

CHAPITRE

6. INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT SONORE

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|------------|
| 6. INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT SONORE | 6-1 |
| 6.1. INTRODUCTION | 6-5 |
| 6.1.1. <i>Méthodologie</i> | 6-5 |
| 6.1.2. <i>Paramètres acoustiques</i> | 6-5 |
| 6.1.2.1. Définition du bruit | 6-5 |
| 6.1.2.2. Niveau de la pression acoustique | 6-6 |
| 6.1.2.3. Niveau de puissance acoustique | 6-7 |
| 6.1.2.4. Fréquence | 6-7 |
| 6.1.2.5. Pondération | 6-8 |
| 6.1.2.6. Additionner deux niveaux sonores | 6-8 |
| 6.1.3. <i>Choix des indicateurs</i> | 6-8 |
| 6.1.4. <i>Normes applicables</i> | 6-9 |
| 6.1.4.1. Conditions générales en Région Wallonne | 6-9 |
| 6.1.4.2. Cadre de référence | 6-10 |
| 6.1.4.3. Choix des normes à appliquer pour le parc éolien de Walcourt / Thuin | 6-11 |
| 6.2. EVALUATION DU CLIMAT ACOUSTIQUE ACTUEL | 6-12 |
| 6.2.1. <i>Introduction</i> | 6-12 |
| 6.2.2. <i>Conditions de travail</i> | 6-12 |
| 6.2.2.1. Périodes de mesure | 6-12 |
| 6.2.2.2. Matériel utilisé | 6-12 |
| 6.2.2.3. Localisation des points de mesures | 6-13 |
| 6.2.2.4. Météorologie | 6-16 |
| 6.2.2.4.1. Introduction | 6-16 |
| 6.2.2.4.2. Conditions météorologiques lors des mesures | 6-17 |
| 6.2.3. <i>Résultats des campagnes de mesures de bruit</i> | 6-17 |
| 6.2.3.1. Résultats des mesures en continu | 6-17 |
| 6.2.3.2. Résultats des mesures ambulantes | 6-19 |
| 6.3. INCIDENCES DU PROJET SUR LE NIVEAU ACOUSTIQUE LOCAL | 6-20 |
| 6.3.1. <i>Incidences de la phase de chantier</i> | 6-20 |
| 6.3.1.1. Inventaire des sources | 6-20 |
| 6.3.1.2. Emissions sonores du charroi | 6-20 |
| 6.3.1.3. Sources ponctuelles | 6-21 |
| 6.3.2. <i>Incidences en phase d'exploitation</i> | 6-22 |
| 6.3.2.1. Introduction | 6-22 |
| 6.3.2.2. Cadre de référence | 6-23 |
| 6.3.2.3. Niveau de puissance acoustique des éoliennes | 6-24 |
| 6.3.2.4. Evaluation du bruit particulier du parc éolien | 6-25 |
| 6.3.2.4.1. Méthodologie | 6-25 |
| 6.3.2.4.2. Localisation des points d'immission | 6-26 |
| 6.3.2.4.3. Cartes de bruit particulier | 6-27 |
| 6.3.2.4.4. Comparaison avec les normes | 6-32 |
| 6.3.2.4.5. Climat acoustique futur | 6-33 |
| 6.3.2.4.6. Infrasons | 6-35 |
| 6.4. CONCLUSIONS | 6-37 |
| 6.5. RECOMMANDATIONS | 6-39 |

FIGURES

| | |
|---|------|
| FIGURE 6-1 : NIVEAUX DE RÉFÉRENCE DU BRUIT ILLUSTRÉS D'EXEMPLES..... | 6-6 |
| FIGURE 6-2 : VALEUR LIMITE DU NIVEAU DE BRUIT PARTICULIER EN FONCTION DE LA VITESSE DU VENT À 10 M DE HAUTEUR (NORMES HOLLANDAISES)..... | 6-11 |
| FIGURE 6-3 : PHOTO D'UN MÂT ACOUSTIQUE AVEC STATION MÉTÉO | 6-13 |
| FIGURE 6-4 : LOCALISATION DES POINTS DE MESURES DE BRUIT..... | 6-15 |
| FIGURE 6-5 : PROFIL VERTICAL THÉORIQUE DE LA VITESSE DU VENT | 6-16 |
| FIGURE 6-6 : PUISSANCE ACOUSTIQUE DU MODÈLE N100 EN FONCTION DE LA VITESSE DU VENT .. | 6-25 |
| FIGURE 6-7: BRUIT PARTICULIER DU PARC ÉOLIEN POUR UNE VITESSE DE VENT DE 5 M/S POUR UN MODÈLE NORDEX 100 | 6-27 |
| FIGURE 6-8: BRUIT PARTICULIER DU PARC ÉOLIEN POUR UNE VITESSE DE VENT DE 6 M/S POUR UN MODÈLE NORDEX 100 | 6-29 |
| FIGURE 6-9: BRUIT PARTICULIER DU PARC ÉOLIEN POUR UNE VITESSE DE VENT DE 7 M/S POUR UN MODÈLE NORDEX 100 | 6-30 |
| FIGURE 6-10: BRUIT PARTICULIER DU PARC ÉOLIEN POUR UNE VITESSE DE VENT DE 8 M/S POUR UN MODÈLE NORDEX 100 | 6-31 |

TABLEAUX

| | |
|---|------|
| TABLEAU 6-1 : NIVEAUX DE RÉFÉRENCE DE BRUITS COUTUMIERS | 6-7 |
| TABLEAU 6-2 : VALEURS LIMITES APPLICABLES AUX ÉTABLISSEMENTS CLASSÉS (NOUVEAUX ÉTABLISSEMENTS), D'APRÈS LES CONDITIONS GÉNÉRALES EN RÉGION WALLONNE | 6-10 |
| TABLEAU 6-3 : LOCALISATION DES POINTS DE MESURES DE BRUIT | 6-14 |
| TABLEAU 6-4 : RÉSULTATS DES MESURES DE BRUIT DE LONGUE DURÉE EN MF1 (VENT < 5 M/S) .. | 6-18 |
| TABLEAU 6-5 : RÉSULTATS DE MESURE DE BRUIT DE LONGUE DURÉE EN MF2 (VENT < 5 M/S) | 6-18 |
| TABLEAU 6-6 : RÉSULTATS DES MESURES DE BRUIT AMBULANTES DE JOUR PAR VENT FAIBLE (dB(A)) | 6-19 |
| TABLEAU 6-7: OBSERVATIONS RÉALISÉES LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURES AMBULANTES | 6-19 |
| TABLEAU 6-8 : NIVEAUX DE BRUIT ÉQUIVALENT (dB(A)) À CÔTÉ D'UNE VOIRIE LORS DE 10 PASSAGES DE CAMIONS PAR HEURE, EN FONCTION DE LEUR VITESSE | 6-20 |
| TABLEAU 6-9 : NIVEAUX DE BRUIT ÉQUIVALENT EN FONCTION DE LA DISTANCE À UNE SOURCE SELON SA PUISSANCE ACOUSTIQUE | 6-22 |
| TABLEAU 6-10 : PUISSANCES ACOUSTIQUES UTILISÉES DANS LE MODÈLE EN FONCTION DE LA VITESSE DU VENT (M/S) | 6-24 |
| TABLEAU 6-11 : LOCALISATION DES POINTS D'IMMISSION..... | 6-26 |
| TABLEAU 6-12: RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION ET COMPARAISON AUX VALEURS LIMITES AVEC UNE VITESSE DE VENT DE 5 À 8 M/S | 6-32 |
| TABLEAU 6-13 : CLIMAT ACOUSTIQUE AUX POINTS D'IMMISSION AM1 À AM8 APRÈS LA CONSTRUCTION DU PARC ÉOLIEN POUR UN VENT DE VITESSE ÉGALE À 5 M/S POUR LE MODÈLE NORDEX 100, HAUTEUR 1,5 M. | 6-34 |
| TABLEAU 6-14 : CLIMAT ACOUSTIQUE APRÈS LA CONSTRUCTION DU PROJET AUX POINTS D'IMMISSION MF1 ET MF2 AVEC NORDEX N100 (VITESSE DE VENT = 5M/S, HAUTEUR 3 M)..... | 6-34 |

ANNEXES

- ANNEXE 6-1 : NORMES DE BRUIT EN RÉGION WALLONNE POUR LES NOUVEAUX ÉTABLISSEMENTS (CONDITIONS GÉNÉRALES)
- ANNEXE 6-2 : RÉSULTATS DES MESURES DE LONGUE DURÉE : MÂT FIXE MF1
- ANNEXE 6-3 : RÉSULTATS DES MESURES DE LONGUE DURÉE : MÂT FIXE MF2
- ANNEXE 6-4 : TABLE DES CLASSES ET LONGUEURS DE RUGOSITÉ
- ANNEXE 6-5 : SPÉCIFICATIONS DU MODELE NORDEX
- ANNEXE 6-6 : RÉGLAGE DE LA SIMULATION INFORMATIQUE AVEC IMMI 1996

6.1. INTRODUCTION

6.1.1. Méthodologie

Dans un premier temps, l'environnement sonore régnant actuellement aux alentours du projet éolien de Walcourt / Thuin a été caractérisé. Pour ce faire, plusieurs campagnes de mesures du bruit ont été réalisées aux mois de décembre 2009 et mars 2010 au niveau des habitations les plus proches.

Ensuite, le bruit qui sera généré par le parc éolien a été évalué à l'aide d'une modélisation acoustique. Les résultats de cette modélisation ont été comparés aux normes en vigueur en Région wallonne (conditions générales pour de nouveaux établissements), de même qu'à des normes hollandaises (plus appropriées en ce qui concerne les éoliennes et recommandées par le cadre de référence). Le bruit qui sera généré par le projet a été additionné au bruit de fond actuel, de manière à évaluer l'ambiance sonore future.

6.1.2. Paramètres acoustiques

6.1.2.1. Définition du bruit

Son / bruit : la production, la transmission et la réception d'énergie sous forme d'ondes vibratoires dans un milieu élastique (solide, liquide ou gazeux). Les ondes vibratoires consistent en une variation périodique de la pression du milieu, à laquelle on peut associer une fréquence (nombre d'oscillations par seconde) et une intensité (amplitude des oscillations).

Bruit ambiant : bruit total existant dans une situation donnée pendant un intervalle de temps donné. Il est composé de l'ensemble des bruits émis par toutes les sources proches et éloignées.

Bruit de fond / résiduel : c'est le niveau de pression acoustique moyen du bruit ambiant à l'endroit et au moment de la mesure en l'absence du bruit particulier considéré comme perturbateur.

Bruit particulier : composante du bruit ambiant qui peut être attribuée spécifiquement à une source précise et que l'on désire distinguer du bruit de fond notamment parce qu'il est attribuable à une source précise qu'on étudie.

Emergence : modification temporelle du niveau de bruit ambiant induite par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier.

Point d'immission : endroit où le bruit est perçu, entendu ou mesuré.

Point d'émission : endroit où le bruit est généré.

6.1.2.2. Niveau de la pression acoustique

Le **niveau de pression acoustique** (L_p , aussi appelé **niveau sonore**) est l'intensité du bruit mesuré en un point de réception (= à l'immission). Il s'exprime en décibel. Les ondes sonores consistent en une variation périodique de la pression dans l'air. La grandeur de l'onde de pression se mesure en considérant l'amplitude moyenne de l'oscillation. La pression acoustique est une force par unité de surface, elle se mesure donc en Pa (Pascal).

Le seuil d'audibilité correspond à une amplitude de $2 \cdot 10^{-5}$ Pa, le seuil de douleur à une amplitude de 20 Pa. La gamme de variation du niveau de pression acoustique serait donc considérable si on l'exprimait en Pa. C'est pourquoi on a créé une unité spécifique au son : le **décibel (dB)**. Il s'agit du rapport entre la pression mesurée et une pression de référence (en l'occurrence le seuil d'audibilité), exprimé sur une échelle logarithmique.

$$L_p = 20 \log (p/p_0) \quad \text{est le niveau sonore} \quad \text{(en [dB])}$$

$$p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa} \quad \text{est la pression de référence} \quad \text{(en [Pa])}$$

$$p \quad \text{est la pression mesurée} \quad \text{(en [Pa])}$$

L'oreille humaine perçoit des sons de 0 dB (seuil d'audibilité) à 120 dB (seuil de la douleur).

De manière à apprécier ce que représente un niveau sonore, il est utile de se référer à des niveaux de référence de la vie de tous les jours : ceci est présenté au Tableau 6-1. En outre, la Figure 6-1 ci-dessous présente quelques exemples de sons, exprimés en dB et en μPa .

Figure 6-1 : Niveaux de référence du bruit illustrés d'exemples

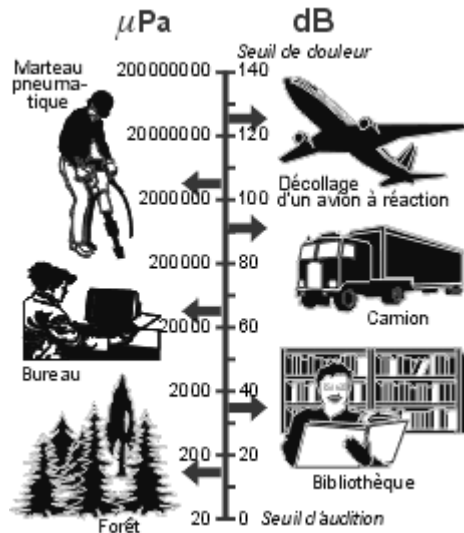


Tableau 6-1 : Niveaux de référence de bruits coutumiers

| SENSATION AUDITIVE | NIVEAU SONORE dB(A) | BRUITS COUTUMIERS |
|--------------------------------|---------------------|---|
| Seuil d'audition | 0 | Silence |
| A peine audible | 10 – 15 | Forêt calme |
| Calme | 30 – 50 | Appartement dans un quartier calme Restaurant tranquille |
| Bruits courants | 50 – 60 | Conversation normale Musique de chambre |
| Bruyant mais supportable | 60 – 75 | Bureau avec dactylo |
| | | Restaurant bruyant |
| Bruits pénibles | 80 – 85 | Trafic urbain important Concert de musique |
| Très difficilement supportable | 100 – 110 | Marteau pneumatique |
| Seuil de douleur | 120 – 130 | Banc d'essai de moteurs |
| | 120 – 140 | Avion à réaction |

6.1.2.3. Niveau de puissance acoustique

Le niveau de **puissance acoustique** (L_w , aussi appelé **puissance sonore**) est le niveau de puissance d'une source sonore transmise sous forme de bruit au milieu environnant. Contrairement à la pression acoustique, le niveau de puissance acoustique concerne le lieu où le bruit est émis (source d'émission) et non le lieu où il est entendu (immission).

La confusion entre ces deux grandeurs est cependant fréquente, car elles s'expriment toutes deux en décibels (dB).

La puissance acoustique est la quantité d'énergie acoustique émise par unité de temps au niveau de la source (en joules par seconde, c'est-à-dire en watt). Le niveau de puissance acoustique est le rapport entre la puissance du son émis par la source et une pression de référence (qui est de 10^{-12} watt). Mathématiquement, la puissance sonore se calcule comme suit :

$$L_w = \log(N/N_0) \quad \text{est le niveau de puissance acoustique (en [dB])}$$

$$N_0 = 10^{-12} \text{ W} \quad \text{est la puissance de référence (en [W])}$$

$$N \quad \text{est la puissance de la source (en [W])}$$

6.1.2.4. Fréquence

Une autre notion importante qui caractérise le son est sa fréquence, celle-ci est exprimée en Hz (Hertz : unité de fréquence qui équivaut à 1 oscillation par seconde). La fréquence est liée à la vitesse à laquelle vibrent les particules du milieu dans lequel l'onde se propage. Un grand nombre de vibrations par seconde produit un son de haute fréquence ou son aigu, tandis qu'un faible nombre de vibrations par seconde produit un son de basse fréquence ou son grave.

L'oreille humaine peut percevoir des sons qui s'étendent approximativement de 20 Hz à 20.000 Hz (= 20 kHz).

6.1.2.5. Pondération

La sensibilité de l'oreille humaine (sensation physiologique) n'est pas identique à toutes les fréquences, même si la pression acoustique est constante. À titre d'exemple, un son de basse fréquence est plus facile à supporter qu'un son de haute fréquence, et ce pour une même pression acoustique.

Cela signifie que la pression acoustique des sons de basse fréquence doit être plus élevée pour produire un même effet (sensation) sur l'oreille humaine. Par exemple : un son pur de 63 Hz dont le niveau acoustique vaut 56,2 dB semble aussi fort qu'un son de 1.000 Hz dont le niveau acoustique vaut 30 dB. Ces différences peuvent être exprimées sous la forme d'une courbe appelée courbe de pondération.

La pondération A est la plus fréquemment utilisée pour refléter la sensibilité de l'oreille humaine. L'unité utilisée pour exprimer le niveau de pression acoustique pondéré de cette manière est le décibel acoustique, noté dB(A). Il existe également une pondération C qui permet de donner une évaluation des sons de basse fréquence uniquement (en dB(C)).

Les normes de bruit utilisées en Région Wallonne, de même que les normes hollandaises qui sont plus spécifiquement utilisées pour les projets éoliens, s'expriment en dB(A).

6.1.2.6. Additionner deux niveaux sonores

La progression des niveaux sonores se fait de façon logarithmique puisque le niveau 0 dB (seuil d'audibilité) correspond à une pression de $2 \cdot 10^{-5}$ Pa et que le seuil 120 dB (seuil de la douleur) correspond à une pression de 20 Pa, soit un rapport de un à un million.

Puisque la perception de l'oreille est établie sur base d'un calcul logarithmique (échelle de mesure non linéaire), l'addition de deux valeurs en dB (décibel) n'est pas égale à la somme arithmétique : 50 dB + 50 dB ne donnent pas 100 dB, mais seulement 53 dB (augmentation de 3 dB).

Quand on additionne deux niveaux sonores assez différents l'un de l'autre, il arrive fréquemment que le niveau sonore résultant ne soit pas significativement différent du bruit le plus fort des deux composantes additionnées. Si on additionne par exemple le bruit d'une conversation normale (55 dB) avec le passage d'un camion à proximité (85 dB), on se rend compte que la résultante diffère à peine du bruit du camion seul (85,004 dB). En pratique, dans ces conditions, on ne distinguera plus la conversation au moment du passage du camion. En général, on admet que si la différence entre les niveaux sonores additionnés est supérieure à 10 dB, l'oreille humaine n'est pas capable de discerner la source la plus faible.

6.1.3. Choix des indicateurs

En pratique, il est très rare qu'un signal sonore se produise à fréquence et amplitude constantes au cours du temps. Cependant, il est nécessaire de quantifier de tels signaux afin de permettre leur comparaison.

Pour bien caractériser un environnement sonore, il faut faire appel à plusieurs indicateurs, dont la combinaison permet d'appréhender à la fois les bruits stables et les bruits

occasionnels. Nous présentons ci-dessous les indicateurs utilisés dans le cadre de cette étude.

On peut calculer d'une part le **niveau équivalent "Leq"**, qui correspond au niveau sonore constant qui serait nécessaire pour développer la même énergie acoustique que le total de tous les bruits (de fréquences et amplitudes variables) mesurés pendant une période donnée. Si on travaille en décibels pondérés A, le niveau équivalent se note **LAeq**. On peut également préciser la période de mesure dans l'abréviation utilisée : si on parle du bruit équivalent pondéré calculé sur une période d'une heure, cela se note : **LAeq,1h**.

Un même niveau sonore équivalent peut correspondre à des situations différentes, par exemple un bruit généralement faible, avec occasionnellement un bruit fort mais de courte durée, pourrait avoir le même LAeq qu'un bruit modéré persistant. Pour être en mesure d'analyser en détail la situation, il est donc utile d'avoir recours à des indicateurs statistiques. De tels indices peuvent être définis pour des durées diverses (quelques minutes, quelques heures, quelques jours).

Outre le maximum (**LAm_{ax}**) et le minimum (**LAm_{in}**), on utilise également les **indices fractiles (Lai)** qui correspondent au niveau de pression acoustique atteint ou dépassé pendant i% de la période de mesure. Ainsi par exemple :

- Le **LA5** représente assez bien les niveaux les plus importants rencontrés (appelés aussi **niveaux de crête**), et les sources de bruit occasionnelles. Il s'agit d'un niveau sonore qui n'est dépassé que pendant 5% du temps de mesure.
- Le **LA95** donne une bonne estimation du **bruit stable** pendant la période de mesure. Il s'agit d'un niveau sonore qui est dépassé pendant 95% du temps de mesure.

6.1.4. Normes applicables

6.1.4.1. Conditions générales en Région Wallonne

Les conditions générales définies pour les établissements visés par le permis d'environnement comprennent des normes en matière de bruit. Les principes de cette législation sont exposés en annexe 6-1. Ces normes s'appliquent au bruit spécifiquement attribuable à un nouvel établissement soumis à un permis d'environnement (bruit particulier). Ce sont des normes à l'immission, ce qui signifie qu'elles s'appliquent là où le bruit est entendu et non à l'endroit où il est émis. Les conditions de mesure du bruit pour lesquelles ces normes doivent être respectées sont limitées à des vitesses de vents inférieures à 5 m/s. Les normes doivent être respectées pendant tout intervalle de mesure d'une heure. Les normes des conditions générales sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 6-2 : valeurs limites applicables aux établissements classés (nouveaux établissements), d'après les conditions générales en Région wallonne

| Zone d'immission dans laquelle les mesures sont effectuées | | Valeurs limites (dBA) | | |
|--|---|-----------------------|--------------------------------|----------------|
| | | Jour 7h-19h | Transition 6h-7h 19h-22h | Nuit 22h-6h |
| I | Toutes zones, lorsque le point de mesure est situé à moins de 500 m de la zone d'extraction, d'activité économique industrielle ou d'activité économique spécifique, ou, à moins de 200 m de la zone d'activité économique mixte, dans laquelle est situé l'établissement | 55 | 50 | 45 |
| II | Zones d'habitat et d'habitat à caractère rural, sauf I | 50 | 45 | 40 |
| III | Zones agricoles, forestières, d'espaces verts, naturelles, de parcs, sauf I | 50 | 45 | 40 |
| IV | Zones de loisirs, de services publics et d'équipements communautaires | 55 | 50 | 45 |

Des normes sont toujours d'application pour les points d'immission situés en zone d'habitat ou en zone d'habitat à caractère rural. Des normes peuvent être d'application à l'intérieur d'autres zones du plan de secteur (zones agricoles, forestières, d'espaces verts, naturelles, de parc), seulement aux endroits où cela est spécifiquement prévu dans les conditions du permis d'environnement ou du permis unique. En pratique, cela sera très généralement le cas aux endroits où il y a des habitations existantes au moment de l'octroi du permis. Dans les conditions générales, aucune norme n'est prévue à l'intérieur des zones d'activité économique.

6.1.4.2. Cadre de référence

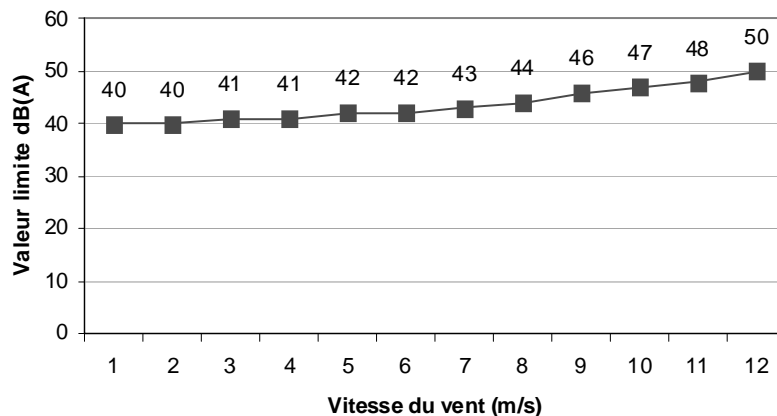
Le « cadre de référence pour l'implantation d'éoliennes en Région wallonne » précise que la législation générale en matière de bruit est difficilement applicable dans le cas des éoliennes et donc que des normes spécifiques devraient être développées. En effet, celle-ci n'est applicable que pour des vitesses de vents inférieures ou égales à 5 m/s alors que les éoliennes produisent peu de bruit à ces vitesses.

Il est par ailleurs admis que, pour des vitesses de vent supérieures à 8 m/s, le bruit du vent masque le bruit des éoliennes, et donc que les émissions acoustiques des éoliennes ne représentent alors plus un problème pour le voisinage. C'est donc pour des vitesses de vent comprises entre 5 m/s et 8 m/s que la situation est difficile à juger en raison de l'impossibilité d'appliquer les normes wallonnes.

Le cadre de référence recommande donc l'utilisation de normes hollandaises à l'immission car celles-ci peuvent être ajustées à la vitesse du vent (voir figure ci-dessous)¹. Ceci permet de prendre en compte le fait que le bruit de fond augmente en fonction de la vitesse du vent. Ces normes concernent uniquement les lieux habités. La hauteur à prendre en considération pour la vitesse de vent est de 10 mètres au-dessus du niveau du sol.

¹ Wind-Norm-Curve 40 (Besluit voorzieningen en installaties milieubeheer van 1 december 2001; Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, Jaargang 2001, 487, bijlage 3).

Figure 6-2 : Valeur limite du niveau de bruit particulier en fonction de la vitesse du vent à 10 m de hauteur (normes hollandaises)



6.1.4.3. Choix des normes à appliquer pour le parc éolien de Walcourt / Thuin

Si on se réfère au plan de secteur, les habitations les plus proches sont situées en zone d'habitat à caractère rural (catégorie II au tableau 6-2), en zone agricole (catégorie III) et en zone verte (catégorie IV). Une zone industrielle est également présente à proximité du parc éolien (catégorie I) mais ne comporte pas d'habitations.

Les normes suivantes seront donc appliquées aux points d'immission situés en zones d'habitat et en zones d'habitat à caractère rural, ainsi que pour les lieux habités situés en zone agricole :

- pour des vitesses de vent de 5m/s maximum : norme wallonne (conditions générales) applicable de nuit : 40 dB(A) ;
- pour des vitesses de vent entre 5 m/s et 8 m/s : normes hollandaises ajustées à la vitesse du vent (rappelons qu'au delà de 8m/s, on peut considérer que le bruit du vent couvre le bruit des éoliennes).

Pour les zones forestières, d'espaces verts et naturelles, des normes identiques à celles présentées ci-dessus peuvent s'appliquer en pratique, à l'emplacement des habitations.

Pour les zones industrielles, une norme de 45 dB(A), pour des vitesses de vent de 5 m/s maximum est applicable de nuit à l'emplacement d'une habitation. Nous proposons dès lors d'assimiler la zone industrielle à une zone habitée pour faciliter la discussion et suivre un scénario worst case.

6.2. EVALUATION DU CLIMAT ACOUSTIQUE ACTUEL

6.2.1. Introduction

Le climat acoustique actuel régnant sur le site du parc éolien de Walcourt / Thuin a été déterminé sur base de mesures acoustiques de deux types réalisées en différents points :

- Deux campagnes de mesures de longue durée ont été réalisées grâce à deux mâts de mesures placés au niveau des habitations les plus proches des zones concernées par le parc éolien. Les mâts étaient équipés d'une station météorologique.
- Une campagne de mesures de courte durée a également été effectuée de jour, par vent faible (vitesse < 5 m/s).

Des mesures de longue durée consistent à placer un sonomètre en un point fixe pendant plusieurs jours. Une station météorologique est également placée, de manière à vérifier à tout moment les conditions de mesure (vent et pluie). Les mesures de longue durée permettent de caractériser l'ambiance sonore en distinguant différentes périodes (jour / nuit et semaine / week-end).

Des mesures ambulantes consistent à se déplacer d'un endroit à l'autre de manière à réaliser des mesures de quelques minutes en différents points (5 à 10 minutes).

Les résultats des mesures ont été soumis à une analyse statistique afin de déterminer les valeurs des indicateurs L_{Aeq} , L_{A95} , L_{Amin} , L_{Amax} et les autres valeurs intermédiaires (L_{A1} , L_{A5} , L_{A10} , L_{A50} et L_{A99}).

6.2.2. Conditions de travail

6.2.2.1. Périodes de mesure

Les mesures de longue durée ont été réalisées pour le mât fixe MF1 du 7 au 17 décembre 2009 et pour le mât fixe MF2 du 2 au 10 mars 2010. Les mesures ambulantes ont été réalisées durant la journée du 7 décembre 2009 par vent modéré.

6.2.2.2. Matériel utilisé

Les mesures du niveau de bruit sur site ainsi que l'enregistrement des vitesses et directions du vent ont été réalisées à l'aide des appareils de mesure suivants :

- o des mâts d'une hauteur de 5m (les mesures de bruit étant effectuées à 5 m de hauteur et les mesures météorologique à 3 m) ;
- o une chaîne de mesure Larson Davis 820 pour les mâts fixes et Larson Davis 824 pour les mesures ambulantes ;
- o des calibreurs (marque Brüel & Kjær, type 4231 et marque Larson Davis, type CA250);
- o un "datalogger" de marque Davis.

Les résultats obtenus sous forme de fichiers binaires, ont été traduits à l'aide d'un logiciel adapté, transférés vers un ordinateur et ensuite analysés à l'aide d'un tableur numérique.

Une photo du mât acoustique (équipé d'une station météorologique) qui a été utilisé lors de cette campagne de mesures, est présentée ci-dessous.

Figure 6-3 : Photo d'un mât acoustique avec station météo



6.2.2.3. Localisation des points de mesures

Le Tableau 6-3 et la Figure 6-4 fournissent la position des points de mesure autour du projet étudié. Au total, 10 points ont été choisis : 8 pour des mesures de courte durée (5 à 10 minutes par point) et 2 de longue durée (1 semaine² par point).

Tableau 6-3 : Localisation des points de mesures de bruit

| Point | Localisation | Distance par rapport aux éoliennes en projet (m) | Position au plan de secteur |
|--------------|--|---|------------------------------------|
| MA1 | Ferme de Viscourt, Walcourt | 580 | Zone agricole |
| MA2 | Ferme du Pavillon, Thuin | 1150 | Zone agricole |
| MA3 | Battegnée, Thuillies | 890 | Zone d'habitat à caractère rural |
| MA4 | rue de la Sucrierie, Donstiennes | 1200 | Zone espaces verts |
| MA5 | rue de la Station, Strée | 1080 | Zone d'habitat à caractère rural |
| MA6 | Rue d'Ossogne, Clermont | 590 | Zone d'habitat à caractère rural |
| MA7 | rue des Givry, Clermont | 1120 | Zone d'habitat à caractère rural |
| MA8 | Rue de Tuillies, Mertenne | 2200 | Zone d'habitat à caractère rural |
| MF1 | Lieu-dit « Le Paradis », Ossogne n° 11 | 515 | Zone d'habitat à caractère rural |
| MF2 | Lieu-dit « Le Bout Troué » | 730 | Zone agricole |

Figure 6-4 : Localisation des points de mesures de bruit

6.2.2.4. Météorologie

6.2.2.4.1. Introduction

Les mesures de bruit dépendent fortement des conditions météorologiques. En effet, le bruit de fond est influencé par la vitesse du vent. De plus, la vitesse et la direction du vent influencent l'émission du bruit particulier (bruit provenant des éoliennes) de manière déterminante. S'il y a des précipitations, le bruit des gouttes d'eau qui tombent sur le sol et sur la végétation peut également influencer les mesures.

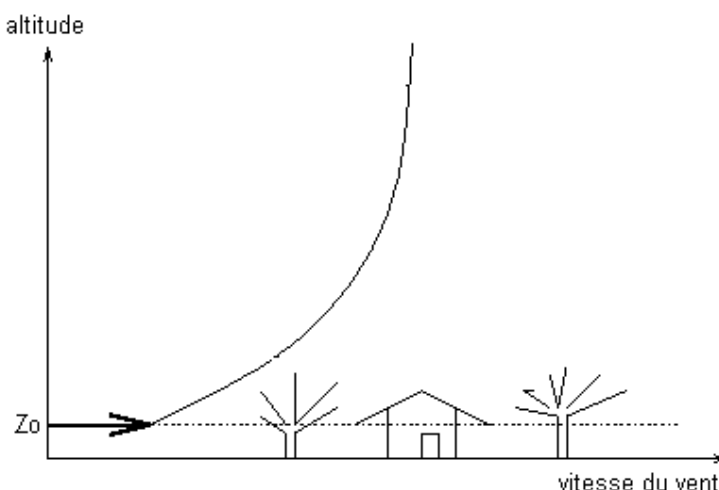
Selon les conditions générales vues précédemment, les mesures à l'immission ne peuvent être réalisées en cas de précipitations ou lorsque la vitesse du vent dépasse 5 m/s. Pour cette raison, les conditions météorologiques ont été enregistrées pendant toute la durée des mesures acoustiques. Les paramètres météorologiques mesurés sont :

- la vitesse et la direction du vent ;
- la température ;
- les précipitations.

La vitesse du vent est un paramètre météorologique délicat à appréhender car elle est fortement influencée par la hauteur à laquelle on se réfère, et par la « rugosité »³ du sol. La hauteur de référence la plus généralement utilisée est 10 m. Les données d'émissions sonores des éoliennes sont fournies en fonction de la vitesse de vent à cette hauteur. De même, les normes de bruit à appliquer doivent prendre en considération la vitesse de vent à cette hauteur, selon la législation hollandaise à laquelle le cadre de référence renvoie.

Le profil vertical théorique de la vitesse du vent suit une fonction de type logarithmique qui est représentée ci-dessous.

Figure 6-5 : Profil vertical théorique de la vitesse du vent



³ La longueur de rugosité du sol z_0 (exprimée en mètres) est un paramètre qui dépend de la hauteur et de la densité des obstacles présents à la surface du sol (végétation, relief, constructions) et qui limitent la vitesse du vent dans les basses couches de l'atmosphère.

La longueur de rugosité z_0 dépend de la couverture du sol et correspond à la hauteur à laquelle la vitesse du vent est théoriquement nulle. Plus les obstacles sont nombreux et hauts, plus la longueur de rugosité augmente, et plus le vent observé à basse altitude peut différer du vent à plus haute altitude. Une table présentant des longueurs de rugosité typiques en fonction du type de paysage est présentée en annexe 6-4. Dans le cas présent, le parc éolien est en paysage agricole ouvert entouré de bois avec localement des haies et des constructions. La longueur de rugosité peut donc y être estimée à environ 0,1 m.

6.2.2.4.2. Conditions météorologiques lors des mesures

Dans le cadre des mesures de longue durée, seules les mesures de bruit effectuées en conditions météorologiques conformes à la législation en vigueur⁴ ont été utilisées pour caractériser le bruit ambiant en situation initiale (périodes sèches et pendant lesquelles la vitesse du vent était inférieure à 5 m/s). Le vent a été mesuré au niveau de la station météo munie d'un anémomètre installé à 3 m de hauteur. C'est la vitesse de vent au niveau du mât de mesure qui détermine si les conditions de mesure sont remplies.

Au vu de la saison et de la forte probabilité d'avoir des conditions défavorables pour la prise de mesures (précipitations et vent d'une vitesse supérieure à 5 m/s), MF1 a été placé plus d'une semaine afin d'obtenir un nombre suffisant de valeurs exploitables. Pendant cette campagne de mesure, le vent venait principalement de secteur est-nord-est ainsi que des secteurs nord, sud, ouest-sud-ouest et nord-ouest (vent de direction variable). La vitesse du vent était durant 91,9% du temps en dessous de 5 m/s. Les graphiques de l'évolution des précipitations aux différents jours de mesures montrent qu'il y a eu quelques précipitations durant les premiers jours de mesures.

Pendant la campagne de mesure au MF2, le vent venait principalement du nord-est. La vitesse du vent était durant 99,4% du temps en dessous de 5 m/s. Les graphiques de l'évolution de la précipitation aux différents jours de mesures montrent que quelques précipitations ont été enregistrées le samedi 06/03/2010.

Les conditions météorologiques durant la campagne de mesures sont présentées en annexe 6-2 et 6-3 pour respectivement MF1 et MF2. .

En ce qui concerne les mesures de courte durée, les conditions météorologiques étaient moyennes durant toute la durée des mesures (vitesse de vent inférieure à 5 m/s, ciel couvert et pas de précipitations).

6.2.3. Résultats des campagnes de mesures de bruit

6.2.3.1. Résultats des mesures en continu

Les résultats complets des mesures de longue durée (deux mâts placés chez des riverains pendant une semaine complète) sont repris en annexes 6-2 (MF1) et 6-3 (MF2). Dans ces annexes, le premier tableau reprend les résultats moyens par période. Ensuite, les annexes

⁴ Arrêté du Gouvernement wallon du 04/07/2003 fixant les conditions générales d'exploitation des établissements visés par le décret du 11/03/1999 relatif au permis d'environnement.

présentent sous forme graphique les valeurs L_{A95} (niveau de bruit dépassé pendant 95 % du temps) et L_{Aeq} (niveau de bruit équivalent) pour l'ensemble des mesures. Pour terminer, un aperçu des conditions météorologiques de la période de mesure est fourni.

Les tableaux 6-4 et 6-5 présentés ci-dessous donnent les indicateurs statistiques les plus pertinents calculés sur base des mesures du bruit ambiant sur une période de référence d'une heure. Nous distinguons la semaine et le weekend, ainsi que différentes périodes de la journée : jour, nuit et transition. La période de « transition », qui sépare la période « jour » de la période « nuit » est définie le matin de 6 à 7 h et le soir de 19 à 22 h.

Tableau 6-4 : Résultats des mesures de bruit de longue durée en MF1 (vent < 5 m/s)

| Période de mesure | | L_{Aeq} (dB(A)) | L_{Amax} (dB(A)) | L_{A5} (dB(A)) | L_{A95} (dB(A)) | L_{Amin} (dB(A)) |
|-------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| semaine | Transition | 36 | 53 | 40 | 29 | 27 |
| | Jour | 44 | 64 | 49 | 34 | 31 |
| | Transition | 39 | 57 | 43 | 31 | 29 |
| | Nuit | 38 | 57 | 42 | 31 | 28 |
| weekend | Jour et Transition | 34 | 55 | 38 | 29 | 28 |
| | Nuit | 35 | 55 | 39 | 30 | 28 |

Tableau 6-5 : Résultats de mesure de bruit de longue durée en MF2 (vent < 5 m/s)

| Période de mesure | | L_{Aeq} (dB(A)) | L_{Amax} (dB(A)) | L_{A5} (dB(A)) | L_{A95} (dB(A)) | L_{Amin} (dB(A)) |
|-------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| semaine | Transition | 46 | 69 | 53 | 31 | 27 |
| | Jour | 50 | 73 | 56 | 36 | 31 |
| | Transition | 43 | 66 | 47 | 29 | 26 |
| | Nuit | 38 | 60 | 43 | 27 | 24 |
| weekend | Jour et transition | 52 | 77 | 57 | 36 | 31 |
| | Nuit | 46 | 68 | 51 | 32 | 28 |

Les résultats sont répartis en fonction des heures de la journée (jour, transition, nuit). On peut faire les observations suivantes :

- Le climat acoustique est relativement constant durant la période de mesure pour MF1. En effet, les valeurs du paramètre L_{A95} ne varient pas beaucoup entre la période de jour et de transition. Le niveau sonore le plus bas est observé en période de nuit et reste constant durant la semaine ou le week-end. Les résultats mesurés en MF2 révèlent plus de variation entre les périodes de la journée.
- En général, en journée ou de nuit, on peut caractériser les environs immédiats des mesures fixes d'environnement sonore calme.
- Pour les deux mats fixes, on observe une émergence de bruits discontinus durant la période de mesure. Ceci s'observe par la différence (environ 10 dB(A)) entre les paramètres statistiques L_{Aeq} et L_{A95} .
- L'ambiance sonore moyenne est moins bruyante en MF2 qu'en MF1. Ceci s'explique par la présence de bruits émergents plus fréquents et plus intenses en MF2 (Les L_{Amin} et L_{A95} sont quasi similaires alors que les L_{A95} et L_{Amax} sont plus importants pour MF2 que pour MF1).

6.2.3.2. Résultats des mesures ambulantes

Le tableau ci-dessous présente différentes valeurs statistiques établies sur base des mesures de bruit de courte durée. Pour chacun des points de mesures, les L_{Aeq} , L_{Amax} , L_{Amin} , L_{A1} , L_{A5} , L_{A10} , L_{A50} , L_{A95} , L_{A99} ont été calculés.

Comme signalé ci-dessus, on estime que la vitesse de vent à 10 mètres de hauteur était inférieure à 3,5 m/s.

Tableau 6-6 : Résultats des mesures de bruit ambulantes de jour par vent faible (dB(A))

| n° point | MA1 | MA2 | MA3 | MA4 | MA5 | MA6 | MA7 | MA8 |
|-------------|-------------------|-------------------|----------------------|----------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|
| lieu | Ferme de Viscourt | Ferme du Pavillon | Battegnée, Thuillies | Rue de la Sucrierie, Donstiennes | Rue de la Station, Strée | Rue d'Ossogne, Clermont | Rue des Givry, Clermont | Rue de Thuillies, Mertenne |
| Heure début | 10h50 | 11h15 | 12h55 | 12h35 | 12h15 | 11h55 | 11h55 | 10h30 |
| L_{Aeq} | 40,7 | 36,6 | 46,5 | 50 | 55,6 | 46,4 | 49,3 | 44,1 |
| L_{A1} | 49,6 | 45,2 | 53 | 62,2 | 65,6 | 58 | 54,2 | 51,7 |
| L_{A5} | 45 | 41,5 | 49,7 | 51,9 | 62,7 | 49 | 47,6 | 47,5 |
| L_{A10} | 43,4 | 39,6 | 48,6 | 48,1 | 60,4 | 46,1 | 45 | 46,1 |
| L_{A50} | 38,6 | 34,2 | 45,2 | 38,2 | 47,6 | 39,4 | 37,9 | 42,4 |
| L_{A95} | 34,9 | 31,1 | 43,6 | 33,6 | 41,4 | 34,2 | 33,9 | 38,5 |
| L_{A99} | 33,7 | 30,5 | 43,1 | 32,5 | 39,7 | 33,1 | 33,1 | 37 |

Comme on l'a vu, le L_{Aeq} est un paramètre représentatif du bruit moyen enregistré durant l'ensemble de chaque période de mesure alors que le L_{A5} et le L_{A95} reflètent respectivement le bruit émergent occasionnel et le bruit de fond continu.

Une différence significative entre les paramètres statistiques L_{Aeq} et L_{A95} pour pratiquement tous les points indique l'émergence, durant la période de mesures, de nombreuses sources de bruit discontinues. Il s'agissait principalement de passage de voitures ou de véhicules agricoles ainsi que du bruit de bétail.

Des observations ont été relevées durant ces mesures de courte durée. Elles sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6-7: Observations réalisées lors de la campagne de mesures ambulantes

| Points | Observations |
|--------|---|
| AM3 | Chants d'oiseaux, bêlements de moutons |
| AM4 | Passage de 4 voitures durant la mesure |
| AM5 | Route à une vingtaine de mètres. Passage d'une quinzaine de voitures durant la mesure |
| AM6 | Passage d'une voiture |
| AM8 | Chants d'oiseaux et bêlements de moutons |

6.3. INCIDENCES DU PROJET SUR LE NIVEAU ACOUSTIQUE LOCAL

6.3.1. Incidences de la phase de chantier

6.3.1.1. Inventaire des sources

Lors de la construction des éoliennes, une série de sources bruyantes seront présentes sur le site; il s'agit notamment :

- des engins permettant la réalisation des sondages;
- des pelleteuses pour excavations, bétonnières et camions pour la mise en œuvre des fondations;
- des convois exceptionnels pour le transport des éoliennes;
- d'une grue de très grand gabarit permettant l'installation et l'assemblage des mâts et des rotors.

La puissance acoustique de ce type d'engin peut varier entre 100 et 115 dB(A) par source selon la puissance mécanique des moteurs.

Il n'est pas prévu que le chantier fonctionne en dehors des périodes diurnes, les jours ouvrables uniquement. Certains transports devront probablement être organisés en dehors de ces périodes.

6.3.1.2. Emissions sonores du charroi

La gêne la plus répandue dans le temps sera celle causée par le transport de type journalier. Le tableau ci-dessous montre les niveaux de bruit qui seront produits à différentes distances de la voirie en fonction de la vitesse des véhicules sur terrain plat.

Tableau 6-8 : Niveaux de bruit équivalent (dB(A)) à côté d'une voirie lors de 10 passages de camions par heure, en fonction de leur vitesse

| Vitesse | Distance | | | | | | | | | |
|---------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 5m | 10m | 15m | 20m | 25m | 50m | 75m | 100m | 150m | 200m |
| 30 km/h | 65,5 | 62,1 | 60,1 | 58,5 | 57,1 | 53,0 | 51,2 | 49,9 | 48,0 | 46,5 |
| 40 km/h | 64,4 | 61,0 | 59,0 | 57,4 | 56,0 | 51,9 | 50,0 | 48,8 | 46,9 | 45,3 |
| 50 km/h | 63,6 | 60,3 | 58,3 | 56,7 | 55,3 | 51,2 | 49,3 | 48,1 | 46,1 | 44,6 |

Le tableau ci-dessus se lit comme suit : à 25 m d'une voirie sur laquelle circulent 10 camions par heure à une vitesse de 40 km/h, le niveau de bruit équivalent sera proche de 56 dB(A).

De façon plus générale, l'iso-contour de 50 dB(A) se situera à une distance d'environ 100 m par rapport à la voirie, celui de 55 dB(A) à environ 60 m et en-deçà de 20 m, le niveau dépassera presque toujours la valeur de 60 dB(A). Il est à noter que les niveaux de crête (LA5) lors des passages individuels seront nettement plus élevés et peuvent facilement atteindre voir dépasser la valeur de 80 dB(A) et ceci à des distances de moins de 20 m.

Les valeurs du tableau précédent peuvent être utilisées pour le calcul des niveaux de bruit pour d'autres intensités du trafic; il suffit d'ajouter un facteur de correction en fonction de l'intensité réelle du trafic, facteur qui vaut $10 \log (q/10)$; q étant l'intensité réelle. Pour 3 camions par heure, les niveaux sont à réduire d'un facteur de $-5,2 \text{ dB(A)}$ ($= 10 \log (3/10)$); pour une intensité de trafic plus importante, par exemple de 25 camions par heure, ce facteur monte à $+ 4 \text{ dB(A)}$.

La puissance acoustique des convois exceptionnels est nettement plus élevée que celle des camions standards et ceci de l'ordre de 5 à 10 fois. Dans ce cas, il faut donc considérer un convoi exceptionnel comme étant équivalent aux passages momentanés de 5 à 10 camions.

Dans le cas présent, les véhicules de transport et de chantier accéderont au site des éoliennes via les villages de Thuillies ou de Donstiennes (voir chapitre 8 pour tracé précis). Le passage du charroi de chantier pourrait être temporairement gênant pour les habitants de ces villages. Ces perturbations seront limitées à la période de chantier (8 mois environ, selon le calendrier de chantier et les intempéries éventuelles). Les travaux proprement dits seront limités aux jours de semaine, uniquement en journée. Cependant, certains transports auront lieu la nuit ou le weekend. En particulier, certains convois exceptionnels doivent obligatoirement circuler de nuit et accéder au site à l'aube.

6.3.1.3. Sources ponctuelles

Les engins de chantier sont à considérer comme des sources qui sont liées à un endroit bien précis, comme la zone de fondation et/ou de nivellement. Dès que la distance entre la source et le point récepteur dépasse les dimensions de la source d'un facteur 2 ou de la zone de construction, toutes les sources liées à cette zone peuvent être imaginées comme étant concentrées en une seule source (avec une puissance acoustique égale à la somme des puissances des sources individuelles), source qui engendrera une propagation hémisphérique du bruit.

Les puissances des différentes sources varient entre 100 et 115 dB(A) selon la puissance mécanique des moteurs. Le tableau ci-dessous donne le rayon du cercle dans lequel – en fonction de la puissance de la source – certains niveaux de bruit équivalent seront dépassés. Prenons un exemple : la zone dans laquelle le niveau de bruit dépassera la valeur de 50 dB(A) pour une source d'une puissance acoustique de 105 dB(A) est un cercle dont le rayon est de l'ordre de 200 m. Plus la puissance augmente, plus le cercle s'agrandit; pour une puissance de 115 dB(A) la valeur du niveau équivalent s'étendra sur un rayon de plus de 500 m pour la même valeur de 50 dB(A).

Tableau 6-9 : Niveaux de bruit équivalent en fonction de la distance à une source selon sa puissance acoustique

| Puissance acoustique Lw en dB(A) | 100 dB(A) | 105 dB(A) | 110 dB(A) | 115 dB(A) |
|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| distance en m | | | | |
| 50 m | 57,8 | 62,8 | 67,8 | 72,8 |
| 100 m | 51,6 | 56,6 | 61,6 | 66,6 |
| 150 m | 47,9 | 52,9 | 57,9 | 62,9 |
| 200 m | 45,2 | 50,2 | 55,2 | 60,2 |
| 250 m | 43,1 | 48,1 | 53,1 | 58,1 |
| 300 m | 41,3 | 46,3 | 51,3 | 56,3 |
| 350 m | 39,7 | 44,7 | 49,7 | 54,7 |
| 400 m | 38,4 | 43,4 | 48,4 | 53,4 |
| 450 m | 37,2 | 42,2 | 47,2 | 52,2 |
| 500 m | 36,0 | 41,0 | 46,0 | 51,0 |

Il n'y a pas de norme de bruit applicable à la phase de chantier. Vu les distances entre les sites d'implantation des éoliennes et les maisons les plus proches (au minimum 400 mètres), la contribution spécifique du chantier proprement dit ne devrait pas dépasser les 50 dB(A), moyennant la limitation de la puissance acoustique des engins à 110 dB(A).

Néanmoins, lors de la construction, le bruit de fond observé auprès des zones habitées les plus proches pourra être influencé. Cette période critique coïncidera avec les travaux de fondations. Elle sera limitée dans le temps. Il faudra environ 4 mois pour réaliser les fondations des 8 éoliennes et le réseau de connexion entre les éoliennes. Au cours de cette période, les différentes zones du projet seront successivement concernées par les travaux de terrassement. Le montage des éoliennes implique la présence de grues puissantes et donc bruyantes mais il sera limité à une semaine par éolienne.

6.3.2. Incidences en phase d'exploitation

6.3.2.1. Introduction

Ce paragraphe a pour objectif d'évaluer l'impact de l'exploitation du parc éolien sur le niveau acoustique ambiant. Il comprend :

- les données de puissance acoustique des éoliennes (données constructeur) ;
- une description de la modélisation construite sur base de ces informations ;
- l'estimation (en fonction de la vitesse du vent) du bruit particulier des éoliennes sur base de la modélisation ;
- l'estimation du climat acoustique global (intégrant le bruit de fond et le bruit particulier) lorsque le parc sera en fonctionnement.

Le niveau sonore perçu en chaque point d'immission dépend non seulement de sa distance par rapport aux sources sonores et de la puissance de celles-ci, mais également de nombreux paramètres qui ont une influence sur la propagation du bruit : hauteur de la source, hauteur du point de réception, absorption par l'air, direction du vent, obstacles éventuels, relief et nature des surfaces (les surfaces dures réfléchissent plus le bruit que les surfaces nues ou couvertes de végétation, ce qui a une influence sur la propagation du bruit).

La réalité de terrain étant infiniment complexe, il a bien entendu fallu simplifier à certains égards la configuration du site pour permettre la modélisation. Ce faisant, nous avons été attentifs à toujours nous placer du côté de la sécurité, c'est-à-dire travailler avec des hypothèses qui impliquent l'obtention d'un résultat plus pessimiste que la réalité (approche dite « worst case »⁵).

6.3.2.2. Cadre de référence

Le cadre de référence pour l'implantation d'éoliennes en Région wallonne⁶ reprend une description des impacts potentiels des éoliennes en termes de bruit.

«Une éolienne émet deux types de bruits :

- Le **bruit mécanique**, créé par le mouvement ou le frottement des composants métalliques les uns contre les autres, peut se produire dans le multiplicateur, les arbres et la génératrice de l'éolienne. Suite aux programmes de recherche et de développement des fabricants d'éoliennes, ces bruits mécaniques ont été considérablement réduits pour atteindre aujourd'hui un niveau négligeable. À titre d'exemple, les multiplicateurs des éoliennes ne sont plus de simples multiplicateurs industriels standards, mais sont spécialement conçus pour assurer le fonctionnement silencieux des éoliennes.
- Le **bruit aérodynamique** : les pales du rotor génèrent un léger bruit, parfois audible à proximité de l'éolienne si le vent est assez faible. Il s'agit, dans ce cas, du bruit aérodynamique produit par l'éolienne lorsqu'elle « fend » le vent. Les améliorations techniques apportées aux pales des éoliennes de dernière génération, sur base de connaissances issues de l'aéronautique, ont permis de réduire ce bruit, notamment au niveau de la finition de la surface des pales sur laquelle le vent glisse, ou encore au niveau du bord de fuite. Par ailleurs, la réduction de la vitesse de rotation du rotor des éoliennes de la dernière génération a pour conséquence de limiter considérablement le bruit émis à ce niveau.

L'impact sonore des éoliennes est tributaire de différents facteurs, tels que l'intensité sonore des éoliennes, leur disposition et leur nombre. Leur assise (eau, terre), la distance par rapport aux bâtiments voisins et le niveau de bruit de fond jouent également un rôle significatif. En général, quand la vitesse du vent croît, le bruit de fond augmente plus que celui produit par les éoliennes.

À des vitesses de vent de 8 m/s ou plus, les bruits de fond masquent complètement le bruit de l'éolienne. En effet, une éolienne de 1,5 MW génère à 450 mètres un bruit particulier de 40 dB(A). Quant au vent qui la meut (8 à 10 m/s), il génère dans l'environnement un bruit de l'ordre de 50 à 60 dB(A). Or, lorsqu'une source de bruit émet une pression acoustique qui est inférieure de 10 dB(A) à une autre source de bruit, cette première source de bruit est masquée, et donc inaudible.

Avec une production sonore moyenne de 40 à 50 dB(A) à des distances de l'ordre de 350 à 450 mètres (dépendant de la puissance de l'éolienne), les éoliennes sont donc nettement

⁵ Worst case = le cas le plus défavorable

⁶ Approuvé par le Gouvernement wallon, le 18 juillet 2002, §6.2.1.

moins bruyantes que l'ambiance sonore d'un bureau, de l'intérieur d'une voiture en mouvement ou d'une hotte de cuisine particulièrement silencieuse. »

6.3.2.3. Niveau de puissance acoustique des éoliennes

Le choix du modèle d'éolienne n'est pas encore fixé par le demandeur. Plusieurs types de modèles compris dans une gamme de puissance allant de 2 à 3,3 MW maximum et de 150 m de hauteur maximum, sont envisagés. Le choix définitif dépendra des possibilités sur le marché au moment de la commande.

Le modèle pressenti pris en compte dans cette étude est Nordex 100, dont la puissance acoustique est la plus élevée, selon les données du constructeur. Nous disposons de données assez complètes pour ce modèle. Les données nécessaires au modèle sont les puissances acoustiques en fonction de la vitesse du vent à la hauteur du rotor ainsi que les puissances acoustiques pour les fréquences correspondantes au tiers d'octave. La documentation fournie par les constructeurs éoliens pour les trois modèles et prise en compte dans cette étude est reprise en annexe 6-5.

Les différentes puissances effectivement prises en compte dans la modélisation acoustique sont reprises au tableau ci-dessous en fonction de la vitesse de vent et pour diverses fréquences envisagées.

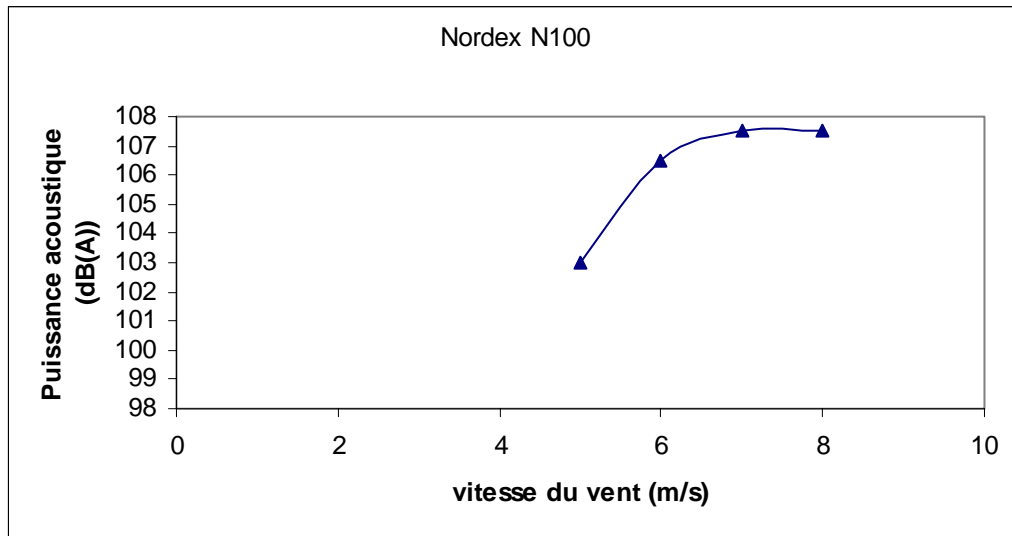
Tableau 6-10 : Puissances acoustiques utilisées dans le modèle en fonction de la vitesse du vent (m/s)

| Modèle/Type | vitesse de vent | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | 4k | 8k | LwA |
|-----------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Power/Hauteur | m/s à 10m | dB(A) | dB(A) | dB(A) | dB(A) | dB(A) | dB(A) | dB(A) | dB(A) | dB(A) | dB(A) |
| Nordex N100 2,5 MW 100 m | 5 | 73,6 | 83,6 | 93,9 | 97,6 | 97,9 | 94,9 | 92,5 | 84,5 | 75,8 | 102,2 |
| | 6 | 79,5 | 89,5 | 96,8 | 101,4 | 101,3 | 98,5 | 94,5 | 91,5 | 86,7 | 105,5 |
| | 7 | 80,6 | 90,6 | 96,6 | 102,5 | 102,4 | 99,6 | 95,6 | 92,6 | 87,8 | 106,1 |
| | 8 | 80,6 | 90,6 | 95,7 | 101,5 | 102,5 | 100,8 | 96,0 | 93,3 | 87,7 | 106,7 |

Sur base des données fournies par les constructeurs, nous disposons également d'une évaluation de l'évolution de la puissance acoustique globale du modèle envisagé selon la vitesse du vent. En effet, la puissance acoustique d'une éolienne augmente quand la vitesse du vent augmente. Cette évolution est représentée à la Figure 6-6.

Il est intéressant de rappeler que la vitesse de vent à partir de laquelle les éoliennes se mettent en mouvement est de 3 m/s. Pour les vitesses de vent comprises entre 3 m/s et 5 m/s, on se réfère aux normes de bruit reprises dans les conditions générales, qui sont valables pour une vitesse de vent de 5 m/s maximum. Pour les vitesses de vent plus élevées, on se réfère aux normes hollandaises. Pour les vitesses de vent supérieures à 8 m/s, on considère que le vent masque le bruit des machines.

Figure 6-6 : Puissance acoustique du modèle N100 en fonction de la vitesse du vent



6.3.2.4. Evaluation du bruit particulier du parc éolien

6.3.2.4.1. Méthodologie

Le calcul du bruit particulier (= contribution acoustique) du projet de parc éolien de Walcourt Thuin est effectué à l'aide d'un logiciel de calcul prévisionnel (IMMI version 2009).

Pour ce faire, la puissance acoustique des éoliennes présentes sur le site a été intégrée dans le modèle mathématique du logiciel. Nous avons considéré le cas maximaliste où toutes ces sources fonctionnent simultanément en continu. Le modèle calcule alors le niveau de bruit à l'immission engendré uniquement par les éoliennes (bruit particulier). Les niveaux calculés ne prennent donc pas en compte les autres sources extérieures non générées par le projet, ni les sources de bruit occasionnelles.

Le modèle prend en compte dans son calcul les phénomènes suivants :

- absorption par l'air (10°C et 70% humidité relative);
- l'influence de la météorologie (downwind propagation);
- l'influence du sol;
- l'influence du relief;
- l'effet de protection des obstacles.

Les calculs sont effectués selon la norme ISO 9613. L'évaluation du niveau de pression a été effectuée à une hauteur de 1,5 m par rapport au sol. Les réglages de la simulation informatique avec IMMI version 2009 se trouvent en annexe 6-6.

La direction du vent a un impact important sur la propagation des ondes sonores. Comme tout point d'immission est susceptible d'être, à un moment ou à un autre, sous le vent par rapport aux éoliennes, le modèle a calculé le niveau sonore en chaque point comme si le vent amenait directement dans sa direction le bruit de chacune des éoliennes. Il s'agit bien sûr là d'une hypothèse maximaliste, car en réalité, il n'est pas possible d'être sous le vent par

rapport à toutes les éoliennes à la fois. Travailler sur base de cette hypothèse permet cependant de pouvoir être sûr que le niveau de bruit particulier qui sera réellement perçu aux différents points ne peut pas être supérieur à ce que prévoit le modèle, quelle que soit la direction du vent (dans les limites de la précision du modèle, bien entendu).

La végétation peut avoir comme effet de limiter la propagation du bruit, mais d'une manière qui diffère fortement selon la saison. Un écran d'arbres qui limite la propagation du bruit en été, quand les arbres ont des feuilles, a très peu d'influence en hiver. C'est pourquoi, toujours dans une optique de modélisation du cas le plus défavorable, nous avons supposé l'absence de végétation lors de la réalisation du modèle de bruit. Par contre, la nature du sol autour des éoliennes (terres agricoles, zones arborées) a été prise en compte. La réflexion des ondes sonores sur ce type de surface est beaucoup plus limitée que sur les surfaces artificielles, ce qui a un impact sur la propagation du bruit.

Le bruit particulier du parc éolien a été calculé pour les vitesses de vent de 5, 6, 7, 8 m/s aux alentours du site. L'intervalle de confiance propre aux résultats des modélisations de bruit particulier est de 3,2 dB(A).

Ce choix est basé sur les recommandations reprises dans le cadre de référence pour l'implantation des éoliennes. Celui-ci nous signale que l'impact sonore des éoliennes est tributaire de différents facteurs tels que l'intensité sonore des éoliennes, leur disposition, etc. En général, quand la vitesse de vent augmente, le bruit de fond augmente plus que celui produit par les éoliennes, si bien que quand la vitesse du vent est supérieure à 8 m/s, on peut considérer que le bruit de fond masque complètement le bruit particulier de l'éolienne.

6.3.2.4.2. Localisation des points d'immission

Les points de mesure de bruit ayant été sélectionnés pour leur positionnement stratégique (proximité des zones d'habitat, fréquentation ...), il apparaît logique de les utiliser également comme point d'immission du modèle.

Rappelons que la localisation de ces points d'immission se trouve à la figure 6-4. Au total, 10 points d'immission avaient été choisis:

Tableau 6-11 : Localisation des points d'immission

| | X | Y |
|-----|--------|--------|
| MA1 | 148101 | 106526 |
| MA2 | 149181 | 106847 |
| MA3 | 147213 | 108756 |
| MA4 | 146084 | 108140 |
| MA5 | 145602 | 106501 |
| MA6 | 146303 | 105884 |
| MA7 | 147064 | 105314 |
| MA8 | 149604 | 105839 |
| MF1 | 148063 | 108519 |
| MF2 | 146361 | 107046 |

6.3.2.4.3. Cartes de bruit particulier

Nous présentons à la carte de bruit pour une vitesse de vent de 5 m/s pour le modèle N 100. La Figure 6-8 reprend la carte de bruit pour une vitesse de vent de 6 m/s, la Figure 6-9 pour une vitesse de bruit de 7 m/s et la Figure 6-10 pour une vitesse de vent de 8 m/s.

Figure 6-7: Bruit particulier du parc éolien pour une vitesse de vent de 5 m/s pour un modèle Nordex 100

Figure 6-8: Bruit particulier du parc éolien pour une vitesse de vent de 6 m/s pour un modèle Nordex 100

Figure 6-9: Bruit particulier du parc éolien pour une vitesse de vent de 7 m/s pour un modèle Nordex 100

Figure 6-10: Bruit particulier du parc éolien pour une vitesse de vent de 8 m/s pour un modèle Nordex 100

6.3.2.4.4. Comparaison avec les normes

Le Tableau 6-12 donne le bruit particulier calculé au niveau des 10 points d'immission lorsque les 8 éoliennes fonctionnent en même temps aux diverses vitesses de vent envisagées. Le niveau sonore est évalué à une hauteur de 1,5 m au-dessus du niveau du sol.

Les résultats obtenus sont comparés aux valeurs limites les plus sévères (période de nuit) définies par la législation (A.G.W. du 04/07/2002). Nous reprenons également les normes hollandaises, comme recommandé dans le cadre de référence pour l'implantation d'éoliennes en Région wallonne, en ce qui concerne les vitesses de vent supérieures à 5 m/s.

Tableau 6-12: Résultats de la modélisation et comparaison aux valeurs limites avec une vitesse de vent de 5 à 8 m/s

| Point d'immission | Bruit particulier en fonction de la vitesse du vent (dB(A)) | | | |
|---|---|---------------|---------------|---------------|
| | Vent de 5 m/s | Vent de 6 m/s | Vent de 7 m/s | Vent de 8 m/s |
| MF1 | 40,6 | 43,9 | 44,5 | 45,2 |
| MF2 | 37,5 | 40,8 | 41,4 | 42,1 |
| MA1 | 38,4 | 41,7 | 42,3 | 43 |
| MA2 | 31,8 | 35,1 | 35,7 | 36,4 |
| MA3 | 34,5 | 37,8 | 38,4 | 39,1 |
| MA4 | 31,3 | 34,6 | 35,2 | 35,9 |
| MA5 | 30,8 | 34,1 | 34,7 | 35,4 |
| MA6 | 36,1 | 39,4 | 40 | 40,7 |
| MA7 | 30,1 | 33,4 | 34 | 34,7 |
| MA8 | 25,2 | 28,5 | 29,1 | 29,8 |
| Norme wallonne : Valeur limite de nuit | 40 | - | - | - |
| Norme hollandaise | | 42 | 43 | 44 |

Insistons sur le fait que les normes s'appliquent, pour chaque point d'immission, au bruit particulier de l'ensemble du parc éolien (composante du bruit perçu attribuable spécifiquement au parc éolien dans son entièreté).

Les modélisations acoustiques indiquent que pour une vitesse de vent de 5 m/s, le bruit particulier est inférieur à la valeur limite fixée en Région wallonne pour la période de nuit, et ce, pour tous les points d'immission quel que soit le modèle d'éolienne choisi excepté pour le point d'immission correspondant au mât fixe 1 (lieu-dit « Le Paradis » à Ossogne. La valeur du bruit particulier en ce point est supérieure de 0,5 dB(A) par rapport à la norme wallonne.

En ce qui concerne le bruit particulier des éoliennes à une vitesse de vent supérieure à 5 m/s on peut observer que les valeurs de bruit en chaque point d'immission respectent les normes hollandaises excepté pour le point d'immission correspondant au mât fixe 1. Les valeurs de bruit particulier dépassent de maximum 1,9 dB(A) la valeur de référence hollandaise.

6.3.2.4.5. Climat acoustique futur

Il est délicat de calculer le niveau du climat acoustique qui règnera autour du futur parc éolien après la mise en exploitation de ce dernier. En effet, le bruit de fond (hors éoliennes) est fortement influencé par la vitesse du vent, à cause du bruit généré par l'action du vent sur le milieu ambiant (végétation, obstacles). Sur base d'autres études⁷, on a pu montrer que le bruit de fond augmente rapidement avec la vitesse du vent, plus vite que ne le fait le bruit particulier des éoliennes.

Pour avancer une évaluation du niveau de bruit futur, le niveau du climat acoustique mesuré aux points fixes (bruit ambiant) est additionné au bruit particulier calculé aux points d'immission (AM1 à AM8). Ces valeurs ont été calculées par la somme du niveau sonore actuel (pour un vent de moins de 5 m/s) et du bruit particulier des éoliennes, à une vitesse de vent de 5 m/s. Deux indicateurs statistiques (L_{Aeq} et L_{A95}) sont utilisés. Les points d'immission MF1 et MF2 nous permettent d'évaluer la variation du climat acoustique futur dans le temps.

Le tableau suivant reprend le résultat de cette évaluation. Le tableau présente le bruit actuel, le bruit futur et la différence entre les deux, sur base des paramètres statistiques L_{Aeq} (bruit équivalent) et L_{A95} (niveau de bruit de fond constant, qui est dépassé pendant 95% du temps).

⁷ Etude des incidences sur l'environnement relative au parc éolien de Ronchampay-Beausaint, commune de la Roche-en-Ardenne, ELECTRABEL SA, Janvier 2002.

Tableau 6-13 : Climat acoustique aux points d'immission AM1 à AM8 après la construction du parc éolien pour un vent de vitesse égale à 5 m/s pour le modèle Nordex 100, hauteur 1,5 m.

| Points | L _{A95,*} dB(A) | L _{Aeq} dB(A) | L _{Asp} dB(A) | L _{A95 futur} dB(A) | L _{Aeq futur} dB(A) | augmentation L _{A95} dB(A) | Augmentation L _{Aeq} dB(A) |
|--------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--|--|
| MA1 | 34,9 | 40,7 | 38,4 | 40,0 | 42,7 | +5,1 | +2,0 |
| MA2 | 31,1 | 36,6 | 31,8 | 34,5 | 37,8 | +3,4 | +1,2 |
| MA3 | 43,6 | 46,5 | 34,5 | 44,1 | 46,8 | +0,5 | +0,3 |
| MA4 | 33,6 | 50 | 31,3 | 35,6 | 50,1 | +2,0 | +0,1 |
| MA5 | 41,4 | 55,6 | 30,8 | 41,8 | 55,6 | +0,4 | - |
| MA6 | 34,2 | 46,4 | 36,1 | 38,3 | 46,8 | +4,1 | +0,4 |
| MA7 | 33,9 | 49,3 | 30,1 | 35,4 | 49,4 | +2,5 | +0,1 |
| Ma8 | 38,5 | 44,1 | 25,2 | 38,7 | 44,2 | +0,2 | +0,1 |

Tableau 6-14 : Climat acoustique après la construction du projet aux points d'immission MF1 et MF2 avec Nordex N100 (vitesse de vent = 5m/s, hauteur 3 m)

| Période MF1 vitesse de vent = 5 m/s | | LA95,1h Actuel dB(A) | Bruit Spécifique Nordex N100 dB(A) | LA95,1h Futur dB(A) | Différence LA95,1h dB(A) | Laéq, 1h dB(A) | Laéq futur dB(A) | Différence Laéq, 1h |
|---|------------|----------------------------|---|---------------------------|--------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| semaine | transition | 29 | 40.6 | 40.9 | +11.9 | 36 | 41,9 | +5,9 |
| | jour | 34 | 40.6 | 41.5 | +7.5 | 44 | 45,6 | +1,6 |
| | transition | 31 | 40.6 | 41.1 | +10.1 | 39 | 42,9 | +3,9 |
| | nuît | 31 | 40.6 | 41.1 | +10.1 | 38 | 42,5 | +4,5 |
| week-end | transition | 29 | 40.6 | 40.9 | +11.9 | 52 | 52,3 | +0,3 |
| | nuît | 30 | 40.6 | 41.0 | +11.0 | 46 | 47,1 | +1,1 |
| Période MF2 vitesse de vent = 5 m/s | | LA95,1h Actuel dB(A) | Bruit Spécifique Nordex N100 dB(A) | LA95,1h Futur dB(A) | Différence LA95,1h dB(A) | Laéq , 1h dB(A) | Laéq futur dB(A) | Différence Laéq, 1h |
| semaine | transition | 31 | 37.5 | 38.4 | +7.4 | 46 | 46,6 | +0,6 |
| | jour | 36 | 37.5 | 39.8 | +3.8 | 50 | 50,2 | +0,2 |
| | transition | 29 | 37.5 | 38.1 | +9.1 | 43 | 44,1 | +1,1 |
| | nuît | 27 | 37.5 | 37.9 | +10.9 | 38 | 40,8 | +2,8 |
| week-end | transition | 36 | 37.5 | 39.8 | +3.8 | 52 | 52,2 | +0,2 |
| | nuît | 32 | 37.5 | 38.6 | +6.6 | 46 | 46,6 | +0,6 |

Une augmentation du niveau sonore peut être considérée comme perceptible à partir de 1 dB(A). Il s'agit du seuil à partir duquel, en conditions expérimentales, l'augmentation est audible pour 90 % des gens⁸. En dessous de ce seuil, l'augmentation est considérée comme non significative.

On remarque d'après ces chiffres que l'influence des installations du projet sur l'environnement acoustique ambiant aux alentours des points d'immission considérés sera significative. L'augmentation du paramètre L_{A95} montre une augmentation du bruit de fond (dénue de tous bruits parasites) tandis qu'une augmentation du L_{Aeq} démontre une évolution du bruit moyen perçu par les riverains.

⁸ selon 'Auditory Demonstrations', A.J.M. Houtsma en T.D. Rossing, CD et booklet, Acoust. Soc. Am. 1988

L'augmentation du bruit de fond (L_{A95}) sera significative pour les points d'immission suivants : la ferme de Viscourt (+ 5 dB(A)), l'ancienne ferme du pavillon (+3,4 dB(A)), ferme à Donstiennes (+2dB(A)), rue Dosogne à Clermont (+4,1 dB(A)) et la rue de Castillon (+1,5 dB(A)). Ces augmentations sont indicatives de la période de jour et de semaine.

Les données mesurées aux mâts fixes 1 et 2 nous révèlent des augmentations du bruit de fond futur plus importantes (de 7,5 à 11,9 dB(A) pour MF1 à Ossogne et de 3,8 à 10,9 pour MF2 au lieu-dit Le Bout Troué). L'environnement particulièrement calme de ces points d'immission explique l'émergence du bruit qui sera produit par le parc éolien. Cette émergence sera observée particulièrement à Ossogne, à l'emplacement du mât fixe 1. Le jour, en semaine cette augmentation sera légèrement moindre.

En ce qui concerne le mât fixe 2, les augmentations du climat futur (L_{A95}) se marquent particulièrement la semaine, durant les périodes de transition et de nuit.

En ce qui concerne l'évolution du bruit moyen perçu aux abords du projet (L_{Aeq}), l'augmentation sera perçue significativement depuis la ferme de Viscourt et depuis l'ancienne ferme du Pavillon. Notons toutefois que cette dernière n'est plus habitée actuellement.

En ce qui concerne le bruit moyen, au lieu-dit Le Bout Troué, l'augmentation sera audible en semaine, durant les périodes de transition et de nuit mais non importante (au max + 2,8 dB(A) durant la nuit. Par contre, au lieu-dit Le Paradis, à Ossogne, l'augmentation du bruit moyen sera significative à importante durant la semaine (de + 1,1 à + 5,9 dB(A)) bien qu'à peine audible durant le week-end. Ces augmentations, moindres que les augmentations appliquées au bruit de fond montrent que les bruits habituels (passage de voiture, cris d'enfants, véhicules agricoles, avions, ...) couvriront la puissance acoustique des éoliennes à tout le moins pendant le week-end ainsi qu'en période de transition et de jour la semaine pour MF2.

6.3.2.4.6. Infrasons

Par définition, les infrasons sont des ondes sonores de trop basse fréquence pour être perçues par l'oreille humaine. La limite entre l'audible et le non audible est généralement fixée à la fréquence de 20 hertz.

La réalité est en fait plus complexe, car la limite entre les sons perceptibles et imperceptibles dépend non seulement de la fréquence d'onde, mais aussi de l'intensité. Ainsi, un son de basse fréquence, inaudible à un niveau sonore de 50 dB, pourrait être audible par exemple à 90 dB. Tant dans le domaine des infrasons que dans le domaine des sons, plus la fréquence est basse, plus le niveau sonore doit être élevé pour être perçu par l'être humain. Pour les sons de fréquence inférieure à 20 hertz, le seuil d'audition est compris entre 75 et 120 dB⁹. Ces seuils sont cependant variables d'une personne à l'autre, et la capacité à percevoir ces sons diminue avec l'âge.

⁹ Jacques CHATILLON, Limites d'exposition aux infrasons et aux ultrasons, étude bibliographique, INRS - Hygiène et sécurité du travail - Cahiers de notes documentaires - 2e trimestre 2006 - 203

Certains parcs éoliens ont été suspectés de produire des infrasons pouvant affecter les riverains, causant des problèmes de type insomnies, stress... Le lien de cause à effet entre les infrasons et les problèmes de santé éventuels reste cependant hypothétique¹⁰.

Bien qu'il soit indéniable que les éoliennes (tout comme les vagues sur la mer et le vent qui souffle) génèrent des infrasons, les niveaux sonores atteints restent faibles. Des mesures effectuées sur des parcs éoliens en fonctionnement en Grande-Bretagne¹¹ ont montré que les infrasons émis, quand ils sont mesurables, ne sont pas supérieurs à ce qu'engendrent d'autres sources naturelles ou artificielles répandues (vent, trafic routier).

Diverses études réalisées sur le sujet soulignent l'importance de distinguer les émissions infrasonores des éoliennes dont le rotor fait face au vent de celles dont le rotor est orienté du côté opposé au vent. Certains anciens modèles d'éoliennes avaient un rotor orienté dans la direction opposée au vent et émettaient des infrasons en quantités largement supérieures à ce qu'émettent les éoliennes modernes (pour lesquelles le rotor fait toujours face au vent).

D'après une synthèse bibliographique d'un consultant en acoustique parue récemment dans une revue scientifique¹², les émissions infrasonores des éoliennes actuelles sont de l'ordre de 50 à 70 dB au niveau de la source (puissance acoustique). Elles sont donc inaudibles, même si on se trouve à proximité immédiate des machines. En conditions météorologiques exceptionnelles (turbulences importantes), les infrasons peuvent être occasionnellement audibles à proximité de la source. La plupart du temps cependant, ces sons de basses fréquences sont inaudibles, et leur niveau est inférieur au niveau infrasonore du vent lui-même.

¹⁰ D'après l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), aucun lien de cause à effet entre les infrasons et des problèmes de santé n'a jamais pu être démontré (cf. WHO (1980), WHO Environmental Health Criteria 12 - Noise, World Health Organisation; Infrasound, Brief Review of Toxicological Literature, 2001).

¹¹ The measurement of low frequency noise at three UK wind farms, Hayes Mckenzie Partnership Ltd, 2006.

¹² Geoff Leventhall, infrasound from wind turbines – facts, fiction or deception, Canadian Acoustics / Acoustique canadienne, Vol. 34 No.2 (2006)

6.4. CONCLUSIONS

Une étude détaillée du bruit ambiant aux environs du parc éolien existant a été réalisée dans le cadre de cette étude.

Le bruit de fond mesuré aux points d'immission (au niveau des habitations les plus proches du parc éolien) est généralement caractéristique d'un environnement calme et particulièrement pour les périodes de transition et de nuit, la semaine et le week-end. Une différence très significative entre le bruit de jour et le bruit de nuit a été observée aux endroits où des mesures de longue durée ont été réalisées. Le bruit des activités agricoles (engins, bétail...) est bien marqué à proximité des fermes.

Le bruit de fond est fortement influencé par le vent ; il augmente rapidement avec la vitesse de celui-ci. Le bruit particulier du parc éolien augmente également avec la vitesse du vent, mais de manière moindre. Ainsi, l'impact du parc éolien sur l'ambiance sonore est moindre pour les vitesses de vent élevées. On considère que pour des vents de vitesse supérieure à 8 m/s, l'impact devient négligeable car le bruit des éoliennes est couvert par le bruit du vent.

Lors de la phase de chantier, différentes sources bruyantes seront présentes sur le site. Il s'agit notamment de pelleteuses pour les excavations, de bétonneuses et camions, de convois exceptionnels pour le transport des éoliennes, de grues. Ce bruit devrait être perceptible par les riverains les plus proches. Cette période critique coïncidera avec les travaux de fondations. Elle sera limitée dans le temps. Vu la distance entre les habitations et le site (minimum 400 m), les travaux de construction ne devraient pas occasionner de nuisances significatives. Le passage du charroi de chantier pourrait être temporairement gênant pour les habitants de Thuillies et de Donstiennes.

L'utilisation des normes de bruit des conditions générales pour les nouveaux établissements en Région wallonne est délicate dans le cas des éoliennes en phase d'exploitation. En effet, les conditions de mesures dans lesquelles les normes s'appliquent supposent une vitesse de vent inférieure à 5 m/s, alors que c'est précisément pour des vitesses de vent plus importantes que le problème du bruit émis par les éoliennes se pose. S'il est admis qu'à partir de 8 m/s le bruit du vent couvre le bruit des éoliennes, il n'en reste pas moins une situation importante à examiner en détail pour des vitesses de vent comprises entre 5 et 8 m/s. Conformément aux recommandations du cadre de référence, nous nous référons dans ces cas à des normes hollandaises, applicables à l'immission en zones d'habitat, qui sont ajustées à la vitesse du vent.

Le bruit généré par le parc éolien (bruit particulier) est calculé grâce à un modèle acoustique pour des éoliennes de type Nordex 100 avec des mats de 100 mètres de haut, sur base des données de puissance acoustique fournies par le constructeur. Les résultats de la modélisation permettent de conclure que le bruit particulier généré par l'ensemble du parc éolien au niveau des zones d'habitat, d'habitat à caractère rural et des habitations isolées respectera les normes applicables pour les différentes vitesses de vent considérées (entre 5 m/s et 8 m/s) excepté pour l'emplacement du mât fixe 1 au lieu-dit Le Paradis, dans le hameau d'Ossogne. Un dépassement de la valeur limite décrite dans le cadre de référence de +0,6 à 1,9 dB(A) sera observé, en fonction de la vitesse du vent. Il s'agit d'une différence à peine supérieure au seuil d'audibilité (1 dB(A)).

Par contre, étant donné le climat acoustique très calme du projet éolien, les émissions acoustiques additionnées au bruit de fond ambiant montrent une émergence claire du bruit du parc éolien par rapport à ce bruit de fond, surtout durant le week-end et durant la période de transition et de nuit. La journée, les bruits parasites pourront généralement couvrir le bruit des éoliennes excepté pour l'emplacement des mâts fixes, aux lieux-dits Bout-Troué et Le Paradis.

Les émissions de sons basses fréquences par les éoliennes modernes sont en-dessous du seuil de perception humaine, même à courte distance, sauf en conditions météorologiques de turbulences exceptionnelles. Les mesures d'infrasons réalisées sur les parcs existants montrent que les sons de basses fréquences émis par les éoliennes ne sont pas supérieurs aux sources naturelles ou artificielles répandues (vent, trafic routier).

6.5. RECOMMANDATIONS

Nous recommandons un bridage des éoliennes pour que les normes de bruit à l'immission soient respectées au niveau du hameau d'Ossogne (MF1).

Si un modèle moins bruyant que le modèle type Nordex illustré dans cette étude devait être choisi, nous recommandons qu'une étude acoustique précise soit réalisée sur base des données du constructeur et des points d'immission considérés pour déterminer si le modèle rencontre les normes en vigueur recommandées par le cadre de référence. Le cas échéant, un bridage devra être envisagé.

Une attention particulière devra être attachée au type de matériel de chantier (limitation de la puissance acoustique des sources à 110 dB(A)). Notons d'ailleurs que le travail le week-end, à l'aube et en soirée devra être évité autant que possible.

Les éoliennes devront également faire l'objet d'une maintenance périodique pour limiter les bruits d'origine mécanique.

ANNEXE 6-1 :
NORMES DE BRUIT EN RÉGION WALLONNE POUR
LES NOUVEAUX ÉTABLISSEMENTS
(CONDITIONS GÉNÉRALES)

Conditions générales en Région wallonne

Les conditions générales définies pour les établissements visés par le permis d'environnement comprennent des normes en matière de bruit.¹³ Ses principes sont brièvement exposés ci-dessous.

Principe

Le principe fondamental de cette réglementation est de **limiter le niveau de bruit particulier**¹⁴ à l'immission d'un établissement industriel à une valeur acceptable. La valeur acceptable est calculée à partir de **valeurs limites** et est fonction de plusieurs facteurs :

- le type d'établissement; des conditions plus souples peuvent être proposées pour les établissements existants;¹⁵
- la période de la journée;
- la situation de la zone d'immission au plan de secteur.¹⁶

Les présentes conditions s'appliquent aux niveaux de bruit à l'immission, c'est-à-dire aux niveaux auxquels est soumis le voisinage d'un établissement, du fait de son exploitation.

Les limites sont applicables au niveau d'évaluation du bruit particulier de l'établissement et doivent être respectées pour tout intervalle d'observation d'une heure dans la période de référence considérée. Cet intervalle d'observation s'étend sur une heure glissante, c'est-à-dire qu'il peut commencer à tout instant, sans toutefois se répartir sur 2 périodes de référence différentes.

Endroit de mesure

Dans les zones d'habitat et d'habitat à caractère rural, le respect des conditions est imposé en tout point des zones d'immission. Les mesures sont effectuées aux points les plus sensibles des zones influencées.

Dans les zones agricoles, forestières, d'espaces verts, naturelles, de parc, de loisirs, de services publics et d'équipement communautaire, les mesures s'effectuent aux endroits précisés par le permis d'environnement ou le permis unique. Les valeurs limites ne s'appliquent pas à l'intérieur des zones d'activité économique ni d'extraction, sauf mention contraire explicite.

Les zones d'aménagement différé sont considérées conformément à leur affectation, telle que mise en œuvre par la commune.

Les mesures sont effectuées, dans la mesure du possible, entre 1,2 mètre et 1,5 mètre au-dessus du sol ou du niveau d'étage considéré.

Période de référence

¹³ Source : « Arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 fixant les conditions générales d'exploitation des établissements visés par le décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement (M.B. 21.09.2002 - err. 01.10.2002).

¹⁴ Le bruit particulier est l'une des composantes du bruit ambiant qui peut être identifiée du point de vue acoustique et qui peut être associée à une source particulière.

¹⁵ Etablissements ayant fait l'objet d'une autorisation d'exploitation avant le 1^{er} janvier 1998.

¹⁶ Les prescriptions qui résultent de l'article 6 du décret du 27 novembre 1997, modifiant le Code wallon de l'Aménagement du Territoire, de l'Urbanisme et du Patrimoine, s'appliquent aux zones des plans de secteur en vigueur au 1^{er} mars 1998.

Les valeurs limites, exprimées en dB(A), sont déterminées en fonction des périodes de référence :

- **période de jour** : la période s'étendant de 7 à 19 heures les jours ouvrables, samedis y compris;
- **période de transition** : la période s'étendant de 6 à 7 heures et de 19 à 22 heures les jours ouvrables, samedis y compris, et de 6 à 22 heures les dimanches et jours fériés;
- **période de nuit** : la période s'étendant tous les jours de la semaine de 22 à 6 heures;

Valeurs limites

Les valeurs limites générales de niveaux de bruit applicables à un nouvel établissement classé sont reprises au tableau ci-dessous.

Valeurs limites applicables aux établissements classés – nouveaux établissements

| Zone d'immission dans laquelle les mesures sont effectuées | | Valeurs limites (dBA) | | |
|--|---|-----------------------|--------------------------------|----------------|
| | | Jour 7h-19h | Transition 6h-7h 19h-22h | Nuit 22h-6h |
| I | Toutes zones, lorsque le point de mesure est situé à moins de 500 m de la zone d'extraction, d'activité économique industrielle ou d'activité économique spécifique, ou, à moins de 200 m de la zone d'activité économique mixte, dans laquelle est situé l'établissement | 55 | 50 | 45 |
| II | Zones d'habitat et d'habitat à caractère rural, sauf I | 50 | 45 | 40 |
| III | Zones agricoles, forestières, d'espaces verts, naturelles, de parcs, sauf I | 50 | 45 | 40 |
| IV | Zones de loisirs, de services publics et d'équipements communautaires | 55 | 50 | 45 |

Bruits à caractère tonal

La détection d'un bruit à caractère tonal justifiant un terme correctif s'effectue par une analyse en bandes de tiers d'octave.

Le terme correctif tonal C intervenant dans le calcul du niveau d'évaluation du bruit particulier est fonction de l'émergence tonale, c'est-à-dire de la différence entre le niveau de la bande émergente et la moyenne arithmétique des niveaux des bandes voisines.

Si l'émergence tonale est à la limite de deux bandes voisines, on prendra comme niveau pour la bande la somme énergétique des niveaux des deux bandes concernées.

En fonction de l'émergence tonale E en dB, présente dans le bruit particulier de l'établissement, on applique la correction indiquée dans le tableau suivant :

| Emergence (dB) | Terme correctif (dBA) |
|------------------|-----------------------|
| $6 < E \leq 9$ | 3 |
| $9 < E \leq 12$ | 4 |
| $12 < E \leq 15$ | 5 |
| $15 < E$ | 6 |

Bruits impulsifs

Un bruit peut être qualifié d'impulsif si la mesure selon la caractéristique dynamique « impulse » fournit un niveau maximal supérieur de 5 dB(A) au niveau maximal selon la caractéristique dynamique « slow ».

Le caractère impulsif d'un bruit peut également être mis en évidence par la mesure des $L_{Aeq,10\text{msec}}$, max. Dans ce cas, un bruit peut être qualifié d'impulsif si l'on constate une augmentation de 10 dB(A) ou plus entre deux $L_{Aeq,10\text{msec}}$ successifs et si la durée du phénomène n'excède pas 1 seconde.

Dans le cas où le bruit particulier de l'établissement comporte des bruits impulsifs répétitifs, un terme correctif C impulsif de 5 dB(A) est appliqué aux intervalles de mesures caractérisés par des bruits impulsifs.

Si le ou les bruits impulsifs sont considérés comme "isolés", ils doivent être limités de telle sorte que l'on ait, selon la méthode de mesure utilisée :

$$L_{Aimp,max} \leq 75 \text{ dB(A)} \quad \text{ou} \quad L_{Aeq,10\text{msec},max} \leq 80 \text{ dB(A)}.$$

$L_{Aimp,max}$ est la valeur maximale atteinte par le niveau de pression acoustique pondéré A, mesuré selon la caractéristique dynamique "impulse", durant l'intervalle de mesurage.

$L_{Aeq,10\text{msec},max}$ est la valeur maximale atteinte par le $L_{Aeq,10\text{msec}}$ durant l'intervalle de mesurage.

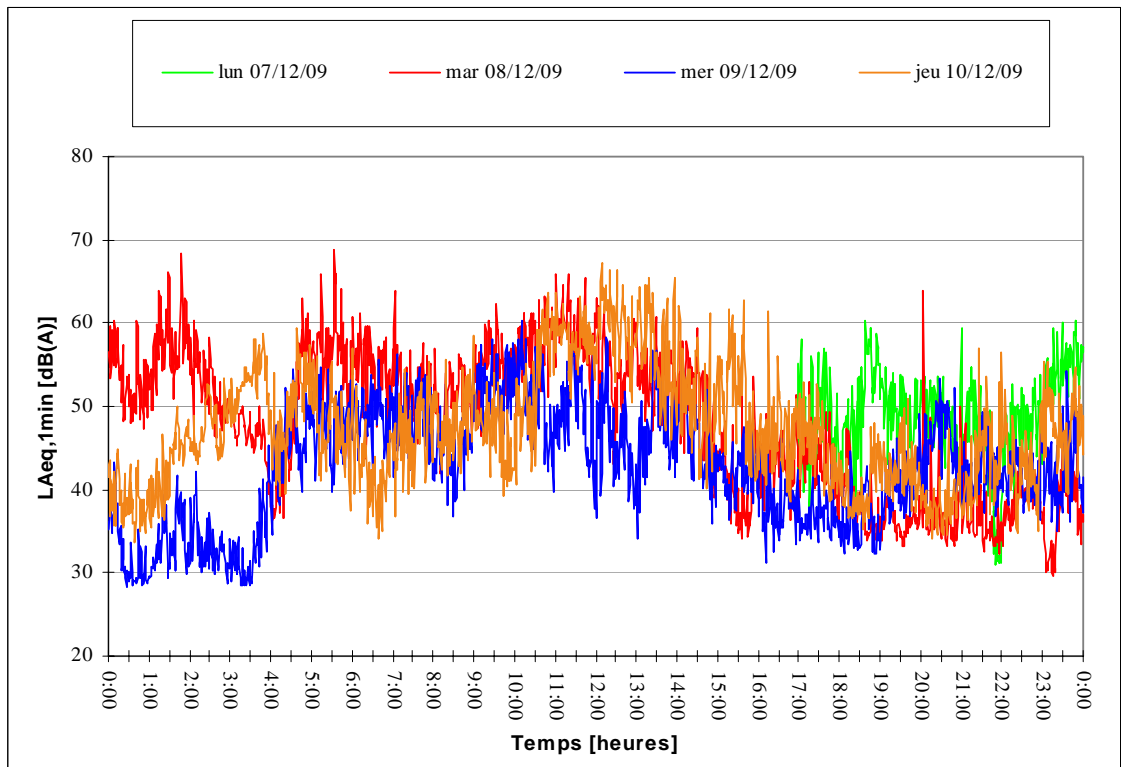
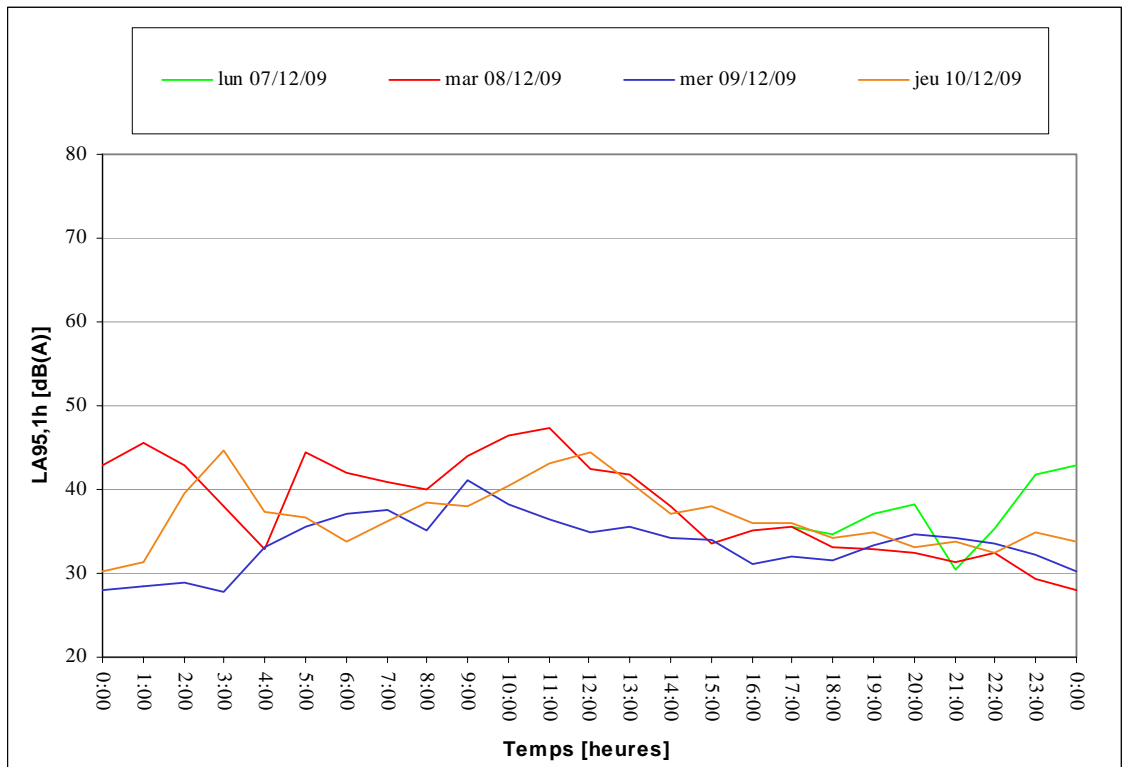
Conditions météorologiques

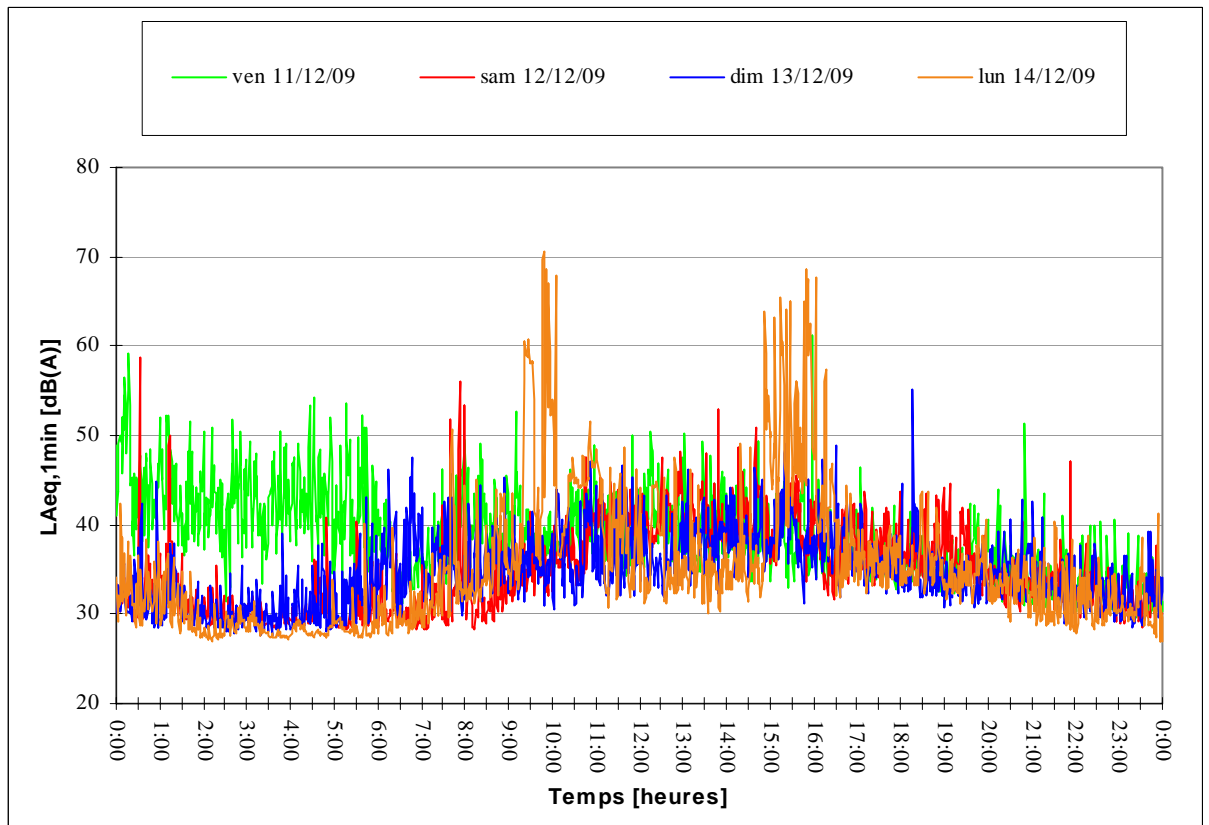
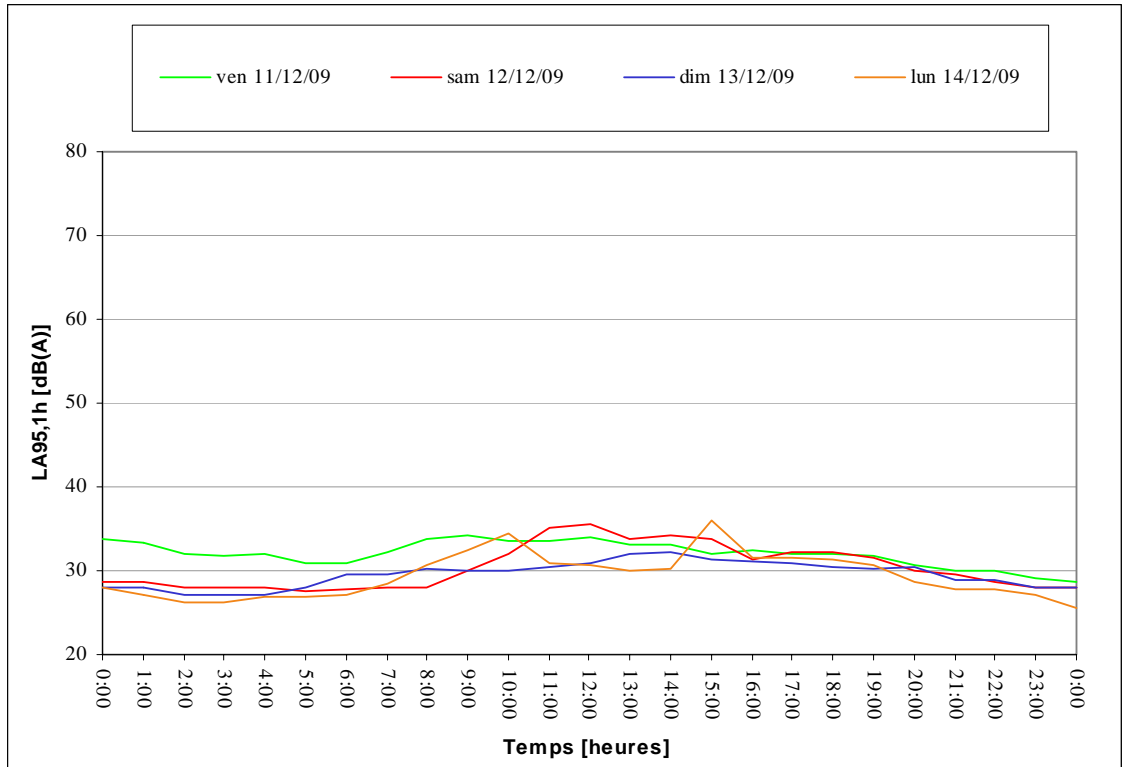
Les mesures ne peuvent être réalisées en cas de précipitations ou lorsque la vitesse du vent dépasse 5 m/s.

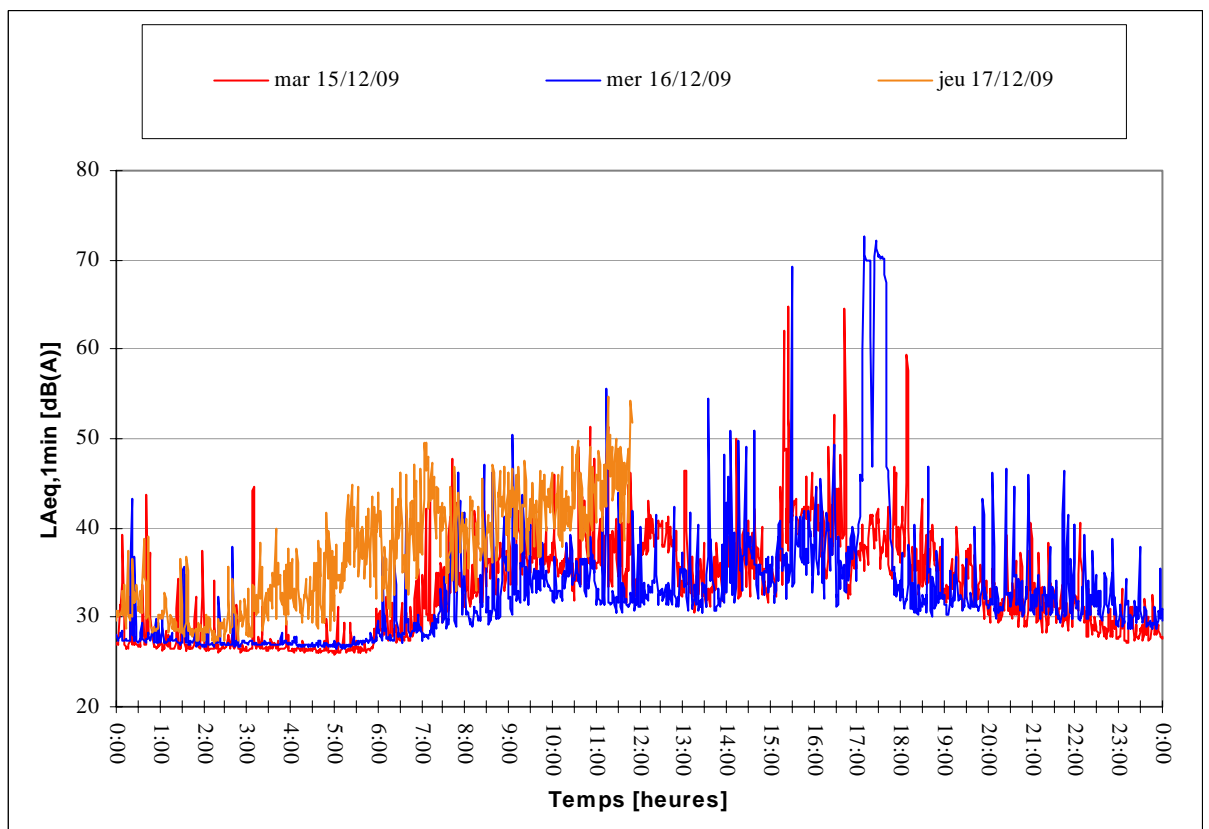
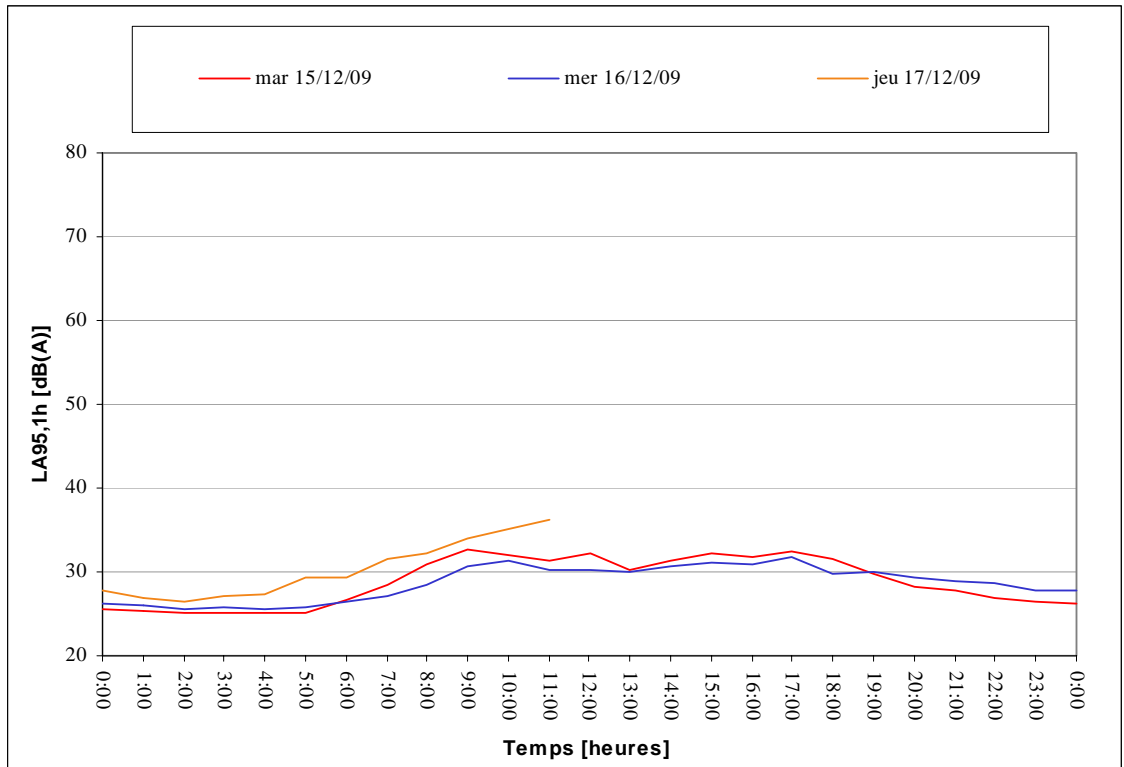
Plan d'assainissement

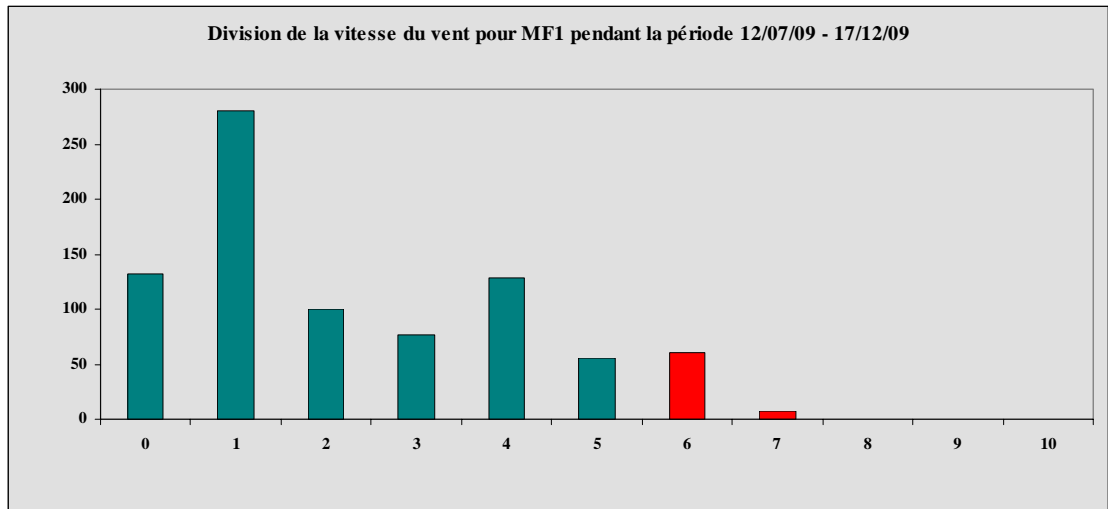
Pour les établissements qui ne satisfont pas aux valeurs limites du Tableau 6-2, le permis d'environnement impose la réalisation d'une étude technico-économique évaluant la faisabilité d'investissements visant à la réduction des émissions sonores et les niveaux de bruit prévisionnels qui en découlent. Dans l'attente, une tolérance de 10 dB(A) est appliquée aux valeurs limites.

ANNEXE 6-2 :
RÉSULTATS DES MESURES DE LONGUE DURÉE
AU MÂT FIXE MF1
ET DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES







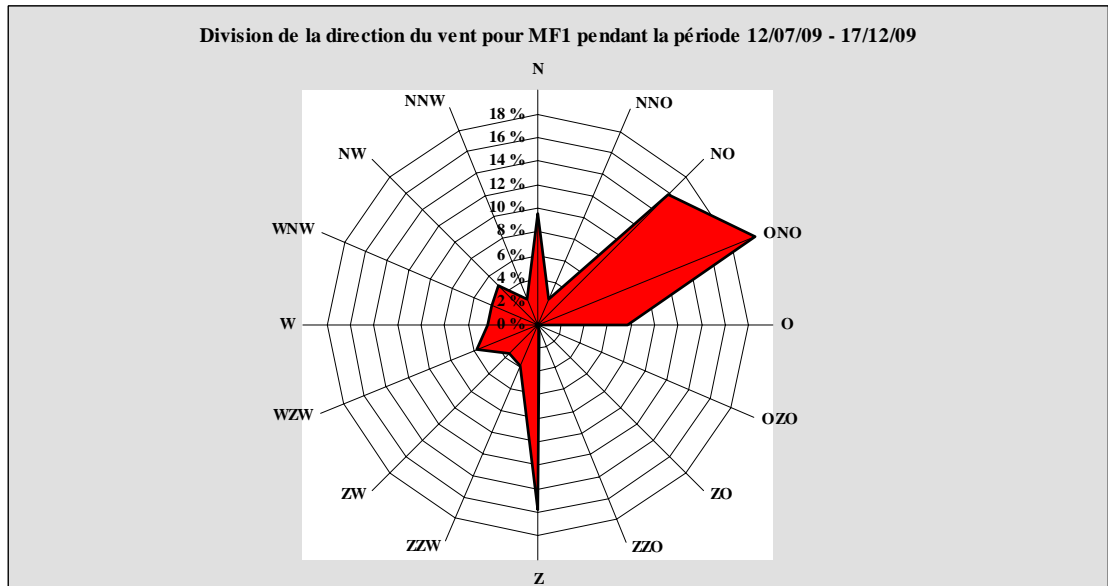


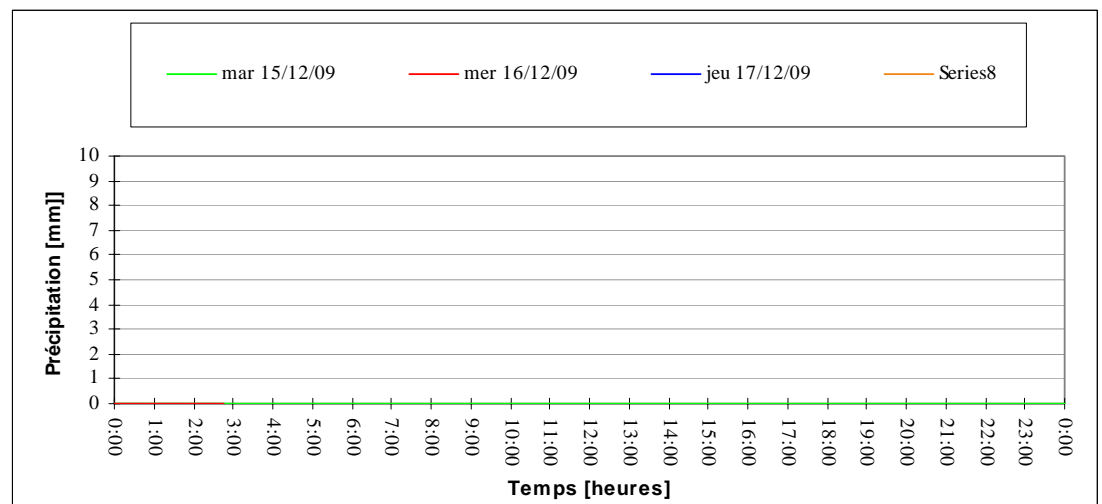
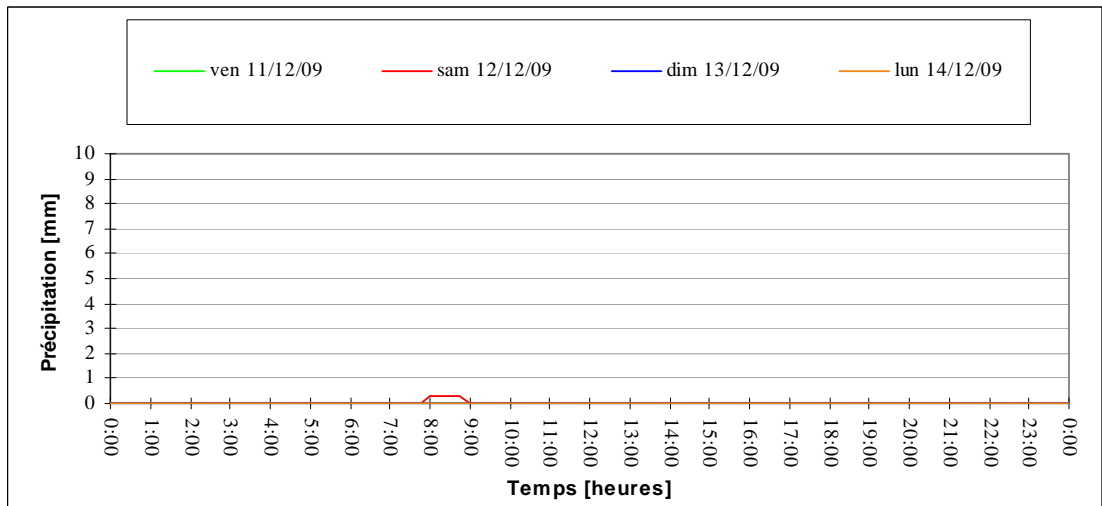
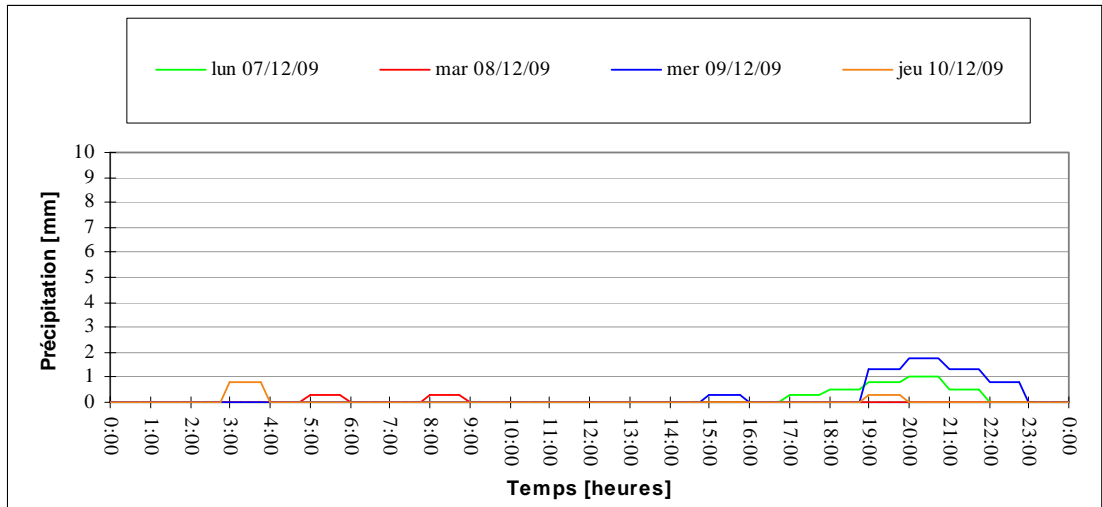
Repartition de la vitesse de vent

| vitesse (m/s) | repartition (h) | repartition (%) |
|---------------|-----------------|-----------------|
| 0.0 | 132 | 15.70 |
| 1.0 | 280 | 33.30 |
| 2.0 | 100 | 11.90 |
| 3.0 | 76 | 9.00 |
| 4.0 | 128 | 15.20 |
| 5.0 | 56 | 6.70 |
| 6.0 | 60 | 7.10 |
| 7.0 | 8 | 1.00 |
| 8.0 | 0 | 0.00 |
| 9.0 | 0 | 0.00 |
| 10.0 | 0 | 0.00 |

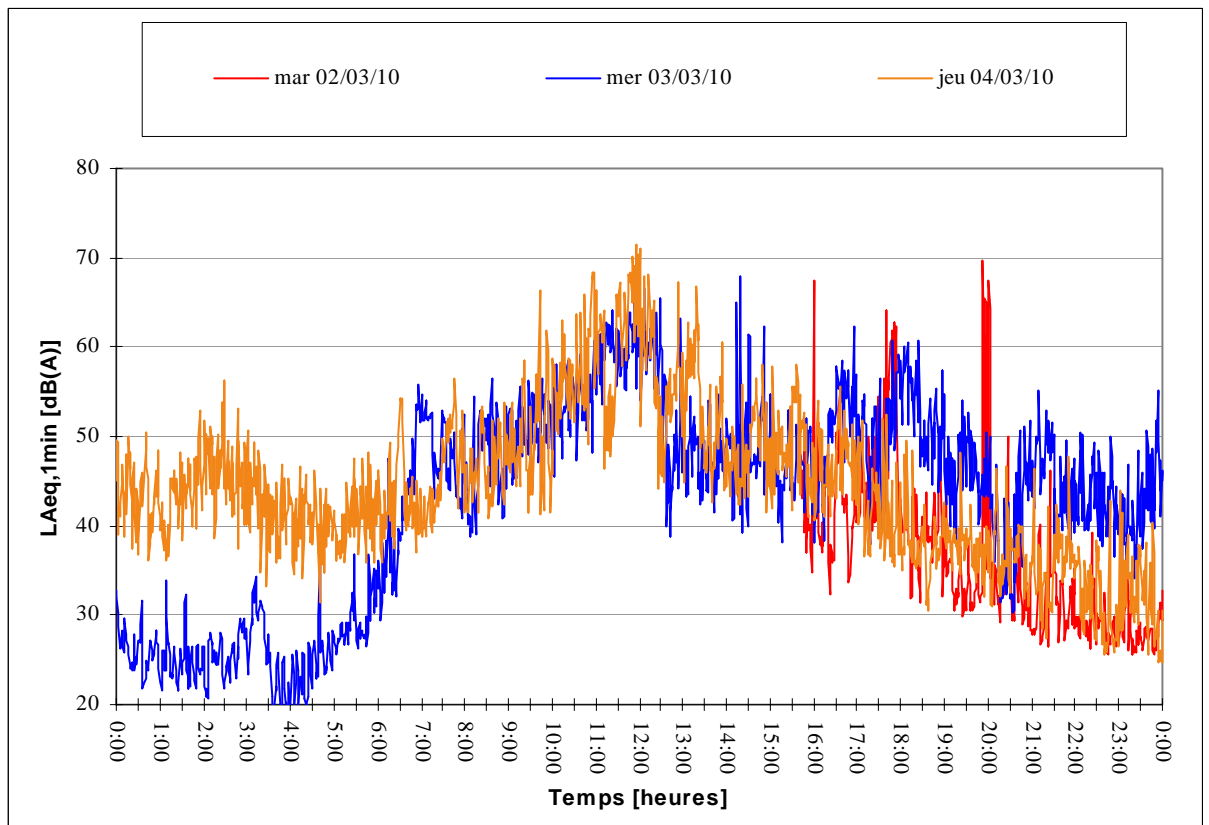
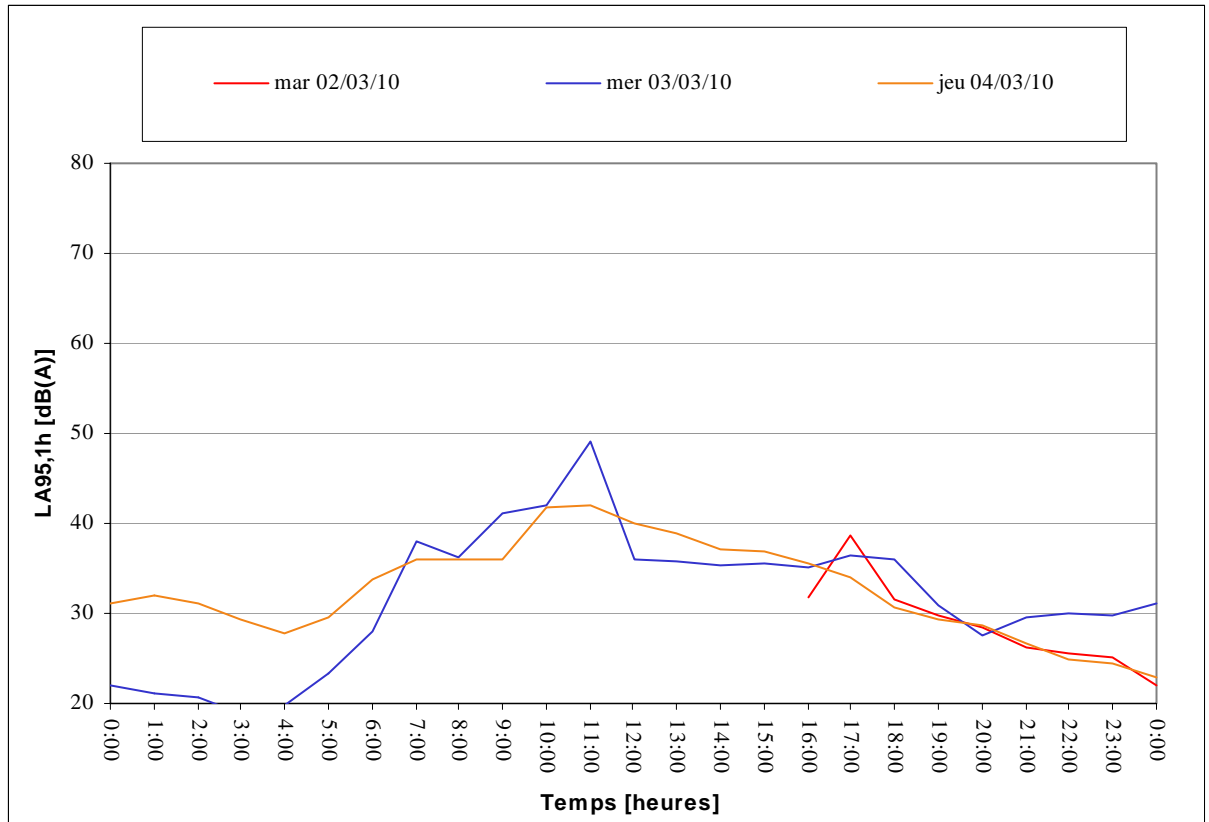
| | |
|-------|-----|
| Total | 840 |
|-------|-----|

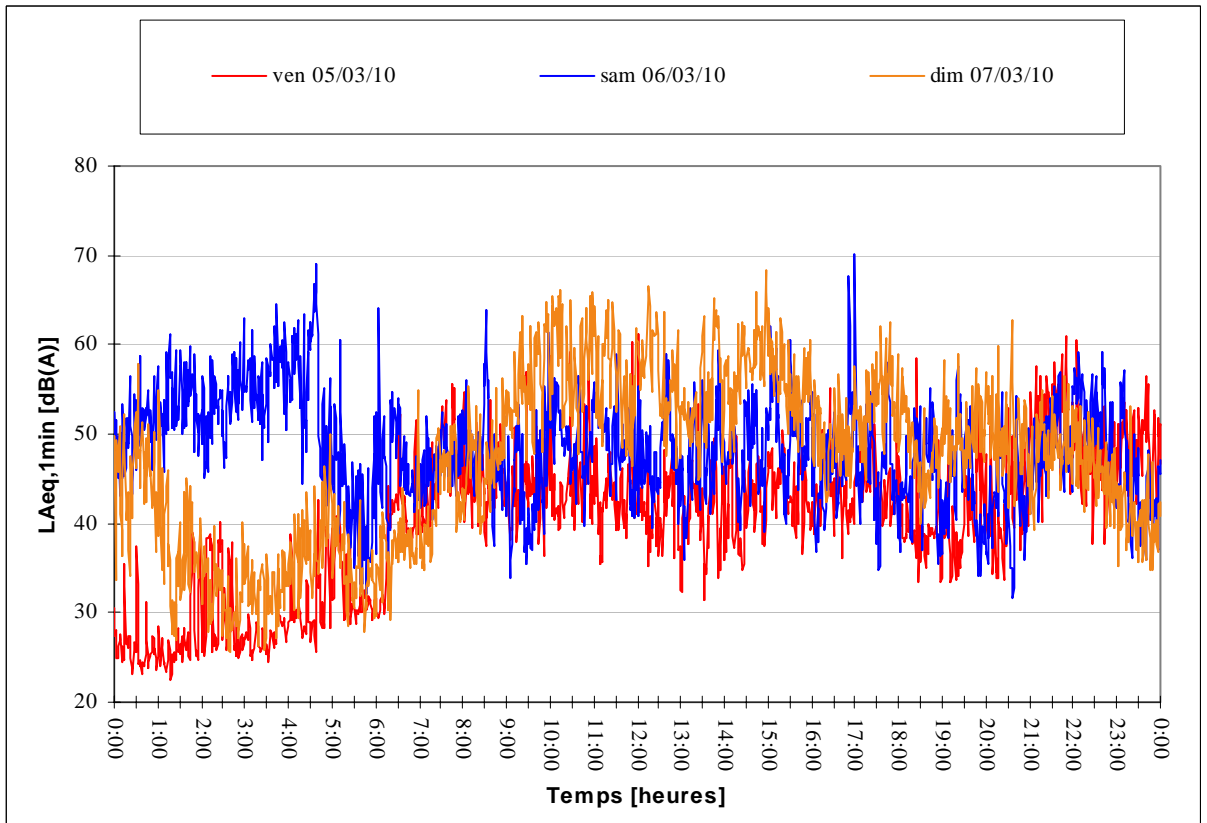
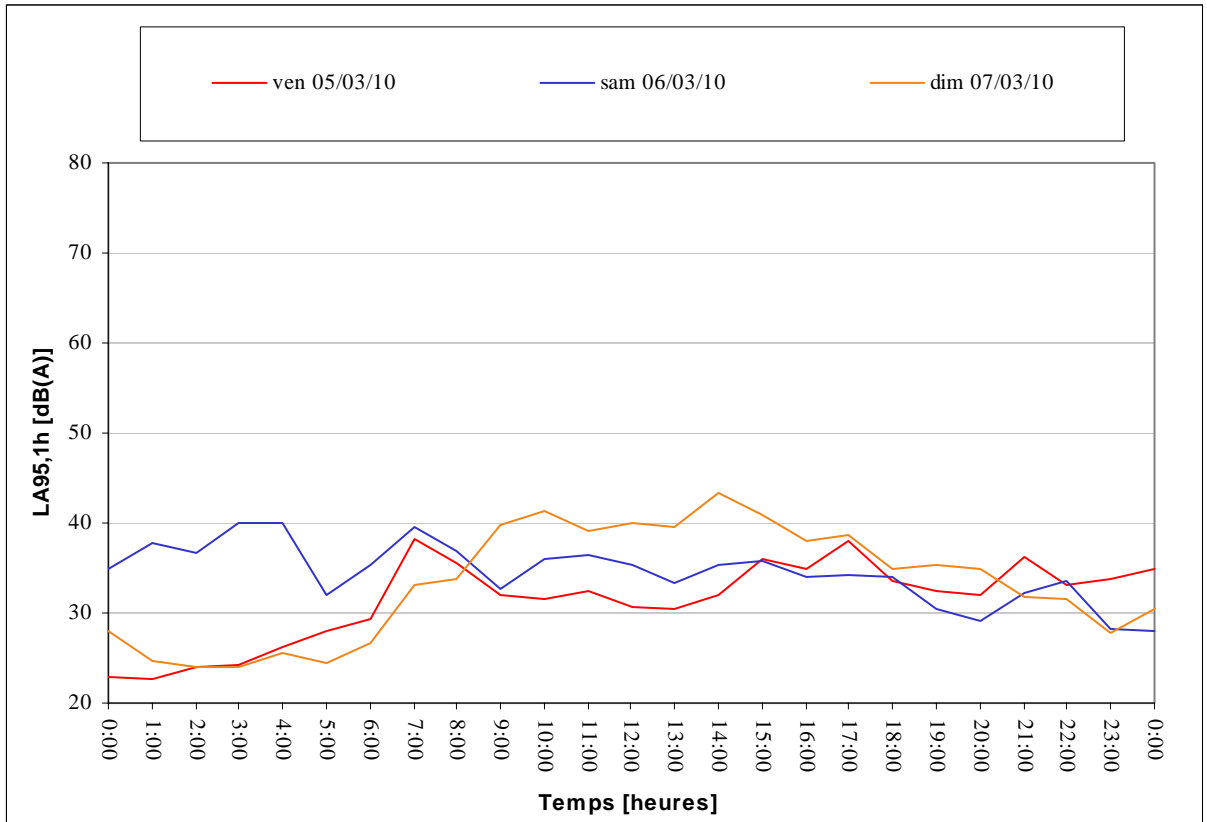
| | | |
|----------|-----|--------|
| <= 5 m/s | 772 | 91.9 % |
| > 5 m/s | 68 | 8.1 % |

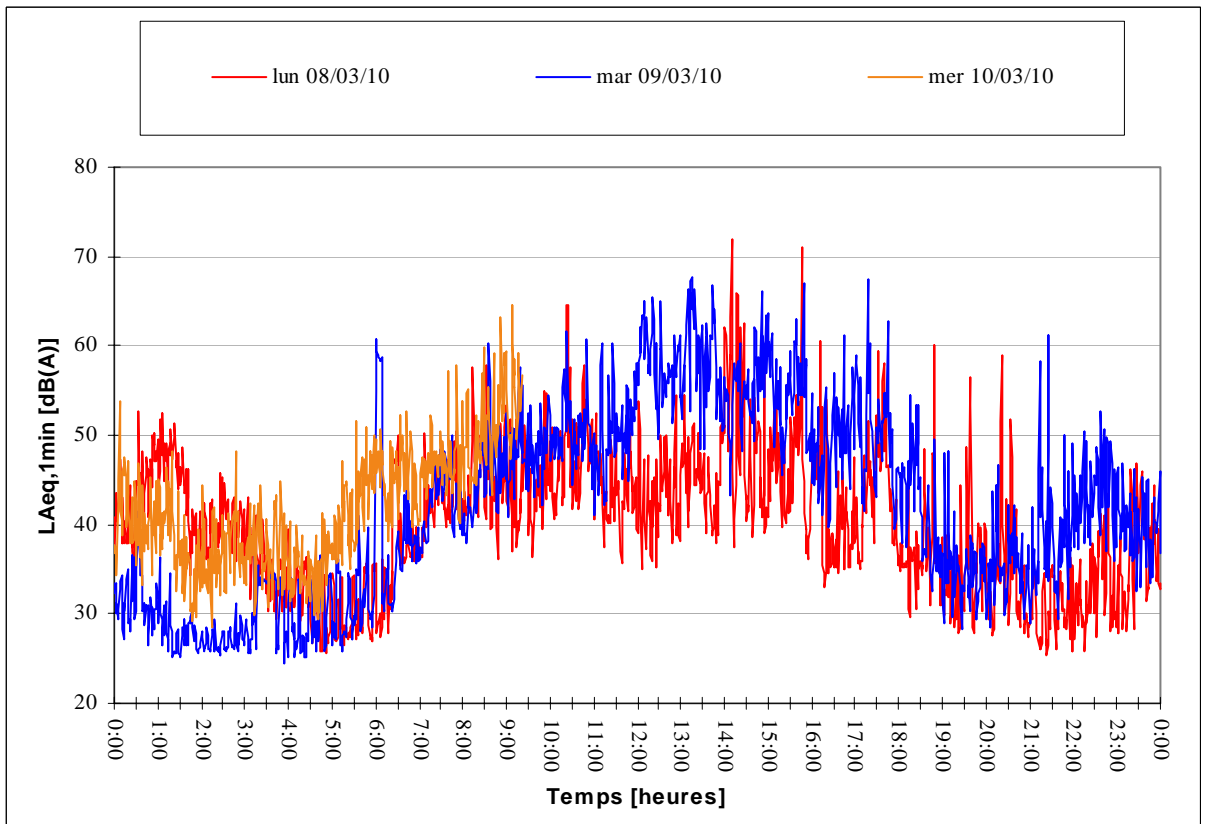
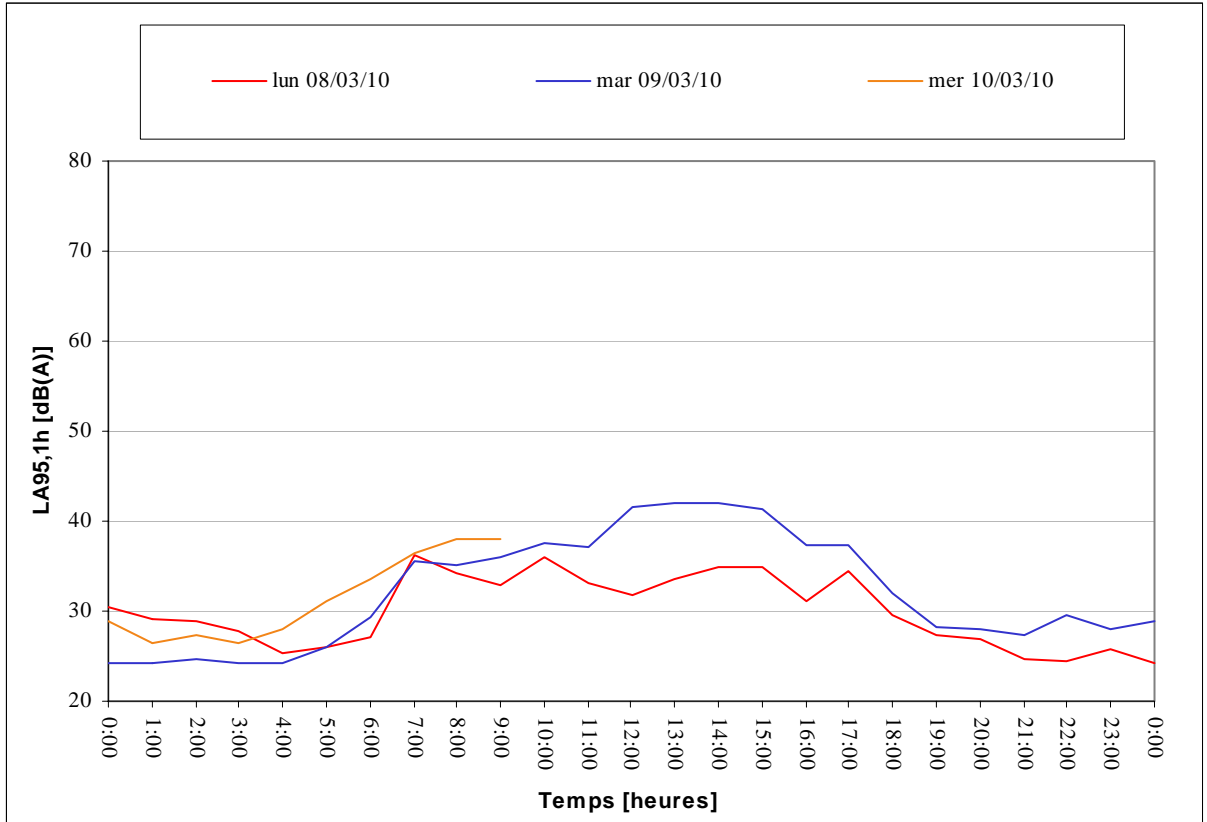




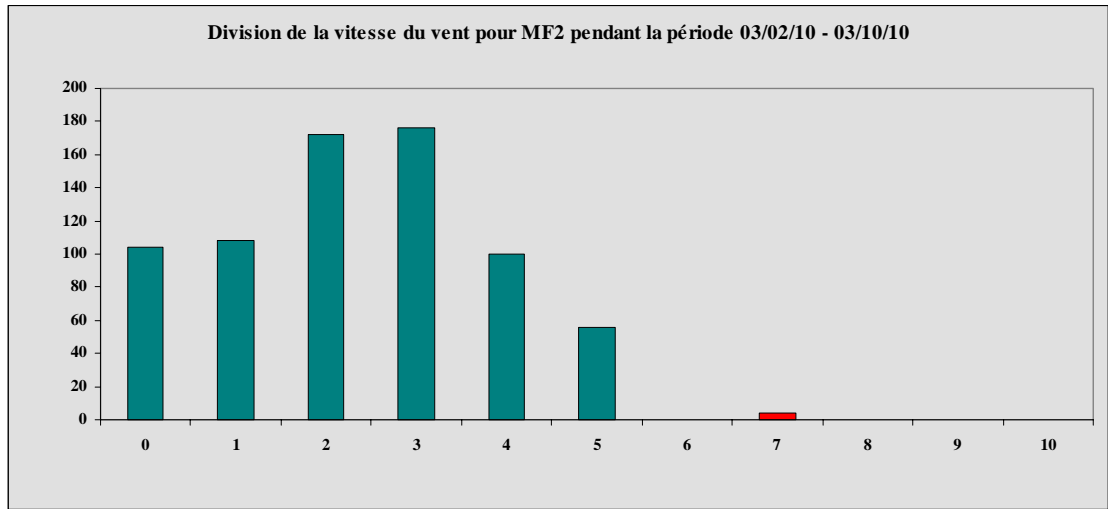
ANNEXE 6-3 :
RÉSULTATS DES MESURES DE LONGUE DURÉE :
MÂT FIXE MF2
ET DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES







MF2:

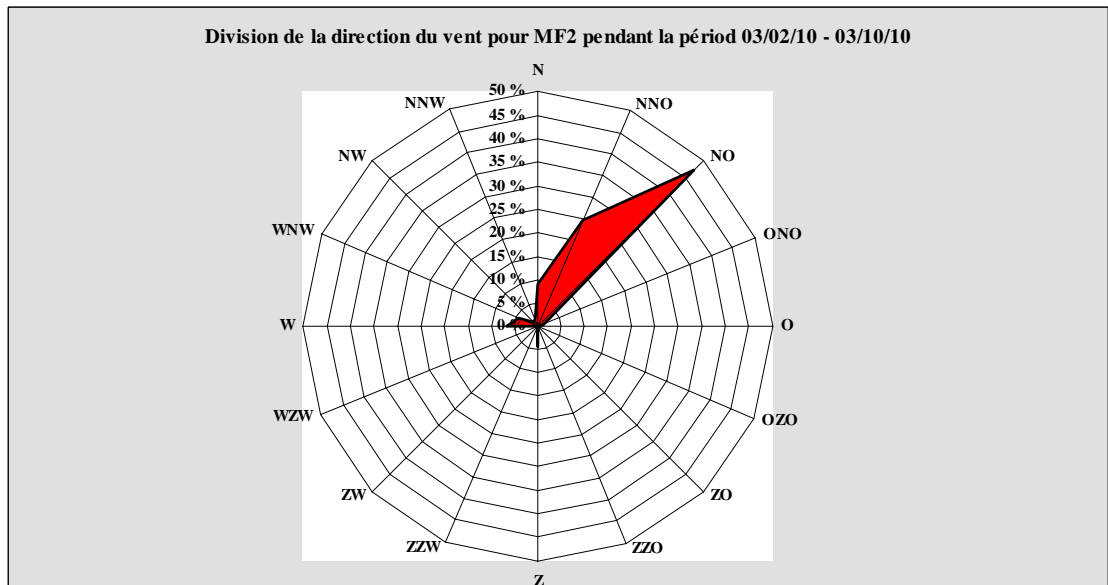


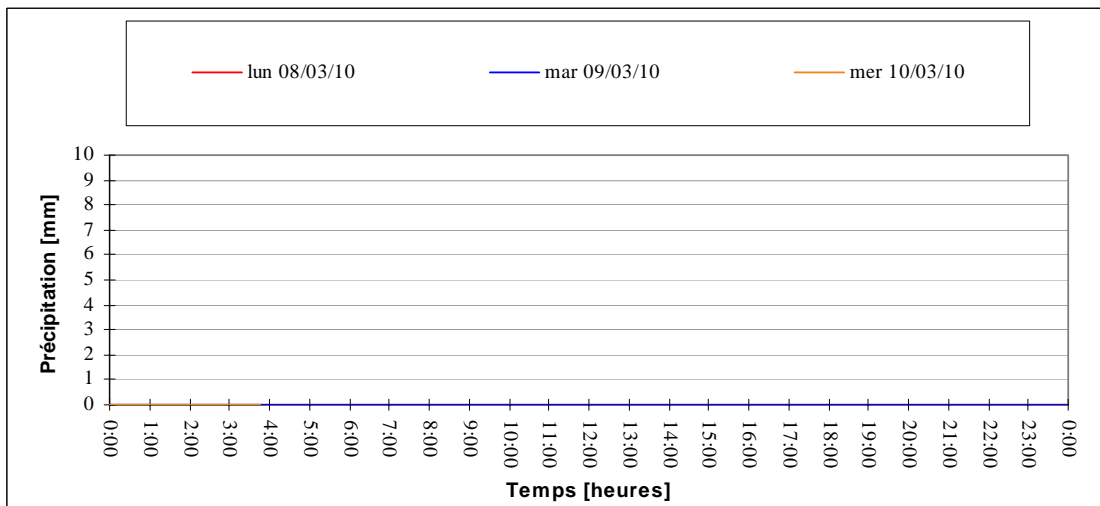
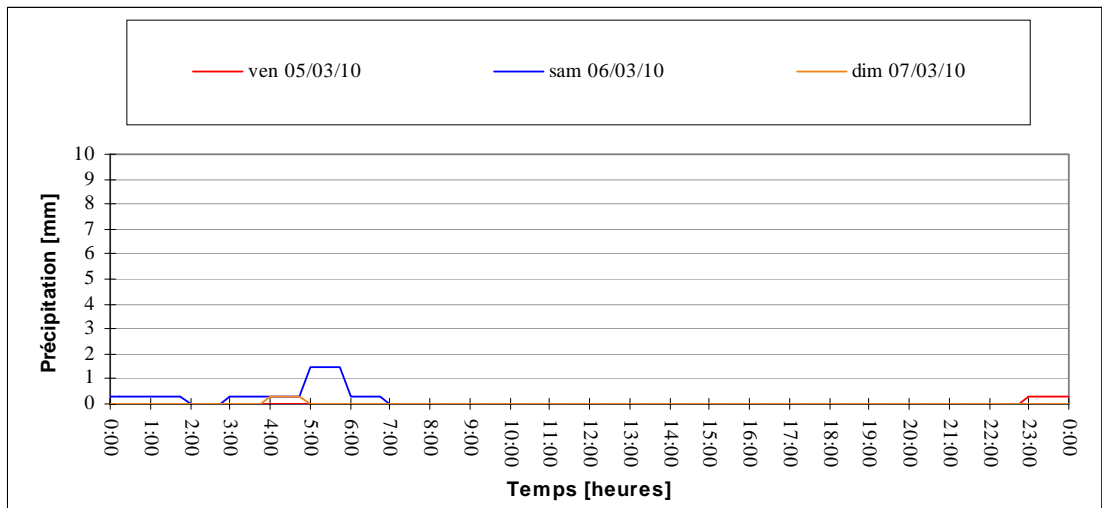
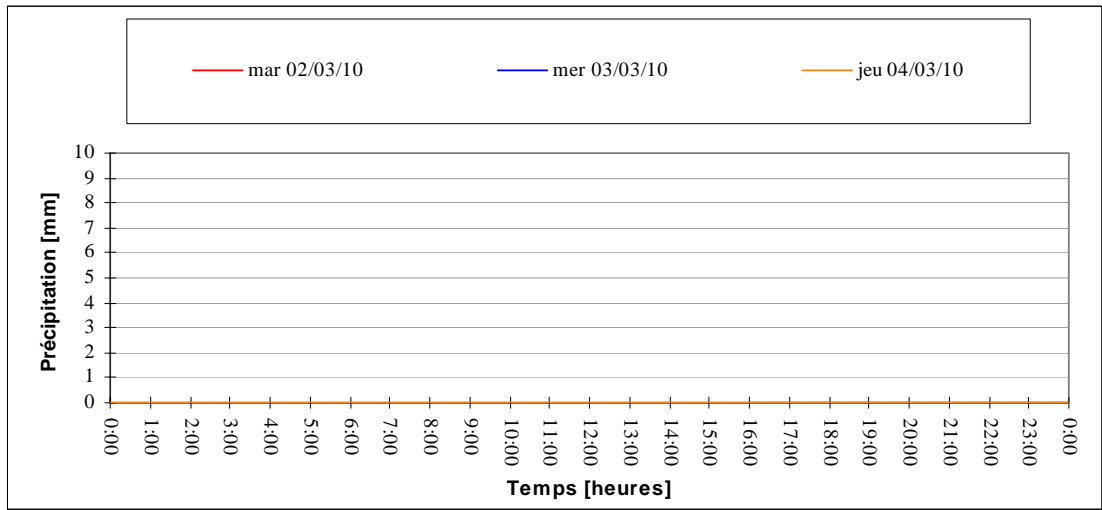
Repartition de la vitesse de vent

| vitesse (m/s) | repartition (h) | repartition (%) |
|---------------|-----------------|-----------------|
| 0.0 | 104 | 14.44 |
| 1.0 | 108 | 15.00 |
| 2.0 | 172 | 23.89 |
| 3.0 | 176 | 24.44 |
| 4.0 | 100 | 13.89 |
| 5.0 | 56 | 7.78 |
| 6.0 | 0 | 0.00 |
| 7.0 | 4 | 0.56 |
| 8.0 | 0 | 0.00 |
| 9.0 | 0 | 0.00 |
| 10.0 | 0 | 0.00 |

| | |
|-------|-----|
| Total | 720 |
|-------|-----|

| | | |
|----------|-----|--------|
| <= 5 m/s | 716 | 99.4 % |
| > 5 m/s | 4 | 0.6 % |





ANNEXE 6-4
TABLE DES CLASSES
ET LONGUEURS DE RUGOSITÉ

| Classe de rugosité | Longueur de rugosité Zo (m) | Type de paysage |
|--------------------|-----------------------------|---|
| 0 | 0,0002 | Surface d'eau |
| 0,5 | 0,0024 | Terrain complètement dégagé avec une surface lisse, p.ex. une piste d'atterrissage en béton ou de l'herbe fraîchement coupée. |
| 1 | 0,03 | Terrain agricole dégagé, sans clôtures ou haies vives, et avec très peu de constructions. Seulement des collines doucement arrondies. |
| 1,5 | 0,055 | Terrain agricole avec quelques constructions et des haies vives de 8 m de haut situées à environ 1.250 m les unes des autres. |
| 2 | 0,1 | Terrain agricole avec quelques constructions et des haies vives de 8 m de haut situées à environ 500 m les unes des autres. |
| 2,5 | 0,2 | Terrain agricole avec beaucoup de constructions, arbrisseaux et plantes, ou des haies vives de 8 m de haut situées à environ 250 m les unes des autres. |
| 3 | 0,4 | Villages, petites villes, terrain agricole avec de nombreuses ou de hautes haies vives, des forêts et un terrain très accidenté. |
| 3,5 | 0,8 | Grandes villes avec de hauts immeubles. |
| 4 | 1,6 | Très grandes villes avec de hauts immeubles et des grattes ciel. |

Ib Troen & Erik Lundtang Petersen : Atlas Éolien Européen, Risoe National Laboratory, Risoe, Denmark, 1991

ANNEXE 6-5

SPÉCIFICATIONS DE NORDEX 100

ANNEXE 6-6 :
RÉGLAGES DE LA SIMULATION INFORMATIQUE
AVEC IMMI VERSION 2009

| Calculation model | | | |
|---|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Adapt assessment area seamlessly to the receiver position | | | |
| ...for single points | No | | |
| ...for grid calculation | No | | |
| Take selected elements into account no matter where receivers are located: No | | | |
| Free field in front of refl. surfaces/m | 1.00 | | |
| House: white border in grid | No | | |
| Frequency | | | |
| Type of Spectrum | Overall level (A) | | |
| First frequency band /Hz | 0.00 | | |
| Last frequency band /Hz | 0.00 | | |
| Point calculation | "reference settings" | | |
| Grid calculation | "reference settings" | | |
| | | Optimised setting: | Optimised setting: |
| Parameter | "reference settings" | Single p. calc. (OFF) | Grid calculation (OFF) |
| Projection of line sound sources | Yes | Yes | No |
| Projection of area sound sources | Yes | Yes | No |
| Minimum length for sections /m | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Add. factor for distance criterion | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Limiting range of sound sources | No | No | Yes |
| minimum level difference /dB | No | No | 30.00 |
| Cut-off limit for insertion loss | Yes | Yes | Yes |
| Limit according to regulation | Yes | Yes | Yes |
| Calculate attenuation forVDI 2720, ISO9613 | | | |
| lateral pathway | Yes | Yes | No |
| lateral pathway for image sources | No | No | No |
| Reflection (max. order) | 1 | 1 | No reflection |
| Image source from projection | Yes | No | |
| No refl. if entirely screened | Yes | Yes | |
| Limiting range of reflecting surfaces /m | No | 200.00 | |
| Save rays as help lines | No | No | |
| Multiple reflections | No | No | No |
| Angle increments (x-y)° | | | |
| Angle increments (z)° | | | |
| maximum reflection pathway length | | | |
| as a multiple of the direct distance | | | |
| Ray splitting on refl. area | | | |

| Global parameters | | | |
|--|-------|---------|-------|
| Pre-setting of G outside of elements DBOD | 0.00 | | |
| temperature /° | 10 | | |
| relative humidity /% | 70 | | |
| Living area per inhab-/m ² (=0.8*gross) | 40.00 | | |
| Average storey height in m | 2.80 | | |
| Simplified meteorology (Guideline Int. Comp. Methods): | Day | Evening | Night |
| C0 /dB (local meteorological influence) | 2.00 | 1.00 | 0.00 |

| Parameters of library: Parking noise study | |
|--|---------------------------|
| Emission calculation following | Car park noise study 2007 |
| Propagation calculation following | ISO 9613 |

| Parameters of library: ISO 9613 | | |
|--|-----|--|
| down-wind conditions | Yes | |
| Apply flat-rate C0 | No | |
| Region | | |
| Simplified equation (Nr. 7.3.2) for ground effect | | |
| for frequency-dependent calculation | No | |
| for overall A-weighted calculation | Yes | |
| calculate distance attenuation only | No | |
| Attenuation due to screening - subtract negative ground effect | Yes | |
| Accounts for vegetation | Yes | |
| Accounts for housing | Yes | |
| Accounts for ground effect | Yes | |

| Parameters of library: XP S 31-133 | | |
|---|-----------|--|
| Vertical offset of the sound source /m | 0.50 | |
| Selection of meteo parameters according to appendix 1 | | |
| Day | Abbeville | |
| Accounts for vegetation | No | |
| Accounts for housing | No | |
| Accounts for ground effect | Yes | |

| Parameters of library: SRM II | | |
|-------------------------------|----------|--|
| Road traffic following | RMV 2000 | |
| Accounts for vegetation | No | |
| Accounts for housing | No | |
| Accounts for ground effect | Yes | |

| Parameters of library: Handl.Ind.1999 | | |
|--|-----|--|
| Adapt height of source and receiver also if height contour is screen | Yes | |
| Accounts for vegetation | Yes | |
| Accounts for housing | Yes | |
| Accounts for ground effect | Yes | |