



Projet éolien de Pardines

**Mémoire en réponse aux remarques de l'inspecteur ICPE
concernant les impacts éoliens sur la faune volante**

Table des matières

1	Objet.....	3
2	Remarques sur la période de restriction de travaux.....	3
3	Remarques sur les suivis post-implantation à mettre en œuvre	4
3.1	Suivi de la mortalité.....	4
3.1.1	Le suivi de la mortalité respectera une méthode standardisée.....	5
3.1.2	Période de suivi	5
3.1.3	Choix des éoliennes à suivre	6
3.1.4	Organisation de la phase de recherche.....	6
3.1.5	Recueil des données.....	6
3.1.6	Détermination des coefficients correcteurs.....	7
3.2	Précision des modalités de mise en œuvre des mesures d’effarouchement et d’arrêt des machines	9
3.2.1	Mode de déclenchement des mesures	9
3.2.2	Dimensionnement des mesures et demande de mettre en œuvre les mesures en première année d’exploitation.....	9
3.2.3	Mesures de réduction d’impact en période de labour, fenaison.....	9
4	Remarque concernant les mesures de régulation des machines pour les chiroptères et les seuils de déclenchement à retenir	10
5	Annexe 1 : précisions sur la mesure de système d’arrêt automatique des éoliennes pour la maîtrise des risques de collision avifaunistiques	13

1 OBJET

La société Engie porte un projet éolien sur les communes de Pardines et de Perrier dans le département du Puy-de-Dôme (63). Elle a missionné le bureau d'étude EXEN pour mener les expertises avifaunistiques et chiroptérologiques de l'étude d'impact sur l'environnement. Les expertises furent basées sur un échantillon de visites réalisées entre fin 2011 et 2012.

Dans le cadre de l'instruction du dossier, et suite à l'avis de l'autorité environnementale, l'inspecteur ICPE demande certaines précisions concernant ces volets de la faune sauvage. Nous tentons d'y apporter d'y répondre au cours des paragraphes suivants.

2 REMARQUES SUR LA PERIODE DE RESTRICTION DE TRAVAUX

La première remarque concerne le calendrier des travaux pour limiter les dérangements et la destruction des nids. L'inspecteur ICPE demande à ce qu'un engagement plus ferme au terme « *les travaux seront réalisés **prioritairement** en dehors de la période de reproduction des oiseaux (mars à juillet)* » (p.275 EI).

Cet engagement doit effectivement être pris de façon ferme par le porteur de projet lui-même. Nous reconnaissons à nouveau ici l'importance de la mesure d'évitement via une restriction des travaux en période de reproduction des oiseaux. Le terme « prioritairement » était retenu pour spécifier la priorité de la phase de reproduction dans le cycle biologique des espèces (au dépend des phases interuptiales de transits migratoires ou d'hivernage).

Des précisions sont ensuite demandées sur le protocole à mettre en œuvre si un suivi de chantier de chantier devait être mené par un écologue, afin d'adapter le phasage des travaux aux phénologie des espèces.

Pour préciser ce point, il s'agit d'abord de rappeler que le protocole à mettre en œuvre doit être proportionné à la situation au moment des travaux (principe de proportionnalité). En effet, le suivi de chantier apparaît comme une condition dérogatoire à la réalisation de certains travaux en période de restriction. Les modalités de sa mise en œuvre dépendent donc à la fois :

- du stade d'évolution des travaux au moment de la période de restriction (est-ce que tous les travaux susceptibles d'impacter directement les habitats potentiels (terrassment, défrichement, excavations...) sont terminés ? Dans ce cas, les risques à maîtriser concerne lors surtout ceux liés aux perturbations / dérangements indirects...)
- de la situation écologique locale (stade phénologique des espèces, zones de cantonnement dans l'entourage de la zone d'emprise des travaux, sensibilité et patrimonialité des espèces présentes...) au regard du planning des travaux encore à réaliser.

Ainsi, si les travaux encore à réaliser paraissent encore directement impactants sur les habitats, ou si des espèces patrimoniales se sont installées comme reproductrices au droit de la zone d'emprise des travaux (risque de destruction d'habitat / d'espèces), la pression et le ciblage du suivi devront être logiquement différents et supérieurs à une situation où les travaux restant ne concernent qu'un secteur particulier avec d'éventuels risques d'effets de dérangement à grande distance.

Toutefois, dans tous les cas, un suivi de chantier s'organise avec au moins :

- **au moins un passage de l'écologue en amont de la période de restriction des travaux**, pour faire le constat de la situation écologique locale avec la période de risques (avant début mars dans notre cas précis) et pour croiser cette perception avec les données issues de l'état initial

de l'étude d'impacts sur l'environnement, Ces premières visites visent aussi à apprécier la possibilité ou non d'adapter la poursuite de la phase de travaux au regard des phases de travaux encore à réaliser et des enjeux et risques d'impacts en cours et en devenir que cela implique. Si la poursuite des travaux est envisagée, il s'agira alors de préciser sous quelles conditions d'organisation (dans l'espace et dans le temps) garantir une logistique de moindres impacts et qui permette de préserver l'équilibre des cycles biologiques en cours.

L'intervention de l'écologue consiste en une lecture biogéographique large et pluri-thématique (avifaune, herpétofaune, invertébrés, mammifères...) des enjeux naturalistes au niveau de la zone d'emprise des travaux et de son entourage. Elle consiste donc à parcourir à pied l'ensemble de la zone de travaux et son entourage, identifier et cartographier l'ensemble des microhabitats exposés aux risques (zones humides, haies arbustives ou arborées, murets...), relever les données d'espèces et tout comportement susceptible de préciser les fonctionnalités d'habitats du site. Il s'agit également en parallèle de relever l'évolution de l'avancement du chantier, en distinguant les secteurs où les destructions de milieux sont encore en cours et ceux où les risques ne concernent plus que ceux liés aux risques de dérangements / perturbations. La visite se prépare en ciblant en amont les enjeux ou secteurs du projet soulignés par l'état initial de l'étude d'impact.

- **Plusieurs passages (ex un tous les 15 jours) en phase de restriction de travaux** (soit environ 10 si les travaux continuent ici sur l'ensemble de la période de restriction) afin de
 - vérifier l'application de ces prescriptions, apprécier l'évolution des phénologies et des modalités de fréquentation des abords de la zone d'emprise des travaux par les espèces, et vérifier l'efficacité des prescriptions in situ vis-à-vis des espèces ciblées.
 - Intervenir le cas échéant pour revoir l'organisation du chantier (si une espèce patrimoniale s'installe à proximité de la zone d'emprise)
Les méthodes d'investigations sont les mêmes que précédemment.
- **Et enfin, au moins un passage après la phase de chantier ou après la phase de restriction de chantier (selon la situation)**, avec de vérifier la bonne poursuite du déroulement du cycle biologique des espèces.

Ce type de suivi impose des échanges itératifs réguliers entre l'écologue, le porteur de projet et le chef de chantier. Un système de compte rendu doit alors être mis en place pour permettre la réactivité de l'évolution de l'organisation du chantier. Il s'agit que le chef de chantier et les entreprises soient bien conscientes de cette situation et du risque d'éventuelles évolutions de dernières minutes de l'organisation, voire de l'abandon temporaire des travaux dans un des secteurs du projet d'aménagement si justifié par les observations.

3 REMARQUES SUR LES SUIVIS POST-IMPLANTATION A METTRE EN ŒUVRE

3.1 Suivi de la mortalité

A propos du suivi de la mortalité, l'inspecteur ICPE demande de prévoir un suivi ciblé sur les oiseaux pendant une année. Le dossier aurait nécessité des précisions également sur ce point.

La mesure de suivi de la mortalité des oiseaux a bien été intégrée au rapport (mesure A1) du paragraphe 8.31 p 84 du rapport. Les principales lignes méthodologiques et l'estimation des coûts de cette mesure y sont précisées comme suit ...

[...] Concernant le suivi de la mortalité envisagé sur ce site, il s'agira de le cibler sur la problématique des rapaces nicheurs (soit de mars à fin juillet) et des migrations (et en particulier au niveau des éoliennes situées dans la partie sud-est de l'aire d'étude). Pour ce ciblage particulier, l'estimation du coût d'un tel suivi est basé sur environ 8 mois (mi-mars à mi-novembre), à raison de 2 visites par semaine au moins pendant les périodes de plus grands risques. Si on se base ainsi sur 50 visites + 2 jours de tests pour coefficient correcteur + 4 jour d'analyses de données et de rédaction de rapport, soit un montant de l'ordre de $56 \times 450 = 25500\text{€}$ (hors frais de déplacement). [...]

A ces éléments, on peut préciser les points suivants...

3.1.1 Le suivi de la mortalité respectera une méthode standardisée

- Afin de faire l'économie de biais méthodologiques déjà expérimentés ailleurs, et d'aboutir sur des résultats pertinents et parfaitement exploitables dès le début de l'étude,
- éviter une modification du protocole d'une année sur l'autre sans quoi l'analyse de l'évolution des résultats dans le temps serait peu rigoureuse,
- être en mesure de comparer les résultats obtenus avec ceux d'autres suivis réalisés pour d'autres parcs éoliens et sur d'autres types de milieux (regards croisés).

La méthode standardisée développée par WINKELMANN (1989) est adaptée au suivi de la mortalité des chauves-souris et oiseaux. Cette méthode a été reprise et adaptée dans le cadre d'autres suivis (ERICKSON et al. 2002, ERICKSON 2003, KERNS et KERLINGER 2004, COSSON et DULAC 2004, ARNETT 2005...) et sera le cadre de travail. Néanmoins pour l'analyse des résultats, la formule de Winkelmann paraît moins adaptée que d'autres développées plus récemment au niveau international dans le cadre de suivis de la mortalité sous des parcs éoliens (HUSO, JONES, ERICKSON...). Les résultats seront donc présentés pour chacune des 5 formules disponibles à ce jour.

Globalement, la méthode consiste en la recherche d'animaux morts (oiseaux et chauves-souris) autour des éoliennes comme première évaluation du nombre de mortalités entraînées par l'activité des éoliennes. En tenant compte de certains paramètres comme l'efficacité des chercheurs et la vitesse du retrait des carcasses (par les charognards), le dénombrement des carcasses permet d'estimer le taux de mortalité moyen à l'échelle du parc éolien (ou de la partie du parc qui aura été suivie), pour la période qui aura été suivie. Ce taux de mortalité pourra être comparé avec ceux relevés sous d'autres parcs éoliens, et d'une année à l'autre.

3.1.2 Période de suivi

Nous avons déjà évoqué précédemment le ciblage particulier du suivi de la mortalité aux enjeux spécifiques quantifiés au niveau du projet de Pardines et notamment le Milan noir nicheur. Le choix des périodes de suivi doit en effet logiquement se faire en fonction des enjeux mis en évidence au niveau de l'étude d'impact pré-implantation, et de l'ensemble des éléments de cadrage préalable.

Nous avons aussi déjà vu qu'il était pertinent de prévoir 2 visites par semaines si on veut aboutir au calcul d'un taux de mortalité. Sans ce pas de temps rapproché entre deux visites, il ne serait pas possible d'estimer les taux de mortalité et donc de comparer les résultats interannuels. Le risque étant en effet que le pas de temps de retour hebdomadaire soit trop long pour couvrir la vitesse de disparition d'un cadavre. Dans ce cas-là, les formules de calcul ne pourraient être utilisées.

3.1.3 Choix des éoliennes à suivre

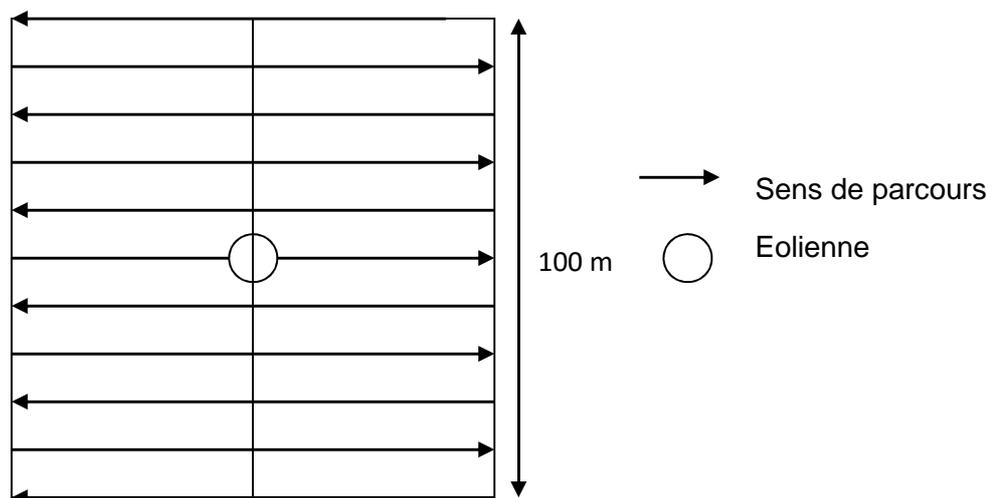
Toutes les éoliennes devront être ciblées. Par expérience, un parc de 5 éoliennes peut largement être suivi en moins d'une journée, voire même en une demi-journée, ce qui peut réduire le coût de la prestation.

3.1.4 Organisation de la phase de recherche

La phase de prospection suivra une méthodologie visant à limiter le risque de non découverte. Un parcours de prospection (transect) sera donc préétabli afin d'avoir autant que possible une pression de prospection égale pour chaque zone de prospection (en temps et en linéaire parcouru), et pour pouvoir faire des comparaisons pertinentes au sein du parc éolien. Cette perspective paraît envisageable compte tenu de surfaces prospectable a priori assez homogènes d'une éolienne à l'autre. La prospection se fera le long d'un transect de lignes virtuelles espacées de 10 m chacune, de 15 m si les conditions de végétation (et de cultures) le permettent.

Sur les parcelles où cela sera possible, la procédure débutera par la délimitation de quadras, via des piquets repères, ou des marquages sur structures existantes (haies) pour une recherche de façon la plus méthodique possible. La mise en place de ces repères sera réalisée à l'aide d'un télémètre laser, d'une boussole et d'un GPS. Quatre à huit piquets repère seront placés aux angles du carré de prospection, et aux centres des côtés. Il s'agira au cours du positionnement de ces repères de pré enregistrer sur GPS un transect de recherche qui soit bien calibré, et d'en profiter pour placer les piquets repère. Au niveau de chaque emplacement de piquets ainsi que de chaque bout de ligne, une marque de couleur sera laissée au sol (marqueur non permanent) pour faciliter le repérage des quadras. Au moment des phases de prospection, la carte de terrain, le GPS et les repères de terrain permettront ainsi une approche très méthodique.

Schéma d'un transect de prospection standard (à adapter au contexte de grandes cultures)



3.1.5 Recueil des données

De façon générale, chaque visite nécessite de renseigner une fiche de terrain prévue à cet effet comprenant la date de la visite, les heures de début et de fin de recherche, les conditions climatiques, la direction du vent, l'activité des éoliennes, l'état de la végétation, les conditions de visibilité.

Chaque fois qu'un cadavre sera découvert, il sera localisé précisément (GPS). La position sera reportée sur une carte IGN. La distance et l'azimut seront mesurés vis à vis du mat de l'éolienne. Le cadavre sera photographié et identifié autant que possible (espèce, âge, sexe, état de décomposition ou de prédation, heure de découverte, estimation de la date de mortalité, et de la cause de la mort). Selon les cas, il pourra alors être marqué à l'aide d'une ficelle de couleur biodégradable et repositionné pour pouvoir suivre son évolution au fil du temps (pour analyse comparative des temps de dispersion avec les cadavres tests d'oiseaux congelés). La ficelle facilite le repérage en complément de la position GPS enregistrée, et permet d'apprécier le rôle de l'entomofaune fousseuse qui enterre progressivement le cadavre. Si l'identification du cadavre n'est pas possible sur le terrain, s'il s'agit d'espèces non déterminées, ou bien d'espèces protégées nécessitant des analyses ultérieures (autopsie de milans royaux, ou prélèvements génétiques de chauves-souris par exemple), le cadavre sera alors prélevé et envoyé pour identification ou analyse génétique (Universités, MNHN, CRBPO...).

Tous les cadavres seront manipulés à l'aide de gants et sacs de congélation.

3.1.6 Détermination des coefficients correcteurs

✓ Organisation générale

Le nombre total de chauves-souris / oiseaux tués par les éoliennes est égal au nombre de chauves-souris / oiseaux trouvés morts moins celles dont la cause de la mort n'est pas liée aux éoliennes. Ce calcul nécessite la prise en compte de coefficients d'erreur déterminés au préalable et liés à :

- l'efficacité de la découverte des cadavres d'une part (noté Z pour « taux de découverte »),
- et au temps que la faune nécrophage met à faire disparaître le cadavre d'autre part (noté P, pour « taux de disparition »).

Les suivis mortalité réalisés montrent que les coefficients correcteurs varient considérablement en fonction de nombreux paramètres extérieurs (nombre de charognards sur le site, proximité de villages, accoutumance des prédateurs, évolution de la couverture végétale, fréquentation touristique, période de chasse, météo, type et taille des cadavres...). Compte tenu du ciblage de l'étude sur un large éventail de phénologies, deux séries de tests doivent être réalisées, l'une en période printanière et l'autre en période de transit automnal.

✓ Test de l'efficacité du chercheur (ou « test de découverte »)

Pratiquement, un échantillon d'une vingtaine de cadavres d'oiseaux issus d'élevage de gibier sera dispersé la veille au soir du jour de la première matinée de recherche de cadavres sous les éoliennes. Cette visite s'accompagnera du positionnement préalable des repères de terrain sur l'ensemble des parcelles, avec enregistrement au niveau du GPS, et de l'éventuelle mise en place de panneaux d'information.

Ces cadavres seront de deux tailles différentes (dix passereaux /poussins ou têtes de gibiers d'élevage selon les possibilités, dix perdrix de taille moyenne) pour permettre d'ajuster l'analyse de la vitesse de disparition des cadavres à leur taille (chauves-souris, oiseaux).

Deux personnes sont nécessaires pour réaliser les tests, une personne qui disperse les cadavres (« disperseur ») et une autre qui les recherche par la suite (« chercheur »). Après avoir préparé les cadavres, le disperseur va les positionner sur la zone test en les lançant (pour essayer de représenter au mieux les conditions d'une chute post-collision). Les limites de la zone test sont préenregistrées

comme évoqué précédemment. Les cadavres sont dispersés de manière aléatoire dans les limites de la zone test, y compris sur des zones de pierriers ou de buissons. Le disperseur enregistre alors sur GPS les points de géo référencement (waypoint) de chaque position de cadavre, en précisant le code affecté au cadavre (« G1», pour premier grand cadavre, « P2 » pour deuxième petit cadavre...). La marge d'erreur du GPS a pu être testée à 3 m au maximum lors de bonnes conditions climatiques (ciel dégagé).

Une fois la dispersion effectuée, la recherche destinée à identifier le taux de découverte peut commencer. Le chercheur parcourt donc la parcelle de façon méthodique, suivi par le disperseur qui consulte en même temps le GPS. Il ne donne aucune information au chercheur sur le positionnement des cadavres, mais veille à l'efficacité de la recherche en informant le chercheur sur la régularité de son parcours (parallélisme des lignes virtuelles, limites de la zone test, régularité de la vitesse de prospection...). Chaque fois que le chercheur découvre un cadavre, le disperseur enregistre cette découverte pendant que le chercheur fixe un morceau de ficelle à la patte du cadavre (cf. détails précédents).

✓ Tests de disparition

Pour apprécier la vitesse de disparition des cadavres, il suffit de revenir sur chaque parcelle après un délai variable, de la parcourir de façon méthodique (comme lors du test de découverte) et de s'aider du GPS, de la carte de terrain et des marquages à la ficelle pour remarquer la disparition ou le déplacement des cadavres par rapport aux points préenregistrés. En effectuant ce travail à plusieurs reprises, on peut alors apprécier l'action des nécrophages par unité de temps.

Pour affiner l'appréciation du taux de disparition, nous organiserons les retours de façon à dissocier un taux de disparition diurne et un taux de disparition nocturne, qui devraient avoir des causes différentes (espèces nécrophages différentes, et perception des cadavres de façon différente entre le jour et la nuit). Vu que la dispersion des cadavres se fera la veille au soir de la première visite de recherche, cette première visite sera ainsi considérée comme le premier retour du test de disparition et permettra d'apprécier un premier taux de disparition nocturne (n°1N). Il s'agira de revenir ensuite le soir même pour le deuxième retour et apprécier un taux de disparition diurne (n°2D). Et ainsi de suite sur trois jours d'affilée. En fonction des résultats, l'intervalle de temps sera adapté.

Ainsi, lors des recherches de cadavres en phase de test de disparition, il sera possible de différencier les types de prédateurs (charognards ou opportunistes) ou les autres causes susceptibles d'avoir fait disparaître les cadavres tests (animaux domestiques, entomofaune nécrophage...). Pour ce faire, plusieurs indices seront recherchés tels que ;

- la taille des cadavres disparus (et donc la taille du prédateur potentiel),
- les secteurs où les cadavres ont les plus régulièrement disparu,
- le fait qu'ils aient été enlevés la nuit ou le jour (mammifère terrestre la nuit, oiseaux diurnes le jour...),
- le fait qu'ils aient été consommés sur place ou déplacés vers des zones plus à l'abri ou des perchoirs,
- les excréments laissés sur place (fientes, laissées...), voire certaines pelotes de rejection de rapaces,
- les indices de prédatons sur les restes de repas,
- les empreintes, coulées, voies, ou indices de marquage de territoire...
- les contacts directs avec les prédateurs potentiels lorsque c'est possible,

3.2 Précision des modalités de mise en œuvre des mesures d'effarouchement et d'arrêt des machines

La remarque suivante concerne l'articulation entre les résultats du suivi de la mortalité et les mesures correctives à mettre en œuvre. [...] *En effet, le dossier indique que ce suivi pourra donner lieu à des mesures d'effarouchement ou à l'arrêt automatique des machines (p. 277 EI), mais ne précise ni le niveau ni le mode de déclenchement de ces mesures. Ces mesures pouvant avoir des conséquences sur l'équilibre économique du projet, il aurait été judicieux d'encadrer leur mise en œuvre de manière précise. De plus, comme la mortalité du Milan noir en chasse semble avérée, des mesures de réduction de l'impact pourraient être mises en place avant même la réalisation d'un suivi. Par exemple, une réflexion sur les périodes les plus propices à la chasse (ex : labour, fenaison) pourrait être menée pour conduire à un arrêt préventif des éoliennes. [...]*

3.2.1 Mode de déclenchement des mesures

En ce qui concerne le niveau de déclenchement des mesures, on peut préciser que ces mesures seront mises en place lorsque le risque de mortalité sera avéré, et tout particulièrement concernant le Milan noir. Cette perception sera bien sûr évidente en fonction des résultats du suivi de la mortalité **dès la découverte d'un cadavre de cette espèce sous une éolienne**. Mais cette perception pourra aussi être rendue possible au vu des résultats du suivi comportemental des oiseaux. Rappelons qu'une mesure de suivi comportemental ciblée sur les milans noirs nicheurs a également été proposée dans le rapport. Elle devra permettre de quantifier en situation réelle le risque de mortalité et impliquer en fonction de résultats, la mise en œuvre et le dimensionnement des mesures correctives (système d'effarouchement et arrêt automatisé des machines). Il est précisé que le suivi comportemental sera engagé dès la première année d'exploitation et renouvelé en deuxième année pour vérifier l'efficacité des mesures mise en œuvre (si elles sont engagées).

3.2.2 Dimensionnement des mesures et demande de mettre en œuvre les mesures en première année d'exploitation

Le dimensionnement des mesures est détaillé finement en annexe1 du présent document au regard des observations de l'état initial, avec précisions estimatives du nombre de déclenchements de l'effaroucheur et de la perte de production énergétique maximale que cela pouvait représenter (sur la base des 2 éoliennes E2 et E3 supposées les plus à risques, équipées d'un système automatisé). Malgré ces précisions, le porteur de projet souhaite envisager une mise en œuvre de cette mesure au regard des retours du suivi comportemental de première année. Ces résultats permettront en effet probablement d'optimiser un dimensionnement proportionné à des conditions de risques estimées en situation réelle. Il est en revanche prêt à s'engager dès cette première année sur la mesure proposée d'arrêt préventif des éoliennes sur les périodes les plus propices à la chasse (cf. paragraphe suivant).

3.2.3 Mesures de réduction d'impact en période de labour, fenaison....

En ce qui concerne la demande pour une réflexion pour un arrêt préventif des éoliennes en fonction des conditions de risques les plus marqués, cette perspective peut effectivement être engagée sur la base des éléments suivants, et le porteur de projet est prêt à s'y engager.

Mesure A3 : mise en place d'un cadre de concertation avec les agriculteurs locaux

En ce qui concerne les mesures d'accompagnement, un **dispositif d'alerte sera mis en place en concertation avec les agriculteurs du plateau de Pardines**. Cette mesure vise à nouveau à **limiter les cas de mortalité notamment du Milan noir et d'autres rapaces en général**. On note que lorsque les agriculteurs effectuent des labours, une moisson, une coupe d'herbe, ou toutes actions qui pourraient faire fuir la faune vivante dans les cultures (micromammifères, lapereaux...), cela a automatiquement l'effet d'attirer les rapaces au-dessus de ces parcelles. Les rapaces en chasse au-dessus de ces parcelles peuvent parfois atteindre des hauteurs de vol à risque vis-à-vis du champ de rotation des pales d'éoliennes. C'est donc dans ces conditions que des risques de mortalité élevés peuvent apparaître pour les rapaces. Il s'agit donc de mettre en place un système de concertation avec les agriculteurs pour que ceux-ci préviennent l'exploitant du parc éolien en amont des divers travaux agricoles. Les éoliennes alors situées dans l'entourage des parcelles exploitées seront arrêtées au moins pendant la phase des travaux agricoles le temps que les oiseaux se dispersent à nouveau.

ERELIA a déjà mis en place ce type de régulation sur un parc dans le Cantal. Cette démarche est encore pionnière et aucun retour de suivi n'a encore permis d'évaluer l'efficacité de cette mesure. Il est difficile d'anticiper l'efficacité de cette mesure avant de percevoir le bon vouloir des agriculteurs à informer l'exploitant en amont de leurs interventions. Par conséquent, c'est mesure d'accompagnement reste complémentaire et secondaire vis-à-vis des principales mesures d'évitement, et de réduction des risques de collision.

Si les agriculteurs rentrent dans la démarche, le dispositif d'alerte sera mis en place dès la deuxième année d'exploitation. Les modalités de mise en œuvre pourront être revues et précisées sur la base des résultats de suivis comportementaux et de la mortalité. Néanmoins, la consultation des agriculteurs sera initiée dès la première année de suivi.

4 REMARQUE CONCERNANT LES MESURES DE REGULATION DES MACHINES POUR LES CHIROPTERES ET LES SEUILS DE DECLENCHEMENT A RETENIR

Concernant les chauves-souris, la remarque est la suivante. [...] *des mesures de suivi de la mortalité des chauves-souris sont bien prévues, et des mesures de réduction de l'impact est envisagé, par régulation de la vitesse de rotation des machines. Cela est pertinent avec le fait que le recensement des chauves-souris a pu, selon le dossier, être faussé par des facteurs météorologiques. Cette mesure aurait pu, au même titre que celle concernant les oiseaux, être directement indiquée dans les tableaux de synthèse des mesures d'accompagnement. Il aurait également été judicieux d'encadrer précisément ses conditions de mise en œuvre en répondant en particulier aux questions suivantes : quels seuils de déclenchement ? Quel processus décisionnel pour sa mise en place et pour la surveillance d'une application efficace ? [...]*

La perspective de régulation des éoliennes n'avait pas été envisagée sur ce projet dès la première année d'exploitation. Les résultats de suivi, notamment la faible activité chiroptérologique générale et le cortège d'espèces mis en évidence ne laissaient pas présager de risques d'impacts significatifs pour des chauves-souris en vol. Cette perspective de régulation avait été envisagée en fonction des résultats de suivis (suivis de la mortalité et suivi de l'activité en continu en nacelle en parallèle) réalisés au cours d'une des trois premières années d'exploitation du parc.

En effet, l'état initial n'a pas bénéficié d'un suivi en continu à hauteur de nacelle (seulement quelques sessions de suivi saisonnières par Batcorder sur mât de mesure de vent). Même si les résultats obtenus

témoignent d'une faible activité et de risques supposés globalement faibles sur l'échantillon de périodes suivies, nous savons désormais que ce type d'échantillonnage ne permet pas de véritablement caractériser le risque. L'expérience montre que les surmortalités de chiroptères liées aux éoliennes s'expriment souvent de façon ponctuelle et massive, en concordance avec des pics d'activité en altitude, de façon tout aussi massive et ponctuelle. Aussi, tout échantillonnage de suivi à l'état initial ne permet pas de mettre en évidence ces pics d'activité à risque. Seul un suivi en continu à hauteur de nacelles sur le long terme et sans échantillonnage (toutes les nuits en période d'activité des chiroptères) peut permettre de vérifier si ce type de phénomènes de prises ponctuelles l'altitude par les chiroptères existe sur le site d'étude. Lorsque ce type de suivi se fait à partir d'un point de suivi sur mât de mesure de vent ou depuis la nacelle d'une éolienne, il est alors aussi possible de préciser ces conditions ponctuelles de risques en fonction des conditions climatiques.

C'est la raison pour laquelle il fut préconisé de mettre en place le suivi de la mortalité en parallèle d'un suivi en continu de l'activité depuis une nacelle d'éolienne dans les 3 premières années d'exploitation. Seul le suivi d'activité en continu et sans échantillonnage peut en effet permettre de proposer un pattern de bridage proportionné à la situation locale. Lorsque c'est croisé aux résultats de suivi de la mortalité, cela permet de bien comprendre les conditions climatiques à risques et en déduire un algorithme de régulation proportionné.

Dans notre cas précis, en l'absence de ce type de données locale, toute prescription de régulation ne pourra se faire que de façon hasardeuse, c'est-à-dire de façon déconnectée de la situation locale. L'expérience montre que les patterns de régulation peuvent être « efficaces » lorsque les éoliennes sont arrêtées sous des vitesses de vent inférieures souvent à 6 m/s, mais aussi parfois simplement à 4 ou 5 m/s ou à l'inverse 7 ou 8 m/s selon les sites, les périodes de l'année et les groupes d'espèces. On les considère « efficaces » lorsque ces seuils de régulation concernent une proportion très significative de l'activité des chiroptères (c'est-à-dire qui représentent 70 à 80% de l'activité mesurée). Autrement dit, selon les sites, les périodes de l'année et les groupes d'espèces, 80% de l'activité peut être comprise en générale sous le seuil de 4 à 8 m/s. La température et la pluviométrie sont également des paramètres influents qui peuvent être pris en compte dans le choix du pattern de régulation.

Lorsque l'étude d'impact ne bénéficie pas d'un suivi en continu à hauteur de nacelle (sans échantillonnage), il est possible de proposer un pattern de régulation « préventif ». Celui-ci pourra alors être revu en proportion des résultats de suivi d'activité en nacelle et des résultats de suivi de la mortalité dans les premières années d'exploitation du parc éolien. Dans notre cas précis, nous pouvons déjà proposer que, lorsque **le vent est inférieur au seuil de minimal nécessaire pour produire de l'électricité (seuil dépendant du modèle d'éoliennes, de l'ordre de 3 à 4 m/s), les éoliennes soient arrêtées**. Il s'agit en effet que les pales ne tournent pas librement à de très faibles vitesses de vent, situation considérée comme à forts risques (Eurobats 2015).

Au-delà de cette première étape de prévention, si une régulation préventive devait être imposée « à l'aveugle » dès la première année d'exploitation du parc, nous pensons que sur ce site a priori à faibles risques d'impacts liés à l'exploitation des éoliennes, le pattern de régulation pourrait être efficacement fixé aux dimensionnement suivant :

- **pour une vitesse de vent supérieure à 5m/s,**
- **pour une température inférieure à 10°c**
- **en l'absence de pluie soutenue**

Nous déconseillons d'intégrer à ce niveau un fractionnement horaire de la régulation nocturne. D'abord parce que l'expérience montre que le rythme d'activité nocturne varie significativement entre

les sites et les saisons et les pics d'activité de début et de fin de nuit correspondent généralement à des sites situés proches des zones de gîtes. Ensuite parce que certains phénomènes de pics d'activité massifs sont déconnectés de ces phases de début et de fin de nuit. Enfin, parce que si des mortalités sont quand même constatées au sol malgré la mise en œuvre de la régulation, il est alors impossible de savoir si elles sont liées à un mauvais dimensionnement de la mesure (vitesse de vent, température...) ou bien à une activité qui intervient en dehors des heures de régulation.

Au regard des éléments précédents, et pour **être en mesure d'optimiser au mieux les éventuelles mesures de régulation, le porteur de projet souhaite s'engager sur ce type de mesures de régulation en deuxième année d'exploitation**. Il s'engage en effet à **faire installer un Batcorder en nacelle** (suivi passif en continu, et sans aucun échantillonnage sur l'ensemble de la période d'activité des chiroptères) **dès la première année d'exploitation du parc**, année qui fera également l'objet du **suivi de la mortalité réglementaire en parallèle**. Ainsi, via ce suivi couplé de l'activité et de la mortalité, la première année d'exploitation permettra

- de combler les lacunes de perceptions d'activité sur l'ensemble de la période d'activité des chiroptères, et de façon très fine
- de percevoir l'évolution de cette activité des chauves-souris dans l'entourage de la nacelle en fonction des saisons (selon la phénologie des espèces) et des conditions climatiques
- et de les mettre en relation avec le suivi de la mortalité au sol.

Ces conditions permettront de caractériser alors précisément le risque, et seront alors optimales pour dimensionner en deuxième année un pattern de bridage proportionné à la situation locale du risque, ou au contraire à montrer objectivement l'absence de justification de ce type de régulation.

Nous précisons que le coût estimatif d'un suivi en continu de l'activité des chiroptères en hauteur via un Batcorder placé en nacelle est de l'ordre de 8000€ (y compris mise à disposition du matériel, installation, maintenance, désinstallation, analyse et traitement des données).

5 ANNEXE 1 : PRECISIONS SUR LA MESURE DE SYSTEME D'ARRET AUTOMATIQUE DES EOLIENNES POUR LA MAITRISE DES RISQUES DE COLLISION AVIFAUNISTIQUES

Nous avons vu que si la configuration du parc éolien permettra de s'écarter des principaux secteurs de sensibilités, les risques de collision ne pourront être exclus notamment vis-à-vis du Milan noir nicheur qui fréquente régulièrement de secteur du projet. Les risques sont limités par le fait que les zones de reproduction sont plutôt situées en périphérie du plateau, c'est-à-dire un peu en contrebas du projet éolien, et que les modalités de fréquentation du site sont liées à une utilisation comme zone de chasse et de transit se traduisant par des vols majoritairement assez bas, théoriquement sous le champ de rotors d'éoliennes. Mais cette appréciation des risques ne saurait exclure tout risque de collision au vu de la récurrence de fréquentation du projet éolien par l'espèce et de l'influence probable de certains facteurs et notamment de facteurs climatiques (vent) et d'aérodynamique. Aussi, nous proposons que le projet s'accompagne de la mise en place de mesures de réduction de risques basées sur un bridage de l'activité des éoliennes.

✓ Quel type de bridage ?

Théoriquement il est aujourd'hui possible d'envisager plusieurs formes de bridage pour adapter l'exploitation des éoliennes aux comportements à risque des oiseaux.

La forme la plus basique consiste à arrêter les éoliennes « à l'aveugle » pendant la période où la problématique ciblée semble la plus marquée. Dans notre cas précis, la problématique ciblée étant celle du Milan noir nicheur, il s'agirait d'arrêter les éoliennes en journée, ou du moins celles qui présentent le plus de risques, pendant l'entière période de reproduction, c'est-à-dire de la mi-mars à la mi-juillet. Cette mesure drastique serait théoriquement efficace pour protéger l'activité du Milan noir nicheur (selon la pertinence du choix des machines à arrêter), mais représente logiquement une importante perte de production d'énergie pour le parc éolien (13-14h d'exploitation par jour pendant 4 mois, soit 1550 à 1750 h de production théorique). Cette perte de production est susceptible de remettre en question l'équilibre financier du projet. Elle serait pourtant disproportionnée vis-à-vis d'un risque d'impact qui n'est pas homogène non seulement dans l'espace (d'une éolienne à l'autre) mais aussi dans le temps. En effet, les milans noirs pourront faire évoluer leur niveau de fréquentation du site au cours de la saison en fonction de l'évolution des opportunités alimentaires ou des contraintes d'assolement et de végétation. De même les risques évolueront aussi au cours d'une même journée selon le rythme d'activité des oiseaux entre les phases de transits, de chasse, de repos... et en fonction des conditions climatiques (orientation, force du vent). Aussi, les éoliennes seraient ainsi arrêtées de façon préventive sur des durées qui dépassent largement les phases de risques de collision à proprement parlé.

Pour faire face à ce constat, nous voyions émerger depuis quelques années des outils visant à arrêter ponctuellement les machines après évaluation automatisée et en temps réel d'un risque de collision. Ce type de mesure permet aussi généralement de dépasser un simple ciblage spécifique, et peut aussi permettre de réduire considérablement les risques d'impacts liés à d'autres espèces (notamment l'ensemble des rapaces nicheurs susceptibles de fréquenter le site) ou d'autres problématiques (activité migratoire notamment).

Différents types d'outils peuvent être déclinés dans ce but. L'efficacité dépend surtout de la rapidité de détection et de la capacité d'évaluation du risque dans l'entourage des éoliennes. Ces mesures à visées plurispécifiques sont les suivantes.

- La **technologie radar** offre l'avantage d'une capacité de suivi à large échelle, sur plusieurs kilomètres, ce qui facilite une éventuelle réponse d'arrêt des machines bien en amont. Elle

permet également des suivis à la fois diurnes et nocturnes, ce qui est appréciable par exemple dans le cadre de risques particuliers vis-à-vis des migrations nocturnes (cas de concentrations altimétriques de passages au niveau de reliefs isolés). Par contre, la perception de l'activité à proximité des machines est beaucoup plus limitée. De plus l'interprétation des données en temps réel est difficile et suppose l'intervention de spécialistes. Cela impose alors une restriction de mesures à un caractère ponctuel, ciblées sur des périodes à risque prédéfinies. Ce type de système ne semble donc pas adapté au contexte du projet de Pardines et notamment à la problématique du Milan noir nicheur qui vole uniquement de jour et dont les vols ne pourront pas être détectés bien en amont des éoliennes (zones de reproduction en contrebas au niveau des coteaux périphériques du plateau).

- Au-delà de cette première perspective, on assiste aujourd'hui au développement d'outils de détection via l'utilisation d'un **système vidéo** (caméras grand angle), et d'une analyse automatisée et en continu des séquences enregistrées. Si le système (de type DTbird) est capable d'analyser à la fois le groupe d'espèces qui s'approche de l'éolienne, et le comportement de vol vis-à-vis du champ de rotation des pales (distance, orientation, vitesse, hauteur), il permet une évaluation de la perception des risques et peut induire une réponse préconfigurée et proportionnée au niveau des éoliennes (effarouchement sonore ou arrêt des machines). Ce type de système a été testé dans plusieurs pays européens et semble présenter de bons niveaux de détection et d'analyse (par groupe d'espèces, grandes ou petites) d'après l'Institut Norvégien des Sciences Naturelles (NINA - MAY & al. 2012)¹. Il est donc capable de réduire considérablement le niveau de risque de collision. Il ne permet pas de fonctionner de nuit (il nécessite une certaine luminosité, >200 lux), mais semble plutôt réactif (délais de traitement de données et de réponse de 2 seconde) et précis dans un champ de vision proche des éoliennes (de quelques mètres à 1,5 km pour les plus grosses espèces). Il peut être paramétré au cas par cas en fonction des différentes problématiques et d'une éolienne à l'autre. A ce jour, aucun retour d'expérience officielle n'est disponible en France. A notre connaissance, seul un parc éolien (Aumelas) est équipé du système DT bird depuis 2013 sur deux éoliennes, mais uniquement avec utilisation de la réponse d'effarouchement.

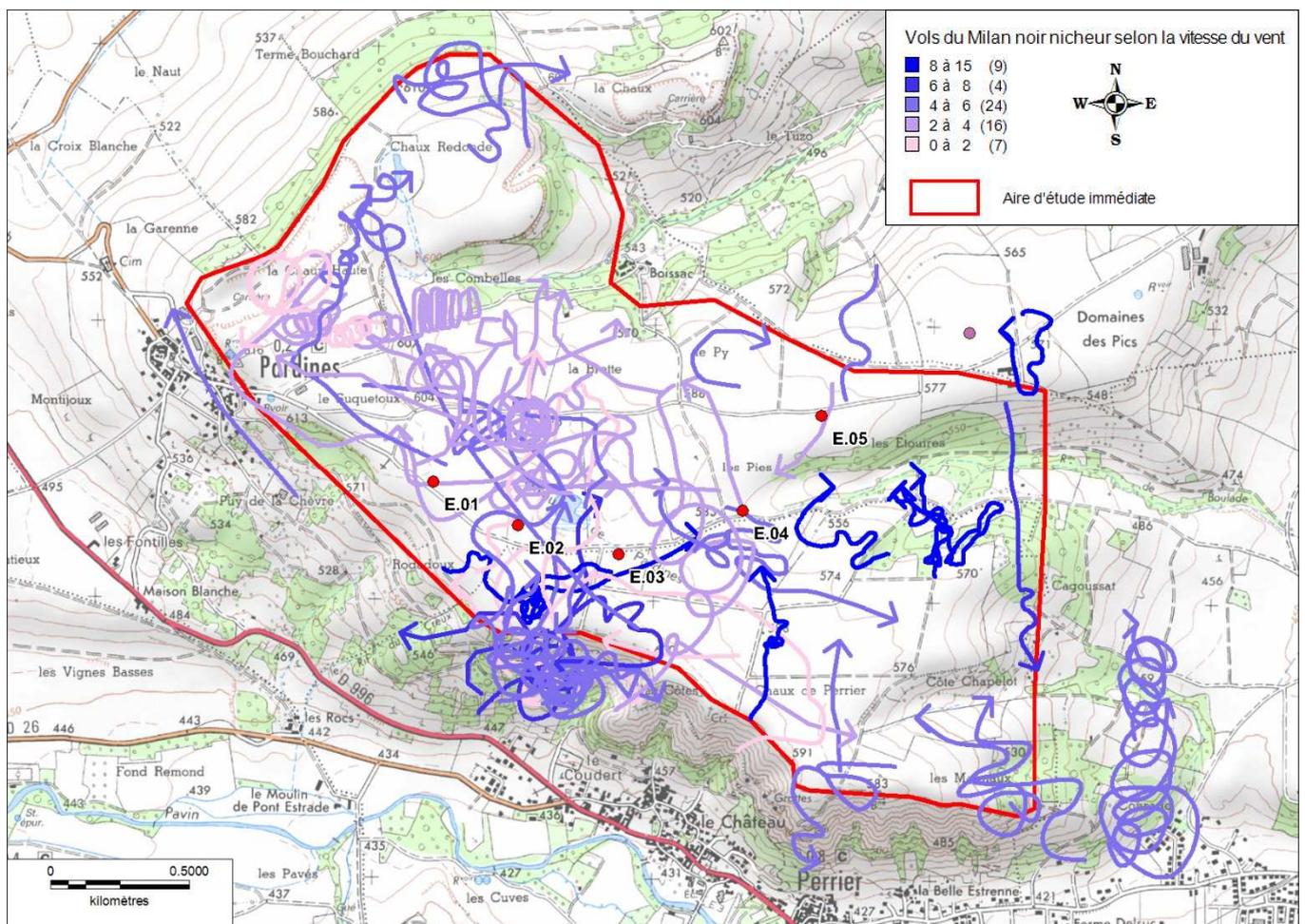
Au vu de la problématique de risque de collision du Milan noir nicheur dans le contexte du projet éolien de Pardines, l'utilisation du mode d'effarouchement sonore est théoriquement intéressante. D'après le concepteur du système DT Bird (A. Rioperez), les rapaces de moyenne taille et notamment les milans sont en effet assez sensibles à l'effaroucheur. Il induit une prise en compte de l'obstacle devant eux pour des oiseaux dont on suppose que c'est lorsqu'ils volent le regard ciblé vers le sol, en phase de prospection alimentaire, qu'ils sont les plus sensibles au risque de collision. Couplé avec un arrêt automatique de l'éolienne dans la perspective défavorable où l'oiseau continue de voler vers l'éolienne malgré l'effaroucheur, le système paraît bien adapté. **Donc la mesure est basée sur le couplage des modules d'effarouchement et d'arrêt automatique des éoliennes, l'arrêt intervenant**

¹ MAY R., HAMRE Ø., Vang, R. & Nygård, T. 2012. Evaluation of the DTBird video-system at the smøla wind-power plant. Detection capabilities for capturing near-turbine avian behaviour. NINA report 910. 27p.

Cette carte ne permet donc pas vraiment de mettre en évidence une ou plusieurs éoliennes du projet qui soient plus exposées que les autres en termes de hauteur de vol. On peut toutefois éventuellement souligner quelques rares contacts d'oiseaux en vols à une hauteur « à risque » (H2) dans la partie sud du projet éolien (éoliennes E2 et E3). Même si cette remarque ne paraît pas flagrante, on peut comprendre que lors de certaines conditions favorables, les oiseaux en provenance du sud pourraient profiter des coteaux sud pour prendre un peu de hauteur avant d'aborder le plateau avec des vols plus exposés.

La carte suivante tente de faire ressortir l'influence de la vitesse du vent sur les modalités de fréquentation du site par les milans noirs. Cette carte a pu être réalisée en croisant les données de vent mesurées sur le mât de mesure et fournies par le porteur de projet avec l'heure des contacts.

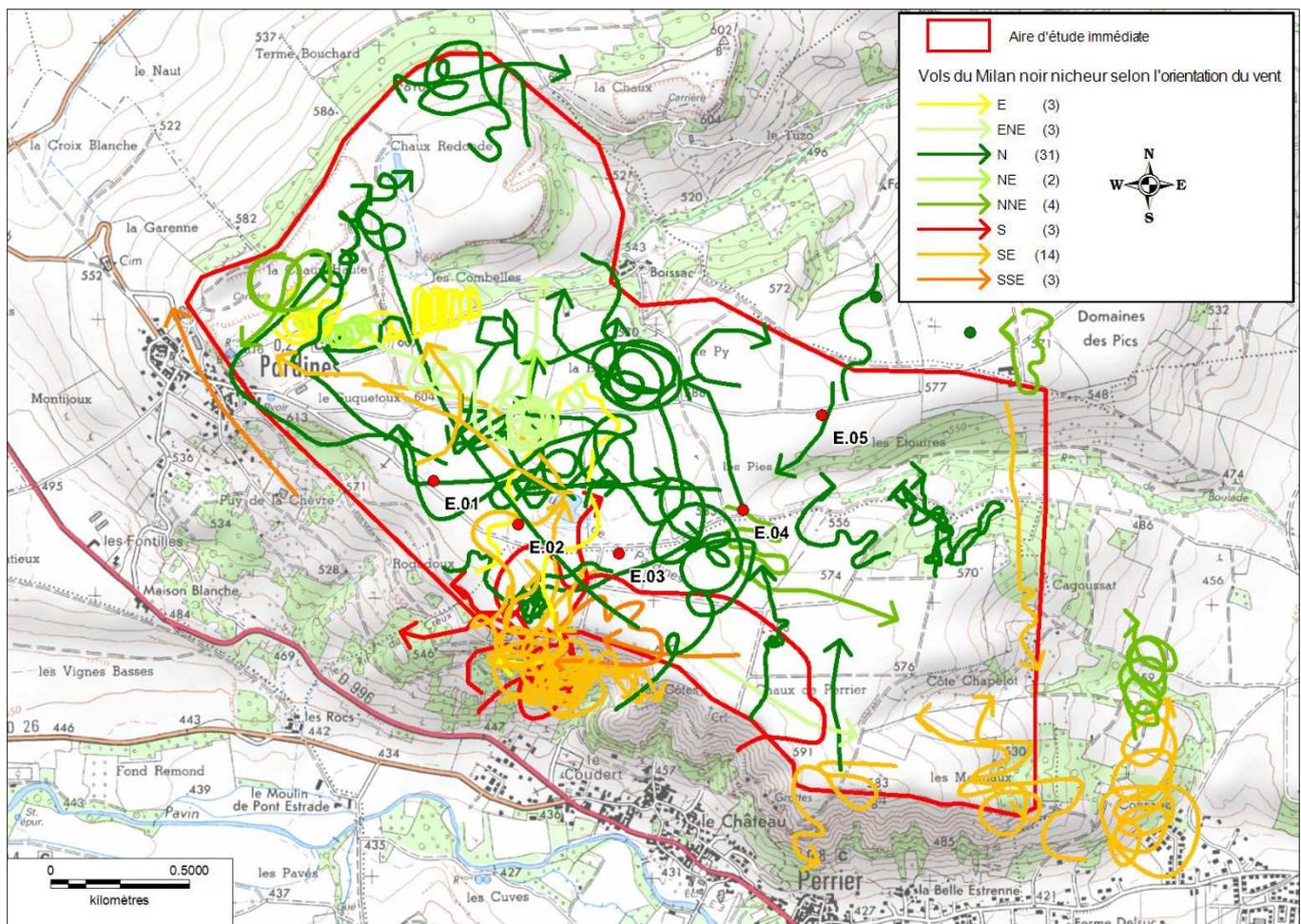
Figure 2 Figure 2 : Confrontation entre les vols du Milan noir en fonction de la vitesse de vent et le projet éolien retenu



Même si la plupart des observations sont recueillies par des vents plutôt assez faibles en période de reproduction du Milan noir, on distingue quand même quelques vols de la partie sud du plateau enregistrés par des vents plus forts. C'est notamment le cas de l'entourage de l'emplacement des éoliennes projetées E2, E3 et E4. Ces conditions de vents forts sont considérées comme plus à risque. Elles rendent en effet théoriquement la maniabilité des vols plus difficile face à un obstacle.

La carte suivante croise le projet éolien retenu avec les conditions d'orientation du vent. Même si la plupart des conditions de vent furent orientées plutôt au nord au cours de l'échantillon des visites, on distingue assez nettement une concentration des contacts de milans noirs dans la partie sud du plateau pour les quelques journées où le vent provenait plutôt du sud. Cette remarque s'explique principalement par un effet d'ascendances exploité par le Milan noir le long des coteaux sud du plateau lorsque le vent vient buter contre. Si on se réfère à l'analyse des cartes précédentes, on peut rappeler que ces contacts d'oiseaux cantonnés dans la partie sud du plateau correspondent aussi souvent aux conditions de risques de collision les plus marquées, avec des vents les plus forts et des hauteurs de vols les plus exposées au champ de rotation des pales d'éoliennes

Figure 3 Figure 3 : Confrontation entre les vols du Milan noir en fonction de la vitesse de vent et le projet éolien retenu

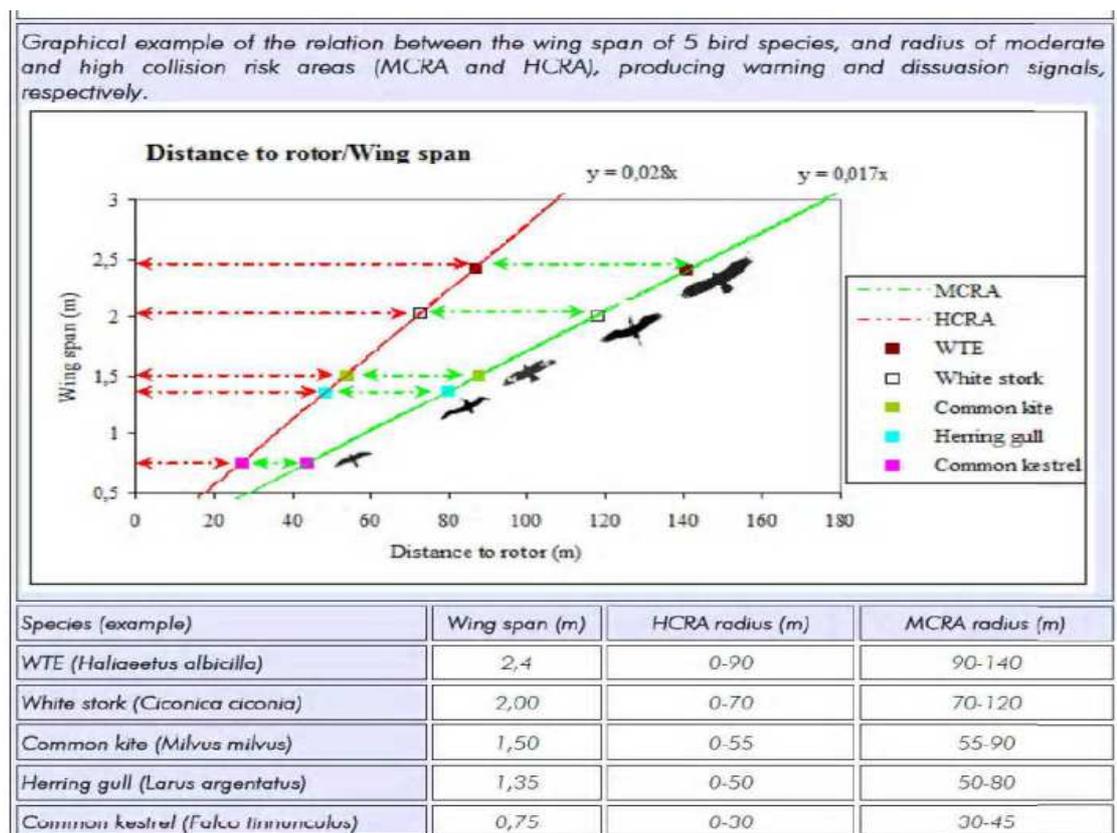


Autrement dit, avec des oiseaux surtout cantonnés sur les coteaux sud du plateau, et lorsque le vent du sud domine, ils exploitent les opportunités d'ascendances (thermiques et dynamiques) dans la partie sud du plateau pour pendre de l'altitude, et ce, même par vent fort. Nous retenons ces conditions particulières comme les plus à risques. **Les éoliennes qui semblent alors les plus concernées par une fréquentation de l'espèce lors de ces conditions sont les éoliennes E2 et E3. Ce seront donc celles qui nous semblent les plus prioritaires à équiper du système de mesure couplé d'effarouchement + arrêt de machines de type DT Bird.** Le nombre d'éoliennes équipées et les paramètres mis en œuvre pourront être revus au moment de sa mise en œuvre en fonction des résultats des suivis comportementaux réalisés dès la première année d'exploitation. Le dimensionnement pourra alors être revu les années suivant en fonction de l'efficacité mesurée de la mesure.

✓ Comment mettre en œuvre la mesure et quel impact sur la productivité énergétique ?

La figure suivante témoigne d'une distance de déclenchement du système d'effarouchement (ligne verte) pour un rapace de moyenne taille détecté à moins de 100-150m de l'éolienne. Puis l'arrêt de la machine (ligne rouge) intervient à 80-50m si l'oiseau continue son vol en direction de l'obstacle.

Figure 4 Figure 4 : Abaqués de distances de déclenchement des mesures d'effarouchement et d'arrêt des machines pour le système dtbird



Dans notre cas précis, même si cette proposition pourra être revue au moment de la mise en œuvre du système au regard des résultats du suivi comportemental, pour permettre une meilleure projection de sa faisabilité, nous proposons d'envisager à priori un déclenchement du module d'effarouchement pour un contact d'oiseau à 150m (correspondant aux distances mises en œuvre pour des rapaces de grande taille), puis un arrêt de machine à 80m si l'oiseau continue quand son vol en direction de l'éolienne.

Pour estimer grossièrement le nombre de déclenchements à prévoir pour les machines E2 et E3 paramétré à 150 m de distance, le tableau suivant synthétise le nombre de contacts de vols d'oiseaux de taille significative (tous les groupes d'espèces sauf les passereaux et assimilés) enregistrés à l'état initial au sein de cette zone tampon de 150 m. On note que c'est bien pendant la phase printanière que le nombre de contacts « à risque » est le plus important. C'est au cours de cette phase où les nicheurs et les migrateurs pré-nuptiaux fréquentent en même temps le site, que les sensibilités liées au Milan noir sont aussi les plus concentrées. Mais si le système d'effarouchement + arrêt des machines fonctionne le reste de l'année, il permettra de réduire aussi les risques plus ponctuels concernant des oiseaux (et notamment les rapaces) migrateurs à l'automne, les hivernants et les sédentaires en phase internuptiale.

L'échantillon de suivi en phase diurne représente environ 34 h de suivi cumulé en phase diurne pour la période de reproduction du milan noir (de mars à la fin juin). Au cours de cet échantillon de visites, environ 42 oiseaux ont fréquenté les 150m environnant les deux éoliennes E2 et E3. Autrement dit, le système DT bird ainsi configuré aurait déclenché un effarouchement sur une des éoliennes E2 et E3 à raison environ 0,8 fois par heure sur cette période de l'année (en supposant que cette fréquentation de l'entourage des éoliennes soit homogène), soit moins de 10 fois par jour pour une phase diurne moyenne d'environ 12 h par jour.

Figure 5 Figure 5: Tableau du nombre d'oiseaux contactés dans le rayon de détection du système d'arrêt automatique des éoliennes à l'état initial

	Espèces	Nombre de contacts enregistrés dans les 150m des futures éoliennes E2 et E3
Nicheurs	Faucon crécerelle	1
	Milan royal	1
	Milan noir	27
	Buse variable	3
	Rapace sp.	1
	Busard Saint Martin	1
Migrateurs pré-nuptiaux	Buse variable	2
	Epervier d'Europe	1
	Milan noir	4
	Vanneau huppé	1
	Total nicheurs et migrateurs pré-nuptiaux	42
Migrateurs post-nuptiaux	Milan noir	2
	Pigeon ramier	1
	Total migrateurs post-nuptiaux	3
Hivernants	Faucon crécerelle	3
	Buse variable	4
	Busard Saint Martin	1
	Héron cendré	1
	Total Hivernants internuptiaux	9
	Somme pour 72h de suivi diurne	54

Il est évidemment impossible à ce niveau de présager de l'efficacité du module d'effarouchement et donc d'en déduire le nombre de fois où le module d'arrêt des machines devrait se mettre en œuvre. En supposant de façon très défavorable que les oiseaux soit peu sensibles au module d'effarouchement, et que chaque arrêt des machine dure environ 3 minutes (phase d'arrêt de quelques secondes + phase de redémarrage une fois que l'oiseau est ressorti de la zone tampon des 80m), on conclue que **la perte de production théorique pourrait concerner au maximum moins de 30 minutes de production par jour pour une éolienne au cours de cette période printanière la plus à risque (problématique du Milan noir nicheur).**

Pour le reste de l'année, seuls 12 contacts auraient déclenché le système d'au moins une des deux machines sur un échantillon d'environ 38 h en phase diurne, soit 0,3 déclenchements par heure. A raison de 12 h de phase diurne par jour, et de 3 minutes d'arrêt d'une éolienne par déclenchement, cela représenterait moins de 11 minutes de perte de production théorique par jour pour le reste de l'année, sans prendre en compte l'effet de l'effarouchement.

En réalité, on suppose que ce dernier permettra d'écarter bien plus de la moitié de oiseaux évoluant dans le périmètre de déclenchement de la mesure. Ce qui pourrait permettre **d'estimer une perte de production théorique de l'ordre de moins de 15 min par jour au cours de la période printanière la plus à risque et de moins 5 minutes par jour pour le reste de l'année.**

Ces estimations doivent être considérées avec prudence car elles supposent que les modalités de fréquentation du site sont homogènes tout au long d'une journée, ce qui n'est pas le cas. Elles permettent toutefois de donner un ordre de grandeur de l'impact de la mesure en terme de déclenchements sonores et sur la productibilité du parc éolien en considérant que l'état initial est représentatif d'une année moyenne.

✓ [Synthèse de la mise en œuvre de la mesure d'arrêt automatique des éoliennes](#)

Finalement, la mesure retenue consiste à installer en deuxième année d'exploitation (en fonction des résultats de suivis comportementaux de la première année) un système automatique d'effarouchement sonore couplé avec un arrêt des machines (si l'oiseau continue sa course en direction de l'éolienne malgré d'effaroucheur) sur les éoliennes E2 et E3, et dès qu'un oiseau de taille significative (toutes les espèces sauf passeriforme) sera détecté dans un rayon de 150 m autour des éoliennes. Le système sera surtout ciblé sur la période printanière (mars à juillet) pour protéger à la fois la problématique du Milan noir nicheur, mais aussi les autres espèces nicheuses et les migrations de printemps. Le système pourra être prolongé sur le reste de l'année pour une perte estimée de production d'énergie bien plus faible.

La mesure devra faire l'objet d'un suivi d'efficacité lors de sa première année de mise en oeuvre (cf. chapitre suivant). Il sera alors possible de faire évoluer le nombre d'éoliennes à équiper, ou les paramètres de mise en œuvre (distance de l'oiseau induisant le déclenchement des mesures).

En termes de coût, l'acquisition de 2 modules de systèmes vidéo est de l'ordre de 70000 € HT, auquel il faudra ajouter un forfait d'assistance à distance et de licence annuelle de l'ordre de 4500€. Le suivi technique du système est ainsi estimé à un cout de 160000€ pour 20 ans d'exploitation du parc.

Figure 6 Figure 6: exemple de visualisations des vidéos de surveillance



Viminet le 06 mars 2016,

Fait pour valoir ce que de droit,

Pour la société EXEN

Yannick Beucher