



Programme
national

éolien-biodiversité

ADEME - MEEDDM - SER/FEE - LPO

Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune.

*Rédaction LPO : Yann André Avril 2004
(Revu avril 2005, Août 2009)*

Des suivis pour quoi faire ?

L'expérience concernant l'étude des impacts des parcs éoliens sur l'avifaune est encore pauvre. En France, en particulier, très peu de suivis post-construction ont été réalisés. La réponse de l'avifaune à l'implantation d'un parc éolien est par conséquent assez mal connue.

Avec l'émergence rapide de parcs éoliens en France, il convient de réaliser des suivis qui permettront à terme de garantir à cette filière énergétique propre une intégration de qualité dans l'environnement soit en évitant l'implantation d'éoliennes dans certaines zones, soit en mettant en place des mesures de compensation pertinentes.

De fait, un certain nombre de suivi sont en cours de réalisation (CF carte) et de nombreux autres sont attendus à court terme. Il est important d'harmoniser les protocoles de suivi de ces infrastructures afin d'en rendre les résultats comparables entre eux et d'être en mesure d'effectuer une analyse d'ensemble lorsque les suivis seront terminés. Ces protocoles doivent en outre être compatibles avec ceux utilisés au niveau international.

A la demande du Ministère de l'écologie et du développement durable et de l'agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie et dans le cadre de l'évaluation des impacts des politiques publiques sur l'environnement, la LPO présente ici un recueil de protocoles dont la mise en œuvre permettra d'alimenter l'observatoire permanent des impacts des parcs éoliens sur l'avifaune qu'elle coordonne.

Site web du programme national « éolien-biodiversité » :

<http://eolien-biodiversite.com>

Impacts des parcs éoliens sur l'avifaune :

Le dérangement :

Les effets résultant de l'implantation d'un parc éolien sont variables et spécifiques aux espèces, aux milieux, aux saisons et à la configuration du parc (lignes ou paquets par exemple). Le dérangement répété peut entraîner une perte effective d'habitat par évitement systématique de secteurs dérangés (*Larsen ; Madsen ; (2000) Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese (anser brachyrhynchus) : a landscape perspective*).

La perte d'habitat est d'autant plus grave s'il s'agit d'un milieu rare ou menacé.

Plusieurs études sérieuses montrent que le dérangement peut atteindre la zone des 600 mètres autour du parc éolien (réduction de l'utilisation de la zone par les oiseaux, zones d'exclusion) pour certaines espèces (*J.E. Winkelman – Birdlife international – National Avian-Wind Power Planning Meeting 1995*).

Le dérangement provient aussi de l'augmentation des activités humaines sur la zone notamment lors de la phase de travaux, de maintenance et de fonctionnement des machines. Par ailleurs, les chemins d'accès permettent aux activités humaines de se développer (randonnées, équitation, moto, véhicules tout terrains, chasse...) renforçant d'autant le dérangement.

Il apparaît que les éoliennes peuvent faire barrière aux mouvements d'oiseaux : au lieu de voler entre les machines, certaines espèces préfèrent les contourner (*ABIES ; LPO Aude ; ADEME (2001) Suivi éolien des parcs éoliens du plateau de Garrigue Haute (Aude)*).

Les impacts cumulatifs de plusieurs parcs (ou de grands parcs) peuvent être importants s'ils entraînent des modifications conséquentes des dynamiques aviaires. Ceci peut mener à la destruction d'un fonctionnement écologique tel que les déplacements hivernaux entre les zones de gagnage et de reposoir.

L'architecture d'un parc éolien doit éviter l'effet barrière (par exemple en espaçant suffisamment les machines). La recherche et les études post-construction permettront de définir la ou les façons de minimiser le dérangement.

La perte d'habitat :

Elle est la conséquence d'un dérangement intense et répété. Certaines études montrent que plus la densité d'éoliennes est forte plus la perte d'habitat est réelle.

Son importance est fonction de la densité d'éoliennes, des espèces présentes sur la zone, et du degré de rareté de l'habitat en question (*F.Bergen, Windkraftanlagen undFrühjahrsdurchzug des kiebitz (vanellus vanellus) : eine Vorher-Nachher-Studi an einem traditionellen Rastplatz in Nordrhein-Westfalendans Windenergie und vogel : Ausmass und bewaltigung eines konfliktes, TUB, 2001*).

Les suivis post-construction permettront d'affiner, espèces par espèces, les effets des éoliennes à différentes périodes (nidification, hivernage, haltes migratoires).

La surmortalité :

La majorité des études portant sur la mortalité d'oiseaux et de chauves souris a démontré un très faible taux de mortalité induite directe (collision avec les pâles et projection au sol par les turbulences). Cependant, des installations particulièrement mal situées ont des impacts importants.

Même les faibles taux de collision peuvent entraîner des conséquences significatives sur les populations de certaines espèces notamment les espèces à longévives et à faible taux de reproduction (espèces souvent rares et menacées par ailleurs comme les grands rapaces, les oiseaux de plaine...). Les chiroptères sont aussi susceptibles de subir ces impacts (*Lothar Bach und Ulf Rahmel, Überblick zu Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse- eine Konfliktabschätzung – BUND, 2004*).

La méthode d'étude est particulièrement lourde et nécessite un investissement temporel conséquent.

Les suivis permettront de définir la sensibilité des espèces aux parcs éoliens et de définir des zones de moindre risque.

Méthode générale :

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 le territoire précis d'implantation futur des éoliennes, et susceptible de décrire sa fréquentation avant tout aménagement.

En outre, des zones tests présentant des caractéristiques identiques à la zone d'implantation des éoliennes peuvent servir de témoins.

Ce suivi peut se faire sur différentes thématiques. Le ou les thèmes du suivi seront fonction des sensibilités révélées lors de l'expertise naturaliste de l'étude d'impact. On pourra ainsi suivre le comportement des oiseaux migrateurs, hivernants et des chauves souris, évaluer la perte d'habitat pour les oiseaux nicheurs et hivernants, mesurer la mortalité due aux éoliennes, relever les variations en terme de biodiversité (espèces et abondance), observer les réactions d'une espèce patrimoniale, évaluer la pertinence des mesures compensatoires...

Des protocoles standardisés seront utilisés afin de garantir une comparaison ultérieure. La période de suivi doit être suffisamment longue (au minimum 3 à 5 ans) pour permettre d'obtenir des résultats significatifs.

Ce suivi constitue une mesure d'accompagnement financée principalement par le développeur (ou l'exploitant de la centrale éolienne) et réalisée par des experts indépendants.

L'ensemble des données interprétées relatives à ces suivis est compilé au sein d'un observatoire national des impacts des parcs éoliens sur l'avifaune, coordonné par la LPO pour le compte de l'ADEME.

Méthode de base BACI (Before After Control Impact) :

Cette méthode est applicable dès lors que les impacts à étudier sont d'origine anthropique et que l'aménagement intervient à un moment précis. Il est ainsi possible de faire un diagnostic environnemental précis avant, pendant et après le changement.

Pour un projet éolien, un état initial de qualité peut servir de diagnostic « état 0 ». Les méthodes employées lors de l'état initial doivent être identiques à celles employées lors de la phase de suivi.

De la même façon, la zone d'étude varie selon les thèmes étudiés. Le recensement des nicheurs portera sur un espace étendu alors que l'évaluation de la mortalité ou des modifications de comportement sera analysée près des machines. Elle doit être constante (par thèmes) tout au long de l'étude pour permettre une comparaison interannuelle et suffisamment étendue pour appréhender l'influence du parc éolien sur le fonctionnement écologique du territoire.

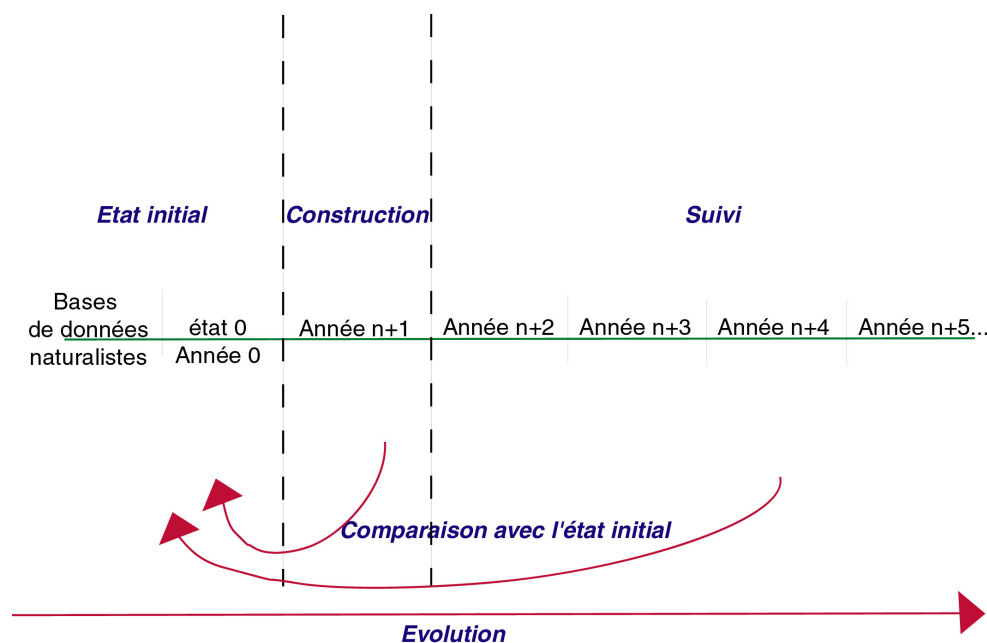


Schéma de la méthode de suivi BACI

Structure de l'observatoire :

L'observatoire s'appuiera sur des données quantitatives (indicateurs) et cartographiables. Il est composé d'une base de données avec interface cartographique.

Tous les parcs éoliens Français seront recensés et un maximum de renseignements sur le milieu et les espèces sera contenu dans la base. Les parcs suivis seront particulièrement renseignés. Les thématiques de suivis sont détaillées et formalisées de façon à obtenir des résultats comparables. Une liste complète des espèces d'oiseaux permettra l'extraction par groupe (rapaces, échassiers) ou par espèce. Les milieux seront référencés sur la base de la codification CORINE LandCover.

Des indicateurs par thème de suivi seront utilisés.

<u>Thèmes d'étude :</u>

Thème 1 : fréquentation de la zone d'étude :

➡ *Variation de l'utilisation de la zone d'étude par les nicheurs :*

La littérature donne des distances de dérangement pour certaines espèces. La plus importante concerne les oies à bec court (800m) quand certaines espèces nichent au pied des machines (passereaux notamment).

Indicateurs :

Variation du nombre de couples nicheurs par espèce et évolution de la répartition.

Protocole :

IPA, Plan Quadrillés, IKA, itinéraire échantillon

➡ *Biodiversité :*

Un parc éolien est susceptible de déranger certaines espèces au point de les exclure de la zone, réduisant par ailleurs la compétition interspécifique. Il est possible que cela permette à certaines espèces de fréquenter davantage la zone qu'auparavant.

Cette thématique d'étude a pour objectif d'évaluer l'impact du parc éolien sur la richesse aviaire.

Indicateur :

Variation du nombre et abondance des espèces en fonction du temps (%)

Protocoles :

IPA (passereaux nicheurs) ; IKA (passereaux nicheurs et anatidés si le parc se situe dans une zone de gagnage) ; plan quadrillés (passereaux, limicoles et anatidés nicheurs) ; comptage brut (recensement exhaustif de chanteurs par point d'écoute –outarde, râle des genets par ex, hivernants) ; recensement et suivi des colonies d'ardéidés patrimoniaux, de cigognes, de rapaces nicheurs

➡ *Hivernants :*

Les éoliennes sont susceptibles de déranger les stationnements d'hivernants et de perturber les fonctionnalités écologiques d'un site en modifiant les trajets entre les zones de gagnages et de repos ou en empêchant l'exploitation des milieux occupés par les éoliennes.

Indicateurs :

Evolution de la fréquentation de la zone (Nombre d'espèces et quantité), modifications dans les trajets empruntés, indicateurs « comportement »

Protocole :

Comptages bruts, recensement quantitatif et qualitatif (Par point d'observation (rythme décadaire) pour les hivernants et les oiseaux en halte migratoire), comportement, report de la distribution et trajets empruntés sur cartes.

Thème 2 : Mortalité

Les études internationales menées jusqu'à lors montrent une mortalité relativement faible au regard des autres types d'infrastructures (lignes électriques, routes, vitres des immeubles éclairées la nuit...). Cependant, certains parcs éoliens ont révélés un fort impact sur les oiseaux et les chauves-souris.

Par conséquent, l'étude de mortalité doit révéler la sensibilité des espèces en fonction des milieux, des types de parcs, des conditions météorologiques.

Indicateurs :

N mortalité Brut

N mortalité estimé

Protocole :

Mortalité, détecteur de chocs, TADS – imagerie infra-rouge

Thème 4 : Comportement :

Les oiseaux détectent la présence des éoliennes. Leurs réactions face à l'obstacle restent relativement peu connues. Elles varient selon les espèces en fonction notamment du type de vol.

Indicateurs :

Variation de la taille des groupes

Variation du nombre d'individu traversant

Types de réactions (bifurcation, survol, plongeon, traversée dans la zone à risque)

Proportion des oiseaux traversant dans la zone à risque (hauteur des pâles) par espèces

Estimation du *migration trafic rate* (MTR-Radar)

Protocole :

Comportement, Etude de la migration, TADS, Radar

Thème 5 : Rapaces

Les rapaces sont particulièrement sensibles à l'installation d'un parc éolien. Ainsi la réduction de leur territoire vital a-t-elle été observée et des cas de mortalité reportés parfois en grand nombre.

Indicateurs :

Succès de reproduction ;

Evolution du territoire vital (surface...)

Indicateurs « Comportement » sur la zone

Indicateurs « mortalité »

Protocoles :

Suivi du / des couples aux périodes clés (parade, nidification, nourrissage / chasse, envol des jeunes)

Mortalité

Comportement

Thème 6 : Espèces patrimoniales :

Dans certains cas, un parc éolien peut impacter une ou plusieurs espèces menacées. Il convient d'étudier avec une plus grande attention le comportement de ces espèces vis-à-vis du parc éolien.

Indicateurs :

Evolution de la répartition,

Comportement,

Succès de reproduction

Mortalité

Protocoles :

IPA, Comportement, observation brute, mortalité,

Les protocoles :

Les protocoles qui suivent sont issus des pratiques habituelles utilisées par les ornithologues de terrain. Ils ont vocation à être adaptés au plus près des réalités du terrain et des caractéristiques de chaque parc éolien. Toutefois, certains d'entre eux sont spécifiques à l'étude des impacts des parcs éoliens. On notera que les méthodes dites *relatives* peuvent tendre vers des méthodes absolues lorsque la zone d'étude est bien circonscrite.

Méthodes relatives :

<u>IPA</u>

REF : Blondel, Ferry et Frochot (1970)

Méthode :

Dans un milieu donné, l'observateur s'arrête en certain lieux précis (stations où points d'écoute) et, stationnant 5 minutes à chaque point, 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. Pour les passereaux on estime à 300 / 400 mètres la distance minimale à respecter entre chaque station.

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.

Présentation des résultats :

Toutes les espèces contactées sont notées, cartographiées.

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.

<u>IKA</u>

REF : Ferry et Frochot (1958)

Méthode :

Elle permet d'exprimer les densités spécifiques d'oiseaux observés par rapport à une unité de distance. On obtient ainsi un indice kilométrique d'abondance.

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 recherche rapide du nid peut être réalisée s'il semble se trouver à proximité immédiate du trajet mais aucune autre information n'est notée jusqu'au retour au point quitté sur l'itinéraire de référence.

Lorsqu'un oiseau passe de l'autre côté de l'axe de progression, il y a lieu de confirmer (courte attente, nouveau passage) la localisation probable du nid afin de prendre en compte ou non l'individu.

Une dizaine de passages étalés sur la période de nidification permet une estimation fiable du nombre d'espèces et de couples nicheurs

Présentation des résultats :

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 par unité de distance.

Les itinéraires échantillons

Méthode :

L'observateur parcourt un itinéraire de longueur déterminée 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. Le temps de progression doit être constant (1 à 2 Km/h).

L'observation se fait une à 2 fois par mois.

Présentation des résultats :

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.

Méthodes absolues :

Plans quadrillés

REF : Colin J. Bibby, Neil D. Burgess, David A. Hill (1992) Bird Census Techniques

Méthode :

En période de reproduction, chaque couple d'oiseau chanteur présent sur un milieu donné s'établit sur un territoire précis. Le mâle en particulier défend ce territoire par le chant émis de plusieurs points de son territoire. Les postes de chants sont les meilleurs points de contacts à cartographier pour délimiter au fur et à mesure des visites l'étendue de l'espace défendu par le couple et donc déduire la densité d'oiseaux nicheurs sur un secteur donné.

Cette méthode, comme toutes les méthodes cartographiques, précise l'état des populations d'oiseaux à un moment donné sur un secteur et permet de définir les tendances d'évolution au cours du temps.

La méthode des plans quadrillés s'applique particulièrement aux passereaux et permet d'évaluer assez finement l'avifaune nicheuse d'un territoire homogène. Elle suppose une stabilisation optimale des oiseaux et ne peut être utilisée qu'au cours de la période de reproduction (globalement de mi-mars à mi-juin) en prenant soin d'éviter de dénombrer les migrateurs tardifs présents sur le site jusqu'en mai.

Elle consiste en une cartographie fine du terrain (topographie, strates de végétation, sentiers) à une grande échelle (1/1000 ou 1/5000). Un maximum de détails est à ajouter pour faciliter le repérage ultérieur sur le terrain. Quelques jalons doivent également être posés pour bien quadriller le secteur d'étude et pallier l'absence de repères naturels.

Il convient de planifier les visites durant la période de reproduction (2 à 4 visites par mois sur 4 mois). Les visites s'effectuent en suivant un itinéraire précis, le mieux étant l'utilisation de sentiers ou layons espacés au maximum de 50 mètres, distance qui permet de détecter la plupart des espèces de passereaux. Il est souhaitable d'établir une progression constante avec des arrêts de durée limitée.

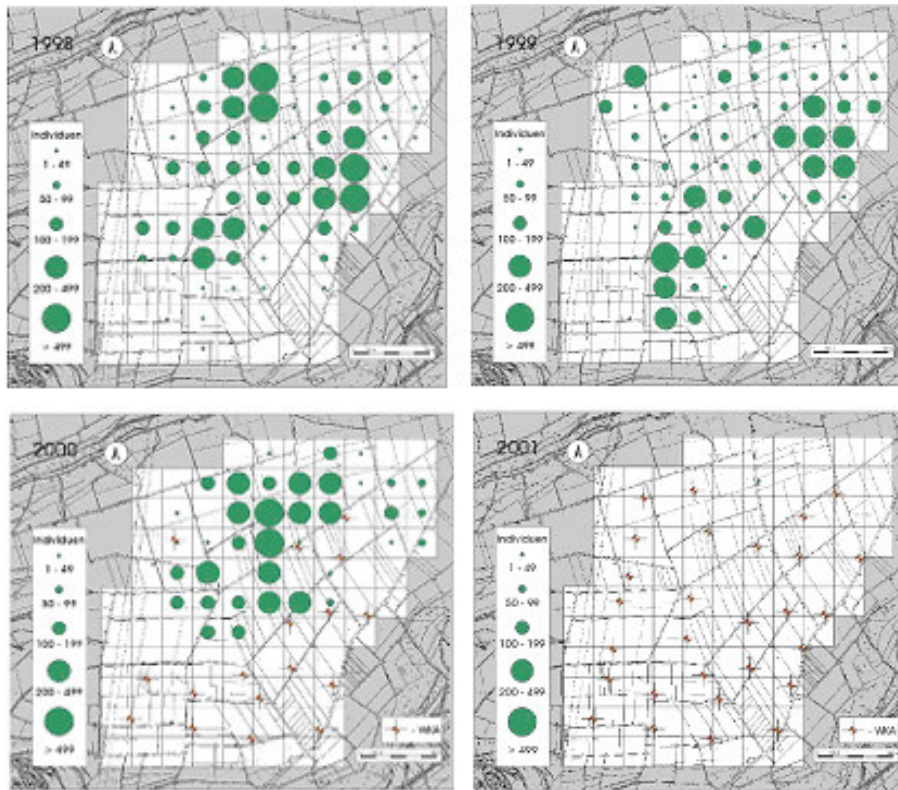
Les conditions optimales sont l'absence de vent violent et de pluie, tôt le matin et au coucher du jour. L'alternance des heures de sorties permet une diversification des contacts.

Tous les oiseaux contactés sont localisés sur un fond de carte. Sont notés également l'espèce, le sexe, l'âge et surtout les différents types de comportement (vol, posé, chanteur posé, chanteur en vol, défense de territoire, poursuite...) à l'aide de codes précis établis préalablement aux visites de terrain.

Présentation des résultats :

Après avoir défini les territoires, on regroupera les résultats selon un maillage afin de normaliser la présentation (CF illustration).

Les résultats sont présentés de façon cartographique par espèces :



Par ailleurs, un tableau récapitulatif contiendra la liste des espèces contactées et leur abondance absolue et relative.

Comptages bruts (go and count)

REF : Colin J.Bibby, Neil D.Burgess, David A.Hill (1992) Bird Census Techniques

Cette technique est utilisée principalement pour les recensements d'hivernants.

Méthode :

Un ou plusieurs points stratégiques sont choisis et un comptage est réalisé aux heures adéquates (remises de marée haute...).

Le comportement lors des échanges gagnage / reposoir sera noté et cartographié.

Plusieurs passages hivernaux sont nécessaires (4 à 5).

Présentation des résultats :

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 générales sur le milieu, les conditions météorologiques,... permettront d'évaluer les causes d'éventuelles fluctuations.

Méthodes spécifiques :

Mortalité

REF : LPO / Winkelman J

Les éoliennes peuvent avoir des impacts directs sur les oiseaux se traduisant par une mortalité liée essentiellement à une collision avec les pales ou la tour. 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.

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

Méthode :

Le nombre total d'oiseaux tués par les éoliennes est égal au nombre d'oiseaux trouvés morts moins ceux dont la cause de la mort n'est pas liée aux éoliennes. On corrigera ce chiffre par les coefficients d'erreur déterminés au préalable et liés à l'efficacité de la découverte des cadavres et au temps que les prédateurs mettent à faire disparaître le cadavre (voir détermination des coefficients d'erreur). Enfin on choisira les unités de mesure avec soin en se méfiant de toute extrapolation abusive.

Soit la traduction :

$$N \text{ estimé} = (Na - Nb) / (P * Z * O * D)$$

Na est le nombre total d'oiseaux morts trouvés

Nb le nombre d'oiseaux tués par autre chose que les éoliennes (Nombre de cadavres ne présentant pas les symptômes d'une mort par collision ou projection)

P est le taux de correction lié à la prédation sur le site :

- si sur 10 cadavres 2 disparaissent en 1 semaine on a :

$$P = 0.8 \text{ (pour une semaine)}$$

- si 5 cadavres disparaissent en 3 semaines on a :

$$P = 0.5 \text{ (pour 3 semaines)}$$

Il est important de choisir le temps d'intervalle des recherches assez court de façon à ce que P soit le plus proche possible de 1

Z Efficacité du « chercheur de cadavres » : si l'on en retrouve 8/10 on a Z=0.8

O et D sont des unités de mesure :

O est ici la surface prospectée ou le nombre d'éoliennes surveillées.

D est le nombre de jours de recherche. Il s'agit donc d'un temps qui est difficilement extrapolable à l'année tant les conditions (biologiques et climatiques) sont variables. D est fonction de P.

Lors de la présentation des résultats on dira par exemple :

Si on fait un suivi toutes les semaines au mois de juin sur l'ensemble du parc et que P=1 (pour une semaine) et

Z=0.9, si on trouve 3 cadavres liés aux éoliennes, on aura :

$$3 / (1 * 0.9) = 3.33 \text{ oiseaux morts pour huit éoliennes au mois de juin soit :}$$

$$0.41 \text{ oiseaux par éolienne au mois de juin}$$

P et Z sont les coefficients correcteurs. O et D sont les unités de mesure

Etat de la mortalité avant implantation

Un état initial mortalité peut être réalisé avant l'implantation des éoliennes notamment s'il existe des infrastructures susceptibles de causer la mort d'oiseaux et de chauves souris (lignes électriques, routes,...). Cette expertise mortalité « état 0 » est particulièrement intéressante si des mesures compensatoires sur ce thème sont prévues (enfouissement de lignes par exemple) on pourra ainsi comparer la mortalité avant et après implantation.

Détermination des coefficients d'erreurs :

❖ Détermination de P : *temps de disparition d'un cadavre*

On disposera les cadavres dans les zones susceptibles de recevoir les cadavres d'oiseaux victimes de collision avec les pales (autour des éoliennes) et on déterminera le taux de prédation en fonction du temps écoulé.

❖ Détermination du coefficient Z : *taux de découverte*

Ce coefficient varie en fonction du couvert végétal. Il est donc spécifique à la période de l'année et à la nature du couvert végétal. En été, les cultures étant sur pied, Z sera plus faible sauf pour certaine culture comme la luzerne qui est coupée en mai et peut-être plus haute en hiver. En hiver, dans les labours, on sera plus proche de 1. On évaluera ce coefficient en disposant des carcasses d'oiseaux à l'insu de l'observateur. Le nombre de carcasses découvertes par rapport au nombre de carcasses déposées constitue le taux de découverte.

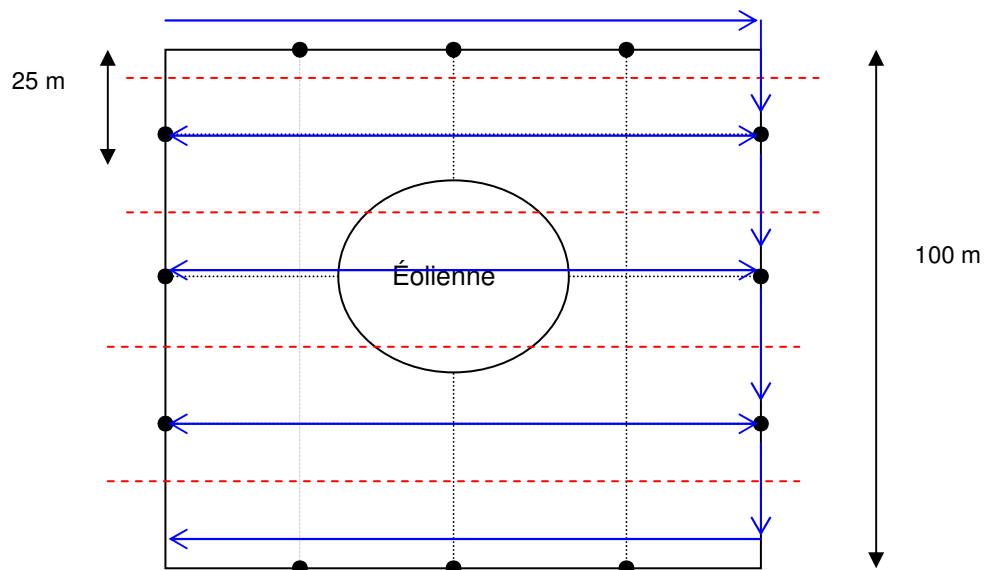
Suivi du parc

Le suivi débutera dès la construction des éoliennes.

Les prospections s'effectueront à pied sous les éoliennes et dans un carré de 100 mètres de côté autour d'une éolienne. Le nombre de passages nécessaires pour couvrir une telle superficie doit être défini en fonction de la visibilité, c'est à dire du couvert végétal présent. En effet, les cultures présentent un couvert végétal variable en fonction de la saison (labours en hiver par exemple).

Pour réaliser une prospection complète, une matérialisation au sol avec des piquets sous forme d'un quadrillage peut aider les prospecteurs à se déplacer de façon régulière sous les éoliennes. Ces piquets sont posés à une distance de 25 mètres chacun sur une longueur de 100 mètres (correspondant à la hauteur d'une éolienne). La prospection s'effectue de part et d'autre des lignes matérialisées par ces piquets.

La distance parcourue lors de ce suivi sera de 900 mètres pour chaque éolienne.



● : Piquets de repère posés tous les 25 ou 50 m (selon les possibilités)

--- : Limite de visibilité des prospecteurs

→ : Parcours des prospecteurs (600 m)

Limites et difficultés :

La détermination des coefficients d'erreur P et Z est délicate. En effet, ils varient considérablement en fonction de nombreux paramètres extérieurs (nombre de charognards sur le site, accoutumance des prédateurs, couverture végétale, fréquentation touristique, période de chasse, météo, taille des cadavres...). La détermination de ces coefficients, bien qu'elle soit très importante, n'est donc pas très fiable. Un investissement considérable en temps est nécessaire à l'établissement de fourchettes d'erreurs fiables (échantillonnage suffisant).

De plus, dans l'interprétation des résultats, il conviendra de différencier les cadavres par leur taille, et ainsi déterminer un P et, surtout, un Z pour les oiseaux de petite taille (passereaux et pigeon) et un autre pour les oiseaux de grande taille (rapaces, laridés...).

La pression de terrain doit être particulièrement intense pendant les périodes à risque (envol des jeunes ; migrations ; hivernage ; suite à des événements météo particulier – Brouillard, tempête...). **L'expérience montre qu'il faut au minimum 50 jours / homme / an pour 12 MW (prospection, coefficients d'erreur, analyse et rédaction).**

Présentation des résultats :

1/ Fiches de terrain

Les résultats sont notés sur une fiche associée appelée **Fiche Terrain mortalité** (jointe en annexe) qui doit être remplie pour chaque cadavre découvert et numérotée. Il est important d'identifier l'espèce et de noter son état apparent, le plus précisément possible, avec des croquis (une zone sur la fiche est prévue à cet effet). Le cadavre peut être photographié (2 ou 3 photos par cadavre). La localisation de la découverte doit également être cartographiée de façon précise (n° de l'éolienne concernée + coordonnées GPS). La cause de la mort peut être appréhendée en fonction de l'espèce, de son état apparent et de sa localisation par rapport aux obstacles présents.

2/ Analyse et présentation des résultats

Les résultats seront présentés dans un tableau comme suit :

Jour du suivi	Na	Nb	P	Z	D	O	Nest

Exemple fictif :

Jour du suivi	Na	Nb	P	Z	D	O	Nest
25/06/2004	5	4	0.8/ semaine	1	1 semaine	8 éoliennes	$(5-4)/(0.8*1) = 1.25$

On a donc 1.25 oiseaux tués sur une semaine pour huit éoliennes au mois de juin

On disposera de résultats éolienne par éolienne ; pour des périodes sensibles et sur une durée déterminée ; en fonction des espèces. Toute extrapolation vers un nombre d'oiseaux morts par éolienne et par an est hasardeux compte tenu de la variation des conditions biologiques et du couvert végétal. Afin d'augmenter le nombre de données et ainsi limiter les biais, il est important de réaliser le suivi sur un nombre de jours important.

En effet, plus on obtient de données (Na, Nb, P...) et mieux on pourra exploiter les données finales.

Options

- l'utilisation de capteurs sonores (mise en évidence de chocs) ou de caméras implantées sur les éoliennes pouvant venir en complément de la recherche visuelle. De prime abord, ces solutions semblent trop coûteuses, sauf si l'exploitant envisageait, par exemple, l'utilisation d'une WEBCAM. Cet équipement pourrait être envisagé en fonction des résultats obtenus lors des recherches visuelles.

Sensibilisation du personnel de maintenance

Il est souhaitable que le personnel de maintenance amené à intervenir sur les éoliennes pendant plusieurs années soit sensibilisé à la découverte éventuelle de cadavres d'oiseaux. Il suffit alors de leur fournir des fiches mortalité à remplir et de leur préciser de conserver le cadavre dans un sac et de le remettre au plus vite. (charte de bonne conduite d'un parc éolien - engagement de la société exploitante). Une heure de formation du personnel peut-être envisagée.

Liste du matériel nécessaire

- Fiches Terrain Mortalité
- Fond de carte des éoliennes (localisation et n°)
- Sacs plastiques (cadavres)
- Appareil photo
- GPS

FICHE DE TERRAIN MORTALITE			
Nom du parc éolien :			
Point n°	Date :	Heure :	Nom du découvreur :
N° de photos :			
Eolienne concernée :			
<input type="checkbox"/> tourne		<input type="checkbox"/> stoppée	
Localisation de la découverte (coord. GPS + indication sur carte) :			
N			
W			
Nom espèce :	Age :	Sexe	
	<input type="checkbox"/> adulte	<input type="checkbox"/> mâle	
	<input type="checkbox"/> Im	<input type="checkbox"/> femelle	
	<input type="checkbox"/> juv	<input type="checkbox"/> immature	
Etat de l'oiseau :			
<input type="checkbox"/> Vivant (blessé)		<input type="checkbox"/> Mort	
Etat du cadavre :			
<input type="checkbox"/> Frais	<input type="checkbox"/> Avancé	<input type="checkbox"/> Décomposé	<input type="checkbox"/> Sec
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour, autres...) :			
Couverture végétale et hauteur :			
COMMENTAIRES :			
Coefficients d'erreurs au moment de la découverte (saison)			
Z (taux de découverte) :			
P (taux de prédation) :			

Migrations

Ref : COL-LPO

Cette méthode a été mise au point suite à des expérimentations.

Méthode :

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 répondre à deux critères essentiels :

- ✦ Permettre d'avoir une vue d'ensemble des environs et de la direction d'où sont susceptibles de venir la plupart des oiseaux,
- ✦ Se situer au coeur de la future zone d'implantation des turbines, ou le plus proche possible, afin d'apprécier au mieux le flux sur la zone du parc.

Plusieurs points de suivis par site peuvent être nécessaires, cela dépend essentiellement de la taille et de la configuration de la zone d'étude (orientation, ligne de vue, altitude, situation géographique).

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.

L'objectif n'est pas de produire un bilan exhaustif de la diversité et des effectifs, mais plutôt d'apprécier sa qualité et sa quantité. Ces 10 journées, réparties en fonction des conditions météorologiques et des pics de migrations connus offrent la possibilité de contacter les espèces migrant à des périodes différentes.

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. La plupart des migrateurs (passereaux notamment) migrent en première partie de journée. Les 2 heures qui suivent le lever du soleil sont donc celles où l'activité est la plus intense. Les rapaces ont plutôt tendance à attendre la formation de masses d'air chaudes ascendantes, et donc un réchauffement progressif de l'atmosphère.

Les journées où les conditions météorologiques sont exécrables doivent être évitées. Une mauvaise visibilité (brouillards denses) ou des précipitations fortes limitent les possibilités de contacts visuels et auditifs. Il est préférable de sélectionner des journées sans précipitation ou brumes persistantes. Le vent, la nébulosité et les températures influencent aussi la capacité d'un observateur à repérer les oiseaux.

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 et la configuration du terrain.

La migration nocturne est un phénomène important qui concerne de nombreuses espèces et individus. 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 m.

Il semble donc indispensable de connaître, ou tout du moins d'estimer, le type le flux migratoire se déroulant la nuit. 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. Cette méthode permet de quantifier le flux mais ne fournit aucun renseignement sur l'identité des espèces. L'avantage de la méthode radar réside dans une estimation précise de la hauteur des vols et de leur direction.

Une autre méthode consiste à observer le disque lunaire et à comptabiliser les individus passant devant celui-ci. Une formule mathématique permet alors d'extrapoler les résultats sur l'ensemble de la nuit et sur l'ensemble de la voûte céleste. Là encore, l'identification spécifique reste la grande inconnue de cette méthode très aléatoire qui, de plus, ne renseigne pas sur les directions et altitudes de vol.

Présentation des résultats :

Les flux et les espèces contactées sont notés. On fera une représentation cartographique de l'utilisation de la zone par les migrateurs.

Les distances et les types de réaction seront particulièrement renseignés.

<u>Comportement</u>

REF : LPO

Méthode :

A l'aide d'un relevé cartographique, les principaux mouvements sont notés (Espèce / direction / hauteur de vol).

La méthode consiste à observer les allées et venues des oiseaux à différentes périodes de la journée. 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.

L'observateur note tous passages au-dessus d'une ligne parallèle à la ligne éolienne. Chaque passage d'oiseau est reporté sur une feuille de terrain.

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.

Présentation des résultats :

L'analyse des données collectées permettra de déterminer :

- Quelles sont les espèces qui fréquentent la zone
- Si les oiseaux franchissent cette ligne aussi souvent et aussi nombreux avant et après l'installation des éoliennes,
- Si les oiseaux ont modifié leur hauteur de vol,
- Si les oiseaux ont modifié la taille de leur vol (effectif d'un groupe d'oiseaux à chaque passage)
- Les types de franchissement prédominants (réaction d'évitement, au dessus, au dessous, dans la zone à risques)
- S'ils réagissent différemment en fonction de facteurs extérieurs (dérangement, météo, période de l'année, chasse...).
- La proportion des passages dans la zone à risque (à hauteur des pâles).

Ces informations seront détaillées avant et après fonctionnement des turbines, ainsi que durant le chantier d'installation des éoliennes. On pourra ainsi évaluer l'impact des travaux et celui du fonctionnement des éoliennes sur l'avifaune.

Limites de la méthode d'observation :

Cette méthode présente plusieurs limites :

- Les conditions d'observation : les conditions météorologiques (brume de chaleur, pluie, brouillard...etc.) peuvent influencer la qualité de l'observation.
- L'interprétation de l'observateur : la traduction des phénomènes observés diffère d'un observateur à l'autre, notamment pour l'évaluation de la hauteur de vol.
- La périodicité de passage et le temps d'observation restent une limite majeure pour cette étude.

Observateurs :
 Ciel * : clair / éclaircies / couvert / brouillard

Fiche de terrain du suivi comportement

Date : **Heure début :** **Heure fin :**
 Vent *: nul / faible / moyen / fort / tempête **Direction : SE**

Point et zone d'observation : **Météo :**

** Entourer la bonne mention*

Heure	Espèce	Nombre	Direction / comportement	Causes du déplacement	Hauteur de vol	Remarque	Oiseaux fréquents

Etude des chiroptères

REF : LPO / SFPEM

Avec le suivi d'un nombre croissant de parcs éoliens en fonctionnement, la quantité de chauves-souris mortes augmente et peut atteindre localement des chiffres importants si l'on tient compte des biais de recherche des cadavres (taux de découverte par les chercheurs et disparition naturelle des cadavres). Pour JOHNSON et al (1999), cette mortalité représente en moyenne 2,3 chauves-souris par turbine et par an, ce qui est loin d'être négligeable pour des espèces à faible taux de reproduction (1 jeune par an). Un cas récent, non encore publié, fait état de 475 cadavres de chiroptères entre avril et novembre 2003 sur un site de 44 éoliennes dans l'état de Virginie aux Etats-Unis. En tenant compte des biais de recherche de cadavres, les chercheurs estiment cette mortalité entre 2500 et 3000 chauves-souris en 8 mois.

Méthode :

- Etude de la fréquentation de la zone d'étude par les chiroptères :
 - Transects /points d'écoute
 - Enregistrements automatiques d'ultrasons
 - Capture au filet
- Cartographie des habitats et des structures paysagères susceptibles d'être utilisées par les chauves souris
- Recherche et suivi des gîtes dans les 15 Km alentours
- Etude mortalité sous les éoliennes

Par ailleurs, une attention particulière doit porter sur :

- L'éclairage des éoliennes et l'attractivité induite des insectes puis des Chauves souris
- Les possibilités de gîtes offerts par les nacelles (à limiter)
- L'attractivité de la chaleur se dégageant des nacelles pour les insectes puis les chauves souris.

Présentation des résultats :

Inventaire des espèces présentes sur la zone d'étude (espèce et abondance)
Analyse cartographique de l'usage de la zone d'étude par les chauves souris
Mortalité

Limites

La détection ultrasonore des chiroptères est impossible au delà de 30 m de hauteur pour la plupart des espèces, aussi il est difficile de déterminer la fréquentation dans la zone à risque (surface balayée par le rotor) sans appareillage particulier (mat...) et sans effectuer des mesures depuis la nacelle.

Par ailleurs, leur comportement en migration est encore peu connu.

Etude des mouvements d'oiseaux par radar

REF : Alan R. Harmata, Kevin M. Podruzny, James R. Zelenak and Michael L. Morrison (1997) The Use of Radar in evaluations of Avian-Wind development Projects: Norris Hill Wind Resource Area, Montana
Etude des mouvements d'oiseaux par radar (2003) ADEME; EED; GREET ingénierie

Ce système de détection des mouvements d'oiseaux est basé sur l'utilisation d'un radar type « pêche ».

Il permet d'observer les flux (pas d'identification des espèces) sur environ 6 Km de diamètre.

Cette méthode est particulièrement intéressante et prometteuse pour les études concernant l'identification des flux d'oiseaux (migration et hivernants). Un protocole d'étude est désormais disponible. Il se décline en séquences d'observation de 10 minutes. Un balayage horizontal, un balayage à 45° et un balayage à la verticale sont ainsi réalisés en une heure. On obtient des informations sur les couloirs de déplacement, les hauteurs de vol et l'intensité du flux. Le radar permet en outre d'étudier les mouvements ayant lieu la nuit. Plusieurs sessions d'observation sont nécessaires afin de s'affranchir au maximum des conditions exceptionnelles liées à la météo, au dérangement...).

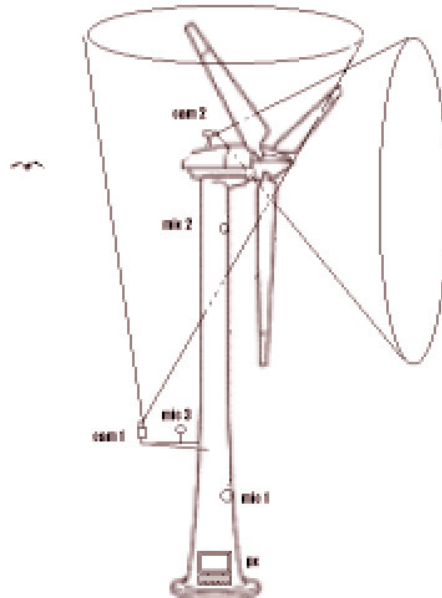
Enfin, il est possible d'établir un taux du trafic migratoire (migration trafic rate – MTR) qui qualifie l'importance des passages migratoires sur un site et permet des comparaisons avec d'autres sites.

Toutefois, il n'existe à ce jour que très peu de radars de ce type en France et la mise en œuvre demeure assez coûteuse.

Méthodes en développement :

Détecteur automatique de chocs :

REF : Verhoef, JP; Westra, CA; Korterink, H; Curvers, A (2002) A novel bird impact detection system



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 minutes avant le choc. Les oiseaux qui passent sans heurter la structure ne sont pas enregistrés.

Des capteurs acoustiques sont disposés dans le mat et dans les pâles.

Ce procédé de suivi automatique, encore expérimental, est très prometteur. Dès que les problèmes liés aux mesures de nuit (des caméras infrarouge sont en cours de test) et à la résolution des images (qui doivent prendre toute la surface du rotor (1500m²) et permettre néanmoins la détermination des espèces) seront résolus, cet outil permettra de cerner la mortalité.

TADS: Thermal Animal Detection System

REF : 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 développé pour l'offshore notamment.

Bibliographie :

- ABIES ; LPO Aude ; ADEME (2001) Suivi éolien des parcs éoliens du plateau de Garrigue Haute (Aude)*
- ADEME; EED; GREET ingénierie : Etude des mouvements d'oiseaux par radar ; 2003
- Anderson; Morrison; Sinclair; Strickland, - Studying wind energy/bird interactions : a guidance document: metrics and methods for determining or monitoring potential impacts on birds at existing and proposed wind energy sites; 1999
- ANDRE Y., LPO, - *Base de données documentaires des impacts des parcs éoliens sur l'avifaune* – Réseau éolien avifaune, LPO & Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable ; 2003
- Alan R. Harmata, Kevin M. Podruzny, James R. Zelenak and Michael L. Morrison; The Use of Radar in valuations of Avian-Wind development Projects: Norris Hill Wind Resource Area, Montana; 1997
- Bach L.; Ulf Rahmel, Überblick zu Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse- eine Konfliktabschätzung – BUND, 2004
- Bergen F. Windkraftanlagen undFrühjahrsdurchzug des kiebitz (*vannellus vanellus*) : eine Vorher-Nachher-Studi an einem traditionellen Rastplatz in Nordrhein-Westfalendans Windenergie und vogel : Ausmass und bewaltungung eines konfliktes, TUB, 2001
- BirdLife On behalf of the Bern Convention ; RHW Langston & JD Pullan; Windfarms and Birds : An analysis of the effects of windfarms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues; ; 2002
- CALIFORNIA ENERGY COMMISSION; BIRD STRIKE MONITOR; 2000
- Carl Brothers, Frontier Power Systems ; Bird Monitoring Program to Assess Impacts of Wind Turbines on Birds at Ramea, Newfoundland; 2003
- Carl G. Thelander and Lourdes Ruge BioResource Consultants; Avian Risk Behavior and Fatalities at the Altamont Wind Resource Area; 2000
- Carlton, Richard;; Improved/Alternate Techniques for Use in Avian Research: Bird Activity Monitoring;
- Colin J.Bibby, Neil D.Burgess, David A.Hill; Bird Census Techniques (1992)
- D H Ecological Consultancy; Breeding Bird Survey 1994-2000. Windy Standard Wind Farm,; 2000
- Erickson, W. P., Johnson, G. D., Strickland, M. D., Kronner, K., Becker, P. S. & Orloff, S.; Baseline Avian Use and Behavior at the CARES Wind Plant Site, Klickitat County, Washington.; 1999
- ETSU; Cumulative effects of wind turbines : Volume 3; 2000
- Gregory D. Johnson, David P. Young, Jr., Wallace P. Erickson, Clayton E. Derby, M. Dale Strickland, and Rhett E. Good; FINAL REPORT WILDLIFE MONITORING STUDIES SEAWEST WINDPOWER PROJECT, CARBON COUNTY, WYOMING 1995-1999; 2000
- Hunt, W.G, Jackman, R.E., Hunt, T.L., Driscoll, D.E., & Culp, L.; A population study of golden eagles in the Altamont Pass Wind Resource Area: population trend analysis 1994-1997; 1998
- Hydro Tasmania; Bird And BatMonitoring At The Woolnorth Windfarm; 2003
- J.E. Winkelman – Birdlife international – National Avian-Wind Power Planning Meeting 1995
- J,E Winkelman; Thermal and passive imaging of nocturnal bird movements and behaviour near obstacles (abstract); 1988

J,E Winkelman; Vogels en het windpark nabij urk (NOP): aanvaringslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden ganzen en zwanen; 1990

Everaert, J; Wind turbines and birds in Flanders: preliminary study results and recommendations, 2003

Julien Cordier (Mémoire de fin d'études); Les parcs éoliens et les oiseaux, une cohabitation à risque
Elaboration d'une méthode pour la prise en compte de l'avifaune dans la définition de projets éoliens terrestres;
2002

Paul Kerlinger, Ph.D. and James Dowdell.B; REEDING BIRD SURVEY FOR THE EAST HAVEN
WINDFARM, EAST MOUNTAIN DEMONSTRATION PROJECT ; ESSEX COUNTY, VERMONT ; 2003

Larsen, J. K. & Madsen, J.; Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese (*Anser brachyrhynchus*): A landscape perspective.; 2000

Meek, E.R., Ribbands, J.B., Christer, W.G., Davey, P.R. & Higginson, I; The effects of aero-generators on moorland bird populations in the Orkney Islands, *Bird Study* 40:140-143; 1993

M. Morrison (2002) Searcher Bias and Scavenging Rates in Bird/Wind Energy Studies

Michael L. Morrison; Avian Risk and Fatality Protocol; 1998

Michael L. Morrison ; Kenneth H. Pollack; Karin C. Sinclair; Predicting the Response of Bird Populations to Wind Energy-Related Deaths; 1998

Michael L. Morrison; Kenneth H. Pollock; Development of a Practical Modeling Framework for Estimating the Impact of Wind Technology on Bird Populations; 1997

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

NREL; Proceedings of the National Avian-Wind Power Planning Meeting IV; 2000

NREL; Proceedings of national avian-wind power planning meeting; 1994

NREL; national avian-wind power planning meeting II; 1995

NWCC; How is Biological Significance Determined when Assessing Possible Impacts of Onshore wind Power Facilities?
Workgroup Meeting Speaker Bios; 2003

NWCC; HOW IS BIOLOGICAL SIGNIFICANCE DETERMINED WHEN ASSESSING POSSIBLE IMPACTS OF ONSHORE WIND POWER FACILITIES?
November 17, 2003 NWCC WILDLIFE WORKGROUP MEETING; 2003

NWCC Avian Subcommittee; AVIAN/WIND TURBINE INTERACTION: A SHORT SUMMARY OF RESEARCH RESULTS AND REMAINING QUESTIONS; 2002

ONCFS, Roux D., Clément J.; Impacts des éoliennes sur les oiseaux : Synthèse des connaissances actuelles; 2002

Orloff, S. & Flannery, A.; Wind Turbine Effects on Avian Activity, Habitat Use and Mortality in Altamont Pass and Solano County Wind Resource Areas, 1989-1991.; 1992

Osborn, R. G., Higgins, K. F., Usgaard, R. E., Dieter, C. D. & Neiger, R. D.; Bird Mortality Associated with Wind Turbines at the Buffalo Ridge Wind Resource Area, Minnesota.; 2000

Paul Kerlinger, Ph.D. and James Dowdell; BREEDING BIRD SURVEY FOR THE FLAT ROCK WIND POWER PROJECT, LEWIS COUNTY, NEW YORK; 2003

R. Dooling, Ph.D.; Avian Hearing and the Avoidance of Wind Turbines; 2002

Richard Anderson; Michael Morrison; Karin Sinclair; Dale Strickland; STUDYING WIND ENERGY/BIRD INTERACTIONS: A GUIDANCE DOCUMENT: METRICS AND METHODS FOR DETERMINING OR MONITORING POTENTIAL IMPACTS ON BIRDS AT EXISTING AND PROPOSED WIND ENERGY SITES; 1999

Richard L Anderson, California Energy Commission; Biological Significance, November 17-18, 2003
Washington D.C.; 2003

Richard Podolsky; Avian Risk of Collision (ARC) Model; 2003

Richardson, W.J.; Bird Migration and Wind Turbines: Migration Timing, Flight Behaviour, and Collision Risk.; 2000

Robert G.Osborn; Charles D.Dieter; Kenneth F.Higgins
American Midland Naturalist 139: 29--38.; Bird flight Characteristics near wind turbines in Minnesota; 1997

Sunyer C; El impacto ambiental de la energia eólica en espana Quercus; 1994

Technische universitat Berlin; Windenergie und vogel : Ausmass und bewaltung eines konfliktes; 2001

Tucker, V.A.; A Mathematical Model of Bird Collisions With Wind Turbine Rotors.; 1996

van der Winden, J., Spaans, A.L. & Dirksen, S.; Nocturnal collision risks of local wintering birds with wind turbines in wetlands.; 1999

Verhoef, JP; Westra, CA; Kortering, H; Curvers, A; A novel bird impact detection system; 2002

Wallace P. Erickson ;Gregory D. Johnson; M. Dale Strickland; David P. Young, Jr.; Karyn J. Sernka; Rhett E. Good; Avian Collisions with Wind Turbines: A Summary of Existing Studies and Comparisons to Other Sources of Avian Collision Mortality in the United States; 2001

Wally Erickson; Nine Canyon Wind Power Project Avian and Bat Monitoring Report September 2002 – August 2003; 2003

Wally Erickson; Greg Johnson ; David Young ;Dale Strickland; Rhett Good; Michelle Bourassa; Kim Bay; Synthesis and Comparison of Baseline Avian and Bat Use, Raptor Nesting and Mortality Information from Proposed and Existing Wind Developments; 2002

Wally Erickson; Greg Johnson; David Young; Dale Strickland; Rhett Good; Michelle Bourassa; Kim Bay; Karyn Sernka; Synthesis and Comparison of Baseline Avian and Bat Use, Raptor Nesting and Mortality Information from Proposed and Existing Wind Developments; 2002

William R. Evans; Applications of Acoustic Bird Monitoring for the Wind Power Industry;

Winkelman; Impact of medium-sized wind turbines on birds: a survey on flight behaviour, victims, and disturbance; 1985

Winkelman JE; and Dirken S; Van Der Winden J and Spaans A; The impact of the sep wind park near Oosterbierum in Nocturnal collision risks of birds with wind turbines in tidal and semi offshore areas 1992 a,b,c,d; 1992 / 1998