



Suivi sonore en phase d'exploitation - Année 5 Parc éolien Vents du Kempt

Été 2019

Énergie éolienne Vents du Kempt s.e.c.



Environnement et géosciences

08 | 11 | 2019

Rapport > 666543
Ref. Interne 666543-EG_L01_Suivi sonore_00



Suivi sonore en phase d'exploitation - Année 5 Parc éolien Vents du Kempt Été 2019

Énergie éolienne Vents du Kempt s.e.c.
1850, avenue Panama,
Bureau 501
Brossard (Québec) J4W 3C6

Préparé par :



Patrick Pronovos, tech.
Accoustique et vibration
Environnement et géosciences
Ingénierie, conception et gestion de projet

Vérifié par :

Martin Meunier, ing., M. Ing.
Chargé de projet, Acoustique et vibrations
Environnement et géosciences
Ingénierie, conception et gestion de projet

N/Dossier n° : 666543
N/Document n° : 666543-EG_L01_Suivi sonore_00

Novembre 2019

V:\Projets\666543_VDK_Suivi sonore_2019\5_Livrables\L_01_00\Assemblage\666543-EG_L01_Suivi_sonore_00.docx



Avis au lecteur

Le présent rapport a été préparé, et les travaux qui y sont mentionnés ont été réalisés par SNC-Lavalin GEM Québec inc. (SNC-Lavalin), exclusivement à l'intention de Énergie éolienne Vents du Kempt s.e.c. (le Client), qui fut partie prenante à l'élaboration de l'énoncé des travaux et en comprend les limites. La méthodologie, les conclusions, les recommandations et les résultats cités au présent rapport sont fondés uniquement sur l'énoncé des travaux et assujettis aux exigences en matière de temps et de budget, telles que décrites dans l'offre de services et/ou dans le contrat en vertu duquel le présent rapport a été émis. L'utilisation de ce rapport, le recours à ce dernier ou toute décision fondée sur son contenu par un tiers est la responsabilité exclusive de ce dernier. SNC-Lavalin n'est aucunement responsable de tout dommage subi par un tiers du fait de l'utilisation de ce rapport ou de toute décision fondée sur son contenu.

Les conclusions, les recommandations et les résultats cités au présent rapport (i) ont été élaborés conformément au niveau de compétence normalement démontré par des professionnels exerçant des activités dans des conditions similaires de ce secteur, et (ii) sont déterminés selon le meilleur jugement de SNC-Lavalin en tenant compte de l'information disponible au moment de la préparation du présent rapport. Les services professionnels fournis au Client et les conclusions, les recommandations et les résultats cités au présent rapport ne font l'objet d'aucune autre garantie, explicite ou implicite. Les conclusions et les résultats cités au présent rapport sont valides uniquement à la date du rapport et peuvent être fondés, en partie, sur de l'information fournie par des tiers. En cas d'information inexacte, de la découverte de nouveaux renseignements ou de changements aux paramètres du projet, des modifications au présent rapport pourraient s'avérer nécessaires.

Le présent rapport doit être considéré dans son ensemble, et ses sections ou ses parties ne doivent pas être vues ou comprises hors contexte. Si des différences venaient à se glisser entre la version préliminaire (ébauche) et la version définitive de ce rapport, cette dernière prévaudrait. Rien dans ce rapport n'est mentionné avec l'intention de fournir ou de constituer un avis juridique.

SNC-Lavalin décline en outre toute responsabilité envers le Client et les tiers en ce qui a trait à l'utilisation (publication, renvoi, référence, citation ou diffusion) de tout ou partie du présent document, ainsi que toute décision prise ou action entreprise sur la foi dudit document. Le contenu du présent rapport est confidentiel et exclusif. Il est interdit à toute personne autre que le Client de copier, de distribuer, d'utiliser ou de prendre toute décision ou mesure sur la foi des renseignements contenus dans le présent rapport, en tout ou en partie, sans l'autorisation expresse écrite du Client et de SNC-Lavalin GEM Québec inc.

Table des matières

1	Objectif	1
2	Méthodologie de mesure	2
3	Critère de bruit	6
4	Analyse des résultats de mesure	7
4.1	Généralités	7
4.2	Exemple de calcul	7
4.3	Analyse par point de mesure	12
4.4	Analyse des termes correctifs	14
5	Conclusion	16
6	Mesures correctives	17
7	Plaintes	18

Liste des tableaux

Tableau 1	Localisation des points de mesure de bruit	2
Tableau 2	Liste des instruments utilisés	5

Liste des cartes

Carte 1	Localisation des points de mesure	3
---------	---	---

Liste des annexes

Annexe A	Principaux résultats des mesures de bruit aux points 6, 7, et 8 – Été 2019 Sous forme graphique
Annexe B	Résultats des mesures de bruit en bandes de 1/3 octave aux points 6, 7 et 8
Annexe C	Régression linéaire
Annexe D	Notions de base en acoustique

1 Objectif

Les services professionnels de SNC-Lavalin GEM Québec inc. (« SNC-Lavalin ») ont été retenus par Énergie éolienne Vents du Kempt s.e.c. (« EEVDK »), afin de réaliser le suivi du climat sonore après la 5^e année d'opération du parc éolien Vents du Kempt.

Le suivi du climat sonore doit être réalisé afin de répondre à la condition 9 du Décret 332-2012 du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC).

Dans ce contexte, SNC-Lavalin a été mandatée afin de procéder à une campagne de relevés sonores.

L'objectif visé est de démontrer, par l'entremise de relevés sur le terrain, que le critère de bruit du MELCC est respecté lors de conditions d'exploitation et de propagation sonore représentatives des impacts les plus importants.

2 Méthodologie de mesure

2.1 Les relevés sonores ont été réalisés conformément aux prescriptions apparaissant au document « *Programme de suivi du climat sonore* » émis en juillet 2014, préparé par la firme SNC-Lavalin et ayant été approuvé par le MELCC au moment de l'émission du certificat d'autorisation pour la mise en opération commerciale du parc éolien Vents du Kempt.

2.2 La localisation des points de mesure est présentée au tableau 1 ainsi qu'à la carte 1. Celle-ci a été déterminée conjointement par SNC-Lavalin et EEVDK, en fonction du Programme.

Tableau 1 Localisation des points de mesure de bruit

N ^o du point d'évaluation	Coordonnées GPS (UTM 19U)	
	X (m)	Y (m)
Point 6	0640889	5351285
Point 7	0643138	5353269
Point 8	0637151	5356155

2.3 La campagne de relevés a débuté le 8 juillet 2019, pour se terminer le 29 juillet 2019.

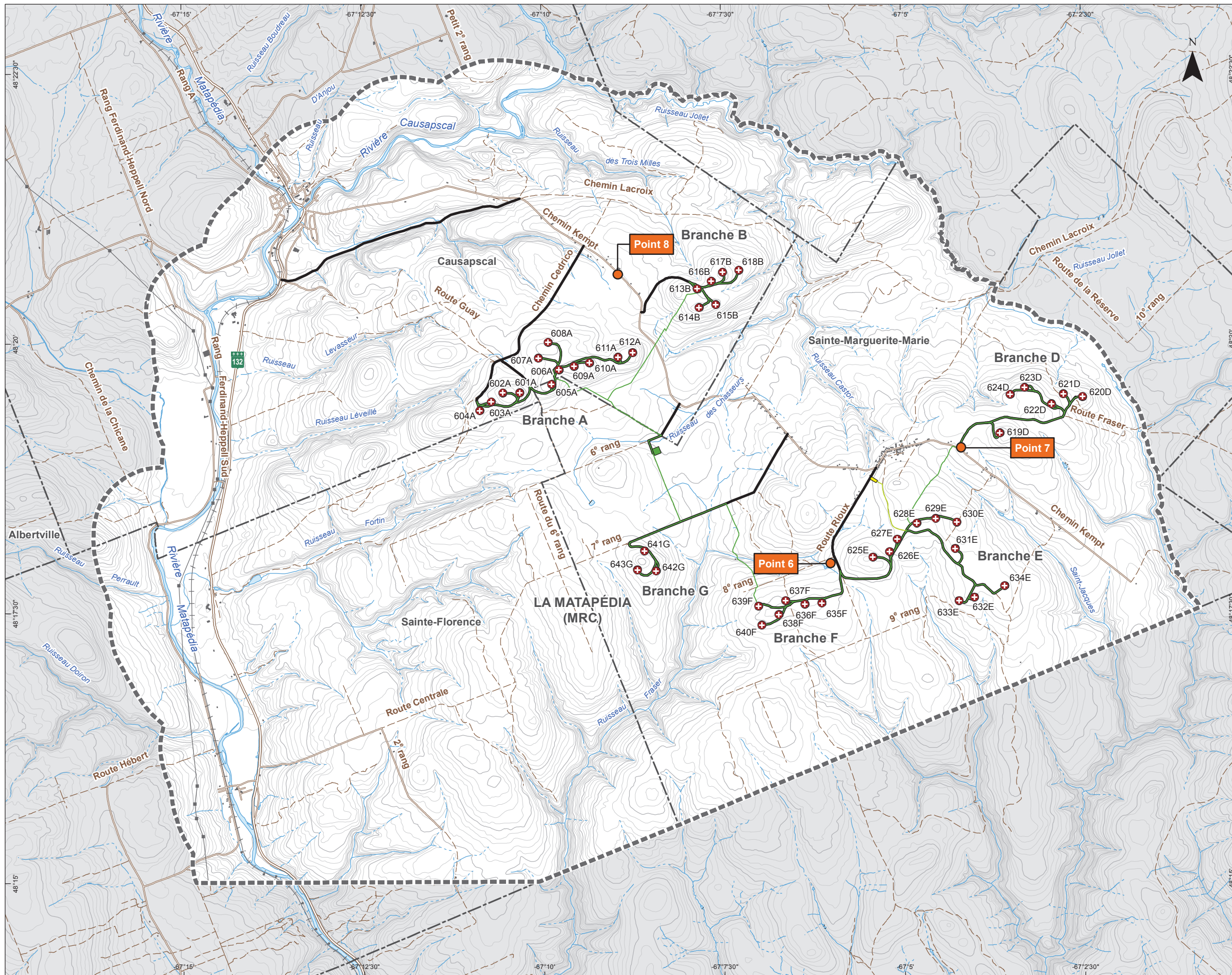
La période d'échantillonnage a été déterminée de manière à pouvoir capter les situations combinant les conditions d'opération des éoliennes et les conditions de propagation sonore susceptibles de créer les impacts sonores les plus importants.

Les impacts sonores les plus importants se produisent lorsque les émissions sonores des éoliennes sont à leur maximum, et que le bruit résiduel au niveau des récepteurs est au minimum (essentiellement durant la nuit lorsque les activités humaines sont minimales, et lorsque le vent au sol est faible).

De plus, lors de la campagne de mesure, une période d'arrêt complet du parc éolien a été effectué approximativement entre 6 h le 9 juillet et 18 h le 10 juillet 2019. Les niveaux de bruit mesuré durant cette période d'arrêt ont été utilisés pour déterminer une relation entre le bruit ambiant sans les éoliennes et la vitesse du vent.

2.4 Lors des relevés de bruit, la vitesse du vent au moyen des éoliennes ainsi que l'orientation de la nacelle ont été consignées aux 10 minutes par EEVDK.

Carte 1
Localisation des points de mesure –
Suivi du climat sonore, 5^{ème} année



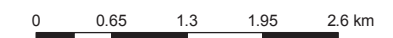
● Point de mesure

ÉLÉMENTS DU PROJET

- ⬜ Zone d'étude
- ⊕ Éolienne
- Bâtiment d'opération et de maintenance
- Chemin d'accès
- Poste de transformation
- Réseau collecteur
- Réseau de fibre optique hors du réseau collecteur

INFRASTRUCTURES ET LIMITES

- Route principale
- Route secondaire ou rue
- - - Chemin
- Ligne de transport d'énergie
- - - Limite municipale



Projection MTM, fuseau 6, NAD83
Équidistance des courbes : 10 m

Sources :
BDTQ, 1 : 20 000, MRNF Québec, 1998-2005
SDA, 1 : 20 000, MRNF Québec, 2008

Projet : 666543
Fichier : snc629652_su_c1_sonore_151006.mxd

Novembre 2019

2.5 Les microphones ont été positionnés à l'extérieur des bâtiments et à proximité de ces derniers, du côté des éoliennes les plus rapprochées, à une hauteur comprise entre 1,2 et 1,5 m du sol, à plus de 3 m d'obstacles susceptibles de réfléchir les ondes acoustiques et à plus de 3 m d'une voie de circulation.

2.6 Des écrans antivent surdimensionnés ont été utilisés, soit d'un diamètre de 175 mm au lieu de 90 mm, sur tous les microphones des instruments de mesure pour réduire l'effet du bruit aérodynamique produit par le vent.

2.7 L'origine de certains événements sonores observés sur les graphiques de bruit (réf. : Annexe A) a été identifiée lors de l'analyse en auditionnant les fichiers audio obtenus à l'aide d'enregistreurs numériques.

2.8 Des stations météorologiques ont été installées à chacun des points de mesure, afin de déterminer le taux d'humidité, ainsi que la vitesse et la direction du vent à la hauteur des microphones. Les résultats de mesure de vitesse de vent obtenus ont par la suite été utilisés afin d'éliminer par calcul le bruit aérodynamique produit par le vent sur les microphones. La présence de précipitation a aussi été enregistrée par ces stations.

2.9 Pour l'ensemble des relevés, les paramètres suivants ont été mesurés¹ :

- L_{Aeq} aux 5 secondes et aux 10 minutes;
- L_{Ceq} , L_{AF05} , L_{AF10} , L_{AF50} , L_{AF90} , L_{AF95} aux 10 minutes;
- L_{Zeq} , en bande de $\frac{1}{3}$ d'octave de fréquence aux 10 minutes;

Pour l'ensemble des relevés, les paramètres suivants ont été calculés :

- L_{Aeq} , L_{Ceq} , à la minute et aux 60 minutes;
- L_{Ar} , 60 minutes.
- Niveaux L_{Zeq} en bande de $\frac{1}{3}$ d'octave de fréquence aux 60 minutes.

2.10 Les instruments utilisés lors des relevés sont conformes aux spécifications de la Publication CEI 61672 : 2013 pour les sonomètres de classe 1 et 2.

2.11 Les sonomètres ont été étalonnés au début et à la fin de la campagne de mesures à l'aide d'une source étalon portative. Par ailleurs, l'étalonnage de tous les instruments acoustiques utilisés est vérifié par un laboratoire indépendant dans les 12 mois précédant les relevés.

2.12 Le niveau plancher des appareils de mesure utilisés est de l'ordre de 18 dBA.

¹ Se référer à l'annexe D : Notions de base en acoustique pour la définition des termes acoustiques employés dans le rapport

Tableau 2 Liste des instruments utilisés

Point : Instrument	Manufacturier	Modèle	Numéro de série
Point 6 : Sonomètre	Larson-Davis	LXT2L	1790
Point 6 : Microphone	PCB	377B02	125994
Point 6 : Station météorologique	Davis Instruments	Vantage Vue	A027
Point 7 : Sonomètre	Larson-Davis	831	2919
Point 7 : Microphone	Brüel & Kjaer	4189	2470060
Point 7 : Station météorologique	Davis Instruments	Vantage Vue	A114
Point 8 : Sonomètre	Larson-Davis	LXT2L	1789
Point 8 : Microphone	PCB	377B02	123065
Point 8 : Station météorologique	Davis Instruments	Vantage Vue	A005
Tous les points : Source sonore étalon	Brüel & Kjaer	4231	3015267
Tous les points : Enregistreurs numériques	Roland	R-05	s. o

3 Critère de bruit

Les limites de bruit applicables aux émissions sonores du parc éolien Vents du Kempt sont celles proposées dans la Note d'instructions 98-01 (NI98-01) du MELCC. Ces limites sont établies en fonction du zonage au point de mesure.

Selon les informations reçues par le client, le zonage aux trois points de mesure est *agricole variable* selon les municipalités de Sainte-Marguerite-Marie et de Causapscal. Puisque le point de mesure se trouve à proximité d'une résidence unifamiliale, ce type d'environnement correspond à la catégorie de zonage I de la NI98-01 avec les limites suivantes :

Jour	7 h à 19 h	L_{Ar1h}	45 dBA, ou le niveau de bruit résiduel s'il est plus élevé
Nuit	19 h à 7 h	L_{Ar1h}	40 dBA, ou le niveau de bruit résiduel s'il est plus élevé

Le L_{Ar1h} est égal au L_{Aeq1h} du bruit des éoliennes seulement (bruit particulier), auquel des termes correctifs sont appliqués.

La définition du niveau L_{Ar} ainsi que les termes correctifs sont détaillés à l'annexe D.

4 Analyse des résultats de mesure

4.1 Généralités

4.1.1 Les limites de bruit du MELCC sont applicables sur le bruit particulier, soit celui provenant uniquement des éoliennes. Par conséquent, les résultats de mesures ne peuvent être comparés directement à ces limites, sans qu'auparavant la contribution des sources de bruit étrangères au parc éolien (c'est-à-dire le bruit résiduel) n'ait été retirée.

4.1.2 Les données recueillies avec les stations météorologiques ont permis d'identifier les périodes de précipitation, périodes où le bruit ambiant peut augmenter sans relation avec les éoliennes. Ces périodes n'ont pas été analysées, conformément aux prescriptions de la NI98-01.

4.1.3 Les données recueillies avec les stations météorologiques ont aussi permis d'identifier les périodes avec des taux d'humidité relative élevés. La NI98-01 indique que les relevés de bruit au-delà d'un taux d'humidité relative de 90 % doivent être rejetés. Toutefois, les stations de mesure utilisées dans le cadre de la présente étude comportaient des dispositifs permettant de contrer les effets négatifs de l'humidité sur des instruments électroniques; ainsi, le taux d'humidité ne constitue pas un critère de rejet de résultats de mesure dans le cas présent.

4.1.4 Lorsque le traitement des résultats de mesure indiquait la possibilité d'un dépassement de la limite de bruit, l'enregistrement audio pour la période correspondante a été analysé afin d'identifier les sources de bruit audibles et ainsi confirmer ou informer le dépassement.

4.2 Exemple de calcul

Afin d'illustrer le plus clairement possible la démarche d'analyse appliquée, les étapes suivies lors de la détermination du niveau d'évaluation $L_{A,1h}$ sont détaillées aux paragraphes suivants à l'aide d'un exemple pris le 17 juillet 2019 entre 23 h et minuit, au point 7, soit une période où le bruit résiduel est au plus faible (milieu de la nuit), et où les éoliennes sont à leur puissance sonore maximale (vitesse du vent à la nacelle de 12 m/s).

Il est à noter que lorsque le bruit ambiant mesuré est inférieur à la limite de la NI98-01 selon le zonage municipal, et qu'il n'y a pas de terme correctif identifié, les émissions sonores sont considérées conformes et l'analyse détaillée n'est pas effectuée.

ÉTAPE 1 Correction visant à soustraire le bruit aérodynamique sur le microphone

$$L_{Aeq\ 10min\ C}, L_{AF50\ 10min\ C}$$

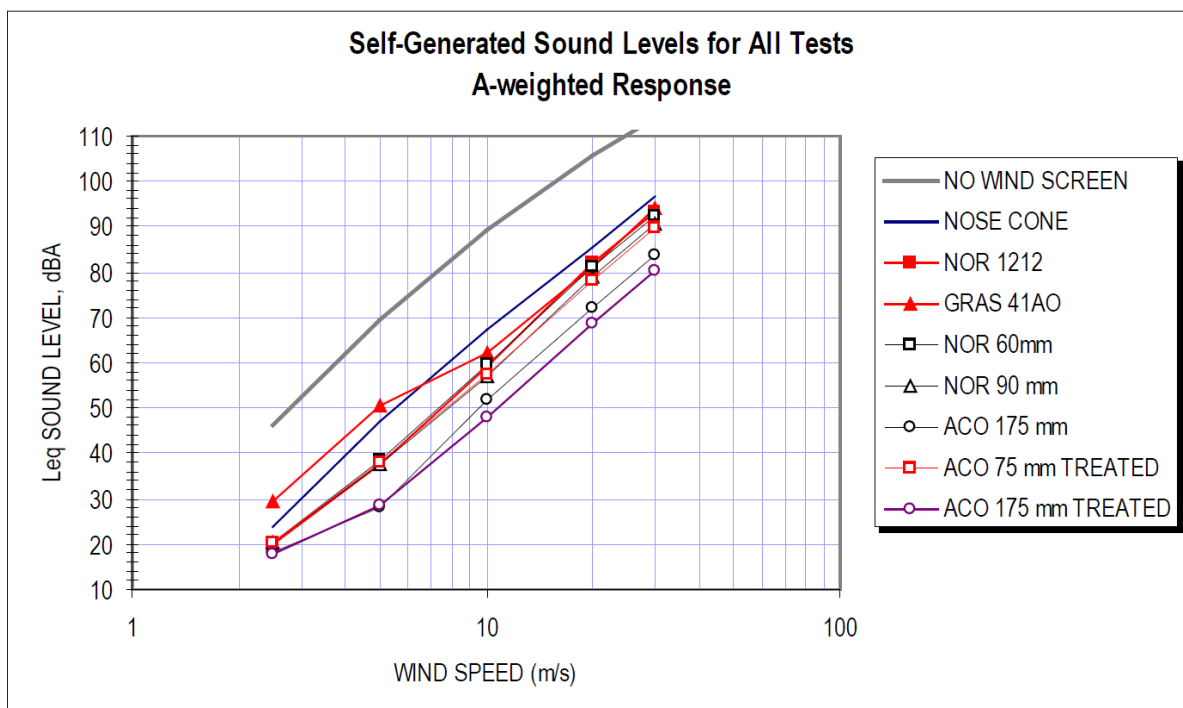
Puisque l'intensité de la source de bruit faisant l'objet du suivi varie en fonction de la vitesse du vent, il s'avère important d'adopter une approche qui permet d'obtenir des résultats de mesure valables avec des vitesses de vent qui peuvent excéder la limite usuelle de 20 km/h.

Dans ce contexte, des écrans antivent surdimensionnés (175 mm au lieu de 90 mm) sont utilisés sur les microphones afin de minimiser le bruit aérodynamique.

La courbe utilisée pour le calcul du bruit aérodynamique est présentée à la figure suivante (tirée de HESSLER, David M., Wind Tunnel Testing of Microphone Windscreen Performance Applied to Field Measurements of Wind Turbines, June 2009), avec un écran antivent modèle ACO d'un diamètre de 175 mm (non traité).

La vitesse du vent a été mesurée lors du suivi à l'aide d'une station environnementale à la même hauteur que le microphone du sonomètre.

Tous les niveaux mesurés $L_{Aeq\ 10min}$ et $L_{AF50\ 10min}$ sont corrigés en retirant (soustraction logarithmique) le niveau de bruit aérodynamique calculé à chacun des points concernés, selon la vitesse de vent mesurée, à chaque 10 minutes, ce qui donne des $L_{Aeq\ 10min\ C}$ et $L_{AF50\ 10min\ C}$.



Des exemples de calculs sont présentés ci-dessous, en dBA :

Date	Heure	$L_{AF50\ 10min}$		Bruit aéro	=	$L_{AF50\ 10min\ C}$
17 juillet 19	23h00	40,9	-	21,1	=	40,9
17 juillet 19	23h10	40,4	-	21,1	=	40,3
17 juillet 19	23h20	40,0	-	21,1	=	39,9
17 juillet 19	23h30	39,8	-	19,1	=	39,8
17 juillet 19	23h40	39,5	-	19,1	=	39,5
17 juillet 19	23h50	39,8	-	19,1	=	39,8

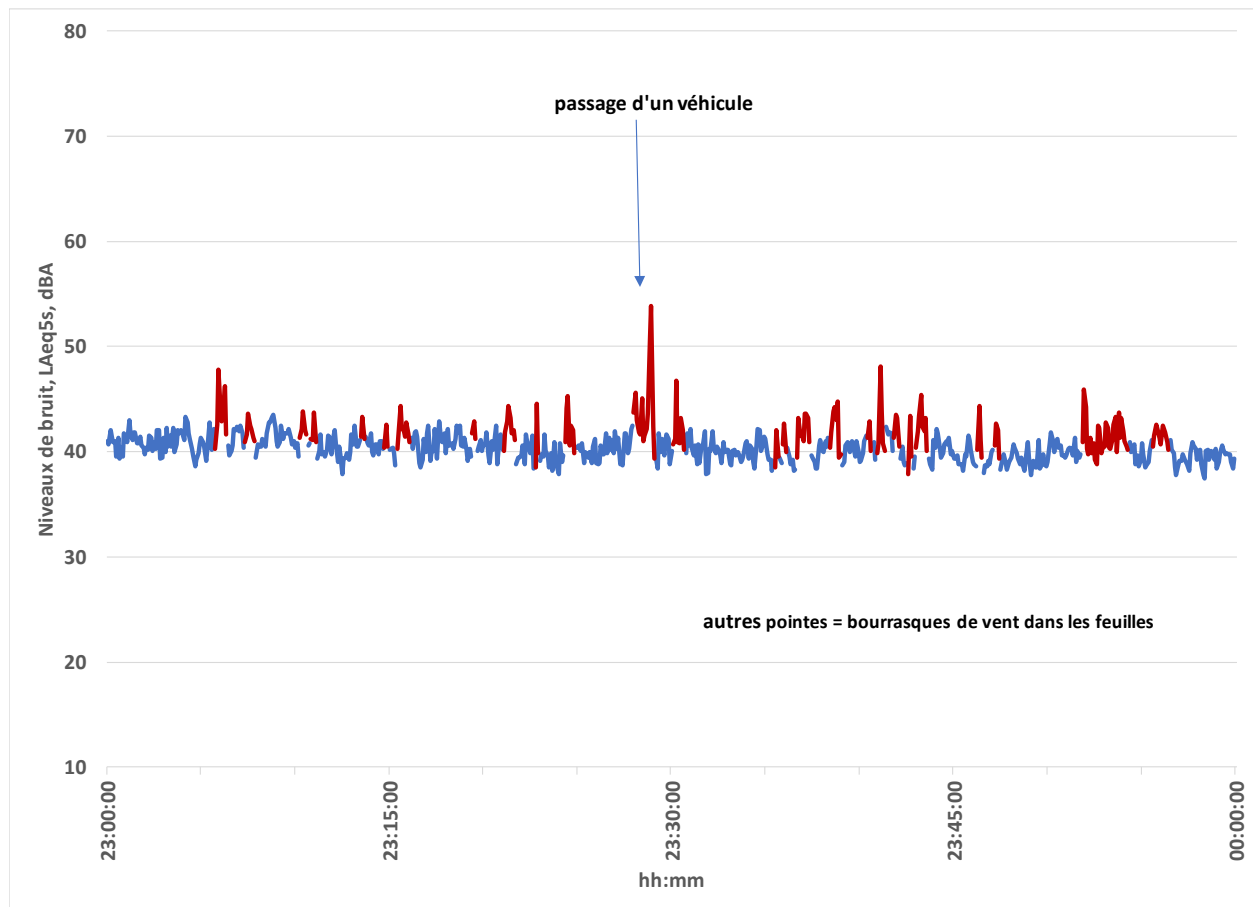
Date	Heure	$L_{Aeq\ 10min}$	Bruit aéro	$L_{Aeq\ 10min\ C}$
17 juillet 19	23h00	41,5 -	21,1 =	41,5
17 juillet 19	23h10	41,0 -	21,1 =	40,9
17 juillet 19	23h20	41,8 -	21,1 =	41,8
17 juillet 19	23h30	40,7 -	19,1 =	40,7
17 juillet 19	23h40	40,6 -	19,1 =	40,6
17 juillet 19	23h50	40,5 -	19,1 =	40,5

ÉTAPE 2 Retrait de la contribution des sources de bruit résiduel intermittentes

Le bruit émis par les éoliennes est quasi continu et peu fluctuant. Toutes pointes de bruit observées dans le bruit ambiant sont attribuables à des sources intermittentes et font nécessairement partie du bruit résiduel.

L'utilisation du niveau de bruit L_{AF50} permet de retirer l'influence des sources de bruit intermittentes de courte durée, tels que les passages de voitures, les rafales de vent dans les feuilles des arbres et le survol d'avions.

Un exemple du bienfondé de cette approche est donné, toujours pour le point 7, le 17 juillet 2019 à 23 h.



Niveaux de bruit ambiant mesurés au point 7, le 17 juillet 2019 de 23 h à minuit

Le L_{Aeq1h} mesuré pour cette période de 1 heure est de 41,1 dBA, et le L_{AF501h} est de 40,1 dBA. Si on retire les pointes identifiées en rouge sur la figure, le L_{Aeq1h} est de 40,4 dBA, ce qui se rapproche du L_{AF501h} directement mesuré par le sonomètre.

Les $L_{AF50 10min C}$ sont aussi utilisés durant la période d'arrêt des éoliennes pour retirer la contribution de sources de bruit intermittentes locales.

Rappelons que le critère du MELCC est sur une base de L_{Aeq} . Selon ce qui précède, les niveaux L_{AF50} sont assumés correspondre au L_{Aeq} qui auraient été mesurés s'il n'y avait pas eu de sources de bruit intermittentes.

ÉTAPE 3 Détermination des niveaux horaires $L_{Aeq 1h C}$ et $L_{AF501h C}$

Comme mentionné précédemment, les niveaux $L_{AF50 C}$ sont assumés correspondre au L_{Aeq} qui auraient été mesurés s'il n'y avait pas eu de sources de bruit intermittentes. Il est donc supposé qu'ils peuvent être combinés (moyenne logarithmique). Pour notre exemple, le L_{AF501h} et le L_{Aeq1h} se calculent ainsi :

Date	Heure	$L_{AF50 C 10min}$	=	$L_{AF50 C 1h}$
17 juillet 19	23h00	40,9		40
17 juillet 19	23h10	40,3		
17 juillet 19	23h20	39,9		
17 juillet 19	23h30	39,8		
17 juillet 19	23h40	39,5		
17 juillet 19	23h50	39,8		

Date	Heure	$L_{Aeq C 10min}$	=	$L_{Aeq C 1h}$
17 juillet 19	23h00	41,5		41
17 juillet 19	23h10	40,9		
17 juillet 19	23h20	41,8		
17 juillet 19	23h30	40,7		
17 juillet 19	23h40	40,6		
17 juillet 19	23h50	40,5		

ÉTAPE 4 Détermination du bruit résiduel associé au vent $L_{AF50 1h BR\text{-}vent}$

Une régression linéaire a été effectuée avec les $L_{AF50 10min C}$ et la vitesse du vent au niveau des microphones, lors de l'arrêt des éoliennes à chacun des points (c.f. annexe C). La relation ainsi obtenue permet d'estimer le bruit résiduel associé au vent à tous les points de mesure, en fonction de la vitesse du vent. Ces niveaux sont par la suite combinés (moyenne logarithmique) pour obtenir des valeurs horaires, ce qui donne des $L_{AF50 1h BR\text{-}vent}$.

Pour notre exemple, la régression donne Bruit du vent = 1,841 x vitesse du vent (m/s) + 28,069.

Date	Heure	Vitesse du vent (m/s)	Bruit du vent $L_{AF50\ 10min\ BR\text{-}vent}$
17 juillet 19	23h00	3,1	33,8
17 juillet 19	23h10	3,1	33,8
17 juillet 19	23h20	3,1	33,8
17 juillet 19	23h30	2,7	33,0
17 juillet 19	23h40	2,7	33,0
17 juillet 19	23h50	2,7	33,0

Lorsque combiné, on obtient 33 dBA $L_{AF50\ 1h\ BR\text{-}vent}$

ÉTAPE 5 Détermination du bruit particulier

$L_{Aeq1h\ BP}$

Le bruit particulier $L_{Aeq1h\ BP}$ des éoliennes est calculé en soustrayant (logarithmiquement) le bruit estimé du vent ($L_{AF50\ 1h\ BR\text{-}vent}$, étape 4) du $L_{AF50\ 1h\ C}$ (étape 3) à chaque point de mesure. Pour notre exemple, le résultat est :

Date	Heure	$L_{AF50\ 1h\ C}$	$L_{AF50\ 1h\ BR\text{-}vent}$	$L_{Aeq1h\ BP}$
17 juillet 19	23h00	40	33	39

ÉTAPE 6 Détermination du niveau d'évaluation

L_{Ar1h}

Puisque les termes correctifs sont tous nuls, le $L_{Aeq1h\ BP}$ (étape 5) est égal au $L_{Ar\ 1h}$, soit 39 dBA dans le cas présent. Rappelons que les éoliennes sont à leur puissance sonore maximale durant l'heure analysée.

ÉTAPE 7 Détermination du bruit résiduel total

$L_{Aeq1h\ BR\text{-}total}$

Le bruit résiduel total $L_{Aeq1h\ BR\text{-}total}$ est évalué en soustrayant (logarithmiquement) le $L_{Aeq1h\ BP}$ calculé à l'étape 5, du bruit ambiant $L_{Aeq1h\ C}$ calculé à l'étape 3.

Pour notre exemple, le résultat est :

Date	Heure	$L_{Aeq1h\ c}$	$L_{Aeq1h\ BP}$	$L_{Aeq1h\ BR\text{-}total}$
17 juillet 19	23h00	41	39	37

ÉTAPE 8 Critère de bruit

Le critère de bruit est la valeur la plus élevée, heure par heure, entre le bruit résiduel total (étape 7) et les limites usuelles de 45 dBA le jour et 40 dBA la nuit à tous les points de mesure.

Pour notre exemple, le critère est de 40 dBA.

ÉTAPE 9 Conformité

Le niveau d'évaluation L_{Ar1h} (étape 6) est comparé au critère (étape 8) pour vérifier la conformité. Dans notre exemple, les émissions sonores sont conformes.

4.3 Analyse par point de mesure

En première analyse, comme mentionné précédemment, le bruit produit par les éoliennes est quasi stable. Par conséquent, les pointes observées dans les niveaux de bruit « instantanés »² ($L_{Aeq1min}$) tracés aux graphiques de bruit (cf. annexe A) proviennent nécessairement de sources de bruit étrangères au parc éolien (bruit résiduel), et ce, même dans les périodes où les éoliennes sont à leurs émissions sonores maximales.

Sur les graphiques, le même constat peut s'appliquer lorsque l'amplitude du niveau sonore $L_{Aeq1min}$ est grande, c'est-à-dire que la différence entre deux valeurs consécutives de ce niveau est importante. Cela signifie que la dynamique du bruit est importante, ce qui ne peut être attribuable aux éoliennes en raison de leur niveau de bruit pratiquement stable.

En corollaire avec la constatation faite au paragraphe précédent, les périodes avec une amplitude de niveau sonore moins importante, c'est-à-dire que le niveau $L_{Aeq1min}$ est pratiquement constant, sont celles à retenir aux fins de l'évaluation du bruit provenant des éoliennes.

La puissance sonore maximale du type d'éolienne en place, soit Enercon E-92, est atteinte lorsque la vitesse du vent à la nacelle est de 12 m/s et plus. À ces vitesses, la puissance sonore est de 105 dB. Les nacelles sont à une hauteur de 98 m.

Une analyse spécifique aux trois points de mesure de bruit ambiant est présentée ci-après.

4.3.1 Point 6, 143, 8e rang, Sainte-Marguerite-Marie

Le point 6 est situé dans un secteur isolé sur le 8e rang dans la municipalité de Sainte-Marguerite-Marie et se trouve à une distance approximative de 750 m des éoliennes 625E et 635F. D'autres éoliennes se trouvent dans le même secteur à une distance supérieure à 835 m.

Les résultats principaux (L_{Aeq}) des mesures ainsi que les données sur le vent (vitesse et direction) et la production de l'éolienne sont présentés à l'annexe A.

En vertu de l'écoute des bandes audio, les éoliennes sont régulièrement audibles. Cependant, les pointes de bruit observées sur les figures de l'annexe A ne sont pas attribuables aux éoliennes, mais plutôt au vent dans les feuilles, au chœur matinal, à la pluie, ainsi qu'aux travaux domestiques extérieurs.

Un segment a été identifié sur la figure A4, par un cercle, parmi l'ensemble de la période de mesure, et représente les impacts sonores potentiels les plus élevés puisque les éoliennes sont très près de leur pleine puissance sonore et que le bruit résiduel est minimal. Le niveau de bruit particulier L_{Aeq1h} pour ce segment, le 17 juillet 2019 à 23 h 00, est de 38,4 dBA pour une vitesse moyenne de 10 m/s à la nacelle. À cette vitesse, l'éolienne a une puissance sonore de 103,6

2 Le terme instantané est inscrit entre guillemets parce que son emploi réfère habituellement au niveau LAF.

dBa selon les données du fabricant³. La puissance sonore maximale est de 105,0 dBA, toujours selon le fabricant. Toute chose étant égale par ailleurs, le niveau de bruit particulier aurait été de 40 dBA à ce point récepteur⁴, si les éoliennes avaient été à leurs puissances sonores maximales. Le contenu en fréquence est présenté à la figure B1 de l'annexe B pour ce même segment.

Le niveau de bruit résiduel est de 28 dBA le 17 juillet 2019 à 23 h, ce qui signifie que la limite applicable en pareil circonstance est de 40 dBA.

La conformité est établie à la section 4.4 ci-après.

4.2.2 Point 7, 343, chemin Kempt, Sainte-Marguerite-Marie

Le point 7 est situé dans un secteur isolé et se trouve à une distance approximative de 650 m de l'éolienne 619D. D'autres éoliennes de la branche D et E se trouvent à une distance supérieure à 1 300 m.

Les résultats principaux (L_{Aeq}) des mesures ainsi que les données sur le vent (vitesse et direction) et la production de l'éolienne sont présentés à l'annexe A.

En vertu de l'écoute des bandes audio, les éoliennes sont régulièrement audibles. Cependant, les pointes de bruit observées sur les figures de l'annexe A ne sont pas attribuables aux éoliennes, mais plutôt au chœur matinal, au vent dans les feuilles, à la présence de véhicule tout-terrain, à la pluie et aux aboiements de chien.

Un segment a été identifié sur la figure A10, par un cercle, parmi l'ensemble de la période de mesure, et représente les impacts sonores potentiels les plus élevés puisque les éoliennes sont à pleine puissance sonore et que le bruit résiduel est minimal. Le niveau de bruit particulier L_{Aeq1h} pour ce segment, le 17 juillet 2019 à 23 h 00, est de 39 dBA. Pour une vitesse à la nacelle de 12 m/s. Le contenu en fréquence est présenté à la figure B2 pour ce même segment.

Le niveau de bruit résiduel est de 37 dBA le 17 juillet 2019 à 23 h, ce qui signifie que la limite applicable en pareil circonstance est de 40 dBA.

La conformité est établie à la section 4.4 ci-après.

4.2.3 Point 8, en face du 467, chemin Kempt, Causapscal

Le point 8 est situé le long du chemin Kempt et se trouve à une distance approximative de 1 350 m de l'éolienne 613B. D'autres éoliennes de la branche B et A se trouvent à une distance supérieure à 1 500 m.

Les résultats principaux (L_{Aeq}) des mesures ainsi que les données sur le vent (vitesse et direction) et la production de l'éolienne sont présentés à l'annexe A.

³ Estimated sound power level of the Enercon E-92 Data sheet, page 2

⁴ 38,4 dBA au récepteur lorsque les éoliennes ont une puissance de 103,6 dBA, auquel on additionne l'augmentation prévisible de 1,4 dBA selon les données du fabricant pour tenir compte d'une situation où la puissance sonore d'une éolienne de 105,0 dBA (105,0 dBA – 103,6 dBA = 1,4 dBA d'augmentation). Ce qui donne 40 dBA.

En vertu de l'écoute des bandes audio, les éoliennes sont audibles par moment, c'est-à-dire lorsque le bruit résiduel est peu élevé. Toutefois, les pointes de bruit observées sur les figures de l'annexe A ne sont pas attribuables aux éoliennes, mais plutôt à la circulation routière sur le chemin Kempt.

Un segment a été identifié sur la figure A16 par un cercle, parmi l'ensemble de la période de mesure, et représente les impacts sonores potentiels les plus élevés puisque les éoliennes sont très près de leur pleine puissance sonore et que le bruit résiduel est minimal. Le niveau de bruit particulier L_{Aeq1h} pour ce segment, le 17 juillet 2019 à 23 h 00, est de 31,8 dBA pour une vitesse moyenne de 10 m/s à la nacelle. A cette vitesse, l'éolienne a une puissance sonore de 103,6 dBA selon les données du manufacturier⁵. La puissance sonore maximale est de 105,0 dBA, toujours selon le manufacturier. Toute chose étant égales par ailleurs, le niveau du bruit particulier aurait été de 33 dBA à ce point récepteur⁶, si les éoliennes avaient été à leurs puissances sonores maximales. Le contenu en fréquence est présenté à la figure B3 pour ce même segment.

Le niveau de bruit résiduel est de 48 dBA le 17 juillet 2019 à 23 h, ce qui signifie que la limite applicable en pareil circonstance est de 48 dBA.

La conformité est établie à la section 4.4 ci-après.

4.4 Analyse des termes correctifs

L'analyse des résultats ne démontre pas la présence de bruit à caractère tonal (analyse selon les prescriptions de l'annexe IV de la NI98-01). Le terme correctif K_t est donc nul à tous les points de mesure. Les résultats en bandes de 1/3 octave pour les périodes retenues (impact sonore le plus élevé) pour fin d'analyse sont présentés à l'annexe B.

L'analyse portant sur les bruits de basse fréquence a aussi été réalisée en déterminant si la différence entre les niveaux globaux en dBC et en dBA est supérieure ou égale à 20 (selon les prescriptions de l'annexe V de la NI98-01). Des différences de cette ampleur ont été observées aux points 6 et 7. Cependant, ces différences ne sont pas reliées explicitement aux éoliennes par le fait qu'elles ont été observées lorsque la productivité et la vitesse du vent mesurée à la hauteur du moyeu étaient basses. Le terme correctif K_s est donc nul aux trois points de mesure.

De plus, les éoliennes ne contiennent pas d'éléments verbaux, musicaux ou porteurs d'information. Le terme correctif K_s demeure nul.

Finalement, le bruit produit par les éoliennes ne contient pas d'impact. Le terme correctif K_i est donc nul.

⁵ Estimated sound power level of the Enercon E-92 Data sheet, page 2

⁶ 32 dBA au récepteur lorsque les éoliennes ont une puissance de 103,6 dBA, auquel on additionne l'augmentation prévisible de 1,4 dBA selon les données du manufacturier pour tenir compte d'une situation où la puissance sonore d'une éolienne de 105,0 dBA (105,0 dBA – 103,6 dBA = 1,4 dBA d'augmentation). Ce qui donne 33 dBA.

Au final, aucun terme correctif n'est applicable dans le cas du bruit particulier provenant des éoliennes.

Puisque les niveaux de bruit particulier L_{Aeq1h} sont inférieurs ou égaux à 40 dBA⁷ à tous les points de mesure (réf. : sous-sections précédentes), et qu'aucun terme correctif ne s'applique, les mesures démontrent que les niveaux d'évaluation L_{Ar1h} respectent en tout temps les limites de bruit du MELCC.

⁷ Limites de bruit la plus contraignante de la NI98-01, sans égard au bruit résiduel qui peut être plus élevé en certaine circonstance, comme par exemple au point 8 à 23 h le 17 juillet 2019. Rappelons que la limite de bruit est égale au niveau de bruit résiduel lorsque ce dernier est plus élevé que les valeurs usuelles établies dans la NI98-01 selon la période de la journée et le zonage municipal en vigueur.

5 Conclusion

L'analyse des résultats de mesure obtenus lorsque les conditions d'opération des éoliennes faisaient en sorte que les impacts sonores les plus importants étaient présents, indiquent ce qui suit :

Point 6	Niveau d'évaluation $L_{A_{r1h}} = 40$ dBA Limite applicable de 40 dBA
Point 7	Niveau d'évaluation $L_{A_{r1h}} = 39$ dBA Limite applicable de 40 dBA
Point 8	Niveau d'évaluation $L_{A_{r1h}} = 33$ dBA Limite applicable de 48 dBA

Ainsi, les relevés sonores réalisés aux points de mesure démontrent que le critère de bruit est respecté dans toutes les situations observées pour les trois points de mesure.

6 Mesures correctives

Aucune mesure corrective n'est proposée puisque l'analyse des résultats démontre que les limites de bruit imposées au décret sont respectées dans toutes les situations observées.

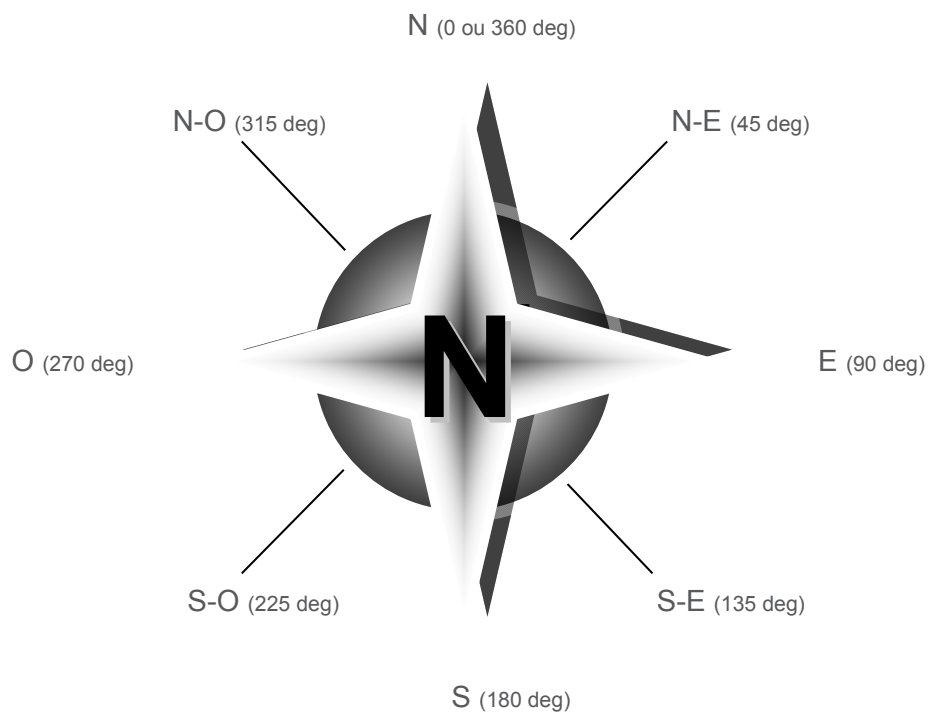
7 Plaintes

Selon les informations reçues d'EEVDK, aucune plainte n'a été recueillie sur le bruit produit par le parc éolien Vents du Kempt.

Principaux résultats des mesures de bruit aux points 6, 7, et 8 – Été 2019 Sous forme graphique

Dans cette annexe, les données sur le vent (direction, vitesse, etc.) et sur la production sont présentées au verso et les données sur le bruit au recto, de manière à voir simultanément ces paramètres pour une même période de temps, cette période s'étalant toujours sur une semaine.

Par ailleurs, les directions de vent sont exprimées en degré de la façon suivante :



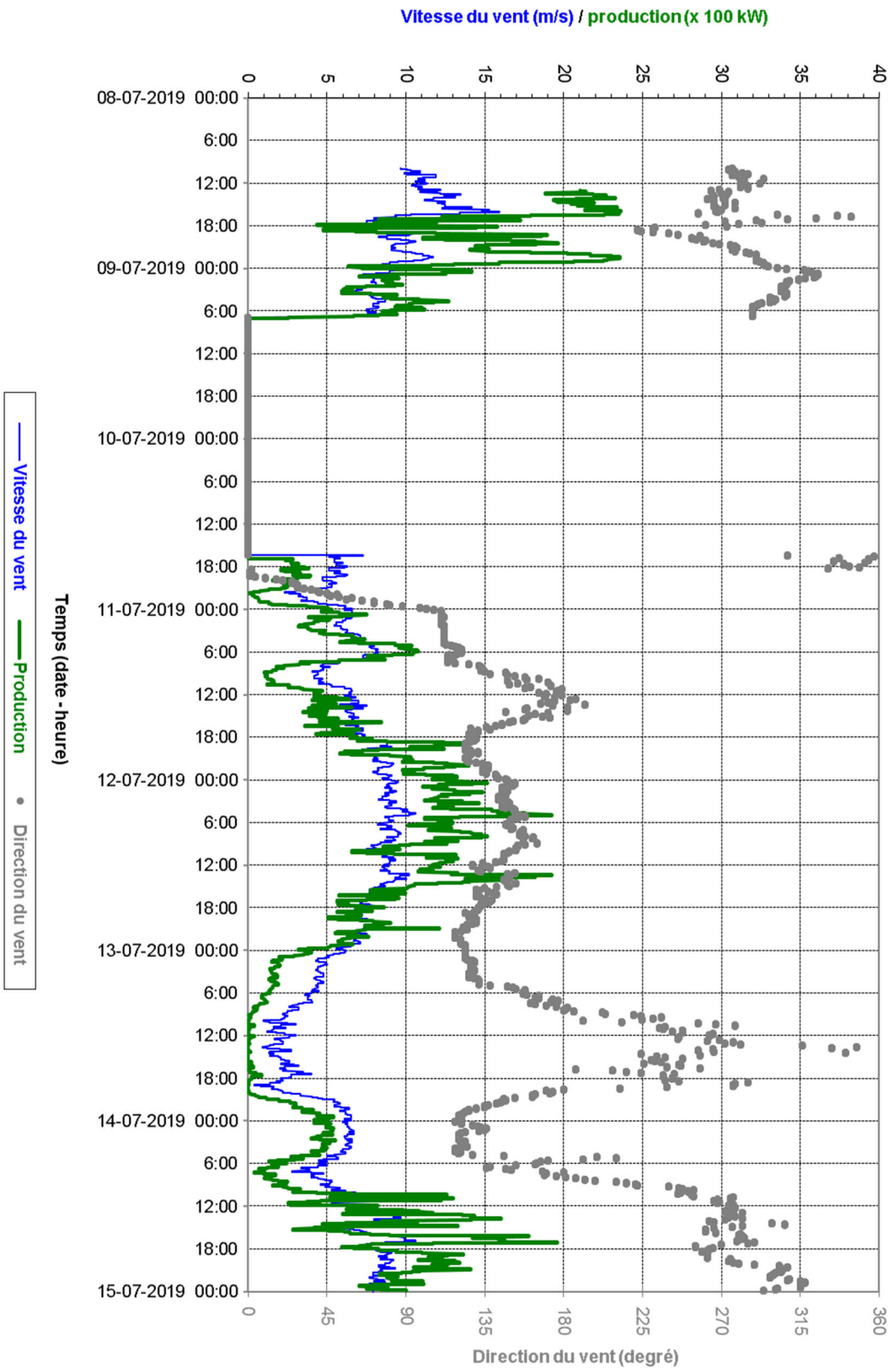


Figure A1 : Données prises sur l'éolienne 625E, près du point 6, du 8 au 15 juillet 2019

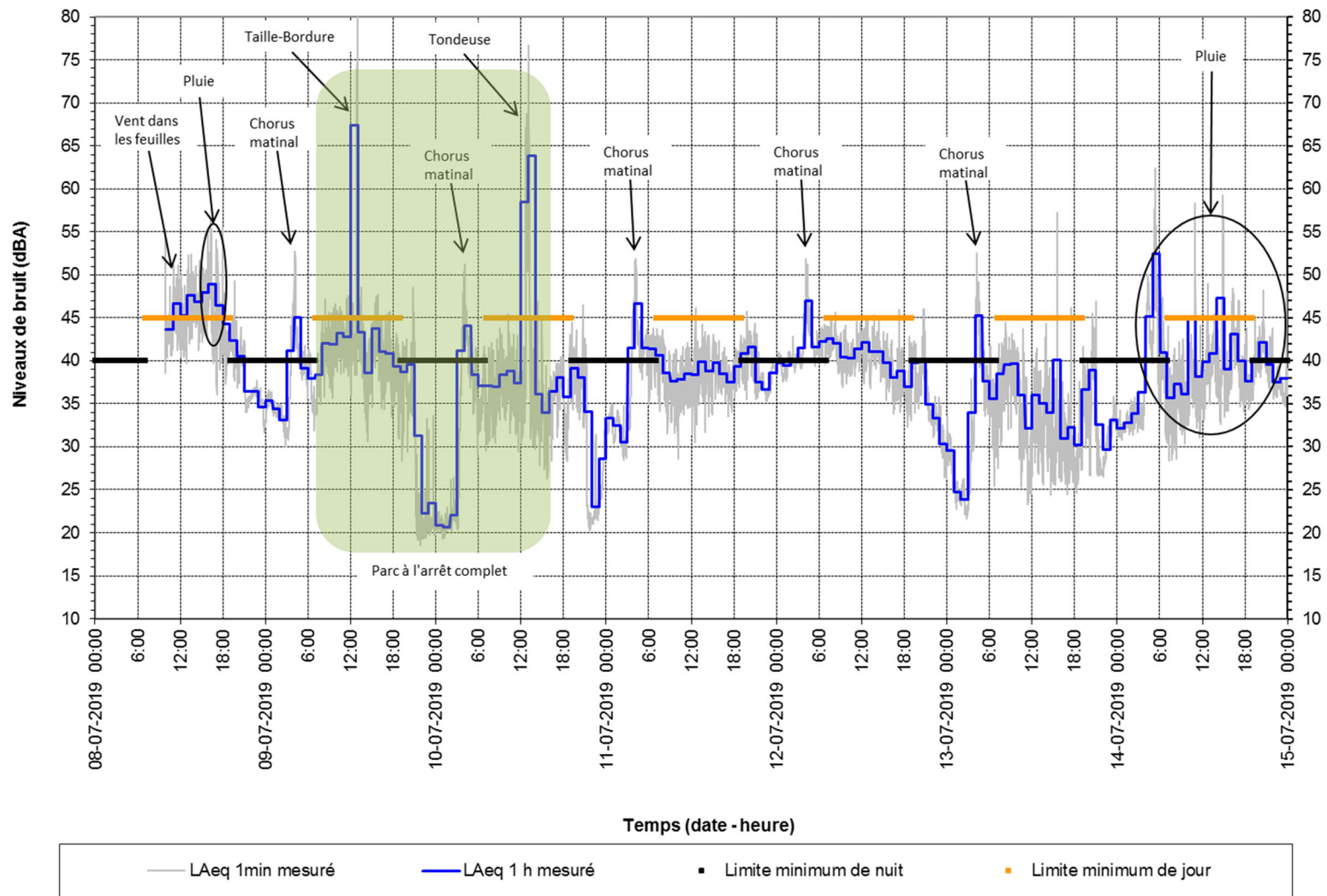


Figure A2 : Mesures de bruit au point 6, du 8 au 15 juillet 2019

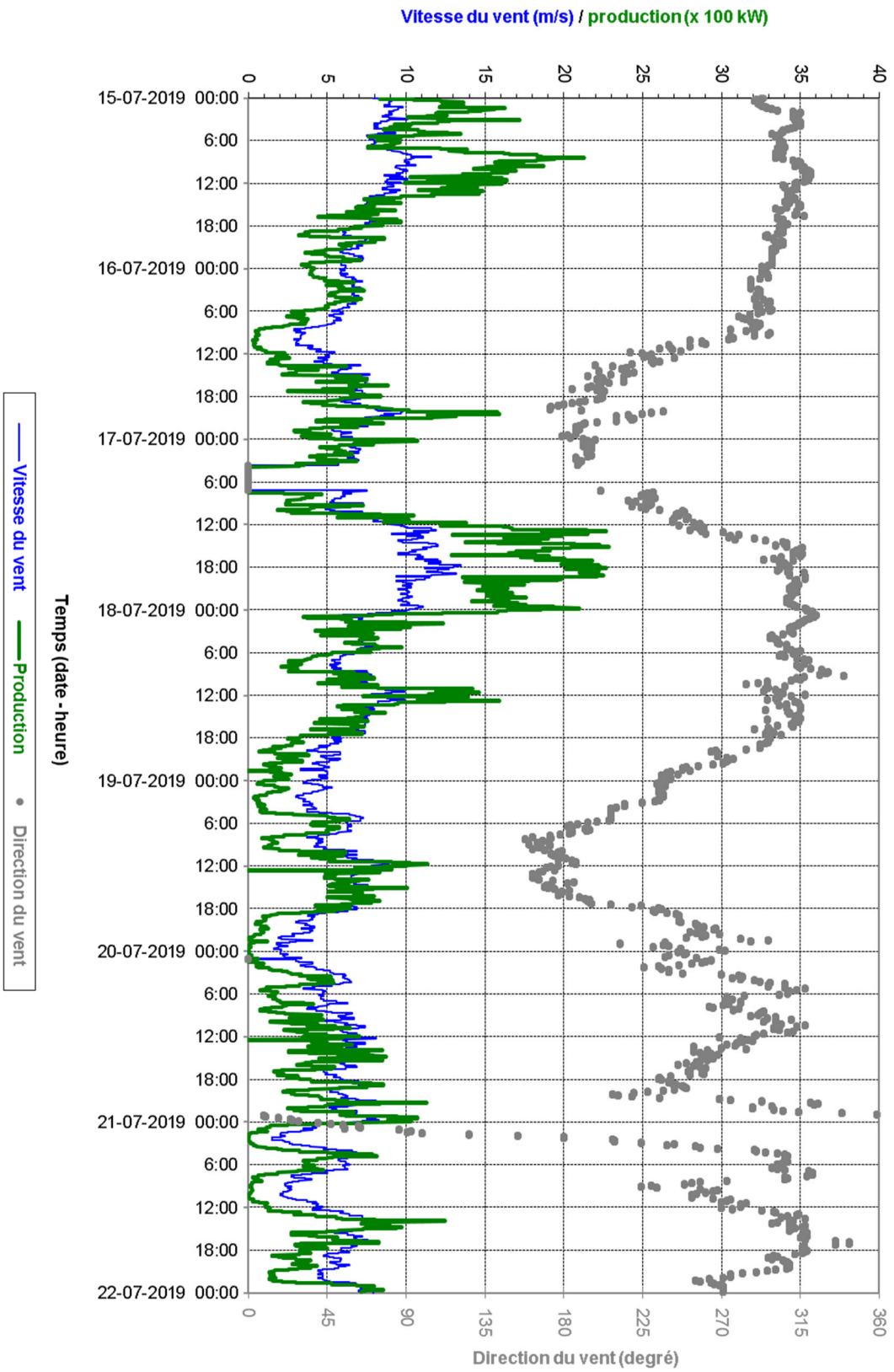


Figure A3 : Données prises sur l'éolienne 625E, près du point 6, du 15 au 22 juillet 2019

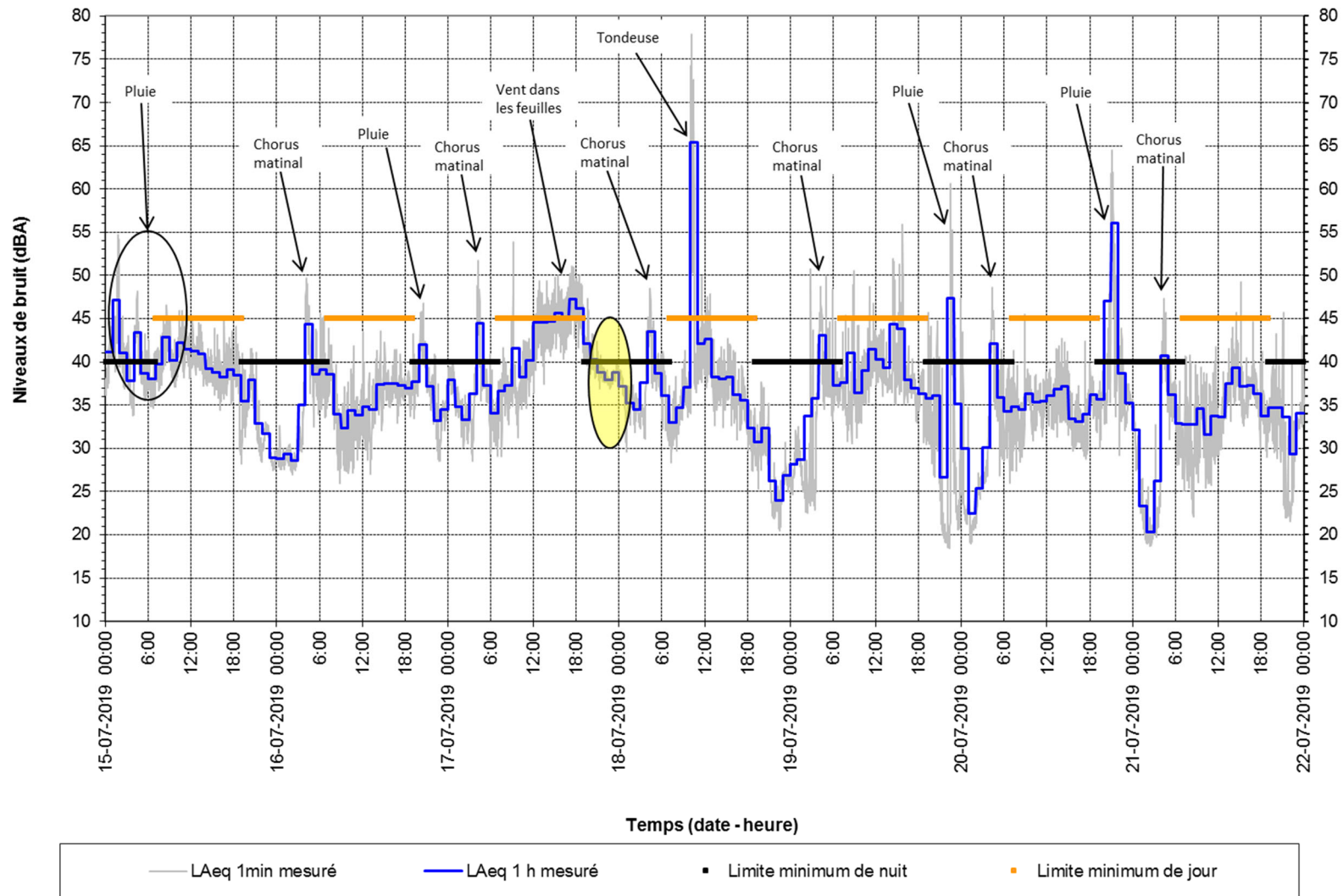


Figure A4 : Mesures de bruit au point 6, du 15 au 22 juillet 2019

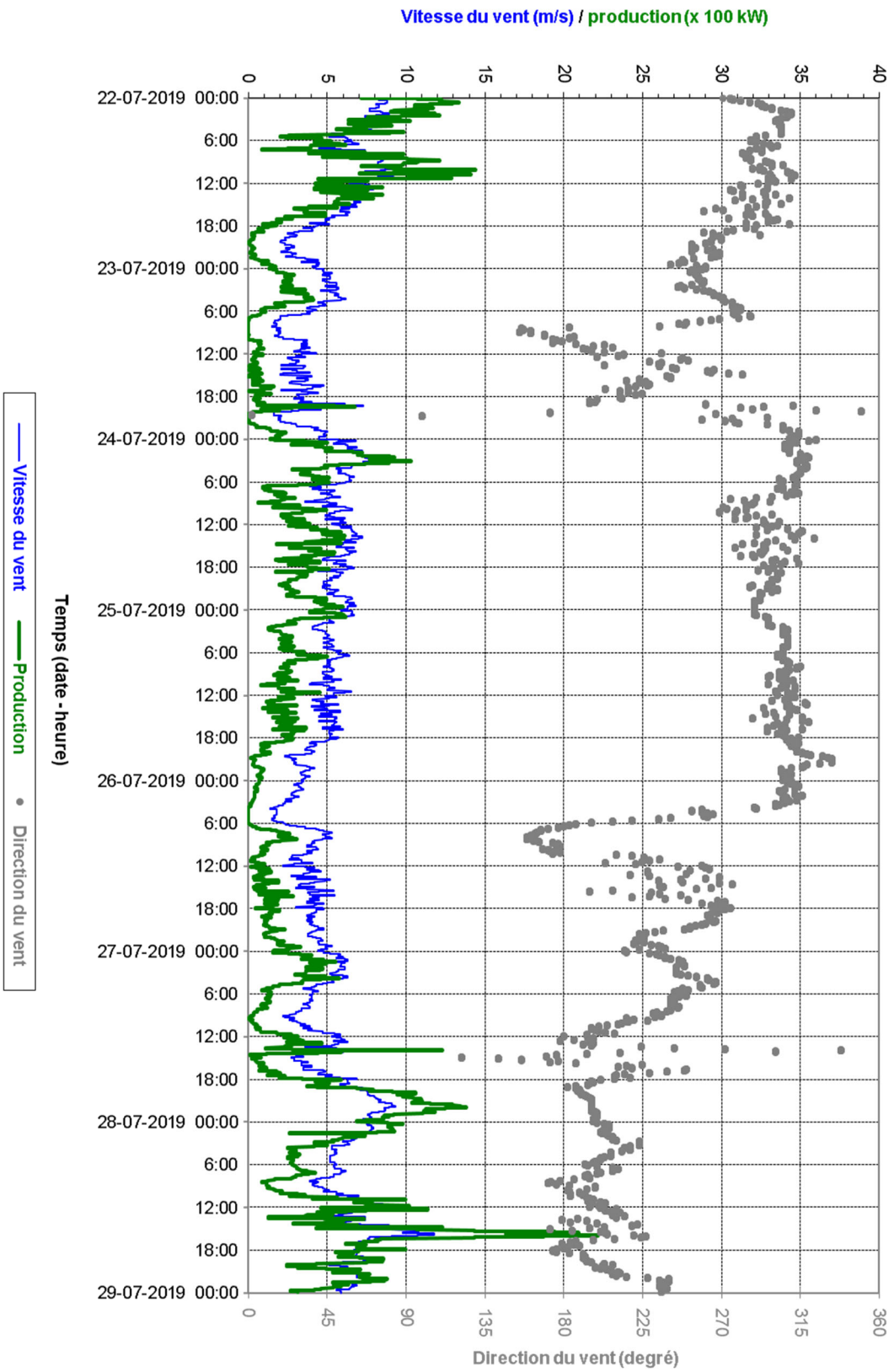


Figure A5 : Données prises sur l'éolienne 625E, près du point 6, du 22 au 29 juillet 2019

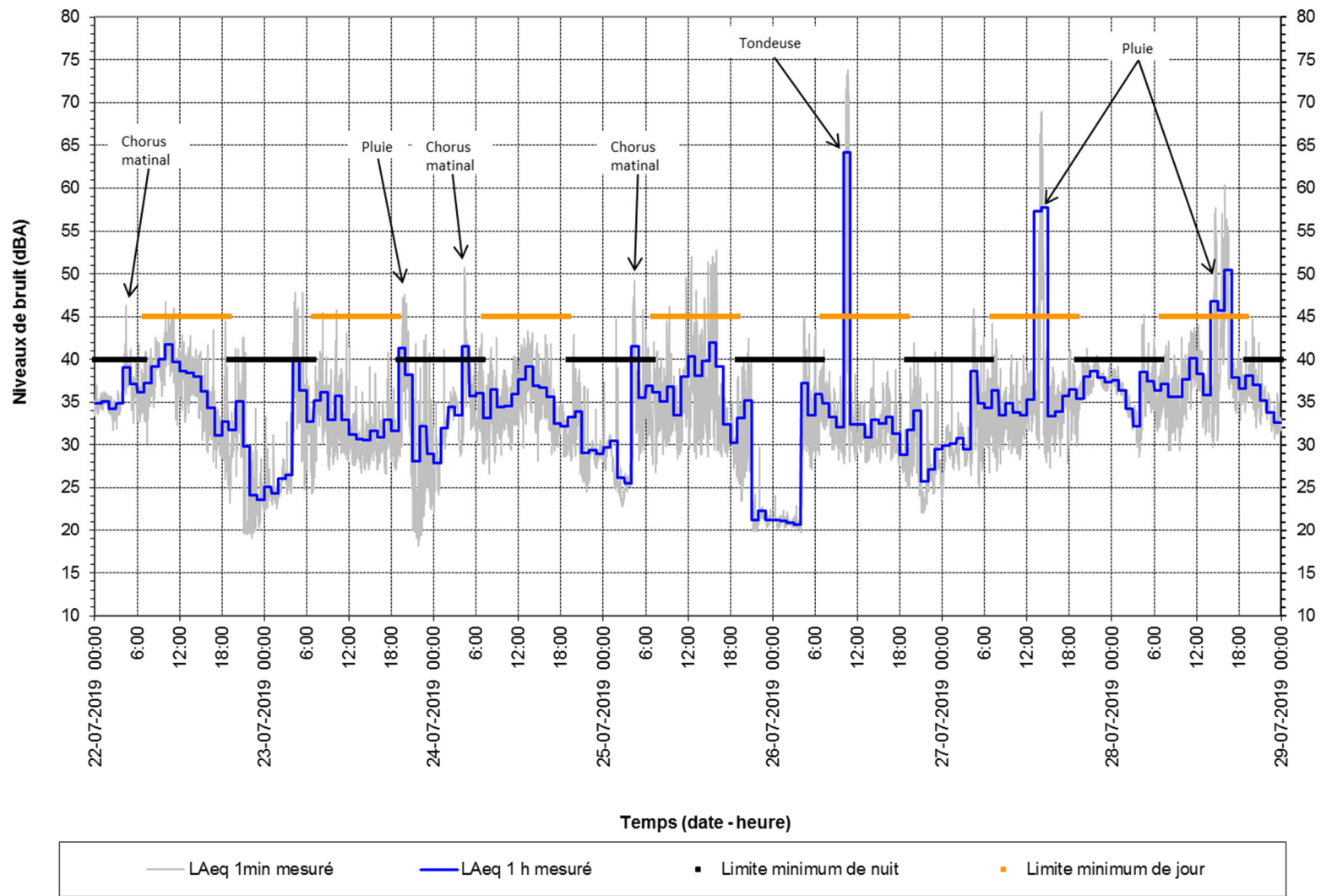


Figure A6 : Mesures de bruit au point 6, du 22 au 29 juillet 2019

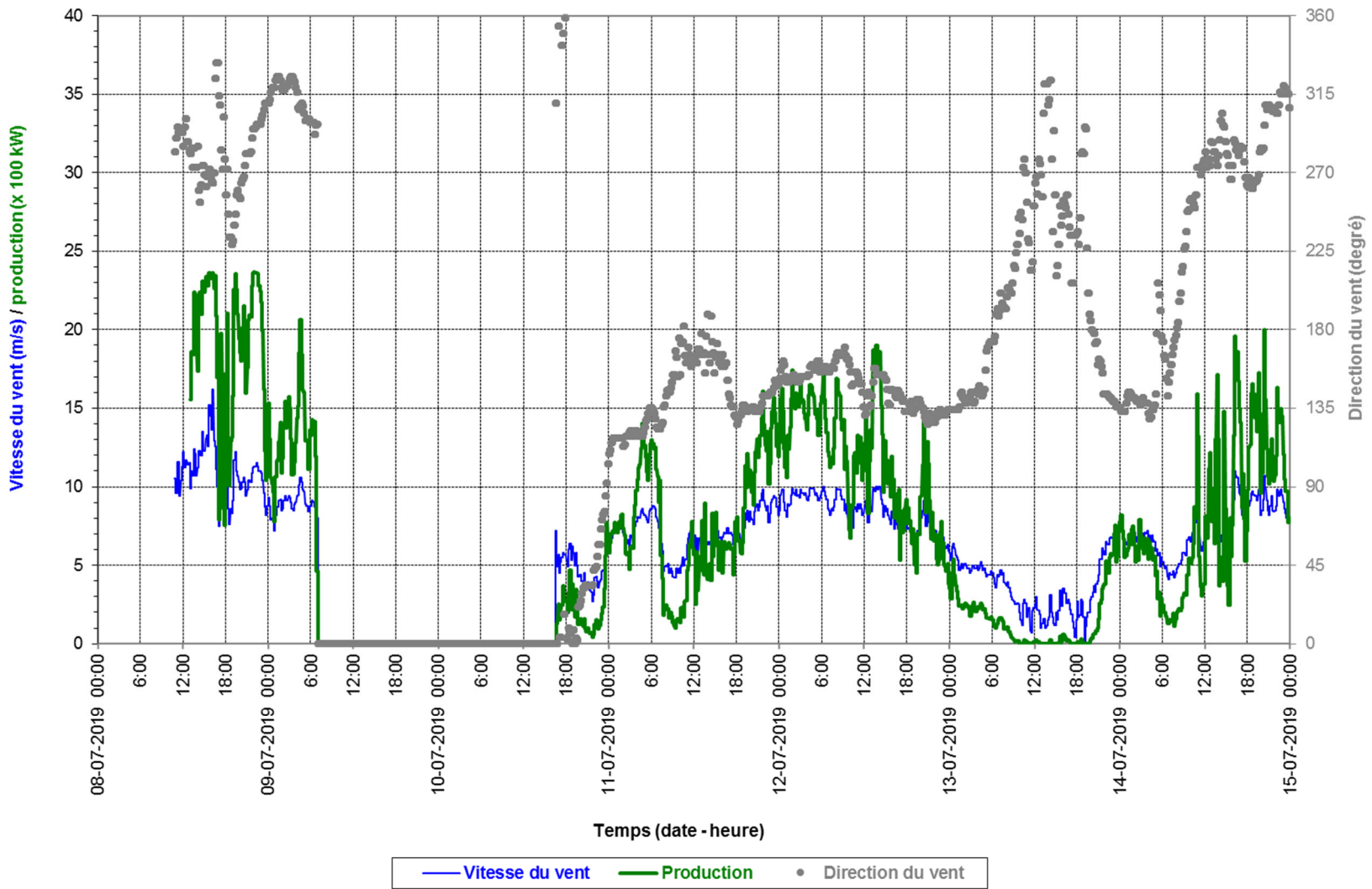


Figure A7 : Données prises sur l'éolienne 619D, près du point 7, du 8 au 15 juillet 2019

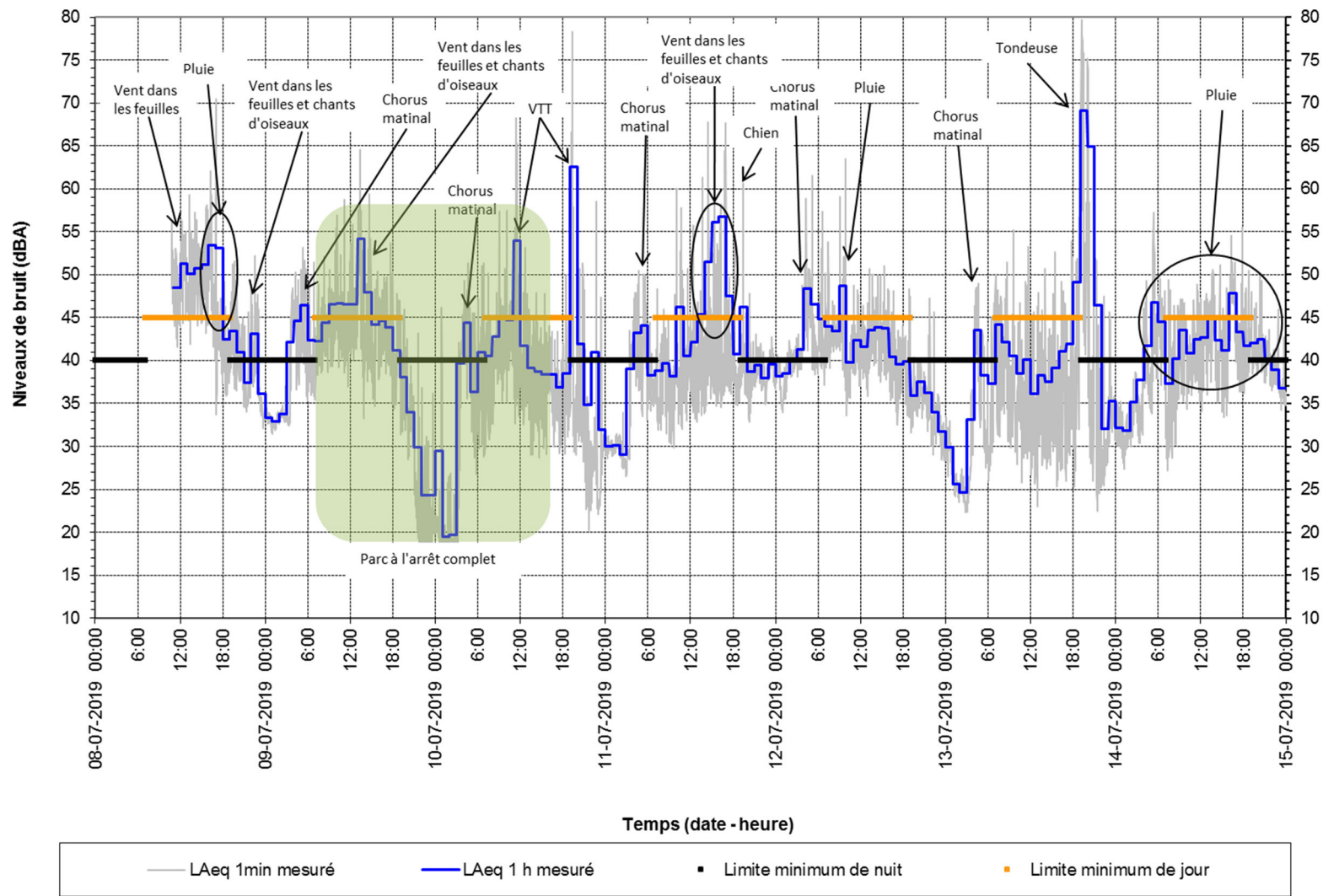


Figure A8 : Mesures de bruit au point 7, du 8 au 15 juillet 2019

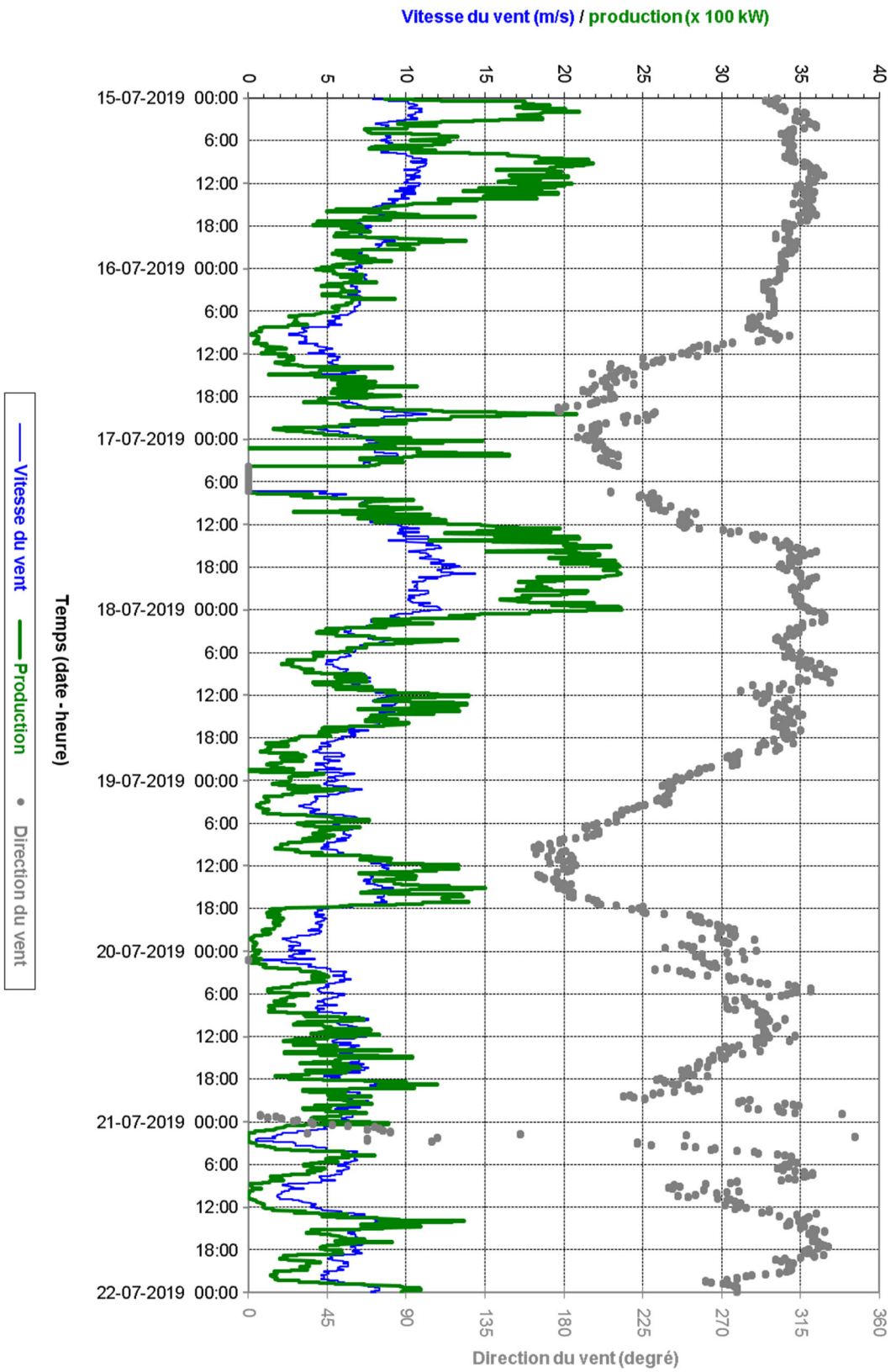


Figure A9 : Données prises sur l'éolienne 619D, près du point 7, du 15 au 22 juillet 2019

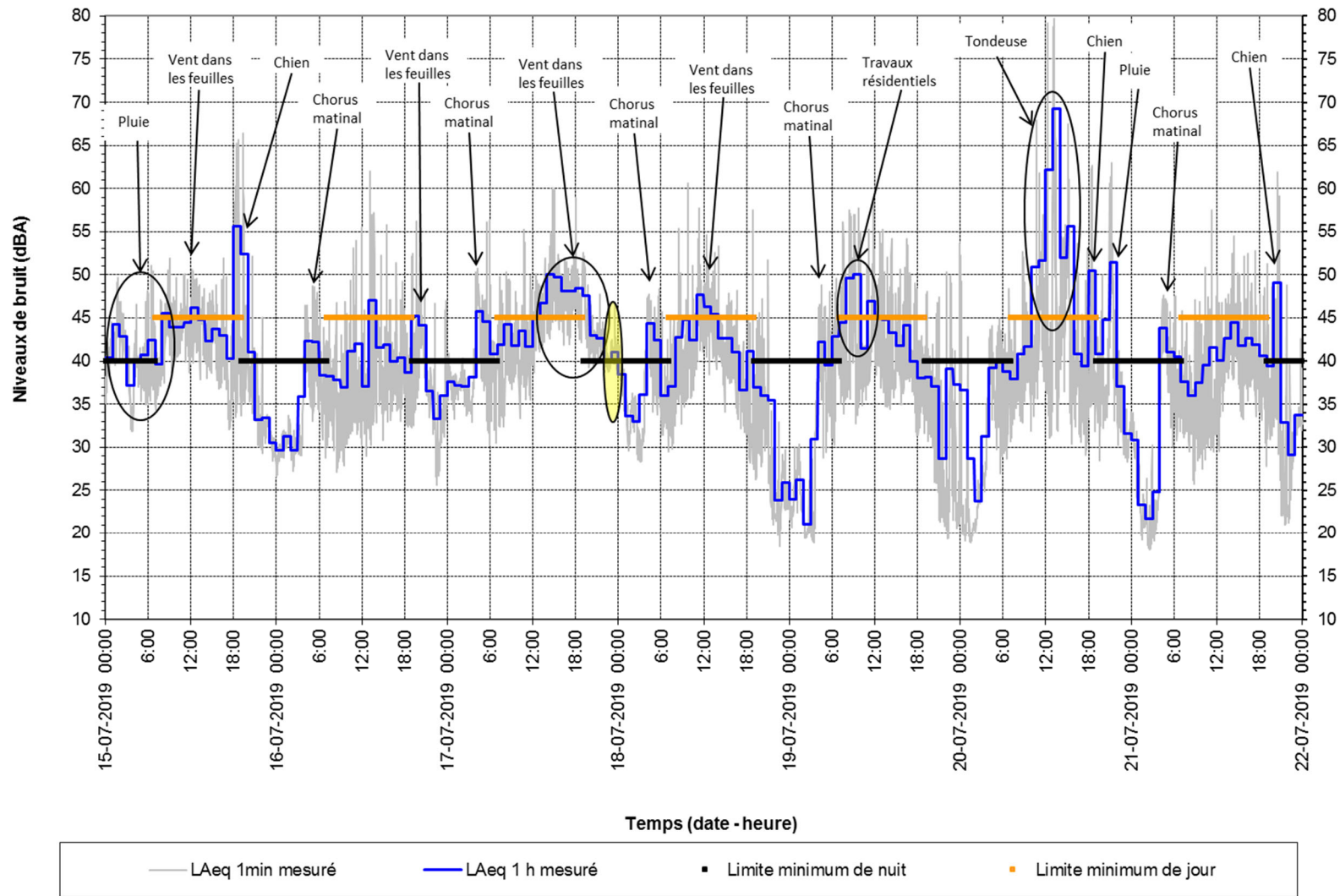


Figure A10 : Mesures de bruit au point 7, du 15 au 22 juillet 2019

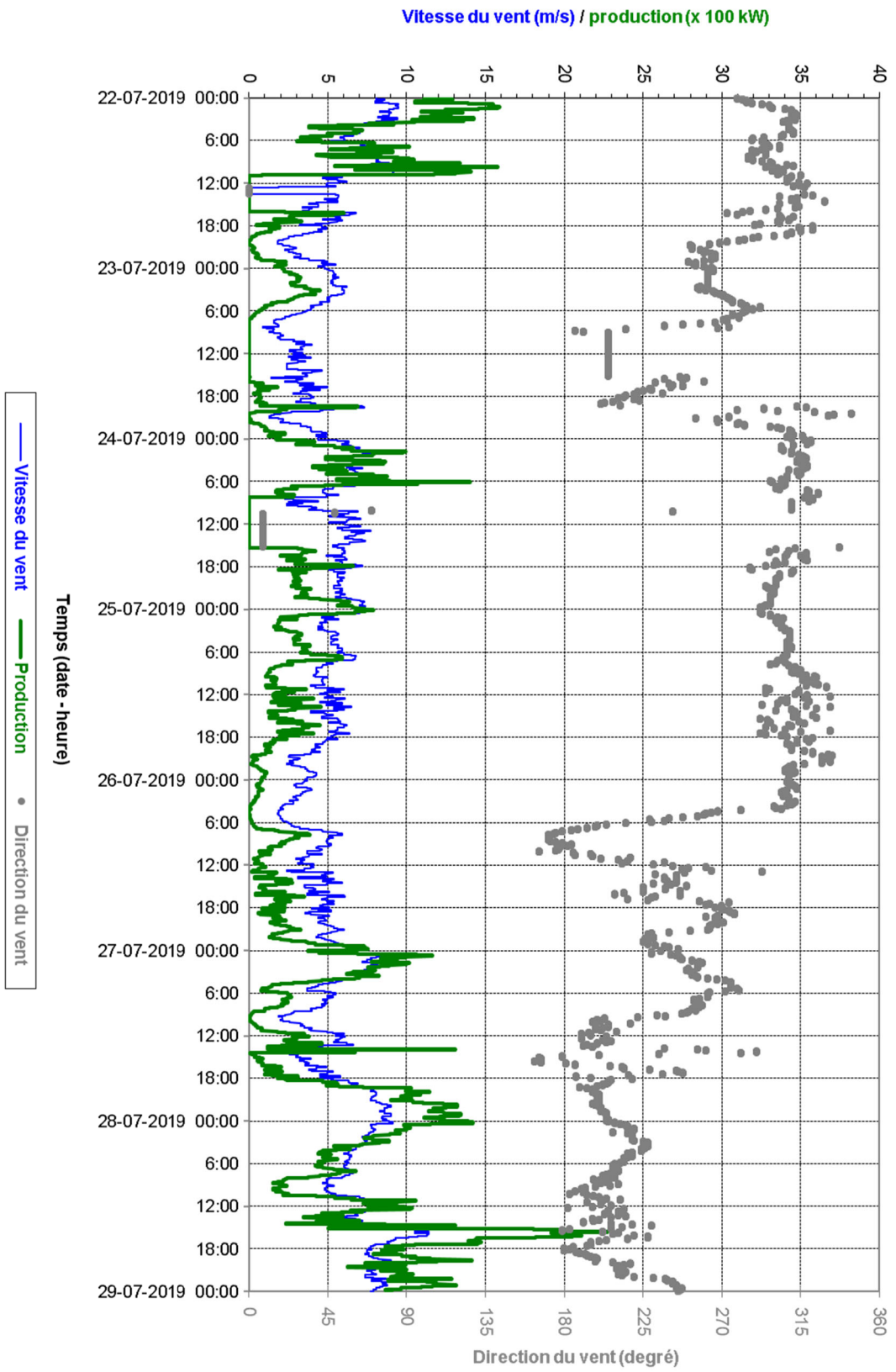


Figure A11 : Données prises sur l'éolienne 619D, près du point 7, du 22 au 29 juillet 2019

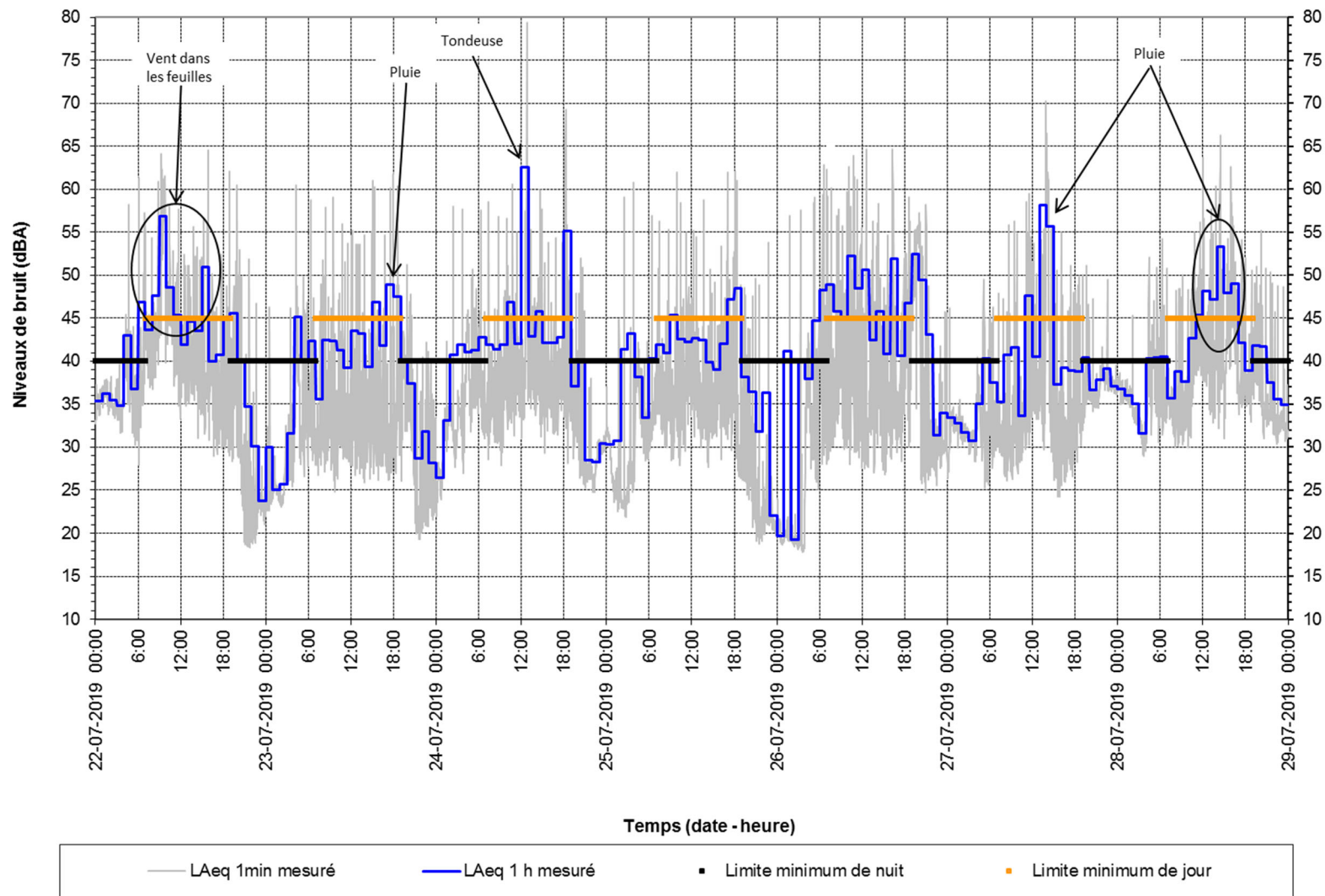


Figure A12 : Mesures de bruit au point 7, du 22 au 29 juillet 2019

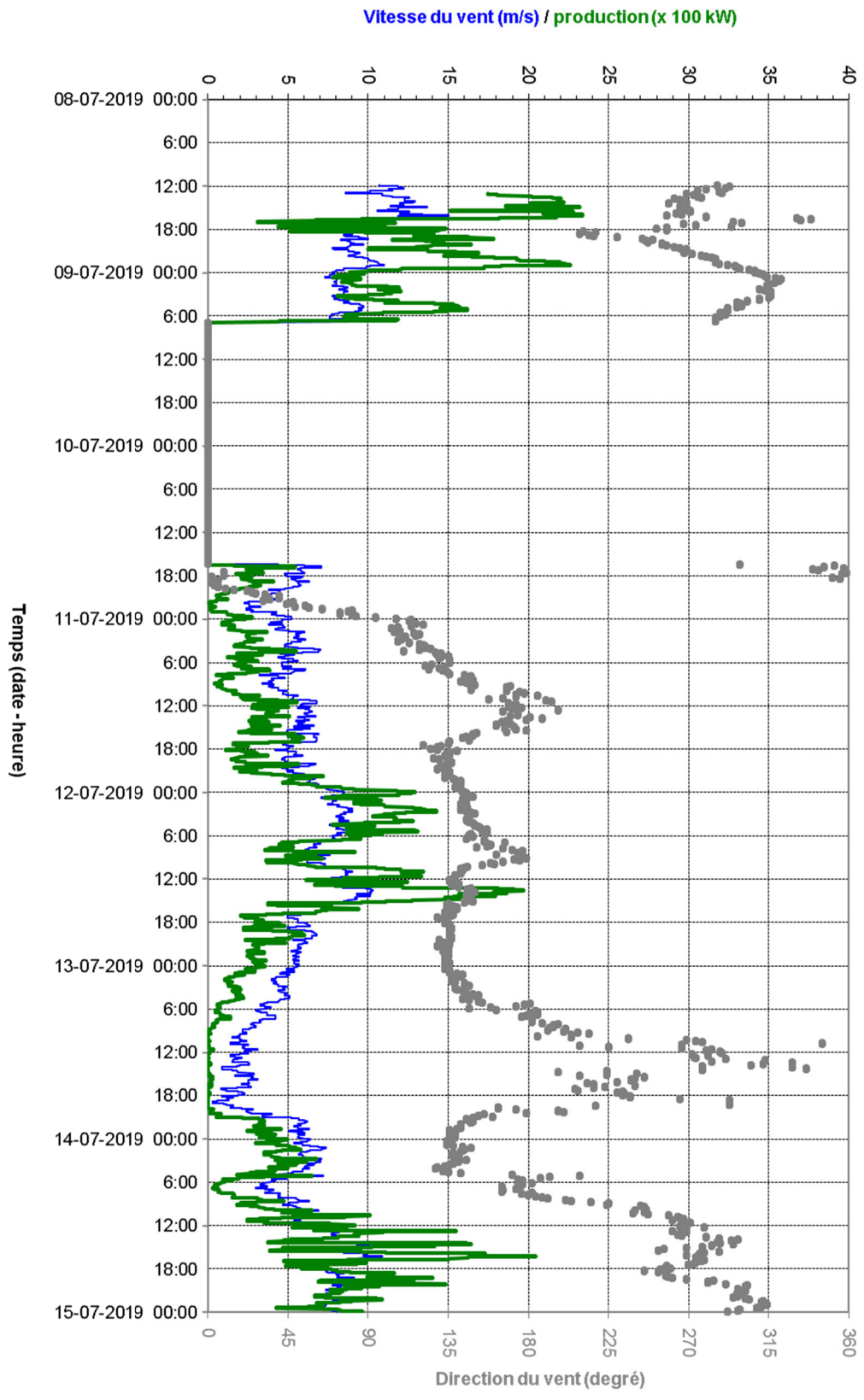


Figure A13 : Données prises sur l'éolienne 613B, près du point 8, du 8 au 15 juillet 2019

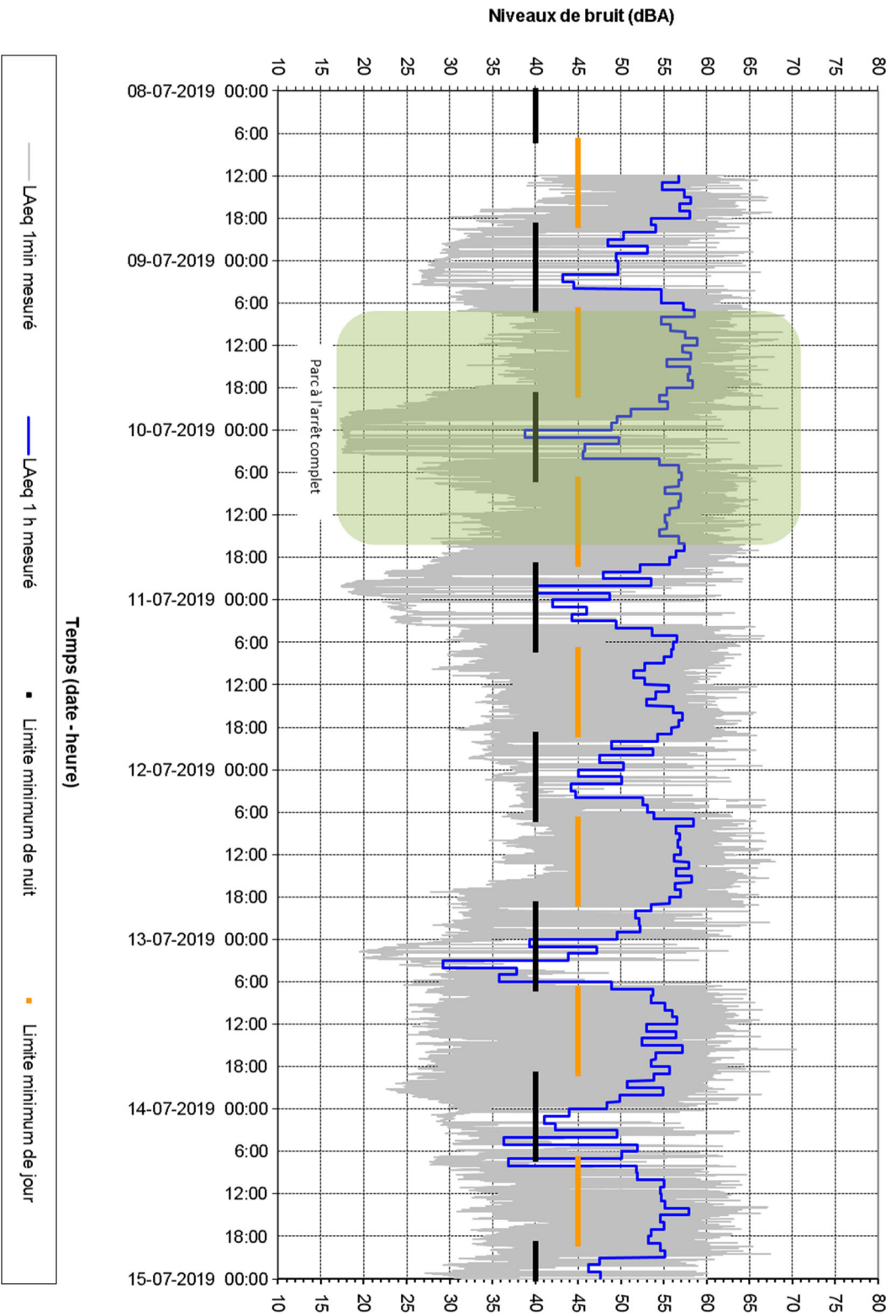


Figure A14 : Mesures de bruit au point 8, du 8 au 15 juillet 2019

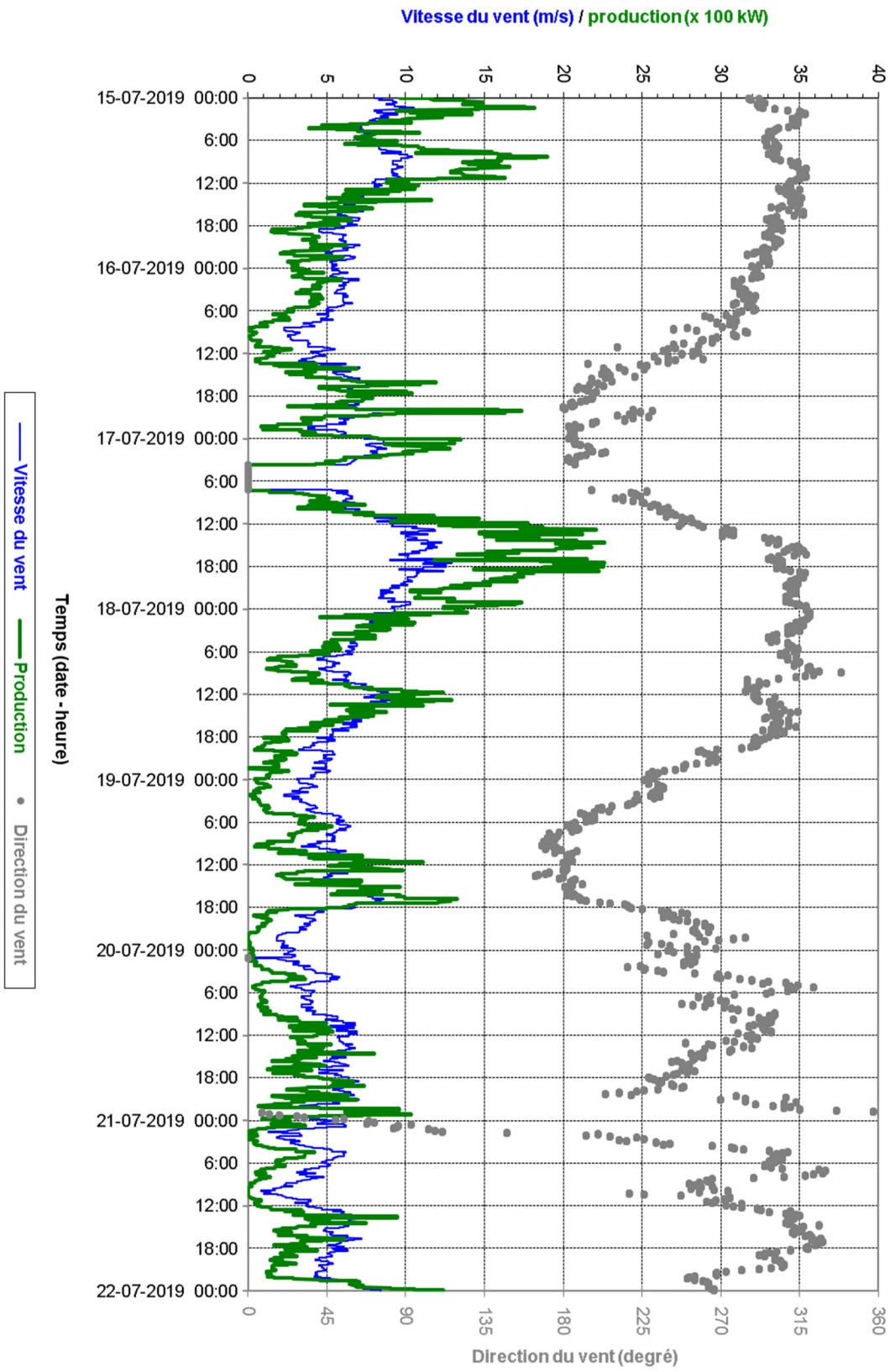


Figure A15 : Données prises sur l'éolienne 613B, près du point 8, du 15 au 22 juillet 2019

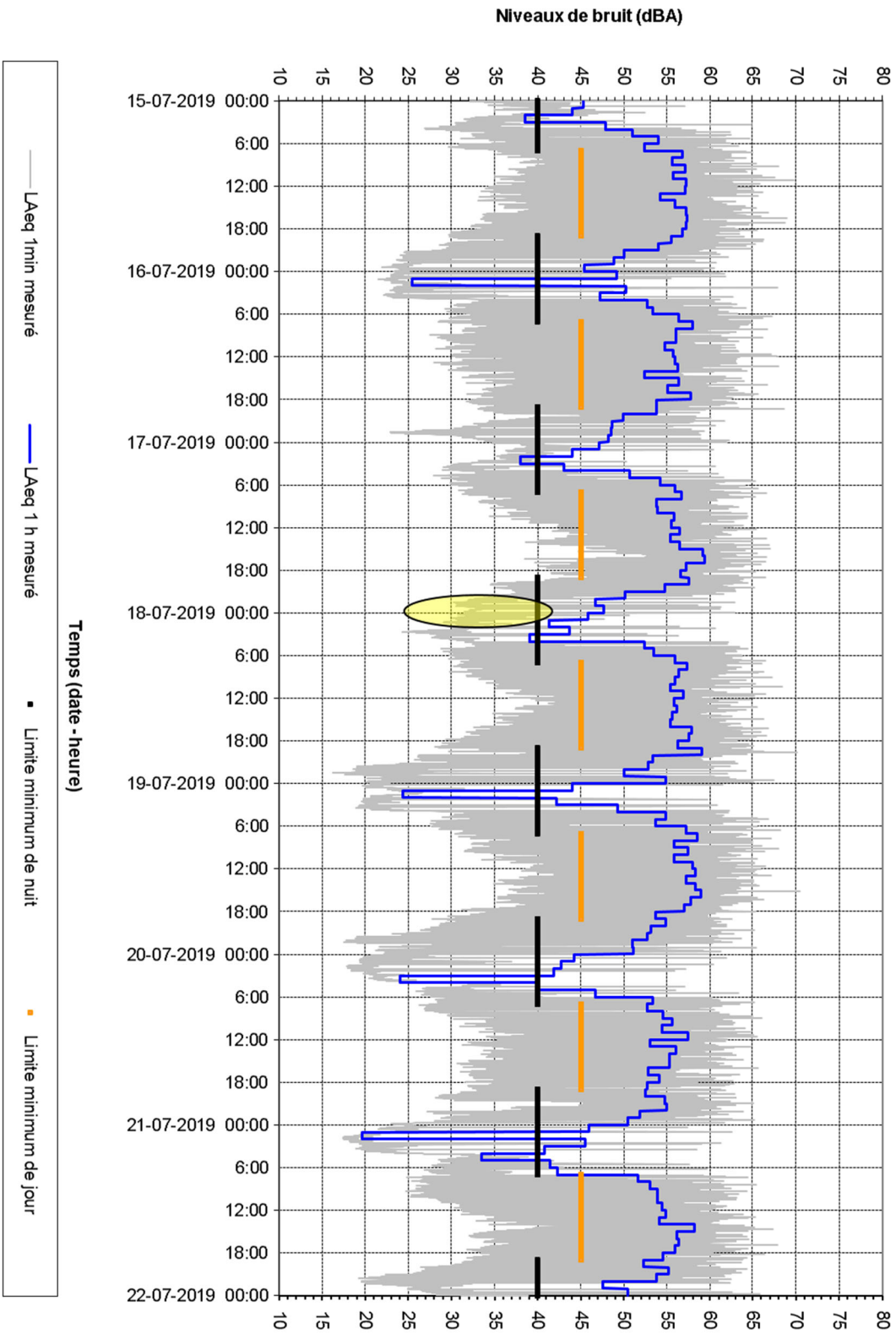


Figure A16 : Mesures de bruit au point 8, du 15 au 22 juillet 2019

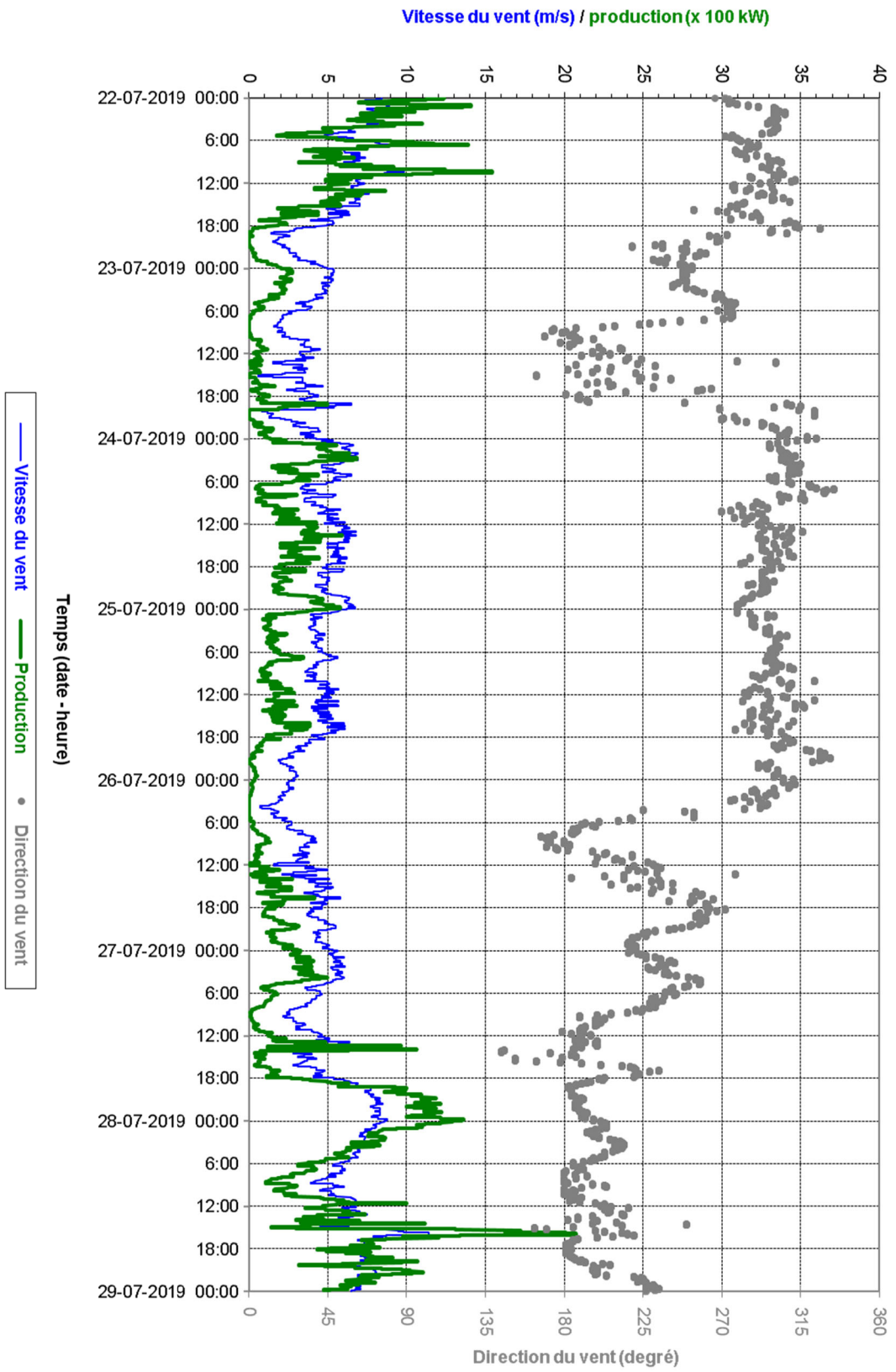


Figure A17 : Données prises sur l'éolienne 613B, près du point 8, du 22 au 29 juillet 2019

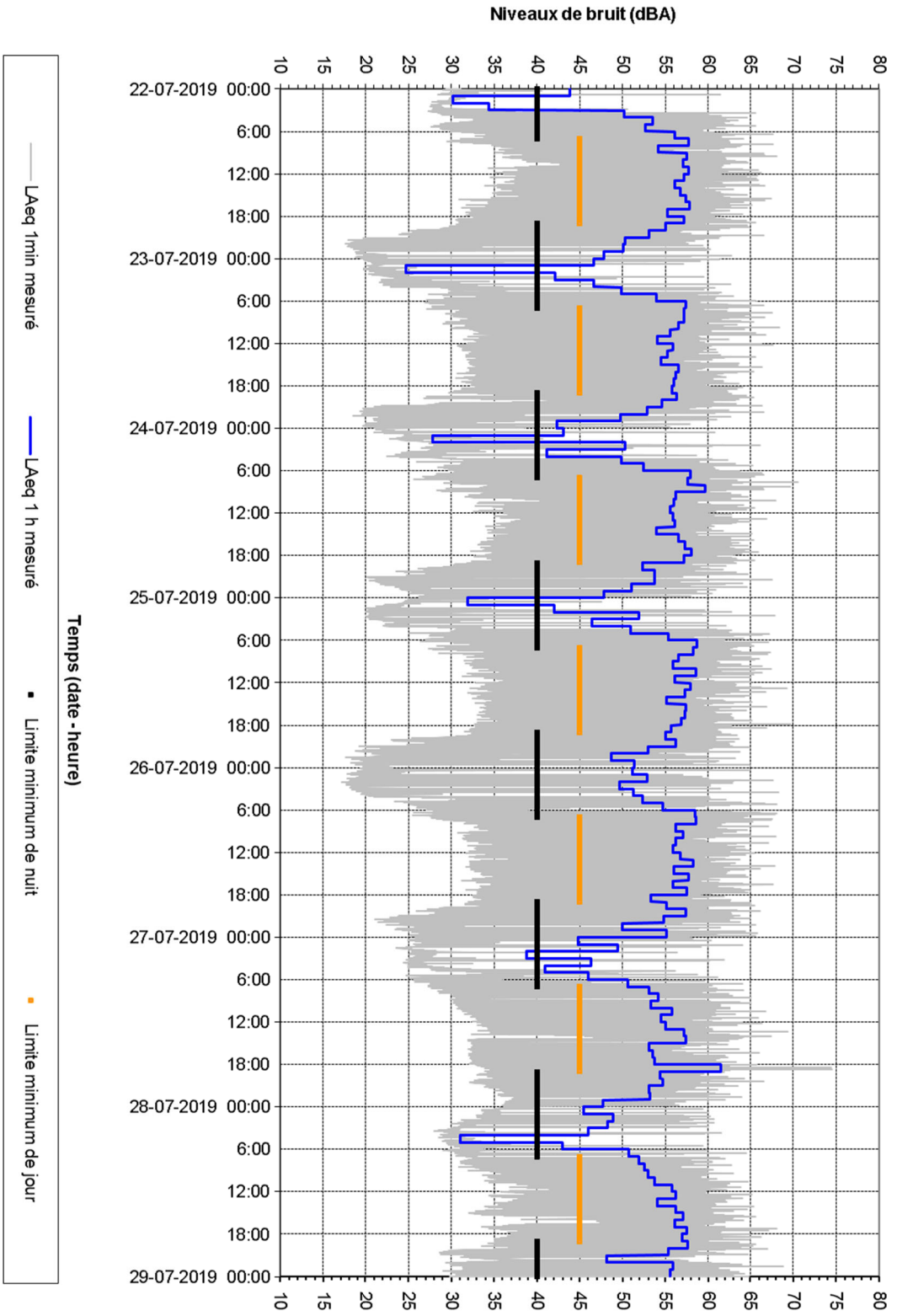


Figure A18 : Mesures de bruit au point 8, du 22 au 29 juillet 2019

Résultats des mesures de bruit en bandes de 1/3 octave aux points 6, 7 et 8

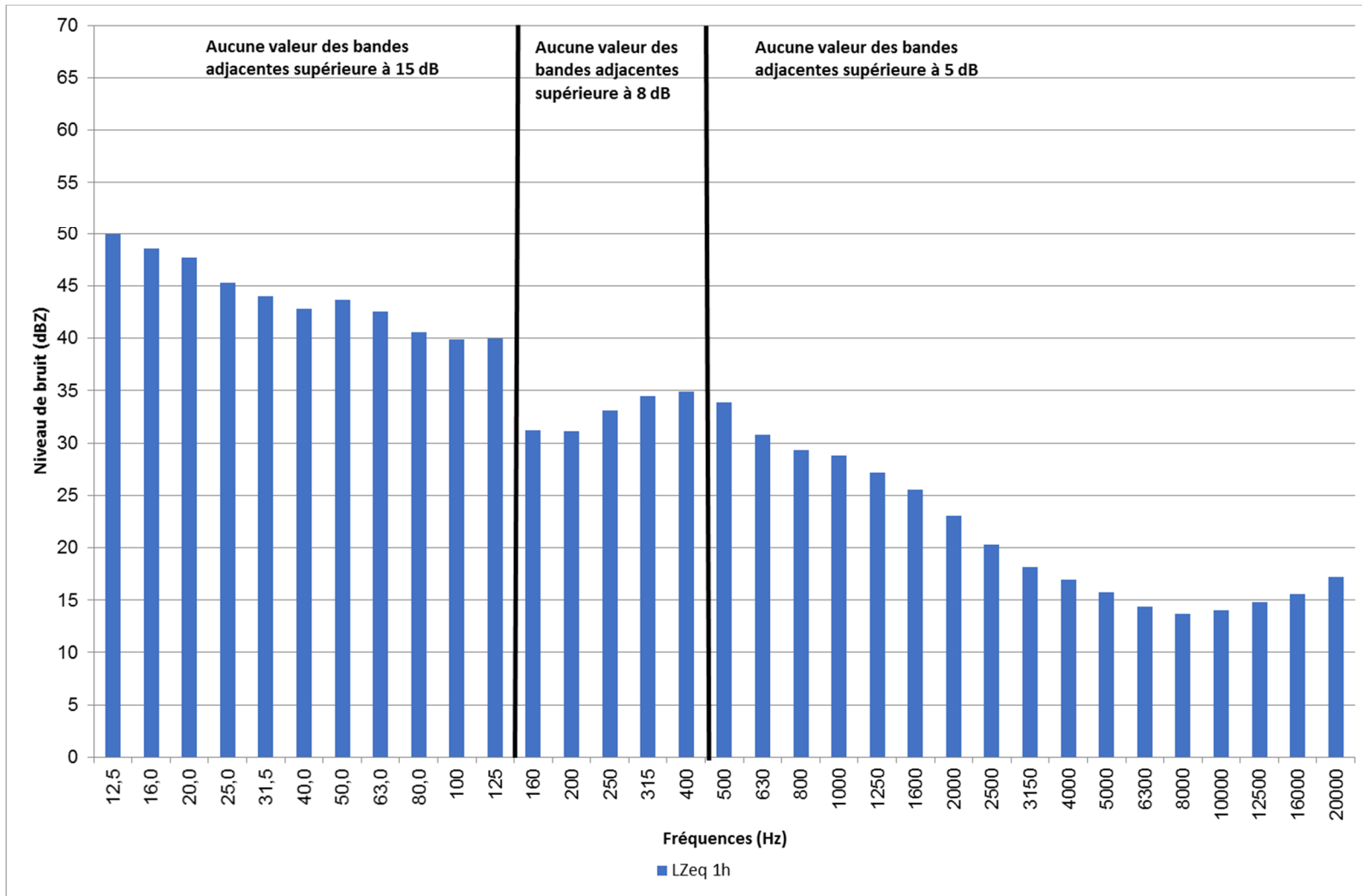


Figure B1 : Mesures de bruit en bande de 1/3 octave au point 6, le 17 juillet 2019 de 23:00 à 00:00

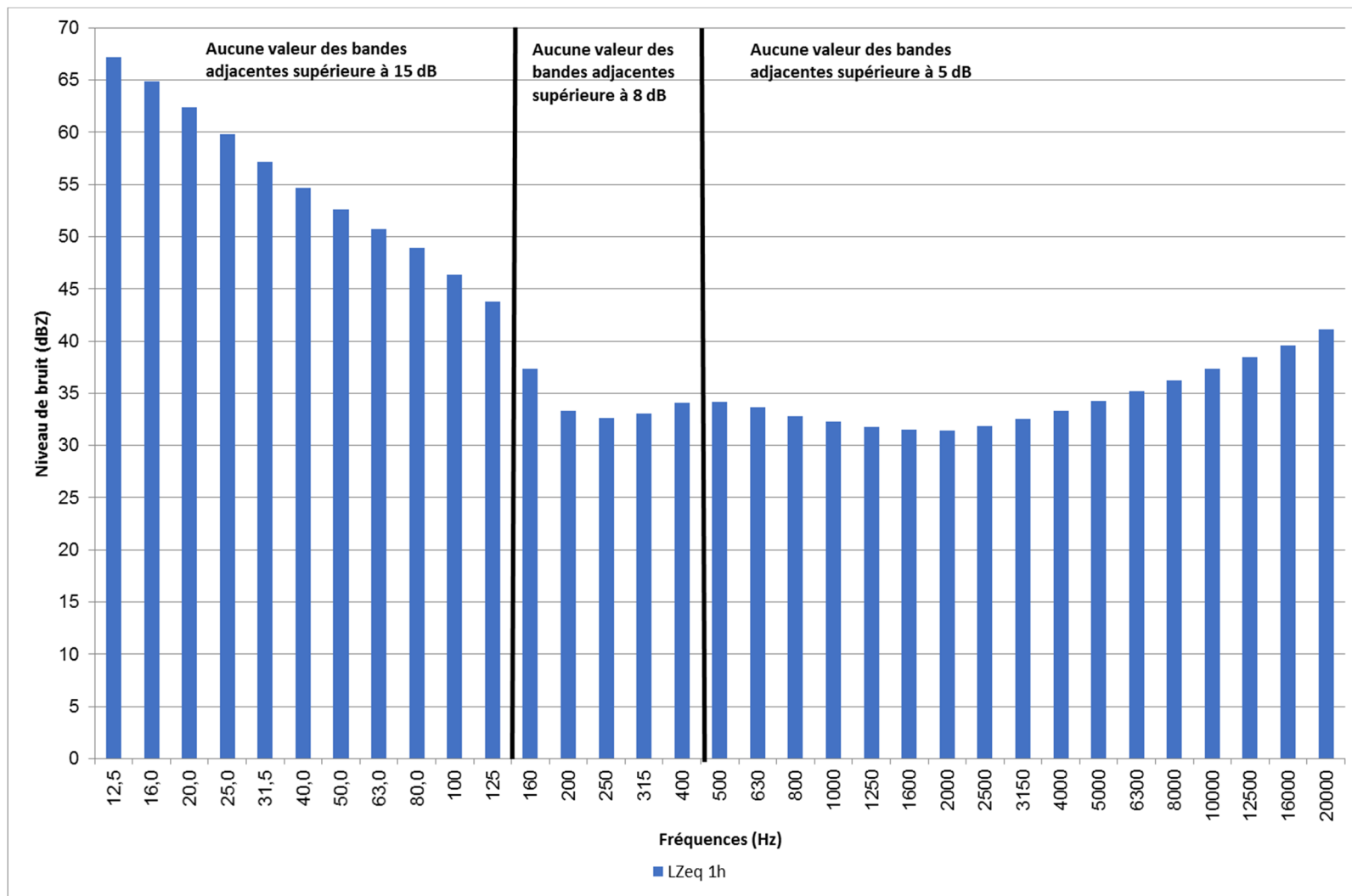


Figure B2 : Mesures de bruit en bande de 1/3 octave au point 7, le 17 juillet 2019 de 23:00 à 00:00

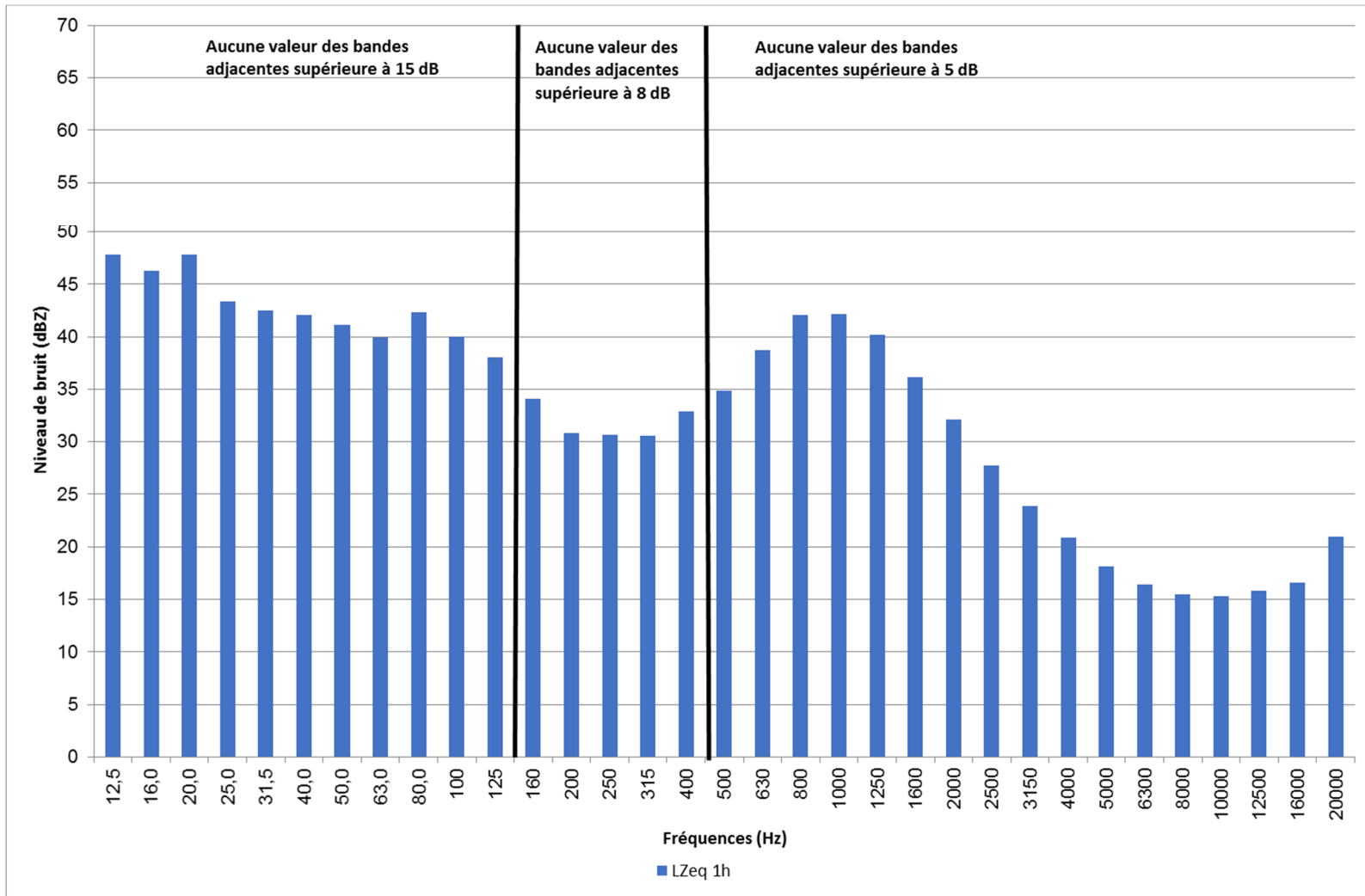


Figure B3 : Mesures de bruit en bande de 1/3 octave au point 8, le 17 juillet 2019 de 23:00 à 00:00

Annexe C

Régression linéaire

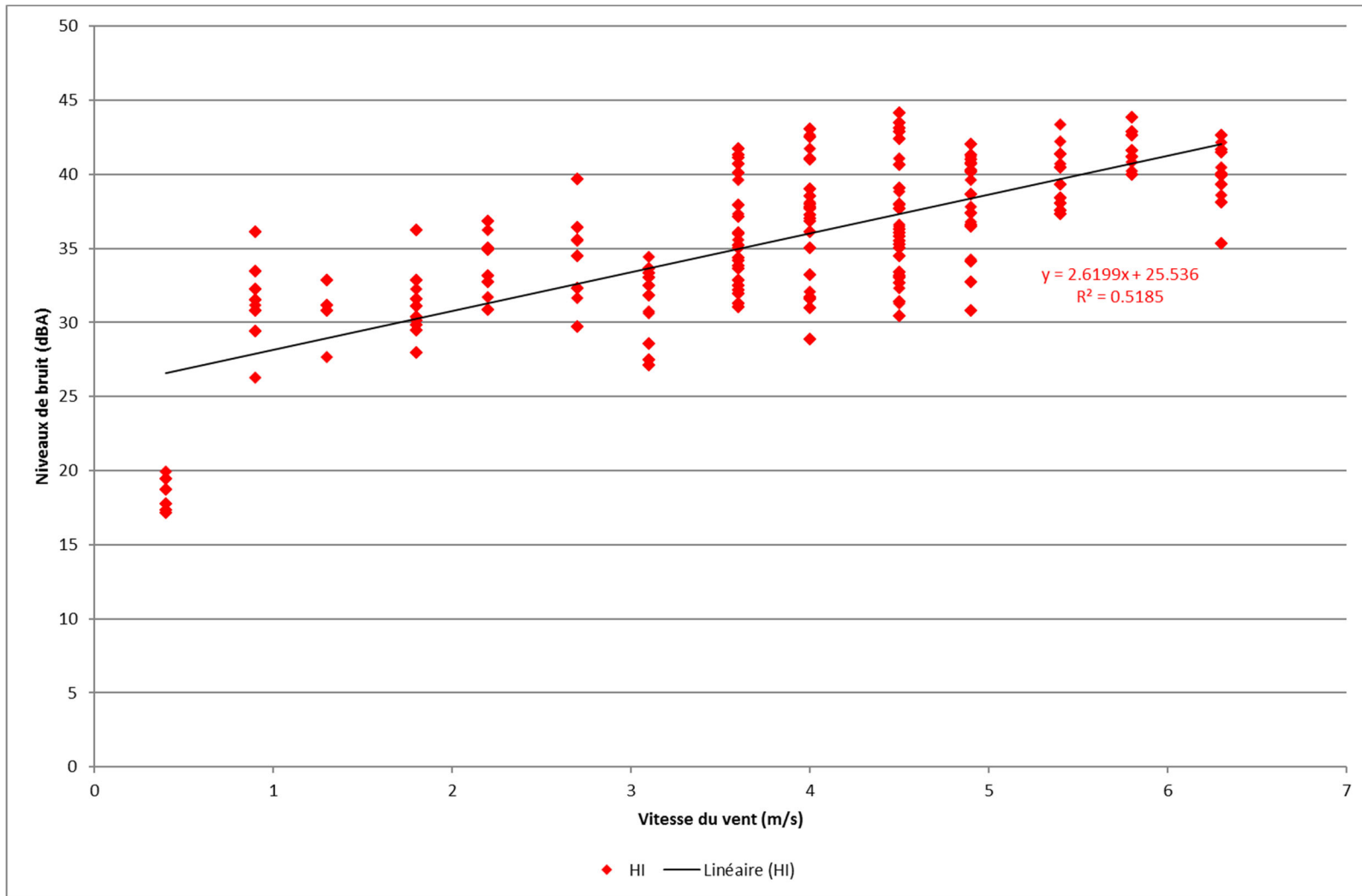


Figure C1 : Régression linéaire au point 6

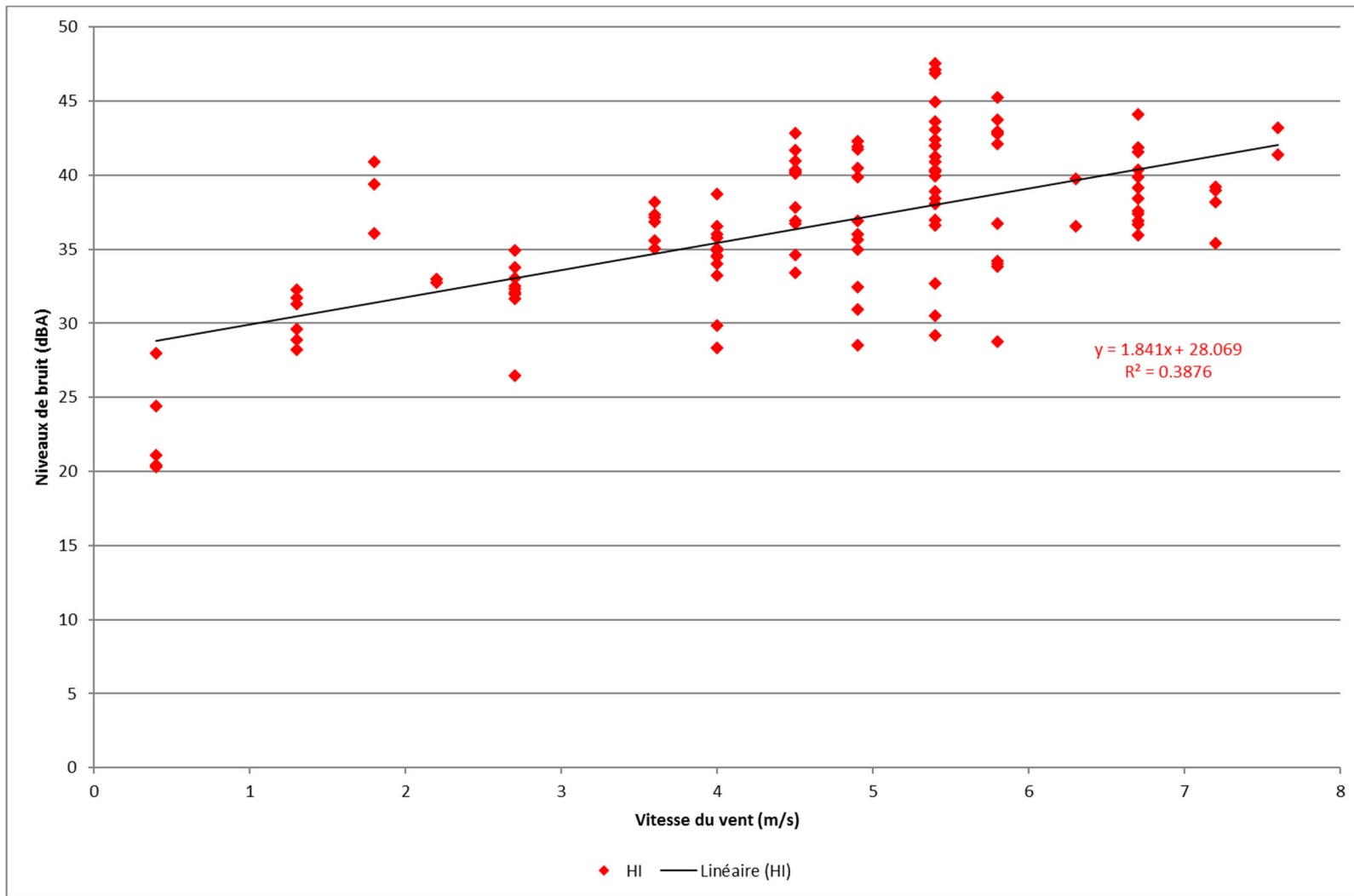


Figure C2 : Régression linéaire au point 7

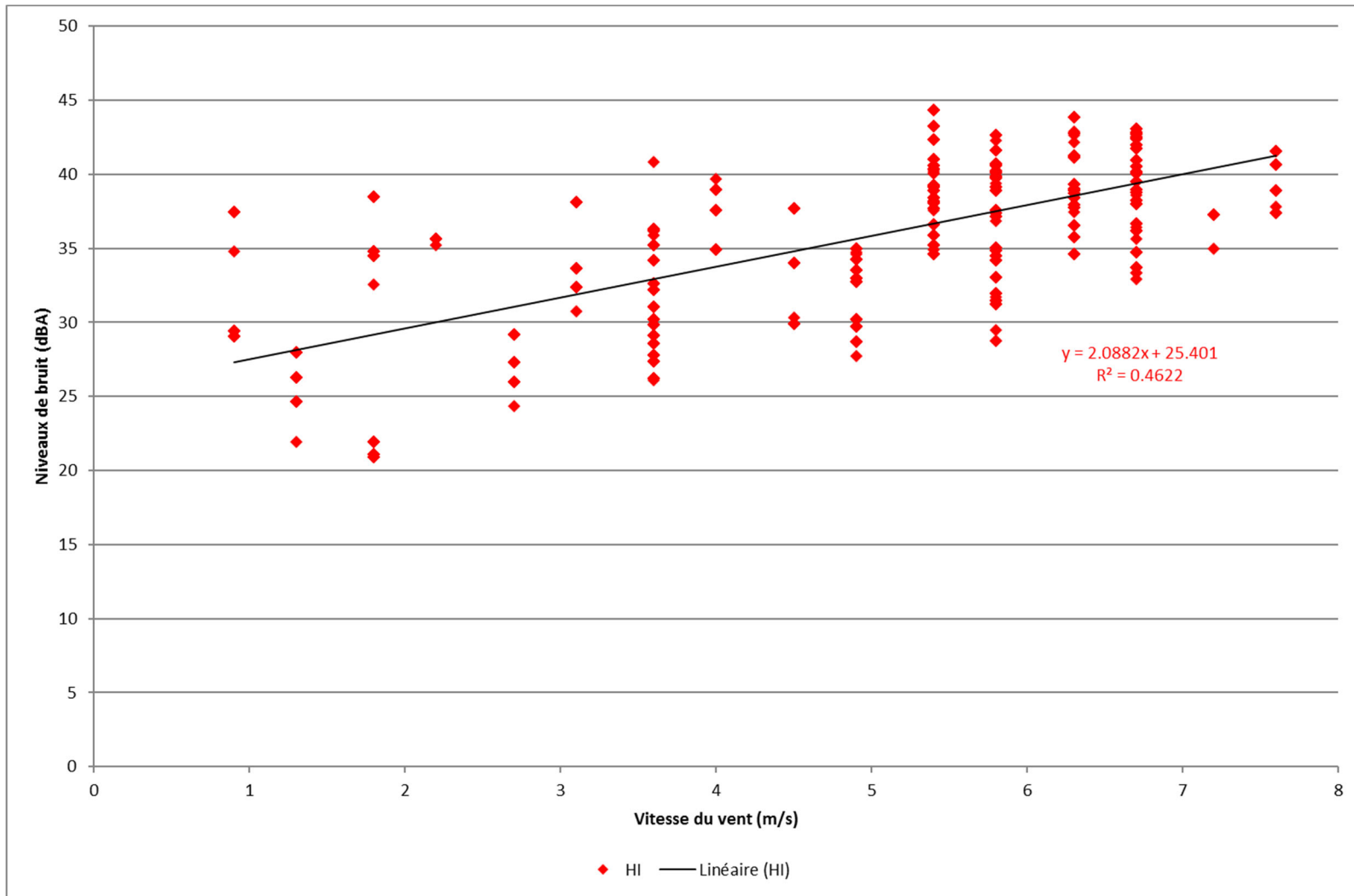


Figure C3 : Régression linéaire au point 8

Annexe D

Notions de base en acoustique

Définition d'un bruit : Ensembles des sons perceptibles par l'ouïe. Le bruit est généralement associé à la nuisance. Le décibel pondéré A (dBA) est utilisé comme unité de mesure du bruit. Plus le bruit est fort, plus son niveau en dBA sera élevé. L'échelle de variation du bruit est généralement comprise entre 0 dBA, le seuil d'audition, et 140 dBA, le seuil de la douleur.

Une différence inférieure à 3 dBA est peu ou pas perceptible, tandis qu'une différence de 10 dBA est perçue comme étant un doublement de l'intensité sonore.

Perception d'un bruit : Sensation auditive engendrée par une onde de pression acoustique se propageant dans le fluide où se trouve l'oreille, soit de l'air ou de l'eau. Dans le cas le plus commun, c.-à-d. lorsque l'onde acoustique se propage dans l'air, la pression de l'onde acoustique est beaucoup plus faible que la pression atmosphérique.

Production d'un bruit : Résultat d'une action (plaque en vibration, turbulence de l'air, etc.) qui produit des surpressions et des dépressions qui se propagent sous la forme d'onde dans l'air jusqu'à notre système auditif.

Caractéristiques principales d'un bruit : L'intensité d'un bruit (fort ou faible) se mesure en décibel pondéré A (dBA), tandis que sa hauteur (grave ou aigu) se détermine en tenant compte des fréquences en Hertz (Hz).

Fréquence : La fréquence du son est le nombre de cycles par seconde. C'est l'hertz (Hz) qui est utilisé comme unité de mesure. L'oreille humaine peut percevoir des sons dont la fréquence est comprise entre 20 Hz et 20 000 Hz. Un son grave aura une fréquence basse et un son aigu aura une fréquence haute. Par exemple, les notes graves d'un piano ont une fréquence de l'ordre de 30 Hz alors que les notes aiguës ont une fréquence de l'ordre de 4 000 Hz. Pour simplifier le traitement, les fréquences sont regroupées en bandes de largeur correspondant à une octave ou un 1/3 d'octave. Une octave correspond à une bande dont la fréquence supérieure est le double de la fréquence inférieure; p. ex., il y a une octave entre 2 000 Hz et 4 000 Hz, une octave sur un piano correspond à 8 touches.

Pondération A : L'oreille humaine n'est pas sensible également aux sons de toutes les fréquences. Afin de pouvoir chiffrer l'impression sonore ressentie par l'oreille, les niveaux de bruit sont ajustés selon une courbe de pondération normalisée « A ».

Phénomènes impliqués dans la propagation du bruit :

Atténuation par la distance : l'intensité d'une onde sonore diminue à mesure que l'on s'éloigne de la source. Pour une source ponctuelle, l'atténuation par la distance se traduit par une réduction de 6 dBA à chaque fois que la distance entre un récepteur et une source est doublée.

Absorption de l'air : lorsque l'air se met en vibration sous l'action du passage d'une onde sonore, il y a une perte d'énergie. Cette perte dépend de la fréquence d'un son et de la température et taux d'humidité de l'air.

Effet d'écran : lorsqu'une onde sonore rencontre un obstacle (p. ex. mur-écran, bâtiment, dénivellation du sol, etc.) qui est opaque, elle le contourne en subissant une réduction dans son intensité par un phénomène de diffraction. La réduction du niveau de bruit est appréciable par effet-écran dans la mesure où ce dernier bloque la ligne de vue entre la source et le récepteur.

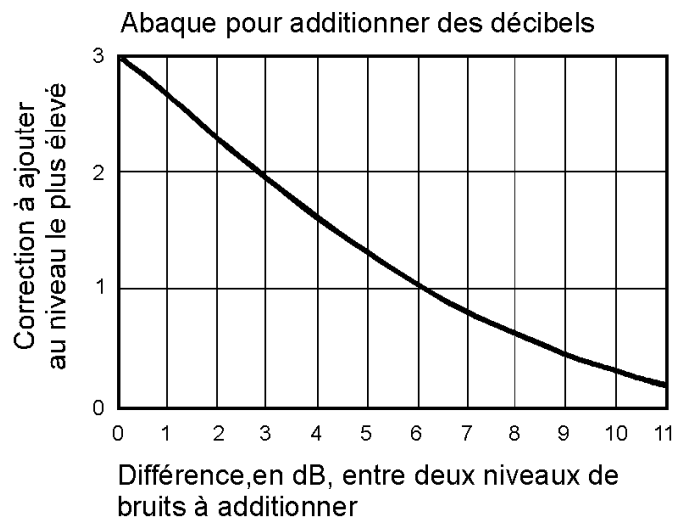
Effet de sol : une onde sonore se propage beaucoup plus loin au-dessus d'un sol dur (p. ex., surface asphaltée) qu'au-dessus d'un sol poreux (p. ex. champs agricoles, forêt).

Effets atmosphériques : certaines conditions atmosphériques ont tendance à faire courber les ondes sonores, vers le haut, ce qui se traduit par une réduction du bruit pour un récepteur situé au niveau du sol, ou vers le bas pour le résultat contraire. Un vent porteur, c.-à-d. qui souffle de la source de bruit vers un récepteur, fera courber les ondes sonores vers le sol, ce qui fera augmenter le niveau de bruit puisque ces ondes déviées n'ont généralement pas subi de réduction due à l'effet d'écran ni à l'effet de sol qui est alors court-circuité.

L'importance de ces phénomènes s'accroît lorsque la distance entre une source et un récepteur augmente. De plus, l'importance relative de ces phénomènes fluctue dans le temps et fait en sorte qu'une source de bruit stable peut produire des bruits qui sont fluctuants, lorsque perçus à de grandes distances dans l'environnement.

Addition de niveaux de bruit : L'addition de niveaux de bruit ne se fait pas directement. Elle doit être logarithmique. Un abaque peut être utilisé à cet effet pour additionner les dB ou les dBA :

Exemples : $40 + 50 = 50$
 $44 + 50 = 51$
 $48 + 50 = 52$
 $50 + 50 = 53$



Catégories de bruit :

Bruit ambiant : Bruit total existant dans une situation donnée à un instant donné, habituellement composé de bruits émis par plusieurs sources, proches ou éloignées.

Bruit particulier : Composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement et qui est associée à une source particulière.

Bruit initial : Bruit ambiant avant toute modification de la situation existante.

Bruit résiduel : Bruit ambiant sans le bruit particulier.

Bruit de fond : Composante du bruit ambiant, correspondant essentiellement au niveau sonore plancher atteint lorsque les sources de bruit d'intensité variable sont à leurs plus faibles et que les sources de bruit intermittentes sont absentes.

Types de bruit :

Bruit fluctuant : Bruit continu dont le niveau de pression acoustique varie de façon notable, mais pas de façon impulsionnelle.

Bruit intermittent : Bruit pouvant être observé pendant certaines périodes seulement et qui se produit à intervalles réguliers ou irréguliers et tel que la durée de chaque occurrence est supérieure à environ 5 s.

Bruit impulsionnel : Bruit caractérisé par de brefs relèvements de la pression acoustique.

Bruit à caractère tonal : Bruit caractérisé par une composante à fréquence unique ou des composantes à bande étroite qui émergent de façon audible du bruit ambiant.

Paramètres de mesure du bruit :

L_{AeqT} : Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, pour un intervalle de temps T , exprimé en dBA. Il représente la valeur moyenne de la pression acoustique. En l'état actuel des connaissances, c'est ce niveau qui semble le mieux parvenir à une évaluation de la gêne occasionnée par une exposition à un bruit de long terme.

$L_{AFN T}$: Niveau de dépassement de seuil, soit le niveau qui a été excédé N % de la durée de l'échantillonnage T .

$L_{Ar T}$: Niveau acoustique d'évaluation pondéré A pour un intervalle de référence d'une durée T .

K_T : Terme correctif (+5 dB) pour les bruits à caractère tonal.

K_S : terme correctif (+5 dBA) pour certaines situations spéciales, telles les bruits perturbateurs ou les bruits à basses fréquences.



SNC • LAVALIN

2271, Fernand-Lafontaine
Longueuil Qc Canada J4G 2R7
514.393.1000
www.snclavalin.com

