



De l'inventaire des connaissances à la définition de protocoles de suivi des oiseaux en mer en prévision du développement des parcs éoliens offshore

Aurélie de Seynes

Sous la direction de Yann ANDRE



Crédits photographiques © : Gravelot à collier interrompu, Sterne caspienne, Aurélien AUDEVARD ; Spatule blanche, Pingouins torda, Macareux moine, Emile BARBELETTE ; Gorge bleue à miroir, Philippe JOURDÉ (LPO 17), Fou de Bassan Philippe PRIGENT, Goélands leucophées et Corneilles noires, Fabrice CAHEZ



Programme
national

éolien-biodiversité

ADEME - MEEDDAT - SER/FEE - LPO

N° de convention ADEME 0605C0108

Contact : yann.andre@lpo.fr

**Programme national Eolien & Biodiversité
LPO France**

Rapport septembre 2008





De l'inventaire des connaissances à la définition de protocoles de suivi des oiseaux en mer en prévision du développement des parcs éoliens offshore

I. LES CONNAISSANCES ORNITHOLOGIQUES EN MER ET SUR LA COTE	3
I.1. IDENTIFICATION ET DEFINITION DE SOURCES DE DONNEES EXISTANTES	3
I.1.1. <i>Les structures locales opérationnelles</i>	4
I.1.2. <i>Les structures centralisatrices</i>	6
I.2. BILAN SUR LES CONNAISSANCES RELATIVES AUX OISEAUX EN MER	8
I.2.1. <i>Introduction : les oiseaux en mer et les phases de leur cycle annuel</i>	8
I.2.2. <i>Abondance, répartition et comportements des oiseaux sur la côte</i>	10
I.2.3. <i>Abondance, répartition et comportements des oiseaux au large</i>	14
I.2.4. <i>Densité, trajectoires et comportements des oiseaux en déplacement</i>	17
I.3. IDENTIFICATION DES BESOINS EN DONNEES COMPLEMENTAIRES	18
II. DE LA DEFINITION DES ZONES DE SENSIBILITE POUR LES OISEAUX EN MER A LA DESIGNATION DE SITES NATURA 2000.....	21
II.1. LES ZONES DE SENSIBILITE EN MER.....	22
II.1.1. <i>Définition des critères utilisés</i>	22
II.1.2. <i>Identification et définition des zones de sensibilité</i>	23
II.1.3. <i>Description des zones (quantitatif/qualitatif)</i>	24
II.2. LA CONSTITUTION DU RESEAU DE NATURA 2000 EN MER	24
III. TECHNIQUES ET MOYENS D'OBSERVATION	26
III.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET RECOMMANDATIONS D'UN POINT DE VUE ORNITHOLOGIQUE.....	26
III.1.1. <i>Présentation d'un site éolien offshore et recommandations d'un point de vue ornithologique</i>	26
III.1.2. <i>Définition de la zone d'étude ornithologique</i>	27
III.2. PRESENTATION DES PROTOCOLES ET DES OBJECTIFS D'EXPERTISES	27
III.2.1. <i>Les protocoles</i>	28
III.2.2. <i>Les objectifs</i>	28
III.2.3. <i>Correspondance entre objectifs et protocoles</i>	29
III.3. LES METHODES TRADITIONNELLES D'ECHANTILLONNAGE	32
III.3.1. <i>Expertises ornithologiques en bateau</i>	32
III.3.2. <i>Expertises ornithologiques en avion</i>	34
III.3.3. <i>Expertises ornithologiques depuis la côte</i>	36
III.4. LES METHODES MODERNES D'ECHANTILLONNAGE	38
III.4.1. <i>Expertises ornithologiques par radar</i>	38
III.4.2. <i>Expertises ornithologiques par optique infrarouge</i>	41
III.4.3. <i>Expertises ornithologiques par détecteur de choc</i>	42
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	44
BIBLIOGRAPHIE INDICATIVE.....	45





Dans le contexte international de lutte contre les changements climatiques, le recours aux énergies renouvelables constitue l'un des moyens d'action aux côtés de l'amélioration de l'efficacité énergétique, de la maîtrise des consommations d'énergie. Ces énergies sont en effet très sobres en carbone et ne présentent pas de risques technologiques majeurs.

La France s'est fixée, avec l'Europe, un objectif ambitieux pour 2020 : satisfaire 20 % de la consommation d'énergie primaire par les énergies renouvelables. Parmi celles-ci, l'énergie éolienne est la plus prometteuse et, après un développement onshore très dynamique, les éoliennes s'implantent aujourd'hui en mer.

La LPO travaille depuis 1995, avec son réseau de délégations, à l'intégration environnementale des éoliennes notamment vis à vis des oiseaux et des chauves-souris. En effet, le recours à l'énergie éolienne ne doit pas entamer les efforts faits par ailleurs pour protéger la biodiversité.

Alors que les études sur les impacts des parcs éoliens sur la biodiversité se développent sur terre, très peu d'études sont disponibles en mer. Les impacts des parcs éoliens sur les vertébrés volants sont aujourd'hui prouvés et documentés. Parmi les facteurs limitant les impacts, on sait que le choix du site d'implantation est crucial, d'où l'importance de bien qualifier la zone lors des études préalables.

Un parc éolien offshore est soumis, au titre du code de l'environnement, à une étude d'impact. Cette étude doit permettre d'intégrer les préoccupations environnementales, d'éclairer l'autorité administrative sur la décision à prendre et également d'informer le public. L'étude d'impact comporte obligatoirement une analyse de l'état initial du site et de son environnement, une analyse des effets, la mention des raisons du choix du projet, les mesures envisagées pour supprimer, réduire et si possible compenser les conséquences dommageables du projet, et une analyse des méthodes utilisées.

Ainsi, concernant les oiseaux en mer, l'état initial s'attachera à décrire :

- les espèces présentes et leur statut (hivernant, nicheur, migrateur),
- leur abondance et statut de conservation,
- leur répartition géographique, habitats préférentiels (zones d'alimentation, sites de nidification, reposoirs et/ou dortoirs) et déplacements (trajets locaux journaliers, couloirs de migration...),
- leur comportement (action de l'individu pendant l'observation, hauteur de vol, activités diurnes et/ou nocturnes, mode et régime alimentaire),

Ces expertises s'étendront sur une zone suffisamment élargie pour appréhender le fonctionnement écologique du territoire (plusieurs dizaines de km) et devront intégrer des données tant côtières que marines.

On évaluera par la suite les effets potentiels du projet notamment vis à vis :

- du dérangement sur l'avifaune provoqué par l'aménagement (bruit des pales, effet de barrière,...),
- de la perte d'habitat engendrée (tant en mer, par le parc, que sur la côte, par le transformateur et l'arrivée des câbles),
- des risques de collision directe.

La présente étude vise à mettre à disposition des acteurs de la filière éolienne offshore (acteurs privés, publics, associatifs...) les connaissances actuelles sur les oiseaux en mer dans la limite de l'isobathe des 50 m, à souligner l'intérêt des zones de sensibilité en mer, et à présenter les principaux moyens et méthodes d'expertise ornithologique. Elle recense également les principales recommandations en la matière. Elle a été élaborée dans le cadre du programme nation « éolien-biodiversité ». Ce programme rassemble l'ADEME, le MEEDDAT, le SER-FEE et la LPO. Il est piloté par la LPO qui a mis en place une cellule de travail « éolien-biodiversité » depuis 2002.

Cette étude se décline en 3 parties :

- un inventaire et un bilan des connaissances sur les oiseaux en mer (oiseaux terrestres, côtiers et marins),
- l'identification, la définition et la description des zones sensibles, notamment dans le cadre des désignations de sites au titre de Natura 2000 en mer.
- la description des protocoles d'expertises ornithologiques en mer.





I. Les connaissances ornithologiques en mer et sur la côte

Une des premières étapes pour la réalisation d'études d'impact dans le cadre du développement des parcs éoliens offshore, consiste en un inventaire et un bilan des connaissances de l'avifaune pouvant être affecté par ces projets. L'objectif de cette étape consiste à dresser un bilan de la production de données sur les espèces d'oiseaux terrestres, côtiers ou marins susceptibles de fréquenter les zones potentielles d'aménagement de parcs éoliens.

On recherchera en collectant ces données à obtenir les éléments suivants : prise en compte des différents stades du cycle annuel (hivernage, migration, estivage), du comportement des oiseaux en mer et, vu le contexte (les parcs éoliens génèrent un phénomène de barrière et sont situés plus ou moins proches des rivages) la migration saisonnière et les déplacements locaux de l'avifaune.

Les sources de données existantes sont nombreuses et diverses. On distinguera parmi les organismes susceptibles de fournir ces données, les structures locales opérationnelles et les structures centralisatrices. Puis un bilan des connaissances relatives aux oiseaux en mer proposera un inventaire des données brutes et des informations déjà existantes dans la littérature. Enfin, une dernière partie dressera une liste des informations manquantes et des besoins en données ornithologiques.

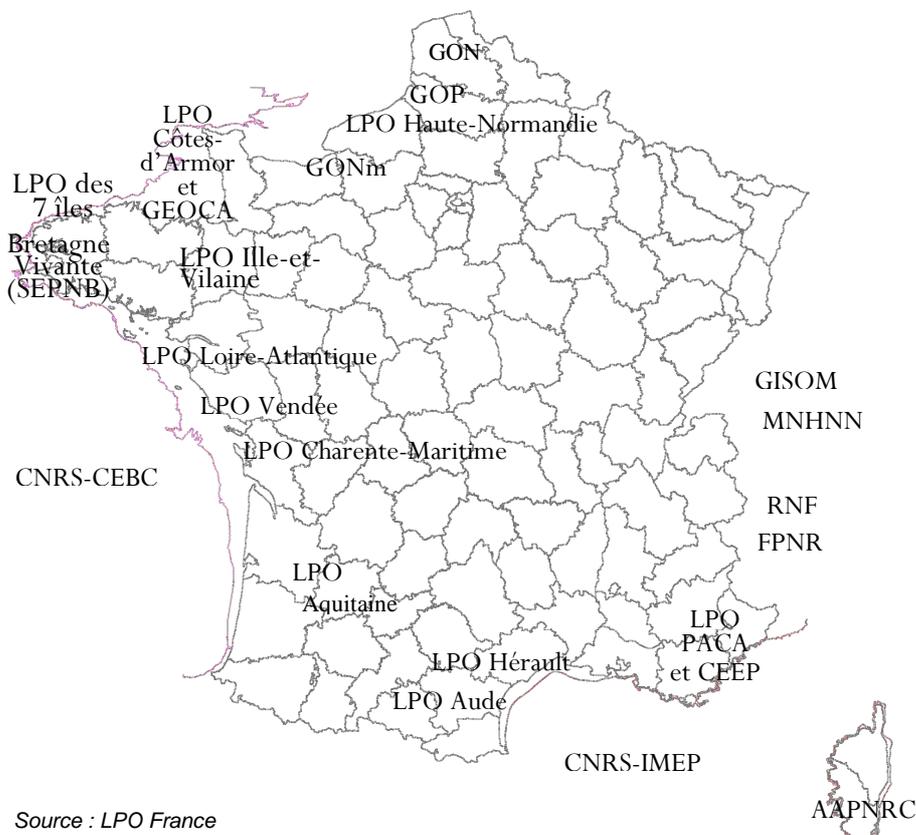
I.1. Identification et définition de sources de données existantes

Les sources des données existantes peuvent être des associations, des centres de recherche ou laboratoires, des établissements publics, des groupements scientifiques, ...

Les données ornithologiques existantes sont le résultat du travail de nombreuses associations de protection de la nature. Ces travaux d'envergure régionale, nationale ou internationale sont coordonnés par des établissements publics et menés le plus souvent par ces associations ou par des centres de recherche. Les résultats sont le plus souvent centralisés par ces mêmes établissements et laboratoires. De nombreuses données sont disponibles mais une synthèse sera le plus souvent littéraire, les données brutes de comptage ou de cessions d'observation issues de programmes spécifiques étant inaccessibles au public.

On distingue parmi les structures susceptibles de détenir des données sur les oiseaux en mer, les structures locales opérationnelles et les structures centralisatrices :

Carte n°1 : Répartition géographique des structures référentes et ressources pour les études avifaunistiques



Source : LPO France

La liste suivante des sources de données ornithologiques n'est pas exhaustive. Cependant, elle permet de connaître les organismes référents en matière de connaissance ornithologique. Les structures opérationnelles sont essentiellement basées sur le littoral et la Corse, exceptés les unités ou laboratoires de recherche scientifique,





quant aux structures centralisatrices, ce sont des structures nationales qui peuvent avoir toutefois des représentants ou des entités locales (exemples : les réserves naturelles, les parcs régionaux).

I.1.1. Les structures locales opérationnelles

LPO (Ligue pour la Protection des Oiseaux) France et les délégations et groupes

La LPO, née en 1912, se compose de délégations, groupes, relais et antennes réunis autour d'une association nationale (loi 1901) reconnue d'utilité publique depuis 1986. La LPO est le représentant officiel de BirdLife International en France depuis 1993. Elle a pour but "la protection des oiseaux et des écosystèmes dont ils dépendent et, en particulier, la faune et la flore qui y sont associées", et plus globalement la biodiversité. Elle s'investit dans 3 domaines d'action : actualisation des connaissances sur le statut de conservation des espèces d'oiseaux, mise en œuvre de programmes de sauvegarde des espèces menacées et de leurs habitats et éducation et sensibilisation du public à l'environnement. La LPO est actuellement propriétaire de 1100 hectares de terrains en zones humides, gère 7 réserves naturelles nationales dans le cadre d'une mission déléguée de l'Etat. Elle participe également fortement à la mise en œuvre du réseau Natura 2000 en France. Dans le cadre d'études sur les oiseaux en mer, seules les délégations et/ou groupes littoraux de la LPO seront retenus soit : LPO PACA, Hérault, Aude, Aquitaine, Charente-Maritime, Vendée, Loire-Atlantique, Finistère, Côtes d'Armor, Ille-et-Vilaine, Basse Normandie, Haute Normandie, Audomarois, LPO France (les 7 îles).

Contact délégations : les adresses postales et mail de chacune des délégations de la LPO sont disponibles sur le site de la LPO : <http://www.lpo.fr>

Contact LPO France : lpo@lpo.fr

✉ LPO-Siège social national / Corderie Royale / BP 90263 / 17305 ROCHEFORT CEDEX

CEEP (Conservatoire Etudes des Ecosystèmes de Provence)

Le CEEP, créé en 1975, est une association régionale (loi 1901) de protection de la nature qui a pour objectif la conservation de la diversité biologique des espaces naturels remarquables de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Elle est agréée au titre de la loi du 10 juillet 1976 sur la protection de la nature dans un cadre régional. Le CEEP regroupe des scientifiques, des naturalistes de compétences diverses. Il fait parti du réseau des Conservatoires Régionaux d'Espaces Naturels (CREN) fédérés par les Conservatoires d'Espaces Naturels. Le CEEP fait également parti du Réseau Régional des Espaces Naturels. Ses moyens d'actions sont :

- la maîtrise foncière et la maîtrise d'usage (conventions, locations, acquisitions) qui permettent de conserver durablement les milieux remarquables et leurs richesses biologiques.
- la connaissance scientifique : études scientifiques, bilans écologiques et inventaires naturalistes (flore, ornithologie, herpétologie, entomologie...). Le CEEP gère au niveau régional une base de données sur les oiseaux, les amphibiens, les reptiles, les mammifères et les invertébrés.
- l'information et la sensibilisation du public et des décideurs à la reconnaissance et à la conservation du patrimoine naturel régional.

Le CEEP dispose d'un Conseil Scientifique qui réunit des spécialistes de la faune, de la flore et de la gestion des espaces naturels. En partenariat avec les Conservatoires Botaniques Nationaux de Gap-Charance et de Porquerolles et le réseau des naturalistes, le CEEP développe des programmes de suivi et de recherches sur des espèces sensibles.

Contact : stephane-ceep@club-internet.fr. les adresses postales et mail des différentes entités géographiques sont disponibles sur le site du CEEP [http://www.ceep.asso.fr/](http://www.ceep.asso.fr)

✉ CEEP-Siège social / 890 chemin de Bouenhoure haut / 13090 AIX-EN-PROVENCE

AAPNRC (Association des Amis du Parc Naturel Régional Corse)

Née en 1972 et agréée depuis 1978 au niveau régional, par le Ministère de l'Environnement, au titre de la loi de 1930 sur la protection de la nature, l'AAPNRC agit au-delà des limites du Parc.

Indépendante du Parc, elle n'a aucun lien juridique ou financier avec lui. Mais les deux organismes, qui s'inspirent d'une même « philosophie », développent une complémentarité dans l'action et dans la réflexion, complémentarité qui s'est traduite par la création, dans les années 80, des Réserves Naturelles des Iles Lavezzi et des Iles Cerbicale,

L'association, membre de la Fédération des Conservatoires d'Espaces Naturels de France pilote depuis 1992 les actions du Conservatoire des Espaces Naturel de Corse.

L'AAPNRC s'investit dans la gestion durable des sites Naturels, la gestion et la connaissance des espèces présentes dans l'île. Elle œuvre particulièrement dans deux domaines : l'ornithologie, pour laquelle elle possède une section propre et l'herpétologie (amphibiens et Reptiles).

Elle réalise diverses études sur la faune, la flore, les milieux naturels, travaille sur les incendies, l'impact des nuisances, les mesures compensatoires..., mène des actions suivies et découvertes dans le domaine de l'éducation à l'environnement. Elle assure une « veille environnementale » qui lui permet, en collaboration avec



d'autres associations, de dénoncer (au besoin), les atteintes portées à l'environnement insulaire et milite pour la promotion du Développement Durable en Corse.

Contact : aapnrc@wanadoo.fr

✉ AAPNRC-Siège social / Maison Romieu / 15 Rue du Pontetto / 20200 Bastia

COGard (Centre Ornithologique du Gard)

Le COGard est une association sans but lucratif de type loi 1901, qui " a pour but l'étude et la protection de la faune et de la flore du Gard et des régions adjacentes. Elle mène des actions d'étude, de protection et d'information

Créée en 1980, l'association s'est dotée peu à peu des moyens et des outils nécessaires à la réalisation de ses missions. Ces actions multiples peuvent se décliner selon trois axes : étudier, informer et protéger.

Elle est membre de Meridionalis (Union des associations naturalistes du Languedoc-Roussillon).

Contact : cogard@liberty.fr

✉ COGARD / Avenue du Champ de Foire / 30190 / Saint-Chaptes

Bretagne Vivante

Anciennement SEPNB (Société pour l'Etude et la Protection de la Nature en Bretagne), cette structure a joué un rôle précurseur en créant des réserves ornithologiques sur le littoral.

Son champ d'action s'est rapidement élargi à tous les problèmes de défense de l'environnement se posant sur l'ensemble des cinq départements de la Bretagne historique.

Contact : bretagne-vivante@bretagne-vivante.asso.fr

✉ Bretagne Vivante / 186 rue Anatole France / BP 63121 / 29231 BREST CEDEX 3

GEOCA (Groupe d'Etudes Ornithologiques des Côtes d'Armor)

Cette association a pour buts :

- l'observation, l'étude et la protection de l'avifaune sauvage ainsi que des milieux dont elle dépend dans le département des Côtes d'Armor.

- de développer le goût et l'intérêt pour les oiseaux sauvages vivant en milieu naturel dans un but scientifique et culturel.

- d'entreprendre des recherches, de mener des enquêtes et des études se rapportant à toutes ces questions.

Le GEOCA est le relais départemental des enquêtes et études lancées à différents niveaux :

- Au niveau international : recensement avec Wetland International des oiseaux d'eau à la mi-janvier, recensement des Bernaches Cravant chaque mois.

- Au niveau national : recensement des oiseaux marins nicheurs et recensement des limicoles nicheurs, enquête rapaces, laridés, Freux...

- Au niveau régional : recensement des limicoles nicheurs, observatoire des Sternes de Bretagne, recensement de l'avifaune forestière, suivi des couples de Grand Corbeau.

- Au niveau départemental : deux secteurs sont particulièrement bien suivis par des recensements mensuels, la baie de Saint-Brieuc et l'estuaire de la Rance.

Enfin, grâce aux enquêtes ponctuelles des observateurs au cours de leurs prospections, le GEOCA a constitué une base de données informatisée de plus de 120 000 observations d'oiseaux sur le département.

Contact : geoca22@hotmail.com

✉ GEOCA / BP 4238 / 22042 SAINT-BRIEUC CEDEX 02

GONm (Groupe Ornithologique Normand)

Le GONm est une association agréée au titre de la loi de juillet 1976 relative à la protection de la nature, elle a également été reconnue d'utilité publique en août 1991.

Le GONm présente trois grands types d'activités :

- observer et étudier les oiseaux sauvages de Normandie dans leur milieu,

- protéger les oiseaux et leurs habitats,

- initier et sensibiliser le plus grand nombre de personnes à l'ornithologie.

La base de ses actions est avant tout scientifique : enquêtes, études, publications constituent le quotidien de l'association.

Ces données servent à alerter les responsables lorsque le patrimoine ornithologique est menacé. La démarche est toujours étayée par des arguments scientifiques et l'association n'intervient que lorsque ses études en démontrent la nécessité. Ces données scientifiques sont aussi utilisées pour créer, puis gérer des réserves : le réseau du GONm est le plus ancien de Normandie.

Contact : Pour envoyer un mail, formulaire disponible sur le site <http://www.gonm.org/contact/view>

✉ GONm / 181 rue d'Auge / 14000 CAEN



GOP (Groupe Ornithologique Picard)

Le Groupe Ornithologique Picard a pour vocation de promouvoir l'ornithologie scientifique en Picardie. Depuis sa création, début 1996, le groupe publie deux volumes de sa revue Avifaune picarde par an. Les domaines traités concernent aussi bien la synthèse de sites, les études spécifiques, le suivi migratoire que les régimes alimentaires... Les principaux sites littoraux du département de la Somme (Réserve Naturelle de la Baie de Somme, Réserve du Hâble d'Ault, Réserve Authie-Somme...) sont suivis très régulièrement par les membres du GOP, ceci en relation avec la station biologique de Blanquetaque. Des prospections sont également réalisées dans le reste de la Somme, ainsi que dans les deux autres départements picards : l'Aisne et l'Oise.

Contact : avifaunepicarde@free.fr

✉ GOP / 9 rue du Champ Neuf / Le Bout des Crocs / 80120 SAINT-QUENTIN-EN-TOURMONT

GON (Groupe Ornithologique et Naturaliste du Nord Pas de Calais)

Le G.O.N. est une Association pour l'étude et la protection de la faune sauvage dans la région Nord-Pas-de-Calais, membre ou correspondant de nombreuses sociétés d'étude et de protection de la faune sauvage.

Le G.O.N. est également membre de l'U.N.C.S.F.S. (Union Nationale des Centres de Sauvetage de la Faune Sauvage) et administre un Réseau Régional des Centres de Sauvegarde des Oiseaux et Mammifères Sauvages.

Contact : jean-charles.tombal@libertysurf.fr

✉ GON-Siège Social / MNE / 23 rue Gosselet / 59000 LILLE

RNF (Réserves Naturelles de France)

Les réserves naturelles échangent leurs expériences au sein de l'association "Réserves Naturelles de France", créée en 1982 sous le nom : Conférence Permanente des Réserves Naturelles.

RNF coordonne et anime le réseau des gestionnaires de réserves naturelles, favorise des échanges de connaissances scientifiques et d'expériences de gestion, défend les réserves naturelles et les fait connaître. L'association développe également des relations avec d'autres espaces protégés, des scientifiques, des administrations, des élus, des médias, tant en France qu'à l'étranger.

Fin 2007, on dénombre 323 réserves naturelles qui couvrent au total plus de 2.848.000 hectares.

Leur champ d'intervention est large (botanique, arboretum, géologie, spéléologie, archéologie, ...) mais dans le contexte présent, seules les domaines suivants seront retenus:

- préservation d'espèces animales ou végétales et d'habitats en voie de disparition ou remarquables
- reconstitution de populations animales ou végétales ou de leurs habitats
- préservation ou constitution d'étapes sur les grandes voies de migration de la faune sauvage

et seules celles situées sur le littoral et dans les îles pourront constituer une source d'informations et de données ornithologiques.

Contact : rnfweb@espaces-naturels.fr

✉ RNF / 6 bis rue de la Gouge / BP 100 / 21803 QUETIGNY CEDEX

FPNR (Fédération des Parcs Naturels Régionaux de France)

La Fédération des Parcs naturels régionaux de France est le porte-parole du réseau des Parcs naturels régionaux. Ses objectifs sont :

- de représenter les intérêts des Parcs naturels régionaux auprès des instances nationales et internationales
 - de participer à la définition et à la mise en œuvre de la politique en faveur des espaces ruraux français
 - de diffuser et faire connaître l'éthique des Parcs naturels régionaux et leurs actions, en France et à l'international.
- Dans le contexte présent, ce sera le résultat des travaux de recherche et de suivi avifaunistique effectué au sein de Parcs, essentiellement marins et/ou littoraux, qui sera à exploiter.

Contact : info@parcs-naturels-regionaux.tm.fr

✉ FPNR / 9 rue Christiani / 75018 PARIS

L'ensemble des structures présentées précédemment, sont essentiellement des associations géographiquement référencées. D'autres établissements, publics et/ou à caractère scientifique sont également des organismes ressources pour les études avifaunistiques, en tant que structure centralisatrice.

I.1.2. Les structures centralisatrices

Les unités de recherche du CNRS seront placées dans cette catégorie, même si elles ont le profil et les compétences des structures opérationnelles ; ceci dans la mesure où elles travaillent simultanément à la conception et à la réalisation de programmes de recherche. C'est également le cas du GISOM.





LPO France et ses délégations

Elles ne seront pas à nouveau présentées dans cette partie, cependant cette structure est également centralisatrice. Elle travaille au coté notamment des structures suivantes :

GISOM (Groupement d'Intérêt Scientifique des Oiseaux Marins)

Anciennement Groupe de Travail sur les Oiseaux Marins (GTOM), ce groupement d'expert a édité en 2004 un ouvrage sur les Oiseaux marins nicheurs en France métropolitaine de 1960 à 2000.

Un nouveau recensement national des oiseaux marins nicheurs a été organisé en France par le GISOM en 1997-1998, dix ans après le précédent. Les dénombrements concernent 25 espèces à reproduction régulière. Durant la dernière décennie, 12 espèces montrent une tendance démographique positive, 9 espèces apparaissent relativement stables et 4 espèces sont en diminution. Au total, le territoire français héberge aujourd'hui près de 200 000 couples d'oiseaux marins.

Contact : Pour envoyer un mail, formulaire disponible sur le site :

<http://pole-lagunes.org:81/Reference.htm?numrec=191911780919350>

CNRS-CEBC (Centre National pour la Recherche Scientifique – Centre d'Etudes Biologiques de Chizé)

Ce laboratoire de recherche scientifique (département du CNRS) développe des programmes d'étude en écologie, sur les animaux sauvages dans leur milieu naturel. Il contribue à faire progresser les connaissances sur l'écologie des vertébrés sauvages, marins et terrestres, et étudie les causes des évolutions de leurs populations.

Il analyse les stratégies adaptatives utilisées par les individus pour maximiser leur reproduction, en relation avec leurs stratégies d'acquisition et d'allocation des ressources

Enfin, il suit les évolutions à long terme des populations et essaye de comprendre les mécanismes en jeu, qu'ils soient naturels (comme la variabilité environnementale) ou anthropiques.

Contact : lacalle@cebc.cnrs.fr

✉ CNRS-CEBC / Carrefour de la Canauderie / 79360 VILLIERS-EN-BOIS

CNRS-IMEP (Centre National pour la Recherche Scientifique – Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Paléocologie)

L'Institut Méditerranéen d'Ecologie et Paléocologie est reconnu comme unité CNRS (UMR CNRS 6116) depuis 17 années. Il fut fondé en 1985. Cette unité est composée de 3 départements dont le département « organisation et dynamique de la biodiversité », qui nous intéresse ici. Ce département travaille sur l'écologie du paysage et la biologie de la conservation, abordant notamment l'écologie et la biogéographie insulaire.

En écologie, l'essentiel des travaux de recherche porte sur le partage des ressources et l'occupation des niches par les organismes, ce qui revient à analyser la distribution des espèces et plus particulièrement à cerner les changements dans la structuration des populations (étude sur la structuration des populations de goélands entre les îles et le continent (modèle source-puits)). L'IMEP met en place des protocoles de recherche et de suivi contribuant à une amélioration des connaissances sur la répartition et le fonctionnement des populations.

Contact : philippe.ponel@univ-cezanne.fr

MNHN (Muséum national d'Histoire naturelle) département : écologie et gestion de la biodiversité

Le département Ecologie et gestion de la biodiversité intègre dans une même démarche l'étude et la gestion de la nature. Il contribue à son inventaire, analyse son histoire à différentes échelles d'espace et de temps, étudie son déterminisme, les mécanismes de son fonctionnement et son rôle dans les écosystèmes. Il propose des scénarios de son évolution et met en place des protocoles de gestion.

Par cette démarche pluridisciplinaire, intégrant recherche et gestion, le département contribue à l'élaboration des politiques publiques dans le domaine de la gestion durable. À ce titre, il permet au Muséum de remplir pleinement sa mission de Centre national de référence sur la nature et la biodiversité, ainsi que celles qui lui sont confiées par les textes législatifs ou qui relèvent de conventions internationales. Il apporte également des réponses scientifiques aux questions que soulève la mise en œuvre des directives européennes.

Ce département, lieu de centralisation et de coordination des inventaires et des observatoires, est aussi, pour le Muséum, le point d'entrée pour l'expertise et les conventions portant sur la biodiversité. Il assure un continuum entre la recherche fondamentale, la recherche finalisée, les inventaires et le transfert des connaissances en direction du public et des gestionnaires de l'environnement. Vis-à-vis des bases de données, le département gère l'ensemble des données patrimoniales nationales sur les inventaires des espèces et des espaces.

Contact : webspn@mnhn.fr

✉ : Muséum national d'Histoire naturelle-Département Ecologie et Gestion de la Biodiversité
USM 0308Service du Patrimoine Naturel / 36 rue Geoffroy St Hilaire / CP 41 75231 PARIS CEDEX 05





Le CERSP (Conservation des Espèces, Restauration et Suivi des Populations), anciennement CRBPO unité de recherche du MNHN en relation avec celle de la CERSP (Conservation des espèces, Restauration et Suivi des Populations) a publié en 1985, un document sur la répartition des oiseaux marins en mer, en Manche et Atlantique depuis des observations par navire.

Contact : <http://www2.mnhn.fr/crbpo/spip.php?rubrique7>

✉ MNHN-CRBPO / 55 rue Buffon / 75005 PARIS

ONCFS (Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage)

C'est un établissement public, sous double tutelle des Ministères de l'Ecologie du Développement et de l'Aménagement Durables et de l'Agriculture et de la Pêche. L'ONCFS a à sa charge la connaissance de la faune sauvage et de ses habitats, la police de la chasse et de l'environnement et l'appui technique auprès des décideurs politiques, aménageurs et gestionnaires de l'espace rural.

Contact : Différentes adresses mail sur le site <http://www.oncfs.gouv.fr/contacts/index.php>

✉ Tous les contacts (délégations, services départementaux, réserves,...) sont sur ce même site

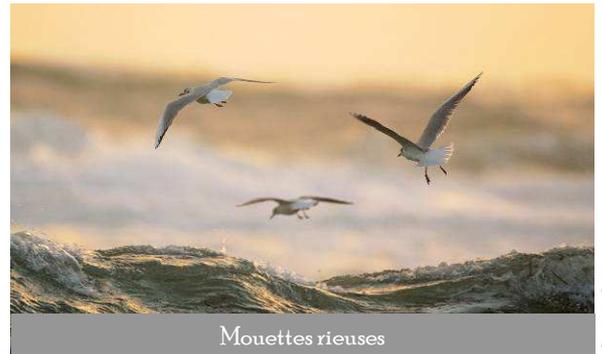
I.2. Bilan sur les connaissances relatives aux oiseaux en mer

I.2.1. Introduction : les oiseaux en mer et les phases de leur cycle annuel

Les « oiseaux en mer » est un terme relatif à la fréquentation de l'espace marin par l'avifaune. Ce terme, générique, fait référence à tous les oiseaux qui circulent, ou stationnent, dans l'espace marin, et ceux qui y sont inféodés. Ainsi, retrouvons-nous respectivement, dans cette appellation, les oiseaux terrestres, migrateurs, les oiseaux côtiers, pour la migration, le repos et l'hivernage, et bien sûr les oiseaux marins, pour l'alimentation, l'hivernage, le repos et la migration. Cette dernière catégorie comprend des oiseaux marins « côtiers » et des oiseaux marins « pélagiques ». Cette distinction se définit par la distance d'éloignement des zones de pêche et/ou de stationnement en mer des populations par rapport à la côte, et par leur fréquentation de l'espace terrestre.

Ces différents types d'utilisation de l'espace marin sont liés à la biologie des espèces. Il est important de rappeler les principales étapes du cycle annuel dont dépendront leurs périodes de présence en mer. Les périodes d'hivernage et de migration sont les plus susceptibles de concentrer d'importantes populations d'oiseaux en mer.

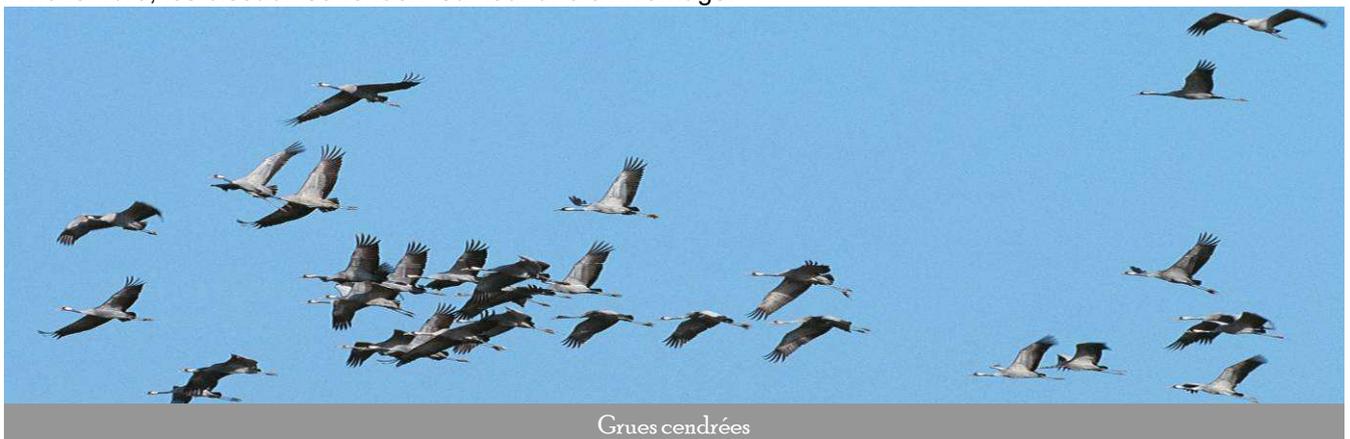
Les périodes de ces différentes phases dans le cycle annuel diffèrent selon les espèces et selon leur aire de distribution. Cependant les grandes lignes déterminant ces saisons « ornithologiques » peuvent permettre de mieux appréhender la fréquentation de l'espace marin par l'avifaune.



© LPO France

- **La migration** correspond à un déplacement aller-retour bisannuel des oiseaux, souvent sur des milliers de kilomètres, principalement sur un axe nord-est/sud-ouest.

Il existe deux migrations par an. La première, dite migration de « printemps », de « retour » ou encore « pré-nuptiale », se déroule de février à mai. Les oiseaux se déplacent alors vers leur aire de reproduction. Durant la seconde, dite migration « d'automne », de « départ » ou encore « post-nuptiale », qui se produit de la fin juin à la fin novembre, les oiseaux se rendent sur leur aire d'hivernage.



© Fabrice Cahiez





- **la période d'hivernage** s'étale pour les migrateurs de leur arrivée à l'automne sur le site d'hivernage, à leur départ pour la migration de printemps.



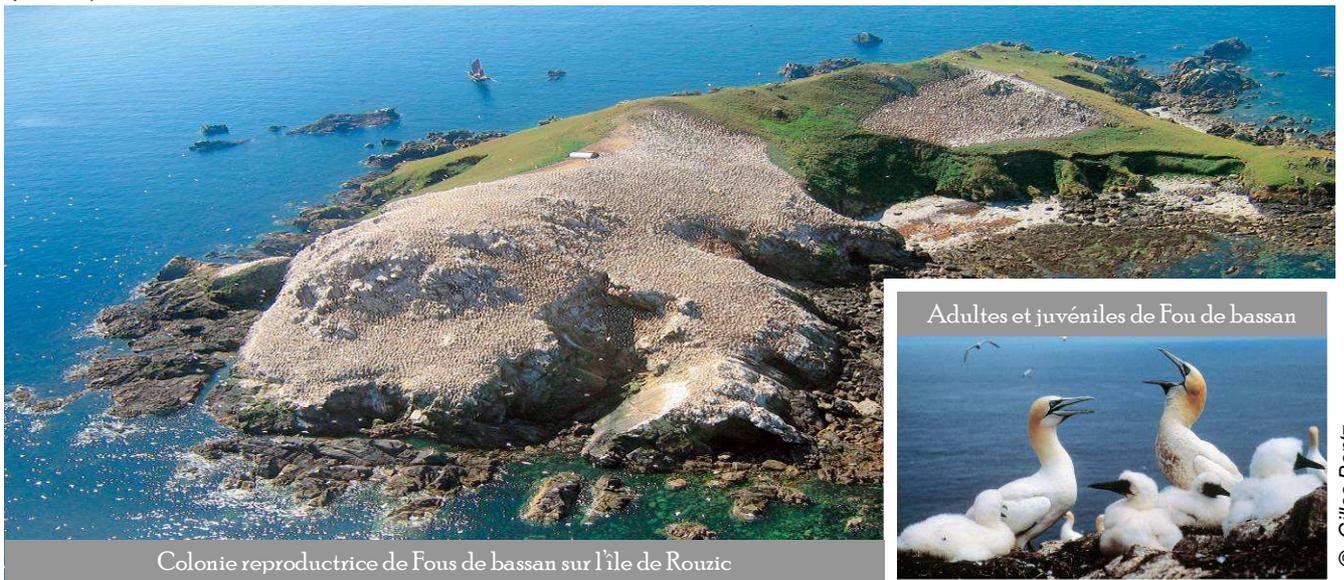
Regroupement crépusculaire d'oiseaux d'eau et limicoles sur zone d'alimentation

© LPO France

La durée de leur saison d'hivernage dépend de leur période de reproduction et de l'éloignement de leur aire de reproduction (notion de courte et longue migration). Pour les oiseaux non migrateurs, la période d'hivernage est plus longue même s'ils rejoignent leur site d'hivernage par rapport aux conditions météorologiques.

La période d'hivernage est importante dans le contexte présent, dans la mesure où elle correspond à une fréquentation importante de la mer. La période de reproduction est caractérisée par une moindre affluence des oiseaux en mer, excepté pour leur alimentation qui nécessite de courts déplacements incessants.

- **La période de reproduction** s'effectue pour la totalité des espèces à terre, mais elle est essentielle car pourra renseigner sur les mouvements, et déplacements des populations tant pendant, (en terme de déplacements journaliers et locaux), qu'avant et après (en terme de déplacements saisonniers, lors des migrations pré et post-nuptiales).



Colonie reproductrice de Fous de bassan sur l'île de Rouzic

Adultes et juvéniles de Fou de bassan

© Gilles Bentz

Elle comprend la recherche du site de nidification, les parades nuptiales et la formation des couples, la reproduction proprement dite, la couvaison, le nourrissage, l'élevage et l'envol des juvéniles. La durée de cette période est variable selon les espèces.

Le tableau ci-dessous présente les périodes favorables aux inventaires de terrain, compte tenu du cycle annuel.

STATUT	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Nicheurs												
Hivernants												
Migrateurs												

Tableau n°1 : Périodes favorables aux inventaires de terrain

 Période favorable
 Période optimale





Les données existantes, datées et localisées ne sont exhaustives ni d'un point de vue géographique, ni temporel, ni thématique, cependant, elles peuvent s'inscrire dans une démarche d'analyse globale, permettant de souligner les différentes articulations spatiales et de formuler des hypothèses de déplacements, de distribution, ... pour une même espèce ou un même groupe d'oiseaux. Ainsi, les connaissances sur la répartition des oiseaux marins en mer doivent être mises en relation avec les données sur leur répartition côtière pendant la période de reproduction, ceci afin de mieux déterminer leurs déplacements. Les données concernant les sites de nidification peuvent renseigner les trajectoires probables des déplacements journaliers de ces espèces, et celles concernant les sites d'hivernage, les couloirs de migration.

Les connaissances sur les oiseaux terrestres et côtiers sont plus riches car relèvent de techniques d'observation moins contraignantes, cependant les informations concernant leur répartition, comportement..., en mer, sont lacunaires.

A l'heure actuelle, les connaissances sur les oiseaux en mer ne sont pas très abondantes et concernent, le statut, l'abondance, la répartition, les trajectoires de migration de quelques espèces présentes, parmi les plus vulnérables et celles pour lesquelles les côtes françaises constituent un bastion pour leur conservation. En effet ces espèces rares et menacées font l'objet d'un suivi annuel, et les oiseaux marins nicheurs, l'objet d'un programme de suivi organisé par le GISOM.

Les plus anciennes données spatialisées sur les oiseaux d'eau datent de 1967. Cette année fut marquée par le naufrage du pétrolier Torrey Canyon sur les côtes du Land's End (pointe sud-ouest de l'Angleterre). Ce dernier a mis en évidence le manque de connaissance sur les oiseaux en mer et leur répartition, et le développement rapide dans les années 1970 des explorations de gaz et de pétrole a souligné le caractère urgent d'enrichir les connaissances dans ce domaine. Les méthodes du strip-transect (observations depuis un bateau ou un avion) ont été mises au point dans les années qui suivirent, au Canada. Les résultats et les protocoles de ces campagnes d'observations seront abordés respectivement dans la partie concernant les données sur les oiseaux au large et dans la partie sur les moyens et méthodes d'expertises ornithologiques, plus particulièrement en avion.

Selon le type d'observations (côtier ou pélagique), la fréquence, la qualité et la quantité des données sont variables et selon le cycle annuel ciblé (migration, reproduction ou hivernage), les outils adéquats sont variés. C'est pourquoi l'inventaire présenté dans cette partie se déclinera en 3 étapes, organisées selon ces 2 catégories de variabilité : spatiale (côte/large) et comportementale (stationnement/déplacement) : d'un point de vue statique, on étudiera tout d'abord l'abondance, la répartition et les comportements sur la côte puis au large, et concernant les déplacements, on s'attachera à caractériser la densité, les trajectoires et les comportements.

La variabilité saisonnière, tout aussi importante, ne constitue pas un élément déterminant du choix d'implantation d'un parc éolien, elle apparaîtra toutefois dans une seconde déclinaison des types de données disponibles, dans la mesure où elle influence la quantité et la précision des connaissances, mais surtout rythme les événements ornithologiques (comptages, baguages, sessions organisées d'observations...).

Il convient également de préciser que l'abondance d'une espèce donnée, à un lieu et à un temps donné sera fonction tant de l'abondance de la population à l'échelle mondiale, de l'époque de l'année, et de l'heure du jour, que de facteurs moins prévisibles tels que la présence d'un bateau de pêche ou la proximité d'une zone caractérisée par un microclimat.

La distribution des espèces est associée à des facteurs écologiques, tels que les caractéristiques météorologiques et les habitats (masse d'eau, profondeur, distance de la côte...) et anthropiques (zones d'activité, routes maritimes...).

I.2.2. Abondance, répartition et comportements des oiseaux sur la côte

Cette catégorie de données est produite majoritairement à l'issue de sessions d'observations, de programmes de comptage et de suivi **depuis la côte**. Différentes enquêtes sont organisées selon le cycle étudié : hivernage, migration ou reproduction et selon le statut de conservation des espèces.





Sur la côte, les données concerneront essentiellement, les sites de nidifications des oiseaux marins, leurs déplacements locaux et les dortoirs pour certaines espèces. Ces données permettront également d'identifier les sites favorables aux oiseaux côtiers pendant tout leur cycle annuel et donc leurs déplacements et enfin, les couloirs de migration et étapes migratoires des oiseaux terrestres. Ces données sont essentielles dans la mesure où à partir du moment où des sites sont identifiés intéressants pour l'avifaune sur le littoral, l'espace marin alentour doit être considéré comme secteur sensible.

Ces données concernant les oiseaux sur la côte sont les plus nombreuses, d'une part parce que cet espace constitue une zone de transition écologiquement riche et diversifiée, explorée intensivement et régulièrement, et d'autre part, parce que leur production, bien que nécessitant une mobilisation humaine essentielle, n'impose pas de moyens importants.



© Claude Guillard

Ces données sont principalement axées sur un inventaire des espèces présentes dans un lieu donné, l'état des populations et leur comportement vis à vis du site. Elles ont surtout le mérite d'être abondantes et mises à jour, ce qui permet un suivi sur le long terme et de discerner les variations temporelles et spatiales des effectifs nicheurs et hivernants.

Les programmes STOC

Les programmes de Suivi Temporel des Oiseaux Communs (STOC), s'effectuent soit par Echantillonnage Ponctuel Simple (EPS), basé sur des points d'écoute, soit par capture et re-capture des individus.

Le STOC-EPS permet d'évaluer les variations spatiales et temporelles de l'indice d'abondance des populations nicheuses d'oiseaux communs.

Le STOC-Capture permet d'étudier les variations de deux paramètres démographiques importants (survie des adultes et succès de la reproduction). Cette approche est basée sur la capture et la re-capture de passereaux nicheurs, par le baguage, cette opération permet le suivi de populations.

Ces bases de données sont mises à jour annuellement, sur toute la France par des ornithologues confirmés, pour le STOC-EPS et par des bagueurs agréés pour le STOC-Capture. Centralisées par le CRBPO (Centre de Recherche par le Bagueage des populations d'oiseaux) du MNHN, elles fournissent des informations sur les variations annuelles des effectifs et de la répartition de populations d'oiseaux communs, et permet d'émettre des hypothèses sur leurs déplacements (capture-recapture).

Les programmes personnels de baguage

Il s'agit d'opérations de baguage isolées, d'espèces particulières, le plus souvent à forte valeur patrimoniale ou, au statut de conservation défavorable, et sur des sites présentant des effectifs intéressants (ex : programmes de baguage des limicoles sur la réserve naturelle des marais de Moëze-Oléron (17)).

Ces opérations rentrent le plus souvent dans le cadre de programmes de suivi d'espèces, entrepris par des bagueurs agréés. Ces projets de baguage doivent être validés par le CRBPO (Centre de Recherche par le Bagueage des populations d'oiseaux) du MNHN.

Ces programmes de baguage permettent, entre autres d'évaluer la fidélité des espèces migratrices à certains sites et produisent des données essentielles sur la migration. De ce fait, cet outil sera à nouveau cité dans la partie qui abordera les données sur les déplacements, et plus précisément la migration.





Le comptage WETLANDS International

Les comptages des oiseaux marins et des oiseaux d'eau hivernant, de la mi-janvier, organisés dans le cadre des activités de WETLANDS International permettent d'identifier les sites littoraux importants pour l'hivernage des oiseaux côtiers. Ces comptages sont annuels et se déroulent le long des côtes de l'Est-Atlantique et de la Méditerranée, depuis 1967. Ces comptages, réalisés par des ornithologues répartis sur toute la France (1500 sites) est coordonné depuis 1987 par la LPO.

Ces dénombrements fournissent l'essentiel des informations qui permettent de décrire la répartition des oiseaux côtiers, d'évaluer l'importance relative des sites pour les espèces prioritaires, et de mesurer la dynamique des populations, dont les tendances des effectifs.



Courlis cendré, Huitriers pie et Mouettes rieuses

© Y Chere!

Carte n°2 : Zones couvertes par WETLANDS international



Source : LPO France

Les observations opportunistes

Ces observations sont réalisées par des bénévoles, des ornithologues professionnels ou amateurs, et sont le plus souvent compilées par les associations ornithologiques locales, citées précédemment. Elles participent activement à la construction de bases de données, à l'élaboration d'atlas et à la rédaction de synthèses ornithologiques.

Ces observations se font essentiellement depuis la côte et concernent tant les oiseaux terrestres, côtiers que marins, quoique pour ces derniers moins facilement observables. Ces données datées et localisées offrent un tableau des espèces présentes, permettent d'évaluer leur abondance, leur répartition et de mieux appréhender leur évolution. Dans quelques cas opportuns, ces observations peuvent être l'occasion de contacter des individus bagués ; cet événement est source d'informations essentielles sur les déplacements et l'état des populations.

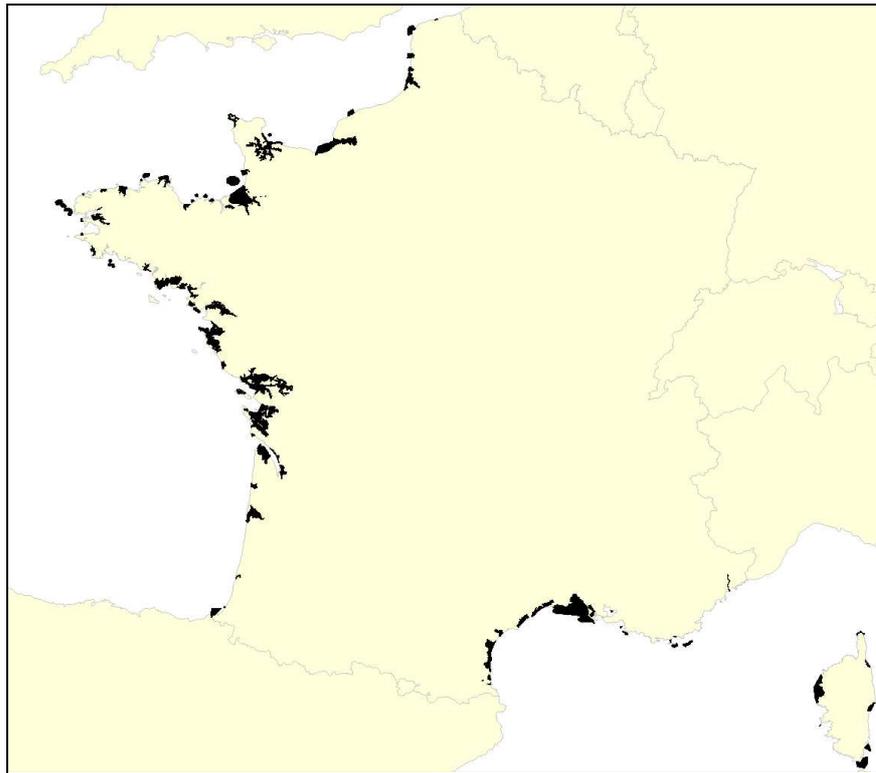
Les inventaires ZICO

Un nombre important de données proviennent des inventaires ZICO (Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux) et notamment ceux qui ont conduit à une désignation en ZPS (Zone de Protection Spéciale).





Carte n°3 : Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux sur le littoral et les côtes françaises en 2007



Source : LPO France

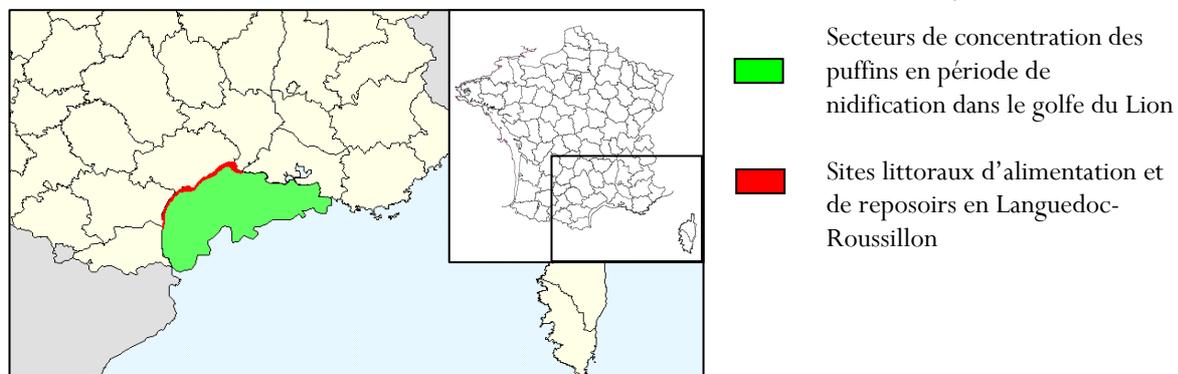
La collecte de ces données a été initiée en 1989 et leur actualisation a été réalisée en 1992, 1997, 2000 et de 2003 à 2006. Certains sites ont fait l'objet de prospections côtières en 1991 et de 1995 à 2007. Ces zones sont étendues géographiquement grâce aux programmes de comptage annuel non restreint à ces sites particuliers. Elles correspondent à des secteurs de suivis réguliers avec sessions de comptage, observations, opérations de baguage... réalisés par les ornithologues d'un nombre important d'associations et de groupes naturalistes.

Exemples de résultats issus des outils de collecte précédents et de programmes LIFE

Des sites littoraux d'alimentation et de reposoirs ont été identifiés à différentes périodes de l'année en Languedoc-Roussillon.

Le littoral du golfe du Lion constitue une zone d'alimentation pour les nombreuses colonies de laro-limicoles en période de reproduction, un couloir dense de migration pour les oiseaux marins et une zone d'hivernage pour les plongeurs. Ces observations ont permis d'identifier une zone de sensibilité pour les oiseaux en mer. Les données ont été acquises par différents outils de collecte énumérés précédemment, mais aussi par les dispositifs et moyens mis en place dans le cadre de deux programmes LIFE (L'Instrument Financier européen pour l'Environnement) : « Oiseaux Marins des îles de Marseille » et « Conservation des Puffins des îles d'Hyères ».

Carte n°4 : Secteurs de concentration des oiseaux marins dans le golfe du Lion



Source : LPO France

Les Puffins des Baléares sont présents dans le bassin méditerranéen pour la période de reproduction. Des études côtières, des opérations de comptage en bateau, organisées entre autres par les délégations Aquitaine, Loire-Atlantique de la LPO, l'ONCFS, ainsi que des observations opportunistes, ont permis de préciser la localisation et





la dispersion du Puffin des Baléares, le long des côtes Atlantiques, dans la Manche et jusque dans les îles britanniques, en période inter-nuptiale.

Carte n°5 : Secteurs de concentration des observations de Puffins des Baléares en période inter-nuptiale



Source : LPO France



© Thomas Perrier

Puffin des Baléares

- Secteurs d'observations régulières
- Secteur principal d'observation

Des observations remontant jusqu'en 1980, réalisées par le GEOCA, témoignent de la présence du Puffin des Baléares sur la côte Nord de la Bretagne.

I.2.3. Abondance, répartition et comportements des oiseaux au large

Les données concernant les oiseaux au large sont plus lacunaires du simple fait des conditions d'accès au milieu pélagique. Ces données concernent majoritairement les zones d'alimentation, d'hivernage et les couloirs de migration des oiseaux marins, mais aussi les déplacements locaux et la migration des oiseaux côtiers et terrestres. Concernant les patrons de distribution et le mouvement des populations, les données sont largement influencées par des facteurs météorologiques, écologiques et anthropiques qui engendrent une grande amplitude de variation saisonnière et inter-annuelle et limitent donc l'identification précise de zones favorables. Toutefois des études ont été menées le plus souvent par des structures centralisatrices, pouvant mobiliser les moyens nécessaires.

La base de données nationale du MNHN

La base de données nationale MER du MNHN, gérée et exploitée actuellement sous le logiciel Statistical



Regroupement en mer de Bécasseaux maubèche

© Frits Vandaele

Analysis System (SAS), centralise les informations issues de campagnes d'observation en mer obtenues de 1976 à 2001 dans les conditions standardisées suivant un protocole précis et renouvelable. Les informations sont très détaillées en ce qui concerne les espèces et les caractéristiques des individus, mais aussi les particularités des milieux marins que rencontrent les observateurs (phénomènes océanographiques, autres navires, pollutions...) Contact : Hémery Georges





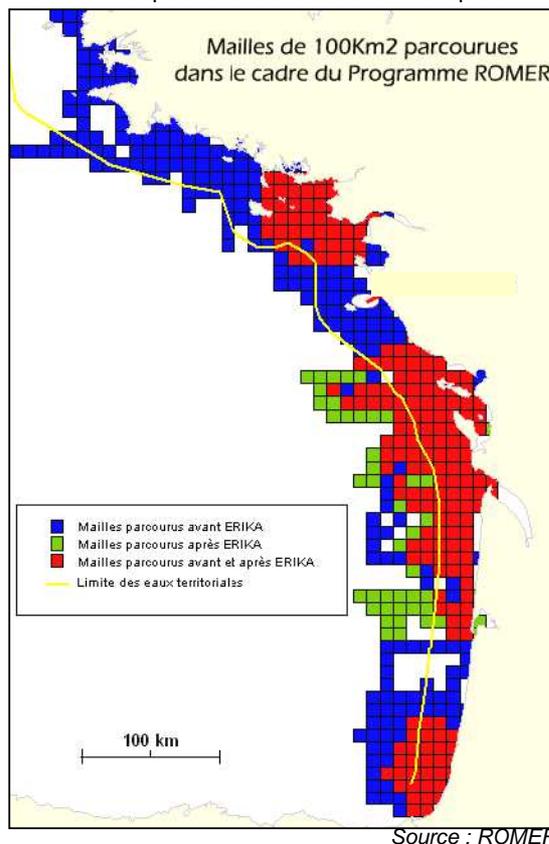
Le MNHN centralise des données de toute la France. Des données ornithologiques collectées par des associations ou des groupes ornithologiques sont recueillies et traitées dans des unités spécialisées. Ainsi, des données majeures de la LPO Loire-Atlantique, sur l'avifaune marine, entre le Sud de l'île d'Yeu et la presqu'île de Quiberon de 1984 à 1995 (RECORBET) ont été analysées par la Station de biologie Marine de Biarritz (MNHN). Au total 60 000 observations réparties sur l'ensemble d'un cycle annuel ont ainsi pu être exploitées. Le cycle de présence, l'abondance et la répartition de chaque espèce furent mieux étudiés. Depuis 1995, une collaboration suivie s'est consolidée entre la LPO Loire-Atlantique et les Douanes françaises, par la réalisation de sorties en mer réparties sur les 4 saisons. Fin 1999, la catastrophe de l'Erika a contraint à redoubler d'effort et a marqué le début d'une participation active à un programme de recherche visant à établir les impacts de la marée noire sur les populations d'oiseaux côtiers et pélagiques. Il s'agit du programme ROMER.

Le programme ROMER

Les données sur des rassemblements d'oiseaux marins en période inter-nuptiale proviennent essentiellement de campagnes d'observations en avion et en bateau, en haute mer, dans le golfe de Gascogne. Un programme de Recherche et de suivi des Oiseaux Marins en MER (ROMER) a été mis en place en 2000, 2001, 2002. Ce programme a été coordonné par la LPO France, exécuté par le CNRS-CEBC et soutenu par le Ministère français de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, suite à la catastrophe de l'Erika (1999). Ce programme avait pour objectif principal l'identification de zones prioritaires en termes de conservation pour les populations d'oiseaux marins hivernants dans le golfe de Gascogne, à partir des observations réalisées en avion et en bateau. Plus précisément, les campagnes en bateau visaient une étude diachronique (suivi longitudinal dans le temps) des populations d'oiseaux marins, basée sur des données de suivi depuis 1976 par le MNHN et les campagnes en avion, une étude synchronique (image instantanée et transversale dans le temps) basée sur des observations par avion au cours des hivers 2001 et 2002

La zone d'étude s'étend le long du littoral atlantique français, soit le milieu marin compris entre les Pyrénées Atlantiques et le Sud-Finistère (de Biarritz à la Pointe du Raz) et s'étendant jusqu'à l'isobathe 1000 mètres du plateau continental (entre 60 et 300 kilomètres au large suivant les secteurs).

Carte n°6 : Prospections réalisées avant et après l'Erika



Exemples de résultats issus des campagnes d'observation dans le cadre de ROMER

Les campagnes d'observation en bateau ont permis :

- une analyse de la variabilité annuelle de la densité des populations et de leurs tendances démographiques depuis 32 ans en période inter-nuptiale (incluant toutes les classes d'âge, reproducteurs ou non, et toutes les populations quelle que soit leur origine géographique).





- l'identification des paramètres océanographiques principaux (courants marins, température de l'eau...) déterminant la présence des oiseaux marins hivernants afin de modéliser et d'actualiser les cartes de distribution potentielle de présence / abondance et donc de prévoir des zones sensibles et prioritaires pour la conservation. Cette base cartographique pourra être le point de départ concret d'un éventuel zonage de l'espace marin, et donc un véritable outil d'aide à la décision.

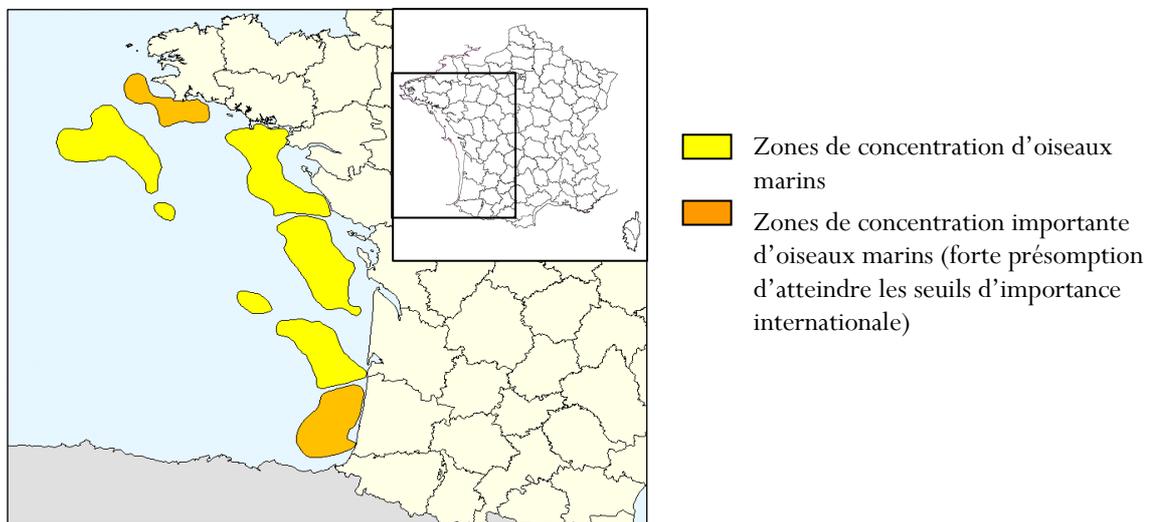
L'objectif des campagnes d'observation en avion était :

- d'acquérir des données fiables et standardisées sur l'hivernage des oiseaux marins au large des côtes atlantiques françaises. Il s'agit donc dans un premier temps d'obtenir des cartes de distribution et d'abondance, sur une base mensuelle, des oiseaux marins, à partir de prospections exclusivement aériennes. Cet outil est indispensable à la planification de toute action de gestion future.
- de produire une image instantanée, par échantillonnage spatialement régulier, des zones d'importance pour la conservation des oiseaux marins (en termes d'abondance).
- d'adapter avec des données spatialisées un modèle prédictif et dynamique des relations entre l'océanographie la météorologie et la distribution des oiseaux marins.

Ces campagnes ont permis d'identifier les zones prioritaires pour la conservation des oiseaux marins hivernant au large des côtes atlantiques françaises et d'appréhender les facteurs océanographiques impliqués dans leur répartition.

A l'issue de ce sous-programme, les premières cartes de distribution et d'abondance des oiseaux marins hivernant dans le Golfe de Gascogne ont pu être réalisées.

Carte n°7 : Secteurs de concentration des oiseaux en période inter-nuptiale dans le golfe de Gascogne



Plus précisément, quelques exemples : des rassemblements importants d'alcidés et de plongeurs ont été constatés dans le golfe de Gascogne lors de transects d'observation en bateau.

Des secteurs de passage et de stationnement des Puffins des Baléares ont été identifiés sur les 3 façades maritimes en périodes inter-nuptiales.

Ainsi, concernant l'espace marin au large, les données se réfèrent à des sites d'alimentation, de repos, d'hivernage, et à des couloirs de migrations ou encore de déplacements locaux. La répartition des espèces dans ce secteur marin est très tributaire des facteurs météorologiques, écologiques et anthropiques ; ceci au même titre, et de manière évidente, que le trajet des déplacements locaux. Les couloirs de migration peuvent en être également modifiés. C'est ce que nous abordons dans une dernière approche des données ornithologiques, celle des mouvements de population.

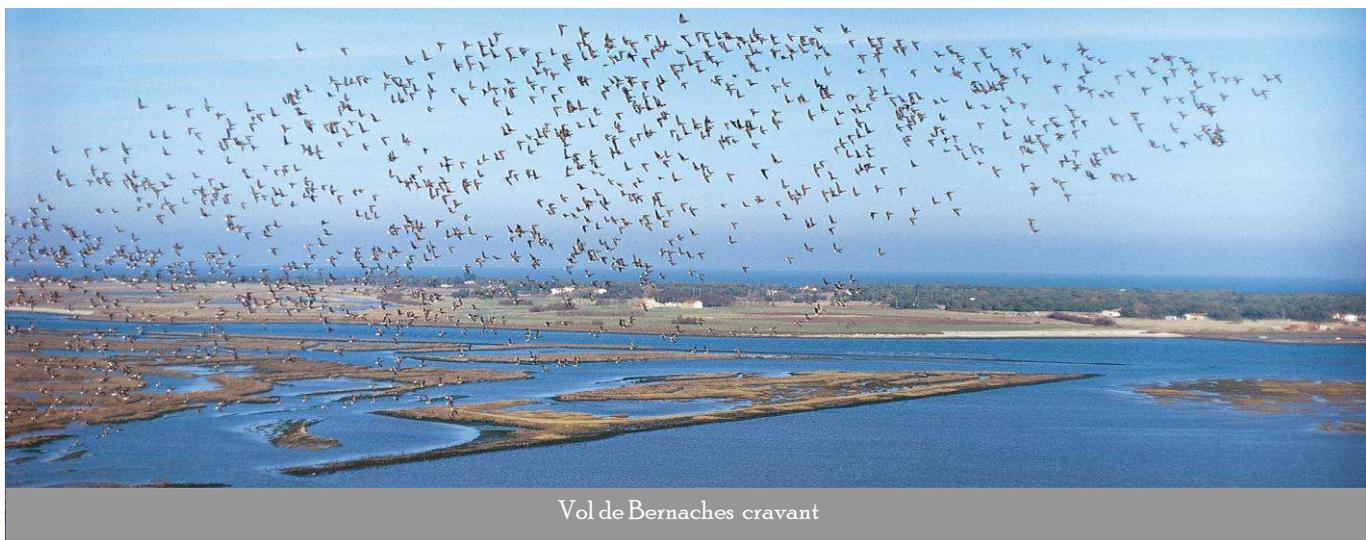
Les données au large ajoutées aux données sur la côte peuvent renseigner dans une large mesure des déplacements.

La zone entre le trait de côte et l'isobathe de 50 mètres du plateau continental assujettie aux projets d'implantation de parcs éoliens, est susceptible de constituer un carrefour de « routes » pour l'avifaune que se soit en déplacements journaliers entre zones d'alimentation et reposoirs ou en migration, notamment lors de haltes migratoires.



I.2.4. Densité, trajectoires et comportements des oiseaux en déplacement

Beaucoup d'oiseaux se déplacent dans des aires spécifiques pour se reproduire mais aussi pour hiverner en suivant les routes identifiées de la migration (espèces pélagiques) ou plus clairement définies par des bandes étroites de migration (espèces côtières). Ces migrations pré et post-nuptiales sont à étudier, au même titre que les déplacements locaux.



Vol de Bernaches cravant

© Michel Brosse

Les études concernant les déplacements sont une combinaison et une analyse des 2 parties précédentes confrontées aux variables écologiques de l'espace marin, aux conditions météorologiques, et associées aux rythmes biologiques, notamment alimentaire des espèces. Que l'espèce soit terrestre, côtière ou marine, les trajets n'ont ni la même finalité, ni le même profil, ni la même intensité et fréquence de passage. Les oiseaux côtiers dorment sur terre et se nourrissent la journée en mer ou sur la côte, les oiseaux marins pélagiques, dorment et se nourrissent en mer, ces derniers viennent sur la côte en cas de mauvais temps et durant la période de reproduction.

Les observations concernant les déplacements locaux et la migration sont à apprécier avec toute l'objectivité nécessaire à la compréhension d'un comportement étroitement dépendant de facteurs environnementaux changeants dans l'espace et instables dans le temps (zone de concentration de ressources alimentaires, puissance du vent...)

Programmes de baguage « Halte Migratoire »

Ces programmes se déroulent entre les mois de juillet et octobre et sont donc essentiellement axés sur les migrations post-nuptiales. Ils répondent à une nécessité de mieux connaître les itinéraires de la migration de certaines espèces, leur comportement et leur rythme de migration. Ils sont réalisés grâce au concours d'ornithologues bagueurs agréés répartis sur les sites ou goulets migratoires déjà identifiés.

Suivis des camps de migration

Les déplacements d'oiseaux sont également l'objet de sessions d'observations organisées, notamment dans le cadre de la migration et de ses suivis (week-end « Migration » en octobre). Ces camps de migration se déroulent à travers toute la France et mobilisent un nombre important d'observateurs confirmés, bénévoles ou professionnels. Ces observations permettent d'identifier ou de confirmer et de caractériser les grands couloirs de migration post-nuptiale.

Suivi par télémétrie individuelle

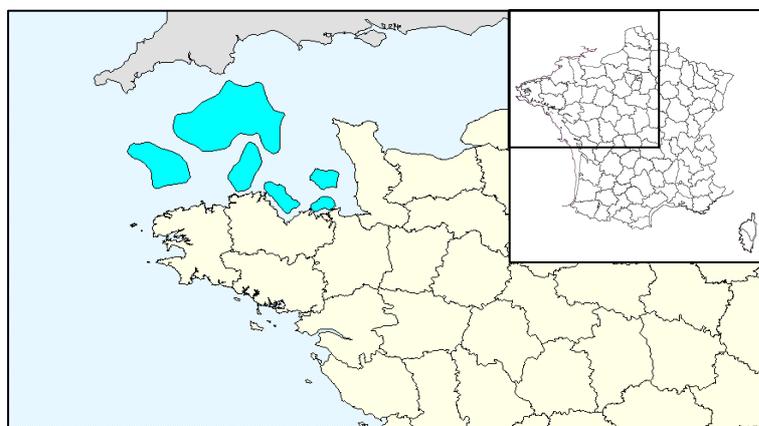
L'équipement d'individus avec des capteurs-émetteurs (GLS, GSM, balises Argos) est un moyen efficace de suivre de manière précise leurs trajets, et par là même d'identifier ou de confirmer des couloirs de migration et des trajectoires de déplacements locaux. Cette méthode et ces outils permettent également la collecte de données comportementales (fréquence des plongées, profondeur...). Ces données concernent essentiellement des espèces au statut de conservation critique, le coût des opérations n'étant pas négligeable.



Exemples de résultats

Des données de suivis de Fous de bassan nicheurs par télémétrie, ont été collectées en 2005 et 2006. Les données acquises grâce à des enregistreurs de profondeur ont permis de préciser les sites de pêche de l'espèce et de montrer qu'ils exploitent l'ensemble de la Manche occidentale, les menant jusqu'aux côtes de Cornouaille.

Carte n°8 : Principaux sites de pêche du Fou de bassan



Source : LPO France



© Philippe Prigent

Fou de bassan

 Sites de pêche des Fous de bassan dans la Manche occidentale

Malgré des programmes d'identification, de comptage, de baguage, de suivi par radar ou par balise Argos, **de nombreuses lacunes demeurent**. La LPO souhaite donc acquérir de nouvelles données fiables, notamment sur la migration en France, au travers, notamment, d'observations sur le terrain.

Sous son impulsion, sept associations, se sont concertées en 2006 afin de mettre en place un plan d'actions sur cinq ans. Objectif : améliorer et pérenniser la protection des espèces migratrices. Cette mobilisation conjointe a donné naissance à la « **Mission Migration** », réseau rassemblant tous les acteurs (structures ou particuliers) intéressés par la migration des oiseaux. Le comité de pilotage de cette mission, composé de représentants des sept associations fondatrices, s'est donné comme objectif, en 2007, de créer des outils de mise en réseau afin de mutualiser et de partager les connaissances, les savoirs et les expériences relatifs à la migration. Un site Internet (www.migration.net) et une base de données ont ainsi été créés et constituent un outil performant unique en France. Dès 2008, la Mission Migration souhaite passer à la phase opérationnelle de son programme : développer des suivis de terrain, analyser les enjeux de conservation, conduire des actions de protection et impliquer les citoyens.

I.3. Identification des besoins en données complémentaires

Si de nombreuses observations sont réalisées le long des côtes, permettant l'identification de zones prioritaires pour les oiseaux, et le tracé de couloirs de migration, et si des secteurs de concentration ont été définis au large, les données concernent des observations essentiellement diurnes, elles sont pour certaines trop ponctuelles, et en général néglige une description des comportements. Ces comportements peuvent mettre en évidence l'influence de facteurs environnementaux locaux (si mentionnés) sur la répartition des populations.

La distribution et l'abondance des oiseaux de mer sont gouvernées par des variations à différentes échelles de temps. Si une forte composante saisonnière se manifeste pour une large proportion des populations d'oiseaux marins et permet d'identifier des secteurs de concentration, les variations inter-annuelles ne sont pas encore réellement perceptibles. Certaines périodes ornithologiques sont relativement bien suivies, d'autres sont totalement passées sous silence.

Enfin, pour ce qui est des observations réalisées au large, l'ensemble des sorties est réalisé par conditions météorologiques moyennes à bonnes. Pourtant, le comportement des oiseaux marins durant des épisodes climatiques perturbés est extrêmement différent, des oiseaux très nettement hauturiers pouvant alors être rabattus sur la zone côtière.

Les limites des connaissances s'expliquent par des données récoltées en mer, anciennes et non actualisées, par une couverture annuelle incomplète, ou encore par l'absence de données sur le comportement des oiseaux par gros temps. Par ailleurs certaines zones ont dors et déjà été largement visitées (Golfe du Lion en Méditerranée) tandis que d'autres l'ont été plus partiellement (au large de la pointe Bretonne) par exemple.





Suivi sur le long terme des oiseaux pélagiques (évolution quantitative, variabilité spatiale inter-annuelle)

Le milieu pélagique nécessiterait des prospections plus régulières afin de mieux identifier les secteurs d'alimentation, de repos et d'hivernage et leur stabilité à travers les années.

L'évolution quantitative des populations n'a pas pu encore être évaluée, faute de suivi routine sur le moyen et long terme. La variabilité inter-annuelle du milieu marin nécessite des études sur le long terme pour mieux définir les zones de forte concentration d'oiseaux marins, tels leurs sites d'alimentation.

Ce suivi sur le long terme permettrait également de mesurer la périodicité de la présence des espèces.

Les oiseaux de mer sont hautement mobiles avec de longues distances de migration et des patrons de distribution témoignant d'une importante dispersion. Par ailleurs, les oiseaux de mer peuvent répondre rapidement à une source temporaire de nourriture, tels les déchets des bateaux de pêche, le jeu des marées offrant des opportunités alimentaires, la prédation sous-marine qui fait remonter les petits poissons. De tels événements peuvent attirer des centaines voire des milliers d'individus à un lieu donné, d'où une certaine instabilité des comportements et donc une certaine difficulté à définir des rythmes ou des zones d'alimentation stables et constants.

Informations sur la mue des oiseaux marins et les zones de concentration qui en dépendent

Le phénomène de la mue chez les oiseaux marins est important dans la mesure où en période migratoire surtout, il oblige certaines espèces à interrompre leurs déplacements. Ce phénomène peut donc se traduire par la concentration d'individus sur un site approprié au repos et pouvant couvrir et assurer leur besoin alimentaire. Ces zones seront sans doute situées relativement au large, mais cela n'exclut pas leur présence dans la bande ciblée par les projets de parcs éoliens offshore. Les informations sur la mue (période, comportements de l'individu, durée et intensité du phénomène,...) sont lacunaires. Si pour quelques espèces, le phénomène a été étudié, pour de nombreuses populations marines, il est encore peu connu. Par ailleurs, les sites de rassemblement de ces individus en mue ne sont précisément voire pas du tout situés.

Comportements, déplacements et migrations, nocturnes

Les phénomènes nocturnes sont peu connus, faute, jusqu'à maintenant, de moyens d'observation performants et fiables. Si des mouvements peuvent être étudiés (méthode d'observation par le disque lunaire), l'identification n'est pas aisée et requiert des moyens et outils d'observation, modernes. En effet, nombre d'espèces sont actives la nuit (les Océanites tempête, les limicoles...). Leur mode et rythme d'alimentation et leurs déplacements sont relativement peu connus.

Les migrateurs nocturnes appartiennent souvent à des espèces bien distinctes des migrateurs diurnes. Il s'agit pour l'essentiel de passereaux insectivores, d'anatidés, de rallidés et de limicoles. Il est fort probable que sur la plupart des sites, les migrateurs nocturnes soient plus nombreux que les diurnes. L'altitude de vol des nocturnes se trouve dans une fourchette variant de 200 à 700 m en moyenne, ce qui les place en dehors du rayon d'action des pales d'éoliennes. Il arrive aussi que certaines nuits la majorité des migrateurs passent sous le seuil des 150 mètres. Il semble donc indispensable de connaître, ou tout du moins d'estimer, le type le flux migratoire se déroulant la nuit. Peu de techniques (en dehors du radar) permettent d'apprécier réellement le phénomène de la migration nocturne.

Caractéristiques de la migration (hauteur de vol, intensité et variations du passage, trajectoires) et données sur la migration pré-nuptiale

Les données manquantes concernent les déplacements locaux et les migrations saisonnières pré et post-nuptiales, diurnes et nocturnes, et plus précisément leurs caractéristiques.

Les informations à préciser sont les hauteurs de vols, les intensités du passage, les variations journalières, les trajectoires. Plus globalement, des données complémentaires sont nécessaires en ce qui concerne la migration pré-nuptiale.

Déplacements locaux entre sites côtiers et le large, (localisation des zones d'alimentation)

Sur cette bande de largeur très variable, entre le trait de côte et l'isobathe de 50 mètres du plateau continental, les déplacements entre sites côtiers de nidification et zone pélagique d'alimentation et de repos sont nombreux et changeants.

L'exploitation du domaine marin par certaines espèces d'oiseaux (Fous de bassan, Puffins,...), spécialement en période de reproduction n'a pas assez été étudiée.

Il serait également intéressant de connaître le mode d'exploitation des ressources le long des côtes françaises pour le Puffin des Baléares.

Cette rubrique se rapproche de l'étude du comportement des populations d'oiseaux.





Facteurs environnementaux de la distribution des espèces

Les facteurs environnementaux regroupent les facteurs océanographiques, météorologiques et anthropiques.

Ils présentent un grand intérêt tant pour déterminer les exigences écologiques des espèces que pour évaluer les relations qu'elles entretiennent avec la présence ou les activités humaines.

Les données ornithologiques brutes devront être associées à des relevés systématiques des conditions et des facteurs environnementaux. Ces derniers sont susceptibles de constituer, une fois connus, la base d'hypothèses de répartition des populations.

Il est important de prendre en compte la dynamique du milieu marin et les variabilités inter-annuelles afin de mieux définir les limites des zones de forte concentration des oiseaux.



© Thomas Perrier

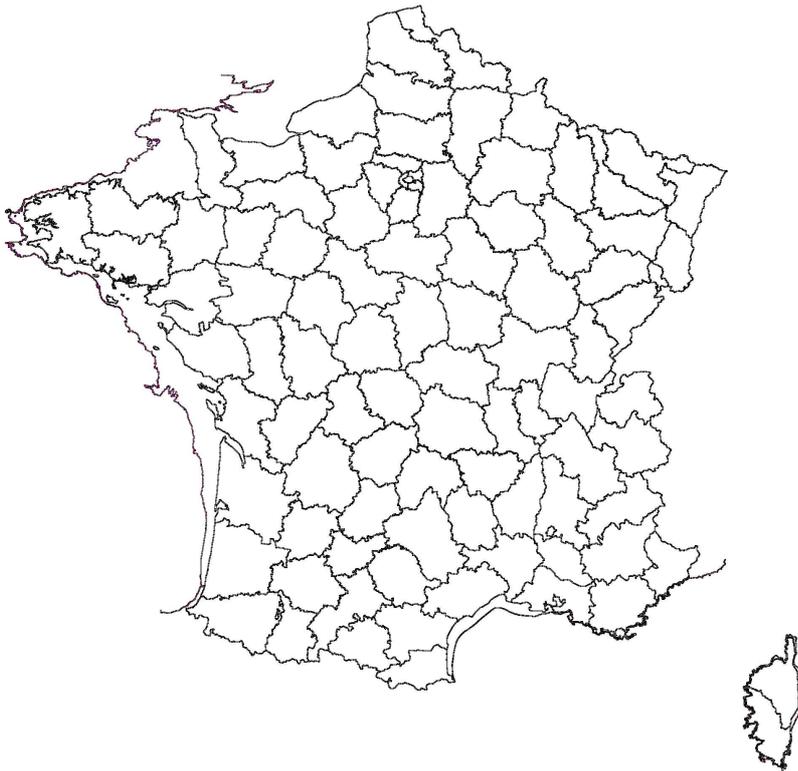
Regroupement de Goélands se nourrissant des déchets de la pêche



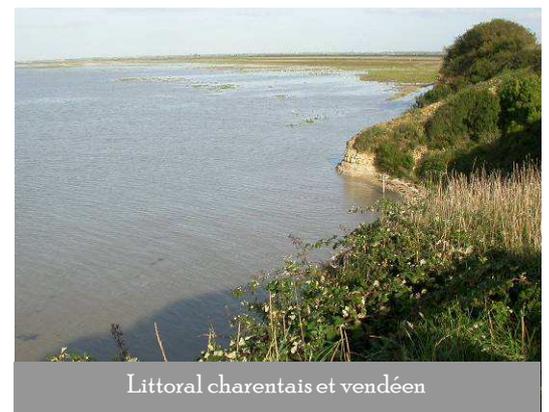
II. De la définition des zones de sensibilité pour les oiseaux en mer à la désignation de sites Natura 2000

La zone définie entre le trait de côte et l'isobathe de 50 mètres du plateau continental (voir carte ci-dessous), correspond actuellement au domaine maritime exploitable pour les parcs éoliens, et comme nous venons de le voir, à un espace d'activité et de passage intense de l'avifaune, quelle soit terrestre, côtière ou marine.

Carte n°9 : Représentation de la bande d'étude du trait de côte à l'isobathe de 50 mètres du plateau continental

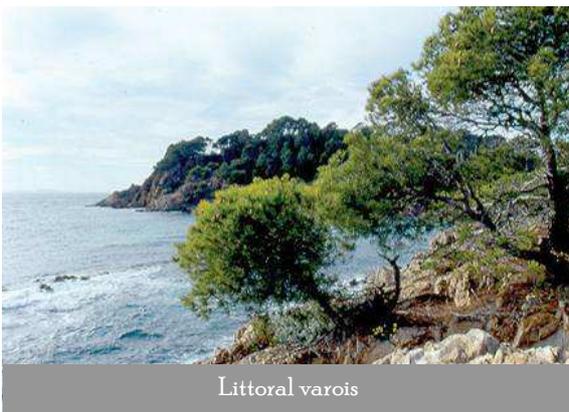


Cependant des variations spatiales permettront d'identifier des secteurs de moindre importance pour leur conservation. Ce travail implique l'identification de zones de sensibilité. Ces zones doivent répondre à plusieurs critères favorables à l'avifaune. Ces critères de conservation doivent être mis en évidence afin de minimiser le dérangement engendré par l'aménagement, la perte d'habitats et les risques de mortalité directement liés à la présence d'éoliennes.



© LPO France

Source : LPO France



© Benjamin Kabouche

De nombreuses études ont d'ores et déjà été réalisées (inventaires des Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO/Important Birds Area-IBA), et des espaces ont déjà été identifiés et désignés au titre de Natura 2000 (Zones de Protection Spéciale –ZPS-côtières).

A partir de ces sites, des secteurs marins sont susceptibles d'être considérés comme stratégiques pour l'avifaune (zone d'alimentation, reposoirs, couloirs de migration...). Ces IBA marines, ainsi que les ZPS côtières servent de base à la proposition de sites Natura 2000 et d'extension de sites en mer.

Les projets éoliens devront porter une attention particulière à l'existence de sites ou de projets de sites, car leur désignation Natura 2000 met en évidence une sensibilité particulière au titre de la directive habitats et/ou de la directive oiseaux.

Cette deuxième partie de l'étude se propose dans un premier temps, d'expliquer la démarche de la LPO pour établir les zones de sensibilité des oiseaux en mer, puis de faire un bref rappel sur la constitution du réseau Natura 2000 en mer.



II.1. Les zones de sensibilité en mer

Les zones de sensibilité en mer sont des secteurs identifiés comme important pour la conservation des oiseaux. Ces zones peuvent avoir des fonctions diverses pour les populations d'oiseaux, selon les espèces en présence, la saison, selon les caractéristiques océanographiques et leur situation géographique. Elles peuvent être des zones d'alimentation, d'hivernage, de repos, et peuvent également être situées sur des couloirs de migration.

Ces zones sont dites sensibles dans la mesure où elles garantissent le bon déroulement d'une phase du cycle annuel des espèces, et où elles sont favorables à la concentration d'individu (notion d'abondance d'une population).

La LPO a été sollicitée à titre d'expert pour inventorier et proposer des sites dans le cadre de la mise en place de Natura 2000 en mer. La démarche consiste à identifier les sites où les espèces présentes ont un statut de conservation européen et/ou national critique, et à mesurer l'abondance de la population afin de déterminer les enjeux de la zone. Dès lors que le site est identifié comme zone importante pour la conservation des oiseaux (zone de sensibilité), il est soumis à proposition de désignation au titre de Natura 2000.

II.1.1. Définition des critères utilisés

Les critères utilisés pour la définition de zones sensibles correspondent aux critères ZICO pour les espaces côtiers ; quant aux espaces s'étendant plus au large, ils devront reprendre les mêmes critères mais les patrons de distribution étant moins identifiables du fait du caractère instable et changeant de l'espace marin, les secteurs stratégiques pour l'avifaune nécessiteront tout d'abord une étude de leurs caractéristiques environnementales. Ensuite le statut de conservation des espèces présentes, leur abondance relative, et leur utilisation de l'espace devront permettre la définition de périmètres susceptibles de répondre aux exigences écologiques de l'avifaune.

Variables environnementales

Les variables environnementales de l'espace compris entre le trait de côte et l'isobathe de 50 mètres du plateau continental sont largement dépendantes de la configuration de la côte et du plateau continental. En effet les aspects géomorphologiques ont une influence sur les mouvements et les caractéristiques biologiques de l'eau. Ainsi, les eaux situées sur la frange littorale au niveau d'estuaires, d'embouchures...constituent des secteurs particulièrement attractifs pour l'avifaune. Ces zones sont caractérisées par des « panaches fluviaux », riches en aliments. Voici quelques exemples d'influences sur certaines populations ciblées :

- Le bas plateau de l'estuaire de la Vienne à la frontière espagnole : les alcidés sont emblématiques de cette zone et sont présents uniquement en hiver. Les Fous de Bassan peuvent être présents dans la zone centrale de ce secteur ; cette dernière comprend plusieurs habitats très spécifiques caractérisés par les panaches fluviaux de la Loire et de la Gironde ; ou encore des sites tels le banc d'Arguin, en face du bassin d'Arcachon et le plateau de Rochebonne au large de la Vendée.

- Au sud de la Bretagne, il y a l'habitat préférentiel des goélands notamment argentés et bruns

- Dans le golfe de Gascogne, le « bloom » printanier se produit en mars et recouvre l'ensemble du golfe de fin mars à début avril, puis les concentrations de phytoplancton diminuent à partir de mai pour atteindre les plus basses valeurs en été. Le « bloom » d'automne est généralement restreint aux zones côtières.

La distribution spatiale des oiseaux marins pendant la période hivernale est plus variable dans la zone nord du golfe de Gascogne (notamment pour les Fous de Bassan et la Mouette tridactyle) que Sud (variabilité spatiale moindre de la disponibilité alimentaire).

Ces variables environnementales concernent également les facteurs anthropiques, et d'autant plus que ces derniers s'associent le plus souvent à des variables biologiques et physiques également déterminantes pour certaines populations d'oiseaux.

Ces variables d'ordre anthropique sont les routes de transports maritimes ou lieux d'activités, pour les plus contraignantes et les zones de pêche, pour les plus « favorables ».

Statut de conservation des espèces présentes

Un des critères essentiels de la définition de zones sensibles pour la conservation des oiseaux est le statut de conservation des espèces présentes.

Ce statut de conservation est également étroitement lié au statut biologique de l'espèce dans un lieu donné, autrement dit au fait qu'elle soit nicheuse, hivernante ou migratrice.

Ces statuts se déclinent en plusieurs catégories allant du bon état de la population, au danger de disparition. Son statut de conservation dans un espace donné est somme toute relatif à une situation au niveau mondial, national, régional, ou local de l'espèce.





Abondance des individus

Les zones de sensibilité devront refléter un rapport intéressant entre le statut de conservation d'une espèce et ses effectifs. Pour toutes les espèces nicheuses, l'abondance est un facteur déterminant de la situation quantitative mais aussi qualitative de l'espèce.

Utilisation du « site » par les espèces

L'abondance d'une espèce sur un espace est fonction de la qualité de cet espace. Ainsi des secteurs seront plus ou moins stratégiques, mais quelque soit son utilisation (alimentation, repos, hivernage,...) par les populations, l'abondance de ces dernières révélera l'importance du site pour la conservation des espèces. Par ailleurs, les sites susceptibles d'être aménagés peuvent-être si ce n'est des spots stratégiques pour les oiseaux, des lieux de passage (déplacements locaux, migrations) pour atteindre ces derniers et donc présentent de la même manière un enjeu important pour la conservation des espèces.

II.1.2. Identification et définition des zones de sensibilité

Les zones de sensibilité devront dans le contexte présent, être comprises dans la bande du plateau continentale n'excédant pas 50 mètres de profondeur (limite maritime de la zone potentiellement constructible pour le développement éolien). Ces zones seront dans un premier temps une extension marine des zones côtières déjà identifiées comme sites de nidification. Ces zones de sensibilités sont des secteurs de reproduction, de repos (sur la côte), d'hivernage et/ou d'alimentation (en mer).

Carte n°10 : Périmètres justifiant la création ou l'extension de ZPS à partir de données sur certaines populations d'oiseaux marins nicheurs prioritaires (juin 2007)



Source : LPO France

- Extensions marines des ZICO et ZPS d'importance internationale pour les oiseaux marins et degrés de priorité selon les Indices de valeur ornithologique Io.
- Propositions d'extensions des ZPS côtières aux sites d'importance internationale pour les oiseaux d'eau en hiver.
- Sites littoraux d'alimentation et de reposoirs côtiers en Languedoc-Roussillon.





Cette carte présente les périmètres pour lesquels les informations disponibles mettent en évidence l'intérêt avifaunistique qui justifie la création ou l'extension de ZPS en faveur de certaines espèces d'oiseaux marins nicheurs.

Elle indique les surfaces d'extensions marines des ZPS et ZICO côtières selon les rayons de prospection des espèces déterminantes présentes et selon les degrés de priorité Io (voir légende). Cet indice d'importance ornithologique combine pour chaque site le nombre d'espèces nicheuses, l'abondance relative de la population (% de l'effectif national) et le statut de conservation de chaque espèce. Cet indice permet d'identifier les sites caractérisés par de forts enjeux de conservation.

Les sites dont l'indice est supérieur ou égal à 8 sont d'une importance capitale au niveau national. Ce sont sur ces sites que les extensions marines des ZPS et la gestion conservatoire sont prioritaires, du moins pour cette catégorie d'espèce d'oiseaux.

II.1.3. Description des zones (quantitatif/qualitatif)

Les données disponibles permettent de quantifier, non seulement l'importance relative de chaque site pour chaque espèce, mais également l'importance nationale pour la communauté d'oiseaux marins hébergés, toutes espèces prises en compte. L'indice Io, défini précédemment, permet de mesurer cette importance relative de chaque site au niveau national et d'établir une liste de priorités.

Ce zonage répond aux critères ZICO soit par la taille des colonies (abondance d'une espèce menacée) soit par le statut de conservation des espèces présentes, ou encore par le statut reproducteur de l'espèce et enfin par le passage d'espèces migratrices.

Ce zonage devra également répondre à des critères de peuplement d'espèces d'oiseaux à forte valeur patrimoniale ou d'un statut de conservation critique.

Ces zones marines ont été identifiées à partir de sites côtiers, inventoriés en ZICO, et le plus souvent désignés en ZPS, suite à une identification des sites d'importance internationale. L'importance internationale des sites et leur classement en ZICO, est associé à la présence de populations nicheuses ou migratrices.

Les extensions à partir de ces sites côtiers ont été définies à partir des zones prospectées par les oiseaux en recherche d'alimentation. Ainsi cet espace marin inclut les sites de nidification et les secteurs d'alimentation en période de reproduction du moins pour les espèces qui n'effectuent pas de longues distances pour se nourrir comme c'est le cas pour les Fous de bassan, les Puffins,...

Les données disponibles permettent de quantifier l'importance internationale de 90 sites identifiés par les critères développés à cette fin (critères ZICO, Ramsar – Convention internationale sur les zones humides de 1971-,...) et de fournir des listes de priorités nationales. Les informations suffisamment documentées à ce jour concernent essentiellement les secteurs côtiers : 51 sites de colonies, 38 sites d'hivernage/migration et 1 site mixte du Languedoc (alimentation des nicheurs, stationnement d'hivernants et passage de migrants). Il est à noter que certains de ces périmètres se croisent.

En ce qui concerne les zones situées au large, les données disponibles permettent de savoir que certains secteurs sont très riches en espèces d'importance communautaire, mais des recherches complémentaires sont nécessaires afin de préciser leurs contours et de vérifier si ces sites atteignent les critères d'importance internationale.

La désignation des secteurs proposés à ce stade constituerait une étape décisive pour la protection des sites importants pour les oiseaux marins nicheurs, hivernants listés dans les annexes de la Directive « Oiseaux » (79/409/CEE) de 1979 et les migrants.

II.2. La constitution du réseau de Natura 2000 en mer

Natura 2000, réseau européen chargé notamment de la protection et de la valorisation du patrimoine naturel souhaite désormais étendre sa protection de la faune et de la flore à de larges zones en mer.

La France (comme l'ensemble des Etats de l'Union Européenne) doit constituer un réseau cohérent et suffisant sur l'espace maritime français, en proposant une liste des sites prioritaires en 2008.

Une circulaire (20 novembre 2007), a été adressée aux préfets afin de lancer les procédures nécessaires à la désignation des sites Natura 2000 pour les habitats naturels et les espèces d'intérêt communautaire présents dans l'espace maritime.

Le Muséum national d'Histoire naturelle, en liaison avec son réseau d'experts, a établi une liste de 96 secteurs considérés comme pertinents. Il s'agit de définir, pour chacun de ces secteurs, un ou plusieurs sites nouveaux ou extensions de sites existants, en visant les objectifs suivants :





- retenir l'espace biologiquement nécessaire à la conservation des habitats et des espèces justifiant chaque site et représentant une unité écologiquement fonctionnelle ;
- prendre en considération une unité de gestion, dans le découpage des sites, dans la mesure où les exigences scientifiques énoncées ci-dessus sont satisfaites, que chaque site représentera une unité de gestion, au regard des règles fixées par le code de l'environnement ;
- entourer la définition des périmètres des sites de toutes les expertises et de la concertation, dans le respect des exigences scientifiques fixées par les directives communautaires.

Ce sont uniquement les critères et motivations scientifiques qui président à la sélection des sites Natura 2000 et à la définition de leur périmètre. Les exigences économiques, sociales, culturelles ainsi que les particularités régionales et locales seront prises en compte dans la gestion des sites Natura 2000, lors de la définition des mesures de conservation des habitats et des espèces, dans le cadre de l'élaboration collective des documents d'objectifs (DOCOB).

La désignation des sites Natura 2000 s'inscrit dans la stratégie nationale pour les aires marines protégées. La loi du 14 avril 2006 dresse une liste ouverte de catégories d'aires marines protégées : réserves naturelles, parc nationaux, domaine public maritime affecté au Conservatoire du littoral, sites Natura 2000, arrêtés de protection de biotopes et parcs naturels marins.

Des documents concernant les Aires Marines Protégées sont disponible sur le site de l'Agence des aires marines protégées (<http://www.aire-marines.fr>), notamment la « Stratégie nationale pour la création d'Aires Marines protégées, éléments de doctrine pour les eaux métropolitaines ». Ce document de travail a été réalisé par le Comité national de concertation sur les Aires Marines Protégées, en juin 2007. Il est disponible à l'adresse suivante : http://www.aires-marines.fr/images/stories/aires/Strategie_metropole.pdf

- Le document sur les « Lignes directrices pour l'établissement du réseau Natura 2000 dans le milieu marin. Application des directives « Oiseaux » et « Habitats » reflète les points de vue des services de la commission sur cette question et ne revêt pas un caractère contraignant. Ce document a été réalisé en mai 2007.

Les acteurs concernés par le réseau Natura 2000 en mer et donc la désignation d'Aires Marines Protégées, sont nombreux. Il faut compter tous les acteurs socio-économiques de l'espace maritime qu'ils travaillent dans le secteur de la pêche, des transports maritimes, de l'exploitation de ressources ou de l'aménagement.

Dans la réalisation du réseau Natura 2000, on retrouvera ces mêmes acteurs, le plus souvent représentés, ainsi que :

- l'Agence des Aires Marines Protégées (AAMP)
- les collectivités territoriales,
- des établissements publics à « vocation » environnementale (DIREN, MNHN), et/ou économique,
- des instituts spécialisés tels l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la mer (IFREMER), le Centre de Recherche sur les Mammifères Marins (CRMM)
- des associations de protection de la nature,
- des bureaux d'étude.
- mais aussi le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM)

Le déroulement des désignations est conduit de la manière suivante :

La consultation d'experts (IFREMER, MNHN, CRMM, LPO et diverses associations) et des administrations concernées (DIREN, Marine Nationale, organismes professionnels de la pêche, collectivités...) permet d'évaluer la pertinence des sites.

L'Agence des Aires Marines Protégées (AAMP) collecte les informations et propose des périmètres pour la Direction Nature et Paysage du MEEDDAT. Une nouvelle consultation est opérée par les experts et les administrations valident la proposition de sites qui est transmises à la Commission européenne.

Un premier résultat des sites potentiels Natura 2000 en mer a été dressé en mai 2007, et a comptabilisé 697 000 hectares désignés au titre des directives européennes « Oiseaux » et « Habitats ».

En Bretagne, le réseau Natura 2000 couvre déjà 227.000 ha, dont plus de la moitié concernent des espaces maritimes.

Une concertation régionale a été lancée en Bretagne par les préfetures maritimes concernées, qui vise à ajouter 530.000 hectares supplémentaires. Cette extension recouvrerait alors 17 sites au titre de la directive « Oiseaux » et environ le même nombre de sites au titre de la directive « Habitat ».

Cette extension des périmètres sensibles, littoraux ou insulaires témoigne de la préoccupation constante de l'Etat, en matière de protection du littoral.

Les projets de sites français (cartes et fiches descriptives) sont disponibles à l'adresse suivante :

http://www.aires-marines.fr/index.php?option=com_content&task=view&id=48





III. Techniques et moyens d'observation

De nombreuses études et expérimentations ont été menées afin de définir méthodes, moyens et techniques adéquats pour la collecte de données à des fins d'évaluation et d'expertises ornithologiques sur des secteurs ciblés.

Pour chaque moyen utilisé, des protocoles rigoureux ont été recherchés pour optimiser, d'une part la quantité d'informations collectées, leur qualité, et leur possible extrapolation.

Ces moyens et méthodes d'expertises ornithologiques ont été clairement définis et utilisés dans le milieu terrestre. Pour l'espace marin, les travaux de recherche et la mise au point de protocoles sont plus récents. L'expertise ornithologique de ces milieux nécessite l'adaptation d'outils performants, et mobilisent davantage de moyens (bateau, avion, radar..) du simple fait de l'accessibilité.

Cette partie présente les moyens et protocoles identifiés pour les études ornithologiques tant en mer que sur le littoral. Elle reprend donc des méthodes existantes pour les zones côtières, en adapte pour les zones marines.

Certaines méthodes sont quant à elles relativement innovantes et demandent encore quelques perfections pour augmenter les performances de protocoles parfois peu expérimentés. Avec l'essor de l'énergie éolienne, et notamment en mer, de nombreux outils se sont développés (exemple les radars, aujourd'hui pleinement opérationnels). Les méthodes d'expertise ornithologique trouvent leur place dans l'élaboration de l'étude d'impact et dans la réalisation du suivi. Le suivi de l'impact d'un projet éolien ne peut être considéré comme pertinent sur le plan scientifique que si l'on dispose d'un ensemble d'observations portant sur la zone élargie d'implantation future des éoliennes, et susceptible de décrire sa fréquentation avant tout aménagement.

III.1. Contexte géographique et recommandations d'un point de vue ornithologique

Les différentes approches d'expertises ornithologiques dans le contexte des parcs éoliens offshore dépendent de la situation géographique et de la configuration du futur site d'implantation du parc. Ces 2 caractéristiques doivent orienter le choix des protocoles d'expertises ornithologiques, que se soit dans une étude préalable à la désignation d'une zone potentiellement aménageable, que dans une évaluation des impacts de l'aménagement sur l'avifaune. Ces résultats permettront de définir la sensibilité du site et d'adapter le projet en conséquence.

Le choix du site est le facteur principal qui permet de réduire ou de supprimer la plus grande partie des nuisances sur les oiseaux et sur les écosystèmes dont ils dépendent. Ce choix doit se faire au regard de l'intérêt écologique non seulement de la zone du parc mais aussi de la côte. Il conviendra d'examiner dans quelle mesure la zone concernée par l'implantation de parc éolien est une bande animée par un intense passage des populations aviaires entre la côte/ et le large, et d'autre part de prendre en compte la position des différents éléments d'un parc (le champ d'éoliennes, les câbles et le transformateur sur la côte). La plus grande attention devra également portée sur la définition des aires d'étude.

La présente partie propose les outils, techniques et moyens d'expertises ornithologiques pour l'identification des enjeux ornithologiques et la caractérisation des sites.

III.1.1. Présentation d'un site éolien offshore et recommandations d'un point de vue ornithologique

Un site éolien offshore est composé de 3 éléments : le parc en lui-même, les câbles, et le transformateur. L'ensemble s'étend de la côte au large, au maximum jusqu'à l'isobathe de 50 mètres du plateau continental.

Le parc

Le parc peut prendre des formes variées selon le profil de la côte, les caractéristiques des fonds marins et autres facteurs anthropiques et/ou environnementaux de la zone.

Cette partie de l'infrastructure est la plus imposante et la plus susceptible de constituer des perturbations.

Le choix du lieu de son implantation doit être guidé par les résultats d'expertises ornithologiques réalisées au préalable, et sa configuration doit limiter les impacts sur l'avifaune (Perte d'habitat, dérangement, mortalité)





Les câbles

Les câbles s'étendent du parc jusqu'à la côte. Leur installation sous-marine n'influencera pas l'avifaune, si ce n'est par une perturbation des fonds et de la disponibilité alimentaire. Cet effet est censé être limité par un état des lieux réalisé auparavant permettant de caractériser l'intérêt du site pour l'avifaune en terme d'alimentation.

Le transformateur

Le transformateur est situé sur la côte, à l'arrivée des câbles. Le lieu de son implantation doit être choisi en fonction des connaissances acquises sur les sites côtiers favorables à l'avifaune, que ce soit en termes d'alimentation, de reproduction, d'hivernage,...

Ainsi, le choix du lieu d'implantation de l'ensemble de l'infrastructure doit prendre en compte les informations ornithologiques qui concernent tant la mer que la côte. La zone d'étude liée directement à un projet sur un site bien défini doit être étendue bien au-delà de la zone où se trouveront les éoliennes.

III.1.2. Définition de la zone d'étude ornithologique

La définition de l'aire d'étude est l'une des clefs de la réussite de l'étude ornithologique. Elle est constituée de trois zones : zone d'implantation, zone d'influence rapprochée et zone d'influence lointaine. Les différentes unités écologiques présentes autour du site éolien sont à prendre en compte pour la définition de ces zones d'étude : zones d'alimentation de l'avifaune, aires de repos des oiseaux migrateurs, couloirs de migration,...

Cette approche est primordiale pour pouvoir établir le fonctionnement écologique du site et de sa dynamique. Une perturbation sur une des unités, même si cette dernière n'est pas directement concernée par l'implantation des éoliennes, peut avoir des conséquences sur l'ensemble du fonctionnement de l'écosystème local.

Les études préalables doivent couvrir la zone d'implantation, mais aussi, les zones d'influence. Les dimensions de ces aires d'étude seront définies selon les sensibilités écologiques du site.

Les données existantes, issues de la bibliographie, seront compilées et analysées. Elles permettront de définir les thèmes d'expertise à approfondir lors de l'étude d'impact ainsi qu'à justifier le périmètre d'étude.

La zone d'implantation

Il s'agit du futur site des éoliennes à proprement parler avec une marge d'environ 1 kilomètre. Sur cette zone (au minimum), les études et expertises ornithologiques doivent être exhaustives et prendre en compte un suivi sur le long ou moyen terme. Les données existantes (bibliographie) seront ajoutées aux résultats des expertises réalisées, elles permettront de dresser un état initial de la zone avec du recul dans le temps. Cette dimension temporelle est essentielle, d'autant plus en milieu marin caractérisé par une certaine instabilité et mobilité des facteurs environnementaux.

Les zones d'influence

Deux zones d'influence ont été déterminées, la zone n°1, dite rapprochée et la n°2 dite lointaine.

- **La zone d'influence rapprochée** est une zone potentiellement affectée par le projet, dont l'amplitude varie en fonction de la localisation et de la valeur des unités écologiques et avifaunistiques voisines. Au sein de cette aire, des inventaires doivent porter sur les espèces protégées (statut de conservation des oiseaux) et les zones de concentration. Ces zones de concentration doivent être identifiées au regard de leur fonctionnalité écologique. Des études approfondies doivent être menées dès lors qu'une espèce protégée a été observée. Elle peut être définie comme l'aire centrée sur le parc et de rayon égal à la distance entre le parc et la côte.

- **La zone d'influence lointaine** s'étend de la zone d'influence rapprochée, et fait l'objet d'un examen au cas par cas. Elle doit être l'objet d'une analyse de la fonctionnalité écologique de la région d'implantation des éoliennes. Son étude permettra de savoir si la zone d'implantation ne se situe pas entre des spots stratégiques pour l'avifaune et donc si elle n'est pas sur un couloir de déplacements locaux ou de migration.

L'étude de cette aire doit s'inscrire dans une logique d'analyse des effets cumulatifs de l'aménagement, autrement dit en prenant en compte les possibles répercussions, spatialement éloignées.

III.2. Présentation des protocoles et des objectifs d'expertises

Les expertises ornithologiques en mer peuvent être réalisées selon 5 procédés et/ou moyens différents pour la phase précédant l'aménagement et 6 pour le suivi. On distingue les expertises ornithologiques en bateau,





en avion, depuis la côte en tant que méthodes traditionnelles et pour les plus modernes, les expertises par analyse des données radar, infrarouge et de détecteur de choc.

Ces expertises doivent suivre des protocoles types qui seront définis dans les paragraphes suivants, choisis de manière à être adaptés à l'objectif général, consistant à établir un état initial de qualité. En fonction de la zone d'étude, des sensibilités pressenties, on privilégiera certains protocoles afin de recueillir l'information adaptée aux enjeux (exemple, si les transects bateau et/ou avion se font sur la zone d'étude étendue, les observations radar seront préférentiellement centrées sur la zone d'implantation...).

III.2.1. Les protocoles

Les protocoles devront optimiser la précision et minimiser les biais pour les dénombrements d'oiseaux, tout en prenant en compte les variabilités spatiales et temporelles.

Les notions de densité relative (nombre d'individus par unité de temps d'observation ou de distance) et absolue des populations (nombre d'individus par unité de surface) devront être clairement définies.

Les éléments à mobiliser pour l'application des protocoles sont : la plate-forme ou technique utilisée (bateau, avion, radar fixe et/ou dérivant, observations depuis la côte, infrarouge...), les protocoles (périodicité, horaires, itinéraires et/ou point d'observation, nombre d'observateurs...) et les outils (caméra, jumelles, longues vues, station radar,...)

Les techniques d'observations doivent être évaluées pour leur potentiel à être utilisées dans différentes conditions, telles la visibilité (jour, nuit, tempête, nuage bas,...) les conditions météorologiques (pluie, état de la mer, gel,...) et profondeur de l'eau.

Les patrons de distribution doivent être décrits avec les caractéristiques géographiques (topographie, bathymétrie, sédimentologie) les paramètres océanographiques (masse d'eau, courants, estuaires, effluents de rivières), la disponibilité alimentaire et les influences anthropiques (navigation, pêche, ...)

Des patrons diurnes et les influences de la marée sur la distribution des oiseaux doivent être mesurés et évalués pour permettre un planning approprié des enquêtes.

Sachant que la probabilité de détection dépend du comportement des individus (posés ou en vol), les estimations de densités absolues risquent d'être fortement dépendantes de l'heure de la journée à laquelle on les mesure. Cela vaut également pour les observations par avion et, d'une manière générale, quelles que soient les proportions d'individus détectés posés ou en vol. Ce point important, ainsi que d'autres, sont à l'étude.

Par ailleurs, une expertise ornithologique pour un parc éolien offshore doit s'étaler sur un cycle annuel complet au minimum. Il est recommandé pour appréhender les variations interannuelles de réaliser au moins deux années d'étude.

III.2.2. Les objectifs

Des protocoles standardisés seront utilisés afin de garantir une comparaison ultérieure, lors de la période de suivi post installation qui devra en outre être suffisamment longue pour permettre d'obtenir des résultats significatifs.

La mise en place de protocole de recherche et de suivi sur l'avifaune, doit permettre dans un premier temps de dresser un **état initial** de la fréquentation du territoire concerné et dans un second temps de **mesurer les impacts** de l'aménagement sur l'avifaune lors du fonctionnement du parc. Les 2 approches sont toutefois différentes et ne feront pas appel ni aux mêmes méthodes, ni aux mêmes outils. Les protocoles devront s'adapter à des échelles spatiales et temporelles différentes, selon qu'il s'agit d'un recensement de nicheurs ou d'hivernants, ou d'une évaluation des changements en terme de comportement, d'abondance ou de distribution liés à l'aménagement d'un parc éolien.

Cependant si le lieu d'implantation d'un parc éolien, a fait l'objet d'un diagnostic écologique de départ, les phases de suivi des impacts sur l'avifaune, devront employer des méthodes identiques.

Les protocoles d'étude et de suivi se donnent pour objectifs de réaliser une acquisition de connaissances sur les points suivants:

- Inventaire des espèces d'oiseaux présentes,
- Abondance des espèces d'oiseaux (nicheuses, migratrices, hivernantes),
- Répartition des espèces d'oiseaux,
- Déplacements locaux des espèces et/ou trajectoires, migration pré et post-nuptiale (variations journalières, intensité du passage, ...),
- Variations temporelles et spatiales de la distribution des populations,
- Phénologie (événements périodiques selon les variations saisonnières,
- Comportements (les hauteurs de vol, mode d'alimentation,...),





- Fonctionnalité écologique de la zone d'étude

En parallèle, ces données devront être complétées par les conditions météorologiques (force et direction moyenne du vent toutes les heures, visibilité), et les facteurs environnementaux perceptibles au moment de l'observation.

Pour chaque individu contacté, il faut préciser le comportement (en vol : distance d'envol, direction, altitude moyenne / posé sur l'eau : clepto-parasitisme, alimentation, transport de nourriture, sillage de bateau de pêche, ...) Les sessions de transects, d'observation et les mesures biologiques sur la zone d'étude définie devront être réalisées durant la phase d'étude de l'état initial mais également durant la phase des travaux et plusieurs années après la mise en service des éoliennes (voire jusqu'à la fin de vie du parc)

III.2.3. Correspondance entre objectifs et protocoles

Les objectifs des expertises ornithologiques sont multiples, mais les ressources en moyens, outils et protocoles sont également importantes. La mise au point de ces protocoles atteint un niveau de couverture des phénomènes, des moments, et des milieux étudiés de plus en plus large et développé.

Cette partie recherche une optimisation des correspondances entre protocoles et objectifs des expertises permettant une certaine exhaustivité des études lors de leur réalisation.

Cette synthèse est présentée dans le tableau suivant. **Ci-dessous, sont définis les termes et abréviations utilisés dans le tableau de la page suivante.** Les protocoles seront abordés précisément et concrètement à la suite du tableau.

IDENTIFICATION : Il s'agit de déterminer les espèces ou groupes observés. Cette information permet d'attribuer à un secteur donné une valeur ornithologique au titre du statut de conservation des espèces. Pour déterminer la valeur d'un site, Cette information doit être toutefois complétée par la définition de la fonctionnalité du site pour l'espèce au cours de son cycle annuel et par son abondance. Ces 2 précisions permettront d'évaluer l'importance du secteur pour l'espèce.

ABONDANCE : Il s'agit d'un dénombrement ou comptage des individus présent en groupe sur un secteur.

DISTRIBUTION : Il s'agit de localiser les sites qui sont fréquentés par les espèces et d'identifier leur fonctionnalité selon les différentes phases du cycle annuel des populations (alimentation, hivernage, repos, halte migratoire, nidification)

DEPLACEMENT : Il s'agit de repérer les trajectoires des déplacements locaux et les couloirs de migrations des espèces.

COMPORTEMENT : Il s'agit d'étudier les vitesses et hauteurs de vol des individus, les techniques de pêche des populations,...

Ces objectifs ou résultats d'expertises peuvent et doivent être enrichis d'une autre dimension, il s'agit de la **variation** temporelle, qui peut être saisonnière, inter-annuelle ou encore pluri-annuelle. Cette notion de variation est ici opposée à la notion de **valeur**, sous-entendue absolue, en tant que valeur relative dans le temps. Ces variations permettent la comparaison et une évaluation de la stabilité de l'évolution.

Cette notion de variation temporelle est d'autant plus importante qu'il s'agit dans le contexte présent du milieu littoral-marin, caractérisé par une certaine instabilité et mobilité des éléments. La variation spatiale, quant à elle, s'inscrit ici d'emblée dans les études de localisation.

L'espace concerné par ces expertises comprend tant le domaine côtier que marin. Les protocoles et moyens mobilisés seront différents selon qu'il s'agit d'expertise sur la **côte** ou en **mer**. Les informations sur les 2 milieux sont tout aussi importantes en termes d'évaluation des mouvements des populations. L'espace compris entre le trait de côte et l'isobathe de 50 mètres du plateau continental est animé par de nombreux mouvements et déplacements entre site de nidification et site d'alimentation pour certaines espèces, entre couloirs de migration et site de repos ou halte migratoire pour d'autres, ou encore lors de conditions météorologiques particulières (vents forts, tempêtes,...) pour les espèces oiseaux marins en particuliers.

Le 2 principaux cycle du cadran, jour / nuit sont également mentionnés dans le tableau. Cette distinction est essentielle en termes de mode de vie des espèces, de comportement. Certaines espèces sont dites nocturnes et d'autres diurnes. Cette distinction en terme d'expertises est importante afin d'adapter les moyens nécessaires au repérage de données selon qu'il s'agit d'expertises diurnes « **D** » ou nocturnes « **N** ».

NB : Après aménagement du site, les impacts sur l'avifaune, en termes d'abondance, de fréquentation (distribution, déplacements) et de comportements, devront être étudiés. Cette évaluation est mentionnée dans le tableau par la notion de variations temporelles. Elle aura donc recours aux mêmes protocoles. Quant aux impacts directs (mortalité par collisions, modifications des comportements), une estimation pourra être effectuée grâce aux méthodes par radar, optique infrarouge et détecteur de choc.



Objectifs (expertises)	IDENTIFICATION								ABONDANCE								DISTRIBUTION								DEPLACEMENT								COMPORTEMENT							
	valeur				variations				valeur				variations				valeur				variations				valeur				variations											
	mer		côte		mer		côte		mer		côte		mer		côte		mer		côte		mer		côte		mer		côte		mer		côte									
	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N								
Transect bateau	1	x																																						
Transect avion	2	x																																						
Depuis la côte	3			x	x																																			
Suivi télémétrique	4																																							
Radar	5																																							
Optique infrarouge	6		x		x																																			
Détecteur de choc	7																																							

Tableau n°2 : Principaux protocoles, identifiés par objectifs d'expertises ornithologiques
(La légende du tableau figure sur la page précédente)

A chaque moyen (support d'étude) mobilisé, correspondent plusieurs expertises qui diffèrent selon l'objet, la durée, le moment ou encore le milieu de l'étude,...Et à l'inverse, chaque expertise peut être réalisée par différents moyens plus ou moins efficace, pertinent, rapide, mais aussi onéreux...

Ce tableau met essentiellement en avant les correspondances les plus justifiées. Cependant, des combinaisons de moyens sont possibles et souvent très productives, (le couplage d'un navire et d'un radar pour des observations en mer et de nuit, d'un optique infrarouge et d'un détecteur de choc,...). La diversité des expertises ornithologiques (89 figurent ci-dessus (sans les combinaisons)) ne permet pas de dresser pour chacun des protocoles, un tableau de ses caractéristiques et de ses besoins. Leur description se fera par une approche globale du moyen mobilisé (avion, radar, optique infrarouge,...). Ainsi, pour chaque moyen ou plutôt support d'étude, seront décrits dans la suite de ce document :

- les caractéristiques requises des outils et leur réglage (si besoin),
- les données collectées et les outils de leur intégration dans un système pérenne et fiable,
- les moyens humains et matériels supplémentaires (ordinateur, enregistreur, jumelles, longues vues,...),
- les périodes d'étude optimales qui dépendent de l'objet étudié et du support d'étude (contraintes météorologiques,...)
- la périodicité des opérations ou campagnes (cadence des observations,...)
- les limites.



Ces moyens sont déclinés ci-dessous et présenteront les méthodes traditionnelles et modernes d'échantillonnage. Cette distinction est quelque peu globalisante, les méthodes traditionnelles sont pour certaines toujours en cours de perfectionnement et surtout intègrent de plus en plus les moyens modernes. Cette distinction est relative à l'effort technologique et/ou matériel, l'effort protocolaire à proprement parlé étant en perpétuelle évolution.

Les études mentionnées ci-dessus par suivi télémétrique ou avec émetteur (GLS, GSM, balises Argos,...) ne seront pas développées dans les pages suivantes, dans la mesure où l'application de cette technique est strictement scientifique et surtout ne présente aucun protocole si ce n'est des conditions particulières pour son autorisation et réalisation. Tout du moins, le protocole doit s'adapter à chacune des espèces équipées. Cet outil d'expertise est cependant précieux dans la mesure où les données, qui couvrent un panel d'objectifs d'expertises, sont extrêmement précises et fiables, mais pour un prix élevé.



Vol de Bécasseaux sanderling

© J.L. Lemoigne





III.3. Les méthodes traditionnelles d'échantillonnage

Les protocoles d'identification et de dénombrements des oiseaux en mer ont été initiés par une méthode d'échantillonnage en bateau. Ils ont été expérimentés auparavant lors de la réalisation de programmes de recherche, de campagnes d'observations contrôlées et/ou parfois, si application de la méthode, opportunistes. Ces expérimentations ont été réalisées dans le cadre de programmes cités précédemment (programmes MER, ROMER,...). Cette technique en bateau a été confortée par des prospections en avion, méthode initiée en France, également dans le cadre du programme ROMER. Un protocole standardisé avec des moyens précis a été mis en place. Ces méthodes d'échantillonnage viennent compléter la plus traditionnelle, et donc la plus suivie sur le long terme, à savoir les prospections côtières dont les protocoles peuvent être nombreux, dépendant étroitement de la configuration des sites et des thèmes d'observation.

La description de ces protocoles fera appel aux enseignements tirés d'expériences antérieures (programmes MER et ROMER) et de la COWRIE (Collaborative Offshore Wind Research Into the Environment), et en reprendra les recommandations principales. Il sera également fait état des limites de chacun des moyens d'expertise

III.3.1. Expertises ornithologiques en bateau

Le tableau ci-dessous synthétise les besoins et les caractéristiques générales des protocoles en bateau. Les détails sont décrits dans les lignes suivantes.

<i>Objectifs</i>	<i>Moyens matériels</i>	<i>Moyens humains</i>	<i>Périodicité</i>	<i>Résultats</i>	<i>Coût</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Identification, - Abondance, - Distribution, - Déplacements, - Comportements et leurs variations temporelles en mer et de jour - Evaluation des impacts en mer de jour 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 navire - 1 aquaflo - 2 paires de jumelles - 1 GPS - 1 ordinateur avec un SGBD 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 capitaine - 2 voire 3 observateurs si saisie simultanée 	<ul style="list-style-type: none"> - Sur zone élargie : une couverture totale en une journée répétée plusieurs jours avec décalage des débuts et fins de passage - Sur aire d'étude : 2x par mois tout au long du cycle annuel 	<ul style="list-style-type: none"> Cartographie: soit des données d'une zone de 6x la taille du futur parc soit des zones prioritaires pour les oiseaux dans une aire étendue, avec croisement des conditions d'observation et des données avifaunistiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Navire : - Aquaflo : - Jumelles : - GPS : - Ordinateur : - Logiciel : - Observateurs - Traitement des données, cartographie, rédaction

Les campagnes en bateau ciblent pour l'essentiel des études sur la distribution spatiale printanière, dans la mesure où elles sont tributaires de l'état de la mer. Cependant les autres saisons ont fait l'objet de campagnes, privilégiées par des conditions météorologiques favorables. Selon la COWRIE, l'état de la mer ne doit pas excéder force 5, limite maximum de détection des individus. Les relevés sont effectués le plus souvent par mer calme à peu agitée et avec une visibilité de plus d'un mille nautique. Toujours dans le but de rendre les observations recueillies les plus comparables possible, les sorties programmées peuvent être reportées voire annulées en raison d'une mer trop agitée ou d'une visibilité réduite (inférieure à 1 Mile Nautique). Cependant, les transects devront être effectués de façon homogène dans l'espace et dans le temps sur toutes les zones et devront être parcourus 2 fois par mois tout au long du cycle annuel (24 sorties d'une journée).

La méthodologie utilisée pour estimer par navire la densité relative des populations en mer est identique depuis 1976. Elle repose sur la standardisation rigoureuse des conditions d'observations en mer. Les conditions standardisées d'observation à partir de navire seront détaillées ci-après (cf. HEMERY et al, 1986, RECORBET, 1996),

Dans le cadre du programme MER, les observations s'effectuent grâce aux moyens aéronavals des Douanes Françaises et des Affaires Maritimes par la méthode des transects linéaires, pour l'essentiel des données.





Caractéristiques requises des embarcations

Les bateaux doivent être d'aspect relativement homogène. La longueur des embarcations dans le cadre du programme MER, est d'environ 30 mètres, pour la COWRIE, la longueur de la plate-forme doit être comprise entre 20 et 100 mètres. La possibilité pour l'observateur de stationner en hauteur (entre 5 et 25 mètres au-dessus du niveau de la mer) est importante. Ces embarcations ne doivent pas avoir une vocation commerciale, ni destinés à la pêche (influence de la présence du bateau sur les populations observées).

La vitesse de déplacement doit être stable et équivalente à 10 nœuds. Pour la COWRIE elle est optimale entre 10 et 15 nœuds, et selon ROMER, la vitesse est comprise entre 18 et 22 nœuds ce qui peut paraître déjà trop rapide.

Le rapport coût/efficacité du transect en bateau est optimisé si le vaisseau peut-être équipé d'un « aquaflo » (pour l'enregistrement des caractéristiques des eaux de surfaces, incluant la température, la fluorescence (chlorophylle), la salinité et pour l'enregistrement des informations hydrographiques simultanément). Ces prospections peuvent d'ailleurs profiter des campagnes d'IFREMER (notamment les campagnes acoustiques). Par ailleurs, le rapport coût/efficacité du transect en bateau « oiseaux » peut-être optimisé, s'il est combiné avec d'autres transects, tels que ceux pour les mammifères marins, pour lesquels des observateurs spécialisés et différentes méthodes sont requis.

Les transects

La méthode de densité absolue des populations en mer repose sur les transects linéaires.

Son principe consiste à parcourir en ligne droite une portion aléatoire de la zone étudiée en relevant pour chaque contact avec l'espèce les deux catégories d'informations suivantes :

- la première catégorie est la distance radiale entre l'observateur et l'animal, ou le groupe d'animaux, lors de sa détection l'angle (azimut) entre l'animal et la direction du transect est mesuré simultanément,
- la seconde catégorie d'information, ou doubles observations simultanées, nécessite au minimum deux observateurs indépendants opérant sur le même navire au même instant. La quantité d'individus détectés par le premier observateur, celle par le deuxième observateur et enfin le nombre détecté par les deux observateurs est noté. Cela permet d'estimer la probabilité de détection de chaque observateur en particulier pour les individus situés sur l'axe du transect (distance à angle droit nulle).

A partir de ces deux groupes d'informations, on estime par ajustement d'un modèle mathématique, la "largeur effective" de détection des animaux de part et d'autre du transect. Il suffit alors de multiplier le double de cette largeur par la longueur connue du transect pour obtenir la surface prospectée. Selon la COWRIE, la largeur de la bande dans la méthode du « line-transect » ne doit pas excéder 300 mètres. Pour permettre de corriger les biais (individus présents mais non contactés) notamment concernant les oiseaux nageant, la bande doit être subdivisée en classe, de largeur comprise entre 50 et 100 mètres

Le rapport du nombre d'individus observés à la surface prospectée fournit finalement l'estimation de la densité absolue et de son intervalle de confiance. Le principe relativement simple de la méthode nécessite cependant des précautions sur le terrain et des tests statistiques pour s'assurer des différents phénomènes perturbateurs.

Cette méthodologie se différencie des techniques plus simples de strip ou band transect (KOMDEUR et al.) où l'on suppose, sans moyen de le vérifier, que l'observateur détecte systématiquement tous les individus situés dans une largeur fixée au préalable de chaque côté du transect par navire.

Dans le cas d'un diagnostic sur un zonage éolien, un quadrillage à haute résolution doit être déployé, couvrant une aire d'au moins 6 fois la taille de l'aire proposée pour le parc. Les lignes de la grille de transect doivent être séparées d'au moins 0.5 mile nautique mais ne dépassant pas 2 miles nautiques et la grille doit être couverte de telle façon que le temps d'une journée soit équitablement distribué sur l'ensemble de la zone. Il faut par ailleurs alterner les points de démarrage des observations afin de comprendre et apprécier complètement les rythmes diurnes de la zone.

Les données collectées

L'ensemble des données issues des relevés d'observations en mer se compose de deux sous ensembles :

- le premier a trait à la position géographique (GPS) des observations ainsi que toutes les conditions dans lesquelles elles ont été recueillies (heure de l'observation, vitesse du navire, conditions météorologiques, état de la mer). L'heure et la minute ainsi notées permettent d'obtenir la localisation géographique précise des relevés en se rapportant automatiquement au fichier GPS chronologique.
- le second sous-ensemble de données concerne les observations biologiques proprement dites. L'observateur note systématiquement, minute par minute, les espèces et le nombre d'individus observés, aussi bien en mouvement que posés sur l'eau, ainsi que différentes informations les concernant (âge, comportement,...).

Du fait de la fréquence importante, en général, des observations d'oiseaux lorsque l'on se trouve en mer et de la diversité des informations notées, ces données sont soit transcrites et transmises sur des bordereaux papier et codées ultérieurement à terre afin de maximiser l'attention sur les détections, identifications et notations, soit





saisie immédiatement sur ordinateur durant les transects. La totalité des données, une fois couplées par programmes informatiques, est enfin validée automatiquement et rectifiée éventuellement de façon manuelle, afin d'être introduite dans la base de suivi du site.

Toutes modifications temporaires des conditions standardisées lors d'une mission sont prises en compte dans la base de données.

Les observateurs

Suite à ce qui vient d'être noté sur les données, la collecte en temps réel des deux catégories d'information nécessite une équipe de trois observateurs. En général, deux observateurs sont opérationnels et les deux types de mesures sont alors effectués en alternance. Les observateurs sont situés de part et d'autre du navire et cherche les individus dans un secteur de 90° orienté vers l'avant

Dans le cadre du programme ROMER, l'observateur est installé sur le pont supérieur à une altitude d'environ 6 mètres au dessus de la mer et surveille l'horizon sur 360°. Les animaux sont détectés à l'œil nu, les jumelles étant utilisées pour leur identification et leur dénombrement. Aucune limite de distance de détection n'est fixée a priori. Il faut prévoir une rotation et un relèvement des observateurs (pas plus de 2 heures d'observation de suite).

Les observateurs doivent être formés pour l'ornithologie en haute mer dans des situations diverses et à différentes saisons. Ils doivent avoir une technique d'identification adéquate (autrement dit, connaissances des espèces marines communes et rares, une pleine compréhension des plumages et des mues,...).

Les limites

Les deux catégories d'informations citées précédemment sont nécessaires pour examiner les différents problèmes qui se posent dans l'utilisation concrète de cette technique :

- estimation de la probabilité de détection des individus présents sur la ligne même du transect,
- individus en plongée, ce qui diminue la probabilité de détection lors du passage de l'observateur,
- vitesse de déplacement (vol, nage) des individus mobiles, ce qui peut dans certaines conditions augmenter la densité apparente des populations (cf. Yapp, 1950, Skellam, 1952, Seber, 1972),
- comportements d'attraction ou d'évitement des animaux à l'approche du navire

Pour certaines espèces, l'analyse de la distribution issue de comptages par bateau pourrait entraîner une sous-estimation importante des populations due à la superficie faible couverte par le bateau. La méthode par avion peut donc être mieux adaptée à l'échelle spatiale étudiée.

Par ailleurs, on note une attractivité liée à la présence même du bateau (cf attractivité des bateaux de pêche). Ce biais est de nature à surestimer l'abondance de certaines espèces et à mal interpréter leurs distributions.

III.3.2. Expertises ornithologiques en avion

Le tableau ci-dessous synthétise les besoins et les caractéristiques générales des protocoles en avion. Les détails sont décrits dans les lignes suivantes.

<i>Objectifs</i>	<i>Moyens matériels</i>	<i>Moyens humains</i>	<i>Périodicité</i>	<i>Résultats</i>	<i>Coût</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Identification, - Abondance, - Distribution, - Déplacements, - Comportements et leurs variations temporelles en mer et de jour - Evaluation des impacts en mer de jour 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 avion bi-moteur à ailes hautes - 1 inclinomètre - 1 GPS - chronologique - 1 ordinateur avec un SGBD 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 pilote - 1 voire 2 observateurs 	<ul style="list-style-type: none"> - Sur zone élargie: une couverture totale en une journée répétée plusieurs jours avec décalage des débuts et fins de passage - Sur aire d'étude : 2x par mois tout au long du cycle annuel 	<ul style="list-style-type: none"> Cartographie: soit des données d'une zone de 6x la taille du futur parc soit des zones prioritaires pour les oiseaux dans une aire étendue, avec croisement des conditions d'observation et des données avifaunistiques 	<ul style="list-style-type: none"> - avion : 200 €HT/h - Inclinomètre - GPS : - Ordinateur : - Logiciel : - Observateurs - Traitement des données, cartographie, rédaction





Ce moyen permet de produire une image instantanée, par échantillonnage spatialement régulier, de la distribution et de l'abondance des oiseaux marins. Il peut également renseigner les déplacements et les comportements.

Ces opérations ciblent plus particulièrement les zones d'alimentation, d'hivernage, de repos, les couloirs de migration,... Les prospections aériennes permettent d'évaluer les effectifs et la distribution des populations d'oiseaux marins dans l'ensemble des eaux marines.

Le protocole doit tenir compte de plusieurs contraintes rencontrées, liées par exemple à la réglementation aérienne, aux techniques de vol, aux conditions météorologiques et au budget. Pour les conditions météorologiques, il faut noter que les observations deviennent difficiles à partir de force 3, quand des moutons commencent à se former sur la surface de l'eau.

Ce type d'opération mobilise au moins un observateur, un pilote et nécessite la disponibilité d'un avion, et ceci sur toute la durée de la campagne.

Caractéristiques requises de l'avion

L'avion doit être bi-moteur (pour les marges de sécurité et l'endurance des vols). L'avion doit se déplacer à vitesse constante entre 160 et 120 km/heure environ (de loin supérieure à celle du vol des oiseaux marins) pour permettre d'éviter tous les problèmes statistiques inhérents aux méthodes de dénombrements par bateau (doubles comptages, auto-corrélations spatiales et temporelles,...)

L'avion doit avoir une hauteur de vol constante, et le meilleur créneau d'altitude se situe entre 150 et 180 mètres. A 80 mètres d'altitude, la vitesse de vol doit être de 185 km/h (chiffre à affiner en fonction des appareils utilisés).

Ces paramètres autorisent une excellente détection, y compris des plus petites espèces (Pétrel-tempête par exemple) et permettent de voir les oiseaux pendant un temps suffisamment long pour les identifier (un oiseau peut être observé pendant environ 4 secondes).

L'avion doit avoir la caractéristique d'ailes hautes afin de ne pas gêner l'observateur et doit permettre une vue sur 360°, et sur chaque aile de l'avion, le transect est matérialisé par un ruban adhésif (le transect au sol est d'une largeur de 200 mètres de part et d'autre de l'avion). Il faut également prévoir un inclinomètre pour mesurer les déclinaisons depuis l'horizon.

Les transects aériens

Il faut déterminer le ou les mois les plus représentatifs (coût de l'opération) en fonction de l'objectif recherché.

Les transects doivent être réalisés perpendiculairement au trait de côte.

Dans cette méthode de lignes transects, il est préférable de déterminer des sous-bandes. Par ailleurs, les transects doivent être un minimum séparé de 2 km pour éviter les doubles-comptages bien que permettant une couverture très dense.

Les données collectées

Le fait de voler à altitude constante et d'observer sur un transect étroit, implique que les oiseaux observés soient à distance rigoureusement identique de l'observateur, ce qui lui permet d'estimer la taille de l'individu de manière extrêmement précise. La taille constitue un critère d'une très grande pertinence pour l'identification spécifique, même en quelques secondes

Les observations réalisées sont saisies directement sur un ordinateur couplé avec un GPS et équipé d'un logiciel permettant un enregistrement automatique des données, couplé à l'enregistrement des coordonnées géographiques associées. Ainsi, lors de chaque observation d'un oiseau, l'observateur tape sur son clavier un code espèce, un code nombre, et un code comportement, alors que le programme informatique recherche lui-même les coordonnées du point en interrogeant le GPS, et l'heure exacte de l'observation, qui sont ensuite directement incorporés dans un fichier. L'ensemble de ces informations sera intégré à un SIG (Système d'Information géographique). L'enrichissement du SIG par des données décrivant l'environnement océanographique permettra d'identifier les paramètres océanographiques et météorologiques régissant la présence de grandes populations d'oiseaux marins. A partir de cet outil seront issues les cartographies des zones prioritaires à des fins de conservation des oiseaux marins.

Les observateurs

L'observation des oiseaux marins par le dessus n'est pas classique, et nécessite un temps d'adaptation de l'observateur. Ce dernier doit être capable de réaliser l'ensemble des observations, cependant la présence d'un





second n'est pas exclue. Dans ce cas, chacun de chaque côté de l'avion enregistre continuellement leurs observations. La position GPS est quant à elle enregistrée toutes les 5 secondes. Le temps de chaque observation d'oiseau doit être enregistré idéalement à la plus proche seconde, mais sous un intervalle de 10 secondes de précision, utilisant une montre attachée à la fenêtre de l'avion.

Les limites

Cette méthode soulève quelques problèmes d'identification concernant certaines espèces (par exemple entre guillemots et pingouins), liés notamment à l'orientation avec la réverbération du soleil. L'autre limite est son coût, il faut savoir que la location d'un avion pendant une heure est approximativement de 380 euros.

Par ailleurs pour les déplacements et les comportements, le temps d'observation limité, constitue un handicap pour une interprétation des phénomènes et pour l'exhaustivité des ces informations.

En revanche, les prospections par avions n'exercent pas d'attractivité sur les oiseaux et réduisent donc ce biais.

III.3.3. Expertises ornithologiques depuis la côte

Le tableau ci-dessous synthétise les besoins et les caractéristiques générales des protocoles depuis la côte. Les détails sont décrits dans les lignes suivantes.

<i>Objectifs</i>	<i>Moyens matériels</i>	<i>Moyens humains</i>	<i>Périodicité</i>	<i>Résultats</i>	<i>Coût</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Identification de jour et de nuit, - Abondance, - Distribution, - Déplacements, - Comportements et leurs variations temporelles de jour et sur la côte - Evaluation des impacts sur la côte de jour 	<ul style="list-style-type: none"> - Paires de jumelles - Longues vues - Compteur 	Un maximum d'observateurs répartis sur la côte surtout en période de migration	<ul style="list-style-type: none"> - Passage 1 à 2x par mois tout au long du <i>cycle annuel</i> - 10 passages min. /3 mois min. pour <i>espèces nicheuses</i> - Mois optimum : de mars à juin - 4 à 5 sessions de <i>comptage</i> à marée montante en hiver - observation des <i>comportements</i> sur 1 à 2h alternant matin et après- midi, 4j / semaine, 1x / mois pendant les périodes de migration, d'hivernage et de nidification - 10 jours d'observation à intervalle régulier sur les 2 <i>périodes de migration</i> de préférence à l'aube 	<ul style="list-style-type: none"> - Cartographie des trajets et des sites de rassemblements avec leur fonction avifaunistique - Détail des données (nombre d'espèces et d'individus, activités, comportements, si déplacements, direction, altitude,...) avec informations sur le milieu et les conditions d'observations - Détection des espèces les plus vulnérables 	<ul style="list-style-type: none"> - Paires de jumelles - Longues vues - Compteur

Les données sur les oiseaux en mer sont issues de campagnes d'observation en bateau, en avion, et pour les plus proche du littoral, depuis la côte. Toutes les données recueillies depuis la terre concernent des oiseaux situés à moins de 2 Kilomètres de la frange littorale. Il s'agit en effet de la limite extrême de détection des oiseaux marins de grande taille, par très bonne visibilité, et avec un matériel optique performant (Oculaire 60x). Cette dernière pratique est la plus communément employée car la moins onéreuse et la plus accessible, mais surtout elle permet la compilation et la multiplication d'observations opportunistes d'ornithologues professionnels et





amateurs. Cette méthode a recours à divers protocoles qu'ils soient associés aux techniques de point d'écoute et d'observations visuelles.

Les conditions de ce type d'observation sont divers et dépendent de nombreux facteurs qui permettent difficilement de dresser un protocole standardisé, d'autant plus sur un espace aussi étendu. Ces facteurs peuvent être le profil géomorphologique du site, même si dans le contexte présent, les observations seront dirigées essentiellement vers le large, les conditions météorologiques, l'objectif ou les objets de l'observation,...

Les itinéraires échantillons

L'observateur parcourt un itinéraire de longueur déterminée le long de la côte, en un temps connu et note tous les contacts visuels ou auditifs qu'il a avec les oiseaux de part et d'autre de l'itinéraire. Il peut aussi livrer le comportement de l'individu et s'il est en déplacement, sa direction. Le temps de progression de l'observateur doit être constant (1 à 2 Km/h). L'observation se fait une à 2 fois par mois et peut-être réalisée tout au long de l'année.

Les IRA (Indice Relatif d'Abondance)

Pour cette méthode, l'observateur s'arrête en certains lieux précis (stations où points d'écoute) et, stationne 5 minutes à chaque point. Il note tous les contacts auditifs et visuels. Les points d'écoute sont disposés de telle manière que les surfaces observées à partir de chacun d'entre eux ne se superposent pas. Cette méthode permet de caractériser le peuplement avien d'une zone donnée et fournit pour chaque espèce un indice d'abondance relative, c'est à dire une indication de l'activité de chacune des espèces, cette dernière étant liée au nombre de couples par station. Plus simplement cette méthode nous renseigne sur les fréquences d'occurrence des différentes espèces au niveau de l'ensemble de la couverture spatiale. La période d'observation doit s'étaler de mars à juin afin de contacter un maximum d'espèces. On considère qu'il faut 10 passages étalés sur 3 mois pour avoir une idée précise des espèces nicheuses. A la fin d'une série de sondages, dans un même milieu, tous les contacts pris avec l'ensemble des espèces sont comptabilisés. Les contacts pris avec chaque espèce sont ensuite divisés par ce chiffre total et traduits en pourcentages représentant l'indice relatif d'abondance (IRA) de l'espèce considérée.

Les IKA (Indice Kilométrique d'Abondance)

Cette méthode permet d'exprimer les densités spécifiques d'oiseaux observés par rapport à une unité de distance. On obtient ainsi un indice kilométrique d'abondance. Cette méthode permet également de contacter des nids L'itinéraire prospecté doit être rectiligne, d'une longueur connue et comprise entre 500 et 1000 mètres. Les observations s'effectuent d'un seul côté de l'axe de progression, à une vitesse régulière (1 à 2 km/h) en marquant un arrêt tous les 20 mètres. La réalisation du trajet en aller /retour permet de confirmer certaines informations. Une dizaine de passages étalés sur la période de nidification permet une estimation fiable du nombre d'espèces et de couples nicheurs

Les comptages bruts

Un ou plusieurs points stratégiques sont choisis et un comptage est réalisé aux heures adéquates (remises de marée haute...). Le comportement lors des échanges zone d'alimentation / reposoir sera noté et cartographié. Plusieurs passages hivernaux sont nécessaires (4 à 5). Une carte présentera les principaux rassemblements et l'usage du site. Les trajets seront représentés. Le nombre d'individu par espèce sera compilé au sein d'un tableau. Des remarques sur le milieu, la météorologie, ... permettront d'évaluer les causes d'éventuelles fluctuations.

Les études de comportement

La méthode consiste à observer les allées et venues des oiseaux à différentes périodes de la journée. A l'aide d'un relevé cartographique, les principaux mouvements sont notés (Espèce / direction / hauteur de vol). Ces observations se font sur des portions de visibilité d'environ 1 km, pendant une durée de deux heures. Elles ont lieu quatre demi-journées par semaine, une fois par mois, en alternant quatre matinées et quatre après-midi, approximativement aux mêmes heures, de façon à ce que les échantillons collectés couvrent différentes heures, marées et conditions météorologiques. Ces observations se font aux périodes de migration, d'hivernage et de nidification. On détermine ainsi l'usage du site, son fonctionnement et les espèces les plus à risques.

Les études de la migration

Différentes données sont à recueillir concernant les migrateurs : les effectifs, les espèces, les directions, leur utilisation spatiale du site et les comportements observés. Les suivis de migration se basent sur l'observation





du phénomène migratoire à partir d'un ou de plusieurs points fixes. L'observateur, immobile, reporte sur un bordereau adapté ses observations ou contacts. La localisation d'un point d'observation pertinent est tout d'abord primordiale. Il doit permettre d'avoir une vue d'ensemble des environs et de la direction d'où sont susceptibles de venir la plupart des oiseaux,

Dans le cas de points permettant une vue sur un très large panorama et sur lequel le passage est important, la présence de 2 observateurs simultanés peut s'avérer indispensable. Cette solution permet de compléter les compétences et d'améliorer l'exhaustivité des résultats. Des sites où des journées à plus de 5000 migrateurs sont régulières requièrent la présence de 2 observateurs afin de pouvoir comptabiliser l'ensemble des individus. Le ou les observateur(s) recherche(nt) activement, à l'aide d'un matériel optique adapté, les oiseaux en déplacement ou les individus en stationnement. Une fois le point déterminé, un étalement de 10 journées d'observations à intervalle régulier sur l'ensemble de chaque période de migration (20 jours en tout) permet d'avoir un ordre d'idée relativement fiable du flux. Cependant, dans certains cas particulier où la migration est très marquée, des journées d'observation supplémentaires peuvent s'avérer nécessaires. Les séances d'observation débutent à l'aube pour se terminer une fois que le flux est devenu insignifiant, en général en début d'après-midi. Les observations sont reportées sur les bordereaux prévus à cet effet où sont notés : date, observateur, météo (vent, direction, force, intempéries, visibilité, couverture nuageuse), l'heure de début et de fin de suivi, heure de passage de chaque individu ou groupe d'individus, l'altitude, le point de passage, la direction de vol, l'espèce et le nombre d'individus (si possible l'âge et le sexe). Les espèces aux comportements particuliers (prise d'ascendance, vol de grands voiliers dispersés, chasse, etc.) pourront faire l'objet de fiches de comportements. L'ensemble de ces éléments permet d'appréhender le phénomène de la migration de manière globale et de retenir les points importants qui seront à mettre en corrélation avec les risques que présentent les turbines.

La migration nocturne est un phénomène important qui concerne de nombreuses espèces et individus. Peu de techniques permettent d'apprécier réellement le phénomène de la migration nocturne. La principale est celle se basant sur l'utilisation d'un radar.

Les limites

Les principales limites des méthodes d'études classiques depuis la côte sont :

- La difficulté d'évaluer les distances
- Les conditions d'observation liées aux conditions météorologiques (visibilité)
- Pas de prise en compte de la migration nocturne, très importante chez certaines espèces.

III.4. Les méthodes modernes d'échantillonnage

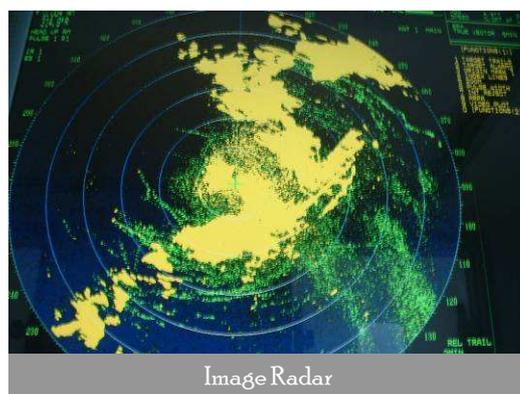
Ces méthodes modernes d'expertises ornithologiques permettent de pallier les limites des méthodes traditionnelles, notamment celles concernant les observations nocturnes (taille des flux migratoires et direction, comportement, distribution nocturne, sites d'alimentation...), et les informations quantifiables du type, hauteur, vitesse de vol...

Cependant ces méthodes modernes, pour certaines en cours de perfectionnement, ont également leurs limites. Elles ne remplacent pas les plus anciennes, d'autant plus importantes que les suivis ornithologiques sur le long terme en sont dépendants. En effet, il est préférable de conserver les mêmes méthodes et protocoles. Ces méthodes modernes sont complémentaires et ouvrent de nouvelles perspectives d'étude notamment dans le domaine des comportements, mais aussi d'observations en terme de durée (plusieurs heures d'affilée).

III.4.1. Expertises ornithologiques par radar

Le tableau ci-dessous synthétise les besoins et les caractéristiques générales des protocoles par radar. Les détails sont décrits dans les lignes suivantes.

Le radar peut être utilisé depuis la côte (si la zone d'influence se situe dans le rayon d'observation du radar) ou en mer (embraqué sur une embarcation, fixe sur une plate-forme...)





<i>Objectifs</i>	<i>Moyens matériels</i>	<i>Moyens humains</i>	<i>Périodicité</i>	<i>Résultats</i>	<i>Coût</i>
- Déplacements, - Comportements et leurs variations temporelles en mer et sur la côte, de nuit et de jour - Evaluation des impacts en mer et sur la côte, de nuit et de jour	- un système radar avifaune complet fixe ou mobile	- 1 technicien radar - 1 observateur	Séances d'observation de 40 minutes en balayage horizontal, 15 minutes en balayage vertical ou 60 minutes en balayage horizontal Tout au long du cycle annuel, mois ciblés dépendant de l'objectif	Cartographie des données radar complétées avec les observations visuelles ou contacts sonores avec mention des conditions d'observation - MTR par zones d'étude - -Hauteur et direction des vols	- radar - remorque - ordinateur - carte de conversion - Logiciel - enregistreur - jumelles - groupe électrogène

L'utilisation de radars avifaune est très développé dans de nombreux pays (USA, Pays-Bas, Suisse, Israël...) Cette technique assure une détection quasi parfaite des oiseaux volants pour peu que les conditions météorologiques soient favorables (pas de pluie ni de fort brouillard). On mesure le nombre de contacts, chaque contact pouvant être en réalité un ou plusieurs oiseaux.

En France, cette technique s'est développée récemment, pour les expertises éoliennes onshore, grâce au soutien de l'ADEME et à la volonté de deux entrepreneurs (P.Bruyerre / EED/POWEO et P.Raevol/GREET/Biotope). Ils ont ainsi adapté un radar à l'étude des populations et des mouvements d'oiseaux afin de mieux les prendre en compte dans les projets éoliens, voire d'évaluer la faisabilité du projet. L'unité mobile d'étude des déplacements d'oiseaux ainsi créée, a été baptisée AVISCAN et se compose d'un radar, d'une remorque, et de plusieurs outils informatiques de capture, de stockage et de traitement des informations.

Les radars utilisés pour les observations ornithologiques sont le plus souvent des radars de pêche, du type marin.

Les caractéristiques du radar

Le radar peut-être fixe ou mobile, embarqué sur un navire, flottant à la dérive, flottant fixe ou posé sur la côte. Selon sa situation, le radar permet de préciser les mouvements d'oiseaux locaux, renseigne sur la migration nocturne (inconnue jusqu'alors), donne une estimation précise de la hauteur des vols et de leur direction, permet de suivre la migration nocturne et de quantifier et de localiser les flux migratoires et donc d'évaluer les risques liés aux éoliennes. La portée d'un radar est de plus ou moins 11 km et pour une portée de 3 miles nautiques (5.5 kilomètres), la précision est de 50 m environ.

Plusieurs échelles de travail peuvent être envisagées :

- à grande échelle, il permet d'aborder les grands axes de migration, l'intensité migratoire, les vitesses de vol...
- à une échelle moyenne, il est possible de mettre en évidence le fonctionnement écologique du secteur d'étude (zone de repos ou d'alimentation, mouvements locaux...)
- à une échelle très fine, les axes empruntés par les migrateurs et les hauteurs de vol sont précisément fournis.

Le radar est accompagné d'un système d'acquisition et de traitement des données qui permet des analyses et des restitutions cartographiques.

Les réglages du radar

La fréquence des captures, la position du balayage, le temps de rafraîchissement de l'écran, les échelles de travail, ou encore la longueur des ondes, ainsi que la qualité de l'image sont réglables.

Le radar permet d'envoyer des ondes à plusieurs distances (0,125 ; 0,25 ; 0,5 ; 1,5 ; 3 ; 6 ; 12 ; 24 ; 48 ; 96 Miles Nautiques). Dans le cas où il balaie un cercle de 1.5 Miles Nautiques de rayon (2.778 kilomètres), le radar permet de détecter les oiseaux de toutes les tailles, de travailler à une échelle réduite adaptée à l'étude des déplacements migratoires et locaux et permet ainsi de répondre à la problématique posée par les projets éoliens.

Afin de détecter les oiseaux volant à toutes les altitudes, il y a 3 positions pour le balayage: verticale, 45° et horizontale. A Chacune de ces positions correspondent des informations précises guidées par les limites de chacune (par exemple le balayage vertical, ne permet pas de détection en dessous de 25 mètres d'altitude). Toutefois, les progrès techniques en ce domaine pourraient rapidement améliorer ce point.





La distance de la cible par rapport au radar est également un facteur important influençant la détection. La probabilité de détection des oiseaux diminue quand la distance par rapport au radar augmente ; à l'inverse, à proximité immédiate du radar, les possibilités de détection sont réduites.

En ce qui concerne les échos-radar, et selon le degré de mobilité du radar, les traces des objets sur l'écran peuvent être plus ou moins accentuées afin de déterminer notamment quelles sont les traces d'objet en mouvements et celles liées aux déplacements même du radar par rapport à un objet immobile (élément fixe du paysage, bouée, ...).

Par ailleurs, le temps de rafraîchissement de l'écran est réglable influençant le temps et le nombre d'observations et donc le type d'informations collectées.

Le déroulement des observations et les données collectées

Un des moyens de quantifier les déplacements d'oiseaux est de noter le nombre d'échos radar obtenus pendant une période définie afin d'obtenir une densité (nombre d'échos/unité de volume/unité de temps). On peut alors rapporter ces observations au volume scanné par le radar en position verticale ou horizontale. Il importe donc de connaître le volume et les surfaces scannées par le radar. Ceux-ci dépendent de plusieurs facteurs : l'échelle utilisée (réglage radar), l'angle d'émission des ondes radar et la hauteur à laquelle est placée l'antenne radar.

Le couplage des observations directes (contacts visuels ou auditifs) et par radar, permet au moins dans un premier temps, de paramétrer le suivi (pourcentage de ce qui est détecté par le radar et l'observateur...). Si la détermination des espèces est souhaitée, il faut faire un couplage des informations radar avec des observations visuelles. La nuit des séances d'écoute peuvent également renseigner la composition spécifique des vols.

Il faut prendre 3 types de mesures :

- les conditions météorologiques
- les observations visuelles à l'aide de matériel optique (téléscope, jumelles...) et/ou les contacts auditifs (direct par écoute ou enregistrement)
- les observations radar, visualisées sur l'écran.

Selon les techniques en œuvre, la captation et l'enregistrement des informations sont automatisées (comptage automatique des échos et des altitudes en balayage vertical et numérisation des trajectoires en balayage horizontal)

Par ailleurs, il est souvent intéressant de disposer d'un poste d'observation traditionnel (longue vue) de façon à faciliter les interprétations des images radars de jour.

Les différentes utilisations du radar dans le contexte éolien offshore

L'intérêt du radar réside non seulement dans ses capacités de détection dans des conditions particulières, la diversité et l'originalité des informations produites, mais aussi et surtout dans sa souplesse et sa mobilité. En effet, comme cité précédemment, le radar peut-être fixe, mobile, embarqué... ce qui permet dans le contexte présent une large couverture des observations.

Utilisation du radar depuis la côte

L'utilisation du radar depuis la côte permet de réaliser des observations sur le mouvement des espèces et notamment les relations entre le littoral et l'arrière littoral et la migration le long des côtes. Ces phénomènes peuvent également être observés de nuit.

Selon la direction des courants et l'état de la mer, les vagues peuvent être perçues comme des obstacles et renvoyer les ondes radar. Dans ce cas l'écran est saturé par les échos parasites et il n'est pas possible de détecter les trajectoires d'oiseaux en balayage horizontal. Plusieurs solutions peuvent être envisagées :

- l'activation du filtre « anti-clapot », qui est une fonction du radar permettant de réduire les effets dus aux crêtes des vagues. Cette fonction réduit cependant les capacités de détection des oiseaux.
- le positionnement du radar en hauteur
- le choix de travailler uniquement par mer calme...

Utilisation du radar au large

L'utilisation du radar au large permet de mesurer la phénologie et l'intensité du passage migratoire, les variations journalières de passage, les hauteurs de vol, et de connaître les trajectoires empruntées par les populations. Le radar embarqué est une bonne solution pour les données lors des migrations pré et post-nuptiales (intensité et nature du passage). Les résultats doivent être mis en relation avec les conditions météorologiques (force et direction du vent, phase de la lune, ...).

Embarqué à bord d'un bateau, le radar est seulement équipé du matériel informatique et du groupe électrogène. Le type de bateau doit être choisi avec les critères suivants : bateau très stable, possibilité d'installer l'antenne radar en hauteur, dans un endroit dégagé et en dehors des voies de déplacements de l'équipage, et possibilité d'installer le matériel informatique à l'abri dans une cabine.





Par ailleurs, il faut un double ancrage de l'embarcation (avant et arrière) pour limiter les mouvements du bateau qui faussent les trajectoires des oiseaux. Parallèlement, il faut installer un module « Gyrocompas » permettant de conserver le Nord malgré les mouvements du radar (surtout pour la pleine mer) Enfin, quand le bateau avance, les points fixes deviennent sur l'écran des points mobiles d'où la nécessité de prendre en compte et de régler l'intensité des traces sur l'écran-radar.

La solution la plus fiable pour les mesures sur site est la création d'une plate forme technique fixe sur laquelle le radar avifaune sera installé. Ceci facilitera d'autant les mesures de suivi post implantation.

Les limites

Le radar constitue un excellent moyen d'observation palliant de nombreuses contraintes. Cependant, il présente quelques limites tout du moins sans observation directe :

- une identification des espèces impossible,
- un comptage des vols et non des individus,
- peu de détection des individus qui volent trop bas (à moins de 25 mètres),
- pas de détection en temps de pluie continue.

De nouveaux radars sont en développement. Ils offriront des possibilités d'observation plus importantes.

III.4.2. Expertises ornithologiques par optique infrarouge

Description

Le tableau ci-dessous synthétise les besoins et les caractéristiques générales des protocoles par optique infrarouge. Les détails sont décrits dans les lignes suivantes.

<i>Objectifs</i>	<i>Moyens matériels</i>	<i>Moyens humains</i>	<i>Périodicité</i>	<i>Résultats</i>	<i>Coût</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Identification, - Abondance, - Comportements et leurs variations temporelles en mer et sur la côte, de nuit - Evaluation des impacts sur la côte et en mer, de nuit 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 caméra CCD de vidéosurveillance et son boîtier étanche et ventilé - 1 compteur électronique - Objectifs - 1 batterie de 12V-65 A/h - 1 magnétoscope - Des bandes VHS - 1 programmeur - 1 projecteur infrarouge - 1 ordinateur - 1 logiciel de SGBD 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 technicien-opérateur 	<ul style="list-style-type: none"> - Tout au long du cycle annuel, mois ciblés dépendant de l'objectif de l'expertise 	<ul style="list-style-type: none"> - Graphe de la fréquence de passage - Etude des comportements et de leurs variations sur un même site 	<ul style="list-style-type: none"> - Caméra - Compteur électronique - Objectifs - Batterie de 12V-65 A/h - Magnétoscope - Bandes VHS - Programmeur - Projecteur infrarouge - Ordinateur - Logiciel de SGBD - Traitement des données

Deux exemples d'expertise par caméra infrarouge sont détaillés ci-dessous. Ils permettent de visualiser la procédure globale et d'évaluer les résultats de cette nouvelle approche de l'observation de l'avifaune.

La station ornithologique suisse de Sempach a développé un système d'observation nocturne et continue des animaux sauvages. Il est composé de 4 éléments :

- une caméra CCD de vidéosurveillance et son boîtier d'origine étanche, équipée d'une ventilation pour éviter la formation de buée. La caméra utilise indifféremment un objectif de 12 ou 18 mm selon les besoins ; Cette caméra CDD permet de choisir le temps de pose et la numérisation des images et peut-être utilisée comme un appareil photographique.
- une batterie de 12 V - 65 A/h protégée dans un coffret en aluminium ;
- un magnétoscope permettant un enregistrement de 12 heures sur des bandes VHS de 3 heures.
- une horloge permet de programmer les enregistrements dans les tranches horaires souhaitées ;





- un projecteur infrarouge d'une portée de 55 m pour un angle de 20°. Il est commandé par une cellule photosensible qui se déclenche lorsque les conditions de prises de vue à la lumière du jour ne sont plus remplies. Le système n'utilise pas de détecteur pour déclencher l'enregistrement au passage d'un animal (fonctionnement en continu). L'opérateur doit donc visionner l'ensemble de la cassette. Ce système (5350 euros Hors Taxe environ) est bien adapté aux conditions de terrain. On peut l'installer rapidement le soir et le récupérer le lendemain pour l'installer sur un autre site. Dans le cas d'observations plus longues, l'opérateur doit intervenir après 12 heures de fonctionnement pour changer la cassette vidéo et la batterie. Cette présence régulière sur le passage peut être perçue comme une source de dérangement vis-à-vis de certaines espèces. C'est donc un dispositif mixte d'étude (suivi et contrôle) et de recherche, efficace.

Un rapport d'études faunistiques au col de Jaman, réalisé en 2001 a mis en évidence les intérêts de l'utilisation d'une caméra à infrarouge passif. Ce système permet d'obtenir des photographies, mais également des données sur l'activité des oiseaux et leur comportement lorsque la caméra est équipée de compteur électronique mesurant les interruptions du faisceau et enregistrant les horaires. Certains dispositifs permettent de restituer sous forme de graphe la fréquence de passage des oiseaux grâce à un logiciel et une interface informatique. Légers, de conception simple, de faible coût unitaire (approximativement 760 euros), ce système, surtout lorsqu'il est programmable, convient à la surveillance des sites de franchissement des infrastructures en permettant l'identification des espèces.

Cette méthode permet d'observer les individus à leur insu et notamment de nuit, d'étudier les comportements d'analyser leurs conditions d'approche et de franchissement des infrastructures, et de suivre le déplacement des migrateurs en altitude avec leur direction. Ce système permet la surveillance photo ou vidéo des sites, et pourra permettre à terme des applications dans la conception, la gestion et le contrôle des ouvrages pour l'avifaune. Il sera très utile pour la phase d'après construction du parc éolien, et l'étude des impacts de l'aménagement (modification des comportements, dérangements, mortalité, ...)

Les limites

Ces deux applications de la méthode par optique infrarouge présentent toutefois les limites du dispositif. Elles concernent l'autonomie du matériel, la portée de l'infrarouge, d'où la nécessité de le situer en hauteur, et pour les oiseaux, le caractère éphémère de l'observation.

III.4.3. Expertises ornithologiques par détecteur de choc

Le tableau ci-dessous synthétise les besoins et les caractéristiques générales des protocoles par détecteur de choc. Les détails sont décrits dans les lignes suivantes.

<i>Objectifs</i>	<i>Moyens matériels</i>	<i>Moyens humains</i>	<i>Périodicité</i>	<i>Résultats</i>	<i>Coût</i>
- Evaluation des impacts directs de l'aménagement sur la côte en mer, de nuit et de jour	- Des capteurs acoustiques ou vibratoires - 1 microphone - 1 caméra (infrarouge) ou - 1 caméra thermique	- 1 opérateur	Tout au long du cycle annuel, mois ciblés dépendant de l'objectif de l'expertise	- Etudes comparatives pluri-annuelles et/ou entre sites - Graphe de la fréquence des collisions	- capteurs acoustiques ou vibratoires - microphone - caméra infrarouge - caméra thermique

Le détecteur de choc est une méthode d'évaluation de l'impact des éoliennes sur la mortalité des populations d'oiseau, une fois la construction réalisée. Cependant des études préalables doivent être conduites.

Les chocs d'oiseaux sur les pales ou tour des éoliennes peuvent être évalués grâce à la connaissance de la densité d'oiseaux sur un site donnée et du temps passé dans les airs à altitudes dangereuses. Cette évaluation peut-être réalisée en bateau avec un protocole pouvant être ajusté pour une image en 3 dimensions. Ces informations sont très éparses, mais importantes pour évaluer le nombre d'oiseaux pouvant être potentiellement en conflit avec les pales des éoliennes et selon les différents types de temps (météo). L'analyse de la bibliographie





existante montre des taux de mortalité variant de façon significative en fonction du site d'implantation et des espèces qui le fréquentent.

Ces études doivent donc être complétées par des analyses radar (vu précédemment) et par détecteur vibratoire de chocs. Cette méthode par détecteur de choc est essentielle car les estimations de mortalité basée sur la présence de cadavre ne sont pas fiables en mer. Cette technique est par ailleurs adaptée afin de pouvoir évaluer les collisions de jour comme de nuit, et dans des conditions météorologiques variées, les plus extrêmes (forts vents d'Ouest) rabattant les espèces d'oiseaux pélagiques vers les côtes.

L'estimation de la mortalité induite par les éoliennes peut se dériver de diverses manières, mais il est proposé une méthode standardisée afin de rendre les données comparables entre sites et, sur le même site, d'années en années.

La présentation de cette méthode s'inspire de l'article de Verhoef, JP; Westra, CA; Korterink, H; Curvers, A publié en 2002 : [A novel bird impact detection system](#).

Des capteurs acoustiques sont disposés dans le mat et dans les pales. Si un oiseau frappe l'éolienne, l'impact sera détecté par des microphones et déclenchera l'enregistrement de la séquence vidéo réalisée 2 ou 3 secondes avant le choc. Les oiseaux qui passent sans heurter la structure ne sont pas enregistrés.

Ce procédé de suivi automatique, encore expérimental, est très prometteur. Dès que les problèmes liés aux mesures de nuit (caméras infrarouges en cours de test) et à la résolution des images (couverture de toute la surface du rotor (1500 mètres carrés) et détermination des espèces) seront résolus, cet outil permettra de cerner l'impact des éoliennes sur la mortalité.

Il existe également un système de détection thermique (TADS: Thermal Animal Detection System) (cf : NERI; Thermal Animal Detection System (TADS) :Development of a method for estimating collision frequency of migrating birds at offshore wind turbines NERI Technical Report, No. 440; 2003)

Ce système est basé sur l'enregistrement automatique des oiseaux perçu par une caméra thermique. Il permet de discerner les individus mais pas les espèces (une approche peut être réalisée en fonction des caractéristiques de vol). L'enregistrement se déclenche dès qu'une source de chaleur traverse son angle de détection. On peut ainsi dénombrer le nombre de collisions et le nombre de passages à hauteur de l'éolienne.

Ce système est notamment développé pour l'offshore.



Session d'observation en période de migration post-nuptiale sur le littoral charentais

© Aurélie de Seynes





Table des illustrations

Carte n°1 : Répartition géographique des structures référentes et ressources pour les études avifaunistiques	3
Tableau n°1 : Périodes favorables aux inventaires de terrain	9
Carte n°2 : Zones couvertes par WETLANDS international	12
Carte n°3 : Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux sur le littoral et les côtes françaises en 2007	13
Carte n°4 : Secteurs de concentration des oiseaux marins dans le golfe du Lion	13
Carte n°5 : Secteurs de concentration des observations de Puffins des Baléares en période inter-nuptiale	14
Carte n°6 : Prospections réalisées avant et après l'Erika	15
Carte n°7 : Secteurs de concentration des oiseaux en période inter-nuptiale dans le golfe de Gascogne	16
Carte n°8 : Principaux sites de pêche du Fou de bas san	18
Carte n°9 : Représentation de la bande d'étude du trait de côte à l'isobathe de 50 mètres du plateau continental .	21
Carte n°10 : Périmètres justifiant la création ou l'extension de ZPS à partir de données sur certaines populations d'oiseaux marins nicheurs prioritaires (juin 2007)	23
Tableau n°2 : Principaux protocoles, identifiés par objectifs d'expertises ornithologiques	30





Bibliographie indicative

- Les sites Internet des structures opérationnelles et centralisatrices de base de données avifaunistiques :
LPO (Ligue pour la Protection des Oiseaux)
CEEP (Conservatoire Etudes des Ecosystèmes de Provence)
AAPNRC (Association des Amis du Parc Naturel Régional Corse)
COGard (Centre Ornithologique du Gard)
Bretagne Vivante
GEOCA (Groupe d'Etudes Ornithologiques des Côtes d'Armor)
GONm (Groupe Ornithologique Normand)
GOP (Groupe Ornithologique Picard)
GON (Groupe Ornithologique et Naturaliste du Nord Pas de Calais)
RNF (Réserves Naturelles de France)
FPNR (Fédération des Parcs Naturels Régionaux de France)
GISOM (Groupement d'Intérêt Scientifique des Oiseaux Marins)
CNRS-CEBC (Centre National pour la Recherche Scientifique – Centre d'Etudes Biologiques de Chizé)
CNRS-IMEP (Centre National pour la Recherche Scientifique – Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Paléocologie)
MNHN (Muséum national d'Histoire naturelle) département : écologie et gestion de la biodiversité
ONCFS (Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage)

- **DECEUNINCK B., MICOL T.**, Juin 2007, *Identification des sites marins prioritaires pour les oiseaux marins et les oiseaux d'eau* (CPO 2008), éd°LPO, 21 p. document Interne LPO-ME EDDAT

- **CERTAIN G.**, 2007, Thèse de doctorat d'Ecologie Marine, Distribution, abondance et stratégie de recherche alimentaire chez les prédateurs supérieurs du golfe de Gascogne : une étude spatialisée, Université de La Rochelle, CRELA, 211 P.

- **HOUTE S., BRETAGNOLLE V.**, 2001, Programme ROMER-Avion, Identification des zones prioritaires de conservation pour les oiseaux marins hivernant au large des côtes atlantiques françaises (prospections aériennes) : facteurs océanographiques impliqués dans la répartition spatio-temporelle et l'abondance des communautés (**Compte-rendu de convention d'étude**), DIREN Pays de la Loire, LPO, CNRS-CEBC, 15 p.

- **HEMERY G., CASREGÉ I.**, Novembre 2001, *Recherche et suivi des oiseaux marins en mer, programme ROMER-Bateau* (**Compte-rendu de convention d'étude**), DIREN Pays de la Loire, LPO, CEBC, MNHN, 23 p.

- **HOUTE S., BRETAGNOLLE V.**, Novembre 2002, Programme ROMER-Avion, Identification des zones prioritaires de conservation pour les oiseaux marins hivernant au large des côtes atlantiques françaises (prospections aériennes) : facteurs océanographiques impliqués dans la répartition spatio-temporelle et l'abondance des communautés (**Rapport de fin de programme 2000-2002**), Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'environnement, LPO, CNRS-CEBC, 28 p.

- **ADEME, EED, GREET Ing**, mai 2005, Etude des mouvements d'oiseaux par radar, application aux parcs éoliens, mise au point du protocole & premiers résultats, 205 p.

- **Kees (C.J.) Camphuysen, Tony (A.D.) Fox, Mardik (M.F.) Leopold & Ib Krag Petersen**, Avril 2004, Towards standardised seabirds at sea census techniques in connection with environmental impact assessments for offshore wind farms in the U.K., **COWRIE** (Collaborative Offshore Wind Research Into the Environment), 38 p.

- **Ilya M.D. Maclean, Henrik Skov, Mark M.Rehfish**, Octobre 2007, *Further use of aerial surveys to detect bird displacement by offshore windfarms*, **COWRIE** (Collaborative Offshore Wind Research Into the Environment), 46 p.

- **Mark Desholm, A.D. (Tony) Fox, Patrick D. Beasley**, Mai 2004, *Best practice guidance for the use of remote techniques for observing bird behaviour in relation to offshore wind farms*, **COWRIE** (Collaborative Offshore Wind Research Into the Environment), 96 p.

- **Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, ADEME**, *Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens*, 125 p.





- **DORTEL F. (LPO Délégation Loire-Atlantique)**, Juillet 2004, Projet de champ éolien offshore du Pont d'Yeu (Vendée), Pré-diagnostic de l'impact potentiel sur l'avifaune, 48 p.

- **PETERSEN I-K., KJAER CHRISTENSEN T., KAHLERT J., DESHOLM M., D. FOX A.**, 2006, Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark, NERI Report Commissioned by DONG energy and Vattenfall A/S, National Environmental Research Institute-Ministry of the Environment, Denmark, 166 p.

Les autres sources sont citées dans le texte lui-même.

