

REMERCIEMENTS

Je remercie :

- les bureaux des associations Bretagne Vivante et Groupe Ornithologique Normand qui soutiennent ce projet ;
- E. Pfaff (BV) pour la gestion SERENA du travail ;
- V. Tep (GONm) pour la réalisation des cartes ;
- les participants pour les cartes « relevés localisés » de cette enquête

qui ont permis d'aboutir aux résultats (ils sont cités dans la bibliographie succincte).

Cette présentation est tirée de :

Beaufils M. (coordinateur), Alber P., Chapon P., Corbeau A., Gérard P., Loison L., Morel R., Provost S., Ruau C. & Sanson P., (non publié). *Atlas préliminaire quantitatif et localisé des oiseaux nicheurs de la baie du Mont-Saint-Michel : enquête 2009-2012*. GONn-Bretagne Vivante

- Présentation 2 -

ANALYSE DE LA RÉPARTITION SPATIALE DES LIMICOLES ET DES RESSOURCES BENTHIQUES POUR LA GESTION DE LA RÉSERVE NATURELLE DE LA BAIE DE SAINT-BRIEUC

Alain Ponsero (RN Baie de Saint-Brieuc)

Anthony Sturbois (RN Baie de Saint-Brieuc & VivArmor Nature)

Nicolas Desroy (IFREMER, LER Station de Dinard)

Jérôme Fournier (CNRS, UMR 7208 BOREA & MNHN, Station Marine)

Patrick Le Mao (IFREMER, LER Station de Dinard)

RÉSUMÉ

La Baie de Saint-Brieuc est un site d'importance internationale pour l'hivernage des oiseaux d'eau. L'avifaune présente sur l'espace intertidal est étroitement liée aux

caractéristiques bio-morpho-sédimentaires. La macrofaune benthique et les faciès sédimentaires ont été cartographiés. En parallèle, une étude de la distribution spatiale et de l'activité de six espèces de limicoles a été conduite. Chaque

groupe d'oiseaux a été comptabilisé et localisé par télémètre. Dans le but d'améliorer la compréhension du système prédateur-proie, les zones d'alimentation des oiseaux ont été confrontées à la cartographie de leurs ressources alimentaires. Cette étude permet aux gestionnaires d'identifier les zones d'importance pour la conservation des oiseaux, d'évaluer l'impact du dérangement ou de l'aménagement sur l'utilisation de zones identifiées comme favorables en comparant les habitats potentiels et les habitats réellement utilisés par l'avifaune, et d'améliorer la compréhension du système ressources benthiques/avifaune/activités humaines.

INTRODUCTION

Le macrobenthos est un élément clef du fonctionnement des écosystèmes estuariens ou intertidaux. De nombreux auteurs ont mis en évidence son rôle prépondérant dans les réseaux trophiques benthiques et pélagiques, et en particulier son importance nutritionnelle pour l'avifaune (Goss-Custard, 1980, 2006 ; Baird *et al.*, 1985...). Les distributions des espèces de canards et de limicoles sont fortement liées à celle de leur nourriture (Evans *et al.*, 1984 ; Mcluskay & Elliott, 2004), notamment au cours de l'hivernage (Piersma *et al.*, 1993), périodes pendant lesquelles les ressources

alimentaires doivent être suffisantes pour subvenir à leurs besoins énergétiques accrus, en particulier en cas de vague de froid (Kersten et Piersma, 1987 ; Piersma, 1990 ; Degré, 2006). Durant ces phases, l'abondance et la diversité spécifique des oiseaux présents sur la zone intertidale dépendent, d'une part, de la biomasse en invertébrés benthiques disponibles et accessibles (Moreira, 1997 ; Newton, 1998) et d'autre part, de l'existence de sites de repos ou de remise à proximité (Granadeiro *et al.*, 2007). L'une des difficultés à identifier ces relations trophiques dans les conditions naturelles est de mesurer clairement, dans le même temps, les ressources et les modalités de l'exploitation par les prédateurs (Ponsero & Le Mao, 2011). Pourtant la connaissance et la cartographie précise de ces peuplements et des principales zones d'alimentation des oiseaux permettent aux gestionnaires d'aires marines protégées d'identifier des zones fonctionnelles à forts enjeux de conservation pour la préservation de l'avifaune. L'approche développée en baie de Saint-Brieuc repose sur le couplage de la distribution spatiale des limicoles en fonction de leur activité et des données bio-sédimentaires.

LE SITE

Le fond de baie de Saint-Brieuc (48°32'N ; 2°40'W), sur la façade

nord de la Bretagne au sud-ouest du golfe Normand-Breton, est constitué par l'anse d'Yffiniac et l'anse de Morieux qui s'étendent sur 2 900 hectares d'estran principalement sableux, dont 1 136 ha sont classés en réserve naturelle nationale depuis 1998. Le marnage varie de 4 m en mortes-eaux à près de 13 m en vives-eaux (marnage moyen : 6,5 m).

Le fond de baie de Saint-Brieuc est d'intérêt national (plus de 1 % de la population hivernante française) voire international (plus de 1 % de la population hivernante mondiale) pour l'hivernage des limicoles, d'après les seuils d'effectifs définis pour chaque espèce dans le cadre de la convention de Ramsar (Delany *et al.*, 2009). En période hivernale, leur effectif correspond à un tiers du nombre total d'oiseaux du site (Sturbois & Ponsero, 2011).

MÉTHODE

Localisation des zones d'alimentation

Six espèces de limicoles, parmi les plus abondantes, ont été étudiées durant les hivers 2010/11 et 2011/12 : l'huîtrier pie *Haematopus ostralegus*, le courlis cendré *Numenius arquata*, la barge rousse *Limosa lapponica*, le bécasseau maubèche *Calidris canutus*, le bécasseau sanderling *Calidris alba* et le bécasseau variable *Calidris alpina*. Le déplacement imprévisible des oiseaux et la distance d'observation ne permettent

pas d'utiliser des points d'observation fixes. Le principe consiste donc à suivre les oiseaux au fur et à mesure de leurs déplacements. Pour chaque groupe d'oiseaux observé, les nombres d'oiseaux au total et en alimentation sont comptés, afin de déterminer la proportion en alimentation. Le comptage des oiseaux est effectué à l'aide d'une longue-vue. La position du groupe est déterminée grâce à un télémètre à faisceau laser donnant la distance et l'angle du groupe par rapport au nord. La position de l'observateur est déterminée par le GPS, la position du groupe est calculée selon les règles trigonométriques d'usage. Le télémètre permet d'effectuer des mesures efficaces jusqu'à 700 mètres en limitant ainsi au maximum le dérangement des oiseaux. L'heure est également notée pour resituer l'observation par rapport aux conditions de marée.

Cartographie benthique

La cartographie des communautés benthiques et des faciès sédimentaires a eu lieu en octobre 2010 et mars 2011. Le plan d'échantillonnage comprend 131 stations espacées de 500 mètres et couvrant l'ensemble des 2 900 ha d'estran. Sur chaque station, trois prélèvements de la macrofaune benthique, deux prélèvements de sédiment et une mesure de la cohésion du sédiment ont été réalisés. Les prélèvements ont ensuite été analysés en laboratoire.

Les figures sédimentaires ont été cartographiées en 2012

Les peuplements benthiques et faciès sédimentaires

Trois grands types de communautés benthiques ont été recensés en fond de baie (Tableau 1).

RÉSULTATS

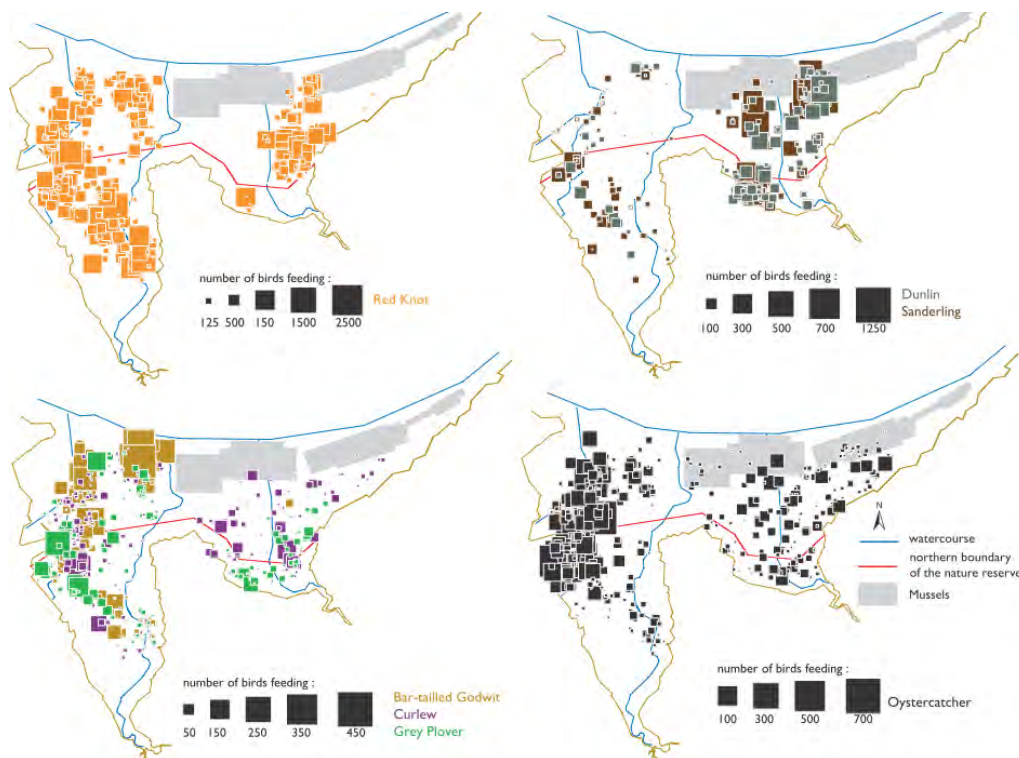
Peuplement	Surface (ha)
Peuplement des sables fins de bas niveau à <i>Donax Vittatus</i> et <i>Magelona sp.</i>	1200
Peuplement des sables fins de niveau moyens à <i>Tellina tenuis</i> et <i>Cerastoderma edule</i>	1220
Peuplement oligohalins des sables fin vaseux à <i>Macoma balthica</i> et <i>Hediste diversicolor</i>	370
Peuplement des vases silteuses à <i>Scrobicularia plana</i> , <i>Macoma balthica</i> et <i>Hediste diversicolor</i>	65

Tableau 1 : répartition des surfaces des assemblages benthique en fond de baie de Saint-Brieuc

Les faciès sédimentaires sont dominés par des sables fins à très fins. Des zones de sables fins envasés sont présentes en fond d'anse d'Yffiniac et dans l'estuaire du Gouessant. Ces travaux ont notamment permis de mettre à jour les données acquises lors des précédentes campagnes de cartographie (1987, 2001) et montrent une relative stabilité des communautés benthiques et des faciès sédimentaires sur plus de vingt ans. Le jeu de données permet par ailleurs de réaliser des cartes de répartition de la macrofaune benthique et plus particulièrement des principales espèces consommées par les limicoles.

Répartition spatiale des limicoles

L'étude de la répartition spatiale des limicoles permet de mettre en évidence une utilisation différente de l'espace en fonction de leurs activités. Pour la majorité des espèces, les reposoirs se limitent aux parties supérieures de l'estran et sont utilisés à marée haute. La distribution des oiseaux en phase d'alimentation n'est pas homogène. Certains secteurs apparaissent ainsi comme d'importance majeure pour l'alimentation d'une ou plusieurs espèces. D'autres sont en revanche très peu fréquentés comme les bouchots ou les zones où le sédiment est fortement compacté.



Carte 1 : étude de la répartition spatiale des limicoles permettant de mettre en évidence une utilisation différente de l'espace en fonction des espèces et de leurs types d'activités (ici les effectifs d'oiseaux en alimentation)

Les outils statistiques (par exemple, GAM : modèles additifs généralisés,) permettent de coupler les données de macrofaune benthique et les données sédimentaires à la répartition de l'abondance des oiseaux en alimentation. Bien que la présence simultanée d'un prédateur et d'une source d'alimentation n'induisse pas obligatoirement consommation par le prédateur, un certain nombre de corrélations fortes sont mises en évidence. Des études complémentaires du régime alimentaire (comme l'analyse des fèces par exemple) peuvent s'avérer nécessaires pour valider ces relations. Certaines relations mises en

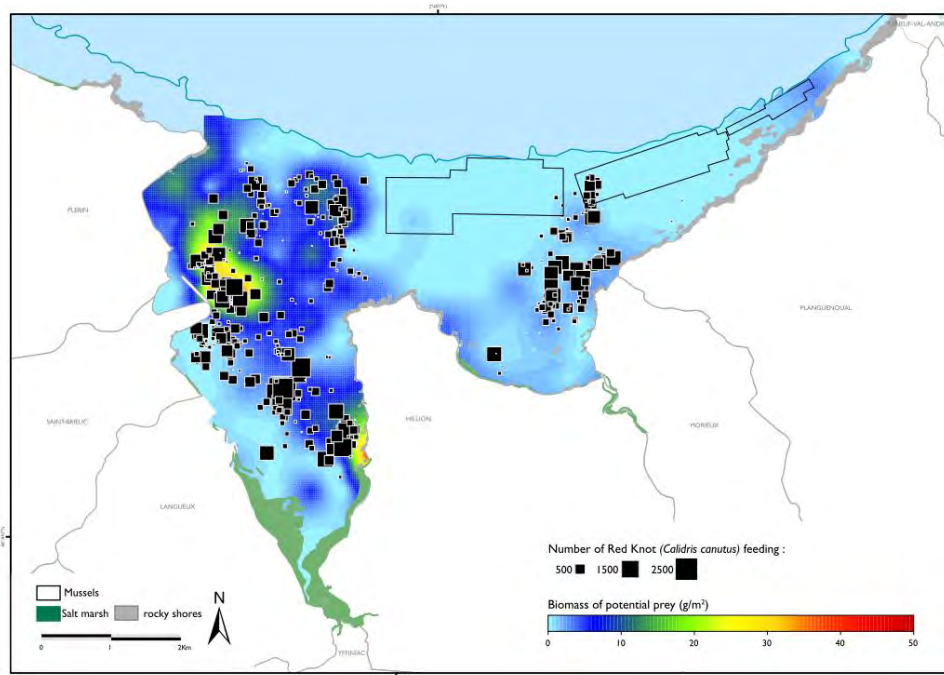
évidence sont bien connues, comme les liens étroits entre l'huîtrier pie et la Coque de taille comprise entre 15 et 25 mm. Mais d'autres relations, moins ou pas renseignées dans la littérature, comme le Bécasseau maubèche et la Telline de la Baltique ou la Donax, ont été identifiées.

En fonction du cycle de marée, l'analyse permet d'identifier les modifications du régime alimentaire au fur et à mesure que de nouveaux peuplements deviennent accessibles aux oiseaux. Le régime de marée, la configuration bathymétrique générale du site, la position bathymétrique de chacun des habitats intertidaux, mais

également le moment de la marée, conditionnent des variations parfois importantes de superficies réellement accessibles ou attractives pour les limicoles. Si on souhaite quantifier ou comparer la fréquentation de différents habitats par les limicoles et la quantité de nourriture qu'ils sont susceptibles d'y prélever, il convient donc de pondérer les abondances d'oiseaux qui fréquentent chaque habitat non seulement par la surface de chacun des habitats, mais aussi par leur surface réellement exploitable (Ponsero *et al.*, 2012).

La modélisation de la répartition spatiale de l'avifaune en alimentation à partir des variables biologiques et sédimentaires permet d'établir des cartes prédictives de l'utilisation potentielle de l'espace et de comparer ces résultats aux observations

ornithologiques. Ces outils de modélisation non linéaire permettent de mieux comprendre quels paramètres environnementaux influencent leur présence et leur abondance sur l'estran. L'utilisation de l'espace intertidal par l'avifaune est fonction du type et de la densité de proies, de leur accessibilité, de la nature du sédiment, mais également de la présence ou non d'événements susceptibles d'occasionner un dérangement ou de limiter l'accessibilité de la ressource alimentaire. Le jeu de données ainsi constitué permet de comparer les habitats d'alimentation potentiels (prédits par le modèle) aux habitats réalisés pour analyser la compatibilité d'un système complexe entre les ressources benthiques, avifaune et les activités humaines.



Carte 2 (établie par krigeage) : répartition des biomasses des proies potentielles du bécasseau maubèche (définies par la bibliographie) et répartition de ses effectifs en alimentation

CONCLUSION

Un tiers de l'estran de la baie de Saint-Brieuc est classé en réserve naturelle nationale. Si la réserve naturelle protège efficacement la totalité des reposoirs de haute de mer du fond de baie, les principales zones d'alimentation des oiseaux sont en dehors du périmètre. La cartographie bio-morpho-sédimentaire de l'estran permet de développer nos connaissances sur l'utilisation potentielle de l'espace par l'avifaune et d'apporter des éléments pour juger de la pertinence du périmètre de la réserve naturelle. Cette approche centrée sur la fonctionnalité des écosystèmes peut facilement s'adapter à d'autres baies ou estuaires, voire à d'autres habitats (Schmiing *et al.*, 2013), pour déterminer en amont un périmètre pertinent pour un projet d'aire marine protégée.

BIBLIOGRAPHIE

Baird D., Evans P. R., Milne H. & Pienkowski M. W., 1985. Utilization by shorebirds of benthic invertebrate production in intertidal areas. *Oceanography and Marine Biology. Annual Review*, 23 : 573-597

Degré D., 2006. Réseau trophique de l'anse de l'Aiguillon : Dynamique et structure spatiale de la macrofaune et des limicoles hivernants. Université de La Rochelle : 518p.

Ar Vran (2014) 25-1

Delany S., Scott D., Dodman T. & Stroud D., 2009. *An atlas of wader populations in Africa and Western Eurasia*. Wetlands International, Wageningen : 521p.

Evans P. R., Goss-Custard J. D. & Hale W. G., 1984. *Coastal waders and wildfowl in winter*. Cambridge University Press, Cambridge : 331p.

Goss-Custard J. D., 1980. Competition for food and interference among waders. *Ardea*, 68 : 52

Goss-Custard J. D., 2006. Intake rates and the functional response in shorebirds (Charadriiformes) eating macro-invertebrates. *Biological Revue* : 1-29

Granadeiro J. P., Santos C. D., Dias M. P. & Palmeirim J. M., 2007. Environmental factors drive habitat partitioning in birds feeding in intertidal flats: implications for conservation. *Hydrobiologia*, 587 : 291-302

Kersten M. & Piersma T., 1987. High levels of energy expenditure in shorebirds: metabolic adaptations to an energetically expensive way of life. *Ardea*, 75 : 175-187

McLusky D. S. & Elliott M., 2004. *The estuarine ecosystem: ecology, threats, and management*. Oxford University Press Oxford (UK) : 214p.

Moreira F., 1997. The importance of shorebirds to energy fluxes in a food

web of a South European estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44 : 67-78

Newton I., 1998. *Population limitation in birds*. Academic Press, London : 597p.

Piersma T., 1990. Pre-migratory 'fattening' usually involves more than the deposition of fat alone. *Ringling & Migration*, 11 : 113-115

Piersma T., De Goeij P. & Tulp I., 1993. An evaluation of intertidal feeding habitats from a shorebird perspective: towards relevant comparisons between temperate and tropical mudflats. *Netherlands Journal of Sea Research*, 31 : 503-512

Ponsero A. & Le Mao P., 2011. Consommation de la macro-faune invertébrée benthique par les oiseaux

d'eau en baie de Saint-Brieuc. *Revue d'Ecologie*. 66 : 383-397

Ponsero A., Le Mao P., Hacquebart P., Jaffré M., Godet L. & Triplet P., 2012. Prendre en compte les surfaces réellement exploitables par les limicoles. In: *Triplet P., (Ed.), Manuel de gestion des oiseaux et de leurs habitats dans les écosystèmes estuariens et littoraux. Estuaria* : 321-330

Schmiing M., Afonso P., Tempera F. & Santos R.S., 2013. Predictive habitat modelling of reef fishes with contrasting trophic ecologies. *MEPS*, 474 : 201-216

Sturbois A. & Ponsero A., 2011. *Synthèse ornithologique de la baie de Saint-Brieuc, phénologie et évolution des effectifs sur la période 1970-2010*. Réserve Naturelle Baie de Saint-Brieuc : 83p.

- Présentation 3 -

ÉTUDES RÉCENTES SUR L'ÉCOLOGIE ALIMENTAIRE DES OISEAUX MARINS EN BRETAGNE

Bernard Cadiou (Bretagne Vivante)
Pascal Provost (LPO, RN Sept-Îles)
Matthieu Fortin (Bretagne Vivante)
Christophe Barbraud (CEBC CNRS)
Philippe Maes (UBS)
Yann Février (GEOCA)