

Projet éolien de la Combe Rougeux (52)

ENGIE GREEN



Evaluation du risque de collision

Milan royal – Septembre 2017

Bertrand DELPRAT

Sommaire

Problématique

Concept mathématique du travail réalisé

1.	Validation des axiomes	5
2.	Quantification du risque Milan royal	6
2.1.	Concept mathématique milan royal	6
2.2.	Description détaillée du concept de calcul	7
3.	Modus operandi	11
3.1.	Zone de référence pour le Milan royal	11
3.2.	Recueil des données	12

Résultats

1.	Dates d'observation	13
2.	Phénologie de l'activité	13
2.1.	Relation à la saison	14
2.2.	Relation à l'heure de la journée	17
2.3.	relation à l'altitude	18

Calcul du risque de collision Milan royal

1.	Risque qu'un oiseau traverse la zone de battement des pales d'une éolienne.	20
2.	Risque qu'un oiseau qui traverse les pales soit tué	22
3.	Risque final	22
3.1.	Présence du Milan royal	23
3.2.	Résultats	24

Recherche de nid 26

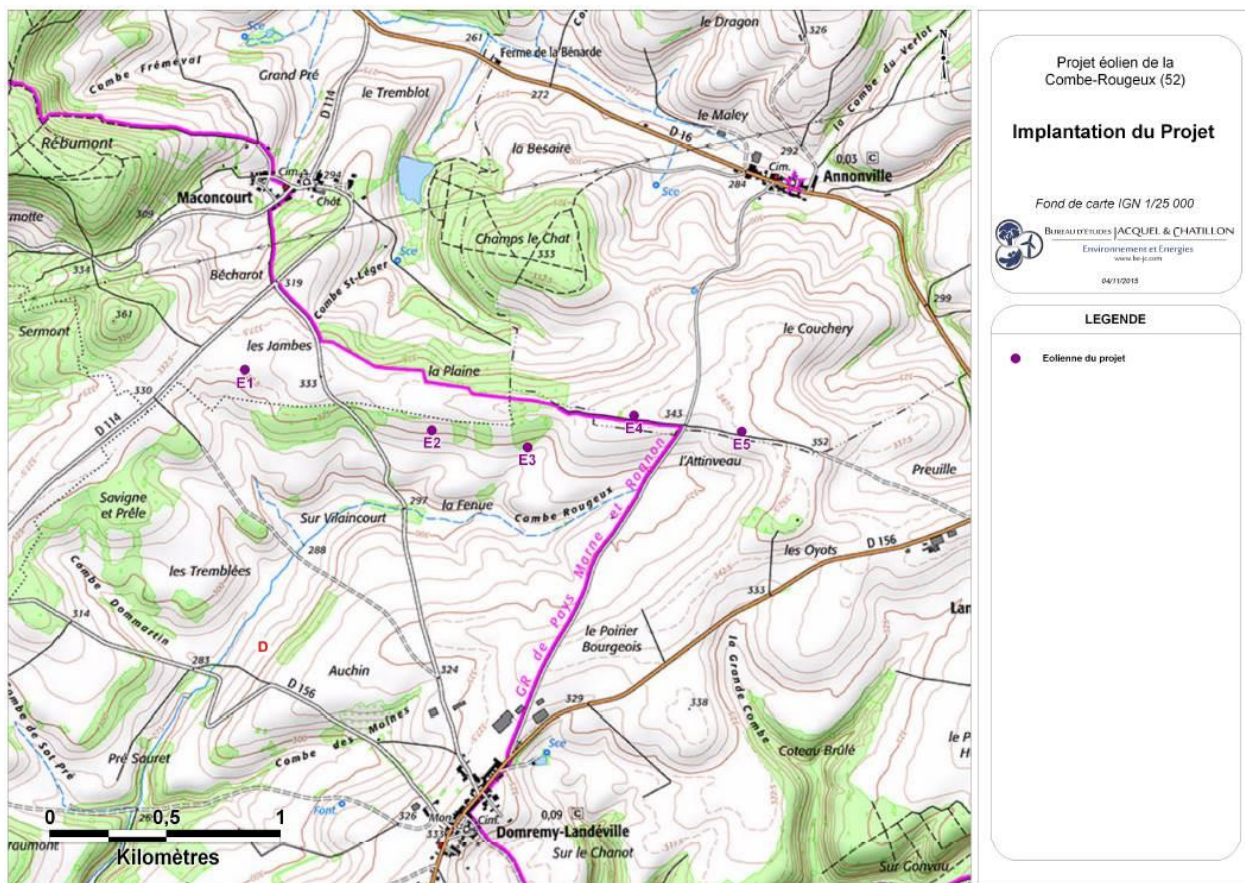
Conclusion 28

Bibliographie 29

Problématique



Dans le cadre du développement du projet éolien de la Combe Rougeux sur les communes de Maconcourt, Annonville et Domremy-Landéville, une problématique liée au risque de collision avec le Milan royal en période de reproduction a été identifiée.



Carte 1 : Localisation du projet (Source Jacquel et Chatillon, 2017)

En effet ainsi que le signale le CPIE de Soulaines dans son rapport d'étude d'impact (2017), ce sont 3 couples de Milans royaux qui ont été identifiés dans un périmètre de 10 km autour de la zone du

projet éolien. Ainsi, suivant les recommandations du SRE une évaluation comportementale spécifique serait à mettre en œuvre pour affiner la définition des enjeux et impacts liés au Milan royal.

Dans ces conditions, afin d'objectiver la définition du niveau de risque afférent à cette espèce en période de reproduction du fait de l'exploitation du projet éolien, un modèle d'évaluation du risque de collision *ad hoc*, basé sur l'échantillonnage régulier de la fréquentation de la zone du projet (quantité de vol) a été développé par la société Calidris.





Concept mathématique du travail réalisé

1. VALIDATION DES AXIOMES

Le travail réalisé repose sur un concept mathématique qui s'appuie sur plusieurs hypothèses statistiques qui visent à qualifier le risque de collision du Milan royal (probabilité qu'un nombre déterminé de Milan royal soit percuté sur la durée d'exploitation du parc, soit 25 ans) au regard de la manière dont les animaux occupent le site (hauteur de vol, fréquence des vols, quantité de vol, localisation des vols, ...) et en fonction de la typologie des milieux.

Les axiomes sur lesquels s'appuie le travail réalisé sont :

-  la manière dont les oiseaux occupent leur domaine vital n'est pas aléatoire (déplacement à l'échelle macro),
-  la localisation des déplacements des oiseaux dans les différentes zones de leur domaine vital est aléatoire (déplacements à l'échelle micro).

Ces deux hypothèses de base se vérifient soit par voie expérimentale soit par examen de la signification biologique de l'hypothèse contraire (démonstration par l'absurde).

L'hypothèse contraire du premier axiome, « *les oiseaux utilisent de manière aléatoire leur domaine vital* » signifierait que les oiseaux utilisent de la même manière toutes les zones de leur domaine vital, qu'il s'agisse de village ou prairie humide. De cette considération découlerait alors une équiprobabilité de présence des oiseaux à égalité de distance du barycentre des déplacements. En termes triviaux cela signifierait que les oiseaux choisiraient de chasser partout de la même manière, sans se focaliser préférentiellement sur les zones riches en nourriture. De ce fait, il y aurait autant de chance de les voir quelle que soit la zone de leur domaine vital. On comprend bien que cette hypothèse contraire ne se vérifie pas et va à l'encontre des connaissances actuellement partagées sur la manière dont les espèces occupent leur domaine vital (voir notamment les travaux de Cezilly et Benhammou (1996),

quant aux stratégies optimales d’approvisionnement). Par conséquent la première hypothèse est réputée vérifiée, à savoir : les oiseaux fréquentent de manière non aléatoire leur domaine vital.

L’hypothèse contraire du second axiome, « *la localisation des déplacements des oiseaux dans les différentes zones de leur domaine vital n’est pas aléatoire* », signifierait qu’à l’échelle de chaque déplacement, la localisation de chaque oiseau serait identique. En d’autres termes ces derniers voleraient chaque jour à l’identique en termes de hauteur de vol ou de localisation des trajectoires. Cette considération va à l’encontre des connaissances aujourd’hui partagées par la communauté scientifique (voir notamment les travaux de Cezilly et Benhammou (1996), quant aux stratégies optimales d’approvisionnement). Par conséquent la seconde hypothèse est réputée vérifiée, à savoir : à l’échelle des trajectoires volée la localisation des oiseaux est aléatoire.

2. QUANTIFICATION DU RISQUE MILAN ROYAL

2.1. CONCEPT MATHÉMATIQUE MILAN ROYAL

La quantification du risque de collision avec les éoliennes résulte d’un calcul de probabilité incrémenté par des données de terrain. A savoir la probabilité qu’un Milan royal vole à hauteur de pale **et** qu’il traverse avec ou sans encombre la zone de battement des pales.

Ces calculs de probabilité requièrent donc que soit calculée la quantité de vol de Milan royal, par période, altitude, type d’habitat éventuellement pour la mettre en rapport avec la période d’estimation du risque de collision souhaité.

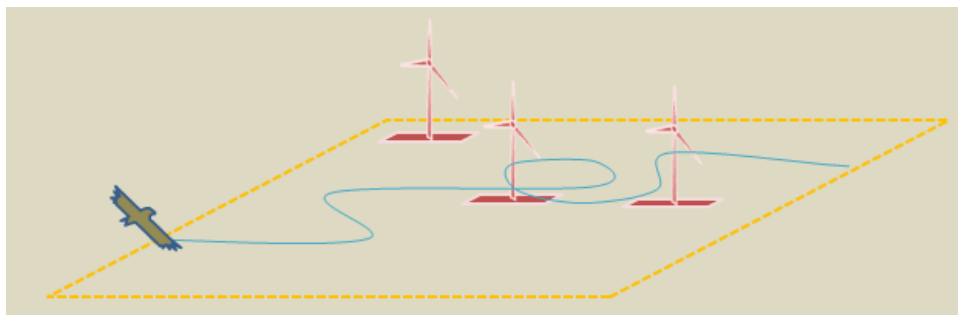
Cette valeur de quantité de vol correspond à la surface survolée par les Milans royaux, soit le rapport du temps volé, à la vitesse de vol et à la taille (envergure de l’oiseau).

Ainsi le risque de collision dépend de la conjugaison de 5 composantes.

Pour la bonne compréhension du concept mathématique il convient de noter que la zone de référence correspond à la zone sur laquelle l’activité du Milan royal est notée et le risque évalué. Si conceptuellement celle-ci est figurée avec une forme de parallélépipède, celle-ci existe mathématiquement par sa surface et non sa forme qui n’influe pas sur le modèle.

2.2. DESCRIPTION DÉTAILLÉE DU CONCEPT DE CALCUL

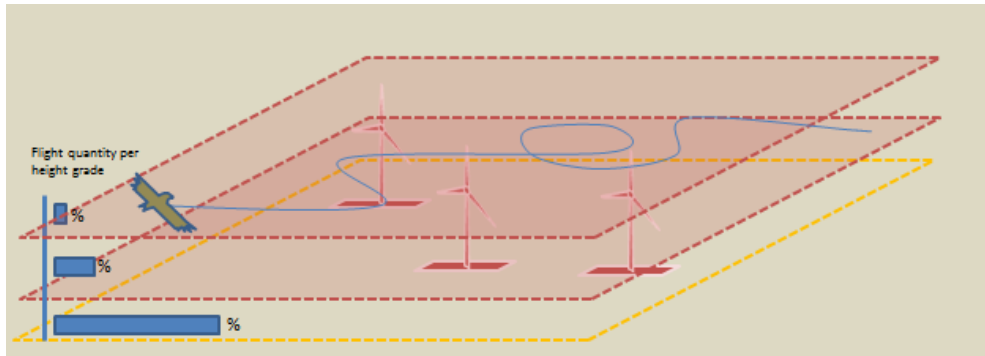
1^{ère} composante du risque : Probabilité qu'un oiseau vole à travers une zone de danger
= P₁



Cette composante concerne la probabilité en 2D au sein de la zone de référence, en fonction d'une quantité de vol donnée que l'oiseau vole à travers la zone de danger (représentée par la projection orthonormée de la zone de battement des pâles)

$P_1 = (\text{Quantité de vol} / \text{Surface de la zone de référence}) \times \text{Surface de la zone de danger} \times \text{Nombre de zones de danger}$

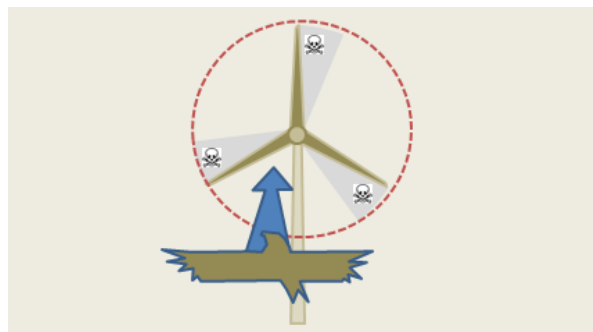
2^{ème} composante du risque : Probabilité qu'un oiseau vole à hauteur de rotor = P2



Probabilité qu'un oiseau vole à hauteur de rotor en fonction de la quantité de vole totale sur la zone de référence

$$P_2 = (\text{Quantité de vol à hauteur de rotor} / \text{Quantité de vol totale}) \times 100$$

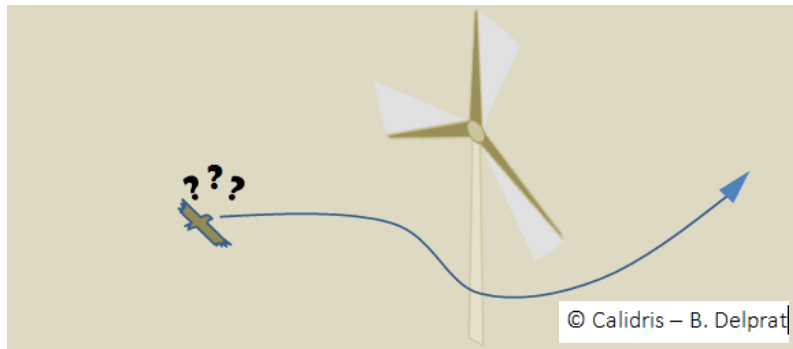
3^{ème} composante du risque : Probabilité qu'un oiseau volant à travers le rotor soit tué sans facteur d'évitement = P3



Cette composante concerne la probabilité qu'un oiseau volant à travers la zone de battement des pales soit tué sans facteur d'évitement

P_3 = Surface d'une coupe transversale de l'oiseau / Surface battue par les pales pendant le temps mis par l'oiseau pour traverser la zone de battement des pales suivant une trajectoire orthonormée

4^{ème} composante du risque : Capacité des oiseaux à éviter les éoliennes



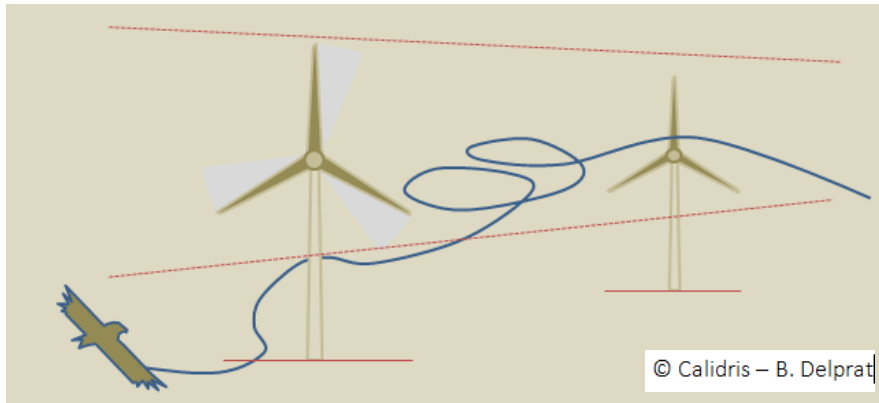
Cette composante correspond à la capacité d'évitement des éoliennes des oiseaux. Cette composante est issue de la bibliographie.

5^{ème} composante du risque : Temps de présence de l'espèce sur la durée du projet

Cette composante temporelle correspond au temps sur lequel le risque va être évalué, sur la manière dont l'activité de l'espèce varie (ou non) au cours de la période où celle-ci est présente sur le site et sur la durée de présence de l'espèce sur le site.

T = temps de présence de l'espèce sur site x durée d'exploitation du projet

Risque total



Risque de collision= $P_1 \times P_2 \times P_3 \times \text{taux d'évitement} \times T$

3. MODUS OPERANDI

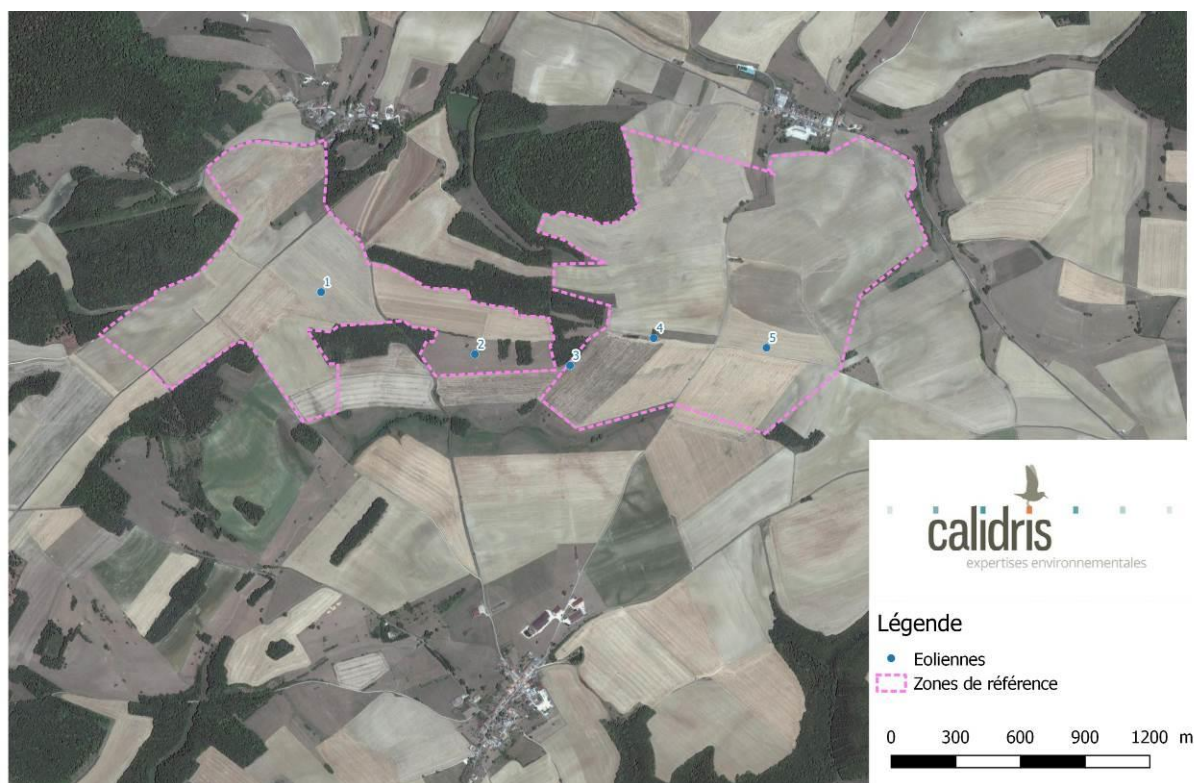
3.1. ZONE DE RÉFÉRENCE POUR LE MILAN ROYAL

La notion de risque de collision étant liée au niveau d'activité de l'espèce sur la zone du projet il convient de définir de façon biologiquement cohérente les limites de la zone sur laquelle l'activité sera mesurée ou considérée.

La définition de cette zone est primordiale car si du point de vue statistique une bande de 10mx1000m équivaut à un carré de 100mx100m, du point de vu des habitats présents et de la biologie des oiseaux, il est difficile de considérer la zone biologiquement homogène.

Dans le cadre du projet, la zone de référence pour le calcul du risque Milan royal a été définie en fonction des masques de végétation et des zones observables. Ainsi, du fait de la présence de nombreux bois, la zone de référence a été décomposée en deux zones voisines (suivies par deux observateurs postés sur chaque zone).

Ces deux zones totalises totalisent une surface de 6 220 933 m².



Carte 2 : Figuration de la zone de référence pour le calcul du risque Milan royal et des points d'observation

3.2. RECUEIL DES DONNÉES

Compte tenu du fait que la zone de référence (zone de relevés) est constituée de deux zones voisines du fait de la présence de nombreux masques de végétation, les relevés ont été réalisés par deux observateurs postés sur un point fixe au sein de chaque zone de référence. Les observateurs étant en relation radio afin de supprimer les doubles comptages.

Les relevés ont été réalisés de 08h00 à 18h00. Durant ce temps, le comportement des Milans royaux observés a été noté. Ainsi le temps de vol par classe de hauteur, l'altitude et le comportement observé ont été relevés.

La hauteur des oiseaux a été définie suivant 3 classes :

- 0-45 m = en dessous des pales,
- 45-150 m = « à hauteur » de rotor,
- au-dessus de 150 m = au-dessus du rotor.

Les observations ont été réalisées en 2017 toutes les deux semaines entre les semaines 13 et 31 incluses, soit 10 jours d'observation sur la période de reproduction de l'espèce. Les observations ont été réalisées par conditions météorologiques favorables, soit sans pluie significative et sans vent significatif, à l'exception de la journée du 25 avril qui a été marquée par quelques pluies en après-midi.

Résultats

1. DATES D'OBSERVATION

Date	Météo	Vent	Température
11/04/2017	Nébulosité 3/8	modéré N-E	14°C
25/04/2017	Nébulosité 8/8 - Pluie l'après midi	modéré N-O	8°C
10/05/2017	Dégagé - Nébulosité 0/8	faible E	12°C
23/05/2017	Dégagé - Nébulosité 1/8	modéré ouest	23°C
07/06/2017	Nébulosité 6/8 - rares averses	fort S-O	11°C
21/06/2017	Dégagé - Nébulosité 0/8	faible sud	33°C
03/07/2017	Nuageux - Nébulosité 6/8	faible ouest	21°C
19/07/2017	Dégagé - Nébulosité 2/8	modéré sud	25°C

Tableau 1 : Synthèse des dates d'observation

2. PHENOLOGIE DE L'ACTIVITE

Nota : le temps de vol considéré au cours des analyses concerne les deux zones de référence confondues. Ce choix tient au fait que celles-ci sont globalement homogènes de petite taille et situées à une distance similaire du nid de Milan royal observé.

2.1. RELATION À LA SAISON

On constate sur la saison d'observation (semaine 13 à 31) que le temps de vol à hauteur de pale et toute classe de hauteur confondues suit une tendance similaire, avec une augmentation du temps de vol des oiseaux avec l'avancement de la saison.

Si la tendance est nette sur la période (coefficient de détermination $R^2=0,63$ et $0,75$) on peut néanmoins identifier deux sous périodes.

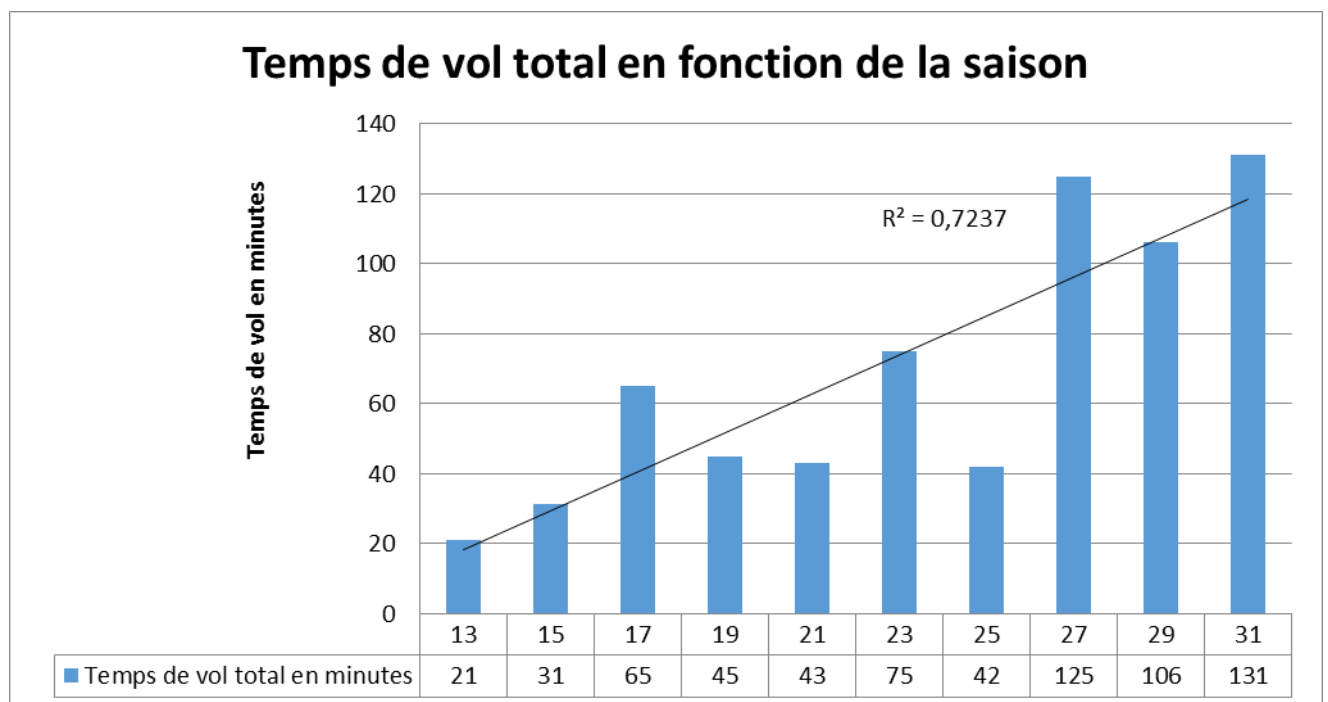


Figure 1 : Evolution du temps de vol (toutes altitudes comprises) sur la totalité de la période d'étude et les deux zones de référence comprises

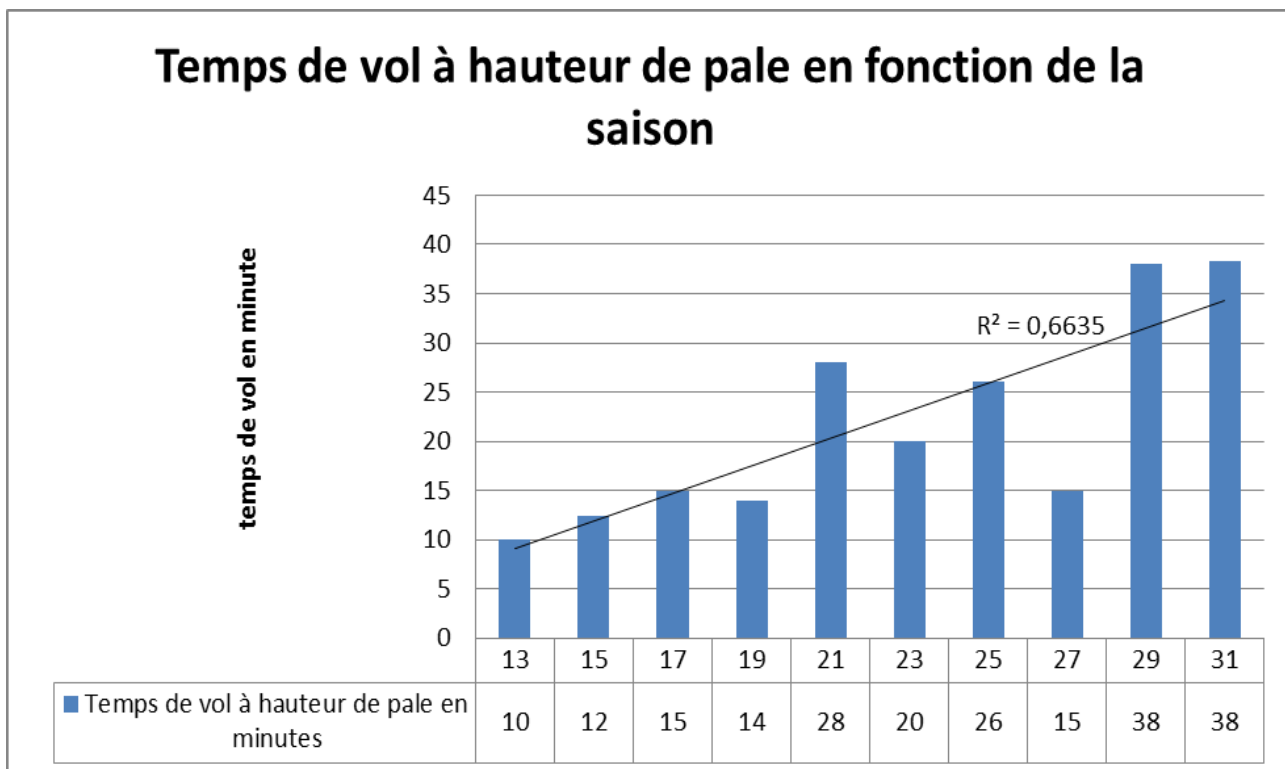


Figure 2 : Evolution du temps de vol (à hauteur de pale) sur la totalité de la période d'étude et les deux zones de références comprises

En effet entre les semaines 13 et 24 incluses, le taux d'augmentation du temps de vol apparait bien plus faible que sur la période suivante (semaines 25 à 31 incluses). Ainsi pour le temps de vol total (toutes altitudes confondues), un taux moyen de +5,9% par quinzaine est observé et de +6,6% par quinzaine pour le temps de vol à hauteur de pale.

En revanche, pour la période (semaines 25 à 31 incluses), le taux d'augmentation moyen est de 11,8% par quinzaine pour le temps de vol toutes hauteurs confondues et de 10,8% pour le temps de vol à hauteur de pale.



Cette différence importante dans la manière dont se déroule l'activité sur la zone de référence semble (facteur 1,65 à 2,02), monter qu'un évènement s'est produit dans la « vie des Milans locaux ».

Si l'on examine les données quant à l'éthologie et l'écologie de l'espèce il apparait que cette période autour de la semaine 25 marque le plus souvent l'éclosion des jeunes (Géroudet, 1965 ; Carter, 2007).

A ce moment-là de l'année le mâle doit alors chasser pour subvenir à ses propres besoins, à ceux de sa femelle et ceux de ses jeunes. Ainsi le mâle, et plus tard les couples sont obligés d'étendre leur zone de prospection en fonction de la pression de prédation qu'ils exercent sur le milieu et du taux de renouvellement des proies.

Cette phénologie d'occupation de l'espace est décrite par les modèles d'approvisionnement optimaux tels que présentés par Cézilly et Benhammou (1994).

Ainsi deux périodes se distinguent :

-  Avant l'éclosion (périodes 13 à 24 incluse), avec une fréquentation moindre de la zone de référence, tant en termes de quantité de vol (temps de vol réalisé) que de fréquence (nombre de vol),
-  Après l'éclosion (périodes 25 à 31 incluse), avec une fréquentation plus forte (1,85 fois plus forte en moyenne) de la zone de référence que ce soit à hauteur de pale ou hors de la zone de balayage des pales, tant en termes de quantité de vol (temps de vol réalisé) que de fréquence (nombre de vol)

2.2. RELATION À L'HEURE DE LA JOURNEE

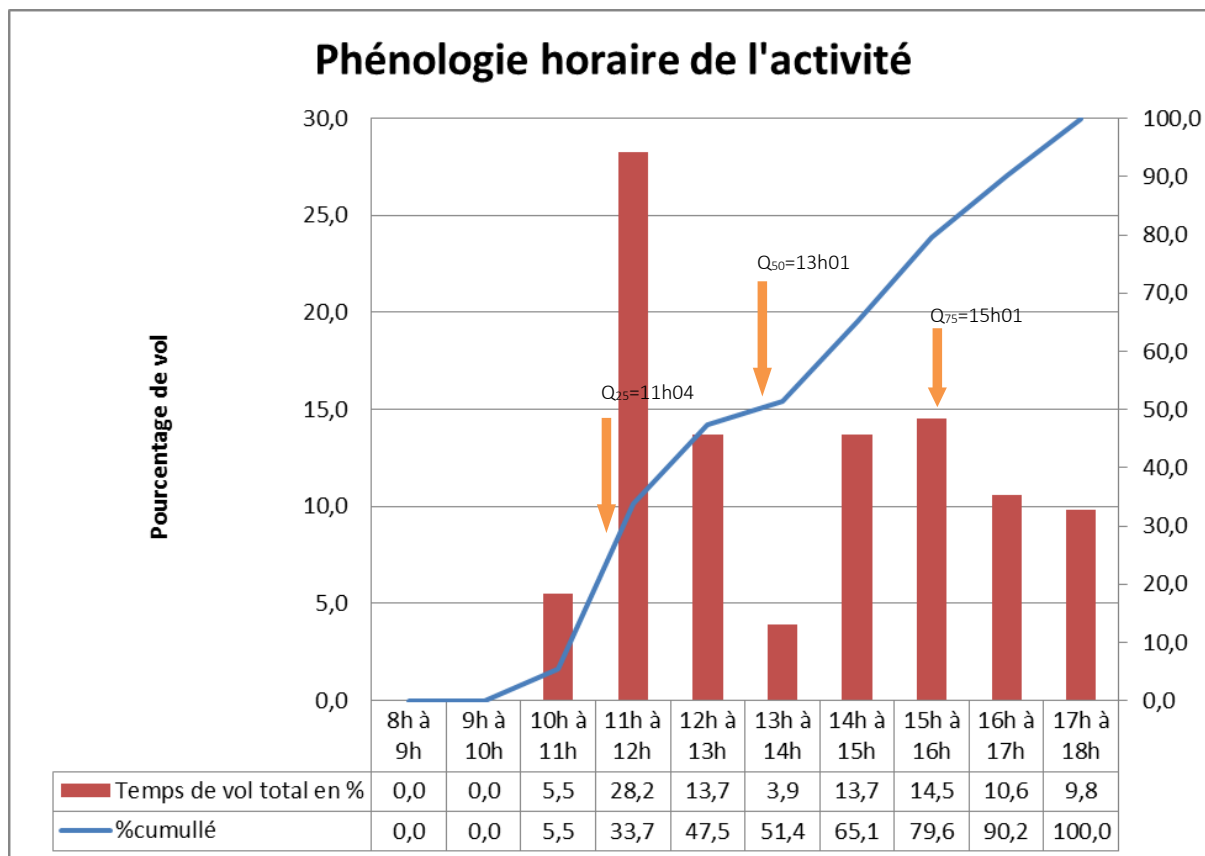


Figure 3 : Evolution du niveau d'activité en fonction de l'heure du jour

Il apparaît assez clairement deux pics d'activité de l'espèce en milieu de matinée entre 11h et 12h et en début d'après-midi entre 14h et 16h. Cette phénologie horaire montre un caractère diurne très marqué qui rejoint les données bibliographiques de Carter (2007) et Géroutet (1965).

On note que 50% de l'activité est réalisée entre la fin de matinée (11h04) et le milieu d'après-midi (15h01).

2.3. RELATION À L'ALTITUDE

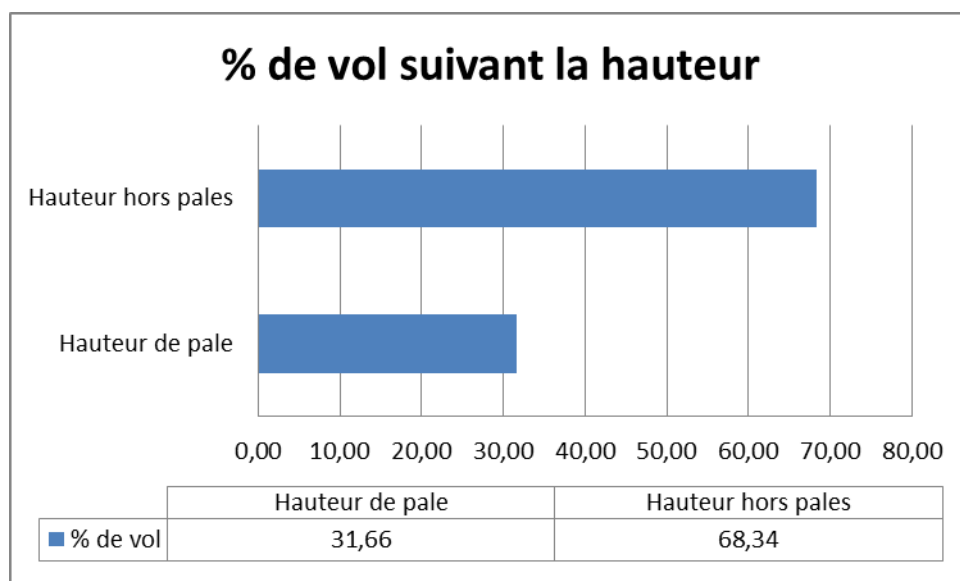


Figure 4 : Phénologie de l'activité en fonction de la hauteur de vol

On note sur le site que l'essentiel de l'activité est réalisée hors zone de balayage du rotor (68,34 % du temps de vol) tandis que le vol à hauteur de rotor représente quant à lui 31,66 % du temps de vol.

Cette répartition de l'activité en fonction de la hauteur de vol apparaît relativement conforme à celle mesurée par Mammen et Mammen (2010), qui ont suivi par balise argos l'activité de Milans sur leur domaine vital et non avec des observateurs, qui par soucis de prise en compte du Milan royal ont noté par excès les observations.

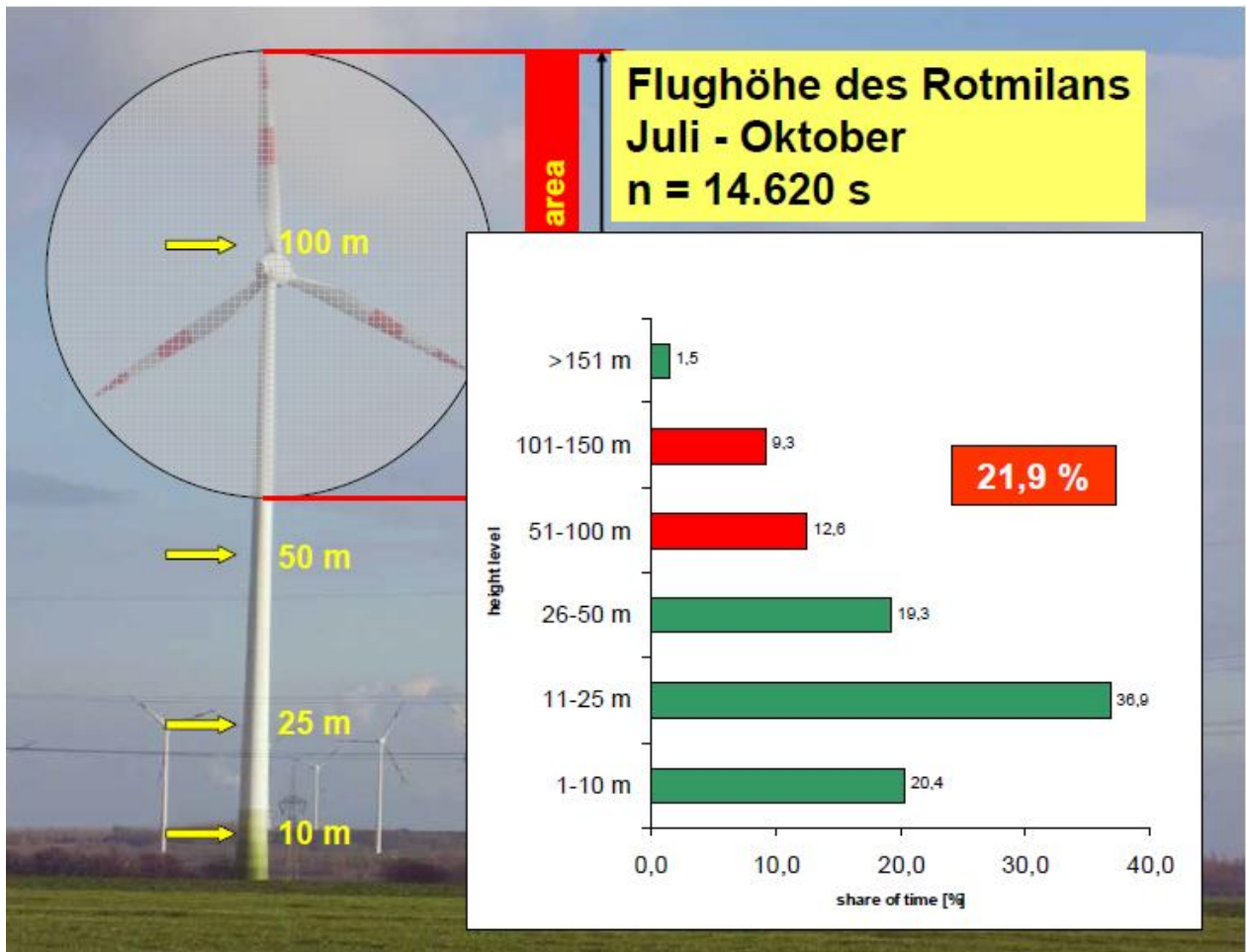




Figure 5 : Donnée de phénologie altitudinale de l'activité d'après Mammen et Mammen (2010)

La différence observée tient probablement au fait que les données de Mammen et Mammen (2010) ont été notées avec un appareillage de mesure très fiable et précis.



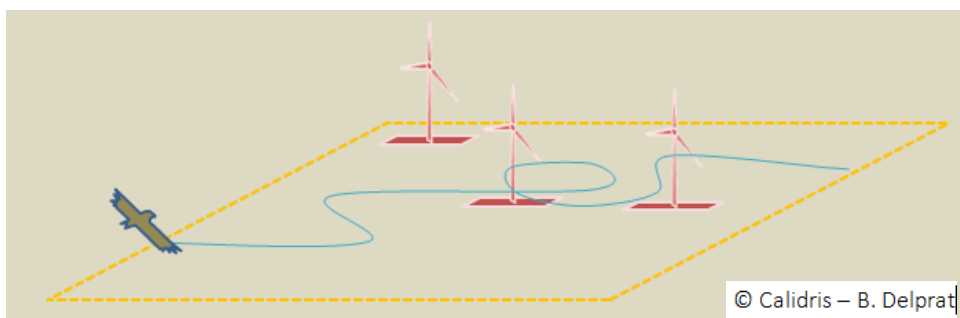
Calcul du risque de collision Milan royal

Le risque de collision du Milan royal dépend de l'addition de différents risques :

-  risque qu'un oiseau traverse la zone de battement des pales,
-  risque qu'un oiseau qui traverse la zone de battement des pales se fasse tuer.

Ces éléments de risque étant ramenés à la superficie de l'aire de référence, au nombre d'éolienne et à la durée d'exploitation. Pour ce qui concerne la hauteur de vol des oiseaux et la probabilité qu'ils entrent dans la zone de battement des pales, il a été considéré que seul le vol à hauteur de rotor était générateur de risque de collision.

1. RISQUE QU'UN OISEAU TRAVERSE LA ZONE DE BATTEMENT DES PALES D'UNE EOLIENNE.



L'indice de risque de base (P_1) est calculé sur la base de la superficie de la zone de référence sur laquelle le projet est proposé $S_{ref} = 6\,220\,933\text{ m}^2$, de la surface de battement des pales, $S_p = L_p \times l_p \times 2$ où L_p est la longueur de la pale et l_p la largeur et de la quantité de vol $Q_v = T_v \times V_m \times E_{vm}$ où V_m sa vitesse de

vol tangentielle, E_{vm} l'envergure d'un Milan et T_v est le temps de vol du Milan ramené à un individu. De cette manière on intègre que sur le site, plusieurs individus peuvent être présents ensemble. Pratiquement la Q_v est égale à la somme de la Q_v de chaque milan. D'un point de vu statistique 2 Milans qui volent 10 minutes équivalent à 1 Milan qui volerait 20 minutes.

Ainsi l'indice de risque de base P_1 est :

$$P_1 = Q_v / S_{ref} \times (S_p \times N_e) \text{ soit } P_1 = (T_v \times V_m \times E_{vm} / S_{ref}) \times (S_p \times N_e)$$

T_v temps de vol en seconde	S_{ref} surface en m^2
V_m vitesse de déplacement en $m.s^{-1}$	S_p surface en m^2
E_{vm} envergure en m	N_e nombre d'éoliennes

S'agissant d'une valeur journalière instantanée pour N_e éoliennes, il convient de la rapporter à la durée de présence de l'espèce en jour sur le site (n_j), à la période considérée et à la durée d'exploitation envisagée n_a .

Cette correction permet de calculer ($R_{a,e(i)}$) le risque annuel pour « N_e » éoliennes en intégrant une pondération de l' P_1 de la manière suivante, avec n_j = nombre de jour où le Milan est supposé être présent (période de reproduction, hivernage ...).

$$R_{a,e(i)} = P_1 \times n_j$$

Le risque total R_t du projet étant la somme des $R_{a,e(i)}$ soit $R_t = \sum R_{a,e(i)}$ ou $R_{a,e(i)} \times n_a$ où n_a est le nombre d'année d'exploitation.

$$R_{a,e(i)} = [(T_v \times V_m \times E_{vm} \times n_j / S_{ref}) \times S_p \times N_e] \times n_a$$

Ce qui équivaut à dire que le risque total sur 25 ans d'exploitation du parc = quantité de vol du Milan royal par jour multiplié par le nombre de jour de présence, divisé par la surface de référence le tout multiplié par surface des pales, le nombre d'éolienne et le nombre d'années d'exploitation (25 ans).

2. RISQUE QU'UN OISEAU QUI TRAVERSE LES PALES SOIT TUE

Ce risque correspond à la probabilité qu'un oiseau volant à une vitesse donnée dans un volume soit tué par les pales en rotation. Ce risque dépend de la vitesse angulaire des pales et du temps mis par l'oiseau pour sortir de la zone mortifère (zone battue par les pales pendant le temps mis par l'oiseau pour en sortir), soit le temps mis pour traverser la largeur de la pale.

Le calcul s'opère de la manière suivante avec les variables suivantes :

V_a , vitesse angulaire moyenne de l'éolienne en $^{\circ}.s^{-1}$ = $120 ^{\circ}.s^{-1}$ (équivalent à 20 tours minute)

V_m , vitesse tangentielle moyenne du milan en $mètres.s^{-1}$ = $5.55 m.s^{-1}$

L_p , longueur d'une pale utilisée dans le cadre du projet en m = 60 m

l_p , largeur maximale de la pale en m = 3m

L_m , longueur moyenne du Milan en m = 0.65 m

E_{vm} , envergure moyenne du milan en m = 1.70 m

E_m , épaisseur moyenne du milan en m = 0.20 m

Ainsi l'indice de risque lié au rotor est de :

$$IR_r = ((E_{vm} \times E_m) / \pi L_p^2) \times (V_a \times 360) \times ((l_p + L_m) / V_m) \times (\pi L_p^2 / 360) \times 3$$

3. RISQUE FINAL

A ce stade du calcul il convient d'intégrer le taux d'évitement. Concernant cette valeur il est impératif d'utiliser la valeur la plus approchante ou à défaut celle qui serait considérée la plus conservatrice. En effet, ainsi que Chamberlain et al (2006) le mentionnent, la progression du risque est linéaire en fonction de l'évolution de la quantité de vol ou du nombre d'éolienne. En revanche, 10% de correction du taux d'évitement engendre un effet de +/- 2610% sur le risque calculé.

Afin d'intégrer ce paramètre à nos calculs nous avons pris le parti d'intégrer le taux d'évitement documenté le plus pénalisant et de réaliser des simulations en ajoutant une erreur marginale de +/- 1% au taux d'évitement retenu.

En l'occurrence dans le cadre de ce travail nous avons retenu le taux d'évitement de Whitfield & Madders (2006), qui indiquent un taux de 98%.

On notera que ce taux est corroboré par le travail de la LPO 51 (Theveny, 2010), lequel suite aux suivis post implantation réalisés sur le parc éolien d'Is en Bassigny, note que les oiseaux évitent les éoliennes avec un taux d'évitement de 98% du parc ($n_{\text{observations}} = 47$).

Taux d'évitement retenu = 98% à +/- 1% (soit entre 97% et 99%).

3.1. PRÉSENCE DU MILAN ROYAL

Le risque évalué concerne le Milan royal en période de reproduction. Soit la période d'installation, de couvaison et d'élevage des jeunes.

Selon les données bibliographiques la période d'installation (comprendre la période entre l'arrivée des oiseaux et la ponte) a une durée d'environ 1,5 à 2 mois. Par soucis de réaliser une approche prudente nous avons donc considéré cette période comme ayant une durée de 2 mois soit 60 jours.

La période de couvaison est d'environ 32-39 jours, nous l'avons étendue à 40 jours. Enfin la période d'élevage dure environ 2 mois, soit 60 jours.

Période	Durée
Installation	60 jours
Couvaison	40 jours
Elevage	60 jours
Total 160 jours	

Tableau 2 : Présence du Milan royal sur le site

3.2. RÉSULTATS

Attention pour qu'il n'y ait pas d'incompréhension il convient de lire les résultats de la manière suivante :

Un risque « *R* » correspond au nombre de milans susceptibles d'entrer potentiellement en collision avec une éolienne dans les conditions d'évaluation (trajectoires des oiseaux aléatoire à l'échelle de la zone de référence), gabarit des éoliennes, quantité de vol évaluée, taux d'évitement... Cet indice ne constitue pas une valeur absolue mais il offre une image cohérente et objective du risque de collision au regard des variables intégrées au calcul et dans les conditions des hypothèses énoncées.

Ainsi, il apparaît que sur la zone de référence l'activité du Milan royal sur la période de présence est de l'ordre de 56h à hauteur de rotor. Aussi sur la durée d'exploitation du projet (25 ans), dans l'hypothèse où le projet comporterait 5 éoliennes, il apparaît que le risque de collision attendu serait de :

- ▶ Pour un taux d'évitement de 0,99% il apparaît que le risque de collision attendu est de **0,77** individus sur 25 ans d'exploitation sur la zone de référence.
- ▶ Pour un taux d'évitement de 0,98% il apparaît que le risque de collision attendu est de **1,55** individus sur 25 ans d'exploitation sur la zone de référence.
- ▶ Pour un taux d'évitement de 0,97% il apparaît que le risque de collision attendu est de **2,32** individus sur 25 ans d'exploitation sur la zone de référence.

Si l'on attribue une erreur marginale de +50% quant à l'activité mesurée (ce qui revient à considérer que l'activité réelle serait moitié plus élevée que celle observée) pour évaluer le résultat selon un modèle très conservateur, on obtient les résultats suivants :

- ▶ Pour un taux d'évitement de 0,99% il apparaît que le risque de collision attendu est de **1,16** individus sur 25 ans d'exploitation sur la zone de référence.
- ▶ Pour un taux d'évitement de 0,98% il apparaît que le risque de collision attendu est de **2,32** individus sur 25 ans d'exploitation sur la zone de référence.

- Pour un taux d'évitement de 0,97% il apparaît que le risque de collision attendu est de **3,48** individus sur 25 ans d'exploitation sur la zone de référence.

Il apparaît que suivant le modèle utilisé (ajusté aux valeurs mesurées ou préserveur incluant une erreur marginale importante tant sur les taux d'évitement (0,97 à 0,99) que le niveau d'activité (50%)), le projet générerait un risque de collision que l'on pourrait considérer d'assez probable car le risque moyen est de 1,93 oiseaux sur 25 ans d'exploitation.

Néanmoins ce risque de collision semble rester raisonnable car limité probablement à un/deux oiseaux sur la durée d'exploitation du parc éolien.

Ce résultat montre que malgré une présence régulière de l'espèce sur le site, dans les conditions énoncées d'évaluation du risque, celui-ci reste biologiquement limité. Ce dernier semble d'autant plus limité que suivant les données de Carter (2007), le Milan royal à l'instar des autres espèces longévives, est capable d'intégrer les éoliennes dans son environnement avec un risque de collision limité dès lors que les abords des éoliennes ne modifient pas la répartition des proies en créant ponctuellement au pied des éoliennes des conditions favorables à leur présence. L'impact très positif de mesures visant à limiter l'intérêt du pied des éoliennes pour les cortèges de proie du Milan royal est d'ailleurs souligné par de nombreux auteurs dont Mammen et Mammen.

Enfin si l'on intègre ces valeurs dans un modèle démographique linéaire (avec des taux de reproduction et de survie constant), sur la base des données démographiques du PNA Milan royal (2017-2026)*, il apparaît que la mortalité induite par le projet éolien semble n'avoir qu'un effet marginal sur la dynamique de la population locale.

En effet, lorsque l'erreur marginale est nulle, le taux de mortalité annuel des oiseaux tout âge confondu est compris entre 0,06% et 0,19%.

**données démographiques du PNA*

Nombre de jeunes à l'envol par couple = 1,80

Taux de survie des jeunes = 59% Taux de survie des individus de plus de 2 ans = 71%

Ce constat illustre probablement, les résultats quant à l'analyse des sources de mortalités des Milan royaux, qui sont liées de manière marginale aux éoliennes selon les dernières données du PNA Milan royal (2016-2017).

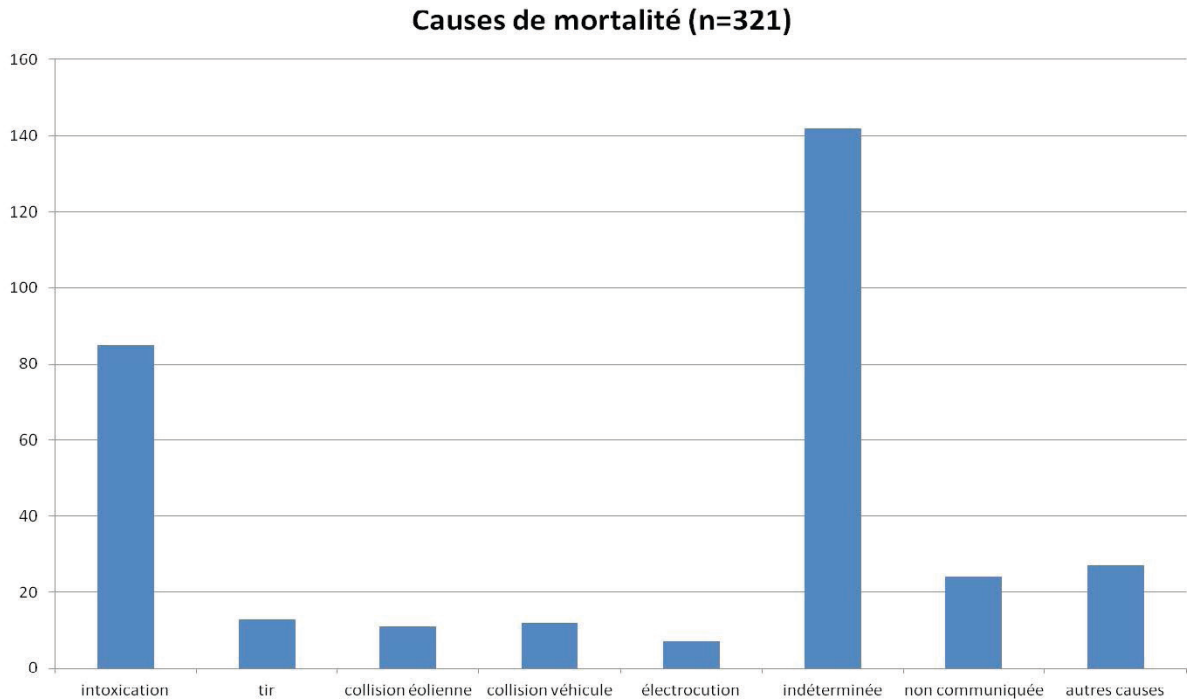
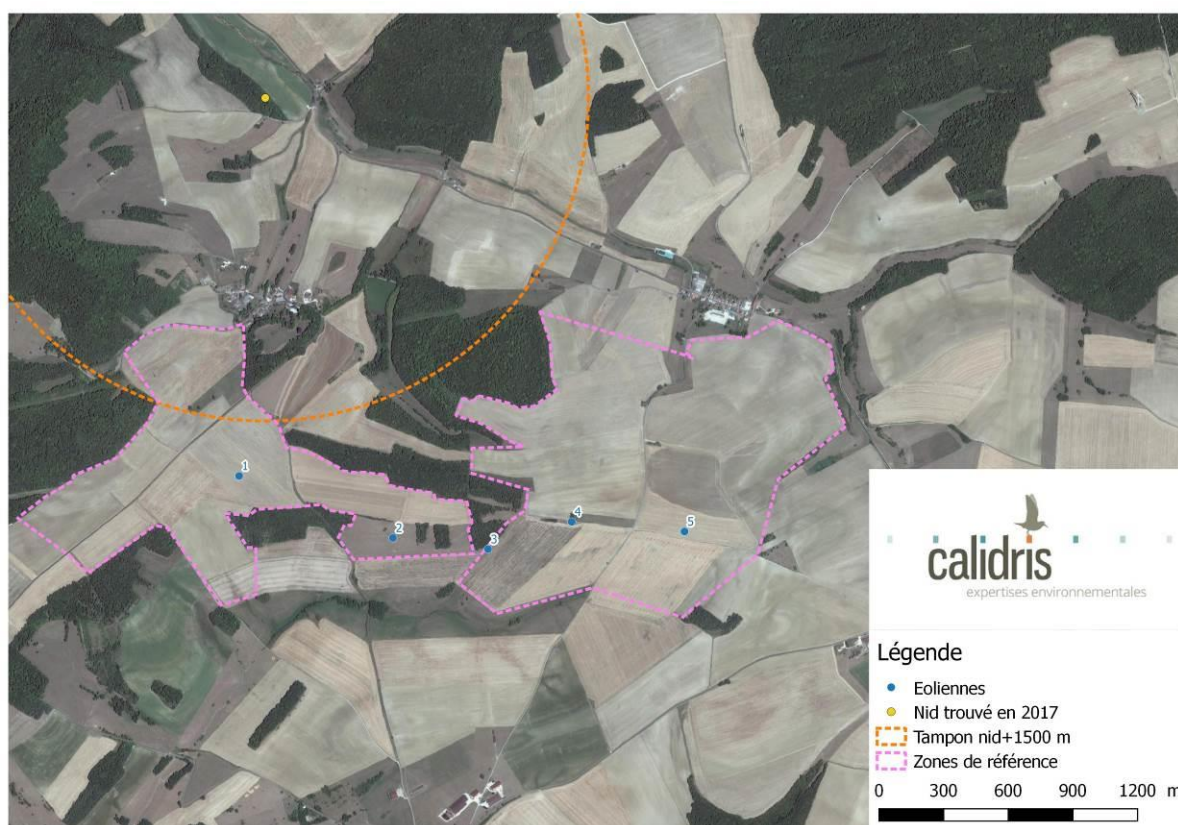


Figure 6 : Causes de mortalité connues de Milans royaux entre 2006 et 2015 (n=321)

Aussi, il semble après analyse des données locales et de la bibliographie disponible que si le risque de mortalité est certes réel du fait de la mise en service envisagée du projet éolien de la Combe Rougeux, celui-ci reste biologiquement limité et très probablement de nature à ne pas remettre en cause la dynamique de la population de l'espèce.

Recherche de nid

En parallèle des recherches de nid ont été menées en marge de la zone du projet jusqu'à une distance de 2 km. Celles-ci ont permis de localiser un nid occupé.



Carte 3 : Localisation du nid de Milan royal identifié

On note ainsi que l'essentiel des éoliennes est proposé hors de la zone d'activité majeure des nicheurs, laquelle est selon Mammen et Mammen (2010) d'environ 1,5 km autour du nid.

Conclusions



L'évaluation du niveau d'activité du Milan royal sur la zone et du risque de collision lié au projet d'implantation de 5 éoliennes, montre que celui-ci, de 1,93 individu mort sur 25 ans en moyenne (moyenne calculée sur le risque de collision pour des taux d'évitement de 0,97 à 0,99 et une erreur marginale de 0 à 50%), reste limité au regard de la durée d'exploitation du projet et ne devrait pas causer d'impact biologique significatif sur la population locale de l'espèce.

Compte tenu des mesures ERC mises en œuvre, et en particulier la mise en place de système de prévention des collisions, force est de constater que le projet se situe dans le cas d'effets négatifs « évités ou suffisamment réduits » suivant les termes de l'article R122.5 du Code de l'Environnement, justifiant de ce fait l'absence de mesures de compensation.

Par conséquent, en conformité avec le guide méthodologique d'application de la réglementation espèces protégées appliquée à l'éolien terrestre (qui a une portée normative), il n'apparaît pas nécessaire de solliciter une dérogation à l'application de l'article R411.1 du code de l'environnement.

A titre subsidiaire on notera que le régime des ICPE imposant un suivi post implantation, les effets du projet sur la mortalité et l'occupation de l'espace par le Milan royal feront l'objet d'observations pour proposer le cas échéant des mesures d'insertion environnementales complémentaires si toute fois les impacts mesurés étaient significativement supérieur à ceux anticipés.

Ces mesures pourraient concerner la mise en œuvre d'actions de préservation des habitats ou de réduction des causes de mortalité d'origine anthropique identifiées dans le PNA Milan royal (empoisonnement lors des campagnes de lutte contre les campagnol en particulier).

On notera enfin que la localisation du nid au-delà de 1,5 km des éoliennes prévues, les place au-delà de la zone où l'activité des nicheurs est centrée, plaçant le projet dans un contexte de risque biologique mesuré ce qui est en cohérence avec l'évaluation de risque proposée. On notera en outre que de façon convergente d'incidence de ce dernier semble très marginal sur la démographie locale de l'espèce.

Bibliographie

CARTER I., 2007. The Red Kite. Arlequin press. 245 p

CEZILLY F., BENHAMOU S., 1996. Les stratégies optimales d’approvisionnement. Rev. Ecol. (Terre et vie), vol 51, 43-86

CHAMBERLAIN D., REHFISH M., FOX A., DESHOLM M, ANTHONY S., 2006. The effect of avoidance rates on bird mortality predictions made by wind turbine collisions risk models. Ibis, V 148, 198-202

GÉROUDET, P. 1965 – 1984. Les Rapaces diurnes et nocturnes d’Europe. Delachaux et Niestlé. 426 p.

MAMMEN, U ET MAMMEN K., 2010. Bestand und Bestandsentwicklung des Rotmilans in Deutschland, MEROS Monitoring Greifvögel und Eulen Europas, Powerpoint-Präsentation.

THEVENY B., 2010. Suivi du Milan royal sur le parc éolien d’is-en-Bassigny. Seconde année d’étude : migration postnuptiale 2009 et pré-nuptiale 2010. Poweo 23p

WHITFIELD D.P. & MADDERS M., 2006. Deriving collision avoidance rates for Red kites *Milvus milvus*. Natural Research Ltd. 14p.

WHITFIELD D.P., 2009. Collision Avoidance of Golden Eagles at Wind Farms under the ‘Band’ Collision Risk Model. Natural Research Ltd. 35p.