



VENDEE



vendee.lpo.fr


BirdLife
INTERNATIONAL
LA LPO FRANCE EST LE
REPRÉSENTANT OFFICIEL

 **Océan-Marais DE Monts**
COMMUNAUTÉ DE COMMUNES



Caractérisation et valorisation des zones de nidification de la Barge à queue noire en Marais breton vendéen

Février 2016



Photo © Clément Caiveau

VEN0216-03

Caractérisation et valorisation des zones de nidification de la Barge à queue noire en Marais breton vendéen

Bilan des actions 2015

Rédaction

Camille Phelippon & Perrine Dulac

Avec la collaboration de

Jean-Guy Robin (Communauté de Communes Océan Marais de Monts)

Frédéric Robin (LPO France)

Ligue pour la Protection des Oiseaux

Vendée

Association indépendante

Siège social : La Brétinière – 85 000 LA ROCHE SUR YON

tél. : 02 51 46 21 91 – courriel : vendee@lpo.fr ; <http://vendee.lpo.fr>



SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| 1.Contexte..... | 4 |
| 1.1.Contexte international et national..... | 4 |
| 1.2.Contexte local et objectifs de l'étude de 2015..... | 5 |
| 2.Caractérisation des zones de nidification..... | 6 |
| 2.1.Éléments sur la biologie de l'espèce en période de nidification..... | 6 |
| 2.2.Présentation de la zone d'étude..... | 6 |
| 2.3.Recensement des nicheurs sur le terrain..... | 7 |
| 2.4.Méthodes d'analyse des données..... | 8 |
| 2.4.1.Test de répartition de l'espèce..... | 8 |
| 2.4.2.Choix des critères d'évaluation de l'habitat..... | 8 |
| 2.4.3.Analyse factorielle du système général niche-environnement (GNESFA)..... | 12 |
| 2.5.Résultats..... | 14 |
| 2.5.1.Localisation des couples de barges à queue noire en 2015..... | 14 |
| 2.5.2.Caractérisation de la niche écologique de l'espèce (GNESFA)..... | 16 |
| 2.5.3.Localisation des sites favorables à l'espèce (modélisation)..... | 19 |
| 2.6.Discussion..... | 20 |
| 2.6.1.Paramètres déterminant la sélection de l'habitat..... | 20 |
| 2.6.2.Mesures de gestion..... | 21 |
| 2.6.3.Menaces pesant localement sur l'espèce..... | 22 |
| 2.6.4.Biais de la méthode..... | 22 |
| 3.Valorisation des résultats..... | 23 |
| 4.Conclusions et perspectives..... | 24 |
| Bibliographie..... | 25 |



1. Contexte

1.1. Contexte international et national

Deux populations de Barge à queue noire fréquentent le territoire français : *Limosa limosa islandica*, dite "islandaise", et *Limosa limosa limosa*, dite "continentale" (Gill *et al.*, 2007 ; Delany *et al.* 2009; Robin *et al.* 2012). La première niche presque exclusivement en Islande et fréquente l'Hexagone en période internuptiale. La seconde hiverne en Afrique de l'Ouest et en péninsule Ibérique (Marquez-Ferrando *et al.* 2011), et migre à travers la France, dans une large bande s'étendant de la Bretagne sud aux zones humides de la Camargue. Les Pays-Bas, avec environ 33 000 couples, accueillent actuellement une grande partie de la population reproductrice de l'ouest de l'aire biogéographique, qui va de la Belgique à la frontière du Danemark (Kentie 2015 ; Kirby & Scott 2009).

Contrairement à la population islandaise, la Barge continentale est en fort déclin en Europe (Gill *et al.* 2007 ; Kentie 2015). L'intensification des pratiques agricoles (drainages, amendements, fauches de plus en plus précoces) est le principal facteur supposé de déclin sur les sites de reproduction. Les fauches précoces détruisent les nichées et les poussins, l'utilisation d'engrais et de vermicides banalisent les cortèges végétaux et les populations d'invertébrés, le drainage affaiblit les émergences d'insectes indispensables au bon développement des jeunes et fait disparaître les zones hygrophiles favorables à l'alimentation des adultes. Favorisée par la dégradation et la banalisation des habitats, la prédation exercée sur les couvées et les poussins de Barge à queue noire accentue la faible productivité de la population (Kentie 2015).

La Barge à queue noire continentale est désormais considérée comme une espèce en danger dans l'Europe des 27 (Birdlife International, 2015), et elle est vulnérable à l'échelle française (UICN *et al.* 2011).

Avec 146 à 170 couples en 2015 (données à paraître), le nombre de couples de barges à queue noire reproductrices en France présente une tendance stable (voire une légère augmentation) ces 20 dernières années. Selon Dubois & Mahéo (1986), les maxima étaient estimés à 20 couples pour la période 1960-1965, à 50 couples en 1975 à 62 couples pour la période 1980-1981 et à 51 couples pour la période 1983-1984. L'enquête limicoles nicheurs de 1995-1996 fait état de 159 couples en France (Deceuninck & Mahéo, 1998).

Néanmoins, même avec une tendance positive à l'échelle des 50 dernières années, le nombre de départements accueillant des couples reproducteurs se réduit fortement : 11 départements étaient concernés en 1995-1996 (Deceuninck & Mahéo 1998), pour seulement 7 départements en 2015 et seulement 9 sites.

Enfin, un plan de gestion international a été adopté au titre de l'accord international sur les oiseaux d'eau d'Afrique et d'Eurasie (AEWA) en 2008, pour une durée de 10 ans. Il préconise un moratoire sur la chasse de l'espèce dans les États concernés par l'accord, dont la France. L'espèce reste chassable en France mais bénéficie d'un moratoire jusqu'en 2018. En effet, en période de migration la sous espèce continentale se mélange à la sous espèce islandaise dont la dynamique est positive. Un plan national de gestion a été rédigé dans le cadre du moratoire (Trolliet, 2014), et la rédaction des fiches action ainsi que l'animation du plan ont été confiées par l'État à la Fédération des Chasseurs de Vendée.



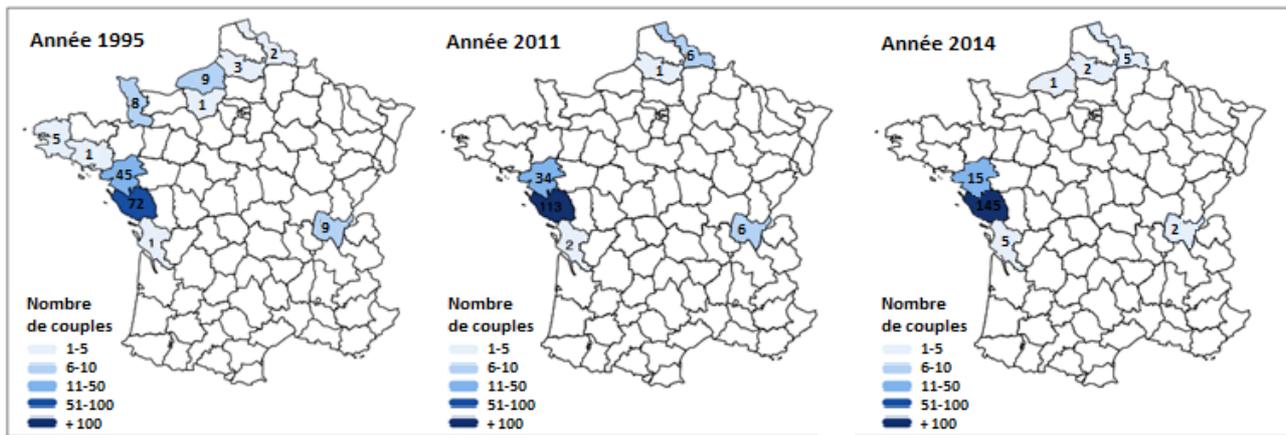


Figure 1 - Effectifs nicheurs de Barges à queue noire en France, en 1995, 2011 et 2014 (Robin et al., in prep.).

1.2. Contexte local et objectifs de l'étude de 2015

La région Pays de la Loire accueille à elle seule 90 % des effectifs nicheurs français (Robin & Dulac, 2014), et tous les couples de la région se trouvent en Brière, en Marais breton et en Marais poitevin.

La LPO Vendée, en partenariat avec la Communauté de Communes Océan Marais de Monts et la LPO France, mène depuis plus de 10 ans un suivi bénévole de la population du Marais breton, la plus importante et la seule ayant une dynamique positive. Avec une centaine de couples en 2014 (Robin *et al.*, in prep), le Marais breton accueillait presque 60 % de la population française et 50 % de la population des Pays de la Loire.

Une campagne de suivi par le baguage de poussins puis d'adultes a été engagée en 2012 pour compléter les suivis réguliers de populations déjà en place depuis le début des années 2000.

En 2015, la DREAL Pays de la Loire a été sollicitée pour permettre d'étudier de plus près les caractéristiques des habitats occupés par l'espèce en Marais breton, avec pour objectifs d'apporter des éléments de compréhension à la dynamique positive de cette population, d'améliorer les outils de gestion, de conforter la population, mais également de mettre en avant et valoriser les pratiques agricoles favorables à l'espèce.

L'année 2015 a donc été consacrée :

- au suivi de la population nicheuse (dénombrement des couples, localisation des nids, poursuite des opérations de baguage des adultes et des poussins) ;
- à la caractérisation des parcelles occupées par les nicheurs (identification des paramètres favorables à l'installation des nicheurs) ;
- à un travail en partenariat avec un réseau d'éleveurs favorables à la biodiversité.

Ce rapport concerne essentiellement les 2 derniers points, qui faisaient l'objet de la demande auprès de la DREAL.

2. Caractérisation des zones de nidification

2.1. Éléments sur la biologie de l'espèce en période de nidification

Les barges à queue noire s'installent isolément ou en semi-colonies lâches, dans des milieux ouverts, généralement des prairies hygrophiles ou méso-hygrophiles (Broyer & Bernard, 1995 ; Bargain *et al.*, 1999). Sur ses sites de reproduction, l'espèce cohabite souvent avec d'autres limicoles comme le Vanneau huppé (*Vanellus vanellus*) et le Chevalier gambette (*Tringa totanus*). En effet, la vigilance et l'agressivité de ces espèces envers les prédateurs potentiels contribuent à la sécurité des pontes (Ibañez & Trolliet 1990).

L'installation des nicheurs a lieu à partir de mi mars et se poursuit jusqu'en mai. Les oiseaux reviennent sur leur site de nidification de l'année précédente, avant éventuellement d'en changer (Van den Brink *et al.*, 2008). La ponte, de 4 œufs en moyenne, est déposée au sol, dans une cuvette sommaire creusée généralement par le mâle. Les deux partenaires se relaient pendant l'incubation qui dure 22 à 24 jours. A l'élevage des poussins nidifuges, les couples manifestent une forte agressivité à l'encontre des intrus ou des prédateurs potentiels. Les jeunes sont aptes au vol entre 30 et 35 jours après l'éclosion (Robin *et al.*, *in prep*).

La Barge à queue noire s'alimente en sondant la vase ou le sol humide avec son bec, plus rarement à vue, et se nourrit surtout de vers, en particulier de lombrics, et d'insectes comme les larves de chironomes (Estrella & Masero, 2010). Les poussins se nourrissent à vue, à 98 % d'arthropodes capturés dans l'herbe (Schekkerman & Boele, 2009).

2.2. Présentation de la zone d'étude

La population reproductrice du Marais breton se trouve dans un secteur de 52 km² environ, dans la partie sud du Marais breton (communes de Beauvoir-sur-Mer, La Barre-de-Monts, Notre-Dame-de-Monts et Le Perrier). Le principal noyau de population se situe sur la frange marais salé/marais doux (Robin *et al.* 2012), appelée "marais sub-saumâtre". Une petite population excentrée, assez mal connue mais estimée à 3-8 couples, se trouve dans le marais doux du Perrier, à 7 km à vol d'oiseau au sud-est du noyau principal.

La zone étudiée pour la caractérisation des sites de nidification concerne le principal noyau de population (elle ne prend pas en compte les nicheurs de la commune du Perrier). Ceci représente une surface de 2 750 hectares (fig. 2), avec une majorité de prairies permanentes exploitées pour la fauche ou le pâturage. Elle comprend une partie de marais doux (dont les fossés sont alimentés en eau douce provenant du bassin versant) et une partie de marais salé (dont les fossés et certains bassins sont alimentés en eau salée provenant de la mer par le mouvement des écluses).

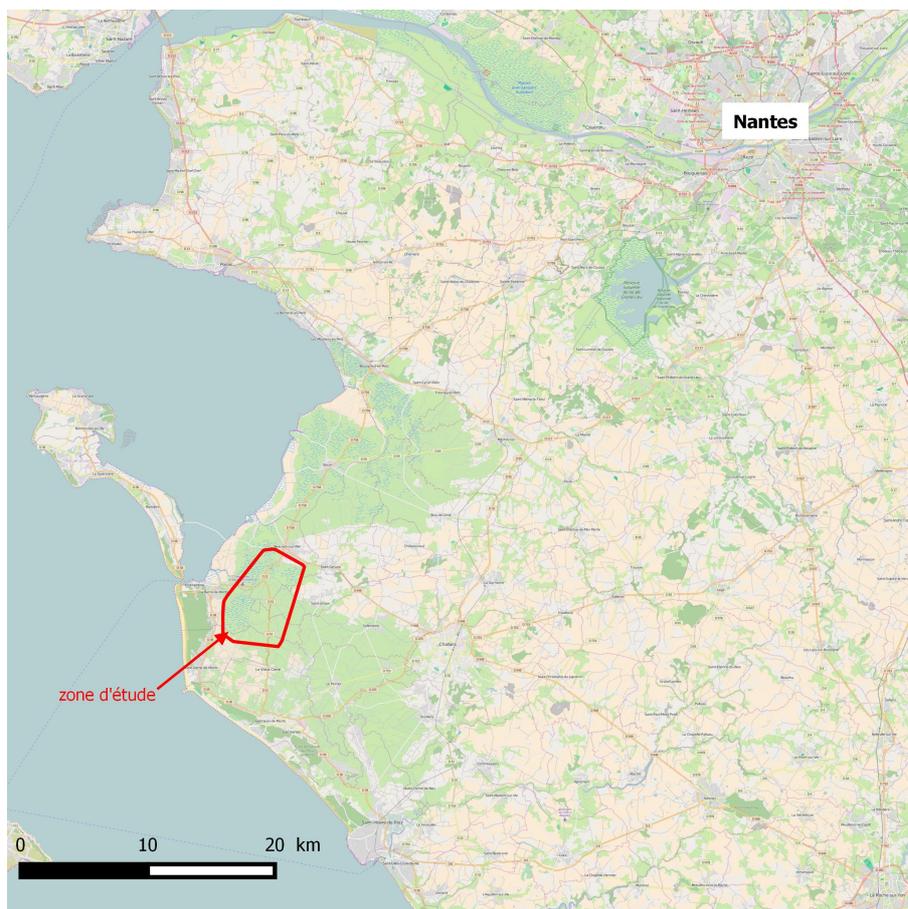


Figure 2 - Localisation de la zone d'étude

2.3. Recensement des nicheurs sur le terrain

Depuis plusieurs années, les équipes de permanents et de bénévoles de la LPO Vendée effectuent, en partenariat avec la Communauté de Communes Océan Marais de Monts, un comptage systématique des effectifs nicheurs. Cette méthode s'inspire de la technique du *field-by-field count* utilisée notamment par O'Brien & Buckingham (1989). Elle consiste en des itinéraires de recensement qui sont parcourus à faible vitesse, en une seule journée, fin avril ou début mai¹. Dix transects sont actuellement nécessaires pour prospecter l'ensemble de la zone d'étude (fig. 3). Les itinéraires ont été choisis à l'avance et séparés d'environ 500 mètres.

L'avancée de l'observateur est fréquemment interrompue de haltes d'observation (tous les 200 à 300 mètres). Les observateurs observent la surface à prospecter à la jumelle et notent les informations suivantes : nombre de couples, localisation, indices de nidification (par exemple comportement territorial, cris d'alarme, nid...).

Compte tenu de la surface relativement réduite de la zone, et d'observateurs suffisamment nombreux (14 observateurs par équipes de 2 à 4), il est possible de prospecter tous les milieux favorables à la Barge à queue noire dans la zone d'étude de manière exhaustive.

En 2015, le recensement a été effectué le 25 avril. Par la suite et tout au long de la période de nidification, un suivi des couples, des nids et des poussins a été réalisé afin de caractériser l'utilisation de

¹ Compromis entre les dates d'installation échelonnées des couples à partir de la mi mars et des premières éclosions qui entraînent des déplacements des oiseaux parfois loin des sites de nidification

l'habitat des adultes pendant la couvaison et pendant l'élevage des poussins. Ce suivi a permis de choisir les critères d'évaluation de l'habitat en fonction de la biologie de l'espèce.

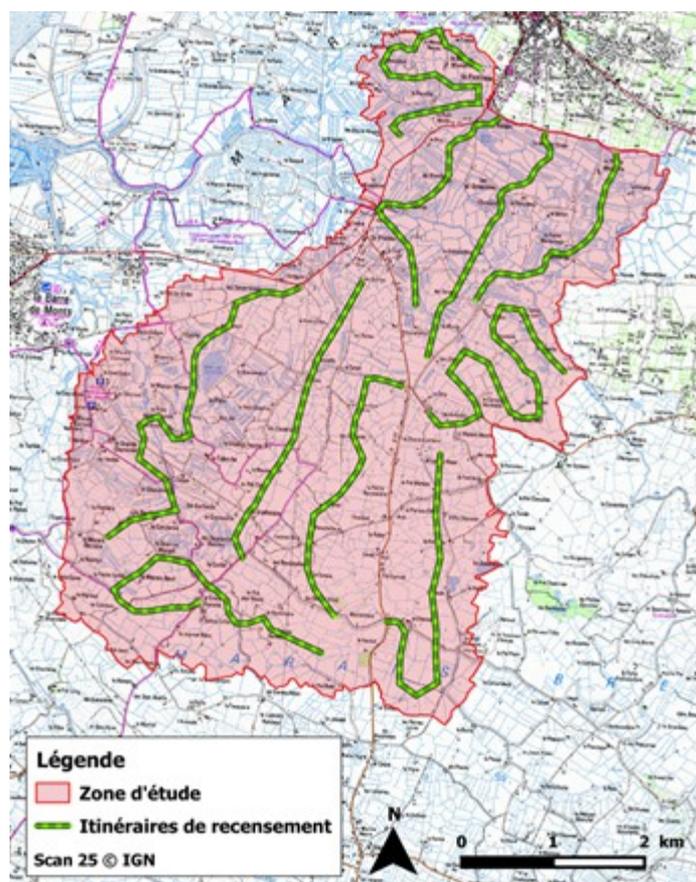


Figure 3 - Itinéraires de recensement des couples nicheurs

2.4. Méthodes d'analyse des données

2.4.1. Test de répartition de l'espèce

Une analyse des plus proches voisins avec bootstrap a été réalisée afin d'évaluer la distribution de l'espèce sur le territoire. Elle consiste à calculer, à 1 000 reprises, la distance moyenne aux plus proches voisins à partir de tirages aléatoires avec remise, d'un nombre de point égal au nombre total de couples recensés.

La distance moyenne aux plus proches voisins du tirage aléatoire a ensuite été comparée avec celle des couples afin de définir si leur répartition est aléatoire, en agrégats ou régulière, de par la différence observée entre les deux distances moyennes.

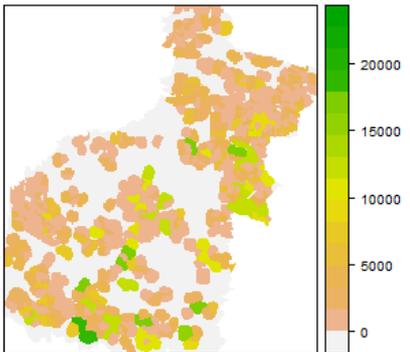
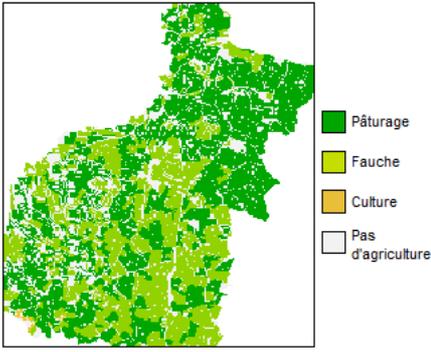
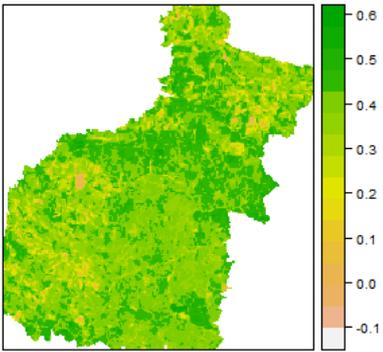
2.4.2. Choix des critères d'évaluation de l'habitat

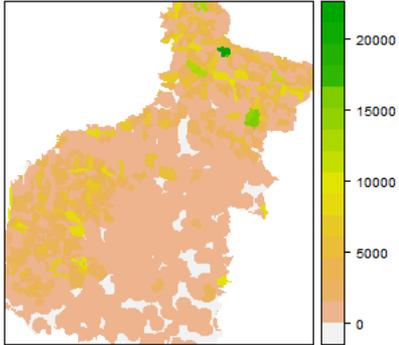
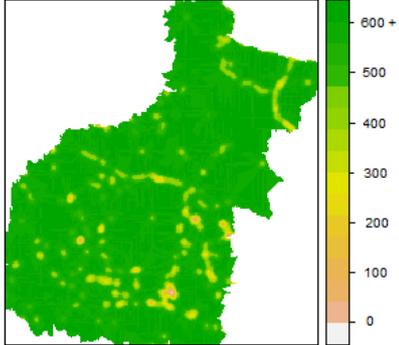
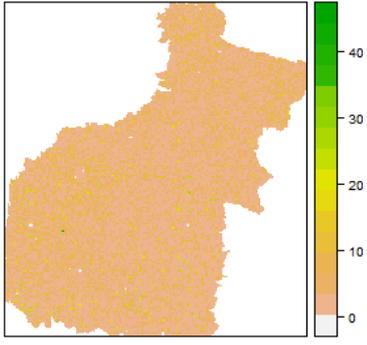
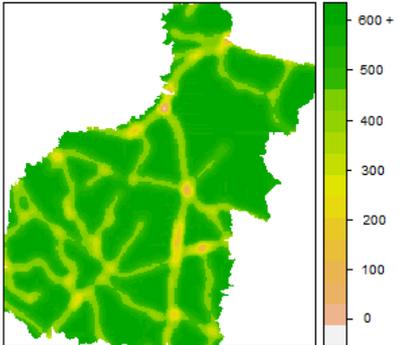
Les paramètres d'évaluation de la sélection de l'habitat ont été choisis sur la base des informations de la littérature et de notre connaissance locale du terrain.

Dans la zone d'étude, les couples installés fréquentent un "territoire" d'environ 30 ha autour du nid (soit un rayon d'environ 300 m). Cette information permet de prendre en considération l'ensemble de la surface utilisée pour chaque couple lors du calcul de la sélection de l'habitat par évaluation des paramètres environnementaux retenus.

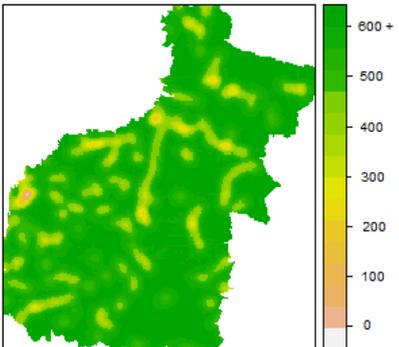
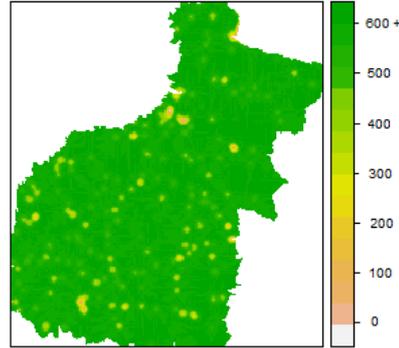
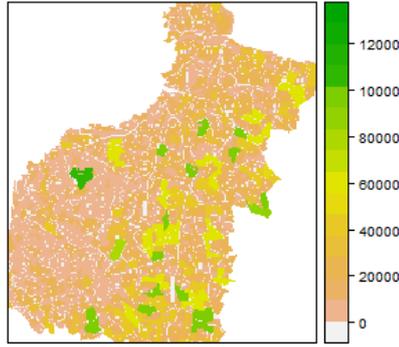
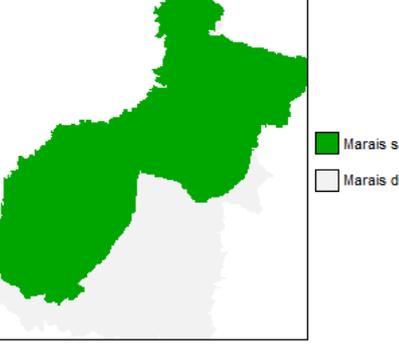
Douze variables (tab. 1) ont été mesurées et analysées par rasterisation sous SIG (Qgis). La taille des pixels est de 30 m x 30 m, correspondant la plus dimension disponible pour le paramètre NDVI.

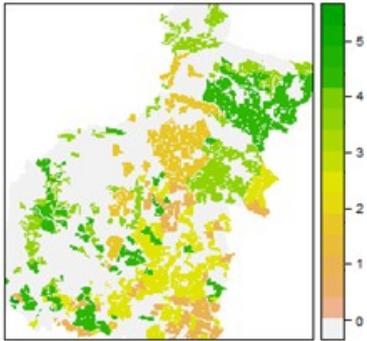
Tableau 1 - Description des paramètres d'évaluation de la sélection de l'habitat et image raster correspondante

| Paramètre | Description | Image raster |
|--|--|--|
| Surface de prairies hygrophiles (m²) | Les prairies hygrophiles ont été recensées par examen croisé des photographies aérienne (orthophoto 2013) et du litto3d (données altimétriques de l'IGN, obtenues par un laser topographique aéroporté). Cet examen a été complété par des sessions de terrain (début juin 2015) pour évaluer le véritable caractère hygrophile des prairies (cortège de végétation typique des dépressions inondées au printemps). |  |
| Pratiques agricoles (variable qualitative) | Le type d'exploitation de chaque parcelle de la zone d'étude a été défini par un examen des photos aériennes (2013) et par confirmation sur le terrains. Certains agriculteurs ont été mis à contribution pour préciser les pratiques |  |
| NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) | Le NDVI pris en compte est celui d'avril 2015. Il est disponible sur le serveur Earth Explorer de l'USGS (United States Geological Survey). Il est construit à partir des canaux du rouge (R) et du proche infra-rouge (PIR) : $(PIR - R) / (PIR + R)$. Les valeurs les plus élevées correspondent au couvert végétal le plus dense. |  |

| Paramètre | Description | Image raster |
|---|--|--|
| Surface en eau libre (m²) | Les surfaces en eau sont tirées de la BD topo® (Base de données topographique, IGN). Elles représentent l'ensemble des marais en eau, des stations d'épuration et des mares. |  |
| Ouverture du milieu (m) | Cette variable prend en compte la distance aux strates arbustives et arborées de la zone d'étude. Le linéaire de haies provient du travail de la Fédération Régionale des Chasseurs (réalisé en 2008 pour le compte du Conseil Régional), et complété (boisements et arbres isolés) par examen de l'orthophoto 2013. Dans la zone d'étude, il s'agit essentiellement de linéaires de tamaris et de bosquets de cyprès. |  |
| Microrelief (m) | Le relief est défini par un calcul de pentes, elles représentent la différence d'altitude entre chaque pixel du raster litto3d. Les parties les plus hautes des parcelles correspondent aux bourrelets de curage et aux bossis. Les parties basses correspondent aux rigoles de drainage, aux fossés et aux loires ² . |  |
| Distance aux routes (m) | Le linéaire de route est tiré de la BD topo®. Les routes ont été classées en 3 niveaux, selon l'importance du trafic routier. La distance à la route a été calculée en prenant en compte le poids de l'importance du trafic routier, pour chaque pixel de la carte raster. |  |

²Nom local donné aux zones basses inondables des prairies

| Paramètre | Description | Image raster |
|-----------------------------------|---|--|
| Distance aux chemins (m) | Le linéaire de chemin est tiré de la BD topo®. Le même calcul que celui de la distance aux routes a été réalisé, avec 2 niveaux de fréquentation des chemins. Les chemins ont été différenciés des routes, car le niveau de dérangement créé par la circulation des véhicules et des personnes n'est potentiellement pas le même. |  |
| Distance au bâti (m) | Le bâti est disponible via la BD topo®. Il représente l'ensemble des constructions de la zone d'étude (bâtiments agricoles, maisons..). La distance au bâti le plus proche a été calculée pour chaque pixel de la carte raster. |  |
| Surface des parcelles (m²) | L'ensemble des surfaces cadastrales a été calculée. La taille des parcelles varie beaucoup dans la zone d'étude, passant de plusieurs hectares à quelques ares. Le marais doux (à l'est de la zone) présente globalement des plus grandes parcelles que le marais salé. |  |
| Salinité (valeur binaire) | Cette variable concerne les limites du réseau doux/salé à partir du travail effectué par l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques, en 2012. Au nord-ouest se situe le marais salé composé d'anciens marais salants et au sud-est se situe le marais doux qui échappe à l'influence des eaux salées (voir §2.2). |  |

| Paramètre | Description | Image raster |
|---|---|---|
| MAE (Mesures Agro-environnementales) (niveaux) | Différents niveaux de MAE sont appliqués sur la zone d'étude : - 0 : Pas de mesure - 1 : Fauche 25 mai / Fertilisation limitée - 2 : Fauche 1 juin / Fertilisation limitée - 3 : Fauche 5 juin / Pas de fertilisation - 4 : Fauche 10 juin / Pas de fertilisation - 5 : De même que le niveau 4, en plus du maintien des loires en eau Les niveaux retenus ici sont ceux des engagements de 2012 (contrats de 5 ans) |  |

Le paramètre MAE est en réalité lié de près aux pratiques agricoles et aux surfaces hygrophiles (les cahiers des charges 4 et 5 imposant de conserver de l'eau sur les prairies au printemps). Cependant, d'une part tous les agriculteurs qui conservent de l'eau ne contractualisent pas forcément des MAE, ce paramètre ne pouvait donc être conservé seul comme indicateur des pratiques hydrauliques. D'autre part, d'un point de vue de la valorisation auprès des acteurs du territoire, il était important de le conserver, car la contractualisation MAE est un outil connu de tous, pour lequel les gestionnaires ont en outre besoin de critères d'évaluation.

2.4.3. Analyse factorielle du système général niche-environnement (GNESFA)

Habitat, niche écologique et choix de l'analyse multivariée

Selon une définition commune, l'habitat correspond aux ressources et conditions présentes dans un secteur occupé par un organisme donné (Hall *et al.*, 1997). Le but de l'étude est d'évaluer et d'identifier les caractéristiques environnementales qui font qu'un endroit est approprié pour l'espèce.

Les méthodes d'analyse de l'habitat récentes sont fondées sur le concept de *niche écologique* telle qu'il a été formalisé par G.E. Hutchinson en 1957. La méthode de la *GNESFA* (pour *General Niche-Environment System Factor Analysis*) en "design I" (Thomas & Taylor, 2006), qui est une méthode d'analyse multivariée, a été retenue pour analyser la niche écologique de l'espèce dans la zone d'étude. En effet, cette méthode convient aux données de présence de l'espèce, où les individus ne sont pas identifiés.

L'utilisation de l'habitat est évaluée à l'échelle de la population. Un lot de variables environnementales est mesuré, définissant ainsi la zone d'étude et ses caractéristiques précises. L'idée est que chaque variable environnementale, représentée par une carte, définit une dimension de l'espace écologique. Ces cartes sont des rasters, de sorte que la zone est représentée par un assemblage de pixels (l'avantage du raster en termes d'analyse statistique est que toutes les unités de bases de la carte ont la même surface). Dans notre cas, les rasters sont composés de 29 274 pixels de 30 m x 30 m. Chaque pixel de la zone d'étude est donc caractérisé pour chacune des variables et correspond à un point dans l'espace écologique. L'ensemble de ces points définit un hyper-espace (espace à n dimensions, n étant le nombre de paramètres retenus, 12 dans notre cas) disponible pour l'espèce (fig. 4).

La niche écologique est définie comme l'hyper-espace dans lequel l'espèce peut potentiellement maintenir une population viable (Hutchinson, 1957). Elle est matérialisée géométriquement par l'ensemble des points correspondant à une ou plusieurs localisations (pixels utilisés). L'hypothèse de travail est que la localisation réelle de couples de barges représente une bonne estimation de la niche écologique de l'espèce dans la zone d'étude (voir aussi fig. 4).

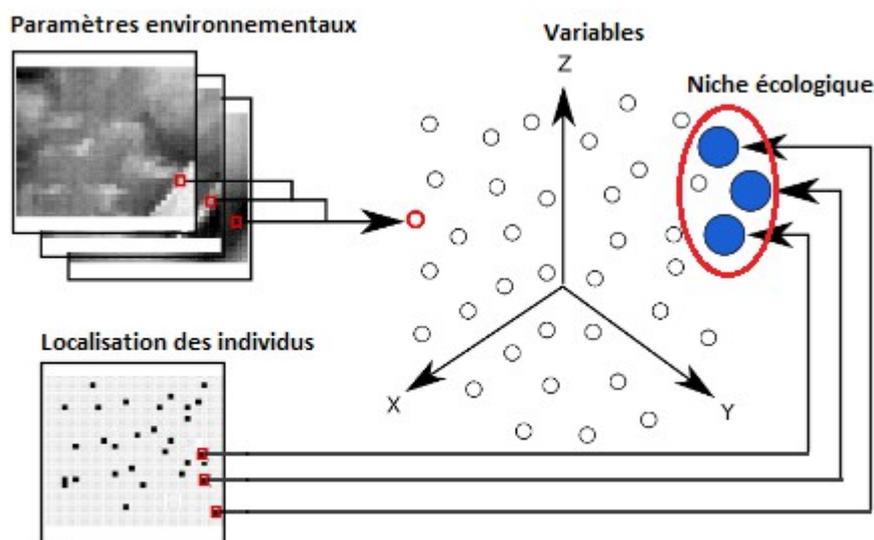


Figure 4 - Schéma de compréhension de la GNESFA (d'après Calenge, 2011)

Chacune des variables environnementales définit une dimension dans un espace multidimensionnel, l'espace écologique. Les unités de ressources (pixels) définissent un nuage de points dans cet espace. Chaque point est associé à un espace utilisé ou un espace disponible. L'analyse permet de constater, dans l'espace écologique, les directions sur lesquelles ces deux distributions sont les plus différentes.

GNESFA et identification des paramètres de sélection de l'habitat

L'analyse factorielle a été effectuée à l'aide du logiciel R, par le biais du package AdehabitatHS (Calenge, 2011). Cette analyse est un algorithme qui généralise plusieurs analyses factorielles de la niche écologique. Elle permet d'explorer les différences entre l'utilisation et la disponibilité de l'habitat, afin de les relier avec des directions particulières de l'espace écologique. Deux concepts sont évalués dans cette analyse : la marginalité et la spécialisation.

La **marginalité** correspond à l'écart entre le milieu moyen utilisé et le milieu moyen disponible, elle définit l'excentricité de la niche par rapport aux conditions disponibles. En d'autres termes, la marginalité est la différence entre les zones de présence de la Barge à queue noire et la zone d'étude entière, c'est-à-dire la zone où on pourrait trouver l'espèce. Plus la niche est excentrée, plus la marginalité est forte et plus les conditions moyennes utilisées par l'espèce s'écartent des conditions moyennes disponibles.

La **spécialisation** est une mesure d'étroitesse de la niche, elle est mesurée par le rapport des variances des conditions disponibles et des conditions utilisées. Plus une espèce est spécialiste, plus sa niche écologique est étroite, la spécialisation correspond ainsi à la tolérance d'une espèce par rapport aux conditions environnementales. Pour évaluer ces deux concepts, l'analyse utilise des méthodes graphiques.

Le principe de base consiste à choisir l'une des deux distributions (l'utilisation ou la disponibilité) comme la distribution de référence et l'autre comme la distribution "focus". L'intérêt principal de l'analyse étant lié à l'identification des variables qui influent sur la sélection de l'habitat par l'espèce, le choix s'est porté sur la FANTER (Factor Analysis of the Niche, Taking the Environment as the Reference), où l'espace disponible est utilisé comme distribution de référence et l'espace utilisé comme "focus", étant donné que l'on cherche à évaluer l'espace utilisé (la niche écologique).

L'utilisation sous R des fonctions du package *ade4* (Chessel *et al.* 2004) est utilisé comme une étape préliminaire pour préparer le tableau de données pour l'analyse, de sorte que la distribution de référence prenne une forme sphérique standard dans l'espace multidimensionnel (sphérisation). Les différentes variables ont été normalisées par le biais de l'analyse d'Hill-Smith (Hill & Smith, 1976) puisque notre jeu de données contient deux types de variables (numériques et catégorielles).

Cette standardisation permettra de comparer la distribution de référence avec la distribution focus, en réalisant une analyse non centrée en composantes principales de la distribution "focus". Le résultat de cette analyse permet d'identifier les directions de l'espace écologique où les deux distributions (disponible et utilisée) sont les plus différentes.

Modélisation de l'habitat favorable dans la zone d'étude

La première analyse (GNESFA) a permis de mettre en avant les paramètres environnementaux les plus importants pour la sélection des sites de nidification.

Une seconde analyse a été employée pour prédire la répartition des habitats favorables à l'espèce. Il s'agit de modéliser la distribution de l'espèce à l'échelle de la zone d'étude, c'est-à-dire de prédire la répartition de l'espèce par l'utilisation des paramètres environnementaux précédemment décrits comme prépondérants, cette fois comme facteurs prédictifs.

La modélisation de la distribution de l'espèce prend en compte la localisation de l'espèce et les valeurs des variables environnementales extraites de données spatiales. Les paramètres environnementaux sont utilisés pour ajuster un modèle qui estime les similitudes avec les sites d'occurrence. Ce modèle est ensuite utilisé pour prédire la répartition de l'espèce à travers une zone donnée (Hijmans & Elith, 2015).

Un modèle linéaire généralisé (GLM) a été utilisé, avec comme variable réponse la présence/absence de l'espèce et comme variables explicatives, les paramètres environnementaux corrélés à la sélection de l'habitat de l'espèce, identifiés par la GNESFA. La fonction "predict" a été utilisée pour effectuer les prédictions en donnant un nouvel ensemble de valeurs pour les variables du modèle utilisé.

Cette analyse a permis de localiser les sites où les valeurs des variables environnementales sont à leur optimum pour l'espèce et de réaliser une carte de probabilité de présence de Barge à queue noire, avec l'hypothèse que cette aire de répartition potentielle est proportionnelle à la qualité de l'habitat.

Le résultat a permis la localisation des zones propices, colonisées ou non par l'espèce, et des zones dans lesquelles les facteurs environnementaux ne sont pas favorables à l'heure actuelle (Gibson *et al.*, 2004 ; Chefaoui *et al.*, 2005).

2.5. Résultats

2.5.1. Localisation des couples de barges à queue noire en 2015

Les 10 itinéraires de recensement parcourus le 25 avril 2015 ont permis de dénombrier 82 couples de barge à queue noire dans l'ensemble de la zone d'étude (fig. 5).

On peut d'ores et déjà remarquer graphiquement que la répartition des couples reproducteurs n'est ni aléatoire, ni régulière. En effet, elle forme des colonies lâches, avec une colonie principale au centre du site étudié.

Le test de la répartition des couples (distance aux plus proches voisins et comparaison avec le tirage aléatoire, cf §2.4.1.) a permis de confirmer que l'espèce se répartit en agrégats (fig. 6). Les répétitions successives de distributions aléatoires de couples (bootstrap) permettent en effet de calculer une moyenne aux plus proches voisins située entre 261 et 348 mètres, tandis que la répartition réelle de l'espèce indique une moyenne aux plus proches voisins de 172 mètres. Cette dernière étant amplement plus petite que la



distribution des moyennes du bootstrap, elle confirme la répartition de l'espèce n'est pas homogène sur la zone d'étude.

De fait, de nombreux limicoles ont tendance à nicher en colonies lâches. Mais cette répartition en agrégats peut aussi signifier une forte sélection d'un habitat par l'espèce, et une hétérogénéité des ressources dans la zone (voir à ce sujet les résultats de la modélisation).

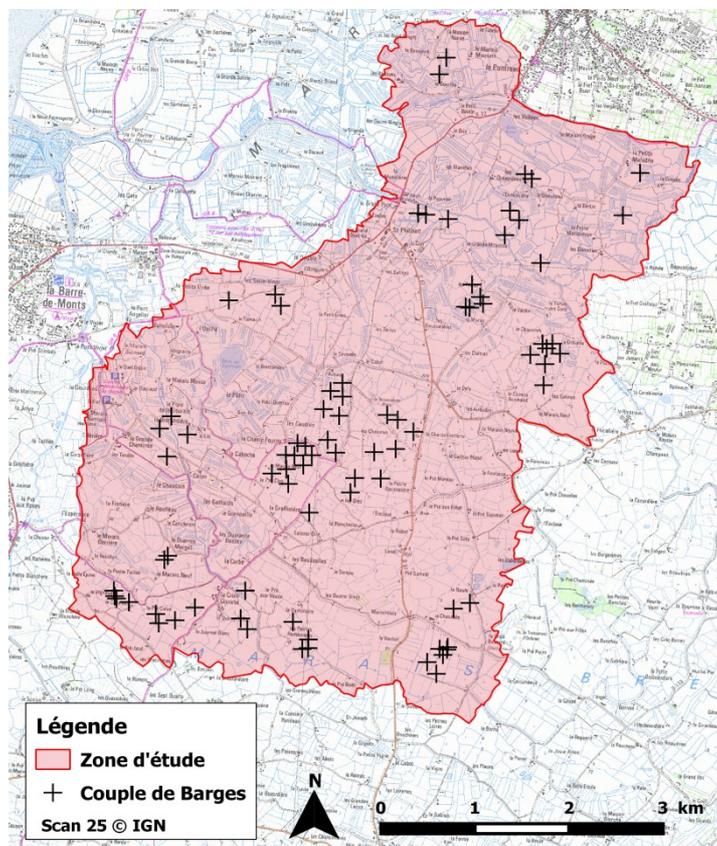


Figure 5 - Localisation des couples de barges à queue noire dans la zone d'étude (comptage du 25 avril 2015)

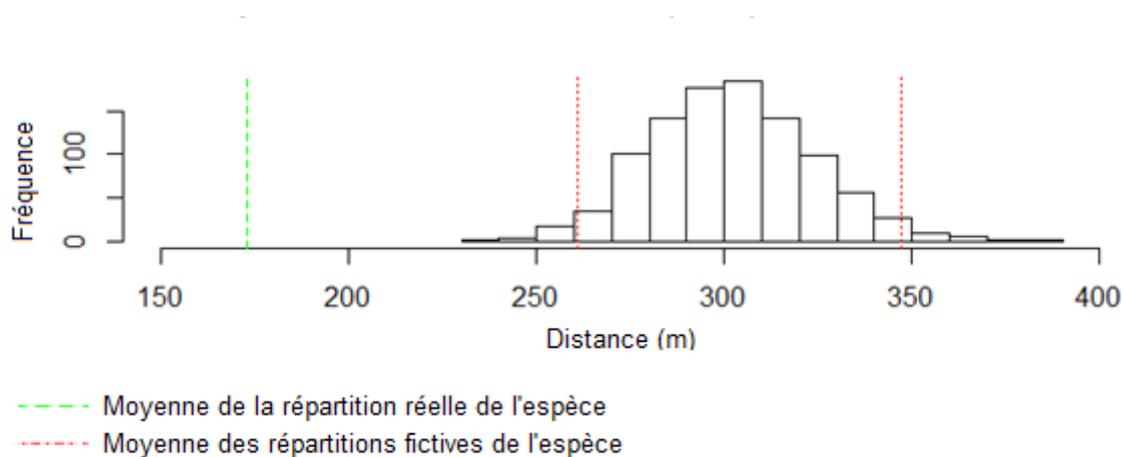


Figure 6 - Moyenne des distances aux plus proches voisins pour les répartitions fictives (succession de 1 000 tirages aléatoires) et pour la répartition réelle des couples dans la zone d'étude

2.5.2. Caractérisation de la niche écologique de l'espèce (GNESFA)

Distribution des variables environnementales dans l'espace disponible et dans l'espace utilisé

Dans un premier temps, une évaluation graphique de la distribution des variables environnementales dans les unités de ressources (ou pixels) disponibles et utilisées par l'espèce a été effectuée afin d'identifier les paramètres qui déterminent *a priori* la sélection de l'habitat par les barges (fig. 7).

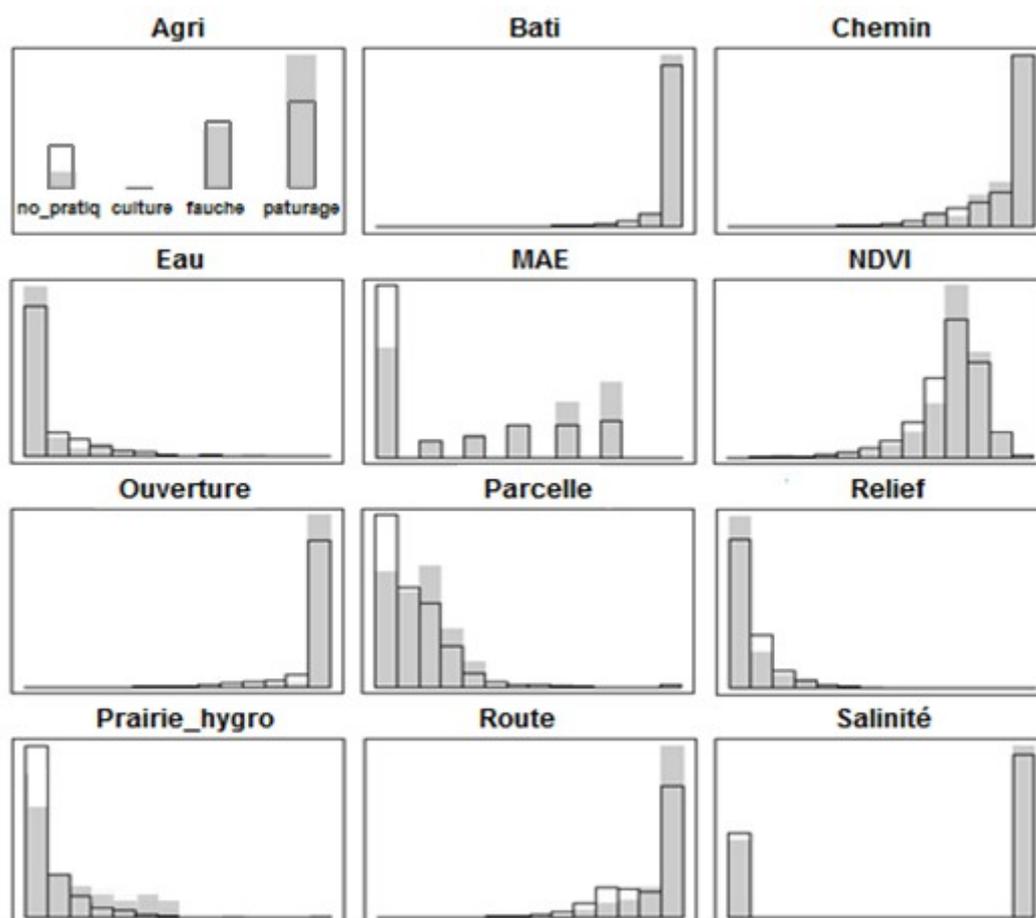


Figure 7 - Répartition des variables environnementales dans l'espace utilisé (gris) et dans l'espace disponible (blanc) de la zone d'étude.

Par exemple, pour le graphique "Agri", lire : les pixels où se trouvent des barges à queue noire sont proportionnellement plus pâturés (en surface) que l'ensemble des pixels étudiés

On constate une forte utilisation par l'espèce des prairies destinées au pâturage, et des parcelles qui appliquent des mesures agro-environnementales de niveau 4 et 5 (fauche tardive au 10 juin, sans fertilisation pour le niveau 4, avec en plus, pour le niveau 5, le maintien de 10 % au moins de la surface en eau). On remarque aussi que l'espace utilisé se répartit davantage dans les zones où la surface de prairies hygrophiles est relativement importante.

Dans une moindre mesure, une sélection s'observe pour les secteurs où la surface en eau représente une faible part du territoire, pour des milieux à forte densité de végétation, et pour des grandes surfaces cadastrales.

On remarque aussi une préférence pour des sites éloignés des routes, des chemins et du bâti, pour les zones ouvertes (peu de linéaire arbustif et de bosquets), et aussi pour les zones à faible relief. La majorité des unités de ressources de la zone se trouvent toutefois à une grande distance du bâti, des routes et des

chemins puisque la zone d'étude ne présente pas une forte urbanisation. La différence entre l'espace utilisé et l'espace disponible sur ces variables n'est donc pas flagrante *a priori*, même si l'espèce est globalement présente dans les sites les plus éloignés de l'urbanisation.

La FANTER (*Factor Analysis of the Niche Taking the Environment as the Reference*)

Suite à la normalisation des données (cf. §2.4.3), l'analyse FANTER est lancée. Elle prend en compte l'espace disponible comme distribution de référence. Cette dernière étape de la GNESFA permet l'analyse de la distribution de l'espace utilisé dans cet espace écologique déformé. Cette analyse est effectuée en utilisant une analyse en composantes principales non-centrée. Le choix du nombre d'axes gardés pour l'analyse s'effectue par rapport à l'éboulis des valeurs propres (fig 8).

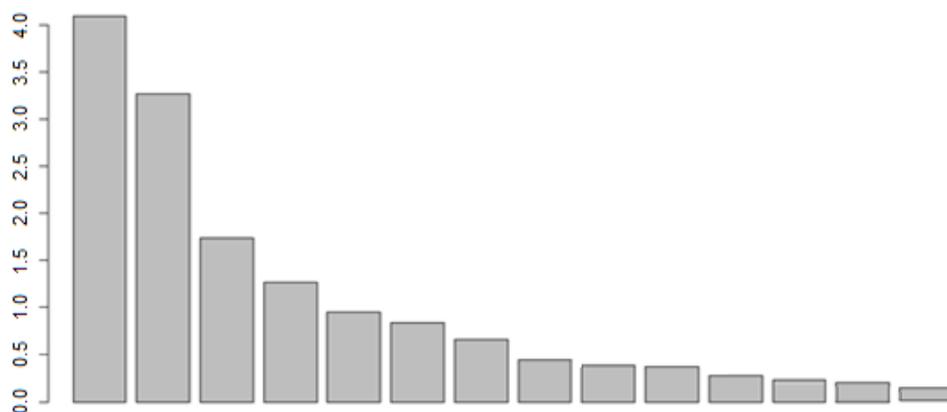


Figure 8 - Éboulis des valeurs propres, permettant de sélectionner les axes explicatifs

Les premières composantes correspondent à la marginalité et les dernières à des directions de spécialisation. L'éboulis des valeurs propres de la FANTER indique deux patterns dans les données sur les deux premières composantes (C) de l'analyse (un coude est visible après la deuxième composante). En effet, on obtient : $C1= 4.18$ et $C2= 3.23$, ce qui explique 52 % de l'inertie totale.

Un test de Monte Carlo (Metropolis & Ulam, 1949) a été effectué afin d'évaluer la significativité de ces dernières. Un millier de jeux de 82 localisations a été réparti de manière aléatoire dans la zone. Les valeurs réelles ont été comparées à ces distributions aléatoires. Cette analyse montre que les résultats sont significatifs avec une P-valeur inférieure à 0,003 pour les deux premières composantes. Ces dernières sont définies par les paramètres environnementaux dont la distribution de l'utilisation diffère le plus de la distribution de disponibilité, ce qui représente une certaine marginalité. A contrario, aucune cassure n'est visible sur les dernières composantes qui représentent la spécialisation. Cela signifie qu'il n'y a pas de directions où la largeur de la distribution de l'utilisation est plus petite que la largeur de la distribution de la disponibilité. On retient donc les deux premières composantes des valeurs propres de la FANTER afin de réaliser le nuage de points des espaces disponible et utilisé en fonction des axes ($X=C1$ et $Y=C2$) (fig. 9).

L'espace disponible est centré sur l'origine, puisqu'il a été défini comme référence. Il représente une forme sphérique dû à la standardisation des données. L'espace utilisé se déforme en fonction des différences observées avec la distribution des variables environnementales de l'espace disponible.

On remarque que la niche écologique de l'espèce est corrélée aux valeurs positives de l'axe 1 et de l'axe 2 (fig. 9). La distance entre le centre de gravité de la niche écologique et le centre de gravité de l'habitat disponible est assez importante, résultant d'une marginalité prononcée. L'optimum de l'espèce est donc assez différent des conditions moyennes disponibles.

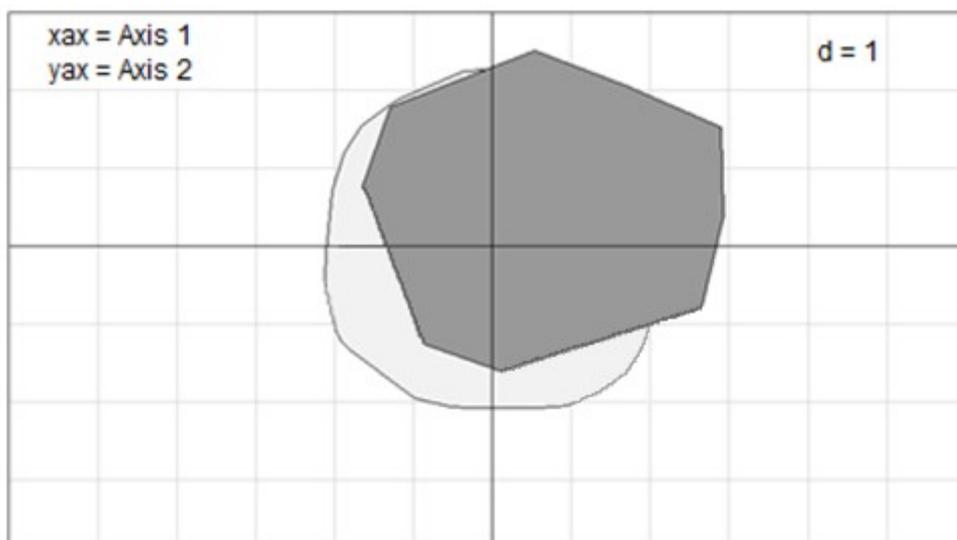


Figure 9 - Distribution de l'espace disponible (gris clair) et de l'espace utilisé (gris foncé) sur les axes déterminés par l'analyse

Pour avoir un regard sur la définition des axes par rapport aux variables, une projection de la niche écologique avec les corrélations entre les variables environnementales et les axes a été réalisée (fig. 10).

Les corrélations entre les variables environnementales et les deux premiers axes sont indiqués par la longueur des flèches. Les lignes de quadrillage (séparés par une distance de 0,2) permettent de mesurer ces corrélations sur le graphique.

Le premier axe est défini par des surfaces de prairies hygrophiles ($R= 0.83$) et dans une moindre mesure par le pâturage ($R=0.52$). Autrement dit, plus la surface de prairies hygrophiles (et de prairies pâturées) est importante, plus l'espace est occupé par l'espèce.

Le deuxième axe est corrélé positivement avec les niveaux de MAE ($R= 0.77$). Autrement dit, plus le niveau de MAE est élevé, plus les oiseaux répondent positivement.

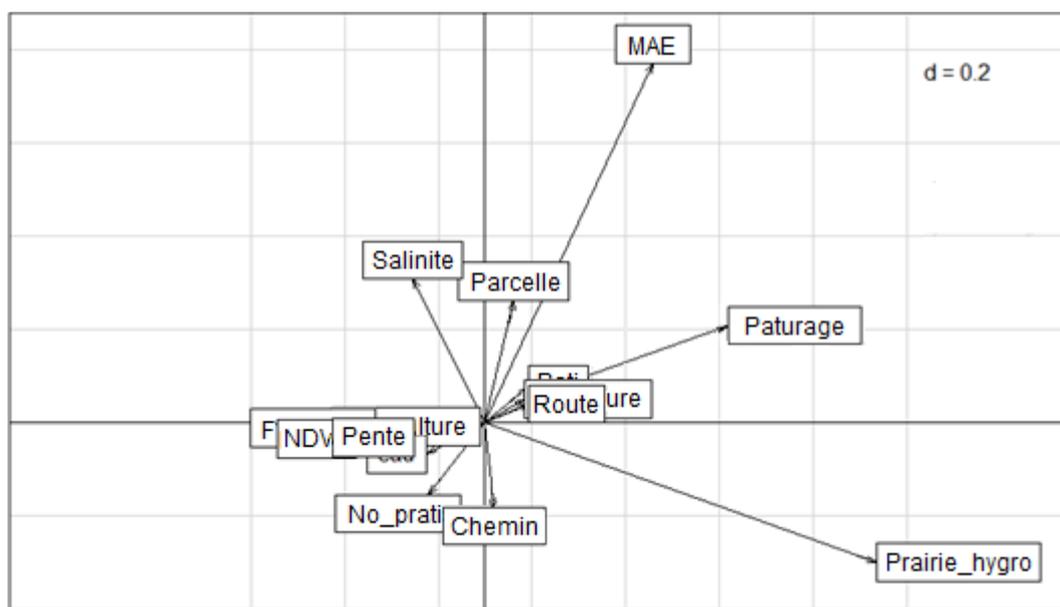


Figure 10 - Corrélations entre la présence de Barge à queue noire et les 12 variables environnementales de la zone d'étude

Les couples de Barge à queue noire sont donc localisés prioritairement dans les secteurs où la surface de prairie hygrophile est importante, et dans les secteurs où les niveaux de MAE sont élevés (fauche tardive ou pâturage, pas de fertilisation, maintien en eau des zones de dépressions au printemps).

A un niveau moins important, les parcelles pâturées sont plus favorables à la présence de l'espèce que les prairies de fauche et les cultures (les cultures sont toutefois presque absentes du territoire concerné).

Notons que le paramètre "route" n'est pas statistiquement corrélé à la présence de l'espèce, mais nous verrons dans le paragraphe qui suit que ce paramètre joue un rôle dans la fragmentation de l'habitat.

2.5.3. Localisation des sites favorables à l'espèce (modélisation)

La carte de probabilité de présence de l'espèce a été réalisée en fonction des variables corrélées aux axes 1 et 2 de la GNESFA (prairies hygrophiles, MAE et pâturage). Cette probabilité a permis de mettre en évidence les habitats *a priori* favorables à l'espèce dans l'ensemble de la zone étudiée.

On remarque 3 grandes zones où les habitats sont favorables (probabilité de présence de l'espèce entre 0,5 et 0,99, fig. 11).

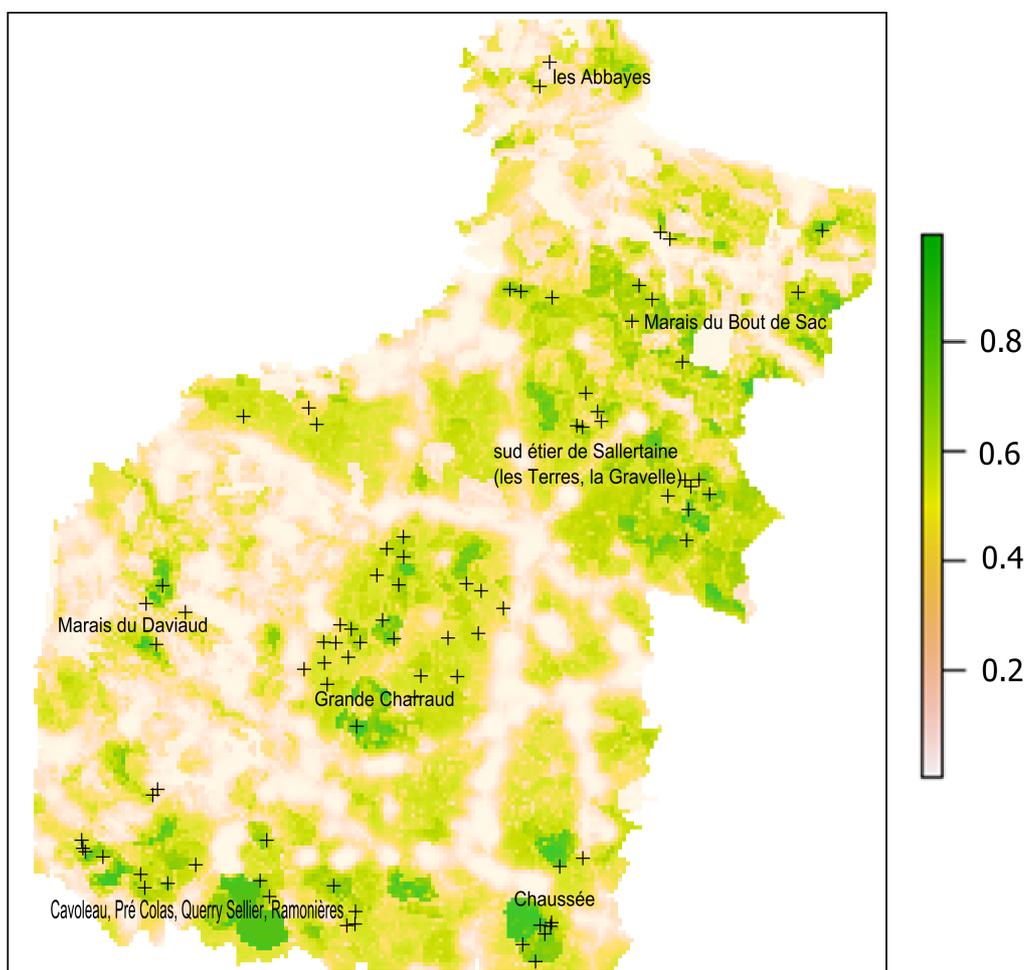


Figure 11 - Probabilité de présence de l'espèce (les croix représentent, pour information, les couples nicheurs de 2015). Plus le vert est foncé plus les habitats sont *a priori* favorables et plus la probabilité de présence de l'espèce est élevée.

Le premier secteur se trouve au sud de la zone d'étude (nord de la commune de Notre Dame de Monts, comprenant les secteurs du Cavoleau, du Pré Colas, du Querry Sellier, des Ramonières, de la Chaussée). Il comprend de grandes surfaces de prairies hygrophiles et, plus à l'ouest, des prairies destinées au pâturage ainsi que des MAE de niveau 5. Ce secteur est en partie exploité par des agriculteurs qui ont fait le choix non seulement de contractualiser des niveaux élevés de MAE mais aussi de s'engager plus avant dans la protection de la biodiversité (voir aussi §2.6). Certains terrains sont propriétés de la LPO.

Le deuxième secteur, au centre (Grande Charraud), est défini par un moins grand nombre de parcelles concernées par des MAE de niveaux élevés. Mais la surface totale en zones hygrophiles est importante, ainsi que les surfaces pâturées. Notons aussi qu'il s'agit d'un secteur éloigné des routes principales. Le petit secteur apparaissant à l'ouest de ce noyau central correspond aux marais du Daviaud (Espace Naturel Sensible), dont la gestion est en particulier destinée à améliorer les capacités d'accueil des limicoles nicheurs.

Enfin, le dernier secteur, plus au nord-est (secteur du Bout de Sac et sud de l'étier de Sallertaine entre les Terres et la Gravelle), apparaît comme très favorable puisque qu'il y a une répartition plus homogène des milieux favorables à l'espèce, de plus, sur une grande superficie. Les MAE de niveau 4 sont appliquées au sud de ce secteur tandis qu'au nord le niveau 5 est plus représenté. On retrouve des prairies hygrophiles et du pâturage dans la majeure partie de cette zone. Les marais du Bout de Sac sont pour partie propriétés de la LPO et du Conservatoire du Littoral (projet de Réserve Naturelle Régionale, non abouti), qui louent les terrains à des agriculteurs par des baux ruraux à clauses environnementales. Ces agriculteurs pratiquent cependant une agriculture beaucoup plus conventionnelle que ceux du secteur sud. La figure 11 montre que dans cette grande zone à priori favorable, les couples de barges sont relativement localisés, des zones entières n'étant pas occupées.

Les secteurs les moins favorables (nord et sud-ouest) sont des milieux où l'on retrouve de grandes surfaces en eau (anciens marais salants), donc des surfaces de prairies plus restreintes. Les prairies sont également plus bosselées.

Il n'y a donc pas une répartition homogène des sites de nidification favorables pour la Barge sur la zone d'étude, ce qui laisse penser qu'en plus de la grégarité de l'espèce, la sélection de l'habitat joue aussi un rôle dans la répartition en agrégats des individus (cf. § 2.5.1). De plus, cette hétérogénéité de la répartition des sites favorables est accentuée par une fragmentation due à la présence des routes.

2.6. Discussion

2.6.1. Paramètres déterminant la sélection de l'habitat

Le traitement des données par l'analyse multivariée de 12 paramètres "environnementaux" montre que la sélection de l'habitat par la Barge à queue noire s'effectue sur :

- la surface de prairies hygrophiles (= loires conservant de l'eau tardivement au printemps, c'est à dire non drainées³). Les zones inondées sont utilisées au printemps par les barges nicheuses comme sites d'alimentation à proximité des nids situés sur les bossis.
- le pâturage, ce qui peut aussi induire une sélection d'habitat hygrophile puisque dans les parcelles destinées au pâturage, les pratiques de drainage sont généralement moins répandues que sur les prairies de fauche. Le pâturage favorise en outre une mosaïque de milieux plus importante, permettant aux oiseaux à la fois d'établir leur nid (dans les zones plutôt dégagées) et d'élever leurs poussins (dans les zones de végétation plus haute, où ils peuvent se cacher plus facilement). Enfin,

³Le "drainage" consistant, dans le marais breton, en la création de rigoles pour évacuer l'eau vers les fossés

la présence du bétail est probablement plus favorable au développement des invertébrés terrestres dont se nourrissent les poussins.

- les niveaux élevés de contrats MAE (pas de fertilisation, fauche au 10 juin, conservation de 10 à 20 % de la surface des prairies en eau au printemps). En réalité ce paramètre est étroitement lié aux 2 précédents, notamment pour la présence d'eau au printemps. Nous l'avons cependant conservé pour les raisons expliquées au paragraphe 2.4.2 (notamment comme élément de compréhension pour l'animation du territoire). Notons que moins de la moitié du territoire étudié est concerné par des contractualisations (1 240 ha).

2.6.2. Mesures de gestion

L'analyse a donc permis de confirmer que la Barge à queue noire sélectionne des habitats de zones humides en bon état (présence de zones inondables) où la nourriture est la plus abondante pour l'espèce.

Ces résultats, bien que non surprenants (les naturalistes savent que les zones de prairies naturelles pâturées et inondables au printemps sont favorables aux limicoles nicheurs), permettront d'asseoir les arguments en faveur des niveaux élevés de MAE, les seuls permettant d'obtenir de véritables résultats sur une espèce très menacée.

Ces résultats permettront aussi de valoriser, sur le territoire, les pratiques favorables à l'espèce, en dehors des mesures "classiques" de contractualisation MAE, finalement coûteuses pour des résultats marginaux (car la surface engagée dans les niveaux élevés de MAE est faible au regard de la surface totale engagée).

La modélisation des habitats favorables montre que les secteurs gérés en faveur de la biodiversité (Espaces Naturels Sensibles, propriétés du Conservatoire du Littoral, de la LPO, terrains gérés par les communes) sont globalement favorables à l'espèce, mais que les oiseaux peuvent ne pas les occuper. C'est le cas du secteur nord de la zone d'étude (marais du Bout de Sac) : même si une petite population y est toujours présente, elle est de moins en moins importante et les noyaux se sont, depuis 15 ans, très nettement décalés vers le sud, sans que les raisons en soient totalement expliquées.

A contrario, certains de ces espaces gérés en faveur de la biodiversité jouent parfaitement leur rôle dans certains cas (voir les marais du Daviaud, fig. 11).

Dans le secteur sud de la zone d'étude (Cavoleau, Pré Colas, Quarry Sellier, Ramonières, voir fig. 11), où la LPO a également quelques propriétés, les éleveurs ont des pratiques choisies en faveur de la biodiversité. Plusieurs d'entre eux, qu'ils soient locataires de la LPO ou pas, vont ainsi plus loin que le simple cahier des charges des niveaux les plus élevés de MAE, par exemple en laissant inonder volontairement plus de 20 % de la surface de certaines prairies, mais également en ayant des pressions de pâturage très peu élevées. Ce sont d'ailleurs les mêmes exploitants qui sont locataires des marais du Daviaud.

Ces exploitants utilisent par ailleurs très peu de produits phytosanitaires pour le traitement de leurs animaux, ce qui est certainement favorable au cortège d'invertébrés (question restant à creuser à l'avenir).

Dans ce secteur la Barge à queue noire était presque absente au début des années 2000. Elle y atteint maintenant le sud de son aire de répartition.

Cette expérience nouvelle de gestion, hors "réserves" institutionnelles, montre ainsi que l'implication croisée des naturalistes et des paysans peut être extrêmement bénéfique à la biodiversité.

On peut également remarquer que des zones favorables et occupées ne sont pas des secteurs "protégés".

Le pâturage, l'inondation et le comportement grégaire de l'espèce, s'ils jouent un rôle important, ne sont donc peut-être pas les seuls facteurs qui expliquent l'évolution de la population et de sa répartition en Marais breton. Parmi les pratiques agricoles, des paramètres n'ont pas été mesurés (par exemple le

traitement du bétail aux vermicides, mais également la façon de faire tourner les troupeaux), qui pourraient jouer un rôle dans la survie des micro-colonies.

2.6.3. Menaces pesant localement sur l'espèce

La diminution des surface inondées constitue toujours un risque à long terme. Il y a une cinquantaine d'années, une partie du marais était inondé durant quelques mois chaque année, potentiellement de la Toussaint à Pâques, selon les années et les conditions pluviométriques. Aujourd'hui, les inondations sont discontinues, pendant quelques semaines au mieux (Guilleminot & Le Quintrec, 2012), du fait de la volonté d'une majorité d'agriculteurs d'évacuer l'eau plus vite.

En effet, les pratiques agricoles se sont, même dans cette grande zone de prairies naturelles qu'est le Marais breton, intensifiées : augmentation de la productions de bovins à l'ensilage en bâtiments, augmentation des surfaces de fauche aux dépends des surfaces pâturées, amendements des prairies obligeant à drainer en surface pour entrer plus tôt dans les prés, entraînant une banalisation des cortèges végétaux (et donc des cortèges d'invertébrés) et une diminution des surfaces d'habitats hygrophiles.

Le pâturage, s'il est contextuellement favorable à l'espèce (voir ci-dessus), peut aussi, localement, constituer un danger pour le succès des nichées si il devient trop intensif (piétinement des nids par les troupeaux). Ainsi, en 2015 20 % des nids suivis au cours de la saison (n=37) ont été piétinés. Le chargement en bétail doit donc faire l'objet d'une attention particulière même si aujourd'hui, il reste globalement faible dans la zone d'étude (en moyenne 0,6 UGB/ha/an).

Les résultats ont aussi montré une fragmentation des habitats favorables, due majoritairement à la présence des routes. Celles-ci peuvent en outre avoir un impact sur la survie des juvéniles non volants : l'espèce étant nidifuge, et les familles pouvant parcourir de grandes distances, elles sont amenées à traverser des routes et des chemins. Cette fragmentation peut aussi avoir un impact sur le succès de reproduction, celui-ci étant moins important lorsque les oiseaux occupent des petites zones (Gill *et al.*, 2007).

2.6.4. Biais de la méthode

Compte tenu de la charge importante de travail que représente la cartographie des prairies hygrophiles et des pratiques agricoles, l'évaluation des paramètres de sélection des habitats n'a été réalisée que sur une superficie assez restreinte (2 750 ha). L'élargissement de l'analyse à l'ensemble du Marais breton permettrait d'avoir des éléments de compréhension supplémentaires sur la présence somme toute très localisée de l'espèce à l'échelle du territoire, voire sur les mesures de gestion qui pourraient permettre de "gagner" de nouveaux territoires. En effet, l'absence de l'espèce du Marais breton nord, alors que de grandes surfaces inondables et pâturées sont disponibles, continue de nous interroger.

Il aurait été également intéressant d'identifier la pression de pâturage et le type de bétail sur les parcelles concernées, afin d'affiner les pratiques pastorales favorables pour l'espèce. En effet, la pression et le type de pâturage appliqués induisent un cortège et une structure de végétation spécifiques. L'obtention des cahiers de pâturage de toutes les exploitations concernées n'est toutefois pas possible.

Notons enfin que la forte fidélité des oiseaux à leur site de reproduction, allant de quelques mètres à une centaine de mètres (Van den Brink *et al.*, 2008), peut créer un biais dans l'analyse des paramètres de sélection de l'habitat : même si celui-ci se dégrade, les oiseaux reviennent quand même d'une année sur l'autre. Aux Pays-Bas, malgré l'intensification des pratiques agricoles, les barges à queue noire continuent de nicher dans des milieux dégradés (Kentie, 2015). La campagne de baguage couleur, engagée en Marais

breton en 2012, permettra à terme de distinguer les individus déjà présents les années précédentes des individus nouvellement recrutés. La faible proportion d'oiseaux adultes bagués ne permet actuellement pas de le faire. Cependant, les pratiques agricoles en Marais breton depuis 15 ans (longévité estimée de l'espèce) n'ont pas subi de changement aussi radical qu'au nord de l'Europe. De plus, la population du Marais breton étant en légère augmentation, recrute probablement de nouveaux individus, contrairement aux Pays-Bas où la population est en fort déclin (Kentie, 2015). Le biais lié à la philopatrie de l'espèce a donc été jugé acceptable.

3. Valorisation des résultats

Les missions de terrain et les résultats ont impliqué et ont été valorisés auprès de différents publics.

Implication des bénévoles, des éleveurs et des équipes LPO dans les missions de terrain

Le recensement des couples, l'aide au baguage, le suivi des nicheurs et des oiseaux bagués ainsi que la saisie des données ont mobilisé au moins 154 heures de bénévolat (soit 22 jours). Ceci concerne une quinzaine de personnes, qui ont effectué au moins 583 km. La seule journée du 25 avril a mobilisé 10 bénévoles en plus des chargés de mission, de la stagiaire travaillant sur le sujet et de la personne en Service Civique Volontaire.

Ces missions de terrain, ainsi que les recherches inhérentes à la caractérisation des habitats, ont également mobilisé au moins 5 éleveurs de la zone d'étude (et leurs stagiaires), qui ont été interrogés sur leurs pratiques mais également sur les pratiques agricoles et hydrauliques générales de la zone.

Événements à destination du grand public

Trois événements à destination du grand public ont permis de valoriser le travail engagé depuis le début des années 2000, et particulièrement les actions de 2015 (le sujet ayant été abordé également à l'occasion d'autres sorties) :

- le 9 mai 2015, à l'occasion des 20 ans de la LPO Vendée, le grand public a été accueilli à la ferme du Querry Sellier. Une randonnée nature et des points d'observation ont permis d'expliquer les pratiques favorables aux oiseaux nicheurs, et en particulier la barge à queue noire (la ferme se trouvant au coeur d'un noyau de population). Cette journée a permis d'accueillir plusieurs centaines de personnes.
- le 20 mai 2015, une sortie sur le thème "des oiseaux et des vaches" a permis d'aborder également la question du pâturage, de la gestion hydraulique et des limicoles nicheurs. 18 personnes étaient présentes.
- le 23 mai 2015 enfin, une sortie spécialement dédiée à l'espèce a été organisée ("la Barge à queue noire, trésor du Marais breton")

Communication et valorisation des résultats auprès des acteurs du territoire, des naturalistes, des gestionnaires d'espaces naturels et des scientifiques

Enfin, la LPO Vendée est intervenue :

- lors des Rencontres Naturalistes Régionales, le 20 novembre 2015, à Laval (53), où elle a présenté les résultats de l'étude sur la caractérisation des habitats (public de naturalistes et de chercheurs, les rencontres étant organisées par la LPO Pays de la Loire en partenariat avec Oniris, le Conservatoire Botanique et le GRECIA) ;



- lors du Comité de Pilotage du site Natura 2000 "Marais breton, baie de Bourgneuf, île de Noirmoutier et forêt de Monts" du 15 décembre 2016, à Châteauneuf (85), où elle a également présenté le sujet, dans une optique de vulgarisation pour un public moins averti mais particulièrement concerné (collectivités locales, agriculteurs et divers acteurs de la protection de la nature). L'importance des niveaux élevés de MAE a été rappelé à cette occasion, ainsi que la responsabilité du territoire du marais breton pour la conservation de la population continentale de l'espèce à l'échelle européenne ;
- lors du Comité de Pilotage du Plan National de Gestion en faveur de la Barge à queue noire, le 16 décembre à Nantes, organisé par la Fédération des Chasseurs de Vendée (animateur du plan) et la DREAL, pour une présentation des résultats de l'étude (gestionnaires, services de l'État, ONCFS...).

4. Conclusions et perspectives

A l'échelle européenne, la perte d'habitats favorables à la nidification de la Barge à queue noire dite continentale (*Limosa limosa limosa*) est probablement l'une des principales causes du déclin inquiétant de l'espèce.

En Marais breton, où la population nicheuse semble bien se porter, l'étude menée en 2015 sur la caractérisation des habitats et la modélisation des zones favorables à l'espèce dans le secteur actuellement occupé, a permis de montrer que les zones de prairies inondées tardivement au printemps, le pâturage et de façon générale les pratiques conformes aux cahiers des charges des niveaux les plus élevés de MAE (inondation des prairies au printemps, absence de fertilisation, fauche après le 10 juin), sont déterminants dans la sélection de l'habitat par l'espèce.

L'étude montre également que les zones *a priori* favorable ne sont pas toutes fréquentées par l'espèce, ce qui laisse envisager soit une potentielle expansion de la population actuelle, soit d'autres facteurs déterminants non connus. Les zones favorables semblent fragmentées par les routes.

Le travail engagé par les éleveurs favorables aux actions de conservation est également très favorable à l'espèce (pratiques allant au-delà des cahiers des charges des MAE, en termes d'inondation mais également de chargement pastoral et de non traitement des troupeaux, ce sujet restant toutefois à traiter).

La poursuite du travail de recensement, de suivi, de baguage, voire de télémétrie, mais aussi de relations avec le monde agricole est nécessaire pour apporter d'autres éléments de compréhension de la dynamique positive de l'espèce, qui pourraient permettre d'endiguer le déclin constaté ailleurs en France.

Le travail naturaliste et scientifique et la valorisation du travail des éleveurs se poursuivront donc à partir de 2016, *via* des projets soutenus par le Conseil Régional des Pays de la Loire, le FEDER et l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne.

Bibliographie

- Bargain B., Gélinaud G., Le Mao P. & Maout J., 1999. Les limicoles nicheurs de Bretagne. *Penn Ar Bed*, 171-172 : 1-68.
- Basille M., Calenge C., Marboutin E., Andersen R. & Gaillard J.-M., 2008 Assessing habitat selection using multivariate statistics: some refinements of the Ecological-Niche Factor Analysis. *Ecological Modelling*, 211 : 233- 240.
- Birdlife International, 2015. *European Red List of Birds*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 67 pages. DOI: 10.2779/975810
- Broyer J. & Bernard A., 1995. Barge à queue noire *Limosa limosa*. Pp 300-301 In Yeatman-Berthelot D. & Jarry G. (coord.), 1995. *Nouvel atlas des oiseaux nicheurs de France 1985-1989. Deuxième édition, revue et corrigée*. Société Ornithologique de France, Paris, 776 pages.
- Calenge C., 2011. *Exploratory Analysis of the Habitat Selection by the Wildlife in R: the adehabitatHS Package*. Disponible en ligne sur <https://cran.r-project.org/web/packages/adehabitatHS/vignettes/adehabitatHS.pdf> (Consulté le 12-06-2015).
- Chefaoui R.M., Hortal J. & Lobo J.M., 2005. Potential distribution modelling, niche characterization and conservation status assessment using GIS tools: a case study of Iberian *Copris* species. *Biological Conservation*, 122(2) :, 327-338.
- Chessel D., Dufour A.B. & Thioulouse J., 2004. The ade4 package – I : One-Table Methods. *R News*, 4(1) : 5–10.
- Daniel Chessel, Anne B Dufour and Jean Thioulouse
- Deceunink B. & Mahéo R., 1998. *Limicoles nicheurs en France. Synthèse de l'enquête nationale 1995-1996*. Ligue pour la Protection des Oiseaux, Wetlands International, Ministère de l'Environnement, 102 pages et annexes.
- Delany S., Scott D.A., Dodman T., & Stroud D.A. (éd.), 2009. *An atlas of wader populations in Africa and western Eurasia*. Wetlands International, Wageningen, Pays-Bas. 524 p.
- Dubois P.J. & Mahéo R., 1986. *Limicoles nicheurs de France*. Ministère de l'environnement, Ligue pour la Protection des Oiseaux, Bureau International de Recherche sur les Oiseaux d'Eau, 291 pages et annexes.
- Estrella S. & Masero J., 2010. Prey Size Selection by the Near-Threatened Black-tailed Godwit Foraging in Non-Tidal Areas during Migration. *Waterbirds*, 33 : 293-299.
- Gibson L.A., Wilson B.A., Cahill D.M. & Hill J., 2004. Spatial prediction of rufous bristlebird habitat in a coastal heathland: a GIS-based approach. *Journal of Applied Ecology*, 41(2) : 213-223. DOI: 10.1111/j.0021-8901.2004.00896.x
- Gill J.A., Langston R.H.W, Alves J.A., Atkinson P.W., Bocher P., Vieira N.C., Crockford N.J, Gélinaud G., Groen N., Gunnarsson T.G., Hayhow B., Hooijmeijer J., Kentie R., Kleijn D., Lourenço P., Masero J.A., Meunier F., Potts P.M., Roodbergen M., Schekkerman H., Schröder J., Wymenga E. & Piersma T., 2007. Contrasting trends in two Black-tailed Godwit populations: a review of causes and recommendations. *Wader Study Group Bull.*, 114 : 43-50.
- Guilleminot J. & Le Quintrec G., 2012. *Diagnostic de l'agriculture du Marais Breton*. Disponible en ligne sur <http://www.baie-bourgneuf.com/wp-content/uploads/2011/10/Synthèse.pdf> (Consulté le 02-04-2015).



- Hall L.S., Krausman P.R. & Morrison M.L., (1997). The Habitat Concept and a Plea for Standard Terminology. *Wildlife Soc. Bull.*, 25(1) : 173-182.
- Hijmans J. & Elith J., 2015. Species distribution modeling with R. Disponible en ligne sur <https://cran.r-project.org/web/packages/dismo/vignettes/sdm.pdf> (Consulté le 21-06-2015).
- Hill M. & Smith A., 1976. Principal Component Analysis of taxonomic data with multi-state discrete characters. *Taxon*, 25 : 249-255.
- Hutchinson G.E., 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 22(2) : 415-427.
- Ibañez F. & Trolliet B., 1992. Un cas de fidélité au site de nid chez la Barge à queue noire *Limosa limosa*. *Alauda*, 60 : 111.
- Kentie R., 2015. *Spatial demography of black-tailed godwits, metapopulation dynamics in a fragmented agricultural landscape*. Thèse de doctorat, Université de Groningen, 162 p.
- Kirby J. & Scott D., 2009. The Black-tailed Godwit *Limosa limosa*. In Delany S., Scott D.A., Dodman T., & Stroud D.A. (éd.), 2009. *An atlas of wader populations in Africa and western Eurasia*. Wetlands International, Wageningen, Pays-Bas. 524 p.
- Marquez-Ferrando R., Hooijmeijer J., Groen N., Piersma T. & Figuerola J., 2011. Could Doñana, SW Spain, be an important wintering area for continental Black-tailed Godwit *Limosa limosa limosa*? *Wader Study Group Bull.*, 118 : 82-86.
- Metropolis N. & Ulam S., 1949. The Monte Carlo Method. *Journal of the American Statistical Association*, 44(247) : 335-341.
- O'Brien M. & Buckingham D., 1989. A survey of breeding waders on grassland within the broads environmentally sensitive area in 1988. *Bird Study*, 39(3) : 165-176.
- Robin F., Robin J.-G., Dulac P., Guéret J.-P. & Piersma T., 2012. Current state of Black-tailed Godwits *Limosa limosa limosa* breeding in France. *Wader Study Group Bull.*, 119(2) : 133-136.
- Robin F., Phelippon C., Robin J.-G., Crouzier P., Dulac P., Gélinaud G., Guéret J.-P., Monfort D., Morel F., Piette J., Triplet P., *in prep.* État des lieux du statut de la Barge à queue noire nicheuse en France. *Ornithos* à paraître.
- Robin J.-G. & Dulac P., 2014. Barge à queue noire. In Marchadour B. (coord.), 2014. *Oiseaux nicheurs des Pays de la Loire*. Coordination régionale LPO Pays de la Loire, Delachaux & Niestlé : 204-205.
- Schekkerman H. & Boele A., 2009. Foraging in precocial chicks of the black-tailed godwit *Limosa limosa*: vulnerability to weather and prey size. *Journal of Avian Biology*, 40 : 369-379.
- Thomas D. & Taylor E.J., 2006. Study designs and tests for comparing resource use and availability. *Journal of Wildlife Management*, 54 : 322-330.
- Trolliet B., 2014. *Plan national de gestion (2015 – 2020) Barge à queue noire (Limosa limosa)*. Office national de la chasse et de la faune sauvage, 102 pages.
- UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2011. *La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine*. Paris, 28 pages.
- Van den Brink V., Schroeder J., Both C., Lourenço P.M., Hooijmeijer J. & Piersma T., 2008. Space use by Black-tailed Godwits *Limosa limosa limosa* during settlement at a previous or a new nest location. *Bird Study*, 55 : 188-193.

