

### 1.3.5. Critères de qualification des enjeux des risques

Le tableau suivant présente les critères d'enjeux des risques naturels et technologiques.

| Thématique                        | Niveau d'enjeu   |        |  |
|-----------------------------------|--|--------|--|
|                                   | Très faible  | Faible | Moyen  |
| Inondation                        | • ZIP en dehors d'une zone inondable   | →      | • ZIP recoupant une zone inondable                                       |
| Retrait/gonflement des argiles    | • Risque retrait/gonflement des argiles nul  | →      | • Risque retrait/gonflement des argiles fort                             |
| Mouvements de terrain             | • Aucun mouvement de terrain recensé sur les terrains de la ZIP                    | →      | • Présence de mouvements de terrain recensés sur les terrains de la ZIP  |
| Cavités                           | • Aucune cavité recensée sur les terrains de la ZIP                                | →      | • Présence de cavités sur les terrains de la ZIP                         |
| Feu de forêt                      | • Risque incendie nul à faible   | →      | • Risque incendie fort   |
| Risque sismique                   | • Risque sismique très faible à faible   | →      | • Risque sismique fort   |
| Foudre                            | • Densité de foudroiement faible   | →      | • Densité de foudroiement forte  |
|                                   | • Eloignement des zones les plus foudroyées  | →      | • Proximité des zones les plus foudroyées                                |
| Risque industriel                 | • ZIP éloigné des zones d'effets d'une ICPE classée Seveso                         | →      | • Zones d'effets d'une ICPE classée Seveso recoupant la ZIP              |
| Transport de Matières Dangereuses | • Pas de route ou de canalisation concernée par le TMD en limite directe de la ZIP | →      | • Route ou canalisation concernée par le TMD en limite directe de la ZIP |
| Rupture de barrage                | • Commune de la ZIP non concernée par le risque de rupture de barrage              | →      | • ZIP concerné par le risque de rupture de barrage                       |

## III. METHODOLOGIES DE L'ETUDE D'IMPACT

D'une manière générale et simplifiée, l'étude du milieu physique suit la méthodologie suivante :

- Phase 1 : Recherche bibliographique,
- Phase 2 : Récolte de données de terrain,
- Phase 3 : Analyse et interprétation des informations disponibles.
- Phase 4 : Evaluation des enjeux

Cette méthodologie est adaptée en fonction des caractéristiques du site étudié.

### 1. Etude du milieu physique

#### 1.1. Sol

##### 1.1.1. Géomorphologie et hydrologie

La géomorphologie permet la compréhension des caractéristiques hydrologiques d'un site. En effet, la pente dominante influence généralement les écoulements présents sur le site, à part en cas d'infiltration dans le sol et de circulations hydrogéologiques (traitées dans la partie Eaux souterraines).

La géomorphologie a été appréciée à partir des cartes à 1/25 000<sup>e</sup> de l'IGN<sup>®</sup> et des outils en ligne tels que le Géoportail<sup>®</sup>, GoogleEarth<sup>®</sup>, FlashEarth<sup>®</sup>, etc. Le relief dominant du secteur d'étude a donc été caractérisé.

L'utilisation du logiciel de cartographie Qgis a permis d'étudier les pentes et la direction des écoulements, par l'intégration du Modèle Numérique de Terrain (MNT) du secteur du site d'étude, disponible en téléchargement libre sur le site internet de l'IGN.

Un travail de terrain approfondi a également été nécessaire pour compléter l'analyse et en particulier évaluer les reliefs majeurs et micro-reliefs. Les relevés réalisés dans cette étude apportent des informations précieuses sur le fonctionnement du site.

Les données de terrain ont été complétées par une recherche des suivis qualitatifs et quantitatifs réalisés par les administrations et les gestionnaires des cours d'eau ou des territoires (Agence de l'Eau, BRGM, Agence Régionale de Santé, Syndicat de gestion local des cours d'eau, etc.).

Ces divers relevés ont permis de caractériser l'espace. Les impacts et les mesures qui en découlent ont ensuite été estimés avec précision en prenant en considération toutes les phases de réalisation du projet.

##### 1.1.2. Géologie et hydrogéologie

L'étude des formations profondes explique une grande partie des phénomènes visibles en surface et prend donc une place importante dans la détermination des caractéristiques intrinsèques d'un site.

La méthode a consisté à récolter le maximum d'information sur la géologie régionale et locale. Pour se faire, une consultation de la bibliographie a été réalisée. Les informations bibliographiques et cartographiques sur la géologie sont disponibles sur le serveur cartographique du BRGM (Infoferre).

La consultation de la Banque de Données du Sous-Sol (BSS) du BRGM a également été réalisée. En effet, ces services référencent l'ensemble des forages et sondages réalisés en France et permettent de trouver des logs géologiques vérifiés.

### 1.1.3. Pédologie

L'étude pédologique permet de caractériser le sol en place et sert à comprendre l'évolution de ce dernier en considérant des critères chimiques, physiques et biologiques.

Les sols sont généralement peu décrits dans la littérature. Dans le cadre de ce projet, les cartes pédologiques sont issues des études menées par la chambre d'agriculture. Par conséquent, l'étude des sols dépend en majeure partie de la phase de terrain. Celle-ci porte essentiellement sur l'observation d'affleurements sur le terrain.

### 1.2. Eau

La méthode consiste à récolter le maximum d'information sur l'hydrogéologie régionale et locale. Pour ce faire, une consultation de la bibliographie a été réalisée. Les informations bibliographiques et cartographiques sur l'hydrogéologie et l'hydrologie sont disponibles sur le serveur cartographique du BRGM (Infoterre) et le serveur du système d'information sur l'eau de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne et Rhône-Méditerranée.

La consultation du portail national d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines (ADES) a également été nécessaire. En effet, ces services référencent l'ensemble des points d'eau avec les niveaux piézométriques et qualitatifs. Les avis hydrogéologiques réalisés dans le cadre de la définition des périmètres de protection des captages donnent également des informations importantes.

### 1.3. Climatologie

L'étude climatologique passe essentiellement par la caractérisation du climat départemental, et du climat local. L'objet de cette partie est de définir les grandes circulations atmosphériques puis les effets des reliefs ou les éléments caractéristiques (cours d'eau, boisement, etc.) à proximité du projet permettant la compréhension des micro-climats pouvant affecter le site du projet.

Cette étude passe par :

- Un travail bibliographique : la recherche et la consultation des informations météorologiques issues de Météo France (températures, précipitations, ensoleillement, vents, nombre de jours avec brouillard, extrêmes divers, etc.) ;
- Un travail de terrain avec une observation des conditions météorologiques sur le site du projet.

### 1.4. Evaluation des enjeux

Un élément de l'environnement présente un enjeu lorsque, compte tenu de son état actuel ou prévisible, une portion de son espace ou de sa fonction présente une valeur. Cette valeur est à apprécier au regard de préoccupations morphologiques, géologiques, pédologiques, biologiques ou aquatiques.

**Un enjeu est donc défini par sa valeur intrinsèque et est totalement indépendant du projet.**

A partir de la définition d'un enjeu, plusieurs critères permettent de définir et de qualifier un enjeu. En effet, ces critères ont pour but de hiérarchiser ces enjeux en définissant leur valeur intrinsèque.

**Ces critères sont : la rareté d'un enjeu et la valeur d'un enjeu.**

Le croisement de ces critères permet de hiérarchiser les enjeux selon les degrés suivants :



Le degré d'enjeu nul ou négligeable n'est pas considéré, car, par nature, un enjeu retenu dans l'analyse est un élément de l'environnement qui a déjà une certaine valeur.

Le tableau suivant présente les critères d'enjeux du milieu physique.

| Thématique | Niveau d'enjeu                    |   |       |  |           |
|------------|-----------------------------------|---|-------|--|-----------|
|            | Très faible                       | Faible  | Moyen | Fort   | Très fort |
| Sol        | Formation géomorphologique        | • Topographie du site d'étude plane   | →     | • Topographie du site d'étude très accidentée  |           |
|            | Formation géologique              | • Perméabilité faible<br>• Pas d'exploitation du gisement géologique  | →     | • Perméabilité forte<br>• Gisement géologique exploité (carrières)   |           |
|            | Formation pédologique             | • Pas d'usage agricole<br>• Pas d'usage sylvicole   | →     | • Qualités agronomiques<br>• Favorable pour la sylviculture  |           |
| Eau        | Masses d'eau souterraine          | • Peu vulnérable (peu de connexion avec la surface)   | →     | • Vulnérable (masse d'eau connectée avec la surface)   |           |
|            | Réseau hydrographique superficiel | • Pas de cours d'eau dans le site d'étude ou l'aire d'étude immédiate<br>• Pas de zone humide sur le site d'étude             | →     | • Cours d'eau sur le site d'étude ou l'aire d'étude immédiate<br>• Présence de zone humide sur le site d'étude |           |
|            | Usages de l'eau                   | • Site d'étude en dehors de périmètre de protection de captage AEP<br>• Pas d'usage agricole ou industriel                    | →     | • Site d'étude inclus dans le périmètre de protection de captage AEP<br>• Usages agricoles ou industriels      |           |
| Climat     | Données météorologiques           | • Les données météorologiques présentées ne sont pas un enjeu, ce sont des paramètres utilisés pour la conception d'un projet |       |  |           |

## 2. Etude du milieu naturel

L'étude du milieu naturel a été réalisée par les bureaux d'études Artifex (habitats, flore, petite faune et avifaune) et EXEN (chiroptères).

### 2.1. Méthodologie des inventaires pour la flore et les habitats

| Méthodologie  |
|---|
| Relevés de la végétation dans toutes les unités structurales  |
| Relevé systématique de toutes les espèces présentes.  |
| Recherche ciblée aux périodes appropriées des espèces patrimoniales potentielles dans les habitats favorables |
| Matériel  |
| Carte papier  |
| Cartographie embarquée (application mobile Orux Maps)   |
| Carte des habitats naturels   |
| Loupe de botaniste  |

### 2.2. Méthodologie des inventaires pour les insectes

| Méthodologie  |
|---|
| Relevé systématique de toutes les espèces présentes (lépidoptères diurnes, chenilles, orthoptères et odonates) à vue et à l'ouïe.     |
| Recherche (observation et écoute) ciblée aux périodes appropriées des espèces patrimoniales potentielles dans les habitats favorables |
| Matériel  |
| Filet à insectes (également utilisé comme fauchoir)   |
| Jumelles  |
| Détecteur d'ultrasons hétérodyne  |

### 2.3. Méthodologie des inventaires pour les amphibiens

| Méthodologie   |
|--|
| Recherche à vue et à l'ouïe (manifestations sonores) de jour et de nuit – Soulever d'objets posés au sol (grosses pierres, déchets inertes, buches, etc.) – Observation de jour et de nuit |
| Matériel   |
| Jumelles (grossissement 8 x) et lampe torche   |

### 2.4. Méthodologie des inventaires pour les reptiles

| Méthodologie   |
|--|
| Recherche à vue et à l'ouïe (fuites dans la végétation) de jour et de nuit – Soulever d'objets posés au sol (grosses pierres, déchets inertes, buches, etc.) |
| Matériel   |
| Jumelles (grossissement 8 x)   |

## 2.5. Méthodologie des inventaires pour les oiseaux

### Méthodologie

#### Oiseaux nicheurs

La première méthode employée est inspirée de la méthode des IPA (Indices Ponctuels d'Abondance), mise au point dans les années 70 pour l'étude des oiseaux nicheurs sur de vastes surfaces d'habitats homogènes. Quatre séries de **points d'écoute** (« IPA ») ont été réalisées :

- la première en avril 2018,
- la seconde en début mai 2018,
- la troisième mi-mai 2018,
- et la quatrième en juin 2018

Ces quatre passages centrés autour du 1<sup>er</sup> mai et espacés de plus de 3 semaines permettent de cibler les niches précoces puis les niches tardifs.

Les points, d'une durée de 20 minutes, ont été répartis sur l'ensemble du site d'étude et de la zone d'étude rapprochée, avec un espacement d'environ 1000 m entre deux points. Seule la tranche horaire comprise entre 30 minutes et 4h30 après le lever du soleil (période d'activité maximale des oiseaux nicheurs) a été employée.

Les oiseaux ont été recherchés activement à l'ouïe (identification des cris et des chants), à l'œil nu et à l'aide d'instruments optiques (jumelles et télescope). Toutes les espèces observées ont été notées (espèce, effectif, comportement) et rattachées au point correspondant.

La seconde méthode fait davantage à l'intuition de l'observateur : il s'agit de **transects** à travers différents secteurs du site d'étude, réalisés dans les habitats favorables aux espèces patrimoniales ciblées par l'inventaire. L'observateur note alors l'ensemble des contacts réalisés lors de ses déplacements. Ces transects correspondent parfois simplement au déplacement à pied nécessaire entre deux points d'observation consécutifs.

Concernant l'Aigle royal, un spécialiste de l'espèce (Christian ITTY) a été contacté afin de mieux connaître la fréquentation de la Montagne Noire par les Aigles royaux du Sud Massif central.

#### Migration prénuptiale et postnuptiale / Rapaces nicheurs

8 séries de **points fixes d'observation** ont été réalisées pour chaque migration : février, mars, avril, mai pour les migrations prénuptiales et août, septembre, octobre et novembre pour les migrations postnuptiales. L'observateur est resté en poste sur des points de vue dégagés pour des durées comprises entre 1 h et 3 h, à partir de la mi-journée (activité maximale des rapaces pendant la période de mars à juillet) ou sur des journées complètes d'août à novembre.

Même si l'attention de l'observateur s'est concentrée sur les espèces les plus patrimoniales, tous les contacts ont été notés avec un maximum de précision, notamment géographique (positionnement précis sur la carte des points de contact et des trajectoires dans le cas de rapaces patrimoniaux ou d'autres espèces de grande taille, cigognes par exemple).

En plus du nom d'espèce et de l'effectif, les comportements et les caractéristiques de vol ont été notés : indices de reproduction, hauteur et direction du vol, etc.

Concernant les hauteurs de vol, elles ont été évaluées et placées selon 4 tranches altitudinales, permettant en théorie d'évaluer le risque de collision en cas de présence d'une éolienne (et en admettant que l'oiseau ne modifie pas son comportement) :

- > 200 m (passage bien au-dessus des pales) ;
- entre 150 m et 200 m (passage juste au-dessus des pales) ;
- entre 50 et 150 m (passage à hauteur des pales) ;
- < 50 m (passage sous les pales).

Les espèces ont été détectées et identifiées à vue mais également à l'ouïe (généralement le seul moyen d'identifier les petits passereaux en migration active).

#### Oiseaux hivernants

2 séries (en décembre et en janvier) ont été consacrées au suivi des oiseaux hivernants. Ces journées ont été consacrées aux oiseaux hivernants (chasse, transit ou dortoir). La recherche a été menée essentiellement à l'ouïe à la vue.

#### Oiseaux nocturnes

2 soirées (en mars et en juin) ont été consacrées à l'écoute des cris et des chants des oiseaux nocturnes. Grâce à la connaissance du terrain acquise lors des premiers inventaires réalisés de jour, nous avons identifié les secteurs les plus propices, essentiellement forestiers. L'observateur s'est déplacé en voiture et a effectué des écoutes de 10 minutes espacées d'un minimum de 500 dans les secteurs jugés favorables.

La recherche a été menée essentiellement à l'ouïe (cris de contact, chants, cris d'alarme, de détresse, quémandage des jeunes).



Méthodologie  
Matériel

Optique : jumelles (grossissement de 8x) et longue-vue terrestre (grossissement de 30x)  
Saisie des données : applications pour smartphone avec cartographie embarquée OruxMaps et ObsMapp  
Capture des cris (à des fins de vérification) lors du suivi des migrations : enregistreur numérique et micro stéréo muni d'une bonnette anti-vent.

Illustration 143 : Localisation des points d'écoute (« IPA »)

Sources : Scon25@IGN – Réalisation : L'Artifex 2018

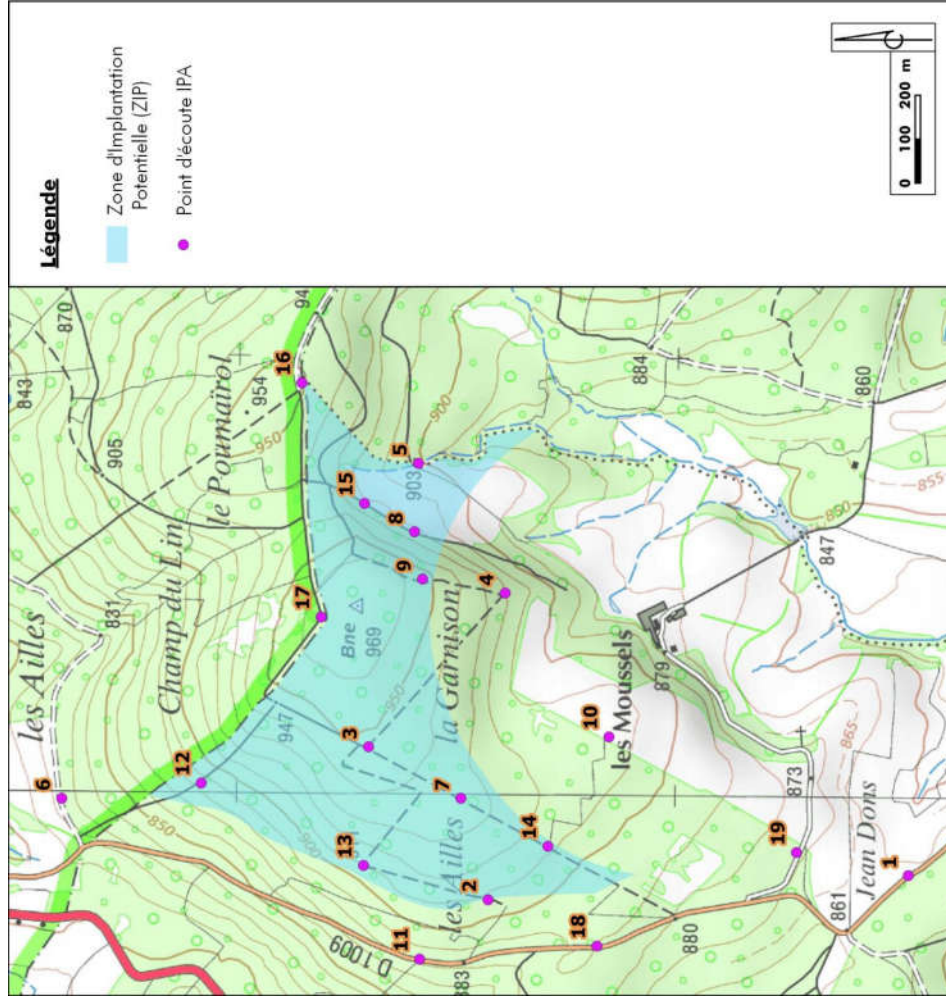
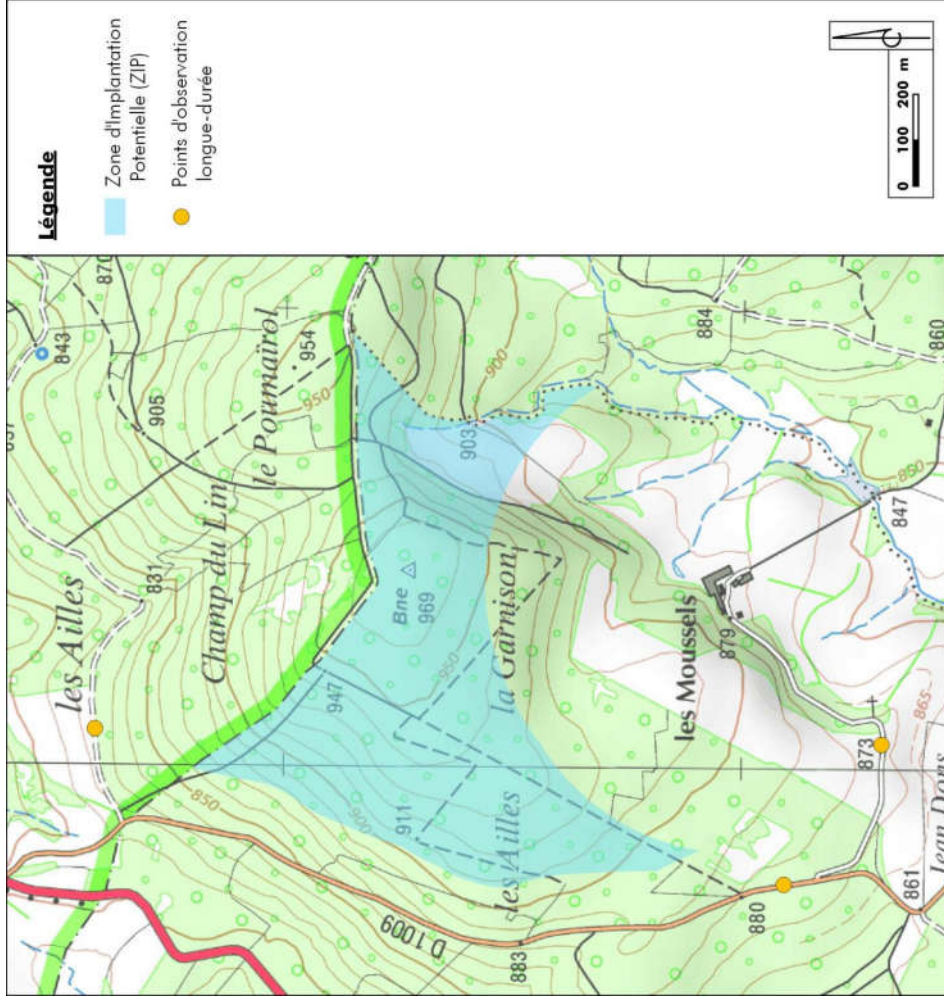


Illustration 144 : Localisation des points d'observation longue-durée (migrations, rapaces nicheurs)

Sources : Scon25@IGN – Réalisation : L'Artifex 2018



2.6. Méthodologie des inventaires pour les mammifères terrestres

Méthodologie

Recherche à vue et à l'écoute (cris, fuites dans la végétation) de jour et de nuit – Recherche des empreintes et autres indices de présence – Observation directe

Matériel

Jumelles  
Longue-vue terrestre



## 2.7. Méthodologie des inventaires chiroptères

### 2.7.1. Recueil de données

Le recueil des **données bibliographiques** locales a été présenté précédemment. Le référentiel bibliographique utilisé pour appréhender les sensibilités des espèces présentes vis-à-vis d'un projet éolien sera évoqué dans la phase d'analyse des impacts.

En ce qui concerne le **recueil de données de terrain réalisé par la société EXEN**, le choix des méthodologies mises en œuvre est adapté à la fois aux caractéristiques du site et aux sensibilités des espèces potentiellement présentes. Le « principe de proportionnalité », principe fondamental de la réactualisation des Guides méthodologiques de l'étude d'impact des parcs éoliens sur l'environnement, (MEEDDM 2010, 2016) repose sur les éléments du cadre préalable présentés précédemment. Ce ciblage méthodologique est favorisé à la fois par l'expérience d'EXEN en termes de suivis d'impacts post-implantations, celles de ses partenaires écologues Franco-Allemands tels que KJM Conseil, spécialisés dans le développement éolien, et les références bibliographiques internationales de la littérature spécialisée. Les méthodologies retenues sont détaillées par la suite, par saisons et par thèmes d'étude.

Le recueil des données de terrain repose sur les investigations partagées de plusieurs chiroptérologues professionnels expérimentés au cours de la période de suivi afin de favoriser le regard croisé des expériences de chacun, essentiel à toute approche scientifique objective. Au niveau de l'équipe EXEN, les chiroptérologues ayant travaillé sur ce site sont : Frédéric ALBESPY, Fanny Bonnel, Aurélie LANGLOIS, Cédric SICCARDI et Charlene VIELET.

#### A. Introduction

Les chauves-souris sont des mammifères aériens nocturnes difficiles à étudier. A l'heure actuelle et depuis quelques dizaines d'années, l'étude des chauves-souris peut se faire par de la capture au filet, en déterminant les espèces selon des critères morphologiques. Il est également possible d'équiper certains individus d'émetteurs afin de suivre leurs déplacements par télémétrie. Cette méthode est efficace pour le suivi, elle permet de visualiser les déplacements des individus durant plusieurs nuits (localisation de zone de chasse, de zone de transit, des gîtes...). Cependant, cette méthode est coûteuse en temps (suivi sur plusieurs nuits d'affilée), en main d'œuvre (présence de plusieurs équipes sur le terrain) et entraîne un stress pour les chauves-souris lors de la capture.

Dans notre cas précis, pour des études d'impacts, ce type de suivi assez lourd n'est pas indispensable. Nous avons choisi de baser le suivi sur l'écoute et l'enregistrement des ultrasons, méthode moins coûteuse et sans conséquence pour les chiroptères. Cela permet d'étudier ces mammifères dans leur milieu naturel sans les déranger et permet aussi de localiser les gîtes, les zones de transits, de chasse.

#### B. L'écoute des ultrasons

Les ultrasons n'étant pas audibles par l'oreille humaine, des détecteurs spécialisés permettent de rendre ces sons audibles : c'est le principe de l'hétérodyme. Les sons sont captés par le détecteur et sont retransmis simultanément à des fréquences audibles par l'utilisateur. Certains détecteurs permettent aussi d'enregistrer de courtes séquences ultrasonores et de restituer cette séquence en « expansion de temps », c'est à dire avec des sons audibles ralentis dix fois. En effet, les cris des chauves-souris étant de l'ordre des millisecondes, l'expansion de temps permet de décomposer le cri pour mieux l'analyser aussi bien à l'oreille que par la suite par mesures des sonogrammes sur ordinateur. Il est en effet aussi possible, via l'utilisation d'un enregistreur numérique, de sauvegarder les séquences enregistrées pour les visualiser par la suite sur des logiciels d'analyses de son (Batsound, Syrinx...).

Il existe aussi du matériel permettant d'effectuer des enregistrements en continu durant une période plus ou moins longue (d'une nuit à plusieurs mois). Ces enregistreurs sont donc placés sur le terrain et enregistrent tous les contacts de chauves-souris durant la période retenue. Les enregistrements sont stockés sur des cartes mémoires puis analysés sur ordinateur à l'aide de logiciels adaptés.

#### C. Le matériel

Plusieurs types d'outils permettent donc de percevoir et d'analyser les ultrasons des chauves-souris, soit de façon ponctuelle avec analyse directe et manuelle sur le terrain, soit en continu par des enregistreurs automatiques avec analyse en différé au bout de plusieurs mois.

Le détecteur ultrason manuel D240X (Peiterson®) permet d'écouter les sons en direct en hétérodyme et de repasser des séquences courtes de 1,7 à 3,4 secondes en expansion de temps directement sur le terrain. L'enregistreur numérique R-05 (Roland®) permet d'enregistrer et de stocker les enregistrements difficiles à déterminer sur le terrain pour analyse postérieure. L'analyse informatique est alors réalisée à l'aide du logiciel Batsound.

#### Illustration 145: Roland -05 (enregistreur numérique) et D240X (Détecteur à ultrason)

Source : EXEN



En ce qui concerne les enregistrements en continu, nous utilisons le système « Batcorder », développé par la société Eco-Obs (All).

Nous utilisons alors :

- Soit des Batcorders « manuels » (EcoObs) pour des suivis sur une nuit.
- Soit le module Batcorder autonome (EcoObs) pour des enregistrements en continu sur des périodes plus longues, système autonome en énergie (panneau solaire et module GSM), destiné à un positionnement en altitude sur un mât de mesure, ou dans un arbre, en haut de la canopée.

Illustration 146: Cliché d'un Batcorder « manuel » sur le terrain

Source : EXEN



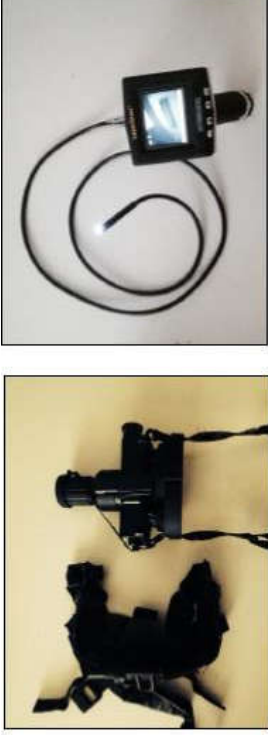
Illustration 147: Modules Batcorder autonomes installés sur un mât de mesures

Source : EXEN



Illustration 148: Clichés des lunettes de vision nocturne (Big25) et de l'endoscope numérique

Source : EXEN



En ce qui concerne les données enregistrées par Batcorders, l'analyse des enregistrements est effectuée grâce à un groupe de logiciels développés par Eco-Obs (BC Admin, BC Analyse et Bat Ident). Ces logiciels permettent :

- D'importer les enregistrements, de les organiser,
- D'effectuer certains tris voire une analyse semi-automatique basée sur une sonothèque de référence (détermination des groupes d'espèces)
- Et d'effectuer ensuite une analyse manuelle plus fine de chaque séquence d'enregistrement via des mesures classiques, pour valider ou corriger les résultats de l'approche semi-automatique.

L'identification semi-automatisée des espèces est basée sur des algorithmes de classement et des analyses statistiques relevant du logiciel R. Elle nous permet d'obtenir un dégrossissement des séquences que nous analysons par la suite manuellement pour contrôler et corriger les erreurs d'identification.

## 2.7.2. Méthode du suivi actif (au sol)

### A. Protocole général

#### • Suivi par écoute active au D240X

Le suivi nocturne au sol consiste à effectuer des points d'écoute de 10 min ou des transects à pied ou en voiture à l'aide du détecteur manuel D240X. Ce suivi actif s'opère principalement dans la première ou dans la seconde partie de nuit en fonction de la phénologie des espèces et des thèmes à étudier. Il vise notamment à apprécier les fonctionnalités du site d'étude pour les espèces, par l'appréciation d'indices comportementaux (signaux de chasse ou de transit), des corridors de déplacements et zones de chasse, voire de l'orientation des vols...

À chaque visite nocturne, nous remplissons une fiche de terrain qui précise :

Avant chaque suivi :

- Le nom du site d'étude,
- La date,
- Les conditions météorologiques (couverture nuageuse, force et direction du vent),
- La température,
- Le nom de l'observateur.

Durant le suivi :

- Le numéro du point d'écoute ou du transect,
- L'heure
  - o De début et de fin du point d'écoute ou du transect,

Nous utilisons également régulièrement des lunettes de vision nocturne en complément des suivis au D240X (Big 25 Vectronix Leica). Il s'agit d'un matériel militaire éclaircisseurs de lumière utilisée pour observer les chauves-souris en vol ou dans les gîtes. Ce type d'outil permet de préciser certains comportements, les hauteurs de vols, les corridors de déplacements, voire même certains comportements sociaux et les fréquentations de gîtes....

Enfin, l'endoscope numérique est également utilisé pour observer et apprécier la taille des colonies dans les anfractuosités les plus fines (arboricoles, rocheuses, vieux bâtis...).

- o Du contact d'un ultrason,
  - L'activité
  - o Nombre d'individu (s),
  - o Contact d'ultrasons par tranche de 5 secondes,
  - Paramètre du signal
    - o Fréquence maximale d'énergie (FME),
    - o Structure : Fréquence Modulée Abrupte (FMAb), Fréquence constante (FC), Fréquence Modulée Aplonie (FMAp) ou Quasi Fréquence Constante (QFC),
    - o Rythme : régulier ou irrégulier,
    - o Intensité : faible, moyen, fort,
- L'espèce supposée (estimation à l'hétérodyne ou expansion de temps sur terrain),
- Le numéro de l'enregistrement (si le contact ultrasonore est enregistré),
- Le niveau d'encombrement du milieu du contact (ouvert, lisière, fermé),
- Le type de comportement : chasse, transit ponctuel, cris sociaux, ...

Lorsqu'un doute intervient sur l'identification de l'espèce, la séquence est enregistrée et sera analysée informatiquement par la suite.

#### • Suivi par Batcorder fixe

Par ailleurs, environ une heure avant le coucher du soleil, 3 à 4 Batcorders (au minimum) sont répartis sur l'aire d'étude rapprochée afin d'enregistrer l'évolution de l'activité de chaque espèce sur ces points tout au long de la nuit. Ces Batcorders fonctionnant pour la nuit sont placés dans les différents types d'habitats potentiels de l'aire d'étude, positions qui resteront les mêmes durant tout le suivi annuel, afin de pouvoir apprécier l'évolution de l'activité dans ces différents milieux en fonction des saisons. C'est donc notamment via ces outils qu'il est possible d'apprécier les statuts biologiques des espèces et l'importance de comportements migratoires vis-à-vis de l'activité des espèces résidentes.

Au cours d'une nuit entière de suivi d'activité, ces enregistreurs permettent aussi de mettre en évidence l'évolution de cette activité au cours de la nuit (« rythme d'activité nocturne »), ce qui peut permettre d'apprécier des pics d'activité de début ou de fin de nuit, suggérant la proximité de gîtes diurnes dans l'entourage.

Précisons qu'au cours des mois de juin-juillet, 2 visites sont particulièrement ciblées sur la recherche de gîtes de parturition (mise-bas). Pour cela, les Batcorders peuvent être placés à des endroits différents de ceux utilisés pour le reste de l'année, de manière à essayer de localiser les principaux gîtes de mise-bas en cherchant ces pics d'activité de début et de fin de nuit.

## B. Définition des points d'écoutes et transects

### • Méthodologie générale pour la définition des points d'écoutes et transect

Le choix de la répartition des points d'écoute et des transects est retenu selon 3 critères :

- Que l'échantillon de points permette de couvrir l'ensemble de l'aire d'étude rapprochée.
- Que l'échantillon de points permette de prendre en compte la diversité locale des habitats potentiels,
- Que l'échantillon de point soit facilement accessible de nuit (chemins, routes) en un minimum de temps pour permettre des inventaires et comparaisons dans les premières heures de la nuit.

Les transects à pied sont surtout réalisés lorsque l'accès à une partie de l'aire d'étude rapprochée est plus difficile en voiture. Souvent, le trajet d'un point à un autre se fait en gardant actif le D240X, et ce, même en voiture sur des chemins. Les enregistrements continus sur une nuit entière sont aussi réalisés selon les mêmes critères (accessibilité et diversité des milieux disponibles).

### • Localisation des points d'écoutes et transect sur le site

La carte suivante présente la localisation des points d'écoutes et des transects utilisés lors des différentes visites de suivi au sol, ainsi que la localisation des Batcorders « manuels » placés pour la nuit au cours de ces mêmes visites.

La position des points d'écoute et des Batcorders a été notamment retenue ici pour prendre en compte la diversité des milieux (boisements, milieux ouverts, lisières, combes...) et donc des habitats potentiels ou des secteurs à fonctionnalités particulières pour les chiroptères.

## Illustration 149: Types de milieux ciblés par le choix des points d'écoute ou D240X (gauche) et les points fixes ou Batcorder (droite)

Source : EXEN

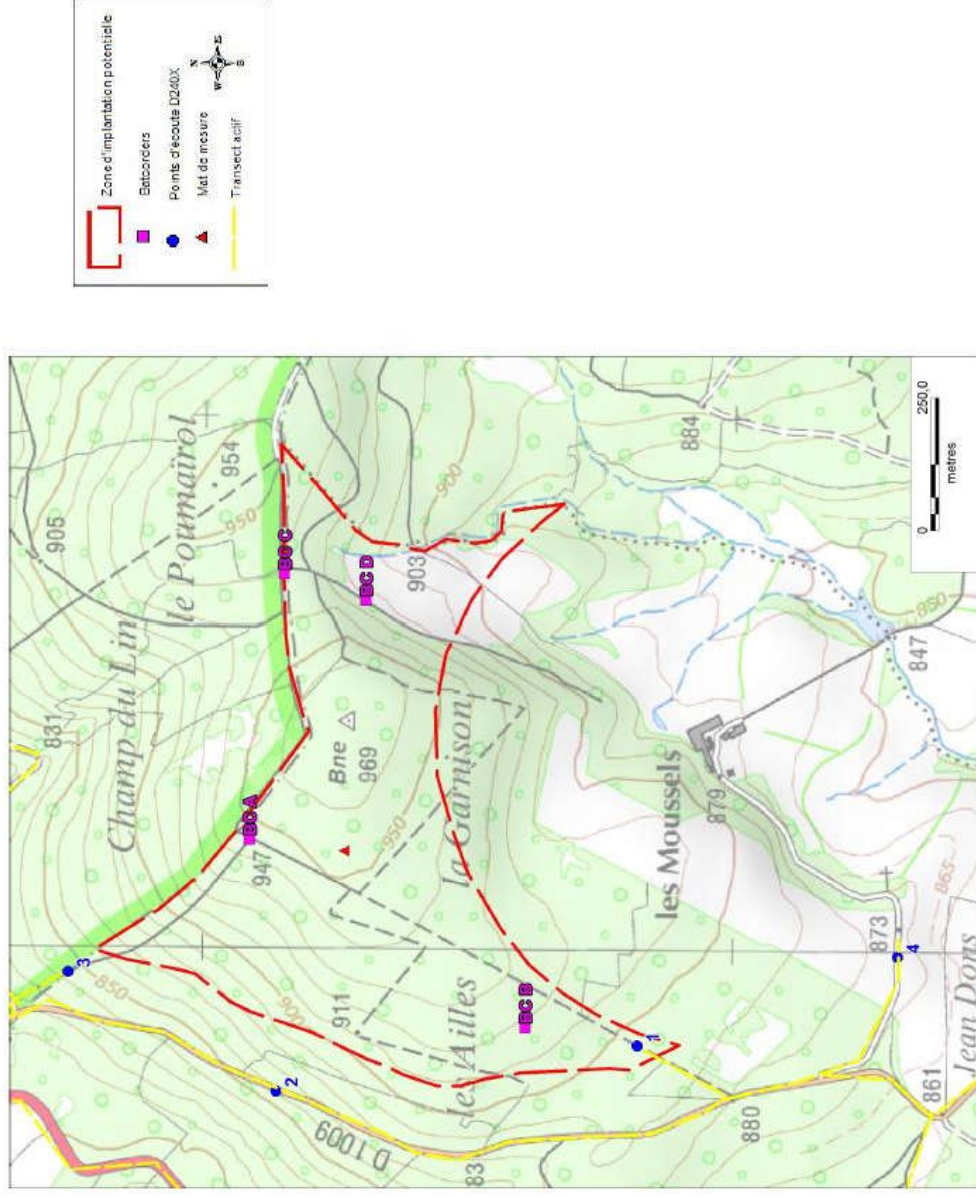
| point d'écoute | habitat              |
|----------------|----------------------|
| 1              | Lisière de boisement |
| 2              | Lisière de boisement |
| 3              | Fermé                |
| 4              | Ouvert               |

| Emplacement | Type de milieu concerné par le suivi |
|-------------|--------------------------------------|
| Batcorder   |                                      |
| A           | semi ouvert                          |
| B           | chemin forestier                     |
| C           | chemin forestier                     |
| D           | lisière de boisement                 |



### Illustration 150: Localisation des points d'écoutes, des transects et de l'emplacement des Batocorders lors du suivi actif au sol : visites « classiques » par point d'écoute et transect

Source : EXEN



### C. Évaluation de l'activité

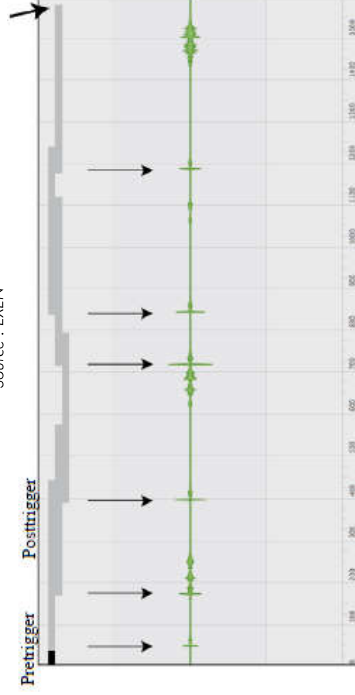
L'évaluation de l'activité s'effectue de deux façons différentes selon qu'on utilise le D240X ou le Batcorder.

En ce qui concerne le D240X, l'appréciation du niveau d'activité (nombre de contacts par unité de temps) est basée sur la méthode conventionnelle proposée par Michel Barataud. Il s'agit alors de noter l'activité pour chaque espèce. L'activité d'un individu relevée pendant moins de 5 secondes autour du point d'écoute correspond à une valeur de 1. Si l'individu est détecté plus de 5s, un indice est noté pour chaque plage de 5s d'activité supplémentaire (ex : pour un individu qui reste 15s autour du point d'écoute, on notera un indice d'activité de 3). Cet indice vaut pour chaque individu, donc si deux individus de la même espèce chassent en même temps pendant 15s, on notera un indice d'activité de 3 x 2 individus = 6.

Pour ce qui est du Batcorder, il enregistre des séquences pour chaque contact de chiroptère. Mais comme tout enregistreur automatique, selon la récurrence des signaux, le Batcorder peut être amené à décomposer le passage d'un individu sur plusieurs séquences, notamment lorsque la récurrence est faible (l'intervalle de temps entre chaque signal émis est important). Il s'agit alors de veiller à ne pas considérer ces différentes séquences comme plusieurs passages distincts, mais bien comme celui d'un individu émettant des signaux espacés dans le temps. C'est notamment important à prendre en compte pour valoriser des notions de rythme (régularité des intervalles entre signaux successifs), ou d'alternance (alternance de la structure des signaux entre Quasi-Fréquence Constante (QFC) / Fréquence modulée aplanie (Fmap)), notions souvent essentielles pour faciliter la distinction de certaines espèces. La configuration du matériel peut donc permettre de limiter ce biais. Il s'agit notamment de faire le choix d'une valeur importante du paramètre « posttrigger », qui se définit comme le temps maximal suivant un signal ultrason à partir duquel l'enregistreur stoppe l'enregistrement si aucun autre nouvel ultrason n'est perçu. Le schéma suivant caractérise ce paramètre, configuré ici pour une valeur de 400ms.

Illustration 151 : Schéma caractérisant le paramètre « posttrigger » (ici configuré sur 400 ms)

Source : EXEN



Pour comparer l'activité mesurée avec plusieurs enregistreurs Batcorders, il est donc important de garder les mêmes valeurs de paramètres pour chaque enregistreur et tout au long du suivi annuel.

La comparaison fine des niveaux d'activité entre plusieurs types de matériels est toutefois délicate au vu de la diversité des types d'enregistreurs disponibles sur le marché (Batcorder, SM2 bat, EM3, Batlogger, Anabat...), avec des caractéristiques techniques et possibilités de paramétrages tout aussi diversifiées, sans compter les biais d'étalonnage des micros. Ce constat a déjà fait l'objet de débats au niveau national (Rencontres nationales de la SFEPM de Bourges de 2012). Certaines méthodes de simplification de l'analyse telles que la « Minute positive » sont proposées pour rendre plus homogène la perception des niveaux d'activité perçus par les différents matériels. Mais, si statistiquement ce type de méthode permet de rendre plus objective la comparaison de niveau d'activité entre les différents outils disponibles, elle engendre une perte importante d'information parfois essentielle pour caractériser un risque dans le cadre d'un projet éolien. En effet, elle lisse considérablement les courbes chronologiques d'activité des chauves-souris et perd l'information d'une activité à plusieurs individus en

simultanée. Or, pour des espèces patrimoniales et potentiellement sensibles à l'éolien qui ont l'habitude d'évoluer parfois en groupes (Molosse de Castoni, Vespère de Savi...), ce type de détails est important à noter. Dans notre cas précis, les affluences ponctuelles de transit de minioptères de Schreibers ne pourraient être perçus avec ce type d'analyse. Finalement, pour permettre l'analyse critique la plus objective et limiter l'influence du paramétrage (posttrigger notamment), il nous semble évident de baser plutôt l'analyse de l'activité sur la durée des séquences plutôt que sur leur nombre. L'activité mesurée par les Batcorder sera donc exprimée en durée de contacts cumulée par unité de temps (par exemple : 2,3 secondes d'activité d'une espèce par heure ou par nuit).

Les données d'activité relevées par le D240X et le Batcorder ne peuvent pas être comparées de façon fine, et ce même si on choisissait de garder une appréciation de l'activité du Batcorder par plages de 5s d'activité cumulée (convention Barataud). D'une part, parce que le nombre de contacts relevé par un D240X est plus élevé que celui enregistré par un Batcorder (caractéristiques très différentes des micros directionnels ou multidirectionnels). Et d'autre part, parce que ces enregistrements continus sont un mode de recensement « semi-actif » (le micro est dans une seule direction et ne bouge pas). De façon générale, les comparaisons d'activité entre plusieurs types de détecteurs à ultrasons sont soumises à de nombreux biais et doivent être considérées avec prudence.

Finalement, dans notre cas précis, l'analyse est basée sur l'ensemble de l'aire d'étude rapprochée et son entourage :

- Sur le suivi actif ou D240 X (points d'écoute et transects aux premières heures de la nuit), des niveaux d'activité (convention Barataud), mais aussi des indices comportementaux (cris sociaux, buzz de chasse, comportements des vols, corridors de déplacements...). Les niveaux d'activité sont comparés entre les points et tout au long du suivi annuel. Ils peuvent aussi être comparés avec d'autres sites sur la base d'un des outils les plus fréquemment utilisés par les chiroptérologues.
- Sur le suivi semi-actif au Batcorder pour la nuit, des niveaux d'activité (durée d'activité par espèce par heure ou par nuit), du rythme d'activité nocturne (chronobiologie) et autres indices comportementaux (buzz de chasse, cris sociaux). Les niveaux d'activité sont comparés entre les points et tout au long du suivi annuel. Ils peuvent aussi être comparés avec d'autres sites suivis avec des Batcorders. Mais la comparaison avec d'autres enregistreurs est plus délicate, mais possible sur la base de la durée cumulée d'activité spécifique par unité de temps (et non par nombre de contacts par espèce et par unité de temps).

Le tableau suivant récapitule les outils utilisés depuis le sol pour l'échantillon des visites nocturnes retenus.

Illustration 152: Tableau de synthèse des modes d'utilisation et intérêts des outils de suivis actifs et semi-actifs

|                                   |   | Source : EXEN   |  |
|-----------------------------------|---|---|--|
| <b>Modèle de fonctionnement</b>   | <b>Détecteur à ultrasons manuel</b><br>D 240 X (Pettersson)<br>Utilisé en mode hétérodyne et expansion de temps. Fréquence modulée manuellement.  | <b>Enregistreur à ultrasons automatique</b><br>Batcorder (EcoObs)<br>Enregistrements automatiques multifréquences de qualité  |  |
| <b>Type de micro</b>              | Directionnel (il faut « suivre » le vol des chiroptères).   | Multidirectionnel   |  |
| <b>Utilisation sur le terrain</b> | Points d'écoute de 10 min, dans les premières heures de la nuit (voire en fin de nuit), transects à pied et en voiture. Possibilité d'utiliser les lunettes de vision nocturne pour préciser les vols et comportements.   | Pose de Batcorders le long des lisières, sur buissons... pour la nuit entière.  |  |
| <b>Méthode d'analyse</b>          | Analyse à l'hétérodyne sur place. Enregistrement des sons en expansion de temps pour les espèces à fort recouvrement et analyse à posteriori sur ordinateur (via le logiciel Batsound)  | Suite de logiciels (BC admin, BC analyse, BC Ident) pour acquisition, tris et pré analyse statistique (sur la base d'une sonothèque de référence, l'utilisation du logiciel R, et plus d'une centaine de critères d'analyse pour chaque signal). Détermination des espèces séquence par séquence en validant ou corrigeant les résultats de la pré analyse statistique. |  |
| <b>Intérêt l'étude</b>            | <b>Approche géographique des secteurs d'activité</b> (niveau d'activité), fonctionnalités des habitats, précision sur l'origine des gîtes en début de nuit, ou poursuite des retours en fin de nuit, suivi des types de vols (hauteur), localisation des corridors de chasse ou de transit, comportements sociaux ou de chasse... | Appréciation de l'évolution saisonnière du niveau d'activité par point. Appréciation de l'évolution de l'activité au cours de la nuit. Perception de la proximité des gîtes diurnes en fonction de l'activité mesurée en début et fin de nuit par rapport à celle du reste de la nuit. Cris sociaux, buzz de chasse...  |  |

#### D. Référentiel de niveau d'activité

L'appréciation des niveaux d'activité est basée sur un référentiel issu du retour d'expérience EXEN à partir de nombreux autres sites suivis dans les mêmes conditions depuis 2009 avec le Batcorder et le même protocole d'étude.

Pour ce référentiel, au niveau du sol, le seuil de 300 secondes d'activité cumulée représente une valeur moyenne. À titre d'information, les niveaux d'activité nocturne les plus forts relevés à ces jours sont de l'ordre de plus de 10 000 secondes d'activité sur une nuit, pour un secteur de chasse pluri-spécifique (zone humide) ayant été fréquentée presque toute la nuit.

Illustration 153: Référentiel EXEN de niveau d'activité pour une nuit mesurée par un Batcorder au sol (en secondes d'activité cumulée par nuit)

| Source : EXEN            |                                     |
|--------------------------|-------------------------------------|
| <b>Niveau d'activité</b> | <b>Secondes d'activité par nuit</b> |
| Très faible              | 0 - 50                              |
| Faible                   | 50 - 100                            |
| Faible à modéré          | 100 - 200                           |
| Modéré                   | 200 - 300                           |
| Modéré à fort            | 300 - 500                           |
| Fort                     | 500 - 1000                          |
| <b>Très fort</b>         | <b>&gt;&gt; 1000</b>                |

Pour l'activité en hauteur, l'appréciation des niveaux a été construite de la même manière.

Illustration 154: Grille de hiérarchisation EXEN du niveau d'activité relevé par les Batcorders utilisés en hauteur sur mât de mesures (en secondes d'activité par nuit)

| Source : EXEN                    |                            |
|----------------------------------|----------------------------|
| <b>Pour Batcorder en hauteur</b> |                            |
| <b>Niveau d'activité</b>         | <b>Secondes d'activité</b> |
| Très faible                      | 0 - 5                      |
| Faible                           | 5 - 10                     |
| Faible à modéré                  | 10 - 50                    |
| Modéré                           | 50 - 100                   |
| Modéré à fort                    | 100 - 200                  |
| Fort                             | 200 - 500                  |
| <b>Très fort</b>                 | <b>&gt;&gt; 500</b>        |



## E. Recherche de gîtes

Dans la mesure où les visites de terrain sont réalisées par une succession de personnes de l'équipe EXEN, une première approche cartographique des gîtes potentiels est toujours réalisée en amont de la phase de terrain pour que les recherches restent méthodiques et progressives d'une visite à une autre. Une carte A3 des gîtes potentiels est donc éditée à l'échelle de l'aire d'étude locale en pointant l'ensemble des éléments susceptibles d'être utilisés comme gîtes (moulins, églises, châteaux, vieux bâtis isolés, ponts, cavités souterraines, boisements de belle naturalité...). Ainsi, au fur et à mesure de l'échantillon de visites, chaque site potentiel visité donne lieu à des commentaires sur carte (favorable, non favorable, avéré...) qui permettent ensuite d'orienter plus efficacement les opérations de recherche de gîtes.

Cette phase de recherche de gîtes est alors menée de trois manières complémentaires :

- **Recherche de gîtes potentiels en journée**, en prospectant des bâtiments ou arbres à trous pouvant être favorables à l'établissement des chiroptères. Il s'agit aussi de mener une enquête auprès des mairies et des riverains du projet pour exploiter toute information disponible laissant supposer la présence de gîtes. Sur cette base, une visite des sites potentiels est menée soit en journée (recherche de chiroptères à la lampe ou à l'endoscope, ou d'indices de présence : guano, traces d'urine...) soit en début de nuit au détecteur manuel (D240X) afin de suivre la sortie de gîte.
- **Poursuites acoustiques et visuelles en début et/ou fin de nuit (méthode « EXEN »)** :
  - o En début de nuit (sortie de gîtes), il s'agit de visualiser les individus contactés (à la lumière du jour, ou à l'aide des lunettes de vision nocturne Big 25), d'apprécier d'où ils viennent, et remonter la piste (si plusieurs individus se suivent) jusqu'au gîte. Par expérience, il est difficile d'obtenir des résultats significatifs lorsqu'on n'est pas plusieurs observateurs à se relayer pour remonter ce flux de sortie de gîte. Sans compter que cette technique suppose que les chiroptères suivent tous la même direction de vol en phase de dispersion vespérale. Ce qui est loin d'être le cas (notamment pour les espèces de haut vol).
  - o Les chiroptérologues du bureau d'étude EXEN préfèrent donc plutôt baser cette recherche de gîte sur des poursuites acoustiques et visuelles en fin de nuit, au moment des rassemblements en direction des gîtes diurnes. A l'origine du développement de cette méthode en France, ils ont pu montrer son efficacité à plusieurs reprises en localisant, sans capture, les premiers gîtes de mise-bas de la Grande noctule en France (Auvergne). Depuis, les recherches de gîtes sont donc réalisées en période de mise bas (juin-août), depuis 4h du matin jusqu'au lever du jour, par transects au D240X (en voiture ou à pied). Les contacts les plus tardifs de chaque espèce sont localisés rapidement sur système SIG de smartphone, et permettent de supposer la proximité d'un gîte. Il est même régulièrement possible d'observer le retour dans le gîte avant le lever du soleil ou aux lunettes éclaircissantes. Par la suite, l'utilisation de l'endoscope en matinée permet de localiser précisément le gîte en question, et d'apporter des précisions sur le groupe (nombre d'individus, présence / absence de jeunes...).

- **Analyse du rythme d'activité d'une nuit entière enregistré par un Batcorder positionné proche d'un gîte potentiel**. Si l'activité est clairement marquée en début et/ou en fin de nuit, on peut supposer qu'un gîte est situé à proximité du point d'enregistrement. Toutefois, toute conclusion doit aussi prendre en compte une certaine diversité dans la chronobiologie des espèces. Les Noctules, Grand rhinolophe, Vespère de Savi et Pipistrelles pourront ainsi partir et revenir au gîte en tout début et fin de nuit (voire même en plein jour), alors que les petites espèces (Petit rhinolophe, petits Murins) ou le Miniotère de Schreibers partiront et rejoindront leur gîte plutôt en pleine nuit. La lecture du profil d'activité de la nuit permet alors de localiser les pics d'activité qui pourraient faire penser à des mouvements de début ou fin de nuit.

Pour la présentation des résultats de recherche de gîtes, plusieurs dénominations seront distinguées, sur la base des éléments suivants :

- **Gîte certain** : gîte localisé avec précision, c'est-à-dire dont l'entrée a pu être identifiée au sein d'un bâtiment, ou une cavité arboricole particulière, ou pour lequel l'espèce ou les espèces ont pu être déterminées, voire le groupe d'individus dénombré.
- **Gîte probable** : évidence d'un gîte situé dans l'entourage immédiat du point (par relevés de poursuites de soir et petit matin, localisation des premières / et dernières zones de chasse proche du gîte...), sans pour autant identifier l'entrée ni parfois le bâti ou l'arbre à cavités exploité.
- **Gîte possible** : secteur favorable comme gîte diurne compte tenu des espèces présentes et des zones d'activité de fin de nuit et de début de nuit sans indice particulier témoignant de l'exploitation de ce type d'opportunité locale.

- **Localisation des Batcorders pour la recherche de gîte sur le site**

La figure suivante présente la localisation des Batcorders « manuels » placés pour la nuit au cours des visites ciblées sur la recherche de gîtes.

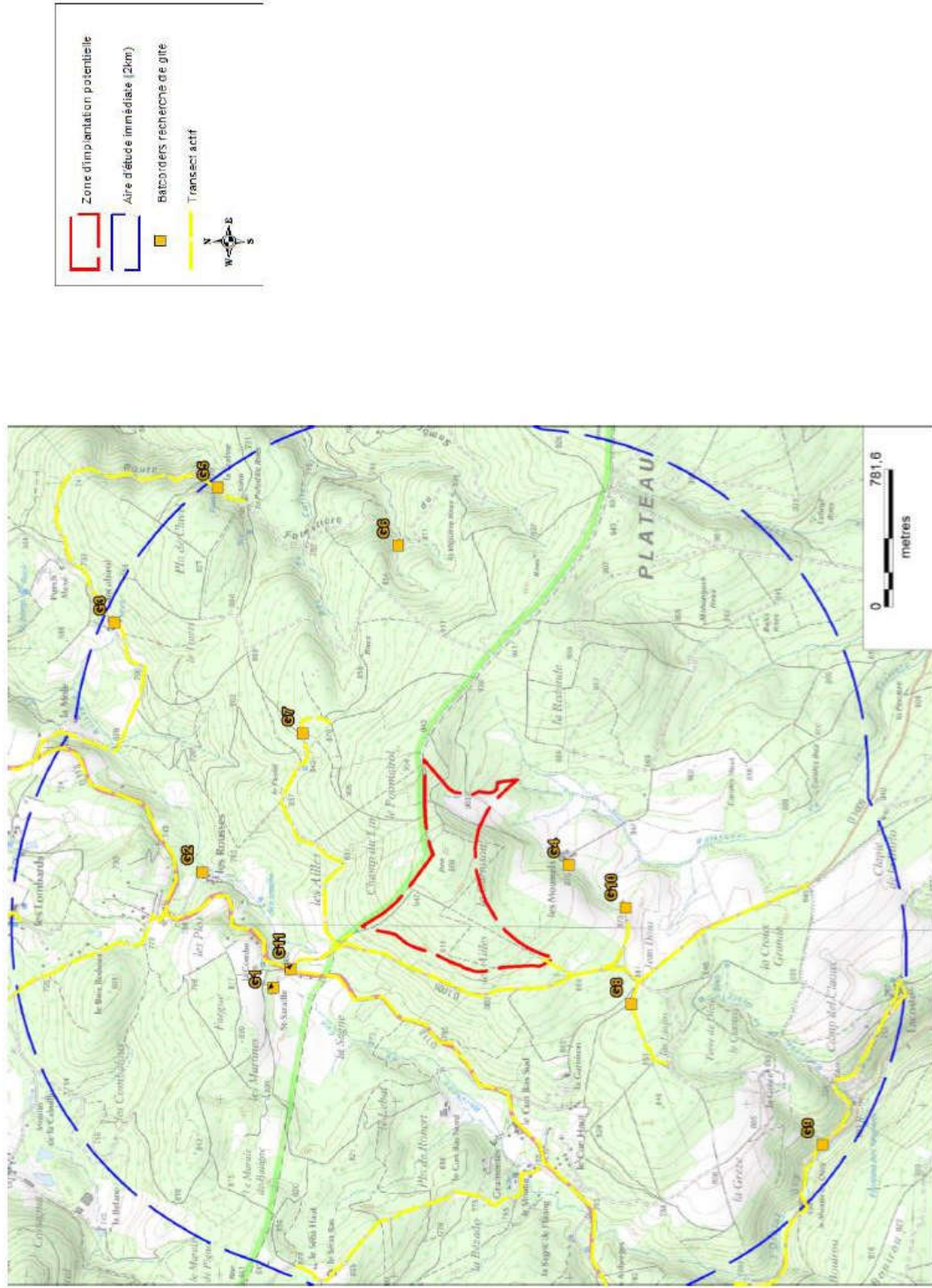
La position des Batcorders privilégie la proximité des secteurs de gîtes potentiels, à savoir, les secteurs de bâtis isolés et bourgs.

Pour ce type de visites, les transects réalisés en début et fin de nuit en phase de poursuite acoustique et visuelle des chiroptères dans l'entourage des gîtes diurnes sont aussi beaucoup plus larges que pour les visites classiques, privilégiant un maximum de secteurs prospectés pendant le court laps de temps où les chauves-souris restent dans l'entourage de leurs gîtes. Dans notre cas précis, les transects réalisés se sont orientés sur l'ensemble de l'aire d'étude large en couvrant une grande partie des villages et bourgs alentours, et des boisements favorables.

| Emplacements Batcorder "manuel" | Type de milieu concerné par le suivi              |
|---------------------------------|---|
| G1                              | Dans hameau favorable                             |
| G2                              | Dans hameau favorable                             |
| G3                              | Dans hameau favorable                             |
| G4                              | Dans hameau favorable                             |
| G5                              | Bâti isolé dans un boisement favorable            |
| G6                              | Lisière de boisement à proximité d'un cours d'eau |
| G7                              | Lisière de boisement                              |
| G8                              | Lisière de boisement                              |
| G9                              | Pont  |
| G10                             | Lisière de boisement à proximité de bâtis         |
| G11                             | Hale arboricole et arbre à cavités                |

Illustration 155: Localisation de l'emplacement des Batcorders et des transects lors de la recherche de gîtes

Source : EXEN



## F. Calendrier, conditions et pression suivi

La figure de la page suivante synthétise l'échantillon de visites réalisées au cours des années 2018 pour caractériser l'état initial par suivi actif au sol. Pas moins de **13 passages de chiroptérologues** auront été menés de façon diurne et nocturne. Ce dénombrement ne compte qu'un seul passage pour chacune des visites en début et fin de nuit organisées sur deux jours consécutifs. Cet échantillon de visites correspond à **environ 18 heures de suivi acoustique cumulées de chiroptérologues sur site** (au D240X), dont :

- 10 visites de points d'écoute de 10 min et transects en première partie de nuit, réparties sur les 3 principales périodes d'activité :
  - o 3 visites en phase de transit printanier (mars-mi-mai),
  - o 3 visites en période de reproduction (mi-mai à mi-août),
  - o 4 visites en phase de parade, transit et migration automnales (mi-août à octobre).
- 3 visites ciblées sur la recherche de gîtes de mise-bas en période estivale (juin à août), via des suivis principalement ciblés sur la fin de nuit (phase de retours aux gîtes) et le début de nuit, mais aussi une phase de recherche de gîtes diurnes via la prospection des bâtiments proches de la zone en journée.

Le tableau montre que les dates de visites ont été retenues à la faveur des conditions climatiques plutôt favorables.

La pression de suivi a aussi été portée par la pose d'enregistreurs automatiques à ultrasons pour chaque nuit (3 à 4 sur ce site). Une pression de suivi de **39 nuits a été effectuée via les Batcorders au sol (49 nuits avec la recherche de gîte)**, ce qui correspond à **près de 420 h de suivi (509 h avec la recherche de gîte)**, compte tenu de l'évolution de l'éphéméride au fil des saisons.

**Deux modules Batcorder autonomes (à 5 et 65 mètres de hauteur) mis en place pour le suivi passif sur le mât de mesures ont été installés** entre le 02 Mai 2018 et le 19 Octobre 2018, permettant ainsi de couvrir largement et sur une année l'ensemble des principales phases d'activité des chauves-souris. Cela représente une pression de suivi en continu de **170 nuits et près de 2380 heures de suivi** cumulé par module Batcorder autonome. Aucune perte de donnée n'est à signaler sur ce suivi passif. Autrement dit, aucun échantillonnage temporel ne permet de biaiser la perception fine de l'activité en hauteur.

Finalement, si on cumule le temps passé au suivi manuel au D240X, les nuits suivies par Batcorders en points fixes au sol, et le suivi en continu sur mât de mesures, on aboutit sur un total de **près de 5269 heures de relevés acoustiques pour cette étude**.



## Illustration 156: Calendrier et conditions de l'échantillon de visites de terrain

Source : EXEN

| Date       | Conditions climatiques            |             |               |                   | Présence sur le site             | Observateur | Thèmes d'investigations ciblés sur les chiroptères         |                |                             |   |   |   |
|------------|-----------------------------------|-------------|---------------|-------------------|----------------------------------|-------------|--|----------------|-----------------------------|---|---|---|
|            | Précipitations, nébulosité...     | Température | Force du vent | Direction du vent |                                  |             | Début de suivi   | Durée du suivi | Transits et points d'écoute | Recherche de gîtes (durée et nocturne)    | Nombre de Batcorders utilisés en points fixes | Total d'heures suivies par Batcorders fixes |
| 25-mars-18 | Brumeux, faible visibilité, pluie | 2°C         | Moderé à fort | NO                | 20:22                            | 01:01       | C. Vialet  | X              |                             | 3   | 35  |   |
| 20-avr.-18 | Beau temps                        | 16°C        | Absent        | -                 | 20:35                            | 02:20       | A. Lengois   | X              |                             | 4   | 41  |   |
| 2-mai-18   |                                   |             |               |                   |                                  |             | J. Cayley et E. Bonnichon                                  |                |                             |   |   | Installation (ECBox sur mat. de mesure)     |
| 15-mai-18  | Couvert, brouillard, pluie fine   | 5°C         | Moyen         | ND                | 21:00                            | 01:40       | C. Siccardi  | X              |                             | 4   | 59  |   |
| 7 juin-18  | Couvert                           | 13°C        | Absent        | -                 | 21:32                            | 02:27       | A. Lengois   | X              |                             | 4   | 35  |   |
| 19-juin-18 | Très beau temps                   | 16°C        | Faible        | O                 | 21:45                            | 01:57       | C. Siccardi  | X              |                             | 4   | 34  |   |
| 20-juin-18 | Très beau temps                   | 15°C        | Faible        | ?                 | 21:45                            | 01:00       | C. Siccardi  |                | X                           | 3   | 26  |   |
| 20-juin-18 | Très beau temps                   | 15°C        | Faible        | ?                 | 05:00                            | 01:00       |  |                |                             |   |   |   |
| 16-juin-18 | Couvert, pluie à 21h45            | 15°C        | Moderé à fort | ?                 | 22:00                            | 00:45       |  |                |                             |   |   |   |
| 17-juin-18 | Couvert, beaucoup d'humidité      | 12°C        | Moderé à fort | ?                 | 06:15                            | 01:00       | C. Vialet  |                | X                           | 4   | 36  |   |
| 17-juin-18 | Très beau temps                   | 16°C        | Absent        | -                 | 22:10                            | 01:10       | C. Vialet  | X              |                             | 4   | 36  |   |
| 25-juin-18 | Très beau temps                   | 26°C        | ?             | ?                 | 21:10                            | 01:00       | A. Lengois   |                | X                           | 3   | 28  |   |
| 26-juin-18 | Beau temps, beaucoup              | ?           | ?             | ?                 | 05:30                            | 00:55       |  |                |                             |   |   |   |
| 23-août-18 | Orages, averses avec grêle        | ?           | Moderé        | NO                | 21:10                            | 01:50       | A. Lengois   | X              |                             | 4   | 41  |   |
| 5-sept-18  | couvert, orageux                  | 18°C        | Faible        | SO                | 20:30                            | 01:45       | F. Bonnet  | X              |                             | 4   | 44  |   |
| 13-sept-18 | couvert, pluie fine               | 15°C        | Absent        | -                 | 20:40                            | 01:10       | F. Albeopy   | X              |                             | 4   | 45  |   |
| 4-oct-18   | Beau temps, rafale de vent.       | 15°C        | Moderé        | E                 | 20:00                            | 02:00       | A. Lengois   | X              |                             | 4   | 50  |   |
| 19-oct-18  |                                   |             |               |                   |                                  |             | J. Cayley et E. Bonnichon                                  |                |                             |   |   | Démontage (ECBox sur mat. de mesure)        |
| Total      |                                   |             |               |                   | Durée du suivi actif (en heures) |             | Nombre de visites (Nombre de Batcorders utilisés au total) |                | 13 visites (49 Batcorders)  | Durée du suivi Batcorder fixe (en heures) |   | 2380  |

### 2.7.3. Méthode de suivi passif (en continu)

#### A. Description du suivi

Le suivi automatique en altitude permet d'étudier l'activité des chauves-souris en continu dans un secteur qui pourrait être concerné par le champ de rotation de futures pales d'éoliennes. Il se justifie d'abord par la grande disparité d'activité altitudinale. Il permet notamment de rechercher efficacement l'éventuelle présence d'une activité migratoire, de transit ou bien de haut vol, perception très difficile depuis le sol selon les espèces et selon les obstacles acoustiques. Mais il représente aussi une réponse adaptée aux importants biais de l'échantillonnage ponctuels quand on sait combien l'activité des chauves-souris est très hétérogène dans le temps (d'une nuit à l'autre) sous l'influence d'un cumul de facteurs bioclimatiques.

Le suivi automatique en altitude est réalisé à l'aide d'enregistreurs d'ultrasons automatiques qui peuvent fonctionner en autonomie complète sur de longues durées. C'est notamment le cas des Batcorder avec le module « module Batcorder autonome ». L'ensemble se présente sous la forme d'un Batcorder « manuel » à l'intérieur d'une boîte étanche, équipé d'une batterie de forte capacité, relié à un module GSM permettant l'envoi quotidien de SMS et à un panneau photovoltaïque pour l'alimentation électrique.

#### Illustration 157: Clichés du positionnement d'un module Batcorder autonome sur mât de mesure

Source : EXEN



Ces modules Batcorder autonomes enregistrent automatiquement les ultrasons sur une carte mémoire sur une plage nocturne prédéfinie. Le module GSM permet d'envoyer un SMS tous les matins à l'opérateur pour le renseigner sur le nombre de contacts enregistrés durant la nuit précédente, l'espace mémoire restant disponible sur la carte SD et l'efficacité du micro (autoévaluation par émission d'ultrason automatique en fin de chaque session d'enregistrement). Ce dernier paramètre est particulièrement important à surveiller dans le cadre d'un fonctionnement à long terme. Ces renseignements quotidiens transmis par SMS permettent de vérifier le bon fonctionnement du matériel et rendent possible une intervention rapide avant tout problème (carte mémoire saturée, dégradation de l'efficacité du micro...).

Dans notre cas précis, le suivi passif sans échantillonnage a été effectué grâce à 2 modules Batcorder autonomes positionnés sur mât de mesures à 5 et 65 mètres de hauteur.

L'analyse des données enregistrées par le module Batcorder autonome est effectuée à la fin du suivi lorsque les cartes mémoire sont récupérées. L'analyse des sons est effectuée à l'aide des logiciels développés par Eco-Obs.

#### B. Plage / pression de suivi en hauteur

Le module Batcorder autonome a été positionné sur le mât de mesures pendant la période allant du 2 Mai 2018 au 19 Octobre 2018, couvrant l'ensemble des principales périodes d'activité des chiroptères. La continuité cumulée des enregistrements a été assurée sur 6 mois, soit 170 nuits ce qui représente un cumul de près de 2380 heures de veille acoustique par Batcorder, en hauteur.

Les enregistrements représentent 24537 données à analyser dont 3989 correspondaient à des contacts de chiroptères ; les autres enregistrements provenant de parasites acoustiques.

#### Illustration 158: Synthèse des plages de fonctionnement des modules Batcorder autonomes en continu, et nombre d'enregistrements

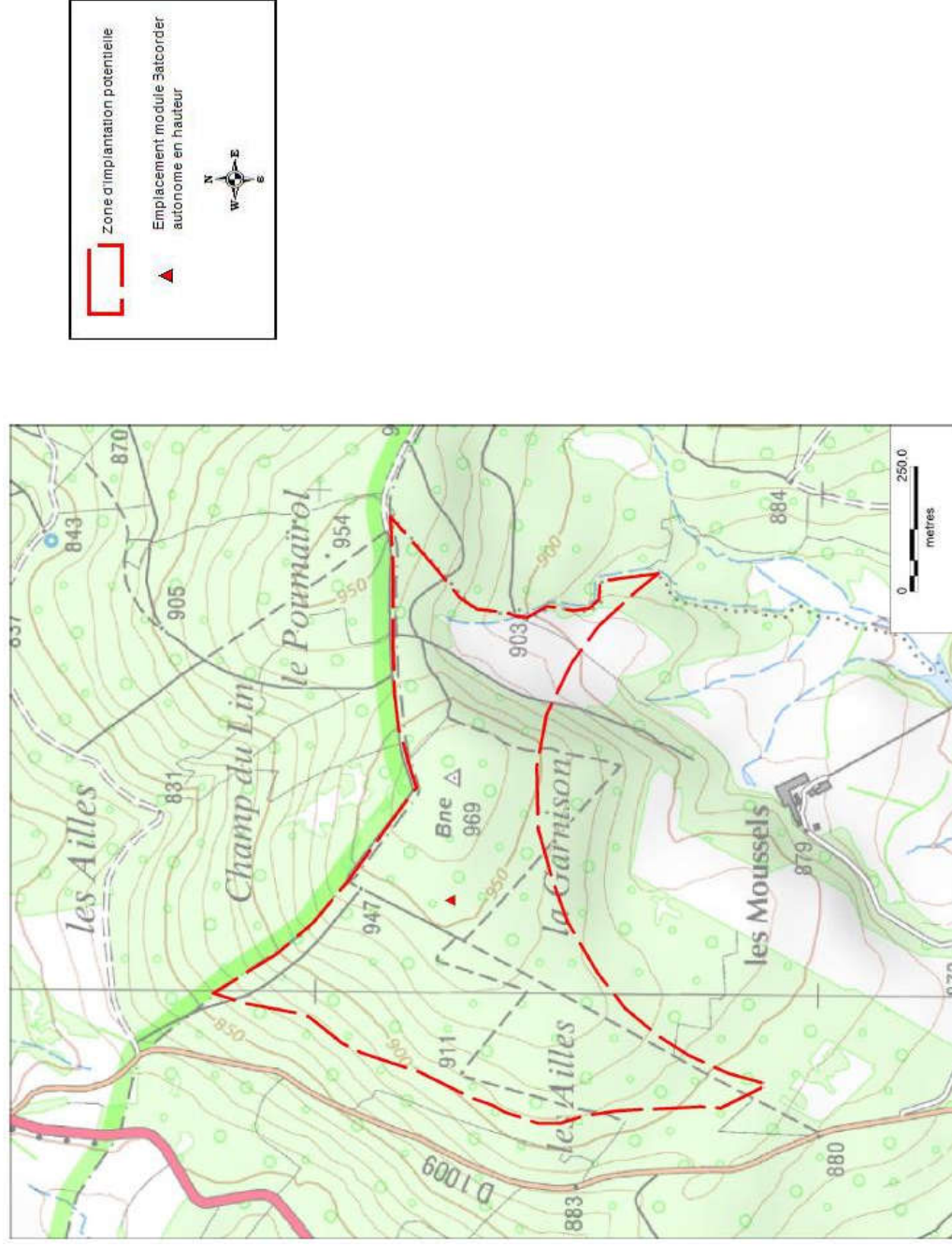
Source : EXEN

| Nom BCBox   | Date d'intervention | Type d'intervention | Nombre de séquence enregistrée |
|-------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|
| BCBox (5m)  | 02/05/2018          | Installation        | 3989                           |
|             | 19/10/2018          | Désinstallation     |                                |
| BCBox (65m) | 02/05/2018          | Installation        | 2149                           |
|             | 19/10/2018          | Désinstallation     |                                |

La carte ci-après précise la localisation du mât de mesures et donc de ces points de suivi en continu sur l'aire d'étude immédiate.

Illustration 159: Localisation des points de suivi en continu (sur mât de mesure)

Source : EXEN





### 3. Étude du milieu humain

#### 3.1. Socio-économie

L'approche économique peut se faire à diverses échelles : celle du groupement de communes notamment, car aujourd'hui cette vocation est bien souvent portée par ces EPCI, à l'échelle communale pour traiter notamment du contexte plus local, ou encore à l'échelle d'un bassin économique dans une situation plus urbaine. Cette approche permet de déterminer l'avantage que peut créer un projet de parc éolien pour le territoire. Les principales sources de données sont l'INSEE, l'office du tourisme et la DREAL.

L'approche socio-économique permet aussi d'envisager la fréquentation touristique du lieu et des environs, pour envisager l'impact du projet sur les pratiques et parcours (chemins de randonnée, voies vertes...).

#### 3.2. Biens matériels

##### 3.2.1. Infrastructures

L'analyse du réseau routier et des potentialités d'accès au site permettent de définir l'impact de l'installation du projet sur le réseau et des nuisances qui vont en découler (bruits, pollutions, obligation de créer de nouvelles dessertes...etc.). L'analyse bibliographique des infrastructures de transport est préalable aux inventaires terrain via les bases de données de l'IGN.

Le comptage routier de la voirie départementale est obtenu auprès du conseil départemental.

Les accès sont constatés et confirmés sur site et font l'objet de relevés (dimensions, dégagement...etc.).

##### 3.2.2. Réseaux et servitudes

La consultation des réseaux, et des servitudes associées, a été réalisée via l'envoi de courriers de consultations ainsi que par la consultation de la base de données PROTYS. Les préconisations et recommandations des organismes répondant sont prises en compte dans la mise en place du projet et des mesures visant à éviter, réduire ou compenser les impacts du projet sur les réseaux.

En parallèle de la consultation, les relevés de terrains ont permis de recenser les bornes, lignes ou traces de la présence d'un réseau dans les abords et sur le site d'étude.

#### 3.3. Terres

##### 3.3.1. Agriculture

La partie agricole est alimentée par diverses sources, Chambre Régionale et Départementale d'Agriculture, ministère de l'agriculture et notamment les données AGRESTE issus des RGA, données INSEE et données des déclarations agricoles (RPG) de 2016.

L'analyse agricole du territoire débute à l'échelle régionale, pour la compréhension des grandes orientations et des enjeux agricoles en place. La même analyse est faite à l'échelle départementale, pour davantage cadrer le projet, en rapport avec les productions agricoles locales, afin de déterminer si le projet s'implante sur des terres agricoles qui représentent un enjeu en termes de production.

##### 3.3.2. Espaces forestiers

La problématique des espaces forestiers est traitée en emboîtement d'échelle : une vision départementale de la densité des boisements et des spécificités de peuplements, puis une vision plus locale, extraite des cartographies interactives et des rapports des statistiques disponibles sur le site de l'IFN. Cette démarche a permis de traiter de la problématique des boisements à une échelle logique (vallée, ensemble boisé plus large...etc.). Dans le cas de la présence d'un peuplement sur le site, cela permet de l'envisager au regard des périphéries et de définir si cette présence forestière constitue un enjeu.

#### 3.4. Population et santé humaine

##### 3.4.1. Habitat

L'implantation humaine a été appréhendée de façon à permettre de discerner tout d'abord les grandes logiques de répartition sur le territoire, qui sont d'ailleurs étroitement liées aux logiques économiques et à la morphologie du territoire (situation de vallée, grande plaine étendue...etc.). Cette première approche se fait donc à grande échelle sur un territoire rural par exemple, qui peut subir des influences de villes éloignées (espace de résidence), ou plus localement sur des territoires comme les périphéries urbaines.

Les données sur l'habitat ont ensuite été étudiées plus finement, à l'échelle communale. Les sources employées à cet effet sont les fiches fournies par l'INSEE.

La carte de l'habitat a été effectuée grâce aux observations et au recueil photographique, elle doit mettre en avant les diverses formes d'habitats qui environnement ou caractérisent le site de projet (patrimoine).

L'ensemble de cette démarche a permis d'évaluer l'incidence du projet sur l'habitat, de manière globale et plus finement sur l'habitat de proximité.

##### 3.4.2. Contexte acoustique

L'étude acoustique a été confiée à la société Delhom Acoustique, bureau d'étude spécialisé en acoustique, conformément aux normes NF S 31-010 et NF S 31-114.

Le développement d'un projet éolien est encadré par diverses réglementations environnementales à respecter. En particulier, une réglementation acoustique spécifique impose des limites de bruit à ne pas dépasser.

Le but de l'étude d'impact acoustique est de contrôler par des mesures et des calculs que le bruit généré par les éoliennes respectera ces limites. Dans le cas où l'étude montre un risque de dépassement des valeurs réglementaires maximales, des solutions sont proposées notamment en bridant le fonctionnement des éoliennes.

#### A. Définition des termes employés

Pour faciliter la compréhension du chapitre, nous donnons ci-dessous la définition des termes utilisés pour l'étude acoustique de manière moins formelle et plus pédagogique.

**Bruit résiduel** : bruit ambiant, en l'absence du bruit particulier considéré.

Le bruit résiduel peut être assimilé au bruit de l'environnement, notamment la génération de bruit par le vent dans la végétation.

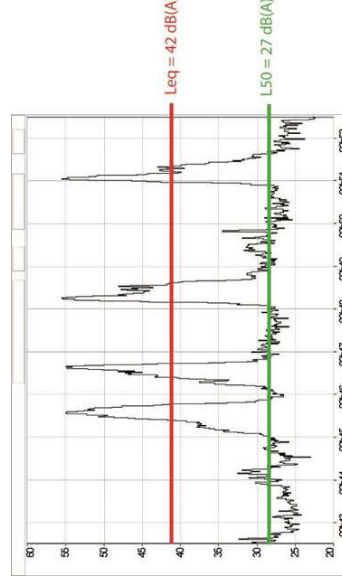
## INDICATEURS SONORES :

**Niveau acoustique équivalent,  $L_{\text{eq}}$**  : sur une période donnée, niveau sonore d'un son continu stable de même énergie sonore qu'un son variable au cours du temps.

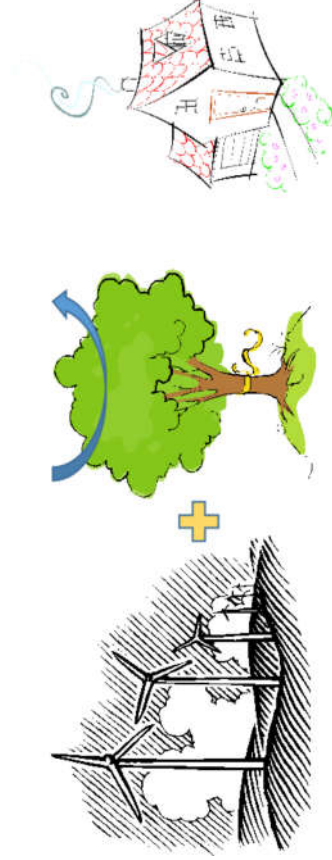
**Niveau acoustique fractile,  $L_{50}$**  : Indice statistique qui représente le niveau acoustique atteint ou dépassé pendant 50 % du temps.

Ce niveau acoustique fractile  $L_{50}$  est utilisé pour **éliminer les événements acoustiques particuliers** (passage de véhicules, aboiements de chiens, ...). **Il correspond au bruit de fond dans l'environnement et sert à caractériser le bruit résiduel mesuré.**

Pour illustrer l'importance de prendre en compte l'indice  $L_{50}$  pour caractériser le bruit résiduel d'une zone, la figure ci-dessous rend compte de la différence entre la valeur du niveau sonore moyen  $L_{\text{eq}}$  sur 10 minutes et la valeur correspondante de l'indice fractile  $L_{50}$ .



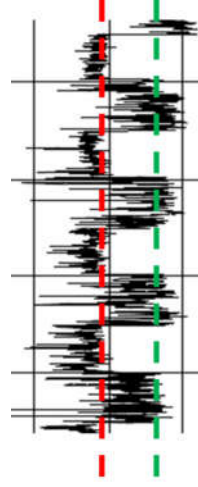
**Bruit ambiant** : bruit total existant et, dans notre cas, ensemble des bruits de l'environnement, y compris ceux des éoliennes.



**Bruit particulier** : Bruit généré uniquement par les éoliennes.

**Émergence** : Différence arithmétique entre le niveau de bruit ambiant et le niveau de bruit résiduel.

$$\text{ÉMERGENCE} = \text{Bruit ambiant} - \text{Bruit résiduel}$$



**Exemple de mesure à proximité d'une éolienne avec un cycle marche / arrêt alterné.**

**Pondération A** : afin de prendre en compte les particularités de l'oreille humaine qui ne perçoit pas les sons aigus et les sons graves de la même façon, on utilise la pondération A. Il s'agit d'appliquer un « filtre » défini par la pondération fréquentielle.

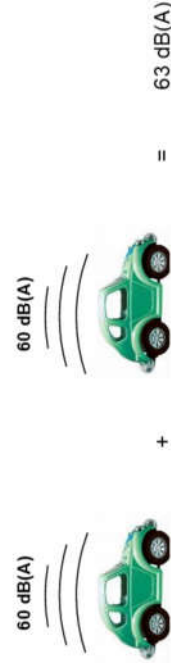
Cette mesure a été réalisée à proximité d'une route fréquentée. On note une différence de 15 dB(A) entre le niveau moyen et l'indice fractile.

Le niveau moyen  $L_{\text{eq}}$  ne rend pas compte du ressenti sonore durant la période de 10 minutes, les passages de véhicules étant ponctuels.

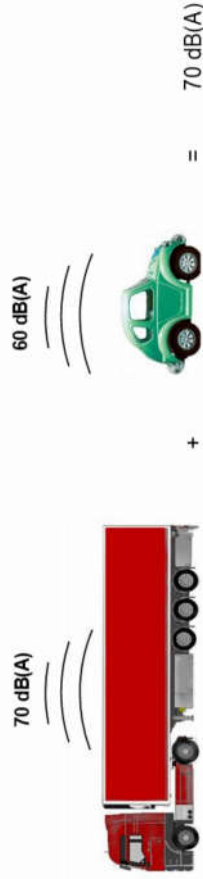
L'indice  $L_{50}$  fractile permet d'éliminer ces pics de forte énergie sonore et permet de mieux caractériser le bruit résiduel, hors pics sonores dus au trafic routier.

### Arithmétique particulière du décibel

L'échelle logarithmique du décibel induit une arithmétique particulière. En effet, les décibels ne peuvent pas être directement additionnés :



Quand on additionne deux sources de même niveau sonore, le résultat global augmente de 3 décibels.



Si deux niveaux de bruit sont émis par deux sources sonores, et si l'une est au moins supérieure de 10 dB(A) par rapport à l'autre, le niveau sonore résultant est égale au plus élevé des deux (effet de masque).

## B. Contexte réglementaire

Les critères réglementaires à respecter pour chaque projet éolien sont fixés par l'**arrêté du 26 août 2011** relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement.

Cette réglementation définit, notamment, les limites suivantes :

- **Distance d'au moins 500 m des habitations et zones constructibles**
- **Seuils acoustiques à respecter :**

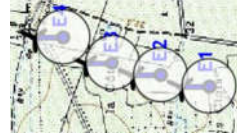
### 1- en zones à émergences réglementées (ZER)

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Niveau de bruit ambiant | Émergence admissible pour la période 22h – 7h |
| Supérieur à 35 dB(A)    | 5 dB(A)                                       |
|                         | 3 dB(A)                                       |

### 2- au périmètre de mesure du bruit

Le périmètre de mesure du bruit est défini comme étant le plus petit polygone contenant les cercles de rayon :  $R = 1,2 \times (\text{hauteur de moyeu} + \text{longueur d'un demi-rotor})$ .

Le niveau de bruit maximal de l'installation est fixé à **70 dB(A) pour la période de jour et à 60 dB(A) pour la période de nuit** en n'importe quel point du **périmètre de mesure du bruit**.



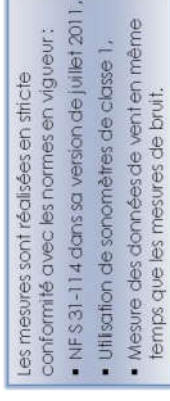
## C. Principes de l'étude acoustique

Les études acoustiques s'articulent autour de trois axes :

### 1. Campagnes de mesures in situ : détermination du bruit résiduel sur le site en fonction de la vitesse du vent.

Cette étape consiste à réaliser une campagne de mesures acoustiques d'état initial. Les points de mesures sont choisis parmi les zones habitées riveraines autour de l'aire d'implantation prévue pour les éoliennes.

Ces mesures ont pour but de caractériser le bruit résiduel de chaque zone c'est-à-dire le bruit existant habituellement dans le secteur concerné en fonction de la vitesse de vent avant l'implantation d'éoliennes.



### 2. Calculs prévisionnels du bruit des éoliennes : estimation de la contribution sonore des projets au droit des habitations riveraines.

Les calculs prévisionnels ont pour but d'évaluer les niveaux sonores générés par l'ensemble du projet au niveau de chaque voisinage étudié. Les résultats, conjugués aux valeurs de bruit résiduel, permettent de calculer les émergences acoustiques définies précédemment.

Les simulations des niveaux sonores générés aux points de contrôle sont effectuées soit avec le logiciel CADNAA, soit avec notre modèle de calcul de propagation du son à grande distance (MCGD).

Le modèle de calcul MCGD est de type géométrique et prend en compte les paramètres suivants :

- Puissances acoustiques des éoliennes ;
- Divergence géométrique ;
- Absorption atmosphérique ;
- Effets de sol ;
- Conditions météorologiques.

### 3. Analyse de l'émergence à partir des deux points précédents : validation du respect de la réglementation française en vigueur et, le cas échéant, proposition de solutions adaptées pour y parvenir.

Sur la base du calcul des émergences estimées, deux cas possibles :

- Les calculs font apparaître des valeurs inférieures aux seuils réglementaires :  
On estime alors que le risque de dépassement est faible et aucune disposition particulière n'est prise.
- Les calculs font apparaître des valeurs supérieures ou limites aux seuils réglementaires :

On estime donc que le risque de dépassement est non négligeable et on préconise des solutions réalistes pour respecter la réglementation :

- Définition d'un mode de fonctionnement optimisé (bridage et/ou arrêt d'une ou plusieurs éoliennes selon vitesse / direction du vent et selon la période),
- Optimisation de l'implantation du projet (éloignement, voire retrait de machines),

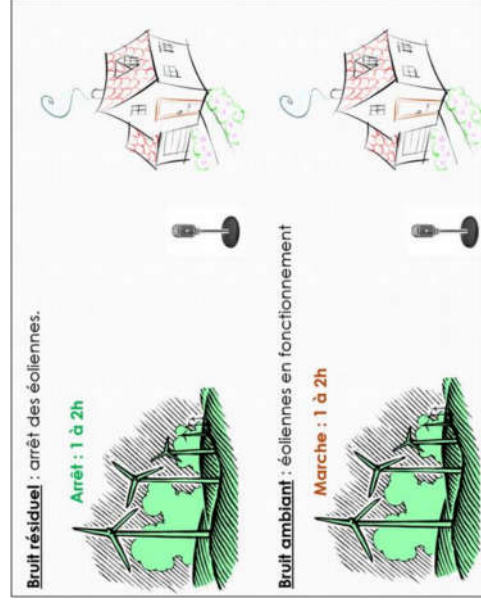


#### D. Mesures acoustiques post-implantation

Des mesures de contrôle acoustiques sont à réaliser après l'implantation des éoliennes pour valider ou vérifier que les seuils réglementaires sont respectés.

**Le but est de contrôler la conformité des émergences sonores au niveau des habitations, vis-à-vis des seuils réglementaires (arrêté du 26 août 2011).**

- Mesures de bruit en façade des habitations les plus exposées, selon la norme NF S 31-010.
- Un plan de marche/arrêt est mis en place pendant les mesures de contrôle, avec une alternance de 1 H à 2 H pour chaque période de marche ou d'arrêt.
- L'analyse est réalisée selon la norme NF S 31-114.
- En cas de non-conformité, adaptation du plan de gestion du parc éolien.



#### 3.4.3. Qualité de l'air et GES

La qualité de l'air a été estimée de manière subjective par l'analyse des odeurs et des poussières atmosphériques lors de l'étude de terrain. Lors des déplacements à pied ou en véhicule sur le terrain, l'atmosphère est caractérisée de manière à faire apparaître des problématiques liées à sa qualité (proximité avec des grands axes de communication ou avec des industries, travaux agricoles et passages d'engins sur des chemins de terre, etc.). De la même manière, les odeurs caractéristiques du milieu dans lequel se trouve le site ont été appréciées par les observateurs. Le contexte du projet a ainsi été déterminé (contexte rural, urbain, forestier, périurbain, etc.).

#### 3.5. Evaluation des enjeux

Un élément de l'environnement présente un enjeu lorsque, compte tenu de son état actuel ou prévisible, une portion de son espace ou de sa fonction présente une valeur. Cette valeur est à apprécier au regard de préoccupations urbanistiques, culturelles, sociales, techniques, économiques, etc.

**Un enjeu est donc défini par sa valeur intrinsèque et est totalement indépendant du projet.**

A partir de la définition d'un enjeu, plusieurs critères permettent de définir et de qualifier un enjeu. En effet, ces critères ont pour but de hiérarchiser ces enjeux en définissant leur valeur intrinsèque.

**Ces critères sont : la rareté d'un enjeu et la valeur d'un enjeu.**

Le croisement de ces critères permet de hiérarchiser les enjeux selon les degrés suivants :



Le degré d'enjeu nul ou négligeable n'est pas considéré, car, par nature, un enjeu retenu dans l'analyse est un élément de l'environnement qui a déjà une certaine valeur.

Le tableau suivant présente les critères d'enjeux du milieu humain.

| Thématique                  | Niveau d'enjeu                    |  |       |      |           |  |
|-----------------------------|-----------------------------------|--|-------|------|-----------|--|
|                             | Très faible                       | Faible   | Moyen | Fort | Très fort |  |
| Socio-économie locale       | Démographie                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>L'état des lieux de la démographie présenté n'est pas un enjeu, il permet de connaître le contexte et la dynamique démographique du territoire.</li> </ul>  |       |      |           |  |
|                             | Contexte économique et industriel | <ul style="list-style-type: none"> <li>Absence d'industries et/ou de commerces sur le site d'étude ou dans l'aire d'étude immédiate</li> <li>Présence d'industries et/ou de commerces sur le site d'étude ou dans l'aire d'étude immédiate</li> </ul>  |       |      |           |  |
|                             | Les énergies renouvelables        | <ul style="list-style-type: none"> <li>L'état des lieux des énergies renouvelables présenté n'est pas un enjeu, il permet de connaître le contexte et la dynamique de développement des énergies renouvelables.</li> </ul>   |       |      |           |  |
|                             | Tourisme et loisirs               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tourisme peu développé sur la commune</li> <li>Présence d'hébergement touristique autour du site d'étude</li> <li>Présence de circuits de promenade sur le site d'étude ou ses abords</li> <li>Forte fréquentation touristique</li> <li>Présence d'hébergements touristiques autour du site d'étude</li> <li>Passage de chemins de randonnée balisés (GR, PR...) sur le site d'étude ou ses abords</li> </ul> |       |      |           |  |
| Biens matériels             | Infrastructures de transport      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pas de voie accessible par les tiers sur le site d'étude</li> <li>Voies accessibles par les tiers jalonnant le site d'étude</li> </ul>  |       |      |           |  |
|                             | Réseaux                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Réseaux à distance importante du site d'étude</li> <li>Réseaux au droit ou à proximité du site d'étude</li> </ul>   |       |      |           |  |
| Terres                      | Agriculture                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pas d'activité agricole sur le site d'étude</li> <li>Activité agricole sur le site d'étude</li> <li>Chemins à usage agricole sur le site d'étude</li> </ul>   |       |      |           |  |
|                             | Espaces forestiers                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pas d'activité sylvicole sur le site d'étude</li> <li>Activité sylvicole sur le site d'étude</li> <li>Chemins à usage forestier sur le site d'étude</li> </ul>  |       |      |           |  |
| Population et santé humaine | Voisinage et nuisances            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Habitation éloignée des limites du site d'étude</li> <li>Habitation proche des limites du site d'étude</li> </ul>   |       |      |           |  |

## 4. Etude paysagère et patrimoniale

### 4.1. Grands principes de l'étude paysagère et patrimoniale

Dans le cadre de cette étude paysagère et patrimoniale en vue d'un projet de parc éolien, **plusieurs volets thématiques seront abordés tout au long du déroulé de l'étude** :

- Les unités paysagères, structures paysagères et éléments de paysage sont issus de la géographie, du climat, des occupations du sol mais aussi des usages et des pratiques locales,
- Les dynamiques paysagères en cours (projets éoliens réalisés, urbanisation, agriculture...) sont étroitement liées aux politiques territoriales en place,
- Les édifices et espaces réglementés (inscription et/ou classement), ainsi que le patrimoine emblématique non réglementé, tout aussi important dans les pratiques locales,
- Les perceptions visuelles liées aux notions d'espace, de proximité et d'ambiances,
- Le contexte éolien décrit afin d'appréhender les effets d'impacts cumulés.

### 4.2. Terminologie et définition

L'ensemble des termes et notions utilisés dans la suite de l'étude sont définis ci-dessous. Les définitions proviennent de deux définitions principales que sont :

- Le guide « **Les Atlas de Paysages, Méthode pour l'identification, la caractérisation et la qualification des paysages** », édité par le Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, en 2015, propose une méthode d'élaboration des Atlas de Paysages.
- Le « **Guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres** », édité par le Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, en 2017, propose une méthodologie de réalisation des études d'impacts.

#### 4.2.1. Paysage

Selon la Convention Européenne du Paysage (Convention Européenne du Paysage, art. L. 350-1 A du code de l'environnement, adopté le 20 octobre 2000 à Florence), le paysage désigne « **une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations** ».

Il s'agit ainsi de décrire un espace au-delà de ses seules qualités visuelles en incluant les usages, les pratiques, ou encore les représentations collectives. Les Atlas de Paysages découpent puis décrivent les territoires en lien avec ce grand principe. Les étages paysages sont alors imbriqués les uns dans les autres pour s'adapter à l'échelle de lecture et décrire finement le territoire. Ainsi les différents étages de description sont :

« **Une unité paysagère** désigne une partie continue de territoire cohérente d'un point de vue paysager. Ce « paysage donné » est caractérisé par un ensemble de structures paysagères et d'éléments de paysage qui lui procurent sa singularité. Une unité paysagère est distinguée des unités paysagères voisines par des limites qui peuvent être nettes ou floues ».

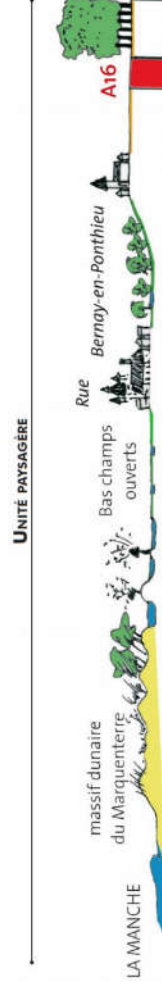


Illustration 160: Coupe de l'unité paysagère du Marquenterre dans la Baie de Somme

Source : Syndicat Mixte Baie de Somme-Grand Littoral Picard (SMBS GLP). (2010). Dossier de candidature. Label Grand Site de France. Atelier de l'île, 43 p.

«Les structures paysagères désignent les systèmes formés par les éléments de paysage. Les interrelations entre ces éléments peuvent être matérielles ou immatérielles, supportées par des liens fonctionnels, topographiques ou symboliques. Les structures paysagères constituent les traits caractéristiques d'un paysage. Les structures paysagères revêtent une grande importance, car c'est sur elles que porte l'action publique.»

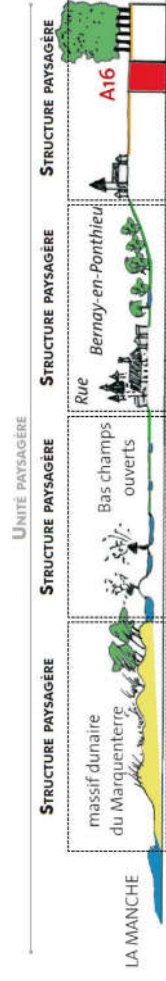


Illustration 161: Découpage de l'unité paysagère du Marquenterre en différentes structures paysagères

Source : Syndicat Mixte Baie de Somme-Grand Littoral Picard (SMBS GLP). (2010). Dossier de candidature. Label Grand Site de France. Atelier de l'île, 43 p.

- «Les éléments de paysage sont des éléments matériels participant au caractère et aux qualités d'un paysage. Ils ont, en ce sens, une signification paysagère. Ils sont perçus non seulement à travers leur matérialité concrète, mais aussi à travers des filtres culturels et sont associés à des systèmes de valeurs. Ce sont, d'une part, les objets matériels composant les structures paysagères et, d'autre part, certains composants du paysage qui ne sont pas organisés en système (un arbre isolé par exemple).»

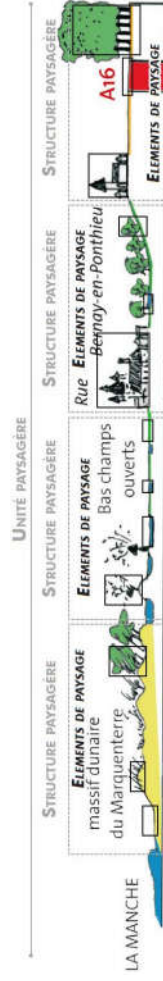


Illustration 162: Découpage des structures paysagères de l'unité paysagère du Marquenterre en éléments de paysage

Source : Syndicat Mixte Baie de Somme-Grand Littoral Picard (SMBS GLP). (2010). Dossier de candidature. Label Grand Site de France. Atelier de l'île, 43 p.

- Les dynamiques paysagères désignent les processus qui ont un effet sur la part matérielle comme sur la part immatérielle des paysages.»

Source : «Les Atlas de Paysages, Méthode pour l'identification, la caractérisation et la qualification des paysages», Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, 2015.

### 4.3. Patrimoine réglementé

Le patrimoine réglementé porte sur « l'ensemble des biens immobiliers ou mobiliers, relevant de la propriété publique ou privée, qui présentent un intérêt historique, artistique, archéologique, esthétique, scientifique ou sites relevant du code de l'environnement » (articles 341-1).

Le patrimoine réglementé regroupe ainsi les Monuments Historiques, les Sites mais aussi les Aires de Valorisation de l'Architecture et du Patrimoine (AVAP), les Zones de Protection du Patrimoine Architectural Urbain et Paysage (ZPPAUP) ou encore les Grands Sites de France.

| Synthèse du cadre réglementaire |   |
|---------------------------------|---|
| Code du Patrimoine              | <p><b>Livre VI :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Protection du patrimoine mondial (Titre Ier)</li> <li>- Monuments historiques et leurs abords et sites patrimoniaux remarquables (titre II)</li> </ul> <p><b>Livre V :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- archéologie (Zone de présomption de prescription archéologique)-</li> </ul> |
| Code de l'environnement         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sites classés (Loi de 1930)</li> <li>Sites inscrits</li> <li>Grands Sites de France</li> </ul>   |
| Code de l'urbanisme             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de sauvegarde et de mise en valeur (PSMV)</li> <li>- Plan local d'Urbanisme (PLU), notamment article L. 151-19</li> </ul>   |

Illustration 163: Tableau de synthèse des éléments réglementés  
Source : « Guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres », Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, 2017.

### 4.4. Les biens UNESCO

La France fait partie des États qui, en signant la convention de 1972, se sont engagés « à préserver l'authenticité et l'intégrité des biens culturels et naturels inscrits sur la liste du patrimoine mondial » qui sont sur son territoire, auprès de l'UNESCO. Plusieurs grands principes sont alors posés :

- « La préservation d'un bien est fondée sur sa **Valeur Universelle Exceptionnelle** (VUE) pour laquelle le bien est inscrit sur la Liste du patrimoine mondial ». (Paragraphe 4 des Orientations de la Convention)
- La **VUE** revêt « une importance culturelle et/ou naturelle tellement exceptionnelle qu'elle transcende les frontières nationales et qu'elle présente le même caractère inestimable pour les générations actuelles et futures de l'ensemble de l'humanité. À ce titre, la protection permanente de ce patrimoine est de la plus haute importance pour la communauté internationale toute entière ». (Paragraphe 49 des Orientations de la Convention)
- « Afin de protéger efficacement le bien proposé pour inscription, une **zone tampon** est une aire entourant le bien proposé pour inscription dont l'usage et l'aménagement sont soumis à des restrictions juridiques et/ou coutumières, afin d'assurer un surcroît de protection à ce bien. Cela doit inclure l'environnement immédiat du bien proposé pour inscription, les perspectives visuelles importantes et d'autres aires ou attributs ayant un rôle fonctionnel important en tant que soutien apporté au bien et à sa protection ». (Paragraphe 104 des Orientations de la Convention)

- « Le **cadre physique** plus large peut comprendre la topographie du bien, son environnement naturel et bâti, et d'autres éléments tels que les infrastructures, les modalités d'affectation des sols, son organisation spatiale et les perceptions et relations visuelles ». (Paragraphe 112 des Orientations de la Convention)
- L'**aire d'influence paysagère** (AIP) est un périmètre à prendre en compte qui va au-delà de la zone tampon UNESCO du bien. Il s'agit d'une aire qui entretient des relations directes avec le bien patrimonial mondial. [...] Cette aire est destinée à territorialiser la sensibilité paysagère depuis et vers un bien inscrit sur la Liste du patrimoine mondial ».

Source : « Guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres », Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, 2017.

### 4.5. Notion de visibilité, de covisibilité, de perception et de prégnance

Dans le cas d'un projet de parc éolien, les notions de visibilité et de covisibilité sont importantes. Ainsi :

- La **visibilité** correspond à la partie (partielle ou totale) d'un parc éolien visible conjointement avec un élément de paysage ou de patrimoine depuis un même point. Elle peut être **directe**, c'est-à-dire que la partie de parc se superpose à l'élément de paysage ou de patrimoine, ou **indirecte**, c'est-à-dire que la partie de parc et l'élément de paysage ou de patrimoine sont visibles au sein d'un angle de 50°.

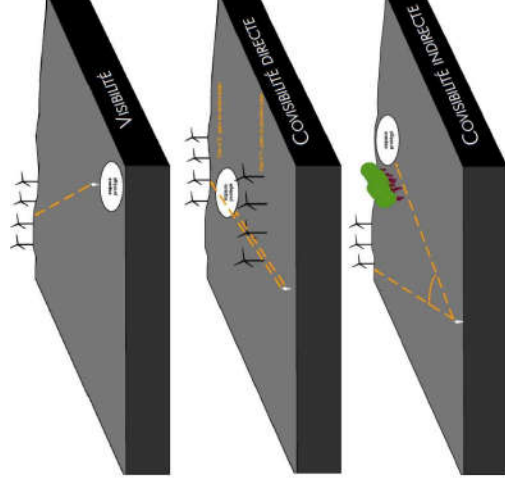


Illustration 164: Blocs présentant les notions de visibilité, de covisibilité directe et de covisibilité indirecte

Source : « Guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres », Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer », 2017.

Se distinguant ensuite les notions de paysage visible et de paysage perçu. Le **paysage visible** correspond à une approche quantitative, à savoir ce que l'on voit, comment on le voit (taille, distance, statique ou dynamique...) et d'où on le voit. Le **paysage perçu** correspond ici à une approche qualitative à savoir l'appréhension sensible de l'espace par les populations.

La notion de **prégnance** est également liée à cette idée de visibilité. « La prégnance d'un élément dans le paysage fait référence à la perception de cet élément au sein d'un ensemble paysager. Le caractère prégnant d'un élément peut s'apprécier selon le rapport d'échelle qu'il entretient avec ce paysage d'accueil ou avec un autre élément composant ce paysage ».

La prégnance dépend alors de plusieurs facteurs comme : la distance, l'arrière-plan, la position de l'observateur.



#### 4.6. Les aires de l'étude paysagère

##### 4.6.1. Définition des aires d'études théoriques

Le Guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres, édité en 2017, par le Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, définit trois aires d'études théoriques qui seront ensuite adaptées aux spécificités locales de chaque territoire. Dans la présente étude, quatre aires d'études sont choisies, répondant à des approches complémentaires :

- L'aire d'étude dessinée par la Zone d'Implantation Potentielle (ZIP) du projet, se concentre sur les « éléments de paysage et de patrimoine concernés directement et indirectement par les travaux de construction des éoliennes et des aménagements connexes ». Elle permet également de décrire finement les paysages locaux (trame végétale, parcellaire, topographie...) afin d'intégrer au mieux les aménagements (modèles, chemins...) et le projet.
- L'aire d'étude à l'échelle immédiate, d'un rayon de 500 m à 1 km autour de la ZIP permet d'étudier le paysage local en détail et de comprendre les relations qui existent entre le site d'étude et les territoires environnant (habitations, routes et chemins...) afin d'assurer une insertion paysagère réussie du projet.
- L'aire d'étude à l'échelle rapprochée, d'un rayon de 6 à 10 km autour de la ZIP, « s'appuie sur la description des structures paysagères (de la ou des unités paysagères concernées), qui sont liées notamment à des usages et véhiculent des valeurs ». Elle permet de décrire les « lignes de force du paysage, d'identifier des points d'appels et les espaces protégés et de saisir les logiques d'organisation et de fréquentation (et les usages), en pointant les espaces habités, fréquentés ou emblématiques/culturels, et de comprendre le fonctionnement des vues ».
- L'aire d'étude à l'échelle éloignée, d'un rayon de 20 km environ autour du site d'étude correspond à « la zone d'impact potentiel (ou bassin visuel) maximum du projet ». Elle se base sur les unités paysagères et permet d'étudier la sensibilité du projet vis-à-vis des « fondements naturels, humains, historiques et culturels » de chaque unité.

Ces aires d'étude sont définies théoriquement, en amont du projet, avant le travail préparatoire et la phase terrain. Elles seront par la suite, notamment à l'aide de la Zone d'Influence Visuelle (ZIV) et du travail de terrain, redéfinies et adaptées au territoire.

##### 4.6.2. Elaboration de la Zone d'Influence Visuelle (ZIV)

Les premières aires d'études définies théoriquement en cercles concentriques, permettent de visualiser la proportion de territoire potentiellement concernée par l'implantation d'un projet éolien. Dans un second temps, ces aires demandent à être redéfinies. Pour ce faire, une étude préalable de la Zone d'Influence Visuelle permet de spécifier les portions de territoire d'où les futures éoliennes du projet pourraient ou non être visibles.

Pour ce calcul, plusieurs critères sont pris en compte :

- **Le relief** - les données de relief sont issues du MNT d'une résolution de 75 m (BDAlti 75, IGN).
- **La hauteur des éoliennes** - cette donnée dépend des machines envisagées.
- **La position des éoliennes** - cette donnée est estimée par le bureau d'étude afin de maximiser les perceptions (position des machines sur les points hauts, en limites de l'échelle immédiate...)
- **La taille de l'observateur** - elle est fixée à une moyenne de 1,70 m.
- **Les forêts** - lorsque des données cartographiques précises existent, elles peuvent être prises en compte dans le calcul.

Le résultat obtenu est une carte en dégradé de couleurs qui représente les zones de visibilité potentielle du projet.



##### 4.6.3. Méthodologie d'approche du terrain

La ZIV est une méthode cartographiée d'aide à la décision. C'est une méthode maximaliste qui ne prend pas en compte certains éléments comme :

- **Les secteurs bâtis** (villes, villages et constructions isolées) à cause de la complexité des volumes, l'irrégularité des constructions ou la végétation arborée dans les jardins pouvant masquer tout ou partie des éoliennes. Ainsi, le rendu apparaît plus impactant qu'il ne l'est vraiment au niveau des zones habitées.
- **Les boisements** lorsqu'ils ne sont pas intégrés aux calculs de la ZIV.
- **Les reliefs de petites dimensions**, inférieurs à 75 m.

Cette méthodologie présente donc la configuration la plus défavorable au projet (perception maximum) car des éléments masquants ne sont pas pris en compte. Ces différents éléments composent des masques visuels qui peuvent limiter les perceptions sur le terrain. Ainsi, 3 comportements sont adoptés à partir de la ZIV pour réaliser l'arpentage terrain :

- Les zones allumées en vert et qui correspondent à des portions de territoire d'où le projet n'est pas perceptible, ne sont pas systématiquement traversées, sauf si elles présentent des enjeux paysagers ou patrimoniaux importants. En effet, un relief supérieur ou égal à 75 m de hauteur masque complètement le projet, indépendamment des masques visuels non pris en compte avant le terrain.

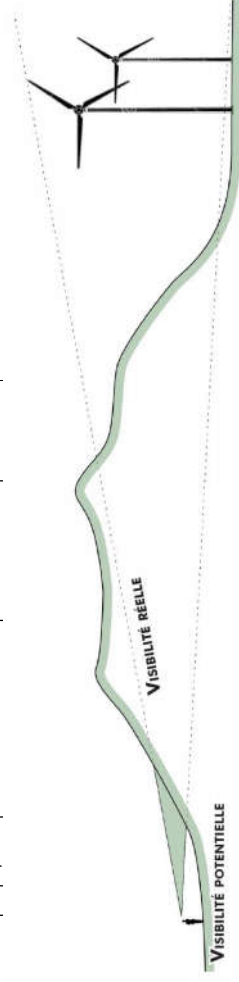


Illustration 165: Schéma de principe des zones d'où le projet n'est pas visible en raison du relief.

Source : L'Artifex

- Les zones allumées en rouge sur la carte correspondent à des portions de territoire d'où le projet est potentiellement perceptible. Elles sont vivement traversées pendant l'arpentage terrain afin de vérifier les perceptions. Deux cas de figure peuvent exister :

- o Les zones rouges sur la carte (le projet est donc potentiellement visible) qui ne présentent pas de vue sur le terrain en raison de la présence d'écrans visuels tels qu'un bois ou une ville, non pris en compte lors du calcul de la ZIV.

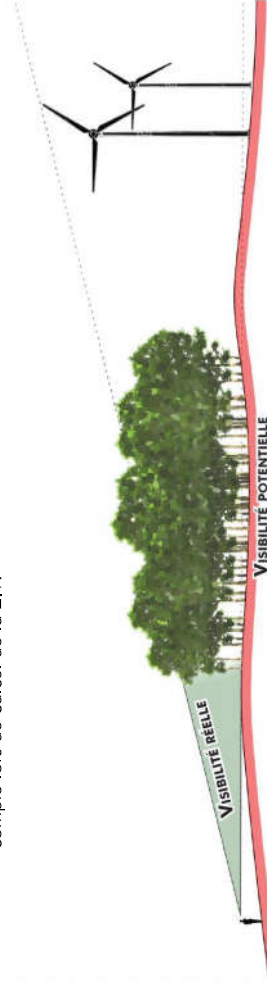


Illustration 166: Schéma de principe des zones d'où le projet n'est pas visible en raison d'un écran visuel non pris en compte dans le calcul de la ZIV

Source : L'Artifex

- o Les zones rouges sur la carte (le projet est donc potentiellement visible) qui présentent des vues ouvertes vers le site du projet (absence d'écrans visuels non pris en compte dans le calcul de la ZV).

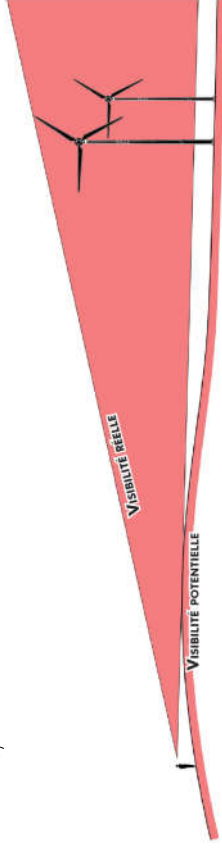


Illustration 167: Schéma de principe des zones d'où le projet est perceptible (aucun masque visuel)

Source : L'Artifex

#### 4.6.4. Cadirage préalable

Sur l'ensemble du territoire couvert par l'étude paysagère, certains éléments permettent d'établir le cadrage préalable de l'étude paysagère. Il s'agit :

- Du relief et de l'hydrographie qui permettent de décrire le territoire d'étude,
- Des unités paysagères qui permettent de comprendre le fonctionnement du territoire,
- De l'état des lieux des parcs éoliens existants et en projet qui permet de positionner le projet au sein de son environnement.

#### 4.6.5. Redéfinition des cires d'études

Suite au travail de terrain, à la réalisation de la ZV et au cadrage préalable, les échelles de l'étude paysagère sont redéfinies afin de mieux correspondre au terrain (relief, écrans visuels...) et aux premiers enjeux observés (visibilité, parcs éoliens...). Ces nouvelles échelles sont qualifiées d'« échelle redéfinie », et sont ensuite utilisées dans la suite de l'étude paysagère.

#### 4.7. L'analyse des perceptions visuelles

Pour chaque échelle, un ensemble de perceptions visuelles est proposé et analysé. Elles viennent appuyer les visibilités en illustrant les perceptions existantes depuis des points présentant de forts enjeux (humain, patrimonial, paysager...). Un commentaire succinct accompagne chaque perception et permet de comprendre son intégration dans l'environnement et le paysage qui l'entourent. Ce commentaire présente :

- Des éléments techniques sur la photographie - Numéros du point, distance et orientation par rapport à la ZIP, localisation et unité paysagère d'accueil.
- Le type de perception - Il s'agit de détailler si l'observateur est à l'arrêt (depuis une habitation, un chemin de randonnée ou encore un point de lecture du paysage); on parle alors de perception statique, ou si l'observateur est en mouvement (à pied, à vélo, dans une voiture ou encore dans un train); on parle alors de perception dynamique.
- Le type de paysages - Il s'agit ici de décrire sommairement l'utilisation des paysages et leur rayonnement. S'agit-il de paysages du quotidien ou emblématiques, de lieux de vie, de travail, de passage ou encore de paysages touristiques ?
- La fréquentation - Quel type de fréquentation est associé à cet espace : fréquentation estivale ? Hivernale ? Les deux ?
- La visibilité - Il s'agit ici de décrire la visibilité du site d'étude. Est-elle possible ? Partielle ? Lointaine ou proche ? La ZIP est-elle imperceptible ? Des structures de grande taille implantées sur la ZIP seraient-elles visibles, totalement, partiellement ou seraient-elles imperceptibles ?
- La covisibilité - Il s'agit de décrire les éventuels liens visuels existants entre le site d'étude et des éléments de patrimoine réglementé, ou les relations existantes entre la ZIP et une silhouette urbaine par exemple.

#### 4.8. La prise en compte de la Valeur Universelle Exceptionnelle (VUE) des biens UNESCO

Cette partie permet de préciser « les éléments essentiels des critères pour lesquels le bien est inscrit sur la Liste du patrimoine mondial afin de définir les principes de préservation de la VUE, notamment vis-à-vis de l'intégrité du bien ». A ce titre, la consultation de la déclaration de Valeur Universelle et Exceptionnelle (VUE) et le dossier de candidature peut constituer un point de départ. Suivant le type de bien (paysages culturels, sites archéologiques, villes historiques, paysages urbains, monuments, biens naturels...) les sensibilités vis-à-vis d'un projet éolien seront différentes et sont à intégrer à l'état actuel de l'environnement.

#### 4.9. Définition des enjeux et sensibilités

Suite à l'analyse paysagère à chaque échelle, des enjeux et sensibilités sont émis suivant la méthodologie présentée dans les pages suivantes.

- L'enjeu représente pour une portion du territoire, compte tenu de son état actuel ou prévisible, une valeur au regard de préoccupations patrimoniales, esthétiques, culturelles, de cadre de vie ou économiques. Les enjeux sont appréciés par rapport à des critères tels que la qualité, la rareté, l'originalité, la diversité, la richesse, etc. L'appréciation des enjeux est indépendante du projet : ils ont une existence en dehors de l'idée même d'un projet.
- La sensibilité exprime le risque que l'on a de perdre tout ou partie de la valeur de l'enjeu du fait de la réalisation du projet. Il s'agit de qualifier et quantifier le niveau d'incidence brute du projet sur l'enjeu étudié.

Afin de définir des niveaux d'enjeux, un ensemble de critères propres au paysage et au patrimoine sont définis :

- Critères appliqués aux unités paysagères, structures paysagères et éléments de paysage : Caractère emblématique - Unicité/Diversité des ambiances paysagères - Rareté
- Critères appliqués aux infrastructures et routes : Dimensionnement - Importance - Ouverture visuelle - Fréquentation
- Critères appliqués au patrimoine bâti et paysager protégé : Natures et superposition des protections - Fréquentation - Reconnaissance (ouverture au public ou non) - Caractère emblématique
- Critères appliqués aux itinéraires et sites touristiques : Reconnaissance - Fréquentation - Caractère emblématique
- Critères appliqués aux itinéraires et sites touristiques : Reconnaissance - Fréquentation - Caractère emblématique
- Critères appliqués aux lieux de vie et paysages du quotidien : Fréquentation - Usage
- Critères appliqués aux lieux de vie et paysages du quotidien : Fréquentation - Usage

#### 4.10. Propositions de variantes d'implantation

Au vu des éléments paysagers issus de l'analyse de l'état initial et des sensibilités qui ont été soulignées, des scénarii d'implantations sont proposés. Intégrant des contraintes techniques, foncières et environnementales liées au parc éolien, ces variantes permettent d'ajuster au plus près des atouts et contraintes paysagers du site l'implantation des éoliennes. Elles sont inspirées par les effets qu'ont pu produire des parcs réalisés, au sein d'unités paysagères particulières. « Les variantes envisagées constituent chacune des projets de paysage différents ».

Guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres, Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, 2017.

Il s'agira ensuite de retenir la variante de moindre impact sur l'environnement en s'aidant d'un certain nombre de critères techniques et visuels (disponibilité du foncier, nombre et hauteur des éoliennes, agencement des éoliennes entre elles, photomontages, cartés ou encore ZV).

#### 4.1.1. Les impacts paysagers

Les impacts paysagers d'un parc éolien sont de trois types :

- les **effets permanents** liés au parc éolien et à ses aménagements connexes,
- les **effets temporaires** liés au chantier,
- les **effets** de l'implantation du parc sur les **sols et sous-sols**.

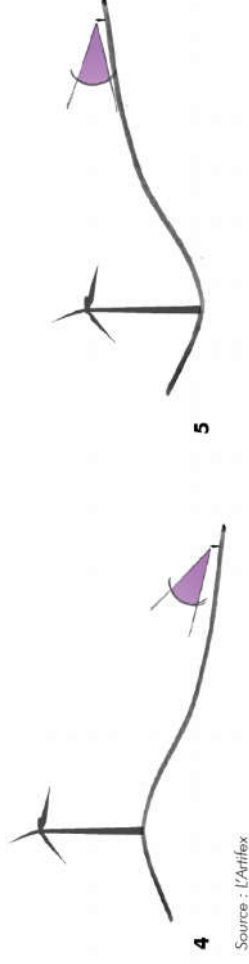
##### 4.1.1.1. Impacts généraux d'un parc éolien dans le paysage

- Les **variations de perceptions des éoliennes**

La perception des éoliennes est **relative** à chaque individu, en fonction de ses propres représentations, de l'attention qu'il porte sur son paysage, de son implication dans le projet éolien... Par leur haute technologie et leur esthétique, les éoliennes marquent le paysage par leur **modernité** et s'insèrent dans les différents paysages du quotidien du territoire, qu'ils soient naturels, patrimoniaux ou modernes.

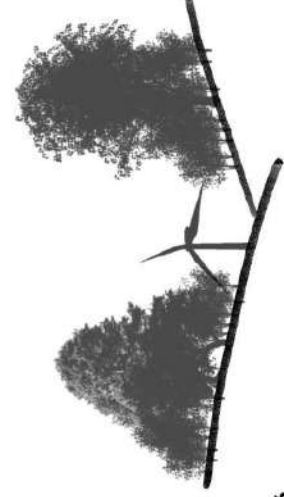
Les **variations de luminosité** selon les saisons ou conditions météorologiques, modifient l'objet qu'est l'éolienne, réfléchissant ces lumières et la laissant apparaître de façon plus ou moins prégnante. De teinte généralement claire, l'éolienne apparaîtra cependant sombre, se détachant sur le ciel lorsqu'elle sera à contre-jour (Cf. Photo 3). Elle grisera de façon plus ou moins nuancée selon les éclairages naturels directs ou indirects (Cf. Photos 1 et 2), qui pourront donner l'impression d'un ensemble d'éoliennes de teintes différentes.

L'**activité des pales**, qu'elles suivent une vitesse lente ou plus rapide, (Cf. Photo 3), ainsi que ses périodes d'arrêt, génèrent des sensations variées liées à nos ressentis. En effet, la rotation des pales capte l'**attention de la vision périphérique**. Leur mouvement dans le paysage, même au loin, attire et focalise le regard. Les éoliennes prennent ainsi visuellement une bien plus grande importance que si elles avaient été à l'arrêt. Pour comparaison, un groupe d'éoliennes participe considérablement à l'**animation d'un paysage** dans lequel il s'inscrit, jusqu'à lui conférer une réelle dynamique.

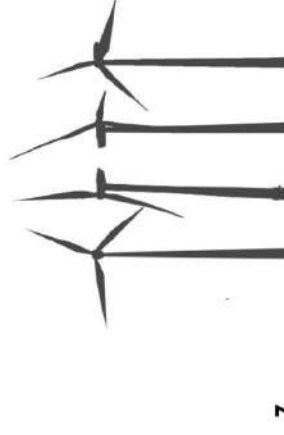


Source : L'Artifex

Les **jeux de disparition et d'apparition** (Cf. Schéma 6) peuvent offrir une dimension événementielle (au détour d'un chemin accompagné d'arbres où la haie disparaît et laisse surgir les éoliennes, ou depuis un point haut vers la plaine où seraient implantées les éoliennes, etc.). Leur implantation et les jeux de reliefs contribuent à créer des effets de surprise et de mise en scène lorsqu'elles apparaissent au fil d'une traversée d'un territoire.



6 Source : L'Artifex



7

- Les **rapports d'échelle**

Hormis de grands monuments, **la plupart des éléments qui composent nos paysages sont à l'échelle humaine** : les maisons, les places, les rues et les chemins de nos villes et villages, les arbres qui les bordent forment des ensembles cohérents. Les différents éléments s'accordent dans des rapports de taille plutôt harmonieux et équilibrés, à notre échelle. Cependant, chaque élément bâti provoque des impressions liées à sa proportion (silhouette massive ou élancée, volume visible de plus ou moins loin) et sa résonance avec son environnement (aspect incongru ou d'apparence normale, élément contrasté ou au contraire harmonisé).

Les nouvelles générations d'éoliennes culminent à plus ou moins 150 mètres de haut (correspondant à des immeubles de 30 étages) et peuvent créer une **rupture d'échelle** avec les autres éléments qui composent le paysage dans lequel elles prennent place. Les éoliennes ont des dimensions très importantes qui ne sont pas toujours habituelles dans nos paysages. L'illustration ci-après montre les rapports d'échelle, de grandeur, entre divers édifices.

Quelle que soit la taille du monument ou de l'infrastructure, il convient de respecter un **rapport d'échelle cohérent** avec le paysage ou motifs paysagers existants, d'éviter l'écrasement visuel d'une silhouette de village, d'un édifice. L'éloignement et la disposition des édifices participent à leur bonne intégration dans les paysages.

**La position de l'observateur** influence également les situations de perceptions. **En surplomb** (Cf. Schéma 5), comme n'importe quel objet sujet aux règles de la perspective conique spécifique à la vision humaine, les éoliennes peuvent apparaître plus petites, moins élevées. **En contrebas** (Cf. Schéma 4), leur mât constituant une ligne verticale forte et d'une hauteur moyenne de 100 mètres, les éoliennes créent une forte impression d'élancement et de grande hauteur assez spectaculaire.

Les perceptions selon les **angles de vue** (Cf. Schéma 7), conjuguées aux nuances qu'apportent les différences topographiques sur lesquelles les éoliennes s'implantent, génèrent des perceptions très variées. Les photomontages présentent cet intérêt de rendre compte de cette complexité des perceptions entre le dessin en plan et la réalité du terrain.



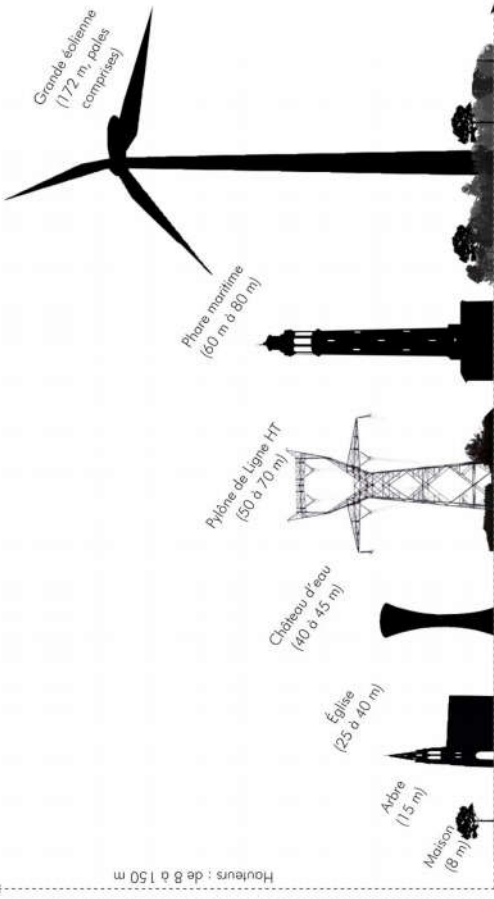


Illustration 168: Coupe de rapport d'échelle entre différents repères paysagers

Source : L'Artifex

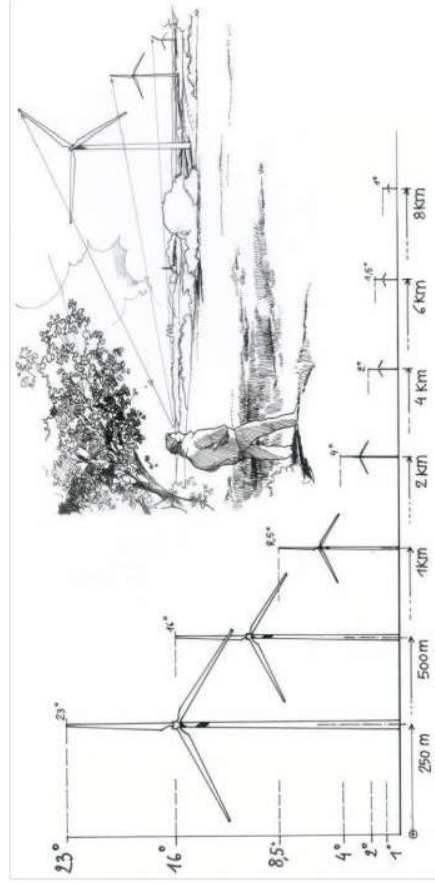


Illustration 169: Rapport d'échelle et distance aux éoliennes

Source : Cadre de référence pour l'implantation d'éoliennes en région Wallonne, gouvernement Wallon, juillet 2013

**4.11.2. La quantité et la trame**

Les éoliennes relèvent d'une logique de bonne insertion paysagère, telle qu'elle s'applique aux ouvrages d'art (pont, viaduc...) par exemple, au regard de leur échelle et de la diversité des perceptions dans lesquelles elles peuvent être visibles. Cette insertion paysagère doit ainsi tenir compte des caractéristiques techniques des éoliennes envisagées, mais également du nombre et de l'implantation de ces dernières.

En effet, le nombre des machines peut influencer la nature de la perception. En grande quantité, la notion de « champ » sera évidente. Inversement, sous forme de plus petit groupe, ou ligne, le parc aura une allure plus détachée et isolée au sein d'un paysage. L'analyse des unités et structures paysagères et des effets cumulés avec plusieurs parcs existants sont particulièrement utiles pour harmoniser le parc avec son environnement et favoriser sa **meilleure lisibilité dans le paysage**. Cette lisibilité vise à tenir compte du relief, des structures et lignes de force du paysage, devant influencer le projet en termes d'implantation et de nombre des éoliennes.

Pour exemples, une implantation régulière en lignes ordonnancées peut valoriser et souligner des lignes préexistantes (axes vaires, vallées larges, finage agricole régulier, sommets) - (Cf. Illustrations ci-dessous, 1 et 4). Une implantation par regroupements en bouquets peut répondre à des ensembles de formes plus organiques et sauvages (boisements de feuillus et lisières sinueuses) - (Cf. Illustration, 2). Une implantation le long de courbes peut répondre à des lignes sans ajouter de monotonie (Cf. Illustration, 3).

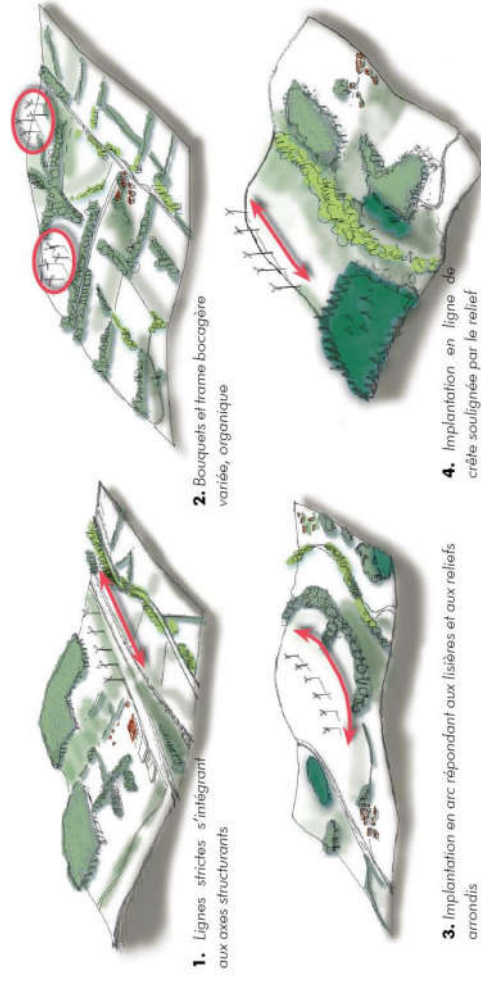


Illustration 170: Implantation et nombre des éoliennes en fonction du paysage

Source : L'Artifex

**4.11.3. La réalisation des photomontages**

Suite au choix de la variante de moindres impacts, une série de photomontages est proposée afin d'apprécier l'intégration du parc dans son environnement. Les points de vue sont sélectionnés suivant différents critères comme la covisibilité avec une silhouette urbaine ou un élément du patrimoine réglementé, la fréquentation d'un lieu (touristique ou non), l'habitat présent à proximité, la représentativité du territoire d'étude... L'utilisation de la ZIV à cette étape constitue un outil d'aide à la décision dans le choix des panoramas. Ces points emblématiques sont répartis sur l'ensemble des échelles (éloignée, rapprochée et immédiate).

Les photomontages de simulation du projet dans l'environnement doivent rendre compte au mieux de l'impact du projet sur le paysage proche et lointain :

- en témoignant de la proportion que prend le projet dans le champ de vision humain (le rapport d'échelle entre éoliennes et paysage),
- en permettant une comparaison entre les points de vue,
- en étant réalisés depuis des lieux justifiés.

Ces points, entre 25 et 35 photomontages suivant les projets, sont listés dans un tableau détaillant les enjeux et localisés sur une carte du territoire d'étude. Ci-après, sont décrites les trois étapes nécessaires à la réalisation des photomontages :

- Les prises de vue sur le terrain (reportage photographique),
- L'assemblage de ces prises de vue en panoramas,
- La réalisation des photomontages en insérant le projet aux panoramas.

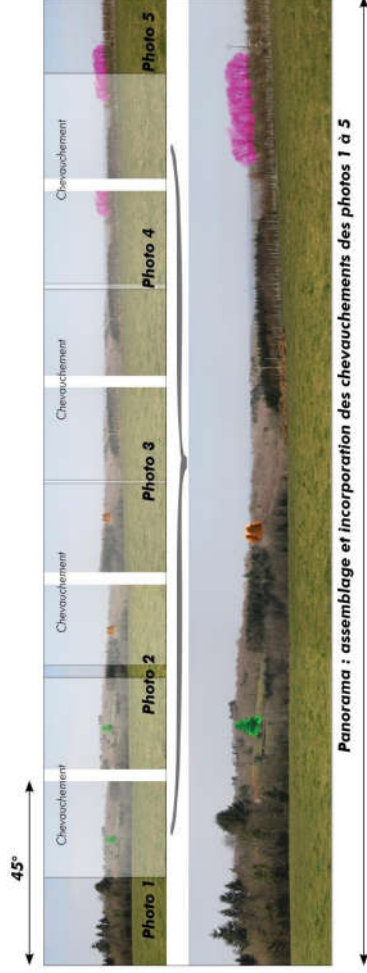
#### • Les prises de vue

Le paysagiste définit la liste des points de vue pour les photomontages en accord avec le client et précise au photographe le lieu du point de vue (coordonnées Lambert 93), ainsi que l'azimut du panorama désiré. Techniquement, la réalisation d'un reportage photographique nécessite l'utilisation d'un appareil photo numérique avec un capteur d'au moins 10 Mpixel, d'une boussole à visée pour relever les azimuts, d'un GPS afin de relever les coordonnées géographiques et enfin un trépied muni d'un niveau à bulle afin de limiter les déformations lors de l'assemblage des photographies entre elles pour la réalisation des panoramas.

Les photographies sont prises avec une focale 50 mm en « équivalence 24x36 » permettant d'une part d'obtenir des images couvrant un champ de vision proche du champ visuel actif de l'être humain (c'est-à-dire l'angle dans lequel nous sommes capables de percevoir les détails d'une image), soit environ 45° et d'autre part de subir une déformation de la perspective minimale.

#### • Les panoramas

Afin de fournir davantage d'informations, les photographies sont assemblées en panorama à l'aide d'un logiciel de création d'images panoramiques.



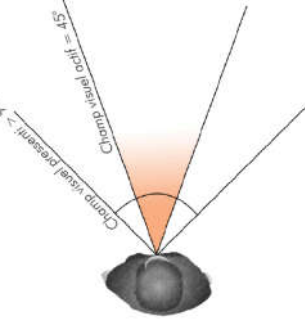
**Illustration 172: Principe d'assemblage des panoramas**

Source : L'Artifex

Les panoramas de ce document sont toujours présentés avec des ouvertures égales à 60° et 120°. Le photomontage à 60° propose un rendu réaliste, proche de ce que l'on verrait sur site sans tourner la tête. Le photomontage à 120° permet d'avoir une vision claire du projet dans son environnement.

#### Illustration 171: Notion de champ visuel

Source : L'Artifex

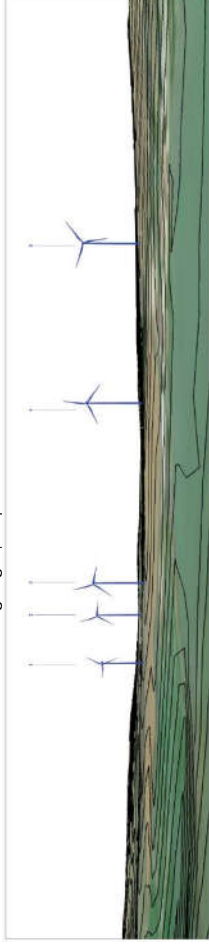


De plus ces ouvertures constantes permettent de pouvoir comparer ces simulations entre elles, et ainsi d'apprécier justement les impacts visuels d'un projet éolien. En effet, si 2 éoliennes de 2 photomontages apparaissent de même taille, c'est que la distance observateur/éoliennes est identique. Il n'y a aucun effet de grossissement ou de rétrécissement d'un photomontage à l'autre.

#### • Réalisation des photomontages

Le photomontage est un outil technique d'évaluation de l'impact d'un projet éolien sur le paysage. Il permet de rendre compte de la forme à venir d'un projet depuis un point de vue donné. Une fois le panorama réalisé et l'implantation choisie, 6 étapes sont nécessaires à la réalisation d'un photomontage :

1. Intégration aux logiciels WindPro et 3dsMax des données techniques concernant la géométrie des éoliennes pour une mise en scène.
2. Habillage en trois dimensions en fonction du modèle d'éolienne choisi sur Photoshop.
3. Modélisation géoréférencée des éléments du relief sous la forme d'un quadrillage en 3D (Modèle Numérique de Terrain ou MNT) pour lequel nous disposons d'une information altimétrique tous les 75 m. Les éoliennes sont localisées à l'aide de leurs coordonnées géographiques.



4. Calage du modèle numérique avec la prise de vue d'origine. Les éoliennes en bleu sont représentées schématiquement. Le positionnement et les hauteurs d'éoliennes sont conformes à la réalité, mais il n'est pas possible d'ajuster les caractéristiques de la machine (largeur du mât, dessin du rotor).



5. Habillage de la représentation numérique de l'éolienne.

Pour un rendu plus réaliste, les éoliennes ainsi simulées peuvent être colorées selon une nuance de blanc ou de gris, celle qui sera utilisée dans la réalité. L'orientation et l'intensité de la lumière sont également simulées. Notons que les rotors sont représentés dans le scénario d'impact visuel maximal, c'est-à-dire quand le vent arrive du dos de l'observateur.





6. Pour terminer le montage, il suffit de retirer le modèle numérique de terrain et de laisser les éoliennes simulées.



#### • Lecture des photomontages

Un autre paramètre est à prendre en compte. L'aspect d'une image imprimée sur un format spécifique doit pouvoir être représentative de l'image perçue in situ. Les calculs suivants donnent la méthode permettant une perception réaliste entre le papier où est imprimé le photomontage (comme expliqué ci-avant), et le paysage perçu dans la réalité.

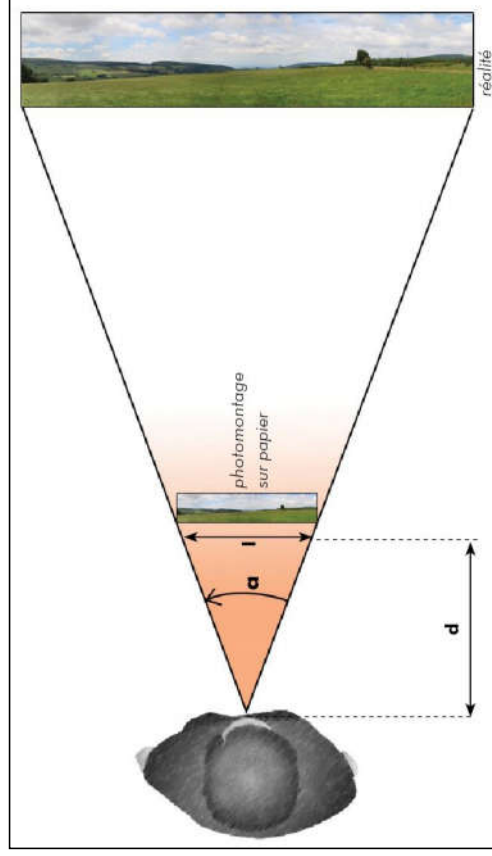


Illustration 173: Distance entre l'observateur et le photomontage

Source : L'Artifex

Calcul de la distance entre l'observateur et le photomontage (d) :

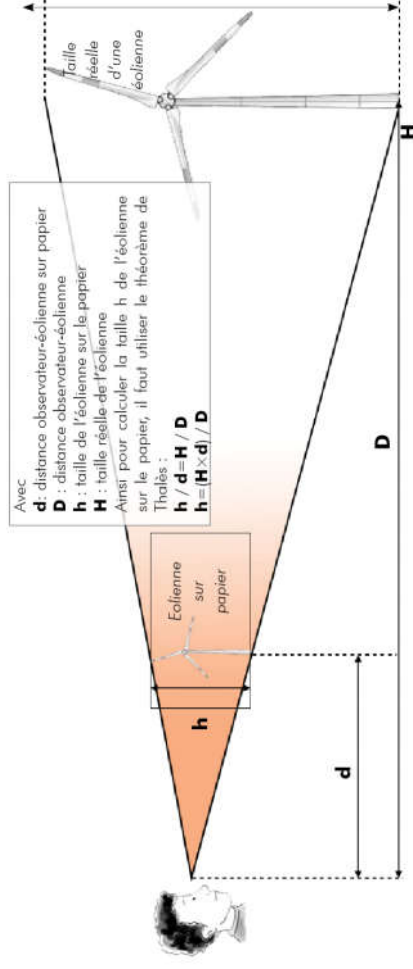
Avec :  
**d** : distance observateur – photomontage ou distance de lecture  
**l** : largeur papier du photomontage  
**alpha** : angle de coupe du photomontage

D'après la fonction trigonométrique :  
 $\tan(\alpha/2) = (l/2) / d$   
 $d = (l/2) / \tan(\alpha/2)$

Exemple pour un photomontage coupé à 60° imprimé sur du A3 (29,7\*42 cm), on a :  
 $d = (42 / 2) / \tan(60 / 2)$   
 $d \sim 35$  cm  
 Donc l'observateur devra tenir le photomontage coupé à 60 degrés sur du format A3 à environ 40 cm de ses yeux pour avoir une visualisation la plus proche de la réalité.

#### • Taille d'une éolienne sur papier

Une formule est applicable afin de rendre compte de la réalité sur papier, de taille diminuée, des éoliennes perçues réellement.



Avec :  
**d** : distance observateur-éolienne sur papier  
**D** : distance observateur-éolienne  
**h** : taille de l'éolienne sur le papier  
**H** : taille réelle de l'éolienne  
 Ainsi pour calculer la taille h de l'éolienne sur le papier, il faut utiliser le théorème de Thalès :  
 $h / d = H / D$   
 $h = (H \times d) / D$

Illustration 174: Taille d'une éolienne sur papier

Source : L'Artifex

#### 4.11.4. L'analyse des photomontages

##### • Les effets visuels du parc éolien

Pour chaque photomontage, un commentaire succinct accompagne chaque image et permet de comprendre son intégration dans l'environnement et le paysage qui l'entourent. Ce commentaire, basé uniquement sur une analyse visuelle, présente :

- **Des éléments techniques sur la photographie** - Coordonnées, altitude, date et heure de prise de vue, focale initiale, distance à l'éolienne la plus proche, azimut, nombre d'éoliennes visibles...
- **La sensibilité paysagère** - Il s'agit de rappeler la sensibilité paysagère mise en évidence dans l'état initial, de la zone d'où est pris le panorama.
- **Les impacts visuels** - Il s'agit ici de détailler les impacts visuels du parc éolien dans son environnement ainsi que ses effets cumulatifs (insertion au sein de parcs éoliens existants). Suivant les projets et le contexte éolien les entourant, ces deux notions (impacts visuels et effets cumulatifs) peuvent faire l'objet de deux commentaires distincts.
- **Les impacts dynamiques** - Ce commentaire a pour objet de traiter spécifiquement des impacts du projet depuis les grands axes de circulation. Il s'agit de décrire la mise en scène du projet et les rapports existant entre le parc, le paysage et la circulation.
- **Les impacts sur la VUE** - Ce commentaire spécifique traite des impacts du projet sur la VUE des biens UNESCO (et de leur zone tampon) présents dans les aires de l'étude paysagères. Il s'agira de mettre en évidence la largeur et la profondeur des vues, la répétition des perceptions, la position des éoliennes, les rapports d'échelle, les écrans visuels, la durée et l'importance de la perception des éoliennes.
- **Les effets cumulés** - Il s'agit ici de décrire l'insertion du parc éolien au sein d'un contexte composé des parcs existants mais aussi en projet afin de mettre en évidence l'accumulation d'éoliennes, les respirations paysagères ou encore l'absence de parc en projet.

Pour chaque item, un niveau est donné à l'impact suivant son importance, la sensibilité mise en évidence dans l'état initial, la prégnance des éoliennes dans le paysage.



| IMPACTS     |        |       |           |
|-------------|--------|-------|-----------|
| Négligeable | Faible | Moyen | Fort      |
|             |        |       | Très fort |

- Les impacts visuels

Suite à l'analyse visuelle des photomontages, les niveaux d'impacts visuels de chaque photomontage sont repris dans un tableau, et un commentaire de synthèse est proposé selon chaque échelle.

- Les impacts dynamiques

De même, suite à l'analyse visuelle des photomontages, les niveaux d'impacts dynamiques de chaque photomontage sont repris dans un tableau, et un commentaire de synthèse est proposé selon chaque échelle.

- Les effets cumulés

En complément des effets cumulés obtenus par l'analyse visuelle des photomontages, des outils graphiques et cartographiques, comme les ZIV ou les coupes, peuvent être proposés. Il s'agit de détailler, par exemple, les surfaces de visibilité dues aux parcs en projet recensés et la différence avec les surfaces de visibilité dues au parc présent.

Une analyse complémentaire des effets cumulés avec les autres projets non éoliens (photovoltaïque, aménagement...) peut également être proposée suivant le contexte du parc éolien étudié.

- Les aménagements connexes

L'ensemble des aménagements accompagnants les éoliennes (pistes, virages, postes...) sont pris en compte dans cette partie des impacts. Il est important de distinguer les impacts de la phase chantier qui sont temporaires, et les impacts de la phase exploitation, qui sont des impacts permanents.

- Synthèse des impacts potentiels du parc éolien

Un tableau de synthèse reprend, pour chaque photomontage, les impacts visuels mis en évidence dans les parties précédentes. La synthèse de ces impacts permet d'obtenir, par photomontage, un Impact Potentiel Paysager (IPP) qui sert de base à la définition des mesures d'évitement, de réduction et de compensation présentées dans la partie suivante. Pour donner une valeur à cet IPP, le cumul de ces différents effets visuels (impacts visuels, effets cumulés, impacts dynamiques, impacts sur la VUE, saturation visuelle, impacts des aménagements connexes) est réalisé. La valeur de l'impact potentiel paysager est celle de l'effet visuel le plus important. Ainsi, le cumul de plusieurs effets visuels faibles donne un impact potentiel paysager faible. De même, le cumul d'effets visuels faibles et négligeables donne un impact paysager faible.

#### 4.11.5. Définition des mesures

Cette partie traite de la séquence ERC : Eviter, Réduire, Compenser. « La séquence ERC s'inscrit dans une démarche de développement durable et vise une meilleure prise en compte de l'environnement dans les processus de décision. »

: Guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres, Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, 2017.

Le projet éolien en tant que projet de paysage prend en compte, lors de l'analyse des variantes, des mesures de réduction. Ainsi, la variante retenue est celle qui présente le moindre impact paysager (évitement puis réduction d'un maximum d'impact paysager). Certaines de ces mesures de réduction peuvent cependant être rappelées ici. Les éoliennes étant des structures de grande taille, il n'est pas possible de pouvoir camoufler le parc. Ainsi les autres mesures possibles d'intégration du parc éolien dans son paysage sont plutôt des mesures d'accompagnement proposées en concertation avec le client et les acteurs du territoire. Concernant les aménagements connexes, des mesures de réduction sont proposées afin de faciliter l'intégration locale de ces espaces. Elles peuvent également concerner la remise en état du site après les chantiers de construction et de démantèlement des éoliennes.

Chaque mesure portera un titre explicite, et sera renseignée selon : L'impact identifié, l'objectif à atteindre, la description de la mesure. L'impact résiduel est évalué, le coût prévisionnel précisé. Si nécessaire, le calendrier de mise en oeuvre de la mesure ainsi que l'identification de l'animateur de la mesure sont apportés.

#### 4.11.6. Scénario de référence

Selon l'article R. 122-5, II, 3° du Code de l'Environnement, modifié par le décret du 3 mai 2017 « l'étude d'impact comporte une description des aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement, dénommée "scénario de référence", et de leur évolution en cas de mise en oeuvre du projet ainsi qu'un aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en oeuvre du projet, dans la mesure où les changements naturels par rapport au scénario de référence peuvent être évalués moyennant un effort raisonnable sur la base des informations environnementales et des connaissances scientifiques disponibles ».

Ainsi, un scénario de référence décrit l'état actuel de l'environnement dans ses aspects les plus pertinents. Il sert de base à la définition de plusieurs scénarii alternatifs qui décrivent l'évolution probable du paysage dans plusieurs cas (avec le projet, sans le projet, avec une gestion, sans gestion...). Le but est de mettre en évidence les principales dynamiques paysagères à l'oeuvre sur le territoire et leur évolution dans plusieurs cas, afin de mieux comprendre l'empreinte et les changements apportés par le parc éolien.

## 5. Etude des risques naturels et technologiques

### 5.1. Risques naturels

Les risques naturels ont été inventoriés à l'échelle communale et, plus localement, au droit du site d'étude. Le site internet Géorisques, mis en place par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie avec l'aide du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), a permis de visualiser les données cartographiques sur les risques naturels, tels que le retrait/gonflement des argiles, les mouvements de terrains, les cavités, les feux de forêts, les inondations ou les séismes.

Le Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) a également été consulté afin de connaître les risques naturels identifiés sur les communes concernées par le site d'étude.

Puis les documents tels que les Plans de Prévention des Risques Naturels (PPRn) et arrêtés de catastrophes naturelles ont été recherchés.

### 5.2. Risques technologiques

Les risques technologiques sont inventoriés à l'échelle communale. Le Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) a été consulté afin de connaître les risques technologiques identifiés sur les communes concernées par le site d'étude (Transport de Matières Dangereuses, rupture de barrage, risque industriel, risque nucléaire...).

Puis les documents tels que les Plans de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) ont été recherchés sur les sites internet de la DREAL et de la préfecture.

### 5.3. Evaluation des enjeux

Un élément de l'environnement présente un enjeu lorsque, compte tenu de son état actuel ou prévisible, une portion de son espace ou de sa fonction présente une valeur. Cette valeur est à apprécier au regard des risques présents sur la commune du projet.

**Un enjeu est donc défini par sa valeur intrinsèque et est totalement indépendant du projet.**

A partir de la définition d'un enjeu, plusieurs critères permettent de définir et de qualifier un enjeu. En effet, ces critères ont pour but de hiérarchiser ces enjeux en définissant leur valeur intrinsèque.

**Ces critères sont : la rareté d'un enjeu et la valeur d'un enjeu.**

Le croisement de ces critères permet de hiérarchiser les enjeux selon les degrés suivants :

|             |        |       |      |           |
|-------------|--------|-------|------|-----------|
| Très Faible | Faible | Moyen | Fort | Très Fort |
|-------------|--------|-------|------|-----------|

Le degré d'enjeu nul ou négligeable n'est pas considéré, car, par nature, un enjeu retenu dans l'analyse est un élément de l'environnement qui a déjà une certaine valeur.

Le tableau suivant présente les critères d'enjeux des risques naturels et technologiques.

| Thématique         | Niveau d'enjeu                 |   |  |   |
|--------------------|--------------------------------|---|--|---|
|                    | Très faible                    | Faible  | Moyen  | Fort  |
| Risques naturels   | Inondation                     | • Site d'étude en dehors d'une zone inondable                               | →  | • Site d'étude recoupant une zone inondable                                   |
|                    | Retrait/gonflement des argiles | • Risque retrait/gonflement des argiles nul                                 | →  | • Risque retrait/gonflement des argiles fort                                  |
|                    | Mouvements de terrain          | • Aucun mouvement de terrain recensé sur les terrains du site d'étude       | →  | • Présence de mouvements de terrain recensés sur les terrains du site d'étude |
|                    | Cavités                        | • Aucune cavité recensée sur les terrains du site d'étude                   | →  | • Présence de cavités sur les terrains du site d'étude                        |
|                    | Feu de forêt                   | • Risque incendie nul à faible  | →  | • Risque incendie fort  |
|                    | Risque sismique                | • Risque sismique très faible à faible                                      | →  | • Risque sismique fort  |
|                    | Foudre                         | • Densité de foudroiement faible  | →  | • Densité de foudroiement forte   |
|                    |                                | • Eloignement des zones les plus foudroyées                                 | →  | • Proximité des zones les plus foudroyées                                     |
|                    | Risque industriel              | • Site d'étude éloigné des zones d'effets d'une ICPE classée Seveso         | →  | • Zones d'effets d'une ICPE classée Seveso recoupant le site d'étude          |
|                    | Risques technologiques         | Transport de Matières Dangereuses   | • Pas de route ou de canalisation concernée par le TMD en limite directe du site d'étude | →   |
| Rupture de barrage |                                | • Commune du site d'étude non concernée par le risque de rupture de barrage | →  | • Site d'étude concerné par le risque de rupture de barrage                   |

## IV. BIBLIOGRAPHIE

### 1.1. Informations générales

CONSEIL DEPARTEMENTAL de l'Aude. Disponible sur : < [www.aude.fr/](http://www.aude.fr/) >  
 PREFECTURE de l'Aude : Disponible sur : < [www.aude.gouv.fr/](http://www.aude.gouv.fr/) >  
 CHAMBRE D'AGRICULTURE de l'Aude, disponible sur : < [www.aude.chambre-agriculture.fr/](http://www.aude.chambre-agriculture.fr/) >

### 1.2. Filière photovoltaïque

PV CYCLE. Disponible sur : < <http://www.pvcycle.org/index.php?id=3> >  
 PHOTOVOLTAÏQUE. Disponible sur : < <http://www.photovoltaique.info/> >

### 1.3. Climatologie

METEO FRANCE. Données climatologiques  
 METEO EXPRES. Carte de l'ensoleillement moyen annuel de la France. Disponible sur :  
 <<http://www.meteoexpres.com/ensoleillement-annuel.html>>

### 1.4. Risques naturels et technologiques

BRGM. Risques liés au sol : < <http://www.georisques.fr/> >  
 PLAN SEISME. Programme national de prévention du risque sismique. Disponible sur :  
 <<http://www.planseisme.fr/spip.php?page=accueil>>

### 1.1. Milieu naturel

#### Ouvrages

##### Oiseaux

BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2004, Birds in the European Union : a status assessment. Wageningen, The Netherlands : BirdLife International, 59 p.

BLONDEL B., FERRY C., FROCHOT B., 1970, Méthode des Indices Ponctuels d'Abondance (IPA) ou des relevés d'avifaune par stations d'écoute. Alauda 38 : 55-70.

BLONDEL, J., 1975, L'analyse des peuplements d'oiseaux, élément d'un diagnostic écologique ; I. La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P.). Terre et Vie 29 : 533-589.

DUBOIS Ph.J., LE MARECHAL P., OLIOSO G. & YESOU P., 2008, Nouvel inventaire des oiseaux de France. Ed. Delachaux et Niestlé, 560 p.

DUBOIS P. J. & al., 2001, Inventaire des oiseaux de France. Avifaune de la France métropolitaine, Nathan, 400 p.

FREMEAUX S., 2015, Liste rouge des oiseaux nicheurs de Midi-Pyrénées, Ed. Nature Midi-Pyrénées, 10 p.

FREMEAUX S., RAMIERE J. et collaborateurs, 2012, Atlas des oiseaux nicheurs de Midi-Pyrénées, Ed. Delachaux et Niestlé, 255 p.

ISSA N. et MULLER Y., 2015, Atlas des oiseaux de France métropolitaine. Nidification et présence hivernale (coffret 2 volumes), Ed. Delachaux et Niestlé, 1408 p.

SVENSSON L., GRANT P. J., LESAFFRE G., 2009, Le Guide ornitho, Coll. Les guides du naturaliste, Ed. Delachaux et Niestlé, 527 p.

THIOLLAY J.M. & BRETAGNOLLE V., 2004, Rapaces nicheurs de France, distribution, effectifs et conservation. Delachaux et Niestlé, 175 p.

UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016, La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine, 32 p.

##### Amphibiens / Reptiles

ACEMAY coll., DUGUET R. & MELKI F., 2003, les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg, Coll. Parthénope, Ed. Biotope, 480 p.

Anonyme, 2006, Convention Relative à la Conservation de la vie sauvage et du Milieu Naturel de l'Europe ; Groupe d'experts sur la conservation des amphibiens et des reptiles. Direction de la Culture et du Patrimoine culturel et naturel, 35 p.

ARNOLD E-N. et OVENDEN D., 2010, Le guide herpéto, troisième édition, Coll. Les guides du naturaliste, Ed. Delachaux et Niestlé, 290 p.

BARTHE L., 2014, Liste rouge des amphibiens et des reptiles de Midi-Pyrénées, Ed. Nature Midi-Pyrénées, 12 p.

GASC J-P. et al., 2004, Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe, Publications scientifiques du Museum, Coll. Patrimoines naturels, 516 p.

GENIEZ P. et CHEYLAN M., 2012, Les Amphibiens et les Reptiles du Languedoc-Roussillon et régions limitrophes - Atlas biogéographique, Coll. Inventaires & biodiversité, Ed. Biotope et MNHN, 448 p.

KREINER G., 2007, The Snakes of Europe, Edition Chimaira (Germany), 317 p.

LESCURE J., MASSARY J-C., SIBLET J-P. et Collectif, 2013, Atlas des amphibiens et reptiles de France, Coll. Inventaires & biodiversité, Ed. Biotope et MNHN, 272 p.

MIAUD C., MURATET J., 2007, Identifier les œufs et les larves des amphibiens de France, Ed. INRA, 200 p.

NASHVERT PRODUCTION, 2002, Amphibiens chanteurs de France, de Suisse, de Belgique et du Luxembourg, guide sonore en CD.

POTTIER G. et collaborateurs, 2003, Guide des reptiles & amphibiens de Midi-Pyrénées, Ed. BEL OMBRA, 138 p.

POTTIER G. et collaborateurs, 2008 - Atlas de répartition des reptiles et amphibiens de Midi-Pyrénées. Coll. Atlas naturalistes de Midi-Pyrénées. Ed. Nature Midi-Pyrénées. 126 p.

SPEYBROEK J., BEUKEMA W., BOK B., VAN DER VOORT J. and VELIKOV I., 2016, Field Guide to the Amphibians and Reptiles of Britain and Europe (British Wildlife Field Guides), Ed. Bloomsbury, 432 p.

UICN France, MNHN & SHF, 2015, La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine, 12 p.

##### Mammifères

CHAZEL L., DA ROS M., 2002, L'encyclopédie des traces d'animaux d'Europe, Ed. Delachaux et Niestlé, 384 p.

JACQUOT E. (coord.), 2014, Atlas des Mammifères sauvages de Midi-Pyrénées - Livret 1 - Mammifères en Midi-Pyrénées, Coll. Atlas naturalistes de Midi-Pyrénées, Ed. Nature Midi-Pyrénées, 60 p.

JACQUOT E. (coord.), 2014, Atlas des Mammifères sauvages de Midi-Pyrénées - Livret 2 - Lagomorphes et Artiodactyles, Coll. Atlas naturalistes de Midi-Pyrénées, Ed. Nature Midi-Pyrénées, 80 p.

JACQUOT E. (coord.), 2014, Atlas des Mammifères sauvages de Midi-Pyrénées - Livret 3 - Carnivores, Coll. Atlas naturalistes de Midi-Pyrénées, Ed. Nature Midi-Pyrénées, 96 p.

JACQUOT E. (coord.), 2014, Atlas des Mammifères sauvages de Midi-Pyrénées - Livret 4 - Erinacéomorphes, Soricomorphes et Rongeurs, Coll. Atlas naturalistes de Midi-Pyrénées, Ed. Nature Midi-Pyrénées, 148 p.

JACQUOT E. (coord.), 2014, Atlas des Mammifères sauvages de Midi-Pyrénées - Livret 6 - Gestion conservatoire, Coll. Atlas naturalistes de Midi-Pyrénées, Ed. Nature Midi-Pyrénées, 80 p.



SAVATURE-SOUBELET A., 2010, Fiches de terrain pour les petits carnivores de Midi-Pyrénées, Ed. Nature Midi-Pyrénées, 21 p.

UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2017, La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine, 16 p.

#### Chiroptères

ARTHUR L., LEMAIRE M., 2009, Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse, Publications scientifiques du Museum, Ed. Biotope, 544 p.

BAREILLE C., Plan régional d'action pour les chiroptères, 2009, Conservatoire Régional des Espaces Naturels de Midi-Pyrénées, 2008-2012, DIREN/DREAL, 140 p.

BARATAUD M., 1996, Ballades dans l'inaudible, identification acoustique des chauves-souris, CD et livret d'accompagnement, Ed. Jama Sittelle, 51 p.

BARATAUD M., TUPINIER Y., 2012, Écologie acoustique des chiroptères d'Europe, troisième édition, Ed. Biotope, 344 p.

Bat Tree Habitat Key, 2018, Bats roosts in trees, Pelagic Publishing, 264 p.

CREN Midi-Pyrénées, 2011, Les Chauves-souris de Midi-Pyrénées, répartition, écologie, conservation, Ed. CREN, 256 p.

GODINEAU F., PAIN D., 2007, Plan de restauration des chiroptères en France métropolitaine, 2008 – 2012, Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères, Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables, 79 p.

JACQUOT E. (coord.), 2014, Atlas des Mammifères sauvages de Midi-Pyrénées – Livret 5 – Chiroptères, Coll. Atlas naturalistes de Midi-Pyrénées, Ed. Nature Midi-Pyrénées, 88 p.

#### Invertébrés

BELLMANN H., LUQUET G., 2009, Guide des sauterelles, grillons et criquets d'Europe occidentale, Les guides du naturaliste, Ed. Delachaux et Niestlé, 284 p.

BLATRIX R., GALKOWSKI C., LEBAS C., WEGNEZ P., 2013, Fourmis de France, Ed. Delachaux et Niestlé, 287 p.

BOUDOT J.P., GRAND D., WILDERMUTH H. & MONNERAT C., 2017, Les libellules de France, Belgique, Luxembourg et Suisse, deuxième édition, Ed. Biotope, 455 p.

CHARLOT B., DANFLOUS S., LOUBOUTIN B. et JAULIN S. (coord.), 2018, Liste Rouge des Odonates d'Occitanie – Rapport d'évaluation, CEN Midi-Pyrénées & OPIE, 102 p. + annexes.

COSTES A., ROBIN J., 2016, Carnet d'identification des Orthoptères de Midi-Pyrénées, OPIE Midi-Pyrénées, 86 p.

DEFAUT B., 2001, La détermination des orthoptères de France, deuxième édition, Ed. Bernard DEFAUT, 85 p.

DEFAUT B., FARTMANN T., LLUCIA-POMARES D., PONIATOWSKI D., 2009, The Orthoptera fauna of the Pyrenean region - a field guide, *Articulata Beiheft* 14, 143 p.

DIJKSTRA K.-D.B., 2015, Guide des libellules de France et d'Europe, Coll. Les guides du naturaliste, Ed. Delachaux et Niestlé, 320 p.

Du CHATENET Gaëtan, 2000, Coléoptères phytophages d'Europe, Tome 1, Ed. NAP, 359 p.

Du CHATENET Gaëtan, 2000, Coléoptères phytophages d'Europe, Tome 2, Ed. NAP, 258 p.

Du CHATENET Gaëtan, 2000, Coléoptères d'Europe, Volume 1 Adepaga, Ed. NAP, 625 p.

LAFRANCHIS T., 2000, Les Papillons De Jour De France, Belgique et Luxembourg et Leurs Chenilles, Coll. Parthénope, Ed. Biotope, 448 p.

LAFRANCHIS T., 2014, Papillons de France – Guide de détermination des papillons diurnes, Ed. Diatheo, 351 p.

LERAUT P., 2003, Le guide entomologique, Les guides du naturaliste, Ed. Delachaux et Niestlé, 527 p.

ROBINEAU R., 2007, Guide des papillons nocturnes de France : Plus de 1620 espèces décrites et illustrées, Ed. Delachaux et Niestlé, 288 p.

SARDET E., ROESTI C., BRAUD Y., 2015, Cahier d'identification des orthoptères de France, Belgique, Luxembourg et Suisse, Ed. Biotope, Coll. Cahier d'identification, 304 p.

TOLMAN T., LEWINGTON R., 1997, Guide des papillons d'Europe occidentale et d'Afrique du Nord, Les guides du naturaliste, Ed. Delachaux et Niestlé, 320 p.

UICN France, MNHN, OPIE & SFO, 2016, La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Libellules de France métropolitaine, 12 p.

UICN France, MNHN, OPIE & SEF, 2012, La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Papillons de jour de France métropolitaine, 18 p.

#### Flore et Habitats naturels

ANDRIEU F., BARREAU D., PLASSART C., 2016, Atlas de la flore patrimoniale de l'Aude, Ed. Biotope, 432 p.

BARBAT et al., 2004, Prodrôme Végétations de France

BERNARD Christian, 2009, La petite Flore portative des Causses, Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest (SBCO) – Numéro spécial 32, 444 p.

BISSARDON M., GUIBAL L. & RAMEAU J.-C., 1997, Corine biotopes. Version originale. Types d'habitats français. ENGREFF, Nancy, 217 p.

BLAMEY M., GREY-WILSON C., 2003, La flore d'Europe occidentale, Ed. Flammarion, 544 p.

BLAMEY M., GREY-WILSON C., 2009, Toutes les fleurs de Méditerranée – Les fleurs, les graminées, les arbres et les arbrustes, Coll. Les guides du naturaliste, Ed. Delachaux et Niestlé, 560 p.

BONNIER G., DE LAYENS G., 1986, Flore complète portative de la France de la Suisse et de la Belgique, Ed. Belin, 426 p.

BOURNERIAS M., PRAT D. et al. (Collectif de la Société Française d'Orchidophilie), 2005, Les Orchidées de France, Belgique et Luxembourg, deuxième édition, Coll. Parthénope, Ed. Biotope, 504 p.

CLUZEAU S., MAMAROT J., 2002, Mauvaises herbes des cultures, Ed. Acta, 540 p.

Conservatoire Botanique National des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, 2010, Guide des plantes protégées de Midi-Pyrénées, Coll. Parthénope, Ed. Biotope, 400 p.

CORRIOL G., 2013, Liste rouge de la flore vasculaire de Midi-Pyrénées, Conservatoire Botanique National des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, 16 p.

COSTES H., Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes, Librairie scientifique et technique Albert Blanchard, 2007, Tome 1, 416 p.

COSTES H., Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes, Librairie scientifique et technique Albert Blanchard, 2007, Tome 2, 627 p.

COSTES H., Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes, Librairie scientifique et technique Albert Blanchard, 2007, Tome 3, 807 p.

DELARZE R., GONSETH Y., 2008, Guide des milieux naturels de Suisse, Ed. Rossolis, 424 p.

DELFORGE P., 2007, Guide des orchidées de France, de Suisse et du Benelux, Coll. Les guides du naturaliste, Ed. Delachaux et Niestlé, 288 p.

DUHAMEL G., 2004, Flore et cartographie des Carex de France, Troisième édition, Société nouvelle des éditions Bouée, 300 p.

DURAND P., LIVET F., SALABERT J., 2004, A la découverte de la flore du Haut-Languedoc, Ed. du Rouergue/PNR du Haut-Languedoc, 383 p.

- FITTER R., FITTER A., BLAMEY M., 2009, Guide des fleurs sauvages, septième édition, Coll. Les guides du naturaliste, Ed. Delachaux et Niestlé, 352 p.
- FITTER R., FITTER A., FARRER A., 1991, Guide des graminées, carex, joncs et fougères, Coll. Les guides du naturaliste, Ed. Delachaux et Niestlé, 255 p.
- GAYET G., BAPTIST F., MACIEJEWSKI L., PONCET R., BENSETTI F., 2018, Guide de détermination des habitats terrestres et marins de la typologie EUNIS – version 1.0. AFB, Coll. Guides et protocoles, 230 p.
- INFANTE SANCHEZ M., 2015, Liste rouge des bryophytes de Midi-Pyrénées, Conservatoire Botanique National des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, 16 p.
- ISATIS 31, 2017, Clés de détermination de la flore de Haute-Garonne – Document de travail, 365 p.
- JOHNSON O., MORE D., 2014, Guide Delachaux des arbres d'Europe, Ed. Delachaux et Niestlé, 464 p.
- LOUVEL J., GAUDILLAT V. & PONCET L., 2013, EUNIS. Correspondances entre les classifications EUNIS et CORINE Biotopes. Habitats terrestres et d'eau douce. Version 1. MNHN-DIREVSPN, MEDDE, 43 p.
- LOUVEL J., GAUDILLAT V. & PONCET L., 2013, EUNIS, European Nature Information, System – Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, 289 p.
- MITCHELL A., 1991, Tous les arbres de nos forêts, Ed. Bordas, 414 p.
- MOURONVAL J.B., BAUDOIN S., 2010, Plantes aquatiques de Camargue et de Crau, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage – Paris, 120 p.
- MOURONVAL J.B., BAUDOIN S., BOREL N., SOULIE-MARSCHE I., KLESZCZEWSKI M. & GRILLAS P., 2016, Guide des Caractères de France méditerranéenne. ONCFS, 214 p.
- MULLER S. (COORD.), 2004, Plantes invasives en France, Coll. Patrimoines naturels, 62, Muséum National d'Histoire Naturelle, 168 p.
- MURATET A., MURATET M., PELLATON M., 2017, Flore des friches urbaines, Ed. Xavier Barral, 464 p.
- RAMEAU J-C., MANSION D., DUME G., GAUBERVILLE C., 1989, Flore forestière française 1 Plaines et collines – Guide écologique illustré, Institut pour le développement forestier, 1785 p.
- RAMEAU J-C., MANSION D., DUME G., GAUBERVILLE C., 1993, Flore forestière française 2 Montagnes – Guide écologique illustré, Institut pour le développement forestier, 2421 p.
- RAMEAU J-C., MANSION D., DUME G., GAUBERVILLE C., 2008, Flore forestière française 3 Région méditerranéenne – Guide écologique illustré, Institut pour le développement forestier, 2426 p.
- SAULE M., 2018, Nouvelle flore illustrée des Pyrénées, Ed. du Pin à crochets, 1380 p.
- SCHULZ B., 1999, Détermination des ligneux en hiver, Ed. Eugen Ulmer, 326 p.
- STREETER D., HART-DAVIS C., HARDCASTLE A., COLE F. & HARPER L., Guide Delachaux des fleurs de France et d'Europe, Ed. Delachaux et Niestlé, 704 p.
- TISON J.-M., DE FOUCAULT B. (COORDS), 2014, Flora Gallica, Flore de France, Ed. Biotope, 1196 p.
- TISON J. JAUZEIN P., MICHAUD H., 2014, Flore de la France méditerranéenne continentale, Naturalia Publications, 2080 p.
- Ecologie générale
- COLLECTIF, 2002, Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. T1 - Habitats forestiers, vol.1 & 2. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. La Documentation Française : 761 p.
- COLLECTIF, 2002, Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. T2 - Habitats côtiers. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. La Documentation Française : 399 p.
- COLLECTIF, 2002, Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. T3 - Habitats humides. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. La Documentation Française : 457 p.
- COLLECTIF, 2002, Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. T4 - Habitats agropastoraux, vol.1. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. La Documentation Française : 524 p.
- COLLECTIF, 2002, Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. T4 - Habitats agropastoraux, vol.2. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. La Documentation Française : 470 p.
- COLLECTIF, 2002, Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. T5 - Habitats rocheux. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. La Documentation Française : 379 p.
- COLLECTIF, 2002, Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. T6 – Espèces végétales. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. La Documentation Française : 270 p.
- COLLECTIF, 2002, Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. T7 – Espèces animales. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. La Documentation Française : 352 p.
- COMMISSION EUROPEENNE, Direction générale de l'environnement, 1999, Manuel d'interprétation des habitats de l'Union Européenne – Version EUR 15/2, 132 p.
- EISEN W., HANDEL A., ZIMMER U.-E., 2003, Guide de la faune et de la flore, Ed. Flammarion, 542 p.
- LPO Aveyron, 2012, Biodiversité fragile de l'Aveyron, LPO Aveyron, 65 p.
- MAHE P., DE FAVERI N., 2000, A la découverte des milieux naturels de Midi-Pyrénées, Les escapades naturalistes de Nature Midi-Pyrénées, Ed. Nature Midi-Pyrénées, 56 p.
- RENAULT J-M., 2000, La garrigue grandeur nature, Ed. Les créations du Pélican / Vlo, 336 p.
- Guides méthodologiques
- ADEME, 2001 – Suivi ornithologique des parcs éoliens du plateau de Garrigues hautes. ADEME Editions.
- ADEME, 2000 – Evaluation de l'impact sur l'avifaune – Evaluation de l'impact sur l'avifaune, approche bibliographique. ADEME Editions
- ALBOUY S et al, 1997 – Suivi ornithologique du parc éolien de Port-la-Nouvelle : rapport final. Abiès, LPO Aude, Géokos consultants, 66p.
- ALBOUY S et al, 2001 – Suivi ornithologique des parcs éoliens du plateau de Garrigue-Haute (Aude) : rapport final, Abiès, LPO Aude, ADEME, Gruissant, 56 p.
- ANDRE P., DELISLE C. E. & REVERET J.-P., 2003, L'évaluation des impacts sur l'environnement, processus, acteurs et pratique pour un développement durable, deuxième édition, Presses internationales Polytechnique, 519 p.
- ANDRE Y, 2005. Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. LPO Rochefort, 21p.
- ASSOCIATION FRANCAISE DES INGENIEURS ECOLOGUES, 1996 – Les méthodes d'évaluation des impacts sur les milieux, 117 p.
- BCEOM, 2004, L'étude d'impact sur l'environnement : Objectifs – Cadre réglementaire – Conduite de l'évaluation. Ed. du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 153 p.
- CLOTUCHE E., 2006, Eoliennes et oiseaux : une cohabitation possible ?, AVES, 29 p.
- CNERA avifaune migratrice, 2004 – Impact des éoliennes sur les oiseaux. Synthèse des connaissances actuelles. Conseils et recommandation. ONCFS, Pithiviers, 35p
- DE BILLY V., GEORGES N., MC DONALD D., 2018, Bonnes pratiques environnementales. Cas de la protection des milieux aquatiques en phase chantier : anticipation des risques, gestion des sédiments et autres sources potentielles de pollutions des eaux, Coll. Guides et protocoles, Agence Française pour la Biodiversité (AFB), 148 p.
- DGPR, DGALN, MTEs, 2015, Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, 40 p.
- DGPR, DGALN, MTEs, 2018, Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, révision 2018, 18 p.
- DIREN MIDI-PYRENNES & BIOTOPE, 2002, Guide de la prise en compte des milieux naturels dans les études d'impact, 76 p.

- DULAC P., 2008 – Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan de 5 années de suivi. LPO Vendée. ADEME Pays de la Loire / Conseil Régional des Pays de la Loire, Nantes, 106p.
- EUROBATS, 2014, Guidelines for consideration of bats in wind farm projects, Revision 2014, Publication Series n°6, 68 p.
- EUROPEAN COMMISSION, 2010, EU Guidance on wind energy development in accordance with the EU nature legislation, 114 p.
- EL GHAZI A et FRANCHIMONT J., 2002 – Evaluation de l'impact du parc éolien d'Al Koudi Al Baïda (Péninsule Tingitane, Maroc) sur l'avifaune migratrice post-nuptiale, *Porphyrio*, Vol 13-14 : 72-98.
- GAYET G., BAPTIST F., BARAILLE L., CAESSTEKER P., CLEMENT J.-C., GAILLARD J., GAUCHERAND S., ISSELIN-NONDEDEU F., POINSOT C., QUETIER F., TOUROULT J., BARNAUD G., 2016, Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides, Office Nationale de l'eau et des milieux aquatiques – Version 1.0, Mai 2016.
- GERMAIN P., 2004 – Eoliennes, quels impacts environnementaux ? Actes du colloque d'Angers 23 mai 2003. Editions UCO Angers, 231p
- GROUPE CHIROPTERES RHONE-ALPES, & VUINÉE, L. (2011). Gestion forestière et préservation des chauves-souris (Les cahiers techniques): Rhône-Alpes, 32 p.
- HOTKER H. et al., 2005, Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources : the example of birds and bats, NABU, 65 p.
- LPO France, 2017, Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune – Etude des suivis de mortalités réalisés en France de 1997 à 2015, 92 p.
- MEDD, 2004, Guide méthodologique pour l'évaluation des incidences des projets et programmes d'infrastructures et d'aménagement sur les sites Natura 2000, 96 p.
- MEDDE, GIS Sol., 2013, Guide pour l'identification et la délimitation des sols de zones humides, 63 p.
- MTES, 2016, Guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres, 188 p.
- MTES, GIS Sol., 2013, Guide d'identification et de délimitation des sols des zones humides – Comprendre et appliquer le critère pédologique de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié, MTES et Groupement d'Intérêt Scientifique Sol., 63 p.
- PERROW, M., 2017, Wildlife and Wind farms – Conflicts and Solutions, volume 1 : Onshore, Potential effects, Pelagic Publishing, 298 p.
- PERROW, M., 2017, Wildlife and Wind farms – Conflicts and Solutions, volume 2 : Onshore, Monitoring and Mitigation, Pelagic Publishing, 217 p.
- REGNIERY B., 2017, La Compensation écologique : Concepts et limites pour conserver la biodiversité. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 288 p. (Hors collection ; 40).
- SETRA, 2005, Guide technique, Aménagements et mesures pour la petite faune, MEDD, 264 p.
- SEPM, 2016, Prise en compte des chiroptères dans la planification des projets éoliens terrestres, 12 p.
- SOUFFLOT J., 2010 – Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éoliens en Champagne-Ardenne, LPO et Bird Life International.
- WONNER M., 2003 – Les éoliennes et les oiseaux, un tour d'horizon. Stuttgart, 74p.
- ZARIC, N., KOLLER, N., DETRAZ-MEROZ, J., 2002, Guide des buissons et arbres des haies et lisières. Identification et entretien, SRVA, Lausanne.
- Législation**
- Annexe 1 de la convention Znieff : Méthodologie de l'inventaire. Modernisation des Znieff en Midi-Pyrénées. DIRENmp / CBP-CBNmp / CREN MP – Août 2004, 155p.
- Annexe 1 ter de la convention Znieff : Liste préliminaire de flore vasculaire, d'habitats et de fonges déterminants. Modernisation des Znieff en Midi-Pyrénées. DIRENmp / CBP-CBNmp / CREN MP – Août 2004, 61 p.
- Arrêté du 22 février 2017 du Conseil d'Etat redéfinissant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement.
- Arrêté du 23 mai 2013 (JORF n°0130 du 7 juin 2013 page 9491), portant modification de l'arrêté du 20 janvier 1982 relatif à la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire national.
- Arrêté du 24 juin 2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement.
- Arrêté ministériel du 30 décembre 2004 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Midi-Pyrénées.
- Arrêté ministériel du 29 octobre 1997 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Languedoc-Roussillon.
- CBN des Pyrénées et Midi-Pyrénées, 2018, Liste des plantes exotiques envahissantes de Midi-Pyrénées, de liste de référence 2013 - Version de mise à jour février 2018.
- CE, 2009, Directive 2009/147/CE, du Parlement Européen et du Conseil du 30 novembre 2009, concernant la conservation des oiseaux sauvages.
- CEE, 1992, Directive 92/43/CEE, du Conseil du 21 mai 1992, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvage.
- Conseil de l'Europe, 1979, STE 104, Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe.
- Liste des espèces d'oiseaux protégées en France en application de l'article L. 411-1 du Code de l'Environnement et de la Directive 79/409 du 2 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages.
- Liste des espèces végétales protégées en France en application de l'article L.411-1 du code de l'Environnement et de la Directive 92/43 du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages.
- MEEDDAT, Arrêté du 19 novembre 2007 fixant les listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.
- MEEDDM, Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.
- MEDD, Arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.
- MEDD, Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.
- MTES, 2017, Note technique du 26 juin 2017 relative à la caractérisation des zones humides, 6 p.
- Sites internet**
- Atlas de répartition des mammifères de Midi-Pyrénées : [www.baznat.net/atlasmp/](http://www.baznat.net/atlasmp/) [En ligne] : [www.atlas-ornitho.fr](http://www.atlas-ornitho.fr)
- Atlas des oiseaux nicheurs de France métropolitaine [En ligne] : [www.atlas-ornitho.fr](http://www.atlas-ornitho.fr)
- Atlas des oiseaux nicheurs de Midi-Pyrénées [En ligne] : [www.naturemp.org/ATLAS\\_ORNITHO/](http://www.naturemp.org/ATLAS_ORNITHO/)
- Atlas des papillons de jours et des libellules du Languedoc-Roussillon [En ligne] : [www.libellules-et-papillons-lr.org/](http://www.libellules-et-papillons-lr.org/)
- Base de données naturalistes faune [En ligne] : [www.faune-france.org/](http://www.faune-france.org/) Ou [www.faune-tarn-aveyron.org/](http://www.faune-tarn-aveyron.org/) Ou [www.faune-lr.org/](http://www.faune-lr.org/)



Banque de données botaniques et écologiques [En ligne] : [sophy.tela-botanica.org/sophy.htm](http://sophy.tela-botanica.org/sophy.htm)

Base de données collaborative de collecte et de partage d'observations d'orchidées de France métropolitaine [En ligne] : [www.orchisauvage.fr/](http://www.orchisauvage.fr/)

Base de données naturalistes partagée en Midi-Pyrénées (BazNat) [En ligne] : [www.baznat.net/](http://www.baznat.net/)

Centre de ressources Natura 2000 [En ligne] : [www.natura2000.fr/](http://www.natura2000.fr/)

DREAL Occitanie : [www.occitanie.developpement-durable.gouv.fr/](http://www.occitanie.developpement-durable.gouv.fr/)

eFlores31, la flore en ligne de la Haute Garonne [En ligne] : [www.isctis31.botanogara.fr/fr/accueil.aspx](http://www.isctis31.botanogara.fr/fr/accueil.aspx)

Eolien et Biodiversité [En ligne] : [www.solien-biodiversite.com/](http://www.solien-biodiversite.com/)

Géoportail [En ligne] : [www.geoportail.fr/](http://www.geoportail.fr/)

Index synonymique de la flore de France [En ligne] : [www2.dijon.inra.fr/flore-france/](http://www2.dijon.inra.fr/flore-france/)

Inventaire National Patrimoine Naturel [En ligne] : [www.inpn.mnhn.fr/accueil/index](http://www.inpn.mnhn.fr/accueil/index)

I.U.C.N., 2003 – IUCN Red List of Threatened Species [En ligne] : [www.iucnredlist.org/](http://www.iucnredlist.org/)

Listes d'espèces végétales exotiques envahissantes Alpes – Méditerranée [En ligne] : [www.invmed.fr/src/listes/index.php?idma=33](http://www.invmed.fr/src/listes/index.php?idma=33)

Législation [En ligne] : [www.legifrance.gouv.fr/](http://www.legifrance.gouv.fr/)

Lépi'Net – Les carnets du Lépidoptériste français [En ligne] : [www.lepinet.fr](http://www.lepinet.fr)

Listes rouges de l'UICN [En ligne] : [www.uicn.fr/Liste-rouge-espèces-menacées.html](http://www.uicn.fr/Liste-rouge-espèces-menacées.html)

Mission Migration [En ligne] : [www.migration.net/](http://www.migration.net/)

Observatoire de la Biodiversité de Midi-Pyrénées [En ligne] : <http://ob-mo.fr/>

Observatoire Naturaliste des Ecosystèmes Méditerranéens (ONEM) [En ligne] : [www.onem-france.org/](http://www.onem-france.org/)

Office pour les insectes et leur environnement (OPIE) [En ligne] : [www.insectes.org/opie/monde-des-insectes.html](http://www.insectes.org/opie/monde-des-insectes.html)

Oiseaux [En ligne] : [www.oiseaux.net/](http://www.oiseaux.net/)

Portail interministériel cartographique Picto-Occitanie [En ligne] : [www.picto-occitanie.fr/accueil](http://www.picto-occitanie.fr/accueil)

Réseau partenarial des données sur les zones humides [En ligne] : [www.sig.reseau-zones-humides.org/](http://www.sig.reseau-zones-humides.org/)

SRCE Midi-Pyrénées [En ligne] : [http://carto.mipvgeo.fr/1/c\\_srce\\_consult.map](http://carto.mipvgeo.fr/1/c_srce_consult.map)

Système d'Information et de Localisation des Espèces Natives et Envahissantes (SILENE) [En ligne] : [www.silene.eu/](http://www.silene.eu/)

Tela Botanica – Réseau des botanistes francophones [En ligne] : [www.tela-botanica.org/](http://www.tela-botanica.org/)

Végie Nature [En ligne] : [www.végienature.mnhn.fr/](http://www.végienature.mnhn.fr/)

## 1.2. Paysage et patrimoine

*Atlas des paysages de l'Aude*  
Bases Architecture et Patrimoine. Disponible sur <<http://www.culture.gouv.fr/culture/inventar/patrimoine/>>

## 1.3. Données statistiques

AGRESTE (Ministère de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche). Données en ligne. Disponible sur : <<http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/>>

IFN (Inventaire Forestier National). Données et résultats. Disponibles sur : <<http://www.ifn.fr/spip/>>

INSEE (Institut National de la Statistique et des Etudes Economique). Recensement de la population. Disponible sur : <<http://www.insee.fr/fr/default.asp>>

## 1.4. Eaux superficielles et souterraines

AGENCE DE L'EAU Adour. Disponible sur : <<http://www.eau-rhone-mediterranee.fr/>>

ADES Eau France. Disponible sur : <<http://www.ades.eaufrance.fr/>>

Banque HYDRO. Disponible sur : <<http://www.hydro.eaufrance.fr>>

EAUFRANCE. Gest'eau. Disponible sur : <<http://gesteau.eaufrance.fr>>

## 1.5. Cartographie et parcelaire

CADASTRE. Service de consultation du plan cadastral. Disponible sur : <<http://www.cadastre.gouv.fr/scpc/accueil.do>>

GEOPORTAIL. Le portail des territoires et des citoyens. Disponible sur : <<http://www.geoportail.gouv.fr/accueil>>

INFOTERRE. Portail géomatique d'accès aux données géo-scientifiques du BRGM. Disponible sur : <<http://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do>>

## PARTIE 10 : AUTEURS DE L'ETUDE D'IMPACT ET DES ETUDES QUI ONT CONTRIBUE A SA REALISATION

Les personnes suivantes ont contribué à la réalisation de la présente étude d'impact :

| Personne  | Contribution   | Organisme   |
|---|--|---|
| Aurianne CAUMES<br>Chef de projet responsable pôle ENR  | Coordination de l'équipe pour la réalisation de l'étude d'impact   |  |
| Céline DELCHER<br>Chargée d'études  | Réalisation de l'ensemble de l'étude d'impact, hors volets « Paysage et patrimoine » et « Milieu naturel »   |   |
| Esther FOULON<br>Chargée d'études   |  |   |
| Isaline SOLLER<br>Ingénieure paysagiste   | Réalisation de l'étude paysagère   |   |
| Sophie VINCENT<br>Paysagiste  |  |   |
| Cédric MROCKO<br>Chef de projet<br>Ornithologue   | Coordination de l'équipe pour la réalisation de l'étude d'impact et relecture de l'étude d'impact<br>Réalisation de l'étude écologique (partie avifaune) |   |
| Mathieu CHARRIER<br>Botaniste   | Réalisation de l'étude écologique (partie flore)   |   |
| Lisa THIRIET<br>Ecologue faunisticienne   | Réalisation de l'étude écologique (partie petite faune)  |   |
| Flavie LESCURE<br>Ecologue faunisticienne   | Réalisation de l'étude écologique (partie avifaune)  |   |
| Yannick BEUCHER<br>Ingénieur écologue-cordiste,<br>chiroptérologue / ornithologue<br>Justine MOUGNOT<br>Ingénieure écologue - ornithologue /<br>chiroptérologue<br>Responsable du Pôle Avifaune<br>Frédéric ALBESPY<br>Ingénieur écologue - biostatisticien /<br>cartographe / chiroptérologue<br>Responsable du Pôle Chiroptères | Réalisation de l'étude écologique (chiroptères)  |   |

| Personne  | Contribution | Organisme |
|---|--------------|-----------|
| Mathieu LOUIS<br>Ingénieur écologue - ornithologue /<br>chiroptérologue<br>Charlène VIELET<br>Ingénieur écologue - chiroptérologue<br>/ mammologue / herpétologue<br>Aurélië LANGLOIS<br>Ingénieur écologue - chiroptérologue<br>/ ornithologue |              |           |

### **Aurianne CAUMES** **Environnementaliste Cartographe - Chef de Projet Energies Renouvelables**

Aurianne CAUMES est diplômée d'un Master 2 Pro Surveillance et Gestion de l'Environnement. Elle s'est spécialisée dans le domaine de la cartographie en suivant une formation professionnelle « Méthodes et Techniques des SIG », au centre des Services Géographiques de Toulouse. Elle s'est renforcée d'expériences professionnelles en tant que SIGiste (Conseil général de l'Aveyron et son réseau routier, DREAL Aquitaine, Vinci pour le géoréférencement de la signalisation routière par photogrammétrie) avant d'intégrer le bureau d'études L'ARTIFEX. De par sa formation initiale, elle conduit aujourd'hui les études environnementales de projets Photovoltaïques et Eoliens.

### **Isaline SOLLER** **Ingénieure Paysagiste - Chargée d'études**

Après avoir obtenu d'un premier cursus un Diplôme Universitaire Technologique en Génie Biologique Génie de l'Environnement, Isaline SOLLER est ingénieure paysagiste diplômée de l'Institut National d'Horticulture et de Paysage d'Angers. Après son stage de fin d'étude réalisé à la DREAL Picardie, elle a intégré le pôle Paysage au sein du bureau d'études L'ARTIFEX et réalise des études paysagères et territoriales visant à une intégration de tout projet dans son environnement. Elle est en étroite relation avec les membres de l'équipe son regard sur le paysage apporte une sensibilisation supplémentaire à la conception des études.

### **Sophie VINCENT** **Paysagiste – Assistante d'études**

Sophie VINCENT est paysagiste diplômée de l'École Supérieure de l'Agriculture d'Angers d'une licence en Aménagements Paysagers avec pour spécialité l'infographie paysagère. Elle intervient en appui sur l'élaboration des études au sein du pôle Paysage du bureau d'étude L'ARTIFEX. Sophie possède une expérience professionnelle à la fois dans la sphère privée (entreprise du paysage) et publique (agence d'architecture de paysage et de l'urbanisme) ou elle a acquis une approche du paysage à l'échelle du particulier et de la ville.

### **Esther FOULON** **Chargée d'étude généraliste**

Esther FOULON est titulaire d'un Master 2 « Gestion de l'Environnement et Ecologie littorale » de l'Université de La Rochelle. Après son stage de fin d'étude, elle a intégré le pôle Energies Renouvelables au sein de L'ARTIFEX. Elle est en charge de la réalisation d'études environnementales pour des projets de parcs photovoltaïques au sol et flottant ainsi que de parcs éoliens.

### **Céline DELCHER** **Chargée d'études environnement**

Céline DELCHER est titulaire d'un Master 2 Dynamiques des Milieux et Risques de l'Université Paris-Est. Après une première expérience professionnelle en bureau d'études, elle a intégré le pôle Energies Renouvelables au sein de L'ARTIFEX. Elle intervient plus particulièrement dans la réalisation d'études environnementales pour des projets de parcs photovoltaïques et de parcs éoliens.

### **Lisa THIRIET** **Écologue - Chargée d'études**

Lisa THIRIET est diplômée d'un Master 2 Sciences de la Biodiversité et de l'Ecologie, à l'université d'Aix-Marseille. Après une expérience au Cabinet d'Antoine Waechter à Fulleren, elle est en charge du pôle Biodiversité au sein du bureau d'études L'ARTIFEX, elle se spécialise sur les relevés faunistiques, et plus particulièrement les volets ornithologiques, herpétologiques et chiropérologiques. Elle a notamment suivi des formations en ornithologie, en herpétologie et en Botanique. Elle a une expérience associative de 4 ans, au sein du Groupe d'Etude et de Protection des Mammifères d'Alsace. Elle a suivi en juin 2017 une formation spéciale sur les chiropères lui permettant de faire des inventaires passifs et actifs au sol.

### **Cédric MRO CZKO** **Écologue - Responsable Pôle Biodiversité**

Cédric MRO CZKO a suivi un cursus universitaire de géographie axé vers les questions d'aménagement du territoire. Il s'est toutefois orienté vers sa passion première, l'écologie. 2 années d'expérience, en tant que chargé d'études ornithologiques au sein de la LPO à Poitiers, lui ont permis de débiter sa spécialisation dans le domaine des études écologiques (inventaires faunistiques, évaluation de projets éoliens, rédaction de documents didactiques, etc.). Il a ensuite intégré l'équipe d'ECO-MED à Marseille en tant qu'expert en entomologie et ornithologie, responsable du pôle Entomologie et chef de projets (études réglementaires essentiellement) pendant 4 ans, puis l'équipe d'ECOSPHERE à Aubagne, en tant que chef de projets et spécialiste de la faune pendant 5 ans. Il a ainsi acquis une solide expérience dans le domaine méditerranéen, Corse comprise. Il est en charge depuis 2016 du pôle Biodiversité au sein de L'ARTIFEX.

### **Yannick BEUCHER** **Ingénieur écologue-cordiste, chiropérologue / ornithologue**

Yannick BEUCHER est ingénieur agronome, diplômé de VetAgro Sup. Clermont Ferrand. Il est le fondateur et gérant d'EXEN, où il est spécialisé en chiropères et oiseaux.

### **Justine MOUGNOT** **Ingénieure écologue - ornithologue / chiropérologue. Responsable du Pôle Avifaune**

Justine MOUGNOT est titulaire d'un Master II pro de Biodiversité, écologie, environnement de l'Université J. Fourier de Grenoble. Elle est responsable du Pôle Avifaune chez EXEN, où elle est spécialisée en oiseaux, chiropères et orthoptères.

### **Frédéric ALBESPY** **Ingénieur écologue - biostatisticien / cartographe / chiropérologue. Responsable du Pôle Chiropères**

Frédéric ALBESPY est titulaire d'un Master II de Télédetection et d'un Master II de biostatistique de l'Université de Toulouse 3. Il est responsable du Pôle Chiropères chez EXEN, où il est spécialisé en chiropères et oiseaux.

### **Mathieu LOUIS** **Ingénieur écologue - ornithologue / chiropérologue**

Mathieu LOUIS est titulaire d'un Master II de Gestion et Evolution de la Biodiversité de l'Université Lille 1. Il est ingénieur écologue chez EXEN, où il est spécialisé en chiropères (réfèrent bioacoustique), oiseaux, amphibiens et reptiles.

### **Charlène VIELET** **Ingénieur écologue – chiropérologue / mammologue / herpétologue**

Charlène VIELET est titulaire d'un Master II Ecologie, spécialisation Gestion de la Biodiversité de l'Université Paul Sabatier de Toulouse. Elle est ingénieure écologue chez EXEN, où elle est spécialisée en chiropères (acoustique, capture), micromammifères et herpétofaune.

### **Auréli Langlois** **Ingénieur écologue - ornithologue / chiropérologue**

Auréli Langlois est titulaire d'un Master II Gestion de la Biodiversité de l'Université Paul Sabatier de Toulouse. Elle est ingénieure écologue chez EXEN, où elle est spécialisée en chiropères et entomofaune.