

Parc éolien Courtis Neufs

Établissement d'un plan d'aménagement détaillé (PAD)

Protection contre le bruit



Sur mandat de RhônEole SA

KohleNusbaumer SA – septembre 2024

Numéro de la version

Version 1.4

Date de l'édition

3 septembre 2024

| | |
|--|--|
| RhôneEole SA c/o Genedis SA Grand Rue 2 1904 Vernayaz Tél. 027 763 14 11 contact@rhoneole.ch www.eolien-valais.ch | KohleNusbaumer SA Chemin de Champ-Jaccoud 22 1807 Blonay Tél. 021 311 74 41 info@kn-sa.ch www.kn-sa.ch |
|--|--|

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| 1. Introduction..... | 4 |
| 2. Situation..... | 8 |
| 3. Bases légales et méthode d'évaluation | 9 |
| 3.1. BASES LÉGALES EN MATIÈRE DE BRUIT | 9 |
| 3.2. VALEURS DE PLANIFICATION..... | 10 |
| 3.3. MÉTHODE D'ÉVALUATION DES NUISANCES SONORES | 11 |
| 4. Description de l'éolienne | 13 |
| 4.1. MODÈLE D'ÉOLIENNE..... | 13 |
| 4.2. SOURCES DE BRUIT | 13 |
| 4.3. PRINCIPE DE PRÉCAUTION - RÉDUCTION DES ÉMISSIONS SONORES | 14 |
| 5. État initial | 17 |
| 6. Phase de chantier..... | 18 |
| 7. Phase d'exploitation..... | 18 |
| 8. Immissions de bruit | 18 |
| 8.1. PRINCIPE DE PRÉCAUTION – CHOIX DES EMPLACEMENTS..... | 18 |
| 8.2. EMPLACEMENTS DES ÉOLIENNES ET BÂTIMENTS PRIS EN COMPTE | 19 |
| 8.3. DÉTERMINATION DES NIVEAUX SONORES L_{EQ} AUX LIEUX D'IMMISSION | 21 |
| 8.4. DÉTERMINATION DES NIVEAUX D'ÉVALUATION L_R | 23 |
| 8.5. DIRECTIVITÉ DES ÉMISSIONS ET EFFET D'ÉCRAN DES BÂTIMENTS | 26 |
| 9. Résultats | 28 |
| 9.1. NIVEAU D'ÉVALUATION, MODE OPÉRATIONNEL 0 s | 28 |
| 9.2. NIVEAU D'ÉVALUATION : BRIDAGE NOCTURNE, MODE OPÉRATIONNEL NR I s | 29 |
| 9.3. NIVEAU D'ÉVALUATION : BRIDAGE NOCTURNE, MODE OPÉRATIONNEL NR V s..... | 30 |
| 9.4. NIVEAU D'ÉVALUATION : BRIDAGE NOCTURNE, MODE OPÉRATIONNEL NR VII s | 31 |
| 9.5. INFRASONS | 32 |
| 9.6. BRIDAGE DES ÉOLIENNES - PRODUCTION D'ÉNERGIE | 32 |
| 10. Conclusions | 33 |
| 10.1. GÉNÉRALITÉS | 33 |
| 10.2. MESURES PARTICULIÈRES..... | 33 |
| 10.3. MESURES COMPLÉMENTAIRES PRÉVUES | 34 |
| 10.4. REMARQUES | 34 |
| Annexes..... | 35 |

1. Introduction

Le projet de parc éolien Courtis Neufs est porté par la société RhônEole SA, qui regroupe les communes de Martigny, Vernayaz, Dorénaz, Collonges et Evionnaz, ainsi que les sociétés électriques Sinergy SA à Martigny, Genedis SA à Vernayaz et les Services industriels de Lausanne (SiL). Il a pour objectif la réalisation de 3 éoliennes au lieu-dit *Les Courtis Neufs*, situé sur le territoire de la commune de Martigny.

Le 12 octobre 2007, la Commission cantonale des constructions (CCC) avait délivré une autorisation de construire pour une éolienne-test dans la zone entre Martigny et Vernayaz, à priori propice à l'exploitation d'éoliennes selon une analyse multicritère. Cette installation-test, nommée Mont d'Ottan, a été mise en service en mai 2008. Depuis, elle produit en moyenne 5,1 GWh/an d'électricité renouvelable, démontrant ainsi les excellentes conditions de vent qui règnent dans ce tronçon de la vallée du Rhône. En effet, le facteur de charge constaté de 28 % représente le record pour une éolienne suisse.

Sur la base d'une procédure valaisanne à conduire pour permettre la planification d'un parc éolien, la zone a été reconnue comme site propice par le Conseil d'État du Valais dans sa décision du 4 septembre 2013. Dans son courrier du 11 septembre 2013, le Département de l'économie, de l'énergie et du territoire mentionne au point n° 2 que pour l'établissement du Plan d'aménagement détaillé (PAD) : « (...) les locaux potentiellement sensibles au bruit devront être répertoriés et classés en locaux sensibles ou pas (...) ». En 2015, le projet de parc éolien a été inclus dans un « périmètre de production d'énergie éolienne à aménager » sur le plan d'affectation de zones (PAZ) de la commune de Martigny.

Ce parc éolien est également intégré dans le PDC du Valais (fiche E6 – Installations éoliennes), approuvé par le conseil fédéral en date du 27 avril 2020, classé en coordination réglée.

Le 8 septembre 2015, en amont de l'élaboration d'un PAD et de l'établissement de l'étude d'impact (EIE) y relative, un dossier d'enquête préliminaire, accompagné d'un cahier des charges selon l'art. 8 OEIE, a été soumis aux services cantonaux.

Le dossier d'enquête préliminaire contenait un inventaire des bâtiments et logements disposant de locaux sensibles au bruit (étude datée du 9 juillet 2015) afin de donner suite à la demande du 11 septembre 2013 du département chargé de l'énergie.

Le 26 janvier 2016, la section *études d'impact et constructions* du Département des transports, de l'équipement et de l'environnement, a émis des observations sur l'enquête préliminaire et le cahier des charges. La section a demandé l'apport de compléments au cahier des charges pour l'établissement du rapport d'impact sur l'environnement (RIE) et la prise en compte des remarques concernant le rapport 47 OAT, le PAD et son règlement.

Dans le contexte de l'inventaire des bâtiments disposant de locaux sensibles au bruit, les constats suivants sont tirés par la section :

a. « Certains bâtiments situés en zone agricole et pouvant apparemment comprendre des locaux sensibles (vus depuis l'extérieur) n'ont pas été pris en considération (notamment dans les environs de la nouvelle éolienne prévue au sud du parc).

Il faut déterminer, dans le cadre du RIE, en collaboration avec la commune et le SDT :

- si d'autres locaux de bâtiments situés en zone agricole et non pris en compte dans l'étude du 9 juillet 2015 sont utilisés régulièrement durant une période prolongée ;
- si « l'utilisation de terrain et propriétés qui vont de pair avec des durées de séjour prolongées est assurée au niveau de l'aménagement du territoire et a une stabilité à

long terme » (selon une prise de position de l'OFEV dans le cadre de la ligne HT de raccordement au réseau 380 kV du projet Nant de Dranse ou une problématique semblable s'était posée).

Le cas échéant, les locaux concernés devraient être considérés comme sensibles au bruit et les immissions de bruit des éoliennes devraient y être évaluées. ».

Concernant la méthode de calcul utilisée pour évaluer les immissions et le pronostic, la section a émis les remarques suivantes :

« La méthode utilisée par la société KohleNusbaumer ne correspond pas complètement à la méthode préconisée par l'EMPA, notamment en ce qui concerne le facteur de correction K3, qui doit être fixé à 4 en l'absence de données ou d'expérience permettant de s'écarter de cette hypothèse. Bien que la proposition du Cercle bruit Romand sur laquelle s'appuie l'étude puisse laisser penser qu'un K3=2 puisse s'appliquer, le peu d'études disponibles pour le type d'éoliennes prévues (Enercon E-126) ne permet pas d'assurer, en l'occurrence, que l'on puisse s'écarter du facteur de correction préconisé par l'EMPA ; de plus, les 2 éoliennes supplémentaires n'étant pas du même type que l'éolienne déjà en place, on ne peut pas non plus procéder par analogie pour déterminer l'audibilité des 2 nouvelles éoliennes aux alentours du site. »

« K₃ doit donc être égal à 4 dans ces circonstances et dans le pronostic, jusqu'à preuve du contraire. »

Par ailleurs, pour le pronostic, il est nécessaire de s'appuyer sur les données du constructeur, notamment pour L_{WA} et la distribution fréquentielle. En effet, pour un même type d'éolienne, l'expérience montre que la distribution du L_{WA} est en général hétérogène (variations importantes d'une éolienne à l'autre) ; deux études montrant un L_{WA} inférieur aux données du constructeur ne suffisent pas à conclure que la puissance acoustique réelle des éoliennes du parc Courtis Neufs sera inférieure à la puissance donnée par le constructeur.

En conséquence, la section a demandé que « les données du constructeur doivent être reprises pour le calcul, sans modification ».

La section a aussi exigé d'examiner et d'appliquer des mesures supplémentaires de limitation des émissions de bruit (1), un monitoring des immissions effectives in situ après la mise en service des éoliennes afin de vérifier les prévisions (2), et des adaptations techniques dès le départ pour permettre un bridage rétroactif des éoliennes dans la perspective de réduire les émissions sonores (3), au besoin. C'est suite « à ce monitoring qu'un éventuel bridage pourra être précisément défini. Enfin, si nécessaire, le PAD et son règlement devront être adaptés en fonction des résultats du nouveau pronostic de bruit ».

Dans l'objectif de satisfaire les diverses demandes des autorités, l'inventaire de bâtiments disposant de locaux à usage sensible au bruit du 9 juillet 2015 a été mis à jour. Toute actualisation s'appuie sur le Registre fédéral des bâtiments et logements (RegBL) afin de disposer d'une base complète et actuelle des bâtiments et logements présents sur le site.

Le RegBL a été créé sur la base des informations issues du recensement de la population 2000 pour des fins statistiques. Le RegBL s'est également imposé depuis lors – notamment grâce à la révision totale de l'ordonnance (ORegBL) entrée en vigueur au 1^{er} juillet 2017 – comme le système national d'information de référence dans le domaine des bâtiments. Le RegBL contient des informations sur les projets de construction, les bâtiments, les logements, les entrées et les rues.

L'Office fédéral de la statistique (OFS) gère le RegBL en étroite collaboration avec les services communaux ainsi qu'avec les services spécialisés de la Confédération et des cantons. Les services des constructions enregistrent tous les projets de construction soumis à l'obtention d'un permis de construire. Grâce à une actualisation régulière des données par ces instances, la

Suisse dispose depuis 2020 pour la première fois d'un registre complet des bâtiments et logements. Le RegBL est utilisé pour des tâches statistiques, de recherche et de planification ainsi que pour l'exécution de tâches légales au niveau de la Confédération, des cantons ou des communes.

Dans la zone agricole aux alentours du parc éolien Courtis Neufs, des bâtiments sont présents qui ne sont pas répertoriés dans le RegBL. Il s'agit notamment de cabanes de jardin à des fins récréatives permettant de séjours de courte durée et le stockage du matériel de jardinage. Ces bâtiments ne sont pas destinés à l'habitat, ni à l'exploitation, ni à une utilisation régulière durant une période prolongée, et ne disposent pas de locaux sensibles au bruit.

L'inventaire des bâtiments disposant de locaux sensibles au bruit version 1.4 de juillet 2023¹ a été contrôlé et validé par la commune de Martigny, conformément à la demande des autorités cantonales. En août 2024, une mise à jour de la version 1.4 a été effectuée, afin de prendre en compte d'éventuels changements du RegBL et de ses possibles conséquences. La version 1.5 d'août 2024 confirme la validité de la version 1.4 de juillet 2023 comme base pour la présente étude, c'est-à-dire la liste des lieux d'immission pertinents les plus proches pour une zone de degré de sensibilité au bruit donnée. Si les valeurs de planification fixées dans l'annexe 6 de l'OPB y sont respectées, elles le seront également pour les autres lieux plus éloignés d'immission concernés par le projet.

Depuis l'accomplissement de l'enquête préliminaire, en 2016, le cadre pour la planification des éoliennes a changé en Suisse, et dans la vallée du Rhône, notamment. Des changements évolutifs émanent, par exemple, des décisions du Tribunal fédéral prises dans le cadre de la planification des parcs éoliens.

En effet, en février 2022, le recours contre le PAD « Parc éolien de Charrat » a été rejeté par le Tribunal fédéral (TF). L'arrêt du TF a validé par la même occasion les démarches entreprises jusqu'ici pour la planification de ce projet. Dans le cadre de la procédure pour le PAD, l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) a tiré les constats suivants dans sa prise de position adressée au Tribunal fédéral (BAFU-042.43-59708/2/1/1) :

1. Le rapport KohleNusbaumer du 25 janvier 2016 sur la protection contre le bruit du RIE pour la détermination des niveaux d'évaluation L_r répond aux exigences de l'annexe 6 de l'OPB, ainsi qu'aux recommandations relatives au bruit éolien du Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (EMPA).
2. La prise en considération d'une correction de niveau $K_3 = 2$ dB (audibilité faible) pour les composantes impulsives (« swoosh éolien ») est acceptable dans le cas particulier du site situé dans la vallée du Rhône, compte tenu notamment des résultats des mesurages effectués dans le voisinage de l'éolienne-test en 2013 (exposition des lieux d'immission au bruit du vent en terrain plat, et au bruit de l'autoroute).
3. La prise en compte des effets engendrés par la directivité des niveaux des émissions par l'orientation marquée des vents dans le secteur du parc est justifiée.
4. Le rapport prévoit des mesures de limitation des émissions à titre préventif (choix de turbines sans multiplicateur de vitesses, pales équipées avec le système TES, possibilité d'un bridage ultérieur, notamment). La détermination des immissions est ainsi conforme au principe de la prévention (art. 11, al. 2 LPE).

L'arrêt du TF et la prise de position de l'OFEV ont des conséquences pour les autres parcs éoliens en planification dans la région du coude du Rhône, en particulier pour le projet Courtis Neufs. De toute évidence, les conditions de site au lieu-dit Les Courtis Neufs sont comparables à celles retrouvées dans la zone du parc éolien de Charrat. Les deux sites éoliens, à Charrat et aux Courtis Neufs, se trouvent dans le même tronçon de la plaine du Rhône caractérisée par de fortes brises de vallée observées entre mars et octobre. Entre Vernayaz et Martigny, les

¹ KohleNusbaumer SA (2023, 10 juillet). *Parc éolien Courtis Neufs – Inventaire des bâtiments disposant de locaux à usage sensible au bruit.*

effets de masquage du bruit par le vent et le trafic devraient être au moins identiques, voire plus prononcés, vu l'exposition au vent marquée des lieux d'immissions et les emplacements des éoliennes additionnelles à proximité immédiate de l'autoroute. L'orientation du vent de couloir est également très prononcée.

Le dossier pour l'enquête préliminaire et le cahier de charges (RIE) pour le projet Courtis Neufs, soumis aux autorités cantonales en 2015, s'est appuyé sur le modèle d'éoliennes Enercon E-126, à titre d'exemple pour les divers modèles d'éoliennes similaires disponibles sur le marché. Ce choix a été fait afin de démontrer de façon concrète la faisabilité et l'intérêt du parc éolien prévu. Il permet de confirmer, sur la base d'un modèle existant, le respect des exigences légales ainsi que d'évaluer, au-delà de la théorie, la production énergétique attendue et les impacts sur l'environnement, tels que les immissions de bruit du futur parc éolien.

Grâce aux continus progrès technologiques, les constructeurs d'éoliennes proposent régulièrement de nouveaux modèles, notamment dans l'optique de réduire le coût de revient par kWh et de minimiser les impacts sur l'environnement. Ainsi, la société Enercon a remplacé le modèle E-126 par la E-160 et la E-175 de la plateforme EP5. La E-160 est disponible dans la version E3 (e-nacelle) avec une hauteur totale de 200 ou 247 m, un diamètre de rotor de 160 m et une puissance de 5'560 kW.

Une récente pré-étude² a identifié la E-160 EP5 E3 5,56 MW TES comme particulièrement intéressante pour une exploitation du vent sur le site éolien Courtis Neufs, et ceci pour plusieurs raisons. Selon les estimations, elle permettrait d'assurer une production d'électricité conséquente du parc éolien, dans une grandeur d'ordre de 50 GWh/an, et ceci en respectant le cadre légal fixé par l'Ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB). Cette performance est notamment rendue possible grâce aux différentes mesures de limitation des émissions de bruit, c'est-à-dire une fréquence de rotation très faible réduisant la vitesse des pales, l'utilisation d'un générateur à entraînement direct, des pales munies de bords de fuite dentelés (système TES), ainsi la disponibilité de différents modes opérationnels permettant un bridage la nuit.

Dans le cadre de la procédure pour le PAD Courtis Neufs, le bureau KohleNusbaumer SA a été mandaté par RhôneEole SA, porteur du projet, pour effectuer une étude sur la protection contre le bruit devant s'inscrire dans le RIE.

L'objectif de la présente étude est d'examiner, conformément à l'OPB, le respect des exigences légales en matière de protection contre le bruit pour le projet de parc composé de l'éolienne existante et deux E-160 EP5 E3 247 m TES. Pour ce faire, il convient de prendre en compte l'état initial en matière de bruit, les effets attendus de la phase de chantier et ceux liés à la phase d'exploitation des éoliennes.

De plus, ce rapport examine l'application des mesures supplémentaires de limitation des émissions de bruit, dans la perspective d'un monitoring des immissions de bruit après la mise en service des éoliennes, et sur la base des adaptations techniques dès le départ pour permettre un bridage rétroactif des éoliennes au besoin.

Ce document s'appuie sur le modèle E-160 EP5 E3 5,56 MW qui est l'une des éoliennes les plus performantes pour ce site au moment de la rédaction de la présente étude. Lors de la phase suivante, c'est-à-dire celle de la demande de l'autorisation de construire, cette étude sera mise à jour, si nécessaire, en fonction du choix définitif du modèle d'éolienne.

² KohleNusbaumer SA (2022, 14 juillet). Parc éolien Courtis Neufs – Critères d'évaluation pour le choix des éoliennes.

2. Situation

Le projet de parc éolien Courtis Neufs s'inscrit dans la vallée du Rhône entre Martigny et Vernayaz, sur le territoire de la commune de Martigny, à environ 455 m d'altitude (figure 1). Depuis 2015, un « périmètre de production d'énergie éolienne à aménager » comme affectation superposée a été intégré dans le PAZ. Ce périmètre est situé dans une « zone agricole de plaine 1 » (éoliennes E1 et E3) et dans une « zone détente sports et loisirs à aménager » (E2). Cette dernière, à l'époque destinée à l'extraction de gravier et à la production de béton, est actuellement utilisée pour le stockage de matériaux de construction (gravier, débris de construction).

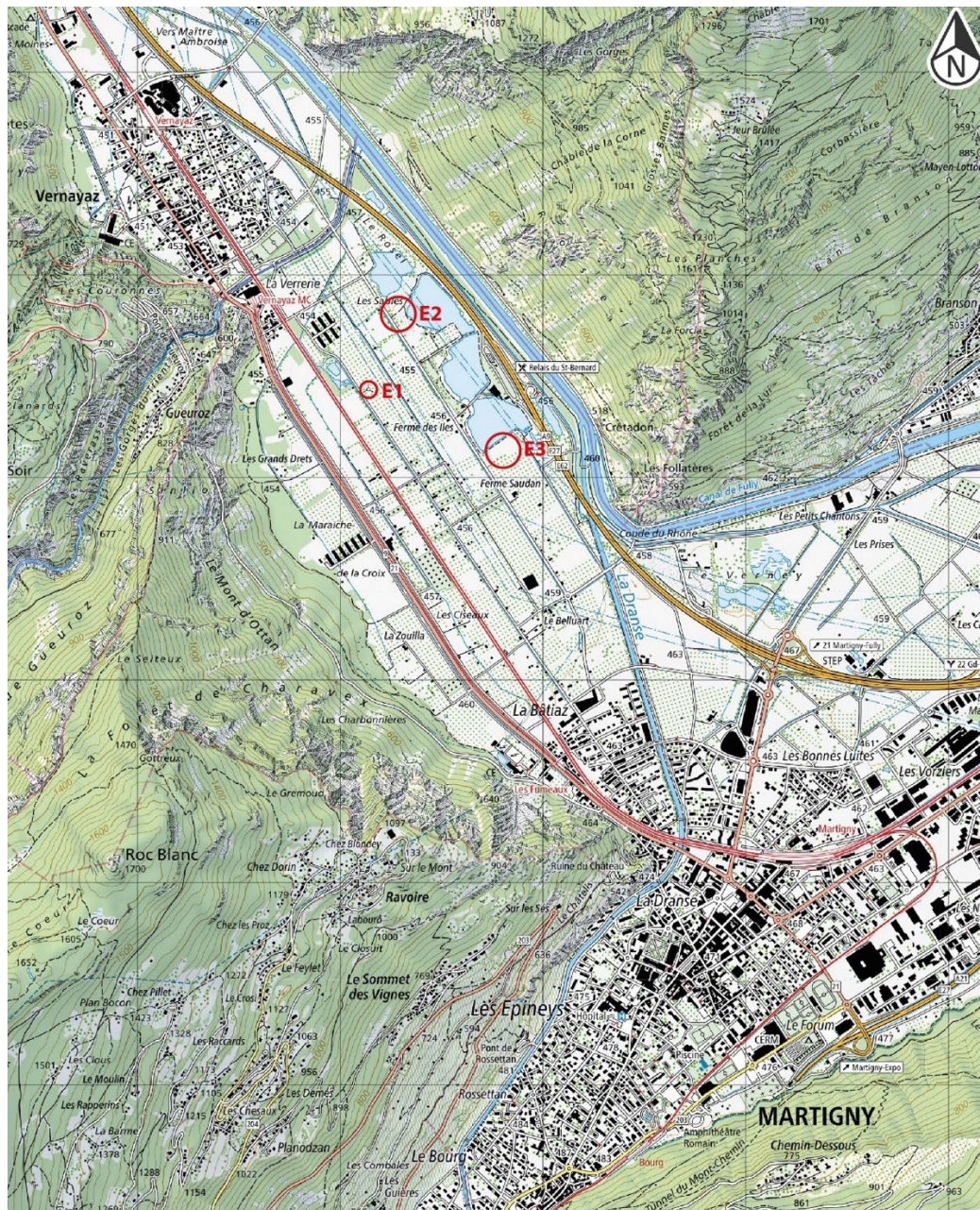


Figure 1 : Emplacements de l'éolienne actuelle et de celles prévues du projet de parc éolien Courtis Neufs. E1 : éolienne existante Mont d'Ottan ; E2 : éolienne projetée Les Sables ; E3 : éolienne projetée Les Îles.

3. Bases légales et méthode d'évaluation

3.1. Bases légales en matière de bruit

Les deux nouvelles éoliennes ainsi que l'existante prévues dans le PAD sont des installations fixes dont l'exploitation produira du bruit. Elles sont donc soumises aux règles du droit fédéral sur la protection contre le bruit (art. 2 al. 1^{er} de l'Ordonnance du 15 décembre 1986 sur la protection contre le bruit [OPB ; RS 814.41] en relation avec l'art. 7 al. 7 de la Loi fédérale du 7 octobre 1983 sur la protection contre le bruit [LPE ; RS 814.01]). L'OPB a pour but de protéger la population contre le bruit nuisible ou incommodant.

Le bruit doit d'abord être limité par des mesures prises à la source (limitation des émissions ; art. 11 al. 1^{er} LPE). Dès lors, les émissions de bruit doivent être limitées, à titre préventif et indépendamment des nuisances existantes, dans la mesure que permettent l'état de la technique ainsi que les conditions d'exploitation et pour autant que cela soit économiquement supportable (art. 11 al. 2 LPE et 7 al. 1^{er} let. a OPB). Dans ce contexte, il ne s'agit pas de choisir entre différentes variantes de projets respectant les valeurs de planification, mais de choisir la variante qui offre la meilleure protection contre le bruit au regard des principes de prévention et de proportionnalité.

Ainsi, au niveau du PAD, les zones dédiées à l'implantation des éoliennes doivent répondre aux exigences de limitation des émissions. Il s'agit particulièrement d'examiner les emplacements futurs des éoliennes pour qu'ils répondent au principe de prévention. La limitation des émissions à la source (choix du modèle d'éolienne, technologie, etc.) doit être réglée à l'occasion des demandes d'autorisation de construire de chaque éolienne comme installation partielle, en tenant compte, dans la mesure du possible, des progrès techniques.

En vertu de l'art. 40 al. 1^{er} OPB, les immissions de bruit extérieur que les installations fixes produisent sont à évaluer sur la base des valeurs limites d'exposition fixées par le Conseil fédéral (valeurs de planification, d'immissions et d'alarme, cf. annexe 3 à 8 de l'OPB). En vertu de l'art. 25 LPE (ou de l'art. 7 OPB qui a une portée identique), il faut assurer, pour le bruit provenant d'une nouvelle installation fixe, le respect dans le voisinage des valeurs de planification inférieures aux valeurs limites d'immission (art. 25 al. 1 LPE, en relation avec les art. 15 et 23 LPE). L'art. 25 al. 2 LPE permet toutefois d'accorder un allègement pour une installation présentant un intérêt public prépondérant si l'observation des valeurs de planification constitue une charge disproportionnée et ainsi se borner à imposer le respect des valeurs limites d'immissions.

Dans le cadre de la procédure pour le PAD « Parc éolien de Charrat », l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) a tiré notamment les constats suivants dans sa prise de position adressée au Tribunal fédéral (BAFU-042.43-59708/2/1/1) :

- Dans le cas particulier du site, la prise en considération d'une correction de niveau $K_3 = 2$ dB (audibilité faible) pour les composantes impulsives (« swoosh éolien ») est acceptable compte tenu notamment des résultats des mesurages. La raison est l'effet de masquage important en plaine du Rhône dû à l'exposition des lieux d'immission au vent, en terrain plat, et au bruit du trafic (autoroute) ;
- La prise en compte des effets engendrés par la directivité des niveaux des émissions par l'orientation marquée des vents dans ce secteur est justifiée ;
- Le rapport prévoit des mesures de limitation des émissions à titre préventif (choix de turbines sans multiplicateur de vitesses, pales équipées avec le système TES, possibilité d'un bridage ultérieur). La détermination des immissions est ainsi conforme au principe de la prévention (art. 11, al. 2 LPE).

Par rapport au site éolien de Charrat, les effets de masquage du bruit par le vent et le trafic devraient être plus prononcés aux Courtis Neufs. L'exposition des lieux d'immission aux vents, dans la plaine du Rhône entre Vernayaz et Martigny, est marquée. Les emplacements des

éoliennes additionnelles se trouvent notamment à proximité immédiate de l'autoroute. En conséquence, une correction de niveau $K_3 = 2$ dB (audibilité faible) pour les composantes impulsives est appliquée.

L'orientation du vent de couloir est très prononcée. Les effets engendrés par la directivité des niveaux des émissions sont pris en compte pour les lieux d'immission situés dans les plans des rotors (- 7 dB).

Concernant la conformité au principe de la prévention, cette étude prévoit les mêmes mesures de limitation des émissions à titre préventif que celles prévues dans le cadre de la planification pour le parc éolien de Charrat.

Conformément aux demandes émises par la section *études d'impact et constructions* du Département des transports, de l'équipement et de l'environnement, dans ses observations du 26 janvier 2016, la présente étude :

- reprend les données du constructeur pour le calcul, sans modification ;
- examine et applique des mesures supplémentaires de limitation des émissions de bruit ;
- prévoit un monitoring des immissions effectives in situ après la mise en service des éoliennes afin de vérifier le pronostic. Un modèle d'éolienne disposant des adaptations techniques dès le départ est pris en compte pour permettre un bridage rétroactif dans la perspective de réduire les émissions sonores. Ainsi, le monitoring permettra de définir un éventuel bridage et une consécutive mise en œuvre aisée. Enfin, si nécessaire, le PAD et son règlement pourront être adaptés en fonction des résultats du nouveau pronostic de bruit et du bridage appliqué.

Pour assurer que l'intégralité des bâtiments et logements disposant de locaux sensibles au bruit est prise en compte dans l'étude présente, un inventaire des bâtiments et des logements disposant de locaux à usage sensible au bruit a été élaboré, s'appuyant sur le Registre fédéral des bâtiments et des logements (RegBL). Ce dernier représente une base complète et actuelle des bâtiments et des logements disposant de locaux sensibles au bruit.

La présente étude pour la protection contre le bruit s'appuie sur la version 1.4 de juillet 2023 de l'inventaire, validé par la commune de Martigny. La version 1.5 d'août 2024 de l'inventaire confirme les résultats et conclusions tirés en 2023.

À noter que l'inventaire élaboré représente essentiellement une liste pour les bâtiments et les logements pertinents dans le cadre du projet éolien Courtis Neufs, c'est-à-dire pour les lieux d'immission les plus proches pour une zone de degré de sensibilité au bruit donnée. Si les valeurs de planification fixées dans l'annexe 6 de l'OPB y sont respectées, elles le seront également pour les autres lieux plus éloignés d'immission concernés par le projet.

3.2. Valeurs de planification

Les installations de production d'énergie sont assimilées aux installations industrielles et artisanales et donc les valeurs limites d'exposition au bruit définies à l'annexe 6 de l'OPB sont applicables.

Le tableau 1, issu de l'annexe 6 de l'OPB, art. 4, montre les valeurs de planification (art. 25 LPE et 7 OPB) pour le jour et pour la nuit, en fonction du degré de sensibilité (DS) de la zone concernée.

Tableau 1 : Degrés de sensibilité au bruit et valeurs de planification selon l'Ordonnance fédérale sur la protection contre le bruit (annexe 6 OPB, art. 4).

| Degré de sensibilité (art. 43) | Valeur de planification Lr en dB (A) | | Valeur limite d'immission Lr en dB (A) | | Valeur d'alarme Lr en dB (A) | |
|-----------------------------------|---|------|--|------|---------------------------------|------|
| | Jour | Nuit | Jour | Nuit | Jour | Nuit |
| I | 50 | 40 | 55 | 45 | 65 | 60 |
| II | 55 | 45 | 60 | 50 | 70 | 65 |
| III | 60 | 50 | 65 | 55 | 70 | 65 |
| IV | 65 | 55 | 70 | 60 | 75 | 70 |

L'art. 42 OPB spécifie que pour les locaux d'exploitation, dans lesquels des personnes séjournent régulièrement durant une période prolongée et qui se situent en des secteurs où l'on a attribué les degrés de sensibilité I, II ou III, les valeurs de planification et les valeurs limites d'immission sont de 5 dB(A) plus élevés.

3.3. Méthode d'évaluation des nuisances sonores

3.3.1 Méthode générale

L'OFEV demande que les nuisances sonores des éoliennes soient examinées en se fondant sur la méthode EMPA.³ Cette méthode montre comment il est possible de déterminer les nuisances sonores dues aux éoliennes en application de l'annexe 6 OPB relative aux installations industrielles et artisanales. Le but est de quantifier les immissions sonores à l'aide d'une mesure de l'exposition au bruit qui reflète les caractéristiques du bruit ressenties comme gênantes par la population. Cette mesure de l'exposition (niveau d'évaluation L_r) se compose du niveau moyen équivalent de l'immission sonore L_{eq} , d'une correction temporelle ainsi que de corrections de niveau (K_1 [type de bruit], K_2 [composantes tonales], K_3 [composantes impulsives]) qui tiennent compte des caractéristiques de gêne spécifiques du bruit. Le niveau L_r ainsi déterminé est alors comparé aux valeurs limites d'exposition fixées à l'annexe 6 de l'OPB (tableau 1).

3.3.2 Corrections de niveau

Le rapport EMPA recommande les corrections de niveau suivantes : $K_1 = 5$, $K_2 = 0$, $K_3 = 4$. La correction de niveau K_3 prend en considération l'audibilité des composantes impulsives du bruit au niveau des locaux à usage sensible au bruit. Pour les installations éoliennes, ceci correspond notamment à la modulation d'amplitude du bruit (*swoosh* éolien). Ce procédé correspond à la pratique usuelle pour l'évaluation de tels bruits modulés en amplitude générés par des installations industrielles ou artisanales. Avec les éoliennes actuelles, il est convenable d'admettre selon l'OFEV qu'il n'y a aucune composante tonale ($K_2=0$), et qu'une audibilité des composantes impulsives K_3 inférieure à 4 (= audibilité moyenne) peut aussi être prise en considération en fonction de la situation spécifique d'un projet. En effet, il faut souligner que l'émergence du bruit des éoliennes est très variable en fonction du vent, du site éolien et de l'emplacement du local à usage sensible au bruit. Dans le cas spécifique du site éolien de Charrat, des mesures in situ (voir annexe 3) en particulier ont démontré que le masquage du bruit par le vent est important, justifiant un niveau $K_3 = 2$ (audibilité faible).

Sur la base des expériences des représentants des cantons romands, le Cercle Bruit romand⁴ a dressé les conclusions suivantes :

³ Untersuchungsbericht Nr. 452'460 "Lärmermittlung und Massnahmen zur Emissionbegrenzung bei Windkraftanlagen". Dr. Kurt Heutschi, Kurt Eggenschwiler, EMPA, janvier 2010.

⁴ Cercle Bruit Suisse, Groupement des responsables cantonaux de la protection contre le bruit (CB).

- Pour des vents forts (vitesse supérieure à 8-10 m/s mesurée à 10 m/sol), le bruit de fond est prédominant. Ainsi la correction de niveau devient nulle du fait de l'effet de masque produit par l'augmentation importante du bruit de fond généré par la présence du vent. Le facteur de correction K_3 est au plus égal à 2 dB(A). Cette affirmation est valable pour autant que la vitesse du vent au point récepteur reste élevée ;
- Pour des vents moyens (vitesse comprise entre 4 et 8-10 m/s mesurée à 10 m au-dessus du sol) et en fonction de l'éloignement de l'éolienne, la modulation d'amplitude de l'émission sonore varie en fonction de l'éloignement de l'éolienne. Elle peut être qualifiée de nette pour des distances inférieures à environ 150 m ($K_3=4$). Pour des distances importantes, elle devient faible et le facteur de correction K_3 est au plus égal à 2 dB(A) ;
- Pour des vents faibles (vitesse inférieure à 4 m/s mesurée à 10 m au-dessus du sol), le bruit généré par l'éolienne est faible et il n'est pas possible de percevoir une variation sensible de la composante d'audibilité impulsive, de ce fait la correction est nulle.

À noter que les valeurs de niveaux de correction en Suisse sont élevées et que les expertises réalisées pour des éoliennes de dernière génération sur la base des normes DIN indiquent une valeur K_2 de 0 dB et une valeur K_3 égale ou proche de 0 dB. Dans le cas de la E-160 EP5 E3 166 m TES, le spectre en bandes de tiers d'octave indique une valeur K_2 de 0 dB.

Selon le rapport EMPA, les éoliennes sont considérées comme des sources sonores ponctuelles et omnidirectionnelles ($D_c=0$) à hauteur de la nacelle. Pour les récepteurs situés dans le plan du rotor, cette considération surestime les niveaux d'évaluation de 5 à 10 dB(A). En effet, les mesures de bruit effectuées sur des éoliennes en fonctionnement montrent une diminution du niveau sonore dans le plan du rotor des éoliennes en raison du caractère dipolaire du bruit aérodynamique, notamment en raison de la directivité du bruit de bord de fuite, qui est la source sonore dominante.⁵ Ceci est particulièrement vrai pour les modèles du constructeur Enercon, qui possèdent des entraînements directs, sans multiplicateur de vitesse, et qui ne produisent donc pas de bruit mécanique qui pourrait venir diminuer l'effet dipolaire du bruit aérodynamique. Le rapport EMPA recommande une déduction de 5 à 10 dB(A) pour l'effet de directivité.

La canalisation très marquée des courants d'air sur le site du parc éolien Courtis Neufs autorise à effectuer des déductions pour certains lieux d'immission situés à proximité des éoliennes. Aux Courtis Neufs, certains lieux d'immission sont très fréquemment situés dans le plan du rotor de l'éolienne E2 Les Sables, car la moitié de l'énergie sur le site provient du secteur ONO, entre 259° et 326°, et 40 % de la direction opposée ESE (entre 79° et 146°). Une déduction sur la puissance acoustique maximale de l'éolienne E2 est appliquée pour ces lieux d'immission. Ainsi, le niveau maximal est réduit de 7 dB(A) pour cette éolienne au lieu de la puissance acoustique maximale du modèle considéré.

En résumé, dans cette étude, le calcul des niveaux d'évaluation tient compte des recommandations de l'EMPA concernant les corrections de niveau K_1 , K_2 et K_3 , et de la prise de position de l'OFEV dans son courrier adressé au Tribunal fédéral pour le parc éolien de Charrat. Les corrections de niveau $K_1 = 5$, $K_2 = 0$ et $K_3 = 2$ sont donc utilisées.

⁵ M. Friman, Directivity of sound from wind turbines, KTH Marcus Wallenberg Laboratory, Department of Aeronautical and Vehicle engineering, Stockholm, 2011.

4. Description de l'éolienne

4.1. Modèle d'éolienne

Dans cette analyse, le modèle d'éolienne Enercon E-160 EP5 E3 166 m TES a été retenu (tableau 2).

Tableau 2 : Caractéristiques principales des éoliennes prises en compte dans cette étude.

| Éolienne | Enercon E-160 EP5 E3 166 m TES |
|---|--------------------------------|
| Puissance [kW] | 5'560 |
| Hauteur nacelle [m] | 166,60 |
| Hauteur mât [m] | 162,46 |
| Hauteur totale [m] | 247 |
| Diamètre du rotor [m] | 160 |
| Surface balayée [m ²] | 20'106 |
| Vitesse de rotation à la puissance nominale [t/min] | 9,6 |

4.2. Sources de bruit

4.2.1 Bruit mécanique

Le bruit mécanique est créé par les différents organes en mouvement. Les éoliennes du début des années 80 laissaient percevoir ce type de bruit jusqu'à des distances relativement importantes. Ces dernières années, les émissions sonores des éoliennes ont été réduites grâce à un certain nombre d'innovations technologiques. Le bruit d'origine mécanique peut être, entre autres, lié aux mécanismes de transmission, au multiplicateur de vitesse ou au réglage d'azimut (orientation de la nacelle).

4.2.2 Bruit aérodynamique

Le freinage du vent et son écoulement autour des pales engendrent un son caractéristique, comme un souffle. La plus grande partie du bruit a pour origine l'extrémité de la pale et son bord de fuite. La réduction de la vitesse des pales via une faible vitesse de rotation, l'utilisation de profils et de géométries de pales spécifiques à l'éolien et du système TES ont permis de réduire cette source sonore. Le passage des pales devant la tour crée un bruit de basse fréquence, inaudible.⁶ L'éloignement grandissant entre le rotor des pales et le mât de l'éolienne lié à l'augmentation de la taille et de la puissance des éoliennes diminue également fortement cet effet. Les infrasons n'exercent aucune influence sur la santé humaine.^{7,8,9}

4.2.3 Bruit électronique

Les onduleurs et le transformateur peuvent émettre un bruit de type électronique ayant une faible portée.

⁶ Son ayant une fréquence inférieure au seuil de l'audition, se situant généralement à environ 20 Hz. Le son infrasonore d'amplitude suffisamment grande peut être perçu ; il est entendu et senti comme vibration. Les sources naturelles d'infrasons comprennent les vagues, le tonnerre et le vent.

⁷ « Infrasound from Wind Turbines – Fact, Fiction or Deception? », Geoff Leventhall, vol. 34, n° 2, 2006, Canadian Acoustics.

⁸ « Infraschall bei Windenergieanlagen », Klug, Neue Energie, 1996, 1, S. 22.

⁹ « Research into Aerodynamic Modulation of Wind Turbine Noise », University of Salford, Royaume-Uni, juillet 2007.

4.3. Principe de précaution - réduction des émissions sonores

Selon l'art. 11 al. 1^{er} LPE, le bruit doit d'abord être limité par des mesures prises à la source. Technologiquement, il existe plusieurs méthodes de réduction des émissions sonores qui permettent d'assurer une exploitation normale des éoliennes et qui sont économiquement supportables. Elles concernent aussi bien les sources de bruit mécanique qu'aérodynamique.

La disponibilité de ces technologies dépendra du modèle d'éoliennes choisi. Dans le cas de la E-160, la réduction des émissions sonores passe par les technologies suivantes :

- Choix d'un générateur à entraînement direct

L'absence de multiplicateur permet une significative réduction des bruits mécaniques (figure 2).

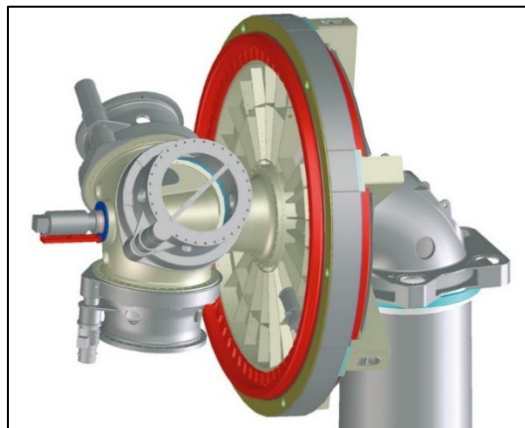


Figure 2 : Le générateur d'un modèle à entraînement direct est directement couplé au rotor. Il n'y a pas de multiplicateur mécanique dans la nacelle. Source : Enercon GmbH.

- Ajout d'ailerons en bout des pales

Les pales de la E-160 sont équipées avec un aileron permettant de restreindre les turbulences créées en bout de pale en améliorant l'aérodynamisme (figure 3). Les ailerons réduisent les émissions de la principale source de bruit.

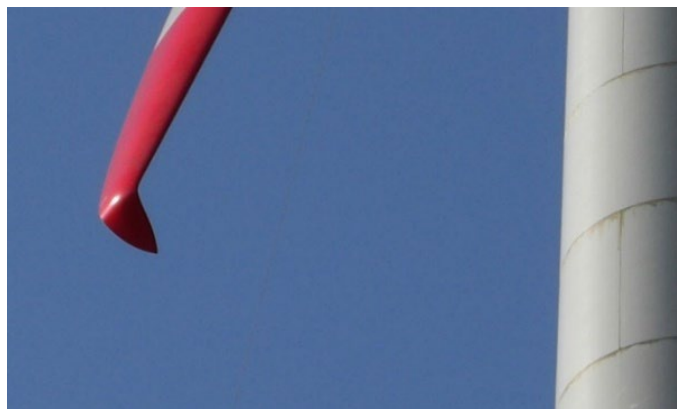


Figure 3 : Pale équipée avec un aileron.

- Ajout de peignes de bord de fuite aux pales (TES)

Les différentes vitesses de flux sur les côtés intrados et extrados d'une pale provoquent des turbulences sur le bord de fuite, lesquelles entraînent à leur tour une hausse du niveau sonore lorsque l'éolienne tourne. Pour réduire ce niveau sonore, il faut monter un profilé dentelé sur le bord de fuite. Ce profil est appelé peigne de bord de fuite (Trailing Edge Serration ou TES).

Ce système diminue le niveau de puissance acoustique des éoliennes de l'ordre de 2 dB(A), particulièrement dans les basses fréquences. Si en 2008, lors de la construction de l'éolienne-test Mont d'Ottan, ce système n'était pas encore disponible, il équipe à présent la E-160 en version TES. À noter qu'un montage à posteriori n'est pas possible pour l'éolienne Mont d'Ottan.

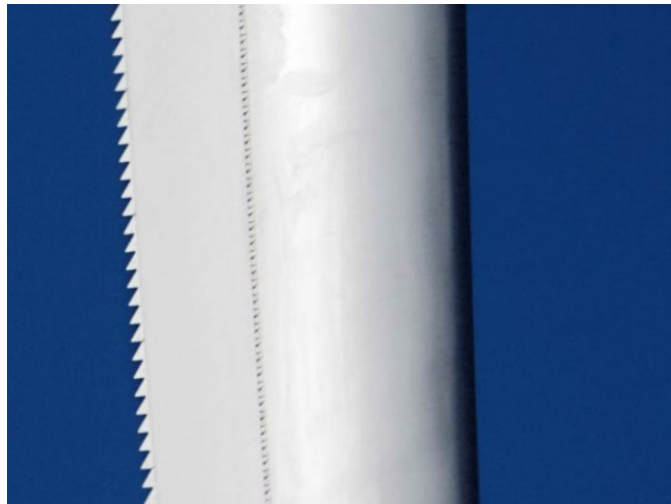


Figure 4 : Illustration du système TES (Trailing Edge Serrations). La dentelure permet d'atténuer les turbulences au bord de fuite et, en conséquence, les émissions de bruit. Photo : Siemens Wind Power A/S.

- Limitation de la vitesse de rotation

Une limitation de la vitesse de rotation du rotor aboutit à un ralentissement de la vitesse de passage des pales dans l'air, qui est la source principale des émissions sonores d'une éolienne.

C'est ainsi en grande partie grâce à la vitesse de rotation très basse (9,6 tours/min au maximum) que le niveau acoustique maximale de la E-160 EP5 E3 TES ne dépasse que de 2,8 dB(A) celui du modèle E-82 (18 tours/min), et ceci malgré le fait que les pales de 80 m de la E-160 soient quasiment deux fois plus longues que celles de 41 m de la E-82.

La réduction de la vitesse de rotation via une simple programmation du logiciel de gestion de l'éolienne E-160 offre la possibilité de diminuer les émissions acoustiques dès la première mise en service ou, au besoin, à n'importe quel moment durant l'exploitation de l'éolienne. Un tel bridage mène cependant à une baisse de la puissance électrique et, par conséquent, du rendement énergétique.

- Changement constructif du générateur

Le fabricant Enercon a modifié le design du générateur en vue de supprimer notamment un pic de bruit pour une fréquence de 100 Hz. Le graphique de la figure 5 montre la présence du pic d'émission présent sur le modèle initial E-82 (version E1), et qui n'apparaît pas sur le successeur E-82 EP2 E4 et le modèle E-160 EP5 E3.

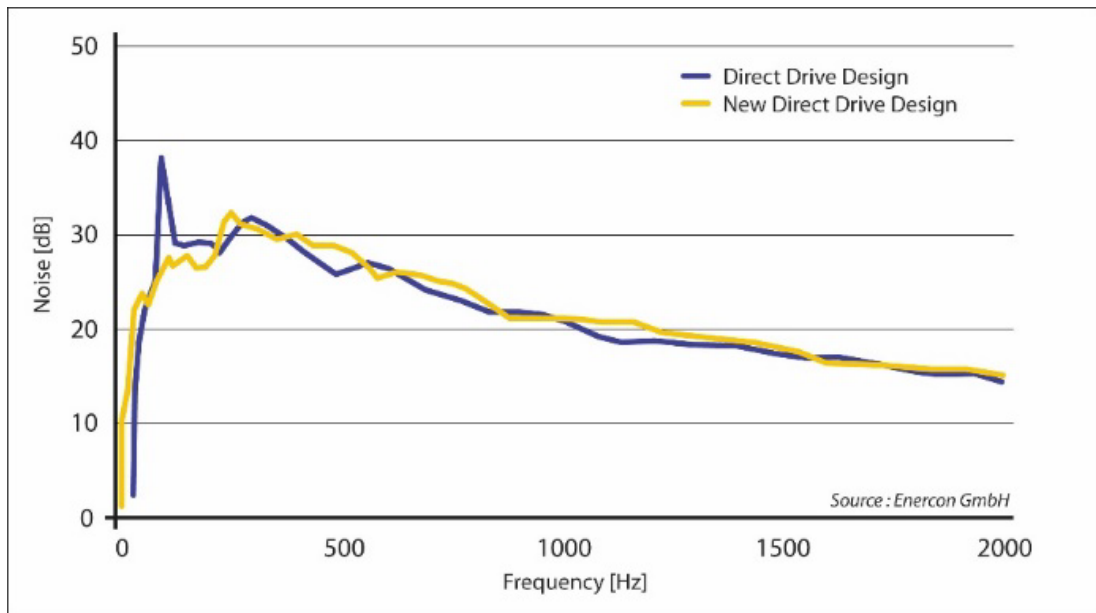


Figure 5 : Illustration de la présence du pic d'émission autour de 100 Hz du générateur de l'ancienne génération des éoliennes Enercon 3 MW, et de la suppression grâce au nouveau design du générateur. Source : Enercon (2015).

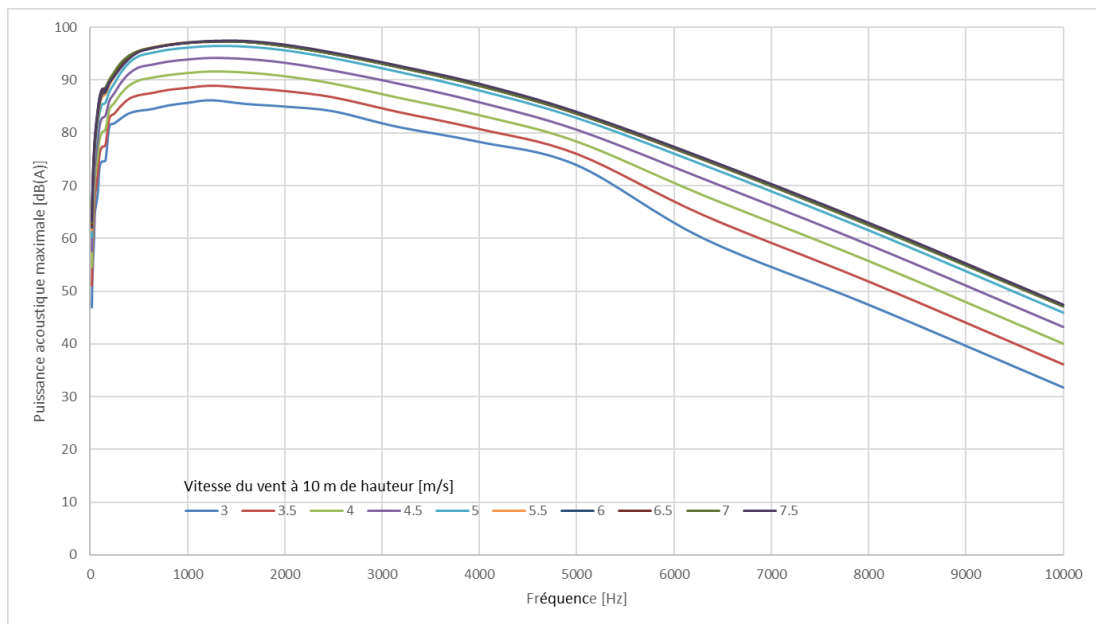


Figure 6 : Spectres en bandes de tiers d'octave pour l'éolienne Enercon E-160 EP5 E3 166 m TES. Le pic d'émission constaté autour des 100 Hz pour les éoliennes de la classe 3 MW d'ancienne génération a été supprimé, notamment, et ceci quelle que soit la vitesse de vent (voir annexe 2).

5. État initial

Actuellement, le trafic automobile et ferroviaire engendre un niveau de bruit élevé dans la vallée du Rhône, aussi bien entre 6 h et 22 h (figure 7) qu'entre 22 h et 6 h (figure 8). La tendance montre qu'à moyen terme, le trafic devrait augmenter.

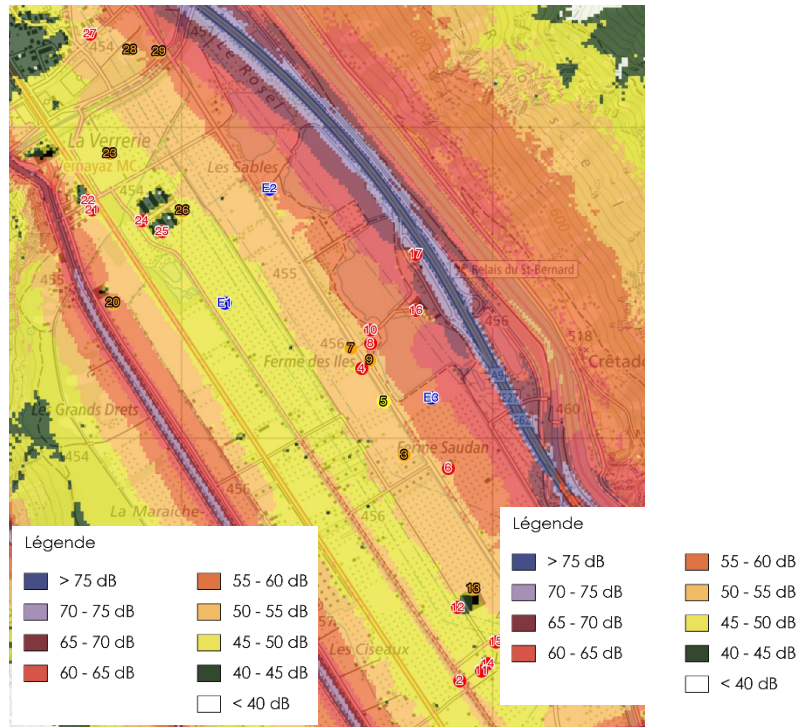


Figure 7 : Exposition au bruit du trafic routier le jour (6 h – 22 h). Source : OFEV.

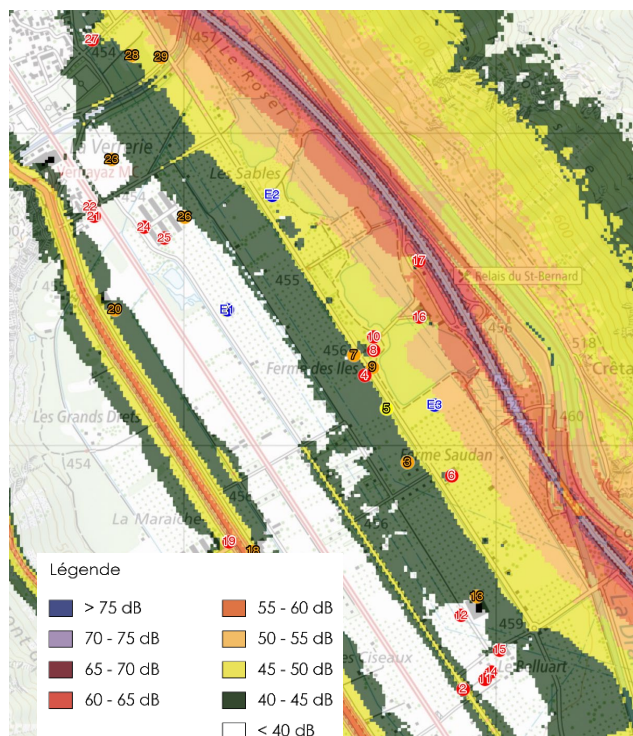


Figure 8 : Exposition au bruit du trafic routier la nuit (22 h – 6 h). Source : OFEV.

6. Phase de chantier

La mise en place des infrastructures nécessaires à l'acheminement et à la construction des éoliennes engendre de nombreux trajets de camions vers et hors du site (éléments de construction des éoliennes, camions malaxeurs, grues, matériaux, etc.). Les trajets liés au transport des matériaux seront minimisés par la proximité des infrastructures pour l'approvisionnement en chaille et la production de béton.

De manière générale, le bruit lié aux travaux nécessaires à la réalisation du projet est limité dans le temps et conforme à un chantier standard de construction (camions, trax, bétonnières, grues). Il ne pose pas de problème du point de vue de l'OPB.

Les distances entre le chantier et les plus proches locaux à usage sensible au bruit étant suffisantes, et les travaux s'effectuant durant la journée avec pause entre 12 h et 13 h, aucune mesure particulière au niveau du bruit dû aux travaux de construction n'est à prendre. Les exigences décrites dans la directive sur le bruit des chantiers sont applicables.¹⁰

7. Phase d'exploitation

En phase d'exploitation, le bruit provient du trafic lié à l'entretien des éoliennes, au tourisme, ainsi que du fonctionnement des éoliennes elles-mêmes.

Le trafic lié à l'entretien des éoliennes, effectué par une équipe en minibus, représente environ dix visites par année. Il peut être légèrement plus élevé en cas de problèmes techniques imprévus. Ce faible trafic n'a pas d'incidence mesurable dans le domaine de la protection contre le bruit.

Les chapitres suivants traitent du bruit produit par les éoliennes durant la phase d'exploitation.

8. Immissions de bruit

8.1. Principe de précaution – choix des emplacements

Dans le cadre de l'élaboration du PAD, les zones mises à disposition pour la construction des éoliennes ont été choisies et positionnées de manière à ce que les emplacements de ces dernières répondent au principe de limitation des émissions des futures installations fixes (article 11 LPE). L'objectif de ces choix était d'identifier la variante offrant la meilleure protection de la population.

Outre la qualité et la quantité du vent, il a été décidé de privilégier la puissance des éoliennes et non leur nombre. Ce choix permet de produire beaucoup d'énergie renouvelable en implantant un nombre limité d'éoliennes et de conserver des distances importantes envers les zones d'habitation.

Les emplacements ont été choisis au plus proche de l'autoroute pour profiter au mieux des

¹⁰ Directive sur les mesures de construction et d'exploitation destinées à limiter le bruit des chantiers selon l'article 6 de l'ordonnance sur la protection contre le bruit du 15 décembre 1986. L'environnement pratique n° 0606. Office fédéral de l'environnement, Berne. 23 p.

conditions de vent favorables de ce secteur, et pour s'éloigner des zones habitées de l'autre côté de la vallée, notamment de La Verrerie (commune de Martigny). Comme le montrent les figures 7 et 8, le bruit de fond dans la vallée est important entre 6 h et 20 h (bruit routier, ferroviaire, etc.). Compte tenu de la présence de l'autoroute et l'exposition au vent très prononcée des lieux d'immissions entre Vernayaz et Martigny, les effets de masquage du bruit des éoliennes sont particulièrement forts durant la journée lors de phases de vent fortes, périodes durant lesquelles les émissions sonores des éoliennes et de l'autoroute sont les plus élevées.

8.2. Emplacements des éoliennes et bâtiments pris en compte

Dans la présente étude, les évaluations des immissions de bruit produites par les éoliennes ont été faites pour les bâtiments comprenant des locaux dont l'usage est sensible au bruit (ci-après « lieux d'immission ») les plus proches pour un secteur de degré de sensibilité donné. Si les valeurs de planification fixées dans l'annexe 6 de l'OPB y sont respectées, elles le seront également pour les autres lieux d'immission concernés par le projet. Des lieux d'immission représentatifs, plus éloignés, ont également été évalués à titre informatif. La carte de la figure 9 ci-après permet de situer les éoliennes (lieux d'émission) et les différents lieux d'immission considérés dans l'analyse. La description des emplacements des lieux d'émission et des lieux d'immission est donnée dans le tableau 3, alors que les distances les séparant sont reportées dans le tableau 4.

Tableau 3 : Description des emplacements des éoliennes et des lieux d'immission.

| Point | E [m] | N [m] | Altitude [m] | Degré de sensibilité |
|--|-----------|-----------|--------------|----------------------|
| E1 Éolienne Mont d'Ottan | 2'570'139 | 1'108'435 | 453.8 | - |
| E2 Éolienne Les Sables | 2'576'282 | 1'108'801 | 454.3 | - |
| E3 Éolienne Les Îles | 2'570'802 | 1'108'128 | 455.2 | - |
| 1 Sans usage d'habitation (éolienne Mont d'Ottan) | 2'570'139 | 1'108'435 | 453.8 | III |
| 2 Habitation | 2'570'893 | 1'107'217 | 458.9 | III |
| 3 Sans usage d'habitation, exploitation agricole * | 2'570'715 | 1'107'945 | 455.8 | III |
| 4 Habitation | 2'570'578 | 1'108'224 | 455.3 | III |
| 5 Sans usage d'habitation (poste de transformation) | 2'570'648 | 1'108'117 | 455.3 | III |
| 6 Autre bâtiment d'habitation, à usage annexe | 2'570'857 | 1'107'902 | 456.3 | III |
| 7 Sans usage d'habitation, exploitation agricole * | 2'570'544 | 1'108'288 | 455.3 | III |
| 8 Habitation | 2'570'606 | 1'108'303 | 455.0 | III |
| 9 Sans usage d'habitation, à usage culturel/récréatif | 2'570'603 | 1'108'249 | 454.9 | III |
| 10 Bâtiment commercial | 2'570'607 | 1'108'347 | 455.3 | III |
| 11 Habitation | 2'570'964 | 1'107'251 | 459.4 | III |
| 12 Bâtiment partiellement à usage d'habitation | 2'570'886 | 1'107'455 | 457.3 | III |
| 13 Sans usage d'habitation, réservoir, silo et entrepôt * | 2'570'937 | 1'107'515 | 457.3 | III |
| 14 Habitation | 2'570'983 | 1'107'273 | 458.4 | III |
| 15 Habitation | 2'571'010 | 1'107'344 | 458.2 | III |
| 16 Sans usage d'habitation (restauroute) | 2'570'754 | 1'108'410 | 453.6 | III |
| 17 Sans usage d'habitation (station-service Shell) | 2'570'751 | 1'108'591 | 455.8 | III |
| 18 Sans usage d'habitation, exploitation agricole * | 2'570'220 | 1'107'660 | 455.9 | III |
| 19 Bâtiment partiellement à usage d'habitation | 2'570'143 | 1'107'691 | 455.7 | III |
| 20 Sans usage d'habitation, exploitation agricole * | 2'569'778 | 1'108'434 | 453.6 | III |
| 21 Habitation | 2'569'711 | 1'108'733 | 455.4 | II |
| 22 Habitation | 2'569'699 | 1'108'763 | 454.4 | II |
| 23 Sans usage d'habitation, exploitation agricole * | 2'569'769 | 1'108'915 | 454.0 | III |
| 24 Habitation | 2'569'871 | 1'108'698 | 453.8 | III |
| 25 Habitation | 2'569'937 | 1'108'663 | 453.3 | III |
| 26 Sans usage d'habitation, exploitation agricole * | 2'570'001 | 1'108'731 | 453.6 | III |
| 27 Habitation | 2'569'705 | 1'109'299 | 452.8 | II |
| 28 Sans usage d'habitation, à usage culturel/récréatif | 2'569'834 | 1'109'248 | 453.3 | - |
| 29 Sans usage d'habitation, déchetterie communale | 2'569'927 | 1'109'242 | 456.1 | III |

* Locaux d'exploitation selon art. 42 OPB.

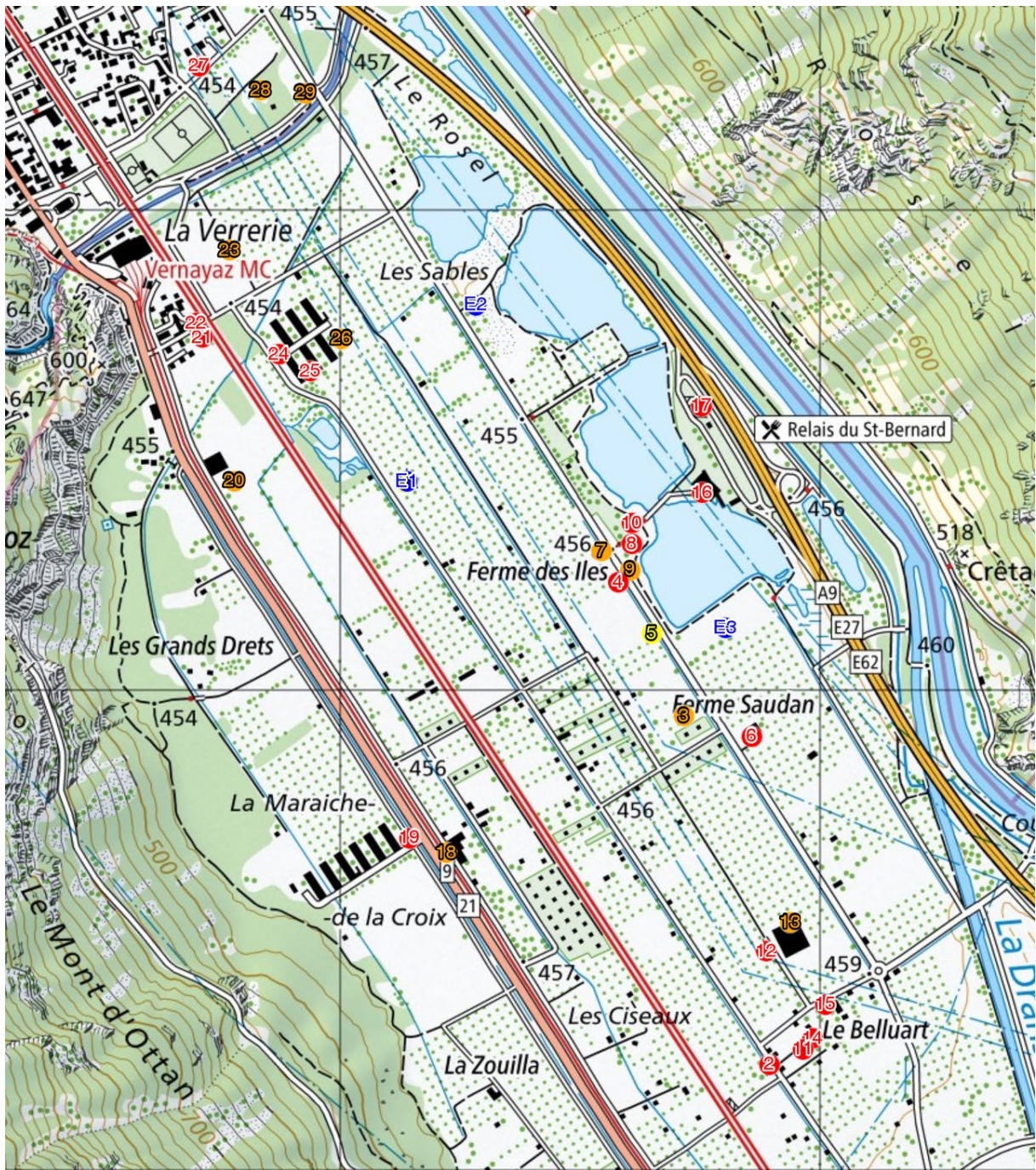


Figure 9 : Emplacements des éoliennes et des lieux d'immission retenus pour l'analyse. En bleu : éoliennes ; en rouge : lieux d'immission avec locaux sensibles au bruit occupés le jour et la nuit ; en orange : lieux d'immission avec locaux sensibles au bruit occupés le jour uniquement ; en jaune : lieux d'immission sans locaux sensibles au bruit.

Tableau 4 : Distances [m] des lieux d'immission par rapport aux éoliennes et distance minimale.

| | E1 | E2 | E3 | Distance minimale |
|----|------|-------|-------|-------------------|
| 1 | 0 | 397 | 733 | 0 |
| 2 | 1430 | 1695 | 914 | 914 |
| 3 | 756 | 959 | 203 | 203 |
| 4 | 487 | 659 | 244 | 244 |
| 5 | 600 | 777 | 154 | 154 |
| 6 | 894 | 1'066 | 233 | 233 |
| 7 | 431 | 576 | 304 | 304 |
| 8 | 485 | 594 | 263 | 263 |
| 9 | 500 | 638 | 233 | 233 |
| 10 | 477 | 559 | 293 | 293 |
| 11 | 1442 | 1692 | 892 | 892 |
| 12 | 1231 | 1474 | 678 | 678 |
| 13 | 1217 | 1443 | 628 | 628 |
| 14 | 1435 | 1'680 | 874 | 874 |
| 15 | 1394 | 1'628 | 811 | 811 |
| 16 | 616 | 613 | 286 | 286 |
| 17 | 632 | 514 | 466 | 466 |
| 18 | 778 | 1'142 | 747 | 747 |
| 19 | 743 | 1'118 | 791 | 743 |
| 20 | 360 | 624 | 1068 | 360 |
| 21 | 522 | 575 | 1247 | 522 |
| 22 | 549 | 584 | 1'272 | 549 |
| 23 | 607 | 526 | 1298 | 526 |
| 24 | 376 | 424 | 1'091 | 376 |
| 25 | 305 | 372 | 1016 | 305 |
| 26 | 328 | 290 | 1002 | 290 |
| 27 | 968 | 762 | 1603 | 762 |
| 28 | 869 | 633 | 1479 | 633 |
| 29 | 836 | 566 | 1416 | 566 |

8.3. Détermination des niveaux sonores L_{eq} aux lieux d'immission

8.3.1 Norme ISO 9613-2

La détermination des niveaux sonores (L_{eq}) aux différents lieux d'immission se fait par application de la norme ISO 9613-2, selon les équations suivantes :

$$(1) \quad L_{eq} = L_{WA} + D_C - A$$

$$(2) \quad A = A_{div} + A_{atm} + A_{sol} + A_{écran} + A_{divers} - R_{sol}$$

Avec :

| | |
|-----------|---|
| L_{eq} | Niveau sonore pendant la phase de bruit correspondant à 95 % de la puissance nominale |
| L_{WA} | Puissance acoustique maximale |
| D_C | Correction de directivité |
| A | Atténuation lors de la propagation de la source ponctuelle au récepteur, les atténuations sont explicitées ci-dessous |
| R_{sol} | Réflexion du sol (propre au calcul EMPA) |

8.3.2 Calcul de propagation selon la méthode EMPA

La présente étude de bruit détermine les niveaux sonores sur la base de la méthode décrite au chapitre 3.3 « Méthode d'évaluation des nuisances sonores », à la page 11.

Dans les calculs de propagation, la distribution des vitesses de vent sur une année moyenne et en fonction des phases diurnes et nocturnes distinctement a été prise en considération.

Le tableau 5 présente les valeurs utilisées pour les calculs de propagation.

Tableau 5 : Valeurs utilisées pour le calcul de propagation selon la méthode EMPA.

| Symbole | Signification | Valeur en dB(A) |
|--------------|---|----------------------------------|
| D_c | Correction de directivité | - (5 – 10) dans le plan du rotor |
| A_{div} | Atténuation due à la divergence géométrique | $20 * \log(d) + 11$ |
| A_{atm} | Atténuation due à l'absorption par l'air | + 1 |
| A_{sol} | Atténuation due à l'effet de sol | 0 |
| $A_{écran}$ | Atténuation due à l'effet d'écran | 0 |
| A_{divers} | Atténuation due à divers autres effets | 0 |
| R_{sol} | Réflexion du sol | + 1 |

8.3.3 Puissance acoustique L_{WA} des éoliennes

Une éolienne moderne standard possède des niveaux de puissance acoustique qui varient avec la vitesse du vent. Au total, dix modes opérationnels sont disponibles pour la E-160 afin de diminuer les émissions sonores, au besoin. L'annexe 1 donne les valeurs par le fabricant des éoliennes Enercon E-82 et E-160 EP5 E3 166 m TES 5'560 kW (modes opérationnels 0 s, NR I s, NR II s, NR III s, NR IV s, NR V s, NR VI s, NR VII s, NR VIII s, NR IX s). Les calculs effectués dans cette étude reposent sur ces valeurs.

Par exemple, un vent de 7 m/s à la hauteur de la nacelle produit un bruit de 101,9 dB(A) pour le modèle Enercon E-160 EP5 E3 166 m TES, mode opérationnel 0 s (tableau 6).

Tableau 6 : Vitesses de vent et puissances acoustiques, E-82 et E-160 EP5 E3 166 m TES, MO 0 s, extrait (voir annexes 1.1 et 1.2).

| Vitesse au moyeu [m/s] | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $L_{WA,i}$ E-82 [dB(A)] | - | - | 96.6 | 99.9 | 102.6 | 103.5 | 104.0 |
| $L_{WA,i}$ E-166 EP5 E3 [dB(A)] | 96.9 | 100.7 | 103.9 | 106.8 | 106.8 | 106.8 | 106.8 |

Sur la base des valeurs détaillées du constructeur, les puissances acoustiques du modèle E-166 EP5 E3 166 m TES à hauteur de nacelle pour chaque phase de vent ont pu être déterminées.

Les puissances acoustiques peuvent être diminuées en fonction du mode opérationnel choisi (tableau 7). Le bridage de la puissance via la réduction de la vitesse de rotation des pales est à l'origine de cet effet.

Tableau 7 : Puissances acoustiques L_{WA} maximales, E-160 EP5 E3 166 m TES, en fonction du mode opérationnel (voir annexe 1).

| Mode opérationnel | 0 s | NR I s | NR II s | NR V s | NR VII s | NR VIII s |
|--------------------------------|-------|--------|---------|--------|----------|-----------|
| Puissance maximale [kW] | 5'560 | 5'440 | 5'270 | 4'750 | 4'400 | 2'250 |
| Vitesse de rotation [t/min] | 9.6 | 9.4 | 9.1 | 8.2 | 7.6 | 5.7 |
| L_{WA} maximal [dB(A)] | 106.8 | 106.0 | 105.2 | 102.9 | 101.1 | 98.0 |
| Vitesse de vent nominale [m/s] | 13.5 | 14.0 | 14.0 | 14.5 | 15.5 | 15.0 |

8.3.4 Niveaux sonores L_{eq}

Le tableau 8 résume les niveaux sonores pour les lieux sensibles retenus obtenus à partir des équations (1) et (2) pour $L_{WA,max}$. Les valeurs de puissance acoustique (tableau 7) ont été utilisées pour les calculs.

Tableau 8 : Niveaux sonores équivalents engendrés durant la nuit par les trois éoliennes selon le mode opérationnel. Les niveaux pour les récepteurs 24 à 26 tiennent également compte de la directivité (voir chapitre 0).

| Lieu d'immission | Niveau équivalent L_{eq} [dB(A)] pour la phase nocturne | |
|------------------|---|--------------------------------------|
| | E1, E2, E3 : mode 0 s | E1 : mode 0 s / E2, E3 : mode NR 1 s |
| 1 | 53.8 | 53.7 |
| 2 | 38.3 | 37.6 |
| 3 | 48.0 | 47.2 |
| 4 | 47.8 | 47.1 |
| 5 | 49.3 | 48.6 |
| 6 | 47.2 | 46.4 |
| 7 | 47.2 | 46.6 |
| 8 | 47.6 | 46.9 |
| 9 | 48.0 | 47.3 |
| 10 | 47.3 | 46.6 |
| 11 | 38.4 | 37.7 |
| 12 | 40.4 | 39.7 |
| 13 | 40.9 | 40.1 |
| 14 | 38.5 | 37.8 |
| 15 | 39.0 | 38.3 |
| 16 | 46.9 | 46.2 |
| 17 | 45.3 | 44.6 |
| 18 | 41.0 | 40.4 |
| 19 | 40.9 | 40.4 |
| 20 | 44.3 | 43.9 |
| 21 | 43.0 | 42.5 |
| 22 | 42.8 | 42.3 |
| 23 | 43.0 | 42.4 |
| 24 | 43.0 | 42.8 |
| 25 | 44.4 | 44.2 |
| 26 | 44.4 | 44.1 |
| 27 | 39.9 | 39.3 |
| 28 | 41.2 | 40.6 |
| 29 | 41.9 | 41.3 |

8.3.5 Niveaux moyens pondérés $L_{eq,i}$

Les puissances acoustiques des éoliennes pouvant varier avec la vitesse du vent, il convient d'en tenir compte. Ainsi, les niveaux moyens pondérés $L_{eq,i}$ reflètent cette variation des niveaux sonores aux lieux d'immission et pondèrent la valeur L_{eq} calculée précédemment pour une puissance acoustique à la puissance nominale de l'éolienne.

$$(4) \quad L_{eq,i} = L_{eq} - L_{WA} + L_{WA,i}$$

Ainsi un niveau équivalent peut être calculé à l'aide de la formule (4) pour chaque phase de bruit.

8.4. Détermination des niveaux d'évaluation L_r

8.4.1 Généralités

Une fois les niveaux moyens pondérés pour les différents lieux d'immission calculés, il convient d'intégrer la durée des différentes phases de vent au calcul et de tenir compte des coefficients de correction de niveaux K_i .

Pour chaque lieu d'immission, les niveaux d'évaluation (voir annexe 6 OPB) se calculent suivant les équations (5), (6) et (7) :

$$(5) \quad L_r = 10 \cdot \log \sum_i 10^{0.1 \cdot L_{r,i}}$$

$$(6) \quad L_{r,i} = L_{eq,i} + K_{1,i} + K_{2,i} + K_{3,i} + 10 \cdot \log \left(\frac{t_i}{t_0} \right)$$

$$(7) \quad t_i = \frac{T_i}{B}$$

Avec :

| | |
|------------|---|
| L_r | Niveau d'évaluation |
| $L_{r,i}$ | Niveau d'évaluation partiel |
| i | Phase de bruit |
| L_{eq} | Niveau sonore pendant la phase de bruit correspondant à 95 % de la puissance nominale |
| $L_{eq,i}$ | Niveau moyen pondéré A pendant la phase de bruit i |
| K_i | Correction de niveau i |
| t_i | Durée journalière moyenne de la phase de bruit i en minutes |
| t_0 | 1440 minutes (1 journée) |
| T_i | Durée annuelle de la phase de bruit i |
| B | Nombre annuel de jours d'exploitation |

8.4.2 Distributions des phases de vent diurne et nocturne

Comme le niveau d'évaluation sonore (L_r) d'une éolienne dépend de la vitesse du vent, son calcul se base sur la distribution des fréquences de vitesses de vent aux emplacements des éoliennes. Les distributions ci-dessous sont extraites de mesures de vent menées sur le site et des données de l'anémomètre installé sur l'éolienne en exploitation. Les phases diurnes et nocturnes sont traitées distinctement.

La distribution du vent à l'emplacement de l'éolienne Mont d'Ottan est extraite des données de l'anémomètre situé sur sa nacelle (moyenne 2009-2013, représentative pour les conditions de vent). La distribution utilisée pour les deux éoliennes en planification provient de mesures de vent effectuées aux emplacements E2 et E3 à l'aide d'anémomètres et de SODAR.

La distribution du vent (figure 10 à figure 12) montre que la puissance du vent varie entre le jour et la nuit. La situation géographiquement très particulière du projet fait que le vent est plus énergétique durant le jour. La production cumulée durant le jour dépasse celle durant la nuit de 58 % (E1, E2) et de 72 % (E3). L'évaluation de chaque lieu d'immission est donc réalisée pour les deux phases de bruit distinctement.

Tableau 9 : Fréquence d'apparition des différentes phases de vitesses de vent.

| Vitesse [m/s] | E1 : Mont d'Ottan (E82 / 100 m) | | E2 (E160 / 166 m) | | E3 (E160 / 166 m) | |
|---------------|---------------------------------|----------|-------------------|----------|-------------------|----------|
| | Diurne | Nocturne | Diurne | Nocturne | Diurne | Nocturne |
| < 6.5 | 45.2% | 64.8% | 24.8% | 44.4% | 29.5% | 49.7% |
| 6.5 - 7.5 | 12.8% | 12.0% | 5.6% | 8.6% | 7.8% | 14.9% |
| 7.5 - 8.5 | 11.8% | 8.4% | 6.7% | 9.3% | 8.4% | 10.9% |
| 8.5 - 9.5 | 10.2% | 5.4% | 7.9% | 9.6% | 7.0% | 7.5% |
| 9.5 - 10.5 | 8.2% | 3.5% | 8.7% | 8.9% | 6.7% | 5.2% |
| 10.5 - 11.5 | 5.4% | 2.0% | 9.0% | 7.0% | 6.9% | 4.3% |
| 11.5 - 12.5 | 3.0% | 1.3% | 8.5% | 4.6% | 5.9% | 2.6% |
| 12.5 - 13.5 | 3.4% | 2.5% | 28.8% | 7.5% | 27.7% | 5.0% |

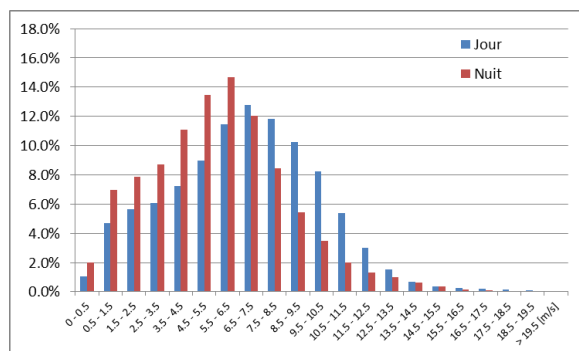


Figure 10 : Distribution des différentes phases de vitesses de vent diurnes et nocturnes pour l'éolienne E1 – Mont d'Ottan (données SCADA 2008-2014, représentatif des conditions de vent).

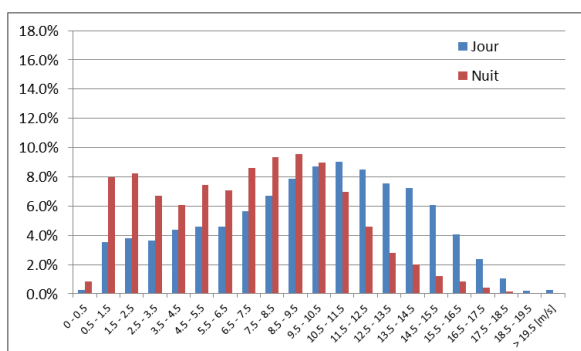


Figure 11 : Distribution des différentes phases de vitesses de vent diurnes et nocturnes pour l'éolienne E2 (mesure extrapolée à 166 m).

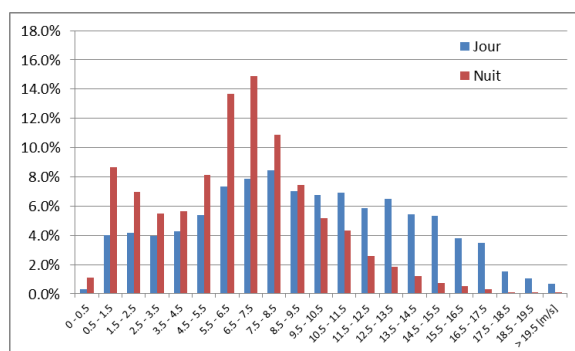


Figure 12 : Distribution des différentes phases de vitesses de vent diurnes et nocturnes pour l'éolienne E3 (mesure extrapolée à 166 m).

8.4.3 Coefficients de correction de niveaux K

L'équation (6) intègre les corrections de niveau des composantes selon le type de bruit (K_1), la tonalité (K_2) et l'impulsivité (K_3).

Selon le chapitre 3.3.2 « Corrections de niveau », page 11, la correction de niveau K_1 est de + 5 dB(A), la correction de niveau K_2 pour l'audibilité des composantes tonales du bruit au lieu d'immission est de 0 dB(A) et la correction de niveau K_3 pour l'audibilité des composantes impulsives du bruit aux lieux d'immission est de + 2 dB(A) (audibilité faible).

Les conditions de vent rencontrées à cet endroit de la vallée du Rhône montrent que le vent est fort même au niveau du sol. En plaine du Rhône, l'appréciation de l'exposition du lieu d'immission réalisée au cas par cas pour chaque récepteur n'est pas nécessaire, tous les lieux d'immission étant exposés au vent (tableau 10). Les effets de masquage par le vent sont importants pour tous les lieux d'immission.

Tableau 10 : Détermination du niveau d'exposition au vent pour les récepteurs pertinents.

| Lieu d'immission | Description | Niveau d'exposition | Degré de sensibilité |
|-----------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------------|
| Récepteurs pertinents | Situation exposée aux vents | Fort | Variable, voir tableau 3 |

Le trafic routier engendre un bruit de fond élevé durant la journée à partir de 5 h du matin. Ce bruit diminue à partir de 18 h pour atteindre son minimum à partir de minuit. Le long de la route des Îles, à une distance de 350 m de l'autoroute, le niveau de bruit de fond lié au trafic atteint une valeur de 50 – 55 dB(A) le jour. La nuit, entre 19 h et 6 h du matin, il diminue à une valeur

de 45 dB(A).¹¹ Ainsi, dans les environs des éoliennes, l'exposition des lieux d'immission au bruit engendré par le trafic est moyenne à forte, en fonction de la distance par rapport à l'autoroute.

Tableau 11 : Détermination du niveau d'exposition au bruit du trafic routier pour les récepteurs pertinents.

| Lieu d'immission | Description | Niveau d'exposition au vent | Degré de sensibilité |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Récepteurs pertinents | Situation exposée au trafic | Moyen à fort | Variable, voir tableau 3 |

La distribution du vent montre que les vents forts sont fréquents dans l'après-midi et en début de soirée, entre 14 h et 20 h, moment où le masquage par le trafic routier est particulièrement important. Durant la phase la plus sensible, la nuit de 23 h à 7 h, les éoliennes sont fréquemment à l'arrêt ou ne tournent qu'à une faible puissance.

En matière de protection contre le bruit, la situation du trafic routier sur le site ainsi que les autres activités humaines masquent grandement les émissions sonores des éoliennes.

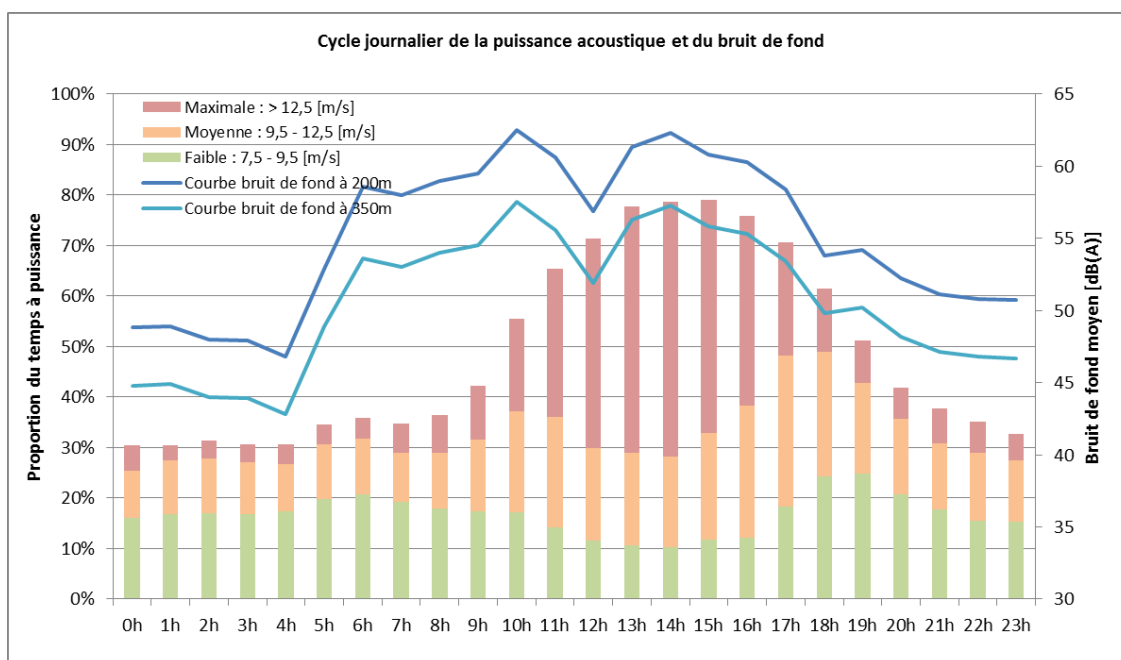


Figure 13 : Cycle journalier de la puissance acoustique de l'éolienne de Collonges-Dorénaz et du bruit de fond en fonction de la distance par rapport à l'autoroute. Le bruit de fond a été déterminé à partir des mesures réalisées et du modèle de bruit routier fourni par l'OFEV.

8.5. Directivité des émissions et effet d'écran des bâtiments

Selon le rapport EMPA, les éoliennes sont considérées comme des sources sonores ponctuelles et omnidirectionnelles ($D_c=0$) à hauteur de la nacelle. Pour les récepteurs situés dans le plan du rotor, cette considération surestime les niveaux d'évaluation de 5 à 10 dB(A).

En effet, les mesures de bruit effectuées sur des éoliennes en fonctionnement montrent une diminution du niveau sonore dans le plan du rotor des éoliennes en raison du caractère dipolaire du bruit aérodynamique, notamment en raison de la directivité du bruit de bord de

¹¹ PAD Parc éolien "Dents du Midi" – Expertise de bruit (complément), Leander Schmidt, Viège, décembre 2012.

fuite, qui est la source sonore dominante.¹² Ceci est particulièrement vrai pour les modèles du constructeur Enercon, qui possèdent des entraînements directs, sans multiplicateur de vitesse, et qui ne produisent donc pas de bruit mécanique qui pourrait venir diminuer l'effet dipolaire du bruit aérodynamique. Le rapport EMPA recommande une déduction de 5 à 10 dB(A) pour l'effet de directivité.

Les conditions de vent très particulières sur le site du parc éolien autorisent à effectuer des déductions pour certains lieux d'immission situés à proximité des éoliennes. Les lieux d'immission 24, 25, et 26 sont très fréquemment situés dans le plan du rotor de l'éolienne E2, car 98 % de l'énergie sur le site provient des secteurs NO et SE (figure 14). Une déduction sur la puissance acoustique maximale des éoliennes concernées est appliquée pour ces lieux d'immission. Ainsi, le niveau maximal est réduit de 7 dB(A) au lieu de la puissance acoustique maximale du modèle considéré.

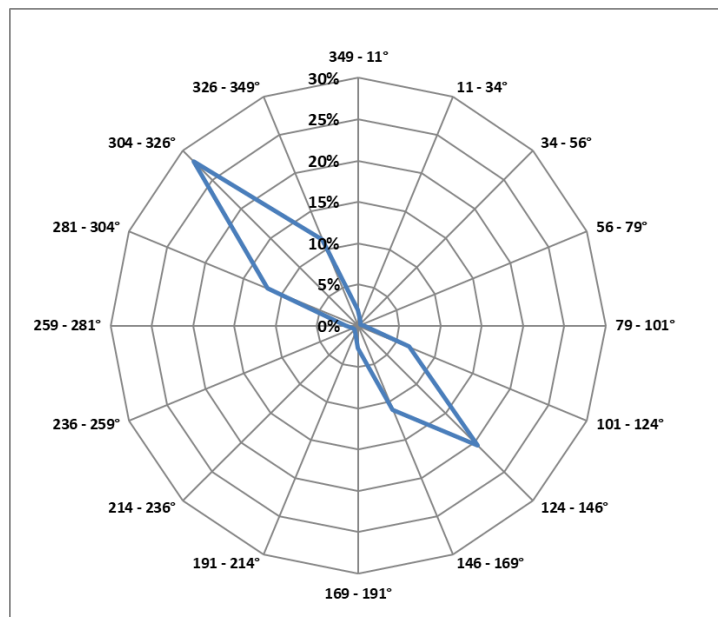


Figure 14 : Rose énergétique de l'éolienne E1 Mont d'Ottan sur la base des données d'exploitation moyennées sur 5 ans. Une directivité très prononcée des vents est observée.

Dans cette étude, les locaux sensibles au bruit sont considérés comme ponctuels et omnidirectionnels. Dans la réalité, leurs orientations par rapport aux éoliennes peuvent exercer une influence considérable, car murs aveugles, étales ou dépendances peuvent faire office de parois antibruit.

¹² M. Friman, Directivity of sound from wind turbines, KTH Marcus Wallenberg Laboratory, Department of Aeronautical and Vehicle engineering, Stockholm, 2011.

9. Résultats

9.1. Niveau d'évaluation, mode opérationnel 0 s

Le tableau 12 résume les résultats de l'étude du bruit engendré par le parc éolien Courtis Neuf pour chaque lieu d'immission retenu, calculés sur la base des puissances acoustiques données par le constructeur des éoliennes E2 et E3 pour le mode opérationnel 0 s (standard) et de l'éolienne en exploitation E1 Mont d'Ottan, mode opérationnel standard. Dans cette configuration, toutes les éoliennes fonctionnent sur le même mode opérationnel entre le jour et la nuit.

Tableau 12 : Niveaux d'évaluation et valeurs de planification pour le projet Courtis Neuf pour un parc composé de l'éolienne existante (E-82) et des éoliennes E-160 EP5 E3 166 m TES, mode opérationnel 0 s. En gris, les lieux d'immission sans locaux sensibles au bruit. Aucun DS n'ayant légalement été attribué pour le lieu d'immission 28, le DS III a été pris par analogie à ce qui est généralement attribué pour ce type de zone. Les résultats entre parenthèses sont donnés à titre indicatif, les locaux concernés n'étant pas à usage sensible durant la phase nocturne.

| Lieu d'immission | Niveau équivalent L_{eq} [dB(A)] | | Niveau d'évaluation L_r [dB(A)] | | Valeur de planification VP [dB(A)] | | Écart phase diurne L_r-VP [dB(A)] | Écart phase nocturne L_r-VP [dB(A)] |
|------------------|------------------------------------|----------------|-----------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| | Phase diurne | Phase nocturne | Phase diurne | Phase nocturne | Phase diurne | Phase nocturne | | |
| 1 | 54 | 54 | 57 | 54 | 60 | 50 | | |
| 2 | 38 | 38 | 43 | 42 | 60 | 50 | -17 | -8 |
| 3 | 43 | 43 | 53 | 52 | 65 | 55 | -12 | (-3) |
| 4 | 48 | 48 | 53 | 51 | 60 | 50 | -7 | 1 |
| 5 | 44 | 44 | 55 | 53 | 60 | 50 | | |
| 6 | 47 | 47 | 52 | 51 | 60 | 50 | -8 | 1 |
| 7 | 47 | 47 | 52 | 51 | 65 | 55 | -13 | (-4) |
| 8 | 48 | 48 | 53 | 51 | 60 | 50 | -7 | 1 |
| 9 | 48 | 48 | 53 | 51 | 65 | 55 | -12 | (-4) |
| 10 | 47 | 47 | 52 | 51 | 60 | 50 | -8 | 1 |
| 11 | 38 | 38 | 44 | 42 | 60 | 50 | -16 | -8 |
| 12 | 40 | 40 | 46 | 44 | 60 | 50 | -14 | -6 |
| 13 | 41 | 41 | 46 | 44 | 65 | 55 | -19 | (-11) |
| 14 | 39 | 39 | 44 | 42 | 60 | 50 | -16 | -8 |
| 15 | 39 | 39 | 44 | 43 | 60 | 50 | -16 | -7 |
| 16 | 47 | 47 | 52 | 50 | 60 | 50 | -8 | 0 |
| 17 | 45 | 45 | 50 | 49 | 60 | 50 | -10 | -1 |
| 18 | 41 | 41 | 46 | 44 | 65 | 55 | -19 | (-11) |
| 19 | 41 | 41 | 46 | 44 | 60 | 50 | -14 | -6 |
| 20 | 43 | 43 | 48 | 47 | 65 | 55 | -17 | (-8) |
| 21 | 43 | 43 | 48 | 46 | 55 | 45 | -7 | 1 |
| 22 | 43 | 43 | 48 | 46 | 55 | 45 | -7 | 1 |
| 23 | 43 | 43 | 48 | 46 | 65 | 55 | -17 | (-9) |
| 24 | 43 | 43 | 47 | 45 | 60 | 50 | -13 | -5 |
| 25 | 44 | 44 | 48 | 46 | 60 | 50 | -12 | -4 |
| 26 | 44 | 44 | 48 | 47 | 65 | 55 | -17 | (-8) |
| 27 | 40 | 40 | 45 | 43 | 55 | 45 | -10 | -2 |
| 28 | 41 | 41 | 46 | 45 | 65 | 55 | -19 | -10 |
| 29 | 42 | 42 | 47 | 46 | 65 | 55 | -18 | (-9) |

Les niveaux d'évaluation des récepteurs considérés respectent les valeurs de planification fixées par l'OPB, de jour comme de nuit, sauf pour les récepteurs 4, 6, 8, 10, 21 et 22.

9.2. Niveau d'évaluation : Bridage nocturne, mode opérationnel NR I s

Les différents modes opérationnels disponibles pour E2 et E3 permettent de réduire le niveau sonore dès le départ, au besoin, afin de permettre le respect des exigences de l'OPB.

Le mode opérationnel NR I s permet de réduire le niveau acoustique maximal des éoliennes E2 et E3 de 106,8 dB(A) à 106,0 dB(A). Ce mode limite la puissance électrique du générateur à 5'440 kW et la vitesse de rotation à 9,4 t/min, à la place de 5,560 kW et 9,6 t/min. Le tableau 13 résume les résultats de l'étude du bruit engendré par le parc éolien Courtis Neufs pour chaque lieu d'immission retenu, calculés sur la base des puissances acoustiques dans le mode NR I s (phase nocturne) et 0 s (phase diurne). Dans cette configuration, les éoliennes E2 et E3 fonctionnent sur un mode opérationnel différent entre le jour (mode 0 s) et la nuit (NR I s).

Tableau 13 : Niveaux d'évaluation et valeurs de planification pour le projet de parc éolien Courtis Neufs, composé de l'éolienne existante et des éoliennes E2 et E3 fonctionnant dans le mode opérationnels NR I s entre 19 h et 7 h. En gris, les lieux d'immission sans locaux sensibles au bruit. Aucun DS n'ayant légalement été attribué pour le lieu d'immission 28, le DS III a été pris par analogie à ce qui est généralement attribué pour ce type de zone. Les résultats entre parenthèses sont donnés à titre indicatif, les locaux concernés n'étant pas à usage sensible durant la phase nocturne.

| Lieu d'immission | Niveau équivalent L_{eq} [dB(A)] | | Niveau d'évaluation L_r [dB(A)] | | Valeur de planification VP [dB(A)] | | Écart phase diurne L_r-VP [dB(A)] | Écart phase nocturne L_r-VP [dB(A)] |
|------------------|------------------------------------|----------------|-----------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| | Phase diurne | Phase nocturne | Phase diurne | Phase nocturne | Phase diurne | Phase nocturne | | |
| 1 | 54 | 54 | 57 | 54 | 60 | 50 | | |
| 2 | 38 | 38 | 43 | 41 | 60 | 50 | -17 | -9 |
| 3 | 48 | 47 | 53 | 51 | 65 | 55 | -12 | (-4) |
| 4 | 48 | 47 | 53 | 50 | 60 | 50 | -7 | 0 |
| 5 | 49 | 49 | 55 | 52 | 60 | 50 | | |
| 6 | 47 | 46 | 52 | 50 | 60 | 50 | -8 | 0 |
| 7 | 47 | 47 | 52 | 50 | 65 | 55 | -13 | (-5) |
| 8 | 48 | 47 | 53 | 50 | 60 | 50 | -7 | 0 |
| 9 | 48 | 47 | 53 | 51 | 65 | 55 | -12 | (-4) |
| 10 | 47 | 47 | 52 | 50 | 60 | 50 | -8 | 0 |
| 11 | 38 | 38 | 44 | 41 | 60 | 50 | -16 | -9 |
| 12 | 40 | 40 | 46 | 43 | 60 | 50 | -14 | -7 |
| 13 | 41 | 40 | 46 | 44 | 65 | 55 | -19 | (-11) |
| 14 | 39 | 38 | 44 | 41 | 60 | 50 | -16 | -9 |
| 15 | 39 | 38 | 44 | 42 | 60 | 50 | -16 | -8 |
| 16 | 47 | 46 | 52 | 50 | 60 | 50 | -8 | 0 |
| 17 | 45 | 45 | 50 | 48 | 60 | 50 | -10 | -2 |
| 18 | 41 | 40 | 46 | 43 | 65 | 55 | -19 | (-12) |
| 19 | 41 | 40 | 46 | 43 | 60 | 50 | -14 | -7 |
| 20 | 44 | 44 | 48 | 46 | 65 | 55 | -17 | (-9) |
| 21 | 43 | 43 | 48 | 45 | 55 | 45 | -7 | 0 |
| 22 | 43 | 42 | 48 | 45 | 55 | 45 | -7 | 0 |
| 23 | 43 | 42 | 48 | 46 | 65 | 55 | -17 | (-9) |
| 24 | 43 | 43 | 47 | 45 | 60 | 50 | -13 | -5 |
| 25 | 44 | 44 | 48 | 46 | 60 | 50 | -12 | -4 |
| 26 | 44 | 44 | 48 | 46 | 65 | 55 | -17 | (-9) |
| 27 | 40 | 39 | 45 | 43 | 55 | 45 | -10 | -2 |
| 28 | 41 | 41 | 46 | 44 | 65 | 55 | -19 | (-11) |
| 29 | 42 | 41 | 47 | 45 | 65 | 55 | -18 | (-10) |

À la suite du bridage nocturne des éoliennes E2 et E3 (MO NR I s), les niveaux d'évaluation des récepteurs considérés diminuent dans la nuit. Les niveaux d'évaluation des récepteurs considérés respectent les valeurs de planification fixées par l'OPB, de jour comme de nuit.

9.3. Niveau d'évaluation : Bridage nocturne, mode opérationnel NR V s

Après construction des éoliennes E2 et E3, un monitoring des immissions sonores du parc sera réalisé. En fonction des résultats, un éventuel bridage pourra être exigé par l'autorité compétente entre 19 h et 7 h, afin de garantir le respect des exigences légales. Les différents modes opérationnels disponibles pour E2 et E3 permettent le cas échéant de réduire le niveau sonore de façon flexible et importante durant la nuit. Le mode opérationnel NR V s permet de réduire le niveau acoustique maximal des éoliennes E2 et E3 de 106,8 dB(A) à 102,9 dB(A). Le tableau 14 résume les résultats de l'étude du bruit engendré par le parc éolien Courtis Neufs pour chaque lieu d'immission, calculés sur la base des puissances acoustiques dans le mode NR V s (phase nocturne) et 0 s (phase diurne). Dans cette configuration, les éoliennes E2 et E3 fonctionnent sur un mode opérationnel différent entre le jour et la nuit.

Tableau 14 : Niveaux d'évaluation et valeurs de planification pour le projet de parc éolien Courtis Neufs, composé de l'éolienne existante et des éoliennes E2 et E3 fonctionnant dans le mode opérationnels NR V s entre 19 h et 7 h. En gris, les lieux d'immission sans locaux sensibles au bruit. Aucun DS n'ayant légalement été attribué pour le lieu d'immission 28, le DS III a été pris par analogie à ce qui est généralement attribué pour ce type de zone. Les résultats entre parenthèses sont donnés à titre indicatif, les locaux concernés n'étant pas à usage sensible durant la phase nocturne.

| Lieu d'immission | Niveau équivalent L_{eq} [dB(A)] | | Niveau d'évaluation L_r [dB(A)] | | Valeur de planification VP [dB(A)] | | Écart phase diurne L_r-VP [dB(A)] | Écart phase nocturne L_r-VP [dB(A)] |
|------------------|------------------------------------|----------------|-----------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| | Phase diurne | Phase nocturne | Phase diurne | Phase nocturne | Phase diurne | Phase nocturne | | |
| 1 | 54 | 53 | 57 | 54 | 60 | 50 | | |
| 2 | 38 | 35 | 43 | 39 | 60 | 50 | -17 | -11 |
| 3 | 48 | 44 | 53 | 49 | 65 | 55 | -12 | (-6) |
| 4 | 48 | 45 | 53 | 48 | 60 | 50 | -7 | -2 |
| 5 | 49 | 46 | 55 | 50 | 60 | 50 | | |
| 6 | 47 | 44 | 52 | 48 | 60 | 50 | -8 | -2 |
| 7 | 47 | 44 | 52 | 48 | 65 | 55 | -13 | (-7) |
| 8 | 48 | 45 | 53 | 48 | 60 | 50 | -7 | -2 |
| 9 | 48 | 45 | 53 | 49 | 65 | 55 | -12 | (-6) |
| 10 | 47 | 44 | 52 | 48 | 60 | 50 | -8 | -2 |
| 11 | 38 | 35 | 44 | 39 | 60 | 50 | -16 | -11 |
| 12 | 40 | 37 | 46 | 41 | 60 | 50 | -14 | -9 |
| 13 | 41 | 38 | 46 | 41 | 65 | 55 | -19 | (-14) |
| 14 | 39 | 35 | 44 | 39 | 60 | 50 | -16 | -11 |
| 15 | 39 | 36 | 44 | 40 | 60 | 50 | -16 | -10 |
| 16 | 47 | 44 | 52 | 48 | 60 | 50 | -8 | -2 |
| 17 | 45 | 42 | 50 | 46 | 60 | 50 | -10 | -4 |
| 18 | 41 | 38 | 46 | 41 | 65 | 55 | -19 | (-14) |
| 19 | 41 | 39 | 46 | 41 | 60 | 50 | -14 | -9 |
| 20 | 44 | 43 | 48 | 44 | 65 | 55 | -17 | (-11) |
| 21 | 43 | 41 | 48 | 43 | 55 | 45 | -7 | -2 |
| 22 | 43 | 41 | 48 | 43 | 55 | 45 | -7 | -2 |
| 23 | 43 | 41 | 48 | 44 | 65 | 55 | -17 | (-11) |
| 24 | 43 | 42 | 47 | 43 | 60 | 50 | -13 | -7 |
| 25 | 44 | 44 | 48 | 44 | 60 | 50 | -12 | -6 |
| 26 | 44 | 43 | 48 | 45 | 65 | 55 | -17 | (-10) |
| 27 | 40 | 37 | 45 | 41 | 55 | 45 | -10 | -4 |
| 28 | 41 | 38 | 46 | 42 | 65 | 55 | -14 | -8 |
| 29 | 42 | 39 | 47 | 43 | 65 | 55 | -18 | (-12) |

À la suite du bridage nocturne des éoliennes E2 et E3 (MO NR V s), les niveaux d'évaluation de tous les récepteurs considérés diminuent de 2 à 3 dB(A) dans la nuit, en fonction du lieu d'immission, par rapport au mode opérationnel NR I s.

9.4. Niveau d'évaluation : Bridage nocturne, mode opérationnel NR VII s

Le mode opérationnel NR VII s permet de réduire le niveau acoustique maximal des éoliennes E2 et E3 de 106,8 dB(A) à 101,1 dB(A). Le tableau 15 résume les résultats de l'étude du bruit engendré par le parc éolien Courtis Neufs pour chaque lieu d'immission, calculés sur la base des puissances acoustiques dans le mode NR VII s (phase nocturne) et 0 s (phase diurne).

Dans cette configuration, les éoliennes E2 et E3 fonctionnent sur un mode opérationnel différent entre le jour et la nuit.

Tableau 15 : Niveaux d'évaluation et valeurs de planification pour le projet de parc éolien Courtis Neufs, composé de l'éolienne existante et des éoliennes E2 et E3 fonctionnant dans le mode opérationnels NR VII s entre 19 h et 7 h. En gris, les lieux d'immission sans locaux sensibles au bruit. Aucun DS n'ayant également été attribué pour le lieu d'immission 28, le DS III a été pris par analogie à ce qui est généralement attribué pour ce type de zone. Les résultats entre parenthèses sont donnés à titre indicatif, les locaux concernés n'étant pas à usage sensible durant la phase nocturne.

| Lieu d'immission | Niveau équivalent L_{eq} [dB(A)] | | Niveau d'évaluation L_r [dB(A)] | | Valeur de planification VP [dB(A)] | | Écart phase diurne L_r-VP [dB(A)] | Écart phase nocturne L_r-VP [dB(A)] |
|------------------|------------------------------------|----------------|-----------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| | Phase diurne | Phase nocturne | Phase diurne | Phase nocturne | Phase diurne | Phase nocturne | | |
| 1 | 54 | 53 | 57 | 53 | 60 | 50 | | |
| 2 | 38 | 34 | 43 | 38 | 60 | 50 | -17 | -12 |
| 3 | 48 | 43 | 53 | 47 | 65 | 55 | -12 | (-8) |
| 4 | 48 | 43 | 53 | 47 | 60 | 50 | -7 | -3 |
| 5 | 49 | 44 | 55 | 49 | 60 | 50 | | |
| 6 | 47 | 42 | 52 | 46 | 60 | 50 | -8 | -4 |
| 7 | 47 | 43 | 52 | 47 | 65 | 55 | -13 | (-8) |
| 8 | 48 | 43 | 53 | 47 | 60 | 50 | -7 | -3 |
| 9 | 48 | 44 | 53 | 47 | 65 | 55 | -12 | (-8) |
| 10 | 47 | 43 | 52 | 47 | 60 | 50 | -8 | -3 |
| 11 | 38 | 34 | 44 | 38 | 60 | 50 | -16 | -12 |
| 12 | 40 | 36 | 46 | 40 | 60 | 50 | -14 | -10 |
| 13 | 41 | 36 | 46 | 40 | 65 | 55 | -19 | (-15) |
| 14 | 39 | 34 | 44 | 38 | 60 | 50 | -16 | -12 |
| 15 | 39 | 35 | 44 | 38 | 60 | 50 | -16 | -12 |
| 16 | 47 | 42 | 52 | 46 | 60 | 50 | -8 | -4 |
| 17 | 45 | 41 | 50 | 45 | 60 | 50 | -10 | -5 |
| 18 | 41 | 38 | 46 | 40 | 65 | 55 | -19 | (-15) |
| 19 | 41 | 38 | 46 | 40 | 60 | 50 | -14 | -10 |
| 20 | 44 | 42 | 48 | 44 | 65 | 55 | -17 | (-11) |
| 21 | 43 | 40 | 48 | 42 | 55 | 45 | -7 | -3 |
| 22 | 43 | 40 | 48 | 42 | 55 | 45 | -7 | -3 |
| 23 | 43 | 40 | 48 | 42 | 65 | 55 | -17 | (-13) |
| 24 | 43 | 42 | 47 | 43 | 60 | 50 | -13 | -7 |
| 25 | 44 | 43 | 48 | 44 | 60 | 50 | -12 | -6 |
| 26 | 44 | 43 | 48 | 44 | 65 | 55 | -17 | (-11) |
| 27 | 40 | 36 | 45 | 39 | 55 | 45 | -10 | -6 |
| 28 | 41 | 37 | 46 | 41 | 65 | 55 | -19 | -14 |
| 29 | 42 | 38 | 47 | 41 | 65 | 55 | -18 | (-14) |

À la suite du bridage nocturne des éoliennes E2 et E3 (MO NR VII s), les niveaux d'évaluation de tous les récepteurs considérés diminuent de 3 à 4 dB(A) dans la nuit, en fonction du lieu d'immission, par rapport au mode opérationnel NR I s.

9.5. Infrasons

L'infrason est un son ayant une fréquence inférieure au seuil de l'audition, se situant généralement à environ 20 Hz. Des mesures, effectuées auprès de plusieurs éoliennes Enercon E-82 au moment où leurs émissions de bruit étaient maximales, montrent que pour une puissance acoustique de l'ordre de 95 dB(A) dans le spectre audible, celle-ci se situe à environ 60 dB(A) à 20 Hz, seuil supérieur des infrasons.¹³

Concernant l'éolienne E-160 EP5 E3 247 m TES, la puissance acoustique à 20 Hz est de 62 dB(A) pour une puissance acoustique maximale de l'ordre de 97 dB(A) dans le spectre audible, selon les spectres en bandes de tiers d'octave.

Ces niveaux de puissance acoustique des infrasons sont trop faibles pour gêner la population. Selon l'état actuel des connaissances, il n'existe pas de preuves convaincantes, sur le plan scientifique ou statistique, que les infrasons émis par les éoliennes pourraient avoir des effets nuisibles sur la santé.¹⁴

9.6. Bridage des éoliennes - Production d'énergie

Le bridage des éoliennes constitue une possibilité intéressante pour limiter les émissions sonores des éoliennes. En vue de la planification du parc éolien Courtis Neufs, par l'ajout de deux E-160 EP5 E3 166 m TES, les équipements techniques nécessaires à un bridage sont prévus dès le départ. Le bridage nocturne entre 19 h à 7 h du matin, effectué par une simple programmation du logiciel de gestion de l'éolienne, permet de réduire au besoin la puissance acoustique et les immissions sonores en fonction du mode opérationnel choisi. Les différents modes disponibles pour atténuer les émissions sonores s'appuient sur le principe d'une réduction plus ou moins conséquente de la vitesse de rotation et de la puissance électrique du générateur. Ces mesures entraînent des pertes de production d'énergie en fonction de l'ampleur des mesures de limitation.

En choisissant le mode opérationnel NR I s (« noise reduction I standard ») à la place du mode 0 s, nécessaire pour le respect de l'OPB, l'atténuation de la puissance acoustique maximale est de 0,8 dB(A), de 106,8 dB(A) à 106,0 dB(A), et celle de la puissance électrique maximale de 120 kW, de 5'560 kW à 5'440 kW (tableau 7).

Les modes NR V s et NR VII, par exemple, impliquent une atténuation plus conséquente de 3,9 dB(A) / 5,7 dB(A) de la puissance acoustique maximale, et de 810 kW / 1'160 kW de la puissance électrique, de 5'560 kW à une valeur de 4'750 kW / 4'400 kW.

La diminution de production induite par un bridage nocturne en mode NR I s des éoliennes E2 et E3 est de l'ordre de 1,5 % de la production électrique du futur parc éolien. Elle serait de 5,5 % ou de 8,8 % avec un bridage nocturne en mode NR V s ou NR VII s.

Dans le but de minimiser les pertes de production tout en garantissant une protection efficace contre le bruit, un bridage du fonctionnement des éoliennes pourrait être mis en place durant les heures les plus sensibles, soit entre 23 h et 7 h du matin, quand le masquage des émissions sonores des éoliennes par le bruit ambiant, notamment celui engendré par les véhicules circulant sur l'autoroute, la route cantonale et la ligne CFF, est plus faible. Le bridage pourrait être différencié entre E2 et E3.

¹³ Par exemple : Schalltechnischer Bericht Nr. 207041-01.01 (19.04.2007), Nr. 207542-01.02 (22.10.2008), Nr. 209244-03.03 (18.03.2010) Kötter Consulting Engineers KG, D-48432 Rheine.

¹⁴ Frits van den Berg/Irene van Kamp, Health effects related to wind turbine sound, 2017.

10. Conclusions

10.1. Généralités

Pour le modèle d'éolienne E-160 EP5 E3 166 m TES pris en compte dans cette étude afin de compléter le parc éolien Courtis Neufs, les valeurs de planification sont respectées pour tous les locaux dont l'usage est sensible au bruit, pour autant que les éoliennes E2 et E3 soient opérées dans le mode NR I s durant la nuit. L'atténuation de la puissance acoustique maximale liée à cette mesure est de 0,8 dB(A), de 106,8 dB(A) à 106,0 dB(A). Ce mode réduit la vitesse de rotation nominale de 9,6 t/min à une valeur de 9,4 t/min, et la puissance électrique nominale de 5'560 kW à 5'440 kW. La diminution de la production induite par cette mesure d'atténuation des émissions sonores nocturnes n'est que faible, de l'ordre de 1,5 % de la production électrique du futur parc éolien.

Les mesures de limitation du bruit à la source et le choix des sites d'implantation des éoliennes répondent au principe de prévention de l'article 11 de la LPE.

La E-160 EP5 E3 166 m TES représente un modèle performant du point de vue de la technologie utilisée pour limiter les émissions de bruit : générateur à entraînement direct, faible vitesse de rotation, ailerons aux extrémités des pales, système TES et nombre important de modes opérationnels à disposition pour réduire les émissions sonores. Les spectres en bandes de tiers d'octave ne présentent pas de caractéristiques tonales.

En matière de protection contre le bruit, le site éolien Courtis Neufs est favorable à l'exploitation d'éoliennes. Le masquage des émissions sonores par le vent (exposition des lieux d'immission au vent en plaine) et le trafic routier (proximité immédiate à l'autoroute) est particulièrement important. Les vents forts sont fréquents durant les après-midis et en début de soirée, entre 14 h et 20 h, moment où le masquage dû au trafic routier (autoroute, route cantonale, ligne CFF) est maximal et où la population est moins sensible au bruit. La nuit, entre 23 h et 7 h, les éoliennes sont fréquemment à l'arrêt ou ne tournent qu'à une puissance réduite.

10.2. Mesures particulières

Un monitoring des immissions sonores est prévu après la construction de deux nouvelles éoliennes afin de vérifier le pronostic, et de garantir le respect des exigences légales. En fonction du résultat du monitoring, un éventuel bridage additionnel sera mis en place. Les adaptations techniques nécessaires sont prévues dès le départ. La mise en place de bridages peut s'effectuer via une simple adaptation logicielle des éoliennes E2 et E3.

Le mode opérationnel NR V s, par exemple, permet d'atténuer le niveau acoustique maximal des éoliennes E2 et E3 de 106,8 dB(A) à 102,9 dB(A). À la suite du bridage nocturne en mode NR V s des éoliennes E2 et E3, les niveaux d'évaluation de tous les récepteurs considérés diminuent de 2 à 3 dB(A) par rapport à la situation initiale (mode NR I s), en fonction du lieu d'immission. La réduction de production du parc éolien Courtis Neufs, liée à ce bridage amplifié, serait de l'ordre de 4,0 % (5,5 % au total).

Le mode opérationnel NR VII s, par exemple, permet d'atténuer le niveau acoustique maximal des éoliennes E2 et E3 à 101,1 dB(A). À la suite du bridage nocturne des éoliennes E2 et E3 en mode NR VII s, les niveaux d'évaluation de tous les récepteurs considérés diminuent de 3 à 4 dB(A) par rapport à la situation initiale (mode NR I s), en fonction du lieu d'immission. La réduction de production du parc éolien Courtis Neufs, liée à ce bridage amplifié, serait de l'ordre de 7,3 % (8,8 % au total).

10.3. Mesures complémentaires prévues

Selon le constructeur Enercon, un « rétrofit » de l'éolienne E1 Mont d'Ottan afin d'y installer également le système TES n'est actuellement pas disponible. Ce système sera installé dès que disponible, dans le respect du principe de prévention et du principe de proportionnalité.

10.4. Remarques

Le bureau KohleNusbaumer SA confirme par la présente avoir exécuté son mandat selon ses meilleures connaissances.

Annexes

1. Puissance acoustique L_{WA} maximale

1.1. E-82 - Mode opérationnel 0 s

| | | |
|---|--------------------------|------------------|
|  | Schalleistungspegel E-82 | Seite 1 von 1 |
|---|--------------------------|------------------|

| Garantierte Werte des Schalleistungspegels für die E-82 mit 2000 kW Nennleistung | | | | | | |
|--|----------------|-------------|-------------|-------------------------------|---|-------------|
| V_{Wind} in 10m Höhe | Naben- höhe | 78 m | 85 m | 98 m | 108 m | 138 m |
| 5 m/s | | 96,3 dB(A) | 96,6 dB(A) | 97,2 dB(A) | 97,5 dB(A) | 98,2 dB(A) |
| 6 m/s | | 100,7 dB(A) | 101,0 dB(A) | 101,6 dB(A) | 101,9 dB(A) | 102,6 dB(A) |
| 7 m/s | | 103,3 dB(A) | 103,5 dB(A) | 103,6 dB(A) | 103,6 dB(A) | 103,8 dB(A) |
| 8 m/s | | 104,0 dB(A) | 104,0 dB(A) | 104,0 dB(A) | 104,0 dB(A) | 104,0 dB(A) |
| 9 m/s | | 104,0 dB(A) | 104,0 dB(A) | 104,0 dB(A) | 104,0 dB(A) | 104,0 dB(A) |
| 10 m/s | | 104,0 dB(A) | 104,0 dB(A) | 104,0 dB(A) | 104,0 dB(A) | 104,0 dB(A) |
| 95% Nennleistung | | 104,0 dB(A) | 104,0 dB(A) | 104,0 dB(A) | 104,0 dB(A) | 104,0 dB(A) |
| Vermessener Wert bei 95% Nennleistung | | | | 103,4 dB(A) MBBM M65 333/1 | 103,8 dB(A) KCE 207041-01.01 104,1 dB(A) KCE 207542-01 | |

- Über den gesamten Leistungsbereich wird eine Tonhaltigkeit K_{TN} von 0-1 dB garantiert (gilt für den Nahbereich gemäß aktueller FGW Richtlinie und DIN 45 681).
- Über den gesamten Leistungsbereich wird eine Impulshaltigkeit K_{IN} von 0 dB garantiert (gilt für den Nahbereich gemäß aktueller FGW Richtlinie und DIN 45 645-1).
- Die oben angegebenen Schalleistungspegelwerte gelten für den **Betriebsmodus I**. Die zugehörige Leistungskennlinie ist die berechnete Kennlinie E-82 vom Oktober 2009 (Rev. 2.x).
- Die garantierten Werte werden auf Basis offizieller und interner Vermessungen des Schalleistungspegels ermittelt. Die offiziell vermessenen Werte sind auf diesem Dokument als Referenz angegeben. Die Schalldatenblätter und Messberichte der offiziellen Vermessungen stehen zur Verfügung und gelten in Verbindung mit diesem Dokument. Die Vermessungen werden gemäß den national und international empfohlenen Richtlinien und Normen durchgeführt (jeweils auf dem Schalldatenblatt und im Messbericht vermerkt).
- Um den Mess- und Prognoseunsicherheiten Rechnung zu tragen, die Planungssicherheit und Akzeptanz bei Genehmigungsbehörden zu erhöhen und ggf. geforderte Nachvermessungen zu vermeiden, empfiehlt ENERCON für Schallausbreitungsrechnungen einen Sicherheitszuschlag von 1 dB(A) auf die garantierten Werte. Für Bundesländer, in denen ohnehin Sicherheitszuschläge vorgeschrieben sind, entfällt diese Empfehlung.
Sollte aus planungstechnischen oder anderen Gründen diese Empfehlung vernachlässigt werden, wird ausdrücklich auf Punkt 6 verwiesen.
- Aufgrund der Messunsicherheiten bei Schallvermessungen gilt der Nachweis der Einhaltung der garantierten Werte als erbracht, wenn bei einer nach gängigen Richtlinien durchgeführten Vermessung das Messergebnis dem jeweiligen garantierten Wert +/- 1 dB(A) entspricht. [Garantie erfüllt, wenn Messwert = Garantiewert +/- 1dB(A)].
- Für schallkritische Standorte besteht die Möglichkeit, die E-82 nachts mit reduzierter Drehzahl und Leistung zu betreiben (Nachtbetrieb). Die reduzierten Schalleistungspegel können bei Bedarf angefordert werden.

| | | | |
|------------------------------|-----------------|--|--|
| Document information: | | Technische Änderungen vorbehalten | |
| Author/ date: | SSch / 09.03.05 | Translator / date: | - |
| Department: | SA | Revisor / date: | - |
| Approved / date: | MK / 09.05.07 | Reference: | SA-04-SPL Garantie E-82-Rev2_5-ger-ger |
| Revision /date: | 2.5 / 15.10.09 | | |

1.2. E-160 EP5 E3 166 m TES - Mode opérationnel 0 s

En mode de fonctionnement 0 s, l'éolienne fonctionne dans un mode optimisé en termes de puissance pour obtenir un rendement optimal. Le niveau de puissance acoustique le plus élevé attendu est de 106,8 dB(A) dans la plage de puissance nominale. Tous les niveaux de puissance acoustique indiqués s'appliquent en tenant compte des incertitudes. Après avoir atteint la puissance nominale, le niveau de puissance acoustique n'augmentera plus.

Technical data sheet
Operating mode E-160 EP5 E3 / 5560 kW with TES



3.2 Calculated sound power levels – operating mode 0 s

In operating mode 0 s the wind energy converter operates in a power-optimised mode to achieve optimum yield. The highest expected sound power level is 106.8 dB(A) in the nominal power range. All the sound power levels indicated apply taking into account the uncertainties described in ch. 2.2, p. 7. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 5: Technical specifications

| Parameter | Value | Unit |
|-------------------------|-------|------|
| Nominal power (P_n) | 5560 | kW |
| Nominal wind speed | 13.5 | m/s |
| Minimum operating speed | 4.4 | rpm |
| Speed setpoint | 9.6 | rpm |

Tab. 6: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed v_s at a height of 10 m

| v_s at a height of 10 m | Sound power level in dB(A) | | |
|---------------------------|----------------------------|----------|----------|
| | HH 99 m | HH 120 m | HH 166 m |
| 3 m/s | 94.8 | 95.1 | 95.6 |
| 3.5 m/s | 97.0 | 97.5 | 98.4 |
| 4 m/s | 99.8 | 100.3 | 101.1 |
| 4.5 m/s | 102.1 | 102.7 | 103.5 |
| 5 m/s | 104.3 | 104.8 | 105.7 |
| 5.5 m/s | 106.4 | 106.8 | 106.8 |
| 6 m/s | 106.8 | 106.8 | 106.8 |
| 6.5 m/s | 106.8 | 106.8 | 106.8 |
| 7 m/s | 106.8 | 106.8 | 106.8 |
| 7.5 m/s | 106.8 | 106.8 | 106.8 |
| 8 m/s | 106.8 | 106.8 | 106.8 |
| 8.5 m/s | 106.8 | 106.8 | 106.8 |
| 9 m/s | 106.8 | 106.8 | 106.8 |
| 9.5 m/s | 106.8 | 106.8 | 106.8 |
| 10 m/s | 106.8 | 106.8 | 106.8 |
| 10.5 m/s | 106.8 | 106.8 | 106.8 |
| 11 m/s | 106.8 | 106.8 | 106.8 |
| 11.5 m/s | 106.8 | 106.8 | 106.8 |
| 12 m/s | 106.8 | 106.8 | 106.8 |
| 95 % P_n | 106.8 | 106.8 | 106.8 |

Tab. 7: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height v_H

| v_H | Sound power level in dB(A) |
|----------|----------------------------|
| 5 m/s | 96.9 |
| 5.5 m/s | 99.0 |
| 6 m/s | 100.7 |
| 6.5 m/s | 102.3 |
| 7 m/s | 103.9 |
| 7.5 m/s | 105.2 |
| 8 m/s | 106.8 |
| 8.5 m/s | 106.8 |
| 9 m/s | 106.8 |
| 9.5 m/s | 106.8 |
| 10 m/s | 106.8 |
| 10.5 m/s | 106.8 |
| 11 m/s | 106.8 |
| 11.5 m/s | 106.8 |
| 12 m/s | 106.8 |
| 12.5 m/s | 106.8 |
| 13 m/s | 106.8 |
| 13.5 m/s | 106.8 |
| 14 m/s | 106.8 |
| 14.5 m/s | 106.8 |
| 15 m/s | 106.8 |

1.3. E-160 EP5 E3 166 m TES - Mode opérationnel NR I s

En mode de fonctionnement NR I s, l'éolienne fonctionne dans un mode optimisé en termes de puissance. Le niveau de puissance acoustique le plus élevé attendu est de 106,0 dB(A) dans la plage de puissance nominale. Tous les niveaux de puissance acoustique indiqués s'appliquent en tenant compte des incertitudes. Après avoir atteint la puissance nominale, le niveau de puissance acoustique n'augmentera plus.

Technical data sheet

Power-optimised sound modes E-160 EP5 E3 / 5560 kW with TES



| v _s at a height of 10 m | Sound power level in dB(A) | | |
|------------------------------------|----------------------------|----------|----------|
| | HH 99 m | HH 120 m | HH 166 m |
| 95 % P _n | 106.0 | 106.0 | 106.0 |

Tab. 7: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height v_H

| v _H | Sound power level in dB(A) |
|----------------|----------------------------|
| 5 m/s | 96.4 |
| 5.5 m/s | 98.4 |
| 6 m/s | 100.0 |
| 6.5 m/s | 101.6 |
| 7 m/s | 103.2 |
| 7.5 m/s | 104.5 |
| 8 m/s | 105.8 |
| 8.5 m/s | 105.9 |
| 9 m/s | 106.0 |
| 9.5 m/s | 106.0 |
| 10 m/s | 106.0 |
| 10.5 m/s | 106.0 |
| 11 m/s | 106.0 |
| 11.5 m/s | 106.0 |
| 12 m/s | 106.0 |
| 12.5 m/s | 106.0 |
| 13 m/s | 106.0 |
| 13.5 m/s | 106.0 |
| 14 m/s | 106.0 |
| 14.5 m/s | 106.0 |
| 15 m/s | 106.0 |

1.4. E-160 EP5 E3 166 m TES - Mode opérationnel NR II s

En mode de fonctionnement NR II s, l'éolienne fonctionne dans un mode optimisé en termes de puissance. Le niveau de puissance acoustique le plus élevé attendu est de 105,2 dB(A) dans la plage de puissance nominale. Tous les niveaux de puissance acoustique indiqués s'appliquent en tenant compte des incertitudes. Après avoir atteint la puissance nominale, le niveau de puissance acoustique n'augmentera plus.



Technical data sheet Power-optimised sound modes E-160 EP5 E3 / 5560 kW with TES

| v_s at a height of 10 m | Sound power level in dB(A) | | |
|---------------------------|----------------------------|----------|----------|
| | HH 99 m | HH 120 m | HH 166 m |
| 95 % P_n | 105.2 | 105.2 | 105.2 |

Tab. 11: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height v_H

| v_H | Sound power level in dB(A) |
|----------|----------------------------|
| 5 m/s | 96.4 |
| 5.5 m/s | 98.4 |
| 6 m/s | 100.0 |
| 6.5 m/s | 101.6 |
| 7 m/s | 103.2 |
| 7.5 m/s | 104.4 |
| 8 m/s | 105.1 |
| 8.5 m/s | 105.2 |
| 9 m/s | 105.2 |
| 9.5 m/s | 105.2 |
| 10 m/s | 105.2 |
| 10.5 m/s | 105.2 |
| 11 m/s | 105.2 |
| 11.5 m/s | 105.2 |
| 12 m/s | 105.2 |
| 12.5 m/s | 105.2 |
| 13 m/s | 105.2 |
| 13.5 m/s | 105.2 |
| 14 m/s | 105.2 |
| 14.5 m/s | 105.2 |
| 15 m/s | 105.2 |

1.5. E-160 EP5 E3 166 m TES - Mode opérationnel NR III s

En mode de fonctionnement NR III s, l'éolienne fonctionne dans un mode optimisé en termes de puissance. Le niveau de puissance acoustique le plus élevé attendu est de 104,5 dB(A) dans la plage de puissance nominale. Tous les niveaux de puissance acoustique indiqués s'appliquent en tenant compte des incertitudes. Après avoir atteint la puissance nominale, le niveau de puissance acoustique n'augmentera plus.

Technical data sheet

Power-optimised sound modes E-160 EP5 E3 / 5560 kW with TES



| v _s at a height of 10 m | Sound power level in dB(A) | | |
|------------------------------------|----------------------------|----------|----------|
| | HH 99 m | HH 120 m | HH 166 m |
| 95 % P _n | 104.5 | 104.5 | 104.5 |

Tab. 15: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height v_H

| v _H | Sound power level in dB(A) |
|----------------|----------------------------|
| 5 m/s | 96.3 |
| 5.5 m/s | 98.3 |
| 6 m/s | 99.9 |
| 6.5 m/s | 101.5 |
| 7 m/s | 103.0 |
| 7.5 m/s | 104.3 |
| 8 m/s | 104.5 |
| 8.5 m/s | 104.5 |
| 9 m/s | 104.5 |
| 9.5 m/s | 104.5 |
| 10 m/s | 104.5 |
| 10.5 m/s | 104.5 |
| 11 m/s | 104.5 |
| 11.5 m/s | 104.5 |
| 12 m/s | 104.5 |
| 12.5 m/s | 104.5 |
| 13 m/s | 104.5 |
| 13.5 m/s | 104.5 |
| 14 m/s | 104.5 |
| 14.5 m/s | 104.5 |
| 15 m/s | 104.5 |

1.6. E-160 EP5 E3 166 m TES - Mode opérationnel NR IV s

En mode de fonctionnement NR IV s, l'éolienne fonctionne dans un mode optimisé en termes de puissance. Le niveau de puissance acoustique le plus élevé attendu est de 103,7 dB(A) dans la plage de puissance nominale. Tous les niveaux de puissance acoustique indiqués s'appliquent en tenant compte des incertitudes. Après avoir atteint la puissance nominale, le niveau de puissance acoustique n'augmentera plus.



| v_s at a height of 10 m | Sound power level in dB(A) | | |
|---------------------------|----------------------------|----------|----------|
| | HH 99 m | HH 120 m | HH 166 m |
| 95 % P_n | 103.7 | 103.7 | 103.7 |

Tab. 19: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height v_H

| v_H | Sound power level in dB(A) |
|----------|----------------------------|
| 5 m/s | 96.4 |
| 5.5 m/s | 98.5 |
| 6 m/s | 100.1 |
| 6.5 m/s | 101.7 |
| 7 m/s | 103.3 |
| 7.5 m/s | 103.7 |
| 8 m/s | 103.7 |
| 8.5 m/s | 103.7 |
| 9 m/s | 103.7 |
| 9.5 m/s | 103.7 |
| 10 m/s | 103.7 |
| 10.5 m/s | 103.7 |
| 11 m/s | 103.7 |
| 11.5 m/s | 103.7 |
| 12 m/s | 103.7 |
| 12.5 m/s | 103.7 |
| 13 m/s | 103.7 |
| 13.5 m/s | 103.7 |
| 14 m/s | 103.7 |
| 14.5 m/s | 103.7 |
| 15 m/s | 103.7 |

1.7. E-160 EP5 E3 166 m TES – Mode opérationnel NR V s

En mode de fonctionnement NR V s, l'éolienne fonctionne dans un mode optimisé en termes de puissance. Le niveau de puissance acoustique le plus élevé attendu est de 102,9 dB(A) dans la plage de puissance nominale. Tous les niveaux de puissance acoustique indiqués s'appliquent en tenant compte des incertitudes. Après avoir atteint la puissance nominale, le niveau de puissance acoustique n'augmentera plus.

Technical data sheet

Power-optimised sound modes E-160 EP5 E3 / 5560 kW with TES



| v _s at a height of 10 m | Sound power level in dB(A) | | |
|------------------------------------|----------------------------|----------|----------|
| | HH 99 m | HH 120 m | HH 166 m |
| 95 % P _n | 102.9 | 102.9 | 102.9 |

Tab. 23: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height v_H

| v _H | Sound power level in dB(A) |
|----------------|----------------------------|
| 5 m/s | 96.4 |
| 5.5 m/s | 98.5 |
| 6 m/s | 100.1 |
| 6.5 m/s | 101.7 |
| 7 m/s | 102.9 |
| 7.5 m/s | 102.9 |
| 8 m/s | 102.9 |
| 8.5 m/s | 102.9 |
| 9 m/s | 102.9 |
| 9.5 m/s | 102.9 |
| 10 m/s | 102.9 |
| 10.5 m/s | 102.9 |
| 11 m/s | 102.9 |
| 11.5 m/s | 102.9 |
| 12 m/s | 102.9 |
| 12.5 m/s | 102.9 |
| 13 m/s | 102.9 |
| 13.5 m/s | 102.9 |
| 14 m/s | 102.9 |
| 14.5 m/s | 102.9 |
| 15 m/s | 102.9 |

1.8. E-160 EP5 E3 166 m TES – Mode opérationnel NR VI s

En mode de fonctionnement NR VI s, l'éolienne fonctionne dans un mode optimisé en termes de puissance. Le niveau de puissance acoustique le plus élevé attendu est de 102,0 dB(A) dans la plage de puissance nominale. Tous les niveaux de puissance acoustique indiqués s'appliquent en tenant compte des incertitudes. Après avoir atteint la puissance nominale, le niveau de puissance acoustique n'augmentera plus.



Technical data sheet Power-optimised sound modes E-160 EP5 E3 / 5560 kW with TES

| v_s at a height of 10 m | Sound power level in dB(A) | | |
|---------------------------|----------------------------|----------|----------|
| | HH 99 m | HH 120 m | HH 166 m |
| 95 % P_n | 102.0 | 102.0 | 102.0 |

Tab. 27: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height v_H

| v_H | Sound power level in dB(A) |
|----------|----------------------------|
| 5 m/s | 96.4 |
| 5.5 m/s | 98.5 |
| 6 m/s | 100.1 |
| 6.5 m/s | 101.7 |
| 7 m/s | 102.0 |
| 7.5 m/s | 102.0 |
| 8 m/s | 102.0 |
| 8.5 m/s | 102.0 |
| 9 m/s | 102.0 |
| 9.5 m/s | 102.0 |
| 10 m/s | 102.0 |
| 10.5 m/s | 102.0 |
| 11 m/s | 102.0 |
| 11.5 m/s | 102.0 |
| 12 m/s | 102.0 |
| 12.5 m/s | 102.0 |
| 13 m/s | 102.0 |
| 13.5 m/s | 102.0 |
| 14 m/s | 102.0 |
| 14.5 m/s | 102.0 |
| 15 m/s | 102.0 |

1.9. E-160 EP5 E3 166 m TES – Mode opérationnel NR VII s

En mode de fonctionnement NR VII s, l'éolienne fonctionne dans un mode optimisé en termes de puissance. Le niveau de puissance acoustique le plus élevé attendu est de 101,1 dB(A) dans la plage de puissance nominale. Tous les niveaux de puissance acoustique indiqués s'appliquent en tenant compte des incertitudes. Après avoir atteint la puissance nominale, le niveau de puissance acoustique n'augmentera plus.

Technical data sheet

Power-optimised sound modes E-160 EP5 E3 / 5560 kW with TES



| v _s at a height of 10 m | Sound power level in dB(A) | | |
|------------------------------------|----------------------------|----------|----------|
| | HH 99 m | HH 120 m | HH 166 m |
| 95 % P _n | 101.1 | 101.1 | 101.1 |

Tab. 31: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height v_H

| v _H | Sound power level in dB(A) |
|----------------|----------------------------|
| 5 m/s | 96.3 |
| 5.5 m/s | 98.2 |
| 6 m/s | 99.7 |
| 6.5 m/s | 100.9 |
| 7 m/s | 101.1 |
| 7.5 m/s | 101.1 |
| 8 m/s | 101.1 |
| 8.5 m/s | 101.1 |
| 9 m/s | 101.1 |
| 9.5 m/s | 101.1 |
| 10 m/s | 101.1 |
| 10.5 m/s | 101.1 |
| 11 m/s | 101.1 |
| 11.5 m/s | 101.1 |
| 12 m/s | 101.1 |
| 12.5 m/s | 101.1 |
| 13 m/s | 101.1 |
| 13.5 m/s | 101.1 |
| 14 m/s | 101.1 |
| 14.5 m/s | 101.1 |
| 15 m/s | 101.1 |

1.10. E-160 EP5 E3 166 m TES – Mode opérationnel NR VIII s

En mode de fonctionnement NR VIII s, l'éolienne fonctionne dans un mode optimisé en termes de puissance. Le niveau de puissance acoustique le plus élevé attendu est de 98,0 dB(A) dans la plage de puissance nominale. Tous les niveaux de puissance acoustique indiqués s'appliquent en tenant compte des incertitudes. Après avoir atteint la puissance nominale, le niveau de puissance acoustique n'augmentera plus.



| v _s at a height of 10 m | Sound power level in dB(A) | | |
|------------------------------------|----------------------------|----------|----------|
| | HH 99 m | HH 120 m | HH 166 m |
| 95 % P _n | 98.0 | 98.0 | 98.0 |

Tab. 35: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height v_H

| v _H | Sound power level in dB(A) |
|----------------|----------------------------|
| 5 m/s | 97.9 |
| 5.5 m/s | 98.0 |
| 6 m/s | 98.0 |
| 6.5 m/s | 98.0 |
| 7 m/s | 98.0 |
| 7.5 m/s | 98.0 |
| 8 m/s | 98.0 |
| 8.5 m/s | 98.0 |
| 9 m/s | 98.0 |
| 9.5 m/s | 98.0 |
| 10 m/s | 98.0 |
| 10.5 m/s | 98.0 |
| 11 m/s | 98.0 |
| 11.5 m/s | 98.0 |
| 12 m/s | 98.0 |
| 12.5 m/s | 98.0 |
| 13 m/s | 98.0 |
| 13.5 m/s | 98.0 |
| 14 m/s | 98.0 |
| 14.5 m/s | 98.0 |
| 15 m/s | 98.0 |

1.11. E-160 EP5 E3 166 m TES – Mode opérationnel NR IX s

En mode de fonctionnement NR IX s, l'éolienne fonctionne dans un mode optimisé en termes de puissance. Le niveau de puissance acoustique le plus élevé attendu est de 94,5 dB(A) dans la plage de puissance nominale. Tous les niveaux de puissance acoustique indiqués s'appliquent en tenant compte des incertitudes. Après avoir atteint la puissance nominale, le niveau de puissance acoustique n'augmentera plus.

Technical data sheet

Power-optimised sound modes E-160 EP5 E3 / 5560 kW with TES



| v _s at a height of 10 m | Sound power level in dB(A) | | |
|------------------------------------|----------------------------|----------|----------|
| | HH 99 m | HH 120 m | HH 166 m |
| 95 % P _n | 94.5 | 94.5 | 94.5 |

Tab. 39: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height v_H

| v _H | Sound power level in dB(A) |
|----------------|----------------------------|
| 5 m/s | 94.5 |
| 5.5 m/s | 94.5 |
| 6 m/s | 94.5 |
| 6.5 m/s | 94.5 |
| 7 m/s | 94.5 |
| 7.5 m/s | 94.5 |
| 8 m/s | 94.5 |
| 8.5 m/s | 94.5 |
| 9 m/s | 94.5 |
| 9.5 m/s | 94.5 |
| 10 m/s | 94.5 |
| 10.5 m/s | 94.5 |
| 11 m/s | 94.5 |
| 11.5 m/s | 94.5 |
| 12 m/s | 94.5 |
| 12.5 m/s | 94.5 |
| 13 m/s | 94.5 |
| 13.5 m/s | 94.5 |
| 14 m/s | 94.5 |
| 14.5 m/s | 94.5 |
| 15 m/s | 94.5 |

2. Fréquence centrale du niveau de la bande d'un tiers d'octave de l'éolienne E-160 EP5 E3 166 m TES

Technical data sheet

One-third octave band level E-160 EP5 E3 / 5560 kW with TES



4.4 One-third octave band level at HH 166 m

In the following tables, the values at which the maximum sound power level is reached for the first time are displayed in italics.

Tab. 8: One-third octave band level for HH 166 m in dB(A)

| One-third octave band level centre frequency in Hz | v_s at a height of 10 m in m/s | | | | | | | | | |
|--|----------------------------------|------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|
| | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 | 5 | 5.5 | 6 | 6.5 | 7 | 7.5 |
| 20 | 46.9 | 51.1 | 54.6 | 57.6 | 60.2 | <i>61.6</i> | 62.1 | 62.5 | 62.9 | 63.3 |
| 25 | 51.5 | 55.8 | 59.3 | 62.3 | 64.9 | <i>66.4</i> | 66.8 | 67.3 | 67.6 | 68.1 |
| 31.5 | 55.6 | 59.9 | 63.4 | 66.4 | 69.1 | <i>70.5</i> | 71.0 | 71.4 | 71.8 | 72.2 |
| 40 | 59.1 | 63.4 | 67.0 | 70.0 | 72.7 | <i>74.1</i> | 74.6 | 75.0 | 75.4 | 75.8 |
| 50 | 64.6 | 67.7 | 70.7 | 73.4 | 76.0 | <i>77.4</i> | 77.9 | 78.3 | 78.7 | 79.0 |
| 63 | 66.3 | 69.8 | 73.1 | 76.0 | 78.6 | <i>80.1</i> | 80.5 | 81.0 | 81.4 | 81.7 |
| 80 | 68.5 | 72.2 | 75.6 | 78.6 | 81.2 | <i>82.8</i> | 83.3 | 83.7 | 84.1 | 84.4 |
| 100 | 73.7 | 76.2 | 78.9 | 81.4 | 83.8 | <i>85.3</i> | 85.8 | 86.3 | 86.7 | 86.8 |
| 125 | 74.6 | 77.4 | 80.2 | 82.8 | 85.3 | <i>86.9</i> | 87.4 | 87.9 | 88.2 | 88.3 |
| 160 | 74.8 | 77.8 | 80.7 | 83.3 | 85.7 | <i>87.4</i> | 87.8 | 88.2 | 88.6 | 88.3 |
| 200 | 81.3 | 82.9 | 84.5 | 86.1 | 87.8 | <i>89.2</i> | 89.5 | 89.8 | 90.1 | 89.6 |
| 250 | 81.8 | 83.7 | 85.7 | 87.5 | 89.3 | <i>90.7</i> | 91.0 | 91.3 | 91.5 | 90.7 |
| 315 | 82.7 | 85.1 | 87.4 | 89.4 | 91.3 | <i>92.7</i> | 92.9 | 93.1 | 93.2 | 92.3 |
| 400 | 83.7 | 86.5 | 89.0 | 91.2 | 93.2 | <i>94.5</i> | 94.6 | 94.6 | 94.6 | 94.0 |
| 500 | 84.2 | 87.2 | 90.0 | 92.4 | 94.5 | <i>95.6</i> | 95.5 | 95.5 | 95.5 | 95.3 |
| 630 | 84.5 | 87.6 | 90.5 | 92.9 | 95.1 | <i>96.2</i> | 96.1 | 96.1 | 96.1 | 96.0 |
| 800 | 85.2 | 88.2 | 91.0 | 93.5 | 95.7 | <i>96.8</i> | 96.7 | 96.7 | 96.6 | 96.6 |
| 1000 | 85.7 | 88.6 | 91.4 | 93.9 | 96.1 | <i>97.2</i> | 97.1 | 97.1 | 97.0 | 97.1 |
| 1250 | 86.2 | 89.0 | 91.7 | 94.2 | 96.4 | <i>97.4</i> | 97.4 | 97.3 | 97.3 | 97.4 |
| 1600 | 85.5 | 88.6 | 91.5 | 94.0 | 96.3 | <i>97.3</i> | 97.3 | 97.3 | 97.2 | 97.4 |
| 2000 | 85.0 | 88.0 | 90.8 | 93.3 | 95.6 | <i>96.6</i> | 96.5 | 96.5 | 96.4 | 96.7 |
| 2500 | 84.1 | 86.8 | 89.4 | 91.8 | 94.1 | <i>95.1</i> | 95.0 | 95.0 | 94.9 | 95.2 |
| 3150 | 81.2 | 84.1 | 86.8 | 89.4 | 91.6 | <i>92.6</i> | 92.6 | 92.6 | 92.5 | 92.8 |
| 4000 | 78.3 | 80.8 | 83.4 | 85.8 | 88.0 | <i>89.0</i> | 89.0 | 89.0 | 88.9 | 89.3 |
| 5000 | 73.9 | 76.1 | 78.4 | 80.6 | 82.8 | <i>83.7</i> | 83.7 | 83.7 | 83.7 | 84.0 |
| 6300 | 60.0 | 64.5 | 68.2 | 71.3 | 73.9 | <i>75.0</i> | 75.0 | 75.0 | 75.0 | 75.3 |
| 8000 | 47.4 | 51.9 | 55.7 | 58.8 | 61.5 | <i>62.6</i> | 62.6 | 62.7 | 62.6 | 63.0 |
| 10000 | 31.7 | 36.2 | 40.0 | 43.2 | 45.9 | <i>47.2</i> | 47.2 | 47.2 | 47.2 | 47.5 |

Tab. 9: One-third octave band level for HH 166 m in dB(A)

| One-third octave band level centre frequency in Hz | v_s at a height of 10 m in m/s | | | | | | | | |
|--|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 8 | 8.5 | 9 | 9.5 | 10 | 10.5 | 11 | 11.5 | 12 |
| 20 | 63.7 | 64.1 | 64.4 | 64.7 | 65.1 | 65.3 | 65.7 | 65.9 | 66.2 |
| 25 | 68.5 | 68.8 | 69.2 | 69.4 | 69.8 | 70.1 | 70.4 | 70.6 | 70.9 |
| 31.5 | 72.6 | 72.9 | 73.3 | 73.6 | 73.9 | 74.2 | 74.5 | 74.7 | 75.0 |
| 40 | 76.2 | 76.5 | 76.9 | 77.2 | 77.5 | 77.8 | 78.1 | 78.3 | 78.6 |
| 50 | 79.4 | 79.7 | 80.1 | 80.3 | 80.6 | 80.9 | 81.2 | 81.5 | 81.7 |
| 63 | 82.0 | 82.3 | 82.6 | 82.9 | 83.2 | 83.5 | 83.8 | 84.0 | 84.3 |
| 80 | 84.7 | 84.9 | 85.2 | 85.5 | 85.8 | 86.1 | 86.4 | 86.6 | 86.9 |
| 100 | 87.0 | 87.2 | 87.5 | 87.7 | 88.0 | 88.2 | 88.5 | 88.7 | 89.0 |
| 125 | 88.3 | 88.4 | 88.6 | 88.8 | 89.1 | 89.3 | 89.5 | 89.8 | 90.0 |
| 160 | 88.2 | 88.2 | 88.4 | 88.5 | 88.7 | 88.9 | 89.1 | 89.3 | 89.6 |
| 200 | 89.4 | 89.3 | 89.3 | 89.4 | 89.5 | 89.6 | 89.7 | 89.9 | 90.0 |
| 250 | 90.2 | 90.1 | 90.0 | 89.9 | 89.9 | 90.0 | 90.0 | 90.1 | 90.2 |
| 315 | 91.6 | 91.4 | 91.1 | 91.0 | 90.9 | 90.8 | 90.7 | 90.7 | 90.8 |
| 400 | 93.4 | 93.0 | 92.7 | 92.4 | 92.2 | 92.0 | 91.9 | 91.8 | 91.7 |
| 500 | 94.9 | 94.6 | 94.3 | 94.0 | 93.8 | 93.5 | 93.3 | 93.1 | 92.9 |
| 630 | 95.9 | 95.7 | 95.5 | 95.3 | 95.2 | 95.0 | 94.8 | 94.6 | 94.4 |
| 800 | 96.6 | 96.5 | 96.5 | 96.4 | 96.3 | 96.2 | 96.0 | 95.9 | 95.8 |
| 1000 | 97.2 | 97.2 | 97.1 | 97.1 | 97.1 | 97.1 | 97.0 | 96.9 | 96.9 |
| 1250 | 97.6 | 97.6 | 97.7 | 97.7 | 97.8 | 97.7 | 97.7 | 97.7 | 97.7 |
| 1600 | 97.6 | 97.7 | 97.8 | 97.9 | 97.9 | 97.9 | 98.0 | 98.0 | 98.0 |
| 2000 | 96.9 | 97.0 | 97.1 | 97.2 | 97.3 | 97.3 | 97.4 | 97.4 | 97.5 |
| 2500 | 95.5 | 95.6 | 95.8 | 95.9 | 96.0 | 96.0 | 96.1 | 96.2 | 96.2 |
| 3150 | 93.1 | 93.3 | 93.5 | 93.6 | 93.7 | 93.7 | 93.9 | 94.0 | 94.0 |
| 4000 | 89.6 | 89.8 | 90.0 | 90.1 | 90.2 | 90.2 | 90.4 | 90.4 | 90.4 |
| 5000 | 84.4 | 84.6 | 84.8 | 84.8 | 84.9 | 85.0 | 85.0 | 85.0 | 84.9 |
| 6300 | 75.7 | 75.9 | 76.0 | 76.1 | 76.1 | 76.1 | 76.1 | 76.0 | 75.9 |
| 8000 | 63.3 | 63.4 | 63.5 | 63.6 | 63.6 | 63.5 | 63.5 | 63.3 | 63.2 |
| 10000 | 47.7 | 47.8 | 47.9 | 47.9 | 47.9 | 47.9 | 47.8 | 47.6 | 47.5 |

3. Mesure de bruit de la E-101 Adonis à Charrat

Résultats des mesures de bruit de l'éolienne Adonis à Charrat par le bureau d'ingénieurs Leander Schmidt à Viège

Campagne de mesures de bruit

Sur le site actuel de l'éolienne E1 du projet éolien « Grand Chavalard », diverses mesures de bruit ont été effectuées par le bureau d'ingénieurs Leander Schmidt à Viège.

Un mesurage de longue durée a été effectué à proximité du lieu d'immission R10 du 16 janvier 2013 au 27 mars 2013. À l'occasion de l'acquisition régulière des données, des mesurages synchronisés ont été effectués pour calibrer le mesurage à longue durée ainsi que pour enregistrer les niveaux de bruit sur des lieux d'immission à proximité de l'éolienne. Pour les campagnes de mesurages, des sonomètres Norsonic NOR140 avec des microphones NOR1212 pour la station fixe et NOR1206 pour les mesurages parallèles ainsi qu'un calibreur Norsonic NOR1251 ont été utilisés.

Il a pu être constaté que l'éolienne E1 est audible au lieu d'immission R10 à un niveau de bruit ambiant de $L_{Aeq} \leq 50$ dB(A). Lorsque le bruit ambiant était supérieur à cette valeur, le bruit du vent couvrait le niveau sonore de l'éolienne entièrement. Ainsi, il peut être admis que le niveau sonore de l'éolienne est de $\Delta L_{Aeq} = 10$ à 15 dB(A) en dessous du bruit ambiant ; à ce moment, le bruit de l'éolienne est audible. Sur la base d'une évaluation représentant une durée effective de 24 jours de mesurages sur le site R10, les niveaux sonores suivants peuvent être retenus :

| Vitesse de vent | Bruit ambiant avec éolienne L_{Aeq} | | Bruit de l'éolienne L_{Aeq} | | Bruit ambiant sans éolienne L_{Aeq} | |
|-----------------|---------------------------------------|----------|-------------------------------|----------|---------------------------------------|----------|
| | diurne | nocturne | diurne | nocturne | diurne | nocturne |
| 0 – 6.5 m/s | 53.2 | 48.5 | 0.0 | 0.0 | 53.2 | 48.5 |
| 6.5 – 10.5 m/s | 53.8 | 50.1 | 36.6 | 36.6 | 53.7 | 49.9 |
| > 10.5 m/s | 57.8 | 57.2 | 40.0 | 40.0 | 57.7 | 57.1 |

La phase de bruit déterminante est la période avec un vent de $v \geq 10.5$ m/s à la hauteur de la nacelle. Pendant cette phase, la puissance acoustique de l'éolienne est de $L_{WA} = 106.0$ dB(A). En appliquant le modèle de calcul de la norme ISO 9613-2, le niveau sonore théorique de l'éolienne E1 auprès du site R10 est de $L_{Aeq} = 40$ dB(A). Cette valeur théorique correspond exactement à la valeur calculée sur la base de mesurages réalisés.

Viège, le 5 avril 2013