

Migrants, migrateurs, migrations

ACTES DU 14^e COLLOQUE DE L'ESTUAIRE

IMPORTANCE DES ZONES HUMIDES DE L'ESTUAIRE DE LA GIRONDE POUR L'AVIFAUNE MIGRATRICE

Résumé

L'estuaire de la Gironde est un espace situé sur un axe de migration majeur pour un grand nombre d'espèces ou de populations d'oiseaux se reproduisant dans le paléarctique occidental. Au cours des migrations de printemps ou d'automne, les zones humides des rives estuariennes accueillent des milliers d'oiseaux exploitant les richesses trophiques de ces espaces afin de compenser les dépenses énergétiques inhérentes à ce phénomène. Depuis plusieurs années, différents travaux conduits sur les marais de la Gironde ont permis de mettre en évidence sur ces habitats des temps de séjours ainsi que des cinétiques d'engraissement importants pour de nombreux migrateurs, dont certaines espèces en mauvais état de conservation. Cependant, les marais estuariens peuvent subir des dégradations majeures inhérentes à des perturbations telles que la montée du niveau marin, localement accompagnée par des dynamiques érosives conséquentes. Ces changements s'opérant sur de courtes échelles de temps posent la question de la pérennité des fonctionnalités écologiques des rivages estuariens pour différentes espèces migratrices et des logiques de gestion pouvant être envisagées pour compenser les dégradations et les pertes d'habitats constatées. Des suivis d'expérimentations de reconnections partielles ou totales d'espaces arrière-littoraux commencent à dévoiler des résultats prometteurs pour envisager l'avenir des zones humides intertidales soumises aux effets de la montée du niveau marin. Ces données illustrent l'importance de la mise en œuvre de logiques de gestion des zones arrière-littorales anticipant les enjeux relatifs aux changements globaux.

Mots clés : changement global, estrans, gestion des espaces arrière-littoraux, Gorgebleue à miroir, migration, passereaux paludicoles, Phragmite aquatique.

Le littoral est-atlantique constitue un axe de migration majeur pour un grand nombre d'espèces ou de populations d'oiseaux se déplaçant de leurs zones de reproduction, en Europe du Nord, Sibérie ou Amérique du Nord, vers leurs quartiers d'hivernage, dans le sud de l'Europe, l'Afrique du Nord ou l'Afrique sub-saharienne (Newton, 2008). Chaque année, lors des migrations de printemps (migrations pré-nuptiales) ou des migrations d'automne (migrations post-nuptiales) des millions d'oiseaux transitent le long de ce vaste linéaire côtier. Ces fascinants phénomènes migratoires font l'objet de nombreuses études scientifiques : suivis d'individus équipés de balises satellitaires, d'enregistreurs de lumière permettant de déterminer la position des oiseaux en fonction de la durée d'éclairement et de l'heure du milieu de la période d'éclairement, ou encore d'opérations de baguage visant à étudier les temps de séjour ou les variations de la condition corporelle des migrateurs au cours de leur périple migratoire. Ces mouvements d'oiseaux, parfois spectaculaires par le nombre d'individus pouvant être observés, sont également suivis par de nombreux ornithologues qui effectuent des opérations de comptages depuis quelques points clés du littoral, des côtes du nord de l'Europe aux côtes africaines, en passant par différents sites situés sur les côtes françaises (baie du Mont-Saint-Michel, pointe de l'Aiguillon, pointe du Médoc...) où le grand public peut venir observer les migrations d'une grande diversité d'espèces.

De nombreuses espèces migrant le long des côtes peuvent faire escale sur des habitats variés, non spécifiquement littoraux. C'est le cas de divers rapaces (buses, bondrées...), des grues, des cigognes, ou encore de nombreuses espèces de passereaux qui, au cours de leur périple migratoire, peuvent s'arrêter pour se reposer ou s'alimenter dans des espaces prairiaux, bocagers, forestiers ou encore au sein d'espaces cultivés. Certaines espèces peuvent être très abondantes (cas de certains passereaux : hirondelles, martinets...); d'autres, telles que certains rapaces, sont en effectifs plus limités. Enfin certaines espèces peuvent être exceptionnelles : cas d'oiseaux nord-américains pouvant se retrouver sur nos côtes après le passage d'ouragans ou de tempêtes tropicales longeant le littoral est-américain. Le 30 août 2011, une Paruline jaune, *Dendroica petechia*, a ainsi été capturée et baguée dans le cadre d'opérations de suivis des migrations pilotées au sein des roselières de l'estuaire de la Gironde (Musseau *et al.*, 2011). Cette observation, unique à ce jour pour l'Europe continentale, est intervenue après le passage de l'ouragan "Irène" ayant circulé de la mer des Caraïbes à l'est du Canada et qui a favorisé le vol transatlantique de ce petit migrateur nord-américain de moins de 10 grammes hivernant normalement de l'Amérique centrale à l'Amérique du Sud.

Il est établi que la sélection des routes migratoires chez les oiseaux s'explique en partie par des caractères génétiques (Berthold, 1996). De nombreuses espèces ont probablement évolué en sélectionnant des trajets permettant aux individus de faire escale sur des espaces leur assurant en particulier des ressources alimentaires abondantes, permettant de compenser les coûts énergétiques inhérents à la migration (Arizaga *et al.*, 2014). Les oiseaux migrants passent près du quart de l'année en migration (Zduniak

& Yosef, 2012) et il est confirmé que les potentialités de survie des individus en dehors de la saison de reproduction affectent de manière significative l'état de santé des populations (Newton, 2006). Au cours des migrations, les oiseaux passent plus de temps sur des zones de repos ou d'alimentation qu'en vol (Zduniak & Yosef, 2012). Aussi, la qualité des escales migratoires est une question essentielle pour la conservation des espèces et des populations d'oiseaux migrateurs. Sur les escales migratoires, les individus peuvent se reposer, attendre de meilleures conditions météorologiques pour poursuivre la migration, et s'alimenter pour compenser les dépenses énergétiques qu'implique la migration (Sutherland, 1998). Ainsi, la conservation des populations d'oiseaux migrateurs nécessite l'identification de leurs escales migratoires afin de gérer les habitats qu'ils exploitent et maintenir les potentialités d'accueil des individus séjournant au sein de ces espaces (Sutherland, 1998 ; Chernetsov, 2006).

Pour les espèces inféodées aux marais ou vasières : limicoles, anatidés, passereaux paludicoles... la migration le long du littoral atlantique offre des possibilités d'escales sur un grand nombre de zones humides (baies, estuaires, marais côtiers...), favorables tant pour le repos que pour l'exploitation de ressources alimentaires indispensables aux individus pour compenser le coût de la migration. Sur l'estuaire de la Gironde, le secteur mésohalin de la rive droite abrite près de 1 500 hectares de zones humides intertidales (espaces soumis au balancement des marées, voir figure 1A et figure 1B). Cet éco-complexe, qui s'étend de la commune de Barzan à la commune de Saint-Sorlin-de-Cônac, constitue le plus vaste ensemble de marais soumis au balancement des marées de tout l'estuaire. À chaque période de migration, de nombreuses espèces d'oiseaux font escale au sein de ce vaste éco-complexe afin de s'y reposer et d'exploiter les importantes ressources trophiques disponibles. Parmi les espèces migratrices fréquentant les zones humides des estrans estuariens, certaines sont largement connues du grand public. C'est en particulier le cas de différentes espèces de canards ou de limicoles (courlis, vanneaux, pluviers...) ou encore d'espèces telles que les grues qui peuvent stationner en nombre sur les marais littoraux. D'autres espèces, telles que celles appartenant au cortège des passereaux paludicoles, sont en revanche moins connues, bien que migrant en nombre le long des espaces estuariens. Au cours des migrations pré-nuptiales ou post-nuptiales, ces passereaux d'une dizaine de grammes, spécifiquement inféodés aux zones humides (Rousserolles, Phragmites, Locustelles ou Gorgebleues) peuvent séjourner par milliers pour des durées plus ou moins importantes au sein des roselières, prairies halophiles ou parvo-roselières (roselières mixtes à petits roseaux) des estrans. Deux espèces : le Phragmite aquatique (*Acrocephalus paludicola*) et la Gorgebleue à miroir de Nantes (*Luscinia svecica mammetum*) font l'objet de différents programmes de recherche conduits depuis de nombreuses années sur les zones humides intertidales de la Gironde. Les stratégies d'occupation des espaces estuariens de ces deux modèles biologiques, prédateurs de nombreuses espèces d'arthropodes, illustrent la richesse des réseaux trophiques s'organisant sur les estrans ainsi que l'importance de ces espaces pour la conservation de telles espèces, discrètes, mais dont l'état des populations mérite une vigilance accrue.

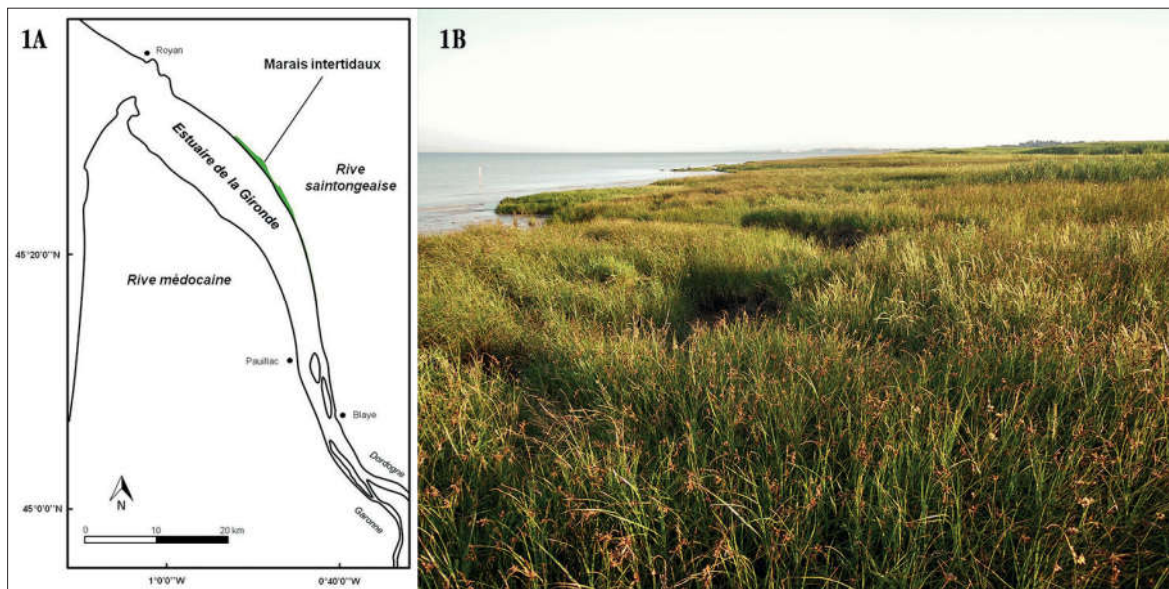


Fig. 1A - Localisation des marais intertidaux du secteur mésohalin de l'estuaire de la Gironde. (© BioSphère Environnement) **Fig. 1B - Exemple d'habitats caractéristiques des marais intertidaux du secteur mésohalin de l'estuaire de la Gironde.** (© BioSphère Environnement)

UN MIGRATEUR EXCEPTIONNEL DE L'ESTUAIRE DE LA GIRONDE : LE PHRAGMITE AQUATIQUE

Le Phragmite aquatique (*Acrocephalus paludicola*, figure 2A) est un migrateur transsaharien, connu comme abondant en Europe jusqu'au début du xx^e siècle, période à partir de laquelle l'espèce commence à se raréfier suite à des changements (principalement d'origine anthropique) intervenant sur les habitats clés pour sa reproduction (De By, 1990 ; Flade & Lachmann, 2008 ; Tanneberger *et al.*, 2008). Aujourd'hui, l'espèce ne se reproduit plus qu'au sein de six pays d'Europe (Biélorussie, Allemagne, Hongrie, Lituanie, Pologne et Ukraine), sur moins de 40 sites couvrant au total une surface d'environ 1 000 km² (Flade & Lachmann, 2008). Près de 80 % de la population reproductrice est concentrée sur quatre secteurs géographiques, situés en Biélorussie, en Ukraine et en Pologne (Flade & Lachmann, 2008, figure 2B). Avec une population mondiale estimée entre 11 000 et 16 000 mâles chanteurs (*BirdLife International*, 2012), le Phragmite aquatique est le seul passereau mondialement menacé de l'Europe continentale. L'espèce est inscrite comme "vulnérable" sur la liste rouge mondiale de l'UICN (*BirdLife International*, 2004).

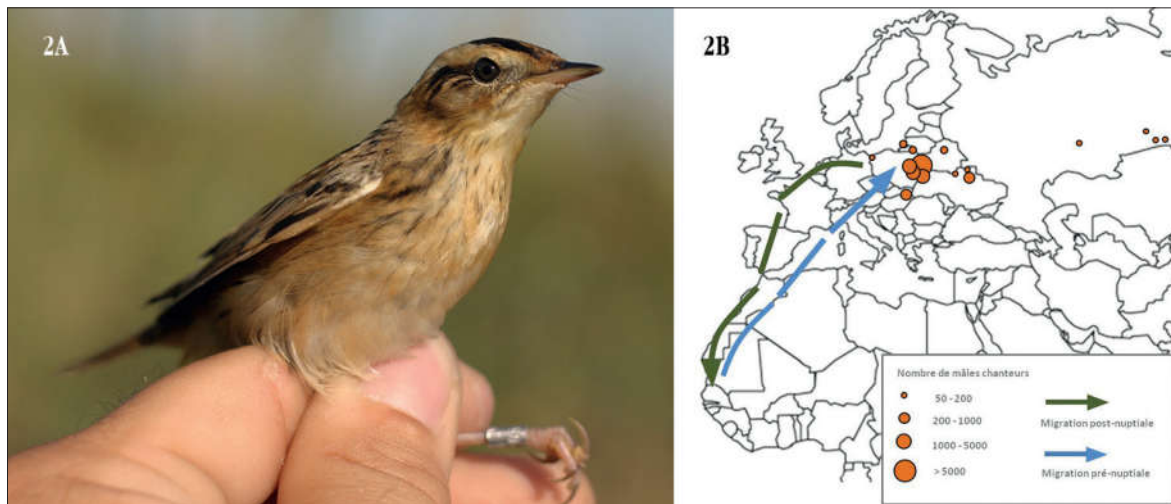


Fig. 2A - Jeune Phragmite aquatique (*Acrocephalus paludicola*) capturé et bagné sur les estrans de l'estuaire de la Gironde. (© BioSphère Environnement) **Fig. 2B - Aire de distribution du Phragmite aquatique (*Acrocephalus paludicola*) dans le monde** [d'après Flade & Lachmann, 2008]. (© BioSphère Environnement)

La migration post-nuptiale de cette espèce s'amorce de fin juin à début juillet (Dyrce *et al.*, 2011 ; De By, 1990). Les individus rejoignent leurs quartiers d'hivernage en Afrique sub-saharienne en novembre, via une route migratoire longeant le littoral est-atlantique (Flade & Lachmann, 2008 ; Schäffer *et al.*, 2006). Tout au long de leur périple migratoire, les individus de cette espèce exploitent des habitats très similaires à ceux exploités sur les zones de reproduction. Ces habitats se caractérisent par des sols humides avec une végétation basse, principalement composée de scirpes, de joncs ou de petits roseaux (Miguélez *et al.*, 2009 ; Kerbiriou *et al.*, 2010 ; Provost *et al.* ; 2010, Musseau et Herrmann, 2013 ; Musseau *et al.*, 2014). Actuellement, l'espèce n'a été découverte que sur deux zones d'hivernage. La première a été découverte aux abords du parc national du Djoudj au Sénégal en 2007 (Salewski *et al.*, 2009) et la seconde dans le delta intérieur du fleuve Niger au Mali en 2011 (Poluda *et al.*, 2012). Au sein de ces espaces, les oiseaux se maintiennent de novembre à mars, dans des habitats relativement identiques à ceux exploités en période nuptiale et de migration, puis amorcent leur migration de retour vers les zones de reproduction (Salewski, 2012). Récemment, il a été démontré que la France était l'un des pays européens accueillant le plus grand nombre de Phragmites aquatiques au cours de la migration post-nuptiale (Julliard *et al.*, 2006 ; Jiguet *et al.*, 2011). Au début des années 2000, les zones humides des estrans de la rive charentaise de l'estuaire de la Gironde ont été identifiées comme zones d'escales migratoires majeures

pour cette espèce en mauvais état de conservation (Le Nevé *et al.*, 2013 ; Musseau & Herrmann, 2013).

Après la découverte du passage de nombreux Phragmites aquatiques sur les estrans de la Gironde, de 2010 à 2012, un programme de recherche a été mis en place sur la rive charentaise afin d'étudier l'écologie en escale migratoire de cette espèce particulièrement menacée par les perturbations susceptibles d'intervenir sur les habitats qu'elle exploite tout au long de son cycle de vie. Une première phase du programme a porté en 2010 et 2011 sur le suivi d'un échantillon d'oiseaux équipés de micro-émetteurs radio visant à étudier les habitats exploités par les individus stationnant sur les rives estuariennes. En 2011 et 2012, un second volet, avec un important dispositif de capture, marquage et recapture permettant d'étudier la durée d'escale migratoire des oiseaux et les évolutions de leur condition corporelle pendant leur séjour sur les habitats estuariens, a été mis en place. Au cours des différentes phases de ce programme, les oiseaux étaient capturés à l'aide de filets dits "japonais" tendus, tous les matins du 1^{er} au 31 août de chaque année. Ouverts une heure avant l'heure de lever du Soleil et pendant cinq heures, ces engins de capture étaient relevés toutes les 30 minutes et les oiseaux capturés étaient conditionnés dans des sacs de toile respirant, pour être apportés à un poste de baguage. Sur ce poste, après identification, les oiseaux capturés étaient âgés, équipés de bagues immatriculées "Muséum Paris", mesurés (longueur de l'aile), pesés sur des balances électroniques de précision (au dixième de gramme) et relâchés sur place au plus tard une heure après leur capture. Enfin, pour étude du régime alimentaire, en 2011 et 2012 des fientes ont été collectées lors des opérations de capture grâce à de petits sacs en plastique fixés par du ruban adhésif au fond des sacs de toile dans lesquels étaient transportés les animaux. Ces fientes ont été conservées dans des tubes avec de l'alcool à 70°, puis analysées pour détermination des restes chitineux afin d'identifier les proies consommées par les oiseaux. L'ensemble des résultats de ce programme a fait l'objet de différentes publications dont une synthèse complète publiée par Musseau *et al.* (2014).

Le nombre de Phragmites aquatiques capturés chaque année (jusqu'à près de 150 oiseaux par an) a permis de montrer que le secteur mésohalin de l'estuaire de la Gironde constituait l'une des cinq plus importantes escales migratoires françaises de cette espèce mondialement menacée. Les données de radiopistage et de baguage collectées en 2010 et 2011 ont révélé qu'au cours de leur halte migratoire post-nuptiale les individus exploitaient de petites surfaces, d'en moyenne un hectare, caractérisées par une végétation basse du type scirpaies ou scirpo-phragmitaies (zones dominées par le Scirpe maritime, *Bolboschoenus maritimus*, ou un mélange de Scirpe maritime et de Roseau commun, *Phragmites australis*) et tendaient à éviter des grandes zones de roselières uniformes. Le travail de capture, marquage et de recapture conduit en 2011 et 2012 a permis le suivi de 265 jeunes individus (individus nés au cours de l'année de suivi). Les analyses des données de ce travail ont révélé : 1) une durée moyenne de présence des individus à $6,46 \pm 0,46$ jours au sein des zones humides estuariennes étudiées ; 2) une augmentation moyenne de la masse des oiseaux de $1,46 \pm 0,59\%$ par jour de présence sur ces espaces. Les analyses statistiques de ces données ont permis de montrer que l'évolution de la masse des oiseaux n'était pas

homogène au sein de la population échantillonnée et qu'elle dépendait de la condition corporelle des oiseaux mesurée au début de leur séjour sur le site étudié (date de la première capture). Ainsi, les oiseaux avec une condition corporelle importante (individus avec un indice corporel défini comme la masse mesurée lors de la première capture divisée par la longueur de l'aile, supérieur à la valeur médiane de la population échantillonnée) augmentent leur masse à raison de $0,12 \pm 0,56$ % par jour alors que les individus avec d'importants besoins énergétiques (individus avec un indice corporel inférieur à la valeur médiane de la population échantillonnée) parviennent à augmenter leur masse à raison de $2,81 \pm 0,89$ % par jour (Musseau *et al.*, 2014). Du point de vue des ressources alimentaires exploitées par les individus au cours de leur séjour sur les estrans estuariens, les analyses de restes chitineux récupérés lors des collectes de fientes ont révélé la consommation de dix ordres d'arthropodes différents, dont les Orthoptères et les Aranéides qui contribuent majoritairement à la biomasse consommée (respectivement 64,7 % et 13,4 %). Ces résultats attestent de la richesse des estrans estuariens du point de vue des compartiments trophiques exploitables par une espèce telle que le Phragmite aquatique ainsi que par l'ensemble des passereaux paludicoles, consommateurs d'arthropodes migrant en nombre sur les estrans estuariens.

UN MIGRATEUR QUITTANT LES ESTRANS ESTUARIENS EN FIN D'ÉTÉ : LA GORGEBLEUE À MIROIR DE NANTES

La Gorgebleue à miroir (figure 3A) est un passereau méritant une vigilance accrue (Tucker & Heath, 2004). Pour cette espèce polytypique, on dénombre 11 sous-espèces distribuées en Europe, en Asie et en Alaska (Cramp, 1988). Certaines populations sont considérées comme pouvant présenter un important risque de disparition inhérent aux changements globaux (Huntley *et al.*, 2007). La Gorgebleue à miroir de Nantes est une sous-espèce dont l'aire de répartition se limite à la frange ouest-atlantique du littoral français (figure 3B). La population de cette sous-espèce ne compte que 8 000 à 12 000 couples (Caupenne *et al.*, 2015). Sur certaines roselières intertidales de la région mésohaline de l'estuaire de la Gironde, on compte jusqu'à plus de deux mâles chanteurs par hectare, ce qui correspond aux plus importantes densités connues de reproducteurs de cette sous-espèce endémique du littoral français (Musseau *et al.*, 2017). La Gorgebleue à miroir de Nantes est un oiseau migrateur dont les aires d'hivernage sont principalement localisées dans le sud de la péninsule ibérique et le nord-ouest de l'Afrique (Arizaga *et al.*, 2016 ; Musseau & Beslic., *in prep.*). Juste après la reproduction, avant leur départ en migration, les adultes effectuent une mue complète qui implique un renouvellement complet du plumage générant une augmentation de 111 % des dépenses métaboliques (Lindström *et al.*, 1993). Ce phénomène intervient principalement sur les zones de reproduction avant le départ vers les quartiers d'hivernage de l'espèce (Cramp, 1988), et les conditions dans lesquelles il intervient sont susceptibles de conditionner de manière significative les probabilités de survie des individus (Musseau *et al.*, 2017).

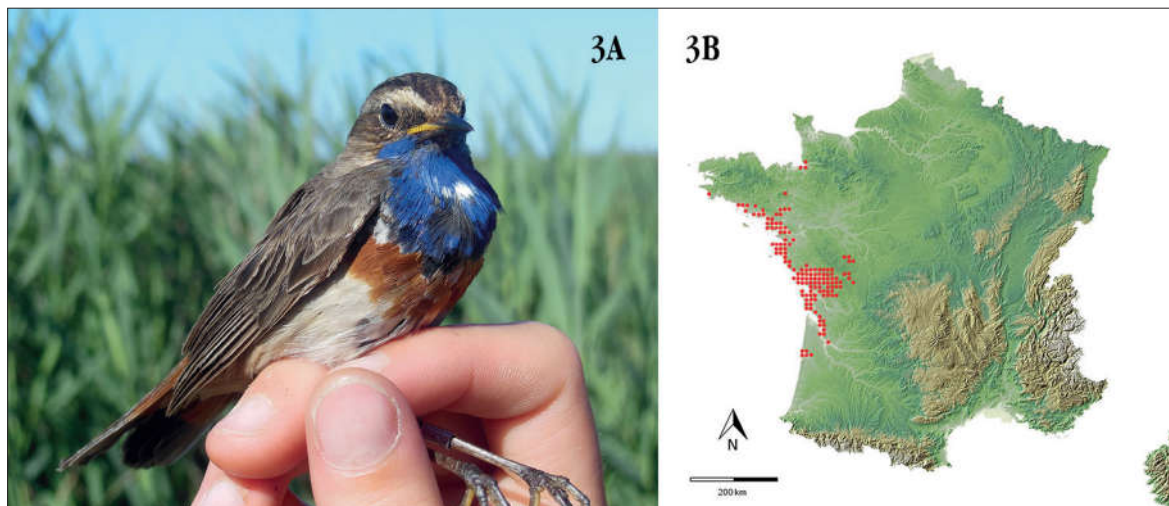


Fig. 3A - Mâle adulte de Gorgebleue à miroir de Nantes (*Luscinia svecica namnetum*) capturé et bagué sur les estrans de l'estuaire de la Gironde. (© BioSphère Environnement) **Fig. 3B** - Aire de distribution de la Gorgebleue à miroir de Nantes (*Luscinia svecica namnetum*) [d'après Caupenne *et al.*, 2015]. (© BioSphère Environnement)

De 2013 à 2015, un programme de recherche a été mis en place sur l'estuaire de la Gironde, de la mi-juillet à la mi-septembre, afin de suivre la mue des Gorgebleues à miroir de Nantes se reproduisant au sein des roselières estuariennes avant leur départ en migration. L'objectif du travail était 1) de définir les conditions de mue des Gorgebleues à miroir se reproduisant sur les rives de l'estuaire de la Gironde ; 2) de définir les surfaces et habitats exploités par les oiseaux durant cette phase de renouvellement du plumage ; 3) de caractériser les ressources trophiques exploitées par les individus leur permettant de compenser les coûts énergétiques de ce phénomène. Dans ce cadre, les oiseaux se reproduisant sur les rives de l'estuaire ont été suivis par un programme de capture, marquage et recapture mis en place du début du printemps à la fin de l'été. Au cours de la mue, les oiseaux ont été suivis grâce à un programme de radiopistage, avec collecte de fientes lors des opérations de capture afin de déterminer le régime alimentaire des individus en mue. L'ensemble des résultats de ce programme de recherche a été publié par Musseau *et al.*, 2017.

Tout au long du programme, plus du quart des oiseaux bagués sur les marais estuariens au cours de la période de reproduction a été retrouvé sur les zones d'estrans pendant ou vers la fin de la période de mue. Les analyses des données de captures et de recaptures n'ont pas révélé de différences significatives entre les masses des individus mesurées pendant la période de reproduction et les masses

mesurées sur les estrans pendant la période de mue. Ces résultats attestent que les oiseaux se reproduisant sur les rives de l'estuaire de la Gironde tendent à exploiter de manière significative les espaces intertidaux pour muer avant leur départ en migration, et qu'en exploitant les ressources trophiques de ces espaces ils parviennent à compenser l'important niveau de dépense énergétique inhérent au renouvellement complet de leur plumage. Du point de vue des habitats exploités par les individus au cours de la mue, le travail de radiopistage a permis de révéler que les oiseaux exploitaient spécifiquement les scirpophragmitaies ou phragmitaies pures des estrans. Les superficies explorées par les oiseaux (moins de trois hectares en moyenne, sur quatre ou cinq jours de suivi par radiopistage) illustrent que les ressources alimentaires sur les espaces exploités par les oiseaux tendent à être particulièrement abondantes. Enfin, du point de vue du régime alimentaire, les proies retrouvées dans les fientes collectées lors des opérations de captures ont révélé que 90 % du régime alimentaire était composé uniquement de six taxons d'arthropodes. Parmi les proies identifiées, les Amphipodes (petits crustacés exploitant les interfaces slikkes / schorres – vases nues / vases végétalisées) représentent près du quart de la biomasse consommée par les individus en mue. Ce type de proie, particulier pour une espèce de passereau, révèle les avantages particuliers dont peut bénéficier la Gorgebleue à miroir de Nantes en exploitant les estrans au cours d'un phénomène biologique énergétiquement coûteux qui intervient entre deux phases critiques de son cycle de vie : la reproduction et la migration post-nuptiale. En effet, les Amphipodes constituent un taxon largement distribué au sein des estrans (Petillon *et al.*, 2014) et ont été identifiés par différents auteurs comme proies à haute valeur nutritionnelle (Parsons *et al.*, 1985 ; Baeza-Rojano *et al.*, 2014), en particulier utilisées en aquaculture.

DES MARAIS INTERTIDaux MENACÉS PAR LES CHANGEMENTS GLOBAUX

L'ensemble des travaux conduits sur le Phragmite aquatique et la Gorgebleue à miroir de Nantes a permis de mettre en lumière la qualité et la diversité des ressources trophiques disponibles sur les espaces intertidaux estuariens pour des espèces migratrices, consommatrices d'arthropodes, devant faire face à d'importants niveaux de dépenses énergétiques. Ces résultats confortent d'autres résultats relatifs à l'importance des estrans du littoral Manche-Atlantique pour la communauté des passereaux paludicoles, obtenus sur des sites tels que l'estuaire de la Seine (Provost *et al.*, 2011), l'estuaire de la Loire (Chenaval *et al.*, 2011) ou encore la baie de l'Aiguillon (Gonin et Mercier, 2012).

Cependant, de nombreux écosystèmes littoraux sont actuellement exposés à des dynamiques érosives inhérentes à des perturbations des régimes hydro-sédimentaires provoquées par des changements globaux. Ces dynamiques génèrent des modifications de la géographie des estrans à substrats meubles, avec localement des dégradations significatives des éco-complexes intertidaux, pertes des fonctionnalités écologiques et pertes des services écosystémiques assurés par ces espaces (fixation et / ou assimilation de

polluants...). À titre d'exemple, depuis 1970, la rive charentaise du secteur mésohalin de l'estuaire de la Gironde, qui abrite d'importantes étendues de prés salés soumis aux balancements des marées, subit les effets d'une dynamique érosive conséquente. Cette dynamique s'explique par des perturbations du régime hydrosédimentaire de l'estuaire (allongement de la période d'étiage, Sottolichio *et al.*, 2013, et élévation du niveau marin : 2,2 à 2,8 mm par an sur la période 1914-1996, EUCEA, 2008). De 2000 à 2015, sur les marais intertidaux de ce vaste éco-complexe qui s'étend sur un linéaire d'environ 25 km, un recul moyen du trait côtier supérieur à 35 m a été noté sur plus du tiers du linéaire considéré (Musseau *et al.*, 2016). Sur la même période, ces espaces fortement impactés par l'érosion ont subi une disparition de près de 50 % des bas et moyens schorres (éco-complexes végétalisés les plus bas des rivages) avec, localement, des modifications importantes du profil des pentes des interfaces terre-eau impactant de manière significative les fonctionnalités écologiques des estrans (Musseau *et al.*, 2016, figure 4A et 4B). Cette dynamique est d'autant plus préoccupante que la montée du niveau marin (26 à 82 centimètres d'élévation globale prévue d'ici 2100, IPCC, 2013) entretient le processus d'altération des zones humides estuariennes constaté. Le phénomène mérite une attention particulière, car les marais intertidaux ont peu de possibilité de se reformer naturellement vers l'intérieur des terres compte tenu de l'importance de l'endiguement qui caractérise aujourd'hui les rivages estuariens. Ce phénomène provoque localement une importante dynamique de compression des estrans (phénomène de *coastal squeeze*) très marquée sur certaines portions de l'estuaire (figures 5A et 5B).

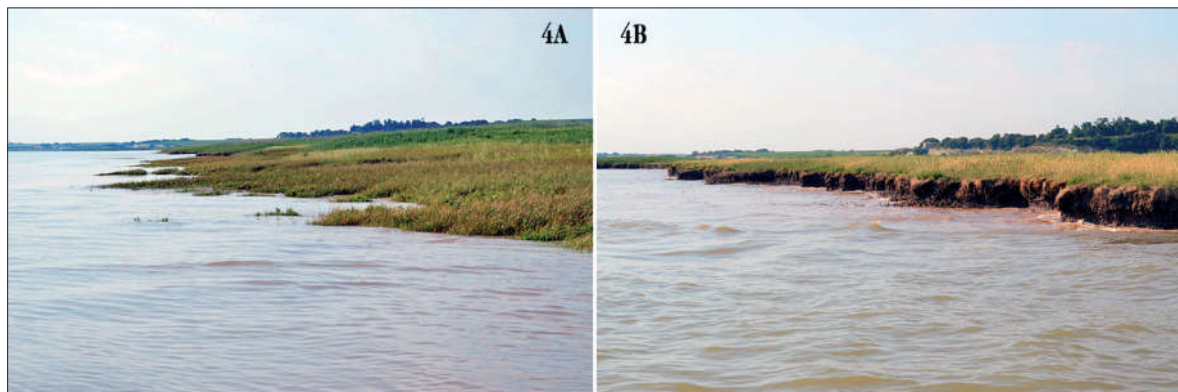


Fig. 4A et 4B - Vues de deux portions de rivage de l'estuaire de la Gironde entre les communes de Mortagne-sur-Gironde et de Chenac-Saint-Seurin-d'Uzet avec une hauteur d'eau identique. A : rive non érodée avec pentes douces ; B : rive érodée avec pentes abruptes et habitats les plus bas des pentes ayant disparu. (© BioSphère Environnement)



Fig. 5A et 5B - Exemple de dynamique érosive et de phénomène de compression des estrans (*coastal squeeze*) constatés en secteur mésohalin sur l'estuaire de la Gironde, le long de digues protégeant des espaces agricoles situés sur la commune de Saint-Sorlin-de-Cônac. (© BioSphère Environnement)

PRÉPARER L'AVENIR DES ZONES HUMIDES INTERTIDALES DANS LE CONTEXTE DES CHANGEMENTS GLOBAUX

Dans ce contexte particulièrement préoccupant pour l'avenir des espaces intertidaux estuariens, deux possibilités pour la conservation des habitats dégradés et de leurs fonctions écologiques apparaissent intéressantes à considérer. La première consiste en la reconnexion totale de certains espaces arrière-littoraux aux dynamiques tidales. La seconde consiste en la reconnexion partielle des espaces arrière-littoraux, avec des entrées d'eau régulées alimentant des dépressions ou de larges fossés. La seconde possibilité permet d'envisager de développer de larges surfaces ou fossés connectés aux dynamiques tidales par des systèmes de régulation des entrées et sorties d'eau (portes à flots ou buses à clapets) sur des espaces pouvant conserver leurs potentialités de productions agricoles. De tels aménagements au sein des espaces arrière-littoraux pourraient garantir la conservation sur le long terme d'une part importante des fonctionnalités écologiques et des services écosystémiques (fixation / assimilation de polluants...) des zones humides intertidales menacées par les changements globaux. Cette approche, susceptible d'être facilement mise en œuvre, permet d'envisager la construction de logiques de gestion permettant de concilier des enjeux environnementaux et agricoles sur des territoires littoraux de plus en plus contraints par les dynamiques d'évolution des traits de côte.

Dans le cadre de ces approches, en 2016, BioSphère Environnement a initié un programme de recherche visant à évaluer les potentialités trophiques des fossés et dépressions humides des espaces prairiaux poldérisés, connectés aux dynamiques tidales par échanges d'eau régulés et colonisés par une végétation halophile basse, caractéristique des bas et moyens schorres estuariens aujourd'hui menacés par les changements globaux. Par capture, marquage et recapture de passereaux insectivores en période de migration post-nuptiale, le travail vise, à travers l'étude de différents paramètres (nature des cortèges présents, estimation des temps de séjour et évolution de la condition corporelle des individus), à évaluer dans quelles conditions certains espaces arrière-littoraux peuvent être envisagés comme éléments de compensation de la dégradation des estrans provoquée par la montée du niveau marin. Le programme est en particulier orienté sur quelques espèces cibles, méritant une vigilance accrue, indicatrices des potentialités trophiques des zones humides littorales, et pour lesquelles il a été démontré que l'estuaire de la Gironde constituait une escale migratoire importante.

Le projet a été initié sur des espaces prairiaux arrière-littoraux de la commune de Mortagne-sur-Gironde, qui se situent au cœur du secteur mésohalin de la rive charentaise de l'estuaire de la Gironde (figure 6A). Il est ciblé sur un ensemble foncier poldérisé dans les années 1960, propriété du Conservatoire du Littoral, géré par le CREN* Poitou-Charentes et exploité par la Ferme de la Gravelle (élevage ovin extensif "bio" avec fauche). Le site est situé en arrière de l'éco-complexe majeur de marais intertidaux de l'estuaire de la Gironde subissant actuellement une dynamique érosive conséquente. Il couvre une surface d'environ 20 hectares, avec des parcelles séparées par 19 fossés (de un à près de dix mètres de large, d'une longueur d'environ 300 m chacun) connectés aux dynamiques tidales par des échanges d'eau régulés par une buse à clapet. Sur l'ensemble des fossés, une végétation sub-halophile caractéris-

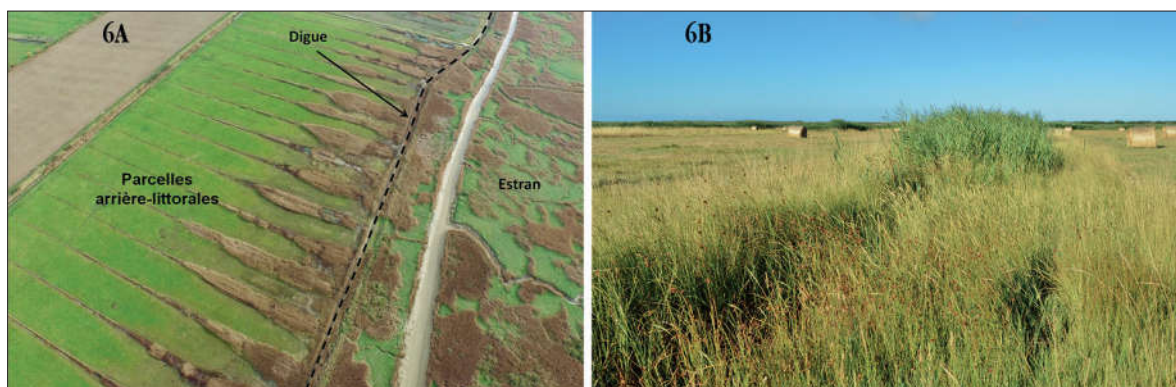


Fig. 6A - Vue aérienne de parcelles agricoles reconnectées aux dynamiques tidales avec échanges d'eau régulés par une buse à clapet. (© BioSphère Environnement) Fig. 6B - Exemple d'habitat se développant au sein des fossés inter-parcellaires d'un espace arrière-littoral partiellement reconnecté aux dynamiques tidales. (© BioSphère Environnement)

* CREN : Conservatoire régional d'espaces naturels.

tique des estrans du secteur mésohalin de l'estuaire de la Gironde (dominée par le Roseau commun et le Scirpe maritime) se développe (figure 6B). En 2016, lors de la fauche, des bandes de graminées d'une largeur d'environ deux mètres ont été préservées de part et d'autre de chaque fossé afin de permettre le maintien d'interfaces refuges pour les arthropodes pouvant être consommés par les oiseaux insectivores.

Les premières données collectées au cours de la migration post-nuptiale suivie en août 2016 ont révélé des résultats illustrant les intérêts de telles logiques de gestion des espaces arrière-littoraux. Pour 4 espèces de passereaux paludicoles insectivores, le temps moyen entre la première et la dernière capture était de $12,05 \pm 1,75$ jours (figure 7), ce qui révèle des possibilités de séjours importants de ces espèces au sein d'espaces arrière-littoraux abritant des habitats favorables à leur stationnement en période de migration. Au cours de leur séjour sur la zone d'étude, 57,14 % des oiseaux présentaient une évolution positive de leur masse : $+ 4,94 \pm 0,99$ % entre la masse mesurée lors de la première capture et la masse mesurée lors de la dernière capture. Ces évolutions correspondent à $0,66 \pm 0,16$ % d'augmentation moyenne de la masse des individus par jour de présence sur les parcelles étudiées, avec des augmentations allant jusqu'à près de 15 % entre la première et la dernière capture (figure 7). D'autres individus ont perdu de la masse dans les mêmes proportions (figure 7), mais cette tendance n'est pas à

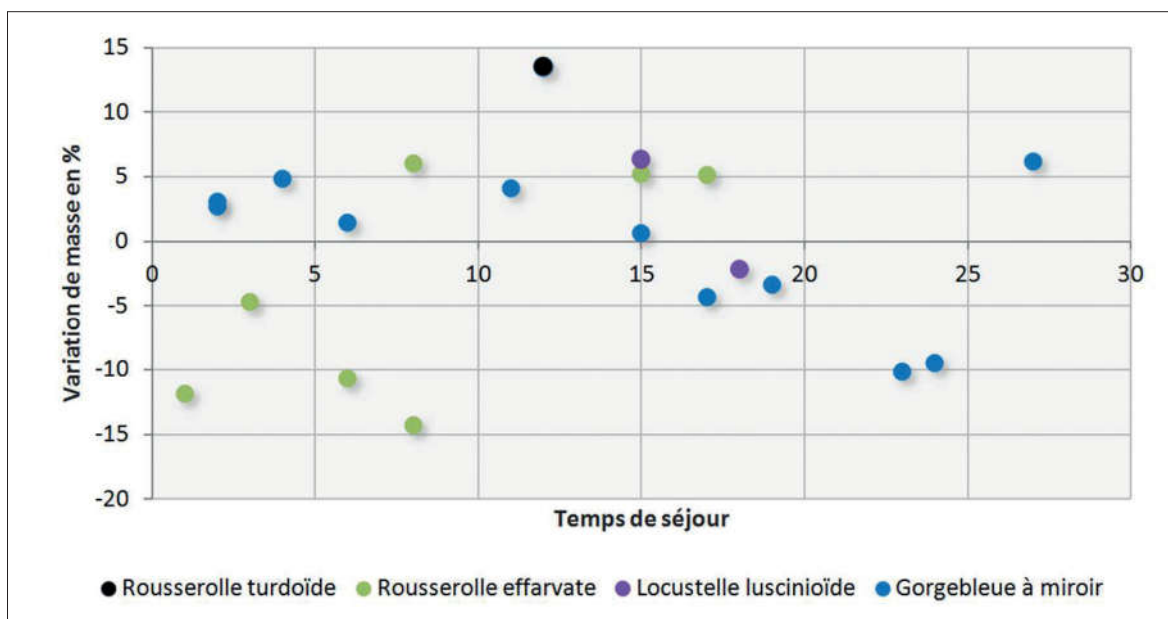


Fig. 7 - Évolution, en fonction du temps entre la première et la dernière capture, de la masse de 4 espèces de passereaux paludicoles consommateurs d'arthropodes stationnant sur une parcelle agricole arrière-littoral en période de migration post-nuptiale. (© BioSphère Environnement)

prendre en compte dans l'évaluation de qualité du site étudié, car elle peut correspondre à des individus ne s'alimentant pas ou peu sur la zone étudiée, arrivés avec une bonne condition corporelle et des réserves énergétiques importantes et s'arrêtant simplement pour se reposer ou attendre des conditions météorologiques favorables pour reprendre la migration (Musseau *et al.*, 2014).

CONCLUSION

Les estrans de l'estuaire de la Gironde constituent des espaces déterminants pour la conservation de divers oiseaux migrateurs, dont certaines espèces rares ou menacées. Ces espaces subissent actuellement une dégradation importante inhérente à diverses perturbations du régime hydro-sédimentaire de l'estuaire explicables par les changements globaux. La reconnexion de certains espaces arrière-littoraux permet le maintien de zones humides littorales et des fonctions écologiques qu'elles peuvent assurer dans des contextes fonciers fortement impactés par la montée du niveau marin et les dynamiques érosives associées à ce phénomène. Ces logiques de conservation des zones humides intertidales illustrent l'importance de la mise en place de mesures d'anticipation permettant de connecter le littoral et l'arrière littoral et de favoriser une migration rétrolittorale des espaces intertidaux essentiels à la biodiversité. Les mesures à envisager soulignent d'une part l'importance de la mise en œuvre de politiques d'occupation des espaces arrière-littoraux prenant en compte ces réflexions et, d'autre part, le rôle déterminant des politiques de maîtrise foncière que peuvent développer des structures telles que le Conservatoire du Littoral, les conservatoires régionaux d'espaces naturels, les collectivités territoriales, ou encore le rôle de la gouvernance des instances agricoles pour la préparation de l'avenir des zones humides intertidales soumises aux effets des changements globaux.

Raphaël Musseau

BioSphère Environnement, 52 quai de l'Estuaire, 17120, Mortagne-sur-Gironde.
musseau.biosphere-environnement@orange.fr

REMERCIEMENTS

L'ensemble des résultats figurant dans cette présentation a pu être obtenu grâce à la mise en place et au développement de programmes de recherche soutenus financièrement par le Conseil départemental de la Charente-Maritime, le programme LEADER porté par le SMIDDEST, le Conservatoire du Littoral, la fondation EDF, l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, la DREAL Poitou-Charentes, le programme LEADER porté par la Communauté d'agglomération Royan Atlantique et le Grand port maritime de Bordeaux, avec le soutien technique et logistique du Conservatoire régional des espaces naturels de Poitou-Charentes, de la Ferme de la Gravelle, du Muséum national d'histoire naturelle et de nombreux collaborateurs ayant permis la récolte des données sur le terrain.

BIBLIOGRAPHIE

- Arizaga J., Andueza M., Azkona A., Dugué H., Fontanilles P., Foucher J., Herrmann V., Lapios J.M., Menéndez M., Musseau R., Unamuno E. & Peon P. (2014) - Reed-bed use by the Aquatic Warbler *Acrocephalus paludicola* across the bay of Biscay during the autumn migration of 2011. *Alauda*, 82, pp. 343-351.
- Arizaga J., Van Wilgenburg S.L., Alonso D., Cortés J.A., Leconte M., Rguibi H., Valkenburg T., Vera P. & Hobson K.A. (2016) - Breeding origins and pattern of migration of Bluethroats *Luscinia svecica* wintering from Iberia to Senegal as revealed by stable isotopes. *Bird Study*, 63, pp. 196-202.
- Baeza-Rojano E., Hachero-Cruzado I. & Guerra-García J.M. (2014) - Nutritional analysis of freshwater and marine amphipods from the Strait of Gibraltar and potential aquaculture applications. *Journal of Sea Research*, 85, pp. 29-36.
- Berthold P. (1996) - *Control of bird migration*. Academic Press, London.
- BirdLife International (2004) - *Birds in the European Union: a status assessment*. Wageningen, The Netherlands: BirdLife International.
- BirdLife International (2012) - Species factsheet: *Acrocephalus paludicola* : birdlife.org.
- Caupenne M., Jiguet F. & Nidal I. (2015) - Gorgebleue à miroir *Luscinia svecica*. In, Issa N, Muller Y (eds.) : *Atlas des oiseaux de France métropolitaine, nidification et présence hivernale*, Vol. 2 ,pp. 942-945. LPO / SEOF / MNHN, Paris: Delachaux & Niestlé.
- Chenaval N., Lorrilière R., Dugué H. & Aggeliki D. (2011) - Phénologie et durée de halte migratoire de quatre passereaux paludicoles en migration post-nuptiale en estuaire de la Loire. *Alauda*, 79, pp. 149-156.
- Chernetsov N. (2006) -. Habitat selection by nocturnal passerine migrants en route: mechanisms and results. *J. Ornithol.*,146, pp. 185-191.
- Cramp S. (1988) - *The Birds of the Western Palearctic*. Oxford: Oxford University Press. Vol. 5.
- De By R.A. (1990) - Migration of Aquatic Warbler in western Europe. *Dutch Birding*, 12, pp. 165-181.
- Dyrz A., Zdunek W. & Schulze-Hagen K. (2011) - Increased male singing in response to predator presence may represent reproductive investment in a promiscuous species, the Aquatic Warbler *Acrocephalus paludicola*. *Acta Ornithologica*, 46, pp. 97-100.
- EUCEA (2008) - *Évaluation des impacts du changement climatique sur l'estuaire de la Gironde et prospective à moyen terme. Phase 1 : analyse des enjeux liés à l'eau. Rapport d'expertise pour le compte du SAGE Estuaire de la Gironde et Milieux Associés*. 120 p.
- Flade M. & Lachmann L. (2008) - *International Species Action Plan for the Aquatic Warbler Acrocephalus paludicola*. *Conservation Team (AWCT)* : aquaticwarbler.net.

- Gonin J. & Mercier F. (2012) - *Mise en évidence de l'importance des prés-salés de la Baie de l'Aiguillon pour la halte migratoire postnuptiale du Phragmite aquatique* *Acrocephalus paludicola*. LPO / ONCFS.
- Huntley B., Green R.E., Collingham Y.C. & Willis S.G. (2007) - *A Climatic Atlas of European Breeding Birds*. Lynx Edicions. Barcelona.
- IPCC (2013) - *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Jiguet F., Chiron F., Dehorter O., Dugué H., Provost P., Musseau R., Guyot G., Latraube F., Fontanilles P., Séchet E., Laignel J., Gruwier X. & Le Nevé A. (2011) - How many Aquatic Warblers *Acrocephalus paludicola* stop over in France during the autumn migration? *Acta Ornithologica*, 46, pp. 135-142.
- Julliard R., Bargain B., Dubos A., Jiguet F. (2006) - Identifying autumn migration routes for the globally threatened Aquatic Warbler *Acrocephalus paludicola*. *Ibis*, 148, pp. 735-743.
- Kerbiriou C, Bargain B, Le Viol I & Pavoine, S. (2010) - Diet and fuelling of the globally threatened aquatic warbler at autumn migration stopover as compared with two congeners. *Animal Conserv.*, 14: 261-270.
- Le Nevé A., Dehorter O., Dugué H., Latraube F., Musseau R., Provost P., Jiguet F. (2013) - *Synthèse des captures de phragmites aquatiques en France en 2010 et 2011*. Plan national d'actions du Phragmite aquatique 2010-2014. Dreal Bretagne.
- Lindström A., Visser G.H. & Daan S. (1993) - The energetic cost of feather synthesis is proportional to basal metabolic rate. *Physiological Zoology*, 66, pp. 490-510.
- Miguélez D., Zumalacarregui C., Fuertes B., Astiarraga H., Gonzalez-Janez R., Isabel R. & De la Calzada F. (2009) - Habitat, phenology and biometrics of the Aquatic Warbler *Acrocephalus paludicola* during autumn migration through a riverine wetland in Iberia. *Ringing and Migration*, 24, pp. 277-279.
- Musseau R. & Beslic S. (*in prep.*) - Potential importance of Moroccan coastal wetlands for the wintering of the French coastal endemic Bluethroat (*Cyanecula svecica namnetum*).
- Musseau R., Beslic S. & Kerbiriou C. (2017) - Importance of intertidal wetlands for the French coastal endemic Bluethroat (*Cyanecula svecica namnetum*) and conservation implications in the context of global changes. *Ardeola*, 64: 325-345.
- Musseau R., Beslic S. & Hérault T. (2016) - L'érosion des zones humides estuariennes. *L'estuarien*, 55, p. 9.
- Musseau R., Herrmann V. & Jiguet F. (2011) - American Yellow Warbler at Gironde estuary, France, in August 2011. *Dutch Birding*, 33, pp. 322-325.
- Musseau R., Herrmann V. (2013) - Gironde estuary, France: important autumn stopover site for Aquatic Warbler. *Dutch Birding*, 35, pp. 15-23.
- Musseau R., Herrmann V., Kerbiriou C., Bénard S., Hérault T., Kerbiriou E. & Jiguet F. (2014) - Ecology of Aquatic Warblers *Acrocephalus paludicola* in a fall stopover area on the Atlantic coast of France. *Acta*

Ornithologica, 49, pp. 93-105.

Newton I. (2006) - Can conditions experienced during migration limit the population levels of birds? *J. Ornithol.*, 147, pp. 146-166.

Newton I. (2008) - *The migration ecology of birds*. Academic Press. London.

Pétillon J., Potie S., Carpentier A. & Garbutt A. (2014) - Evaluating the success of managed realignment for the restoration of salt marshes: Lessons from invertebrate communities. *Ecological Engineering*, 69, pp. 70-75.

Parsons T.R., Sharp J.C. & Li W.K.W. (1985) - The cultivation of marine amphipods and their use as food for young salmonids. *Journal of Applied Ichthyology*, 1, p. 77.

Poluda A., Flade M., Foucher J., Kiljan G., Tegetmeyer C. & Salewski V. (2012) - First confirmed connectivity between breeding sites and wintering areas of the globally threatened Aquatic Warbler *Acrocephalus paludicola*. *Ring and Migration*, 27, pp. 57-59.

Provost P., Bargain B. & Cheveau P. (2011) - Écologie du Phragmite aquatique *Acrocephalus aludicola* sur deux sites de halte majeurs pendant le passage postnuptial dans l'ouest de la France. *Alauda*, 79, pp. 53 - 63.

Provost P., Kerbiriou, C & Jiguet, F (2010) - Foraging range and habitat use by Aquatic Warblers *Acrocephalus paludicola* during a fall migration stopover. *Acta Ornithol.*, 45: 173-180.

Salewski V., Bargain B., Diop I. & Flade M. (2009) - Quest for a phantom - the search for the winter quarters of the Aquatic Warbler *Acrocephalus paludicola*. *Bull. African Bird Club*, 16, pp. 61-66.

Salewski V., Flade M., Poluda A., Kiljan G., Liechti F., Livovski S. & Hahn S. (2012) - An unknown migration route of the 'globally threatened' Aquatic Warbler revealed by geolocators. *J. Ornithol.*, 154, pp. 549-552.

Schäeffler N., Walther B.A., Gutteridge K. & Rahbek C. (2006) - The African migration and wintering grounds of the Aquatic Warbler *Acrocephalus paludicola*. *Bird Conserv. Intern.*, 16, pp. 33-56.

Sottolichio A., Hanquiez V., Perinotto H., Sabouraud L. & Weber O. (2013) - Evaluation of the recent morphological evolution of the Gironde estuary through the use of some preliminary synthetic indicators. *Journal of Coastal Research*, S.I., 65, pp. 1224-1229.

Sutherland W.J. (1998) - The importance of behavioural studies in conservation biology. *Anim. Behav.*, 56, pp. 801-809.

Tanneberger F., Bellabaum J., Fartmann T., Haferlan H.J., Helmecke A., Jehle P., Just P., Sadlik J. (2008) - Rapid deterioration of Aquatic Warbler *Acrocephalus paludicola* habits at the western margin of the breeding range. *J. Ornithol.*, 149: 105-115.

Tucker G.M. & Heath M. (2004) - *Birds in Europe: Population Estimates, Trends and Conservation Status*. BirdLife International. Cambridge.

Zduniak P. & Yosef R. (2012) - Crossing the desert barrier: Migration ecology of the Lesser Whitethroat (*Sylvia curruca*) at Eilat, Israel. *J. Arid. Environ.*, 77, pp. 32-38.

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos : Alain COTTEN p. 7

LES MIGRATIONS ANIMALES

Importance des zones humides de l'estuaire de la Gironde pour l'avifaune migratrice
Raphaël MUSSEAU p. 11

L'Anguille européenne, un migrateur au long cours
Françoise DAVERAT p. 29

HISTOIRE DE MIGRANTS

Migrations et échanges culturels durant la préhistoire : itinérance des groupes humains
de l'estuaire entre – 40 000 ans et – 12 000 ans
Marc MARTINEZ..... p. 49

La population des îles de la Gironde de 1891 à 1926, une image des flux migratoires
Jean PARIS p. 71

L'exode espagnol dans l'estuaire girondin à la fin de l'Espagne républicaine du nord
(printemps-été 1937)
Francine AGARD-LAVALLÉ et Bernard LAVALLÉ p. 95

ET AUJOURD'HUI ?

Blaye, des néoruraux à la conquête du foncier
Alain BESCHI p. 125

LES ÉDITIONS DU CONSERVATOIRE

Pour en savoir plus sur l'estuaire de la Gironde, outre les actes des colloques précédents, vous pouvez vous abonner à *L'estuarien*, revue trimestrielle qui traite aussi bien de l'environnement que de l'histoire ou des activités, de Libourne à La Coubre et de Bordeaux au Phare de Cordouan. Tarif 2016 : 18 euros.

Conservatoire de l'estuaire de la Gironde
Couvent des Minimes 33390 BLAYE
Téléphone 05 57 48 80 96
conservatoire@estuairegironde.net

L'estuaire sur Internet : avec le site estuairegironde.net, c'est plus de mille pages consacrées à l'environnement estuarien et à l'histoire de la voie maritime ; c'est aussi des galeries artistiques, une librairie en ligne ainsi que des dizaines de documents à télécharger.

Ce quatorzième Colloque de l'Estuaire a bénéficié du soutien des entreprises EDF et Leclerc - Cars, de la contribution de la ville de Blaye et du Conseil départemental de la Gironde, ainsi que du partenariat avec Le syndicat des Côtes de Bourg.

Composition AC-CEG
Relecture Pierre Lotigie-Laurent & Sylvie Mangonaux
Impression réalisée par Pleine Page, Bordeaux

Achévé d'imprimer
en juin 2017

N° ISBN : 978-2-917853-04-7