

Canton de Berne

Communes de TRAMELAN & de SAICOURT

Parc éolien de la

Montagne de Tramelan

"Prés de la Montagne - Montbautier"

Etude de l'Impact sur l'Environnement (EIE)

"Appréciation de l'impact sur les chauves-souris"

Annexe 5.12.1b
au Rapport relatif à l'Impact sur l'Environnement (RIE)



Mondrian



BKW FMB Energie SA

Projet « Tramelan – Parc éolien »

RAPPORT SECTORIEL

Appréciation de l'impact du parc éolien sur les chauves-souris

Rapport 311.1 05

Août 2014



CH - 2722 Les Reussilles Le Saucy 17 Tél. +41 32 487 55 14 Fax +41 32 487 42 25
CH - 2340 Le Noirmont Rue St-Hubert 14 Tél +41 32 953 10 23
info@bureau-natura.ch www.bureau-natura.ch

GROUPE DE TRAVAIL

Direction de projet

C. Brossard

Collaboration

V. Uldry (Natura)

Fichiers concernés

311.1 Rapport 05 20140813.docx, 311.1 Analyses_Tramelan.xlsx, 311 Analyses_LR_Tramelan.xlsx, 311_Data.accdb, 311.1 Suivi des relevés.pdf, Analyse semi-automatique.docx, 311.1 Activité en altitude_25000.pdf, 311.1 Activité au sol_25000.pdf, Etapes détermination.docx, 311.1 Périmètre proche_50000.pdf.

TABLE DES MATIERES

Avertissement	1
1 Introduction.....	2
1.1 Contexte	2
1.2 Difficultés actuelles des études chauves-souris	3
1.3 Documents fournis	3
2 Méthodologie	5
2.1 Principes	5
2.2 Méthodes employées.....	6
2.2.1 Suivi acoustique	6
2.2.2 Echantillonnage bioacoustique en altitude	7
2.2.3 Données météorologiques.....	8
2.2.4 Echantillonnage bioacoustique à partir du sol	8
2.2.5 Compléments colonies.....	9
2.2.6 Compléments capture.....	9
2.2.7 Compléments cavités.....	9
3 Résultats.....	10
3.1 Echantillonnage bioacoustique en altitude	10
3.1.1 Espèces et groupes d'espèces.....	10
3.1.2 Intensité de l'activité	13
3.1.3 Répartition des contacts au cours de la nuit.....	13
3.1.4 Répartition des contacts suivant les conditions météorologiques	14
3.2 Echantillonnage bioacoustique à partir du sol	16
3.2.1 Espèces.....	16
3.2.2 Indice d'activité	17
3.3 Colonies : recherche et caractérisation	17
3.4 Terrains de chasse	18
3.5 Cavités.....	18
3.6 Tableau de synthèse des espèces observées	19
4 Discussion.....	20
4.1 Espèces et groupes d'espèces.....	20
4.1.1 Echantillonnage bioacoustique en altitude	20
4.1.2 Echantillonnage bioacoustique à partir du sol	21
4.2 Intensité de l'activité.....	22
4.2.1 Echantillonnage bioacoustique en altitude	22
4.2.2 Répartition des contacts au cours du temps	23
4.2.3 Répartition des contacts au cours de la nuit.....	25
4.2.4 Répartition des contacts d'après les conditions météorologiques.....	25
4.2.5 Echantillonnage bioacoustique à partir du sol	26
4.3 Discussion des compléments de recherche effectuées au sol	26
4.3.1 Colonies.....	26
4.3.2 Cavités.....	26

4.4	Résumé des observations	27
5	Appréciation des effets du projet.....	28
5.1	Estimation de mortalité par secteur	28
5.2	Effet sur les populations utilisant le site comme terrain de chasse.....	30
5.3	Effet sur les chauves-souris traversant le site (migration)	31
5.4	Effet sur les chauves-souris fréquentant le site durant l'automne	31
6	Mesures.....	32
6.1	Diminution de la mortalité (par secteur).....	32
6.2	Mesures de compensation.....	36
6.3	Suivi de l'efficacité des mesures.....	36
6.3.1	Suivi de la mise en œuvre	37
6.3.2	Suivi de l'efficacité à court et moyen terme	37
6.3.3	Suivi de l'efficacité à moyen et long terme.....	37
7	Résumé de l'ensemble des investigations pour le rapport d'impact.....	38
7.1	Etat initial.....	38
7.1.1	Méthodologie	38
7.1.2	Sur le site.....	38
7.1.3	Au voisinage du site.....	39
7.2	Effets du projet.....	39
7.3	Mesures.....	39
8	Remarques finales	41

AVERTISSEMENT

Le présent rapport a été rédigé en 2012, sur la base de relevés de terrain effectués en 2010 et 2011. Depuis lors, le projet a été modifié par la suppression de trois éoliennes, et un site d'essaimage de chauves-souris d'importance régionale a été découvert à la grotte de la Narine du Bœuf.

Le rapport a donc été modifié en conséquence, particulièrement les chapitres 3.5, 4.3.2, 5 et 6. Les fiches de mesure ont été revues.

Les conclusions du rapport restent cependant très semblables à celles de 2012.

1 INTRODUCTION

Ce document traite du domaine chauves-souris dans le cadre du rapport d'impact sur l'environnement (RIE) du projet de parc éolien initié à « Tramelan », par Sol-E SA.

Le présent rapport sectoriel « chauves-souris » est rédigé sur la base des études effectuées sur le terrain entre juin 2010 et août 2011.

Il a été élaboré par le bureau Natura, avec la participation des personnes suivantes :

- T. Bohnenstengel : détermination complémentaire de certaines séquences ultrasonores enregistrées.
- C. Schönbächler : détermination complémentaire de certaines séquences ultrasonores enregistrées.

D'autres personnes ont également contribué, de manière plus ou moins directe, à la récolte et à l'exploitation des données.

CONTENU

Un premier chapitre (chapitre 0) présente le contexte de l'étude, et les difficultés liées aux recherches portant sur les chauves-souris.

Le chapitre 2 présente la méthodologie employée, les difficultés rencontrées et les concepts de calculs employés pour la mise en valeur des résultats.

Les résultats sont présentés au chapitre 3 pour tous les domaines étudiés, puis discutés au chapitre 4. Il existe encore relativement peu de données de comparaison, surtout en Suisse et c'est pourquoi certains résultats d'études menées en parallèle sur d'autres sites de l'Arc jurassien sont également employés.

Les effets du projet, sans mesure, sont estimés au chapitre 5, puis les mesures permettant de limiter les impacts proposées au chapitre 6.

Un résumé de l'étude et de ses conclusions est donné au chapitre 7.

En principe, tous les tableaux et graphiques sont insérés dans le texte. Quelques documents plus grands, notamment les cartes, figurent toutefois en annexe.

1.1 CONTEXTE

Les chauves-souris sont protégées au niveau national (LPN du 1^{er} juillet 1966) et figurent sur la Liste Rouge des espèces menacées (actuellement en révision au niveau suisse). Leur mode de vie, nocturne et aérien, en fait un groupe très difficile à étudier et les connaissances sont donc encore très pauvres.

Le développement de parcs éoliens en Suisse est une problématique très récente, mais qui est déjà en train de prendre de l'ampleur pour les années à venir. Si l'impact des éoliennes sur les oiseaux est connu depuis de nombreuses années, leur influence négative sur les chauves-souris n'a été mise en évidence qu'au début de ce siècle. Il est

même apparu que cet impact est, dans de nombreuses circonstances, supérieur à celui enregistré sur les oiseaux. Les chauves-souris ayant une stratégie d'adaptation lente (« stratégie K »), un impact, même faible, peut déjà avoir des conséquences très négatives sur les populations, surtout s'il se prolonge durant de nombreuses années.

Les domaines traités dans cette étude ainsi que les méthodes utilisées sont partiellement issues du projet de recommandation méthodologique pour les études d'impact de projets éoliens pour le chapitre chauves-souris, en cours d'élaboration actuellement auprès de l'OFEV¹. Les principales modifications concernent la hauteur des mâts de mesure et leur répartition dans le périmètre du projet. Ils tiennent compte également du rapport de pré-analyse élaboré pour le projet Montagne de Tramelan².

1.2 DIFFICULTÉS ACTUELLES DES ÉTUDES CHAUVES-SOURIS

Les connaissances permettant d'apprécier l'impact d'un parc éolien sur les chauves-souris sont encore très incomplètes et les méthodes d'études à disposition sont rares et/ou difficiles à mettre en œuvre. On est actuellement confronté à deux types de difficultés principales:

- Les connaissances biologiques fondamentales sont souvent encore très lacunaires, notamment en ce qui concerne :
 - la taille des populations ;
 - l'écologie, la répartition et l'activité des différentes espèces, notamment dans les périmètres prévus pour l'installation de parcs éoliens ;
 - les éventuels couloirs de migrations-déplacements saisonniers ;
 - le déroulement des processus migratoires (période, etc.).

- Les moyens d'investigations disponibles sont insuffisants :
 - méthodes disponibles encore peu répandues ;
 - matériel coûteux ;
 - méthodes parfois difficiles à mettre en œuvre, ou gourmandes en temps (lorsque l'on pense par exemple aux investigations à 100 m d'altitude, avec une densité d'échantillonnage suffisante)
 - méthodes exigeant parfois du personnel très spécialisé, disponible en quantité limitée.
 - manque de comparaison et de recul vis-à-vis des techniques utilisées.

En conséquence, à moins d'engager des moyens considérables dans une étude de très longue durée, incompatible avec les délais du projet, il est très difficile, voire impossible, de répondre aux questions de l'EIE (combien de chauves-souris seront-elles tuées chaque année, est-ce supportable ?) de manière pleinement satisfaisante.

1.3 DOCUMENTS FOURNIS

Le présent rapport expose la démarche et les conclusions générales relatives aux recherches chiroptérologiques effectuées pour le projet de parc éolien. Il résume ensuite l'ensemble de ces données ainsi que l'appréciation des études menées hors du

¹ Outil méthodologique d'évaluation de l'impact des éoliennes sur les chauves-souris, CCO-KOF par le bureau Natura, juin 2011, non publié

² Pré-analyse risques d'impacts sur les chiroptères du projet éolien, Projet Montagne de Tramelan. C.Brossard, CCO, 2010.

périmètre pour dessiner un état initial chiroptérologique, apprécier les effets du projet et proposer des mesures de compensation ou de diminution des impacts.

A la demande du mandant, un rapport de pré-analyse a été établi le 22.04.2010 par Christophe Brossard, correspondant régional pour le canton de Berne, région Jura bernois. Ce rapport, basé sur les données existantes, concluait à un site à « Activités particulières » (degré 3/5), en raison de la proximité de plusieurs colonies d'espèces sensibles aux éoliennes ainsi que de la structure paysagère diversifiée de celui-ci. Le périmètre de Tramelan était donc susceptible d'être fréquenté régulièrement par une grande quantité de chauves-souris. Les investigations de terrain décrites dans les chapitres suivants doivent essayer de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse.

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 PRINCIPES

Afin d'étudier la zone d'étude, nous avons défini deux périmètres. Le premier correspond à une zone d'un kilomètre autour des éoliennes projetées. C'est dans ce **périmètre d'implantation** que les principaux échantillonnages seront réalisés à différents **sites** (mâts de mesure). Dans un deuxième périmètre, le **périmètre proche**, correspondant à une zone de trois kilomètres autour des éoliennes, sont étudiées les populations de chiroptères qui ne se situent qu'à quelques minutes de vol des éoliennes. Le **périmètre éloigné**, jusqu'à une distance de 10km, n'a pas été étudié.

La méthodologie à employer lors de l'étude des chauves-souris dans le cadre de projets éoliens était encore en cours de développement au moment de ce travail. La méthodologie utilisée pour cette étude s'est donc basée sur la version provisoire des recommandations de l'OFEV, dans sa version disponible au début de l'étude, sur le cahier des charges établi dans le rapport d'enquête préliminaire et sur les moyens mis à disposition par le mandant. Ces différents documents ont été bien suivis pour la majorité des études, à l'exception de l'échantillonnage bioacoustique en altitude. Le tableau ci-dessous résume ces différences :

	Cahier des charges provisoire, version avril 2010	Rapport d'enquête préliminaire	Méthode employée
Hauteur de mesure	à hauteur de nacelle, mais au minimum à 30-50m	à hauteur des nacelles	1 point à 48 m avec témoins à 20 m et 3 points à 17 m.
Durée de mesure	Une saison complète	Pas de précision	Une saison complète répartie sur 2 années.
Nombre de points d'échantillonnage	3 à 4 pour un site comme Tramelan	Pas de précision	4 points d'échantillonnage
Répartition des points d'échantillonnage	Sur l'ensemble du périmètre de projets, dans les différents milieux	Pas de précision	Sur une partie seulement du périmètre de projet, en raison de la modification du projet en cours de mesure.

De notre point de vue :

- la faible hauteur de mesure entraîne un risque de biais important ;
- la répartition des mesures sur deux saisons est très vraisemblablement sans conséquence sur la qualité des données ;
- le nombre de points d'échantillonnage est satisfaisant ;
- la répartition géographique des points d'échantillonnage rend plus difficile l'appréciation de la fréquentation de certains secteurs.

En résumé, les recherches suivantes ont été effectuées :

- Etat initial sur le périmètre du projet : échantillonnage bioacoustique en altitude à partir de 4 mâts (17m et 20m + 48m) ;
- Etat initial sur le périmètre du projet : échantillonnage bioacoustique à partir du sol (10 points, méthode type « Liste Rouge ») ;
- Etat initial à proximité du périmètre du projet : estimation de la taille des principales colonies connues à Tramelan.

Les chapitres suivants énumèrent et décrivent concrètement la méthodologie utilisée.

2.2 MÉTHODES EMPLOYÉES

2.2.1 Suivi acoustique

Les chauves-souris, en se déplaçant ou en chassant, émettent des ultrasons pour se diriger ou pour détecter leurs proies. Ces cris ne sont pas audibles pour l'oreille humaine. Ils peuvent cependant être transformés à l'aide d'un appareil, sur le moment ou ultérieurement, de manière à les rendre audibles et ainsi permettre dans certains cas d'en déterminer l'espèce. Il est également possible de les enregistrer, et les étudier plus tard au bureau. Malheureusement, on doit souvent se limiter à un groupe d'espèces plus ou moins restreint en raison des limites de connaissances et technique de cette méthode (*Annexe 1: Analyse semi-automatique*).

Les cris sont d'une durée très courte, de l'ordre de quelques ms, et se suivent à intervalles très courts (quelques ms à quelques dizaines de ms). Lorsque l'on enregistre une chauve-souris, on enregistre en fait une **séquence** d'un ou plusieurs cris qui se suivent à des intervalles, et qu'on attribue donc à un seul et même animal. Si les cris suivants sont enregistrés après un temps « suffisamment long », ils constituent une nouvelle séquence, qui peut provenir ou non du même animal.

Ainsi, le nombre de séquences enregistrées doit être considéré comme un indice d'activité, et pas comme une indication fiable d'un nombre d'animaux.

Un nombre de cris élevés indique une activité (de chasse ou de passage) élevée à proximité de l'appareil. Il n'est cependant pas possible d'en déduire sans autre un nombre de chauves-souris élevé, un même animal pouvant être enregistré à plusieurs reprises.

La portée d'enregistrement des appareils varie selon les espèces, mais ne dépasse en général pas quelques dizaines de mètres, parfois moins. Les résultats ne sont donc qu'un échantillonnage infime de l'ensemble du périmètre du projet. Ce résultat est en outre biaisé par de nombreux facteurs (par ex : portée différente des diverses espèces, activité, etc. voir Kunz et al – 2007).

De plus, chaque appareil de mesure réagit différemment suivant son calibrage qui varie lui aussi au fil du temps. Les conditions météorologiques (humidité, température, etc.) ont également une influence sur la réception des cris. Ces influences, difficilement mesurables pour chaque appareil, ne sont pas connues et ne peuvent que sous-estimer les contacts de chauves-souris.

Ainsi, et malgré tous les biais techniques ou d'interprétation que nous pouvons rencontrer avec ce type de méthode, l'analyse bioacoustique des chauves-souris est, à l'heure actuelle, le meilleur moyen d'estimer l'indice d'activité ainsi que la diversité sur un périmètre, à condition d'avoir les connaissances suffisantes dans ce domaine.

2.2.2 Echantillonnage bioacoustique en altitude

Des enregistrements d'ultrasons ont été effectués durant la période de juillet à octobre 2010 au moyen de cinq appareils batcorder de la firme Ecoobs placés sur des mâts de mesure (Cernil 17m, Loge 17 m, Pâturage du Droit 17m, Châlet 20m et 48 m), puis durant la période d'avril à août 2011 uniquement à 17m sur les mêmes sites. Le site Chalet 20 m a été déplacé d'une centaine de mètres plus au nord en 2011 ; Annexe 4: Activité en altitude

Les appareils étaient préprogrammés (début 20-60 minutes avant le coucher du soleil (19h30-21h30), fin 20-60 minutes après le lever du soleil (6h00-7h30) et mis en place pour une durée d'environ 7 jours (limite due aux accus). Les appareils fonctionnaient indépendamment des conditions météorologiques et certaines fois à des dates différentes rendant les comparaisons directes plus délicates (voir Annexe 3: Suivi des relevés)

Les appareils ont été réglés selon les conseils du fabricant (Quality 20; Seuil -27 dB; Intervalles 400ms (800 ms en 2011); Fréquence critique 16kHz). Les cris enregistrés ont ensuite été déterminés semi-automatiquement au moyen des logiciels élaborés par le fabricant des appareils ; bcAdmin 2.0, BatIdent 1.02 et bcDiscriminator 1.14. Un contrôle d'expert a par ailleurs été effectué afin d'enlever tous les sons parasites enregistrés que les logiciels ne font pas automatiquement.

Cette détermination semi-automatique n'est malheureusement pas toujours très fiable. Cette fiabilité augmente évidemment lorsque l'on attribue un rang taxonomique plus élevé à la séquence (par exemple, en passant de l'espèce au genre). La détermination oscille ainsi entre deux risques : déterminer une séquence à l'espèce, en risquant de se tromper (« faux positifs ») ou rester moins précis, mais en perdant de l'information (« faux négatifs »). Il est parfois possible d'améliorer la détermination en procédant manuellement (travail d'expert), mais le temps nécessaire devient rapidement prohibitif au fur et à mesure que le nombre de séquences enregistrées augmente.

Nous avons opté pour un mélange des deux approches. Tout d'abord, afin d'assurer une bonne fiabilité de ces déterminations, seules les séquences d'espèces assurées à 90 % et plus pour les Pipistrelloïdes et 95 % et plus pour les autres espèces ont été considérées comme exactes, les autres séquences étant attribuées au groupe taxonomique de rang supérieur (Annexe 2: Etapes détermination). Certaines séquences ont ensuite été contrôlées par un expert afin de confirmer la présence d'une espèce.

L'estimation de l'intensité de la fréquentation d'un site représente une autre difficulté.

Trois cris enregistrés dans un intervalle de 10 secondes (donc très certainement un seul animal) peuvent-ils être considérés de la même manière que s'ils ont été enregistrés à une heure d'intervalle les uns des autres ? En outre, en raison du réglage de base des appareils, certaines séquences ont été scindées en plusieurs morceaux au moment de l'enregistrement, pouvant biaiser l'interprétation particulièrement pour le groupe des Nyctaloïdes. Enfin, des appareils de marque différente, ou de même marque, mais réglés différemment, placés au même endroit, peuvent enregistrer un nombre de séquences différent. L'utilisation du nombre de séquences enregistrées manque donc à notre avis de fiabilité pour comparer des relevés effectués sur des sites et au cours d'études différents.

De ce fait, pour permettre une comparaison plus fiable entre plusieurs sites, un regroupement des séquences par tranche d'une minute et par taxon a été effectué. Nous définissons ainsi un contact de la manière suivante :

$$1 \text{ contact} * \text{taxon} = n \text{ séquences} * \text{taxon} / 1 \text{ min. (n} \geq 1)$$

2.2.3 Données météorologiques

Afin de pouvoir comparer directement l'indice d'activité des échantillonnages bioacoustiques en altitude avec les conditions météorologiques, nous avons analysé, les données de température, vitesse du vent (ces deux types de données étant à l'heure actuelle les plus pertinentes). Ces données ont été prises à intervalle de 10 minutes sur le mât de mesure du site de Chalet (50m) durant l'année 2010. Aucune donnée météorologique n'est malheureusement disponible pour 2011 en raison du démontage du mât de mesure. La moyenne des mesures de l'heure précédant un contact de chauve-souris a été utilisée afin de tenir compte des conditions météorologiques générales, plus pertinentes que les conditions météorologiques au moment du contact. Seules les données nocturnes (19:00h à 07:00h) et celles correspondant au fonctionnement des appareils ont été prises en compte pour la proportion des données météo.

Les données de pluviométrie ont aussi fait l'objet d'une analyse simplifiée. Celles-ci ont été récoltées à la station météorologique de Chasseral par intervalle d'une heure en 2010.

2.2.4 Echantillonnage bioacoustique à partir du sol

Dans le cadre de la révision de la Liste Rouge des chiroptères en Suisse une méthode de recensement a été définie. Celle-ci cherche à inventorier les espèces présentes à l'intérieur d'un carré kilométrique par l'écoute, l'enregistrement et la détermination des ultrasons enregistrés sur 10 points d'échantillonnage. L'un des intérêts de cette méthode est que les données dont on dispose aujourd'hui, bien qu'encore limitées, offrent une possibilité de comparer qualitativement les sites éoliens potentiels avec d'autres milieux en Suisse. C'est la seule ressource à la fois homogène, reproductible, et à large répartition géographique dont on dispose actuellement en Suisse.

Avant l'inventaire, l'observateur parcourt le carré prospecté de jour afin de se familiariser avec les habitats présents, de localiser les points d'écoute et de déterminer le parcours nocturne. Les points d'écoute sont choisis en fonction des milieux favorables aux chauves-souris (lisière, haie, verger, allée d'arbres, etc.), mais doivent aussi représenter les habitats du périmètre a priori moins favorables (champs cultivés, milieux très ouverts, etc.). La durée du trajet entre deux points d'écoute est de 9 minutes au

minimum. Les mêmes points d'écoute sont inventoriés à chaque passage, mais leur ordre change à chaque visite. Aucun passage n'a lieu lors de nuits avec fort vent, forte pluie ou basse température (inférieure à 8 °C).

Les relevés débutent 20 minutes après le coucher du soleil, plus tôt en cas de temps couvert. Le détecteur à ultrasons utilisé est un Pettersson D240x. A chaque point d'écoute, l'observateur relève pendant 15 minutes sur une fiche de terrain le nombre de contacts pour chaque espèce cible par tranche de 5 minutes, ceci durant 15 minutes. La procédure mise en place vise la détection qualitative et semi-quantitative des espèces, donc le recensement de toutes les espèces visitant le site.

La technique d'écoute étant différente des échantillonnages bioacoustiques semi-automatiques (« en continu »), la description du contact servant à l'analyse semi-quantitative est elle aussi différente. Elle se calcule ainsi ;

$1 \text{ contact} * \text{taxon} = n \text{ chauves-souris} / 5 \text{ s } (n \geq 1)$

La mesure d'activité est différente à celle mesurée sur le projet Liste Rouge (1 contact = 1 chauve-souris / 1 min) et ne peut être directement comparée. Seule la diversité du site est donc comparable avec les données « Liste Rouge ». La comparaison semi-quantitative se fait donc uniquement avec d'autres inventaires sur des périmètres éoliens.

Une preuve de présence (enregistrement) est apportée pour chaque espèce mentionnée par relevé. Toutes les espèces difficilement ou non identifiables sur le terrain par l'observateur sont enregistrées et analysées a posteriori.

La « surface utile » de Tramelan étant comparable à la méthode utilisée pour la révision de la Liste Rouge, on a utilisé cette même méthode. On a cherché à prospector les différents types de milieux présents dans le périmètre du parc (Annexe 5: Activité au sol).

2.2.5 Compléments colonies

Les principales colonies de reproduction de Tramelan ont été contrôlées (comptage le soir à l'envol) au cours des étés 2010 et 2011. Les données similaires des années précédentes ont été synthétisées. D'éventuelles autres colonies n'ont pas été recherchées, l'investissement en temps étant disproportionné par rapport au projet (Annexe 6: Périmètre proche).

2.2.6 Compléments capture

Aucune recherche spécifique n'a été effectuée, ce point n'étant pas demandé dans le projet de recommandation pour un site comme Tramelan.

2.2.7 Compléments cavités

Aucune recherche spécifique n'a été effectuée, les cavités potentiellement intéressantes les plus proches étant à l'extérieur du périmètre d'implantation.

3 RÉSULTATS

3.1 ECHANTILLONNAGE BIOACOUSTIQUE EN ALTITUDE

L'étude totalise 502 nuits de suivi entre les différents appareils sur l'ensemble du périmètre. Au cours de ces nuits d'enregistrements, 2965 contacts contenant des cris identifiables de chauves-souris ont été enregistrés. Ces résultats se répartissent de la manière suivante :

Site	Hauteur	Nuits	Nb Contacts
Cernil	17 m	80	214
Loge	17 m	118	1883
Pâturage du Droit	17 m	126	711
Chalet 20 m	20 m	113	109
Chalet 48 m	48 m	65	48

3.1.1 Espèces et groupes d'espèces

La détermination des espèces est le résultat de l'analyse combinée du programme (semi-automatique) et de l'expert (manuelle). Etant donné les difficultés de détermination jusqu'à l'espèce de certaines séquences nous préférons représenter ici uniquement le résultat par groupes d'espèces. (En outre, le nombre de déterminations suffisamment fiables est trop faible pour pouvoir décrire une quelconque tendance spécifique ; voir les figures à partir de la page 10). Les résultats des quelques déterminations manuelles d'espèces par l'expert sont discutés dans le texte.

Cinq groupes sont ainsi représentés d'après les types de cris.

Groupe des Myotis/Plecotus/Barba (orange) : Espèces appartenant à l'un de ces trois genres (Murin (*Myotis*), Oreillard (*Plecotus*) ou Barbastelle (*Barbastellus*). Espèces ayant des cris de faible portée, elles sont, d'après les recherches actuelles, moins sujettes aux impacts directs des éoliennes chassant principalement à proximité du sol.

Groupe des Pipistrelloïdes (bleu) : Espèces appartenant au genre des Pipistrelles (*Pipistrellus*). Le Minioptère de Schreiber (*Miniopterus schreibersi*) ainsi que le Vespère de Savi (*Hypsugo savii*) font aussi parti de ce groupe. Espèces, dont certaines sont dites de « haut vol » ayant des cris de portée moyenne, elles sont souvent sujettes aux impacts directs des éoliennes, chassant dans les milieux ouverts ou semi-ouverts. Certaines espèces sont migratrices.

Groupe des Nyctaloïdes (vert) : Espèces appartenant aux genres des Sérotines (*Eptesicus/Vespertilio*) et Noctules (*Nyctalus*). Espèces, dites de « haut vol », ayant des cris de portée lointaine, elles aiment chasser dans des milieux ouverts et elles sont de ce fait souvent sujettes aux impacts directs des éoliennes. Certaines espèces sont migratrices.

Groupe des « Rhinolophus. » (rose) : Espèces appartenant au genre des Rhinolophes. Espèces ayant des cris de très faible portée, elles sont, d'après les recherches actuelles, moins sujettes aux impacts directs des éoliennes, chassant à proximité du sol.

Groupe des « Chiro sp. » (rouge) : contact de chauves-souris non déterminé.

Tous sites confondus, le groupe des Pipistrelloïdes représente presque les $\frac{3}{4}$ des contacts (71 %). Il est principalement composé de la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*). La Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*), espèce migratrice, a aussi été observée à plusieurs reprises. Enfin, la présence de la Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) et de la Pipistrelle pygmée (*Pipistrellus pygmaeus*) a pu être certifiée au moins une fois.

Le groupe de Nyctaloïdes comprend plus de 20 % des observations. Une proportion largement majoritaire de Sérotine boréale (*Eptesicus nilssonii*) semble se dessiner même si seule une minorité des séquences ont pu être certifiées. La présence de la Sérotine commune, de la Sérotine bicolore et de la Noctule de Leisler a pu être confirmée au moins une fois.

Les autres espèces, Murins, Oreillards ou Barbastelle, ont été moins observées (4 %). Une partie de ces sons ont pu faire l'objet de détermination complète. Ainsi on peut estimer qu'une bonne partie se compose de Grand Murin (*Myotis myotis/blythii*) et d'Oreillard (*Plecotus sp.*). Le reste étant composé du Murin de daubenton (*Myotis daubentonii*), Murin à moustache (*Myotis mystacinus*) et du Murin de Brandt (*Myotis brandtii*).

Enfin, un petit pourcentage de séquences de chauves-souris (4 %) n'a pas pu être déterminé.

A noter qu'aucun individu du groupe des Rhinolophes n'a été contacté dans le périmètre.

Au total, la présence d'au minimum 13 espèces de chauves-souris dans le périmètre est attestée grâce à cette méthode, mais les déterminations en cours apporteront certainement des espèces supplémentaires (voir Tableau 3, page 19).

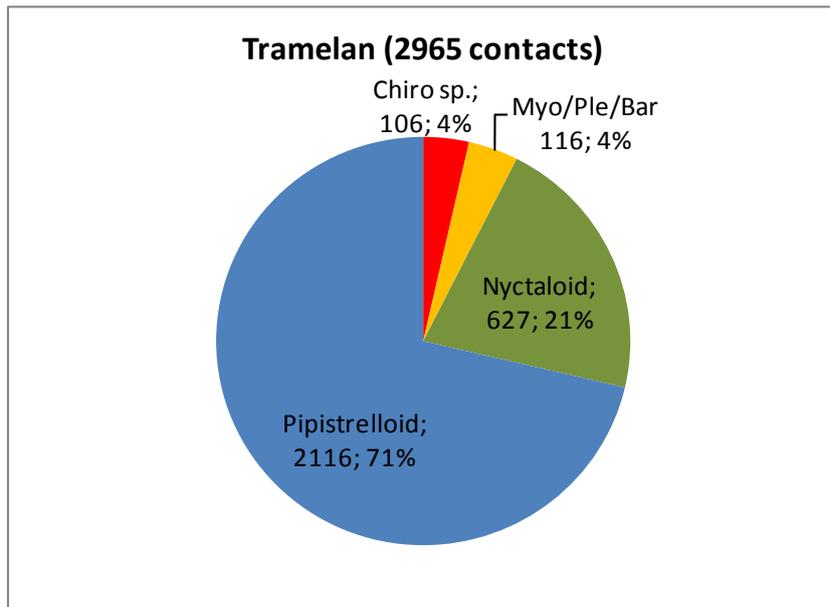


Figure 1: Répartition des groupes d'espèces observées au total des 502 nuits sur le site de Tramelan (4 mâts d'écoute) : nombre et pourcentage des contacts.

Le détail des cinq sites (ci-après) renseigne sur la variabilité qui existe à l'intérieur même du périmètre. On remarque au premier abord que le nombre absolu de contacts est très différent, même en tenant compte de nombres de nuits d'observations différents. La proportion de Nyctaloides est relativement constante et les Pipistrelloïdes représentent partout la majorité des contacts, à l'exception de Chalet 48m (seul site en haute altitude (48m), mais nombre d'observations plus faible).

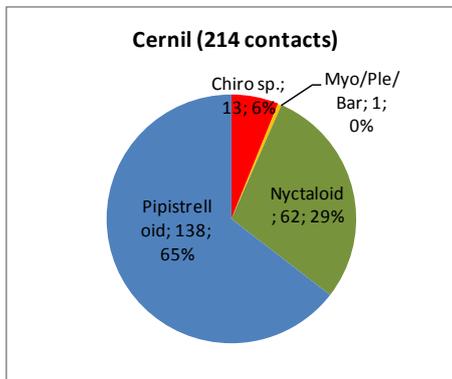


Figure 2: Cernil 17m (80 nuits)

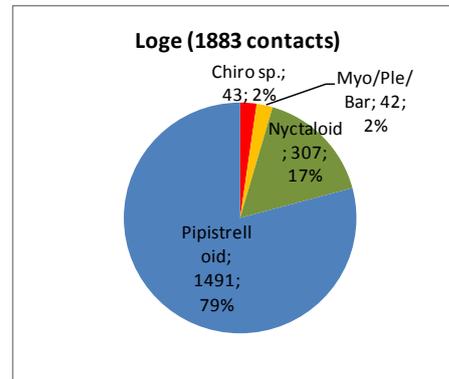


Figure 3: Loge 17 m (118 nuits)

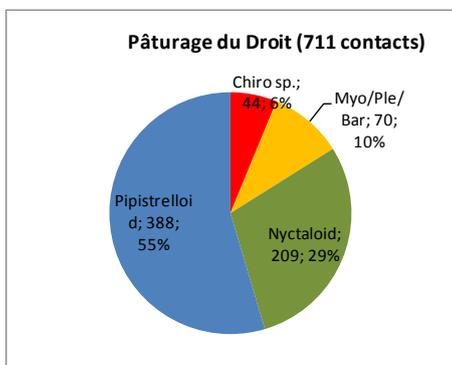


Figure 4: Pâturage du Droit 17m (126 nuits)

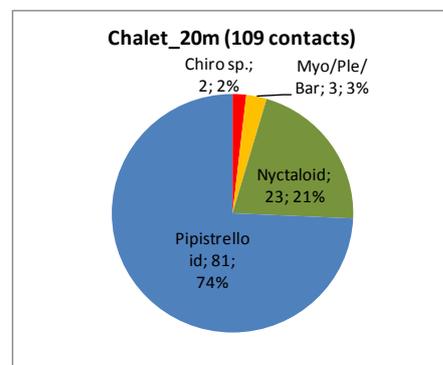


Figure 5: Chalet 20m (113 nuits)

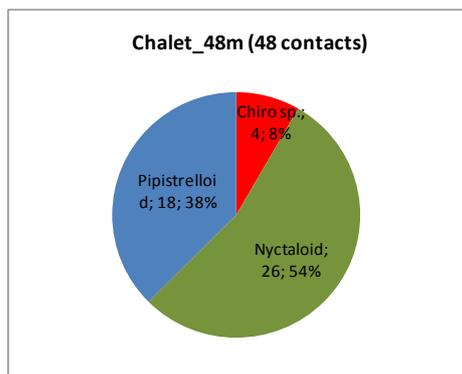


Figure 6: Chalet 48m (65 nuits)

3.1.2 Intensité de l'activité

Le nombre de contacts par nuit nous donne l'indice d'activité des chauves-souris au cours de la saison. Le graphique en annexe 7 résume cette activité au cours de la période d'observation.

Le nombre de contacts par nuit est très variable suivant les nuits et surtout entre les différents sites. Il peut varier entre 0 et 96 contacts comme à la Loge ou rester relativement constant comme au Chalet (20 et 48 m) où l'activité est presque constamment en dessous de quatre contacts par nuit. L'activité à La Loge est souvent élevée.

3.1.3 Répartition des contacts au cours de la nuit

Les graphiques ci-dessous synthétisent l'ensemble des observations des cinq sites par intervalle d'une demi-heure (heure d'été). Le début de l'activité des chauves-souris étant déterminé en grande partie par l'heure du coucher du soleil, et celle-ci diminuant d'environ 1 heure au cours du mois de septembre, ceci peut entraîner un certain étalement de l'activité sur le graphique en début comme en fin de nuit.

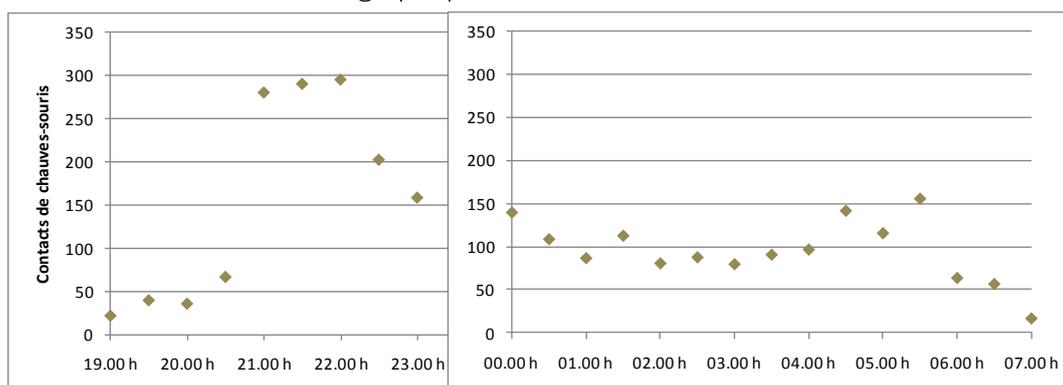


Figure 7: Nombre de contacts enregistrés par tranche semi-horaire sur les quatre sites. Observations de juillet 2010 - août 2011.

Bien que le pic d'activité se situe avant minuit et qu'ensuite le nombre de contacts ait tendance à diminuer jusqu'au matin, la deuxième partie de la nuit montre à Tramelan une part de l'activité chiroptérologique encore importante puisque la tranche 00h00-5h00 représente presque le 40 % de l'activité. Cette observation est valable pour l'ensemble des sites. Un second pic matinal est aussi visible en fin de nuit entre 04h00 et 06h00.

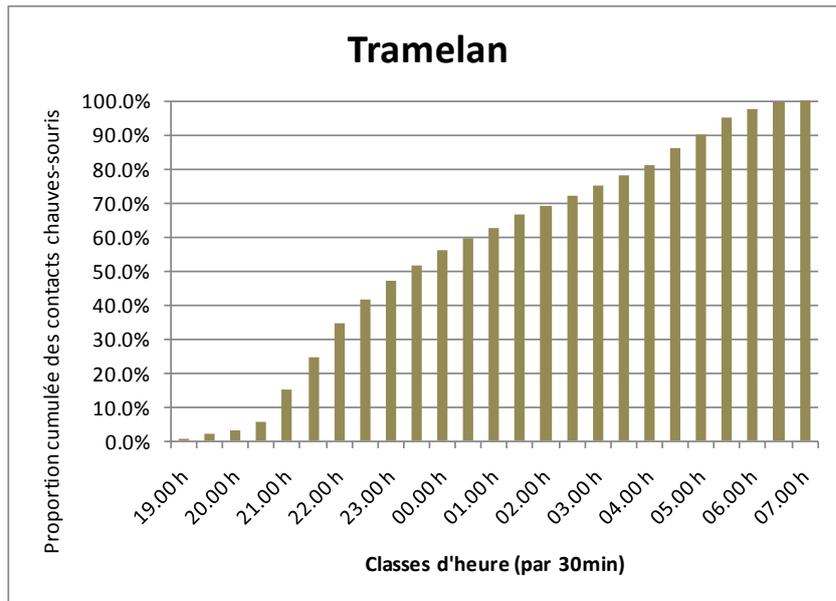


Figure 8: Pourcentage des contacts répartis en classe semi-horaire. Observations de juillet 2010 – août 2011.

3.1.4 Répartition des contacts suivant les conditions météorologiques

Rappel : Les données météorologiques ne se basent que sur les données de 2010 (juillet-octobre) mesurées à environ 50 m sur le mât de Chalet. Les contacts utilisés pour cette analyse se limitent donc également à cette période.

REPARTITION DES CONTACTS EN FONCTION DE LA VITESSE DU VENT

Les graphiques ci-dessous synthétisent les contacts de chauves-souris (en proportion cumulée) par classe de vitesse de vent de 0.5 m/s (aussi indiqué en proportion cumulée) pour chaque site. Les classes représentées vont de 0 à 15 m/s, aucun contact n’ayant été enregistré à une vitesse supérieure.

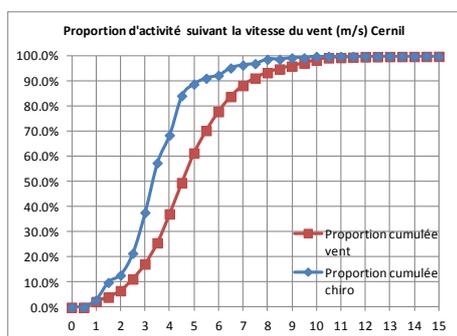


Figure 9: Cernil 17m (172 contacts)

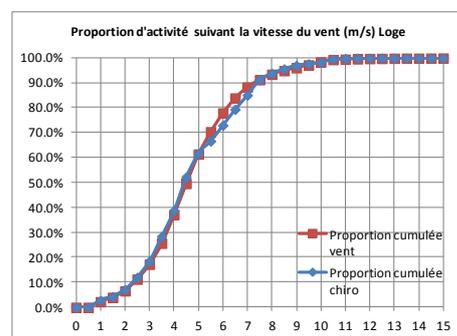


Figure 10: Loge 17 m (646 contacts)

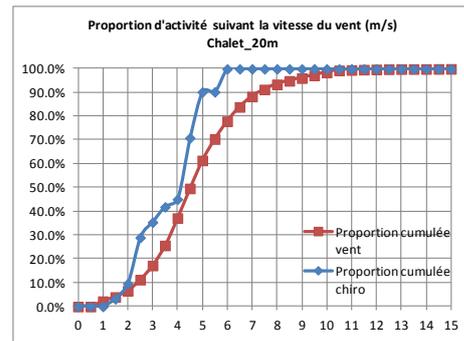
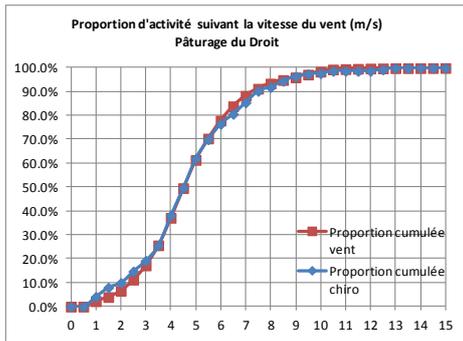


Figure 11: Pâturage du Droit 17m (311 contacts) Figure 12: Chalet 20m (31 contacts)

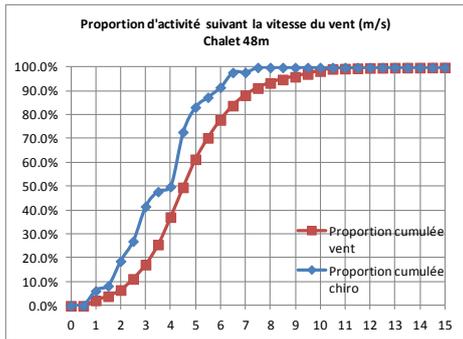


Figure 13: Chalet 48m (48 contacts)

D'importantes différences s'observent entre les sites. Alors que pour Chalet (20m et 48m) et Cernil les 95 % des contacts sont atteints entre 6 et 6.5 m/s de vitesse de vent, le 95 % des contacts du Pâturage du Droit et de la Loge s'atteint à 8.5m/s. Dans les 3 premiers sites, les chauves-souris sont plus actives aux faibles vitesses de vent alors que pour les 2 autres il ne semble pas y avoir de préférence.

La vitesse maximale du vent à laquelle un contact a été enregistré a été de 13 m/s au Pâturage du Droit.

REPARTITION DES CONTACTS SUIVANT LA TEMPERATURE

Le graphique ci-dessous synthétise l'ensemble des observations par classe de température calculée en °C. Les températures représentées vont de 0 à 25 °C, aucun contact n'ayant été enregistré au-delà de ces limites.

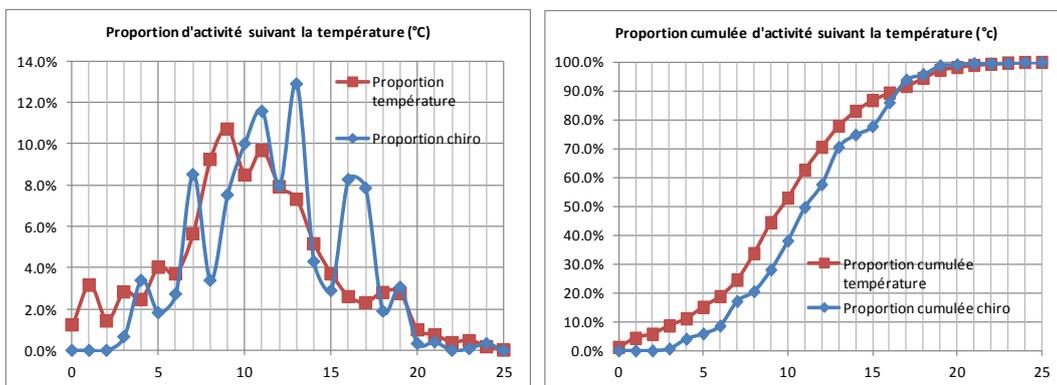


Figure 14: Pourcentage des contacts répartis par température. Observations de juillet 2010 – octobre 2010.

L'activité principale se situe entre 4 °C et 19 °C. On remarque surtout une activité quasi nulle en dessous de 4 °C. Les chauves-souris semblent montrer une activité légèrement plus élevée pour les températures comprises entre 10 et 18 °C. Au-delà de 16 °C, les

proportions sont identiques (pas de préférence observable), mais la base quantitative est très étroite. Cette observation est valable pour l'ensemble des cinq sites.

REPARTITION DES CONTACTS SUIVANT LES AUTRES VARIABLES METEOROLOGIQUES

La relation entre les contacts de chauves-souris et la pluviométrie a aussi été testée. La distance du lieu de mesure (Chasseral) et le pas de temps d'une heure, ne donne pas de données assez précises pour analyser de manière satisfaisante cette relation.

3.2 ECHANTILLONNAGE BIOACOUSTIQUE À PARTIR DU SOL

Les quatre inventaires selon la méthode Liste Rouge se sont déroulés les nuits du 07 juin, 02 juillet, 08 août et 11 septembre 2010 et ont permis de répertorier au total 759 contacts de chauves-souris (voir les figures et tableaux ci-après).

3.2.1 Espèces

Cinq espèces au minimum sont présentes sur le site (une partie des séquences ne pouvant être déterminées jusqu'à l'espèce). Les complexes d'espèces n'ont pas été pris en compte dans ce calcul, à l'exception du genre *Plecotus* (l'identification spécifique n'est pas encore très claire pour ce groupe) et du genre *Myotis* où l'identification reste extrêmement difficile, qui sont comptabilisés chacun comme une espèce. En considérant ces complexes ainsi que des données récoltées entre les points d'écoute, on peut estimer qu'au moins 2 espèces supplémentaires sont présentes ; le nombre minimal d'espèces atteignant ainsi 7 dans le périmètre (voir Tableau 3, page 19).

La pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) représente 65 % des contacts et a été enregistrée sur l'ensemble des points avec chauves-souris.

Plus d'un quart des contacts peuvent être associés à la Sérotine boréale (*Eptesicus nilssonii*).

Les autres espèces sont plus anecdotiques. La Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*, espèce de haut vol) a aussi pu être entendue à deux reprises ainsi qu'une autre espèce de « Nyctaloïd » (probable Noctule ou Sérotine bicolore) qui a été contactée sans pouvoir être déterminée. Enfin la Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*) a aussi été contactée entre deux points d'écoute.

Les espèces de haut vol et la Pipistrelle commune représentent 95 % des contacts.

Les autres espèces (5 %) appartiennent au groupe des Murins et/ou Oreillard et sont en principe nettement moins sensibles aux impacts directs des éoliennes.

Groupes d'espèce	Myotis/Plecotus/Barba					Nyctaloïd			Pipistrelloïd		Total général
	Chiroptera sp.	Myotis sp.	Myotis myotis/blythii	Myotis/Plecotus	Plecotus sp.	Nyctaloïd	Eptesicus sp.	Eptesicus nilssonii	Pipistrellus pipistrellus	Pipistrellus nathusii	
Tramelan_P01		7	1			7	20	136	53		224
Tramelan_P02		14							253		267
Tramelan_P03		1							34		35
Tramelan_P04	2	3			3				9		17
Tramelan_P05						1			1		2
Tramelan_P06											0
Tramelan_P07	1							16	15		32
Tramelan_P08	2							46	19		67
Tramelan_P09				1					107		108
Tramelan_P10						1			4	2	7
Total général	5	25	1	1	3	9	20	198	495	2	759
Pourcentage	0.7%	3.3%	0.1%	0.1%	0.4%	1.2%	2.6%	26.1%	65.2%	0.3%	100.0%

Tableau 1: Nombre de contacts par espèce observée aux différents points d'écoute.

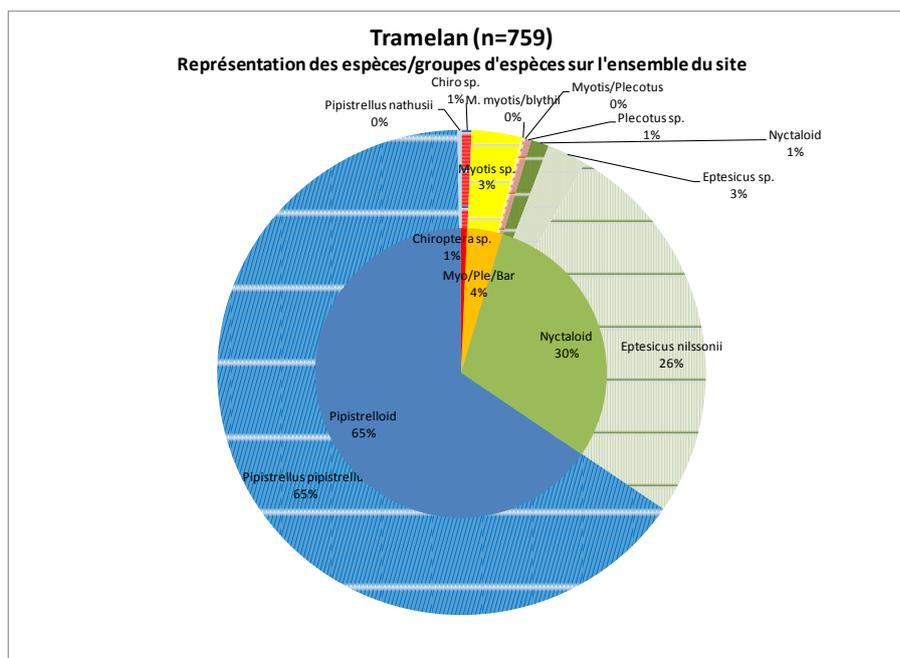


Figure 15: Espèces et groupes d'espèces observés. Comme pour les analyses semi-automatiques des échantillonnages en altitude, les couleurs se rapportent aux différents groupes d'après la puissance des cris.

3.2.2 Indice d'activité

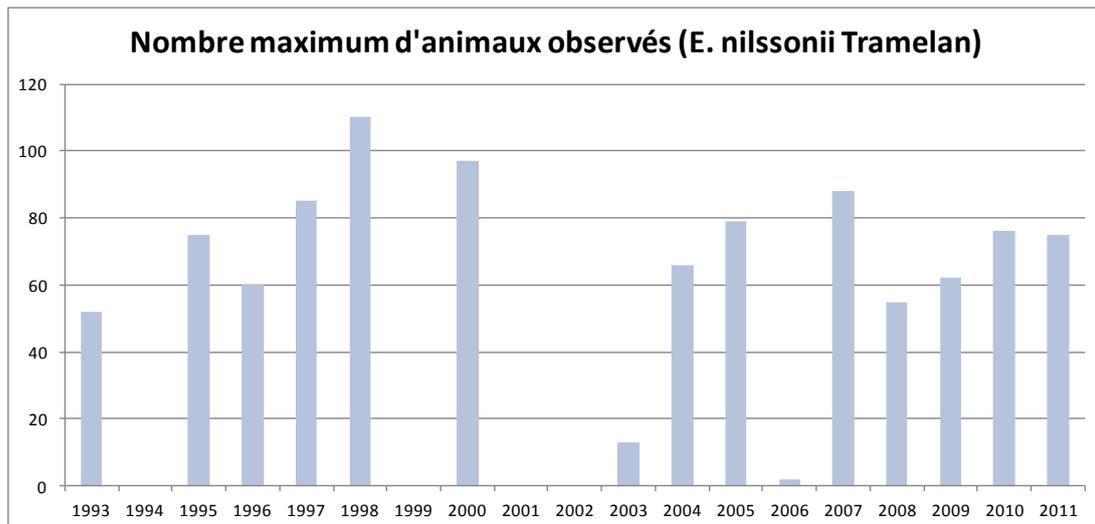
Le nombre de contacts par soirée (190 en moyenne, Tableau 2) est globalement fort avec des variations importantes entre les différentes nuits d'inventaire. On note surtout une différence entre les points d'écoute avec un point sans observation (6) alors que les points 1 et 2 en comptabilisent plus de 200.

Points d'écoute	07.juin	02.juil	08.août	11.sept	Total général Nb contacts/heure
Tramelan_P01	116	9	61	38	224
Tramelan_P02	224		26	17	267
Tramelan_P03	13		16	6	35
Tramelan_P04		2	10	5	17
Tramelan_P05		1		1	2
Tramelan_P06					0
Tramelan_P07		19	12	1	32
Tramelan_P08		46	4	17	67
Tramelan_P09	2		105	1	108
Tramelan_P10		1		6	7
Total général	355	78	234	92	759

Tableau 2: Résumé du nombre de contacts enregistrés par soirée.

3.3 COLONIES : RECHERCHE ET CARACTÉRISATION

Une importante colonie de Sérotines boréale (*Eptesicus nilssonii*) est connue depuis un peu moins de 20 ans à Tramelan. Le nombre moyen estimé de femelles avant reproduction est d'une septantaine. Le graphique ci-dessous résume les comptages effectués depuis 1993.



Aucune colonie de Sérotine boréale n'est pour l'instant connue aux Genevez ; un inventaire est (peut-être) prévu ces prochaines années sur les Franches-Montagnes.

Une colonie de **Pipistrelles** (sans doute *Pipistrellus pipistrellus*) est connue depuis peu à Tramelan. Ses effectifs se montent à une centaine de femelles avant reproduction. Il est probable que d'autres colonies de cette espèce existent à Tramelan, sans doute d'effectifs plus réduits. En comptant les colonies connues ou suspectées dans les villages situés dans le périmètre proche (Les Reussilles, Le Fuet, Bellelay, Les Genevez) on peut très grossièrement estimer la taille de la population de cette espèce à environ 300-350 femelles adultes avant reproduction.

Les Oreillards (*Plecotus auritus*) sont plus discrets et leurs colonies de plus petite taille. L'une d'entre elles est connue aux Genevez, alors que celle de Tramelan a disparu ou déménagé. Aucune colonie d'autres espèces n'est actuellement connue, leur recherche nécessitant un effort souvent très important.

3.4 TERRAINS DE CHASSE

Aucune capture spécifique n'a été entreprise dans le cadre de cette étude.

3.5 CAVITÉS

Quelques cavités, pas toutes recensées, sont situées dans le périmètre proche. Des investigations effectuées en 2012-2013 par le Centre de Coordination Ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris (CCO) à la grotte de la Narine de Bœuf, la plus importante d'entre elles, on a montré qu'une activité intense d'essaimage avait lieu, à environ 1.5km de l'éolienne T7. Les espèces capturées sur place appartiennent cependant quasi exclusivement aux genres *Myotis* et *Plecotus*, qui figurent très rarement parmi les victimes directes des éoliennes.

Les données en notre possession ne nous permettent pas de nous prononcer sur la présence éventuelle d'autres sites d'importance régionale.

3.6 TABLEAU DE SYNTHÈSE DES ESPÈCES OBSERVÉES

Groupes	Espèces de Suisse	Suivi Batcorder	Méthode Liste Rouge	Colonies connues	Grotte de la Narine de Bœuf	Statut Liste Rouge
Pipistrelloïdes	Pipistrellus pipistrellus	X	X	X		n
	Pipistrellus nathusii	X	X			3
	Pipistrellus kuhli	X				n
	Pipistrellus pygmaeus	X				
	Hypsugo savii					4b
	Miniopterus schreibersi					1
Nyctaloïdes	Nyctalus leisleri	X			X	4b
	Nyctalus noctula					3
	Nyctalus lasiopterus					4a
	Eptesicus nilssonii	X	X	X		4a
	Eptesicus serotinus	X	(X)			2
	Vespertilio murinus	X				4a
	Tadarida teniotis					4a
Myotis/Plecotus/Barba	Barbastella barbastellus					1
	Plecotus sp.	X	X			
	Plecotus auritus				X	3
	Plecotus austriacus					4b
	Plecotus macrobullaris					
	Myotis sp.	X	X			
	Myotis mystacinus	X			X	3
	Myotis brandti	X				4b
	Myotis emarginatus				X	4a
	Myotis nattereri				X	4b
	Myotis bechsteini				X	4b
	Myotis myotis	X	X		X	2
	Myotis blythi				(X)	2
	Myotis daubentoni	X			X	3
	Myotis capaccinii					0
Myotis dasycneme						
Myotis alcahoë						
Rhind	Rhinolophus ferrumequinum					1
	Rhinolophus hipposideros					1
Résumé	Nombre d'espèces	13	6	2	8 (9)	
	Nombre d'espèces total	13			15 (16)	
(X): Espèce déterminée en dehors des points d'écoute						

Tableau 3: Diversité des chauves-souris d'après les méthodes d'inventaire. Rappel : un très grand nombre de contacts au moyen du batcorder n'ont pas pu être déterminés jusqu'à l'espèce.

4 DISCUSSION

L'appréciation des résultats obtenus est délicate pour plusieurs raisons :

- Représentativité problématique de l'échantillonnage en altitude, due aux contraintes de temps et de technique.
- Manque de moyens de comparaison : peu de sites ont été étudiés jusqu'à présent sur les crêtes jurassiennes. Les comparaisons avec d'autres sites sont limitées par l'avancement des différents projets, celui de Tramelan étant un des premiers à être analysé en détail.
- Connaissances encore lacunaires de la faune chiroptérologique des Crêtes du Jura : quelles espèces rencontre-t-on habituellement ? Quels milieux sont-ils utilisés de préférence ? Avec quelle intensité ?
- Manque de connaissance entre l'indice d'activité mesuré et le risque de mortalité réel.

Par la suite, nous comparerons le périmètre de Tramelan avec 6 autres périmètres éoliens et 7 carrés Liste Rouge situés sur les crêtes du Jura :

- sur les périmètres éoliens, les mêmes techniques d'échantillonnage bioacoustique en altitude et un protocole similaire à Tramelan ont été utilisés, avec des hauteurs de mesure comprises entre 20 m et 50 m. Les données ne sont par contre pas toutes au même état d'avancement d'analyse ;
- sur les carrés Liste Rouge, seule la méthode des points d'écoute a été utilisée à Tramelan, sans captures aux filets selon la méthode standard.

4.1 ESPÈCES ET GROUPES D'ESPÈCES

4.1.1 Echantillonnage bioacoustique en altitude

Trois des sites (Cernil, Chalet_20m, La Loge) présentent une forte proportion de Pipistrelloïdes, composé principalement de Pipistrelle commune, le groupe des Nyctaloïdes composant l'autre partie. Le groupe de Nyctaloïdes semble principalement composé de Sérotine boréale. Sur le site du Pâturage du Droit une proportion importante (10 %) du groupe des Myotis/Plecotus/Barba est observée. Cette proportion serait due à l'échantillonnage à proximité de structures boisées (hauteur et proximité). On remarque aussi que la proportion de Nyctaloïdes est plus élevée que celle des Pipistrelloïdes sur le mât le plus haut à Chalet_48m. Même si ces proportions montrent un biais de comparaison (échantillonnage à 48m uniquement en été/automne 2010), elles montrent une potentielle tendance d'une proportion plus élevée de Nyctaloïdes à plus haute altitude ainsi qu'une absence du groupe des Myotis.

Une approche plus spécifique entre les sites n'est pas envisageable du fait du nombre de séquences devant être analysées pour avoir des résultats fiables.

COMPARAISON AVEC D'AUTRES SITES DE L'ARC JURASSIEN

Les proportions observées à Tramelan peuvent être comparées avec les premières observations effectuées sur d'autres sites de l'Arc jurassien. Dans l'ensemble, on trouve une proportion majoritaire de Pipistrelloides correspondant principalement à de la Pipistrelle commune. L'autre proportion importante est composée de Nyctaloides.

Cela correspond donc à trois voir quatre des sites de Tramelan. Le site du Pâturage du Droit montrant en plus une proportion importante de Myotis. Les proportions plus élevées de Nyctaloides sur le site de Chalet_48m peut-être due à un biais d'échantillonnage (pas d'échantillonnage printanier à 48m) et/ou à sa hauteur d'échantillonnage.

Au total, un minimum de 13 espèces est présent en **altitude** sur le périmètre de la Tramelan. La comparaison avec les données spécifiques de l'échantillonnage au sol semble montrer une diversité plus élevée. Cette différence est principalement due à la différence l'effort d'échantillonnage plus important. On peut estimer que la diversité spécifique de Tramelan soit dans la **moyenne supérieure** régionale pour les crêtes jurassiennes.

On peut souligner toute fois la présence de la Pipistrelle pygmée et la Pipistrelle de kuhl. Pour la première, il s'agit de la première mention pour le Jura bernois. Le nombre de séquences certifié ne peut néanmoins rien nous apprendre quant à l'utilisation du périmètre par ces espèces (migration, chasse,...). Il en va de même pour la Sérotine commune, la Sérotine bicolore et la Noctule de Leisler. Le Grand Murin semble lui être présent sur l'ensemble de l'année. A noter aussi la présence du Murin de Brandt très peu connu dans le Jura bernois.

4.1.2 Echantillonnage bioacoustique à partir du sol

Seules les espèces certifiées (5 espèces à Tramelan) ont été utilisées pour comparer les données spécifiques de la méthode d'échantillonnage au sol à celle de la Liste Rouge (y compris *Plecotus sp.* et *Myotis sp.*). Il s'agit, ici, de valeurs par soirée d'écoute, permettant de mieux comparer la diversité en tenant compte de la saison.

Nombre d'espèces*		
	Inventaires LR	Tramelan
moyenne	4.3	3.0
minimum	1.0	2.0
1er quartile	3.3	2.8
médiane	3.9	3.0
3e quartile	5.1	3.3
maximum	8.0	4.0
Total	7.1	5.0

* Il s'agit des valeurs par soirée d'écoute. Les complexes n'ont pas été pris en compte à l'exception du genre *Plecotus* et *Myotis*.

Tableau 4: Diversité spécifique à Tramelan comparée à celle des autres sites recensés dans l'inventaire Liste Rouge (7 sites dans l'Arc jurassien).

La **diversité spécifique au sol** peut être considérée comme **légèrement inférieure** à celle rencontrée sur les autres sites de la chaîne du Jura.

On observe ainsi les espèces ou groupes d'espèces de « base » (Pipistrelle commune, groupe des Murins et Oreillard) ainsi que la Sérotine boréale et la Pipistrelle de Nathusius, elles aussi souvent présentes sur les crêtes jurassiennes. La Sérotine commune a, quant à elle, été contactée qu'une seule fois en dehors des points

d'écoute. La Noctule de Leisler, n'a, elle, pas pu être certifiée bien qu'aussi souvent présente normalement.

On peut aussi observer que ce sont deux espèces, la Pipistrelle commune ainsi que la Sérotine boréale, qui composent l'essentiel des contacts.

4.2 INTENSITÉ DE L'ACTIVITÉ

Afin d'apprécier l'importance de l'activité enregistrée à Tramelan, nous avons calculé la moyenne, la médiane ainsi que les 1^{er} et 3^e quartiles du nombre de contacts par nuit d'enregistrement et comparé les valeurs de Tramelan avec celles observées sur 23 sites de 6 périmètres de projets éoliens répartis sur l'Arc Jurassien (voir Figure 16, page 23).

Un certain biais existe du fait que les observations n'ont pas été réalisées exactement durant les mêmes nuits (une météo différente peut influencer l'activité observée), mais nous pensons que le nombre de nuits est suffisant pour que ces différences se compensent. Un autre biais provient du fait que l'activité à Tramelan porte sur une saison complète alors qu'elle est en général limitée à l'été et à l'automne sur les autres sites. Nous pensons néanmoins que l'appréciation de grandes différences entre sites reste légitime. Une nouvelle analyse pourra être faite une fois l'analyse complète des autres sites terminée. La hauteur de l'échantillonnage joue aussi certainement un rôle important pour l'indice d'activité. Actuellement, nous ne pouvons connaître le lien qu'il existe entre l'activité à 20m et celle à 50m (relation positive ou négative, facteur de corrélation). Nous comparons l'activité tel qu'elle a été échantillonnée.

Malheureusement, il n'existe pas, à l'heure actuelle, de méthode standard internationale pour la mesure d'indice d'activité concernant les échantillonnages en continu en altitude, et fournissant un étalon de valeurs absolues. Les données internationales sont donc difficilement interprétables et comparables à nos données s'agissant aussi de régions et d'espèces différentes. Deux études européennes semblent cependant converger pour répartir l'activité en 3 classes ; faible (0 à 2-3 contacts/nuit), moyenne (4 à 6-10 contacts/nuit), forte (au-dessus de 6-10 contacts/nuit)³.

4.2.1 Echantillonnage bioacoustique en altitude

En comparant les sites de Tramelan entre eux, on remarque de grandes différences d'activité. Le site de la Loge est celui qui enregistre le plus fort indice d'activité du périmètre. Son emplacement, entre les colonies de Tramelan et l'étang de pêche dans un milieu en outre bien structuré (pâturage boisé), ainsi qu'une hauteur de mesure de 17 m (plus bas que la cime des arbres!), expliquent certainement cela. Il en va certainement de même pour le site du Pâturage du Droit. A l'inverse, le mâât situé au Chalet enregistre le plus faible indice d'activité à hauteur de 20 m comme à 48m. Son emplacement au milieu d'un espace très ouvert en est certainement la raison, ce milieu n'étant de plus pas très riche. L'indice d'activité du Cernil, milieu également assez ouvert, est quant à lui intermédiaire.

COMPARAISON AVEC D'AUTRES SITES DE L'ARC JURASSIEN

Néanmoins, au vu des données actuellement à disposition et en comparaison avec d'autres sites de l'Arc jurassien, la situation à Tramelan apparaît très contrastée. Dans les **milieux très structurés** de La Loge et du Pâturage du Droit l'activité est **forte à très forte**. Dans les **milieux ouverts**, et particulièrement au Chalet, l'activité est moyenne voire **faible à très faible**. Cette appréciation ne diffère pas notablement que l'on utilise le 3^e quartile, la moyenne ou la médiane comme critère d'appréciation. On rappellera

³ Malheureusement, les études n'indiquent pas s'il s'agit de moyenne ou de médiane

que l'activité est très variable de nuit en nuit et qu'on observe fréquemment des nuits sans aucun contact.

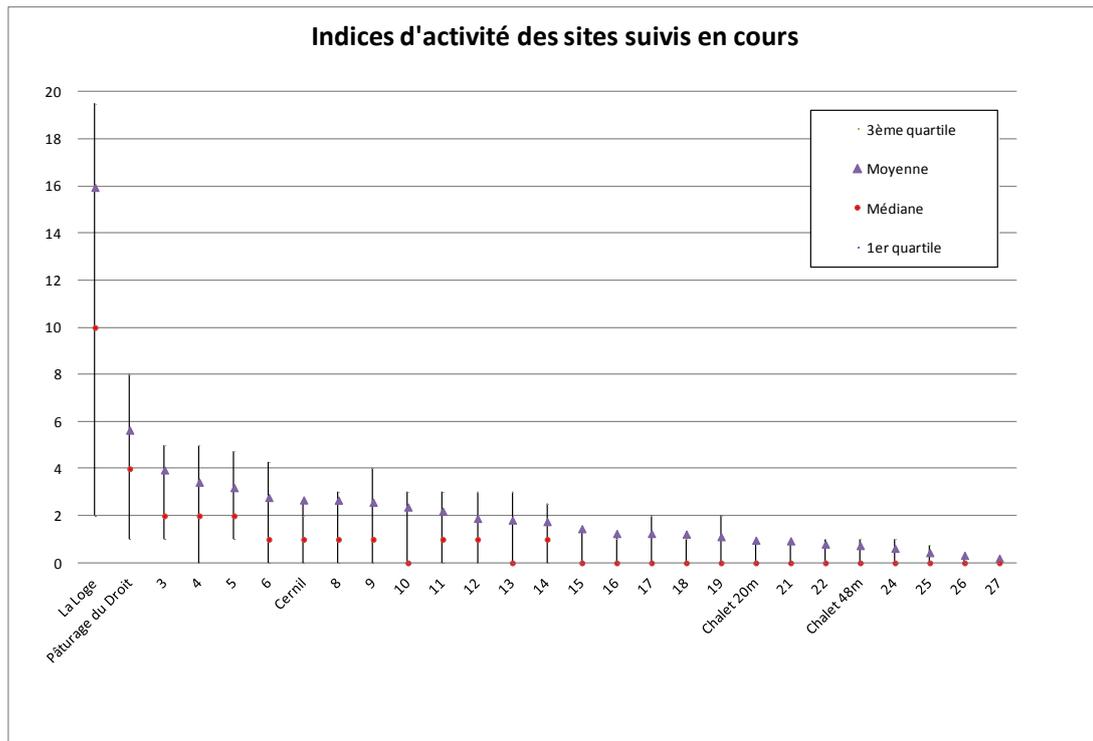


Figure 16: Nombre moyen et médian (avec 1er et 3e quartile) des contacts de chauves-souris enregistrés par nuit sur des mâts de mesure en continu.

Une hypothèse fournissant une explication complémentaire aux très fortes activités observées est que les enregistrements ont été effectués à 17°m au lieu de 50°m. Ainsi, le microphone se trouvait plus bas que la cime des arbres et il est notoire que l'activité à proximité du sol est souvent beaucoup plus élevée qu'en altitude. Ce phénomène serait accentué par la présence d'un milieu très structuré, avec beaucoup d'arbres et d'arbustes. Nous n'avons cependant pas pu tirer une relation claire entre les observations effectuées simultanément sur un même mât à 20 et 50 m, à Tramelan et sur les autres sites que nous étudions. Ainsi, s'il est vraisemblable que l'activité, si elle avait été mesurée à 50 m, aurait été plus faible, on ne peut pas affirmer qu'elle ne serait pas malgré tout restée élevée.

Pour finir, on rappellera que, si la mesure de l'activité à hauteur de nacelle est la meilleure méthode actuellement disponible pour évaluer l'impact d'éoliennes, les éventuels changements de comportement des chauves-souris induits par la présence d'éoliennes ne sont pour l'instant pas connus.

4.2.2 Répartition des contacts au cours du temps

Le nombre de contacts par soirée dépend de nombreux facteurs que nous ne comprenons pas encore tous très bien, particulièrement en ce qui concerne la présence de pics d'activité. Le lien avec certaines conditions météorologiques semble évident (voir chapitre 4.2.4, ci-dessous), mais d'autres facteurs interviennent certainement (disponibilité en nourriture (faune entomologique) liée à la fois aux conditions météorologiques, mais aussi à la richesse propre à chaque milieu, variable au cours du temps).

Afin d'apprécier l'activité chiroptérologique au cours de la saison, nous avons classifié les données en 4 périodes (5 en comptant l'hibernation) ;

Migration printanière : Mi-mars/début avril (début des échantillonnages) jusqu'au 19 mai (date de la formation théorique des colonies de femelle)

Colonie : 20 mai (formation des colonies de reproduction) au 31 juillet (naissance et développement des jeunes)

Envol des jeunes : 31 juillet (les jeunes volent) au 31 août (période de migration)

Migration automnale : 31 août (période d'accouplement et de déplacement migratoire) jusqu'à la mi-octobre/début novembre (début de l'hibernation).

Hibernation : mi-octobre/début novembre jusqu'à la mi-mars (les chauves-souris sont en principe inactives ; aucune recherche n'a été effectuée).

Les données disponibles pour Tramelan ne laissent pas apparaître une utilisation uniforme du périmètre au cours de l'année. Le site de Chalet confirme tout au long de la saison une faible activité. A la Loge et au Cernil, on observe une activité plus forte au moment de la dissémination des jeunes, ce qui confirme le risque de collision plus élevé observé un peu partout en Europe à cette période. L'activité plus élevée en été au Pâturage du Droit pourrait provenir des femelles chassant plus volontiers au voisinage des colonies de Tramelan au moment de l'élevage des jeunes. Enfin, dans l'état des connaissances actuelles, l'activité très forte observée au printemps à la Loge est difficilement explicable, mais pourrait être due à une activité de chasse particulière.

On retiendra au final que l'activité moyenne observée peut être très variable au cours de l'année, avec une tendance à l'augmentation à la fin de l'été.

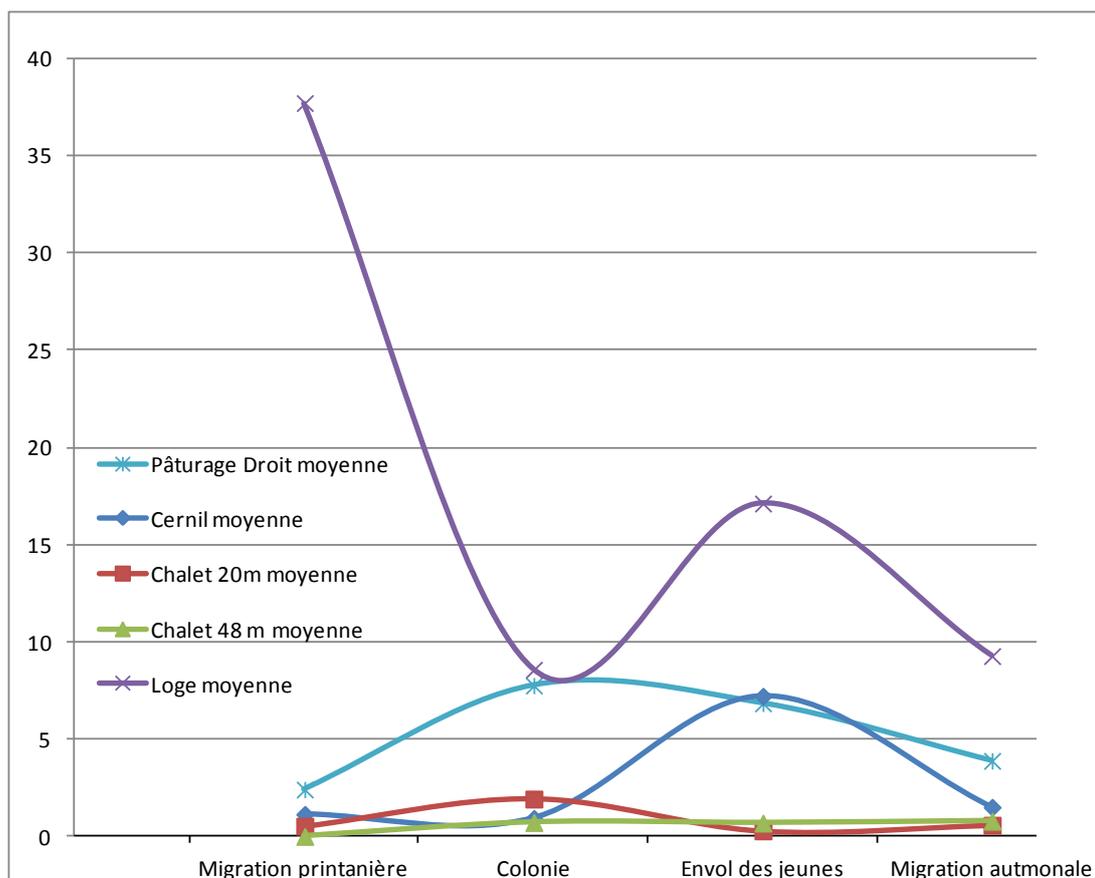


Figure 17: Répartition moyenne des contacts au cours du temps sur les quatre sites.

4.2.3 Répartition des contacts au cours de la nuit

Le pic d'activité principal observé peu après le coucher du soleil (21h00 à 22h00), ainsi que celui secondaire peu avant le lever du soleil (vers 5h00) sont habituels et bien connus chez les chauves-souris. Il faut par contre remarquer qu'à Tramelan, à ces deux exceptions près, l'activité est relativement uniformément répartie au cours de la nuit, ce qui a pour conséquence que la moitié des contacts sont observés après minuit.

4.2.4 Répartition des contacts d'après les conditions météorologiques

VITESSE DU VENT

De nombreuses études mentionnent l'importance de la vitesse du vent comme un des facteurs explicatifs de l'activité des chauves-souris, en tant que facteur limitant. On observe en général peu d'activité pour les vitesses de vent élevées, cette valeur dépendant des espèces.

En examinant dans le détail les données disponibles, on observe deux types de comportements vis-à-vis du vent :

- Préférence pour les vitesses de vent faible : milieux ouverts (Cernil et Chalet), mesure à faible ou haute altitude, activité moyenne à faible. Le 80 % des contacts est enregistré pour des vitesses de vent situées entre 4.3 m/s et 4.8 m/s.
- Pas de préférence apparente : milieux très structurés (la Loge et Pâturage du Droit), mesure à faible altitude, activité forte à très forte. Le 80 % des contacts est enregistré pour des vitesses de 6.5 m/s.

Ce deuxième type est surprenant, et pourrait s'expliquer par le fait qu'en raison de sa faible hauteur, entre les arbres, l'enregistreur était largement à l'abri du vent mesuré à 50 m d'altitude.

Les résultats liés aux conditions de vitesse de vent sont tout de même plus élevés que les résultats disponibles au niveau européen (80 % des contacts chauves-souris relevés à 4 m/s par exemple dans le parc éolien de Néviau, en France). Cette différence peut s'expliquer en partie par une approximation de la méthode (différence de vitesse de vent pouvant aller jusqu'à 1 m/s dans un périmètre et de 2 m/s entre 40 m et 80 m de hauteur).

TEMPERATURE

La température agit également comme un facteur limitant : les chauves-souris n'aiment normalement pas le froid et de fait aucune chauve-souris n'a été enregistrée en dessous de 2 °C alors que cette limite correspond environ à 6 % des températures enregistrées la nuit. Toutefois, à Tramelan, les chauves-souris peuvent être actives à des températures assez basses puisque presque le 10 % de l'activité a été mesuré à des températures égales ou inférieures à 6 °C, températures jugées normalement basses pour ces animaux. Les températures au-dessus de 10 °C sont préférées (voir Figure 14).

La température est cependant un facteur plus difficile à utiliser pour diminuer le risque d'impact du fait qu'elle évolue parallèlement à la saison : ainsi, une température de 10 °C en juillet peut être considérée comme froide et associée à un temps maussade, alors qu'elle semblera plus clémente en octobre. Entre 5 et 15 °C, on n'observe d'ailleurs pas de relation entre l'activité chiroptérologique et la température.

PLUVIOMETRIE

Les valeurs pluviométriques sont disponibles pour le site de Chasseral par tranches d'une heure ; cette résolution n'est pas assez fine pour établir une relation avec l'activité. En outre, la météo à Chasseral peut différer de Tramelan. De ce fait, aucune relation satisfaisante n'a pu être établie entre ce facteur et l'activité enregistrée à Tramelan. Les données de la littérature et notre expérience personnelle montrent toutefois que durant les nuits de fortes pluies continues, aucune chauve-souris ne sort chasser en raison de la faible quantité de proies disponibles. Nous n'avons pas de raison de penser qu'il en aille différemment à Tramelan. Par contre, l'activité peut-être plus élevée juste avant ou après un orage d'été où les insectes et les chauves-souris peuvent à nouveau voler. Les précipitations sont donc un critère difficile à employer.

4.2.5 Echantillonnage bioacoustique à partir du sol

Cette méthode a été développée pour donner une image de la diversité spécifique d'un carré kilométrique. Sa valeur en tant que mesure de l'activité est faible. Ainsi, si l'activité observée aux points 1 et 2, 8 et 9, 5 et 6 semble bien correspondre à la plus ou moins grande structuration des milieux ou à la proximité d'un étang, la faible activité enregistrée au point 10 est plus surprenante, montrant là les limites de la méthode. Pour cette raison, nous ne développerons pas plus avant ces résultats.

4.3 DISCUSSION DES COMPLÉMENTS DE RECHERCHE EFFECTUÉES AU SOL

4.3.1 Colonies

Pour la région, la colonie de Sérotine boréale de Tramelan a une population moyenne. Après une légère diminution au début des années 2000, ses effectifs sont relativement stables. La configuration des locaux induit malheureusement une mortalité juvénile plus élevée, par le fait que certains juvéniles parviennent à quitter les combles par des fissures et se retrouvent dans les corridors où ils meurent. La plus proche colonie de cette espèce se trouve ensuite à Tavannes. De nombreuses colonies sont par ailleurs présentes dans le Vallon de St-Imier. Dans le canton du Jura, des colonies sont suspectées dans les Franches-Montagnes, mais encore peu connues. Un inventaire pourrait être mis sur pied par ce canton en 2012.

La Pipistrelle commune est très commune dans la région. Chaque village compte une ou plusieurs colonies, mais celles-ci peuvent assez fréquemment changer de gîte, ce qui rend un inventaire difficile. L'estimation de 300 à 350 femelles adultes avant reproduction est très approximative et doit être considérée comme un ordre de grandeur. Si Tavannes semble a priori un peu éloigné, les animaux des autres villages sont tout à fait susceptibles de venir chasser sur le site de Tramelan.

4.3.2 Cavités

L'activité constatée à la grotte de la Narine de Bœuf est typique d'un site dont l'importance pourrait être régionale. La grotte est logée dans une forêt située à l'extérieur du périmètre du projet éolien, en contrebas, à environ 1.5km de l'éolienne la plus proche. Sur les 173 chauves-souris capturées, 145 appartenaient au genre *Myotis*, 27 au genre *Plecotus* et 1 au genre *Noctula* (*Noctula leisleri*). D'après les expériences réalisées un peu partout en Europe, les deux premiers groupes sont très rarement victimes des éoliennes. La capture de la Noctule de leisler confirme les relevés effectués

au moyen des batcorder. Dans ces conditions, le risque induit par le projet éolien nous semble néanmoins faible pour cette grotte et les espèces qui la fréquentent.

4.4 RÉSUMÉ DES OBSERVATIONS

Le périmètre du parc éolien de Tramelan est fréquenté par une **diversité** de chauves-souris qui semble **équivalente** à celle des autres périmètres se situant sur les Crêtes jurassiennes.

Si les proportions entre les différentes espèces ne peuvent pas être établies avec précision, il est très probable que la **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) est **de loin la plus répandue**. A l'étranger, cette espèce est très fréquemment victime des éoliennes. Dans le groupe des Nyctaloïdes, la **Sérotine boréale** (*Eptesicus nilssonii*) domine très vraisemblablement. Moins répandue en Europe, cette espèce est moins régulièrement citée parmi les victimes, mais ses mœurs (espèce de haut vol) laissent penser que là où elle est fréquente les risques peuvent également être importants.

L'activité chiroptérologique est très variable allant de **faible à forte** selon les emplacements, avec une variabilité très marquée entre les nuits. Cette variabilité peut être en partie expliquée par les conditions météorologiques, en particulier la vitesse du vent et dans une moindre mesure par la température. L'heure de la journée ainsi que la saison ont évidemment également une importance prépondérante. La proximité du village de Tramelan et de ses colonies ainsi que la riche structure de certains secteurs du périmètre d'implantation expliquent également en partie l'activité observée. Un biais méthodologique important est toutefois suspecté dans les sites présentant une forte activité.

On peut donc confirmer une **activité particulière** (niveau 3) sur l'ensemble du périmètre de Tramelan avec tout de même des secteurs pouvant être considérés comme **exceptionnels au niveau régional** (niveau 4).

5 APPRÉCIATION DES EFFETS DU PROJET

Pour les chauves-souris, le principal risque lié à la construction d'éoliennes est une augmentation de leur mortalité due à des collisions avec les pales ou à un barotraumatisme. D'après les expériences effectuées jusqu'ici en Europe (Dürr & Dubourg-Savage), les espèces les plus touchées sont les Noctules (*N. noctula* et *N. leisleri*) et les Pipistrelles (*P. Pipistrellus*, *P. nathusius*), et dans une autre mesure les Sérotines (*E. serotinus*, *E. nilssoni* et *V. murinus*) ainsi que les autres espèces de Pipistrelles (*P. pygmaeus*, *P. kuhlii* et *H. savii*). Les chauves-souris étant protégées en Suisse, le projet doit s'efforcer de limiter le plus possible la mortalité qu'il peut provoquer, et au moins de ne pas dépasser une mortalité « supportable » pour les populations régionales.

La relation entre l'activité et la mortalité des chauves-souris était encore peu connue récemment. Une récente étude en Allemagne⁴ a établi un lien clair entre l'activité mesurée au niveau des nacelles et le nombre de chauves-souris tuées. Un modèle prédictif avec différentes variables a même pu être établi. On ne connaît cependant pas de modèles mettant en relation l'activité à 30 ou 50 m avant la construction du parc et la mortalité. On peut tout de même raisonnablement penser qu'un site présentant une faible activité présentera moins de risque qu'un autre avec une activité élevée.

Malgré ces restrictions, nous avons tenté d'estimer l'impact du parc au moyen de trois approches différentes. Nous comparons ensuite leurs résultats pour tenter d'en dégager une prédiction la plus pertinente possible.

5.1 ESTIMATION DE MORTALITÉ PAR SECTEUR

Dans les trois estimations, nous prenons le nombre moyen de contacts par nuit comme base de réflexion afin d'estimer le nombre de contacts durant la période d'activité des chauves-souris entre avril et octobre (200 nuits).

- 1) Korner-Nievergelt et al., 2011 estiment une relation qu'environ 0.5 % des contacts (0.25 à 1 %) sont suivis de la mort d'une chauve-souris. Il s'agit d'une moyenne.
- 2) Sur la base de 2 études françaises,⁵ on peut estimer que 1 % à 3 % des contacts sont suivis de la mort d'une chauve-souris.
- 3) Le croisement d'une étude réalisée au Mont Crosin⁶ avec l'indice d'activité observé dans un milieu semblable (Jean Brenin) fait penser qu'une activité de 2 à 3.5 contacts par nuit est liée à une mortalité de 5 à 11 chauves-

⁴ Brinkmann et al. 2011

⁵ AVES, 2010 et Beucher Y. et al.

⁶ Leuzinger et al., 2008

souris/éolienne/an (les éoliennes étaient cependant nettement plus petites que les modèles actuellement envisagés).

Ces estimations sont malheureusement basées sur plusieurs hypothèses non vérifiées : définition du contact, type d'appareil utilisé et réglage, méthodes utilisées, variation géographique, hauteur de la nacelle et diamètre du rotor, portée des cris des différentes espèces, etc. Il est théoriquement possible, pour certains de ces critères, de proposer un facteur de correction, lui-même entaché d'incertitude. Nous sommes d'avis que la multiplication de ces corrections n'aboutit qu'à une amélioration un peu illusoire de la précision de nos prévisions et préférons une démarche simplifiée mais sans doute plus claire. Nous pensons néanmoins que la mortalité présumée ainsi estimée des sites du périmètre de Tramelan est un assez bon ordre de grandeur.

Sites	Hauteur du mât	Nombre de nuits	Activité totale	Activité moyenne par nuit	Activité annuelle totale attendue (base: 200 jours/an)	Mortalité annuelle attendue d'après		
						l'activité 1) 0.5%	2) 2%	le Mont Crosin 3) estimation
Cernil	17m	80	214	2.68	535	3	11	5-11
Loge	17m	118	1883	15.96	3192	16	64	25-55
Pâturage du Droit	17m	126	711	5.64	1129	6	23	10-22
Châlet (haut du mât)	48m	65	48	0.74	148	1	3	1-2
Chalet (bas du mât)	20m	113	109	0.96	193	1	4	2-3

Tableau 5 : Estimation de mortalité annuelle par site suivant 3 estimations.

On notera que la mortalité annuelle estimée sur la base de l'activité (0.5 à 2.0 % de l'activité moyenne) correspond bien, au Cernil, à la mortalité estimée au Mont Crosin alors que l'activité observée est semblable à celle du Jean Brenin (proche du Mont Crosin).

Afin de se rendre compte de la mortalité attendue de l'ensemble du parc éolien, chaque éolienne peut être associée à l'activité d'un site suivant son emplacement et son milieu. Le secteur nord-est comprenant les éoliennes T6 et T7 n'ayant pas fait l'objet d'un échantillonnage spécifique, il est délicat d'estimer le risque de mortalité. En raison de sa structure paysagère générale, nous faisons l'hypothèse que l'activité chiroptérologique y est comparable à celle rencontrée au Cernil tout comme l'éolienne T4 qui est au croisé de milieux comparables au Pâturage du Droit et du Chalet.

Eoliennes projetées	Site associé	Mortalité minimum attendue	Mortalité maximum attendue	Mortalité d'après le Mont Crosin
T1	Loge	16	64	25-55
T2	Pâturage du Droit	6	23	10-22
T3	Chalet_48m	1	3	1-2
T4	Cernil	3	11	5-11
T5	Pâturage du Droit	6	23	10-22
T6	Cernil ?	3	11	5-11
T7	Cernil ?	3	11	5-11
Total		38	146	61-134

Tableau 6 : Estimation de mortalité annuelle attendue sur l'ensemble du parc. D'après la physiologie paysagère, les éoliennes T6 et T7 ont été rattachées au site du Cernil.

5.2 EFFET SUR LES POPULATIONS UTILISANT LE SITE COMME TERRAIN DE CHASSE

L'indice d'activité étant plus élevé pour la majorité des sites durant la période estivale (mai-août, à l'exception de La Loge, où il s'agit très vraisemblablement de pipistrelles « locales »), nous estimons que le risque de mortalité est le plus élevé pour les populations régionales fréquentant le périmètre de Tramelan. **Les colonies occupant donc le périmètre du projet ou situées à proximité immédiate de celui-ci (zone de fort impact) sont les plus menacées.** On peut en effet considérer qu'un pourcentage important de leurs terrains de chasse est situé dans le périmètre du projet.

Les zones bien structurées (pâturages boisés, lisières, arbres isolés,..) sont les plus utilisées. La répartition géographique peut même faire penser à un passage régulier entre les colonies du village de Tramelan et l'étang de pêche des Reussilles par le site de la Loge.

D'après les données récoltées, le risque porte principalement sur les populations de Pipistrelle commune et de Sérotine boréale. Le tableau ci-dessous résume la mortalité attendue pour chacune de ces deux espèces, comparée à la production de jeunes estimée (hypothèse : les populations régionales de ces 2 espèces sont en équilibre à moyen terme).

	% des Pipistrelloïdes et des Nyctaloides	% Pipistrelles communes et des Sérotines boréales	Mortalité totale attendue pour toutes les espèces d'après estimation		Mortalité attendue par espèce d'après proportion		Reproduction estimée d'après la population connue	% Mortalité attendue par rapport à la reproduction estimée	
			Minimum	Maximum	Minimum	Maximum		Minimum	Maximum
Pipistrelle commune	71%	60%			22.8	87.6	325	7.0%	27.0%
Sérotine boréale	21%	15%	38	146	5.7	21.9	70	8.1%	31.3%

Tableau 7 : Mortalité estimée pour les principales espèces et effet sur leur population. Rappel : les pourcentages donnés pour les deux espèces se rapportent au nombre de contacts enregistrés. Ils ne peuvent être étendus sans autre à l'activité de chaque espèce sur le site, et encore moins à sa fréquence.

La dynamique de population étant très faible (un jeune par année, stratégie K), nous considérons que, avec une mortalité induite par les éoliennes de 7 à 30 % de la reproduction annuelle, **l'impact attendu sur la population régionale de ces deux espèces est très fort.** Il faut en outre tenir compte du fait que cet impact sur les populations de ces deux espèces s'exercerait sur le long terme, et pourrait être amplifié par la construction d'autres parcs dans la même région.

La Sérotine boréale est considérée comme une espèce patrimoniale pour l'Arc jurassien où ses populations atteignent des densités remarquables. Elle figure dans la liste des espèces prioritaires de l'OFEV comme une espèce à très haute priorité. Dans le programme 2012-2015 de l'OFEV pour le canton de Berne, elle est mentionnée comme espèce méritant une préoccupation particulière et la nécessité de recherches et d'un suivi.

La perte ou la modification de terrain de chasse est également possible. L'activité observée au sol montre une utilisation moyenne à forte des milieux structurés et de bonne qualité biologique alors que les milieux ouverts et sur lesquels l'exploitation agricole est plus intensive sont délaissés. Une modification de ces milieux (défrichement, enrichissement du sol en raison d'une meilleure accessibilité,...) aurait certainement un effet négatif, mais non quantifiable sur chauves-souris.

Les impacts sur les chauves-souris durant la phase de construction ainsi que ceux permanents dus aux constructions autres que les éoliennes n'ont pas été analysés en détail. Leur ampleur et leur impact sur les chauves-souris apparaissent de prime abord limités.

5.3 **EFFET SUR LES CHAUVES-SOURIS TRAVERSANT LE SITE (MIGRATION)**

Les données actuelles ne nous permettent pas de nous prononcer de manière fiable sur l'intensité de l'activité migratoire, surtout en raison du fait que les mesures ont été effectuées à basse altitude. Globalement, l'indice d'activité étant plus faible sur l'ensemble des sites (à l'exception du site de la Loge) pour les périodes migratoires (mars-mai et septembre-octobre) ne fait pas penser à une activité migratoire particulière dans le périmètre de Tramelan. Sur ces bases, nous estimons donc que **cet impact est faible**. Un suivi à plus haute altitude devra confirmer cette hypothèse.

5.4 **EFFET SUR LES CHAUVES-SOURIS FRÉQUENTANT LE SITE DURANT L'AUTOMNE**

Un seul site de swarming (essaimage) est connu dans le périmètre proche. Aucune recherche spécifique sur toutes les grottes n'ayant été menée, on ne peut pas exclure la présence d'autres sites. Toutefois, les autres grottes connues dans la région sont de petite taille, ce qui est défavorable au swarming selon l'expérience actuelle. La seule grotte de grande taille, le Creux d'Entier (périmètre éloigné), a priori favorable au swarming, n'a pas révélé une grande activité. Comme mentionné plus haut, la quasi-totalité des espèces observées à la Narine de Bœuf ont rarement été signalées comme victimes des éoliennes en Europe. On relèvera enfin que l'activité observée en altitude durant la période automnale n'est pas plus élevée.

En résumé, nous estimons que **le risque d'impact notable du projet sur un site de swarming important est faible**.

6 MESURES

L'impact principal étant la mort de chauves-souris, les mesures doivent donc viser principalement à empêcher ou diminuer cet effet. Une éventuelle compensation n'intervient qu'en seconde priorité. Les collisions n'ayant semble-t-il lieu que lorsque les éoliennes fonctionnent, l'empêchement de toute mortalité entraînerait l'arrêt de celles-ci durant toutes les nuits d'avril à novembre, une durée certainement trop importante pour maintenir leur rentabilité. Il est cependant possible, sur la base des données acquises au cours de l'EIE, de diminuer la durée de ces périodes d'interruption.

Les mesures à développer, par ordre de priorité, sont théoriquement les suivantes :

- 1) diminuer le nombre de chauves-souris tuées sur le site ;
- 2) compenser la mortalité sur le site par une augmentation du succès de la reproduction ailleurs ;
- 3) compenser la mortalité sur le site par une diminution de la mortalité ailleurs (gîtes de reproduction ou d'hivernage, zone de transit) ;

6.1 DIMINUTION DE LA MORTALITÉ (PAR SECTEUR)

Un impact, même faible, sur ces populations ayant une dynamique d'adaptation lente (stratégie K) peut vite s'avérer dommageable. L'estimation de l'intensité de l'impact que nous avons faite au chapitre précédent repose sur de nombreuses incertitudes, dont il faut tenir compte dans les mesures proposées.

Cette réduction visera prioritairement l'activité de chasse, du fait que la migration semble secondaire dans le périmètre. Les mesures appliquées pour limiter les pertes durant l'activité de chasse seront d'ailleurs également profitables à une éventuelle activité migratoire.

L'activité des chauves-souris est fortement influencée par l'heure, la saison et les conditions météorologiques. On sait ainsi que l'activité est réduite ou nulle :

- durant l'hibernation ;
- de jour ;
- par forte pluie continue, fort vent ou faible température.

On peut donc raisonnablement penser qu'une interruption du fonctionnement des éoliennes en lien avec les conditions météorologiques réduira notablement les pertes. Baerwald et al. (2009) et Behr et al. (2009) l'ont montré en ce qui concerne la vitesse du vent. Les mesures concomitantes de l'activité et des conditions météorologiques effectuées à Tramelan permettent d'estimer les paramètres propres à chaque site de manière plus ou moins satisfaisante. La saison, l'heure et la température permettent de déterminer les périodes durant lesquelles l'activité des chauves-souris est nulle ou très faible, alors qu'en fixant une vitesse limite de vent en deçà de laquelle les éoliennes ne doivent pas fonctionner permet de déterminer un pourcentage de diminution du risque.

Les courbes d'activité et de vitesse du vent présentées au ch. 3.1.4 sont utilisées à cet effet.

Pour faciliter la compréhension du développement ci-dessous, le raisonnement sous-jacent peut être résumé de la manière suivante :

Plusieurs scénarios de définition de la vitesse limite sont étudiés pour chaque site de mesure, et la mortalité attendue est estimée. Sur cette base, pour chacun d'eux, une appréciation d'expert propose une valeur limite de vent, associée à une mortalité attendue.

Chaque éolienne étant simulée par un site de mesure (voir tableau Tableau 6) une mortalité moyenne peut être donnée comme objectif. Il est ainsi possible d'estimer la mortalité attendue (fixée comme objectif maximal), et de la comparer aux données de populations disponibles pour voir si elle est supportable.

SCENARIO « OBJECTIF MINIMAL OFEV »

Les recommandations provisoires de l'OFEV indiquent que la réduction du risque devrait d'être d'au moins 80 %. Il s'agit d'un minimum applicable à des sites ne présentant pas de gros problème, ce qui est loin d'être partout le cas à Tramelan. Appliqué à l'ensemble des sites, il devrait constituer la borne inférieure de la mesure.

SCENARIO « OBJECTIF EXEMPLAIRE »

Ici, on vise à ce que la mortalité annuelle de chaque éolienne ne dépasse pas 1-2 chauves-souris. Dans ce cas, l'impact du parc serait équivalent à celui d'un site entièrement peu problématique. On l'admettra comme borne supérieure.

Les résultats de ces deux tableaux apparaissent dans le tableau ci-dessous :

Sites	Contacts annuels	Mortalité annuelle attendue (nb)		Scénario "minimal"			Scénario "exemplaire"			
				Objectif: mortalité (nb) et réduction de risque (%)			Objectif: mortalité (nb) et réduction de risque (%)			
Cernil	535	3	11	80%	0.6	2.2	1	2	90.9%	33.3%
Loge	3192	16	64	80%	3.2	12.8	1	2	98.4%	87.5%
Pâturage du Droit	1129	6	23	80%	1.2	4.6	1	2	95.7%	66.7%
Chalet (haut du mâât)	148	1	3	80%	0.2	0.6	1	2	66.7%	0.0%
Chalet (bas du mâât)	193	1	4	80%	0.2	0.8	1	2	75.0%	0.0%

Tableau 8 : Mortalité attendue et réduction de la mortalité selon divers objectifs / scénarii . Rappel : il s'agit d'une mortalité moyenne.

Sur la base des objectifs de réduction de la mortalité en %, les valeurs de vent ont été déduites des courbes du ch. 3.1.4. Un troisième scénario est proposé pour les sites de la Loge et du Pâturage du Droit. En effet, sur ces sites les courbes d'activité chiroptérologique et de vent sont superposées, ce qui semblerait indiquer une absence d'influence du vent ! Nous émettons l'hypothèse que les mesures ayant été effectuées à 17 m, les appareils placés entre les arbres étaient largement à l'abri du vent. Il faudrait donc utiliser la courbe d'activité chiroptérologique des sites dégagés (Cernil et Chalet), mais avec un objectif de réduction des risques de, par exemple, 95 %, respectivement 90 % pour tenir compte de l'activité très forte enregistrée à ces endroits et de la forte incertitude liée à l'hypothèse de départ. Nous appellerons ce scénario « corrigé ».

Enfin, à l'aide de la littérature et de notre connaissance de terrain, et sur la base de ces 3 scénarii, nous proposons pour chaque site une valeur limite de vent en dessous de laquelle les éoliennes devraient être arrêtées (valeur « proposée »).

Sur la base de ces considérations, les valeurs limites de vents associées à ces différents scénarios sont données dans le tableau ci-dessous :

Scénarios	Vent (m/s) selon objectif de réduction de mortalité				
	Minimal	Exemplaire		Proposé (Expert)	
Sites	80%	1-2 cadavres		"abri vent"	
Cernil	4.4	2.8	5.3	-	4.5
Loge	6.5	7.2	10.0	6.3	6.5
Pâturage du Droit	6.5	5.2	8.8	5.5	5.5
Chalet (haut du mât)	4.9	0.0	4.3	-	4.0
Chalet (bas du mât)	4.8	0.0	4.6	-	4.5

Tableau 9 : Limitations du fonctionnement des éoliennes définies par sites et pour différents scénarios.

On se souviendra que dans ces calculs les incertitudes suivantes ne sont pas prises en compte :

- La portée des enregistreurs est estimée à 30 à 50 m, et varie suivant les conditions météorologiques et l'usure du matériel ; elle diminue au cours des mesures et de ce fait l'indice d'activité mesuré diminue également.
- Le comportement des chauves-souris dans le nouveau paysage « éolien » est très mal connu : dans certains cas, il est possible qu'elles soient attirées par les éoliennes.
- Une faible activité est possible durant le jour ou l'hiver ; nous n'en avons pas tenu compte.
- Les estimations de mortalité sont malheureusement basées sur plusieurs hypothèses non vérifiées et des différences méthodologiques selon la littérature non vérifiables.

La mortalité attendue liée aux scénarios ci-dessus est résumée dans le tableau ci-dessous :

Eoliennes projetées	Site associé	Mortalité à atteindre selon objectif					
		Scénario minimal (réduction 80%)		Scénario exemplaire		Scénario proposé ("expert")	
T1	Loge	3.2	12.8	1	2	1	4
T2	Pâturage du Droit	1.2	4.6	1	2	1	4
T3	Chalet_48m	0.2	0.6	0.2	0.6	1	2
T4	Cernil	0.6	2.2	0.6	2	1	2
T5	Pâturage du Droit	1.2	4.6	1	2	1	4
T6	Cernil ?	0.6	2.2	0.6	2	1	2
T7	Cernil ?	0.6	2.2	0.6	2	1	2
Total		7.6	29.2	5	12.6	7	20

Tableau 10 : Mortalité liée à différents scénarios pour chaque éolienne, et mortalité attendue totale pour le parc.

La mortalité donnée dans le scénario « minimal » et « exemplaire » est une mortalité « calculée ». Dans le scénario « proposé », un calcul est trop hasardeux pour les sites « Loge » et « Pâturage du Droit ». La mortalité estimée doit donc être comprise comme l'objectif à atteindre par la mesure.

Le scénario proposé est une mortalité annuelle moyenne ne dépassant pas 7 à 20 individus pour l'ensemble du parc. Les objectifs partiels assignés à chaque éolienne sont donnés à titre indicatif, un dépassement de l'un pouvant être compensé par un meilleur résultat sur un autre.

Avec la mise en œuvre du scénario « proposé », les impacts attendus sur les populations locales de Pipistrelle commune et de Sérotine boréale sont les suivants :

	Reproduction estimée d'après population connue	Scénario proposé (Expert) -> effet supposé sur population			
		Minimum	Maximum	%min	%max
Pipistrelle commune	325	4.2	12	1.3%	3.7%
Sérotine boréale	70	1.1	3	1.5%	4.3%

La mortalité attendue correspond à 1.5 à 4.5 % de la reproduction annuelle estimée. Cette proportion nous semble acceptable si elle est compensée par différentes mesures, décrites plus loin.

La réalisation de cette mesure devra s'accompagner d'un suivi de la mise en œuvre et d'un contrôle des résultats obtenus (voir ci-dessous ch. 6.3). Au besoin, les conditions d'exploitations devront être adaptées. De manière à ce que l'impact maximal de la mesure sur la productivité des machines puisse être estimé par le requérant, une valeur maximale de vitesse de vent doit être précisée. Le tableau ci-dessus donne pour chaque éolienne la vitesse limite initiale (au moment de la mise en œuvre de la mesure, correspondant au scénario « proposé »), ainsi que la vitesse limite d'adaptation exigible si l'objectif n'est pas atteint (limite maximale).

Eoliennes projetées		Activité mesurée ou estimé	Impact attendu sans mesure	Vitesse limite de fonctionnement selon objectif scénario proposé (limite initiale)	Impact attendu avec mesure	Vitesse limite maximum de fonctionnement après suivi des mesures
Site associé						
T1	Loge	Très forte	Très élevé	6.5	Moyen à Faible	6.5
T2	Pâturage du Droit	Forte	Elevé	5.5	Moyen à Faible	6.5
T3	Chalet_48m	Faible	Faible	4.0	Faible	6.5
T4	Cernil	Moyenne	Moyen	4.5	Faible	6.5
T5	Pâturage du Droit	Forte	Elevé	5.5	Moyen à Faible	6.5
T6	Cernil?	?	?	5.5	Moyen à Faible	6.5
T7	Cernil?	?	?	5.5	Moyen à Faible	6.5

Tableau 11. Vitesse limite initiale de fonctionnement et vitesse maximum exigible pour chaque éolienne.

Ainsi, si les objectifs du scénario « proposé » sont atteints, nous estimons que les impacts résiduels seront globalement faibles.

Cette règle de la vitesse limite peut être suspendue lorsque la température est égale ou inférieure à 5 °C, ainsi que durant la journée (entre le lever et le coucher du soleil) et durant les mois de novembre à mars inclus (dès mi-mars si les températures sont anormalement élevées). L'ensemble des conditions de fonctionnement (saison, heure, vitesse du vent, etc.) est appelé ci-dessous **algorithme de fonctionnement**

Le détail de cette mesure est décrit dans la fiche « CHS-I (n° 5.12.1.5a) : Algorithme de fonctionnement (mesure d'interruption temporaire de fonctionnement) en annexe.

Les calculs de mortalité et la réduction de mortalité par l'arrêt de fonctionnement des machines lié à la vitesse du vent sont basés sur des estimations. Néanmoins, certaines mesures complémentaires peuvent limiter l'activité des chauves-souris aux abords des éoliennes projetées et donc réduire le risque de mortalité influençant les conditions de fonctionnement.

- Les chauves-souris sont attirées par les concentrations d'insectes, elles-mêmes favorisées par la présence de lumière. Il convient donc d'éviter absolument

l'éclairage des éoliennes (de même que la porte d'entrée) - sous réserve des normes de sécurité aérienne – et surtout la lumière blanche.

- La présence de prairies extensives ainsi que de pièces d'eau (étangs, etc...) favorise aussi la concentration des chauves-souris. Leurs créations, faisant suite à des mesures de compensation, sont à éviter dans le périmètre d'implantation ou doivent se situer à bonnes distances des éoliennes.
- La distance à la forêt semble aussi un facteur important pour l'activité des chauves-souris. Les recommandations européennes prescrivent d'éloigner les éoliennes d'une distance de 200 m des structures arborisées. Il est donc conseillé, dans la mesure du possible, de suivre cette recommandation.

6.2 MESURES DE COMPENSATION

Une certaine mortalité, même minimale, ne peut pas être empêchée. Il convient donc de la compenser. Le projet de recommandation de l'OFEV met l'accent sur les mesures favorisant la reproduction ou diminuant la mortalité, principalement sur les sites de concentration de chauves-souris : colonies de reproduction, gîtes intermédiaires ou d'hibernation, sites de swarming.

A Tramelan, la situation de la colonie de Sérotine boréale n'est pas satisfaisante ; en effet, en été des jeunes s'échappent fréquemment de la colonie située dans les combles et parviennent dans les corridors de l'immeuble où, privés de leur mère, ils meurent. Une modification des combles permettrait certainement d'améliorer notablement cette situation. -> **Mesure CHS-II (n° 5.12.1.6) : « Modification des combles de la colonie d'*Eptesicus nilssonii* de Tramelan »**

La deuxième espèce subissant des impacts, la Pipistrelle commune, dispose de nombreuses colonies dans les localités de la région. Elle est souvent moins fidèle à ses gîtes que la Sérotine boréale, mais il arrive que les propriétaires de bâtiments abritant cette espèce soient dérangés par ces mammifères, ou que les modifications qu'ils souhaitent apporter à leur immeuble soit de nature à remettre en question l'existence d'une colonie. Dans ces cas, des aménagements simples permettent souvent de régler le problème, mais les moyens financiers font parfois défaut. Des actions concrètes permettant de diminuer efficacement la mortalité ou de favoriser la reproduction de cette espèce ou d'autres espèces régionales devraient également pouvoir être soutenues. Aucun cas concret n'est connu actuellement dans la région aussi nous proposons la constitution d'une réserve financière, utilisable par le canton, pour apporter une solution concrète, rapide et pragmatique à ce type de problème dans la région, durant la durée de vie du parc. -> **Mesure CHS-III (n°5.12.1.7) : « Mesures constructives permettant le maintien de colonies »**

6.3 SUIVI DE L'EFFICACITÉ DES MESURES

Le suivi des mesures doit permettre de vérifier que les mesures ont bien été mises en œuvres comme prévu et qu'elles ont permis d'atteindre les objectifs fixés. Ce suivi est particulièrement important dans le cas des parcs éoliens puisque de nombreuses incertitudes entachent la définition des mesures et qu'on dispose pour l'instant de très peu d'expérience sur l'étendue de leur efficacité.

Le suivi des mesures peut être décomposé en 3 phases :

- 1) La mesure a-t-elle été convenablement mise en œuvre ?
- 2) La mesure a-t-elle à court et moyen terme l'effet escompté ?
- 3) L'objectif général d'absence d'impact important à long terme est-il atteint ?

6.3.1 **Suivi de la mise en œuvre**

Les mesures devront être planifiées et leur mise en œuvre accompagnée par des spécialistes des différents domaines déterminants (chiroptérologue, spécialiste ultrasons, fabricant des appareils de mesures, fabricant de l'éolienne).

Les mesures devraient être fonctionnelles ou réalisées avec les délais suivants :

- Mesure 1 : Mesure d'interruption temporaire de fonctionnement : au moment de la mise en fonction des éoliennes.
- Mesure 2 : Modification des combles de la BCB à Tramelan : au moment de la mise en exploitation du parc.
- Mesure 3 : Mesure constructive permettant le maintien de colonies » : Dès la mise en fonction des éoliennes.

6.3.2 **Suivi de l'efficacité à court et moyen terme**

L'objectif est de vérifier que les buts de la CHS I : « Mesure d'interruption temporaire de fonctionnement » ont bien été atteints et donc que la mortalité supplémentaire causée aux chauves-souris est suffisamment basse.

Contrôle de l'efficacité CHS-I (n°5.12.1.5b) : Echantillonnage bioacoustique depuis les nacelles

Suivi de l'activité depuis la nacelle des éoliennes au moyen d'un détecteur de type batcorder ou équivalent :

- sur toutes les machines construites ou au minimum sur la moitié d'entre elles ;
- mesure simultanée des conditions météorologiques (sur chaque emplacement) ;
- période de mesure : de mars à octobre inclus;
- durée : 3 années complètes;
- les détails techniques seront définis au moment de la mise en œuvre (les moyens disponibles sont actuellement en évolution constante).

L'algorithme de fonctionnement de chaque machine sera adapté en fonction des résultats obtenus (exigences de l'algorithme abaissées ou renforcées jusqu'à concurrence des limites définies) sur elle. L'algorithme des machines non testées sera l'algorithme le plus exigeant des machines testées.

6.3.3 **Suivi de l'efficacité à moyen et long terme**

L'évaluation de l'impact à long terme n'est pas déterminable sans engager des moyens lourds. Pour cette raison, une approche pragmatique sous forme d'indice est proposée. Son efficacité et son intérêt dépendent de sa mise en œuvre sur plusieurs parcs éoliens.

Contrôle de l'efficacité CHS-I (n°5.12.1.5c) : Evaluation de la fréquentation globale du site (diversité spécifique).

Renouvellement d'un échantillonnage bioacoustique à partir du sol (méthode « liste rouge ») entre 5 et 10 ans après la construction du parc. Comparaison avec l'indice obtenu lors de l'étude d'impact.

Contrôle de l'efficacité CHS-I (n°5.12.1.5d) : Suivi de l'évolution des colonies

Les effectifs de 3 colonies seront estimés par comptage à l'envol annuellement durant les 10 années suivant la mise en fonction des éoliennes. Sur la base de ces résultats, et de l'amélioration des connaissances internationales, on déterminera les objectifs ont bien été atteints et si de nouvelles mesures sont nécessaires et économiquement supportables.

7 RÉSUMÉ DE L'ENSEMBLE DES INVESTIGATIONS POUR LE RAPPORT D'IMPACT

7.1 ETAT INITIAL

Le présent rapport résume l'essentiel des observations faites pour cette étude.

7.1.1 Méthodologie

L'état initial sur le périmètre du projet a été étudié sur la base des recommandations provisoire (projet) de l'OFEV au moyen d'un échantillonnage bioacoustique au sol (type « liste rouge », 10 points d'échantillonnage, réalisé en 2010), et d'un échantillonnage bioacoustique en altitude (4 mâts de 17 à 48 m), réalisé entre juillet 2010 et juillet 2011. Dans cette dernière méthode, les hauteurs de mesure recommandées ont malheureusement rarement pu être atteintes, et la répartition des points d'échantillonnage n'a pas été optimale par rapport au projet finalement présenté. La durée des investigations est par contre satisfaisante.

Sur le site, les données météorologiques ont pu être récoltées durant la fin de l'été et l'automne 2010, aucune donnée n'étant disponible pour 2011.

A proximité du projet un suivi de quelques colonies a été réalisé. Aucune capture, recherche/contrôle de cavité ou recherche de colonies n'ayant été jugées nécessaires.

7.1.2 Sur le site

La diversité spécifique, avec 13 espèces certifiées, est sans doute dans la moyenne supérieure des sites semblables des crêtes jurassiennes. Les espèces principales sont la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*), avec plus de 60 % des contacts, et la Sérotine boréale (*Eptesicus nilssonii*). Ensemble, la part de ces deux espèces dépasse certainement 75 %. Des colonies de ces deux espèces sont connues à Tramelan et dans les villages voisins.

En comparaison jurassienne, l'activité mesurée en altitude sur des mâts, est très hétérogène ; faible à un endroit (en moyenne 1 contact par nuit), moyenne à un autre (2-3/nuit), elle est forte à très forte aux deux derniers (6-16/nuit). La bonne richesse structurelle du milieu et une altitude de mesure trop faible pourraient en partie expliquer ces derniers chiffres.

A l'endroit dégagé et échantillonné à 48m, l'activité chiroptérologique, en général faible, montre une nette préférence pour des vitesses de vent inférieures à 5 m/s. Aux endroits abrités et mesurés à 17 m (activité forte à très forte), aucune préférence n'est apparente.

L'activité est enfin extrêmement variable de nuit en nuit, partiellement explicable par l'heure, la saison, la vitesse du vent et la température. Aucun contact n'est enregistré durant de nombreuses nuits.

7.1.3 **Au voisinage du site**

Le village de Tramelan abrite une colonie de Sérotine boréale de taille moyenne pour la région, ainsi qu'au moins une colonie de Pipistrelle commune. La Sérotine boréale est considérée comme espèce patrimoniale particulière pour l'Arc jurassien, où ses populations atteignent des densités élevées. Elle apparaît comme une espèce à très haute priorité nationale dans la liste des espèces prioritaires de l'OFEV. D'autres colonies de cette espèce, ainsi que d'Oreillard (*Plecotus auritus*) sont connues ou suspectées dans les villages voisins, sans que leurs populations ne se distinguent a priori de celles de la région. Un site de swarming d'importance régionale est connu à proximité du périmètre du projet.

7.2 **EFFETS DU PROJET**

L'effet du projet est très difficile à prévoir avec précision, et encore plus son influence sur les populations.

L'impact est considéré comme **nul ou très faible** durant la **phase de réalisation**.

Durant la phase d'exploitation, on s'attend à **une mortalité accrue surtout pour la Pipistrelle commune et la Sérotine boréale**. Sans mesure particulière, cet impact est considéré comme très fort.

D'autres parcs éoliens sont planifiés dans la même région. Le cumul de risque lié à ces projets n'est cependant pas considéré dans ce rapport.

7.3 **MESURES**

Mesure de limitation des impacts

L'objectif principal est la **réduction de la mortalité** liée au fonctionnement des machines. La mesure principale est une **réduction des périodes de fonctionnement** en fonction des conditions météorologiques (**vitesse du vent** principalement, fonctionnement sous condition en-dessous d'une certaine limite), de l'heure et de la saison. L'algorithme de fonctionnement sera propre à chaque machine (mesure CHS-I, n° 5.12.1.5a), et optimisé durant une phase de suivi de l'efficacité (voir résumé Tableau 12, page 40).

Suivi de l'efficacité

Il est indispensable de vérifier que la mesure de limitation des impacts permet d'atteindre à court et moyen terme les objectifs fixés pour la réduction de la mortalité. La mesure consiste en un **suivi de l'activité sur tout ou partie des machines** durant 3 années complètes. Sur la base de ces résultats, l'algorithme de fonctionnement pourra être adapté dans un sens ou dans l'autre. Une vitesse maximale d'interruption est toutefois fixée pour le vent (mesure CHS-I, n°5.12.1.5b).

A long terme, les mesures de suivi portent sur un **monitoring** des effectifs de trois **colonies** pendant dix ans et sur une répétition de l'inventaire au sol (liste rouge) entre 5 et 10 ans après la construction du parc (mesures CHS-I, n°5.12.1.5c et n°5.12.1.5d).

Sur la base de ces résultats, et de l'amélioration des connaissances internationales, on déterminera si de nouvelles mesures sont nécessaires et économiquement supportables.

Mesures de compensation

Deux mesures de compensation sont demandées : **aménagement d'une colonie** à Tramelan (mesures CHS-II 5.13.1.4) et constitution d'une « **réserve financière** » pour des interventions permettant d'aménager ou de conserver des gîtes (mesures CHS-III 5.13.1.5).

Si ces mesures sont mises en œuvre, l'impact du parc éolien sur les chauves-souris peut être considéré comme globalement faible.

Eoliennes projetées	Activité chauves-souris mesurée ou estimé	Impact attendu sans mesure	Vitesse limite (m/s) de fonctionnement (vitesse initiale)	Mortalité (min et max) attendue (un maximal de 20 cadavres est jugé compensable)	Impact attendu avec mesure	Vitesse limite (m/s) maximum de fonctionnement après suivi des mesures	
T1	Très forte	Très élevé	6.5	1	4	Moyen à Faible	
T2	Forte	Elevé	5.5	1	4	Moyen à Faible	
T3	Faible	Faible	4.0	1	2	Faible	
T4	Moyenne	Moyen	4.5	1	2	Faible	
T5	Forte	Elevé	5.5	1	4	Moyen à Faible	
T6	?	?	5.5	1	2	Moyen à Faible	
T7	?	?	5.5	1	2	Moyen à Faible	
Total (7 éoliennes)				7	20	Moyen à Faible	Moyenne max 6.5 m/s

Tableau 12 : Résumé de vitesse limite de fonctionnement des éoliennes et objectif de mortalité prévu d'après les relevés des activité des chauves-souris.

8 REMARQUES FINALES

La détermination de l'impact d'un projet éolien sur les chauves-souris est complexe et sujette à de nombreuses incertitudes. Les données de référence et des expériences pratiques manquent encore largement. A Tramelan, la qualité de certaines des données disponibles rend cette estimation encore plus difficile.

A Tramelan, deux espèces sont particulièrement touchées : la Pipistrelle commune et la Sérotine boréale, cette dernière étant considérée comme espèce patrimoniale particulière pour l'Arc jurassien. Les chauves-souris sont toutes protégées, mais une mortalité limitée peut être admise si elle est compensée. Pour atteindre ce but, des mesures de limitation de l'exploitation sont indispensables ; elles devront être complétées par un suivi très soigné de leurs effets, ainsi que par leur éventuelle adaptation.

Moyennant ces conditions, nous estimons que le développement d'un parc éolien à Tramelan est compatible avec les exigences de la protection des chauves-souris.

De nombreuses lacunes subsistent encore dans le domaine des relations entre les éoliennes et les chauves-souris. C'est pourquoi il serait important que les données acquises au cours de telles études puissent être diffusées dans un cercle plus large afin de diminuer à l'avenir la marge d'incertitude dans le développement de tels projets.

BIBLIOGRAPHIE

Arthur L., Lemaire M., 2009. *Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*, collection Parthénope.

AVES ENVIRONNEMENT & GROUPE CHIROPTÈRES DE PROVENCE. 2010. *Parc éolien du Mas de Leuze, Saint-Martin-de-Crau (13) : étude de la mortalité des Chiroptères (17 mars – 27 novembre 2009) : version définitive, février 2010*. Arles, Aves Environnement. 31 p.

Baerwald E.F., Edworthy J., Holder M., Barclay M.R. 2009. *A Large-Scale Mitigation Experiment to Reduce Bat Fatalities at Wind Energy Facilities*, Journal of wildlife management 73(7) :1077-1081.

Barclay M.R., Baerwald E.F., Gruver J.C. – 2007 – Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities : assessing the effects of rotor size and tower height – Ca. J. Zool. 85 : 381-387 (2007). Behr, O. et al. 2009. *Einsatz akustischer Aktivitätsmessungen zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisiko von Fledermäusen*, Fachtagung Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen.

BRINKMANN, R. ... [et al]. 2011. *Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisiko von Fledermäusen an Onshore-Windenergie-analagen*. Göttingen, Cuvillier Verlag. 470 p. (Umwelt und Raum ; n° 4).

COLLINS, J. & JONES, G. 2009. *Differences in bat activity in relation to bat detector height : implications for bat surveys at proposed windfarm sites*. Acta Chiropterologica 11(2): 343-350.

CORNUT, J. & VINCENT, S. 2010. *Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes*. Saint-Marcel-lès-Valence, LPO Drôme. 35 p.

Diez C., Helvesen O., Nill D. 2009. *L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du nord*.

Dürr T., Dubourg-Savage MJ. – in 14^e Meeting of the Advisory Committee – Doc. Eurobats.Ac14.9, 2009 Johnson, G.D., Perlik, M.K., Erickson, W.P., and Strickland, M.D. – 2004. *Bat activity, composition, and collision mortality at a large wind plant in Minnesota*, Wildl. Soc. Bull. 32: 1278–1288

Jones G., Cooper-Bohannon R., Barlow K., Parsons K., 2009. *Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat populations in Britain*.

Kunz T. H. et al. 2007. *Assessing Impacts of Wind-Energy Development on Nocturnally Active Birds and Bats: A Guidance Document*, Journal of Wildlife Management 71(8): 2449–2486.

LAGRANGE, H. ... [et al]. 2009. *Chirotec : bilan des tests d'asservissement sur le parc de Bouin*. Mèze, Biotope. 46 p.

- Leuzinger Y., Lugon A., Bontadina F., 2008. *Eoliennes en Suisse, Mortalité de chauves-souris*, Office fédéral de l'environnement (OFEV) et Office fédéral de l'énergie (OFEN).
- OLIVER BEHR, DANIELA EOER, ULRICH MARCKMANN, HOLGER METTE-CHRIST, NAOINE REISINGER, VOLKER RUNKEL und OTTO VON HELVERSEN, Erlangen. 2007. *Akustisches Monitoring im Rotorbereich von Windenergieanlagen und methodische Probleme beim Nachweis von Fledermaus-Schlagopfern - Ergebnisse aus Untersuchungen im mittleren und südlichen Schwarzwald*, Nyctalus (N.F.), Berlin 12 (2007), Heft 2-3, S. 115-127
- Patthey P., Maeder A., 2010. *Impact potentiel de l'implémentation de parc éolien sur les sites de « sur Grati » et de « Sainte-Croix » sur les populations de chauves-souris*.
- Prié, V. 2008. *Nouvelles approches pour l'étude des chauves-souris en altitude*, Symbioses no 21
- Rathey E., Glazot O. 2010. *Synthèse des données chiroptérologiques des mines de Baulmes et de certains gouffres du Jura*.
- Reichenbarch M., Steinborn H., Rahmel U., Ibach A. 2006 ? *Faunistisches Gutachten : Brutvögel und Fledermäuse im Bereich der geplanten Erweiterung des Windparks Westerburg /Charlottendorf Ost*, ARSU et Meyer & Rahmel GbR
- Reynolds R. S. 2009. *Pre-construction acoustic monitoring*, Mount Wachusett Community College
- RODRIGUES, L. ... [et al]. 2008. *Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens*. Bonn, UNEP/EUROBATS Secretariat. 55 p. (EUROBATS Publication Series ; 3).
- Runkel, Marckmann und Schuster. 2009. *Die automatische Rufanalyse mit dem batcorder-System*, Ecoobs – nov. 2009
- THOMAS GRUNWALD und FRANK SCHÄFER, Schöneberg/Hunsrück. 2007. *Aktivität von Fledermäusen im Rotorbereich von Windenergieanlagen an bestehenden WEA in Südwestdeutschland Teil 2: Ergebnisse*- Nyctalus (N.F.), Berlin 12 (2007), Heft 2-3, S. 182-198
- Sattler, T. & Bontadina, F. 2005. *L'évaluation écologique de deux secteurs d'activité des chauves-souris*, SWILD, Zürich

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1: Analyse semi-automatique

Annexe 2: Etapes détermination

Annexe 3: Suivi des relevés

Annexe 4: Activité en altitude

Annexe 5: Activité au sol

Annexe 6: Périmètre proche

Annexe 7: Répartition des contacts au cours du temps

Annexe 8 : Fiches de mesure

ANNEXE 1

Analyse semi-automatique

	Note technique		
Mandat:			
Dossier Objet:	Détermination semi-automatique Principe et biais de la méthode		
Type:			
Destinataire:		Envoi:	
Copie(s):		Dossier:	
Réalisation:	V. Uldry	Création:	06/02/2012
Visa:	C.Brossard	Réf: Analyse séquence batcorder.docx	

Annexe(s): Table de détermination

Contexte

Les analyses semi-automatiques des séquences provenant d'appareils automatiques sont utiles pour accéder à un grand nombre de données (analyse en continu sur plusieurs mois), prenant beaucoup trop de temps à un expert par une méthode manuelle. Ces analyses complexes se basent sur des séquences de référence de chauves-souris. Elles sont parfois associées à des « boîtes noires » et peuvent présenter de nombreux risques d'erreurs qu'il faut savoir identifier.

Enregistrement sur le terrain

La portée d'enregistrement varie selon les cris des espèces, mais aussi selon le calibrage de chaque appareil. Normalement, tous les appareils sont calibrés de la même manière. Par contre, comme tous les appareils électroniques, des changements de leur calibrage peuvent être observés au cours de leur durée de vie. *Les appareils doivent être ainsi recalibrés au moins une fois par année pour diminuer ces variations.* Ce calibrage influence quant à la réception des sons. Cette réception est aussi influencée par les conditions météorologiques (humidité, température,...).

Chaque appareil a été réglé d'une manière standard, suivant les conseils du fabricant (Quality 20; Seuil -27dB; Intervalles 400ms; Fréquence critique 16kHz). D'une part, cela répond aux limites techniques de l'appareil, mais cela permet aussi de faire un compromis entre par exemple la qualité des séquences et l'espace disponible sur la carte mémoire.

De la réception des sons dépend la qualité des séquences et donc du potentiel de détermination des espèces. Ainsi, on peut obtenir une quantité de séquences et une liste d'espèces différentes pour deux appareils fonctionnant au même endroit, au même moment !

Malgré ces biais, cette technique est à l'heure actuelle la mieux adaptée à un inventaire en continu de la faune chiroptérologique afin d'estimer l'indice d'activité et la diversité des espèces.

Principe de l'analyse semi-automatique

Les séquences reçues (en fichier .raw) sont d'abord classées dans le logiciel bcAdmin 2.0. Ce logiciel permet de repérer les cris présents dans les séquences. Ces cris doivent être suffisamment puissants pour être reconnus par le logiciel. Ainsi, une partie des séquences de chauves-souris n'est donc pas analysée, car les cris de la séquence ne sont pas assez forts. Elles sont définies comme « No Call » par le logiciel. Cela dépend surtout de la distance de l'animal lors de l'enregistrement et de la portée de ses cris qui influence sur la qualité de l'enregistrement.

Ces séquences sont ensuite analysées par le logiciel bcDiscriminator 1.14 qui pour chacun des cris de la séquence va lui associer un nom d'espèce avec un pourcentage de fiabilité. Si cette détermination n'est pas assez fiable pour le logiciel, le logiciel fera une détermination au niveau du groupe supérieur, réduisant ainsi les risques de mauvaise détermination. Ces séquences sont ensuite reprises par le logiciel bcAdmin 2.0 qui va, à l'aide du programme batident 1.02, donner une détermination d'espèces ainsi qu'un pourcentage de fiabilité d'après l'analyse des cris.

Sons parasites

Lors des enregistrements sur le terrain, l'appareil va enregistrer tous les ultrasons en dessus d'un seuil ; ici, le seuil est de 16kHz. Ces sons sont principalement des ultrasons de chauves-souris, mais il peut aussi s'agir de champ d'orthoptère (peu fréquent au dessus de 16kHz et à une certaine hauteur du sol), mais aussi surtout de bruit de fond dû au souffle du vent et/ou à l'entrechoc des câbles sur les mâts de mesure, par exemple.

Ces sons parasites sont en partie enlevés lors de l'analyse du logiciel bcAdmin 2.0, aussi sous le terme de « No Call ». Ainsi, il est dès lors incorrect d'associer le nombre de séquences enregistrées directement à un indice d'activité chiroptérologique. Malgré ce premier filtre, une partie de ces séquences parasites sont tout de même gardées et analysées par le deuxième logiciel, celui-ci donnant de toute façon une détermination, qui au pire se contentera de le définir comme « Spec ». D'autres erreurs peuvent arriver avec des sons très aigus qui peuvent être associés avec des Rhinolophes, par exemple.

Seul un contrôle manuel de TOUTES les séquences par un spécialiste peut enlever ces biais qui parfois peuvent représenter la moitié des séquences.

Mauvaises déterminations

Le logiciel analyse cri par cri la séquence pour la déterminer. Il compare ces cris avec des cris de référence de détermination confirmée. Malgré cela, certaines espèces s'identifient, non pas par un unique cri, mais par l'ensemble de la séquence de cris, tenant compte des changements de type de cris ainsi que de leur intervalle de fréquence. Il peut ainsi se produire des erreurs de détermination qui sont en partie contrôlées par le pourcentage de fiabilité.

Pour réduire ce risque, seules les séquences d'espèces assurées à 90% et plus pour les Pipistrelloïdes et 95% et plus pour les autres espèces ont été considérées comme exactes, les autres séquences étant attribuées au groupe taxonomique de rang supérieur.

Cependant, des erreurs d'interprétations peuvent encore subsister. Ainsi, une séquence d'Oreillard (un cri avec une harmonique plus aiguë) peut être assimilée à deux espèces chassant en même temps, cette détermination pouvant même être estimée comme sûre à 100% par le logiciel.

Seul un contrôle manuel de ces séquences par un spécialiste peut enlever ces types d'erreurs qui restent tout de même marginales.

Séquences tronquées

Le réglage standard de l'appareil permet un stockage plus important de données en réduisant par exemple l'intervalle (400ms) après lequel l'appareil va arrêter l'enregistrement et commencer une nouvelle séquence. Or, certaines chauves-souris, particulièrement les Nyctaloïdes, produisent souvent des cris avec un intervalle de plus de 400ms. Ces séquences de cris sont donc tronquées en plusieurs séquences. D'une part, ce problème multiplie le nombre de séquence et d'autre part, il ne permet plus d'analyser correctement l'ensemble des séquences pour une détermination sûre.

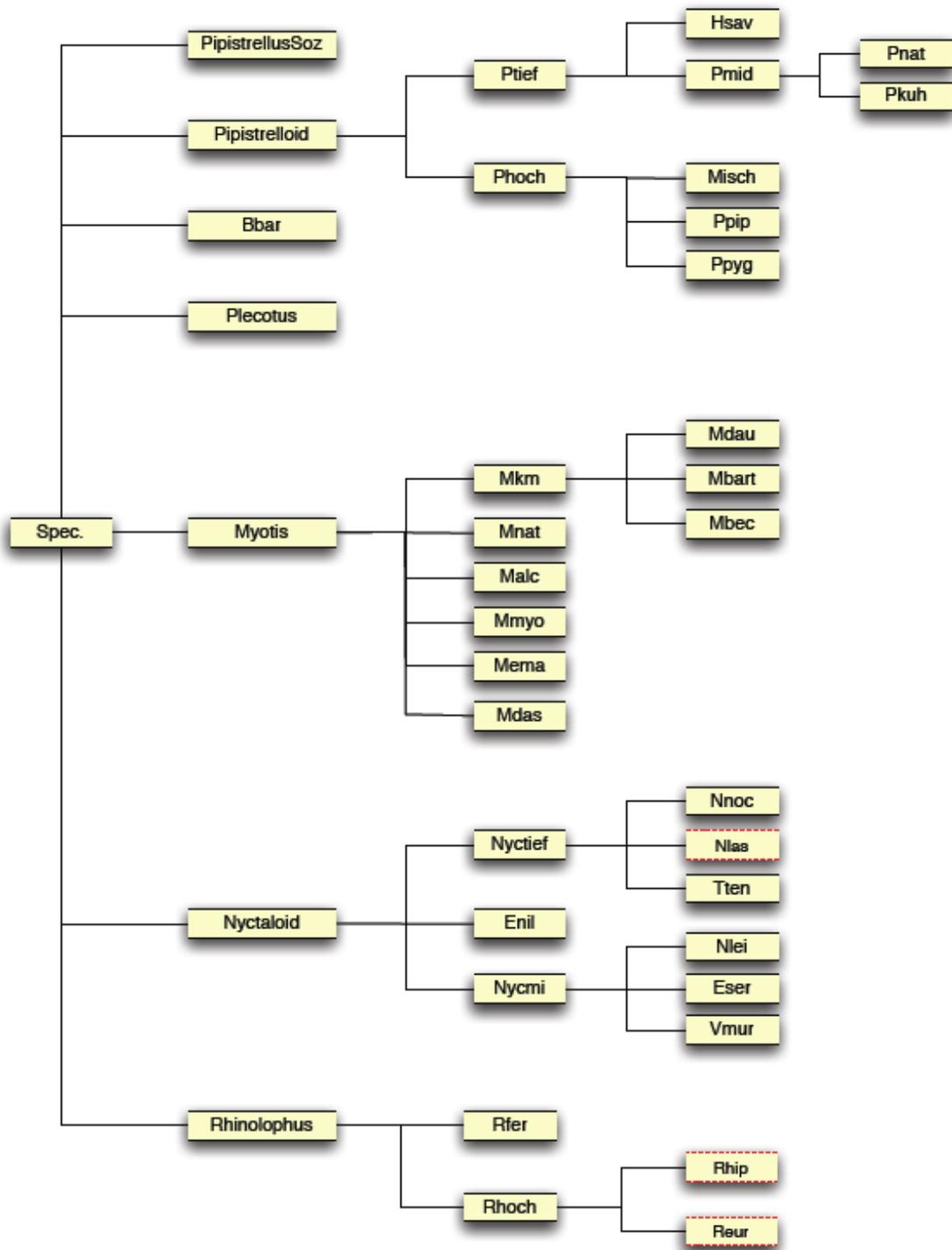
Il a été ainsi décidé de procéder à un regroupement des séquences par taxons et par tranche d'une minute, ce regroupement simplifiant l'information.

V .Uldry, 16.03.2011

ANNEXE 2

Etapas détermination

Etapas de détermination de batldent, d'après le mode d'emploi du programme



ANNEXE 3

Suivi des relevés

Dates de suivi des relevés Batcorder - Tramelan

2010

Juillet 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31



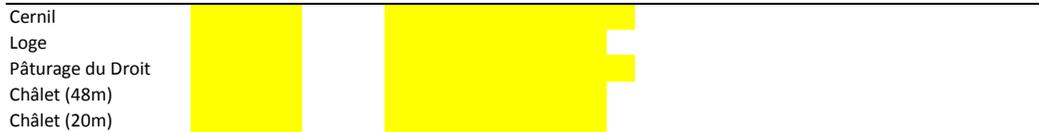
Août 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31



Septembre 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30



Octobre 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31



Novembre 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30



2011

Avril 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30



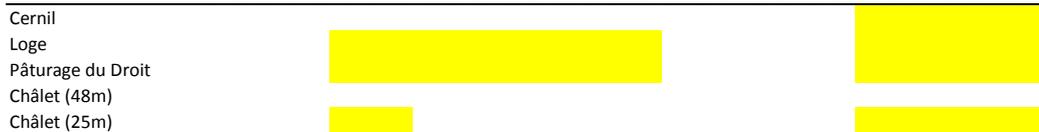
Mai 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31



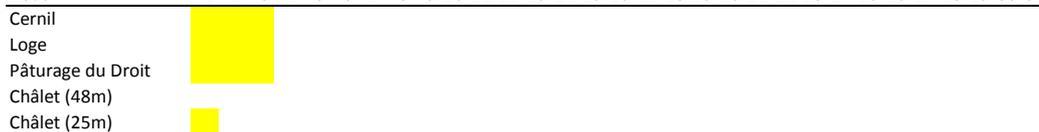
Juin 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30



Juillet 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

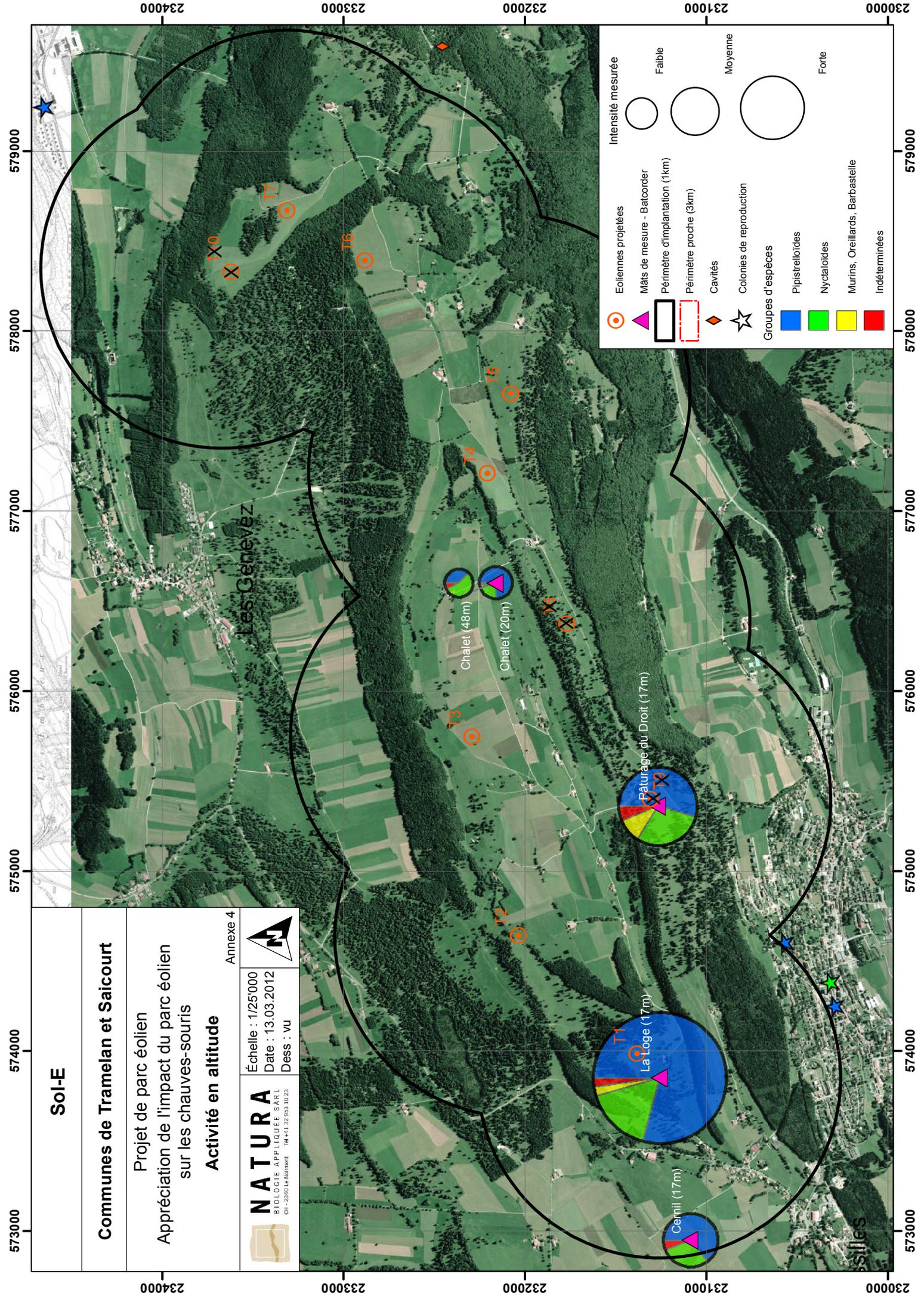


Août 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31



ANNEXE 4

Activité en altitude



Intensité mesurée

○ Faible
○ Moyenne
○ Forte

Eoliennes projetées

○ Mâts de mesure - Batcorder
 □ Périmètre d'implantation (1km)
 □ Périmètre proche (3km)
 ◆ Cavités
 ☆ Colonies de reproduction

Groupes d'espèces

■ Pipistrellidés
 ■ Nyctaloidés
 ■ Murins, Oreillards, Barbastelle
 ■ Indéterminées

SoI-E

Communes de Tramelan et Saicourt

Projet de parc éolien
 Appréciation de l'impact du parc éolien
 sur les chauves-souris

Activité en altitude

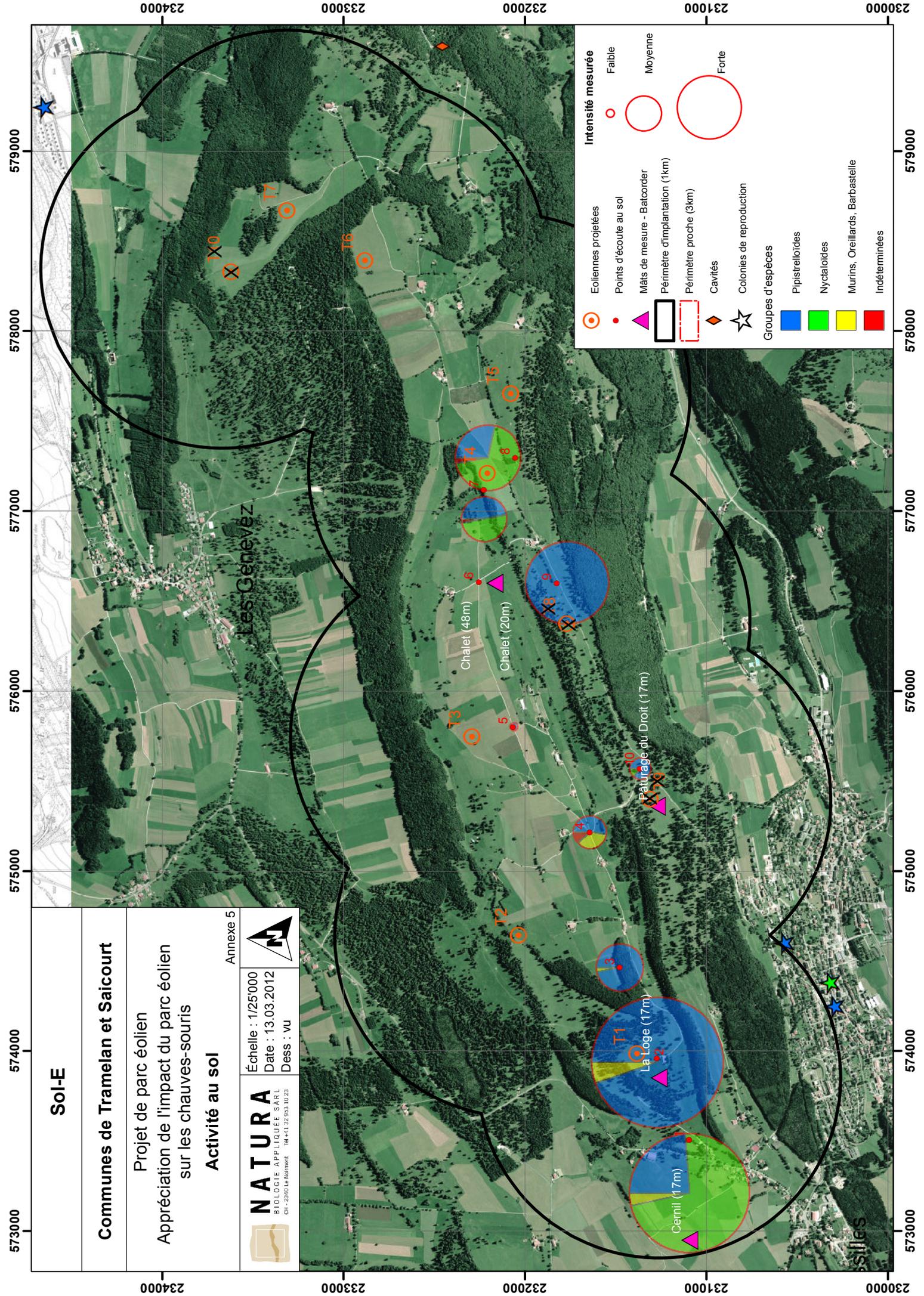
NATURA
 BIOLOGIE APPLIQUÉE SARL
 CH - 2340 Le Noirmont - Tél +41 32 953 10 23

Annexe 4

Echelle : 1/25'000
 Date : 13.03.2012
 Dess : VU

ANNEXE 5

Activité au sol



573000 574000 575000 576000 577000 578000 579000

230000 231000 232000 233000 234000

So-I-E

Communes de Tramelan et Saicourt

Projet de parc éolien
 Appréciation de l'impact du parc éolien
 sur les chauves-souris
Activité au sol

Annexe 5



NATURA
 BIOLOGIE APPLIQUÉE SARL
 CH - 2340 Le Noirmont - Tél +41 32 953 10 23



Echelle : 1/25'000
 Date : 13.03.2012
 Dess : VU

Intensité mesurée

Faible
 Moyenne
 Forte

Eoliennes projetées
 Points d'écoute au sol
 Mâts de mesure - Batcorder
 Périmètre d'implantation (1km)
 Périmètre proche (3km)
 Cavités
 Colonies de reproduction

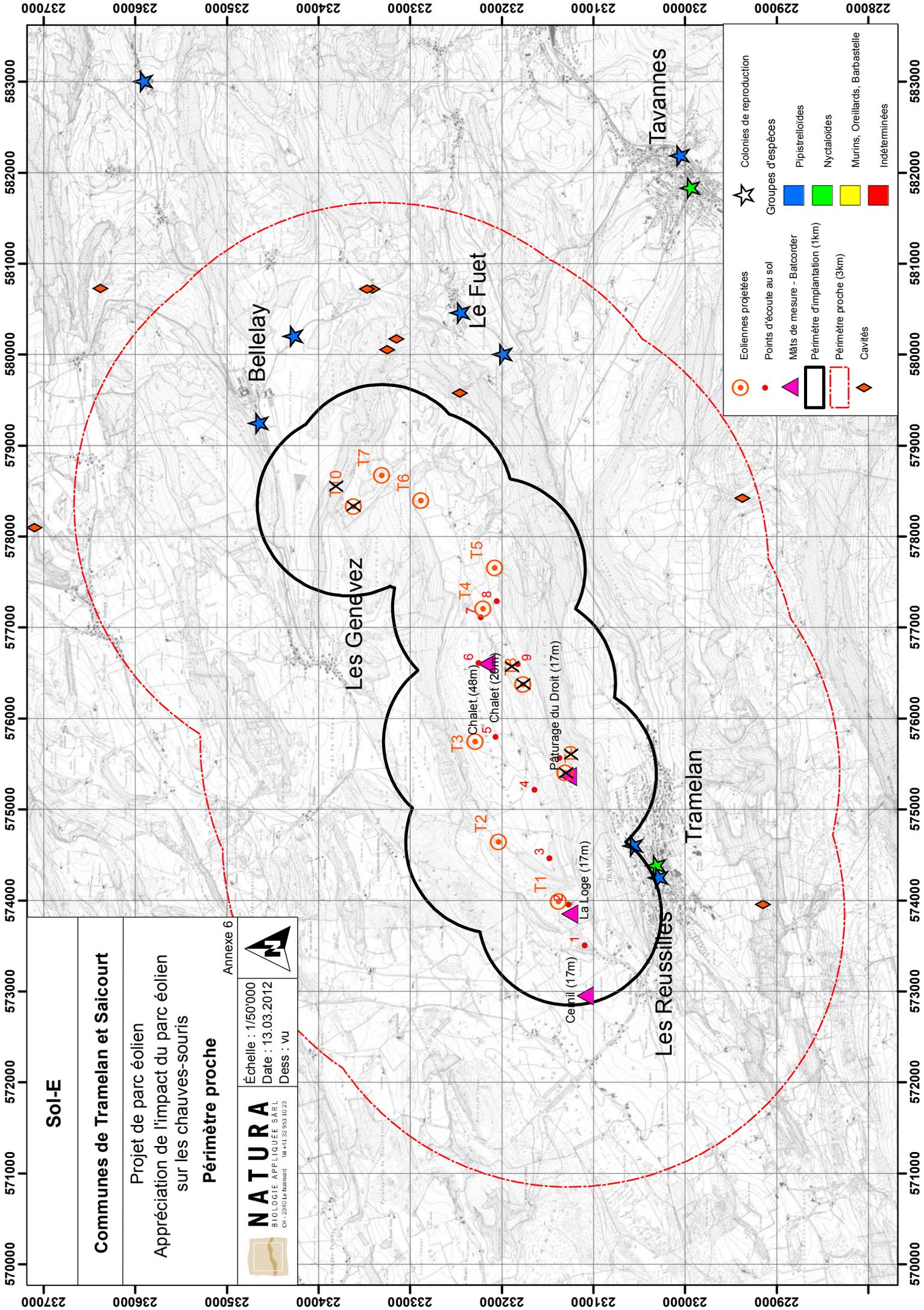
Groupes d'espèces
 Pipistrellidés
 Nyctaloïdes
 Murins, Oreillards, Barbastelle
 Indéterminées

230000 231000 232000 233000 234000

573000 574000 575000 576000 577000 578000 579000

ANNEXE 6

Périmètre proche



Soie

Communes de Tramelan et Saicourt

Projet de parc éolien

Appréciation de l'impact du parc éolien sur les chauves-souris

Périmètre proche

Annexe 6



NATURA
BIOLOGIE APPLIQUÉE SARL
CH - 2340 Le Noirmont Tél +41 32 953 10 23

Echelle : 1/50'000
Date : 13.03.2012
Dess : VU



Eoliennes projetées

- Points d'écoute au sol
- Mâts de mesure - Batcorder
- Périmètre d'implantation (1km)
- Périmètre proche (3km)
- Cavités

Colonies de reproduction

- Pipistrellioides
- Nyctaloides
- Murins, Oreillard, Barbastelle
- Indéterminées

Groupes d'espèces

- Pipistrellioides
- Nyctaloides
- Murins, Oreillard, Barbastelle
- Indéterminées

Les Genevez

Les Reussilles

Tramelan

Bellelay

Le Fuet

Tavannes

Cenil (17m)

La Loge (17m)

Pâturage du Droit (17m)

Chalet (48m)

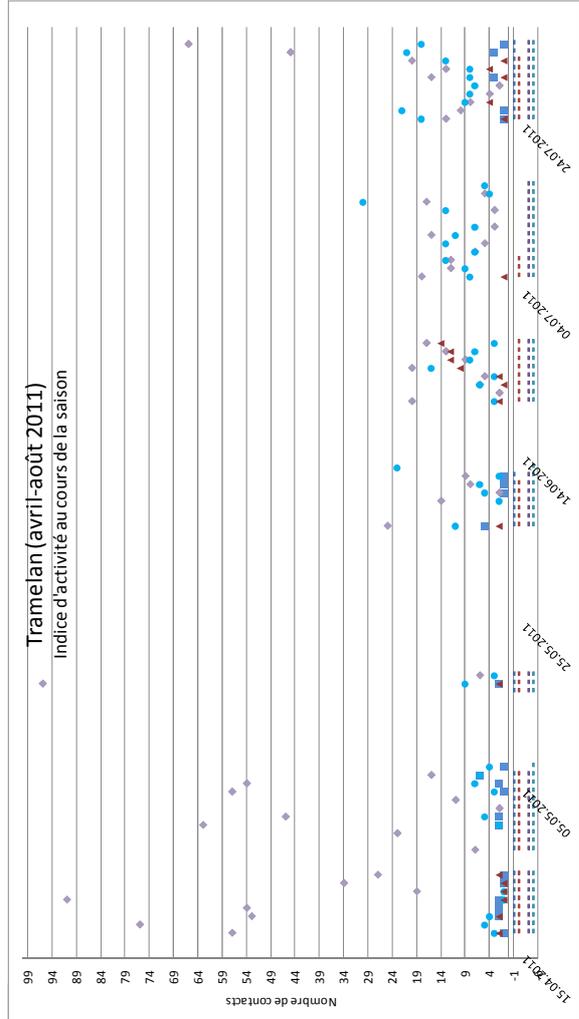
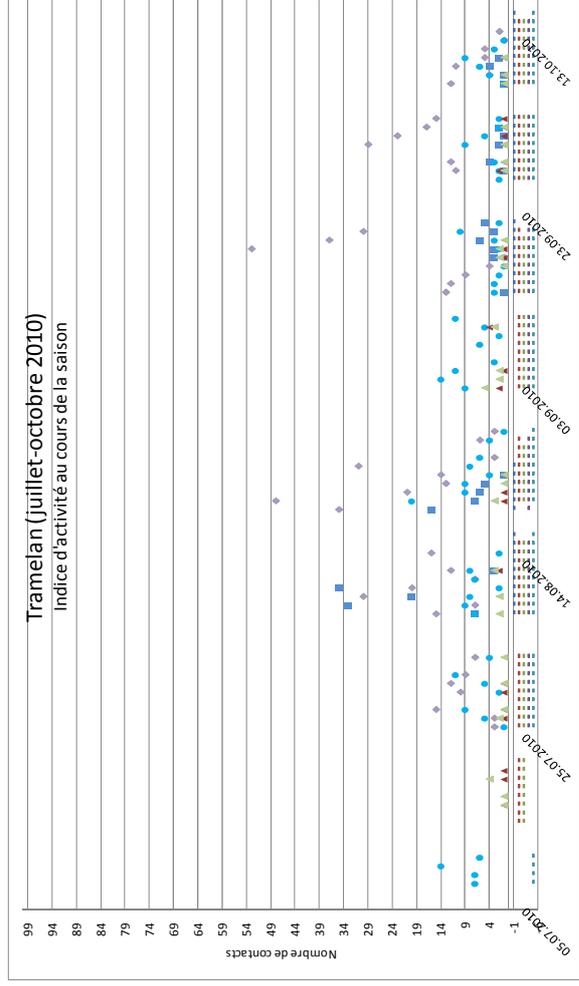
Chalet (26m)

T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9

TX0, TX1, TX2, TX3, TX4, TX5, TX6, TX7, TX8, TX9

ANNEXE 7

Répartition des contacts au cours du temps



Répartition des contacts au cours du temps sur les quatre sites. Les barres horizontales en-dessous de l'axe des abscisses indiquent les périodes de fonctionnement de chaque appareil.

- Cemil
- Nuit de relevé_Cemil
- ◆ Loge
- ◆ Nuit de relevé_Loge
- Patelage du Droit
- Nuit de relevé_Patelage du Droit
- ▲ Chalet_20m
- Nuit de relevé_Chalet_20m
- ▲ Chalet_48m
- Nuit de relevé_Chalet_48m

ANNEXE 8

Fiches de mesure

Fiche de mesure CHS-I

Données de base	
Nom	CHS I Algorithme de fonctionnement (mesure d'interruption temporaire de fonctionnement)
Numéro	5.12.1.5a
Localisation	Applicable à toutes les machines selon leur propre algorithme.
Objectif	Diminuer la mortalité des chauves-souris.
Propriété foncière	<input checked="" type="checkbox"/> le requérant est le propriétaire <input type="checkbox"/> Commune de Tramelan
	L'accord du propriétaire foncier / de l'exploitant : <input checked="" type="checkbox"/> est acquis <input type="checkbox"/> a été obtenu provisoirement <input type="checkbox"/> n'est pas encore obtenu, car

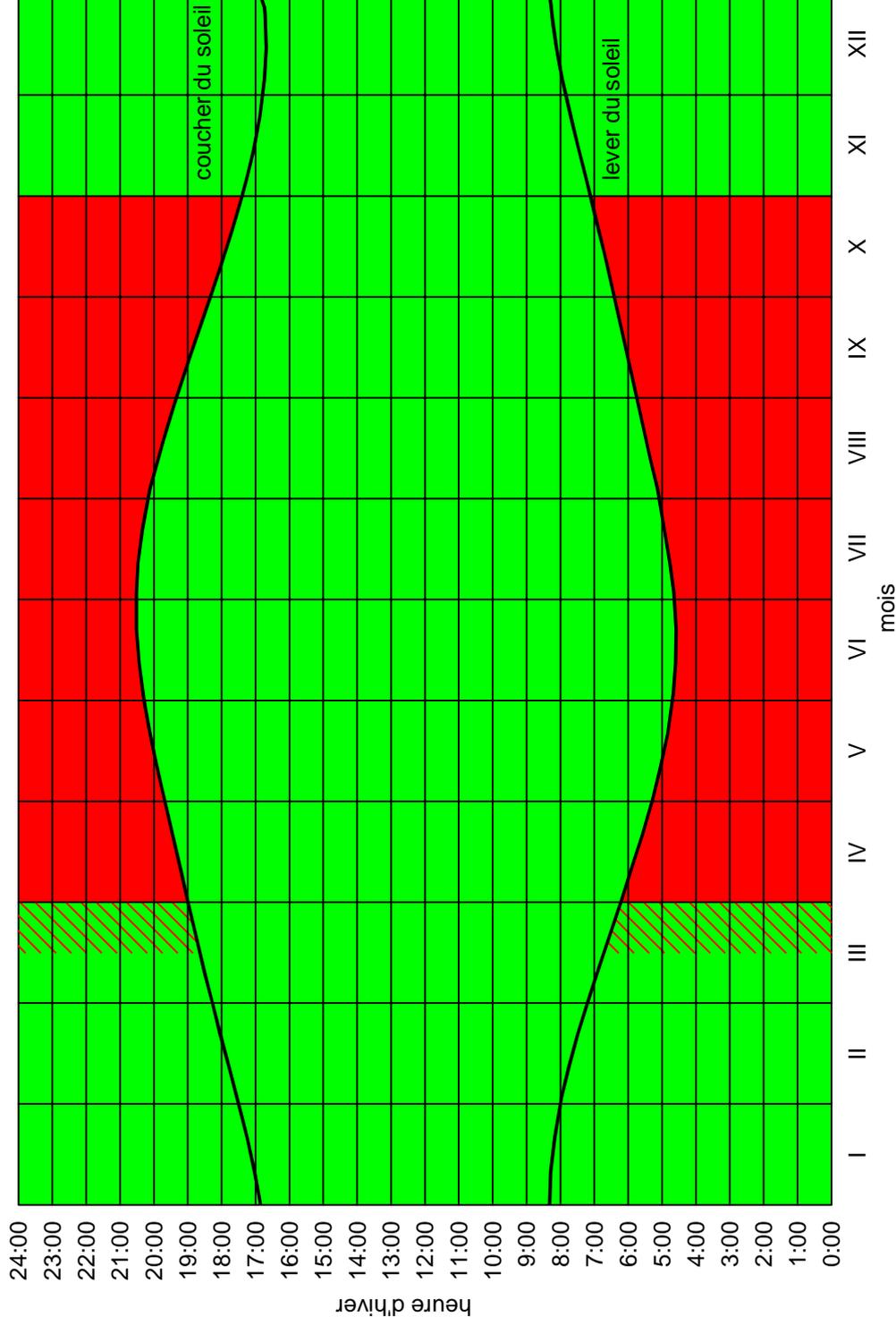
Objectif(s)/Suivi	
Objectif(s) de mise en œuvre	Interrompre le fonctionnement des éoliennes durant les périodes les plus dangereuses pour les chauves-souris (algorithme de fonctionnement).
Contrôle de la mise en œuvre	Contrôle sur le terrain du fonctionnement du schéma d'arrêt temporaire des éoliennes défini ci-dessous.
Effet(s) visé(s)	Diminution de la mortalité sur l'ensemble du parc à une fourchette comprise au plus à 7 à 20 animaux en moyenne par année.
Contrôle des effets	Enregistrement des chauves-souris depuis les nacelles durant les 3 années suivant la mise en œuvre CHS-I (n°5.12.1.5b).

Justification	
<input checked="" type="checkbox"/> Limitation / réduction de conséquences négatives du projet	
<input type="checkbox"/> Rétablissement de l'état initial suite à des conséquences négatives temporaires du projet	
<input type="checkbox"/> Compensation de conséquences négatives du projet inévitables / durables	

Mise en œuvre	
Explication	<p>Les machines doivent être arrêtées lorsque le risque de collision est le plus important. On distingue 2 périodes :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Sommeil hivernal : de novembre à mars inclus (5 mois). Pas d'arrêt nécessaire pour les chauves-souris, sauf dès mi-mars si la température est anormalement élevée. 2) Reste de l'année. arrêt des machines durant la nuit depuis le coucher du soleil jusqu'au lever du soleil. Exception : si la vitesse du vent à hauteur de moyeu dépasse 4 à 6.5 m/s selon les machines ou si la température tombe en dessous de 5°C ou s'il pleut en continu l'arrêt n'est pas nécessaire. <p>Les vitesses limites minimales de fonctionnement sont, pour chaque machine : T1-6.5m/s, T2-5.5 m/s, T3-4.0 m/s, T4-4.5 m/s, T5-5.5 m/s, T6-5.5 m/s, T7-5.5 m/s</p> <p>L'abaque en annexe illustre ces conditions.</p>
Effets secondaires	Perte de production des éoliennes.
Compétences	Exploitation des machines : requérant
Délais	Le schéma d'arrêt temporaire des éoliennes doit être actif au moment de la mise en service des machines.

Mise en œuvre	
<i>Durée</i>	Le schéma d'arrêt temporaire des éoliennes défini ci-dessus doit être appliqué tout au long de la durée d'exploitation des machines. Il peut être modifié si les résultats de la mesure CHS-I (n°5.12.1.5b) montrent que l'objectif de diminution de la mortalité n'est pas atteint. La vitesse limite maximum de fonctionnement n'excédera cependant pas 6.5 m/s.
<i>Coûts</i>	Les pertes de productions n'ont pas été estimées avec précision par le requérant ; elles sont en-dessous de 6 % de la production totale. Les coûts sont approximatifs et n'engagent pas le requérant.

CHS I Algorithmes de fonctionnement



Température et vitesse du vent sont mesurées à hauteur de nacelle.
 Exemple pour le 1er juillet:
 - coucher du soleil: 20h08
 - lever du soleil: 6h45

vert: périodes sans restrictions
 rouge: périodes avec restrictions. Arrêt des éoliennes sauf si:
 - $T < 5$ degrés, ou
 - vitesse du vent $>$ Vitesse limite, ou
 - pluie continue

Vitesses limites de fonctionnement (zone rouge sur l'abaque)

Eoliennes projetées	Vitesse limite de fonctionnement selon objectif scénario proposé (limite initiale, m/s)	Vitesse limite maximum de fonctionnement après suivi des mesures (m/s)
T1	6.5	6.5
T2	5.5	6.5
T3	4.0	6.5
T4	4.5	6.5
T5	5.5	6.5
T6	5.5	6.5
T7	5.5	6.5

Fiche de mesure CHS-I Contrôle d'efficacité

Données de base	
Nom	CHS I Echantillonnage bioacoustique depuis les nacelles
Numéro	5.12.1.5b
Localisation	Applicable au minimum à la moitié des machines.
Objectif	Contrôle de l'efficacité de la mesure CHS-I (n°5.12.1.5a). Au besoin adaptation de celle-ci.
Propriété foncière	<input checked="" type="checkbox"/> le requérant est le propriétaire <input type="checkbox"/> Commune de Tramelan
	L'accord du propriétaire foncier / de l'exploitant : <input checked="" type="checkbox"/> est acquis <input type="checkbox"/> a été obtenu provisoirement <input type="checkbox"/> n'est pas encore obtenu, car

Objectif(s)/Suivi	
Objectif(s) de mise en œuvre	Mesure de l'activité chiroptérologique depuis les nacelles et analyse de l'efficacité des périodes d'interruption de fonctionnement (algorithme de fonctionnement) pour la réduction du risque de mortalité.
Contrôle de la mise en œuvre	La mise en place du contrôle doit être active au plus tard deux mois après la mise en service des machines.
Vérification(s) visée(s)	Contrôle que les objectifs de réduction du risque de mortalité sont bien atteints ; au besoin, adaptation de l'algorithme de fonctionnement.
Contrôle des effets	Mesures simultanées de l'activité à hauteur des nacelles et des conditions météorologiques. Comparaison de l'activité durant les périodes de fonctionnement et en dehors de celles-ci.

Justification
<input checked="" type="checkbox"/> Limitation / réduction de conséquences négatives du projet <input type="checkbox"/> Rétablissement de l'état initial suite à des conséquences négatives temporaires du projet <input type="checkbox"/> Compensation de conséquences négatives du projet inévitables / durables

Mise en œuvre	
Explication	<p>Enregistrement de l'activité chiroptérologique en continu (par exemple au moyen de batcorder ou appareil équivalent) depuis les nacelles de quatre machines réparties sur l'ensemble du parc, et en particulier celles qui semblent a priori les plus problématiques (T1) ou pour lesquelles l'EIE n'a permis de faire aucune estimation (T7). Mesure simultanée de la vitesse du vent et de la température.</p> <p>Sur la base du pourcentage d'activité chiroptérologique enregistrée durant ou hors des périodes de fonctionnement des éoliennes, on évaluera si les objectifs de réduction du risque de mortalité sont atteints, pour chaque éolienne ainsi que pour l'ensemble du parc.</p> <p>Sur cette base, l'algorithme de fonctionnement des éoliennes (mesure CHS-I (n°5.12.1.5a)) sera adapté dans un sens ou dans l'autre, jusqu'à concurrence de la vitesse limite maximale fixée pour chaque éolienne (6.5 m/s).</p> <p>L'algorithme sera adapté pour chaque éolienne selon les mesures réalisées sur celle-ci. Pour les éoliennes sans mesures, on utilisera l'algorithme de l'éolienne qui semble la plus cohérent.</p> <p>L'objectif de réduction du risque déterminant est celui pour l'ensemble du parc. L'algorithme de fonctionnement peut ainsi être adapté individuellement pour chaque éolienne pourvu que l'objectif global pour le parc soit atteint. On accordera une</p>

Mise en œuvre	
	importance particulière à l'atteinte de l'objectif de réduction de la mortalité pour les Sérotones boréales.
<i>Effets secondaires</i>	Augmentation ou diminution de la perte de rendement énergétique.
<i>Compétences</i>	Bureau spécialiste spécialisé – chiroptérologue bioacousticien
<i>Délais</i>	Les mesures d'activité et des conditions météorologiques doivent être actives au plus tard deux mois après la mise en service des machines.
<i>Durée</i>	Les mesures d'activité seront suivies pendant 3 ans afin d'étalonner suffisamment bien l'ensemble des données. Une modification des la mesures CHS-I (n°5.12.1.5a) pourra déjà être effectuée lors de la 2e année de suivi.
<i>Coûts</i>	Mesure de l'activité. Les coûts liés à la mise en place et aux analyses des données ne peuvent être pour l'instant décrits qu'approximativement. Evaluation : 50'000.- pour la première éolienne, 20'000.-/éolienne pour les éoliennes suivantes. Total 110'000.- pour 4 éoliennes.

Fiche de mesure CHS-I Contrôle d'efficacité

Données de base	
<i>Nom</i>	CHS I Evaluation de la fréquentation globale du site (diversité spécifique)
<i>Numéro</i>	5.12.1.5c
<i>Localisation</i>	Renouvellement de l'inventaire bioacoustique au sol selon la méthode « Liste Rouge »
<i>Objectif</i>	Contrôle de l'effet du parc sur la diversité spécifique au sol
<i>Propriété foncière</i>	<input type="checkbox"/> le requérant est le propriétaire <input type="checkbox"/> Commune de Tramelan
	L'accord du propriétaire foncier / de l'exploitant : <input type="checkbox"/> est acquis <input type="checkbox"/> a été obtenu provisoirement <input checked="" type="checkbox"/> n'est pas encore obtenu, car pas important

Objectif(s)/Suivi	
<i>Objectif(s) de mise en œuvre</i>	Evaluer si la diversité spécifique dans le périmètre du parc s'est modifiée après la mise en exploitation du parc.
<i>Contrôle de la mise en œuvre</i>	La réalisation de l'inventaire doit se faire entre la 5e et 10e année d'exploitation du parc.
<i>Vérification(s) visée(s)</i>	Evaluer si la construction et la mise en service du parc ont été accompagnées par un changement d'utilisation du périmètre par les chauves-souris.
<i>Contrôle des effets</i>	Comparaison de la diversité spécifique rencontrée au sol avec celle enregistrée lors de l'état initial (méthode « Liste Rouge »).

Justification	
<input checked="" type="checkbox"/> Limitation / réduction de conséquences négatives du projet	
<input type="checkbox"/> Rétablissement de l'état initial suite à des conséquences négatives temporaires du projet	
<input type="checkbox"/> Compensation de conséquences négatives du projet inévitables / durables	

Mise en œuvre	
<i>Explication</i>	Un inventaire « Liste Rouge » sera réalisé entre la 5e et 10e année après la mise en fonction du parc. Ils respecteront la méthodologie et le protocole mis en place lors de l'état initial du projet. Ce suivi permettra d'appréhender des changements d'utilisation de l'environnement par les chauves-souris. Au besoin, des mesures particulières devront être prises pour compenser une éventuelle diminution liée au projet.
<i>Effets secondaires</i>	-
<i>Compétences</i>	Bureau spécialisé – chiroptérologue
<i>Délais</i>	Entre la 5e et 10e année après la mise en fonction du parc.
<i>Durée</i>	L'inventaire « Liste Rouge » comporte 4 nuits de suivis réalisées entre juin et septembre.
<i>Coûts</i>	Environ 10'000.- au total. Les coûts sont approximatifs et n'engagent pas le requérant.

Fiche de mesure CHS-I Contrôle d'efficacité

Données de base	
<i>Nom</i>	CHS I Suivi de l'évolution des colonies
<i>Numéro</i>	5.12.1.5d
<i>Localisation</i>	Périmètre d'implantation ou périmètre proche du parc
<i>Objectif</i>	Suivi à moyen et long terme des populations.
<i>Propriété foncière</i>	<input type="checkbox"/> le requérant est le propriétaire <input type="checkbox"/> Commune de Tramelan
	L'accord du propriétaire foncier / de l'exploitant : <input type="checkbox"/> est acquis <input type="checkbox"/> a été obtenu provisoirement <input checked="" type="checkbox"/> n'est pas encore obtenu, car pas important

Objectif(s)/Suivi	
<i>Objectif(s) de mise en œuvre</i>	Observer l'évolution des effectifs de chauves-souris présentes dans quelques colonies susceptibles d'être influencées par le parc.
<i>Contrôle de la mise en œuvre</i>	Le suivi sera mis en place dès l'année de mise en fonction des machines.
<i>Vérification(s) visée(s)</i>	Evaluer si la construction et la mise en service du parc ont été accompagnées par un changement des effectifs présents dans certaines colonies.
<i>Contrôle des effets</i>	Analyse de l'évolution des effectifs présents dans les colonies à moyen et long terme.

Justification	
<input checked="" type="checkbox"/> Limitation / réduction de conséquences négatives du projet <input type="checkbox"/> Rétablissement de l'état initial suite à des conséquences négatives temporaires du projet <input type="checkbox"/> Compensation de conséquences négatives du projet inévitables / durables	

Mise en œuvre	
<i>Explication</i>	Les effectifs de trois colonies représentatives de la région seront suivis annuellement par comptage à l'envol sur 10 ans. Deux colonies du village de Tramelan seront suivies prioritairement (<i>Eptesicus nilssonii</i> et <i>Pipistrellus pipistrellus</i>). Une troisième colonie dans un autre village complétera ce suivi (exemple <i>Pipistrellus pipistrellus</i> à Bellelay).
<i>Effets secondaires</i>	-
<i>Compétences</i>	Bureau spécialisé – chiroptérologue
<i>Délais</i>	Dès l'année de la mise en fonction des machines
<i>Durée</i>	Ces suivis seront effectués sur une période de 10 ans.
<i>Coûts</i>	Environ 30'000.- pour les 10 ans. Les coûts sont approximatifs et n'engagent pas le requérant.

Fiche de mesure CHS-II

Données de base	
<i>Nom</i>	CHS II Modification des combles de la colonie d' <i>Eptesicus nilssonii</i> de Tramelan
<i>Numéro</i>	5.12.1.6
<i>Localisation</i>	Combles de la banque cantonale bernoise
<i>Objectif</i>	Compenser la mortalité résiduelle inévitable par une diminution de la mortalité juvénile dans cette colonie.
<i>Propriété foncière</i>	<input type="checkbox"/> le requérant est le propriétaire <input type="checkbox"/> Commune de Tramelan
	L'accord du propriétaire foncier / de l'exploitant : <input type="checkbox"/> est acquis <input checked="" type="checkbox"/> a été obtenu provisoirement <input type="checkbox"/> n'est pas encore obtenu, car pas encore demandé

Objectif(s)/Suivi	
<i>Objectif(s) de mise en œuvre</i>	Financement d'un aménagement empêchant les jeunes chauves-souris de s'égarer et de mourir dans le reste du bâtiment (corridors).
<i>Contrôle de la mise en œuvre</i>	Présence dans les combles d'un aménagement ad hoc empêchant les jeunes de s'introduire dans les corridors.
<i>Effet(s) visé(s)</i>	Compenser la mortalité résiduelle par une augmentation de la population ou une diminution de la mortalité dans la région.
<i>Contrôle des effets</i>	Aucune autre jeune chauve-souris ne doit être trouvée à l'intérieur de la maison en dehors de la colonie.

Justification
<input type="checkbox"/> Limitation / réduction de conséquences négatives du projet <input type="checkbox"/> Rétablissement de l'état initial suite à des conséquences négatives temporaires du projet <input checked="" type="checkbox"/> Compensation de conséquences négatives du projet inévitables / durables

Mise en œuvre	
<i>Explication</i>	Obstruction des points de passages (fissures, etc.) entre les combles et les autres locaux de l'immeuble. Les détails doivent encore être définis.
<i>Effets secondaires</i>	-
<i>Compétences</i>	Financement et mise en œuvre de la mesure : requérant Autorisation d'intervention : propriétaire de l'immeuble.
<i>Délais</i>	Les combles doivent être sécurisés au moment de la mise en exploitation du parc.
<i>Durée</i>	Les combles doivent rester sécurisés au moins durant toute la durée d'exploitation du parc.
<i>Coûts</i>	Environ 15'000.- Le financement est approximatif et n'engage pas le requérant.

Fiche de mesure CHS-III

Données de base	
Nom	CHS III Mesures constructives permettant le maintien de colonies
Numéro	5.12.1.7
Localisation	Communes situées dans un rayon de 5km autour du parc.
Objectif	Compenser la mortalité résiduelle inévitable par une diminution de la mortalité juvénile dans les gîtes.
Propriété foncière	<input type="checkbox"/> le requérant est le propriétaire <input type="checkbox"/> Commune de Tramelan
	L'accord du propriétaire foncier / de l'exploitant : <input type="checkbox"/> est acquis <input type="checkbox"/> a été obtenu provisoirement <input checked="" type="checkbox"/> n'est pas encore obtenu, car inconnu

Objectif(s)/Suivi	
Objectif(s) de mise en œuvre	Financement des aménagements permettant le maintien de colonies connues dans leurs gîtes.
Contrôle de la mise en œuvre	Aménagements constructifs adaptés à chaque situation.
Effet(s) visé(s)	Compenser la mortalité résiduelle par une augmentation de la population ou une diminution de la mortalité dans la région.
Contrôle des effets	Aucune colonie connue ne disparaît suite à une transformation d'immeuble ou de son gîte ou en raison des désagréments éventuellement causés par sa présence.

Justification
<input type="checkbox"/> Limitation / réduction de conséquences négatives du projet <input type="checkbox"/> Rétablissement de l'état initial suite à des conséquences négatives temporaires du projet <input checked="" type="checkbox"/> Compensation de conséquences négatives du projet inévitables / durables

Mise en œuvre	
Explication	<p>Les espèces non prioritaires, bien que protégées, disposent de moins de moyens financiers au niveau cantonal pour leur protection. C'est notamment le cas de la Pipistrelle commune qui supporte une grande partie des risques liés au projet.</p> <p>Des transformations souhaitées par le propriétaire, ou les désagréments causés par la colonie peuvent parfois remettre en cause la présence d'un gîte, par exemple dans un immeuble. Des aménagements simples permettent souvent de trouver une solution.</p> <p>Actuellement, seule une colonie (CHS II) est connue pour nécessiter un tel aménagement.</p> <p>Un financement assuré pour de tels travaux permet de diminuer les risques affectant les colonies.</p> <p>Sur demande du Service de la Promotion de la Nature, le requérant finance les aménagements tels que définis ci-dessus jusqu'à concurrence du montant total ci-dessous.</p>
Effets secondaires	-
Compétences	Financement et mise en œuvre de la mesure : requérant Demande d'intervention : Service de la Promotion de la Nature Autorisation d'intervention : propriétaire de l'immeuble.
Délais	Dès la mise en fonction des éoliennes
Durée	Durée d'exploitation du parc.
Coûts	Réserve de 80'000.-



Mondrian