

PROJET DE PARC EOLIEN DU PLATEAU DE PARDINES (63)

MESURES ACOUSTIQUES - ETAT INITIAL

ESTIMATION DE L'IMPACT SONORE



Révision 2 – 08/12/2014

Eric Marchal
Ingénieur des Mines

SOMMAIRE

1.	CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET DEFINITIONS.....	4
2.	PRESENTATION DU PROJET ET DE LA MISSION.....	7
2.1.	Projet.....	7
2.2.	Méthodes de la mission.....	7
2.2.1.	Spécificité de l'étude d'impact acoustique dans le domaine éolien.....	7
2.2.2.	Analyse de l'état initial.....	7
2.2.3.	Moyens techniques (cf. table de matériel en annexe).....	8
2.2.4.	Analyse des impacts sonores des éoliennes.....	8
3.	ORGANISME CHARGE DE L'ETUDE D'IMPACT SONORE.....	10
4.	DESCRIPTION DE L'EXISTANT ET DU VOISINAGE.....	10
4.1.	Autres parcs éoliens existants.....	10
4.2.	Points de mesure acoustique et principales caractéristiques.....	11
4.3.	Carte des environs et position des éoliennes.....	12
5.	MESURE DU BRUIT RESIDUEL AVANT PROJET.....	13
5.1.	Matériel employé.....	13
5.2.	Mesures effectuées.....	13
5.2.1.	Activités pendant les mesures, sources de bruit principales.....	13
5.2.2.	Points de mesure acoustique.....	14
5.2.3.	Analyse de la campagne.....	14
6.	ESTIMATION DES EMERGENCES.....	18
6.1.	Contraintes acoustiques à l'extérieur des habitations.....	18
6.2.	Contraintes acoustiques à l'intérieur des habitations.....	18
6.3.	Présentation des résultats.....	18
6.4.	Etude des émergences de Jour.....	19
6.4.1.	Avec un vent de secteur 168 degrés.....	19
6.4.2.	Avec un vent de secteur 356 degrés.....	23
6.5.	Etude des émergences de Nuit.....	26
6.5.1.	Avec un vent de secteur 168 degrés.....	26
6.5.2.	Avec un vent de secteur 356 degrés.....	30
6.6.	Notes sur les préconisations de gabarits sonores.....	33
6.7.	Limites du modèle, hypothèses.....	34
6.8.	Précision.....	35
6.9.	Discussion.....	35
7.	Autres Contraintes Acoustiques.....	36
7.1.	Tonalités marquées.....	36
7.2.	Niveau de bruit en tout point du périmètre de mesure de l'installation.....	37
8.	CONCLUSIONS.....	38
8.1.	Etude des émergences de Jour.....	38

8.2.	Etude des émergences de Nuit	38
9.	ANNEXES	39
9.1.	Annexes - Mesures	40
9.1.1.	Mesures météo	40
9.1.2.	Mesures acoustiques	42
9.2.	Appareillage E.M.A. utilisé	51
9.3.	Annexes – Caractéristiques des machines	52
9.4.	Annexes - Rose des Vents	55
9.5.	Annexes – Arrêté du 26 août 2011	56



1. CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET DEFINITIONS

- Normes :

Norme de mesurage NFS 31-010 « Caractérisation et mesurage des bruits dans l'environnement » Décembre 1996,

Norme relative à la méthode de calcul pour l'atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre ISO 9613-2,

Projet de Norme Pr S 31-114 « Acoustique – Mesurage du bruit dans l'Environnement avec et sans activité éolienne » (sous certaines réserves, à paraître). Cette norme est considérée dans son esprit seulement, car celle-ci constitue une norme de contrôle et non pas une norme d'étude.

- Législation :

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. Un extrait de ce décret est consultable en annexe §9.5.

- Définitions :

Bruit particulier

Bruit généré par les nouvelles éoliennes en projet.

Bruit résiduel

Bruit qui subsiste quand les sources de bruit particulier sont stoppées. C'est ici l'état initial mesuré avant projet.

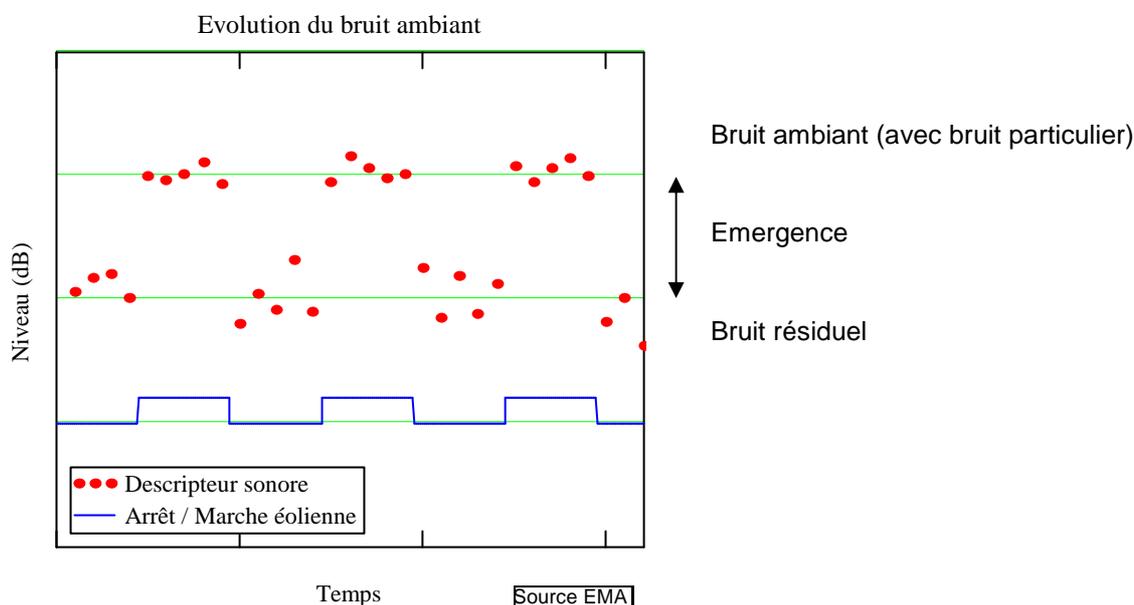
Bruit ambiant

Bruit constitué du bruit particulier en cause et du bruit résiduel.

Emergence

Elle est définie par la différence entre le niveau de bruit ambiant, comportant le bruit particulier en cause, et celui du bruit résiduel constitué par l'ensemble des bruits habituels dans un lieu donné, correspondant à l'occupation normale des lieux et au fonctionnement normal des équipements.

L'émergence autorisée par la réglementation est fonction de la durée et de l'heure d'apparition des bruits particuliers. En l'occurrence, nous mesurons le bruit résiduel et estimerons l'émergence par le calcul.



Jour

Au sens de l'arrêté concerné, cette période s'étend de 7h00 à 22h00.

Nuit

Au sens de l'arrêté concerné, cette période s'étend de 22h00 à 7h00.

Pondération "A"

Pondération du niveau sonore en fonction de la fréquence. Cette pondération prend peu en compte les basses fréquences, elle s'approche de la réponse fréquentielle de l'oreille humaine pour les faibles niveaux sonores.

Leq,T ou Leq(t₁,t₂)

Valeur du niveau de pression acoustique d'un son continu stable qui, au cours d'une période spécifiée T, a la même pression acoustique quadratique moyenne qu'un son considéré dont le niveau varie en fonction du temps. Ce niveau est encore appelé niveau de pression acoustique équivalent (au sens énergétique du terme).

$$Leq(t_1, t_2) := 10 \cdot \log \left(\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p(t)^2}{p_0^2} dt \right) \quad \text{où :}$$

Leq(t₁,t₂) est le niveau de pression acoustique continu équivalent, en décibels, déterminé pour un intervalle de temps T= [t₁,t₂] ;
p₀ est la pression acoustique de référence (20 µPa) ;
p(t) est la pression acoustique du signal mesuré à l'instant t.

Le Leq pondéré « A » est un estimateur légal du niveau de bruit, il s'exprime en dBA.

L50

Le niveau de pression acoustique fractile L50 correspond au niveau sonore maximum égalé ou dépassé pendant 50% du temps de la période d'observation considérée.

L90

Le niveau de pression acoustique fractile L90 correspond au niveau sonore maximum égalé ou dépassé pendant 90% du temps de la période d'observation considérée.

Descripteur

L50 sur 10 minutes dans des conditions environnementales définies (météorologiques, temporelles, ..).

Classe

Intervalle discrétisant les conditions possibles d'apparition des événements et à l'intérieur duquel on comptabilise un descripteur. Un événement appartiendra à plusieurs classes dans différentes dimensions (espace, temps, vitesse du vent, ..).

Condition homogène

Une condition homogène est l'intersection de différentes classes, elle est constituée par l'ensemble des conditions retenues pour caractériser une situation acoustique afin de déterminer de façon réaliste l'exposition au bruit des personnes. Elle est définie en fonction des conditions d'occurrence des bruits typiques rencontrés *in situ*, comme par exemple les conditions météorologiques.

Plusieurs conditions homogènes sont en général nécessaires pour caractériser complètement une période particulière spécifiée dans des normes, des textes réglementaires ou contractuels. Une condition homogène peut ainsi être définie par l'association de plusieurs critères dans différentes dimensions comme par exemple : secteur de vent, vitesses de vent, plage horaire, saison.

Indicateur

Médiane d'une population de descripteurs appartenant à une même condition homogène.

Direction de vent

Direction de provenance du vent. L'origine angulaire de la rose des vents est orienté au nord (0 degré), et les angles sont comptés positifs dans le sens des aiguilles d'une montre (sens anti-trigonométrique).

Secteur de vent

Un secteur de vent est un intervalle de direction de vent. Habituellement, les secteurs s'étendent à +30 à –30 degrés par rapport à la direction choisie. Le classement des occurrences de vent par secteurs constitue une des phases de décomposition du paysage sonore en classes homogènes.

Séparateur décimal

Dans ce document, on admettra le point « . » comme séparateur décimal, au même titre que la virgule « , ».

Vitesse standardisée à 10m : V10s ou Vs

Partant d'une vitesse de vent donnée à hauteur de nacelle, une vitesse de vent standardisée Vs correspond à une vitesse de vent calculée à 10 m de haut, sur un sol présentant une longueur de rugosité de référence de 0.05 m. Cette valeur théorique s'affranchit des conditions aérauliques particulières de chaque site en convertissant toute mesure de vitesse de vent à une hauteur donnée sur un site quelconque, en une valeur standardisée. Dans ces conditions, la vitesse standardisée est donnée par la formule suivante.

$$V_s = V(H) \cdot \ln(H_{ref} / Z_0) / \ln(H / Z_0)$$

avec Z0 : longueur de rugosité standardisée de 0,05 m,

H : hauteur de la nacelle (m),

Href : hauteur de référence (10m),

V(H) : vitesse mesurée à la hauteur de nacelle.

2. PRESENTATION DU PROJET ET DE LA MISSION

2.1. Projet

Le projet consiste en l'implantation d'un parc éolien appelé « Parc du Plateau de Pardines ». Ce parc est constitué de 4 éoliennes sur mât de 99.5m, à l'Ouest d'Issoire (63).

Maître d'ouvrage :

GDF SUEZ FUTURES ÉNERGIES
3 allée d'Enghien – CS 50150
54602 VILLERS-LES-NANCY



2.2. Méthodes de la mission

2.2.1. Spécificité de l'étude d'impact acoustique dans le domaine éolien

Le niveau sonore émis par une éolienne, tout comme la puissance électrique délivrée, dépendent de la vitesse du vent : il s'agit d'une spécificité unique dans les équipements et infrastructures « bruyants ».

De plus, il n'existe pas de proportionnalité entre la puissance acoustique d'une éolienne et sa puissance électrique.

A partir du mesurage de l'état sonore initial au moment de la rédaction du dossier d'étude d'impact sur l'environnement, du type et du positionnement des éoliennes, la méthode a pour objectif l'estimation de l'émergence sonore en Zone à Emergence Réglementée, aux points les plus sensibles du voisinage du parc et la recherche des configurations présentant un impact acoustique minimal. Le but de l'étude est d'estimer si, dans le cadre des hypothèses de fonctionnement des éoliennes dont l'implantation est envisagée, l'impact sonore potentiel ne dépassera pas le cadre légal.

2.2.2. Analyse de l'état initial

L'analyse de l'état initial va s'attacher à caractériser les ambiances sonores auprès des habitations les plus exposées identifiées dans la phase d'analyse préalable, ainsi que dans les zones constructibles, tant en période de jour qu'en période de nuit. Cette qualification de l'état acoustique initial avant installation des éoliennes est réalisée dans le cadre de l'instruction des dossiers d'étude d'impact sur l'environnement. Des mesures acoustiques vont permettre de caractériser l'évolution des niveaux résiduels en fonction des vitesses de vent.

2.2.2.1. Mesures acoustiques

Nous mesurerons le bruit résiduel avant projet, en 8 points situés dans les villages et hameaux les plus proches, de jour comme de nuit. Le bruit résiduel de nuit est toujours plus faible que le bruit résiduel de jour, de plus les émergences autorisées la nuit sont inférieures. Nous accorderons donc une attention particulière aux niveaux de nuit puisque ces cas sont les plus défavorables.

- Qualification des activités pendant les mesures, sources principales de bruit diurnes et nocturnes
- Grandeurs mesurées : niveau sonore résiduel L_{eq} pondéré « A » chaque seconde (permettant le calcul de tous les estimateurs fractiles), aux points susceptibles d'être les plus concernés par l'impact sonore.
- Les mesures acoustiques seront réalisées en niveau global (dBA), et en spectre de bandes d'octave car ce dernier apportera une appréciation plus fine de la nature des événements sonores.
- Durée des mesures : en chacun des points, les mesures seront effectuées pendant les durées précisées en §5.2. , comprenant des périodes de jour et des périodes de nuit.
- Conditions météorologiques : les mesures seront effectuées pour des vitesses de vent standardisées comprises entre 4 et 10m/s, les microphones des sonomètres étant protégés autant que possible du vent direct mais soumis à l'intégralité de l'ambiance sonore. Les périodes de pluie seront exclues des résultats.

2.2.2.2. Mesures anémométriques

Nous mesurerons également l'évolution de la température, des précipitations, et la vitesse du vent sur un mât météorologique de 10m situé au niveau du parc éolien (recueil des données par tranches de 10 minutes). Des mesures anémométriques seront également entreprises afin de vérifier que les vitesses de vent au niveau des microphones n'engendreront aucun biais dans les mesures acoustiques.

2.2.2.3. Estimation du bruit résiduel

- Filtrage et suppression des périodes invalides (bruits de moteurs proches, phénomènes sonores exceptionnels, bruits d'opérateur, etc.)
- Extraction des données suivant les directions principales de vent
- Remarque : Notons que la différenciation jour/nuit pourra s'écarter des traditionnelles périodes au sens des décrets concernés, le jour de 7h00 à 22h00 et la nuit de 22h00 à 7h00, afin de s'adapter à la variation observée des activités humaines et des levers et couchers du soleil ainsi que du « réveil de la nature ».
- Représentation graphique des données (nuages de points)
- Calcul des indicateurs (points médians) lorsqu'ils sont représentatifs, interpolation et/ou extrapolation des données de bruit résiduel en fonction des vitesses de vent par régression. Les données sont regroupées en classes de vitesses de vent par pas de 1m/s.
- Modélisation du niveau de bruit régnant dans l'environnement en fonction de la vitesse de vent

2.2.3. Moyens techniques (cf. table de matériel en annexe)

Les mesures acoustiques seront réalisées à l'aide de sonomètres intégrateurs à mémoire de classe 1.

Cet appareillage est conforme, par ses caractéristiques, aux préconisations de la norme NF EN 61672-1 relative aux sonomètres intégrateurs.

Avant chaque mesure, les sonomètres seront calibrés à l'aide d'un calibreur 01dB CAL01 conforme à la norme NF S 31-139. Après chaque mesure, la déviation des sonomètres sera contrôlée avec ce même calibreur.

Les mesures météorologiques seront réalisées grâce à un mât de 10m sur lequel est montée une station d'enregistrement à mémoire avec anémomètre, girouette, thermomètre, et pluviomètre.

La première phase de dépouillement sera effectuée avec le logiciel dBtrait de 01dB-Metravib. Le lissage sera effectué avec l'aide du logiciel Mathcad (présenté en section 2.2.4.4.).

2.2.4. Analyse des impacts sonores des éoliennes

Cette partie de l'étude acoustique doit permettre d'établir la cartographie indicative de dispersion sonore (estimation du bruit particulier par simulation acoustique) du futur parc éolien, en fonction des vitesses et directions de vent, et surtout, d'estimer l'impact sonore par calcul des émergences sonores aux différents points mesurés précédemment.

2.2.4.1. Estimation du bruit particulier

- Calcul prévisionnel des niveaux de pression acoustique générés, en fonction des caractéristiques acoustiques et techniques des éoliennes retenues ou pressenties, en chaque point et pour chaque vitesse de vent, tous les m/s. Ils prennent en compte l'éloignement, l'absorption en fonction de la distance, et de façon approchée l'influence des réflexions sur le sol (ISO 9613-2), des vents et de la rugosité de paysage.
- Cartographie sonore : dressage des cartes du bruit particulier par tracé de courbes isophones sur fond de carte.

2.2.4.2. Calcul des émergences

Le calcul se décompose comme suit :

- Estimation de l'impact sonore par calcul d'émergence pour chaque classe de vitesse de vent et aux différents points mesurés dans les villages concernés. Ces calculs seront différenciés pour le jour et pour la nuit. L'analyse sera effectuée pour les directions de vent dominantes du site ainsi que le préconise le « Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens ».

- Regroupement de l'ensemble des résultats dans un tableau de synthèse donnant, en chaque point, l'émergence maximale et la vitesse de vent correspondante.
- Interprétation et comparaison des résultats obtenus avec la réglementation. La contrainte réglementaire est une émergence maximale de 5dBA le jour et de 3dBA la nuit lorsque le niveau de bruit ambiant dépasse le seuil de 35dBA.

Les estimations des émergences seront effectuées aux points mesurés (tendances), pour les vitesses de vent de 4 à 10m/s par pas de 1m/s.

2.2.4.3. Optimisation des impacts

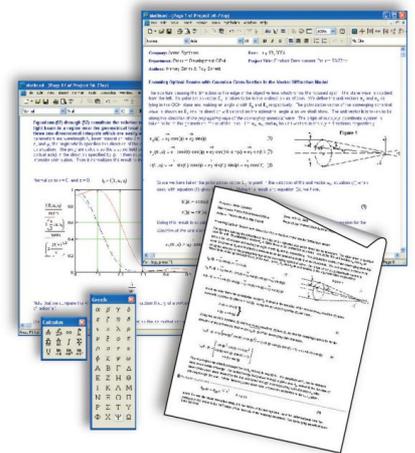
- En collaboration avec le développeur de projet, nous rechercherons les solutions minimisant les émergences en nous appuyant sur des choix alternatifs des types d'éoliennes et de leur localisation.
- Préconisations éventuelles de mesures conservatoires en vue de supprimer, réduire ou compenser des impacts : ajustement (bridage) du mode de production pour certaines directions et vitesses de vent.

2.2.4.4. Moyens techniques

- L'outil de calcul utilisé est programmé sous Mathcad, puissant logiciel voué au calcul symbolique et numérique, doté d'excellentes fonctions de représentation graphique.

Mathcad est aujourd'hui le standard mondial en matière de logiciel de calcul technique. À ce titre, il est utilisé par plus de 250 000 ingénieurs à travers le globe. Ce logiciel permet l'exécution de calculs itératifs à l'aide de différentes entrées de scénarios de simulation prévisionnelle.

Il regroupe les processus de conception, de recherche de solution et de communication dans un environnement homogène. Il offre la plus large gamme de fonctionnalités de calcul et de conception disponible dans un logiciel unique, une interconnectivité complète avec les autres applications d'ingénierie et des outils de collaboration inégalés (publication de documents aux formats XML ...). La documentation claire de toutes les équations et assertions facilite la traçabilité entre la conception, les calculs et les méthodes.



3. ORGANISME CHARGE DE L'ETUDE D'IMPACT SONORE

Société chargée d'étude :

E.M.A. Etudes & Mesures Acoustiques sarl, 54 av Foch, 54000 Nancy.

Représentée par Eric Marchal.

EMA est spécialiste de l'acoustique des parcs éoliens qui représente 80% de son activité.

M. Marchal, Ingénieur des Mines exerçant depuis 1990, Expert près la Cour d'Appel de Nancy, est membre de l'AES (Audio Engineering Society), de la SFA (Société Française d'Acoustique) et de l'ASA (Acoustical Society of America), il a suivi une formation complémentaire au CETIM de Senlis relative aux bruits industriels et à leur réglementation.

Eric Marchal participe activement aux commissions de normalisation AFNOR présentées dans le tableau ci-dessous.

Groupe de travail	Objet	Norme
AFNOR/S30J	"Bruit dans l'environnement" – Commission mère	
AFNOR/S30J/GT	"Mesurage du bruit dans l'environnement avec et sans activité éolienne"	NFS 31-114
AFNOR/S30JE	"Bruit Environnement - Mesurage"	NFS 31-010
AFNOR/S30JM	"Incertitude de mesure en acoustique environnementale"	NFS 31-115
AFNOR/E90AB	"Indicateur Global de gêne"	
AFNOR/S30MI	"Indicateurs bruit/vibrations"	
AFNOR/S30JIS	"Acoustique – Basses fréquences (infrasons) – Méthode de mesure "	NFS 31-135
AFNOR/S30JL	"Prescriptions relatives aux limiteurs de pression acoustique"	NFS 31-122

4. DESCRIPTION DE L'EXISTANT ET DU VOISINAGE

La zone de développement a un relief peu accidenté et est qualifiée de rurale : elle comprend des terres agricoles ainsi que des maisons d'habitation et des bâtiments d'exploitations agricoles.

L'implantation des éoliennes étudiée ici est envisagée en zone de cultures, à plus de 554m des habitations et des limites de Zone à Emergence Réglementée (ZER).

Lors de notre campagne de mesures, les arbres à feuilles caduques présentaient un feuillage complet et la population aviaire montrait une activité moyenne.

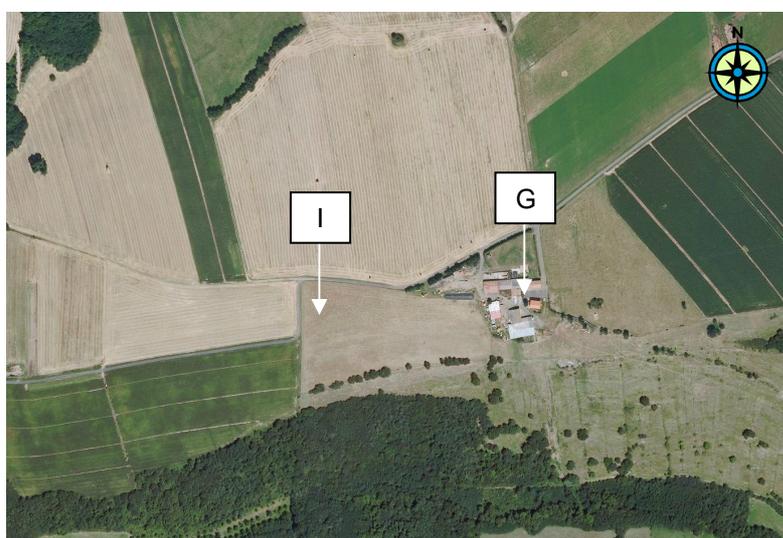
4.1. Autres parcs éoliens existants

Aucun parc éolien n'est proche du projet à l'étude donc aucun cumul d'impact acoustique n'est à envisager.

4.2. Points de mesure acoustique et principales caractéristiques

Point	Civ.	Nom	Commune	Adresse	Acteurs sonores, remarques
A	M. & Mme	Pascal BERRIER	PARDINES	63 rue des Monts Dore	Microphone positionné au niveau R+1 de l'habitation, parfaitement protégé du vent. Grands feuillus à 10m et au loin. Bruit routier venant de l'aval. Rue peu passante.
B	M. & Mme	Patrice BUSSIÈRE	PARDINES	Chemin des Vignes (chèvrerie)	Microphone peu protégé du vent. Grands feuillus à 30m et au loin. Route d'accès non passante. Nombreux bruits marqués d'activité humaine en journée, retirés des mesures.
C	M.	Jacques BRAY	PERRIER	22 avenue des Monts Dorés	Microphone peu protégé du vent. Feuillus à 30m et petite haie de conifères. Bruit routier venant de l'aval. Bruits marqués d'activité humaine en journée, retirés des mesures.
D	M. & Mme	Alain CAVARD	PERRIER	1 impasse de la Quarrée	Microphone placé à l'arrière de l'habitation, protégé des bruits routiers, protégé du vent. Grands feuillus et conifères à 20m et au loin.
E	M. & Mme	Henri NICOLAS	PERRIER	2 impasse Sebastiana	Microphone sur le côté de l'habitation, protégé des bruits routiers, moyennement protégé du vent. Arbres fruitiers à 20m.
F	Mme	DIDEROT	ISSOIRE	28 rue Auguste Bravard	Microphone placé à l'arrière de l'habitation secondaire (sans électricité), bien protégé du vent. Grands feuillus à 5m, 10 et 20m environ. Bruit d'activité aviaire nocturne retiré des mesures. Bruits marqués d'activité humaine en journée, retirés des mesures.
G	M. & Mme	Bernard CHARBONNIER	SAINT-YVOINE	Les Pics	Ferme isolée. Microphone placé à l'arrière de l'habitation, soumis au vent. Très peu de végétation. Bruits marqués d'activité humaine, retirés des mesures.
H	M. & Mme	Richard BRAUTIGAM	PARDINES	Boissac	Demeure isolée. Microphone placé à l'arrière de l'habitation, protégé du vent. Grands feuillus en pourtour d'un grand jardin. Bruits d'insectes nocturnes et bruits marqués d'activité humaine diurne, retirés des mesures.
I	M. & Mme	Fabrice CHARBONNIER	PARDINES	Les Pics	Emplacement d'une future demeure isolée. Point de simulation sans mesure acoustique. Le niveau est estimé identique à celui mesuré en G.

Le niveau de bruit résiduel au point I sera pris par hypothèse égal au niveau de bruit résiduel en G. En effet, les points I et G sont à environ 280m l'un de l'autre, à une altitude proche ; ces points sont tous deux à découvert, et situés à même distance de la forêt.



4.3. Carte des environs et position des éoliennes

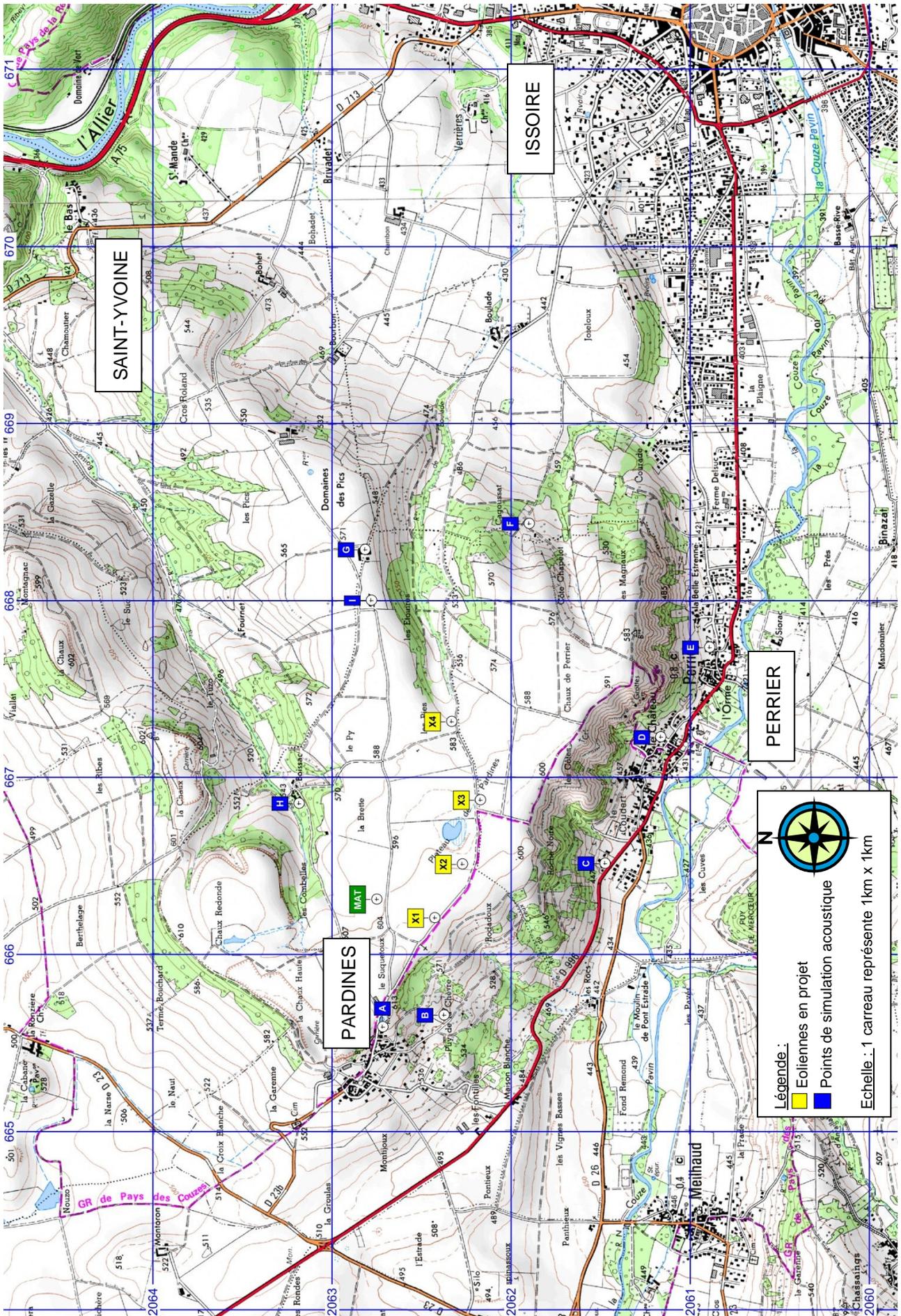


Figure 0 : Carte des environs, position des éoliennes et des points de simulation.

Les points de simulation acoustique sont repérés de A à I en bleu ■■■. Le mât de mesure de vent est repéré "Mat" en vert ■■■. Les 4 éoliennes du projet sont repérées respectivement par les noms X1 à X4, en jaune ■■■.

5. MESURE DU BRUIT RESIDUEL AVANT PROJET

5.1. Matériel employé

Sonomètres de classe 1. (Voir liste de matériel en annexe)

Vérification de calibrage effectuée à 94dB (à 1000Hz) en début et fin de mesure.

Bruit de fond équivalent propre aux sonomètres avec prolongateur 30m : 16dBA

Durée d'intégration élémentaire des Leq-courts : 1s

Filtres utilisés : pondération A et bandes d'octave.

Chaque sonomètre fut couplé à un anémomètre situé à 1m de distance afin de vérifier que la vitesse de vent au niveau du microphone ne pouvait être à l'origine d'aucun biais dans les mesures.

5.2. Mesures effectuées

Mesure du niveau sonore équivalent global pondéré « A », et par bandes d'octave afin d'aider à l'identification des sources.

Nous avons procédé à une campagne de mesures acoustiques du 05/10/2012 au 18/10/2012. Les mesures ont été effectuées en chaque point, au rythme d'une mesure par seconde. En chacun de ces points, les mesures ont été effectuées pendant 288 heures environ, comprenant les périodes de jour et les périodes de nuit.

En métropole, le bruit résiduel de jour est souvent plus important que le bruit résiduel de nuit, de plus les émergences autorisées le jour sont plus fortes. Nous accorderons donc une attention particulière aux niveaux de nuit puisque ces cas sont les plus défavorables.

Les microphones de mesure ont été positionnés à 1.5m du sol et à plus de 2 mètres des façades des habitations, à l'abri du vent direct autant que possible, mais soumis à la totalité du résiduel sonore. Les mesures ont été effectuées avec une grosse bonnette de protection. Toutefois, afin de nous assurer que l'effet du vent sur les microphones n'occasionnait pas de biais dans les mesures, nous avons installé à 1 mètre de ceux-ci un anémomètre intégrateur avec une cadence d'acquisition de 10 secondes.

La vitesse et la direction du vent nous furent données par les anémomètres et girouettes du grand mât de mesure du site. Nous avons cependant mesuré conjointement l'évolution de la température, des précipitations, et des vitesse et direction du vent à 10m sur notre mât météorologique, que nous avons installé au pied du grand mât.

Concernant les éventuelles perturbations des mesures acoustiques par les conditions météorologiques, nous avons vérifié que l'impact du vent au niveau des microphones des sonomètres était négligeable pour les mesures en dBA. Par contre, les périodes de pluie (assez fréquentes) ont été retirées des mesures prises en considération.

5.2.1. Activités pendant les mesures, sources de bruit principales

Diurne :
Activité humaine très variable suivant les points, constituée majoritairement de bruits de circulation proches ou lointains et de bruit d'activité agricole.
Bruits dus à l'activité aviaire
Bruits dus au vent dans la végétation
Bruits dus aux précipitations (retirés des mesures).

Nocturne : Bruits (parfois rares) de circulation automobile
 Bruit d'insectes nocturnes (retirés des mesures)
 Bruits dus au vent dans la végétation
 Bruits dus aux précipitations (retirés des mesures).

5.2.2. Points de mesure acoustique

5.2.2.1. Choix des points de mesure :

D'une façon générale, les points de mesure sont situés en lisière de hameau ou de village, à proximité immédiate des premières habitations. Dans le cas des fermes isolées, le microphone du sonomètre est placé à proximité du local d'habitation, du côté orienté vers le projet.

Notons qu'aucun point n'a été retenu au centre des villages car d'une part, ils sont plus éloignés du parc, et d'autre part, l'effet d'écran assuré par les premières habitations nous garantit à priori une émergence inférieure à celles aux autres points. La position des points de mesure a été choisie avec le plus grand soin, au niveau des points à émergence potentielle maximale, afin que le projet éolien ne génère aucun impact sonore significatif sur le reste de l'environnement habité, si les émergences légales en ces points sont respectées.

5.2.2.2. Contexte saisonnier :

Lors de notre campagne de mesures, les arbres à feuilles caduques présentaient un feuillage complet et la population aviaire montrait une activité moyenne.

5.2.3. Analyse de la campagne

Après nous être assurés de la bonne synchronicité et de la cohérence de celles-ci, nous avons converti les données de vent recueillies par les éoliennes proches des points de mesures acoustiques en vitesses de vent standardisées à 10m en utilisant l'équation classique de gradient de vent prévalant pour la caractérisation acoustique des éoliennes (pour une rugosité de 5cm). La direction de référence du vent fut choisie comme la direction médiane donnée par l'ensemble des girouettes des éoliennes du secteur étudié.

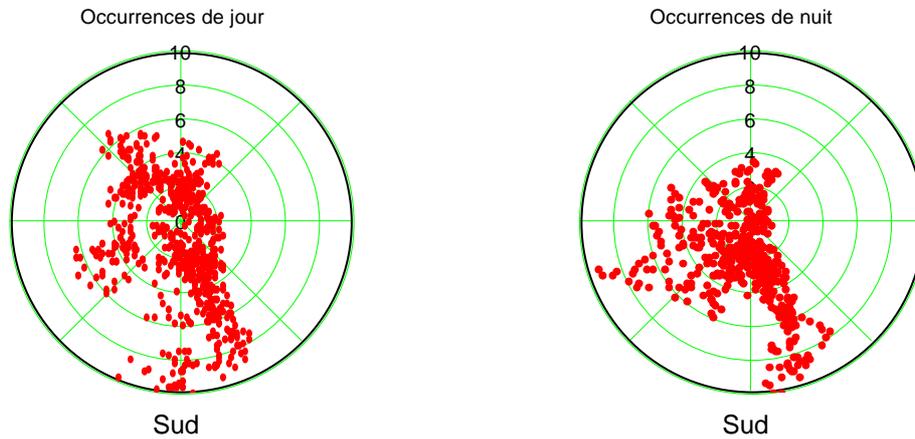
Les mesures acoustiques furent lissées par calcul afin d'estimer le bruit résiduel habituel pour différentes vitesses de vent théoriques à 10m du sol. Ce lissage ne prend en compte aucun bruit exceptionnel court.

Dans le cas où il existe des bruits perturbateurs que l'on ne veut pas prendre en compte, le niveau de bruit peut être décrit par le L50 d'après la NF S 31-010. L'estimateur de niveau sonore retenu dans la présente étude est donc le L50 sur des périodes de 10mn pour des Leq de 1 seconde. Ces L50 sont calculés sur le niveau global pondéré « A ».

Nous avons procédé à une étude des corrélations entre vent et bruit résiduel de l'état initial du projet pour chaque point de mesure et pour chaque période légale du jour et de la nuit. Notons que les périodes transitoires entre les périodes légales ont été retirées des calculs de façon à conserver des données comparables et homogènes, nous avons retenu la période 9h00-19h30 pour le jour et 22h00-5h40 pour la nuit.

5.2.3.1. Occurrences rencontrées

La campagne menée fut riche en occurrences de vent de Sud-sud-est, elle a pu rendre compte d'une bonne diversité de contextes sonores dans ces conditions de vitesses de vent. Cela nous assure de mesures sonores représentatives pour cette gamme de conditions homogènes. La campagne fut globalement moins bien pourvue d'occurrences de Nord. Enfin la campagne enregistra de moins grandes vitesses de vent de nuit que de jour.



Roses des occurrences de vitesses standardisées (V10s) et de directions de vent rencontrées lors de la campagne.

L'analyse différentielle des occurrences de bruit résiduel pour un vent venant de Sud-sud-est et du Nord a montré qu'il y avait des différences entre les niveaux sonores mesurés. Nous différencierons donc les niveaux de bruit résiduel pour ces directions.

De même, l'analyse du bruit résiduel a montré qu'il y avait certaines différences entre les niveaux sonores mesurés durant la semaine et ceux mesurés durant le weekend ; nous différencierons donc les niveaux de bruit résiduel pour ces deux cas.

Les graphiques de l'analyse statistique sont présentés en annexe §9.1.2. Lorsqu'un point médian (en bleu) a pu être calculé pour une classe de vitesse de vent, celui-ci a été choisi comme indicateur représentant du bruit résiduel pour la classe de vent considérée, sinon le niveau de bruit a été estimé grâce à la courbe d'interpolation / extrapolation (en noir).

Compte tenu de ce qui a été vu précédemment, après traitement, filtrage (essentiellement suppression des pointes de pression sonore) et extrapolation, les niveaux de bruit résiduel considérés en chaque point de mesure et utilisés dans la modélisation sont présentés ci-après.

5.2.3.2. Niveaux de bruit résiduel retenus en semaine

Niveaux de bruit résiduel pour un vent venant du secteur 168 degrés :

Niveau de bruit résiduel le jour en dBA :

Vent standard à 10m (m/s)	A	B	C	D	E	F	G	H	I
4	34.6	39.1	41.9	33.6	34.0	29.3	39.2	29.0	39.2
5	37.5	39.2	42.1	35.5	34.2	30.3	42.4	30.2	42.4
6	38.0	40.8	41.9	35.8	35.0	32.1	45.1	31.6	45.1
7	41.5	44.4	42.5	37.0	36.2	35.0	47.7	35.3	47.7
8	44.2	45.6	43.7	40.9	39.7	43.0	51.3	38.6	51.3
9	47.1	48.6	44.2	41.6	39.7	43.3	51.0	41.2	51.0
10	49.3	50.6	45.6	44.1	41.4	46.6	53.9	42.3	53.9

Niveau de bruit résiduel la nuit en dBA :

Vent standard à 10m (m/s)	A	B	C	D	E	F	G	H	I
4	24.3	28.0	26.7	25.3	24.2	20.3	30.3	19.0	30.3
5	27.4	28.6	26.8	27.2	25.7	18.5	32.2	21.6	32.2
6	30.5	31.2	28.2	33.8	32.2	21.7	33.8	24.6	33.8
7	37.5	38.4	34.8	37.0	36.2	28.2	38.5	30.3	38.5
8	40.8	41.1	38.2	39.3	37.3	34.4	43.3	32.0	43.3
9	43.2	43.6	40.1	41.6	37.7	36.7	46.4	35.4	46.4
10	45.3	47.2	41.6	42.9	40.0	42.6	50.0	39.2	50.0

Niveaux de bruit résiduel pour un vent venant du secteur 356 degrés :

Niveau de bruit résiduel le jour en dBA :

Vent standard à 10m (m/s)	A	B	C	D	E	F	G	H	I
4	33.7	32.1	43.9	35.6	34.4	29.2	37.2	37.3	37.2
5	38.9	36.1	44.6	36.8	36.9	32.7	42.0	41.8	42.0
6	41.6	37.3	44.6	38.4	37.6	36.0	44.0	39.9	44.0
7	44.1	41.4	44.8	40.0	38.8	39.5	47.6	41.3	47.6
8	46.1	44.7	45.1	41.5	39.8	42.2	50.0	41.6	50.0
9	47.8	47.8	45.4	42.8	40.6	44.5	52.1	41.8	52.1
10	49.3	50.6	45.6	44.1	41.4	46.6	53.9	42.3	53.9

Niveau de bruit résiduel la nuit en dBA :

Vent standard à 10m (m/s)	A	B	C	D	E	F	G	H	I
4	22.5	21.0	24.6	24.4	24.7	20.9	26.6	18.7	26.6
5	25.9	22.7	25.0	26.5	26.1	19.0	29.1	21.3	29.1
6	29.3	26.5	26.8	33.2	32.5	22.1	31.3	24.4	31.3
7	36.6	34.9	33.7	36.6	36.5	28.5	36.7	30.1	36.7
8	40.2	38.8	37.5	39.0	37.5	34.6	42.1	31.9	42.1
9	42.9	42.4	39.7	41.5	37.8	36.8	45.8	35.3	45.8
10	45.3	47.2	41.6	42.9	40.0	42.6	50.0	39.2	50.0

5.2.3.3. Niveaux de bruit résiduel retenus le weekend

Niveaux de bruit résiduel pour un vent venant du secteur 168 degrés :

Niveau de bruit résiduel le jour en dBA :

Vent standard à 10m (m/s)	A	B	C	D	E	F	G	H	I
4	33.7	32.1	41.9	33.6	34.0	29.2	37.2	29.0	37.2
5	37.5	36.1	42.1	35.5	34.2	30.3	42.0	30.2	42.0
6	38.0	37.3	41.9	35.8	35.0	32.1	44.0	31.6	44.0
7	41.5	41.4	42.5	37.0	36.2	35.0	47.6	35.3	47.6
8	44.2	44.7	43.7	40.9	39.7	42.2	50.0	38.6	50.0
9	47.1	47.8	44.2	41.6	39.7	43.3	51.0	41.2	51.0
10	49.3	50.6	45.6	44.1	41.4	46.6	53.9	42.3	53.9

Niveau de bruit résiduel la nuit en dBA :

Vent standard à 10m (m/s)	A	B	C	D	E	F	G	H	I
4	22.5	21.0	24.6	24.4	24.2	20.3	26.6	18.7	26.6
5	25.9	22.7	25.0	26.5	25.7	18.5	29.1	21.3	29.1
6	29.3	26.5	26.8	33.2	32.2	21.7	31.3	24.4	31.3
7	36.6	34.9	33.7	36.6	36.2	28.2	36.7	30.1	36.7
8	40.2	38.8	37.5	39.0	37.3	34.4	42.1	31.9	42.1
9	42.9	42.4	39.7	41.5	37.7	36.7	45.8	35.3	45.8
10	45.3	47.2	41.6	42.9	40.0	42.6	50.0	39.2	50.0

Niveaux de bruit résiduel pour un vent venant du secteur 356 degrés :

Niveau de bruit résiduel le jour en dBA :

Vent standard à 10m (m/s)	A	B	C	D	E	F	G	H	I
4	33.7	32.1	41.9	33.6	34.0	29.2	37.2	29.0	37.2
5	37.5	36.1	42.1	35.5	34.2	30.3	42.0	30.2	42.0
6	38.0	37.3	41.9	35.8	35.0	32.1	44.0	31.6	44.0
7	41.5	41.4	42.5	37.0	36.2	35.0	47.6	35.3	47.6
8	44.2	44.7	43.7	40.9	39.7	42.2	50.0	38.6	50.0
9	47.1	47.8	44.2	41.6	39.7	43.3	51.0	41.2	51.0
10	49.3	50.6	45.6	44.1	41.4	46.6	53.9	42.3	53.9

Niveau de bruit résiduel la nuit en dBA :

Vent standard à 10m (m/s)	A	B	C	D	E	F	G	H	I
4	22.5	21.0	24.6	24.4	24.2	20.3	26.6	18.7	26.6
5	25.9	22.7	25.0	26.5	25.7	18.5	29.1	21.3	29.1
6	29.3	26.5	26.8	33.2	32.2	21.7	31.3	24.4	31.3
7	36.6	34.9	33.7	36.6	36.2	28.2	36.7	30.1	36.7
8	40.2	38.8	37.5	39.0	37.3	34.4	42.1	31.9	42.1
9	42.9	42.4	39.7	41.5	37.7	36.7	45.8	35.3	45.8
10	45.3	47.2	41.6	42.9	40.0	42.6	50.0	39.2	50.0

Il n'est pas étonnant de constater que certains niveaux de bruits varient peu avec la vitesse de vent (principalement le jour) : cela est dû au fait que le bruit généré par l'activité humaine (non corrélé avec la vitesse du vent) est dominant au point considéré.

6. ESTIMATION DES EMERGENCES

6.1. Contraintes acoustiques à l'extérieur des habitations

Le législateur écarte les cas où le bruit ambiant est inférieur à 35dBA.

Emergence admissible pour la période allant de 7h à 22h	Emergence admissible pour la période allant de 22h à 7h
5dBA	3dBA

6.2. Contraintes acoustiques à l'intérieur des habitations

Le respect des émergences globales en dBA dans les pièces principales d'habitation n'engendre pas de contrainte supplémentaire sur le projet, les émissions sonores étudiées ne se propageant pas par voie solidienne. L'atténuation due à une fenêtre ouverte, qui est de 5dB environ, abaissera ces contraintes acoustiques en termes de seuil car le seuil de bruit ambiant de 35dBA vaut aussi bien pour les niveaux de bruit à l'extérieur ou à l'intérieur des habitations.

Le respect des contraintes acoustiques en extérieur nous assure donc *a priori* du respect de ces mêmes contraintes en intérieur, fenêtres ouvertes ou fermées. Aucune zone constructible plus proche du parc que les actuelles habitations ne nous ayant été signalée, nous pouvons étendre le respect de cette contrainte à toute la Zone à Emergence Réglementée.

6.3. Présentation des résultats

Les résultats sont résumés ci-après. Les simulations de propagation ont été faites pour les deux directions principales de vent (Voir Rose des vents annexée en §9.4.) : 168 et 356 degrés, et de façon différenciée pour le jour et la nuit, et pour la semaine et le weekend.

6.4. Etude des émergences de Jour

6.4.1. Avec un vent de secteur 168 degrés

6.4.1.1. Puissances acoustiques des machines en semaine :

Rappel des niveaux de puissance acoustique (L_{WA} en dBA) générés par chaque éolienne avant tout bridage :

Vent Standard à 10m (m/s)	4	5	6	7	8	9	10
Niveaux en mode standard	96.6	102.8	106.1	107.0	107.0	107.0	107.0

Niveaux de puissance acoustique (L_{WA} en dBA) de chaque éolienne et permettant de satisfaire aux critères d'émergence :

Vent Standard à 10m (m/s)	4	5	6	7	8	9	10
Vent à 99.5m sur site (m/s)**	5.7	7.2	8.6	10.0	11.5	12.9	14.3
X1	96.6	98.6	100.0	103.7	107.0	107.0	107.0
X2	96.6	98.6	100.0	103.7	107.0	107.0	107.0
X3	96.6	98.6	100.0	103.7	107.0	107.0	107.0
X4	96.6	98.1	99.5	103.2	106.5	107.0	107.0

** il convient de se référer préférentiellement à ces données à hauteur de rotor. (Voir §6.9.).

De façon à respecter les gabarits sonores détaillés plus haut, l'exploitant devra choisir les modes de fonctionnement adaptés pour les éoliennes. Ces gabarits sonores ont servi de base dans cette simulation. Nous remarquons que, pour les conditions étudiées dans cette partie, certains ajustements des courbes de puissance acoustique par rapport aux niveaux garantis ont été nécessaires afin d'obtenir les gabarits sonores testés dans cette simulation.

6.4.1.2. Emergences en semaine (à l'extérieur des habitations) :

Ces émergences sont estimées en niveau global dBA.

Les émergences générées par des éoliennes respectant les puissances acoustiques annoncées plus haut ont été calculées en chaque point et pour chaque vitesse de vent, le tableau ci-après reprend ces émergences « E » et les niveaux de bruit ambiant « Amb. » correspondants en chacun des points.

V10s	4m/s		5m/s		6m/s		7m/s		8m/s		9m/s		10m/s	
	dBA	E	Amb.	E										
A	1.8	36.4	1.5	39.0	1.8	39.8	1.9	43.4	2.1	46.3	1.2	48.3	0.8	50.1
B	1.0	40.1	1.5	40.7	1.5	42.3	1.5	45.9	2.2	47.8	1.3	49.9	0.8	51.4
C	0.4	42.3	0.6	42.7	0.8	42.7	1.5	44.0	2.2	45.9	2.0	46.2	1.6	47.2
D	/	33.9	0.3	35.8	0.4	36.2	0.7	37.7	0.6	41.5	0.5	42.1	0.3	44.4
E	/	34.1	/	34.3	0.2	35.2	0.3	36.5	0.3	40.0	0.3	40.0	0.2	41.6
F	/	30.2	/	31.4	/	33.1	1.2	36.2	0.4	43.4	0.4	43.7	0.2	46.8
G	0.2	39.4	0.2	42.6	0.1	45.2	0.2	47.9	0.2	51.5	0.2	51.2	0.1	54.0
H	/	33.5	5.0	35.2	5.0	36.6	5.0	40.3	5.0	43.6	3.5	44.7	2.9	45.2
I	0.5	39.7	0.3	42.7	0.2	45.3	0.3	48.0	0.3	51.6	0.3	51.3	0.2	54.1

Un éventuel signe « / » indique que le niveau ambiant global résultant est inférieur à 35dBA, seuil choisi par le législateur pour la prise en compte des émergences sonores. Le tableau ci-dessus montre qu'aucune émergence ne dépasse les seuils autorisés. **Le respect du gabarit présenté garantit donc des émergences conformes.**

6.4.1.3. Puissances acoustiques des machines pendant le weekend :

Rappel des niveaux de puissance acoustique (L_{WA} en dBA) générés par chaque éolienne avant tout bridage :

Vent Standard à 10m (m/s)	4	5	6	7	8	9	10
Niveaux en mode standard	96.6	102.8	106.1	107.0	107.0	107.0	107.0

Niveaux de puissance acoustique (L_{WA} en dBA) de chaque éolienne et permettant de satisfaire aux critères d'émergence :

Vent Standard à 10m (m/s)	4	5	6	7	8	9	10
Vent à 99.5m sur site (m/s)**	5.7	7.2	8.6	10.0	11.5	12.9	14.3
X1	96.6	98.6	100.0	103.7	107.0	107.0	107.0
X2	96.6	98.6	100.0	103.7	107.0	107.0	107.0
X3	96.6	98.6	100.0	103.7	107.0	107.0	107.0
X4	96.6	98.1	99.5	103.2	106.5	107.0	107.0

** il convient de se référer préférentiellement à ces données à hauteur de rotor. (Voir §6.9.).

De façon à respecter les gabarits sonores détaillés plus haut, l'exploitant devra choisir les modes de fonctionnement adaptés pour les éoliennes. Ces gabarits sonores ont servi de base dans cette simulation. Nous remarquons que, pour les conditions étudiées dans cette partie, certains ajustements des courbes de puissance acoustique par rapport aux niveaux garantis ont été nécessaires afin d'obtenir les gabarits sonores testés dans cette simulation.

6.4.1.4. Emergences pendant le weekend (à l'extérieur des habitations) :

Ces émergences sont estimées en niveau global dBA.

Les émergences générées par des éoliennes respectant les puissances acoustiques annoncées plus haut ont été calculées en chaque point et pour chaque vitesse de vent, le tableau ci-après reprend ces émergences « E » et les niveaux de bruit ambiant « Amb. » correspondants en chacun des points.

V10s	4m/s		5m/s		6m/s		7m/s		8m/s		9m/s		10m/s	
	dBA	E	Amb.	E										
A	2.1	35.8	1.5	39.0	1.8	39.8	1.9	43.4	2.1	46.3	1.2	48.3	0.8	50.1
B	3.7	35.8	2.7	38.8	2.8	40.1	2.6	44.0	2.6	47.3	1.5	49.3	0.8	51.4
C	0.4	42.3	0.6	42.7	0.8	42.7	1.5	44.0	2.2	45.9	2.0	46.2	1.6	47.2
D	/	33.9	0.3	35.8	0.4	36.2	0.7	37.7	0.6	41.5	0.5	42.1	0.3	44.4
E	/	34.1	/	34.3	0.2	35.2	0.3	36.5	0.3	40.0	0.3	40.0	0.2	41.6
F	/	30.2	/	31.4	/	33.1	1.2	36.2	0.5	42.7	0.4	43.7	0.2	46.8
G	0.4	37.6	0.2	42.2	0.2	44.2	0.2	47.8	0.2	50.2	0.2	51.2	0.1	54.0
H	/	33.5	5.0	35.2	5.0	36.6	5.0	40.3	5.0	43.6	3.5	44.7	2.9	45.2
I	0.7	37.9	0.4	42.4	0.3	44.3	0.3	47.9	0.4	50.4	0.3	51.3	0.2	54.1

Un éventuel signe « / » indique que le niveau ambiant global résultant est inférieur à 35dBA, seuil choisi par le législateur pour la prise en compte des émergences sonores. Le tableau ci-dessus montre qu'aucune émergence ne dépasse les seuils autorisés. **Le respect du gabarit présenté garantit donc des émergences conformes.**

6.4.2. Avec un vent de secteur 356 degrés

6.4.2.1. Puissances acoustiques des machines en semaine :

Rappel des niveaux de puissance acoustique (L_{WA} en dBA) générés par chaque éolienne avant tout bridage :

Vent Standard à 10m (m/s)	4	5	6	7	8	9	10
Niveaux en mode standard	96.6	102.8	106.1	107.0	107.0	107.0	107.0

Niveaux de puissance acoustique (L_{WA} en dBA) de chaque éolienne et permettant de satisfaire aux critères d'émergence :

Vent Standard à 10m (m/s)	4	5	6	7	8	9	10
Vent à 99.5m sur site (m/s)**	5.7	7.2	8.6	10.0	11.5	12.9	14.3
X1	96.6	102.8	102.4	107.0	107.0	107.0	107.0
X2	96.6	102.8	106.1	107.0	107.0	107.0	107.0
X3	96.6	102.8	106.1	107.0	107.0	107.0	107.0
X4	96.6	102.8	106.1	107.0	107.0	107.0	107.0

** il convient de se référer préférentiellement à ces données à hauteur de rotor. (Voir §6.9.).

De façon à respecter les gabarits sonores détaillés plus haut, l'exploitant devra choisir les modes de fonctionnement adaptés pour les éoliennes. Ces gabarits sonores ont servi de base dans cette simulation. Nous remarquons que, pour les conditions étudiées dans cette partie, certains ajustements des courbes de puissance acoustique par rapport aux niveaux garantis ont été nécessaires afin d'obtenir les gabarits sonores testés dans cette simulation.

6.4.2.2. Emergences en semaine (à l'extérieur des habitations) :

Ces émergences sont estimées en niveau global dBA.

Les émergences générées par des éoliennes respectant les puissances acoustiques annoncées plus haut ont été calculées en chaque point et pour chaque vitesse de vent, le tableau ci-après reprend ces émergences « E » et les niveaux de bruit ambiant « Amb. » correspondants en chacun des points.

V10s	4m/s		5m/s		6m/s		7m/s		8m/s		9m/s		10m/s	
dBA	E	Amb.	E	Amb.										
A	1.8	35.5	2.2	41.1	1.6	43.2	1.8	45.9	1.2	47.3	0.9	48.7	0.6	49.9
B	3.6	35.7	5.0	41.1	5.0	42.3	4.3	45.7	2.5	47.2	1.4	49.2	0.8	51.4
C	0.3	44.2	1.0	45.6	1.8	46.4	2.2	47.0	2.1	47.2	2.0	47.4	1.9	47.5
D	0.9	36.5	2.4	39.2	3.0	41.4	2.8	42.8	2.2	43.7	1.7	44.5	1.3	45.4
E	/	35.0	1.2	38.1	1.9	39.5	1.9	40.7	1.6	41.4	1.3	41.9	1.1	42.5
F	/	30.9	2.8	35.5	2.7	38.7	1.8	41.3	1.0	43.2	0.6	45.1	0.4	47.0
G	0.3	37.5	0.3	42.3	0.4	44.4	0.3	47.9	0.1	50.1	0.1	52.2	0.1	54.0
H	0.4	37.7	0.6	42.4	1.5	41.4	1.6	42.9	1.5	43.1	1.5	43.3	1.3	43.6
I	0.6	37.8	0.8	42.8	1.0	45.0	0.6	48.2	0.4	50.4	0.2	52.3	0.2	54.1

Un éventuel signe « / » indique que le niveau ambiant global résultant est inférieur à 35dBA, seuil choisi par le législateur pour la prise en compte des émergences sonores. Le tableau ci-dessus montre qu'aucune émergence ne dépasse les seuils autorisés. **Le respect du gabarit présenté garantit donc des émergences conformes.**

6.4.2.3. Puissances acoustiques des machines pendant le weekend :

Rappel des niveaux de puissance acoustique (L_{WA} en dBA) générés par chaque éolienne avant tout bridage :

Vent Standard à 10m (m/s)	4	5	6	7	8	9	10
Niveaux en mode standard	96.6	102.8	106.1	107.0	107.0	107.0	107.0

Niveaux de puissance acoustique (L_{WA} en dBA) de chaque éolienne et permettant de satisfaire aux critères d'émergence :

Vent Standard à 10m (m/s)	4	5	6	7	8	9	10
Vent à 99.5m sur site (m/s)**	5.7	7.2	8.6	10.0	11.5	12.9	14.3
X1	96.6	102.6	102.4	107.0	107.0	107.0	107.0
X2	96.6	102.8	104.9	107.0	107.0	107.0	107.0
X3	96.6	102.8	105.8	107.0	107.0	107.0	107.0
X4	96.6	102.8	103.8	107.0	107.0	107.0	107.0

** il convient de se référer préférentiellement à ces données à hauteur de rotor. (Voir §6.9.).

De façon à respecter les gabarits sonores détaillés plus haut, l'exploitant devra choisir les modes de fonctionnement adaptés pour les éoliennes. Ces gabarits sonores ont servi de base dans cette simulation. Nous remarquons que, pour les conditions étudiées dans cette partie, certains ajustements des courbes de puissance acoustique par rapport aux niveaux garantis ont été nécessaires afin d'obtenir les gabarits sonores testés dans cette simulation.

6.4.2.4. Emergences pendant le weekend (à l'extérieur des habitations) :

Ces émergences sont estimées en niveau global dBA.

Les émergences générées par des éoliennes respectant les puissances acoustiques annoncées plus haut ont été calculées en chaque point et pour chaque vitesse de vent, le tableau ci-après reprend ces émergences « E » et les niveaux de bruit ambiant « Amb. » correspondants en chacun des points.

V10s	4m/s		5m/s		6m/s		7m/s		8m/s		9m/s		10m/s	
dBA	E	Amb.	E	Amb.										
A	1.8	35.5	2.8	40.3	2.8	40.8	2.9	44.4	1.8	46.0	1.0	48.1	0.6	49.9
B	3.6	35.7	4.9	41.0	4.6	41.9	4.3	45.7	2.5	47.2	1.4	49.2	0.8	51.4
C	0.5	42.4	1.7	43.8	2.5	44.4	3.3	45.8	2.7	46.4	2.4	46.6	1.9	47.5
D	/	34.9	3.0	38.5	3.9	39.7	4.5	41.5	2.4	43.3	2.1	43.7	1.3	45.4
E	/	34.6	2.0	36.2	2.4	37.4	3.0	39.2	1.6	41.3	1.6	41.3	1.1	42.5
F	/	30.9	/	34.4	4.0	36.1	3.8	38.8	1.0	43.2	0.8	44.1	0.4	47.0
G	0.3	37.5	0.3	42.3	0.3	44.3	0.3	47.9	0.1	50.1	0.1	51.1	0.1	54.0
H	/	31.3	5.0	35.2	5.0	36.6	4.4	39.7	2.6	41.2	1.6	42.8	1.3	43.6
I	0.6	37.8	0.8	42.8	0.7	44.7	0.6	48.2	0.4	50.4	0.3	51.3	0.2	54.1

Un éventuel signe « / » indique que le niveau ambiant global résultant est inférieur à 35dBA, seuil choisi par le législateur pour la prise en compte des émergences sonores. Le tableau ci-dessus montre qu'aucune émergence ne dépasse les seuils autorisés. **Le respect du gabarit présenté garantit donc des émergences conformes.**

Carte isophone des bruits générés par le projet, de jour, en semaine, pour un vent de 6m/s à 10m de haut et de secteur 356 degrés :

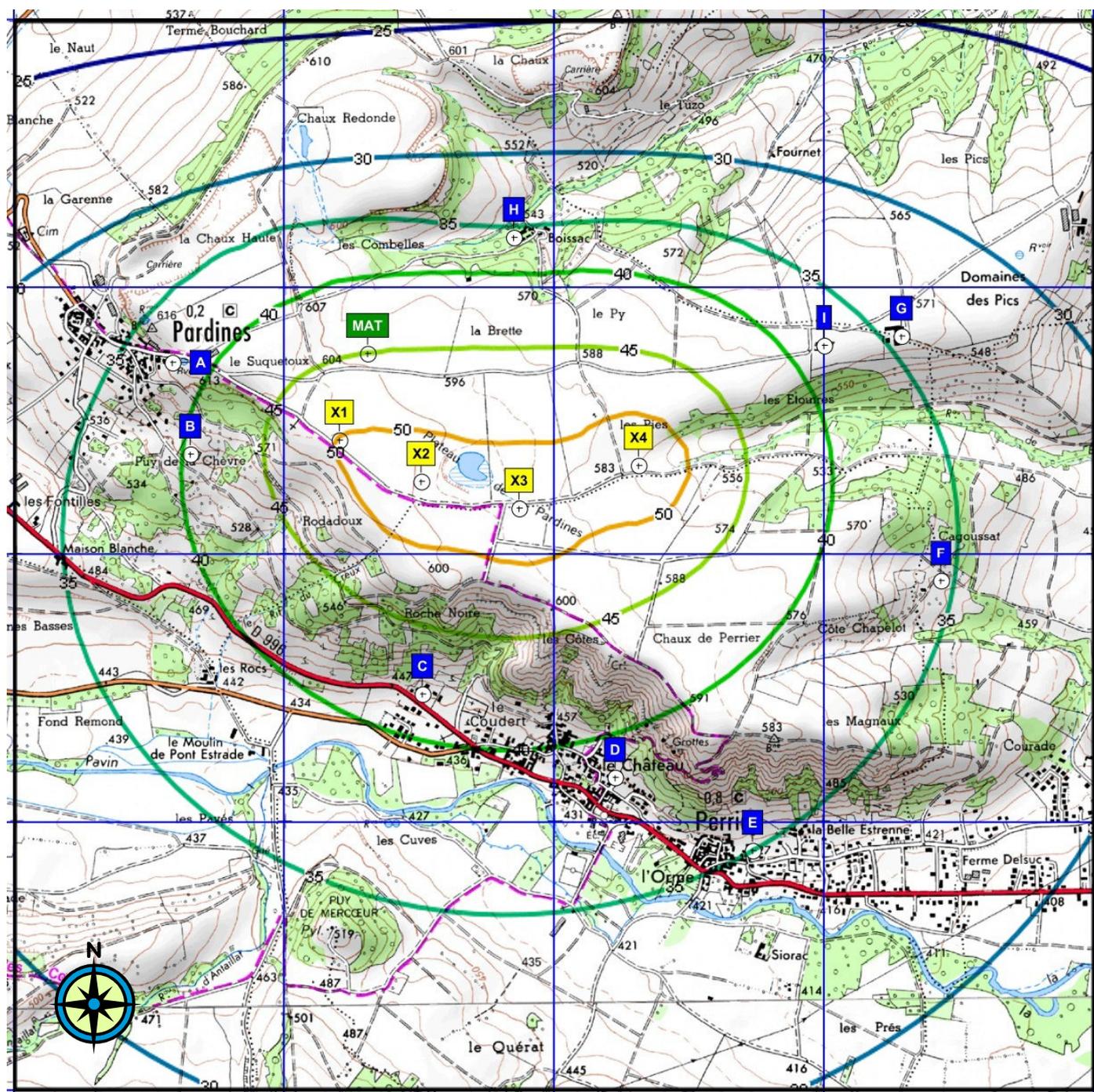


Figure 2 : Carte des environs et position des éoliennes.

— : Courbe d'égal niveau sonore produit par les éoliennes (bruit particulier en dBA)

Echelle : Un carreau représente 1km x 1km. Système de coordonnées : Lambert II étendu

6.5. Etude des émergences de Nuit

6.5.1. Avec un vent de secteur 168 degrés

6.5.1.1. Puissances acoustiques des machines en semaine :

Rappel des niveaux de puissance acoustique (L_{WA} en dBA) générés par chaque éolienne avant tout bridage :

Vent Standard à 10m (m/s)	4	5	6	7	8	9	10
Niveaux en mode standard	96.6	102.8	106.1	107.0	107.0	107.0	107.0

Niveaux de puissance acoustique (L_{WA} en dBA) de chaque éolienne et permettant de satisfaire aux critères d'émergence :

Vent Standard à 10m (m/s)	4	5	6	7	8	9	10
Vent à 99.5m sur site (m/s)**	5.7	7.2	8.6	10.0	11.5	12.9	14.3
X1	96.6	94.8	94.1	98.1	96.9	100.4	104.2
X2	96.6	99.2	96.1	98.3	97.0	100.4	104.2
X3	96.6	99.6	99.1	98.3	97.1	100.4	104.2
X4	96.6	99.1	101.0	97.8	96.6	100.0	103.8

** il convient de se référer préférentiellement à ces données à hauteur de rotor. (Voir §6.9.).

De façon à respecter les gabarits sonores détaillés plus haut, l'exploitant devra choisir les modes de fonctionnement adaptés pour les éoliennes. Ces gabarits sonores ont servi de base dans cette simulation. Nous remarquons que, pour les conditions étudiées dans cette partie, certains ajustements des courbes de puissance acoustique par rapport aux niveaux garantis ont été nécessaires afin d'obtenir les gabarits sonores testés dans cette simulation.

Le mode de fonctionnement des éoliennes pourrait éventuellement être affiné après réalisation du projet pour tenir compte des horaires précis d'une part (l'évolution du bruit résiduel ne suit pas forcément les périodes légales du jour et de la nuit), et de l'évolution de l'environnement (aménagement routier, évolution du trafic, aménagement végétal,...) d'autre part.

6.5.1.2. Emergences en semaine (à l'extérieur des habitations) :

Ces émergences sont estimées en niveau global dBA.

Les émergences générées par des éoliennes respectant les puissances acoustiques annoncées plus haut ont été calculées en chaque point et pour chaque vitesse de vent, le tableau ci-après reprend ces émergences « E » et les niveaux de bruit ambiant « Amb. » correspondants en chacun des points.

V10s	4m/s		5m/s		6m/s		7m/s		8m/s		9m/s		10m/s	
	dBA	E	Amb.	E										
A	/	32.5	/	33.5	/	33.8	1.4	38.9	0.5	41.3	0.7	43.9	1.0	46.3
B	/	34.6	/	35.0	/	35.0	1.6	40.0	0.7	41.8	0.9	44.5	0.9	48.1
C	/	32.8	/	34.9	/	34.2	2.3	37.1	0.9	39.1	1.3	41.4	2.0	43.6
D	/	27.0	/	29.1	/	34.3	0.2	37.2	0.1	39.4	0.1	41.7	0.2	43.1
E	/	25.0	/	26.6	/	32.4	0.1	36.3	0.0	37.3	0.1	37.8	0.1	40.1
F	/	25.0	/	26.3	/	27.5	/	29.8	/	34.7	0.4	37.1	0.3	42.9
G	/	31.9	/	33.9	1.5	35.3	0.4	38.9	0.1	43.4	0.1	46.5	0.1	50.1
H	/	31.9	/	33.9	/	34.0	/	35.0	/	35.0	3.0	38.4	3.0	42.2
I	/	33.0	3.0	35.2	2.7	36.5	0.7	39.2	0.2	43.5	0.2	46.6	0.2	50.2

Un éventuel signe « / » indique que le niveau ambiant global résultant est inférieur à 35dBA, seuil choisi par le législateur pour la prise en compte des émergences sonores. Le tableau ci-dessus montre qu'aucune émergence ne dépasse les seuils autorisés. **Le respect du gabarit présenté garantit donc des émergences conformes.**

6.5.1.3. Puissances acoustiques des machines pendant le weekend :

Rappel des niveaux de puissance acoustique (L_{WA} en dBA) générés par chaque éolienne avant tout bridage :

Vent Standard à 10m (m/s)	4	5	6	7	8	9	10
Niveaux en mode standard	96.6	102.8	106.1	107.0	107.0	107.0	107.0

Niveaux de puissance acoustique (L_{WA} en dBA) de chaque éolienne et permettant de satisfaire aux critères d'émergence :

Vent Standard à 10m (m/s)	4	5	6	7	8	9	10
Vent à 99.5m sur site (m/s)**	5.7	7.2	8.6	10.0	11.5	12.9	14.3
X1	96.6	96.0	95.8	96.7	97.0	100.3	104.2
X2	96.6	99.5	99.3	98.5	97.1	100.3	104.2
X3	96.6	99.9	99.6	98.9	97.2	100.3	104.2
X4	96.6	100.1	99.6	98.5	96.7	99.9	103.8

** il convient de se référer préférentiellement à ces données à hauteur de rotor. (Voir §6.9.).

De façon à respecter les gabarits sonores détaillés plus haut, l'exploitant devra choisir les modes de fonctionnement adaptés pour les éoliennes. Ces gabarits sonores ont servi de base dans cette simulation. Nous remarquons que, pour les conditions étudiées dans cette partie, certains ajustements des courbes de puissance acoustique par rapport aux niveaux garantis ont été nécessaires afin d'obtenir les gabarits sonores testés dans cette simulation.

Le mode de fonctionnement des éoliennes pourrait éventuellement être affiné après réalisation du projet pour tenir compte des horaires précis d'une part (l'évolution du bruit résiduel ne suit pas forcément les périodes légales du jour et de la nuit), et de l'évolution de l'environnement (aménagement routier, évolution du trafic, aménagement végétal,...) d'autre part.

6.5.1.4. Emergences pendant le weekend (à l'extérieur des habitations) :

Ces émergences sont estimées en niveau global dBA.

Les émergences générées par des éoliennes respectant les puissances acoustiques annoncées plus haut ont été calculées en chaque point et pour chaque vitesse de vent, le tableau ci-après reprend ces émergences « E » et les niveaux de bruit ambiant « Amb. » correspondants en chacun des points.

V10s	4m/s		5m/s		6m/s		7m/s		8m/s		9m/s		10m/s	
	dBA	E	Amb.	E										
A	/	32.2	/	33.7	/	34.3	1.5	38.1	0.6	40.8	0.7	43.6	1.0	46.3
B	/	33.7	/	34.8	/	35.0	2.7	37.6	1.2	40.0	1.1	43.5	0.9	48.1
C	/	32.4	/	35.0	/	35.0	2.9	36.6	1.1	38.6	1.3	41.0	2.0	43.6
D	/	26.5	/	28.9	/	33.8	0.2	36.8	0.1	39.1	0.1	41.6	0.2	43.1
E	/	25.0	/	26.8	/	32.4	0.1	36.3	0.0	37.3	0.1	37.8	0.1	40.1
F	/	25.0	/	26.9	/	27.3	/	29.9	/	34.7	0.4	37.1	0.3	42.9
G	/	29.7	/	32.5	/	33.5	0.6	37.3	0.1	42.2	0.1	45.9	0.1	50.1
H	/	31.9	/	34.5	/	34.4	/	35.0	/	35.0	3.0	38.3	3.0	42.2
I	/	31.4	/	34.4	/	34.9	1.2	37.9	0.3	42.4	0.2	46.0	0.2	50.2

Un éventuel signe « / » indique que le niveau ambiant global résultant est inférieur à 35dBA, seuil choisi par le législateur pour la prise en compte des émergences sonores. Le tableau ci-dessus montre qu'aucune émergence ne dépasse les seuils autorisés. **Le respect du gabarit présenté garantit donc des émergences conformes.**

Carte isophone des bruits générés par le projet, de nuit, en semaine, pour un vent de 6m/s à 10m de haut et de secteur 168 degrés :

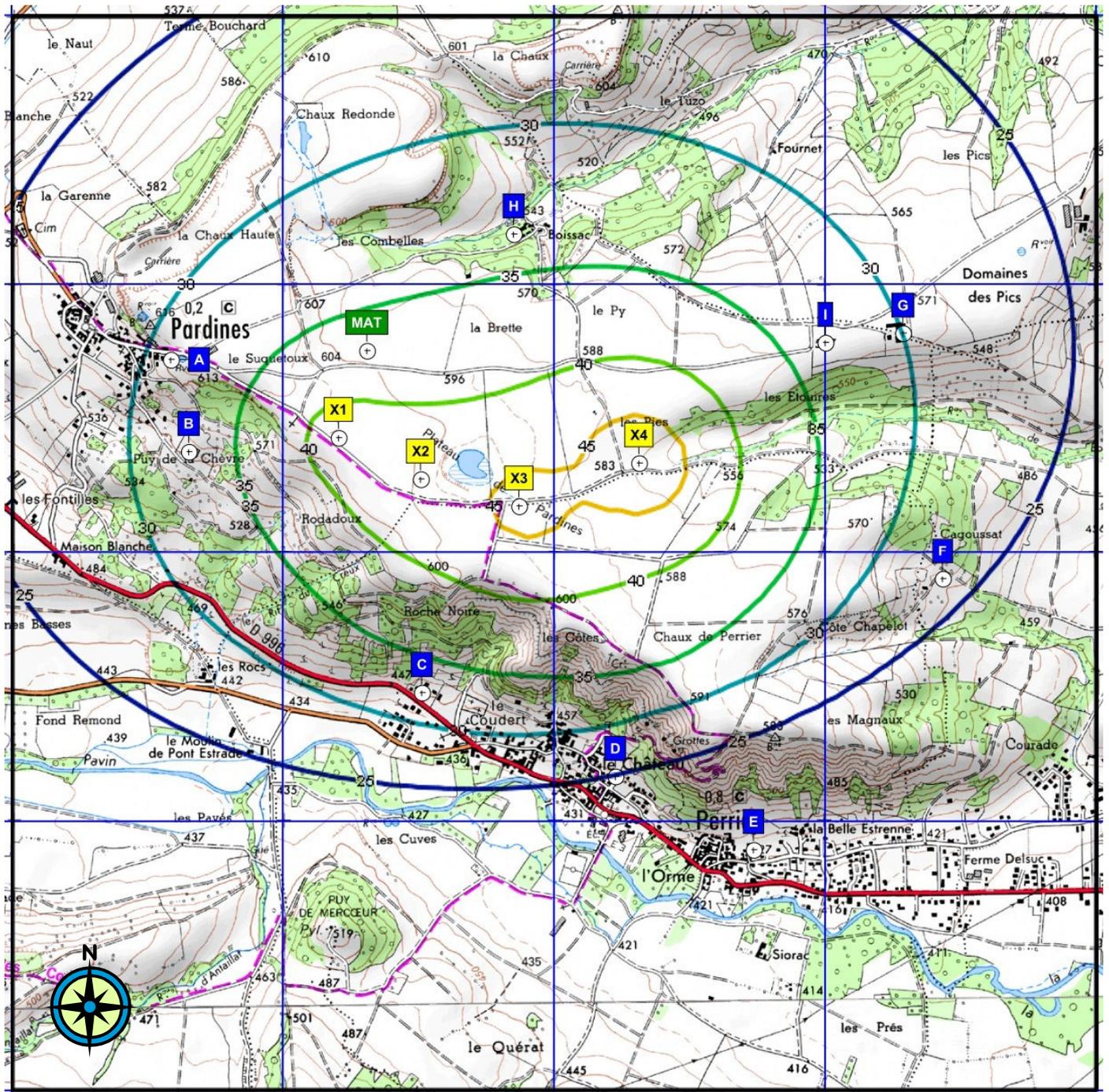


Figure 3 : Carte des environs et position des éoliennes.

— : Courbe d'égal niveau sonore produit par les éoliennes (bruit particulier en dBA)

Echelle : Un carreau représente 1km x 1km. Système de coordonnées : Lambert II étendu

6.5.2. Avec un vent de secteur 356 degrés

6.5.2.1. Puissances acoustiques des machines en semaine :

Rappel des niveaux de puissance acoustique (L_{WA} en dBA) générés par chaque éolienne avant tout bridage :

Vent Standard à 10m (m/s)	4	5	6	7	8	9	10
Niveaux en mode standard	96.6	102.8	106.1	107.0	107.0	107.0	107.0

Niveaux de puissance acoustique (L_{WA} en dBA) de chaque éolienne et permettant de satisfaire aux critères d'émergence :

Vent Standard à 10m (m/s)	4	5	6	7	8	9	10
Vent à 99.5m sur site (m/s)**	5.7	7.2	8.6	10.0	11.5	12.9	14.3
X1	96.6	95.7	95.5	96.2	100.5	104.7	107.0
X2	96.6	98.4	98.4	96.8	101.4	102.9	104.6
X3	96.6	98.7	98.7	97.1	101.7	103.1	104.8
X4	96.6	100.9	99.7	101.2	101.7	105.1	107.0

** il convient de se référer préférentiellement à ces données à hauteur de rotor. (Voir §6.9.).

De façon à respecter les gabarits sonores détaillés plus haut, l'exploitant devra choisir les modes de fonctionnement adaptés pour les éoliennes. Ces gabarits sonores ont servi de base dans cette simulation. Nous remarquons que, pour les conditions étudiées dans cette partie, certains ajustements des courbes de puissance acoustique par rapport aux niveaux garantis ont été nécessaires afin d'obtenir les gabarits sonores testés dans cette simulation.

Le mode de fonctionnement des éoliennes pourrait éventuellement être affiné après réalisation du projet pour tenir compte des horaires précis d'une part (l'évolution du bruit résiduel ne suit pas forcément les périodes légales du jour et de la nuit), et de l'évolution de l'environnement (aménagement routier, évolution du trafic, aménagement végétal,..) d'autre part.

6.5.2.2. Emergences en semaine (à l'extérieur des habitations) :

Ces émergences sont estimées en niveau global dBA.

Les émergences générées par des éoliennes respectant les puissances acoustiques annoncées plus haut ont été calculées en chaque point et pour chaque vitesse de vent, le tableau ci-après reprend ces émergences « E » et les niveaux de bruit ambiant « Amb. » correspondants en chacun des points.

V10s	4m/s		5m/s		6m/s		7m/s		8m/s		9m/s		10m/s	
	dBA	E	Amb.	E										
A	/	31.5	/	32.2	/	33.2	1.1	37.7	1.2	41.4	1.4	44.3	1.3	46.6
B	/	33.5	/	33.9	/	34.2	2.3	37.2	2.4	41.2	2.3	44.7	1.4	48.6
C	/	33.2	/	35.0	/	35.0	3.0	36.7	2.9	40.4	3.0	42.7	3.0	44.6
D	/	30.4	/	32.9	2.2	35.4	1.1	37.7	1.2	40.2	1.2	42.7	1.3	44.2
E	/	28.3	/	30.4	/	33.8	0.6	37.1	0.8	38.3	1.3	39.1	1.2	41.2
F	/	27.2	/	29.7	/	29.4	/	31.8	1.6	36.2	1.8	38.6	0.8	43.4
G	/	28.9	/	31.7	/	32.8	0.6	37.3	0.3	42.4	0.2	46.0	0.1	50.1
H	/	27.9	/	30.2	/	30.3	/	32.7	/	35.0	2.9	38.2	2.1	41.3
I	/	31.0	/	34.3	/	34.5	1.5	38.2	0.6	42.7	0.6	46.4	0.3	50.3

Un éventuel signe « / » indique que le niveau ambiant global résultant est inférieur à 35dBA, seuil choisi par le législateur pour la prise en compte des émergences sonores. Le tableau ci-dessus montre qu'aucune émergence ne dépasse les seuils autorisés. **Le respect du gabarit présenté garantit donc des émergences conformes.**

6.5.2.3. Puissances acoustiques des machines pendant le weekend

Rappel des niveaux de puissance acoustique (L_{WA} en dBA) générés par chaque éolienne avant tout bridage :

Vent Standard à 10m (m/s)	4	5	6	7	8	9	10
Niveaux en mode standard	96.6	102.8	106.1	107.0	107.0	107.0	107.0

Niveaux de puissance acoustique (L_{WA} en dBA) de chaque éolienne et permettant de satisfaire aux critères d'émergence :

Vent Standard à 10m (m/s)	4	5	6	7	8	9	10
Vent à 99.5m sur site (m/s)**	5.7	7.2	8.6	10.0	11.5	12.9	14.3
X1	96.6	95.7	95.5	96.2	100.5	104.7	107.0
X2	96.6	98.4	98.4	96.8	101.4	102.9	104.6
X3	96.6	98.7	98.7	97.1	101.7	103.1	104.8
X4	96.6	100.9	99.7	101.2	101.7	105.1	107.0

** il convient de se référer préférentiellement à ces données à hauteur de rotor. (Voir §6.9.).

De façon à respecter les gabarits sonores détaillés plus haut, l'exploitant devra choisir les modes de fonctionnement adaptés pour les éoliennes. Ces gabarits sonores ont servi de base dans cette simulation. Nous remarquons que, pour les conditions étudiées dans cette partie, certains ajustements des courbes de puissance acoustique par rapport aux niveaux garantis ont été nécessaires afin d'obtenir les gabarits sonores testés dans cette simulation.

Le mode de fonctionnement des éoliennes pourrait éventuellement être affiné après réalisation du projet pour tenir compte des horaires précis d'une part (l'évolution du bruit résiduel ne suit pas forcément les périodes légales du jour et de la nuit), et de l'évolution de l'environnement (aménagement routier, évolution du trafic, aménagement végétal,...) d'autre part.

6.5.2.4. Emergences pendant le weekend (à l'extérieur des habitations)

Ces émergences sont estimées en niveau global dBA.

Les émergences générées par des éoliennes respectant les puissances acoustiques annoncées plus haut ont été calculées en chaque point et pour chaque vitesse de vent, le tableau ci-après reprend ces émergences « E » et les niveaux de bruit ambiant « Amb. » correspondants en chacun des points.

V10s	4m/s		5m/s		6m/s		7m/s		8m/s		9m/s		10m/s								
	dBA	E	Amb.	E	Amb.	E	Amb.	E	Amb.	E	Amb.	E	Amb.	E	Amb.						
A	/		31.5	/		32.2	/		33.2	1.1		37.7	1.2		41.4	1.4		44.3	1.3		46.6
B	/		33.5	/		33.9	/		34.2	2.3		37.2	2.4		41.2	2.3		44.7	1.4		48.6
C	/		33.2	/		35.0	/		35.0	3.0		36.7	2.9		40.4	3.0		42.7	3.0		44.6
D	/		30.4	/		32.9	2.2		35.4	1.1		37.7	1.2		40.2	1.2		42.7	1.3		44.2
E	/		28.0	/		30.3	/		33.6	0.6		36.8	0.8		38.1	1.3		39.0	1.2		41.2
F	/		27.1	/		29.6	/		29.3	/		31.7	1.6		36.0	1.8		38.5	0.8		43.4
G	/		28.9	/		31.7	/		32.8	0.6		37.3	0.3		42.4	0.2		46.0	0.1		50.1
H	/		27.9	/		30.2	/		30.3	/		32.7	/		35.0	2.9		38.2	2.1		41.3
I	/		31.0	/		34.3	/		34.5	1.5		38.2	0.6		42.7	0.6		46.4	0.3		50.3

Un éventuel signe « / » indique que le niveau ambiant global résultant est inférieur à 35dBA, seuil choisi par le législateur pour la prise en compte des émergences sonores. Le tableau ci-dessus montre qu'aucune émergence ne dépasse les seuils autorisés. **Le respect du gabarit présenté garantit donc des émergences conformes.**

Carte isophone des bruits générés par le projet, de nuit, en semaine, pour un vent de 6m/s à 10m de haut et de secteur 356 degrés :

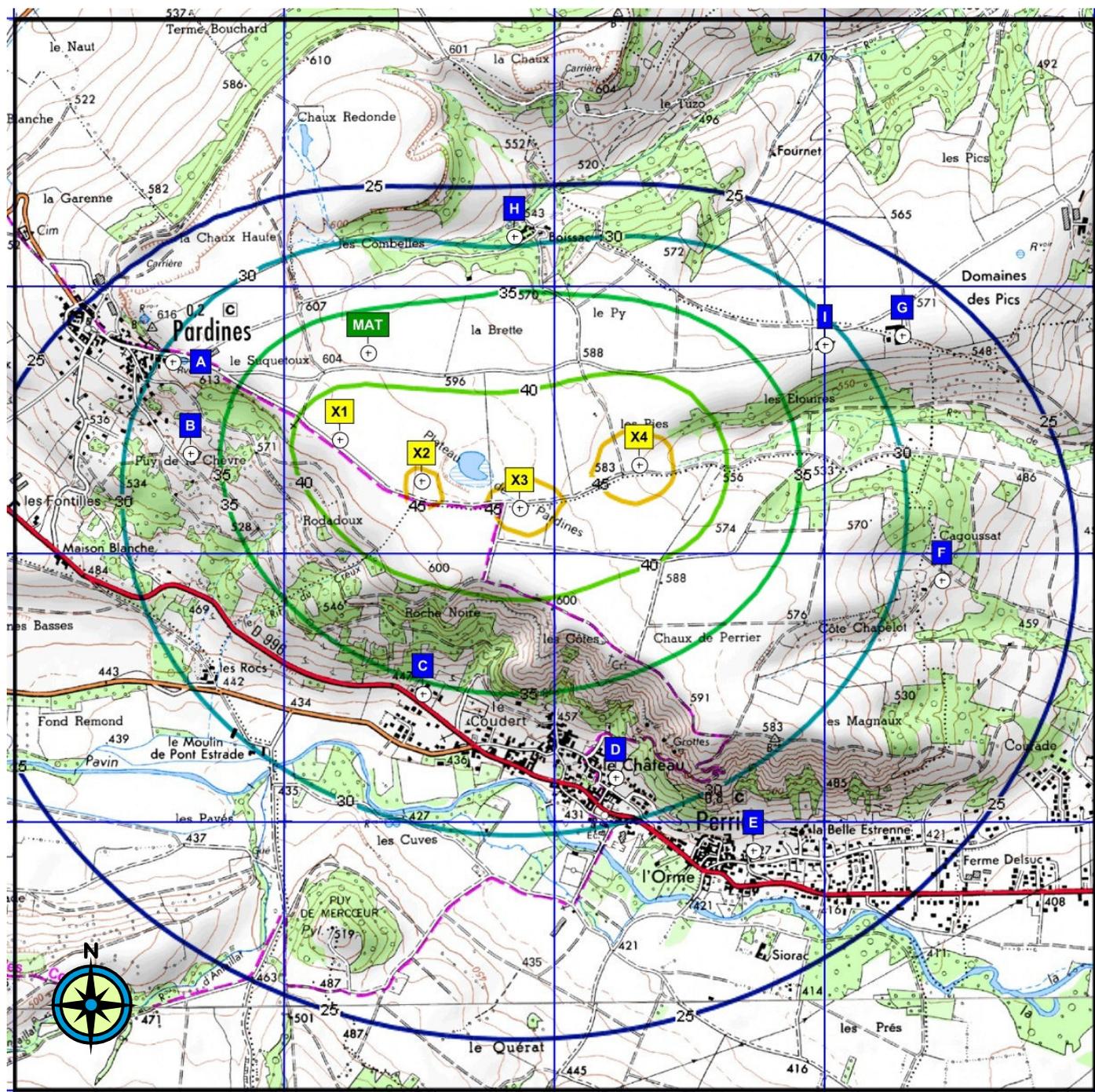


Figure 4 : Carte des environs et position des éoliennes.

— : Courbe d'égal niveau sonore produit par les éoliennes (bruit particulier en dBA)

Echelle : Un carreau représente 1km x 1km. Système de coordonnées : Lambert II étendu

6.6. Notes sur les préconisations de gabarits sonores

Les distributions des niveaux sonores entre les machines présentées précédemment ne sont qu'indicatives, tout autre choix satisfaisant au critère d'émergence serait également acceptable. En d'autres termes, par exemple, si l'une des éoliennes est plus bruyante que dans l'une des présentes simulations, et que sa voisine l'est moins, l'impact résultant sur le voisinage peut être également conforme dans certains cas. Si les machines choisies sont plus bruyantes que le gabarit présenté, la solution consistera, pour certaines vitesses de vent, dans l'arrêt et/ou dans le choix d'un mode de fonctionnement dégradé de certaines machines.

6.7. Limites du modèle, hypothèses

Dans certains cas rares, un gradient non monotone de température, ou une combinaison d'effets inversés de gradients de température et de vent, peut augmenter jusqu'à presque deux fois les distances auxquelles on percevra les éoliennes. Ces cas étant exceptionnels et non représentatifs du cas général, ces hypothèses n'ont pas été retenues. En effet, du fait de la méthode de mesurage préconisée dans le cadre d'une estimation des émergences à long terme (basés sur les niveaux fractiles), ces rares émergences ne seront pas pénalisantes et ne sortiront pas du cadre légal.

En milieu rural, les réflexions sonores sur les façades des habitations isolées sont négligées. En théorie, une perception légèrement supérieure des éoliennes pourrait être constatée dans un lobe. Ce lobe, centré sur l'axe de réflexion spéculaire des façades dépend de la fréquence considérée, de la nature, du relief, et de l'orientation de cette façade par rapport au parc éolien. Nous avons donc considéré que le "lieu de vie", au sens du Guide de l'Etude d'Impact sur l'Environnement des Parcs Eoliens, était vaste et éloigné desdites façades.

Afin de réaliser les simulations de propagation, nous avons utilisé les constantes suivantes :

- Coefficient d'absorption atmosphérique (décibel / 1000m) :

Bande de Fréquence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
dB/1000m	0.1	0.4	1.0	1.9	3.7	9.7	32.8	117

- Emergences à l'intérieur des habitations :

Compte tenu des bruits dus à l'occupation normale des locaux (venant augmenter le niveau de bruit résiduel), il est raisonnable de penser que l'émergence globale à l'intérieur sera moindre qu'à l'extérieur, et il n'est donc pas opportun de mener plus loin les simulations dans cette direction.

- Effets de seuil :

Les émergences ne sont réglementées qu'au-delà d'un bruit ambiant de 35dBA. Il s'ensuit un effet de seuil dans l'appréciation des émergences sonores réglementaires du parc. Dans certains cas, une faible augmentation de niveau sonore (résiduel ou particulier) peut faire passer le bruit ambiant légèrement au-dessus de ce seuil, et donc faire « apparaître » brutalement des émergences (de plusieurs dBA) sur le plan réglementaire.

- Spectre et puissance acoustiques des éoliennes prises en référence :

Les spectres et puissances acoustiques des éoliennes existantes ont naturellement été ceux et celles donné(e)s par le constructeur. En ce qui concerne le projet étudié ici, en l'absence d'une connaissance certaine du modèle d'éolienne qui sera finalement retenu, et conscients que l'évolution des techniques et des modèles rendra probablement obsolète tout engagement technique actuel, nous nous sommes basés sur les caractéristiques d'une éolienne de référence pressentie : la Siemens SWT-3.0-113 3MW sur mât de 99.5m. Si d'autres machines devaient être adoptées, une simulation de confirmation devrait donc être lancée avant le démarrage des travaux afin de vérifier que leur spectre d'émission sonore n'est pas plus impactant que celui envisagé dans cette simulation.

Les niveaux sonores globaux initiaux envisagés ont été eux aussi ceux de l'éolienne citée plus haut. Le cas échéant, ils ont toutefois été modulés afin de former un gabarit sonore que devra respecter l'exploitant. Un ajustement du fonctionnement des éoliennes pourra donc être nécessaire, de jour et de nuit, pour satisfaire dans certaines conditions de vent, aux critères réglementaires d'émergence sonore.

- Directions principales de vent :

Nous nous sommes basés sur la rose des vents à long terme du site, présentée en annexe §9.4. Les directions principales de vent en fréquence sont 168 et 356 degrés, ces mêmes directions ont été choisies pour les analyses et les simulations de propagation.

6.8. Précision

Les incertitudes liées aux prédictions des niveaux sonores aux distances considérées sont celles annoncées par la norme ISO-9613-2. Viennent s'y ajouter d'autres incertitudes sur le gradient de vent, l'estimation du bruit résiduel extérieur, l'estimation du bruit dû à l'occupation normale des lieux et les impacts conjugués de leur orientation de façade et de leur absorption acoustique propre.

Forts de retours d'expérience sur les bruits réellement mesurés lors de la réception acoustique de parcs, nous avons appliqué une correction conservatrice sur les prédictions données par la norme précitée. Cette correction (non linéaire) est le fruit d'un important effort en recherche et développement, elle s'appuie sur des calculs théoriques (méthode intégrale) de propagation à longue distance dans différents gradients (vent, température, etc.) et est consolidée par des données recueillies sur le terrain.

6.9. Discussion

- Il est particulièrement difficile pour l'Homme d'évaluer le bruit lorsqu'il y a du vent car il se crée dans le pavillon de son oreille, une turbulence qui fausse sa perception auditive (ce qui va dans le sens d'un plus faible impact du projet car ce phénomène crée un bruit de masquage). Cependant, pour être techniquement plus proche de la réelle pression sonore seule, nos sonomètres furent équipés de grosses bonnettes anti-vent et dans la mesure du possible, protégés du vent direct afin de minimiser ces effets parasites.

Les variations du feuillage des arbres et de la population aviaire sont susceptibles de faire fluctuer le bruit résiduel suivant les saisons. Cependant, en accord avec le Guide de l'Etude d'Impact sur l'Environnement des Parcs Eoliens, nous considérerons qu' "en période hivernale, les conditions de vie limitent considérablement les conditions effectives de gêne".

- Les vitesses de vent théorique à 10m de haut sont indiquées dans ce rapport car elles sont demandées dans les méthodes usuelles. Ce sont les vitesses de vent que l'on mesurerait dans les conditions des tests du constructeur (gradient de vent logarithmique idéal pour un paysage de hauteur de rugosité 5cm). Elles sont cependant d'un maigre intérêt car l'endroit de la mesure influera grandement sur les résultats suite aux déformations considérables et chaotiques du gradient de vent aux très basses altitudes. Il conviendra de se référer plutôt aux vitesses de vent à hauteur de rotor car ces dernières seront directement liées à la production de niveau sonore. D'un point de vue pratique également, une fois le parc éolien en place, les automates pilotant les éoliennes se référeront à ces vitesses à hauteur de rotor.

- Comme il a déjà été dit précédemment : « Les distributions des niveaux sonores entre les machines présentées précédemment ne sont qu'indicatives, tout autre choix satisfaisant au critère d'émergence serait également acceptable. En d'autres termes, par exemple, si l'une des éoliennes est plus bruyante que dans l'une des présentes simulations, et que sa voisine l'est moins, l'impact résultant sur le voisinage peut être également conforme dans certains cas »

En effet, la recherche exhaustive des possibilités d'ajustement est rigoureusement impossible, elle dépasse l'entendement, et une évaluation rapide du temps de calcul nécessaire suffit à se fixer les idées :

Estimation du temps de calcul pour une exploration exhaustive des ajustements sonores :

Dynamique de la recherche (dB)	D := 10
Résolution de la recherche (dB)	D := DeltaRecherche
Nombre de pas de recherche d'ajustements	m := D ÷ D
Nombre de machines	n = 4
Nombre de points riverains	p = 9
Nombre de directions de vent étudiées	Dv := 4
Nombre de vitesses de vent étudiées	Nv := 7
Nombre de périodes légales étudiées	L := 2
Temps de calcul d'une propagation spectrale (s)	T := 0.00023
Nombre de combinaisons pour chaque classe :	$m^n = 100 \times 10^6$
Temps de calcul total (en années) :	$\frac{Dv \cdot L \cdot m^n \cdot Nv \cdot n \cdot p \cdot T}{3600 \cdot 24 \cdot 365} = 1.47$ Années !

Pour cette raison, les gabarits sonores proposés dans ce chapitre ne constituent qu'une des solutions possibles. L'algorithme d'optimisation développé permet de converger vers une excellente proposition d'équilibrage des gabarits sonores, mais le grand nombre de variables et la discontinuité de l'appréciation réglementaire des impacts sonores ne permet cependant pas de garantir l'unicité de la solution proposée. Si différentes simulations ou différents essais sur le terrain pourront difficilement apporter une meilleure optimisation sonore, ils pourraient cependant montrer que d'autres solutions peuvent offrir des performances équivalentes.

- Les émergences calculées ne sont que des tendances. L'extrême variabilité de la propagation sonore en fonction des caractéristiques micro-météorologiques et des oscillations chaotiques des niveaux de bruit résiduel interdisent une estimation rigoureuse de l'émergence à un instant précis. Seule peut être calculée l'estimation la plus probable à long terme de l'impact sonore suivant la norme ISO-9613-2 avec certains raffinements tels que la vitesse et la direction du vent et les correctifs de gradients de vent.

- Toutes les règles de prudence ont été observées pour la réalisation de cette étude, cependant, seule une mesure sur site après réalisation pourra apporter une précision supplémentaire à ces émergences calculées. Le maître d'ouvrage s'engagera à réaliser après travaux une nouvelle campagne de mesures afin de valider la conformité avec la réglementation en vigueur. Suite à cela, certains ajustements pourraient être envisagés.

- L'exploitant pourra utiliser des éoliennes dépassant légèrement les gabarits sonores utilisés pour la simulation des impacts si les machines implantées disposent d'un système d'ajustement type « pitch » permettant d'adapter la courbe de puissance de la machine à la contrainte acoustique.

- Il appartiendra au maître d'ouvrage de vérifier que ses éoliennes permettront de respecter les gabarits acoustiques utilisés dans cette étude, dans le cas contraire il devra programmer des arrêts conditionnels. Dans tous les cas, il s'engagera à mettre en place toutes les techniques nécessaires au respect de la réglementation.

7. Autres Contraintes Acoustiques

Le nouvel arrêté ICPE du 26 août 2011 impose des critères supplémentaires à respecter : les tonalités marquées et le niveau de bruit ambiant en tout point d'un périmètre de mesure.

7.1. Tonalités marquées

Les tonalités marquées participent à une identification accrue d'un bruit particulier au sein d'un bruit ambiant. Leur durée d'apparition ne peut excéder 30% de la durée de fonctionnement de l'établissement dans chacune des périodes diurne ou nocturne, selon l'arrêté du 26 Août 2011.

La tonalité marquée est détectée dans un spectre non pondéré de tiers d'octave quand la différence de niveaux entre la bande de 1/3 d'octave considérée et les quatre bandes de 1/3 d'octave les plus proches (les deux bandes immédiatement inférieures et les deux bandes immédiatement supérieures) atteint ou dépasse les niveaux indiqués dans le tableau suivant pour la bande considérée.

Bandes de fréquences (repérées par les fréquences centrales des tiers d'octave)		
50 Hz à 315 Hz	400 Hz à 1 250 Hz	1 600 Hz à 8 000 Hz
10 dB	5 dB	5 dB

On examinera séparément la différence de niveau avec la moyenne énergétique des deux bandes inférieures et la différence de niveau avec la moyenne énergétique des deux bandes supérieures. La différence n'est pas calculée lorsqu'on ne dispose pas d'au moins deux bandes adjacentes.

Les éoliennes du projet ne sont pas génératrices de tonalités marquées (comme la quasi-totalité des grandes éoliennes du marché), il n'y a donc pas lieu d'imposer des contraintes supplémentaires au projet sur ce plan.

La seule remarque que l'on puisse retirer de ces considérations est un soin particulier à demander à l'exploitant concernant l'entretien des machines, car une défaillance mécanique peut être par exemple à l'origine de la génération d'une tonalité marquée.

7.2. Niveau de bruit en tout point du périmètre de mesure de l'installation

Ce périmètre correspond au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de rayon R ayant pour centre chacun des aérogénérateurs.

$$R = 1.2 \times (\text{hauteur de moyeu} + \text{rayon d'un rotor})$$

Pour la Siemens SWT-3.0-113 (3MW) sur mât de 99.5m : $R = 1.2 \times (99.5 + 113/2) = 187.2\text{m}$

Les tableaux suivants présentent les résultats des simulations de bruit ambiant sur le périmètre de mesure en fonction de la nature du sol. Ils sont établis afin d'estimer des majorants du bruit ambiant en fonction du nombre de machines impactantes. Le point de simulation est placé à l'intersection du périmètre et de la perpendiculaire autour de laquelle sont symétriquement disposées les machines.

Les hypothèses de calcul sont les suivantes :

Hauteur de mesure : 1.5m

Niveau maximum de bruit résiduel rencontré sur le site en toute circonstance, de nuit comme de jour : 53.9dBA

Puissance acoustique maximale d'une éolienne SWT-3.0-113 (3MW) : 107.0dBA

Niveaux maxi en dBA	1 Eolienne	2 Eoliennes	3 Eoliennes
Récepteur sur sol souple	55.7	56.0	56.4
Récepteur sur sol dur	56.2	56.5	57.1

Le niveau de bruit maximal autorisé est fixé à 70 dBA pour la période jour et à 60 dBA pour la période nuit. Cette limite doit être respectée en tout point du périmètre de mesure.

Les simulations indiquent que le niveau sonore ne dépasse pas 60dBA sur le périmètre de mesure, le seuil nocturne (et *a fortiori* le seuil diurne) ne sera donc pas une contrainte supplémentaire pour le projet.

8. CONCLUSIONS

De nos mesurages sur site, recalculés aux conditions de vent standard et de notre modélisation en regard des textes cités en §1 , il apparaît que, pour chacune des configurations vues précédemment :

8.1. Etude des émergences de Jour

- Les émergences sonores diurnes, résultant du fonctionnement des éoliennes respectant les puissances acoustiques précisées dans la présente étude (gabarits sonores à respecter grâce à des aménagements conditionnels), ne dépassent pas les valeurs autorisées sur le site projeté.

8.2. Etude des émergences de Nuit

- Les émergences sonores nocturnes, résultant du fonctionnement des éoliennes respectant les puissances acoustiques précisées dans la présente étude (gabarits sonores à respecter grâce à des aménagements conditionnels), ne dépassent pas les valeurs autorisées sur le site projeté.

L'exploitant pourra utiliser des éoliennes dépassant légèrement les gabarits sonores utilisés pour cette simulation si les machines implantées disposent d'un système d'ajustement permettant, le cas échéant, d'adapter la courbe de puissance de la machine à la contrainte acoustique.

Le projet tel que présenté dans cette étude (emplacements, puissances acoustiques des éoliennes, ...) est donc respectueux de la réglementation actuellement en vigueur en ce qui concerne les impacts sonores.

Comme il est d'usage, une campagne de mesures devra être menée après travaux afin de valider ces calculs, et le maître d'ouvrage s'engagera à mettre en place toutes les techniques nécessaires au respect de la réglementation.

9. ANNEXES

9.1. Annexes - Mesures

9.1.1. Mesures météo

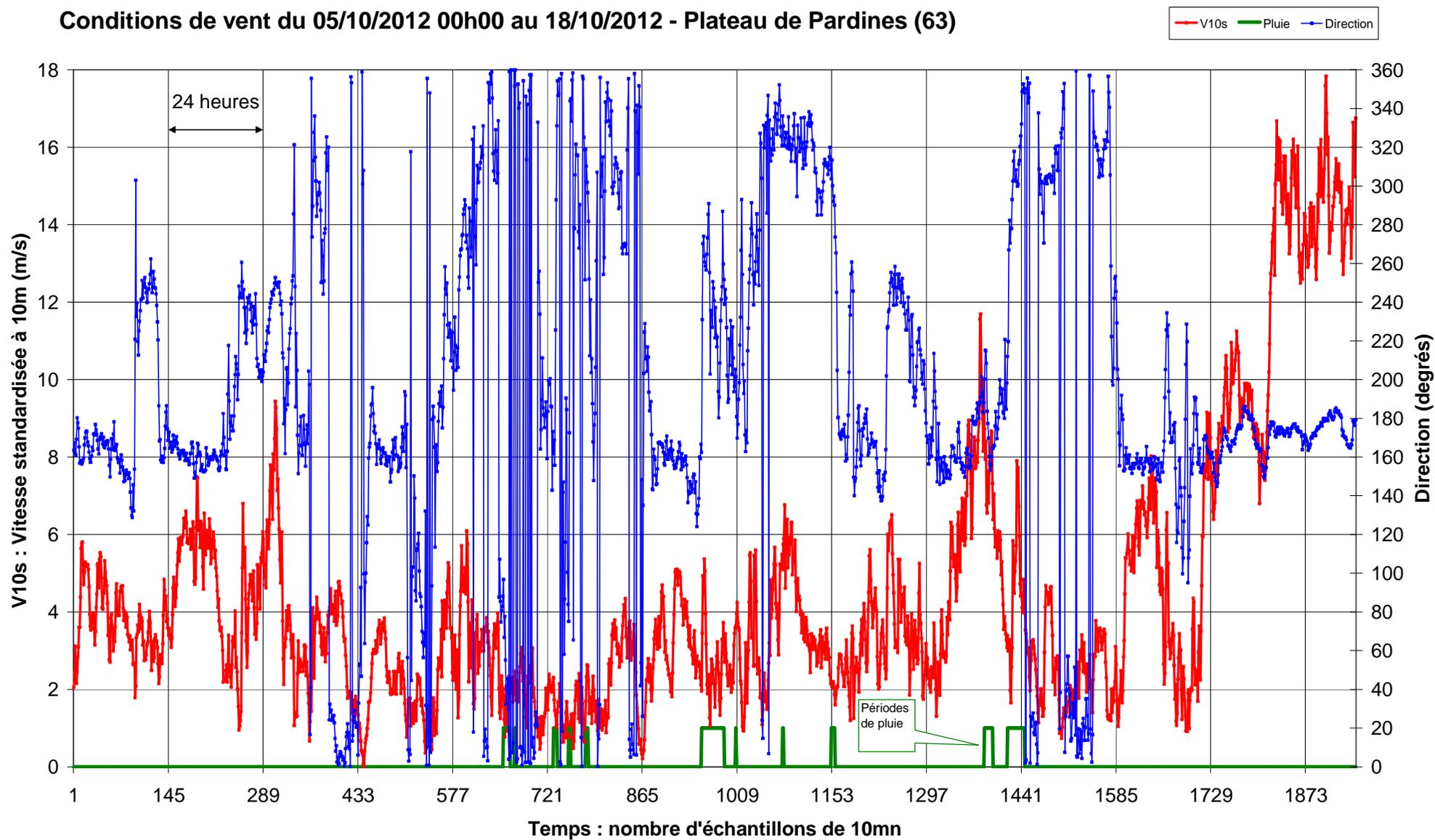
9.1.1.1. Détail de la campagne de mesure

Les conditions climatiques seront appréciées grâce au graphique page suivante.

Les périodes de pluie (repérées sur ledit graphique) sont retirées de l'analyse.

La période retenue, considérée comme représentative, débuta le 05/10/2012 pour se terminer le 18/10/2012.

Conditions de vent du 05/10/2012 00h00 au 18/10/2012 - Plateau de Pardines (63)



9.1.2. Mesures acoustiques

9.1.2.1. Détail de la campagne de mesure :

Les graphiques qui suivent présentent les estimations de bruit résiduel aux différents points de mesure pour la direction 168 degrés, en semaine.

9.1.2.2. Légende des graphiques :

Evolution temporelle :

Les périodes d'occurrences retenues (respectivement jour puis nuit, hors périodes de pluie et hors événements non représentatifs majeurs tous deux retirés de la campagne) ont été concaténées (accolées) dans ces graphiques.

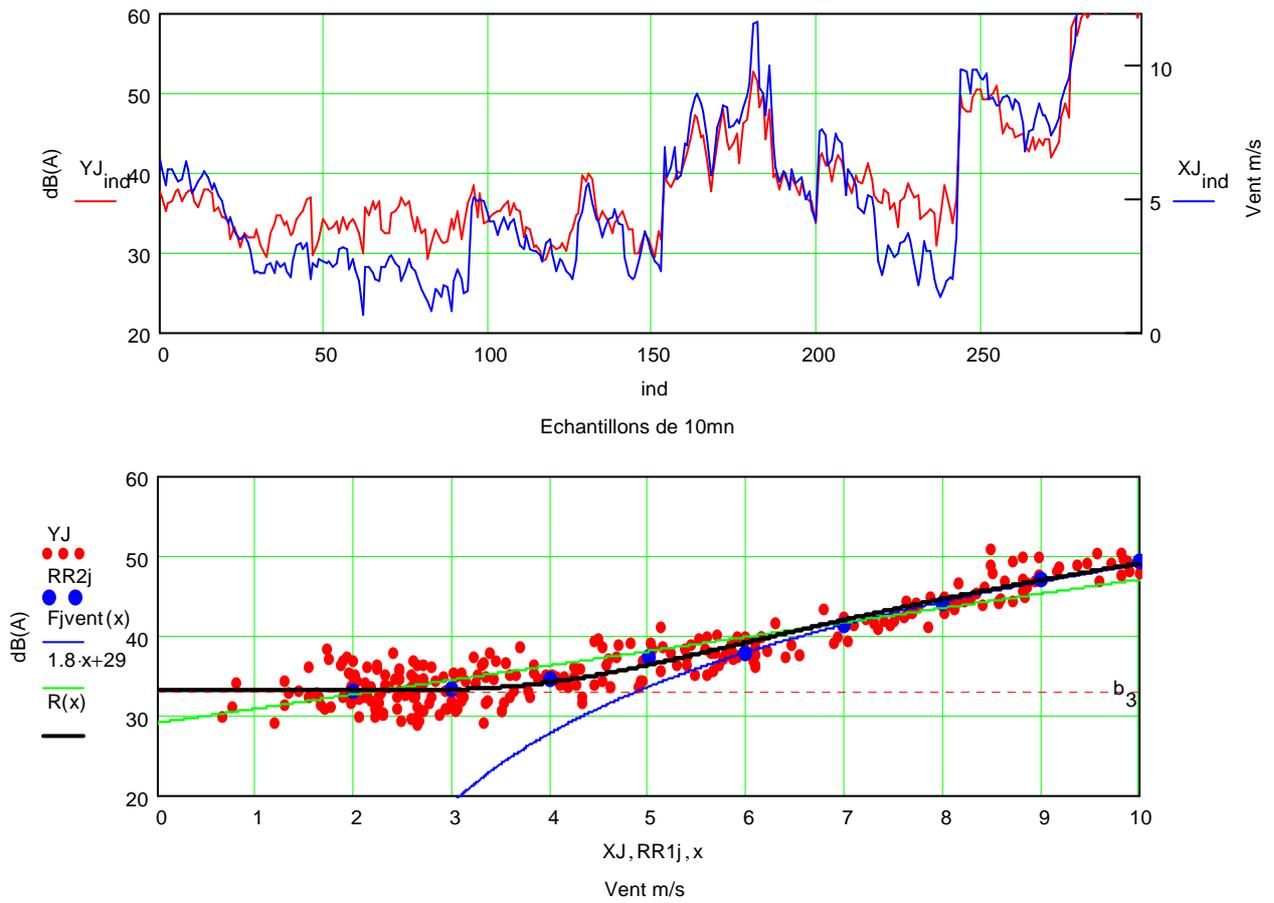
- Vitesse du vent : courbe bleue, unité m/s
- Evolution temporelle des descripteurs sonores : courbe rouge, « unité » dBA

Niveau sonore (dBA) en fonction de la vitesse du vent (m/s) :

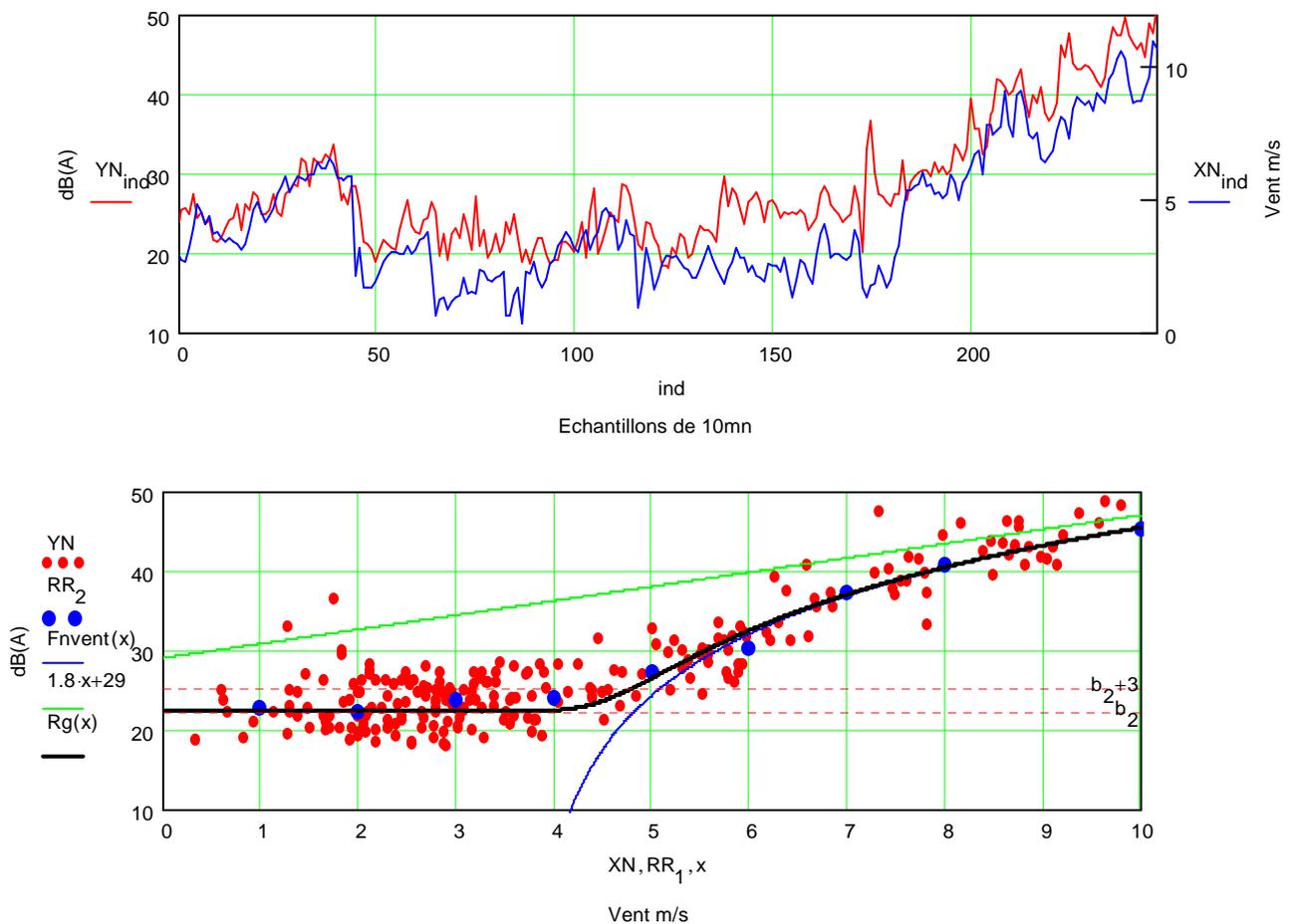
- Descripteurs sonores : points rouges
- Indicateurs sonores : points bleus
- Courbe d'épure modélisant la seule contribution du vent au bruit mesuré : courbe bleue
- Droite de Bill Holey : évolution classique du niveau de bruit dans l'environnement (conservée pour mémoire seulement) : droite verte
- Courbe d'interpolation et/ou d'extrapolation : courbe noire

Lorsqu'un point médian a pu être calculé pour une classe de vitesse de vent, celui-ci a été choisi comme indicateur représentant le bruit résiduel pour la classe de vent considérée, sinon le niveau de bruit a été estimé grâce à la courbe d'interpolation / extrapolation.

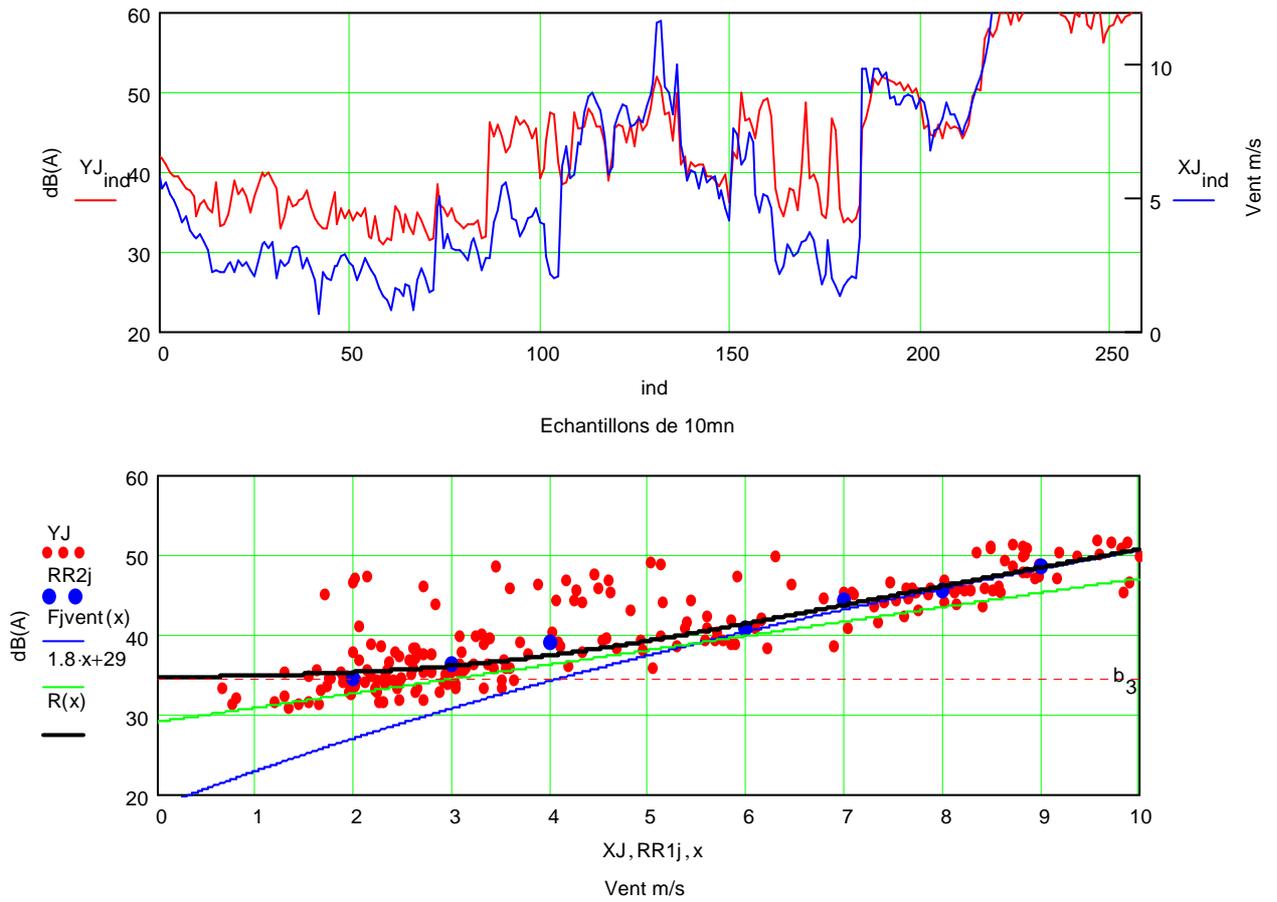
GraphJ = "Point A le jour - Bruit résiduel"



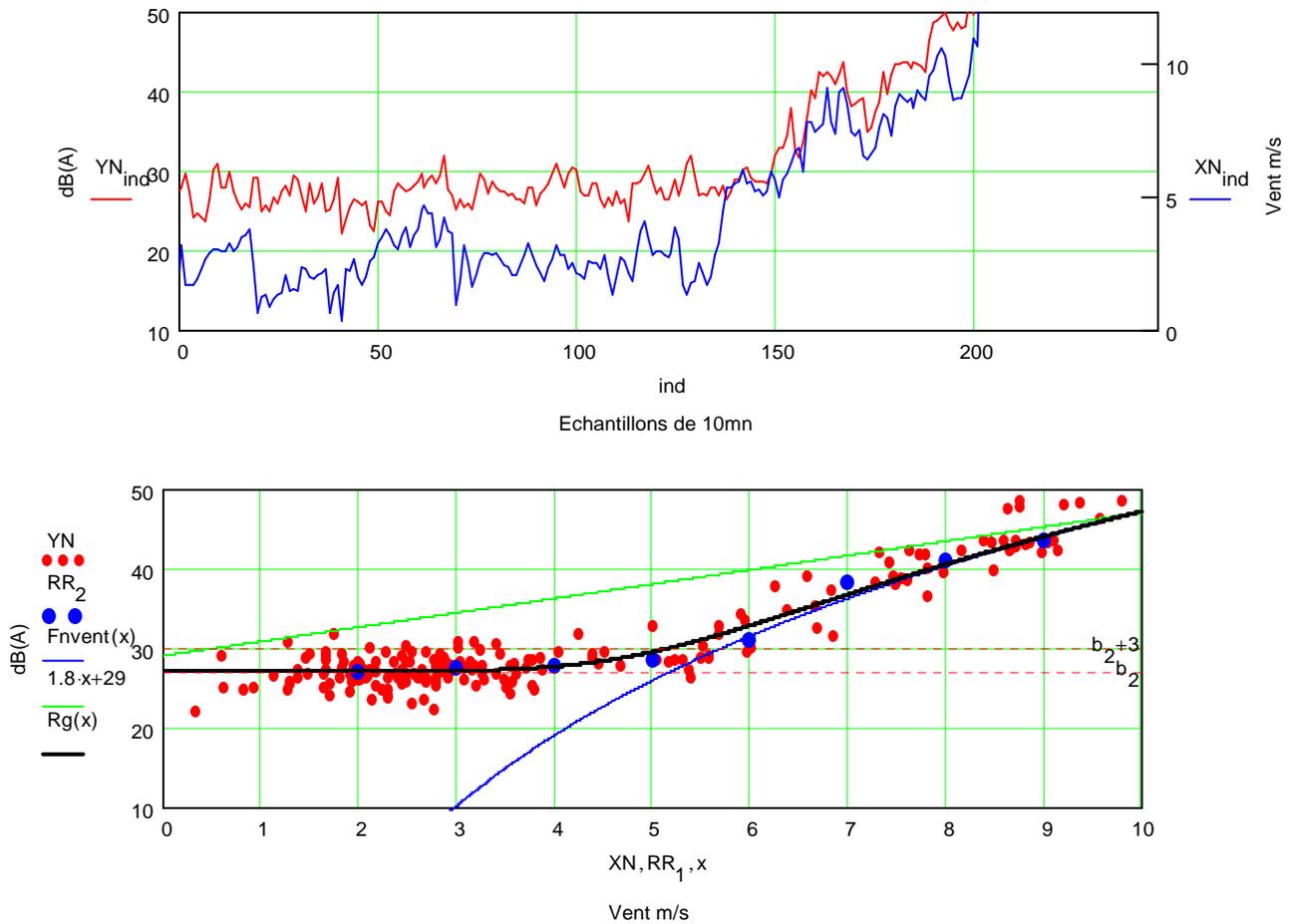
GraphN = "Point A la nuit - Bruit résiduel"



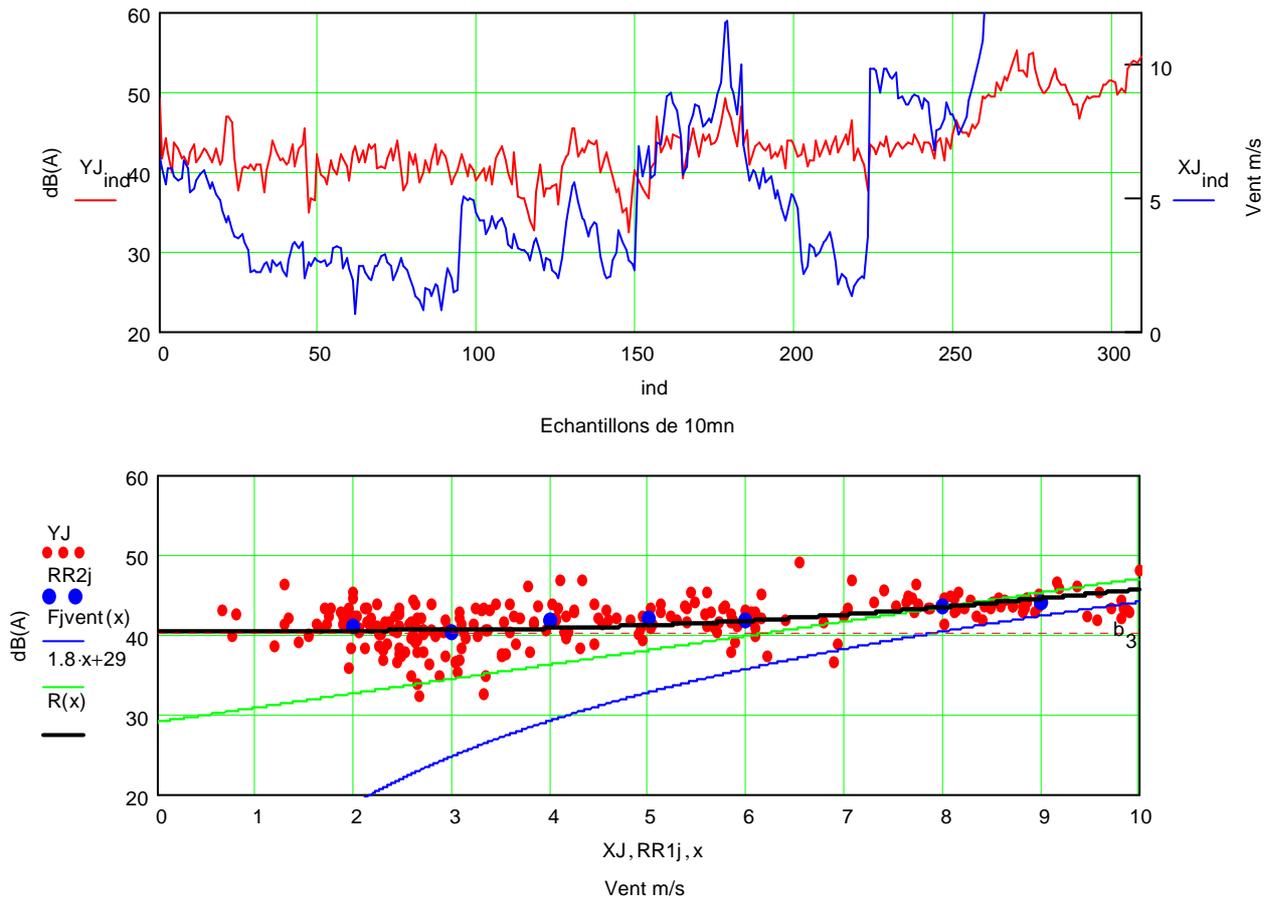
GraphJ = "Point B le jour - Bruit résiduel"



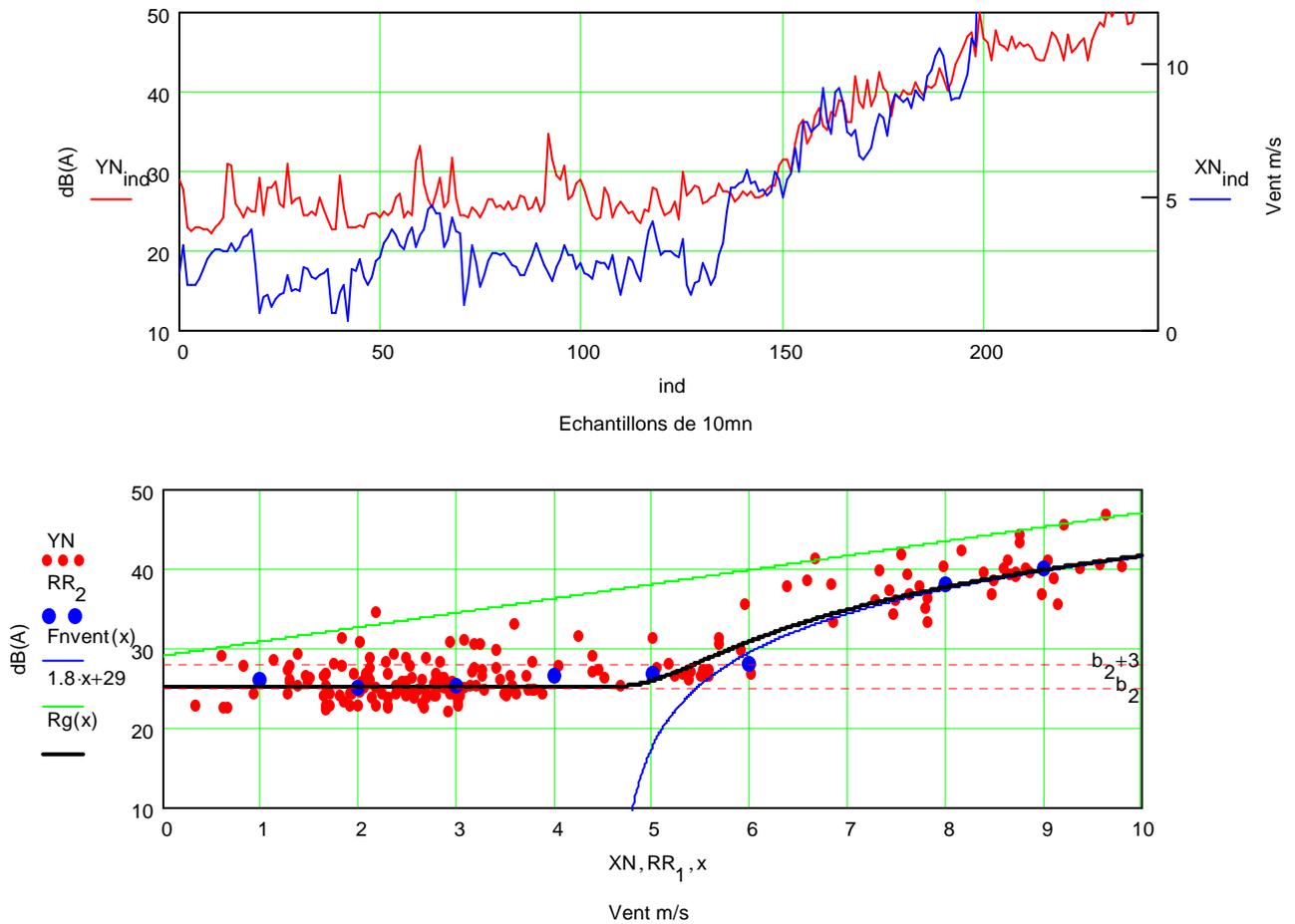
GraphN = "Point B la nuit - Bruit résiduel"



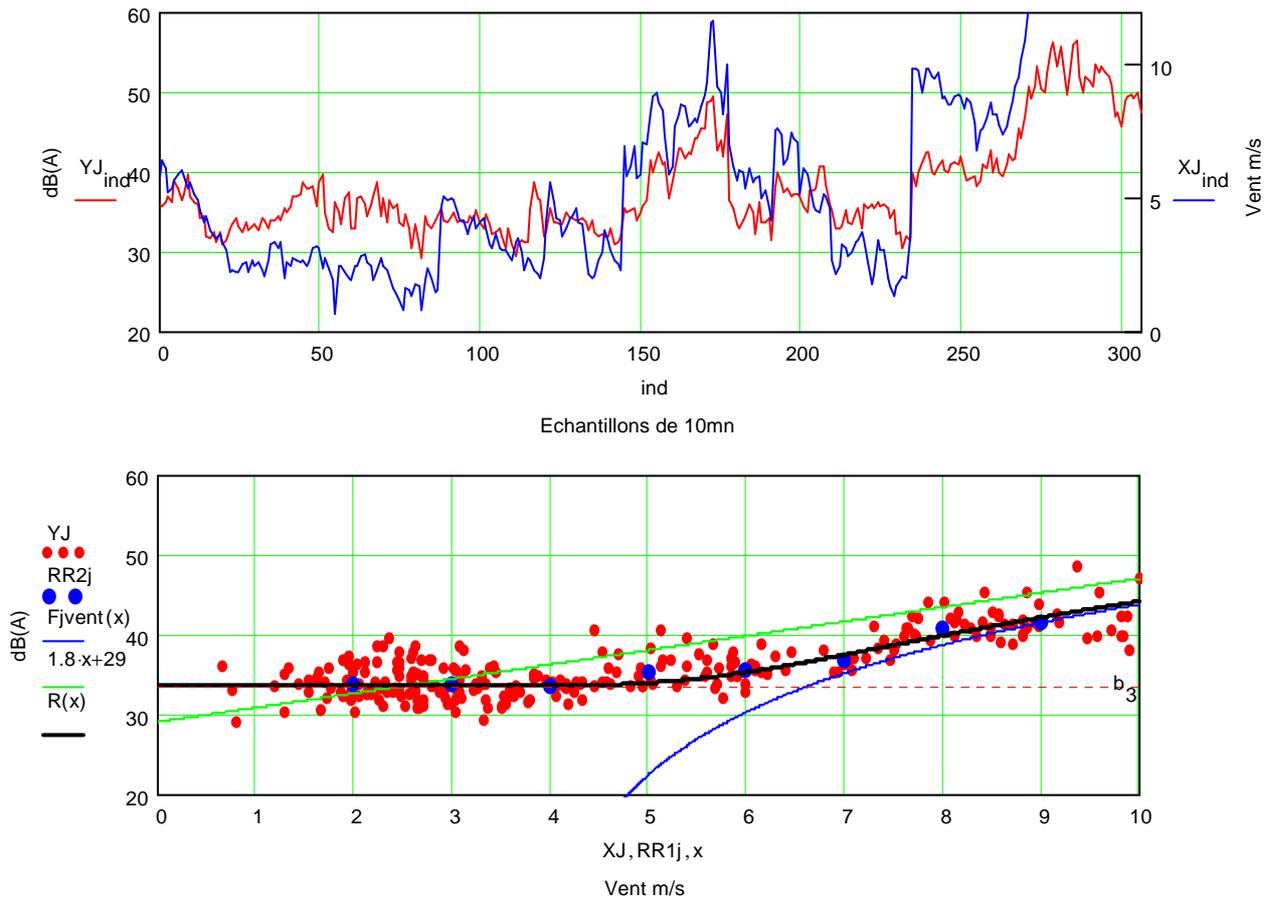
GraphJ = "Point C le jour - Bruit résiduel"



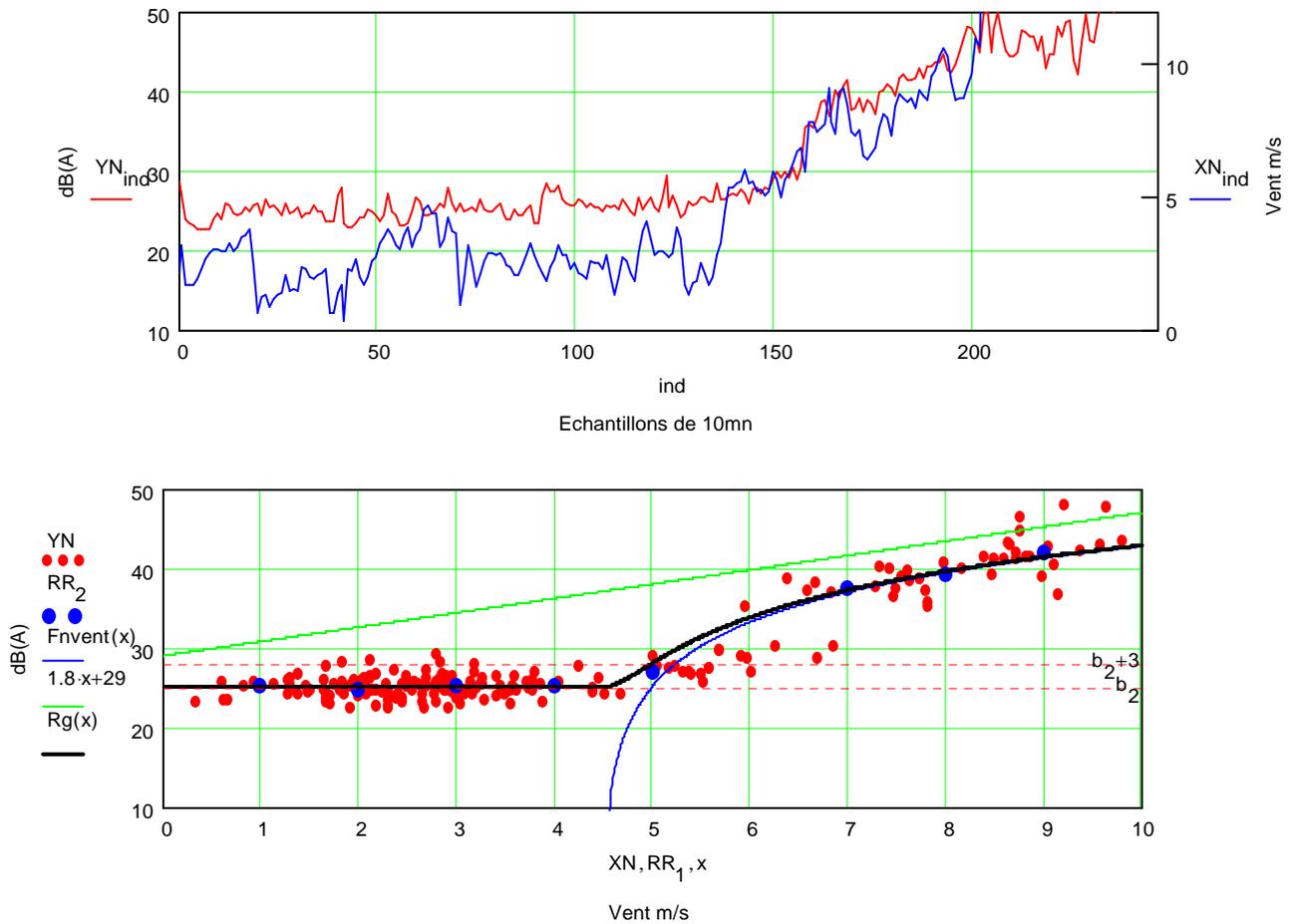
GraphN = "Point C la nuit - Bruit résiduel"



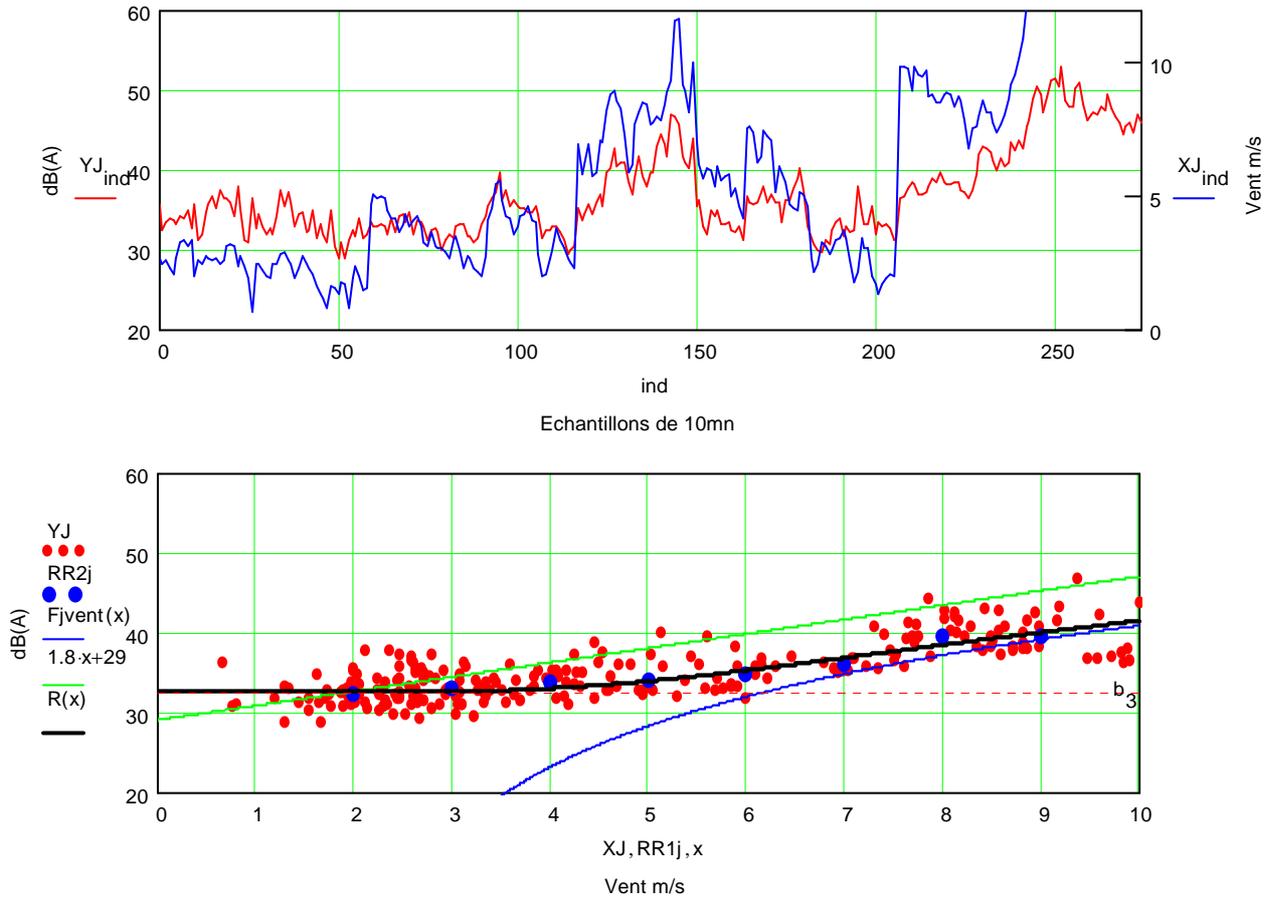
GraphJ = "Point D le jour - Bruit résiduel"



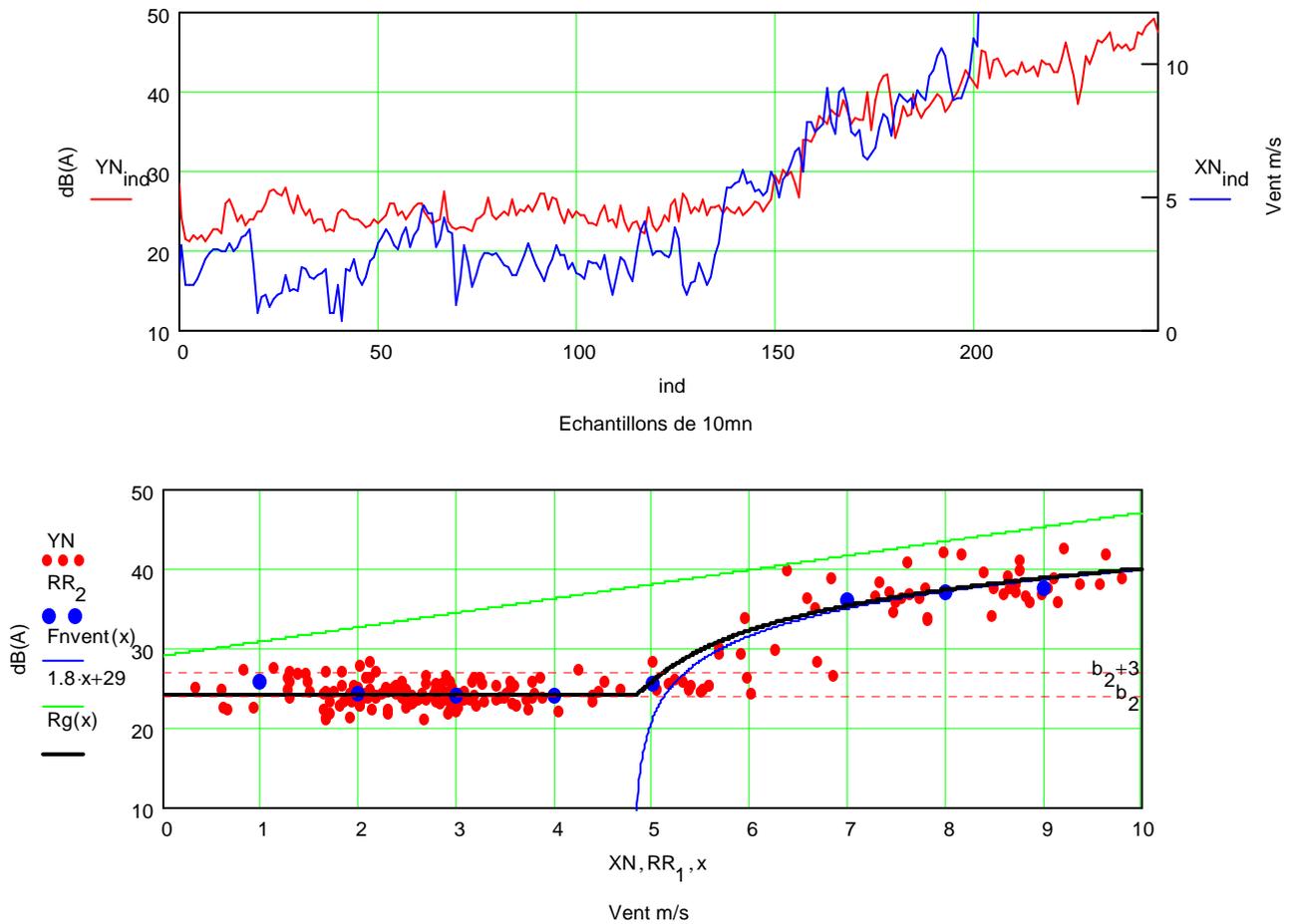
GraphN = "Point D la nuit - Bruit résiduel"



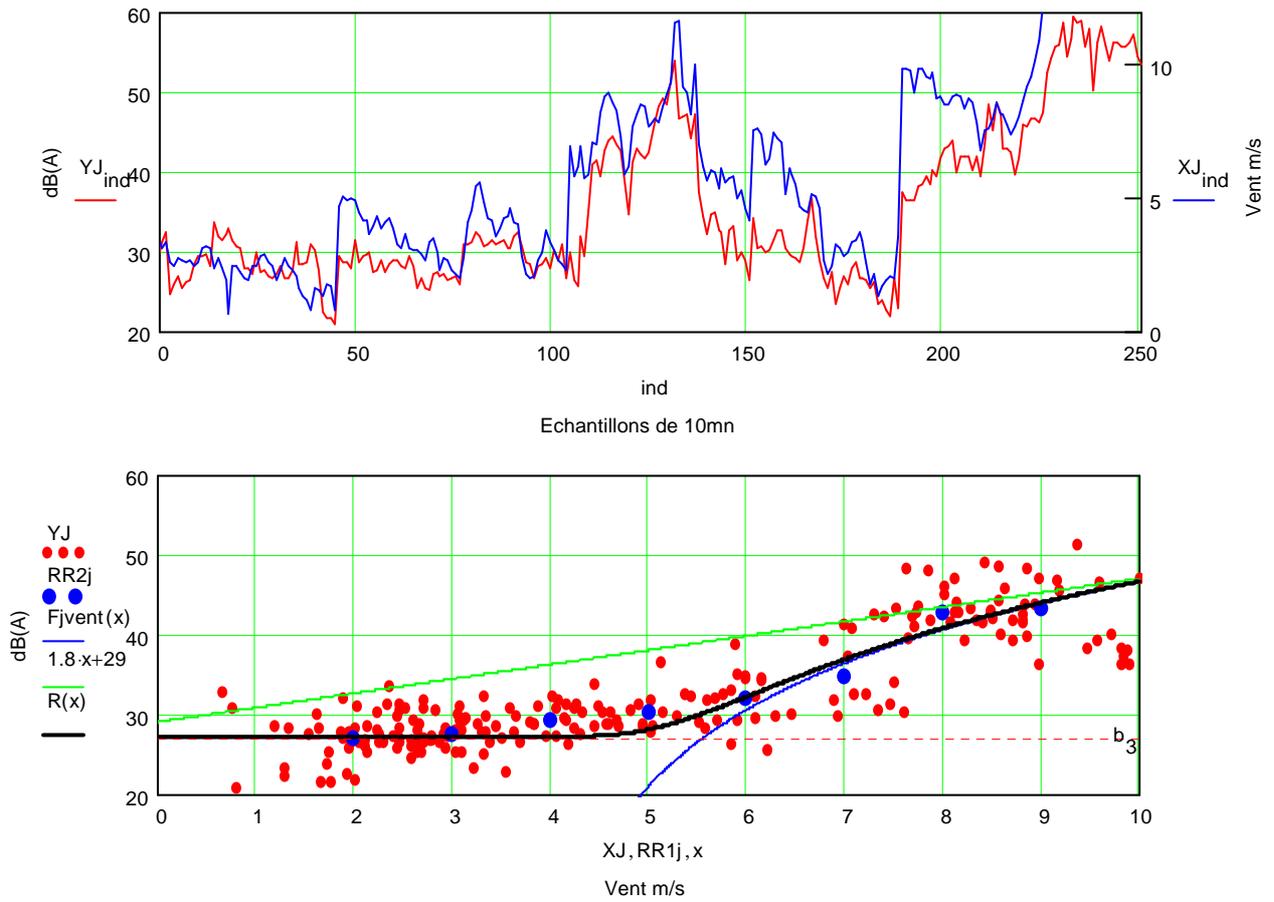
GraphJ = "Point E le jour - Bruit résiduel"



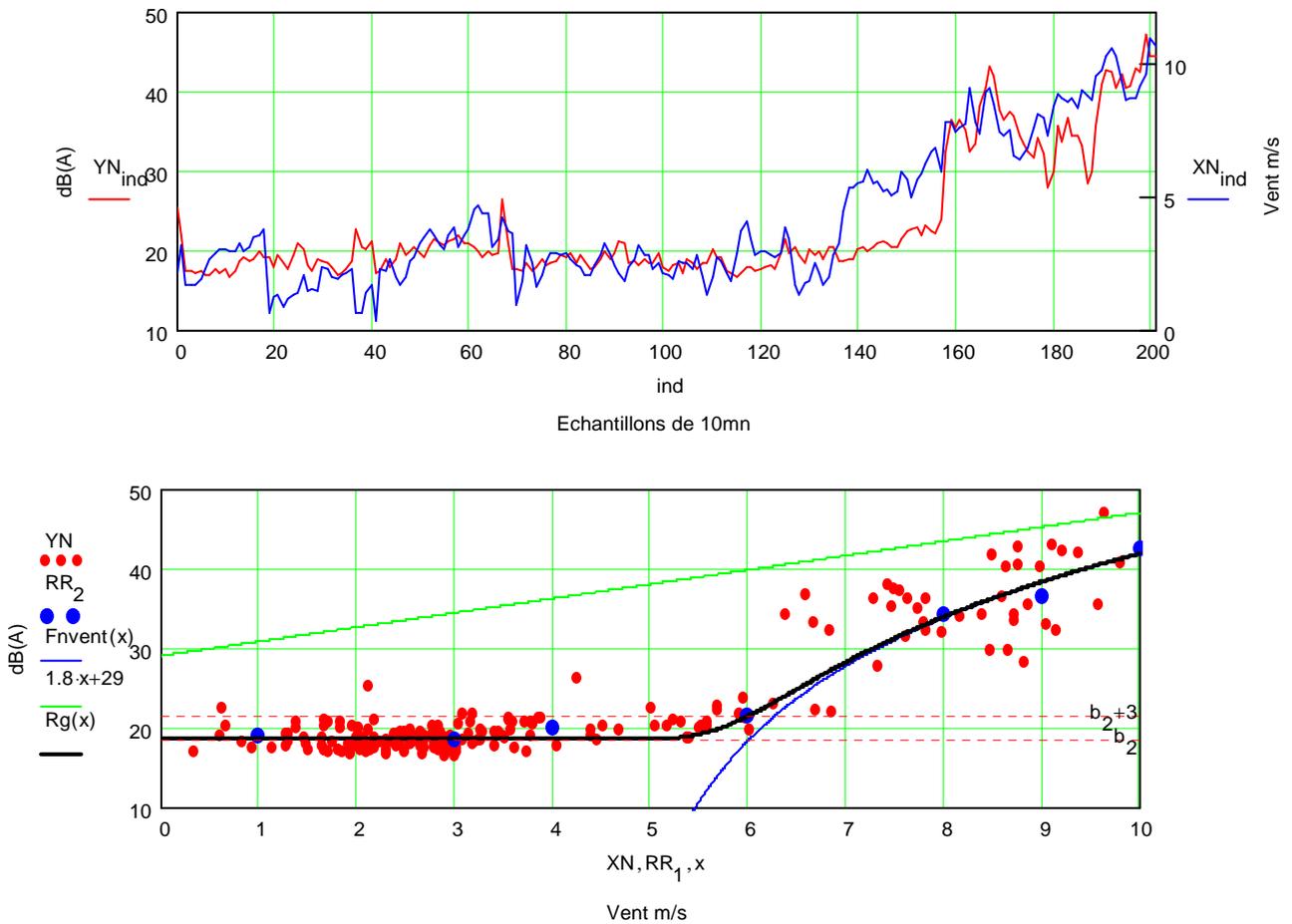
GraphN = "Point E la nuit - Bruit résiduel"



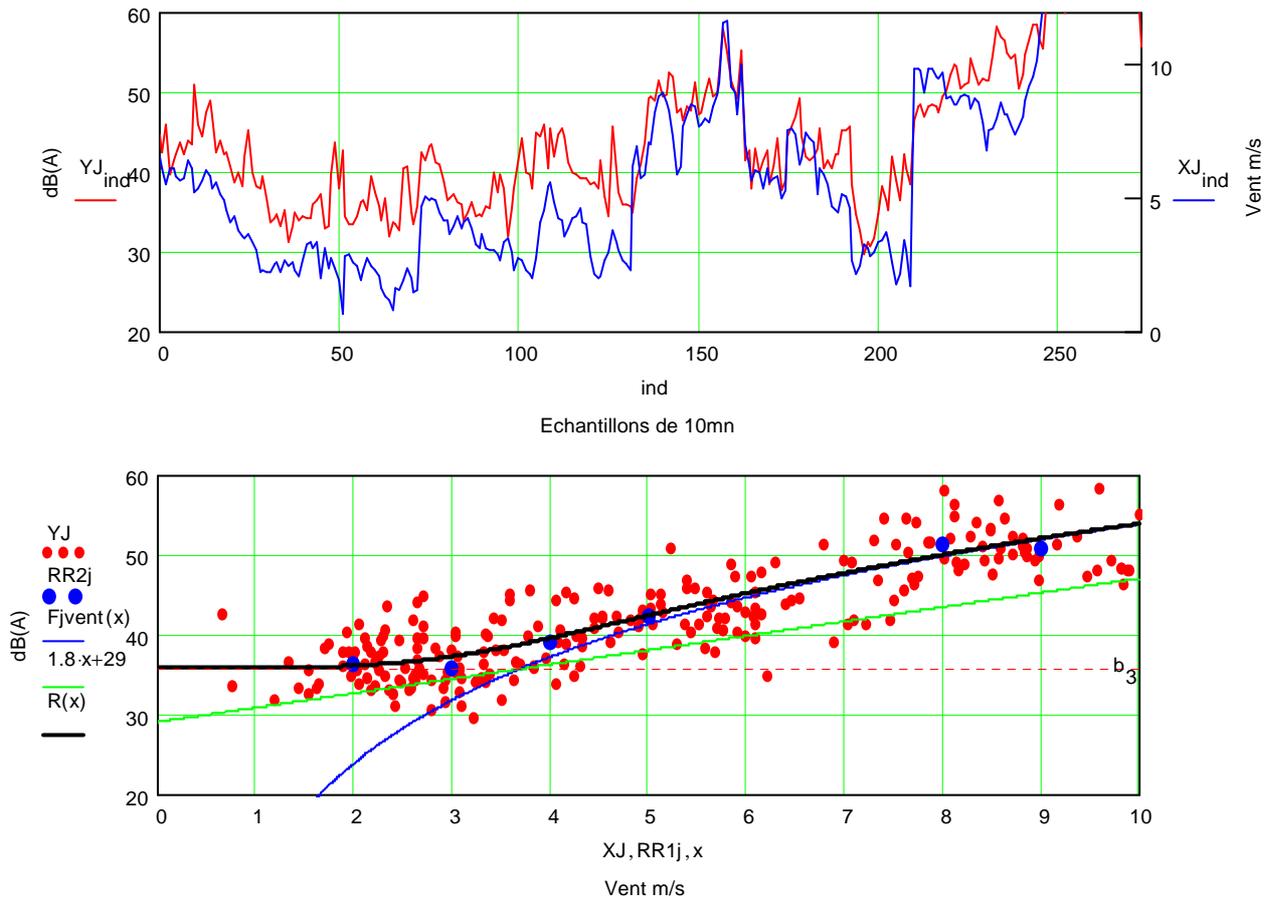
GraphJ = "Point F le jour - Bruit résiduel"



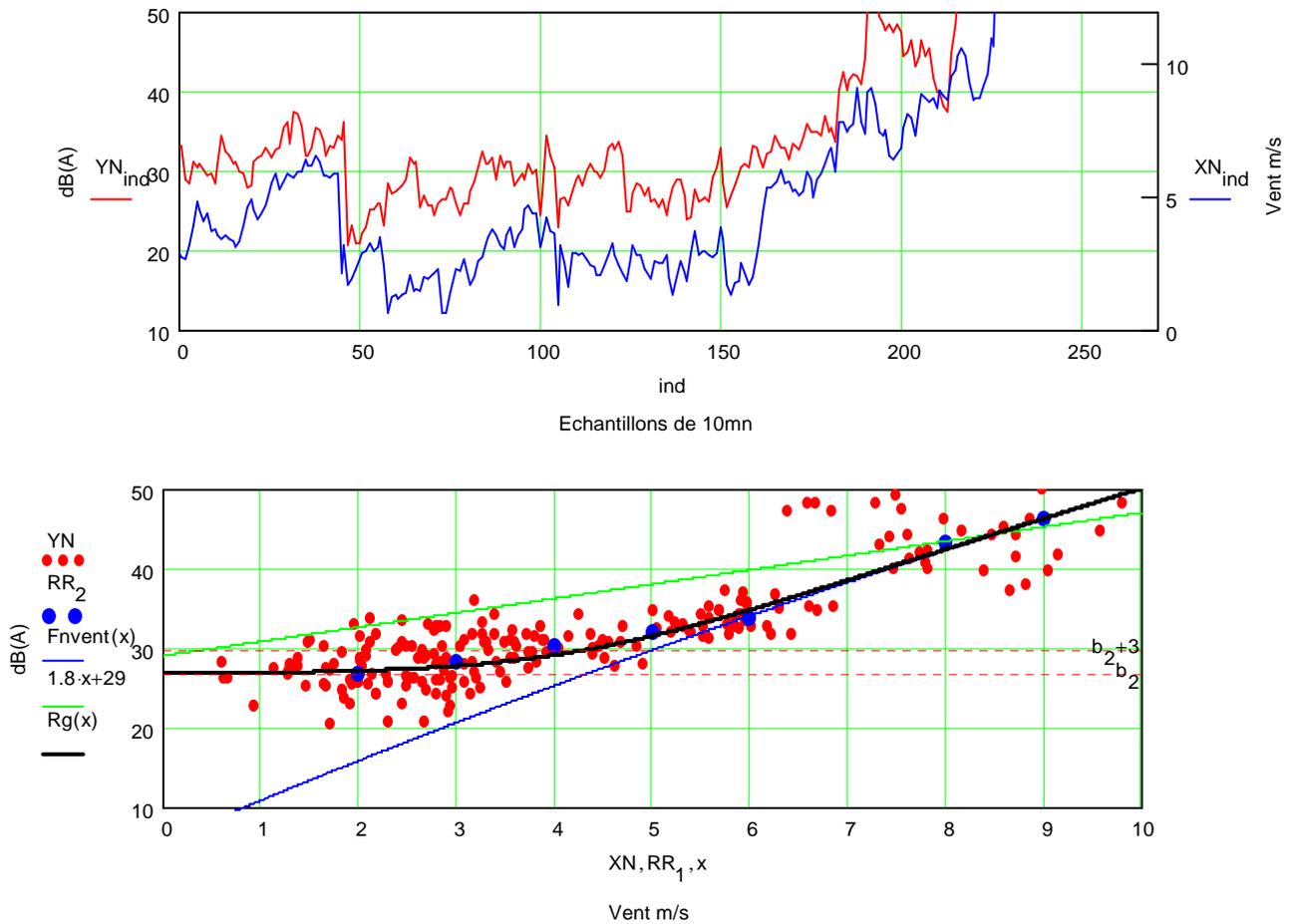
GraphN = "Point F la nuit - Bruit résiduel"



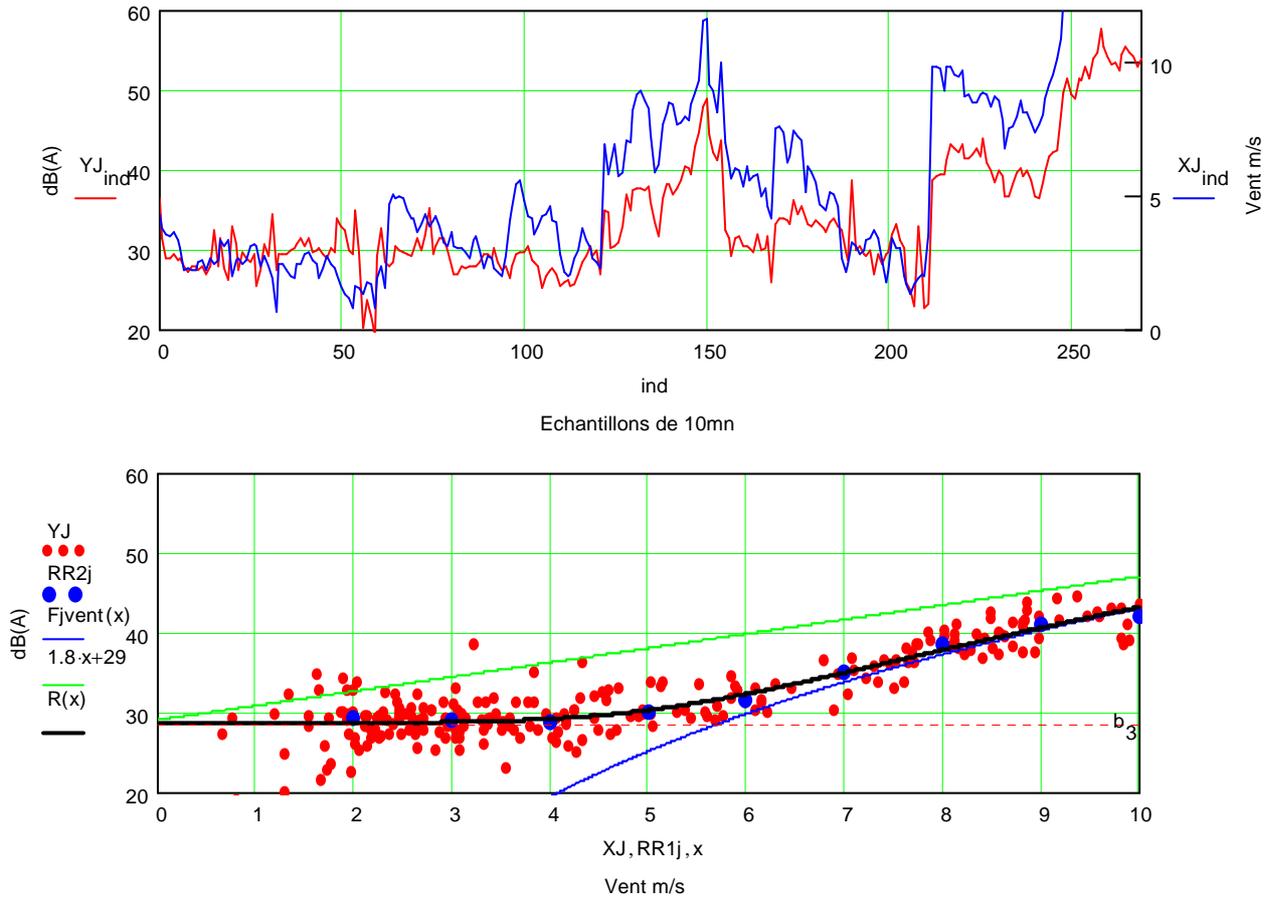
GraphJ = "Point G le jour - Bruit résiduel"



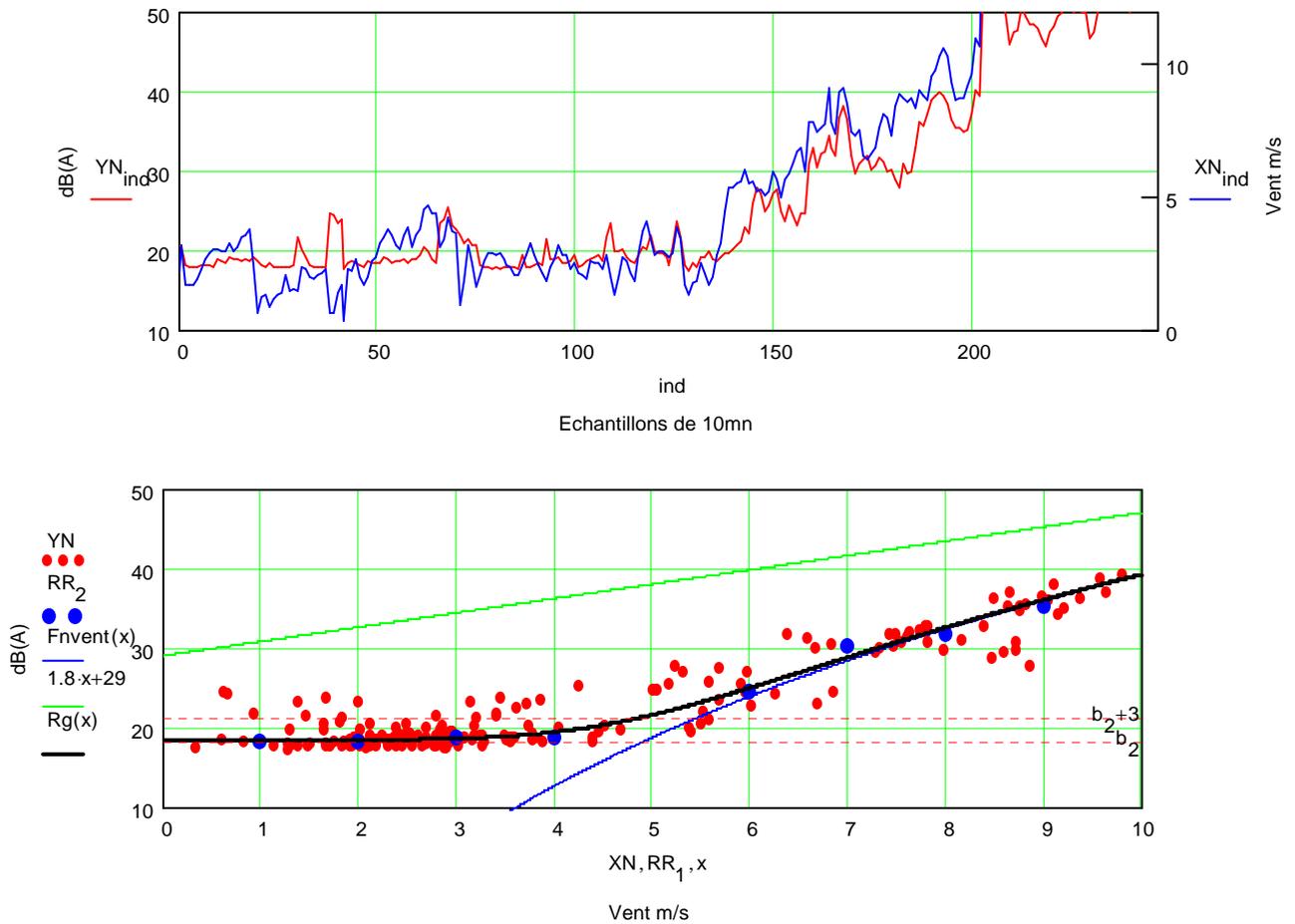
GraphN = "Point G la nuit - Bruit résiduel"



GraphJ = "Point H le jour - Bruit résiduel"



GraphN = "Point H la nuit - Bruit résiduel"



9.2. Appareillage E.M.A. utilisé

Ce tableau récapitule l'ensemble des matériels et logiciels utilisés dans le cadre de la prestation.

Matériel	Fabricant	Type	N / Version	O/N
Sonomètre Intégrateur - Classe 1	01dB	SIP95S	20404	N
Microphone	MICROTECH	MKE250	3752	N
Préamplificateur, Ecran anti-vent	01dB	PRE12N	22945	N
Filtre Temps Réel 1/1 Octave, TR60	01dB	ALAT		N
Calibreur	01dB	CAL01	11366	O
Sonomètre Intégrateur - Classe 1	01dB	BLUE SOLO	61651	O
Microphone	GRAS	MCE212	100997	O
Préamplificateur, Bonnette anti-vent	01dB	PRE21S	14866	O
Filtre Temps Réel 1/1 & 1/3 Octave, Module Audio	01dB			O
Sonomètre Intégrateur - Classe 1	01dB	BLUE SOLO	61652	O
Microphone	GRAS	MCE212	100986	O
Préamplificateur, Bonnette anti-vent	01dB	PRE21S	14867	O
Filtre Temps Réel 1/1 & 1/3 Octave, Module Audio	01dB			O
Sonomètre Intégrateur - Classe 1	01dB	BLUE SOLO	61653	O
Microphone	GRAS	MCE212	100995	O
Préamplificateur, Bonnette anti-vent	01dB	PRE21S	14945	O
Filtre Temps Réel 1/1 & 1/3 Octave, Module Audio	01dB			O
Sonomètre Intégrateur - Classe 1	01dB	BLUE SOLO	60408	O
Microphone	GRAS	MCE212	84995	O
Préamplificateur, Bonnette anti-vent	01dB	PRE21S	13313	O
Filtre Temps Réel 1/1 & 1/3 Octave, Module Audio	01dB			O
Sonomètre Intégrateur - Classe 1	01dB	BLUE SOLO	60409	O
Microphone	GRAS	MCE212	85157	O
Préamplificateur, Bonnette anti-vent	01dB	PRE21S	13314	O
Filtre Temps Réel 1/1 & 1/3 Octave, Module Audio	01dB			O
Sonomètre Intégrateur - Classe 1	01dB	BLUE SOLO	60794	O
Microphone	GRAS	MCE212	90650	O
Préamplificateur, Bonnette anti-vent	01dB	PRE21S	13337	O
Filtre Temps Réel 1/1 & 1/3 Octave, Module Audio	01dB			O
Sonomètre Intégrateur - Classe 1	01dB	BLUE SOLO	60796	O
Microphone	GRAS	MCE212	103483	O
Préamplificateur, Bonnette anti-vent	01dB	PRE21S	13517	O
Filtre Temps Réel 1/1 & 1/3 Octave, Module Audio	01dB			O
Sonomètre Intégrateur - Classe 1	01dB	BLUE SOLO	60797	N
Microphone	GRAS	MCE212	90645	N
Préamplificateur, Bonnette anti-vent	01dB	PRE21S	13338	N
Filtre Temps Réel 1/1 & 1/3 Octave, Module Audio	01dB			N
Sonomètre Intégrateur - Classe 1	01dB	BLUE SOLO	61586	N
Microphone	GRAS	MCE212	103431	N
Préamplificateur, Bonnette anti-vent	01dB	PRE21S	14833	N
Filtre Temps Réel 1/1 & 1/3 Octave, Module Audio	01dB			N
Sonomètre Intégrateur - Classe 1	01dB	BLUE SOLO	61587	O
Microphone	GRAS	MCE212	103428	O
Préamplificateur, Bonnette anti-vent	01dB	PRE21S	14826	O
Filtre Temps Réel 1/1 & 1/3 Octave, Module Audio	01dB			O
Mesures Météorologiques				
Centrale HF, capteurs météorologiques et transfert PC	DAVIS	Vantage Pro	B40915A06A	O
Mât télescopique de 10m	MANFROTTO			O
12 Anémomètres sur pied et leur logger	VORTEX			O
Logiciels				
Transfert de données	01dB	dBSLM	4.8	N
Dépouillement de données	01dB	dBFA	4.7	N
Dépouillement de données	01dB	dBtrait	5.3	O
Dépouillement de données	01dB	dBtrig	4.9	N
Calcul d'isolement acoustique, simulation d'écoute	CSTB	Acoubat	6.0	N
Calcul formel et Traitement des données	MATHSOFT	Mathcad	12.1	O
Cartographie	BAYO	Cartoexplorateur	3.20	O
Traitement de texte, Tableur, Base de Données, présentation	MICROSOFT	Office pro	2003	O
Matériel Informatique et divers				
PC Pentium 4 3GHz Windows XP pro SP2	DELL	DIM5000		O
PC Pentium Core 2 Duo 1.86 GHz Windows Vista	DELL	E520		O
PC portable Pentium M 1.6GHz Windows XP pro SP1	ACER	TM8003		N
PC portable Pentium M ULV 1.2GHz Windows XP pro SP2	SIEMENS	Q30+		O
Appareil photo numérique	KONICA	Z3		O
GPS autonome	TOMTOM	GO300		O

9.3. Annexes – Caractéristiques des machines

**PROJET DE PARC EOLIEN
PARDINES (63)**

Caractéristiques des machines

Pour définir le gradient de vent de référence, l'équation choisie par la Norme IEC 61400, Wintest, DAR, CRES, et l'annexe B de la NF S 31-088 sera utilisée pour calculer les vitesses théoriques à 10m dans des conditions normalisées de test.

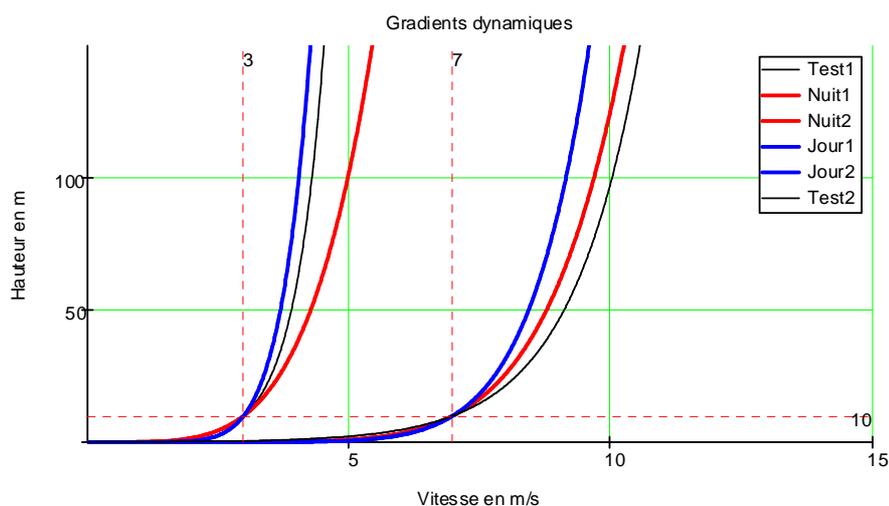
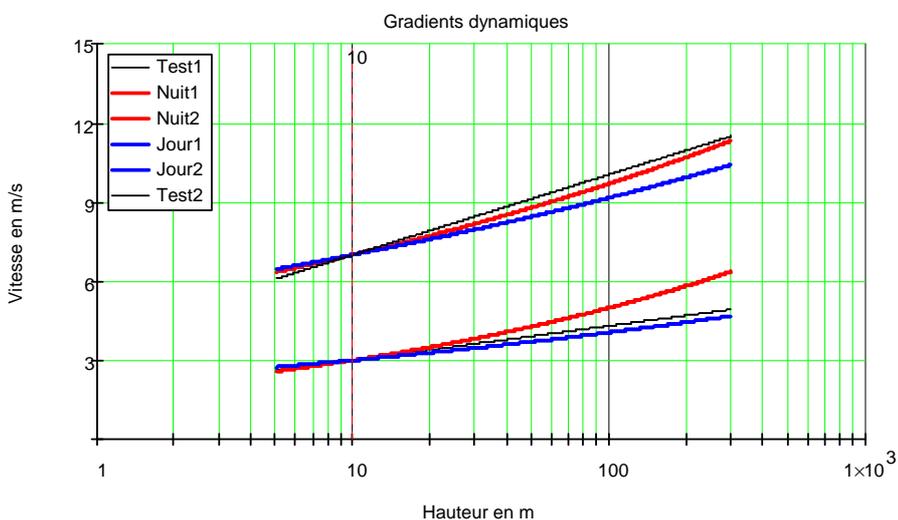
$$\text{Vit}(\text{Haut}, \text{Vit1}, \text{Haut1}, \text{Rug}) := \text{Vit1} \frac{\ln\left(\frac{\text{Haut}}{\text{Rug}}\right)}{\ln\left(\frac{\text{Haut1}}{\text{Rug}}\right)}$$

$$\text{Haut}(\text{Vit2}, \text{Haut1}, \text{Vit1}, \text{Rug}) := \left(\frac{\text{Haut1}}{\text{Rug}}\right)^{\frac{\text{Vit2}}{\text{Vit1}}} \cdot \text{Rug}$$

Rug : longueur de rugosité standard de référence lors du Test du constructeur, en général : Rug := .05

► Gradients dynamiques

Les courbes 'test' représentent le gradient de vent de référence (rugosité de 5cm), les courbes Nuit et Jour présentent l'allure de gradients effectifs rencontrés dans un environnement comparable.



De façon à avoir des résultats comparables aux caractéristiques constructeur, nous adopterons donc une rugosité de référence identique à celle adoptée par les bureaux de contrôle lors des tests d'éoliennes : R=0.05m
Notons que seule la vitesse à hauteur du rotor est représentative de la puissance acoustique générée. La vitesse à 10m est donnée à titre d'information et à seule fin de comparaison avec les caractéristiques constructeur.

Correction des caractéristiques acoustiques des Eoliennes en fonction des hauteurs de Test du constructeur et des hauteurs d'exploitation, réajustement des spectres.

Machines de type 1

im := 1

Conditions de test : Hauteur du mât Eol. test: **Htest := 99.5** et rugosité paysage : **Rug := .05**

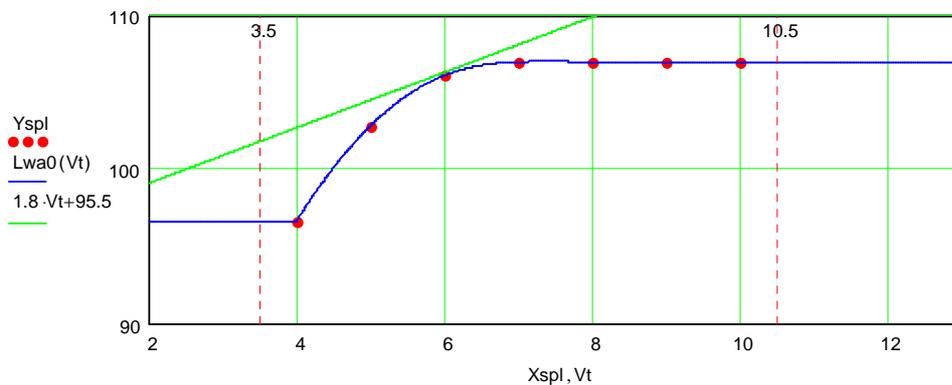
Caractéristiques de la machine avec Hub = Htest

Siemens SWT-3.0-113 - Hub 99.5m
Caractéristiques constructeur au 14/8/2012

SPL :=	4	5	6	7	8	9	10
	96.6	102.8	106.1	107.0	107.0	107.0	107.0

$X_{spl} := (SPL^T)^{(1)}$ $Y_{spl} := (SPL^T)^{(2)}$ Ylignes := lignes (Yspl)

$Y_{spl2} := cspline(X_{spl}, Y_{spl})$ $Y(V) := interp(Y_{spl2}, X_{spl}, Y_{spl}, V)$ $Lwa0(V) := s[V < \min(X_{spl}), Y_{spl}_1, s[V > \max(X_{spl}), (Y_{spl}_{Ylignes}), Y(V)]]$



Hauteur maximale des mâts pour cette famille de machine : **Hprojet := 99.5**

"Pondéré" := 1 si les spectres bruts initiaux sont donnés pondérés "A", et 0 sinon **Pondéré := 1**

(63 125 250 500 1000 2000 4000 8000)

EolSp :=	86.9	94.8	100.2	101.1	100.7	99.7	92.6	76.2
	86.9	94.8	100.2	101.1	100.7	99.7	92.6	76.2
	86.9	94.8	100.2	101.1	100.7	99.7	92.6	76.2
	86.9	94.8	100.2	101.1	100.7	99.7	92.6	76.2
	86.9	94.8	100.2	101.1	100.7	99.7	92.6	76.2
	86.9	94.8	100.2	101.1	100.7	99.7	92.6	76.2
	86.9	94.8	100.2	101.1	100.7	99.7	92.6	76.2
	86.9	94.8	100.2	101.1	100.7	99.7	92.6	76.2

XsplW :=	4
	5
	6
	7
	8
	9
	10

Allure du spectre communiqué par Siemens, à 8m/s. Nous avons pris comme hypothèse que ce spectre relatif était constant.

Spectres non pondérés réajustés sur Laeq constructeur et corrigés à la hauteur effective de rotor du projet :

(63 125 250 500 1000 2000 4000 8000)

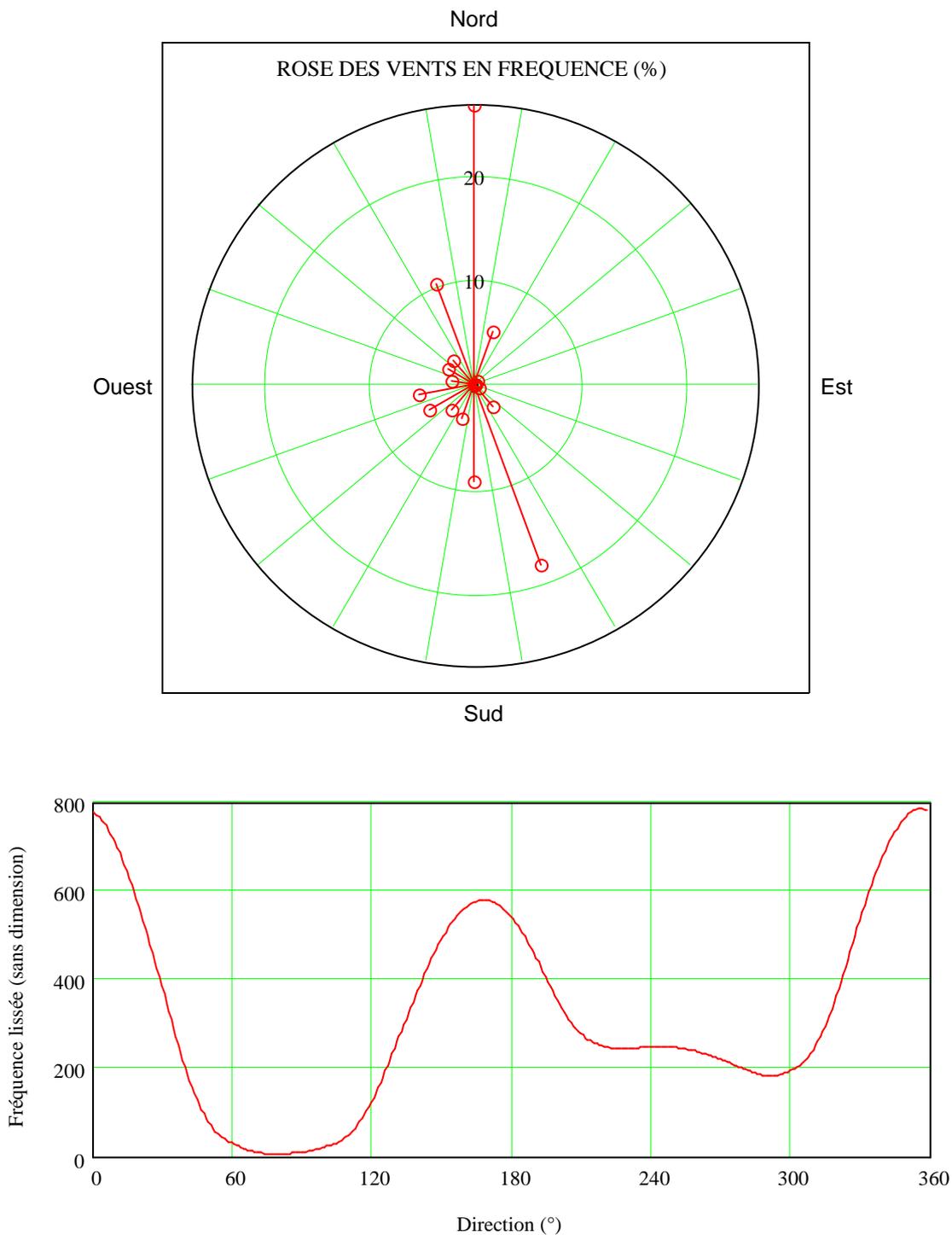
Eolienne type : im = 1

EolSpCor _{im} =	101.6	99.9	98.1	93.8	90.3	88.2	81.3	66.9
	107.8	106.1	104.3	100.0	96.5	94.4	87.5	73.1
	111.1	109.4	107.6	103.3	99.8	97.7	90.8	76.4
	112.0	110.3	108.5	104.2	100.7	98.6	91.7	77.3
	112.0	110.3	108.5	104.2	100.7	98.6	91.7	77.3
	112.0	110.3	108.5	104.2	100.7	98.6	91.7	77.3
	112.0	110.3	108.5	104.2	100.7	98.6	91.7	77.3

Vtest _{jt} =	4
	5
	6
	7
	8
	9
	10

dBA(EolSpCor _{im}) =	96.6
	102.8
	106.1
	107.0
	107.0
	107.0
	107.0

9.4. Annexes - Rose des Vents



La rose des vents à long terme a été établie d'après les données communiquées par la société ETD (29), pour une période allant du 1/1/2002 au 31/12/2011, et purgée des très basses vitesses de vent. N'ont été conservées que les vitesses supérieures à 3.5 m/s à hauteur de rotor.

Directions principales de vent estimées après lissage cyclique : 168 et 356 degrés.

9.5. Annexes – Arrêté du 26 août 2011

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

EXTRAIT

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT

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

NOR : *DEVP1119348A*

La ministre de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement,

Vu la directive 2006/42/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 mai 2006 relative aux machines ;

Vu le code de l'environnement, notamment le titre I^{er} de son livre V ;

Vu le code de l'aviation civile ;

Vu le code des transports ;

Vu le code de la construction et de l'habitation ;

Vu l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement ;

Vu l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation ;

Vu l'arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation ;

Vu l'arrêté du 10 octobre 2000 fixant la périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques au titre de la protection des travailleurs ainsi que le contenu des rapports relatifs auxdites vérifications ;

Vu l'avis des organisations professionnelles concernées ;

Vu l'avis du Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques du 28 juin 2011 ;

Vu l'avis du Conseil supérieur de l'énergie du 8 juillet 2011,

Arrête :

Art. 1^{er}. – Le présent arrêté est applicable aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées.

L'ensemble des dispositions du présent arrêté s'appliquent aux installations pour lesquelles une demande d'autorisation est déposée à compter du lendemain de la publication du présent arrêté ainsi qu'aux extensions ou modifications d'installations existantes régulièrement mises en service nécessitant le dépôt d'une nouvelle demande d'autorisation en application de l'article R. 512-33 du code de l'environnement au-delà de cette même date. Ces installations sont dénommées « nouvelles installations » dans la suite du présent arrêté.

Pour les installations ayant fait l'objet d'une mise en service industrielle avant le 13 juillet 2011, celles ayant obtenu un permis de construire avant cette même date ainsi que celles pour lesquelles l'arrêté d'ouverture d'enquête publique a été pris avant cette même date, dénommées « installations existantes » dans la suite du présent arrêté :

- les dispositions des articles de la section 4, de l'article 22 et des articles de la section 6 sont applicables au 1^{er} janvier 2012 ;
- les dispositions des articles des sections 2, 3 et 5 (à l'exception de l'article 22) ne sont pas applicables aux installations existantes.

Section 1

Généralités

Art. 2. – Au sens du présent arrêté, on entend par :

Point de raccordement : point de connexion de l'installation au réseau électrique. Il peut s'agir entre autres d'un poste de livraison ou d'un poste de raccordement. Il constitue la limite entre le réseau électrique interne et externe.

Mise en service industrielle : phase d'exploitation suivant la période d'essais et correspondant à la première fois que l'installation produit de l'électricité injectée sur le réseau de distribution.

Survitesse : vitesse de rotation des parties tournantes (rotor constitué du moyeu et des pales ainsi que la ligne d'arbre jusqu'à la génératrice) supérieure à la valeur maximale indiquée par le constructeur.

Aérogénérateur : dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé des principaux éléments suivants : un mât, une nacelle, le rotor auquel sont fixées les pales, ainsi que, le cas échéant, un transformateur.

Emergence : la différence entre les niveaux de pression acoustiques pondérés « A » du bruit ambiant (installation en fonctionnement) et du bruit résiduel (en l'absence du bruit généré par l'installation).

Zones à émergence réglementée :

- l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers, existant à la date de l'autorisation pour les installations nouvelles ou à la date du permis de construire pour les installations existantes, et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse) ;
- les zones constructibles définies par des documents d'urbanisme opposables aux tiers et publiés à la date de l'autorisation pour les installations nouvelles ou à la date du permis de construire pour les installations existantes ;
- l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers qui ont fait l'objet d'une demande de permis de construire, dans les zones constructibles définies ci-dessus, et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse), à l'exclusion de celles des immeubles implantés dans les zones destinées à recevoir des activités artisanales ou industrielles, lorsque la demande de permis de construire a été déposée avant la mise en service industrielle de l'installation.

Périmètre de mesure du bruit de l'installation : périmètre correspondant au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre chaque aérogénérateur et de rayon R défini comme suit :

$$R = 1,2 \times (\text{hauteur de moyeu} + \text{longueur d'un demi-rotor})$$

Section 2

Implantation

Art. 3. – L'installation est implantée de telle sorte que les aérogénérateurs sont situés à une distance minimale de :

500 mètres de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité ou de toute zone destinée à l'habitation telle que définie dans les documents d'urbanisme opposables en vigueur au 13 juillet 2010 ;

300 mètres d'une installation nucléaire de base visée par l'article 28 de la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire ou d'une installation classée pour l'environnement soumise à l'arrêté du 10 mai 2000 susvisé en raison de la présence de produits toxiques, explosifs, comburants et inflammables.

Cette distance est mesurée à partir de la base du mât de chaque aérogénérateur.

Art. 4. – L'installation est implantée de façon à ne pas perturber de manière significative le fonctionnement des radars et des aides à la navigation utilisés dans le cadre des missions de sécurité de la navigation aérienne et de sécurité météorologique des personnes et des biens.

A cette fin, les aérogénérateurs sont implantés dans le respect des distances minimales d'éloignement indiquées ci-dessous sauf si l'exploitant dispose de l'accord écrit du ministère en charge de l'aviation civile, de l'établissement public chargé des missions de l'Etat en matière de sécurité météorologique des personnes et des biens ou de l'autorité portuaire en charge de l'exploitation du radar.

	DISTANCE MINIMALE d'éloignement en kilomètres
<i>Radar météorologique</i>	
Radar de bande de fréquence C	20
Radar de bande de fréquence S	30
Radar de bande de fréquence X	10
<i>Radar de l'aviation civile</i>	
Radar primaire	30

[.....]

Section 6

Bruit

Art. 26. – L'installation est construite, équipée et exploitée de façon telle que son fonctionnement ne puisse être à l'origine de bruits transmis par voie aérienne ou solidienne susceptibles de compromettre la santé ou la sécurité du voisinage.

Les émissions sonores émises par l'installation ne sont pas à l'origine, dans les zones à émergence réglementée, d'une émergence supérieure aux valeurs admissibles définies dans le tableau suivant :

NIVEAU DE BRUIT AMBIANT EXISTANT dans les zones à émergence réglementée incluant le bruit de l'installation	ÉMERGENCE ADMISSIBLE POUR LA PÉRIODE allant de 7 heures à 22 heures	ÉMERGENCE ADMISSIBLE POUR LA PÉRIODE allant de 22 heures à 7 heures
Sup à 35 dB (A)	5 dB (A)	3 dB (A)

Les valeurs d'émergence mentionnées ci-dessus peuvent être augmentées d'un terme correctif en dB (A), fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit de l'installation égal à :

Trois pour une durée supérieure à vingt minutes et inférieure ou égale à deux heures ;

Deux pour une durée supérieure à deux heures et inférieure ou égale à quatre heures ;

Un pour une durée supérieure à quatre heures et inférieure ou égale à huit heures ;

Zéro pour une durée supérieure à huit heures.

En outre, le niveau de bruit maximal est fixé à 70 dB (A) pour la période jour et de 60 dB (A) pour la période nuit. Ce niveau de bruit est mesuré en n'importe quel point du périmètre de mesure du bruit défini à l'article 2. Lorsqu'une zone à émergence réglementée se situe à l'intérieur du périmètre de mesure du bruit, le niveau de bruit maximal est alors contrôlé pour chaque aérogénérateur de l'installation à la distance R définie à l'article 2. Cette disposition n'est pas applicable si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite.

Dans le cas où le bruit particulier de l'établissement est à tonalité marquée au sens du point 1.9 de l'annexe à l'arrêté du 23 janvier 1997 susvisé, de manière établie ou cyclique, sa durée d'apparition ne peut excéder 30 % de la durée de fonctionnement de l'établissement dans chacune des périodes diurne ou nocturne définies dans le tableau ci-dessus.

Lorsque plusieurs installations classées, soumises à autorisation au titre de rubriques différentes, sont exploitées par un même exploitant sur un même site, le niveau de bruit global émis par ces installations respecte les valeurs limites ci-dessus.

Art. 27. – Les véhicules de transport, les matériels de manutention et les engins de chantier utilisés à l'intérieur de l'installation sont conformes aux dispositions en vigueur en matière de limitation de leurs émissions sonores. En particulier, les engins de chantier sont conformes à un type homologué.

L'usage de tous appareils de communication par voie acoustique (par exemple sirènes, avertisseurs, haut-parleurs), gênant pour le voisinage, est interdit, sauf si leur emploi est exceptionnel et réservé à la prévention et au signalement d'incidents graves ou d'accidents.

Art. 28. – Lorsque des mesures sont effectuées pour vérifier le respect des présentes dispositions, elles sont effectuées selon les dispositions de la norme NF 31-114 dans sa version en vigueur six mois après la publication du présent arrêté ou à défaut selon les dispositions de la norme NFS 31-114 dans sa version de juillet 2011.

Art. 29. – Après le deuxième alinéa de l'article 1^{er} de l'arrêté du 23 janvier 1997 susvisé, il est inséré un alinéa rédigé comme suit :

« – des installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 mentionnées 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. »

Art. 30. – Après le neuvième alinéa de l'article 1^{er} de l'arrêté du 2 février 1998 susvisé, il est inséré un alinéa rédigé comme suit :

« – des installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent ; ».

Art. 31. – Le directeur général de la prévention des risques est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait le 26 août 2011.

Pour la ministre et par délégation :

*Le directeur général
de la prévention des risques,*

L. MICHEL