° 52' 0" N; 8° 51' 05" W) fait partie du Complexe de Sidi Moussa-Walidia (site Ramsar) situé sur la côte atlantique à environ 37 km au sud de la ville d'El Jadida (Fig.1). Cette unité fonctionnelle est formée d'une lagune et de salines adjacentes.



Figure 1. Localisation de la zone d'étude.

*Figure 1. Location of the study area.*

La lagune de Sidi Moussa est caractérisée par une forme allongée imposée par la morphologie de la dépression interdunaire entre les dunes consolidées continentales et littorales. Elle s'inscrit dans une bande rectiligne, parallèle à la côte, de 5,5 Km de long sur une largeur de 0,5 Km en

moyenne. La superficie totale est estimée à 420 ha. Cette lagune possède la particularité d'être séparée du domaine océanique par un cordon de dunes consolidées qui assure la stabilité de la communication lagune-océan à travers une passe permanente. Des chenaux principaux et d'autres

secondaires serpentent la lagune, entourés par des vasières et des prairies à Salicorne. Des résurgences d'eau douce affleurent tout le long de cette lagune. A l'extrémité de celle-ci, des marais salés ont été transformés en salines sur presque 200 ha. Elles sont séparées de la lagune par une petite écluse qui permet l'évacuation de l'eau douce drainée. La mise en eau des bassins de production de sel se fait par pompage direct de l'eau de mer. Le climat de la région est méditerranéen semi-aride avec une sécheresse estivale et des pluies concentrées sur l'hiver (Atillah 1994).

### Phénologie des limicoles du site

Les sorties de terrain ont été effectuées de mars 2010 à février 2012 à raison d'une sortie par mois. Toutes les espèces de limicoles présentes dans le site ont été recensées et les effectifs enregistrés ont été retenus pour déterminer la phénologie migratoire de ces espèces d'oiseaux.

Les dénombrements ont été effectués à partir de 25 points d'observation fixes, choisis de manière à permettre la couverture la plus exhaustive possible du site. Malgré tous les efforts de prospection déployés, nous considérons que les effectifs de certaines espèces sont probablement sous-estimés, principalement en raison de l'existence de nombreux obstacles inévitables (cloisons de séparation des salines, végétation) qui cachent parfois les oiseaux et surtout les petits limicoles.

### Analyse des données

La représentativité de chaque espèce par rapport au peuplement de limicoles est donnée en pourcentage par rapport à l'effectif total dénombré chaque mois. Les espèces représentées avec des fréquences supérieures à 5% constituent pratiquement plus de 80% de la population totale présentes dans le site et elles ont été considérées comme des espèces dominantes.

Le coefficient de corrélation de Spearman a été calculé pour évaluer la relation entre la variation mensuelle des effectifs des espèces dominantes et la variation de l'effectif total des limicoles. Le modèle linéaire général multivarié a été utilisé pour comparer la distribution annuelle et saisonnière des effectifs des espèces dominantes et de l'effectif total. La robustesse du test ANOVA (Underwood 1997) nous a permis de procéder à l'analyse malgré que les hypothèses en matière de statistiques paramétriques ne soient pas validées (normalité de la distribution et l'homoscédasticité des variances).

Le test Tukey a été utilisé pour les comparaisons Post-hoc (SPSS version 20). Les saisons phénologiques ont été déterminées suite à l'analyse du rythme de migration des espèces (voir résultats et discussion) : migration postnuptiale (août-novembre), hivernage (décembre-janvier), migration pré-nuptiale (février-mai) et estivage (juin-juillet). Ce découpage saisonnier a été utilisé pour l'effectif total et les espèces dominantes sauf pour le Chevalier gambette (estivage en mai-juin et migration postnuptiale en juillet-novembre).

## RESULTATS ET DISCUSSION

Sur les 26 observés en 1994-1996 par El Hamoumi & Dakki (2010), 24 espèces de limicoles ont été consignées dans le site lors la présente étude (Tab. 1). Les deux espèces manquantes, le Chevalier stagnatile (*Tringa stagnatilis*) et le Chevalier arlequin (*Tringa erythropus*), sont très peu représentées dans le complexe.

Le nombre des espèces ne montre que de très faibles variations saisonnières (Fig. 2). La diversité la plus élevée a été notée en période de migration automnale et d'hivernage (septembre-janvier) alors que peu d'espèces ont été enregistrées en période estivale. Le nombre total de limicoles montre de grandes variations marquant les différentes saisons du cycle phénologique. Les effectifs les plus élevés sont notés durant la période de migration automnale, entre août et novembre avec un pic de 4416 individus consignés au mois d'octobre (Fig. 2). Puis, les effectifs des oiseaux se stabilisent durant la période d'hivernage (décembre-janvier).

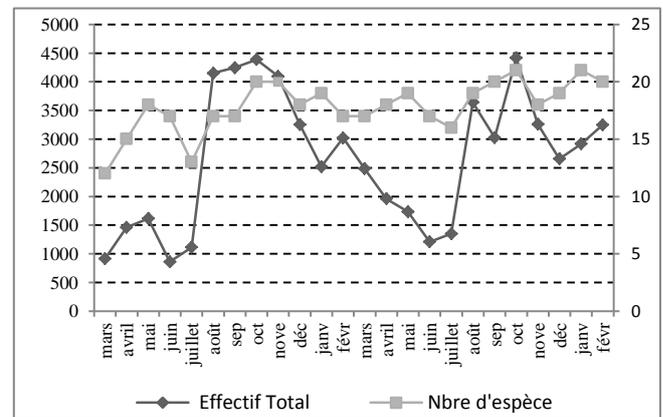


Figure 2. Evolution de la richesse spécifique et de l'effectif total des limicoles dans la lagune et les salines de Sidi Moussa durant la période mars 2010-février 2012.

Figure 2. Evolution of species richness and total number of waders in the lagoon and salines of Sidi Moussa during the period March 2010-February 2012.

Les déplacements pré-nuptiaux des limicoles ne sont pas bien décelés comme les passages post-nuptiaux, et ce à cause de la rapidité des passages durant cette période (Kersten *et al.* 1983). Une augmentation des effectifs en février marque le début de passage des migrants alors que les hivernants sont encore dans la zone. Un faible effectif des oiseaux reste sur place en juin-juillet pour estiver. Une partie d'entre eux correspond aux individus nicheurs de l'Echasse blanche (*Himantopus himantopus*), de la Glaréole à collier (*Glaréola pratincola*) et du Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*).

Les limicoles montrent un rythme de migration similaire à celui observé lors de l'étude réalisée durant les années 1994-96 (El Hamoumi & Dakki 2010) dans le même site ; Le maximum est noté en période de migration postnuptiale (septembre-novembre). Le même pattern saisonnier est noté dans d'autres zones humides marocaines (Hanane *et al.* 2005, Qninja *et al.* 2006).

Le nombre total des oiseaux montre des différences saisonnières (Tab. 2). Ces différences sont significatives lors de la saison d'estivage (juin-juillet) où les effectifs enregistrés sont faibles par rapport à ceux enregistrés durant les autres phases de leur cycle migratoire. Par contre, aucune différence significative n'a été constatée entre les effectifs recensés durant la migration postnuptiale et ceux comptés en hivernage (Tab. 3).

Malgré le fait que le pattern migratoire soit similaire entre les années, des différences significatives entre les saisons et les années ont été relevées (Tab. 2).

Les effectifs recensés dans le site en mars-avril 2011 et qui varient de 1959 à 2482 individus sont inférieurs à ceux recensés par Kersten *et al.* (1983) en mars 1981 (3700 à 6000 individus) et ceux recensés par Brederode *et al.* (1982) en mars-avril 1982 (2200 à 4600 individus) dans le même site.

Le Bécasseau variable est l'espèce la plus dominante. Il constitue avec cinq autres espèces (Echasse blanche, Grand Gravelot, Gravelot à collier interrompu, Pluvier argenté et Chevalier gambette) plus de 74,3 % du peuplement de limicoles (moyenne mensuelle des pourcentages). Leur proportion est souvent supérieure à 60 % (Fig. 3). La variation saisonnière des effectifs des limicoles est fortement liée à celles des espèces dominantes sauf à celle de l'échasse blanche. La corrélation la plus forte est notée avec le Bécasseau variable avec un coefficient de corrélation de Spearman de 0,932 (Tab. 4).

### Phénologie des espèces dominantes

Seules les six espèces dominantes ont été retenues pour une analyse détaillée de leur phénologie. Les résultats de leur recensement sont représentés dans la Figure 4.

#### *Bécasseau variable (Calidris alpina (Linnaeus, 1758))*

Ce migrateur-hivernant est omniprésent dans le site avec des effectifs importants sauf en période d'estivage (juin-juillet) où une diminution de son nombre a été enregistrée. La migration postnuptiale est amorcée en juillet mais ne devient importante qu'en août et se prolonge jusqu'en novembre. Etalé et conséquent, ce passage culmine au mois d'octobre (2737 individus).

Les individus observés au Maroc appartiennent majoritairement à la sous espèce *schinzii* (Wennerberg 2001, Lopes *et al.* 2008) ; une proportion non négligeable appartient à la sous espèce nominale *alpina* (Pienkowski & Dick 1975, Kersten *et al.* 1983). Le Maroc constitue, pour ces deux sous espèces, la limite méridionale de leurs aires d'hivernage (Pienkowski & Dick 1975, Wymenga *et al.* 1990). Les deux pics observés lors de la migration postnuptiale (août et octobre) pourraient bien être expliqués par la présence de ces deux sous espèces ainsi que par le décalage dans la phénologie de migration entre les mâles et les femelles (Engelmoer 2008).

Dans la zone d'étude, le Bécasseau variable montre un pattern saisonnier similaire à celui observé dans le site durant les années 1994-96 (El Hamoumi & Dakki 2010). Le

même rythme de migration est noté dans d'autres zones humides marocaines (Hanane *et al.* 2005). En Europe de sud, les nombres maxima sont notés en hiver (décembre-janvier) aussi bien pour les populations du centre de la Méditerranée (Serra *et al.* 1998) dominées par *C. a* subsp. *alpina* que pour les populations de la Méditerranée occidentale où domine *C. a* subsp. *schinzii* (Lopes *et al.* 2005), et en raison de la différence latitudinale, la migration automnale est bien marquée dès le mois juillet (Masero *et al.* 2000, Lopes *et al.* 2005).

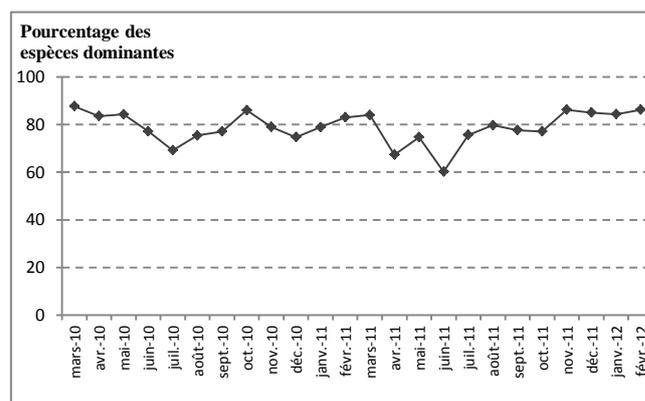


Figure 3. Variation de l'abondance relative des espèces dominantes de limicoles dans la lagune et les salines de Sidi Moussa durant la période mars 2010 – février 2012.

Figure 3. Variation in the relative abundance of dominant species of waders in the lagoon and salines of Sidi Moussa during the period March 2010-February 2012.

#### *Echasse blanche (Himantopus himantopus (Linnaeus, 1758))*

L'Echasse blanche est une espèce nicheuse régulière, observée en grand nombre dans la zone d'étude (Benajah *et al.* 2010, El Malki *et al.* 2013).

Le complexe de Sidi Moussa-Walidia héberge à lui seul presque 40% de l'effectif national de cette espèce (Qninba *et al.* 2001b). Les effectifs les plus élevés sont notés au niveau des salines et des marais salés de ce complexe (El Hamoumi 2000).

L'augmentation des effectifs signalée au mois de mai et au début de juin est due à la présence des juvéniles de l'année en plus du passage des derniers migrateurs pré-nuptiaux. Le suivi mensuel indique plusieurs fluctuations durant toute la période d'étude, toutefois les effectifs saisonniers ne montrent aucune différence significative (Tab. 2). Ces variations sont liées aux passages migratoires et aux nouveaux recrues de la population nicheuse dans le site. Les maxima sont enregistrés en août et en novembre avec 481 et 452 individus respectivement. Ce modèle de migration automnale a été enregistré dans le site en 1994-1996 (El Hamoumi & Dakki 2010).

A Merja Zerga, l'Echasse est très peu représentée en hiver et en été et c'est uniquement en passages migratoires que des effectifs conséquents sont consignés (Qninba *et al.* 2001a).

Tableau 1. Effectifs mensuels des limicoles dans la lagune et les salines de Sidi Moussa (Maroc) de mars 2010 à février 2012.

Table 1. The monthly numbers of waders in the lagoon and salines of Sidi Moussa (Morocco) from march 2010 to february 2012.

Espèces	2010										2011										2012		Total	%		
	14-16 mars	16-18 avril	15-17 mai	15-17 juin	12-14 juil	11-13 août	23-25 sep	23-25 octo	20-22 nov	18-20 déc	19-21 janv	18-20 févr	19-21 mars	18-20 avril	18-20 mai	15-17 juin	15-16 juil	14-16 août	13-15 sep	26-28 octo	25-26 nov	24-26 déc			22-24 janv	7-9 févr
<i>Haematopus ostralegus</i>	0	2	1	1	0	2	0	4	0	1	1	3	2	0	0	1	0	2	3	3	2	0	1	1	30	0,05
<i>Himantopus himantopus</i>	131	157	309	258	196	25	159	248	452	89	123	208	111	129	153	158	90	481	56	265	270	122	189	161	4540	7.15
<i>Recurvirostra avosetta</i>	3	0	19	0	0	0	1	0	33	214	1	0	0	175	10	0	0	16	14	74	51	0	0	1	612	0,96
<i>Glareola pratincola</i>	0	14	70	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0,21
<i>Pluvialis apricaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	52	182	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	32	272	0,43
<i>Pluvialis squatarola</i>	143	138	72	46	72	44	225	218	237	253	198	255	218	190	60	25	39	112	175	206	172	174	156	191	3619	5,70
<i>Charadrius hiaticula</i>	187	249	204	71	41	248	681	297	343	225	234	273	194	178	311	180	126	329	444	388	280	282	355	384	6504	10,24
<i>Charadrius alexandrinus</i>	21	54	37	92	218	470	408	173	261	167	111	140	68	62	209	180	289	353	353	175	139	185	163	178	4506	7,09
<i>Gallinago gallinago</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	5	0,01
<i>Limosa limosa</i>	0	0	0	121	192	207	151	139	69	42	10	3	0	0	1	378	209	269	155	306	26	13	1	0	2292	3,61
<i>Limosa lapponica</i>	53	42	4	2	86	103	150	147	48	136	104	126	150	108	101	12	35	26	10	55	75	90	83	65	1811	2,85
<i>Numenius phaeopus</i>	2	4	2	0	0	13	6	4	6	2	1	7	1	6	2	0	2	2	6	9	7	5	5	8	100	0,16
<i>Numenius arquata</i>	0	0	8	16	14	16	37	24	44	28	49	19	8	6	5	2	4	36	86	36	25	35	19	15	532	0,84
<i>Tringa totanus</i>	35	2	1	9	112	193	233	100	309	244	217	200	113	46	16	7	226	314	155	194	122	159	236	203	3446	5,42
<i>Tringa nebularia</i>	5	5	35	4	5	33	62	23	33	22	28	17	22	11	3	4	5	25	20	25	14	8	18	16	443	0,70
<i>Tringa glareola</i>	0	0	0	0	0	4	17	7	33	6	197	124	58	92	108	10	9	9	36	191	31	56	107	95	1190	1,87
<i>Actitis hypoleucos</i>	0	0	2	2	1	0	0	1	5	0	2	2	4	5	1	0	2	2	2	1	1	4	1	1	39	0,06
<i>Arenaria interpres</i>	32	63	7	9	44	60	121	68	73	57	84	145	68	51	24	15	11	40	51	95	71	91	84	89	1453	2,29
<i>Calidris alba</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,01
<i>Calidris minuta</i>	18	24	17	6	1	56	85	45	20	90	19	67	82	30	55	50	42	59	50	51	36	32	42	59	1036	1,63
<i>Calidris alpina</i>	286	621	738	187	131	2150	1567	2737	1633	1453	1105	1430	1381	714	545	177	251	1313	1167	2177	1826	1336	1360	1684	27969	44,02
<i>Calidris canutus</i>	0	1	8	1	0	21	39	29	22	94	0	0	0	32	15	1	0	0	14	3	0	6	24	9	319	0,50
<i>Calidris ferruginea</i>	0	86	82	32	0	505	303	67	291	132	5	2	1	87	103	7	10	235	201	150	111	55	57	42	2564	4,04
<i>Philomachus pugnax</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	1	0	0	0	0	18	29	11	0	2	9	15	116	0,18
<b>Effectif Total</b>	916	1462	1616	859	1113	4150	4245	4387	4096	3255	2520	3021	2482	1959	1733	1208	1350	3641	3027	4416	3259	2656	2917	3249	63537	100
<b>Nbre d'espèce</b>	12	15	18	17	13	17	17	20	20	18	19	17	17	18	19	17	16	19	20	21	18	19	21	20		

Tableau 2. Comparaison des distributions saisonnières et annuelles des effectifs de limicoles dans la lagune et les salines de Sidi Moussa durant la période “ mars 2010–février 2012 (Modèle linéaire général multivarié). F = fréquence et P = probabilité (significative à  $p < 0,05000$ )

Table 2. Comparison of seasonal and annual distributions of numbers of waders in the lagoon and salines of Sidi Moussa during the period march 2010-february 2012 (univariate general linear model). F = frequency and P = probability (significant at  $p < 0.05000$ )

	Effectif Total	<i>C. alexandrinus</i>	<i>C. alpina</i>	<i>C. hiaticula</i>	<i>H. himantopus</i>	<i>P. squatarola</i>	<i>T. totanus</i>
<b>Année ddl= 2</b>							
<b>F</b>	1,154	0,347	1,073	1,494	0,12	0,09	1,026
<b>P</b>	0,344	0,713	0,368	0,258	0,887	0,914	0,384
<b>Saison ddl=3</b>							
<b>F</b>	46,092	5,172	15,472	6,629	0,952	4,876	8,87
<b>P</b>	0	0,013	0	0,005	0,442	0,016	0,002
<b>Année * Saison ddl=4</b>							
<b>F</b>	4,434	0,885	1,523	0,292	0,358	0,899	0,816
<b>P</b>	0,016	0,498	0,249	0,878	0,834	0,49	0,536

Tableau 3. Comparaison multiple des distributions saisonnières des effectifs des limicoles dans la lagune et les salines de Sidi Moussa durant la période mars 2010–février 2012 (test de Tukey).

Table 3. Multiple comparison of the seasonal distributions of waders numbers in the lagoon and salines of Sidi Moussa during the period march 2010-february 2012 (Tukey test).

	(I) saison	Automne (A)			Été (E)			Hiver (H)			Printemps (P)		
	(J) saison	(E)	(H)	(P)	(A)	(H)	(P)	(A)	(E)	(P)	(A)	(E)	(H)
<b>Effectif Total</b>	P	0	0,01	0	0	0	0,02	0,01	0	0,03	0	0,02	0,03
<i>C. alpina</i>	P	0	0,22	0	0	0,01	0,04	0,22	0,01	0,43	0	0,04	0,43
<i>C. alexandrinus</i>	P	0,38	0,14	0,01	0,38	0,94	0,37	0,14	0,94	0,74	0,01	0,37	0,74
<i>C. hiaticula</i>	P	0	0,4	0,1	0	0,14	0,15	0,4	0,14	0,97	0,1	0,15	0,97
<i>H. himantopus</i>	P	0,8	0,46	0,63	0,8	0,96	1	0,46	0,96	0,95	0,63	1	0,95
<i>P. squatarola</i>	P	0,02	0,94	0,96	0,02	0,02	0,05	0,94	0,02	0,78	0,96	0,05	0,78
<i>T. totanus</i>	P	0,002	0,969	0,072	0,002	0,004	0,213	0,969	0,004	0,091	0,072	0,213	0,091

#### Grand Gravelot (*Charadrius hiaticula* (Linnaeus, 1758))

Cette espèce hiverne régulièrement dans le complexe, mais elle y est plus abondante lors des périodes de migration. Le flux postnuptiale est amorcé dès le mois d'août et atteint son maximum en septembre avec 670 individus. Le mouvement migratoire a été important jusqu'à la fin du mois d'octobre et peut se prolonger, certaines années, jusqu'au mois de novembre, alors que ce dernier peut être le début de la période d'hivernage. Cette période qui continue en décembre-janvier, est marquée par une stabilité des effectifs. Les passages printaniers débutent dès le mois de février mais ne s'affirment qu'en avril-mai (249 et 311 individus respectivement) et s'estompent à partir de juin. L'effectif diminue après pour ne laisser que quelques estivants en juillet. Seuls les effectifs consignés durant la migration postnuptiale et en estivage montrent une différence significative (Tab. 3).

La présence de plusieurs pics de migration marque le passage des deux sous populations (*C. h. tundrae* et *C. h. hiaticula*) qui passent à travers la voie de migration Est-Atlantique (Wymenga et al. 1990) comme il a été déjà démontré par Pienkowski (1972 et 1975).

Le même pattern migratoire a été observé dans la zone en 1994-1996 (El Hamoumi & Dakki 2010) et sur des sites marocains (Hanane et al. 2005) et européens (Hortas & Cuenca 2000, Masero et al. 2000, Lopes et al. 2005). Toutefois, Qinba et al. (2006) considèrent que la migration postnuptiale s'étale jusqu'au décembre. Cet étalement de la migration automnale a été aussi observé au Portugal (Rufino & Araujo 1987).

#### Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus* (Linnaeus, 1758))

Le Gravelot à collier interrompu se reproduit régulièrement à Sidi Moussa-Walidia où il peut être observé toute l'année ; ses populations sont très probablement sédentaires. A ces populations locales s'ajoutent des migrateurs de passage et des hivernants. Seuls les effectifs notés lors de la migration postnuptiale sont bien marqués chez cette espèce. Une différence significative a été notée entre les effectifs automnaux très élevés et ceux enregistrés durant la période printanière. Aucune différence n'a été enregistrée entre les effectifs de l'hivernage et ceux de l'estivage (Tab. 3).

Le passage massif de ce Gravelot est noté en août-septembre (jusqu'à 470 individus ont été observés entre le 11 et 13 août 2010) bien que la migration automnale est repérée dès le mois de juillet et se prolonge jusqu'à novembre. Les effectifs lors des autres périodes de l'année ne montrent pas de grandes tendances permettant de déceler les différentes phases du cycle phénologique. Par ailleurs, la période décembre-janvier montrant une stabilité ou une légère diminution des effectifs de cette espèce, selon les années, peut être assimilée à la période d'hivernage. Une régression des effectifs est notée dès le mois de février et continue en mars et avril marquant le départ des hivernants. Le passage des contingents venant du sud peut expliquer l'augmentation notée en mai-juin laissant des nicheurs qui s'ajoutent à la petite population résidente dans la zone (Pienkowski 1975). La race européenne nominale est la seule présente dans le site comme c'est le cas dans tout le Paléarctique occidentale (Wiersma 1996).

Tableau 4. Corrélations des variations de l'effectif total avec les variations des effectifs des six espèces dominantes dans la lagune et les salines de Sidi Moussa durant la période mars 2010–février 2012 (Coefficient de Spearman).

Table 4. Correlations of changes in total number with changes in the number of the six dominant species in the lagoon and salines of Sidi Moussa during the period march 2010-february 2012 (Spearman coefficient).

Corrélations Rho de Spearman N= 24		Effectif total
<i>C. alpina</i>	Coefficient de corrélation	0,932**
	P	0,000
<i>C. alexandrinus</i>	Coefficient de corrélation	0,536*
	P	0,007
<i>C. hiaticula</i>	Coefficient de corrélation	0,692**
	P	0,000
<i>H. himantopus</i>	Coefficient de corrélation	0,238
	P	0,263
<i>P. squatarola</i>	Coefficient de corrélation	0,590**
	P	0,002
<i>T. totanus</i>	Coefficient de corrélation	0,679**
	P	0,000
Effectif total des espèces dominantes	Coefficient de corrélation	0,973**
	P	0,000

\* The correlation is significant at the 0.05 level (bilateral)

\*\* La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).

Pluvier argenté (*Pluvialis squatarola* (Linnaeus, 1758))

Le Pluvier argenté, espèce monotypique, est un hivernant régulier. Aucune différence significative n'a été enregistrée entre les effectifs dénombrés durant les trois phases du cycle migratoire : la migration postnuptiale, l'hivernage et la migration pré-nuptiale (Tab. 3). Cette longue période (de septembre à avril) est caractérisée par une stabilité des effectifs.

Le passage postnuptial, sensible dès le mois de juillet atteint son maximum en septembre-octobre. Ce flux automnal est assez long et seule une légère diminution des effectifs en janvier marque la fin de cette période et le début de l'hivernage. Dès le mois de février, les effectifs des hivernants diminuent progressivement jusqu'en juin pour augmenter de nouveau signalant le début de passage postnuptiale.

Ce pattern de migration est différent de celui décrit dans le même site en 1994-1996 (El Hamoumi & Dakki, 2010) et Merja Zerga (Qinba *et al.* 2006) où les deux passages sont bien marqués. Par ailleurs, une similitude avec le rythme de migration à Skhirat (Hanane *et al.* 2005) et en Espagne (Masero *et al.* 2000) est notée. Au Portugal, les effectifs les plus élevés sont consignés en hivernage (Lopes *et al.* 2005). Chevalier gambette (*Tringa totanus* (Linnaeus, 1758))

Ce Chevalier est observé durant toute l'année sans se

reproduire dans le site. Les premiers migrateurs sont observés dans le site dès le mois de juillet, mais des nombres plus conséquents sont notés à partir d'août. Le flux reste encore marqué jusqu'en novembre. Plusieurs pics sont notés durant cette période automnale qui peuvent s'expliquer par la phénologie des deux populations (*T. t. totanus* et *T. t. robusta*) qui passent par le NW de l'Afrique et la Méditerranée occidentale (Wymenga *et al.* 1990).

Le passage pré-nuptiale commence en février et dure jusqu'en avril. La période d'estivage correspond dans le site aux mois de mai et juin. Les effectifs de cette période montrent une différence significative avec ceux de l'automne et de l'hiver (Tab. 3). Ce modèle de migration a été noté dans ce site (El Hamoumi & Dakki 2010) et dans d'autres sites marocains (Hanane *et al.* 2005) ainsi qu'en Europe (Hortas 1997, Masero *et al.* 2000).

## CONCLUSION

Le suivi phénologique des limicoles réalisé dans la lagune et les salines de Sidi Moussa, durant la période 2010-2011, a révélé des attributs très importants des rythmes migratoires des espèces dominantes.

Les arrivages postnuptiaux de la majorité des limicoles commencent en août. Toutefois, le début de la migration a été noté plus tôt pour le Gravelot à collier interrompu, le Pluvier argenté et le Chevalier gambette qui ont vu leurs premiers individus arriver en juillet. Ce passage en juillet est similaire à celui observé à des latitudes plus au Nord (Masero *et al.* 2000, Lopes *et al.* 2005). Des variations dans le calendrier de la migration automnale peuvent être mises en relation avec le succès de la reproduction dans les aires de nidification (Barshep *et al.* 2011). Le Pluvier argenté, contrairement aux autres espèces, montre une stabilité des effectifs et un étalement des passages depuis le début de la migration postnuptiale jusqu'à la fin de la migration pré-nuptiale avec une faible diminution au mois de janvier. Ce qui indique la présence permanente du pluvier dans ce site avec des effectifs importants.

Les déplacements pré-nuptiaux sont moins décelés que les passages postnuptiaux et passent généralement inaperçus, conséquence du glissement rapide des oiseaux sous forme de vagues migratrices en bandes plus ou moins denses vers les zones de nidification.

Les effectifs des limicoles les plus faibles ont été enregistrés en période d'estivage, exception faite pour deux espèces nicheuses dans la zone étudiée qui sont le Gravelot à collier interrompu et l'Echasse blanche qui gardent un effectif plus au moins considérable en été. Le Chevalier gambette, par contre, annonce un début d'estivage avancé d'un mois par rapport aux autres espèces et par rapport aux résultats obtenus par El Hamoumi & Dakki (2010) de 1994 à 1996.

Cette étude a souligné, encore une fois, le rôle joué par le complexe de Sidi Moussa. Il est à la fois une zone d'escale migratoire à l'automne et au printemps, un quartier d'hivernage et une zone de nidification pour certaines espèces.

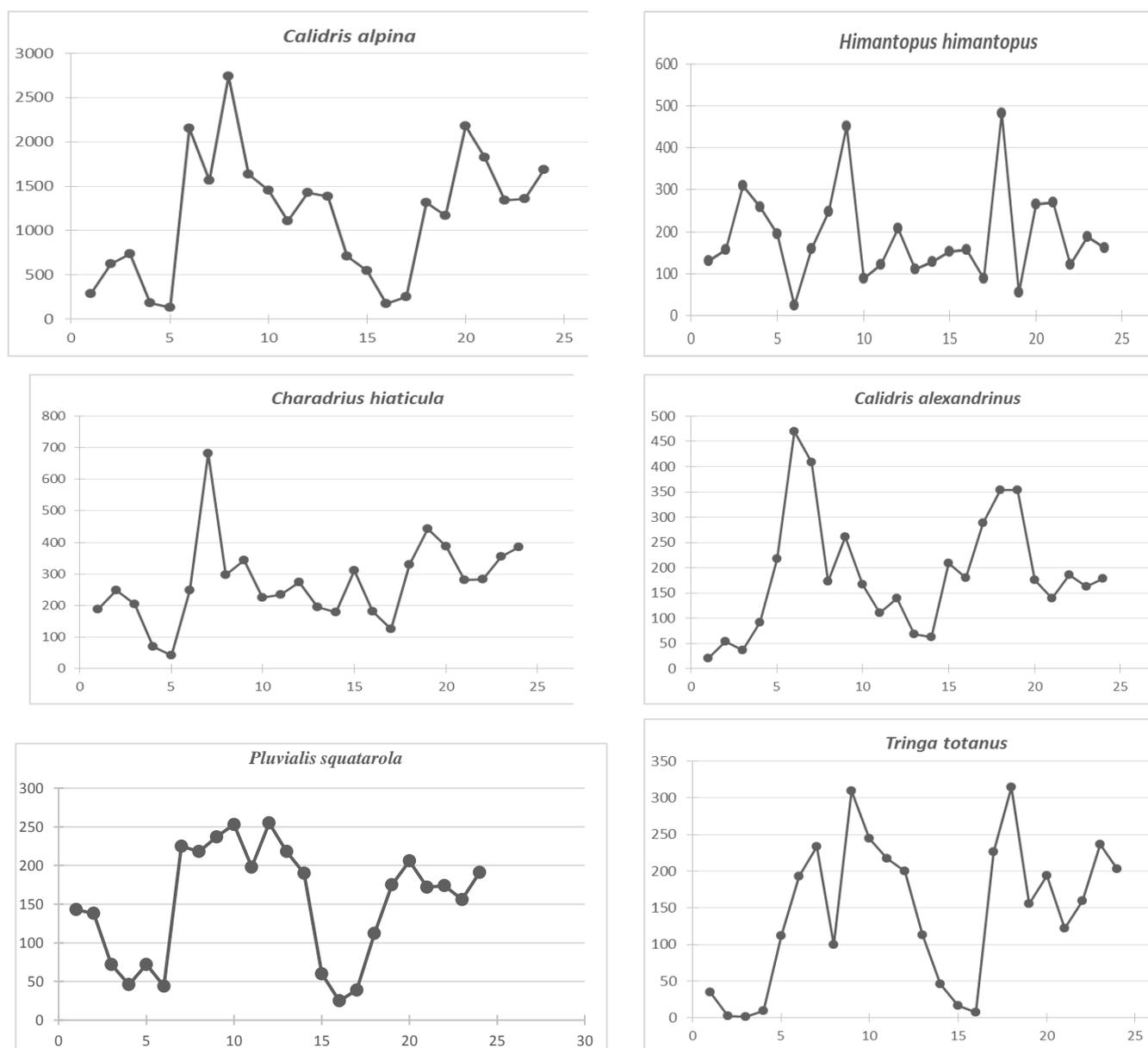


Figure 4. Effectifs de 6 espèces dominantes de limicoles dans la lagune et les salines de Sidi Moussa durant la période mars 2010–février 2012.  
 Figure 4. Numbers of six dominant wader species in the lagoon and salines of Sidi Moussa during the period March 2010–February 2012.

## REMERCIEMENTS

Ce travail a bénéficié du financement du Ministère de l'enseignement supérieur et la formation des cadres et d'un prix d'excellence bourse l'Oréal-UNESCO pour les Femmes pour la Science. Les auteurs remercient les reviewers qui ont eu l'amabilité de revoir et corriger le manuscrit.

## REFERENCES

- Atillah A. 1994. Processus et structures thermodynamiques et l'upwelling estival des côtes Atlantiques centrales du Maroc : un examen au moyen des images de satellites. *Etudes méditerranéennes* 16, 73-95.
- Barshp Y., Hedenström A. & Underhill L.G. 2011. Impact of Climate and Predation on Autumn Migration of the Curlew Sandpiper. *Waterbirds* 34, 1, 1-9.
- Benajah A., Elmalki S., Joulami L. & El Hamoumi R. 2010. Données sur la reproduction de l'Echasse blanche *Himantopus himantopus* dans les salines de Sidi Moussa - Walidia (El Jadida -Maroc). *Go-South Bull.* 7, 105-108.
- Brederode (Van) N., Kersten N., Piersma T. & Zegers P. 1982. Netherlands wader expedition to Morocco 1982. Some preliminary results. *Wader Study Group Bull.* 36, 12-14.
- Cramp S. & Simmons K.E.L. 1983. *Handbook of the birds of Europe, the Middle East, and North Africa: the birds of the Western Palearctic. Vol III. Waders and Gulls.* Oxford University Press, Oxford, London, New-York. 913 p.
- Dakki M., Qninba A., El Agbani M.A., Benhoussa A. & Beaubrun P.C. 2001. Waders wintering in Morocco: national population estimates, trends and site-assessment. *Wader Study Group Bull.* 96, 47-59.
- Davidson N.C., Rothwell P.I. & Pienkowski M.W. 1995. Towards a flyway conservation strategy for waders. *Wader Study Group Bull.* 77, 70-81.
- El Hamoumi R. 2000. *L'avifaune aquatique du complexe*

- lagunaire de Sidi Moussa-Walidia (Maroc)*. Thèse d'état es-Sciences Biologie, Fac. Sci., Casablanca, 241 p.
- El Hamoumi R., Dakki M. & Thévenot M. 2000. Composition et Phénologie du peuplement d'Oiseaux d'eau du complexe lagunaire de Sidi Moussa-Walidia (Maroc). *Alauda*, 68, 275-294.
- El Hamoumi R. & Dakki M. 2010. Phenology of waders in the Sidi Moussa-Walidia coastal wetlands, Morocco. *Wader Study Group Bull.* 117, 2, 73-84.
- El Hamoumi, R., Dakki, M., Rguibi Idrissi H. & Radi M. 2011. *Sites Ramsar du Maroc : Complexe de Sidi Moussa-Walidia*. In : Dakki M. *et al.* (Eds) : *Zones humides du Maroc inscrites en 2005 sur la liste de la convention de Ramsar*. Trav. Inst. Sci., Rabat, série Gén., 7, 103-114.
- El Malki, S., Hanane, S. Joulami, L. & El Hamoumi, R. 2013. Nesting performance of the Black-winged Stilt and Collared Pratincole on a Moroccan coastal wetland: a comparison between natural and artificial habitats. *Wader Study Group Bull.* 120, 1, 47-52
- Engelmoer M. 2008. *Breeding origins of wader populations utilizing the DutchWadden Sea as deduced from body dimensions, body mass, and primary moult*. PhD Thesis. Univ. Groningen, Netherlands, 227 p.
- Hanane S., Jaziri H. & Dakki M. 2005. Composition et phénologie du peuplement d'oiseaux d'eau de la zone littorale atlantique de Rabat-Bouznika (Maroc). *Bull. Inst. Sci.* 26-27, 51-65.
- Hortas F. 1997. *Migracion de Aves Limicolas en el suroeste iberico, via de vuelo del Mediterraneo occidental y Africa*. In Barbosa, A. (ed.) : *Las Aves Limicolas en España*. Ministerio de Medio Ambiente. Coleccion Tecnica, 77-116.
- Hortas F. & Cuenca D. 2000. Autumn migration of the Ringed Plover *Charadrius hiaticula* on the Atlantic Iberian coast. *Wader Study Group Bull.* 92, 7-20.
- Kersten N., Piersma T., Smit C. & Zegers P. 1983. *Wader Migration along the Atlantic Coast of Morocco. March 1981*. Report of the Netherlands Morocco Expedition 1981. RIN report 83/20, Texel, Netherlands. 219 p.
- Lopes R. J., Múrias T., Cabral J. A. & Marques J. C. 2005. A Ten Year Study of Variation, Trends and Seasonality of a Shorebird Community in the Mondego Estuary, Portugal. *Waterbirds* 28, 1, 8-18.
- Lopes R.J., Hortas F. & Wennerberg L. 2008. Geographical segregation in Dunlin *Calidris alpina* populations wintering along the East Atlantic migratory flyway – evidence from mitochondrial DNA analysis. *Diversity and Distributions* 14, 5, 732-741.
- Moser M.E. 1981. *Shorebird Studies in North-West Morocco*. Report Univ. Durham Sidi Moussa Expedition 1980, 100 p.
- Masero J. A., Pérez-Hurtado A., Castro M. and Arroyo G. M. 2000. Complementary use of intertidal mudflats and adjacent salinas by foraging waders. *Ardea* 88, 177-191.
- Pienkowski M.W. 1972. *Univ. East Anglia Expedition to Morocco 1971*. UEA Report, Norwich, 70 p.
- Pienkowski M.W. 1975. *Studies on coastal birds and wetlands in Morocco 1972*. The Joint report Univ. East Anglia Expedition to Tarfaya province 1972 and the Cambridge Sidi Moussa Expedition 1972, Univ. East Anglia, Norwich, 97 p.
- Pienkowski M.W & Dick W.J.A. 1975. The migration and wintering of Dunlin *Calidris alpina* in northwest Africa. *Ornis Scand* 6, 151-167.
- Piersma T., Beintema A.J., Münster O.A.G. & Pienkowski M.W. 1987. Wader migration systems in the East Atlantic. *Wader Study Group Bull.* 49, Sup./IWRB Special Pub. 7, 35-56.
- Qinba A., Dakki M., El Agbani M.A. & Benhoussa A. 2001a. Etude phénologique de l'Echasse blanche *Himantopus himantopus* et de l'Avocette *Recurvirostra avosetta* (*Charadrii, Recurvirostridae*) à Merja Zerga (Gharb, Maroc). *Bull. Inst. Sci. Rabat*, 23, 9-15.
- Qinba A., Dakki M., El Agbani M.A., Benazzou T. & Benhoussa A. 2001b. Hivernage au Maroc de l'Echasse blanche *Himantopus himantopus* et de l'Avocette *Recurvirostra avosetta* (*Charadrii, Recurvirostridae*). *Bull. Inst. Sci. Rabat*, 23, 17-21.
- Qinba A., Benhoussa A., El Agbani M.A., Dakki M. & Thevenot M. 2006. Etude phénologique et variabilité interannuelle d'abondance des Charadriidés (Aves, Charadrii) dans un site Ramsar du Maroc : la Merja Zerga. *Bull. Inst. Sci. Rabat*, 28, 35-47.
- Qinba A., Dakki M., Benhoussa A. & El Agbani M.A. 2007. Rôle de la côte Atlantique marocaine dans l'hivernage des limicoles (Aves, Charadrii). *Ostrich* 78, 2, 489-493.
- Rufino R. & Araujo A. 1987. Seasonal variations in wader numbers and distribution at the Ria de Faro. *Wader Study Group Bull.* 51, 48-53.
- Serra L., Baccetti N., Cherubini G. & Zenatello M. 1998. Migration and moult of Dunlin *Calidris alpina* wintering in the central Mediterranean. *Bird Study* 45, 2, 205-218.
- Smit C. & Piersma T. 1989. Numbers midwinter distribution and migration of wader populations using the East Atlantic Flyway. In: *Boyd H. & Pirot J.Y. (Eds.) Flyways and reserve networks for water birds*. IWRB Special Publication, 9, 24-63.
- Stroud D.A., Davidson N.C., West R., Scott D.A., Haanstra L., Thorup O., Ganter B. & Delany S. (compilers) on behalf of the International Wader Study Group 2004. Status of migratory wader populations in Africa and Western Eurasia in the 1990s. *International Wader Studies* 15, 259 p.
- Stroud D.A., Baker A., Blanco D.E., Davidson N.C., Delany S., Ganter B., Gill R., González P., Haanstra L., Morrison R.I.G., Piersma T., Scott D.A., Thorup O., West R., Wilson J. & Zöckler C. 2006. *The conservation and population status of the world's waders at the turn of the millennium*. Waterbirds around the world. Eds. Boere G.C., Galbraith C.A. & Stroud D.A.. The Stationery Office, Edinburgh, UK. 643-648.
- Underwood A. J. 1997. *Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance*. New York: Cambridge University Press, 504 p.
- Wennerberg L. 2001. Breeding origin and migration pattern of dunlin (*Calidris alpina*) revealed by mitochondrial DNA analysis. *Molecular Ecology* 10, 1111-1120.
- Wiersma P. 1996. *Family Charadriidés, species account*. In del Hoyo J., Elliot A. & Sargatal J. Eds. *Handbook of the birds of the world, vol. 3: Hoatzin to Auks*. Lynx Edicions, Barcelona, 384-409.
- Wymenga E., Engelmoer M., Smit C.J. & Van Spanje T.M. 1990. Geographical breeding origin and migration of Waders wintering in West Africa. *Ardea* 78, 83-112.
- Zöckler C., Delany S. & Hagemeijer W. 2003. Wader populations are declining – how will we elucidate the reasons? *Wader Study Group Bull.* 100, 202-211.

Manuscrit reçu le 22/11/2012

Version révisée acceptée le 30/10/2013

Version finale reçue le 24/04/2014

Mise en ligne le 30/04/2014