

Impact du cordon sableux déposé à l'embouchure du site Ramsar de l'estuaire de l'Oued Massa (Maroc) sur l'hydrologie et l'avifaune

M. EL BEKKAY¹, A. MOUKRIM¹, H. OULAD ALI¹, W. OUBROU², S. LAGMIRI¹

(Reçu le 06/07/2013; Accepté le 06/12/2013)

Résumé

Situé sur un des principaux axes de migration des oiseaux d'eau entre l'Europe et l'Afrique, l'estuaire de l'oued Massa, inscrit dans la liste Ramsar depuis 2005, a connu des modifications hydrologiques importantes, à la suite de l'installation en amont du barrage Youssef Ben Tachfine en 1972. En effet, l'installation de ce barrage a induit le dépôt d'un cordon de sable au niveau de l'embouchure, séparant les eaux de l'oued de celles de l'océan atlantique et transformant le site d'un écosystème estuarien en écosystème lagunaire. Le site est aussi le siège de changements irréguliers, enregistrés lors de disparitions temporaires du cordon de sable survenues à la suite des lâchés de barrages lors des précipitations abondantes comme c'était le cas en 1983, 1992, 1996 et 2010. Ce travail de recherche vise à étudier l'effet des modifications de l'écosystème à la suite de la disparition du cordon de sable de l'embouchure, sur l'évolution des paramètres physicochimiques du milieu et sur les oiseaux fréquentent le site. Pour ce faire plusieurs paramètres physicochimiques de l'eau (pH, oxygène dissous, température, salinité, azote ammoniacal, ortho-phosphate et nitrates) ont été mesurés avant (2009) et après (2010) la dernière disparition du cordon de sable survenue en février 2010. Concernant l'influence des changements de l'écosystème sur l'avifaune, elle a été évaluée grâce au suivi de 7 espèces d'oiseaux parmi les plus caractéristiques de ce site Ramsar. Les résultats obtenus montrent que le passage de l'embouchure d'un état lagunaire vers un état estuarien à la suite de la disparition du cordon sableux s'est traduit principalement par l'amélioration de la qualité des eaux par accroissement des valeurs de l'oxygène dissous. Le milieu a connu aussi une augmentation de la salinité. Concernant les oiseaux d'eau, les sept espèces étudiées ont enregistré une fréquentation du site trois ans avant et trois ans après la destruction des dépôts de sable. Toutefois, il apparaît clairement que ces modifications ont eu un effet sur les effectifs de certaines espèces hivernantes à l'embouchure de l'oued Massa. Ce travail constituera une base importante permettant, avec d'autres études complémentaires, de mieux gérer le rythme des lâchés de barrage lors des précipitations abondantes.

Mots-clés: Site Ramsar de l'estuaire de l'oued de Massa, les paramètres physico-chimiques, les oiseaux d'eau, effet cordon dunaire, barrage Youssef Ibn Tachfine.

INTRODUCTION

Offrant à la société un ensemble de services écologiques, productifs et récréatifs, les zones humides se trouvent au centre de projets d'aménagement et de développement des territoires.

Connues aussi par la fragilité de leurs écosystèmes, elles sont le siège de nombreuses dégradations, et ce malgré les actions régionales, nationales ou internationales menées pour leur préservation (Groot et al., 2002). Par ailleurs, ces écosystèmes sont souvent perçus comme un obstacle de valorisation de l'espace naturel. (O. Beaumais, 2005).

La grande variabilité de structure des systèmes de zones humides découle principalement de leur hydrologie particulière, dans laquelle l'eau est l'élément fondamental. Sa modification par les épisodes climatiques plus ou moins fréquents ou plus ou moins intenses (sécheresses, précipitations, tempêtes, inondations) peut affecter significativement les plantes et les animaux à différentes étapes de leur cycle de vie (Keddy, 2000).

La côte atlantique marocaine est caractérisée par une mosaïque d'habitats riche et diversifiée, composée de plus de 30 estuaires, de quatre lagunes, de nombreux marécages, de quelques baies, de nombreuses plages d'étendue variable et de plusieurs centaines de kilomètres de rivage rocheux (Dakki & El Hamzaoui, 1998).

Situé sur la façade atlantique du Royaume du Maroc, l'estuaire de la rivière de Massa regorge de potentialités bioécologiques considérables (El Bekkay, 2009). L'écosystème a connu un changement important à la suite de l'installation en amont, du barrage Youssef Ben Tachfine en 1972 qui a induit le dépôt d'un cordon de sable au niveau de l'embouchure, séparant les eaux de l'oued de celles de l'océan atlantique et transformant le site d'un écosystème estuarien en écosystème lagunaire. Le site est aussi le siège de changements irréguliers, enregistrés lors de disparitions temporaires du cordon de sable survenues à la suite des lâchés de barrages lors des précipitations abondantes.

Sur les quatre dernières décades, la rupture de la bande

¹ Département de Biologie, Faculté des Sciences d'Agadir, Université Ibn Zohr. Laboratoire de recherche Ecosystèmes Aquatiques : milieu marin et continental. Faculté des Sciences. Université Ibn Zohr. B. P. 28/S, Agadir.

¹ Parc National de Souss Massa, Agadir

sableuse par décharge d'inondation n'a eu lieu que quatre fois (1983, 1992, 1996 et 2010), entretenant ainsi la pérennité d'une zone marécageuse d'eau douce à saumâtre, remontant sur plusieurs kilomètres en amont (Fox et al 1997).

Ce travail de recherche vise à étudier l'effet des modifications de l'écosystème à la suite de la disparition du cordon du sable de l'embouchure, sur l'évolution des paramètres physicochimiques du milieu et sur les oiseaux fréquentent le site. Pour ce faire nous avons mené une étude de ces deux composantes de l'écosystème, avant et après le lâché de barrage survenu en février 2010.

MATERIELS ET METHODS

Site étudié

Situé au niveau du Sud Ouest du Maroc, le site de l'embouchure de Massa se trouve à environ 45 Km au Sud du pôle touristique d'Agadir, au cœur du Parc National de Souss-Massa. Elle s'étend sur 1200 ha. il est limité au Nord par la plaine de Chtouka, au Sud par la plaine de Tiznit, à l'Est par la route principale N°30 reliant Agadir à Tiznit et à l'Ouest par l'Océan atlantique.

Grâce à sa position géographique, le site de la rivière se trouve sur l'une de plus importantes voies de migration des oiseaux circulant entre l'Europe et l'Afrique via Gibraltar. En effet, il abrite plus de 30 espèces d'oiseaux nicheurs, en migration ou en hivernage et dont certaines sont parmi les plus rares et les plus remarquables. Le site a été classée « Réserve biologique » en 1980, et en janvier 2005 il a été inscrit sur la liste Ramsar.

Les changements morphologiques de l'oued Massa se sont produits essentiellement au niveau de l'embouchure à partir des années soixante-dix. Durant cette période, le cordon de sable qui s'est installé à la suite de la construction du barrage, s'établissait et disparaissait en fonction de la dynamique du courant d'eau dans l'estuaire. En février 2010, suite à des intempéries qu'a connu la région de notre site d'étude, le cordon de sable déposé sur l'embouchure de l'oued Massa a été rompu, comme conséquence directe des lâchés du barrage.

Période de l'étude

Comme le présent travail vise à étudier l'effet des modifications de l'écosystème à la suite de la disparition du cordon du sable de l'embouchure, sur l'évolution des paramètres physicochimiques du milieu et sur les oiseaux fréquentant le site, il a été conduit durant deux périodes : avant et après la dernière disparition du cordon de sable survenue en février 2010.

Pour la physico-chimie, l'étude a porté sur l'été de l'année 2009 (avant la disparition du cordon) et l'été de l'année 2010 (après la disparition du cordon). Concernant l'avifaune, nos investigations ont porté sur les années 2008, 2009 et 2010 (pour la période avant la disparition du cordon) et les années 2011, 2012 et 2013 (pour la période après la disparition du cordon)

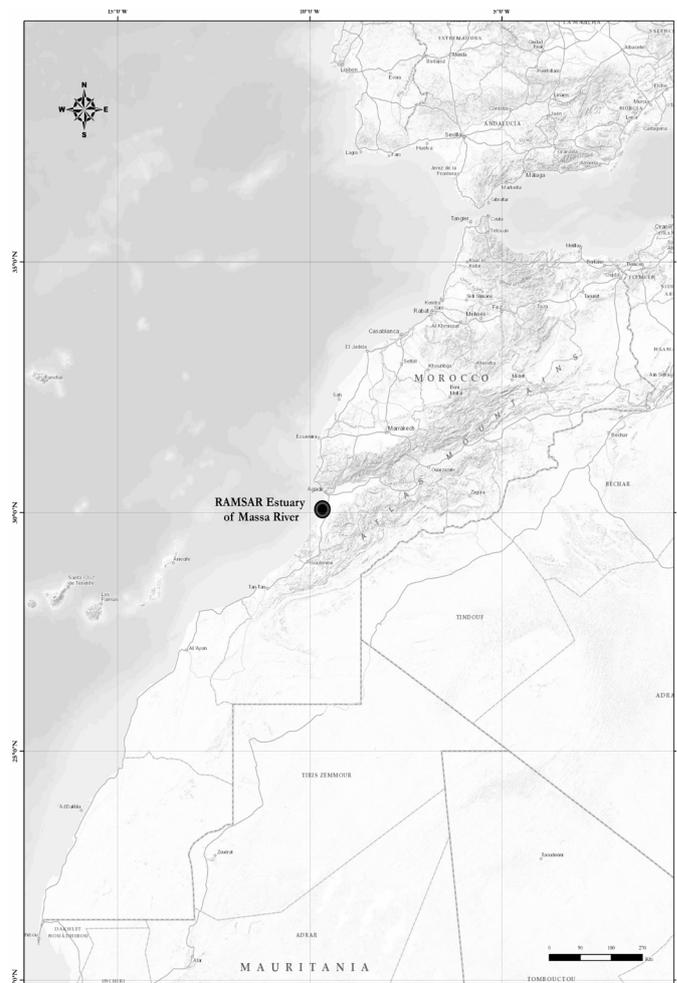


Figure 1 : Localisation du site Ramsar de l'estuaire de l'oued Massa

Collecte des données physicochimiques

Afin de caractériser les paramètres physicochimiques et de cerner certains facteurs écologiques qui peuvent influencer la distribution de l'avifaune, trois stations de prélèvements ont été retenues. Ces sites de prélèvement d'eau ont été repérés à l'aide d'un GPS (Majillan 315). Les prélèvements ont eu lieu au cours de l'été 2009 et l'été 2010. La distance entre les trois stations a été choisie en fonction de la superficie minimale permettant d'avoir une modélisation quantitative et qualitative de la qualité d'eau. Ce choix a été effectué aussi en fonction de l'activité agricole et anthropique de la zone ainsi que le voisinage immédiat de la mer.

La première, à une latitude de 30°04.162 Nord et une longitude de 9°39.865 Ouest, se situe vers la limite nord du site dans une zone proche de la mer. A 1,72Km de la station I, se trouve la station II qui à une latitude de 30°27,819 Nord et une longitude de 9°40,088 Ouest. Elle se trouve approximativement dans une zone intermédiaire, plus profonde, près du poste du forestier et elle est influencée par les activités humaines. La troisième station est séparée de la station II par une distance de 2,42 Km, elle se trouve sur une latitude de 30°02.491 Nord et une longitude de 9°48.641 Ouest. Elle est située vers la limite sud. Elle présente des caractères particuliers dans la mesure où elle se localise à proximité des zones d'agriculture de luzerne, de maïs...

Le pH et l'oxygène dissous ont été directement mesurés au niveau des trois stations susmentionnées, moyennant respectivement un pH-mètre et un appareil Multiparameter de type Probe. La température et la salinité ont été estimées en utilisant un conductimètre de type T.W.LF18. L'azote ammoniacal, les ortho-phosphate et les nitrates ont été mesurés par dosage au niveau du laboratoire.

Suivi de l'avifaune aquatique

Les zones humides jouent un rôle primordial dans le cycle de vie des oiseaux d'eau. Les changements de leur régime hydrologique peuvent influencer la présence et la distribution de l'avifaune au niveau d'un site donné. Pour évaluer l'influence des changements survenus dans le site Ramsar de l'écosystème de l'estuaire de l'oued Massa sur l'avifaune, sept espèces d'oiseaux d'eau ont été suivies durant la période de migration, 3 années avant et 3 années après le lâché du barrage qui a provoqué la disparition du cordon dunaire. Le tableau ci-dessous indique les espèces étudiées ainsi que les familles auxquelles elles appartiennent.

Tableau 1 : les espèces d'oiseaux d'eau étudiées au niveau du site Ramsar de l'estuaire de l'oued Massa

Espèces	Nom scientifique	Nom de la famille
Grèbe castagneux	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Podicipedidae
Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>	Ardeidae
Ibis falcinelle	<i>Plegadis falcinellus</i>	Threskiornithidae
Spatule blanche	<i>Platalea leucorodia</i>	Threskiornithidae
Sarcelle marbrée	<i>Marmaronetta angustirostris</i>	Anatidae
Foulque macroule	<i>Fulica atra</i>	Rallidae
Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Phalacrocoracidae

Le choix des espèces étudiées n'a pas été fait de manière fortuite, mais il émane d'une réflexion raisonnée par sur une série de critères en relation avec : la régularité de la présence dans le site, le statut de conservation et la rareté, l'attractivité des espèces et leurs intérêts ornithologiques.

Dans la perspectives d'identifier l'effet de la rupture de la bande sableuse de l'estuaire sur ces sept espèces, des recensements, moyennant l'usage d'un télescope du type SWARVSKI, ont été réalisés au cours des mois de janvier des années 2008 à 2013, en d'autres termes, les effectifs recensés correspondent à l'hivernage des oiseaux d'eau trois ans avant et trois ans après l'événement hydrologique de février 2010.

RESULTATS ET DISCUSSION

Paramètres physicochimiques

Les résultats des données physicochimiques correspondantes à l'été 2009 et l'été 2010 sont respectivement synthétisés au niveau du tableau 2. Pour l'année 2009 où l'écosystème était caractérisé par une période lagunaire stagnante en raison de la présence du cordon de sable au niveau de l'embouchure, la température de l'eau varie peu entre les stations. Elle est de 26,9°C dans la station S1 (la plus proche de la mer) et de 27,3 dans la station SIII (la plus loin du milieu marin). Pour l'année 2010, après la disparition du cordon du sable qui séparait l'estuaire de la mer, une différence nette est enregistrée au niveau de la température de l'eau entre les différentes stations. Les valeurs sont de l'ordre de 25°C pour les stations S1 et SII et de 27°C pour la SIII. Le gradient thermique noté pour cette dernière année (2010), de l'ordre d'environ 2° et croissant de l'aval vers l'amont serait le résultat du renouvellement permanent de l'eau par les marées (Mekouli et al, 2005).

Concernant, l'oxygène dissous, le déficit enregistré en été 2009, est probablement la conséquence de la stagnation des eaux dans l'écosystème devenu lagunaire sans contact direct avec le milieu marin et présentant une forte prolifération algale (Valérie et al., 2005, Erouissi, 2009). Les faibles teneurs en oxygène dissout sont enregistrées, à titre d'exemple, au niveau de la station II (1,82 mg O₂/l), témoigne d'un état hyper eutrophe de la lagune. En été 2010, à la suite de la disparition du cordon sableux séparant l'estuaire de l'océan, la qualité d'eau de l'estuaire s'est améliorée avec des valeurs de l'ordre de 7 mg O₂/l pour les trois stations. Cette amélioration de la qualité de l'eau est le résultat des apports marins qui renouvellent et oxygènent les eaux de l'estuaire (Benabdellouhad, 2006) et aussi de la diminution de la biomasse algale.

Les valeurs de pH sont généralement alcalines à cause de l'effet tampon des eaux océaniques (Mergaoui, 2003). Elles présentent des fluctuations moyennes importantes entre les deux années. Les valeurs enregistrées oscillent entre 7,6 et 7,9 en 2010 et entre 8,1 et 8,3 en 2009. Les valeurs relatives à cette dernière année pourraient être expliquées par l'augmentation de la température, le faible débit et la forte activité photosynthétique (Ait salah, 1997, El bildi, 2003). En effet le développement d'une végétation importante provoque une consommation de CO₂ et par la suite l'élévation du pH.

Concernant la salinité, les valeurs enregistrées durant la période lagunaire (2009) présentent un gradient

Tableau 2 : Synthèse des données physicochimiques de l'estuaire de l'oued Massa pour les étés 2009 et 2010

	T°C		pH		Salinité (mg/l)		PO ₄ (mg/l)		O ₂ dissous (mg/l)		NO ₃ (mg/l)		NH ₄ (mg/l)	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
S1	26,92	24,99	8,22	7,58	27,31	42,77	0,124	0,044	2,58	7,05	9,36	6,26	0,031	0,067
S2	26,41	25,44	8,14	7,85	30,35	43,03	0,126	0,078	1,82	7,12	9,12	6,15	0,048	0,079
S3	27,31	27,01	8,33	7,66	16,86	43,33	0,135	0,058	5,00	7,23	7,36	5,49	0,063	0,081

décroissant vers l'amont. La valeur la plus élevée (30,35 g/l) est enregistrée au niveau de la station II, alors que la valeur la plus faible (16,86 g/l) est enregistrée au niveau de la station III. En été 2010, les valeurs de la salinité ont augmenté d'environ 60% comparativement à l'été 2009. Ce paramètre atteint une valeur relativement élevée de l'ordre de 43,33 g/l. Ce degré de salinité, supérieur à celui de la mer, peut s'expliquer par l'évaporation de l'écosystème lors de la période de stagnation.

En 2009, l'analyse des valeurs de la salinité a permis de mettre en évidence l'existence d'un gradient aval/amont. Les faibles valeurs sont enregistrées dans la station S III où le degré d'éloignement de la mer joue un rôle important dans la diminution des valeurs de ce paramètre (Fox, 1997).

Les ions ammoniums peuvent être soit d'origine allochtone (apports et précipitations), soit d'origine autochtone (minéralisation de la matière organique, excrétion des déchets métaboliques par la faune aquatique) (Pawley et Alfaro, 1984). Les résultats des analyses des eaux étudiées en 2009 montrent que les valeurs maximales sont relevées dans la station III (0,063 mg/l), ceci peut être rattaché à l'intensité des activités anthropiques et surtout agricoles. La diminution du débit aussi favorise une concentration élevée en ions dans la station. Les teneurs, même faibles (0,03 mg/l), enregistrées dans la station S I qui est loin de toute activité anthropique, provient probablement de l'excrétion des oiseaux limicoles et sédentaires à laquelle s'ajoute une forte densité du zooplancton (Erouissi, 2009). En été 2010, les deux dernières stations présentent à peu près les mêmes valeurs (0,08 mg/l) avec une légère diminution au niveau de la première station (0,067 mg/l), cette diminution est visiblement reliée à l'assimilation des ions NH_4 le phytoplancton (McCarthy et al. en et Berman et al. 1984). Les teneurs fortes de l'été 2010 pourraient s'expliquer par la diminution de la biomasse algale à la suite des crues de février 2010, alors que les valeurs enregistrées durant l'été 2009 s'expliqueraient sans doute par son assimilation par les algues.

De même, les teneurs en orthophosphate en 2009 témoignent d'une pression anthropique et agricole comme en témoignent les valeurs enregistrées au niveau des stations II et III, qui montrent un léger gradient décroissant amont/aval. Les valeurs enregistrées en 2010 sont inférieures à celles de 2009. Ceci pourrait être dû à l'alimentation de l'oued Massa par l'eau marine, moins riche en ions P dissout (Nemery et al., 2007) et aussi à la disparition du phénomène de l'eutrophisation (Mergaoui, 2003).

Les nitrates ont comme principale origine le lessivage des terres agricoles et la dégradation *in situ* de la matière organique (Abdelbaki et al., 2007). Selon Wetzel (1983), une augmentation de l'activité photosynthétique des végétaux aquatiques entraîne une consommation de cet élément. Les concentrations des nitrates montrent des fluctuations entre les stations. Les valeurs maximales sont observées au niveau des stations I et II, variant entre 9,36 mg/l et 9,12 mg/l en 2009. La valeur la plus faible est enregistrée dans la S III et témoigne d'une importance consommation de cet élément par le phytoplancton (Erouissi, 2009). La réduction de degré d'eutrophie constatée lors de l'été 2010, serait le résultat des teneurs en nitrate durant cette période. En effet, les apports des

eaux marines et la diminution du nombre des oiseaux hivernant à la suite de la dégradation de leurs habitats par la dernière crue (par conséquent diminution de la matière organique source du nitrate) ont contribué à la réduction de cet élément (Mergaoui, 2003).

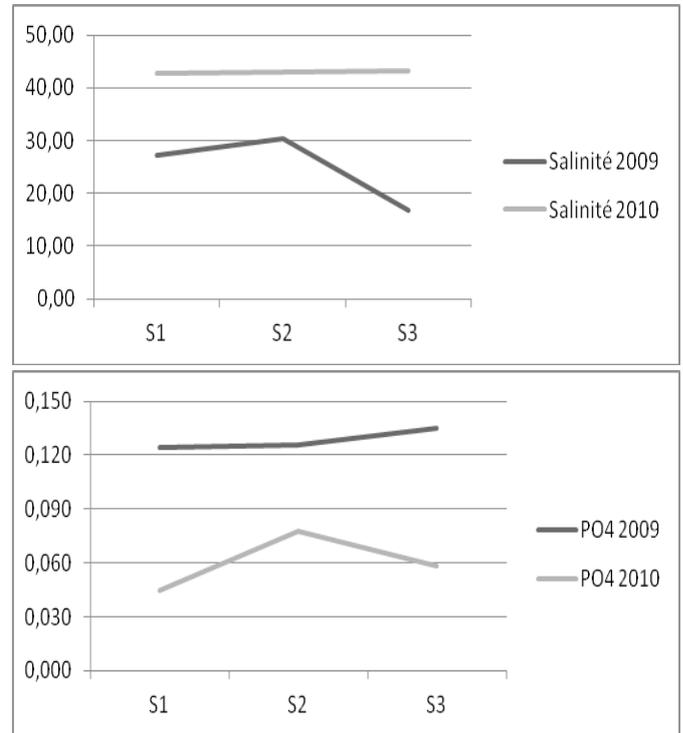


Figure 2 : Evolution de la salinité et de la teneur en orthophosphate par station pour les étés 2009 et 2010

Suivi de l'avifaune

Depuis l'installation du barrage Youssef Ibn Tachfine en 1972, l'embouchure de l'oued Massa a connu une série de modifications qui a bouleversé son régime hydrologique. Elle oscille entre un état lagunaire et un autre estuarien. Souchon & Nicolas (2010) explique que l'implantation d'un barrage crée automatiquement une accumulation de sédiments et un obstacle à la migration longitudinale des organismes aquatiques, fonction essentielle de l'accomplissement de l'ensemble de leur cycle vital. La dernière rupture de la bande sableuse de l'estuaire de l'oued Massa date de l'hiver 1996. Cette ouverture a duré environ 2 ans.

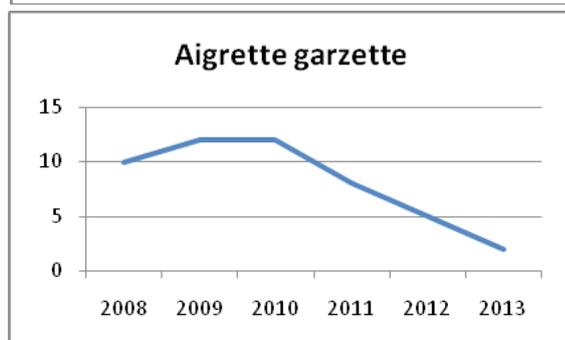
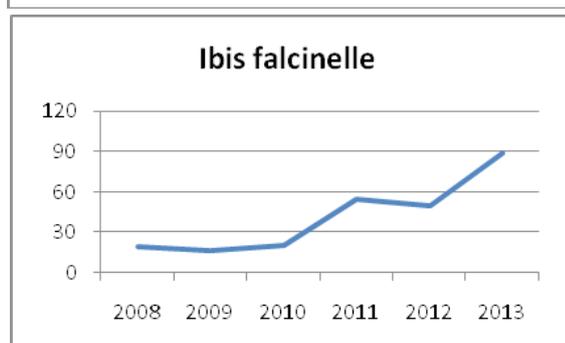
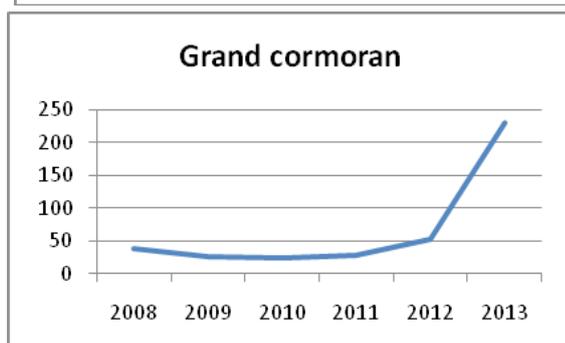
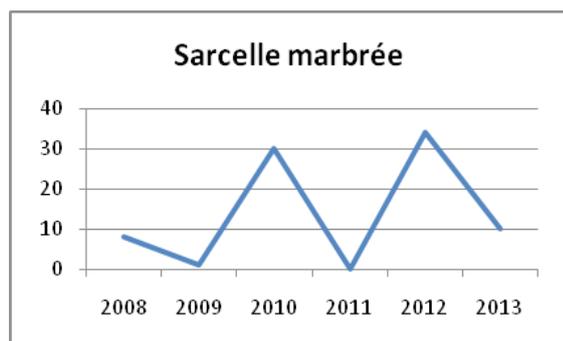
C'est devenu une tradition de début d'année, partout en Europe, les ornithologues entreprennent le comptage annuel des oiseaux d'eau à la mi-janvier (Deceuninck, 2005). Ces comptages ont pour objectif de fournir les informations essentielles sur l'évaluation du statut des espèces, tant au niveau national (Deceuninck, 2004), qu'international (Delany & Scott, 2002).

Situé sur une des principales voies de migration des oiseaux d'eau, l'estuaire de l'oued Massa a été inscrite sur la liste Ramsar depuis janvier 2005, et ce raison du rôle qu'elle joue en matière de conservation de la biodiversité en général et les oiseaux d'eau en particulier. Le tableau 3 synthétise les effectifs des sept espèces des oiseaux d'eau, caractéristiques du site Ramsar de l'oued Massa, recensés entre janvier 2008 et janvier 2013.

Tableau 3: Effectif des oiseaux d'eaux hivernants entre 2008 et 2013

	Grèbe castagneux	Grand cormoran	Aigrette garzette	Ibis falcinelle	spatule blanche	Sarcelle marbrée	Foulque macroule
2008	110	40	10	19	10	8	350
2009	60	28	12	16	18	1	52
2010	30	25	12	20	49	30	103
2011	9	29	8	54	104	0	240
2012	32	53	5	50	30	34	350
2013	13	229	2	89	13	10	115

(EL BEKKAY & OUBROU, 2008-2013)

**Figure 3 : Evolution des effectifs des espèces d'oiseaux d'eau entre janvier 2008 et janvier 2013**

Appartenant à des familles différentes, l'analyse des résultats des recensements permettent d'apprécier la

variation des effectifs des individus de chaque espèce, suite à la destruction de la bande sableuse au niveau de l'embouchure en février 2010. Le changement des paramètres physicochimiques n'a pas un effet prohibitif sur la présence ou l'absence des sept espèces d'oiseaux d'eau suivies dans la cadre de cette étude : les sept espèces sont présentes trois ans avant et après l'événement hydrologique survenu en février 2010, ce qui reflète l'intérêt et la valeur de ce site Ramsar en matière d'hivernage des oiseaux d'eau migrateurs.

Toutefois, les changements hydro-morphologiques semblent avoir un effet sur les effectifs des individus présents par espèces au niveau du site Ramsar de l'estuaire de l'oued Massa, autrement dit, le nombre d'individu par espèce aurait tendance à évoluer en fonction de l'oscillation du site entre l'état lagunaire et estuarien. Aux USA, l'étude menée par Anderson et al en 1996, relative à l'utilisation de plus de 25 zones humides de la côte du Texas par les oiseaux d'eau durant l'hivernage, a montré que l'avifaune pouvait fréquenter plusieurs catégories d'habitat et que d'autres facteurs écologiques influençaient les effectifs, comme la densité de la végétation et la profondeur de l'eau. Les rassemblements d'oiseaux sont reliés à divers facteurs tels que la disponibilité de la nourriture, de la taille de la zone humide (Paracuellos 2006).

L'Aigrette garzette appartient à la famille des ardéidés. Au cours de la période 2008 – 2013, les recensements hivernaux de cette espèce montrent clairement les effectifs ont sensiblement diminué suite aux crues de février 2010. Fox (1997) a trouvé des résultats comparables en relation avec la chute des effectifs de cette espèce en 1992 et 1993, suite à la destruction de la bande sableuse en 1991. Ces résultats peuvent être expliqués par les études menées sur le régime alimentaire. L'aigrette garzette a un régime alimentaire assez diversifié, composé essentiellement de proies de petites tailles à base de poissons et d'amphibiens (Kazantzidis & Goutner, 2005). A la Camargue (France), Hafner précise en 1977 que les petits poissons d'eau douce prédominaient le régime alimentaire de cette espèce, ce qui permettrait d'expliquer la réduction des effectifs de cette espèce avec le rétablissement de l'état estuarien. L'installation de cordon littoral a favorisé un temps de séjour suffisamment long pour le développement des microcrustacés (Akopian et al., 2002). Ce plancton animal, base de l'alimentation de beaucoup de poissons, a enregistré des biomasses importantes (Badsy, 2008). Cette phase d'eau calme, a offert donc des conditions favorables

au développement de zooplancton, qui représente une nourriture appréciable pour les poissons qui peuplent cet estuaire fermé (Badsı et al, 2010). L'aigrette, abondante pendant cette période, aurait trouvé une nourriture convenable pour son développement.

La sarcelle marbrée est décrite comme étant une espèce globalement menacée par BirdLife International. Elle est nicheuse au niveau de certaines zones humides du Maroc et au niveau de l'estuaire de l'oued Massa (Rousseau, 2000). Il y a lieu de noter que les effectifs enregistrés au cours des recensements hivernaux en janvier des années 2008 à 2013 fluctuent sans que l'effet de la rupture de la bande sableuse en février 2010, séparant l'embouchure de l'océan atlantique, ne puisse directement être ressenti. Il paraît que les crues de février 2010 qui ont entraîné la réapparition de l'état estuarien et l'ouverture des formations végétales de l'oued Massa n'ont quasiment pas influencé la présence de cette espèce migratrice. Récemment, il a été démontré que cette espèce s'adapte assez bien pour l'utilisation des zones humides méditerranéennes naturelles connues pour leur grande variation en termes d'habitat (Green, 2000). Le régime alimentaire de cette espèce pourrait expliquer ce constat. En effet, en 2003, Green expliquait qu'il n'est pas clairement établi dans quelle mesure les différences dans le régime enregistré entre les sites et les saisons, reflètent les différences dans la sélection des proies ou les changements dans les disponibilités alimentaires potentielles.

L'Ibis falcinelle est l'espèce d'ibis la plus répandue dans le monde (Del Hoyo et al, 1992). Le régime alimentaire de cet échassier est dominé par les coléoptères aquatiques et odonates (Macias et al, 2004). Cette espèce est nicheuse au niveau de l'oued Massa, 13 couples nicheurs ont été identifiés au cours du printemps 1994 (Rousseau, 2000). L'hivernage de cette espèce au niveau de notre site d'étude montre qu'elle répond positivement à la destruction de la bande sableuse déposée au niveau de l'embouchure. En effet, les crues du mois de février 2010 qui ont précipité la destruction et la disparition des dépôts de sable, ont contribué à la réduction du degré d'ouverture des formations végétales, laissant apparaître des vasières et de plans d'eau favorable à cette espèce. Perrain (1987) affirmait que l'augmentation des effectifs d'espèces d'échassiers sous des conditions estuariennes s'expliquait par une disponibilité supérieure de vasières. Ce constat a également été entériné par Fox (1997), lorsqu'il comparait les évolutions des oiseaux d'eau de l'oued Massa après rupture de la bande sableuse en 1996.

Connu comme étant un grand prédateur piscivore, le grand Cormoran à un régime alimentaire qui dépend de la disponibilité de différentes espèces de poissons et des classes de taille (Keller, 1995). Il peut consommer quotidiennement environ 400gr de poisson (Keller, 1995 ; Van Dobben 1995 ; Van Eerden, 1995). Après la destruction de la bande sableuse en février 2010, les individus hivernants du grand cormoran ont augmenté au niveau de l'embouchure de l'oued Massa : l'état estuarien favorise cette espèce piscivore en permettant aux espèces de poissons d'atteindre les eaux de l'oued. Fox (1997) a travaillé sur l'embouchure de l'oued Massa dans son état estuarien et il avait conclu que l'ouverture de l'oued et

la disparition des dépôts de sables favorisait les espèces des oiseaux d'eau piscivores dont notamment le grand cormoran. Ce résultat, ainsi que ceux de Warke & Day (1995), Keller (1995), Libois (2001), Carpentier *et al* (2003), démontrent que le régime alimentaire de *P. carbo*, reflète la composition spécifique de la faune des poissons des eaux où il se nourrit.

Pour ce qui est de la foulque macroule, le grèbe castagneux et la spatule blanche, les modifications survenues sur le site de l'estuaire de l'oued Massa n'ont contribué ni à l'augmentation ni à la réduction des effectifs des individus hivernant. En effet, les effectifs de ces espèces varient sans pouvoir relier ces changements à la destruction de la bande sableuse. Ce constat pourrait être justifié par le fait que ces trois espèces ont des régimes alimentaires très variés et elles fréquentent plusieurs types d'habitat.

CONCLUSION

Le site Ramsar de l'estuaire de la rivière de Massa constitue un site important pour la conservation des oiseaux d'eau. Les récents changements hydrologiques ont contribué à la modification des paramètres physicochimiques des eaux suite au passage de l'embouchure de la rivière d'un état lagunaire vers l'état estuarien. Ces modifications n'ont pas eu un impact prohibitif sur la présence ou l'absence des espèces de l'avifaune aquatique. Toutefois, ces changements ont influencés les effectifs de certaines espèces fréquentant ce site Ramsar. Par ailleurs, il est indispensable de réaliser d'autres études sur les autres composantes de l'écosystème aquatique et ce en vue de pouvoir proposer des scénarios de gestion des lâchés des eaux du barrage compatibles avec la conservation des ressources naturelles.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdelbaki et al (2007). Etude du phénomène de dégradation des eaux souterraines du groupement urbain de Tlemcen. Revue des Energies Renouvelables Vol. 10 N°2, pp. 257 – 263.
- Ait Salah H. (1997). Organisation et structure des communautés zooplanctoniques de la retenue Youssef ben Tachfine (sud de Maroc) Thèse de 3^{ème} cycle, univ.Ibnou zohr, fac. Sc. Agadir, pp 200.
- Akopian M., GARNIER J., POURRIOT R. (2002). Cinétique du zooplancton dans un continuum aquatique : de la Marne et son réservoir à l'estuaire de la Seine. Comptes Rendus Biologies, Volume 325, Issue 7, pp. 807-818.
- Anderson et al. (1996). Wetland Use by Waterbirds that Winter in Coastal Texas. U.S. Department Of The Interior. National Biological Service. Information And Technology Report 8. pp 50.
- Badsı H., Oulad Ali H., Loudiki M., El Hafa M., Chakli R. And Aamiri A. (2010). Zooplankton abundance in the Massa Lagoon, Southern Morocco: Impact of environmental variables International Journal of Biodiversity and Conservation Vol. 2(10), pp. 289-299.
- Badsı H. (2008). Contribution à l'étude de la répartition spatiotemporelle des communautés zooplanctoniques de la lagune de la réserve biologique de Massa. Master PVRB. univ.Ibnou zohr, fac. Sc. Agadir, pp. 40.

- Beaumais O. (2005). Valeur économique des zones humides de l'estuaire de la Seine (France): Application de la Méthode d'Évaluation Contingente. Document provisoire, pp 21.
- Benabdellouhad S. (2006). Structure, Dynamique et typologies physico-chimiques et phytoplanctoniques de l'estuaire du Bou Regreg (Côte Atlantique Marocaine). Faculté Des Sciences Rabat, pp. 252.
- Berman T., Sherr B., Wynne D., Et Mccarthy J. (1984). The characteristics of ammonium and nitrate uptake by phytoplankton in lake Kinneret. *Oceanogr. Limnol.* 29. pp. 287 – 297.
- Carpentier, A, Paillisson, J.M. & Marion, L. (2003). Assessing the interaction between cormorants and fisheries: the importance of fish community change. In I.G. COWX (ed.) "Interactions between Fish and Birds: Implications for Management". Fishing News Books, London, pp. 187- 195.
- Dakki M., & El Hamzaoui M. (1998). Les Zones Humides du Maroc : rapport national. AEFCS/Med Wet2, pp. 35.
- De Groot R., Wilson M.A., Boumans R.M.J. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem function, goods and services. *Ecological Economics* 41, pp. 393-408.
- Deceuninck B. (2004) : Anatidés et Foulques hivernant en France: bilan de 20 années de dénombrement (1983-2002). *Ornithos*, 11, pp. 2 - 13.
- Deceuninck B. (2005). Oiseaux d'eau dénombrés à la mi-janvier en France : importance des espaces protégés pour les stationnements hivernaux et tendances de 1983 à 2002. *Aves*, 42 (1-2) 2005, pp. 69 – 80
- Del Hoyo J., Elliott A. And Sargatal J. (1992). Handbook of the birds of the world. 1. Lynx Edicions, Barcelona.
- Delany S., & Scott D. (2002). Waterbird population estimates - Third edition. Wetlands International Global Series 12. Wageningen.
- El Bekkay M. (2009). Valorization and Management Plan of Souss Massa National Park. Waters and Forests Department, pp. 48.
- El Bekkay M., Et Oubrou W. (2010). Recensement des oiseaux d'eau des oueds Souss et Massa, Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification, pp. 2
- El Bekkay M., Et Oubrou W. (2011). Recensement des oiseaux d'eau des oueds Souss et Massa, Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification, pp. 2
- El Bekkay M., et Oubrou W. (2012). Recensement des oiseaux d'eau des oueds Souss et Massa, Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification, pp. 2
- El Bekkay M., Et Oubrou W. (2013). Recensement des oiseaux d'eau des oueds Souss et Massa, Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification, pp. 2
- El Bildi S., 2003 : Hydrologie et dynamique maregraphique de l'estuaire du sebou (gharb, Maroc), bulletin de l'institut Scientiphique ,Rabat, section Sciences de la vie n°25, pp.57-65.
- Erouissi. H (2009). Etude comparative des communautés zooplanctoniques le long d'un continuum aquatique eau douce-eau saumâtre sur Oued Massa. Master PVRB. univ.Ibnou zohr, fac. Sc.Agadir., pp. 42.
- Fox H., R., et al. (1997). Investigation into the relationship between the hydrology and biota of the mouth of the oued massa southern morocco, final report, volume II avril 1997, pp. 78.
- Green A.J. (2000). The habitat requirements of the Marbled Teal (*Marmaronetta angustirostris*), Menetr., a review. In Comin, F.A., Herrera, J.A. & Ramirez, J. (eds) *Limnology and Aquatic Birds: Monitoring, Modelling and Management*. Proc. 2nd SIL Int. Congr. Universidad Automoma del Yucatan, Merida. Pp. 131 – 140.
- Green A.J. and SANCHEZ M.I. (2003). Spatial and temporal variation in the diet of Marbled Teal *Marmaronetta angustirostris* in the western Mediterranean. *Bird Study* (2003) 50, pp. 153–160
- Hafner H. (1977). Contribution à l'étude écologique de quatre espèces des hérons pendant leur nidification en Camargue. Thèse à l'Université de Toulouse, pp. 183.
- Kazantzidis S., & GOUTNER V. (2005). The diet of nestlings of three Ardeidae species (Aves, Ciconiiformes) in the Axios Delta, Greece. *Belg. J. Zool.*, 135 (2), pp. 165-170
- Keddy P. A. (2000). *Wetland Ecology: Principles and Conservation*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Keller T. (1995). Food of Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* wintering in Bavaria, Southern Germany. *Ardea*, 83(1), pp. 185-192.
- Libois, R.M. (2001). Aperçu du régime alimentaire du Grand Cormoran (*Phalacrocorax carbo*) dans les eaux intérieures du Pas-de-Calais (France). *Aves*, 38 (2), pp. 49-59.
- Macias, M., Green, A.J. & Sanchez, M.I. (2004). The diet of the Glossy Ibis during the breeding season in Donana, Southwest Spain. *Waterbirds* 27, pp. 234 - 239.
- Makaoui A., Orb A., Hilmi K., Zizah S., Larissi J., & Talbi M. (2005). L'upwelling de la côte atlantique du Maroc entre 1994 et 1998. *C.R. Geoscience*, 337, pp. 1518-1524.
- Mccarthy J., James J., Rowland W. T. Et Taft J. L. (1977). Nitrogenous nutrition of the plankton in the chesapeake bay. 1. Nutrient availability and Phytoplankton preferences. *Limnol. Oceanogr.* 22 (6), pp. 996 – 1011
- MERGAOUI L. (2003). Qualité des eaux et macrofaune benthique d'un milieu estuarien du maroc: cas de l'estuaire de souss. Bulletin de l'institut Scientifique, Paris, section Sciences de la vie, 2003, n°25, pp. 67-75.
- Nemery. J ET AL (2007). Dynamique du phosphore dans le bassin de la Seine et son estuaire. pp. 41-45.
- Oubrou W., & El Bekkay M. (2008). Recensement des oiseaux d'eau des oueds Souss et Massa, Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification, pp. 2
- Oubrou W., & El Bekkay M. (2009). Recensement des oiseaux d'eau des oueds Souss et Massa, Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification, pp. 2
- Paracuellos M. (2006). How can habitat selection affect the use of a wetland complex by waterbirds? *Biodiversity and Conservation* 15. pp. 4569-4582
- Rousseau E. (2000). Les communautés d'oiseaux nicheurs du Parc National de Souss Massa (Maroc) : diagnostic écologique et implications en termes de conservation. Ecole Pratique des Hautes Etudes. France. pp. 175

- Pawley A.L. and Alfaro R. (1984). Zooplankton in the Lake Titicaca ecosystem: importance of regenerated nitrogen to phytoplankton productivity. *Verh. Int. Ver. Limnol.* 22, pp. 1258-1263.
- Perrain C. (1987). *New generation guide to the birds of Britain and Europe*. Collins, London England, pp. 320.
- Valerie et al. (2005). Dynamique et modélisation de l'oxygène dissous en rivière*Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, vol. 19, n° 4, 2006, pp. 259-274
- Van Dobben W. H. (1995). The food of the Cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis*: old and new research compared. *Ardea*, 83 (1), pp. 139-142.
- Van Eerden R., et al. (1995). Riding on the crest of the wave: possibilities and limitations for a thriving population of migratory cormorants *Phalacrocorax carbo* in mandominated wetlands. *Ardea*, 83 (1), pp. 1-9.
- Warke G.M.A., & Day K.R. (1995). Changes in abundance of Cyprinid and Percid prey affect rate of predation by Cormorants *Phalacrocorax carbo carbo* on salmon *Salmo salar* smolt in Northern Ireland. *Ardea*, 83 (1), pp. 157-166.
- Wetzel R.G. (1983). *Periphyton of Freshwater ecosystems* D. r W. Junk Publishers, he Hague, The Netherlands, pp. 46.