



# Suivi des oiseaux et des chiroptères sur un parc éolien

## Comportement et mortalité à Bollène (84) entre 2009 et 2012

*Durant trois années, le parc éolien de Bollène, dans le Vaucluse, a fait l'objet d'un suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères, ainsi que d'une étude spécifique sur le comportement des oiseaux. Les résultats indiquent une variabilité des impacts liée aux conditions environnementales et à l'écologie des espèces concernées.*

**DENIS ROUX<sup>1</sup>,**  
**MARION TRAN<sup>1</sup>,**  
**NICOLAS GAY<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ONCFS, CNERA Avifaune migratrice – Sault.

<sup>2</sup> CN' AIR, Énergie Renouvelable – Lyon.



© D. Roux/ONCFS

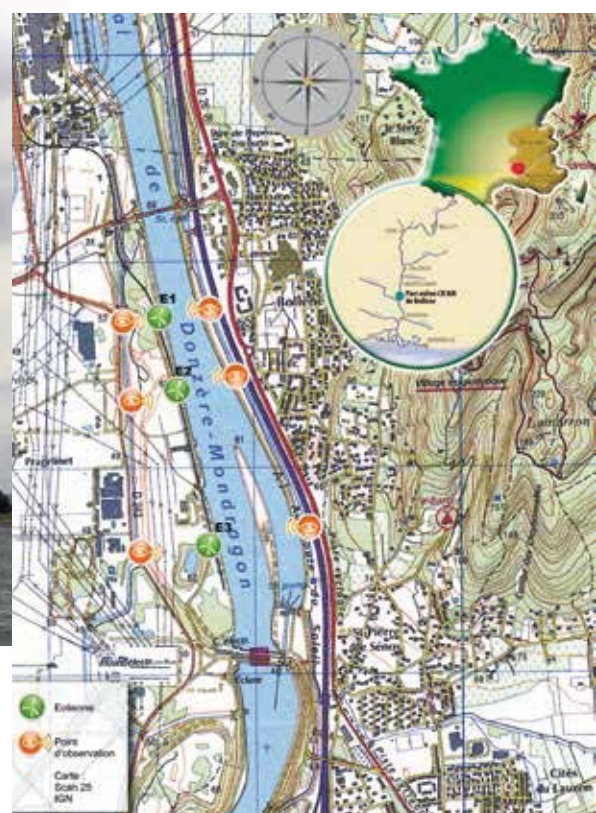


Figure 1

**Localisation du parc éolien de Bollène, de la disposition des éoliennes et des points d'observation.**

Les premières recherches sur les interactions éoliennes/avifaune ont émergé à la fin des années 1960. La standardisation des protocoles n'a eu lieu qu'en 1994 avec la mise au point du protocole BACI (*Before After Control Impact* – cf. Roux *et al.*, 2004).

En France, peu de suivis de l'impact des éoliennes sur l'avifaune ont été conduits. À notre connaissance, le premier d'entre eux a été mené en Languedoc-Roussillon en 1997 (Albouy *et al.*, 1997). Depuis, d'autres suivis ont été réalisés, notamment dans l'Aude (Albouy *et al.*, 2001), en Vendée (Dulac, 2008), en Seine-Maritime (Gallien *et al.*, 2010) et en Rhône-Alpes (Cornut & Vincent, 2010). En ce qui concerne la région PACA, seules des informations sont disponibles pour les parcs éoliens de Port-Saint-Louis-du-Rhône (Paulus, 2007) et de Saint-Martin-de-Crau (Aves *et al.*, 2008 et 2010), dans les Bouches-du-Rhône.

**Le parc éolien de Bollène, implanté sur la rive ouest du canal de Donzère-Mondragon.**

La présente étude, réalisée sur le parc éolien de Bollène (Vaucluse), s'attache à présenter les résultats du suivi post-implantation sur la mortalité des oiseaux et des chiroptères, ainsi que sur le comportement des oiseaux face aux éoliennes. Des préconisations sont formulées à l'issue de ces constatations.

Cette étude a bénéficié du soutien financier de CNAIR, filiale de la Compagnie nationale du Rhône, et a fait l'objet d'un rapport de synthèse (Tran & Roux, 2012).

### Des éoliennes de grande dimension...

Trois éoliennes de grande dimension ont été installées en 2008 sur le site industriel

et fluvial de Bollène, sur la berge ouest du canal d'amenée de Donzère-Mondragon, en amont de l'usine hydroélectrique « André Blondel » (figure 1). Elles s'étendent sur 1 km selon un axe nord/sud, à l'ouest de l'agglomération de Bollène et au sud du site nucléaire du Tricastin. Avec 125 mètres de hauteur (pales comprises) dont 80 mètres de mât et 90 mètres de diamètre, elles sont espacées les unes des autres de 400 à 800 mètres.

## Implantées sur un axe migratoire et un corridor biologique d'importance

Le parc éolien se trouve dans la plaine alluviale du Rhône, immense corridor de circulation biologique. Définissant l'un des principaux axes migratoires pour l'avifaune (axe Rhin-Rhône), cette plaine est particulièrement propice pour les oiseaux volant faire une halte avant de gagner la Méditerranée et l'Afrique du Nord, mais aussi pour les nicheurs et les sédentaires.

Avec plus de 180 espèces recensées, l'intérêt ornithologique de la zone relève principalement de deux facteurs : sa position stratégique sur une route migratoire, la proximité du Rhône et de ses milieux favorables à la nidification et à l'hivernage.

### Les suivis de la mortalité...

Les éoliennes peuvent avoir un impact direct sur les oiseaux et les chiroptères, induisant une mortalité essentiellement par collision avec les pales. Pour rechercher les cadavres, nous avons utilisé et adapté la méthode de Winkelmann (1989 et 1992a, b), qui a été développée par la Ligue pour la protection des oiseaux (LPO) (André, 2004) et reprise notamment dans le cadre de l'évaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (85) sur l'avifaune et les chiroptères (Dulac, 2008). Nous avons ainsi réalisé des prospections systématiques pour rechercher des cadavres autour de chaque éolienne (*encadré*).

### ... et du comportement

Les éoliennes peuvent aussi avoir un impact indirect sur les oiseaux, qui se traduit par une modification de comportement face à elles. Pour ce suivi, nous avons utilisé la méthode dite des « points d'observations visuels diurnes », méthode couramment employée (Gallien *et al.*, 2010 ; Albouy *et al.*, 2001 – *encadré*).

### Les méthodes d'estimation de la mortalité

Pour évaluer la mortalité, nous avons utilisé cinq méthodes différentes (Winkelmann, 1989 et 1992a,b ; Erikson *et al.*, 2000 ; Brinkmann *et al.*, 2009 ; Jones, 2009 ; Huso, 2010). Chacune d'elles possède des avantages et des inconvénients, mais celles développées par Jones et Huso sont jugées les plus fiables (cf. Tran & Roux, 2012).

Toutes ces méthodes d'estimation utilisent des paramètres de correction communs, pour lesquels les tests ont été réalisés au cours du suivi :

- la durée moyenne de disparition des cadavres estimée à l'aide de leurs

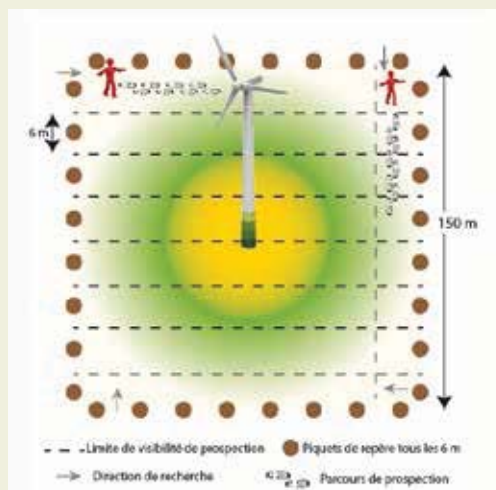
#### Encadré

### Protocoles de recherche des cadavres et observations comportementales

Pour une éolienne donnée, les prospections ont été effectuées à pied au sein d'un carré de 150 mètres de côté, l'éolienne étant située au centre du carré, correspondant ainsi à une surface théorique de prospection par éolienne de 2,25 hectares (*figure 2*). Des piquets disposés tous les six mètres sur une longueur de 150 mètres, sous forme d'un quadrillage, permettaient aux prospecteurs de se déplacer de façon régulière sous les éoliennes. La prospection s'est effectuée de part et d'autre des lignes matérialisées par ces piquets. Lorsque toute la surface n'était pas accessible, l'observateur notait la surface prospectée, afin d'appliquer ensuite un facteur de correction. La prospection a été réalisée quotidiennement aux premières heures du jour, afin de limiter les biais liés à la disparition des cadavres par des prédateurs opportunistes. Pour chaque cadavre trouvé, l'espèce, la position GPS, le jour estimé de la mortalité ainsi que diverses informations relatives à l'état du cadavre (dégradation, fracture, origine supposée de la mort...) ont été relevés.

L'observation du comportement de l'avifaune s'est opérée à partir de points stratégiques, permettant de voir arriver les groupes de migrateurs et d'appréhender leur comportement à l'approche et lors du franchissement du parc. À chaque point d'observation, tous les contacts ont été notés sous forme de codification (espèces et nombre d'individus) et le comportement des oiseaux (type et distance de réaction) a été relevé pendant un temps défini, en l'occurrence une heure et demie à deux heures. Le suivi était réalisé le matin au cours des heures suivant le lever du soleil et le soir avant son coucher. Les observations ont été réalisées à l'œil nu et avec des jumelles. La hauteur de vol a été estimée au moment du premier contact jusqu'au moment du franchissement par des indications simples : sous, au niveau, au-dessus des pales des éoliennes. Des informations complémentaires ont été notées, comme la provenance et la destination du vol.

Figure 2 Schéma de la zone de prospection pour le suivi de la mortalité.



Séance d'observation au niveau d'une des trois éoliennes du parc.



(poussins mort-nés) placés sous les éoliennes, dans les différents habitats présents ;

- le taux d'efficacité de l'observateur estimé également à l'aide de leures ;
- le coefficient de correction surfacique qui permet de prendre en compte les surfaces non prospectées.

### Espèces impactées et localisation des cadavres

Au total, 1 985 prospections ont été réalisées sur l'ensemble du parc éolien de Bollène entre avril 2009 et juillet 2012, réparties sur 662 jours.

#### Oiseaux

Ce sont 44 cadavres (ou parties de cadavres) qui ont été trouvés au pied des

éoliennes et 9 hors de la zone de prospection. Parmi les quinze espèces représentées (**tableau 1**), le pigeon domestique est apparu très majoritaire (43,4 %). Les « indéterminés » correspondent à des cadavres pour lesquels la détermination de l'espèce était trop incertaine pour être validée (décomposition avancée, prédation...). L'impact a cependant été systématiquement confirmé par l'examen visuel (aile sectionnée, décapitation, cadavre sans croupion, etc.).

Nous avons enregistré un nombre de cadavres relativement proche pour les trois éoliennes. La distance de découverte par rapport aux éoliennes était comprise entre 10 et 120 mètres, y compris pour les cadavres trouvés hors zone de prospection. Ces derniers permettent d'obtenir un certain recul sur les résultats obtenus, sur l'efficacité du protocole, ainsi que sur le réel

impact des machines, notamment sur les espèces de « grande taille » et les rapaces. En effet, la distance de projection d'un oiseau « lourd » n'est certainement pas la même selon qu'il entre en collision avec le mât ou avec le bout des pales (effet catapulte). Or on sait, grâce à l'observation du comportement, que ces espèces ont tendance à voler principalement à hauteur des pales, impliquant une plus forte probabilité de collision à leur niveau et donc une distance de dispersion plus importante. D'autre part, la projection des oiseaux a pu être accentuée par un vent dominant tel que le mistral.

#### Chiroptères

Seuls quatre cadavres de chiroptères ont été découverts. Trois l'ont été sous l'éolienne E3, qui est la plus proche d'une mare, zone d'alimentation connue des chiroptères sur le site. La distance de découverte par rapport aux éoliennes était comprise entre 20 et 32 mètres.

**Tableau 1** Espèces trouvées lors des prospections.

Espèces	Effectifs	
	Zone	Hors zone
Buse variable, <i>Buteo buteo</i>	1	2
Chardonneret élégant, <i>Carduelis carduelis</i>	1	-
Cochevis huppé, <i>Galerida cristata</i>	-	1
Corneille noire, <i>Corvus corone</i>	2	1
Etourneau sansonnet, <i>Sturnus vulgaris</i>	-	1
Goéland leucophaée, <i>Larus michahellis</i>	1	-
Grive litorne, <i>Turdus pilaris</i>	1	-
Héron cendré, <i>Ardea cinerea</i>	1	-
Hirondelle de fenêtre, <i>Delichon urbicum</i>	1	1
Martinet noir, <i>Apus apus</i>	3	-
Mésange noire, <i>Periparus ater</i>	1	-
Pigeon biset, <i>Columba livia</i>	21	2
Pigeon ramier, <i>Columba palumbus</i>	1	1
Tourterelle turque, <i>Streptopelia decaocto</i>	3	-
Verdier d'Europe, <i>Chloris chloris</i>	1	-
Indéterminés	6	-
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>9</b>

#### Estimation de la mortalité

Selon les années, l'utilisation des différentes méthodes permet d'obtenir une estimation de la mortalité aviaire par éolienne et par an qui varie entre 51,23 et 61,83 oiseaux selon la méthode de Winkelmann (1989), entre 10,24 et 12,36 avec celle d'Erickson *et al.*, (2000) et entre 12,80 et 15,46 avec celle de Brickmann *et al.*, (2009). Les estimations obtenues avec les méthodes de Jones (2009) et d'Huso (2010) sont intermédiaires et assez semblables entre elles : entre 16,89 et 20,39 et entre 16,21 et 19,56 oiseaux respectivement (**tableau 2**).

Concernant les chiroptères, sur toute la période de suivi (mai 2009 à juillet 2012), l'estimation est de 1714 individus tués par éolienne selon la méthode de Winkelmann (1989), 3,43 selon celle d'Erickson *et al.*, (2000), 4,20 selon celle de Brinkmann *et al.*, (2009), 5,65 selon celle de Jones (2009) et 6,79 selon celle d'Huso (2010).

Les résultats obtenus selon la méthode de Winkelmann (1989) semblent produire une large surestimation de la mortalité (variation du simple au triple avec cette méthode par rapport aux quatre autres). En effet, lorsque le taux de persistance des cadavres est inférieur à l'intervalle de visite, les estimations proposées par cette méthode ne sont pas pertinentes. En l'inverse, si ce taux est trop élevé, c'est la méthode d'Erickson *et al.*, (2000) qui donne des estimations possiblement erronées.

Les estimations issues des méthodes de Jones (2009) et d'Huso (2010) fonctionnent dans tous les cas et donnent des résultats très proches. Ainsi, les fourchettes d'estimation de la mortalité retenues sont les suivantes :



© R. Romantini/ONCFS

L'un des 44 cadavres d'oiseaux retrouvés au pied des éoliennes de Bollène, en l'occurrence un martinet noir.

- de 5,6 à 6,8 chiroptères tués par éolienne sur toute la période d'étude, de mai 2009 à juillet 2012 ;
- de 16,21 à 20,39 oiseaux tués par éolienne et par an.

Les cadavres trouvés hors zone n'ont pas été pris en considération dans le calcul du taux de mortalité.

### Un impact direct relativement fort pour les oiseaux, faible pour les chiroptères

#### Oiseaux

Les résultats montrent un impact direct relativement élevé, et très spécifique pour le pigeon domestique. L'impact observé sur cette espèce s'explique en grande partie par la présence d'un silo à grain au centre du parc éolien. Si on ne tient pas compte de celle-ci, la mortalité des oiseaux sur la totalité du parc et de la période de suivi (trois ans) diminue de moitié. En comparaison, à partir d'un calcul de la mortalité uniquement par la méthode de Winkelmann, Dulac (2008) a enregistré sur le parc éolien de Bouin (85) une estimation allant de 5,7 à 33,8 cadavres d'oiseaux par éolienne et par an (la grande amplitude étant liée à la variabilité entre les saisons et les années, ainsi qu'aux facteurs de corrections).

Les espèces habituellement plus sensibles et fortement impactées, telles que les rapaces ou les oiseaux migrateurs, ne représentent pas la majorité des cadavres dans cette étude, alors que c'est le cas pour le parc éolien de Bouin par exemple avec 20 % de migrateurs (Dulac, 2008). Il faut dire que, bien qu'étant situé sur un axe migratoire très important (Rhin-Rhône), le parc éolien de Bollène est installé dans une zone fortement industrialisée, peu propice aux haltes migratoires. De plus, les structures étant implantées parallèlement au couloir de migration des oiseaux, elles ne semblent pas faire barrière à leurs mouvements.

Nos résultats semblent également mettre en évidence deux aspects :

- une nuisance d'ordre indirect, certaines espèces semblant avoir délaissé la zone,



© R. Romani/ONCFS

La déchirure visible au niveau du patagium de l'aile droite de cette chauve-souris trouvée sur le parc suggère une collision probable avec une pale.

comme le suggèrent l'abandon total de la héronnière située à proximité d'une éolienne et la forte diminution du nombre de couples installés dans une autre située à 250 mètres du parc éolien ;

- une certaine adaptation chez des espèces comme le canard colvert dont les effectifs (nicheurs et hivernants) n'ont pas diminué et qui continuent à fréquenter la zone, aucun cadavre n'ayant été retrouvé.

Par ailleurs, c'est au niveau de l'éolienne E3 que l'on a observé la plus grande diversité spécifique en cadavres (sept espèces). Ce constat est à rapprocher de la diversité de milieux que l'on trouve autour de cette éolienne (plan d'eau, roselière, ripisylve, milieux ouverts...).

Enfin, les périodes les plus sensibles semblent être le printemps et l'été, alors que les effectifs sont maximaux et renforcés par des populations de migrateurs qui viennent se reproduire sur le site. L'augmentation de la mortalité est donc à corréliser avec celle du nombre d'oiseaux fréquentant le site et ne semble concerner que les adultes.

Enfin, nous avons noté des différences de comportement entre populations locales et migrantes, le canal faisant effet de couloir au cours de leur trajet migratoire, si bien qu'elles ne semblent pas être particulièrement sensibles aux éoliennes.

#### Chiroptères

Le suivi révèle un impact direct relativement faible. Les cadavres découverts étaient surtout localisés au niveau de l'éolienne E3 (3 sur 4), ce qui s'explique par la présence d'une mare identifiée comme zone de chasse à proximité de cette machine. En comparaison avec l'avifaune, la perte de quelques individus peut avoir des conséquences plus importantes sur l'état général des populations de chiroptères, compte tenu de leur statut et de leur valeur patrimoniale.

Concernant les causes de mortalité, un cadavre présentait des séquelles (décapitation) et un autre portait une trace de collision probable avec une pale (patagium de l'aile droite déchiré). Les deux autres ne présentaient aucun signe de traumatisme extérieur et aucun os ne semblait brisé. Ce phénomène s'est déjà manifesté sur d'autres parcs éoliens. Il semblerait qu'un barotraumatisme dû à une différence de pression entre les pales et le corps des chauves-souris fasse imploser leurs poumons (Dulac, 2008). Mais seules des autopsies pourront le confirmer, attestant alors que les collisions ne sont pas les seuls impacts directs auxquels les chiroptères sont soumis.

Tableau 2 Estimation de la mortalité aviaire en nombre de cadavres par éolienne et par an.

Méthode	Winkelmann (1989)			Erikson <i>et al.</i> (2000)			Brinkmann <i>et al.</i> (2009)			Jones (2009)			Huso (2010)		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
Mai 2009 à mai 2010	52,04	62,76	38,88	10,41	12,55	7,78	13,01	15,69	9,72	17,16	20,69	12,82	16,47	19,86	12,30
	51,23			10,24			12,80			16,89			16,21		
Mai 2010 à mai 2011	83,27	87,86	12,96	16,65	17,57	2,59	20,82	21,96	3,24	27,46	28,97	4,27	26,35	27,8	4,10
	61,36			12,27			15,34			20,23			19,41		
Mai 2011 à mai 2012	31,22	37,65	116,63	6,24	7,53	23,33	7,82	9,41	29,16	10,30	12,42	38,46	9,88	11,91	36,90
	61,83			12,36			15,46			20,39			19,56		



## Comportement des oiseaux

Quelques 8 811 oiseaux, représentant 55 espèces et 26 familles, ont été comptabilisés. Plus de la moitié des observations a porté sur des individus seuls (54 %), puis sur des petits groupes constitués de 2 à 10 individus (39 %). Dix-huit observations ont porté sur des groupes de taille importante (de 50 à plus de 100 individus). Les colombidés représentent 28 % des oiseaux observés, avec en majorité des pigeons domestiques. L'étourneau sansonnet et le canard colvert en représentent respectivement 19 et 28 %, et les laridés 11 % (figure 3).

### Caractéristiques des vols

La grande majorité des oiseaux observés (65 %) volait au-dessous des pales. Cependant, un pourcentage non négligeable a franchi les éoliennes au niveau des pales (25 %) et une minorité (10 %) est passée au-dessus ou très au-dessus (figure 4).

Concernant les directions générales de vol empruntées, 72 % des oiseaux ont utilisé un axe nord/sud ou sud/nord, correspondant à l'orientation du canal central, voie principale utilisée par les oiseaux migrateurs mais aussi sédentaires. Seuls 17 % d'entre eux semblaient se diriger plein ouest et 11 % plein est au moment de l'observation, correspondant à des flux secondaires passant de part et d'autre du parc éolien et concernant des espèces qui rejoignaient leurs zones de gagnage ou un éventuel dortoir, comme le héron cendré ou le canard colvert.

### Réactions face aux éoliennes

Alors que la majorité des observations a eu lieu sous des conditions météorologiques favorables et avec les éoliennes en fonctionnement, seuls 9 % des oiseaux ont réagi à leur approche (figure 5). La grande majorité des réactions s'est produite entre 0 et 80 mètres du parc éolien (figure 6) et concernait en grande partie des individus provenant du sud ou du nord (respectivement 47 % et 31 %). Les oiseaux ayant réagi ont opté à 50 % pour un évitement vers l'est (33 %) ou l'ouest (17 %), tandis que 18 % ont fait demi-tour (figure 7).

### Variabilité des effets

Les suivis réalisés en France depuis 1997 ont souvent révélé des taux de réaction de l'avifaune vis-à-vis des éoliennes largement supérieurs à celui observé à Bollène, et compris entre 66 et 88 % :

- Port-la-Nouvelle : 66 % lors de la migration prénuptiale et 38 % lors de la migration postnuptiale (Albouy *et al.*, 1997) ;
- Garrigue Haute : 88 % durant la migration prénuptiale (Albouy *et al.*, 2001) ;
- Cap Fagnet : 73 % en période automnale (Gallien *et al.*, 2010).

Figure 3 Principales familles d'oiseaux observées.

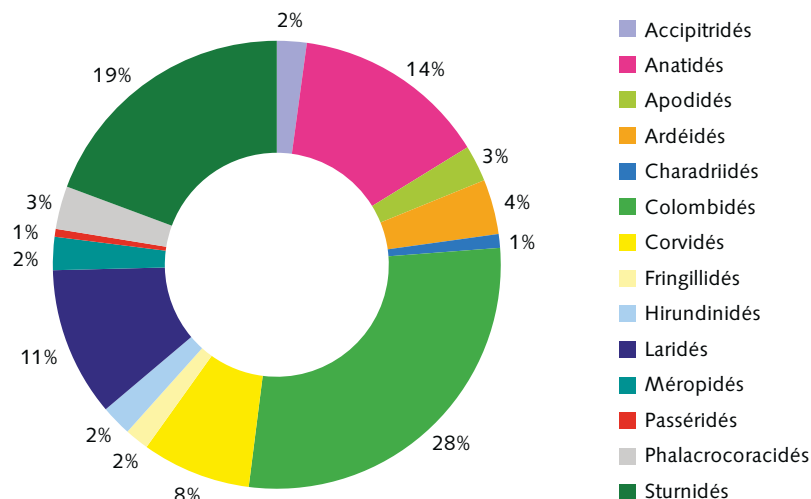
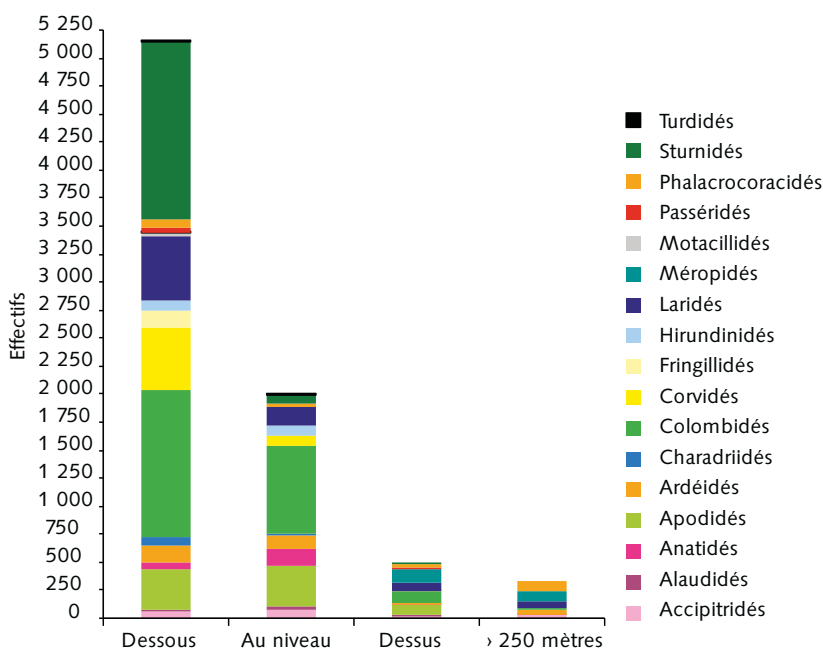


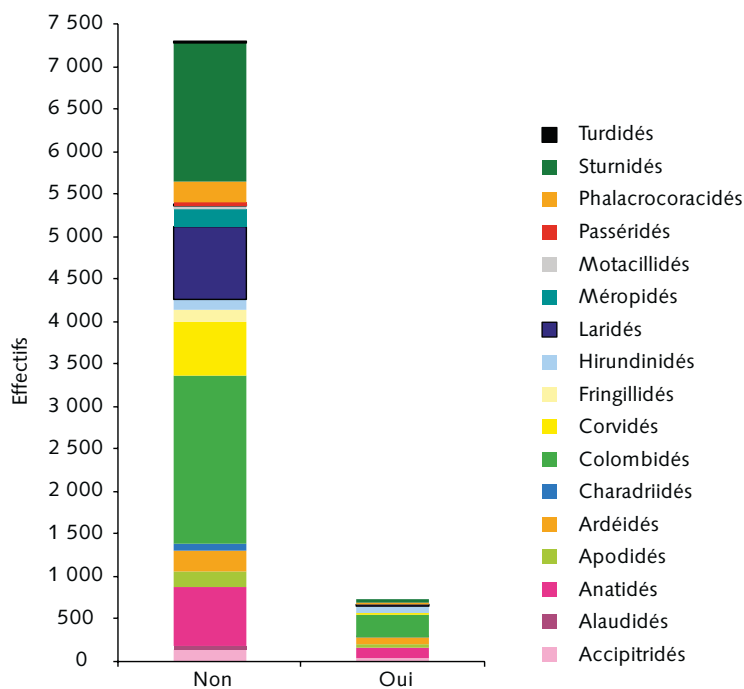
Figure 4 Hauteur de vol (en mètre) par rapport à l'éolienne des principales familles d'oiseaux observées.



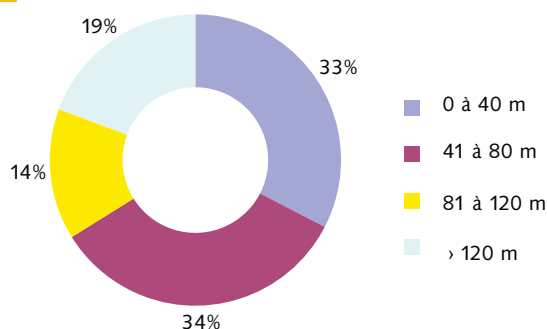
À l'instar de cette corneille, les oiseaux observés volaient en grande majorité au-dessous des pales.



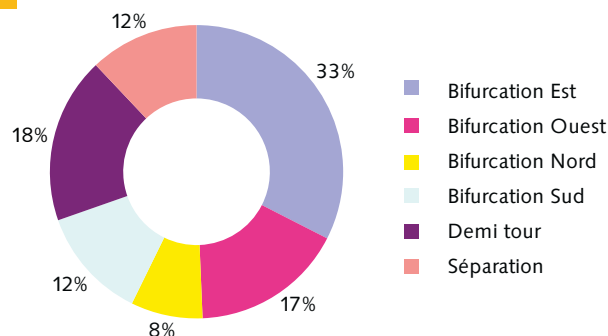
**Figure 5 Réactions des oiseaux face au parc éolien.**



**Figure 6 Distance de réaction des oiseaux à l'approche du parc éolien.**



**Figure 7 Type de réaction des oiseaux à l'approche du parc éolien.**



Alors que les suivis ci-dessus mettent en évidence un effet comportemental important sur l'avifaune migratrice, il semble que le parc éolien de Bollène ait quant à lui un effet plus spécifique sur les oiseaux sédentaires, les taux de réaction pour les migrateurs restant stables quelle que soit la période migratoire (pré-nuptiale ou post-nuptiale). Une grande partie des migrateurs semble passer en dehors de la zone d'influence des éoliennes (notamment ceux volant bas) en suivant le canal central, que les machines soient ou non en fonctionnement.

À titre indicatif, les suivis menés sur le parc éolien du Cap Fagnet à Fécamp (Gallien *et al.*, 2010) font état d'un changement immédiat de comportement des oiseaux dès l'arrêt des machines. Lorsque celles-ci sont en fonctionnement, 96 % des oiseaux dévient leur trajectoire. À l'inverse, lorsqu'elles sont arrêtées, seuls 50 % des oiseaux adoptent ce comportement. Les observations montrent que nombre d'oiseaux choisissent alors de traverser le parc éolien.

Une telle différence de comportement n'a pas été relevée à Bollène. Le contexte fortement anthropisé de part et d'autre du

canal n'y est sans doute pas étranger ; les migrateurs ont tendance à filer vers le sud sans dévier leur trajectoire.

## Conclusions et perspectives

Les résultats de ces trois années de suivi témoignent de la variabilité des impacts des éoliennes sur l'avifaune et les chiroptères, qui paraît liée aux conditions environnementales et techniques proches des éoliennes, à leur disposition, à la fréquentation et à l'écologie des espèces concernées, ainsi qu'à leur capacité d'adaptation. La combinaison de ces différents facteurs produit des effets parfois extrêmement différents de ceux cités dans la bibliographie.

Concernant les méthodes d'estimation de la mortalité, une standardisation au niveau national est à préconiser, afin de pouvoir comparer les résultats. En outre, bien que la loi Grenelle II impose un suivi pendant la phase d'exploitation, il est recommandé de faire un diagnostic environnemental précis avant, pendant et après le changement sur le site, en appliquant la méthode BACI (*cf. Roux et al.*, 2004). Un état initial de qualité peut servir de diagnostic de référence et les protocoles employés doivent être identiques et comparables à toutes les phases de suivi.

Afin d'optimiser les recherches de cadavres, il existe des outils complémentaires qui permettent, d'une part, d'améliorer l'efficacité de la prospection, et d'autre part, d'affiner l'observation et l'analyse du comportement des oiseaux comme des chiroptères. À titre d'exemple, l'utilisation d'un chien dressé à la recherche de cadavres constitue un moyen de détection dont l'efficacité est estimée à 70 à 80 %, contre 20 à 45 % pour les recherches effectuées par un observateur seul (Arnett, 2005) ; sans compter l'économie de temps et d'efficacité dans les habitats denses. L'utilisation de l'espace, le type de réaction ou encore le comportement des oiseaux et des chiroptères peuvent être étudiés grâce à l'utilisation de technologies telles que le radar (BIOTOPE, 2008) ou la caméra thermique. Elles ont cependant l'inconvénient de ne pas permettre l'identification des espèces et il faut donc les coupler avec des observations visuelles. Dans le cas des chiroptères, elles peuvent aussi être couplées avec l'utilisation d'un « Anabat » (détecteur d'ultrasons) qui permet, lui, d'identifier les espèces (Nicholson, 2003). L'utilisation de microphones spécialement conçus et placés sur les pales des turbines pour enregistrer les collisions d'oiseaux ou de chauves-souris (Delprat *et al.*, 2011) reste un moyen de suivi précis de la mortalité à long terme, qui plus est sur des zones inaccessibles.

L'éclairage des mâts des éoliennes (hors balisage lumineux obligatoire) est à proscrire, dans la mesure où les sources lumineuses ont généralement des effets pervers. En effet, par temps de brume et de brouillard, elles attirent les oiseaux et augmentent ainsi le risque de collision (des cas de collisions massives ont été relevés).

Graham Martin (2011) propose une nouvelle approche pour diminuer les collisions, à savoir l'utilisation d'avertisseurs ou de marqueurs contrastés et en mouvement pour augmenter la visibilité de l'obstacle. Ces différents types de dispositifs pourraient être utilisés sur le parc éolien de Bollène à titre expérimental.

Concernant les schémas régionaux éoliens, il est nécessaire de repenser fondamentalement aux modalités d'installation de parcs dans les secteurs ayant un niveau élevé de sensibilité faunistique.

Enfin, il est important de rappeler que des mesures compensatoires peuvent être préconisées, avec une priorité donnée aux mesures préventives et d'évitement des impacts lors de l'élaboration du projet.

## Remerciements

Nos remerciements s'adressent à toutes les personnes ayant participé à la réalisation des suivis, personnels techniques et stagiaires de l'ONCFS, et tout particulièrement Bruno Romanini. Ils vont aussi aux personnels de l'exploitation de l'usine hydroélectrique de Bollène (Compagnie nationale du Rhône) pour leur entendement dans le déroulement des suivis sur le terrain. Nous remercions également Julien Cornut, chargé d'étude faune de la LPO-Drôme, pour ses apports méthodologiques concernant les calculs de mortalité. ■



© R. Rouxel/ONCFS

**L'installation de microphones spéciaux sur les pales permet d'enregistrer les collisions d'oiseaux ou de chauves-souris, ce qui facilite le suivi de la mortalité.**

## Bibliographie

- Albouy, S., Clément, D., Jonard, A., Massé, P., Pagès, J.-M. & Nea, P. 1997. Suivi ornithologique du parc éolien de Port-la-Nouvelle : rapport final. Abiès, Géokos consultants, LPO Aude, nov. 1997. 66 p.
- Albouy, S., Dubois, Y. & Picq, H. 2001. Suivi ornithologique des parcs éoliens du plateau de Garrigue-Haute (Aude). Rapport final, octobre 2001. ABIES/LPO Aude/ADEME Gardouch – Gruissan. 56 p + annexes.
- AVES environnement & GCP. 2008. Evaluation ponctuelle de la mortalité des Chiroptères. Parc éolien du Mas de Leuze, commune de Saint-Martin-de-Crau (13), 15/08-02/10 2008. 27 p.
- AVES environnement & GCP. 2010. Etude de la mortalité des Chiroptères. Parc éolien du Mas de Leuze, commune de Saint-Martin-de-Crau (13), 17/03-27/11 2009. 38 p.
- André, Y. 2004. Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. LPO, doc. int. 20 p.
- Arnett, E.B. 2005. Use of dags to recover bat and bird fatalities at wind farm in relationships between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: an assessment of fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines. For Bat & Wind Energy Cooperative. E.B Arnett (ed.): 117-124.
- BIOTOPE. 2008. Suivi par radar de la migration postnuptiale dans l'estuaire de la Loire, département de la Loire-Atlantique. Acrola, Biotope/Greet Agence nord, janvier 2008. 54 p.
- Brinkmann, R., Niermann, I., Behr, O., Mages, J. & Reich, M. 2009. Recherche systématique des cadavres : conditions méthodologiques, méthodes d'analyses statistiques et résultats. Conférences sur les méthodes d'analyse et de réduction des risques de collision des Chiroptères avec les éoliennes onshore. Synthèses des conférences tenues à Hanovre le 09/06/2009.
- Cornut J. & Vincent S. 2010. Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes. LPO Drôme. 39 p.
- Delprat, B. & Alcuri, G. 2011. ID: stat: innovative technology for assessing wildlife collisions with wind turbines. Callidris, France. Norwegian Institute for Nature Research. *Conference on Wind energy and Wildlife impacts, 2-5 May 2011, Trondheim, Norway. Roel May, Kjetil Bevanger (eds) : 22.*
- Dulac, P. 2008. Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan de 5 années de suivi. LPO, Délégation Vendée/ADEME Pays de la Loire/Conseil Régional des Pays de la Loire, La Roche-sur-Yon – Nantes. 106 p.
- Erickson, W.P., Strickland, M.D., Johnson, G.D. & Kern, J.W. 2000. Examples of statistical methods to assess risk of impacts to birds from wind plants. Pp.172-182, in: *Proceedings of National Avian-Wind Power Planning Meeting III, San Diego, CA, May 1998.* 202 p.
- Gallien, F., Le Guillou, G. & Moren, F. 2010. Comportement des oiseaux en migration active diurne et mortalité des oiseaux sur un parc éolien : exemple du Cap Fagnet à Fécamp (Seine-Maritime) en 2006 et 2007. *Alauda* 78(3) : 185-196.
- Graham Martin R., 2011. Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. *Ibis* 153: 239-254.
- Huso, M. 2010. An estimator of wildlife fatality from observed carcasses – Environmetrics, DOI: 10.1002/env.1052. 19 p.
- Jones G., 2009. Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat populations in Britain. Scoping and method development report. 158 p.
- Nicholson, C.P. 2003. Buffalo Mountain Windfarm bird and bat mortality monitoring report: October 2001-September 2002. Tennessee Valley Authority, Knoxville. 15 p.
- Paulus, G. 2007. Suivi indépendant du parc éolien de Port-Saint-Louis-du-Rhône (mortalité avifaune). Synthèse des résultats du 4/12/2002 au 1/07/2007. 12 p.
- Roux, D., Le Bot, A., Clément, J. & Tesson, J.-L. 2004. Impact des éoliennes sur les oiseaux : synthèse des connaissances actuelles, conseils et recommandations. ONCFS, Brochure technique et Faune sauvage. 35 p.
- Tran, M. & Roux, D. 2012. Evaluation de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères et suivi du comportement de l'avifaune du parc éolien de Bollène (Vaucluse). Bilan de 3 années de suivi. Rapport ONCFS, nov. 2012. 77 p.
- Winkelmann, J.E. 1989. Birds and the wind park near Urk: collision victims and disturbance of ducks, geese and swans. RIN Rep. 89/15. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem, The Netherlands. Pp.122-166, in: *Proceedings of National Avian-Wind Power Planning Meeting Lakewood, Colorado, July 20-21, 1994.* 145 p.
- Winkelman, J.E. 1992a. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr) op vogels. 1: aanvaringsslachtoffers. [The impact of the Sep wind park near Oosterbierum (Fr), The Netherlands, on birds, 1: collision victims.] RIN-rapport92/2. DLO-Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek, Arnhem.
- Winkelman, J.E. 1992b. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr) op vogels. 2: nachtelijke aanvaringskansen. [The impact of the Sep wind park near Oosterbierum (Fr), The Netherlands, on birds, 2: nocturnal collision risks.] RIN-rapport 92/3. DLO-Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek, Arnhem.